

# ALLEGATO 2

## INDAGINI GEOFISICHE PUNTUALI

HVSR / DOWN HOLE



## COMUNE DI VECCHIANO PIANO STRUTTURALE

maggio 2025

**Sindaco:**

Massimiliano Angori

**Dirigente:**

Manuela Riccomini

**Responsabile del Procedimento:**

Simona Coli

**Gruppo di lavoro interno:**

Oriana Carrano

Federico Carbognani

Federico Carmignani

Daniel Del Carlo

Katiuscia Fruzzetti

Anita Giannarelli

Gabriele Leone

Maurizio Marchetti

Alessio Tramonti

**Progettazione:**

Studio Associato di Urbanistica e Architettura

Gianni Maffei Cardellini, Alberto Montemagni

**Collaborazioni specialistiche di supporto:**

**Supporto progetto urbanistico:** Dario Franchini

**Studi geologici:** Studio GS - Geologia Sostenibile, Roberto Balatri

**Studi idrologici idraulici:** Società Hydrogeo Ingegneria srl, Giacomo Gazzini

**Studi agronomici:** Enrico Bonari

**Valutazione Ambientale Strategica:** Elisabetta Norci

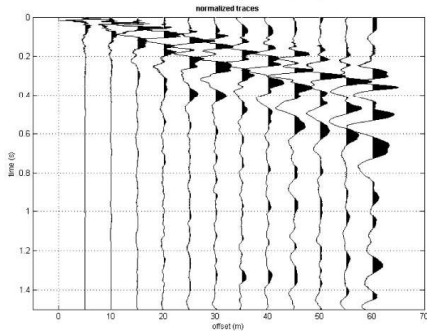
**Garante dell'Informazione e Partecipazione:** Luigi Josi

**Supporto alla partecipazione:** Sociolab S.c.a.r.l. - Impresa Social

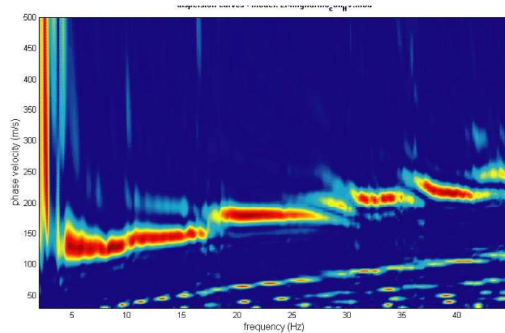
**Supporto amministrativo:** Francesca Falconi – Claudia Strusi

0001 HV

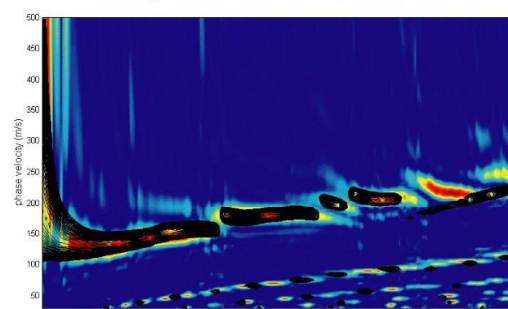
Common shot gather (ZVF)



Spettro di velocità



Spettro sintetico v di fase (mo 5.0m)



Strumentazione: DAQ Link III  
Geofoni: 12 vert. 4.5hz (Rayleigh)  
Passo: 5.00 m  
Lunghezza: 55 m  
Shot: 2.50; 5.00; 7.50 m

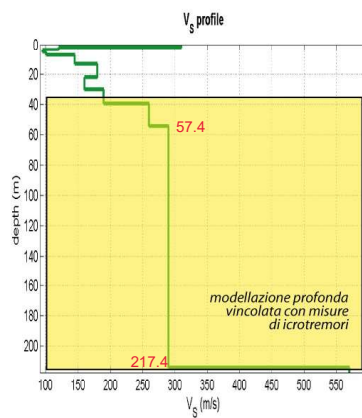
Campionamento  
frequenza: 250  $\mu$ s  
durata: 1000 ms  
Software  
acquisizione: VScope 3.49  
elaborazione: VinMASW 7.0 Acd

#### SUBSURFACE MODEL

Vs (m/s): 310, 120, 95, 101, 145, 180, 160, 190, 260, 290, 570  
Thickness (m): 2.0, 1.5, 1.8, 2.1, 6.0, 9.0, 8.0, 9.0, 15.0, 160.0  
Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.95, 1.93, 1.96, 1.97, 1.98, 1.93, 1.90, 1.94, 1.94, 2.04, 2.21  
Shear modulus (MPa): 187, 28, 18, 20, 42, 62, 49, 70, 131, 172, 718

**Vs30 (m/s): 152**

#### MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO



Curva HV osservata e sintetica

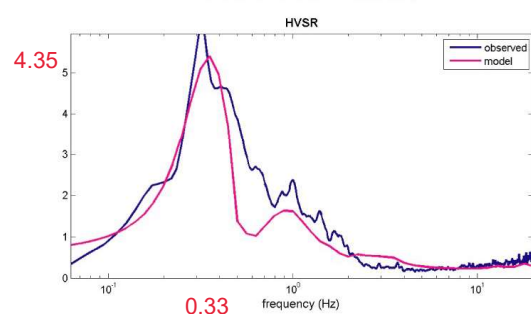


	Tavola 4	
	Line 1 - dispersione Rayleigh + curva HV	
	Via Traversagna Nord, ZI Migliarino Pisano Comune di Vecchiano (PI)	
	Prepared for Dott. Geol. Roberto Balatri	



## Processing

La curva HV risultante presenta un andamento piatto per frequenze superiori a 3Hz, con valore di ampiezza circa 1, mentre a frequenze inferiori la curva è caratterizzata da un picco molto evidente con frequenza centrale pari a 1.53Hz ed ampiezza 5.5. Sottoposta alla verifica dei criteri SESAME la curva soddisfa i 3 *criteri di affidabilità della curva H/V*, mentre dei 6 *criteri di chiarezza del picco H/V* solo il quinto non risulta verificato.

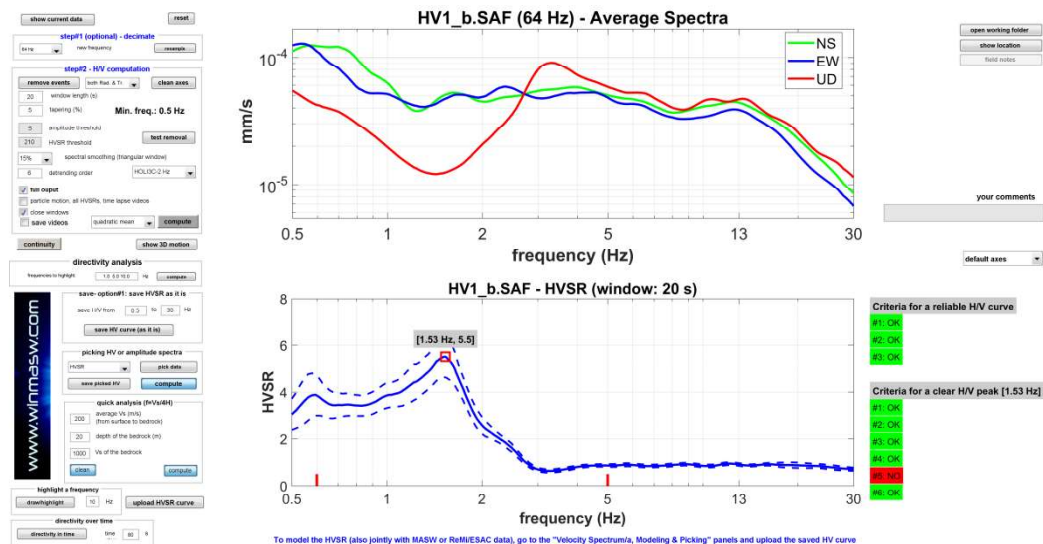


Fig. 11 **Segnale medio e curva HV:** segnali medi per i tre canali, calcolati secondi i parametri di filtraggio e *smoothing* visibili nel riquadro #step2-HV computation; nel grafico curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenze in cui sono calcolati i criteri sesame (riportati a dx, in rosso quelli non soddisfatti).

Analisi di coerenza, direttività e persistenza del segnale, documentate nelle figure seguenti, non mettono in evidenza particolari anomalie o segni di condizionamento antropico del segnale. La curva ottenuta può dunque essere ragionevolmente messa in relazione alle condizioni geologiche di sito.

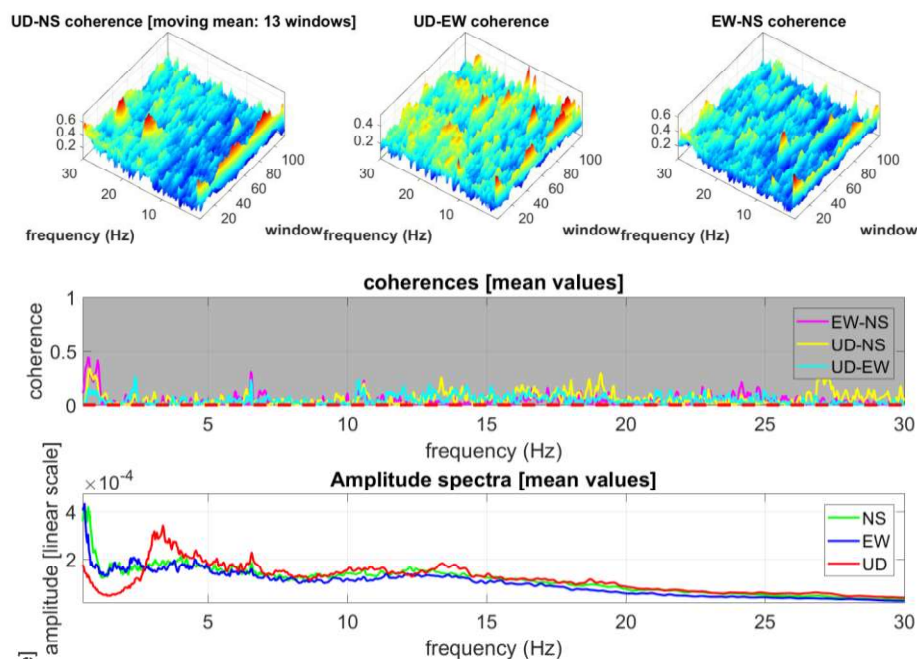


Fig. 12 **Coerenza:** funzione di coerenza tra i segnali registrati. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento coerente delle ampiezze sui tre canali può generare un picco nella curva HV che è solitamente non ha attinenza con la realtà geologica. Nell'immagine superiore la coerenza è calcolata, per tutti gli intervalli dell'intervallo di ascolto, in quella inferiore viene riportato il valore medio insieme allo spettro del segnale.

# ANALISI MISURE DI RUMORE SISMICO A STAZIONE SINGOLA MEDIANTE METODO HVSR

Scuola primaria Pardi, Loc. Migliarino - Comune di Vecchiano (PI)

0003



Commissa: Comune di Vecchiano - Scuole Mazzini e Pardi  
 Committente: **COMUNE DI VECCHIANO**  
 Pianificazione, Sviluppo e Servizi sul Territorio  
 Arch. LUIGI JOSI  
 Sito: SCUOLA PRIMARIA PARDI  
 Oggetto: Loc. MIGLIARINO

## Postazione HV1

### Strumentazione

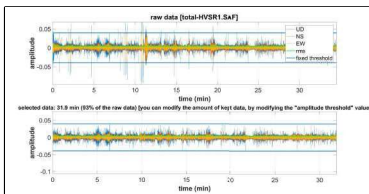
strumenti: sensore sismico PASI Gemini 2  
 sensori: velocimetri, freq. 2.0Hz

### Acquisizione

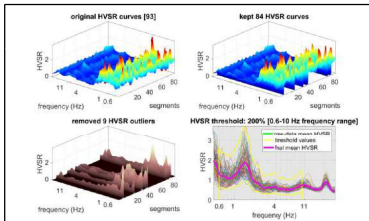
data esecuzione: 04 gen 21  
 operatore: Dott. Geol. Donato Caputo  
 durata registrazione: 35 min.  
 campionamento: 200Hz  
 orientamento: N000E  
 fondo: terreno n. riparo  
 posizionamento: puntali infissi

### Data processing

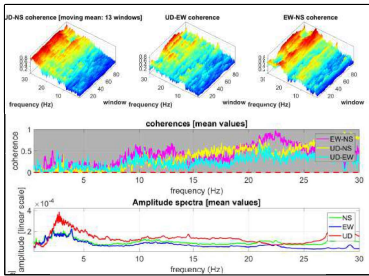
elaborazione: Dott. Luigi Albacorta  
 data elaborazione: 08 gen 2021  
 software: Hs4Surface  
 versione: 2019  
 downsampling: 64Hz  
 window length: 40s  
 picco HV (f<sub>0</sub>, A): 1.45Hz; 1.88



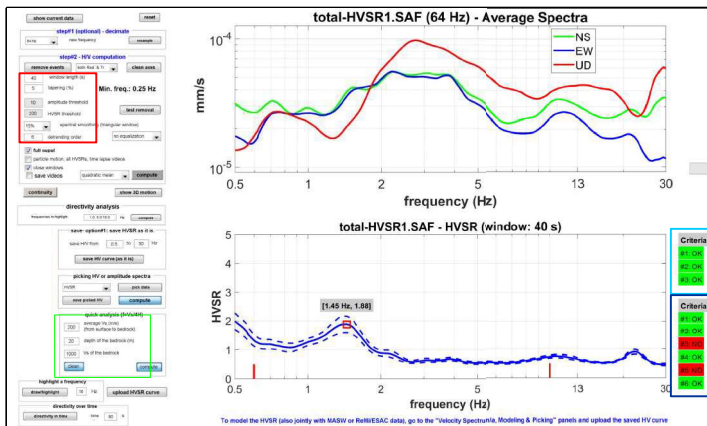
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico aereo, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore sono riportate, nel dominio tempo-ampiezza, le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (in didascalia il totale del segnale residuo, in minuti e come % della durata totale).



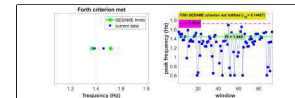
**Windowing:** il tempo di registrazione suddiviso in intervalli di ampiezza costante definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra; minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione). Per ciascuno di questi intervalli (segments) viene calcolata la curva HV. Il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale o di impostare una soglia di rigetto.



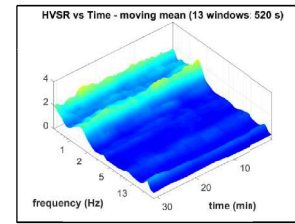
**Coerenza:** funzione di coerenza tra i segnali registrati. Operazione matematica di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento coerente delle ampiezze (funzione di coerenza tendente ad 1), su due o tutti i tre canali, può generare un picco nella curva HV che non abbia alcuna estrinsecità con la realtà geologica. Nell'immagine superiore la coerenza è calcolata (e tracciata) per tutti gli intervalli del rilevato di picco (bandwidth) delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Nell'immagine viene riportato il valore medio della funzione di coerenza per le tre coppie, a diretto confronto con lo spettro di ampiezza dei segnali.



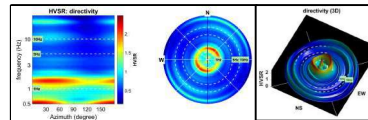
**Segnale medio a curva HV:** grafico superiore grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri visibili nel riquadro rosso a sinistra (sezione Hs4c-HV computation); nel grafico inferiore curva HV (supporto spettrale medio). Le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenze in cui sono calcolati i criteri "sesame" (riquadro celeste: criteri di affidabilità della curva; riquadro blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato e l'intervallo di ricerca viene esteso sulla finestra 0.5-30Hz. In caso di esistenza di un picco di natura stratigrafica, notata/stimata la velocità dello strato sonarante il substrato (tratto da...cal letteratura, indagine DHI), avere un'idea indicativa della profondità del bedrock mediante la relazione che lega profondità-Vs<sub>1</sub> riportate in figura (riquadro verde).



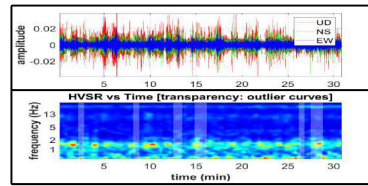
**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (a) e 5 (b). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio.



**Directionality:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica su cartina, su polar. Note: rappresentazioni 2D/3D dell'ampiezza del segnale e espressa mediante i toni della scala cromatica, mentre nella rappresentazione 3D è rappresentata lungo l'asse Z. Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzione di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio.



# ANALISI MISURE DI RUMORE SISMICO A STAZIONE SINGOLA MEDIANTE METODO HVSR

Scuola primaria Pardi, Loc. Migliarino - Comune di Vecchiano (PI)

0004



Commissa: Comune di Vecchiano - Scuole Mazzini e Pardi  
 Committente: **COMUNE DI VECCHIANO**  
 Pianificazione, Sviluppo e Servizi sul Territorio  
 Arch. LUIGI JOSI  
 Sito: SCUOLA PRIMARIA PARDI  
 Oggetto: Loc. MIGLIARINO

## Postazione HV2

### Strumentazione

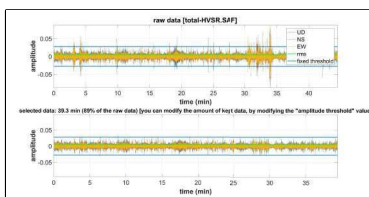
strumento: sensore sismico PASI Gemini 2  
 sensori: velocimetri, freq. 20Hz

### Acquisizione

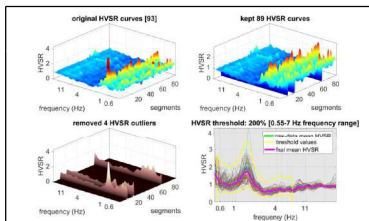
data acquisizione: 04 gen 21  
 operatore: Dott. Geol. Donato Caputo  
 durata registrazione: 50  
 campionamento: 200Hz  
 orientamento: N000E  
 fondo: terreno (area verde)  
 posizionamento: punti infissi

### Data processing

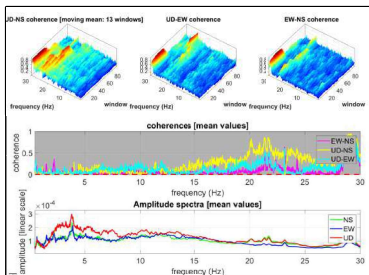
elaborazione: Dott. Luigi Albacorta  
 data elaborazione: 08 gen 2021  
 software: HsSurface  
 versione: 2019  
 downsampling: 64Hz  
 window length: 50s  
 picco HV (f<sub>0</sub>, A): 1.45Hz; 1.72



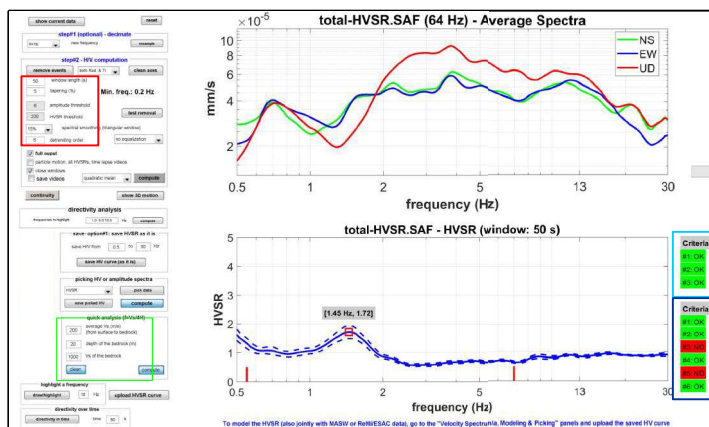
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico autostrada, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore sono riportate, nel dominio tempo-ampiezza, le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (in didascalia il totale del segnale residuo, in minuti e come % della durata totale).



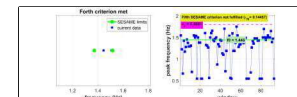
**Windowing:** il tempo di registrazione suddiviso in intervalli di ampiezza costante definiti in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra; minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione). Per ciascuno di questi intervalli (segmenti) viene calcolata la curva HV. Il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto.



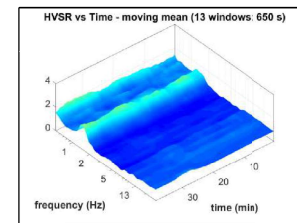
**Coerenza:** funzione di coerenza tra i segnali registrati. Operazione matematica di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento coerente delle ampiezze (funzione di coerenza tendente ad 1), su due o tutti i tre canali, può generare un picco nella curva HV che non abbia alcuna estrinsecità con la realtà geologica. Nell'immagine superiore la coerenza è calcolata (e tracciata) per tutti gli intervalli dell'intervallo di analisi (bande) delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Nell'immagine viene riportato il valore medio della funzione di coerenza per le tre coppie, a diretto confronto con lo spettro di ampiezza dei segnali.



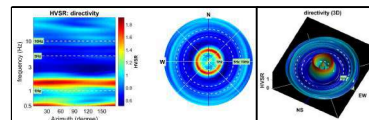
**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri visibili nel riquadro rosso a sinistra (sezione HsPac2-HV computation); nel grafico inferiore curva HV (supporto spettrale medio). Le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenze in cui sono calcolati i criteri "sesame" (riquadro centrale: criteri di affidabilità della curva; riquadro blu: criteri di affidabilità del picco; riquadro verde: criteri di affidabilità del picco; riquadro rosso: criteri di affidabilità del picco). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato e l'intervallo di ricerca viene esteso sulla finestra 0.5-30Hz. In caso di esistenza di un picco di natura stratigrafica, notata dalla velocità dello strato sovrastante il substrato (tratto da...cal letteratura, indagine DHI), avere un'idea indicativa della profondità del bedrock mediante la relazione che lega profondità Vs-f, riportate in figura (riquadro verde).



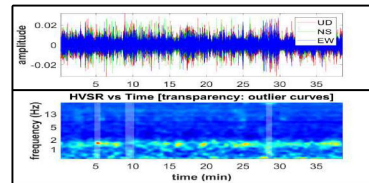
**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (a) e 5 (b). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale: ampiezza. Dall'analisi con media mobile dopo rimozione delle curve anomale.



**Directività:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica su polarogramma, su polar. Note: rappresentazione 3D bidimensionale l'ampiezza del segnale e espressa mediante i toni della scala cromatica, mentre nella rappresentazione 2D è rappresentata lungo l'asse Z. Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzione di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio.





# ANALISI MISURE DI RUMORE SISMICO A STAZIONE SINGOLA MEDIANTE METODO HVSR

Scuola primaria Mazzini, Loc. Vecchiano - Comune di Vecchiano (PI)

0005



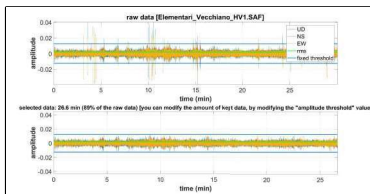
Commissa: Comune di Vecchiano - Scuole Mazzini e Pardi  
 Committente: **COMUNE DI VECCHIANO**  
 Pianificazione, Sviluppo e Servizi sul Territorio  
 Arch. LUIGI JOSI  
 Sito: SCUOLA PRIMARIA PARDI  
 Oggetto: Loc. MIGLIARINO

## Postazione HV1

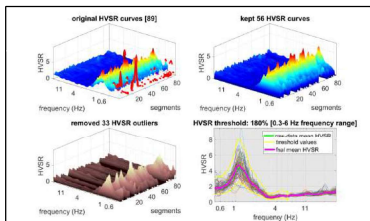
**Strumentazione**  
 strumento: sensore sismiale PMSI Gemini 2  
 sensori: velocimetri, freq. 20Hz

**Acquisizione**  
 data esecuzione: 04 gen 21  
 operatore: Dott. Geol. Donato Caputo  
 durata registrazione: 30 min.  
 campionamento: 200Hz  
 orientamento: N000E  
 fondo: terreno (area verde)  
 posizionamento: puntali infissi

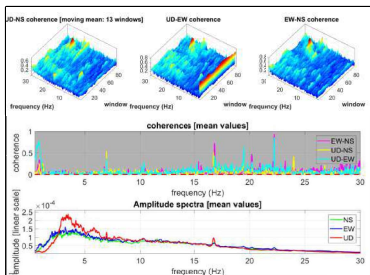
**Data processing**  
 elaborazione: Dott. Luigi Albacorta  
 data elaborazione: 08 gen 2021  
 software: HsSurface  
 versione: 2019  
 downsampling: 64Hz  
 window length: 35s  
 picco HV (f<sub>0</sub>, A): **1.13Hz; 4.69**



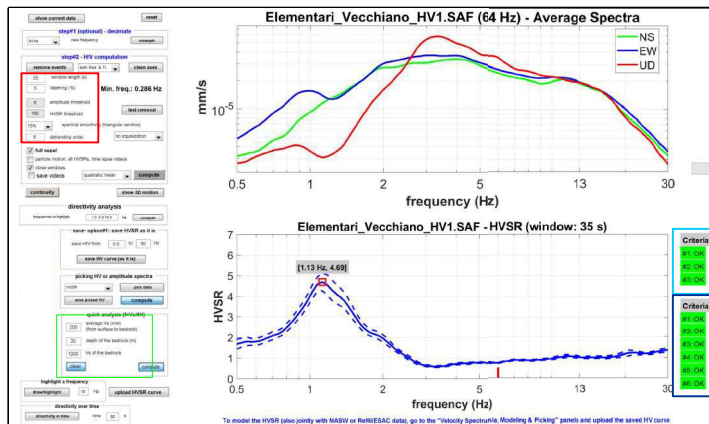
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico aereo, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore sono riportate, nel dominio tempo-ampiezza, le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (in didascalia il totale del segnale residuo, in minuti e come % della durata totale).



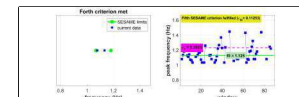
**Windowing:** il tempo di registrazione suddiviso in intervalli di ampiezza costante definiti in funzione della frequenza del picco da analizzare (piu' bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra; minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione). Per ciascuno di questi intervalli (segmenti) viene calcolata la curva HV. Il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale o di impostare una soglia di rigetto.



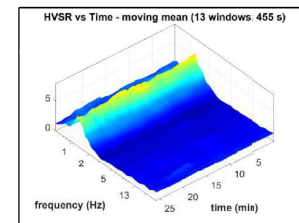
**Coerenza:** funzione di coerenza tra i segnali registrati. Operazione matematica di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento coerente delle ampiezze (funzione di coerenza tendente ad 1), su due o tutti i tre canali, può generare un picco nella curva HV che non abbia alcuna estrinsecità con la realtà geologica. Nell'immagine superiore la coerenza è calcolata (e tracciata) per tutti gli intervalli dell'intervallo di analisi (bande) delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Nell'immagine viene riportato il valore medio della funzione di coerenza per le tre coppie, a diretto confronto con lo spettro di ampiezza dei segnali.



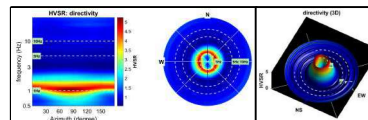
**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore: grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri visibili nel riquadro rosso a sinistra (sezione HsPac-HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenze in cui sono calcolati i "critici" "segmenti" (riquadro celeste: criteri di affidabilità della curva; riquadro blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato e l'intervallo di ricerca viene esteso sulla finestra 0.5-30Hz. In caso di esistenza di un picco di natura stratigrafica, notatissima la velocità dello strato sovrastante il substrato (tratto da...cal letteratura, indagine DHI), avere un'idea indicativa della profondità del bedrock mediante la relazione che lega profondità-Vs-f, riportate in figura (riquadro verde).



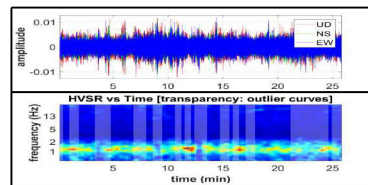
**Criticità:** verifica dei criteri SE-SAME n° 4 (a) e 5 (b). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



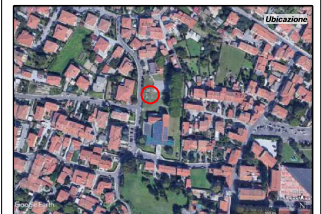
**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale; rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale: ampiezza. Dall'analisi con media mobile dopo rimozione delle curve anomale.



**Direzionalità:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica su polarogramma, su polar. Note: rappresentazione 3D a rappresentazione polare del segnale e espressa mediante i toni della scala cromatica, mentre nella rappresentazione 3D a rappresentazione polare il lato Z. Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzione di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per motivi considerati di origine stratigrafica non può avere informazioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio.





# ANALISI MISURE DI RUMORE SISMICO A STAZIONE SINGOLA MEDIANTE METODO HVSR

Scuola primaria Mazzini, Loc. Vecchiano - Comune di Vecchiano (PI)

0006



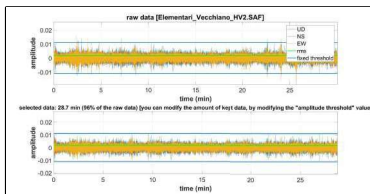
Commissa: Comune di Vecchiano - Scuole Mazzini e Pardi  
 Committente: **COMUNE DI VECCHIANO**  
 Pianificazione, Sviluppo e Servizi sul Territorio  
**Arch. LUIGI JOSI**  
 Sito: SCUOLA PRIMARIA PARDI  
 Oggetto: Loc. MIGLIARINO

## Postazione HV2

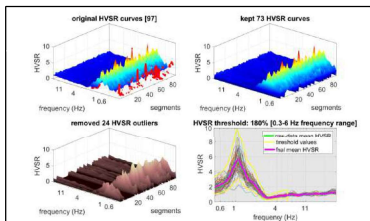
**Strumentazione**  
 strumento: sensore sismiale PNAI Gemini 2  
 sensori: velocimetri, freq. 2.0Hz

**Acquisizione**  
 data esecuzione: 04 gen 21  
 operatore: Dott. Geol. Doniano Caputo  
 durata registrazione: 30 min.  
 campionamento: 200Hz  
 orientamento: N000E  
 fondo: terreno (area verde)  
 posizionamento: puntali infissi

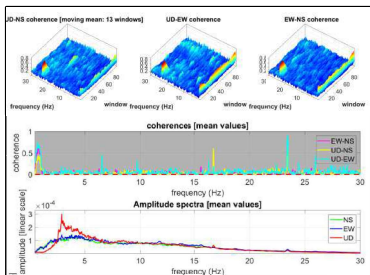
**Data processing**  
 elaborazione: Dott. Luigi Albacorta  
 data elaborazione: 08 gen 2021  
 software: Hs2Surface  
 versione: 2019  
 downsampling: 64Hz  
 window length: 35s  
 picco HV (f<sub>0</sub>, A): 1.05Hz; 5.59



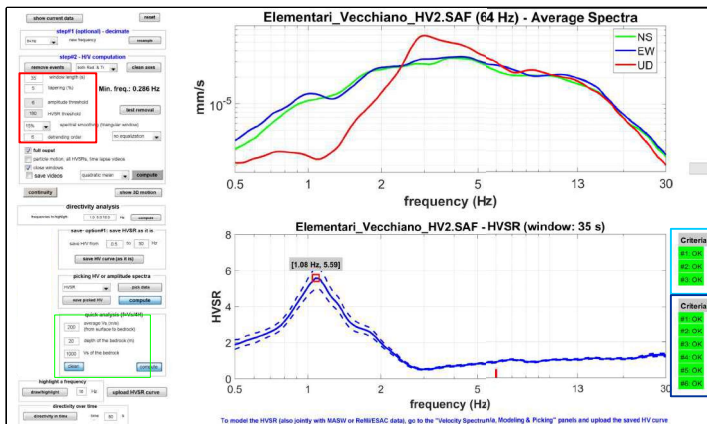
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico aereo, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore sono riportate, nel dominio tempo-ampiezza, le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (in didascalia il totale del segnale residuo, in minuti e come % della durata totale).



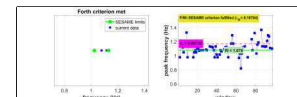
**Windowers:** il tempo di registrazione suddiviso in intervalli di ampiezza costante definiti in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra; minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione). Per ciascuno di questi intervalli (segments) viene calcolata la curva HV. Il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale o di impostare una soglia di rigetto.



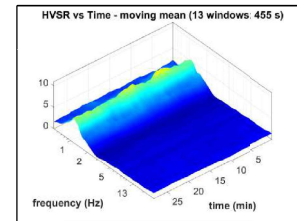
**Coerenza:** funzione di coerenza tra i segnali registrati. Operazione geofisica di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento coerente delle ampiezze (funzione di coerenza tendente ad 1), su due o tutti i tre canali, può generare un picco nella curva HV che non abbia alcuna estrinsecità con la realtà geologica. Nell'immagine superiore la coerenza è calcolata (e tracciata) per tutti gli intervalli dell'intervallo di picco (bandwidth) delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Nell'immagine viene riportato il valore medio della funzione di coerenza per le tre coppie, a diretto confronto con lo spettro di ampiezza dei segnali.



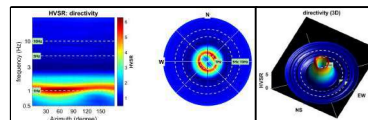
**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore grafico frequenza-ampiezza del segnale medio per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri visibili nel riquadro rosso a sinistra (software Hs2Surface); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenze in cui sono calcolati i "criteri 'sensare'" (riquadro celeste: criteri di affidabilità della curva; riquadro blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato e l'intervallo di ricerca viene esteso sulla finestra 0.5-30Hz. In caso di esistenza di un picco di natura stratigrafica, notatissima la velocità dello strato sovrastante il substrato (tratto da...cali laterali, indagine DHI), avere un'idea indicativa della profondità del bedrock mediante la relazione che lega profondità-Vs<sub>1</sub> (riportate in figura l'equazione verde).



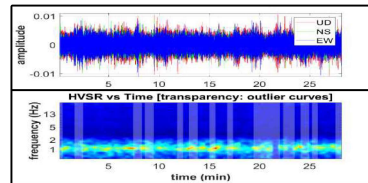
**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (a) e 5 (b). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



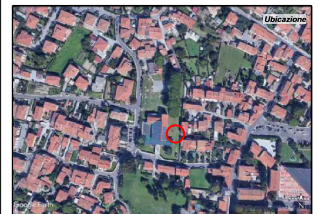
**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale; rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra temporale-ampiezza. Dai focali con media mobile dopo rimozione delle curve anomale.



**Directività:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica su polar. Note: rappresentazione 3D bidimensionale l'ampiezza del segnale e espressa mediante i toni della scala cromatica, mentre nella rappresentazione 3D è rappresentata lungo l'asse Z. Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzione di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio.



