

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

# MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3

## Relazione indagini geofisiche

**Regione Toscana**  
**Comune Chiusi della Verna (AR)**



Regione	Soggetto realizzatore:	Data
Regione Toscana – Settore Sismica	Comune di Chiusi della Verna /Servizio  Professionisti incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Dott. Geol. Cristian Pieroni Dott. Geol. Francesco Puccetti   <small>Via Andrea del Castagno, 8 - 50133 Firenze tel. 055/571383, 055/579994, fax 055/5622329 info@gvooecoprogetti.com</small>	Agosto 2020

---

## **INDICE RELAZIONE**

<b>1 – PREMESSA</b>	<b>3</b>
1.1 UBICAZIONE AREA DI STUDIO	3
1.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE	3
1.3 STRUTTURA DELLA RELAZIONE	3
<b>2 – LE ONDE DI SUPERFICIE</b>	<b>4</b>
2.1 DESCRIZIONE DELLE ONDE DI SUPERFICIE	4
2.2 CENNI TEORICI	5
2.3 PROPRIETA' RIASSUNTIVE DELLE ONDE SUPERFICIALI	8
<b>3 – INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE</b>	<b>10</b>
3.1 PROCEDURE DI CAMPAGNA	10
3.2 METODI DI ELABORAZIONE DEI DATI SISMICI A RIFRAZIONE	11
<b>4 – INDAGINE SISMICA MASW-ESAC (Multichannel Analysis of Surface Waves)</b>	<b>13</b>
4.1 ACQUISIZIONE DEI DATI MASW	15
4.1.1 PARAMETRI DI ACQUISIZIONE TEORICI ED UTILIZZATI	16
4.1.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	19
4.1.3 ESECUZIONE INDAGINE MASW	19
4.2 ELABORAZIONE (PROCESSING) ED INVERSIONE DEI DATI MASW	21
<b>5 – INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio)</b>	<b>25</b>
5.1 ACQUISIZIONE DEI DATI DI RUMORE A STAZIONE SINGOLA	26
5.2 ANALISI DEI DATI	27
5.3 IL PROGETTO SESAME	27
5.3.1 CRITERI DI AFFIDABILITA' DEL PICCO	27
5.3.2 CRITERI DI CHIAREZZA DEL PICCO	29
5.3.3 INFORMAZIONI AGGIUNTIVE AI CRITERI SESAME	30
5.4 VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLE MISURE HVSR	32
5.5 CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	34
<b>6 – INDAGINE SISMICA DOWN – HOLE</b>	<b>36</b>
5.1 METODO DIRETTO – UTILIZZANDO UN SOLO RICEVITORE	36
5.2 METODO INTERVALLO	37
<b>8 – BIBLIOGRAFIA</b>	<b>38</b>



---

## **ALLEGATI**

- ALLEGATO GRAFICO: ACQUISIZIONI MICROTREMORI – RAPPORTO SPETTRALE H/V – SPETTRO DELLE SINGOLE COMPONENTI – CRITERI DI AFFIDABILITÀ SESAME – CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII
- ALLEGATO GRAFICO: ELABORAZIONI INDAGINI SISMICA A RIFRAZIONE P/SH – MASW/ESAC
- ALLEGATO GRAFICO: ELABORAZIONI INDAGINI DOWN – HOLE
- ALLEGATO GRAFICO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI (Scala 1:5000) CASE NUOVE – CHIUSI – COMPITO – COREZZO – CORSALONE – FRASSINETA – RIMBOCCHI/BIFORCO – VAL DELLA META

---

## **1 – PREMESSA**

Il presente documento riguarda la descrizione, l'elaborazione e i risultati delle indagini geofisiche, di tipo sismico attivo-passivo, condotte a supporto degli studi di microzonazione sismica di livello 3 del Comune di Chiusi della Verna (AR).

Lo studio di microzonazione sismica (MS) di livello 3 rappresenta un il livello di maggior dettaglio tra gli studi di MS e consiste in un approfondimento di indagini al fine di determinare il l'amplificazione di ciascuna area individuata nello studio mediante risposta sismica locale RSL2D.

Tale approfondimento quindi ha come intento quello di perseguire gli studi pregressi effettuati ed assicurare la riduzione del rischio sismico, evidenziando le criticità ed indagando le aree per le quali sono stati richiesti studi di approfondimento (MS3).

### **1.1 – UBICAZIONE AREA DI STUDIO**

Le indagini geofisiche integrate, sono state eseguite all'interno del territorio del Comune di Chiusi della Verna sia in aree urbane sia in aree limitrofe per meglio correlare ed interpretare i dati ottenuti.

Per la visualizzazione dell'ubicazione di ciascuna indagine geofisica svolta si rimanda alla cartografia tematica realizzata.

### **1.2 – INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE**

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

**n. 3 indagine sismica attiva P/SH**, per la determinazione dei profili sismostratigrafici;

**n. 6 indagine sismica attiva MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves), per la determinazione dei profili di velocità Vs nel sottosuolo;

**n. 4 indagine sismica attiva congiunta MASW-ESAC** (Multichannel Analysis of Surface Waves), per la determinazione dei profili di velocità Vs nel sottosuolo;

**n. 52 indagine sismica passiva HVSR** per determinare la frequenza di risonanza di sito.

**n. 2 indagini sismiche attive Down-Hole** per la determinazione dei profili di velocità Vp e Vs nel sottosuolo svolte all'interno dei fori di sondaggio;

### **1.3 – STRUTTURA DELLA RELAZIONE**

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

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

---

## **2 – LE ONDE DI SUPERFICIE**

### **2.1 – DESCRIZIONE DELLE ONDE DI SUPERFICIE**

Le onde superficiali si generano ogni qual volta esiste una superficie libera.

Vengono a crearsi quindi a causa dell'interazione delle onde di corpo con una superficie di discontinuità fisica, la più studiata delle quali è la superficie libera della Terra.

Queste onde si propagano solo lungo la superficie o nell'interfaccia tra due strati con proprietà fisiche diverse.

La velocità delle onde di superficie è inferiore alla velocità delle onde di volume, per cui il loro arrivo è successivo all'arrivo delle Onde P ed S.

Esistono due tipi di onde di superficie, chiamate coi nomi dei due fisici che per primi le studiarono: Onde di Rayleigh e Onde di Love.

#### **- Onde di Rayleigh**

Quando un'onda S (componente SV) assieme ad un'onda P incide sulla superficie libera dalla componente vettoriale delle due si generano onde superficiali che si propagano lungo la superficie stessa.

Queste onde esistono sia in semispazi omogenei (in questo caso la loro velocità è circa 0,92 volte la velocità delle onde S) che disomogenei (in cui risulta essere un'onda dispersa, ossia la sua velocità è anche funzione della sua frequenza).

Il loro moto è vincolato in uno spazio verticale contenente la direzione di propagazione dell'onda.

Si dimostra che una particella investita da questo tipo di onda vicina alla superficie, percorre un moto ellittico retrogrado lungo la direzione di propagazione (Fig. 1).

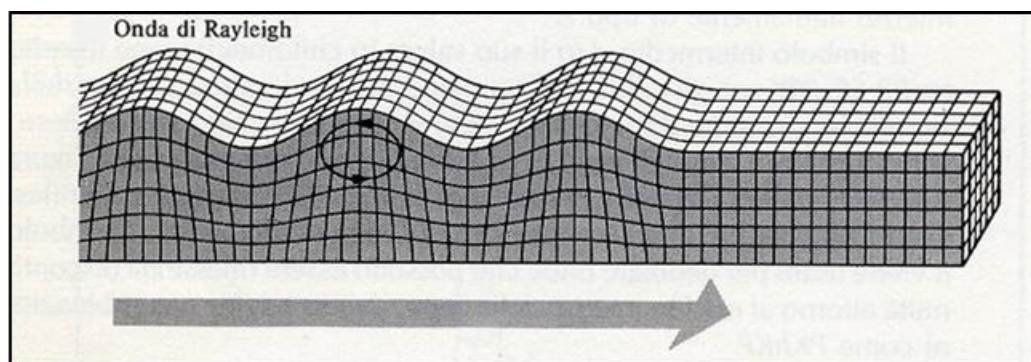


Fig. 1 - Schema di propagazione delle Onde di Rayleigh (fonte immagine [www.ingv.it](http://www.ingv.it))

---

- Onde di Love

Le onde di Love sono onde superficiali, anch'esse generate dall'incontro delle Onde S (componente SH) con la superficie libera del terreno, ma vengono generate solo nei mezzi in cui la velocità delle Onde S aumenta con la profondità (un mezzo quindi disomogeneo) di conseguenza sono onde sempre disperse.

Le Onde di Love fanno vibrare il terreno sul piano orizzontale in direzione ortogonale rispetto alla direzione di propagazione dell'onda (Fig. 2).

La velocità delle onde di Love è maggiore di quella delle onde S negli strati più superficiali della crosta, ma minore della stessa negli strati più bassi.

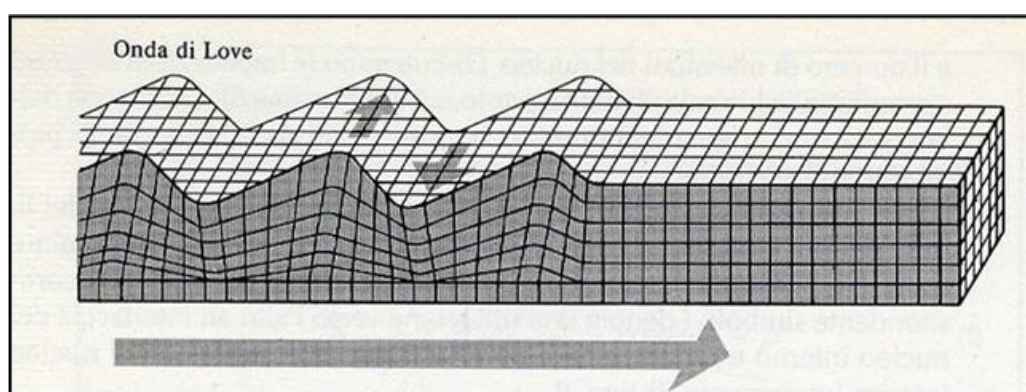


Fig. 2 - Schema di propagazione delle onde di Love (fonte immagine [www.ingv.it](http://www.ingv.it))

## **2.2 – CENNI TEORICI**

Nella maggior parte delle indagini sismiche di superficie, quando viene utilizzata una sorgente di onde di compressione, oltre due terzi del totale di energia sismica complessivamente generata è trasmessa mediante onde di Rayleigh.

Se consideriamo la variazione di velocità verticale in mezzi eterogenei noteremo che le onde di Rayleigh hanno un comportamento dispersivo, vale a dire che la velocità di gruppo non coincide con la velocità di fase di ciascuna frequenza.

Detto questo all'aumentare della lunghezza d'onda  $\lambda$  aumenta la profondità della parte interessata dalla perturbazione.

Sapendo che la lunghezza d'onda è legata al periodo  $T$  dell'onda mediante la relazione:

$$\lambda = V \cdot T$$

se ne deduce che, a parità di velocità ( $V$ ), la profondità cresce all'aumentare del periodo e al diminuire della frequenza (si ricorda che  $T = 1/f$  dove  $f$  è la frequenza).

In pratica, al crescere del periodo, aumenta la sensibilità dell'onda a caratteristiche del terreno sempre più profonde.

Il terreno inoltre agisce da filtro passa basso quindi le frequenze più alte possono essere indicative soltanto per gli strati più superficiali.

Nel caso delle onde Rayleigh, lo strato coinvolto nella perturbazione ha uno spessore dell'ordine di circa  $0.5 \lambda$  (Choon B.Park et al, 1997).

L'immagine sottostante (Fig. 3) riassume il concetto per cui considerando due componenti una ad alta frequenza e corta lunghezza d'onda (a sinistra) e una a bassa frequenza e quindi grande lunghezza d'onda (a destra), la velocità di propagazione della prima dipende dal materiale più superficiale (quindi dalle caratteristiche ad esempio del primo strato) mentre la seconda viaggerà ad una velocità che dipende da tutto il materiale fino in profondità (quindi dalle caratteristiche di tutti gli strati che compongono questo ipotetico modello).

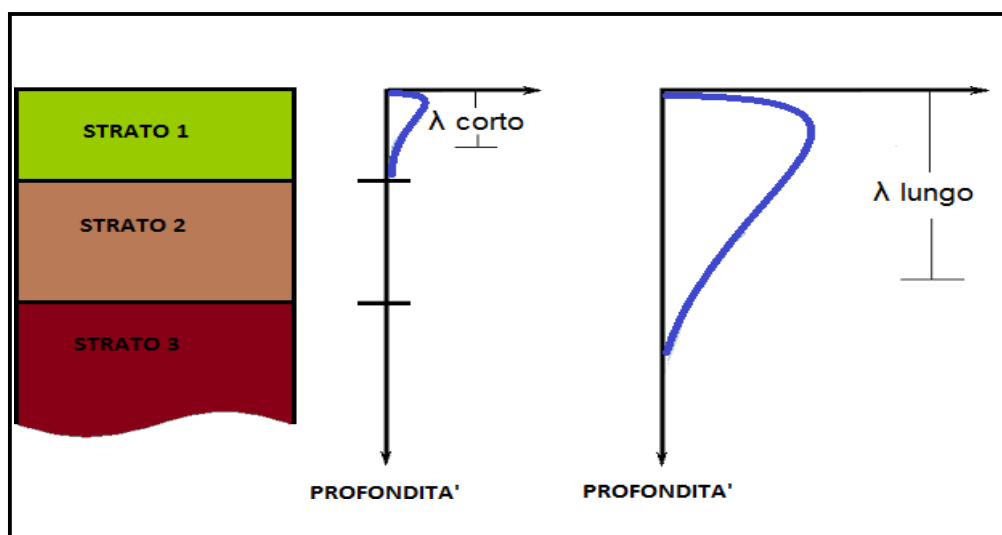


Fig. 3 - Corrispondenza tra lunghezza d'onda e profondità investigata

La distribuzione della velocità di fase in funzione della frequenza prende il nome di curva di dispersione.

E' chiaro quindi che più un modello di terreno è eterogeneo e maggiore sarà il grado di dispersione delle onde superficiali (Fig. 4).