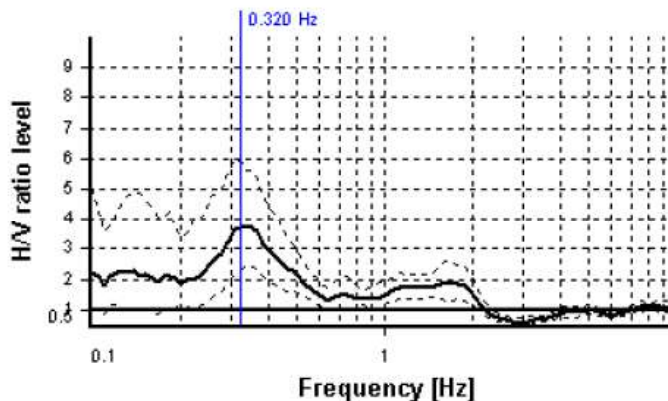
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

0.320 Hz

$A_0$  amplitude = 3.727

Average  $f_0 = 0.329 \pm 0.051$



HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	45 valid windows (length > 31.26 s) out of 45	OK
$n_0(f_0) > 200$	575.87 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0.10975 Hz	OK
$\exists f' \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	0.55908 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.73 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.76% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05106 < 0.06399	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.59443 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

# REPORT INDAGINE HVSR - VECCHIANO SP 30 - POSTAZ. 1

0008 HV

Strumento: TRZ-0158/01-11

Inizio registrazione: 02/02/20 08:52:52 Fine registrazione: 02/02/20 09:12:51

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

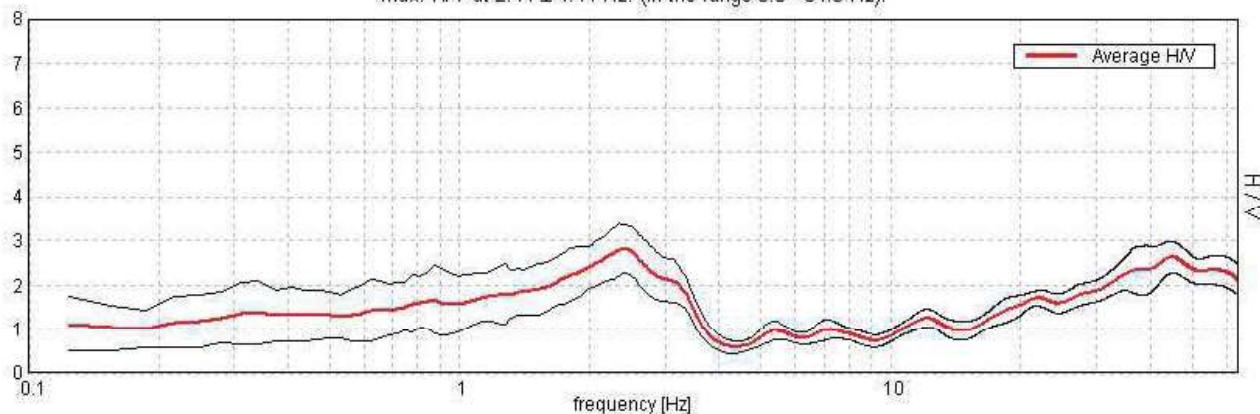
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

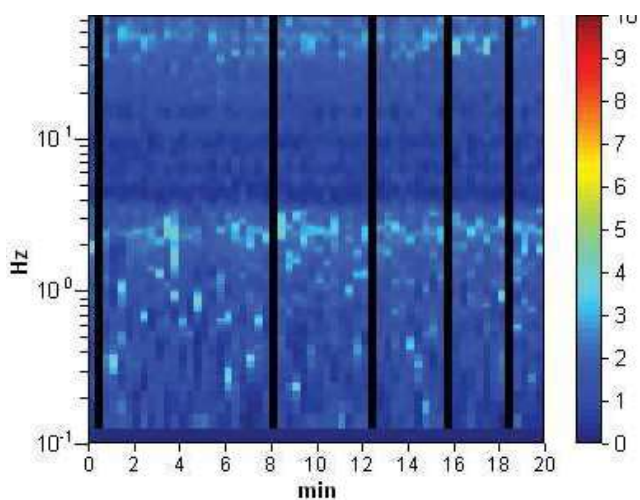
Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 12%

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

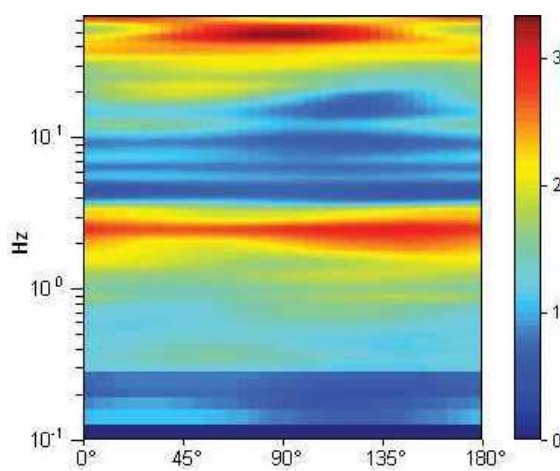
Max. H/V at  $2.44 \pm 4.44$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



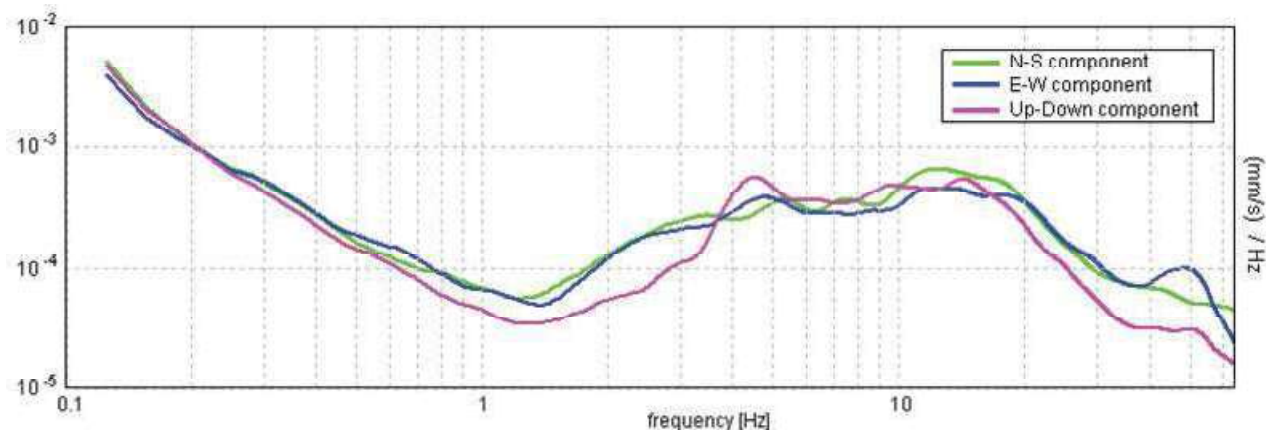
## SERIE TEMPORALE H/V



## DIREZIONALITA' H/V



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a  $2.44 \pm 4.44$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.44 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2681.3 > 200$	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 118	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.80 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.89959  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.19276 < 0.12188$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2715 < 1.58$	OK	

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

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

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



## REPORT INDAGINE HVSR - VECCHIANO SP 30 - POSTAZ. 2

0009 HV

Strumento: TRZ-0158/01-11

Inizio registrazione: 02/02/20 09:14:54 Fine registrazione: 02/02/20 09:34:53

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

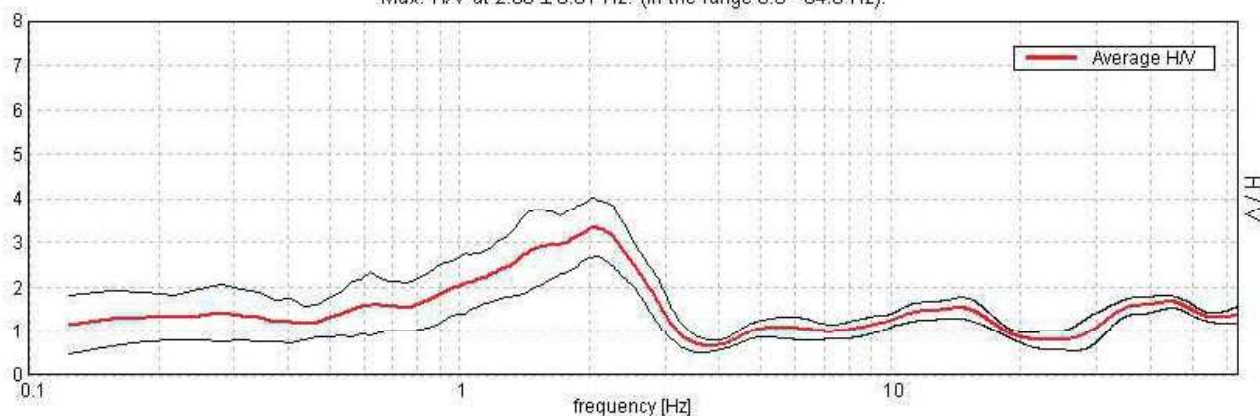
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

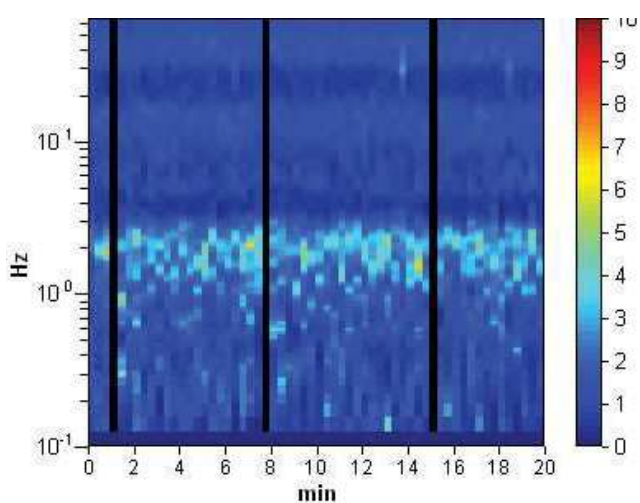
Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 15%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

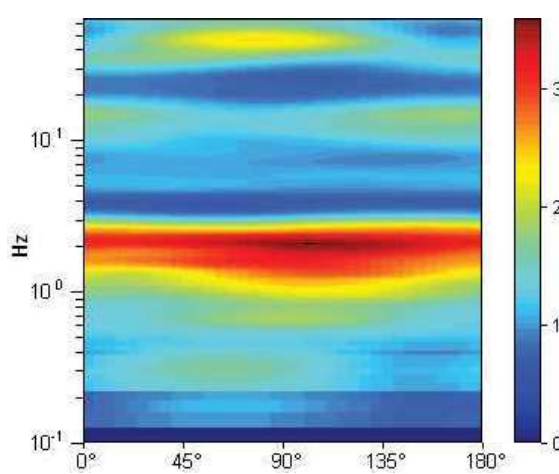
Max. H/V at  $2.06 \pm 0.01$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



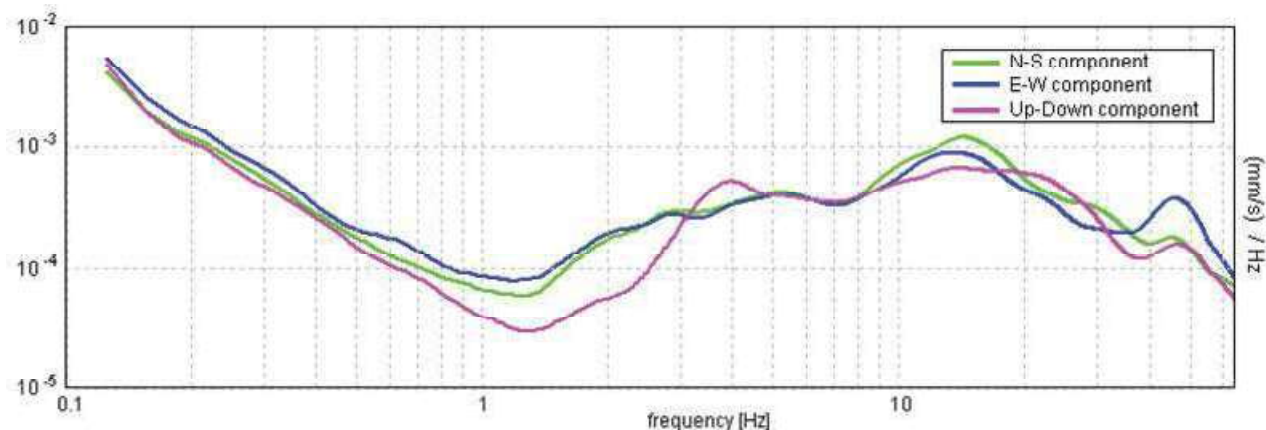
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a  $2.06 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.06 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2351.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 100	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

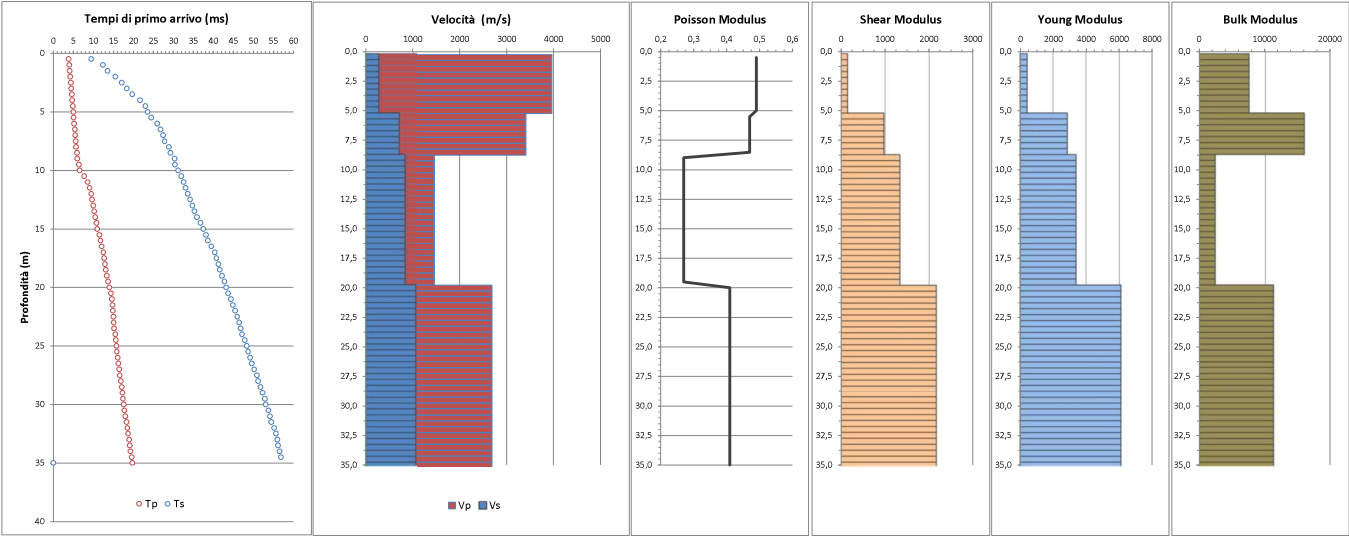
<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.813 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.906 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$3.34 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00358  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00738 < 0.10313$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3328 < 1.58$	<b>OK</b>	

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

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

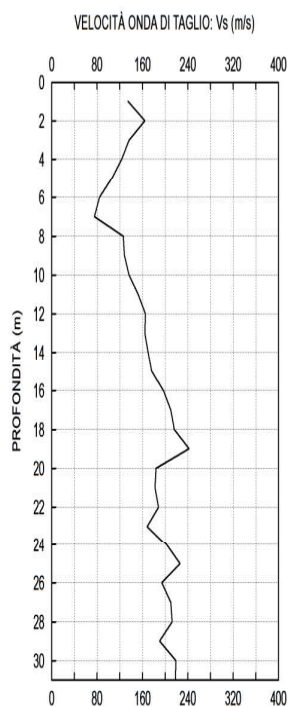
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

0010 DH



Vs30 calcolato per le profondità di riferimento 5-35 m da p.c.					
Strati	top (m)	bottom (m)	spessore (m)	V (m/s)	Vs30
1	5,00	8,50	3,50	699	899
2	8,50	19,5	11,00	818	
3	19,50	35	15,50	1040	
spessore totale			30,00		

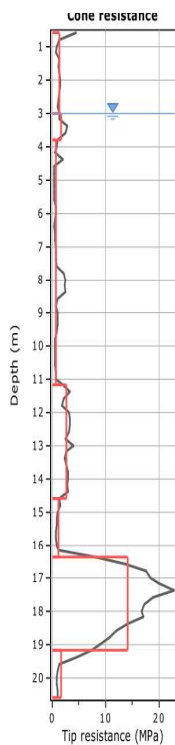
## Modello sismico DH



da	a	H	VS [m/s]	H <sub>i</sub> /VS <sub>i</sub>
0	5	5	139	0,036
5	8	3	88	0,034
8	11	3	130	0,023
11	16	5	168	0,03
16	20	4	220	0,018
20	24	4	180	0,022
24	31	7	209	0,033

$$VS_{eq} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{VS_i}} = 153 \text{ m/s}$$

## Modello geotecnico 0011 DH-SCPT



### Argilla mediamente consistente.

$8 < Q_c < 13 \text{ kg/cm}^2$   $c_u = 0,45 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\gamma = 1,8 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 47 \text{ kg/cm}^2$

### Sabbia fine limosa

$17 < Q_c < 28 \text{ kg/cm}^2$   $32 < \phi^\circ < 35$ ,  $43 < Dr\% < 53$ ,  $\gamma = 1,85 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 55 - 60 \text{ kg/cm}^2$ .

### Argille limose scarsamente consistenti e compressibili.

$3 < Q_c < 6 \text{ kg/cm}^2$ ,  $c_u = 0,2 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\gamma = 1,6 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 25 \text{ kg/cm}^2$   $c_u = 0,1 \text{ kg/cm}^2$  ed  $E_{ed} = 14 \text{ kg/cm}^2$ .

**sabbie limose sciolte**  $21 < Q_c < 25 \text{ kg/cm}^2$ ;  $31 < \phi^\circ < 32$ ,  $26 < Dr\% < 31$ ,  $\gamma = 1,85 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 55 - 60 \text{ kg/cm}^2$

### Argille limose scarsamente consistenti e compressibili.

$3 < Q_c < 6 \text{ kg/cm}^2$ ,  $c_u = 0,2 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\gamma = 1,6 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 25 \text{ kg/cm}^2$ .

### Sabbia limosa sciolta

$23 < Q_c < 31 \text{ kg/cm}^2$ ,  $29 < \phi^\circ < 33$ ,  $28 < Dr\% < 33$ ,  $\gamma = 1,85 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 80 - 100 \text{ kg/cm}^2$

### Argille limose scarsamente consistenti e compressibili.

$7 < Q_c < 8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $c_u = 0,2 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\gamma = 1,6 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 25 \text{ kg/cm}^2$

### Sabbia Addensata.

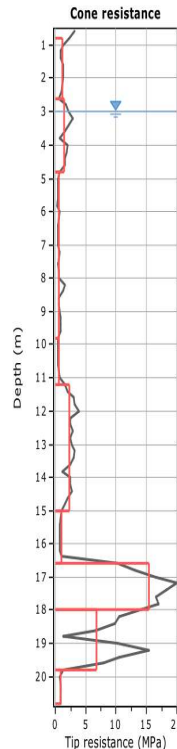
$130 < Q_c < 200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $38 < \phi^\circ < 39$ ,  $70 < Dr\% < 80$ ,  $\gamma = 1,95 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} > 100 \text{ kg/cm}^2$ ;

### Sabbia

$80 < Q_c < 140 \text{ kg/cm}^2$ ,  $31 < \phi^\circ < 35$ ,  $60 < Dr\% < 70$ ,  $\gamma = 1,95 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} > 100 \text{ kg/cm}^2$ .

### Argille limose scarsamente consistenti e compressibili.

$7 < Q_c < 8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $c_u = 0,2 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\gamma = 1,6 \text{ kg/dm}^3$ ;  $E_{ed} = 25 \text{ kg/cm}^2$



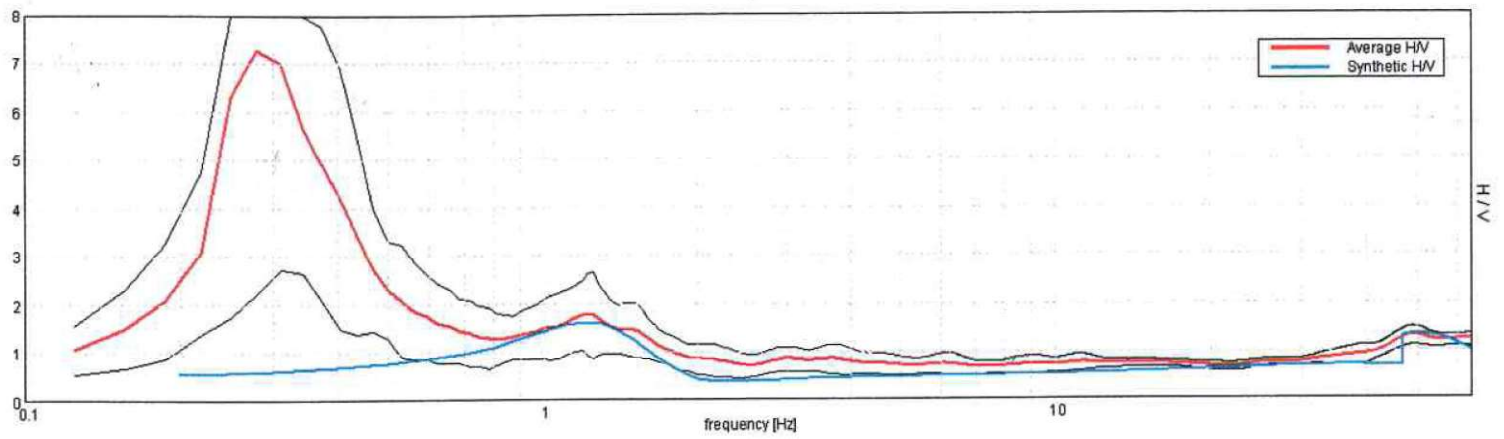
Studio di Geologia  
Geol. Riccardo Giaccari



Via Sterpulinio 1D, 56121 Pisa riccardo.giaccari@tiscali.it

Comune di Vecchiano  
Verifica della Vulnerabilità sismica di un fabbricato da  
ampliare ed adibire a Caserma dei Carabinieri  
**Modello Geotecnico – Modello sismico**



Picco H/V a  $0.28 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

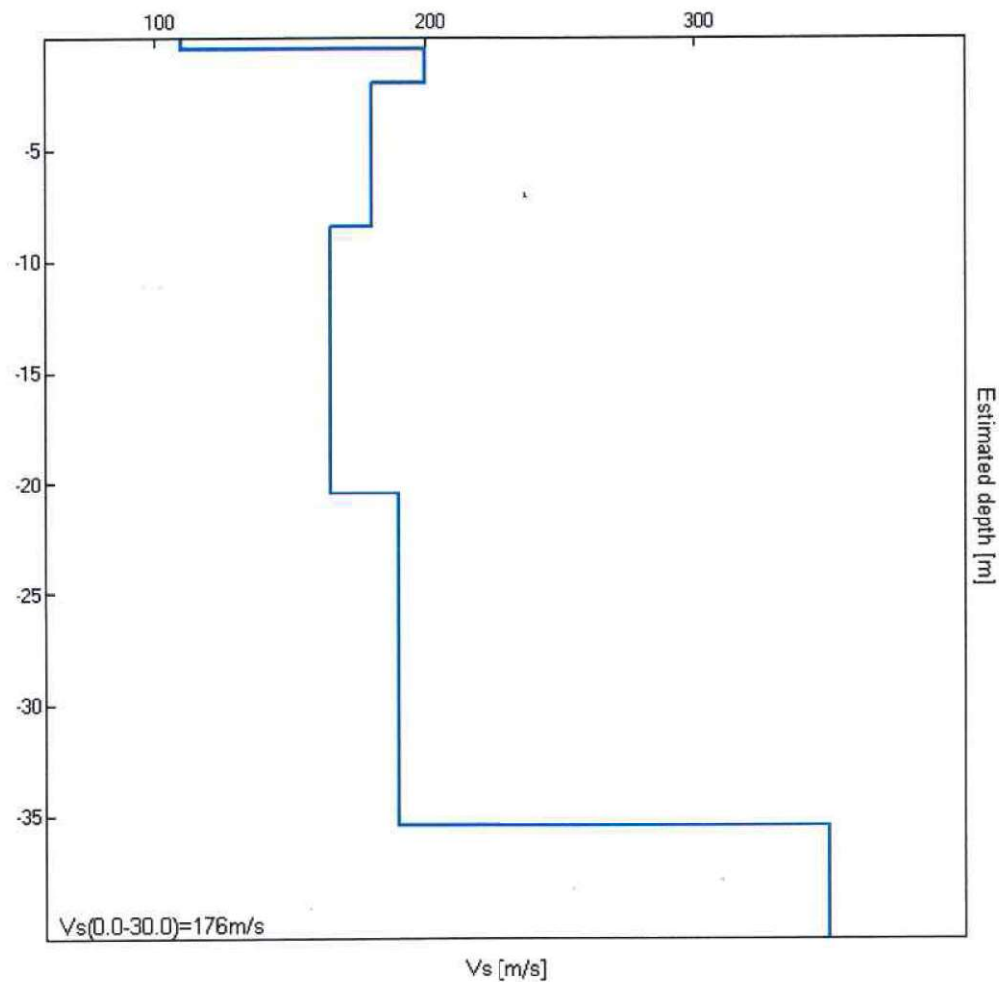
**Profondità alla base  
dello strato [m]**

**Spessore [m]**

**Vs [m/s]**

0.50	0.50	110
2.00	1.50	200
8.50	6.50	180
20.50	12.00	165
35.50	15.00	190
inf.	inf.	350

$V_s(0.0-30.0)=176\text{m/s}$



Strumento: TEP-0085/01-10

Inizio registrazione: 16/02/15 16:37:49 Fine registrazione: 16/02/15 16:53:50

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

TrC-12

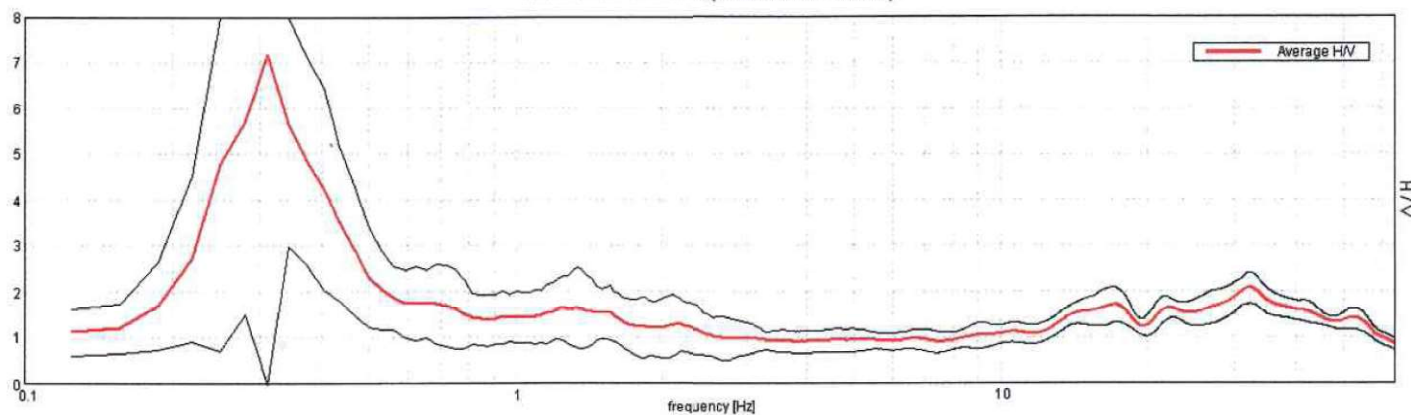
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

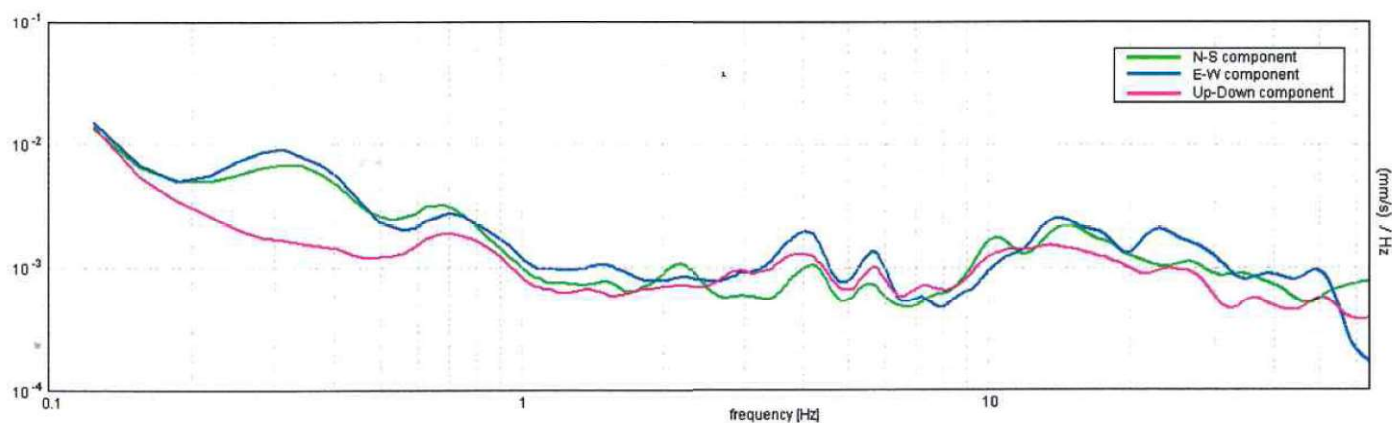
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

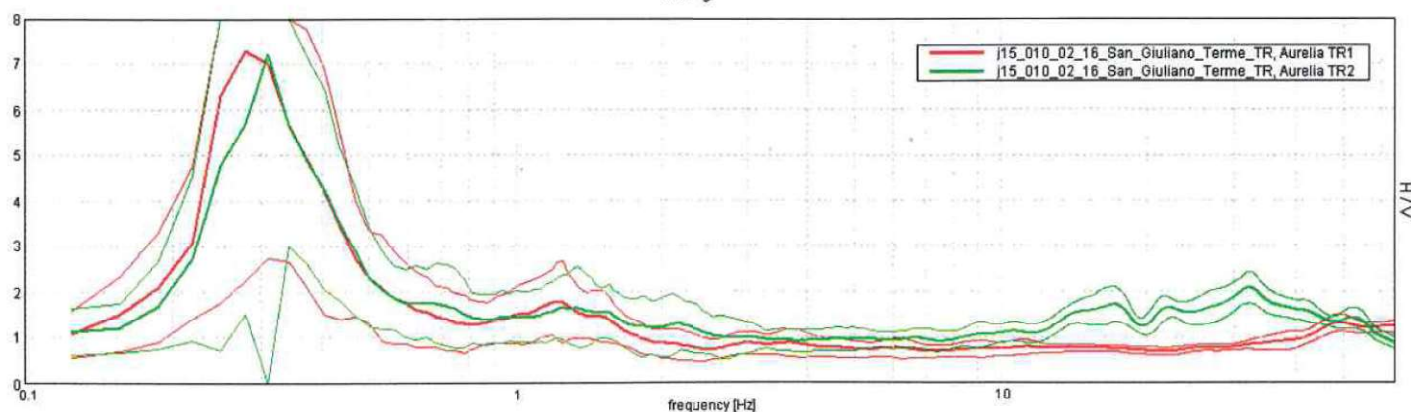
Picco H/V a  $0.31 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

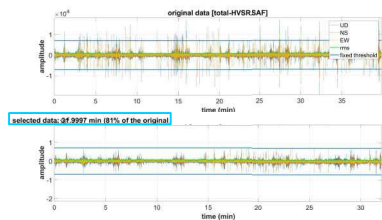
## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



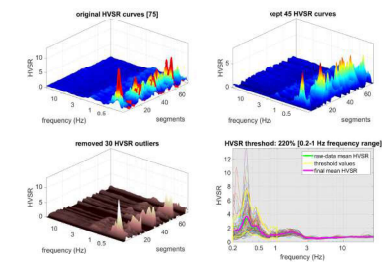
## CONFRONTO SPETTRI H/V TR1 – TR2

Average H/V.

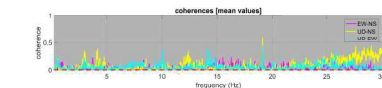




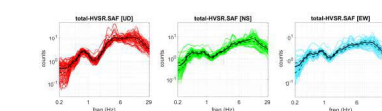
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (box celeste: tempo totale del segnale residuo, in minuti e come % della durata iniziale).



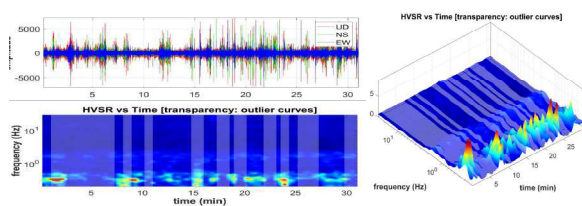
**HV outliers:** il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in intervalli di ampiezza costante (segments), definiti in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



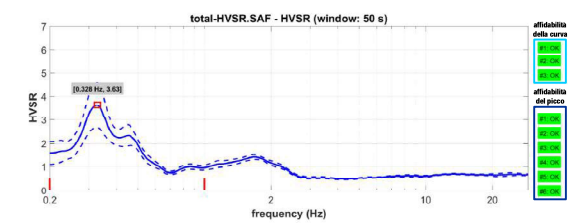
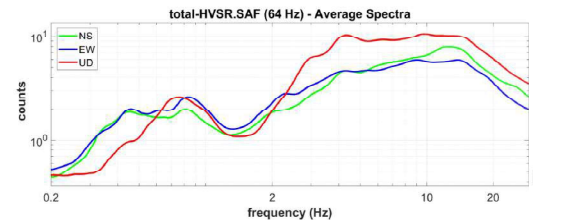
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preordinata al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento delle ampiezze (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I box viola evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



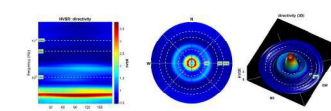
**Single components:** spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



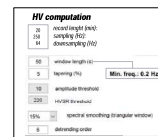
**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; da) rappresentazione tridimensionale frequenza-finestra-temporale-ampiezza.



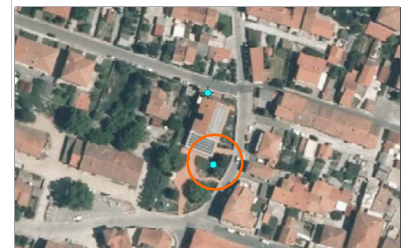
**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore: grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore: curva HV (rapporto spettroale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "sesame" (box celeste: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



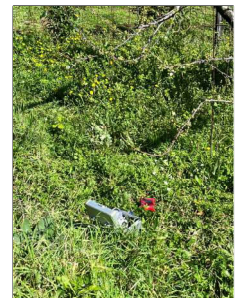
**Directionality:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana e polare (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



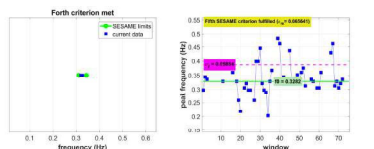
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_Asilo Nodica HV1 0014 HV



Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sx) e 5 (dx; frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri-Scuole Nodica-Migliorino**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(Pisa)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

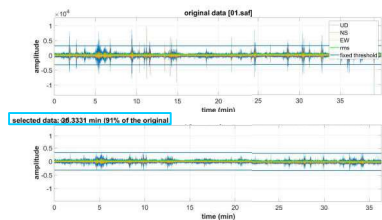
processing  
**Dott. L. Allacorta**  
**Dott. Geol. L. Vaselli**

tavola  
**Asilo\_Nodica\_HV1\_rev0**  
emissione  
**12 aprile 2022**

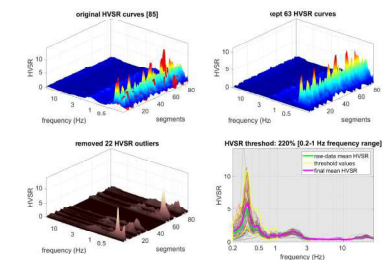


**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 mob. 3208547970  
Sede ufficio: Viale E. Chiassi, 33 lag@firstbreak-surface.com  
54100 Massa (MS) - ITALY

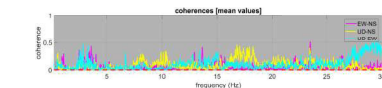




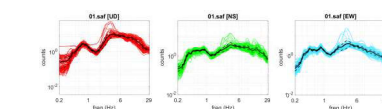
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (box celeste: tempo totale del segnale residuo, in minuti e come % della durata iniziale).