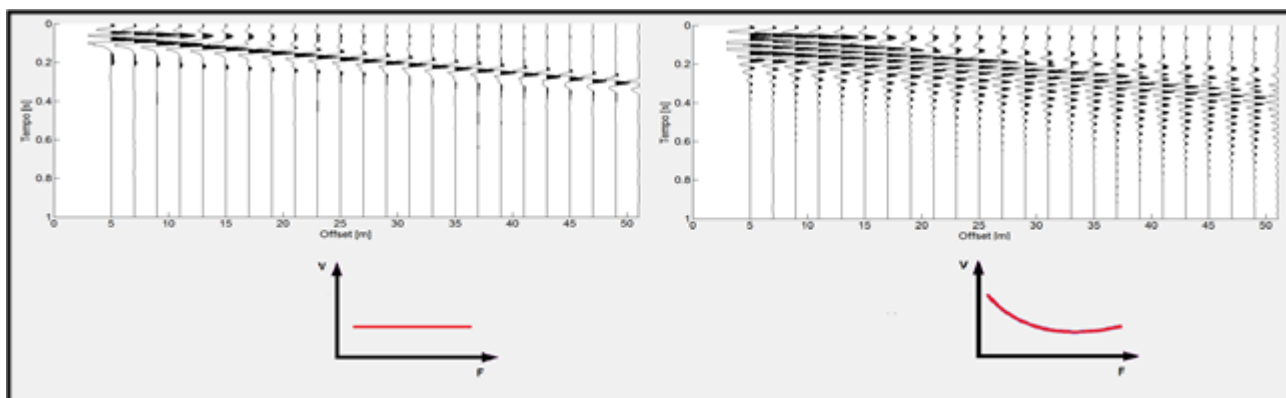


Fig. 4 - A sinistra, sismogramma risultante su terreno non dispersivo con sotto relativo andamento della curva di dispersione. A destra, sismogramma risultante su terreno dispersivo con sotto relativo andamento della curva di dispersione.

Un altro importante aspetto è connesso con la possibilità che questo tipo di onde, in presenza di eterogeneità verticali, manifestino anche una natura multimodale, vale a dire che la loro propagazione può avvenire, per una data frequenza, solo a determinate velocità (modi di propagazione).

Il modo che presenta la velocità di propagazione più bassa è detto modo fondamentale, mentre i restanti costituiscono i modi superiori.

In caso di strati eterogenei e con velocità crescenti il modo fondamentale è quello più energetico.

E' stato osservato che i modi superiori hanno origine in presenza di inversioni di velocità (Fig. 5) o di contrasti di velocità molto forti tra due strati (Cercato, 2008).

In questo caso i modi superiori sono caratterizzati da energia superiore rispetto al modo fondamentale.

Molto spesso può accadere che ci siano dei "salti di modo" tra il fondamentale e i superiori e viceversa quindi il solo basarsi sul modo fondamentale implica in alcuni casi una scorretta inversione dei dati.

I modi superiori vengono sempre più usati infatti il loro utilizzo nelle elaborazioni unitamente al modo fondamentale, può aiutare a vincolare meglio il modello  $V_s$  del sottosuolo, soprattutto in profondità. I più comuni software in commercio ne prevedono l'uso.

La dispersione delle onde superficiali quindi, elemento di disturbo negli altri tipi di indagini (sismica a rifrazione e a riflessione), risulta invece, grazie a questa sua proprietà, estremamente utile per calcolare le proprietà elastiche dei mezzi presenti in superficie.

Dalla curva di dispersione, in particolare dallo studio del modo fondamentale, infatti si può ricavare, attraverso l'operazione di inversione dei dati, il profilo di Velocità  $V_s$  e gli spessori degli strati indagati, parametri fondamentali sia in ingegneria sia in geofisica di esplorazione.

La stessa curva di dispersione inoltre può essere calcolata a partire dal sismogramma iniziale  $x-t$  (offset-tempi) sia in forma generale in un diagramma  $F-V$  (frequenze-velocità), sia in un diagramma  $F-L$  (frequenze-lentezze dal momento che  $L = 1/V$ ), sia in un diagramma  $F-K$  (frequenze-numeri d'onda dal momento che  $f=1/T$  quindi  $V = \lambda f = 2\pi f / K$ ) sia in un diagramma  $T-V$  o  $T-L$  (tempi-velocità o tempi-lentezze).

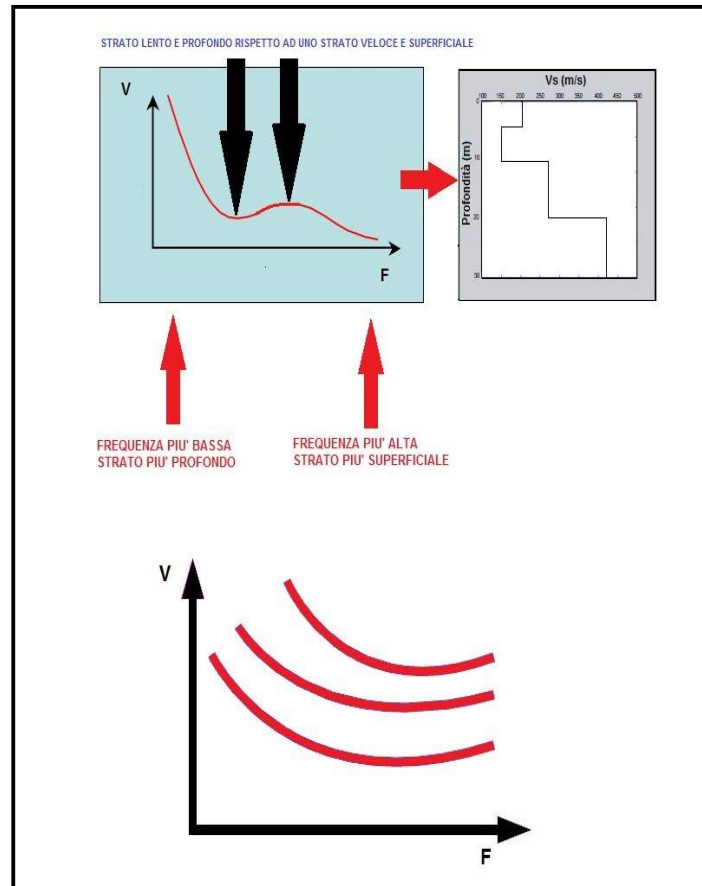


Fig. 5 - In alto, curva di dispersione con la presenza di inversione di velocità. In basso, andamento tipico della curva di dispersione (Modo Fondamentale e Modi Superiori); all'aumentare della frequenza diminuisce la velocità.

### **2.3 – PROPRIETÀ RIASSUNTIVE DELLE ONDE SUPERFICIALI**

1. Circa il 67% dell'energia rilasciata da un qualsiasi tipo di sorgente genera onde di superficie.
2. L'ampiezza delle onde superficiali caratterizzate da un fronte d'onda cilindrico, la cui area risulta  $2\pi xz$ , è notevolmente maggiore rispetto alle onde di corpo che invece presentano fronte d'onda sferico.

Questo significa che per conservare l'energia (dal momento che l'energia è proporzionale al quadrato dell'ampiezza dell'onda) l'ampiezza dell'onda di superficie alla distanza  $X$  deve essere proporzionale a  $1/X$ . Il fronte d'onda delle onde di corpo invece è sferico (area relativa  $4\pi x^2$ ) quindi

---

l'ampiezza alla distanza  $X$  è proporzionale a  $X^{-2}$  il che significa che decade molto più velocemente delle onde superficiali.

3. Lo studio delle onde superficiali non è limitato, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità.

4. La propagazione delle onde di Rayleigh è influenzata prevalentemente da  $V_s$  e dallo spessore  $h$  degli strati mentre le velocità  $V_p$  e la densità possono essere trascurate. La velocità delle onde di Rayleigh è circa il 90 % della velocità delle  $V_s$ .