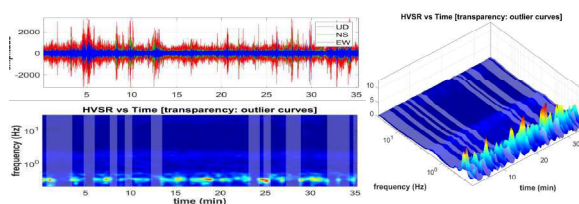
**HVoutliers:** il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in intervalli di ampiezza costante (segments), definiti in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempi di registrazione).



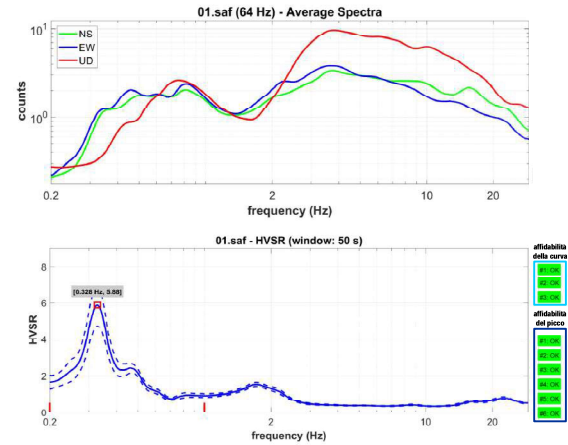
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preordinata al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento delle ampiezze (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attinenza con la realtà geologica. I box viola evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



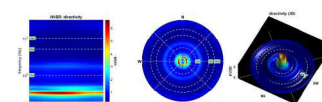
**Single components:** spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



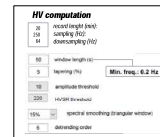
**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; da) rappresentazione tridimensionale frequenza-finestra-tempo-ampiezza.



**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore: grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (*HV computation*); nel grafico inferiore: curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "sesame" (box celeste: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



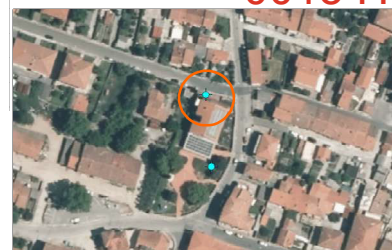
**Dirigenzialità:** verifica della dirigenzialità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana e polare (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

postazione\_Asilo Nodica HV1

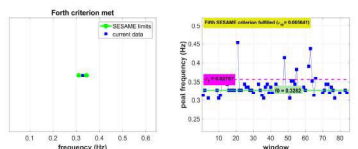
# 0015 HV



Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sx) e 5 (dx; frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri-Scuole Nodica-Migliorino**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(Pisa)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
**Dott. L. Allacorta**  
**Dott. Geol. L. Vaselli**

tavola  
**Asilo\_Nodica\_HV2\_rev0**  
emissione  
**12 aprile 2022**



**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - mod. 3208547970  
Sede ufficio: Viale E. Chiassi, 33 - lag@firstbreak-surface.com  
54100 Massa (MS) - ITALY





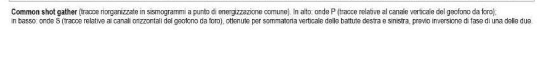
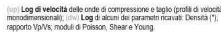
(up) **Categoria di sottosuolo:** come definito nelle NTC2018 (DM del 17-01-18), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, qualsiasi condizione stratigrafica o la proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alla categoria definita nella Tab. 3.2.11, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,e}$  (in m/s).

**Bulk Modulus**  $\kappa = \frac{E}{3(1-2\nu)}$

$V_{S30}$  calcolato nell'intervallo  
di profondità 0-30m

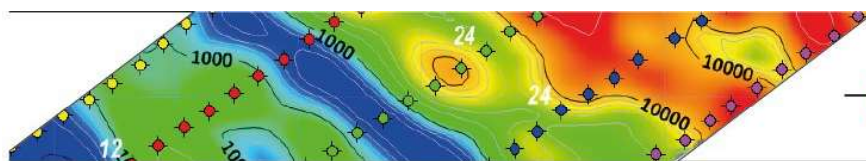
Strato	Prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1	0 - 3	319	147
2	3 - 7	966	168
3	7 - 12	1290	126
4	12 - 15	1355	170
5	15 - 23	1379	202
6	23 - 26	1388	172
7	26 - 30	1391	243



**first break** - Advanced Geophysical Services  
impresa individuale di Luigi Allacorta

Sede operativa: Viale della Repubblica, 70  
Sede uffici: Viale E. Chiesa, 33  
54100 Massa (MS) - ITALY

mob. 3298617670  
luga@near-surface.com



piastra in ferro solidale con il terreno.

## Validazione dei software

Al fine di fornire un lavoro accurato e risultati certi, il corretto funzionamento dei *software* utilizzati viene validato a cadenza annuale, o in occasione di aggiornamenti. Si riporta di seguito lo stato di validazione dei *software* utilizzati:

1. **WinDownHole**: validazione effettuata a dicembre 2018, da effettuarsi il prossimo controllo, salvo imprevisti entro dicembre 2019;
2. **Microsoft Excel 2008**: validazione effettuata a dicembre 2018, da effettuarsi il prossimo controllo, salvo imprevisti entro dicembre 2019.

## Risultati

Nell'analisi delle dromocroni si è adottato un modello a più strati, evidenziati in colonna 1 e 2 della seguente tabella (Tab.2), caratterizzati da velocità delle onde sismiche rappresentative di ciascuno.

Tempi di primo arrivo, velocità di strato e moduli dinamici calcolati sono riportati sia in forma tabulare (Tabb. 1 e 2), sia grafica (Fig. 6), nelle seguenti pagine. I tempi corretti ( $t^*$ ) sono calcolati dai tempi di primo arrivo considerando una distanza sorgente-boccaforo pari a **2.50 m**.

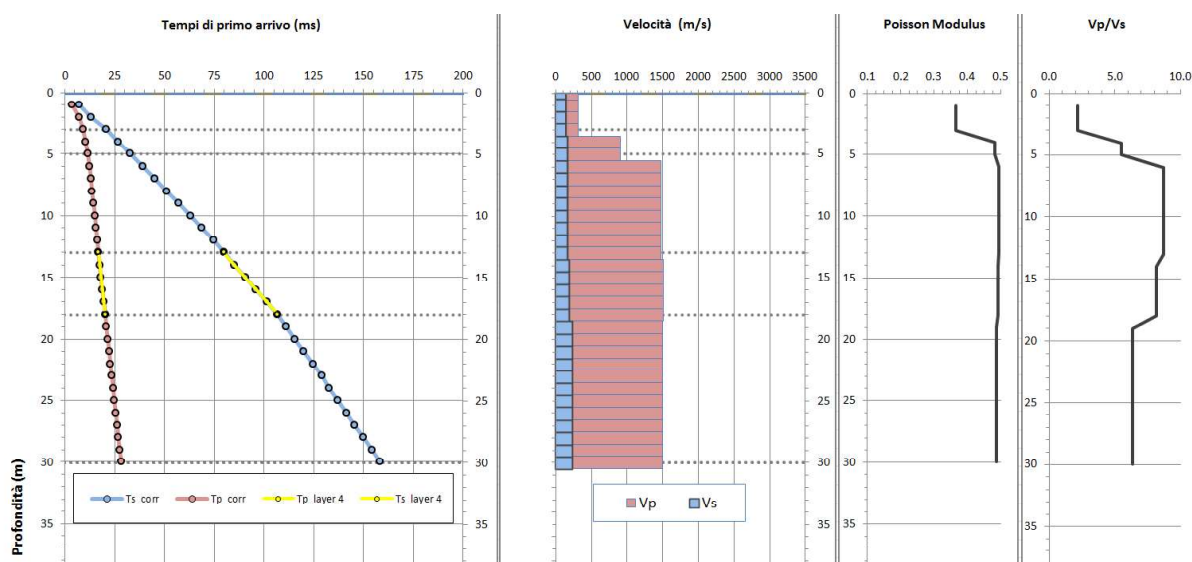
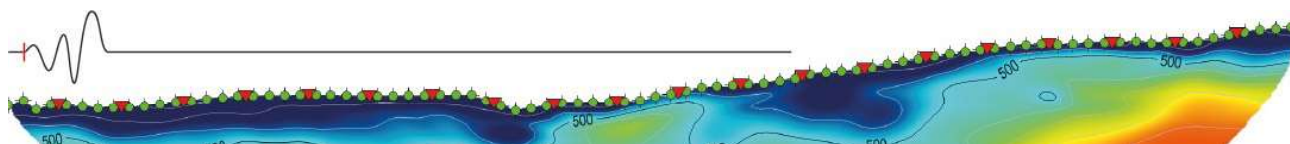
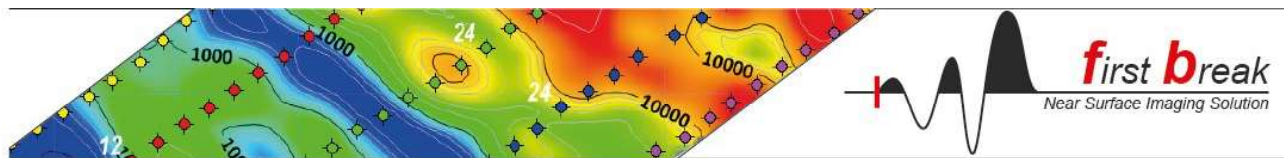


Fig. 6 Traveltimes (grafico tempi-profondità), Velocità onde P e onde S (m/s); modulo di Poisson.

Rec.	Depth (m)	Tempi (ms)				Vel (m/s)				Vp/Vs	Poisson $n$	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Shear M. G (Mpa)	Young M. E (Mpa)	Bulk M. k (Mpa)
		$T_p$	$T_s$	$T_{p\_corr}$	$T_{s\_corr}$	$V_{p\_int}$	$V_{s\_int}$	$V_{p\_layer}$	$V_{s\_layer}$						
1	0	8.07	12.97	0.0	0.0	288	103	315	145	2.2	0.366	1.52	32	87	108
2	1	9.00	16.93	3.7	7.0	288	103	315	145	2.2	0.366	1.52	32	87	108
3	2	10.45	19.58	7.0	13.2	302	162	315	145	2.2	0.366	1.52	32	87	108
4	3	11.51	25.93	9.3	20.9	444	129	315	145	2.2	0.366	1.52	32	87	108
5	4	11.96	30.69	10.5	26.9	835	167	910	166	5.5	0.483	1.57	43	129	1246
6	5	12.54	35.99	11.5	32.9	1000	165	910	166	5.5	0.483	1.57	43	129	1246
7	6	13.12	41.70	12.3	39.1	1188	161	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
8	7	13.71	47.41	13.1	45.2	1328	165	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
9	8	14.29	53.12	13.8	51.2	1425	167	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
10	9	14.87	58.83	14.4	57.1	1495	169	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
11	10	15.45	64.54	15.1	63.0	1548	170	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
12	11	16.04	70.24	15.7	68.9	1582	171	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
13	12	16.62	75.95	16.3	74.7	1610	172	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
14	13	17.20	80.97	17.0	79.8	1631	195	1478	170	8.7	0.493	1.58	46	137	3400
15	14	17.73	86.29	17.5	85.2	1802	185	1514	186	8.1	0.492	1.62	56	167	3640
16	15	18.39	91.62	18.2	90.6	1466	185	1514	186	8.1	0.492	1.62	56	167	3640
17	16	19.05	96.94	18.9	96.0	1475	185	1514	186	8.1	0.492	1.62	56	167	3640
18	17	19.71	102.27	19.6	101.4	1477	186	1514	186	8.1	0.492	1.62	56	167	3640







19	18	20.37	107.43	20.2	106.6	1484	192	1514	186	8.1	0.492	1.62	56	167	3640
20	19	21.04	111.85	20.9	111.1	1488	223	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
21	20	21.70	116.28	21.6	115.6	1490	224	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
22	21	22.36	120.71	22.2	120.0	1493	224	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
23	22	23.02	125.13	22.9	124.5	1495	224	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
24	23	23.68	129.56	23.6	129.0	1497	224	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
25	24	24.34	133.36	24.2	132.8	1499	261	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
26	25	25.01	137.59	24.9	137.1	1497	235	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
27	26	25.67	141.83	25.6	141.3	1502	235	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
28	27	26.33	146.06	26.2	145.6	1502	235	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
29	28	26.99	150.29	26.9	149.8	1504	235	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
30	29	27.65	154.53	27.6	154.1	1502	235	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723
31	30	28.31	158.76	28.2	158.3	1502	235	1497	235	6.4	0.487	1.72	95	282	3723

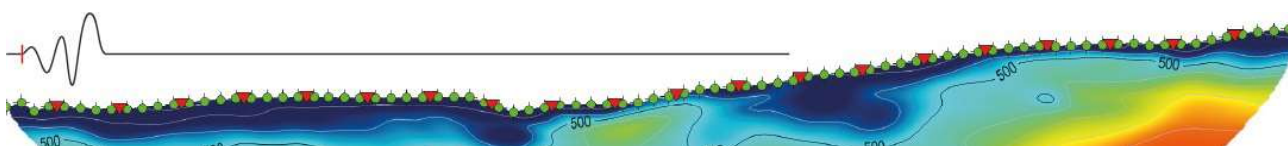
Tab. 1 Tabella delle velocità (onde P e onde S) e parametri elastici dei terreni: Tp-Ts) tempi di primo arrivo (picking); Tp\_corr-Ts\_corr) tempi corretti; Vp\_p.int-Vs\_p.int) velocità di pseudo-intervallo; Vp\_layer-Vs\_layer) velocità di strato; Vp/Vs) rapporto velocità onde P onde S; Poisson) rapporto di Poisson) Density) densità dei materiali; Shear, Young, Bulk) moduli dinamici.

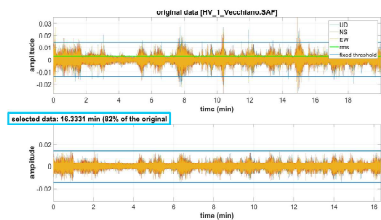
## V<sub>S30</sub>-V<sub>S</sub>equivalente

Dai valori delle velocità delle onde di taglio calcolate e riportate nella tabella dei risultati, è possibile ottenere il valore di V<sub>S30</sub> o V<sub>S\_Eq</sub>, calcolati secondo modalità precedentemente descritte. Come da indicazioni del Committente, tali parametri sono calcolati prendendo a riferimento il piano campagna.

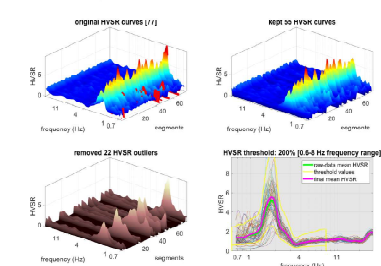
Strato	Prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	V <sub>S30</sub> = 190 m/s
1	0 - 3	315	145	
2	3 - 5	910	166	
3	5 - 13	1478	170	
4	13 - 18	1514	186	
5	18 - 30	1497	235	

Tab. 2 Tabella sinottica della sismostratigrafia del sito e V<sub>S30</sub> o V<sub>S\_Eq</sub>

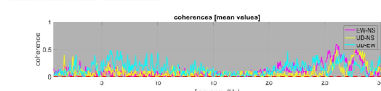




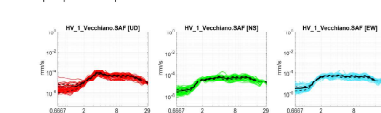
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati; tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



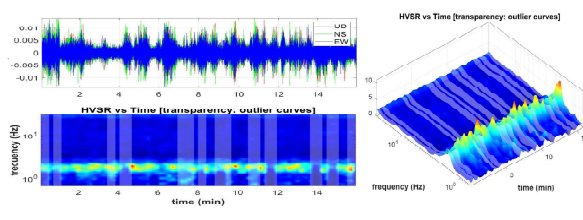
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perità di tempo di registrazione).



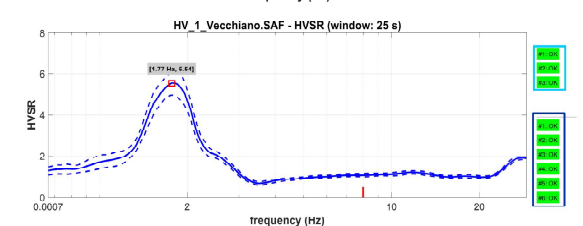
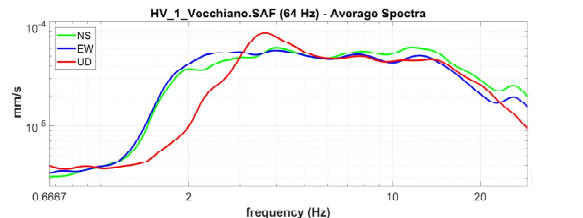
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I dati visivi evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



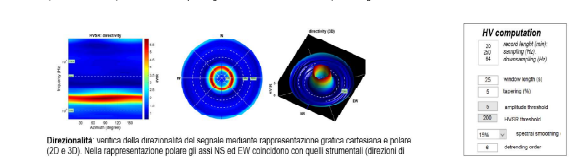
Single components spectra plot delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cascina" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica la prima (2D e 3D). Nella rappresentazione potare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

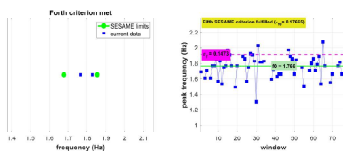
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR01 HV\_01



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

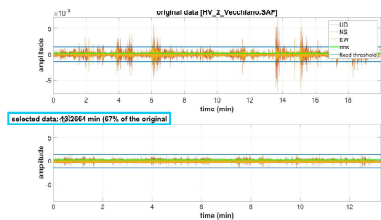


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

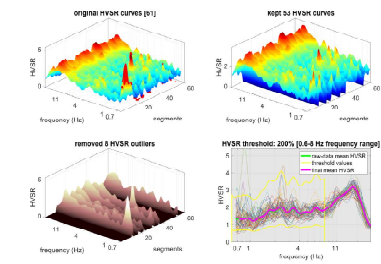


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME n° 4 (cvi) e 7 (cvi). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

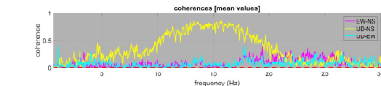




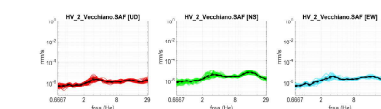
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



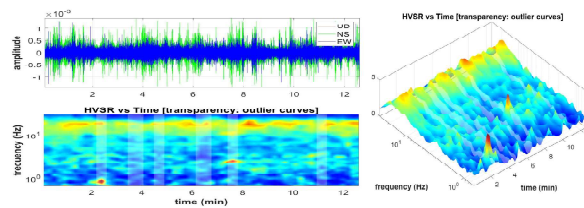
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (seguendo), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di tempo di registrazione).



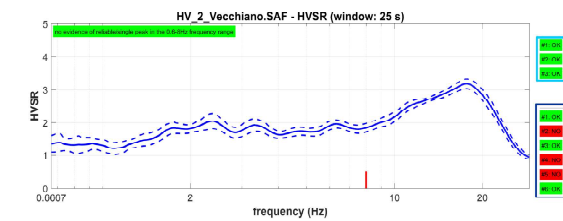
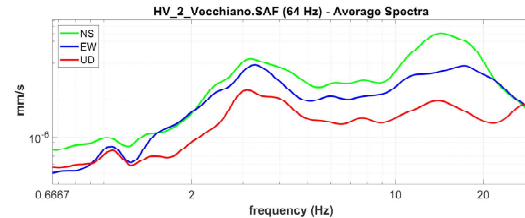
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



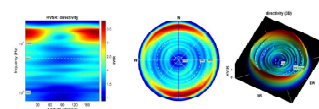
Single components' spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



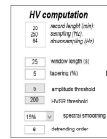
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box color: criteri di affidabilità delle curve; box blue: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.

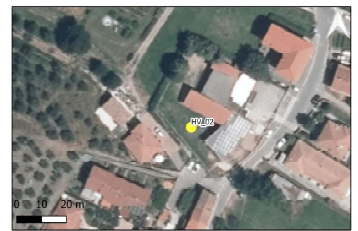


Directionality: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a polarità (0° e 360°). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR02

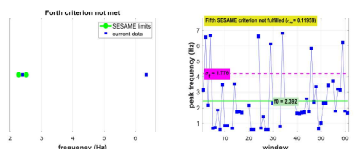
# HV\_02



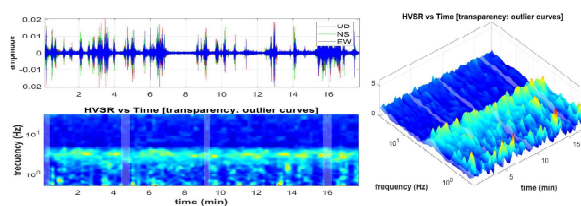
Utilizzazione: posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (c1) e n° 5 (c2). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative, in trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anormali in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.

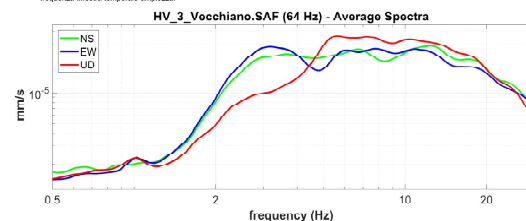
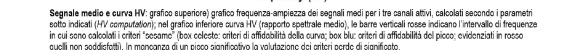
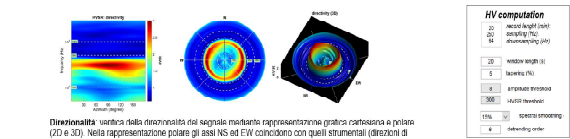
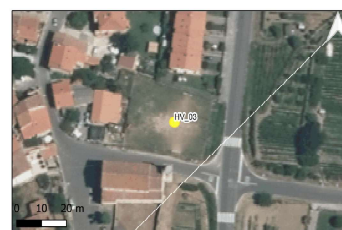


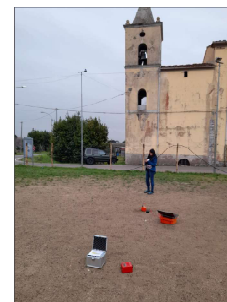
Figure 10 is a line plot titled "HV\_3\_Vecchiano.SAF - HVSR (window: 20 s)". The x-axis is labeled "frequency (Hz)" and ranges from 0.5 to 20 on a logarithmic scale. The y-axis is labeled "HVSR" and ranges from 0 to 5. The plot shows a solid blue line representing the HVSR ratio, surrounded by dashed blue lines indicating a confidence interval. A red square marker highlights a peak at 3.02 Hz with an HVSR value of 2.77. Two vertical red lines are drawn at 0.5 Hz and 10 Hz. A legend on the right side of the plot lists HVSR values for various frequencies: 0.5 Hz (1.00), 0.7 Hz (1.00), 1.0 Hz (1.00), 1.5 Hz (1.00), 2.0 Hz (1.00), 3.0 Hz (2.77), 4.0 Hz (1.00), 5.0 Hz (1.00), 7.0 Hz (1.00), 10 Hz (1.00), 15 Hz (1.00), and 20 Hz (1.00).

[illegible]

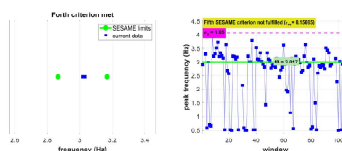
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio  
postazione\_HVSR03



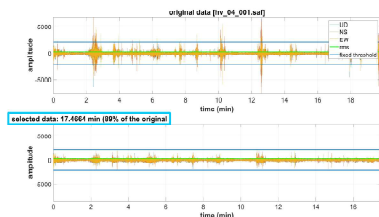
Ubicazione: vicino alla stazione di smistamento



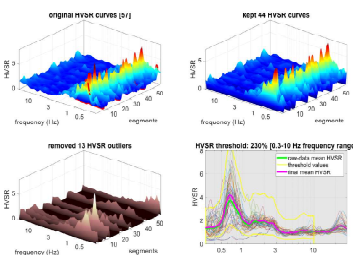
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME: n° 4 (sa) e 5 (dx): frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



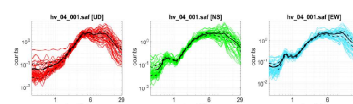
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia irregolari; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo-totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



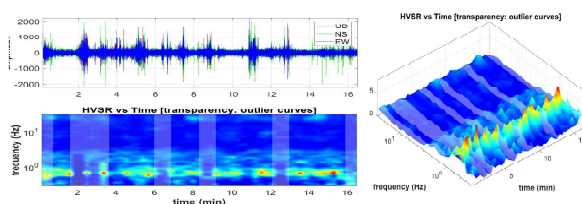
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (aumentare la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, ridurre il numero di finestre e periti di tempo di registrazione).



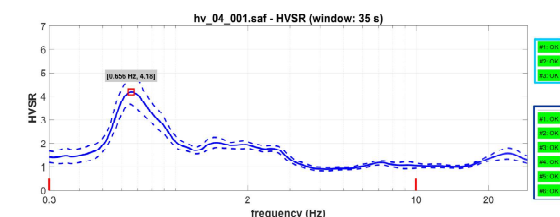
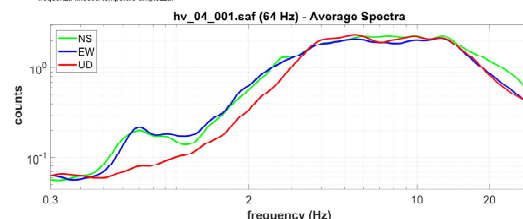
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I dati visualizzati evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



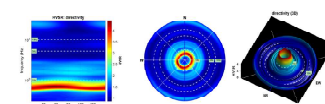
Single components spectra of the components UD, NS, EW, for each time window considered for the HV calculation.



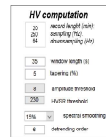
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza-tempo-ampiezza.



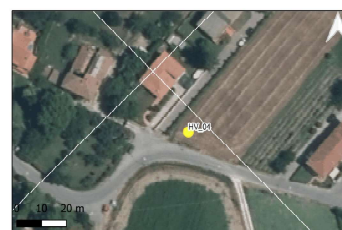
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolo: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



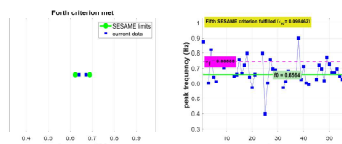
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR04 HV\_O4\_rev.1



Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.

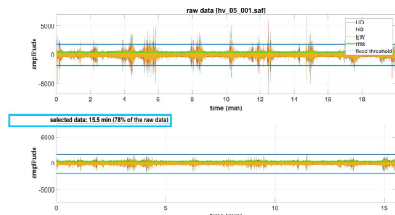


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

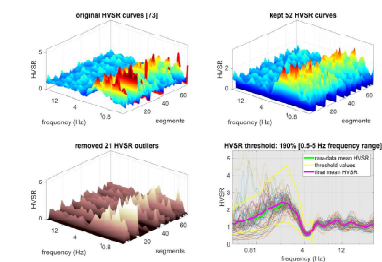


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e EW-SAME (la frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

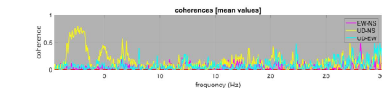




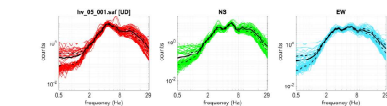
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (box celeste: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della banda filtrata).



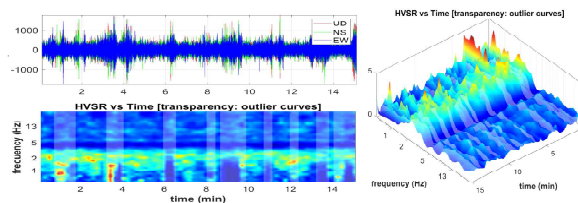
**HVOutliers:** il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in intervalli di ampiezza costante (segmenti), definite in funzione delle frequenze del picco da analizzare (più basse le frequenze, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e unità di tempo di registrazione).



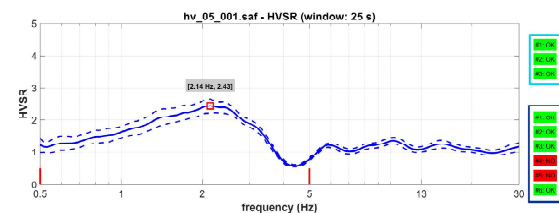
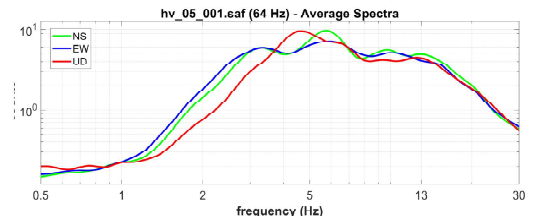
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I box viola evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



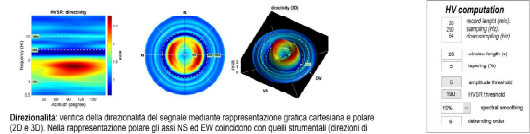
Single componenti spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio. (c) rappresentazione tridimensionale frequenza-finestra-tempo-ampiezza.

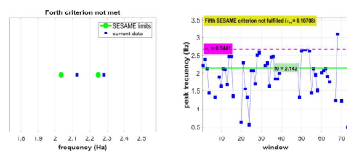
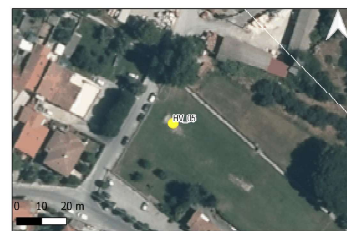


**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono collocati i criteri "focame" (box celeste: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo le valutazioni dei criteri perde di significato.

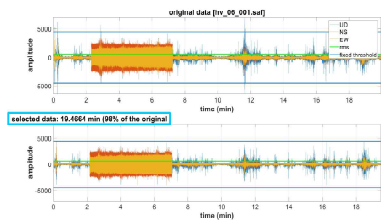


**Direzionalità:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana e polare (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di orientazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

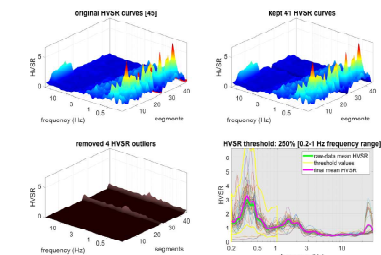
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR05 HV\_05



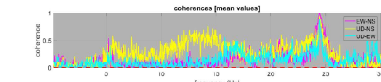
Criteri: verifica dei criteri SE-SAME n° 4 (si) e 5 (oc); frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR; in caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



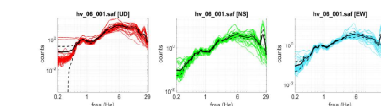
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerici, tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata totale).



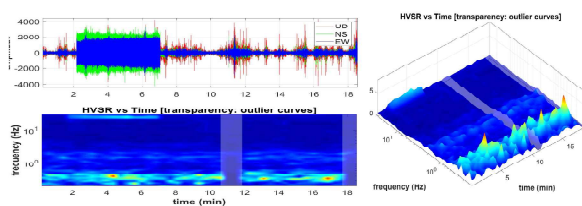
**IVOutliers:** il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza) più bassa (frequenza, integrità, frequenza della finestra, valore il numero di finestre a perdita di tempo di registrazione).



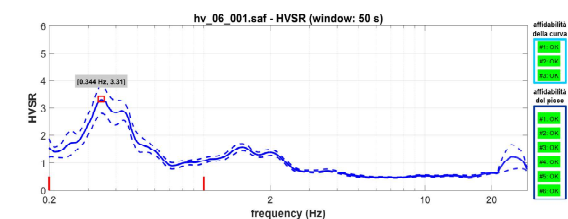
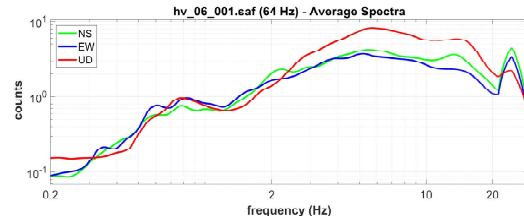
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I barri verticali evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



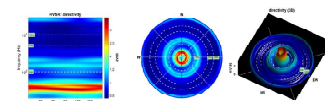
Single componenti spettrali delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "soglia" (box calcolato: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



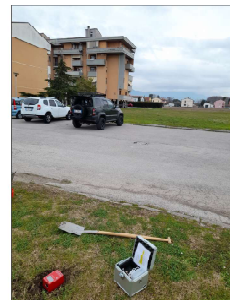
**Verifica della stazionarietà:** verifica della stazionarietà del segnale mediante rappresentazione grafica cartacea a tre assi (2D e 3D). Nella rappresentazione potare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	bandwidth (Hz)
200	amplitude (g)
50	duration (s)
60	number of length (s)
7	smoothing (Hz)
7	frequency threshold
250	HVSR threshold
10%	spectral smoothing (Braggier window)
5	decreasing order

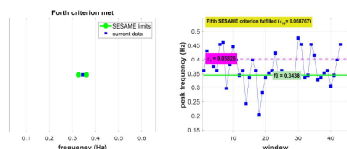
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR06 HV\_06\_rev:1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

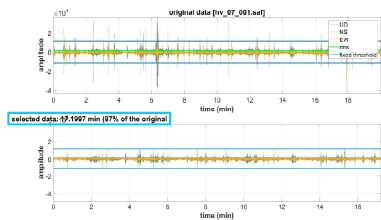


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

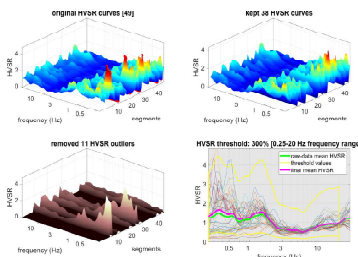


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME n° 4 (cvi) e 1 (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

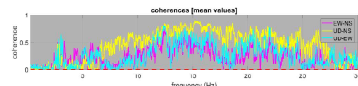




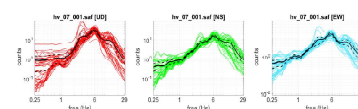
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e curve 1% delle deviazioni).



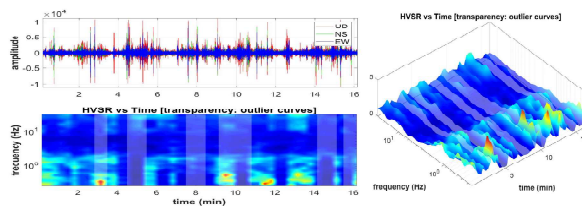
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (in evidenza) (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



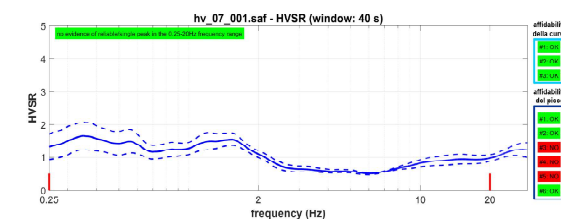
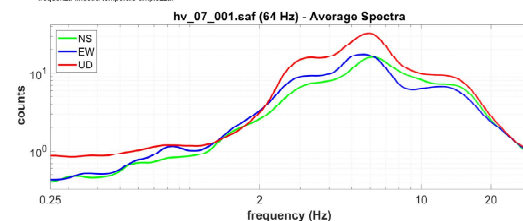
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



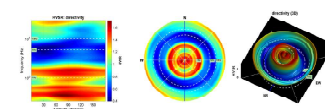
Single components spectra of the components UD, NS, EW, for each time window considered for the HV calculation.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "sogno" (box color: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.