5. La proprietà della dispersività permette il calcolo della curva di dispersione dalla quale è possibile ricavare i parametri fondamentali del modello di terreno in superficie. Le indagini geofisiche nell'ambito della seguente relazione sono state svolte utilizzando un sismografo DOREMI prodotto dall'azienda SARA Electronic Instruments s.r.l.



---

### **3 – INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE**

Le indagini geofisiche nell'ambito della seguente relazione sono state svolte utilizzando un sismografo DOREMI prodotto dall'azienda SARA Electronic Instruments s.r.l.

Di seguito vengono elencate le caratteristiche tecniche:

Classe strumentale: sismografo multicanale per geofisica

Topologia: rete differenziale RS485 half-duplex multipunto

Lunghezza max rete: virtualmente illimitata con l'uso di ripetitori

N. max canali per tratta: 255

Dimensioni elemento: 80x55x18 mm

Peso: 250 g (per elemento con cavo di 5 metri)

Cavo: per geofisica 1x2x0.5 + 1x2x0.25 twisted pair schermato

Memoria: 60 kBytes (30000 campioni)

Frequenze selezionabili: da 500 a 20000 Hz (passi di campionamento da 2 a 0.05 ms)

Convertitore: tipo SAR a 16 bit (96 dB)

Amplificatore: ultra-low noise con ingresso differenziale

Banda passante: 2Hz - 200Hz

Reiezione modo comune: >80dB

Diafonia (crosstalk): zero, la trasmissione è digitale

Dinamica del sistema Risoluzione: 7.6  $\mu$ V @ 27dB; 0.076  $\mu$ V @ 60dB

Dinamica di base: 96dB (16 bit) S/N ratio fra 0.5 e 30Hz: >94dB (> 150dB con l'uso del PGA)

Alimentazione: batteria ricaricabile interna operativa 10-15Vdc

Consumo di energia: Interfaccia 80 mA, canale 30mA per una stringa da 12 canali: < 500mA

#### **3.1 – PROCEDURE DI CAMPAGNA**

I cavi sismici sono stati stesi lungo la zona di interesse e ad essi sono stati collegati i geofoni precedentemente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite.

L'energizzazione del terreno per generare onde elastiche di tipo P è stata effettuata mediante massa battente da 8 Kg: l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro posto in prossimità della piastra di battuta (trigger), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo.

Per quanto riguarda invece l'energizzazione delle onde SH è stata utilizzata sempre una mazza da 8 Kg e la battuta è stata eseguita all'interno di buche con pareti a 90° colpendo su ambo i lati in maniera trasversale allo stendimento dei geofoni.

---

Al fine di ottenere una migliore risoluzione della sismo-stratigrafia, i punti di energizzazione, detti punti di scoppio (shot points), sono stati disposti simmetricamente rispetto al profilo: ai suoi estremi, esternamente ed a distanze variabili entro il profilo stesso (in questo caso solo in posizione centrale).

La profondità di investigazione è, in linea teorica direttamente correlata alla lunghezza del profilo, alla distanza dei punti di energizzazione esterni e soprattutto al contrasto di velocità dei mezzi attraversati.

I tempi di arrivo delle onde sismiche nel terreno sono funzione della distanza tra i geofoni, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi attraversati e della loro profondità.

### **3.2 – METODI DI ELABORAZIONE DEI DATI SISMICI A RIFRAZIONE**

La procedura d'elaborazione dati consiste di due fasi: la lettura dei tempi d'arrivo ai vari geofoni dello stendimento per ciascuna energizzazione effettuata e la loro successiva elaborazione mediante metodi di calcolo.

I tempi di primo arrivo delle onde sismiche vengono riportati su diagrammi spazio-tempo (dromocrone) nei quali l'asse dei tempi ha l'origine coincidente con l'istante in cui viene prodotta l'onda sismica (to), mentre nelle ascisse si hanno le distanze relative fra i geofoni dello stendimento.

Tali diagrammi consentono di determinare, nei punti di flesso, le variazioni di velocità fra i vari strati attraversati dai raggi sismici e, tramite elaborazioni, le profondità a cui si verificano tali variazioni.

Il procedimento di elaborazione dei tempi d'arrivo per ottenere le profondità dei rifrattori, utilizza più metodi: il Metodo del tempo di ritardo (delay time), il Metodo del tempo di intercetta, il Metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) proposto da Palmer (1980) ed il Metodo Tomografico.

Il G.R.M. è un metodo interpretativo che si basa su tempi d'arrivo da energizzazioni coniugate, effettuate cioè da parti opposte del profilo sismico: tramite la determinazione di due funzioni (analisi della velocità e tempo-profondità) si determinano le velocità e quindi le profondità dei rifrattori individuati sulle dromocrone.

La funzione di analisi della velocità corrisponde al tempo necessario al raggio sismico a percorrere un tratto di lunghezza nota sul rifrattore (distanza intergeofonica), per cui la sua determinazione permette di ottenere una precisa stima della velocità delle onde sismiche sul rifrattore stesso.

Tramite un procedimento di migrazione dei dati, sia la funzione tempo-profondità che quella di analisi della velocità vengono calcolate per distanze intergeofoniche crescenti (da 0 a multipli interi dell'equidistanza dei geofoni): viene scelta poi quella distanza per la quale le curve presentano il miglior andamento rettilineo.

---

Il G.R.M., a differenza del metodo del tempo d'intercetta, permette anche di verificare e di individuare, con metodi di calcoli indiretti, la presenza di eventuali strati nascosti (di limitato spessore e/o basso contrasto di velocità) e strati a bassa velocità nella serie stratigrafica.

Negli strati nascosti si ha sempre un aumento di velocità con la profondità, ma il loro spessore è sottile e/o il contrasto di velocità con lo strato sottostante è piccolo, per cui i raggi sismici che partono da questi strati vengono oscurati dai raggi che partono dallo strato sottostante. Gli strati a bassa velocità presentano invece una velocità sismica minore rispetto allo strato sovrastante (inversione di velocità), per cui alla loro interfaccia non si verifica una rifrazione critica e così non vengono evidenziati sul grafico tempo-distanza.

L'individuazione di eventuali strati nascosti e/o inversioni di velocità viene effettuata attraverso il confronto fra i valori delle funzioni tempo-velocità misurate e quelle ricalcolate in base al valore di XY utilizzata per l'elaborazione (Palmer 1980).

Il Metodo tomografico permette di intervenire sui parametri del modello e di "controllare" le iterazioni successive, al fine di ridurre l'errore quadratico medio (indice della differenza tra i percorsi delle onde sismiche calcolati e quelli misurati).

A partire dal modello con parametri predefiniti dall'operatore (numero di iterazioni da effettuare, intervallo delle velocità sismiche di riferimento, posizione delle celle, dimensione delle celle e forma delle celle), i valori iniziali di velocità sismica relativi alle singole celle vengono modificati mediante iterazioni successive allo scopo di "fittare" i segmenti dei percorsi sismici e renderli compatibili con le misure sperimentali.

L'obiettivo è quindi il calcolo del tempo di transito dell'onda attraverso le celle del modello ed il confronto di tale tempo con quello sperimentale.

Attraverso successivi processi iterativi si determina un modello di velocità sismica finale che permette di soddisfare contemporaneamente le caratteristiche dei vari raggi sismici.

---

#### **4 – INDAGINE SISMICA MASW-ESAC (Multichannel Analysis of Surface Waves)**

Per le proprietà descritte precedentemente può risultare quindi conveniente l'utilizzo delle onde superficiali per la caratterizzazione di un determinato sito di indagine per stimare il profilo di  $V_s$  dalla velocità delle onde superficiali.