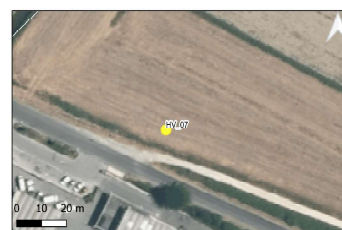


Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica la prima (2D) e la seconda (3D). Nella rappresentazione 2D gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

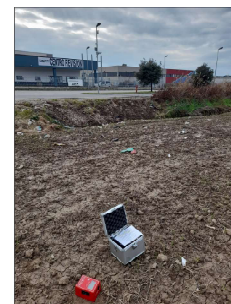
HV computation	
23	bandwidth (Hz)
50	amplitude (m/s)
10	duration (s)
1	frequency threshold
100	mean threshold
10%	spectral smoothing (sliding window)
1	decreasing order

## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR07

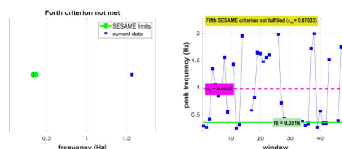
# HV\_07



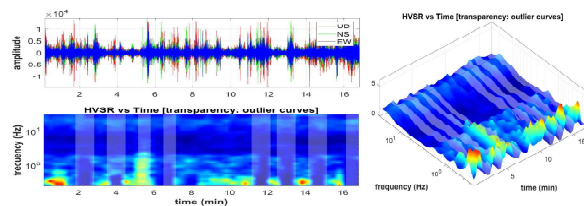
Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $n^{\circ} 4$  (v) e  $n^{\circ} 1$  (v). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative, in trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anormali in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.

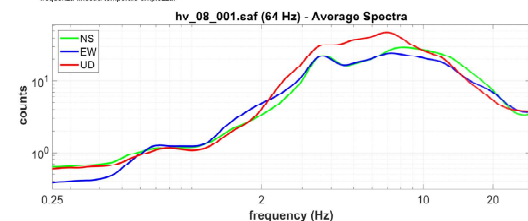
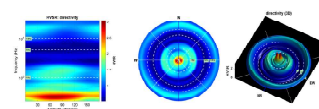


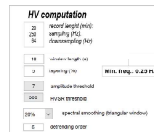
Figure 10 is a line plot titled "hv\_08\_001.saf - HVSR (window: 40 s)". The y-axis is labeled "HVSR" and ranges from 0 to 5. The x-axis is labeled "frequency (Hz)" and ranges from 0.25 to 20. The plot shows a blue line with a peak at 0.32 Hz, which is labeled with a red box containing "0.32 Hz (2.74)". A red vertical line is at 0.25 Hz. A legend on the right side of the plot lists station names and their peak frequencies:

station	peak frequency (Hz)
hv_08_001	0.32
hv_08_002	0.32
hv_08_003	0.32
hv_08_004	0.32
hv_08_005	0.32
hv_08_006	0.32
hv_08_007	0.32
hv_08_008	0.32
hv_08_009	0.32
hv_08_010	0.32
hv_08_011	0.32
hv_08_012	0.32
hv_08_013	0.32
hv_08_014	0.32
hv_08_015	0.32
hv_08_016	0.32
hv_08_017	0.32
hv_08_018	0.32
hv_08_019	0.32
hv_08_020	0.32
hv_08_021	0.32
hv_08_022	0.32
hv_08_023	0.32
hv_08_024	0.32
hv_08_025	0.32
hv_08_026	0.32
hv_08_027	0.32
hv_08_028	0.32
hv_08_029	0.32
hv_08_030	0.32
hv_08_031	0.32
hv_08_032	0.32
hv_08_033	0.32
hv_08_034	0.32
hv_08_035	0.32
hv_08_036	0.32
hv_08_037	0.32
hv_08_038	0.32
hv_08_039	0.32
hv_08_040	0.32
hv_08_041	0.32
hv_08_042	0.32
hv_08_043	0.32
hv_08_044	0.32
hv_08_045	0.32
hv_08_046	0.32
hv_08_047	0.32
hv_08_048	0.32
hv_08_049	0.32
hv_08_050	0.32
hv_08_051	0.32
hv_08_052	0.32
hv_08_053	0.32
hv_08_054	0.32
hv_08_055	0.32
hv_08_056	0.32
hv_08_057	0.32
hv_08_058	0.32
hv_08_059	0.32
hv_08_060	0.32
hv_08_061	0.32
hv_08_062	0.32
hv_08_063	0.32
hv_08_064	0.32
hv_08_065	0.32
hv_08_066	0.32
hv_08_067	0.32
hv_08_068	0.32
hv_08_069	0.32
hv_08_070	0.32
hv_08_071	0.32
hv_08_072	0.32
hv_08_073	0.32
hv_08_074	0.32
hv_08_075	0.32
hv_08_076	0.32
hv_08_077	0.32
hv_08_078	0.32
hv_08_079	0.32
hv_08_080	0.32
hv_08_081	0.32
hv_08_082	0.32
hv_08_083	0.32
hv_08_084	0.32
hv_08_085	0.32
hv_08_086	0.32
hv_08_087	0.32
hv_08_088	0.32
hv_08_089	0.32
hv_08_090	0.32
hv_08_091	0.32
hv_08_092	0.32
hv_08_093	0.32
hv_08_094	0.32
hv_08_095	0.32
hv_08_096	0.32
hv_08_097	0.32
hv_08_098	0.32
hv_08_099	0.32
hv_08_100	0.32

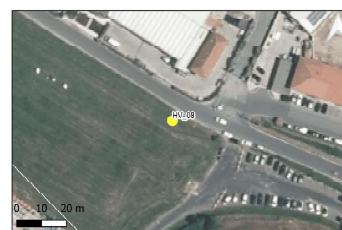
**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (*HV computation*); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono soddisfatti i criteri "essame" (box celloso: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un cuneo significativo la valutazione dei tre criteri perde di significato.



Singole componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV



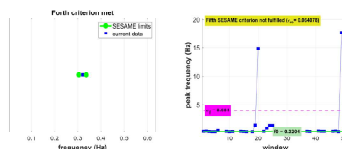
**Dirizionalità:** ventrica dalla disizionalità del segnale mediante rappresentazione grafica contemporanea a polare (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



**Obbligazione:** unione della stazione di smistamento



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sx) e 5 (dx): frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

lavola  
HVS08\_rev1

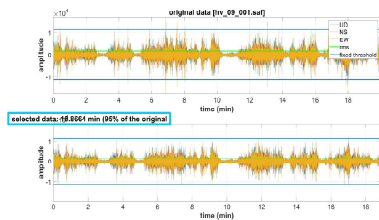


**first break** - Advanced Geophysical Services

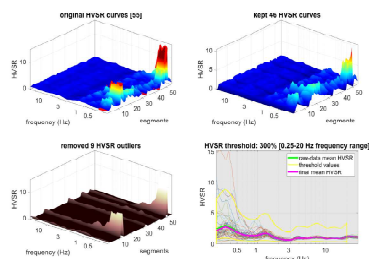
impresa individuale di Luigi Allacerta

Sede operativa: Viale della Repubblica, 70  
Sede uffici: Viale G. Chioia, 22  
54100 Massa (MS) - ITALY

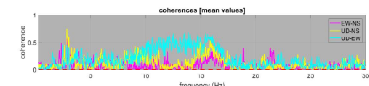
mail: 3200547970  
luigi@near-surface.com



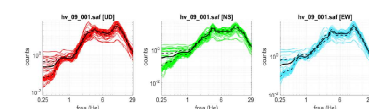
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e curve 1% della durata residua).



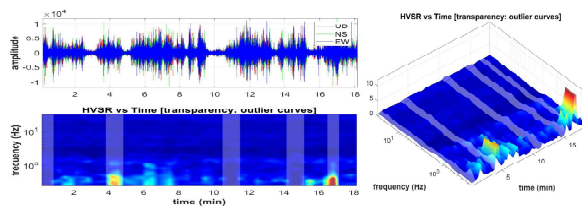
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a seconda della frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perciò di tempo di registrazione).



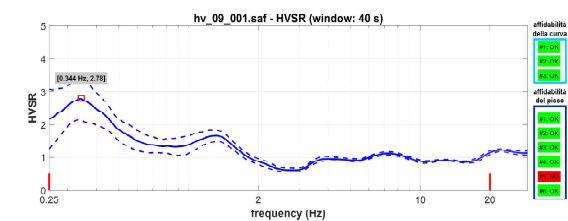
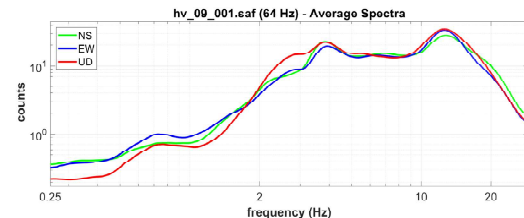
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attrazione tra la realtà geologica. I box blu evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



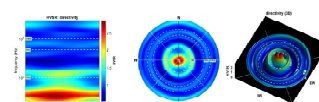
Single components spectra delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro; da) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



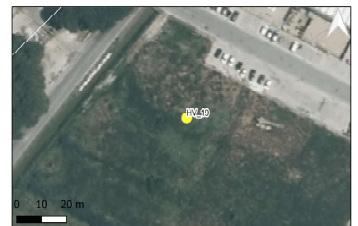
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cascina" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	bandwidth (Hz)
20	amplitude (m/s)
50	duration (s)
10	coherence length (s)
7	smoothing (Hz)
1	frequency threshold
200	HVSR threshold
10%	spectral smoothing (string length)
5	outlier count

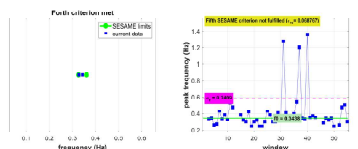
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR09



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

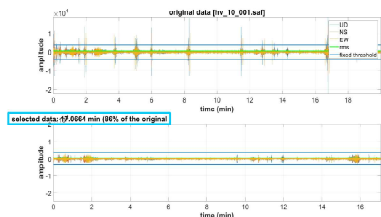


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

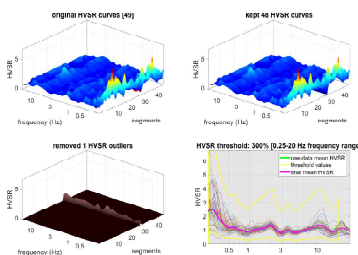


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME m<sup>2</sup> 4 (x) e 1 (x) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

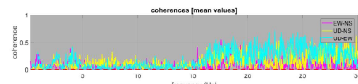




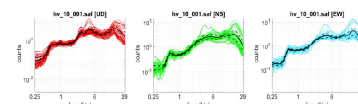
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia inglobati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati, tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



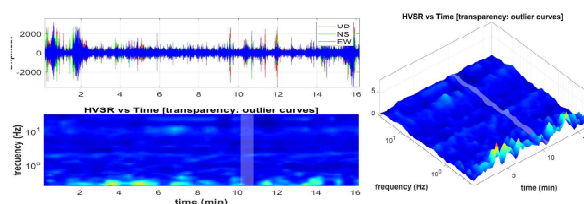
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (se evidenzia più basse la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, riduce il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



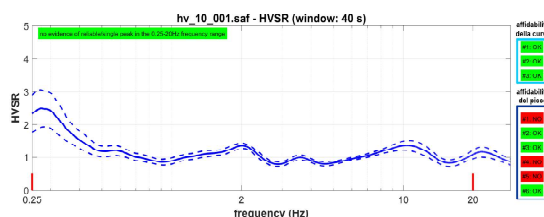
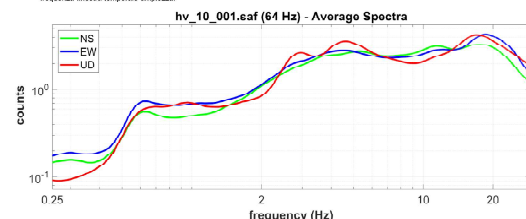
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I box blu evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



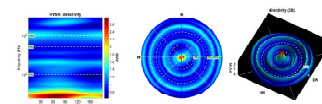
Single components: spettro delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra-tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cascina" (box colorato: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	bandwidth (Hz)
20	amplitude (m/s)
50	duration (s)
10	number of length (m)
1	smoothing (m)
1	length of threshold
1000	number of threshold
10%	spectral smoothing (Braggier window)
1	decreasing order

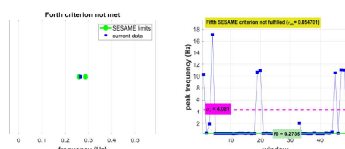
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR10 HV\_10



Utilizzazione, posizione della stazione di registrazione.

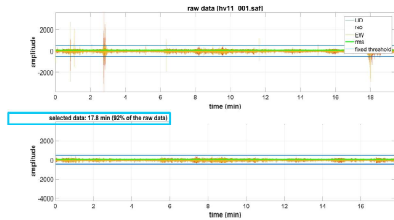


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

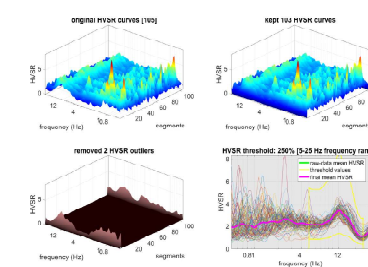


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME m<sup>2</sup> 4 (m) e 1 (m). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

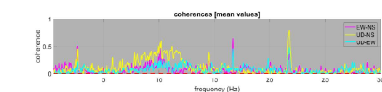




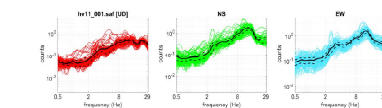
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia (in giallo), nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celsati: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 11 volte decimate).



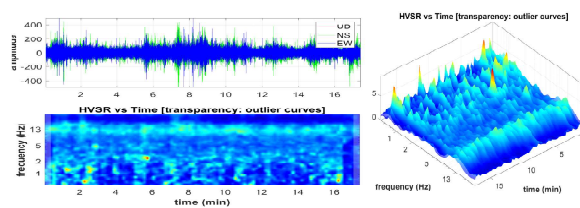
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in 100 parti di 10 Hz ciascuna (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



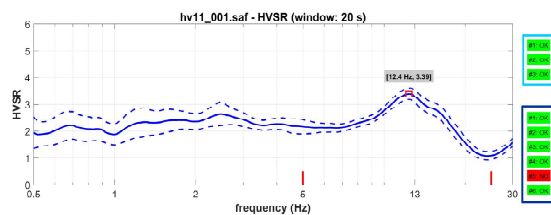
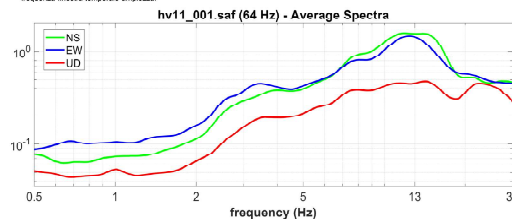
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



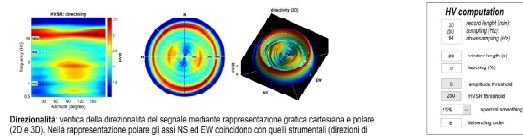
Single components: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro (da) e rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



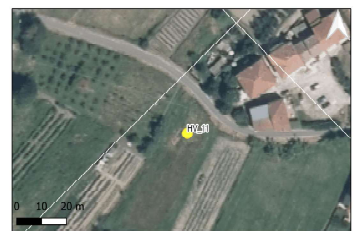
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box rosse: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigenzialità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR11

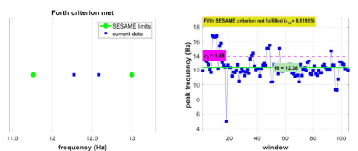
# HV\_11



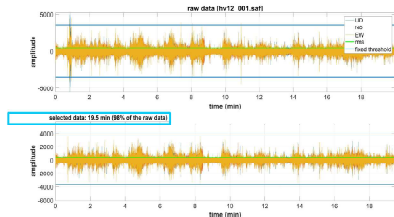
Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.



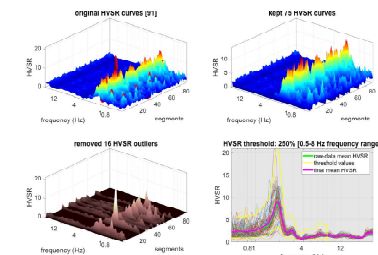
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (sv) e 5 (pc) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



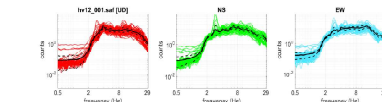
**Data cleaning:** rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW), il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dox celeste; tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 11 volte decimate).



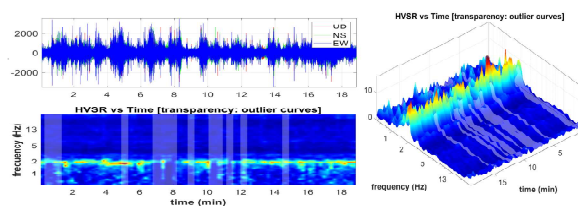
**IV outliers:** il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in otto valli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perciò di tempo di registrazione).



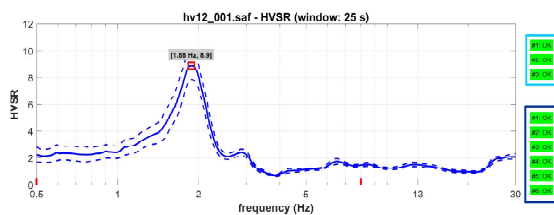
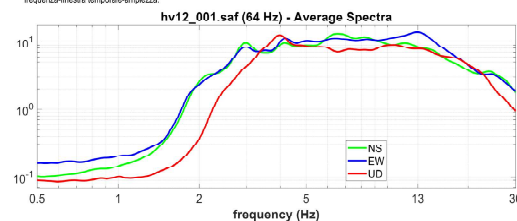
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione prepedica di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la scala geologica. I tre vinti evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



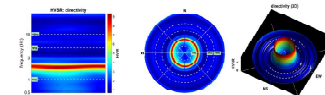
Single components: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



**Persistenza:** verifica della stagionalità temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtroaplo; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



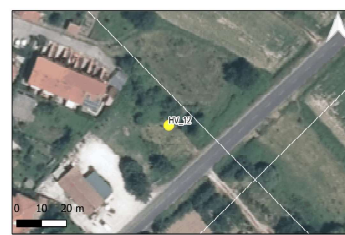
**Segnale medio e curva HV:** grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



**Directionality:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a porta (2D e 3D). Nella rappresentazione portale gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
20	accut length (m)
60	duration (s)
64	duration (s)
88	duration length (s)
2	duration (s)
2	duration (s)
250	duration (s)
10%	duration (s)
5	duration (s)

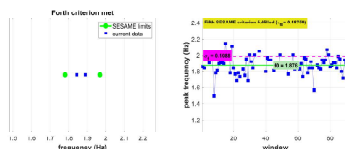
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR12 HV\_12



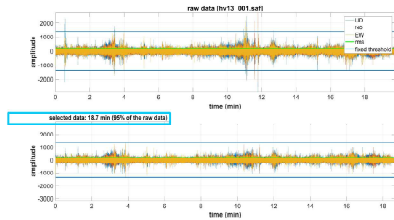
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



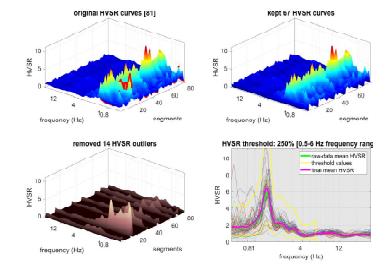
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



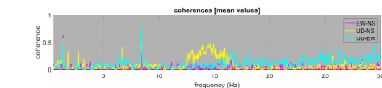
Criteri: verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (pc) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



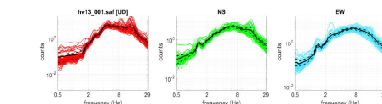
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dox: canale; tempo totale del segnale residuo; in minuti e curve 11 volte decimate).  
 selected data: 18.7 min (95% of the raw data)



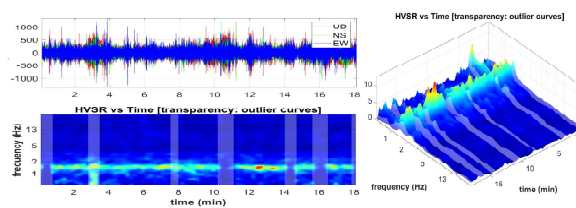
**IVVoutliers:** il grafico stack di tutte le curve IVV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in 11 intervalli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perciò di tempo di registrazione).



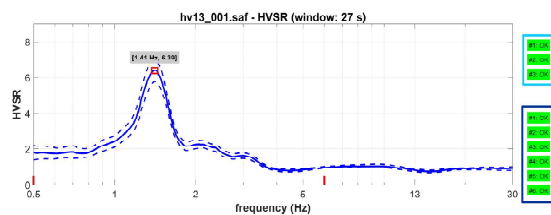
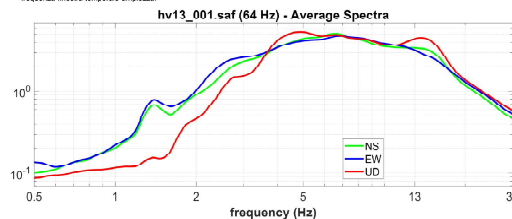
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



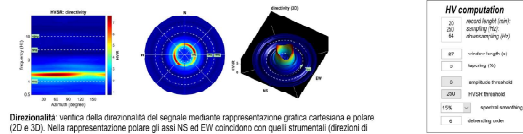
Single componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV



**Persistenza:** verifica della stagionalità temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtroapq; (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



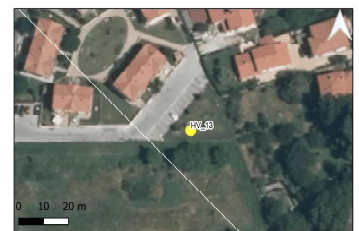
**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



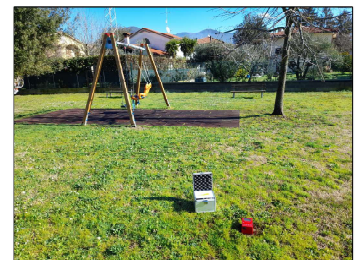
**Dirigenzialità:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
20	accut length (sec)
60	duration (sec)
64	downsampling (Hz)
80	velocity length (m)
2	frequency (Hz)
5	amplitude threshold
250	HVSR threshold
15%	apertical smoothing
5	downsampling order

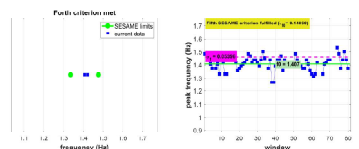
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR13 HV\_13



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

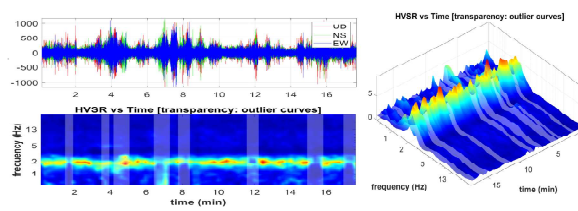
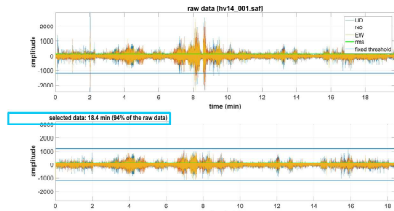


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

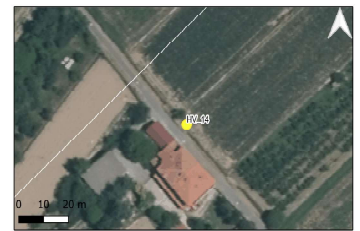


**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (dx) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.





## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR14 HV\_14

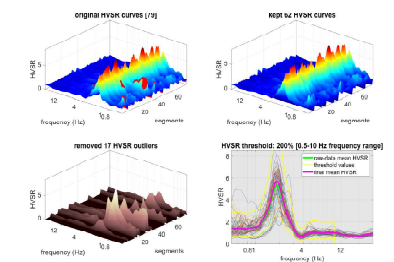


Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

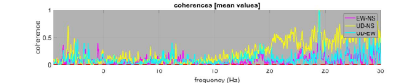


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

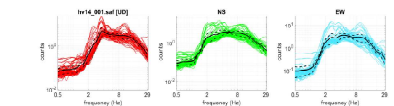
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celsati: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve "1" sotto il segnale filtrato).



**IVOutliers:** il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in intervalli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perciò di tempo di registrazione).

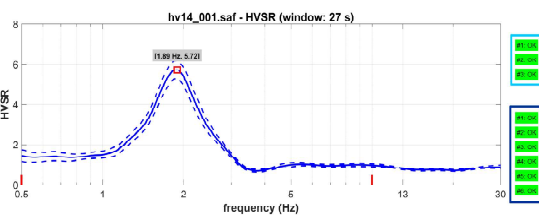
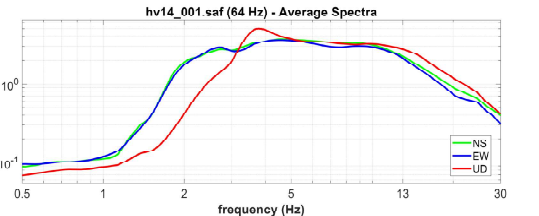


**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la risulta geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.

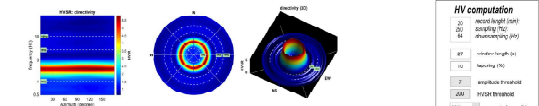


Single components: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.

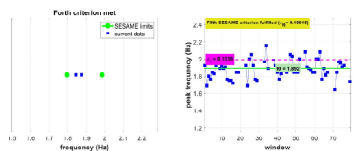
**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (di) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.

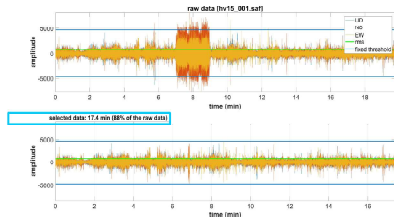


**Dirigenzialità:** verifica della dirigenzialità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

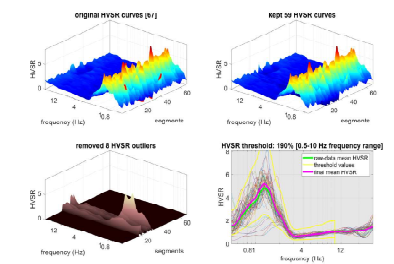


**Criteri:** verifica dei criteri BESAME n° 4 (sv) e 5 (tx) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

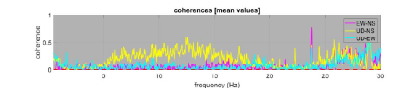




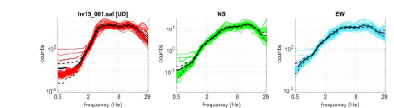
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia (superiore, nella figura inferiore il segnale filtrato) (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 1% della durata filtrata).



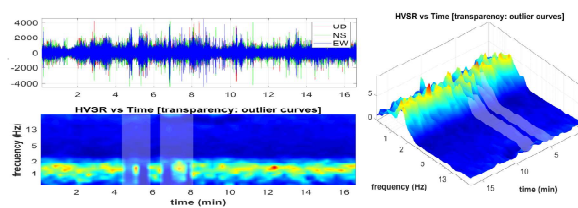
**IV outliers:** il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in otto valli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



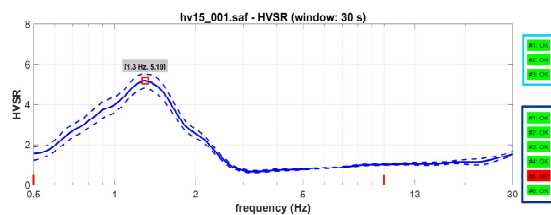
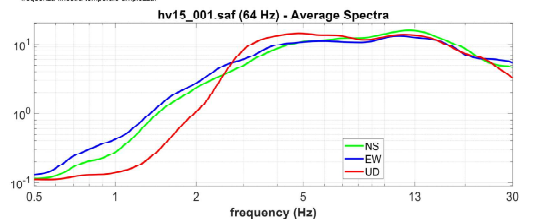
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



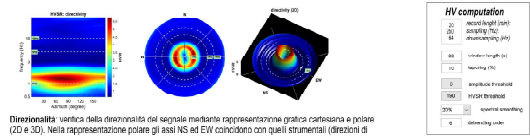
**Single componenti:** spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro (più). (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.

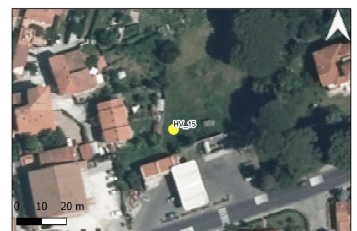


**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "bocasso" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



**Dirigenzialità:** verifica della dirigenzialità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

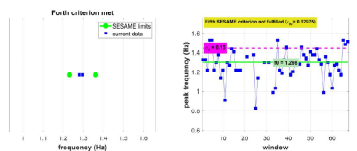
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR15 HV\_15



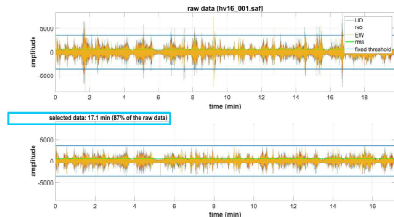
Utilizzazione: posizione della stazione di registrazione.



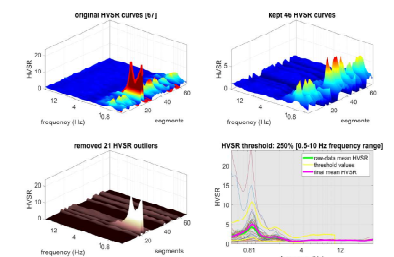
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



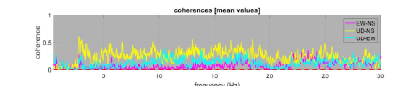
**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (pc) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



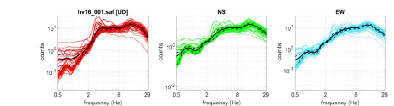
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dox celeste: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve "1" delle bande filtrate).



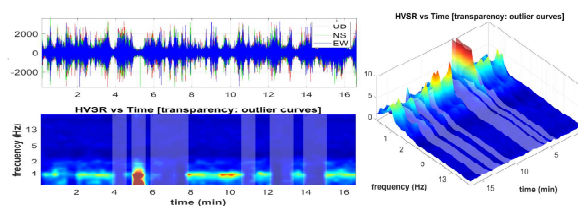
**IVV outliers:** il grafico stack di tutte le curve IVV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in intervalli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di registrazione).



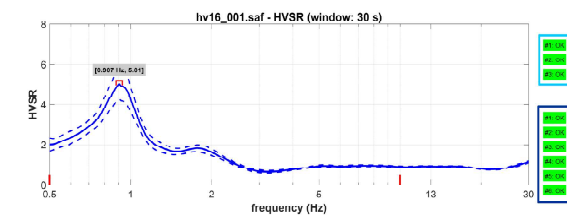
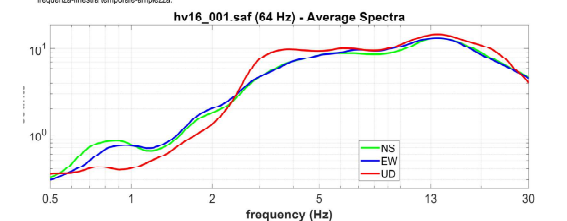
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la realtà geologica. I tre vinti evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



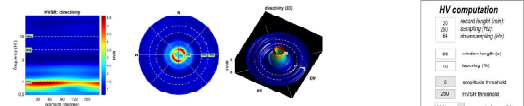
Single components: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



**Persistenza:** verifica della stagionalità temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro (a-f); rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolate: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



**Dirigenzialità:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

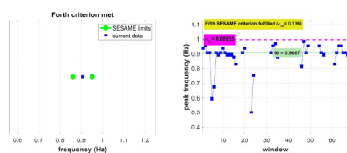
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR16 HV\_16



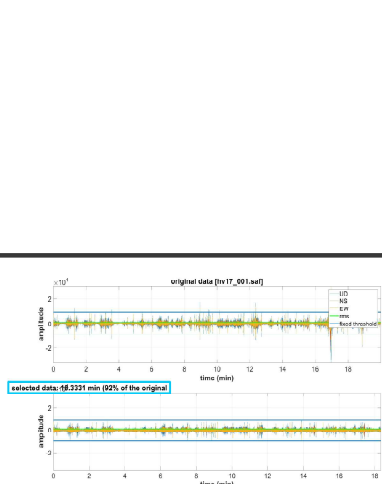
Utilizzazione, posizione della stazione di registrazione.



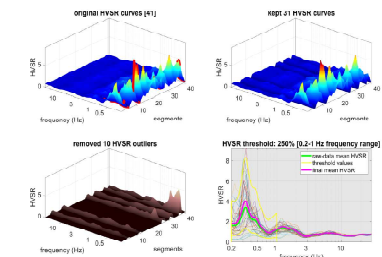
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



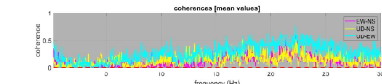
**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (dx) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



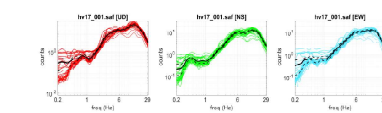
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale registrato (sullamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...)). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e curve 1% della durata totale).



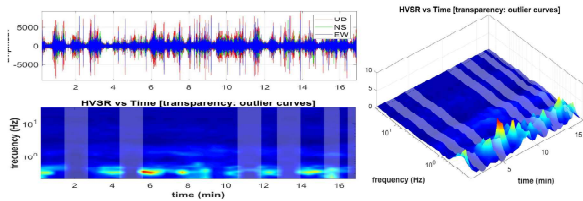
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene individuato in base alla curva HV (rapporto spettrale medio), definita in funzione della frequenza del picco (in evidenza) più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



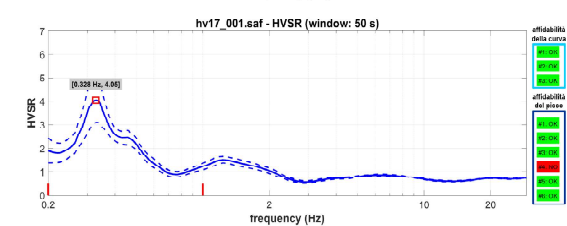
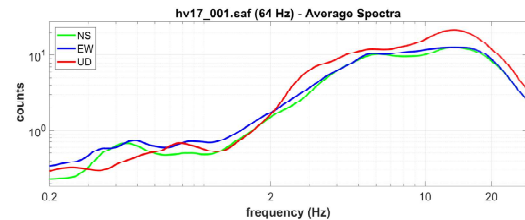
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I dati visualizzati evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



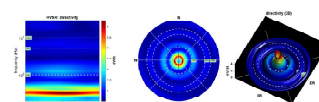
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra-tempo-ampiezza.



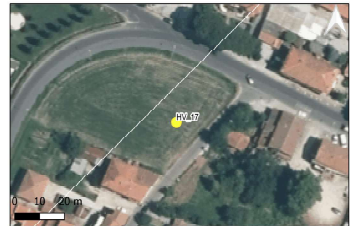
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolo: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Verticalità: verifica della verticalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	bandwidth (Hz)
200	amplitude (mV)
50	duration (s)
64	number of averages
7	smoothing (Hz)
5	frequency threshold
250	HVSR threshold
10%	spectral smoothing (Bingham window)
5	decoupling order

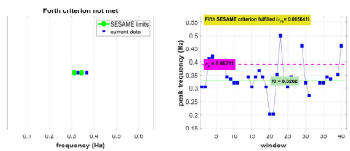
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR17 HV\_17\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

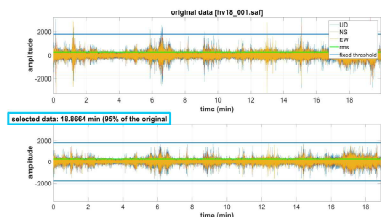


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

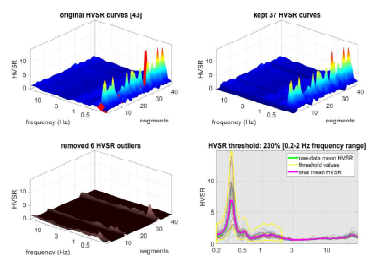


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e EW-SAME e HV-SAME. Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

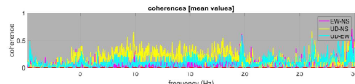




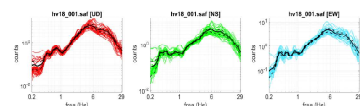
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati; tempo totale del segnale residuo, in minuti e valore % della durata iniziale).