E' stato dimostrato ampiamente che la curva di dispersione delle onde superficiali è influenzata soprattutto dalla velocità delle onde S ma anche dallo spessore di ciascuno strato mentre risultano poco influenti le velocità delle onde P (totalmente nel caso delle onde di Love) e la densità di ciascuno strato.

E' quindi possibile stimare oltre al profilo di velocità delle onde S anche i diversi spessori degli strati.

La registrazione di tali forme d'onda viene effettuata mediante la tecnica MASW, l'acronimo sta per Multichannel Analysis of Surface Waves.

Bisogna precisare subito che la tecnica MASW non si basa solo ed esclusivamente sullo studio delle onde di Rayleigh in quanto anche le onde di Love sono onde superficiali anch'esse soggette al fenomeno della dispersione.

In questa specifica tecnica verranno però prese in considerazione solo le onde di Rayleigh.

Come è stato descritto in precedenza le onde di Rayleigh sono caratterizzate da una polarizzazione sul piano verticale e sono quindi registrabili lungo le due componenti verticale e radiale quindi possono essere registrate sia tramite geofoni verticali (per quanto riguarda la componente verticale) sia tramite geofoni orizzontali posti parallelamente allo stendimento (per quanto riguarda la registrazione della componente radiale).

Il tipo di sorgente dovrà comunque essere di tipo verticale per entrambe le componenti.

Questa precisazione è stata fatta perché molto spesso il solo utilizzo della componente verticale e/o orizzontale delle onde di Rayleigh, come unica tecnica MASW, senza avere dati geologici di base su un determinato sito, può non essere sufficiente per una corretta interpretazione dei diversi modi e la successiva inversione dei dati potrebbe dare qualche problematica.

#### **LIMITAZIONI DEL METODO MASW**

In generale è bene precisare che il metodo MASW presenta alcune limitazioni tra le quali:

1. Il modello di terreno deve essere a strati piani e paralleli viceversa la prova MASW perderebbe di attendibilità.
2. In riferimento a quanto previsto al precedente punto 1, non ci devono essere significative variazioni laterali del terreno.
3. La quota topografica dello stendimento dei geofoni non deve avere variazioni consistenti.

---

4. Le caratteristiche elastiche del terreno possono in alcuni casi attenuare completamente le onde superficiali rendendo quindi il metodo MASW inutilizzabile.

5. La profondità di investigazione è dipendente anche dalla lunghezza dello stendimento.

6. Poiché il profilo  $V_s$  finale viene calcolato mediante un processo di inversione, è possibile pervenire ad una curva di dispersione non univoca, ovvero quest'ultima soddisfa più modelli differenti di terreno (vedere seguito).

I metodi di prospezione sismica **MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves) quindi, consentono di ottenere un modello verticale delle VS a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh, e non attraverso quelle di volume come invece accade per i metodi propri della sismica più tradizionale.

In particolare osservando le caratteristiche dispersive del sito e applicando opportune tecniche di inversione è possibile stimare alcune proprietà meccaniche del sottosuolo in condizioni di sollecitazione sismica.

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità, ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda.

Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità.

Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari.

Per ogni strato si devono definire quattro parametri: lo spessore  $H$  dello strato, ad esclusione dell'ultimo considerato infinito; la densità  $\rho$  dello strato; la velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  all'interno dello strato; il coefficiente di Poisson.

A partire dai parametri del sottosuolo è quindi possibile ricavare le proprietà dispersive delle onde di Rayleigh, per il sito in esame.

Quanto detto rappresenta il problema diretto: quello cioè che a partire dalla conoscenza delle caratteristiche del terreno permette di descrivere la dispersione delle onde di Rayleigh.

Nella prospezione occorre invece affrontare il problema inverso: a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici.

La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi di seguito descritte in maniera semplificata:

**Acquisizione:** registrazione e osservazione dei dati sismici “grezzi” contenenti le onde di Rayleigh per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze;

**Processing:** trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza (Spettro FP) e operazione di *Picking* della Curva di dispersione ottenuta;

**Inversione:** uso di un modello del terreno che permette di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed altri parametri in funzione della profondità riconducibile col minor scarto di errore possibile al *Picking* della Curva di dispersione sperimentale ottenuta.

#### **4.1 – ACQUISIZIONE DEI DATI MASW**

Le analisi della dispersione delle onde superficiali partono dall'acquisizione dei dati con una geometria di tipo off-end ovvero lo stendimento dei geofoni si trova allineato da una stessa parte rispetto alla sorgente (Fig. 6) oppure split-spread quando invece la sorgente è posta all'interno dello stendimento di geofoni.

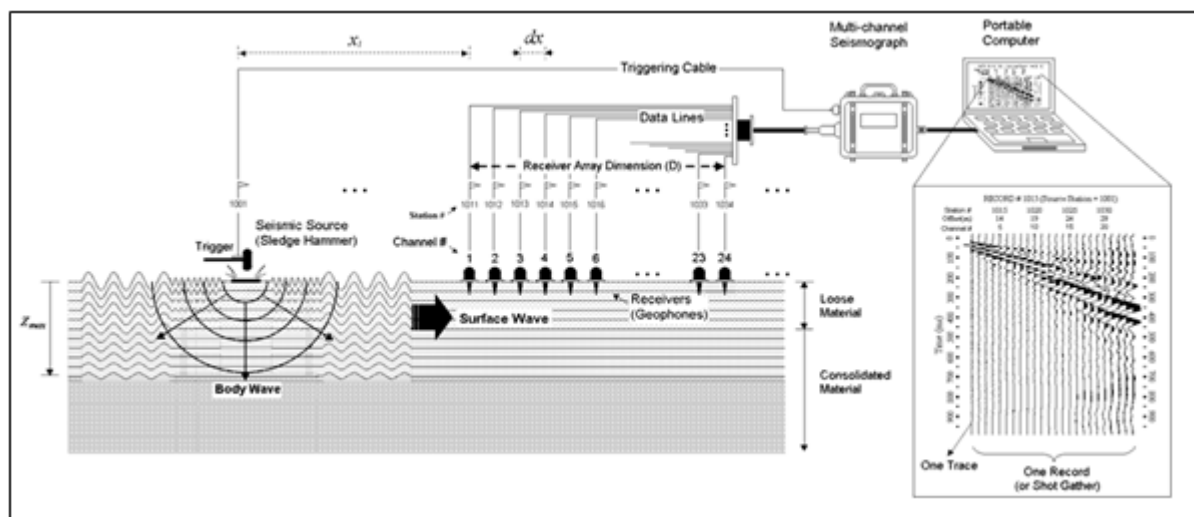


Fig. 6 - Schema di acquisizione delle Onde Superficiali (Fonte immagine [www.kgs.ku.edu](http://www.kgs.ku.edu)).

---

La strumentazione necessaria deve comprendere:

- Sismografo e suoi componenti (Cavi, Trigger, Sistema di acquisizione dati e inversione)
- Geofoni verticali e orizzontali
- Sorgente: martello, grave in caduta libera o fucile sismico
- Piastra per la battuta o traversina
- Appositi supporti per ciascun geofono in caso di presenza di asfalto o roccia

#### **4.1.1 – PARAMETRI DI ACQUISIZIONE TEORICI ED UTILIZZATI**

Ecco nel dettaglio i vari parametri necessari per un'acquisizione dati MASW:

##### **1- Sorgente**

Il tipo di sorgente utilizzata è stato di tipo verticale (martellata).

Qualora la registrazione fosse risultata problematica a causa della distanza e/o dell'attenuazione intrinseca del terreno è stato aumentato il numero di stack (ovvero il numero di colpi per registrazione). Ciò in generale tende a migliorare il rapporto segnale/rumore, la qualità delle registrazioni e quindi degli spettri di velocità su cui si andrà a fare il picking.

##### **2 - Lunghezza dello stendimento Array Dimension (D)**

Lo stendimento, in teoria, deve avere la lunghezza (D) maggiore possibile (in base alla disponibilità di spazio e di geofoni) in quanto dalla sua lunghezza derivano le frequenze più basse registrabili ( $\lambda_{\max}$ ) e quindi di conseguenza, come descritto in precedenza, una maggiore profondità di investigazione (Z).

La sua lunghezza non deve comunque essere superiore a 46 m (la distanza tra geofoni deve essere pari a 2 m per un array di 24 geofoni). In caso di utilizzo di più geofoni possono essere comunque possibili anche lunghezze superiori.

Dalla lunghezza dello stendimento dipende inoltre la risoluzione dei vari spettri, maggiore è la lunghezza e maggiore è la risoluzione. Di conseguenza sarà più facile effettuare l'operazione di picking.

In prima approssimazione quindi, sempre in via teorica,  $D \approx Z \approx \lambda_{\max}$  dove  $\lambda_{\max}$  è la lunghezza d'onda massima misurata (corrispondente alla minima frequenza).

##### **3 – Distanza tra i geofoni (dx)**

Dipende molto dal numero di geofoni (in questo caso 24), dalla lunghezza dello stendimento e quindi dalla disponibilità di spazio. Utilizzando 24 geofoni la dx deve essere massimo di 2 m.

A maggior ragione se venisse utilizzato lo spettro f-k per l'individuazione dei modi delle onde superficiali deve essere comunque sempre utilizzata una dx piccola (2 m massimo).

---

Questo a causa del problema dell'*aliasing spaziale* ovvero la non sufficientemente ridotta distanza tra geofoni non consente di campionare a sufficienza i segnali a più alta frequenza.

Tale problema si presenta qualsiasi spettro si utilizzi, ma nel caso  $f - v$  è più facilmente individuabile e non compromette l'interpretazione del dato rispetto allo spettro  $f - k$ .

Dalla distanza tra i geofoni dipendono inoltre le frequenze più alte registrabili quindi le informazioni inerenti gli strati più superficiali.

Una  $dx$  troppo grande inoltre (utilizzando 24 geofoni) ridurrebbe la "ridondanza", cioè quel fenomeno che permette di registrare la stessa frequenza da più stazioni e consente di avere un migliore rapporto segnale/rumore e quindi una migliore definizione della curva di dispersione ottimale.

In prima approssimazione quindi, in questo caso, la profondità minima di esplorazione  $z \approx dx \approx \lambda_{\min}$ , dove  $\lambda_{\min}$  è la lunghezza d'onda minima (massima frequenza).

#### 4 - Distanza sorgente-primo ricevitore (offset minimo $X_1$ )

Per quanto riguarda l'offset minimo bisogna tenere in considerazione il fatto che una sorgente troppo vicina causa problemi di *near offset* e non si rispetta la condizione di onda piana in quanto l'onda generata ha un fronte sferico.

La teoria prevede che un'onda può considerarsi piana ad una distanza circa la metà della massima lunghezza d'onda desiderata (se vogliamo ad esempio avere un profilo che interessa i primi 30 metri di profondità si deve considerare una lunghezza d'onda di circa 60-70 metri, quindi un offset minimo di 30-40 m).

In pratica molto spesso ciò non è possibile, ma buoni risultati si possono ottenere anche ad offset minimi inferiori.

E' necessario quindi effettuare registrazioni con diversi offset in modo da poter valutare, nella fase di elaborazione dati, diversi spettri di velocità derivanti da diverse configurazioni sorgente-ricevitori ed ottenere dal loro confronto un quadro più completo che agevoli il riconoscimento dei modi delle onde di Rayleigh effettivamente presenti, non essendo possibile stabilire a priori, in campagna, quale sia la migliore configurazione.

In questo modo si può avere inoltre un riscontro sulla conformazione 1D del sottosuolo (presenza o meno di variazioni laterali) ma anche risultati che interessino porzioni di terreno sempre più profonde.

#### 5 - Tipo di geofoni

E' raccomandato per questo tipo di registrazioni l'utilizzo di geofoni in grado di registrare basse frequenze (4.5 Hz o inferiore).



---

I geofoni verticali vengono utilizzati per la misura della componente verticale delle onde di Rayleigh mentre quelli orizzontali, eventualmente, per la componente radiale delle onde di Rayleigh.

I geofoni vengono posizionati in maniera ben solidale al terreno; in presenza di roccia o di asfalto si utilizzano gli appositi supporti. Il numero di geofoni utilizzati in questa campagna è di 24.

#### 6 – Intervallo di campionamento (dt)

Per quanto riguarda le onde superficiali si parla di onde che hanno un range di frequenze teoricamente <100 Hz per questo motivo è sufficiente utilizzare un passo di campionamento molto ampio (anche 4 ms).

#### 7 – Tempo di registrazione

Il tempo di registrazione dipende molto dal tipo di terreno. Se omogeneo o quasi il fenomeno della dispersione non è molto accentuato, se invece è molto eterogeneo il “ventaglio” della dispersione è molto ampio.

Pertanto la lunghezza della registrazione deve essere di almeno 1-2 secondi.

Nella tabella successiva vengono riassunti i parametri utilizzati appena descritti:

SORGENTE	Onde di Rayleigh: verticale (martellata)
LUNGHEZZA DELLO STENDIMENTO (D)	46 metri
DISTANZA TRA GEOFONI (dx)	2 m
OFFSET MINIMO (X <sub>1</sub> )	≈ dx e ≈ D/2
NUMERO DI SCOPPI	2
TIPO DI GEOFONI	4.5 Hz (verticali per la componente verticale delle onde di Rayleigh)
NUMERO DI GEOFONI	24
TEMPO DI REGISTRAZIONE	1-2 secondi
INTERVALLO DI CAMPIONAMENTO (dt)	0.5 – 2 ms
NOTE	Le tracce non sono state filtrate e è stato aggiunto AGC (Automatic Gain Control)

---

#### **4.1.2 – STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Le indagini geofisiche nell'ambito della seguente campagna geofisica sono state svolte utilizzando un sismografo *DOREMI* prodotto dall'azienda SARA Electronic Instruments s.r.l.

Di seguito vengono elencate le caratteristiche tecniche:

Classe strumentale: sismografo multicanale per geofisica

Topologia: rete differenziale RS485 half-duplex multipunto

Lunghezza max rete: virtualmente illimitata con l'uso di ripetitori

N. max canali per tratta: 255

Dimensioni elemento: 80x55x18 mm

Peso: 250 g (per elemento con cavo di 5 metri)

Cavo: per geofisica 1x2x0.5 + 1x2x0.25 twisted pair schermato

Memoria: 60 kBytes (30000 campioni)

Frequenze selezionabili: da 500 a 20000 Hz (passi di campionamento da 2 a 0.05 ms)

Convertitore: tipo SAR a 16 bit (96 dB)

Amplificatore: ultra-low noise con ingresso differenziale

Banda passante: 2Hz - 200Hz

Reiezione modo comune: >80dB

Diafonia (crosstalk): zero, la trasmissione è digitale

Dinamica del sistema Risoluzione: 7.6  $\mu$ V @ 27dB; 0.076  $\mu$ V @ 60dB

Dinamica di base: 96dB (16 bit) S/N ratio fra 0.5 e 30Hz: >94dB (> 150dB con l'uso del PGA)

Alimentazione: batteria ricaricabile interna operativa 10-15Vdc

Consumo di energia: Interfaccia 80 mA, canale 30mA per una stringa da 12 canali: < 500mA

#### **4.1.3 – ESECUZIONE INDAGINE MASW**

La geometria di acquisizione utilizzata è indicata nello schema sottostante.