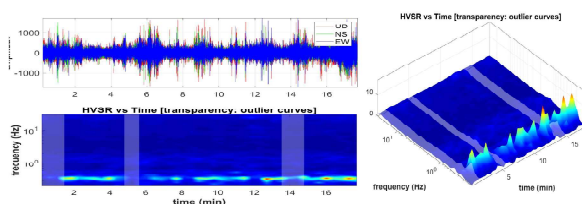
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (in funzione della frequenza, impostare l'ampiezza della finestra, indicare il numero di finestre e porità di tempo di registrazione).



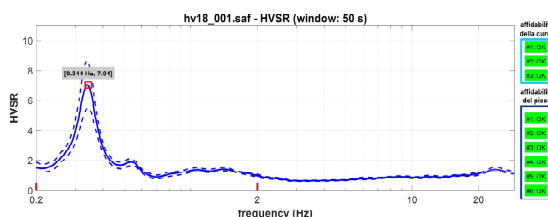
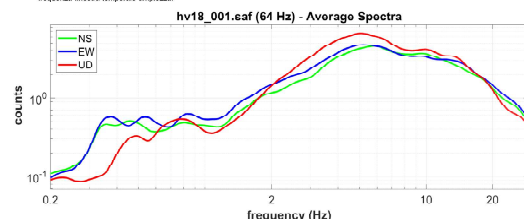
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I barri verticali evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



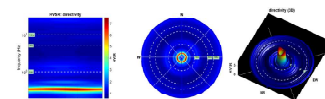
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



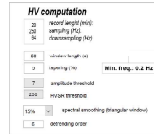
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; da) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



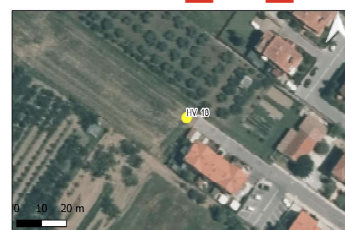
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cascina" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



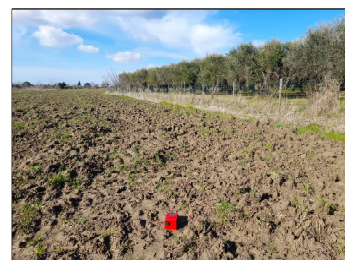
Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



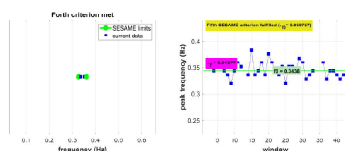
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR18 HV\_18\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

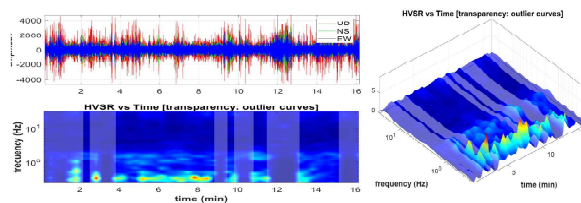


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (cvi) e 7 (fc). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.





**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative, in trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anormali in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.

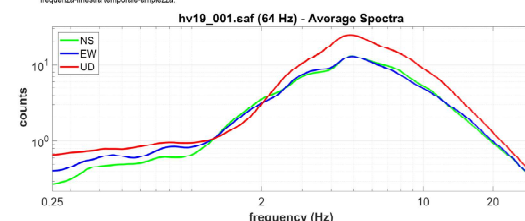
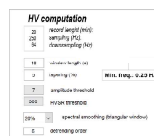
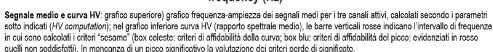


Figure 1: A plot of the HVSR ratio versus frequency (Hz) for the hv19\_001.saf file. The plot shows a peak at 0.344 Hz with a value of 3.46. The plot includes a solid blue line for the HVSR ratio, dashed blue lines for the confidence interval, and a red vertical line at 0.25 Hz. The y-axis is labeled 'HVSR' and ranges from 0 to 6. The x-axis is labeled 'frequency (Hz)' and ranges from 0 to 20. A legend on the right indicates the color coding for the HVSR ratio and the confidence interval.

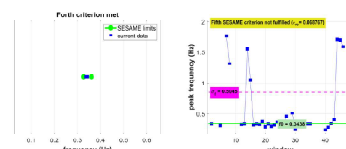


**Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio**  
postazione\_HVSR19

**HV 19**



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione



**Criteri:** verifica dei dati SESAME: n° 4 (sa) e 5 (dx); frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



Fig. 1: Raw data plot showing amplitude (mV) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

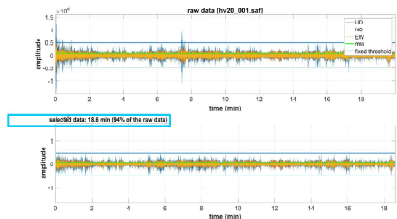


Fig. 2: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

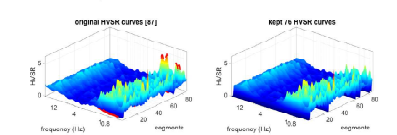


Fig. 3: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

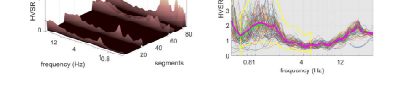


Fig. 4: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

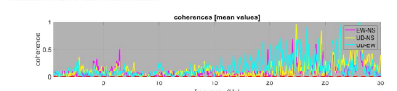


Fig. 5: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

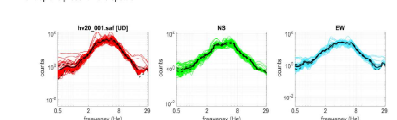


Fig. 6: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

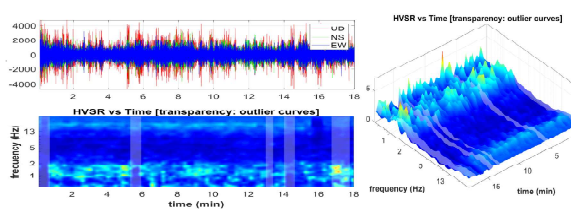


Fig. 7: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

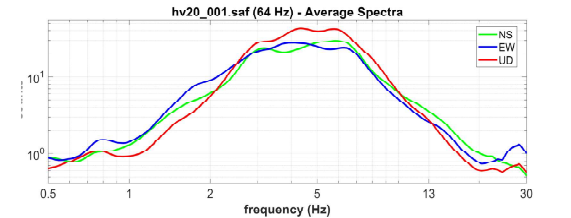


Fig. 8: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

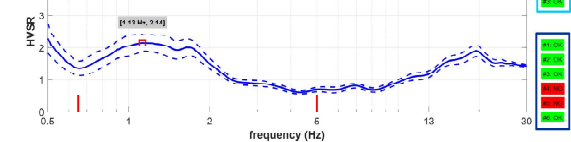


Fig. 9: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

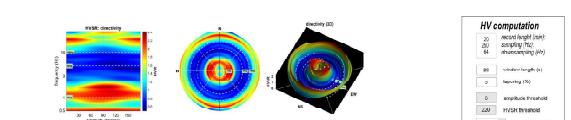
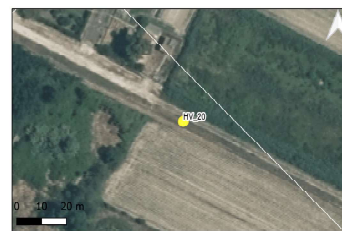
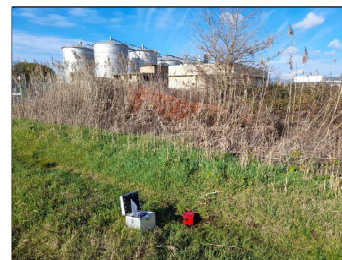


Fig. 10: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.

## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR20 HV\_20



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

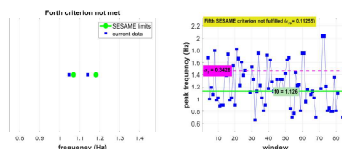
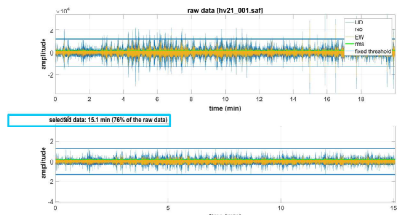
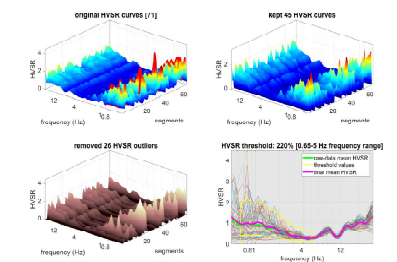


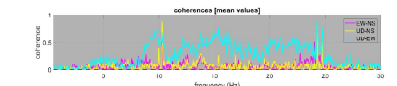
Fig. 13: HVSR vs Time plot showing HVSR (dB) vs time (min) for three channels: UD (red), NS (green), and EW (blue). The plot shows a noisy signal with a peak around 10 minutes.



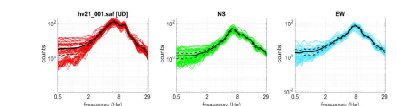
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dox: canale; tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve "1" delle onde filtrate).



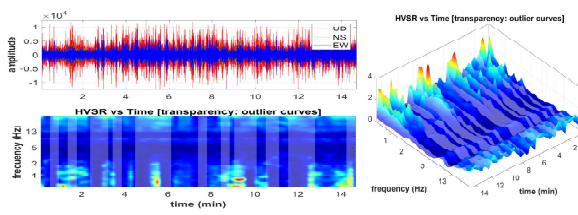
**IVV outliers:** il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in otto valli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di registrazione).



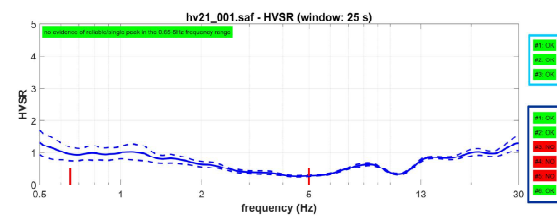
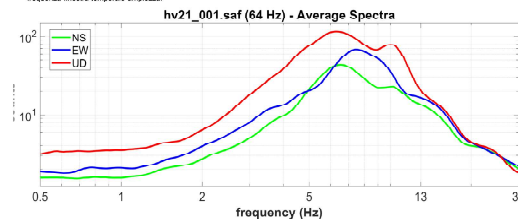
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



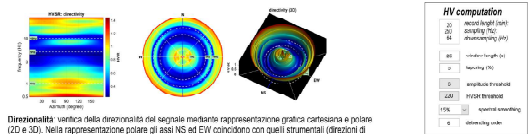
**Single componenti:** spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; da) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.

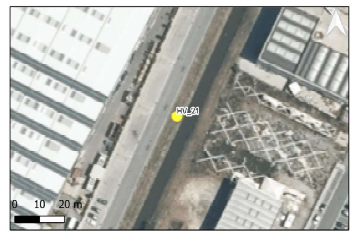


**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



**Directionality:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

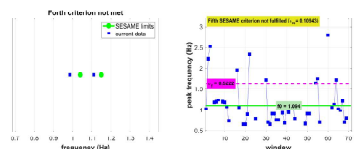
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR21 HV\_21



Utilizzazione: posizione della stazione di registrazione.

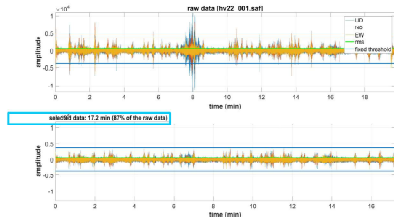


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

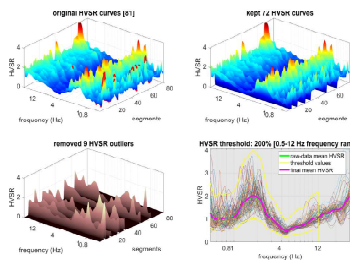


**Criteri:** verifica dei criteri BESAME n° 4 (sv) e 5 (pc) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

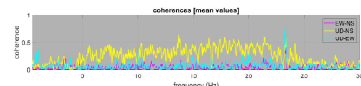




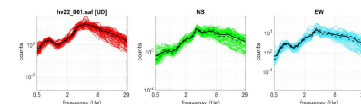
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celsisti: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 3D delle bande filtrate).



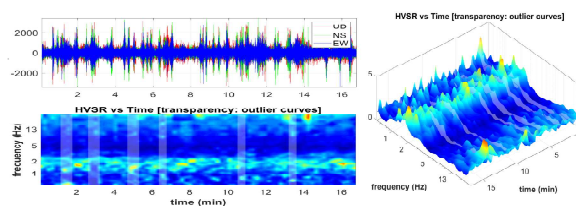
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in otto valli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



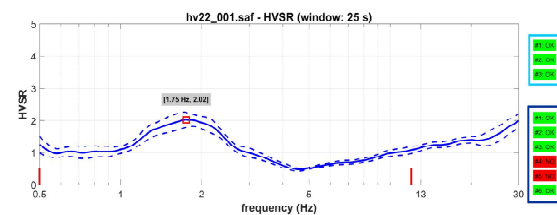
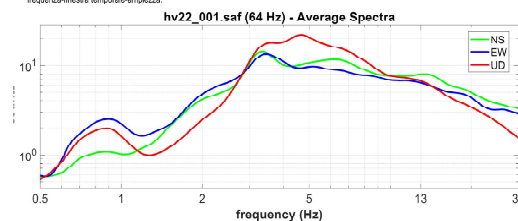
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la scala sismica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



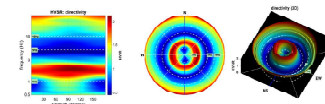
Single componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro. (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Directionality: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
20	seismic length (m)
80	sampling time (s)
2	averaging time (s)
2	amplitude threshold
200	HVSR threshold
15%	spatial averaging
5	directional order

## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

postazione\_HVSR22

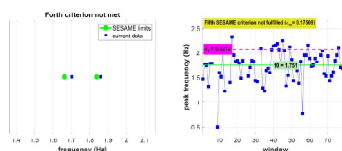
# HV\_22



Utilizzazione: posizione della stazione di registrazione.

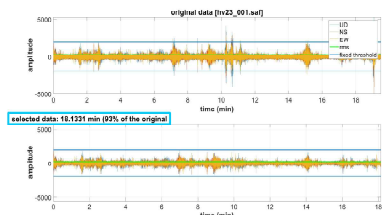


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

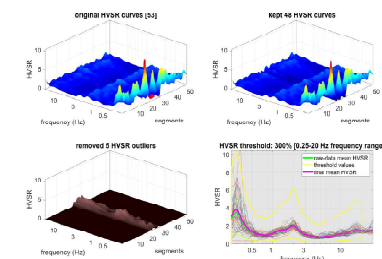


Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (sv) e 5 (pc) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

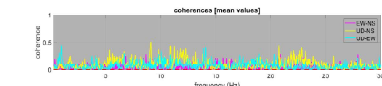




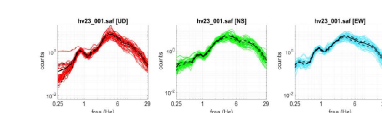
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e curve "a valle" delle minuzie).



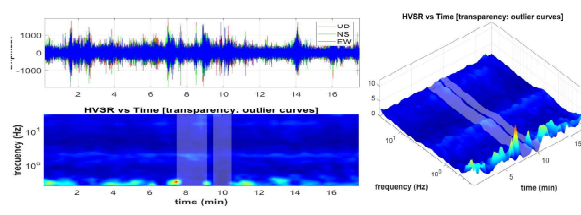
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre valori di ampiezza (soglia inferiore, soglia superiore, soglia superiore). Nella figura inferiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e curve "a valle" delle minuzie).



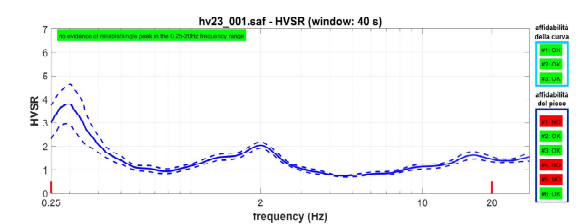
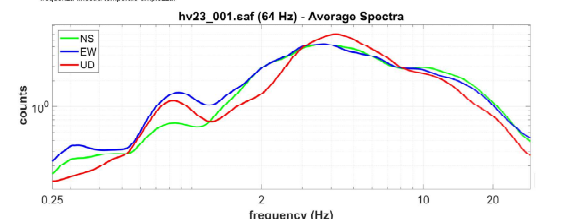
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



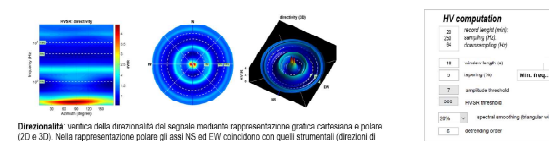
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



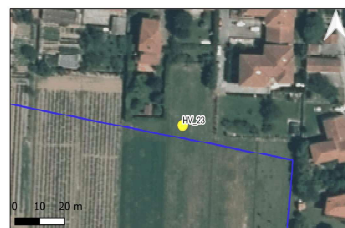
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-freccia tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "soglia" (box colorato: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



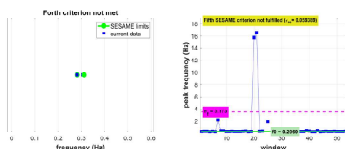
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR23 HV\_23



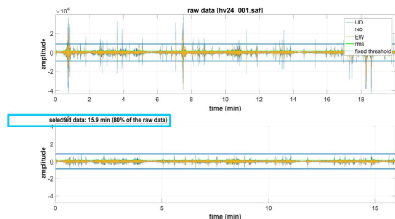
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



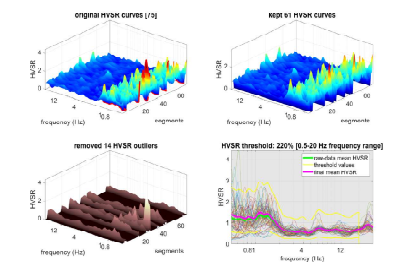
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



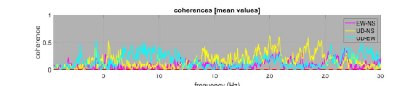
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e NS-SAME e NS-SAME. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



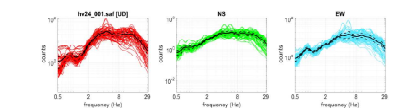
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celsati: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 11 volte decimate).



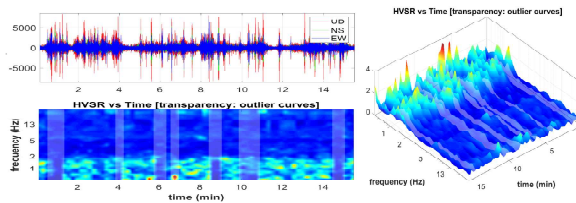
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in 11 intervalli di ampiezza costante (segmenti), definiti in funzione della frequenza del picco di analisi (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di registrazione).



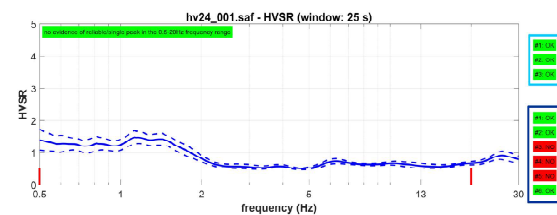
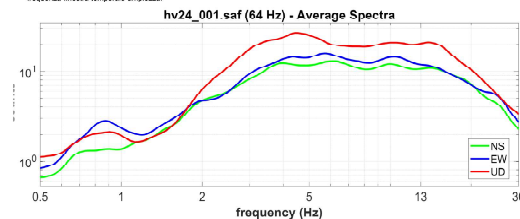
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la risulta geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



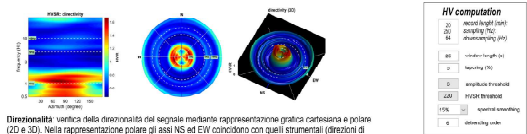
Single components: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro (più). La rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.

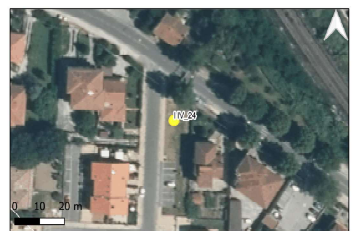


Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigenzialità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione potare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

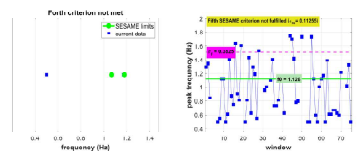
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR24 HV\_24



Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (dx) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS. Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(FI)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

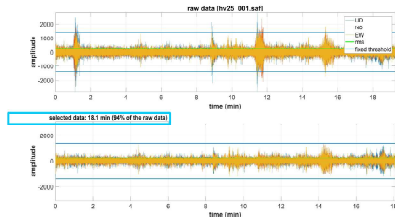
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
**Dott. L. Allacorta**  
**Dott. Geol. L. Vasselli**

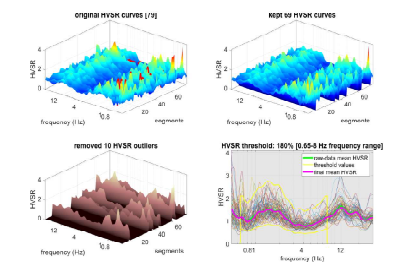
tavola  
**HVSR24 rev0**  
emissione  
**20 apr 2022**



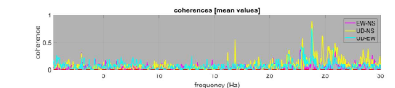
**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 50100 - 05730  
Sede uffici: Viale G. Cesare, 33 - 54100 - 0585  
54100 Massa (MS) - ITALY



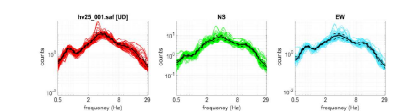
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia irregolari, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dox celeste: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 11 volte durante l'analisi).



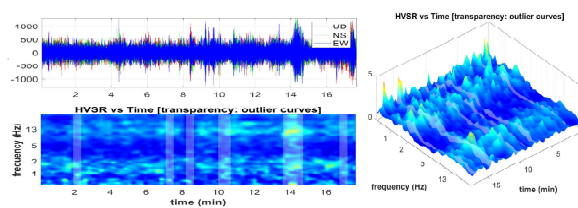
**IV outliers:** il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in otto valli di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di registrazione).



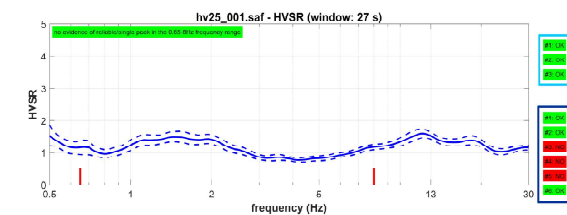
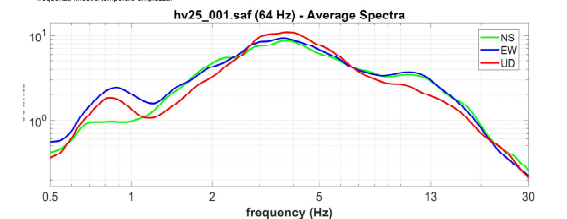
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



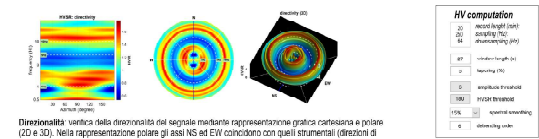
Single components: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



**Persistenza:** verifica della stagionalità temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro (da) e rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



**Dirigenzialità:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

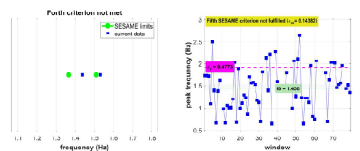
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR25 HV\_25



Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.

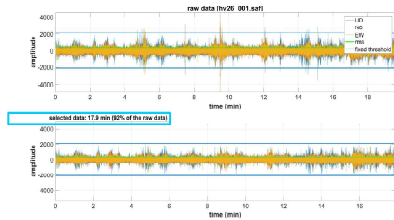


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

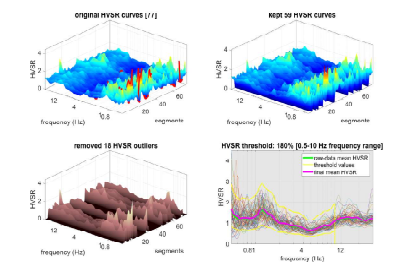


**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (tx) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

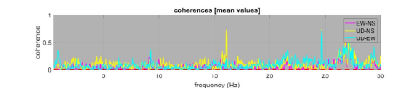




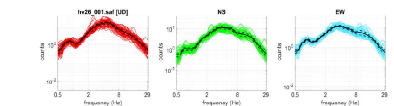
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW), il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dox celeste: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve "1" sotto sfondo bianco).



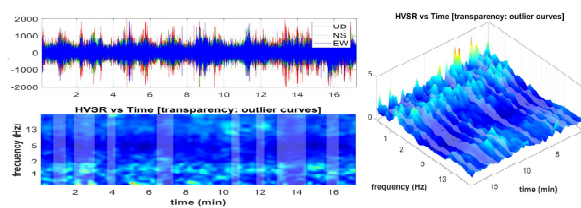
**IVV outliers:** il grafico stack di tutte le curve IVV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in tre parti di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di registrazione).



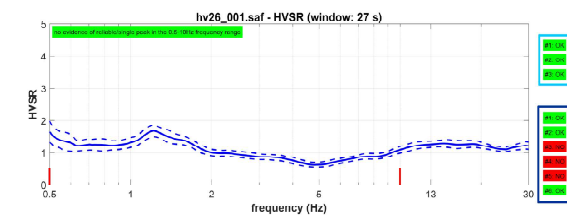
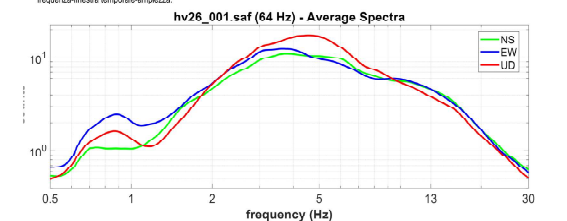
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



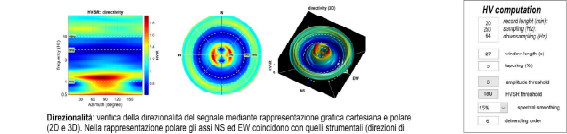
Single components: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtroaplo; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.

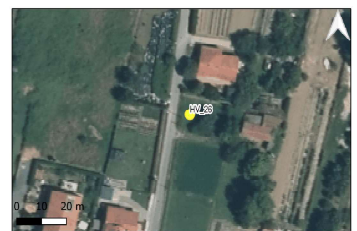


**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



**Dirigenzialità:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

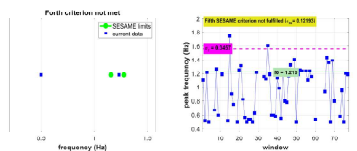
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR26 HV\_26



Utilizzazione: posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (sv) e 5 (tx) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(FI)sa

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

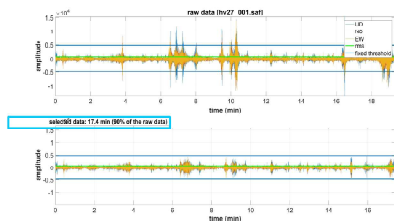
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
**Dott. L. Allacorta**  
**Dott. Geol. L. Vasselli**

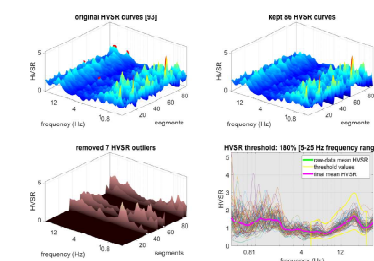
tavola  
**HVSR26 rev0**  
emissione  
**20 apr 2022**



**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 54100 Massa Marittima (MS) - ITALIA  
Sede uffici: Viale G. Cesare, 33 - 54100 Massa Marittima (MS) - ITALIA  
tel. 0585/473970  
info@firstbreak.it



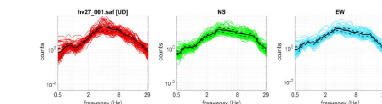
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celsisti: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 3D delle onde filtrate).



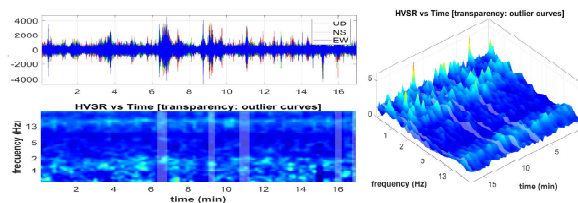
IVVoutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in 100 parti di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perciò di tempo di registrazione).



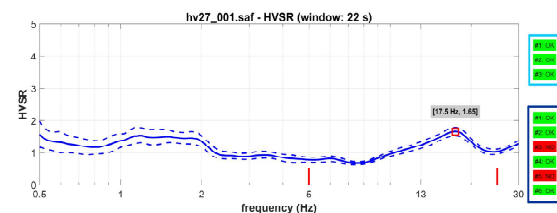
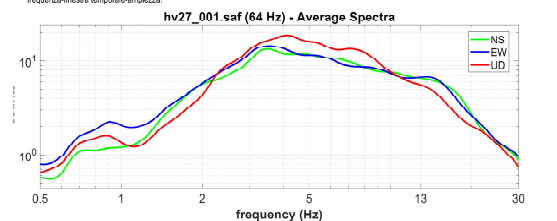
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la scala sismica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



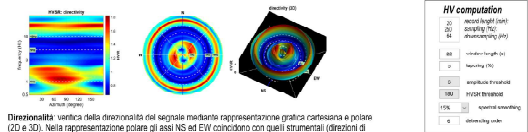
Single componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro (da); rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolato: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a portata (2D e 3D). Nella rappresentazione portata gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

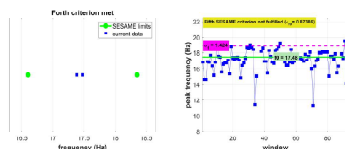
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR27 HV\_27



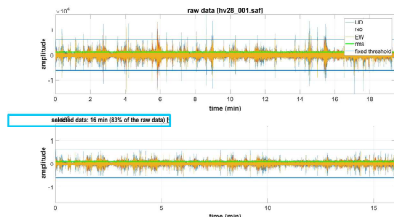
Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.



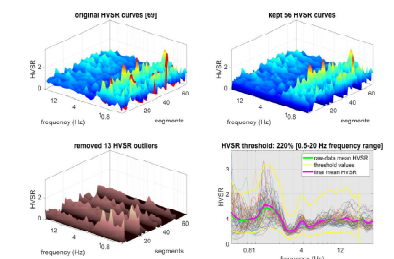
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



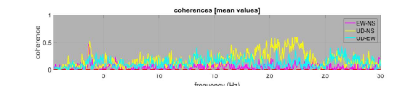
Criteri: verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (pc) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



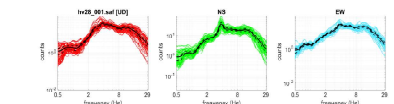
**Data cleaning:** eliminazione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celsati: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve "a valle" delle filtri).



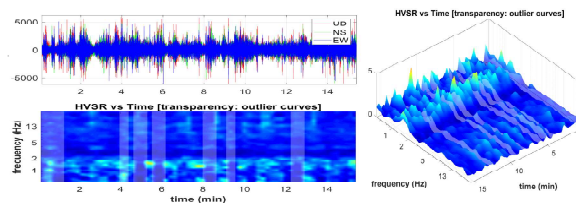
**IV outliers:** il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di ascolto viene suddiviso in 100 valori di ampiezza costante (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco da analizzare (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di registrazione).



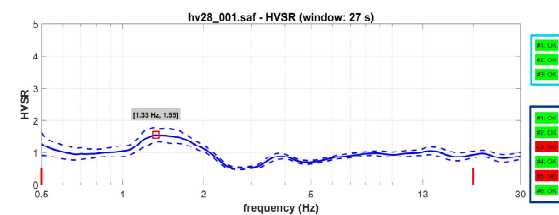
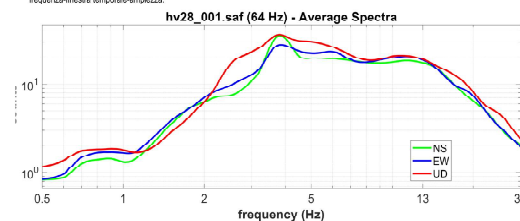
**Coerenza:** funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attenuazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



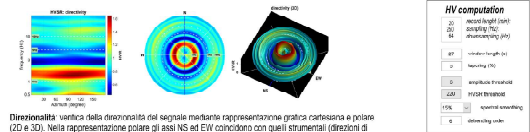
Single componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismografica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro. (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.

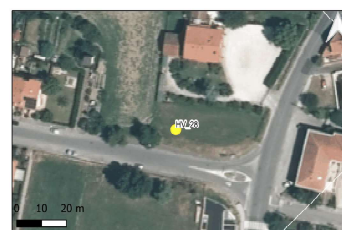


**Segnale medio e curva HV:** grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



**Dirigenzialità:** verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana a polarità (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di calibrazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

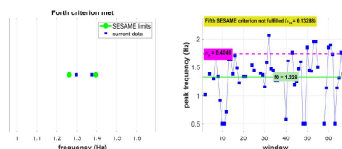
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR28 HV\_28



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri SESAME n° 4 (sv) e 5 (pc) (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

**commessa**  
**Balatri MS, Vecchiano**  
**progetto**  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

**committente**  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(FI)

**richiedente**  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

**oggetto**  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

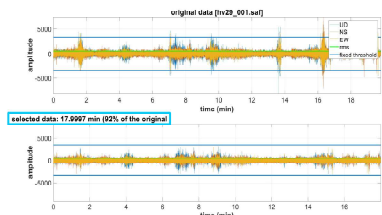
**processing**  
**Dott. L. Allacorta**  
**Dott. Geol. L. Vasselli**

**tavola**  
**HVSR28 rev0**  
**emissione**  
**20 apr 2022**

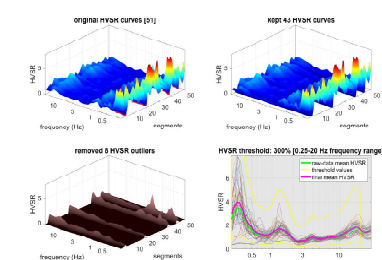


**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 50139 Firenze  
Sede uffici: Viale G. Cesare, 33 - 54100 Massa (MS) - ITALY  
tel. 0585/473970  
info@firstbreak.it

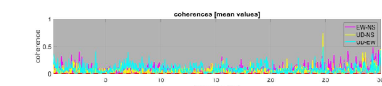




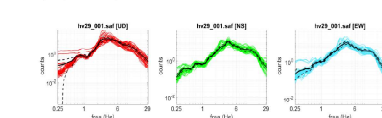
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia irregolari, nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned, tempo-tutte del segnale residuo, in minuti e curve 1% della durata iniziale).