E' bene precisare che una geometria di acquisizione "fissa" non esiste, poiché questa dipende dalle singole caratteristiche fisiche di ciascun sito indagato.

La geometria proposta, compatibilmente con le condizioni logistico-morfologiche, rappresenta il giusto compromesso tra pratica e teoria.

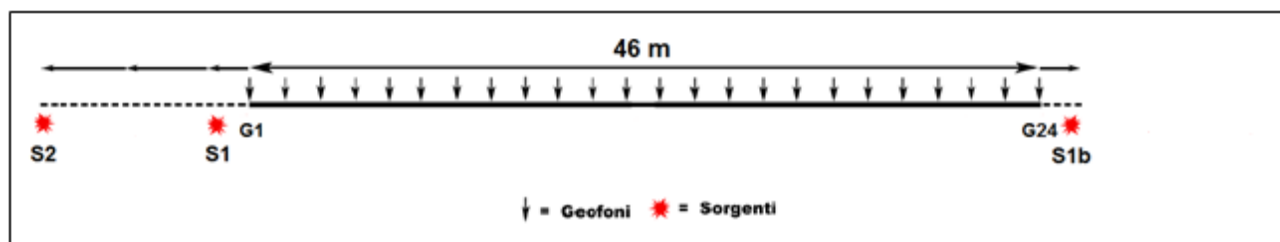


Fig. 7 - Geometria di acquisizione massima per le onde superficiali utilizzando 24 geofoni e  $dx=2$ .

S1: a distanza adeguata da G1.

S2: a distanza  $D/2$  da G1 pari alla semi lunghezza dell'array di geofoni ( $D$ ).

S1b: a distanza da G24 speculare rispetto a S1

La scelta di utilizzare due scoppi S1 e S2 di cui quest'ultimo a distanza, ove possibile, pari a  $D/2$  è stata fatta per i seguenti motivi:

- Scoppi posti a distanza considerevole permettono di mettere in evidenza tutto il range di frequenze ottenibile dalla sorgente utilizzata, dalle più alte (S1) a quelle più basse (S2);
- I modi superiori, se presenti, sono maggiormente individuabili e discriminabili da quello fondamentale, il che in caso contrario porterebbe ad una interpretazione errata a seguito della fase di inversione dei dati;
- La similarità tra i due spettri F-V ricavabili dai due scoppi permette di stabilire se siamo in condizione di piani paralleli e/o assenza di variazioni laterali significative;
- In aggiunta al punto precedente, per verificare il parallelismo e l'omogeneità degli strati, in caso non ci sia lo spazio necessario per lo scoppio S2, eventualmente, ove possibile, è buona norma ricorrere ad uno scoppio (S1b) posto nella parte opposta dello stendimento in posizione geometricamente speculare allo scoppio S1.

Una volta stabilita la geometria di acquisizione si passa alla fase di montaggio della strumentazione in campagna.

I cavi sismici vengono stesi lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedentemente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite.

L'energizzazione del terreno per generare onde elastiche di tipo P è stata effettuata mediante massa battente da 8 Kg: l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro posto in prossimità della piastra di battuta (trigger), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo.

La profondità di investigazione è, in linea teorica come descritto precedentemente, direttamente correlata alla lunghezza del profilo, alla distanza dei punti di energizzazione esterni e soprattutto al contrasto di velocità dei mezzi attraversati.

---

I tempi di arrivo delle onde sismiche nel terreno sono funzione della distanza tra i geofoni, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi attraversati e della loro profondità.

#### **4.2 – ELABORAZIONE (PROCESSING) E INVERSIONE DEI DATI MASW**

L'analisi della dispersione delle onde superficiali (qualsiasi tipo esse siano) al fine di determinare il profilo delle Vs di un determinato sito è composta da due fasi fondamentali:

1 – Determinazione dello spettro di velocità (generalmente nel dominio  $f - v$ ) dal quale vengono determinate le caratteristiche delle onde superficiali quindi le curve di dispersione.

2 – l'inversione, ovvero il passaggio dalle curve di inversioni al modello di terreno, dei diversi modi precedentemente individuati (in particolare il modo fondamentale). Una volta registrate le tracce seguendo la metodologia precedentemente descritta si ottiene il dataset dei dati nel dominio  $x - t$  ovvero spazio – tempo. E' chiaramente impossibile lavorare in questo dominio quindi si deve passare al dominio  $f - k$  (frequenze – numeri d'onda) oppure al dominio  $f - v$  (frequenze – velocità) (Fig. 8).

Alcuni punti chiave da tenere in considerazione per il controllo di qualità dei dati sono:

1 – La registrazione corretta ben visibile in tutte le tracce.

2 – Spettro di velocità chiaro ed interpretabile.

3 – Attenzione ai modi superiori se presenti.

4 – Utilizzare come modello iniziale i dati geologici e/o i dati forniti dalla sismica a rifrazione. Trattandosi infatti di un problema inverso, la parametrizzazione del modello di riferimento deve essere adeguata rispetto all'informazione effettivamente disponibile (Foti, 2008).

5 - La corrispondenza tra curva di dispersione sperimentale e curva di dispersione numerica relativa all'ultima iterazione del processo di inversione, minimizzando gli scarti, deve essere adeguata per tutto il campo di frequenza per il quale sono disponibili informazioni sperimentali (Foti, 2008).

6 – In caso di incertezze legate alla NON UNIVOCITA' DELLA SOLUZIONE è necessaria quindi una taratura mediante dati diretti di esplorazione del sottosuolo.