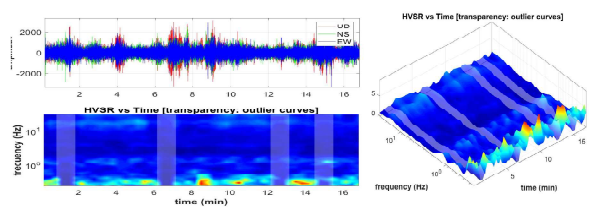
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza) più bassa le frequenze, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



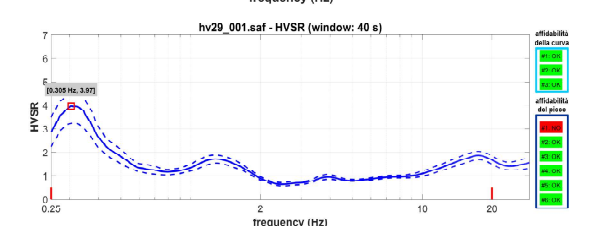
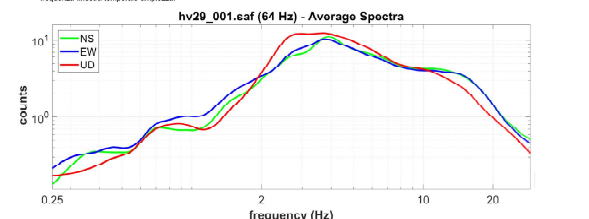
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attrazione con la realtà geologica. I box verdi evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



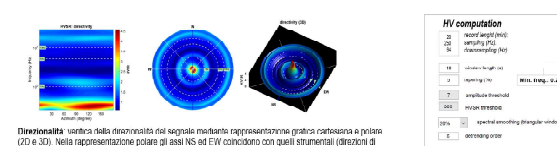
Single components spectra of the components (UD, NS, EW), per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



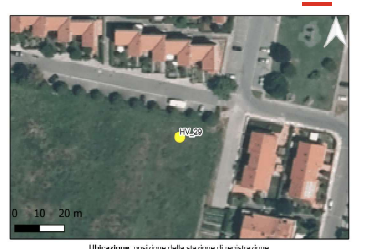
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolato: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



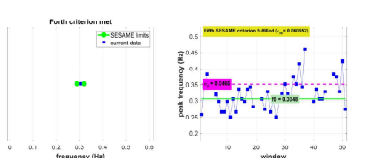
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR29 HV\_29



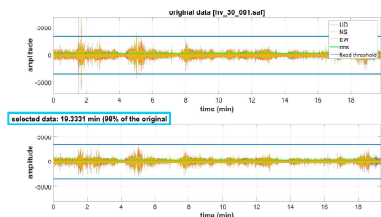
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



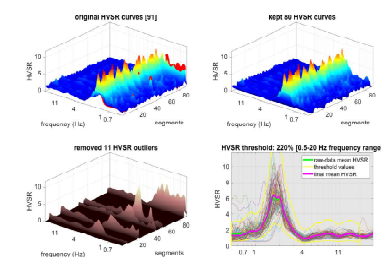
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME n° 4 (cvi) e 1 (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



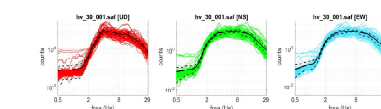
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo-totale del segnale residuo, in minuti e valore % della durata iniziale).



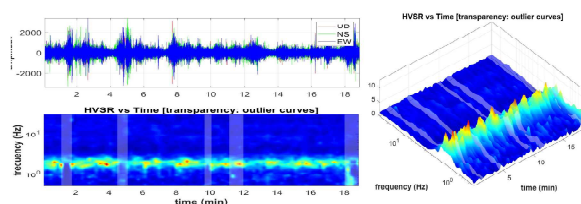
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza) più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perità di tempo di registrazione).



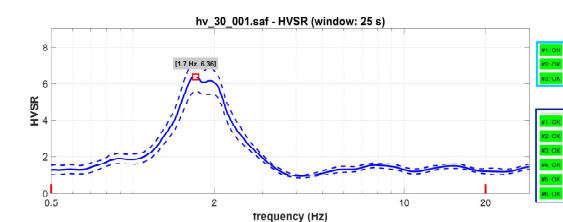
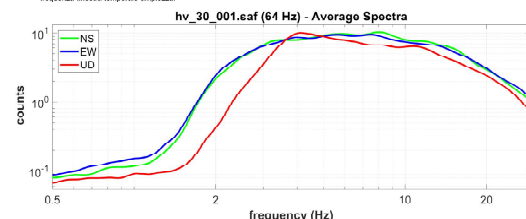
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I tre valli evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



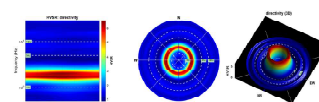
Single components spectra of the components UD, NS, EW, for each time window considered for the HV calculation.



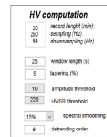
Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "sacso" (box calcolo: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Directionality: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a polarità (0° e 360°). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



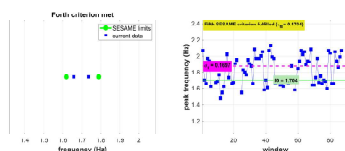
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR30 HV\_30



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $n^{\circ} 4$  (cvi) e  $n^{\circ} 1$  (px). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

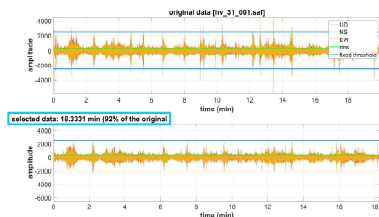
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

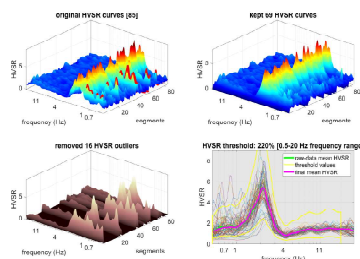
tavola  
**HVSR30\_rev0**  
emissione  
**20 apr 2022**



**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 00186 Roma  
Sede uffici: Viale G. Cesare, 33 - 00186 Roma  
54/100 Massa (MS) - ITALY



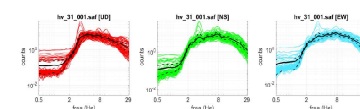
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo-totale del segnale residuo, in minuti e curve "a valle" delle soglie).



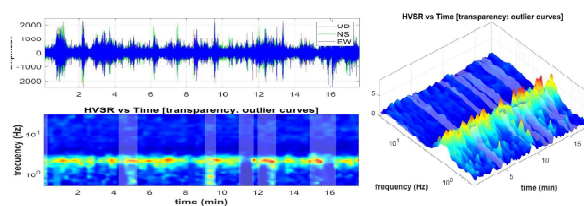
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di esclusione è suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (semplice), definita in funzione della frequenza del picco (a valle della frequenza, impostare l'ampiezza della finestra, indicare il numero di finestre a partire da tempo di registrazione).



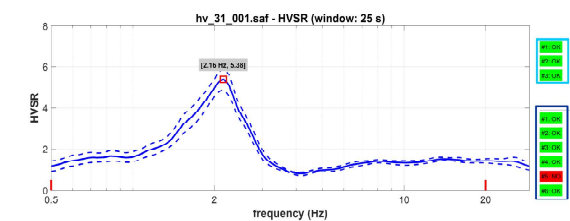
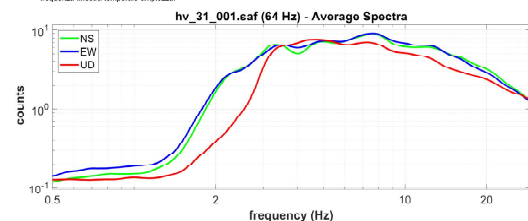
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione della qualità geometrica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



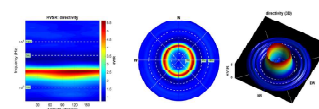
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



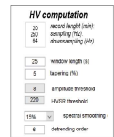
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



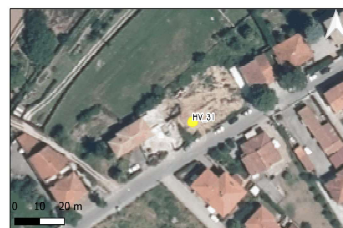
Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxplot" (box calcolati: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Directionality: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica la polarità (D e S). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



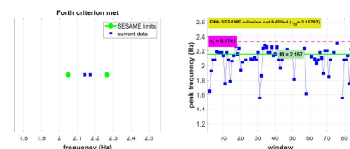
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR31 HV\_31



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $n^{\circ} 4$  (cvi) e  $n^{\circ} 1$  (cvi). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

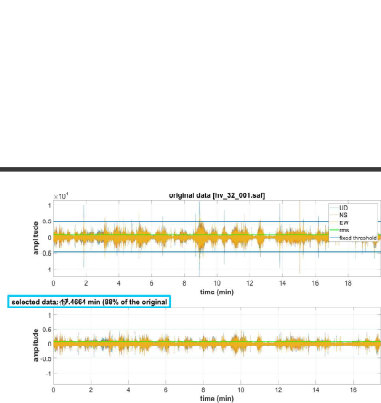
processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

tavola  
**HVSR31\_rev0**  
emissione  
20 apr 2022

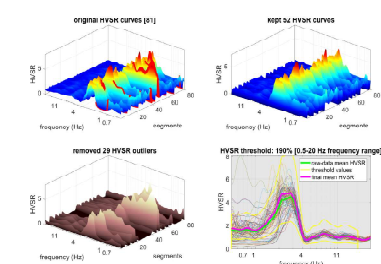


first break - Advanced Geophysical Services  
Impresa Individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 00186 Roma  
Sede ufficio: Viale G. Cesare, 33 - 00186 Roma  
54/100 Massa (MS) - ITALY

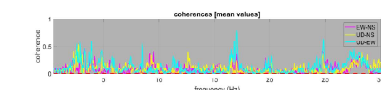




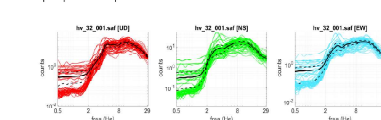
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, i minuti e vanno % della durata totale).



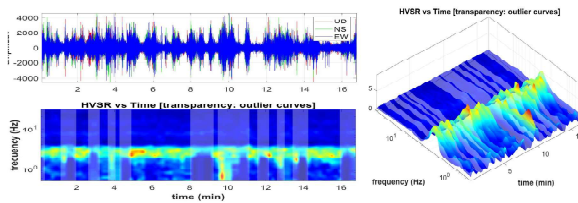
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in 100 valori di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a basse frequenze, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e per la durata di tempo di registrazione).



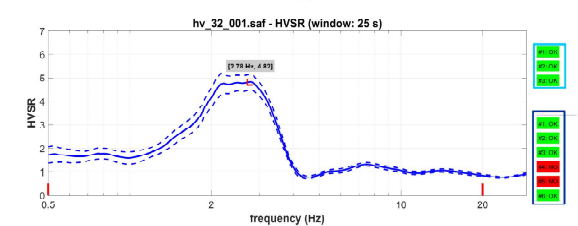
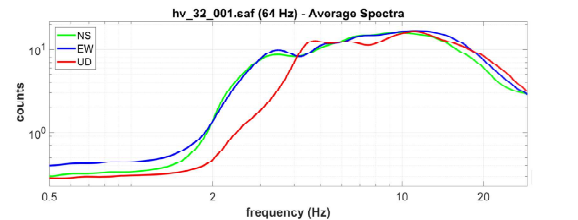
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza tra la realtà geologica. I dati vanno evidenziando le componenti antropiche presenti nello spettro.



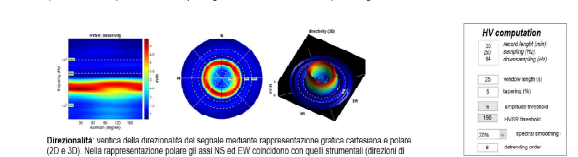
Single components: spettro delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.

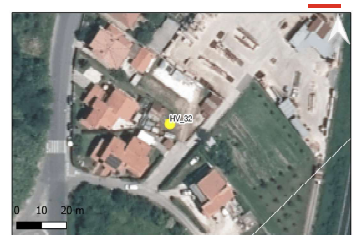


Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cocoma" (box calcolate: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.

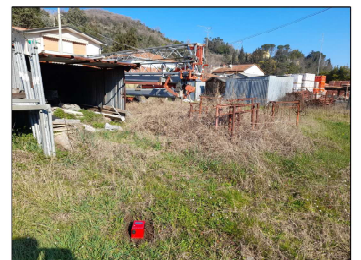


Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a planimetria (2D e 3D). Nella rappresentazione planimetrica gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

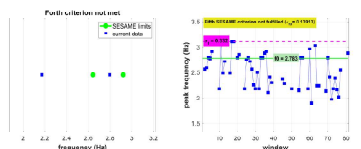
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR32



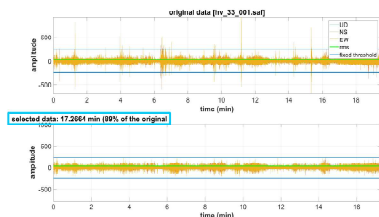
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



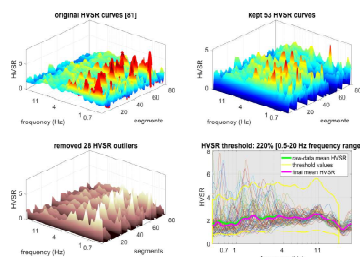
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



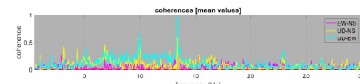
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $n^{\circ} 4$  (cvi) e  $n^{\circ} 1$  (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



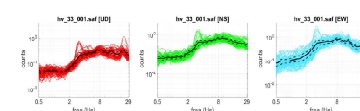
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati; tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 1% della durata iniziale).



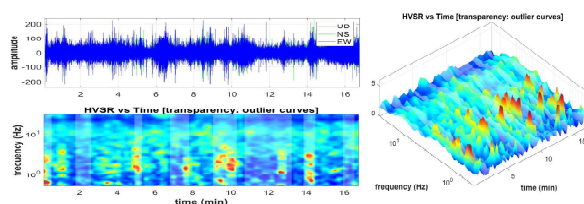
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve IVV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di esclusione è suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (seguente), definita in funzione della frequenza del picco (in analogia con la frequenza di risonanza della finestra, valore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



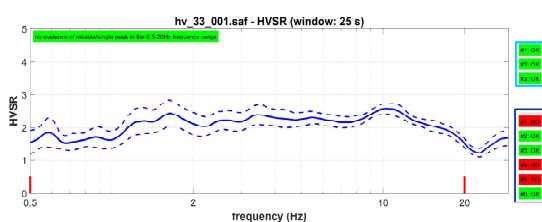
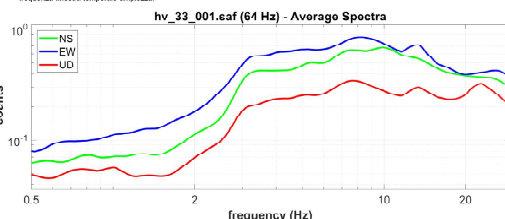
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I box blu evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



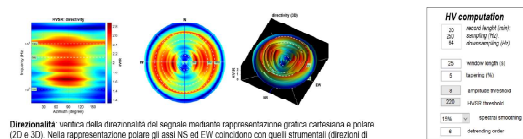
Single components spectra of the components UD, NS, EW, for each time window considered for the calculation of the HVSR.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, oltre per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra-tempo-ampiezza.

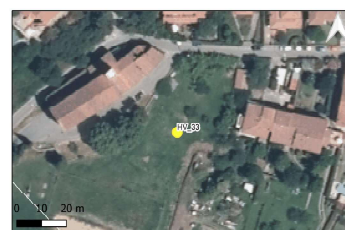


Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "soccia" (box calcolato: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a planimetria (2D e 3D). Nella rappresentazione planimetrica gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

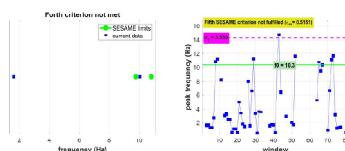
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR33 HV\_33



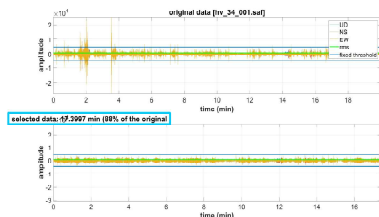
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



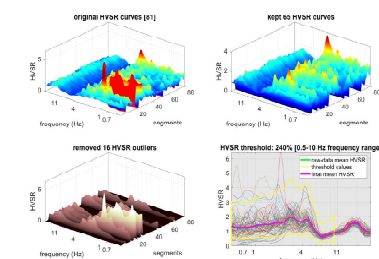
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



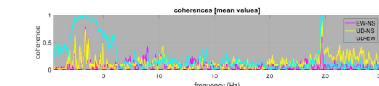
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME n° 4 (cvi) e 1 (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



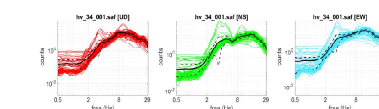
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato (sull'intera di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...)). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e curve "a valle delle minuzie").



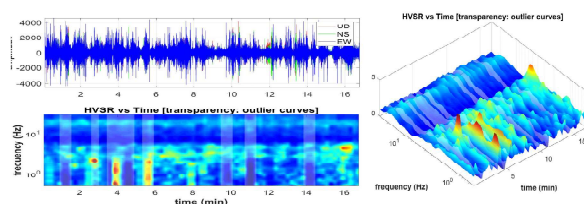
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre valori di ampiezza (soglia), definita in funzione della frequenza del picco (a) e della frequenza (b) della finestra, valore e numero di finestre e periti di tempo di registrazione.



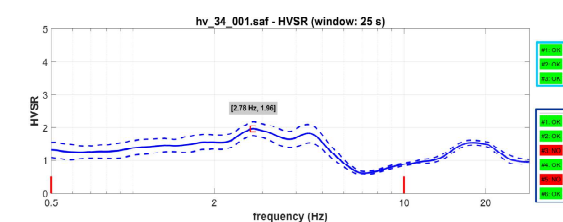
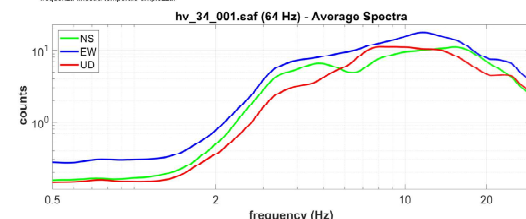
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



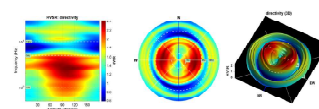
Single componenti: spettri delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



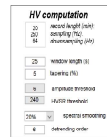
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolo: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



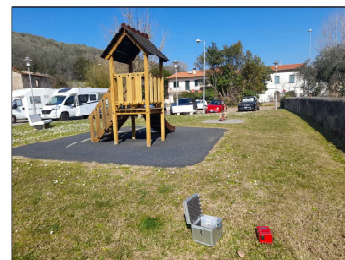
Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a planimetria (2D e 3D). Nella rappresentazione planimetria gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



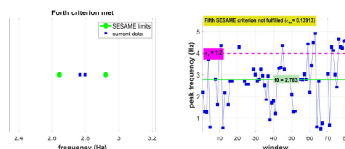
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR34 HV\_34



Utilizzazione: posizione della stazione di registrazione.

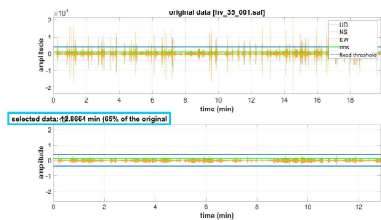


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

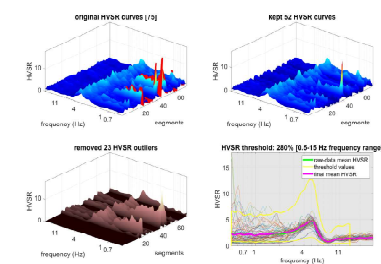


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e "L" (L) e "H" (H). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.





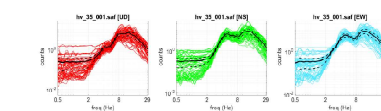
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo-totale del segnale residuo, in minuti e valore % della durata iniziale).



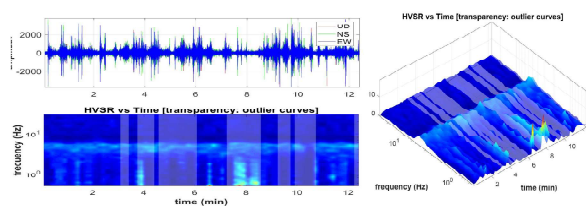
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre valori di ampiezza (soglia media), definita in funzione della frequenza del picco (a seconda della frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di tempo di registrazione).



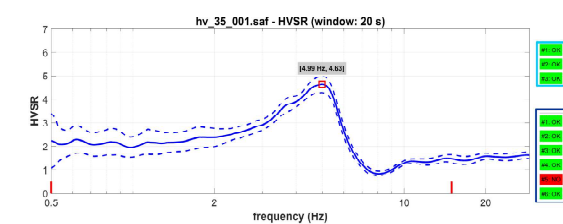
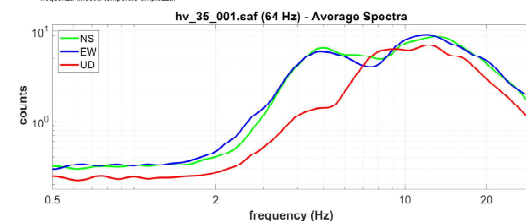
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



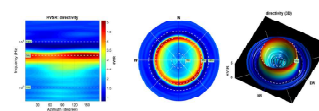
Single components: spettro delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



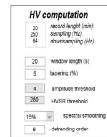
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



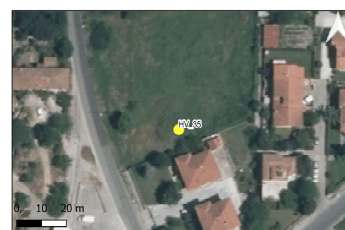
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "soglia" (box colorato: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a planimetria (2D e 3D). Nella rappresentazione planimetrica gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



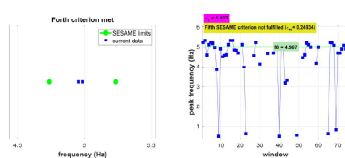
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR35 HV\_35



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME, n° 4 (cvi) e 1 (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE DI VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

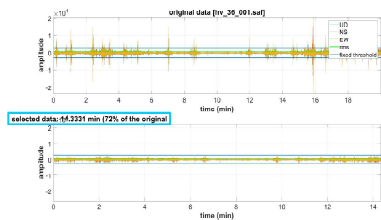
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

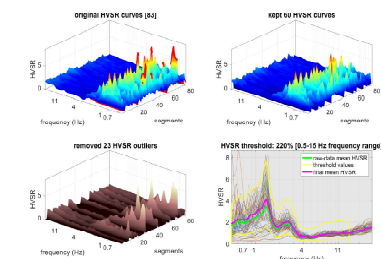
tavola  
**HVSR35\_rev0**  
emissione  
20 apr 2022



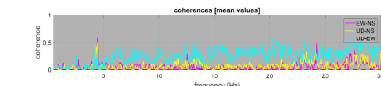
first break - Advanced Geophysical Services  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 00186 Roma  
Sede ufficio: Viale G. Cesare, 33 - 00186 Roma  
info: 06/547379  
luc@firstbreak.it



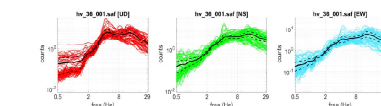
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW). Il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned, tempo-totale del segnale residuo, in minuti e curve "a valle" delle soglie).



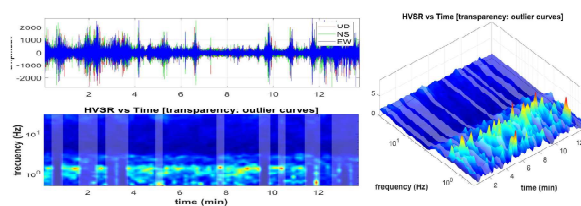
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (a valle della frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di tempo di registrazione).



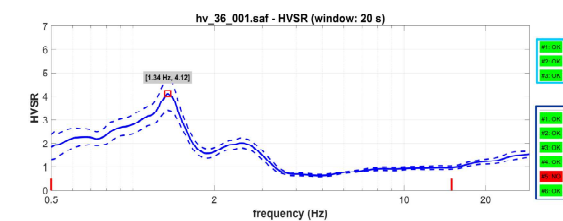
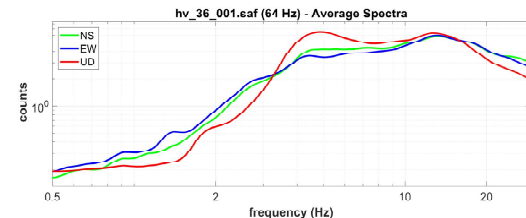
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I box verdi evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



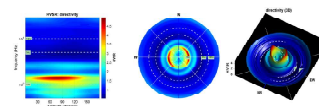
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



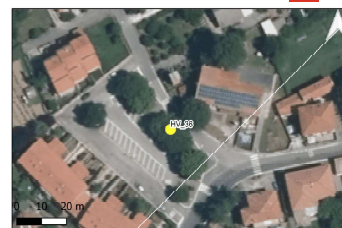
Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "box" (box calcolo: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Directionality: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a polarità (0° e 360°). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



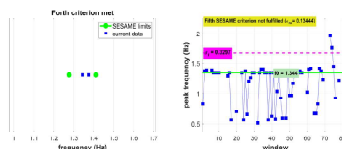
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR36 HV\_36



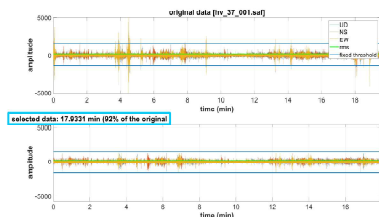
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



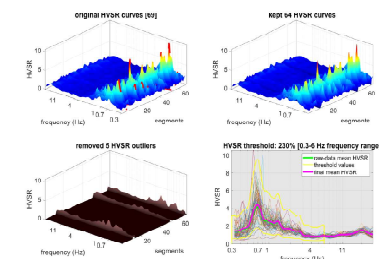
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



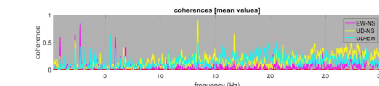
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $\geq 4$  (vi) e  $\geq 1$  (vi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



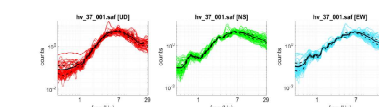
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale registrato solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia irregolari; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned; tempo-totale del segnale residuo, in minuti e valore % della durata iniziale).



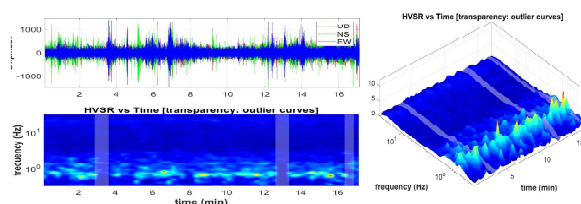
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre valori di ampiezza uditile (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (a partire da 0.3 Hz), maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e periti di tempo di registrazione.



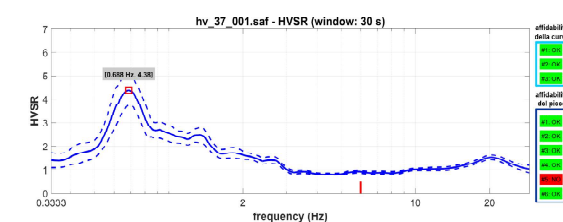
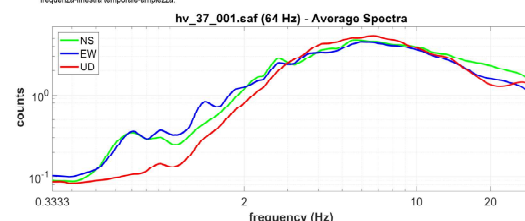
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attrazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



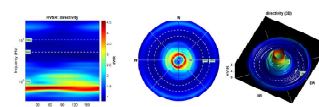
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cascina" (box calcolate: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	bandwidth (Hz)
50	smoothing (Hz)
5	frequency threshold
230	HVSR threshold
10%	spectral smoothing (stringer window)
5	decoupling order

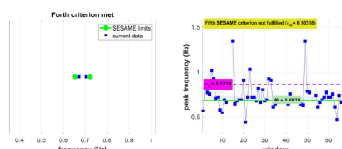
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR37 HV\_37\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

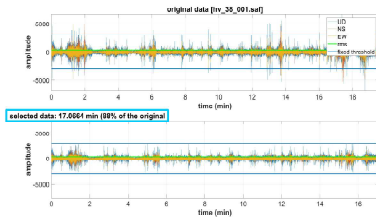


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

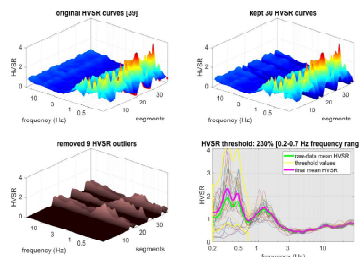


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e NS-EW e NS-EW. Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

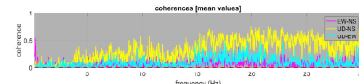




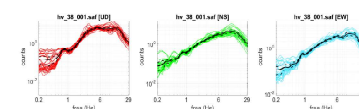
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned; tempo-tutte del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



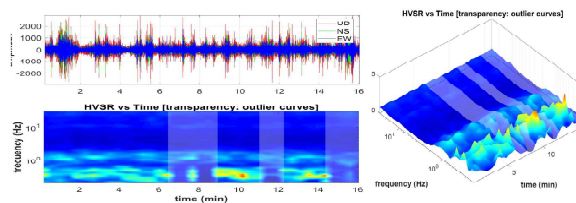
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve IVV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a partire da frequenza più bassa la frequenza della finestra, valore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



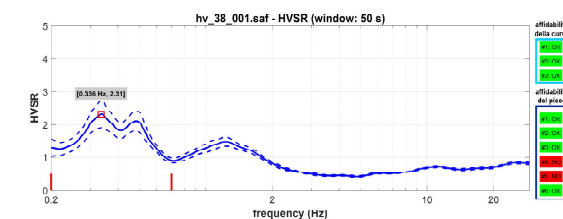
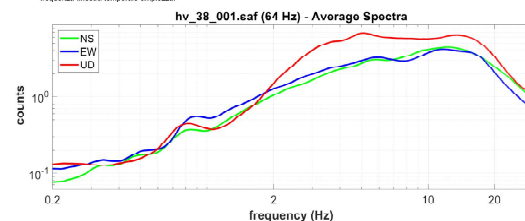
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I box blu evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



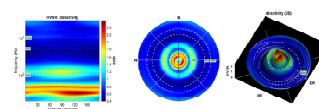
Single components: spettri delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro; da) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



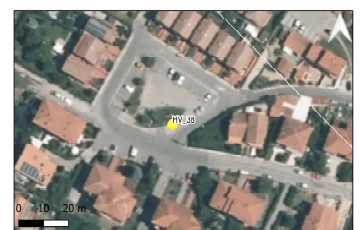
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cascina" (box colorato: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



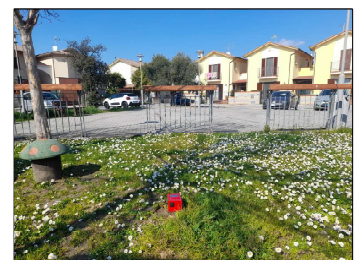
Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	bandwidth (Hz)
20	amplitude (m/s)
54	duration (s)
6.8	coherence length (s)
7	smoothing (s)
5	frequency threshold
225	HVSR threshold
10%	spectral smoothing (broadening window)
5	decoupling order

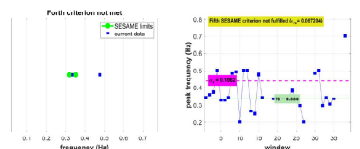
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR38 HV\_38\_rev.1



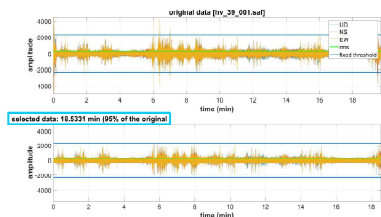
Ubicazione: posizione della stazione di registrazione.



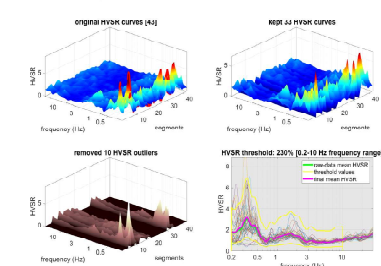
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



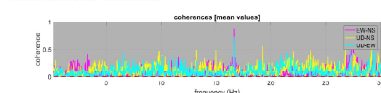
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e UD-SAME e HV (picco) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



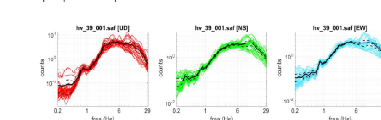
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo-tudo del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



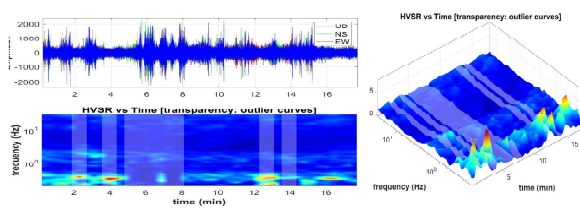
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre livelli di ampiezza (soglia), definita in funzione della frequenza del picco (in base alla frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e per la durata di registrazione).



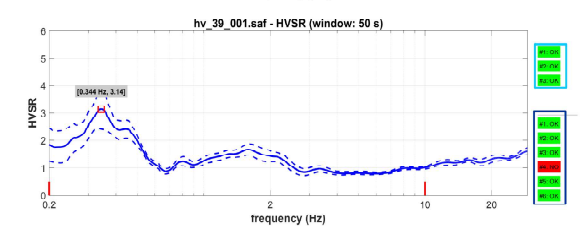
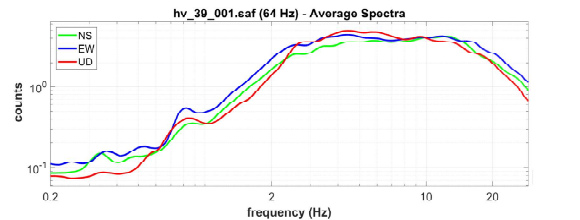
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I box blu evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



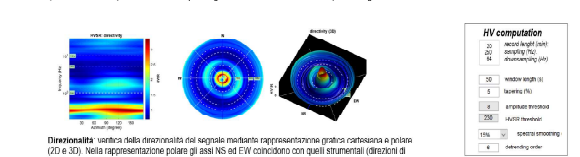
Single components spectra plot delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "soglia" (box calcolo: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

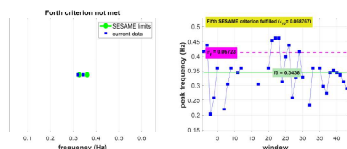
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR39 HV\_39\_rev.1



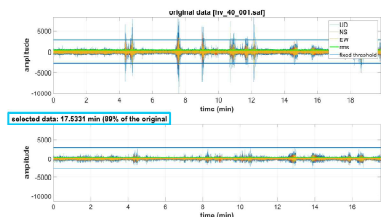
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



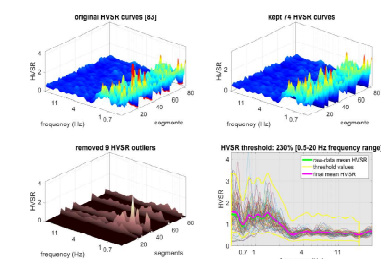
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



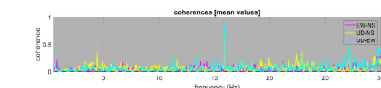
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e EW-SAME (la frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



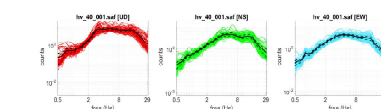
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo totale del segnale residuo, in minuti e valore % della durata iniziale).



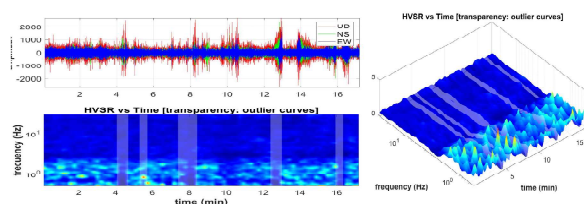
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (a partire dalla frequenza di interesse); vengono impostate le finestre, il numero di finestre e perità di tempo di registrazione.



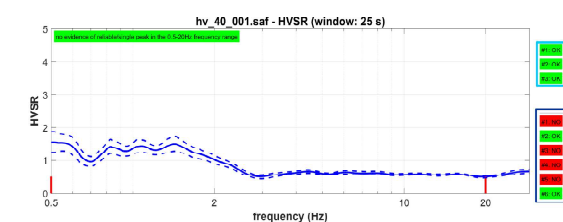
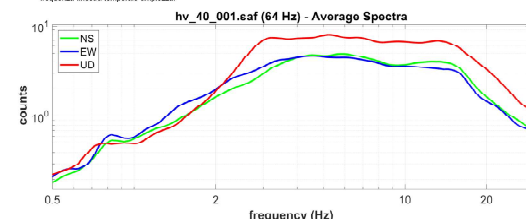
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



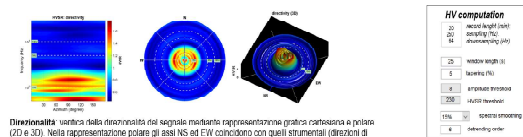
Single components: spettri delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stagionalità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.

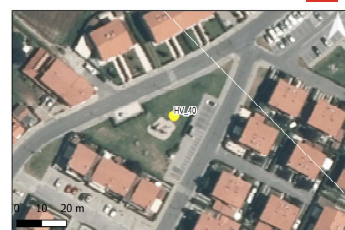


Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolato: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a planimetria (2D e 3D). Nella rappresentazione planimetrica gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

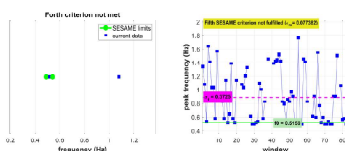
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR40 HV\_40



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $n^{\circ} 4$  (ci) e  $n^{\circ} 1$  (ci). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

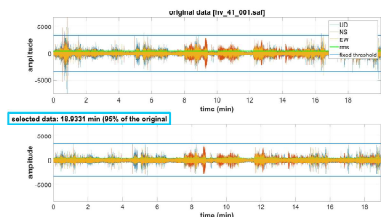
processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

relatore  
**HVSR40\_rev0**  
emissione  
**20 apr 2022**

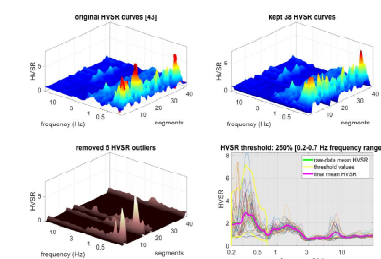


**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 54100 Massa (MS) - ITALY  
tel. 0585/47370  
info@firstbreak.it

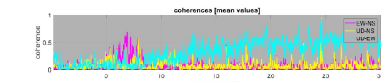




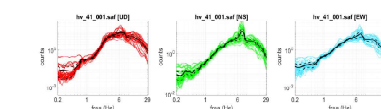
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia (in giallo), nella figura inferiore il segnale filtrato (l'ora esatta, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e varie % della durata totale).



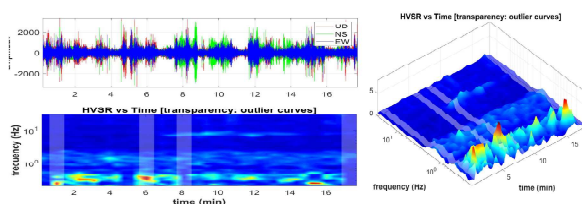
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza) più bassa (frequenza, integrità, ampiezza della finestra, valore il numero di finestre e perita di tempo di registrazione).



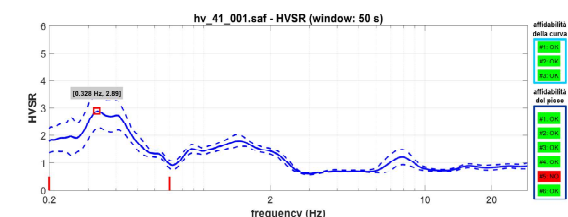
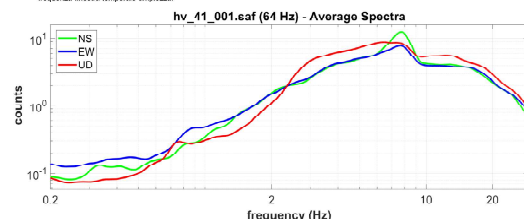
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



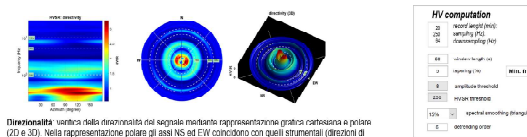
Single components: spettro delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.

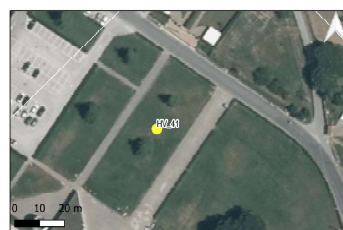


Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolato: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

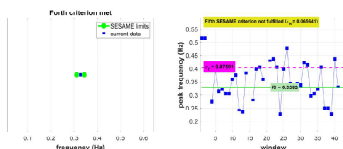
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR41 HV\_41\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $n^{\circ} 4$  (cvi) e  $n^{\circ} 1$  (cvi). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

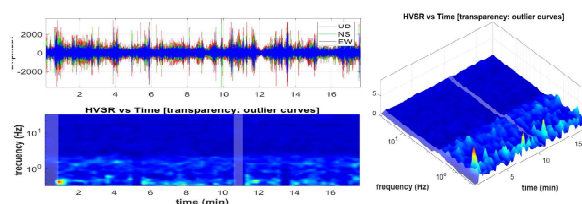
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

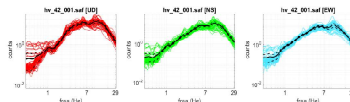
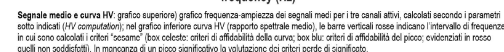
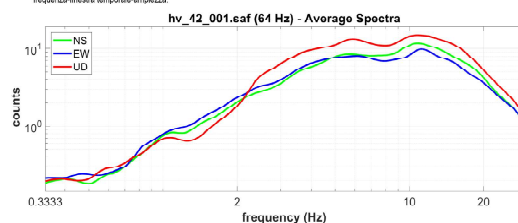
tavola  
**HVSR41\_rev1**  
emissione  
**21 apr 2022**



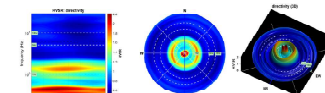
**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 00186 Roma  
Sede ufficio: Viale G. Cesare, 33 - 00186 Roma  
info: 06/5473797  
info@firstbreak.it




**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative, in trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



Singole componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV



**Direzionalità:** vanta la direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana a piani (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).



**HV computation**

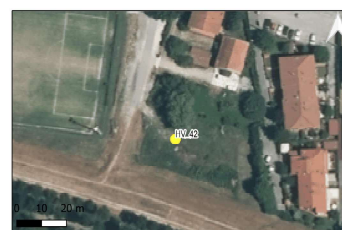
record length (min): 20  
 sampling (Hz): 250  
 downsampling (Hz): 50

subsample length (s): 0.08  
 lagging (Hz): 0

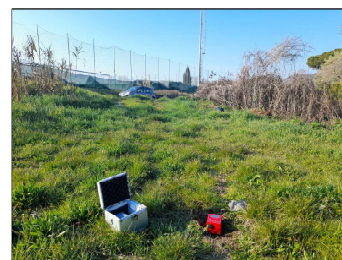
amplitude threshold: 200

**HVON settings**

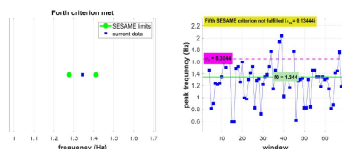
15% spectral smoothing (triangular window)  
 decreasing order



**Obbligazione:** emissione della società di assicurazione



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione



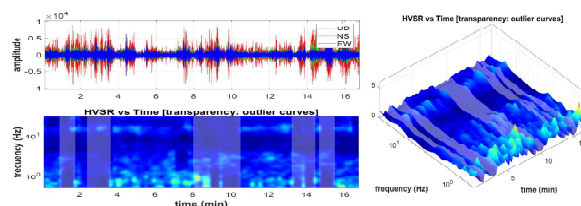
**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sx) e 5 (dx): frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

(tavola)  
HVSR42\_rev1  
avv. 1/2000

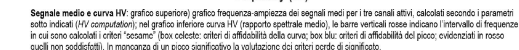
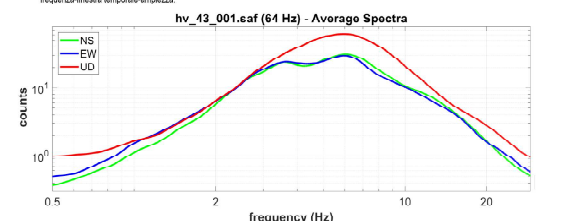


**first break** - Advanced Geophysical Services

Sede operativa: Viale della Repubblica, 70  
Sede uffici: Viale G. Chiozza, 22  
54100 Massa (MS) - ITALY



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative, in trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anormali in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.

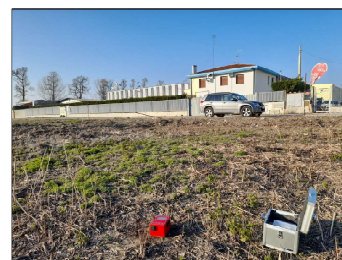


**Direzionalità:** ventura dalla direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana a polari (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di ricezione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

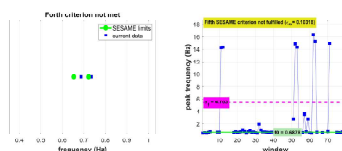


Singole componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV

Ubicazione: edificio della struttura di assistenza



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sx) e 5 (dx): frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

lavola  
HVSR43\_rev0

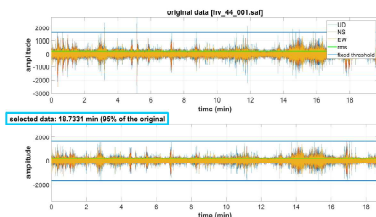


**first break** - Advanced Geophysical Services

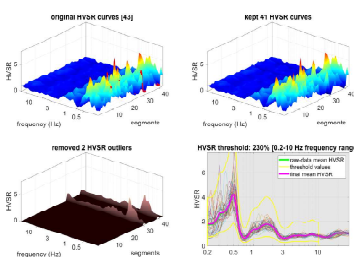
impresa individuale di Luigi Alicata

Sede operativa: Viale della Repubblica, 70      tel. 02 200047570  
Sede uffici: Viale G. Chiesa, 22      luigi@near surface.com  
54100 Massa (MS) - ITALY

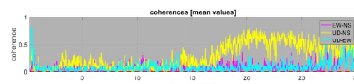




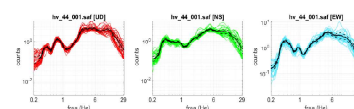
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia irregolari, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, i minimi e valori % della durata filtrata).



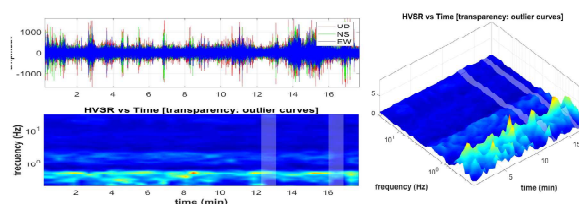
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a seconda della frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perità di tempo di registrazione).



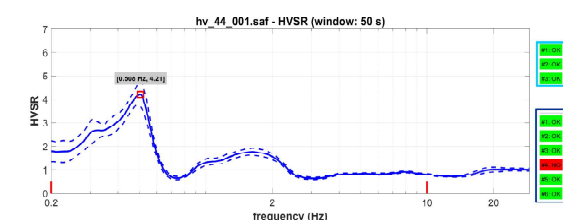
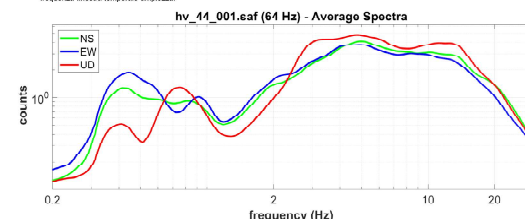
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I dati visualizzati evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



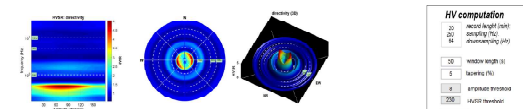
Single components: spettri delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



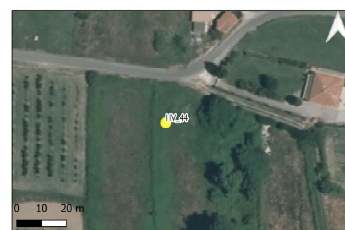
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "soccia" (box color: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a planimetria (2D e 3D). Nella rappresentazione planimetrica gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
20	window length (s)
50	frequency (Hz)
5	segment (Hz)
5	frequency threshold (Hz)
100	data threshold
10%	spectra smoothing
4	defining order

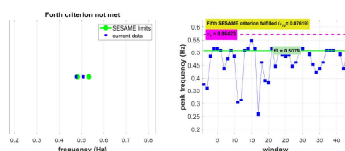
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR44 HV\_44\_rev.1



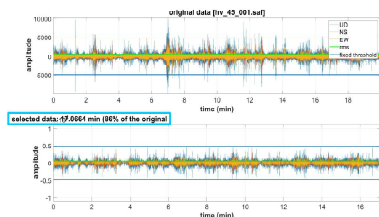
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



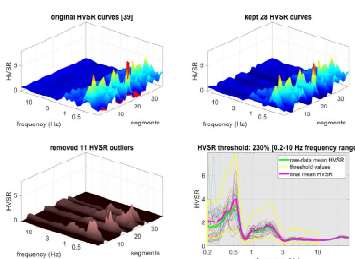
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



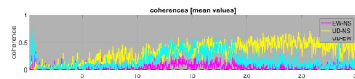
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME n° 4 (cvi) e 1 (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



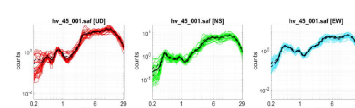
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati; tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



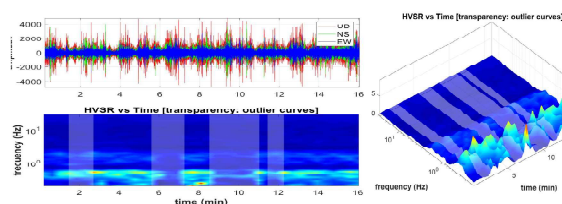
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a partire dalla frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perità di tempo di registrazione).



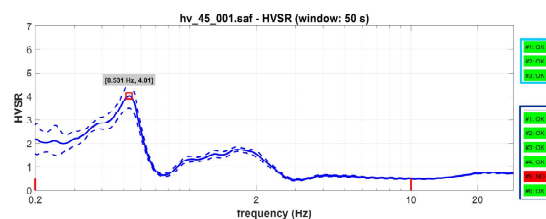
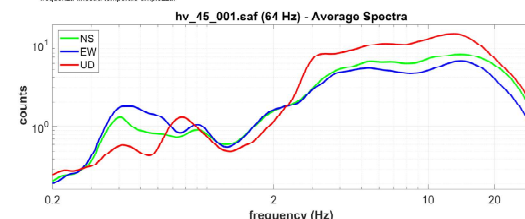
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I dati vanno evidenziando le componenti antropiche presenti nello spettro.



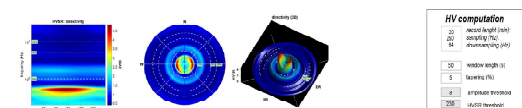
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stagionalità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.

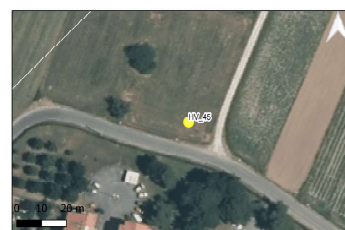


Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "toccato" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigenzialità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

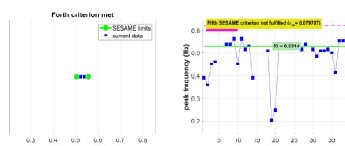
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione HVSR45 HV\_45\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (cvi) e 7 (px). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

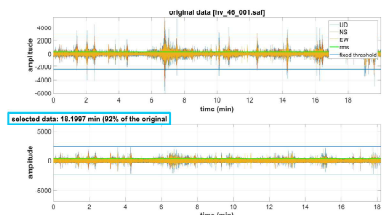
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

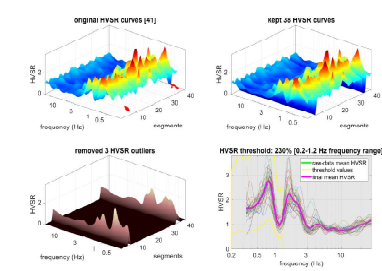
tavola  
**HVSR45\_rev0**  
emissione  
**20 apr 2022**



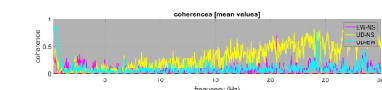
first break - Advanced Geophysical Services  
Ingegnere individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 54100 Massa Marittima (MS) - ITALY  
Sede ufficio: Viale G. Cesare, 33 - 54100 Massa Marittima (MS) - ITALY  
tel. 0585/47370  
luga@firstbreak.com



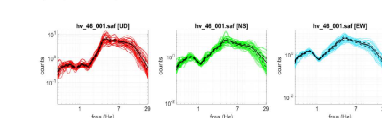
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato (sullamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...)). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



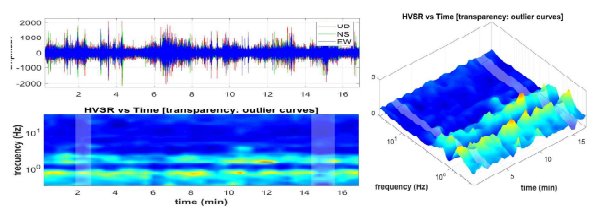
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valori di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (in evidenza più basse la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



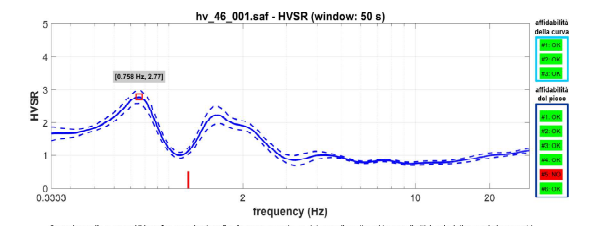
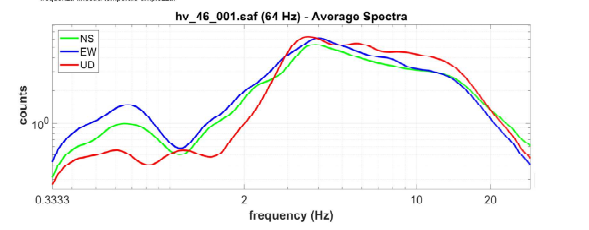
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I box verticali evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



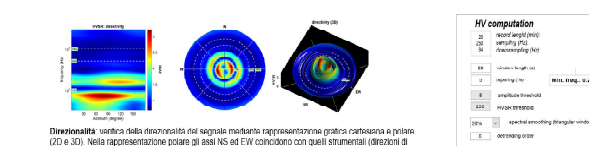
Single components: spettro delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "cascina" (box colorati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



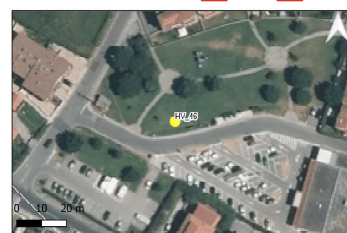
Verticalità: verifica della discriminabilità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

## DOPPIO PICCO vedere anche pg. 2

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

postazione\_HVSR46

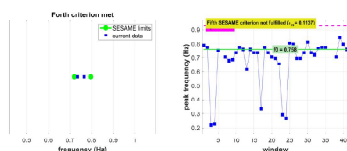
# HV\_46\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.

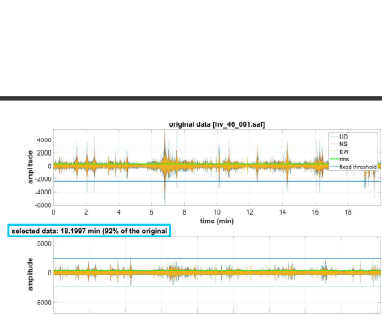
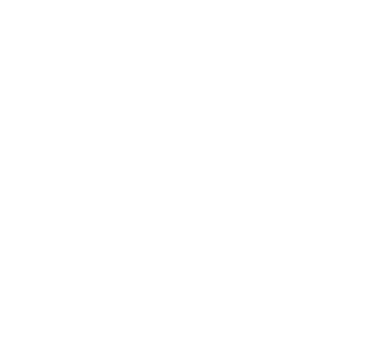


Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.

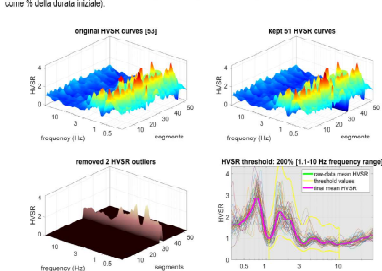


Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e E-W (e) e (f) (f) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

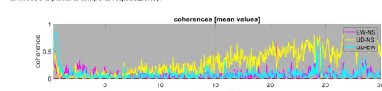




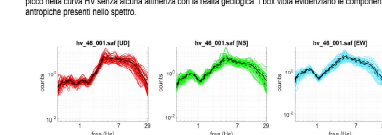
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia inglobati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerici, tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 1% della durata totale).



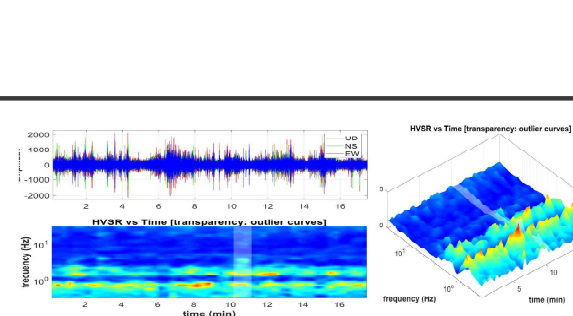
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a partire dalla frequenza più bassa della finestra, intorno il numero di finestre a parità di registrazione).



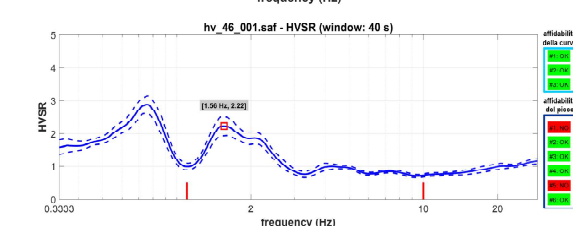
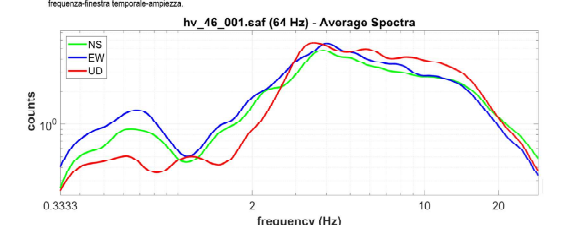
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna interferenza con la realtà geologica. I dati visualizzati evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



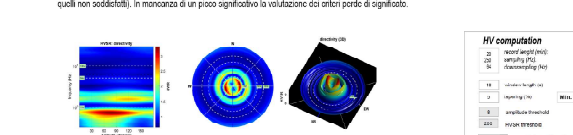
Single components spectra of the components UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtro (da) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.

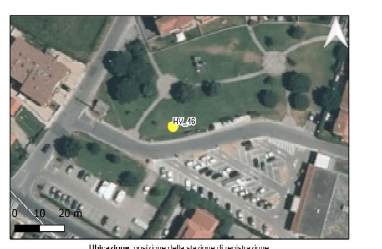


Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "sacso" (box calcolo: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dimensionalità: verifica della dimensionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a proiezione (2D e 3D). Nella rappresentazione planare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

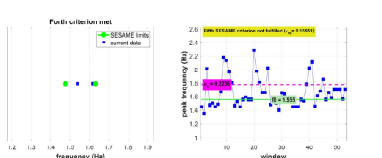
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR46



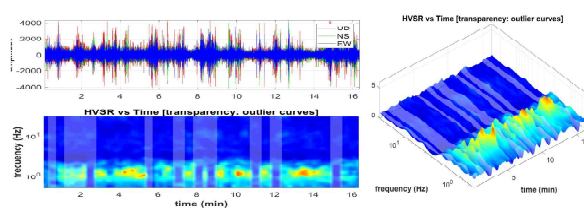
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



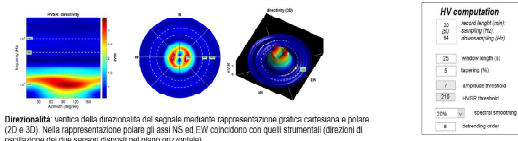
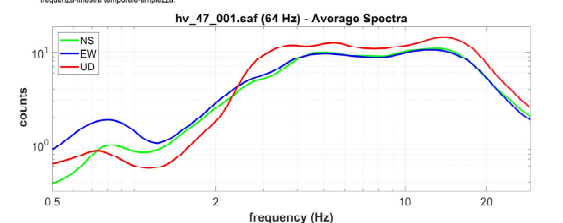
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (cvi) e 7 (pc). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anormali in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



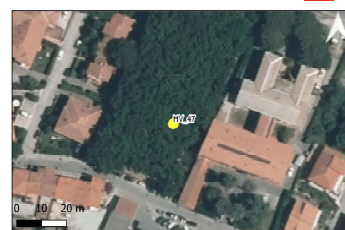
**Direzionalità:** vanta la direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana e polare (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di predilezione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

**HV computation**

record length (n/nt)  
 sampling (Nc)  
 downsampling (dy)

window length (N)  
 tapering (Nt)  
 amplitude threshold  
 1-Hz/20 threshold

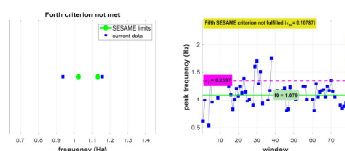
spectral smoothing  
 deconvolving order



**Ubicazione:** posizione della stazione di registrazione



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione



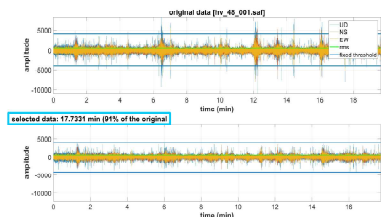
**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sx) e 5 (dx): frequenza di picco di tutte le finestre considerata per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



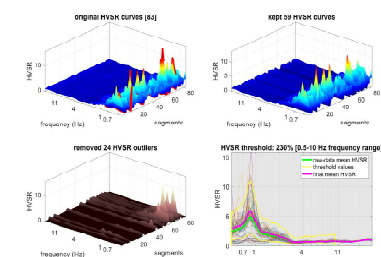
**first break** - Advanced Geophysical Services

impresa individuale di Luigi Alicata

Sede operativa: Viale della Repubblica, 70      tel. 02 200047570  
Sede uffici: Viale G. Chiesa, 22      luigi@near surface.com  
54100 Massa (MS) - ITALY



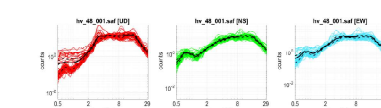
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale registrato solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Data cleaned: tempo-totale del segnale residuo, in minuti e valore % della durata iniziale).



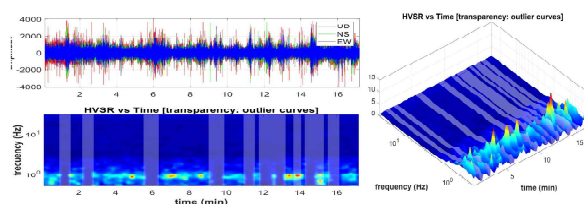
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve IV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre parti di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a bassa frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre e perità di tempo di registrazione).



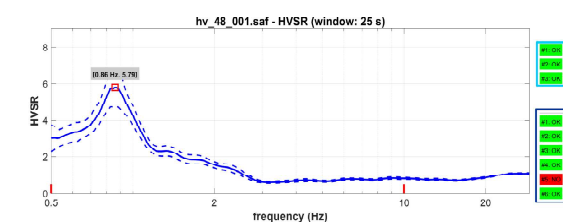
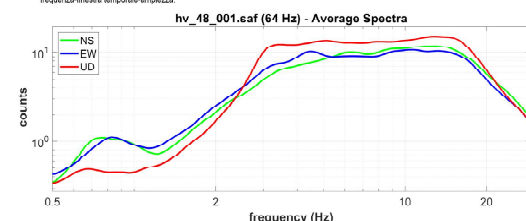
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



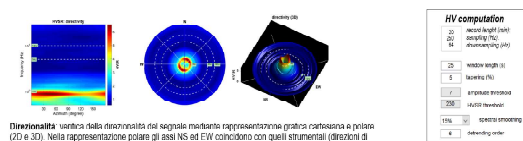
Single components spectra of the components (UD, NS, EW), per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.

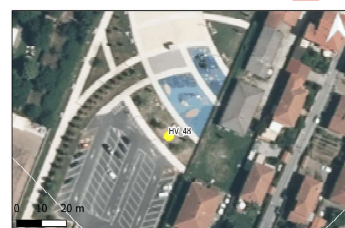


Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxcar" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Dirigibilità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a planimetria (2D e 3D). Nella rappresentazione planimetrica gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

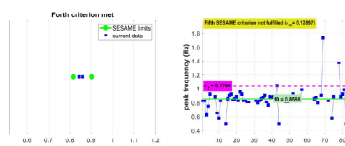
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR48 HV\_48



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME  $\geq 4$  (vi) e  $\geq 7$  (ix). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

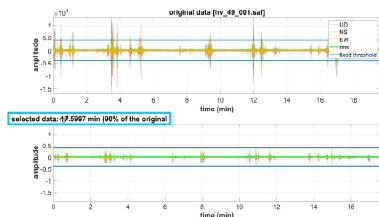
processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

relatore  
**HVSR48\_rev0**  
emissione  
**20 apr 2022**

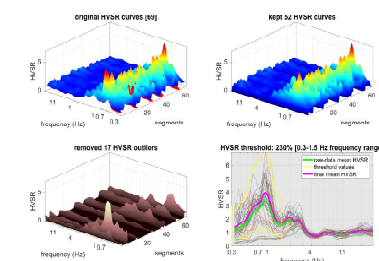


**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 54100 Massa (MS) - ITALY  
Sede ufficio: Viale G. Cesare, 33 - 54100 Massa (MS) - ITALY  
tel. 0585/47370  
luga@firstbreak.com

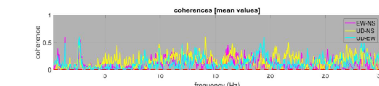




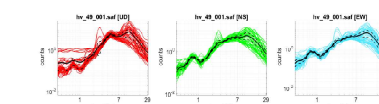
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW), il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati, tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 1% della durata iniziale).



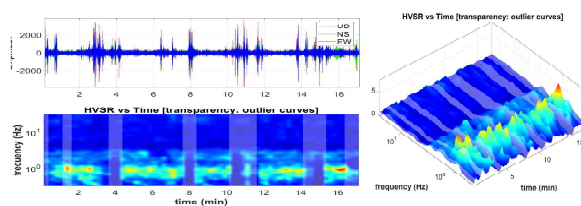
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in otto valli di ampiezza uguale (segmenti), definita in funzione della frequenza del picco (a partire dalla frequenza più bassa della finestra, intanto il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



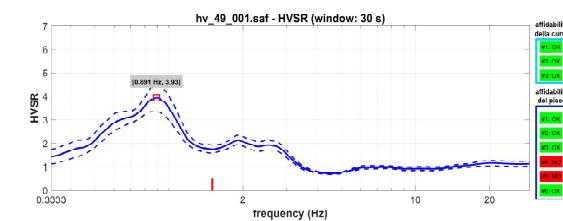
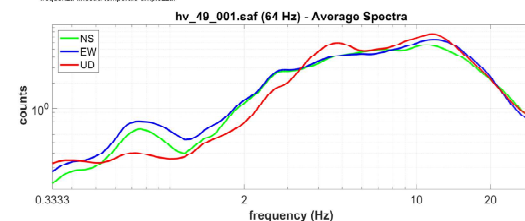
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I dati vanno evidenziati nei componenti antropici presenti nello spettro.



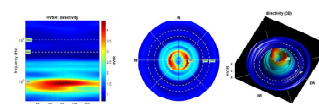
Single components spectra of the components UD, NS, EW, for each time window considered for the HV calculation.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, che per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui le curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



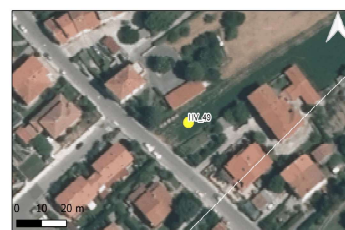
Segnale medio e curva HV: grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "boxplot" (box calcolo: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
20	bandwidth (Hz)
50	smoothing (Hz)
50	decoupling (Hz)
44	reference length (s)
7	smoothing (s)
7	smoothing threshold
225	mean threshold
10%	spectral smoothing (stringer window)
5	decoupling order

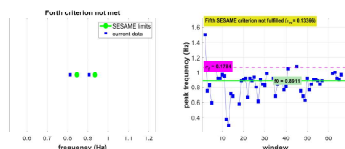
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR49 HV\_49\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e UD-SAME e HV (frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR). In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

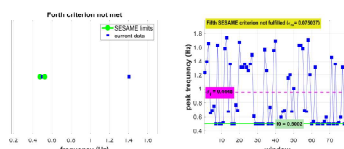
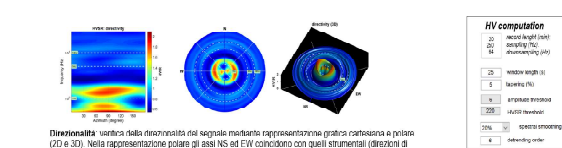
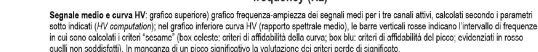
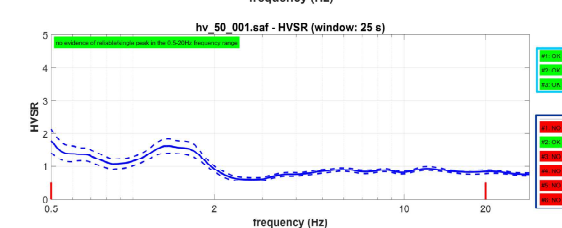
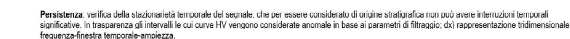
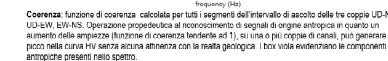
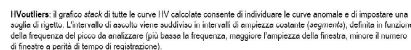
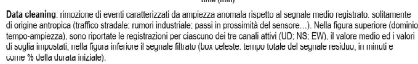
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
**Dott. L. Allacorta**  
Dott. Geol. L. Vasselli

invio  
**HVSR49\_rev1**  
emissione  
**21 apr 2022**



**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa Individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 0401 - 330547370  
Sede uffici: Viale G. Cesare, 33 - 0401 - 330547370  
34100 Massa Marittima - ITALY



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sa) e 5 (dx): frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

**progetto** (Pisa)  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
*Esecuzione di indagini geofisiche*

(Pisa)

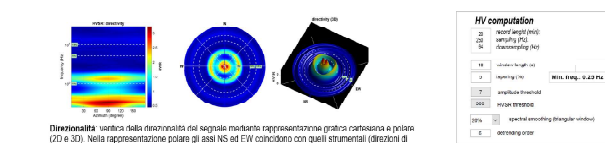
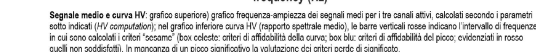
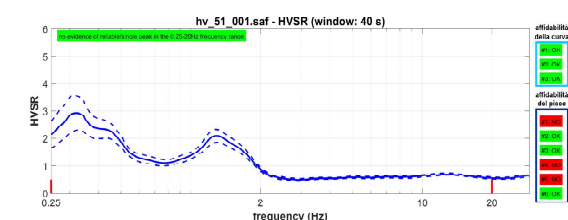
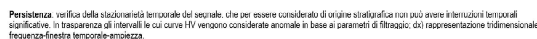
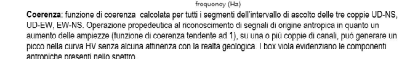
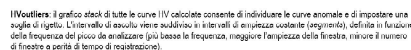
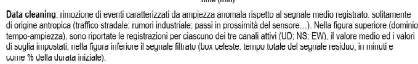
Dott. Geol.

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

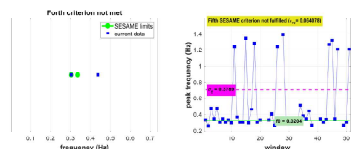
Dott. Geol. L. Vaselli



Sede operativa: Viale della Repubblica, 70  
Sede uffici: Viale G. Chiosso, 22  
54100 Massa (MS) - ITALY



**Postazione:** ricerca fotografica della stazione di registrazione



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sa) e 5 (dr); frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.


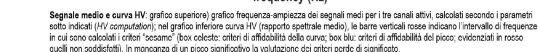
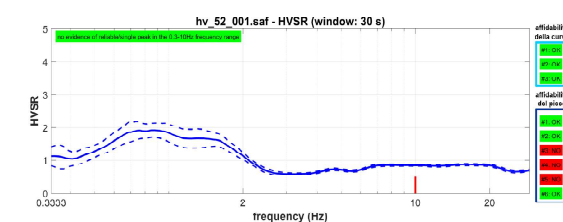
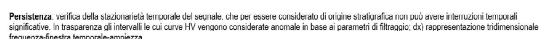
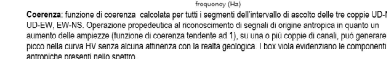
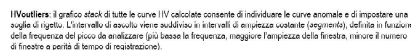
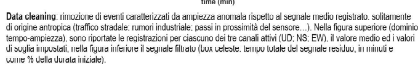
tabola  
HVSF51\_rev1  
emissione  
21 apr 2022



**first break** - Advanced Geophysical Services  
impresa individuale di Luigi Alacanta

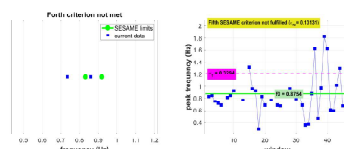
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70    mobile: 3290047570  
Sede uffici: Viale G. Chiesa, 22    luigi@near surface.com  
54100 Massa (MS) - ITALY





**HIV computation**

- record length (in): 20
- sampling (Hz): 250
- rawsampling (Hz): 94
- subseries length (s): 68
- lagging (Hz): 12
- amplitude threshold: 0
- HIV IN TESTING: 22.0
- 25% spectral smoothing (triangular window)
- decending order



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sa) e 5 (dr): frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

**committente**  
**COMUNE DI VECCHIANO**  
**(Pisa)**

**richiedente**  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

**oggettivo**  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

*processing*  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vascelli

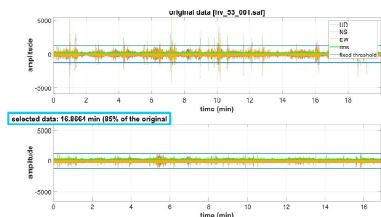
lavola  
HVSr52\_rev1  
emissione  
21.04.2022



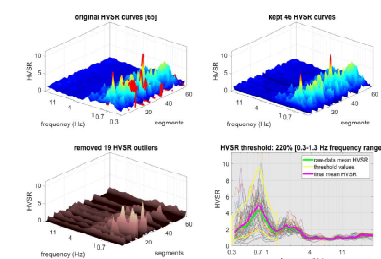
**first break** - Advanced Geophysical Services  
Impresa individuale di Luigi Altacuria

Sede operativa: Viale della Repubblica, 70  
Sede uffici: Viale G. Chioia, 23  
54100 Massa (MS) - ITALY

tel. 3290547970  
luigi@near-surface.com



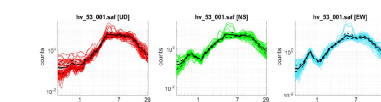
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati; tempo totale del segnale residuo, in minuti e valore % della durata iniziale).



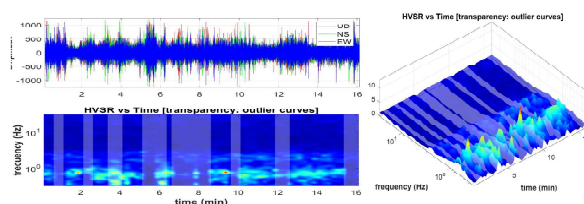
IVoutliers: il grafico stack di tutte le curve IVV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di esclusione viene individuato in base alla ampiezza assoluta (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza) più bassa (frequenza, integrità l'ampiezza della finestra, valore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



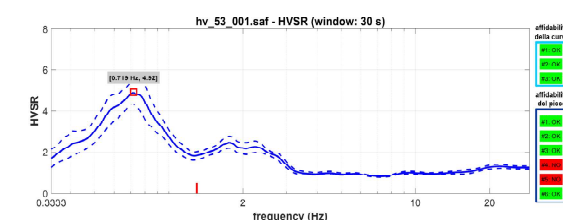
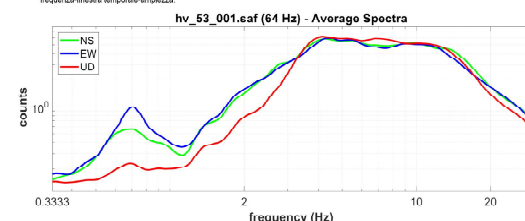
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione preponderante di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna alterazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



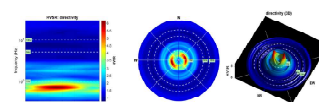
Single components: spettri delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra tempo-ampiezza.



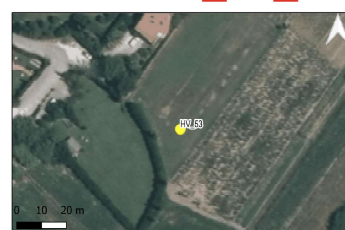
Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "coccina" (box colorato: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Directionality: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica la polarità (D e S). Nella rappresentazione potare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di installazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	band length (Hz)
200	bandwidth (Hz)
50	decimpling (Hz)
44	channel length (s)
7	smoothing (s)
5	frequency threshold
222	HVSR threshold
10%	spectral smoothing (stringer window)
5	decoupling order

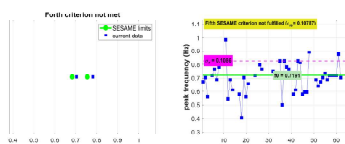
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR53 HV\_53\_rev.1



Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME n° 4 (cvi) e 7 (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR; in caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

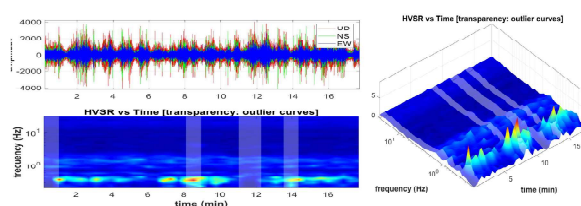
oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

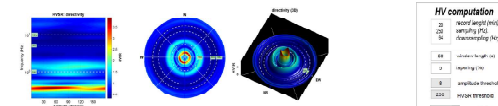
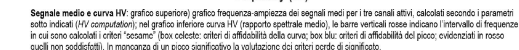
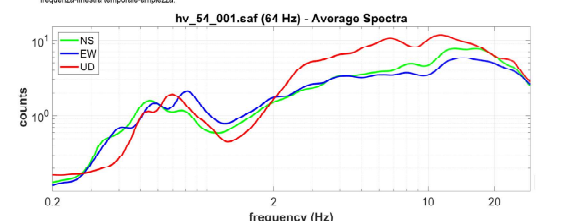
invio  
**HVSR53\_rev1**  
emissione  
**21 apr 2022**



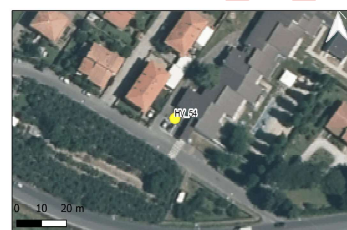
first break - Advanced Geophysical Services  
Ingegnere responsabile di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 00186 Roma  
Sede uffici: Viale G. Cesare, 33 - 00186 Roma  
Tel. 06/5473797  
Fax 06/5473798  
Email: info@firstbreak.it  
Web: www.firstbreak.it



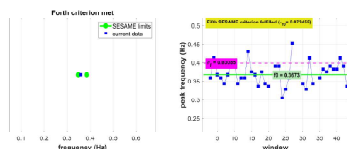
**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative, in trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anormali in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



**Direzionalità:** vantura dalla direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartesiana a polare (2D e 3D). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di oscillazione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

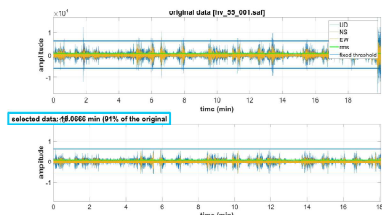


**Postazione:** ripresa fotografica della stazione di registrazione

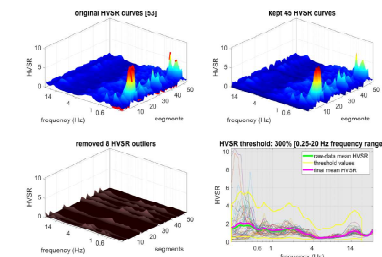


**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (sa) e 5 (dr); frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

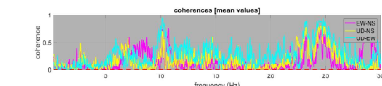




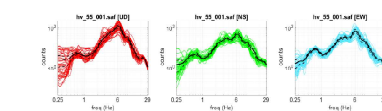
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati originali, tempo totale del segnale residuo, le minuzie e curve 1% della durata totale).



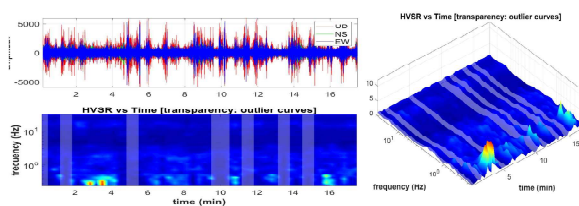
IV outliers: il grafico stack di tutte le curve IVV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene stabilito in base ai dati di ampiezza usabile (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (in ampiezza) più bassa della frequenza, impostare l'ampiezza della finestra, impostare il numero di finestre e porità di tempo di registrazione.



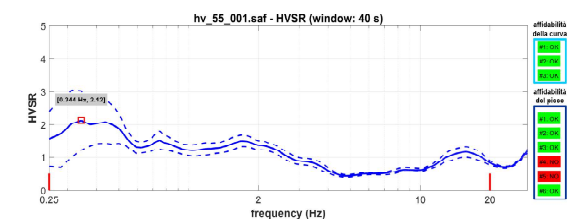
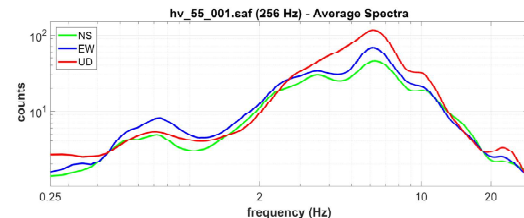
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione perpendicolare al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I box blu evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



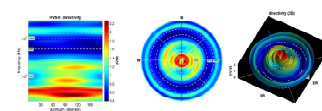
Single components spectra delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza tempo-ampiezza.



Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio); le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "toccato" (box colorato: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziali in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Direzionalità: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a petalo (2D e 3D). Nella rappresentazione petalo gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	bandwidth (Hz)
20	bandwidth (Hz)
50	bandwidth (Hz)
10	bandwidth (Hz)
2	bandwidth (Hz)
1	bandwidth (Hz)
1000	HVSR threshold
10%	spectral smoothing (Hanning window)
5	decimation order

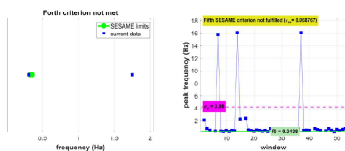
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR55 HV\_55



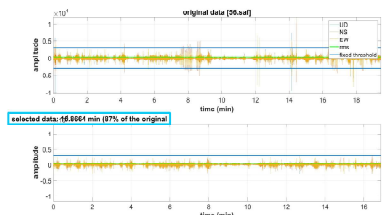
Ubicazione, posizione della stazione di registrazione.



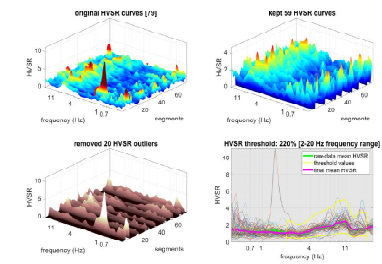
Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



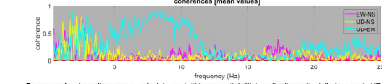
Criteri: verifica dei criteri NS-SAME n° 4 (cvi) e 1 (cvi) frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR55. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



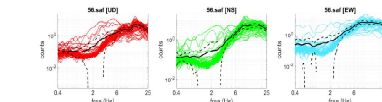
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza) sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati; nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerici: tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve 1% della durata totale).



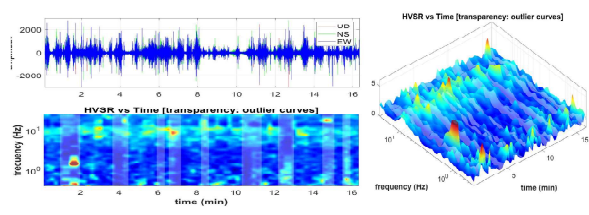
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di esclusione viene stabilito in base alla deviazione standard (seguendo la funzione della frequenza del picco in ampiezza) (più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, minore il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



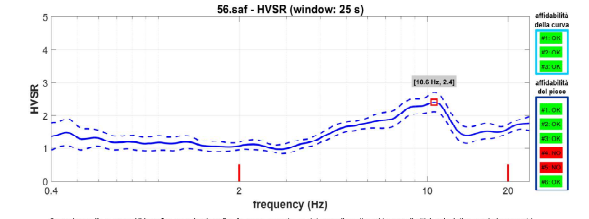
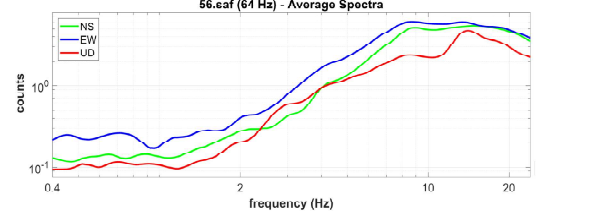
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, NS-EW. Operazione propedeutica al riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna relazione con la realtà geologica. I dati vanno evidenziando le componenti antropiche presenti nello spettro.



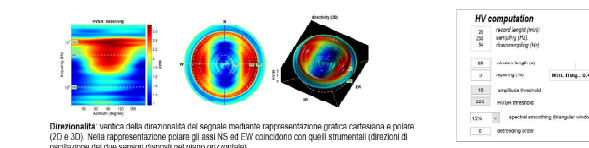
Single components' spectra delle componenti UD, NS, E-W, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



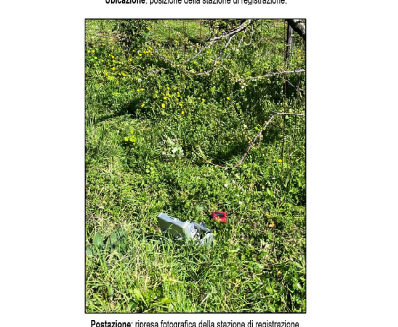
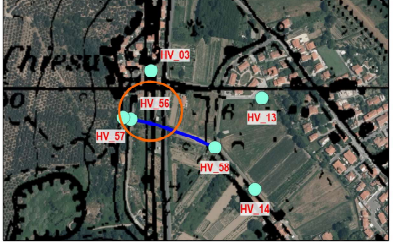
Persistenza: verifica della stabilità temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (d) rappresentazione bidimensionale frequenza-finestra-tempo-ampiezza.



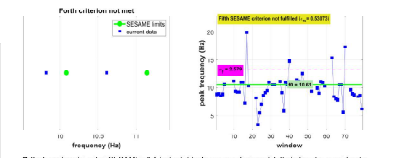
Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "soccia" (box colorato: criteri di affidabilità della curva; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti); in mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



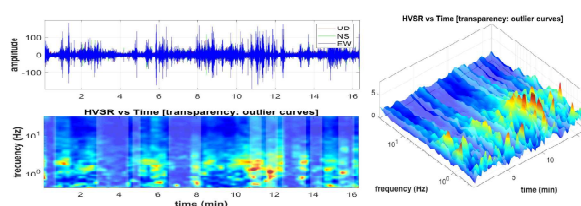
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR56



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri BESAME n° 4 (cvi) e 1 (cvi) frequenza di picco in tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.



**Persistenza:** verifica della stazionarietà temporale del segnale, che per essere considerato di origine stratigrafica non può avere interruzioni temporali significative, in trasparenza gli intervalli le cui curve HV vengono considerate anormali in base ai parametri di filtraggio; dx) rappresentazione tridimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.

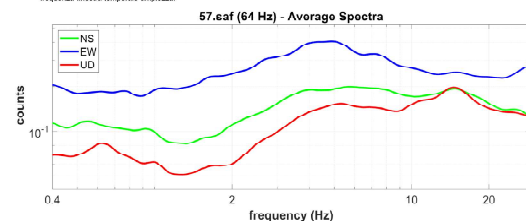
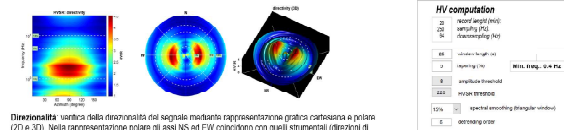
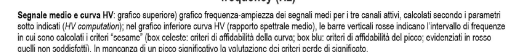
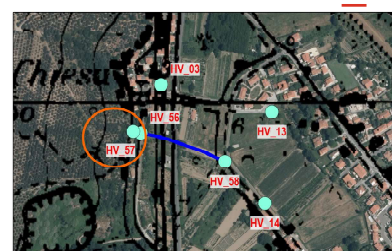


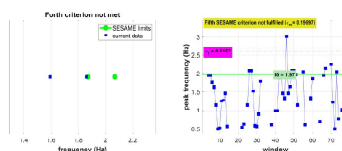
Figure 1 is a line plot titled "57.saf - HVSR (window: 25 s)". The y-axis is labeled "HVSR" and ranges from 0 to 6. The x-axis is labeled "frequency (Hz)" and is on a logarithmic scale from 0.4 to 20. A solid blue line represents the HVSR ratio, with dashed blue lines indicating the confidence interval. A red dot marks the peak at 1.97 Hz with an HVSR of 3.39. Two vertical red lines are drawn at 0.7 Hz and 14.5 Hz. A legend on the right lists station names and their corresponding colors: 57.saf (red), 58.saf (green), 59.saf (blue), 60.saf (orange), 61.saf (purple), 62.saf (brown), 63.saf (pink), 64.saf (grey), 65.saf (olive), 66.saf (teal), 67.saf (cyan), 68.saf (magenta), 69.saf (yellow), 70.saf (dark blue), 71.saf (light blue), 72.saf (dark green), 73.saf (light green), 74.saf (dark red), 75.saf (light red), 76.saf (dark blue), 77.saf (light blue), 78.saf (dark green), 79.saf (light green), 80.saf (dark red), 81.saf (light red), 82.saf (dark blue), 83.saf (light blue), 84.saf (dark green), 85.saf (light green), 86.saf (dark red), 87.saf (light red), 88.saf (dark blue), 89.saf (light blue), 90.saf (dark green), 91.saf (light green), 92.saf (dark red), 93.saf (light red), 94.saf (dark blue), 95.saf (light blue), 96.saf (dark green), 97.saf (light green), 98.saf (dark red), 99.saf (light red), 100.saf (dark blue).



Singole componenti: spettro delle componenti UD, NS, EW, per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione



**Criteri:** verifica dei criteri SESAME n° 4 (xi) e 5 (ix): frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

tabola  
HVSr57\_rev0

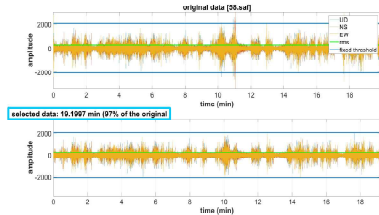


**first break** - Advanced Geophysical Services

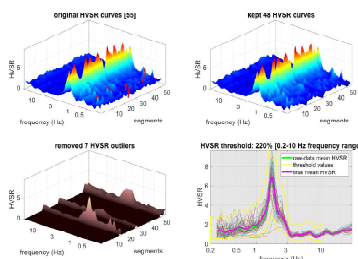
impresa individuale di Luigi Alicata

Sede operativa: Viale della Repubblica, 70      tel. 02 200047570  
Sede uffici: Viale G. Chiesa, 22      luigi@near surface.com  
54100 Massa (MS) - ITALY

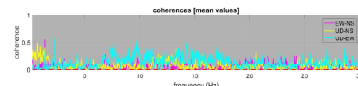




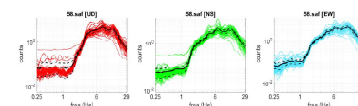
Data cleaning: rimozione di eventi caratterizzati da ampiezza anomala rispetto al segnale medio registrato, solitamente di origine antropica (traffico stradale, rumori industriali, passi in prossimità del sensore...). Nella figura superiore (dominio tempo-ampiezza), sono riportate le registrazioni per ciascuno dei tre canali attivi (UD, NS, EW); il valore medio ed i valori di soglia impostati, nella figura inferiore il segnale filtrato (Dati celerati, tempo totale del segnale residuo, in minuti e curve % della durata iniziale).



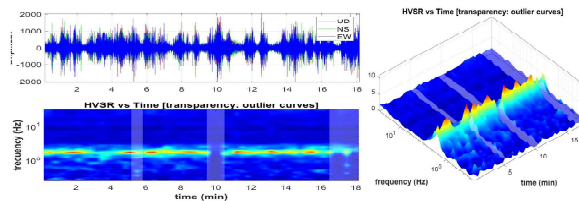
IVOutliers: il grafico stack di tutte le curve HV calcolate consente di individuare le curve anomale e di impostare una soglia di rigetto. L'intervallo di soglia viene suddiviso in tre valori di ampiezza usabile (segnale), definita in funzione della frequenza del picco (aumentare più bassa la frequenza, maggiore l'ampiezza della finestra, ridurre il numero di finestre a parità di tempo di registrazione).



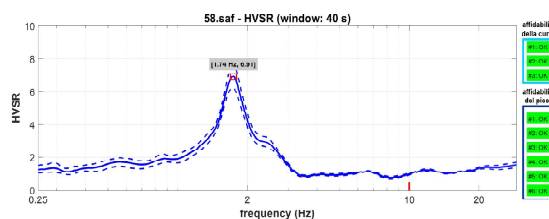
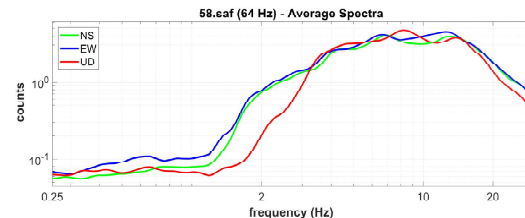
Coerenza: funzione di coerenza calcolata per tutti i segmenti dell'intervallo di ascolto delle tre coppie UD-NS, UD-EW, EW-NS. Operazione predefinita di riconoscimento di segnali di origine antropica in quanto un aumento della ampiezza (funzione di coerenza tendente ad 1), su una o più coppie di canali, può generare un picco nella curva HV senza alcuna attrazione con la realtà geologica. I tre valori evidenziano le componenti antropiche presenti nello spettro.



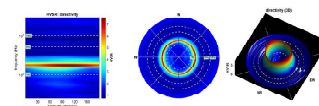
Single components spectra of the components (UD, NS, EW), per ciascuna finestra considerata per il calcolo del rapporto HV.



Persistenza: verifica della stazionarietà temporale del segnale, utile per essere considerato di origine sismologica non può avere interruzioni temporali significative. In trasparenza gli intervalli in cui curve HV vengono considerate anomale in base ai parametri di filtraggio; (a) rappresentazione bidimensionale frequenza-finezza temporale-ampiezza.



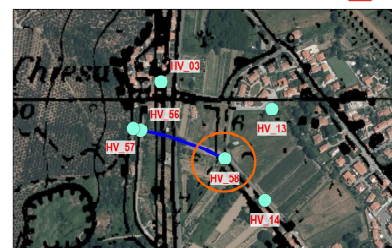
Segnale medio e curva HV (grafico superiore) grafico frequenza-ampiezza dei segnali medi per i tre canali attivi, calcolati secondo i parametri sotto indicati (HV computation); nel grafico inferiore curva HV (rapporto spettrale medio), le barre verticali rosse indicano l'intervallo di frequenza in cui sono calcolati i criteri "sacoso" (box calcolati: criteri di affidabilità delle curve; box blu: criteri di affidabilità del picco; evidenziati in rosso quelli non soddisfatti). In mancanza di un picco significativo la valutazione dei criteri perde di significato.



Directionality: verifica della direzionalità del segnale mediante rappresentazione grafica cartografica a polarità (D e S). Nella rappresentazione polare gli assi NS ed EW coincidono con quelli strumentali (direzioni di acquisizione dei due sensori disposti nel piano orizzontale).

HV computation	
23	non è larghi (Hz)
20	amplitude (Hz)
50	directionality (Hz)
18	coherence (Hz)
7	frequency (Hz)
5	amplitude threshold
222	coherence threshold
10%	spectral smoothing (stringer window)
5	directionality order

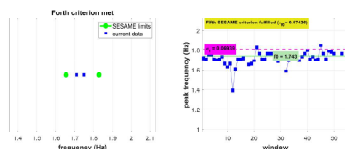
## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio postazione\_HVSR58 HV\_58



Utilizzazione: posizione della stazione di registrazione.



Postazione: ripresa fotografica della stazione di registrazione.



Criteri: verifica dei criteri NS-SAME e "L" (L) e "H" (H). Frequenza di picco di tutte le finestre considerate per il calcolo dell'HVSR. In caso di assenza di picco HV la verifica perde di significato.

commessa  
**Balatri MS\_Vecchiano**  
progetto  
**MICROZONAZIONE SISMICA del COMUNE di VECCHIANO**  
Esecuzione di indagini geofisiche

committente  
**COMUNE di VECCHIANO**  
(TN)

richiedente  
**Roberto Balatri**  
Dott. Geol.

oggetto  
**INDAGINI SISMICHE**  
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

processing  
Dott. L. Allacorta  
Dott. Geol. L. Vasselli

relatore  
**HVSR58\_rev0**  
emissione  
14 mar 2022



**first break - Advanced Geophysical Services**  
Impresa individuale di Luigi Allacorta  
Sede operativa: Viale della Repubblica, 70 - 00186 Roma  
Sede uffici: Viale G. Cesare, 33 - 00186 Roma  
info: 06/547379  
lugi@firstbreak.it

Max HVRS at  $7,9 \pm 0,26$  Hz (in the range 0,5 - 20,0 Hz).

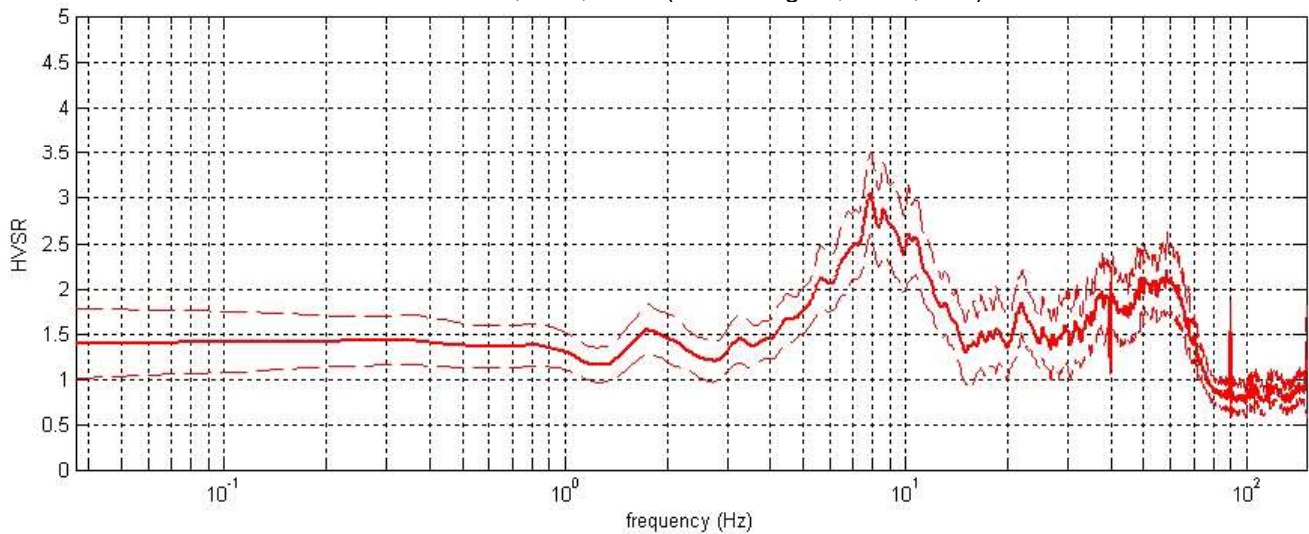


Fig. 6 - Rapporto spettrale H/V misurato.

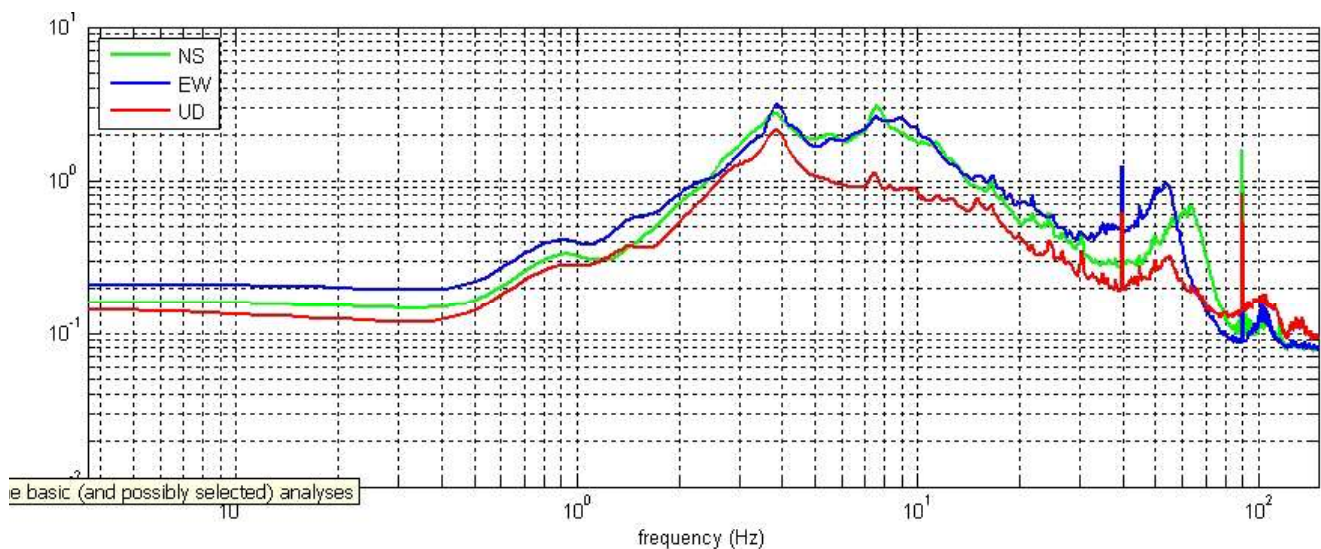


Fig. 7 - Valori spettrali assoluti per le tre componenti del moto vibrazionale (U-D, N-S, E-W).

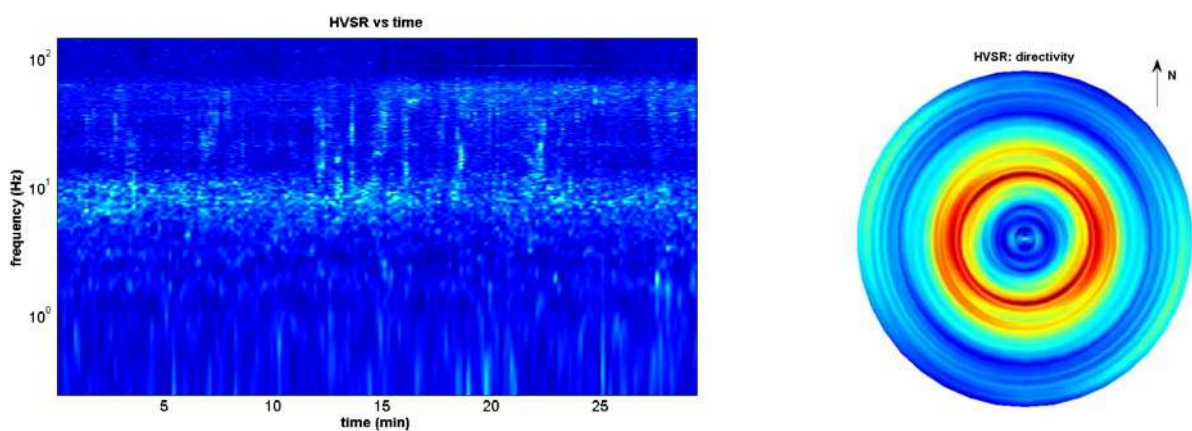


Fig. 8 - Persistenza del picco H/V con il tempo e direzionalità del segnale.

Nella Tabella 4 viene riportato dal punto di vista numerico la qualità del segnale acquisito sulla base dei principi e delle indicazioni di cui al progetto SESAME 2005 (*Site EffectS assessment using AMbient*

*Excitations*). Per l'affidabilità della curva HVSR i primi tre criteri devono essere verificati mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri successivi.

Criteri per l'attendibilità della curva H/V					
(Tutti e 3 dovrebbero essere soddisfatti)					
$f_0 > 10 / L_w$	7.9	>	0.5	OK	
$nc(f_0) > 200$	281.38	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$ Hz	$\sigma_A(f)$	<	2	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$ Hz	$\sigma_A(f)$	<	3		
Criteri per un chiaro picco della curva H/V					
(Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti)					
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	$A_{H/V}(f^-)$	<	$A_0/2$	OK	
$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	$A_{H/V}(f^+)$	<	$A_0/2$	OK	
$A_0 > 2$	3.1	>	2	OK	
$F_{peak} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	-0.05	$< f_0 <$	+0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.574	<	0.397	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.455	<	1.58	OK	
Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di Frequenza [Hz]	< 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	> 2,0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 \cdot f_0$	$0.20 \cdot f_0$	$0.15 \cdot f_0$	$0.10 \cdot f_0$	$0.05 \cdot f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.00	2.50	2.00	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

**Tab. 4** – Verifica di attendibilità della curva H/V secondo i criteri del Progetto SESAME 2005.

dove:

$L_w$	lunghezza finestra
$n_w$	n° di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	n° di cicli significativi
$f$	frequenza corrente
$f_0$	frequenza di picco della curva H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per le condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza del picco 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 $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per le condizioni di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Si osserva quindi che il picco a **7,9 Hz** (di cui alla Figura 6) soddisfa tutti i criteri del primo gruppo e 5 su 6 del secondo e può pertanto essere assunto come **frequenza fondamentale di risonanza di sito**.

Il tecnico  
per le indagini geofisiche  
**Dott. Francesco Fiera**