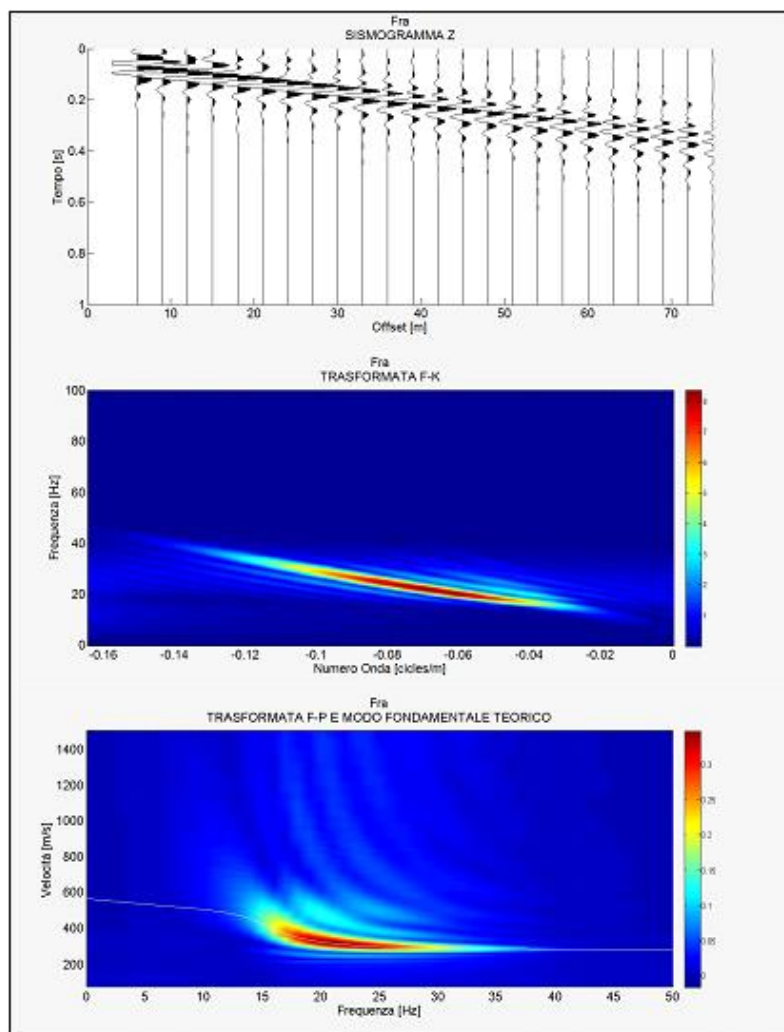


Fig. 8 - Semplice modello preso dalla letteratura composto da due strati a velocità crescente ( $V_p = 650$  e  $1400$  m/s,  $V_s = 300$  e  $600$  m/s, spessore  $h$  fino al semispazio di  $8$  m). Dall'alto al basso si può vedere il sismogramma sintetico (componente verticale), lo spettro f-k e lo spettro f-v (con modo fondamentale teorico).

Una volta calcolato lo spettro  $f-v$  è buona norma verificare la profondità massima raggiunta dall'indagine (Fig. 9) in modo da meglio vincolare il modello da utilizzare nella fase di inversione, dopo di che si entra nella parte più delicata, ovvero il picking, l'individuazione cioè dei diversi modi.

La loro individuazione è quindi soggettiva (di contro all'oggettività dello spettro calcolato) e le scelte che si fanno devono essere ponderate con cura per non inficiare in maniera determinante il processo di inversione.

E' di uso comune interpretare il modo fondamentale come quello a più alta energia.

Questo non è sempre vero. In base infatti alla complessità del sito geologico i modi superiori potrebbero essere molto più energetici o addirittura talmente energetici che nello spettro il modo fondamentale non è visibile.

Non bisogna in maniera categorica basarsi sul picking e inversione automatica che molti software consentono di fare.

E' necessario quindi fare riferimento a prove invasive presenti nelle vicinanze (penetrometrie, carotaggi ecc.). Più dati si hanno a disposizione e maggiore è la probabilità di ricostruire, dalla curva di dispersione, il modello di terreno più veritiero che l'ha determinata, riducendo al minimo così i problemi di non univocità.

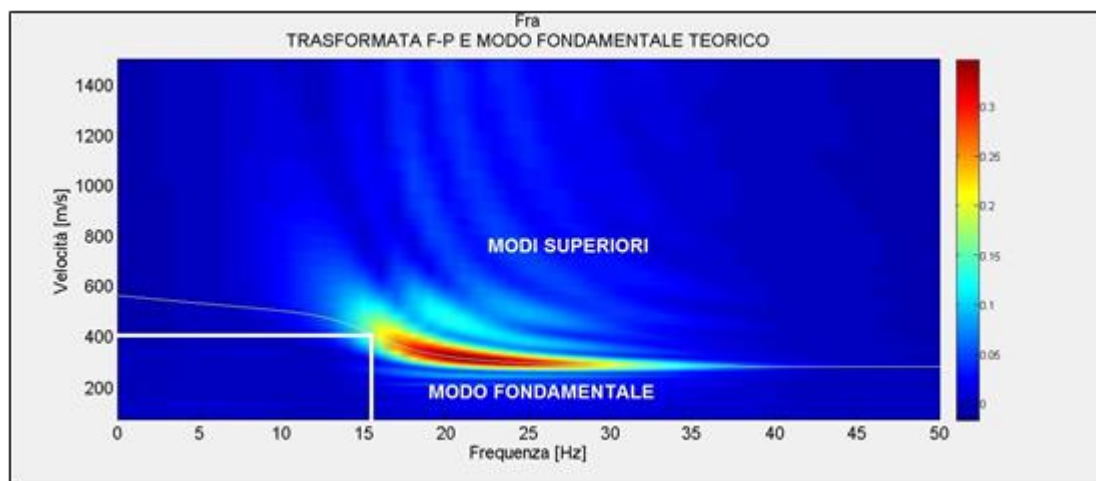


Fig. 9 - Calcolato lo spettro f-v per determinare in maniera approssimata la profondità massima raggiunta dalla prova si prendono le coordinate f-v dell'ultimo punto chiaramente visibile del modo fondamentale e si esegue la seguente formula:  $Z = v / 2f$ . In questo caso  $v = 400$  m/s,  $f = 15.5$  Hz quindi  $Z = 400 / 31 = 12.9$  m

Il metodo di prospezione **ESAC** (Extended Spatial Autocorrelation Method) invece avviene tramite la registrazione dei microtremori come sorgenti sismiche con stendimenti bidimensionali e attraverso il processo di inversione della curva di dispersione effettiva (anziché modale come nel caso dell'indagine MASW).

Nel metodo ESAC si registra il segnale relativo a microtremori spontaneamente presenti nell'ambiente, cioè sollecitazioni di qualsiasi origine, provenienti da sorgenti ignote e isotropiche (disposte in tutte le direzioni) rispetto ad uno stendimento sismico non lineare.

In assenza di spazi sufficientemente lunghi e in presenza di ambienti urbanizzati, acquisizioni con stendimenti 2D (a "L", croci o cerchi) e di breve durata, consentono in maniera speditiva l'analisi del microtremore sismico.

L'acquisizione secondo una geometria bidimensionale risolve alcuni problemi legati alle velocità apparenti, presenti nei dati acquisiti mediante array unidirezionali (ReMi).

Uno stendimento ESAC è realizzato mediante l'utilizzo della classica strumentazione per l'esecuzione di una prospezione sismica MASW con geofoni a componenti verticale da 4,5 Hz disposti secondo una geometria 2D (a "L", croci o cerchi).

---

Al contrario di ciò che avviene con le tecniche attive, il metodo ESAC, consente una rapida ed agevole acquisizione dei dati senza dover operare con una sorgente attiva e l'acquisizione può essere eseguita, al limite, anche da un solo operatore.

Con la metodologia ESAC viene studiata la direzionalità del microtremore e valutata la velocità di fase alle diverse frequenze.

Il metodo consente di definire la cosiddetta **curva di dispersione effettiva**, che rappresenta una combinazione delle diverse curve modali “pesate” in base al loro specifico contenuto energetico nel sito.

Nel caso di profili normalmente dispersivi, la curva di dispersione effettiva coincide con la curva relativa al modo fondamentale.

In altri casi, per esempio in presenza di inversioni di velocità o di forti contrasti di impedenza sismica, la curva di dispersione effettiva risulta frutto di una combinazione dei diversi modi in funzione della relativa energia.

Un vantaggio quindi della tecnica ESAC è quello di non dovere identificare (come in altre metodologie) i vari modi di vibrazione, che sono invece trattati, più semplicemente, in modo unitario.

Mediante software dedicato viene calcolata automaticamente la curva di dispersione effettiva, dalla quale può essere eseguita la **modellazione delle velocità di taglio ( $V_s$ )**.

Le analisi ESAC sono mirate ed utili a definire le basse frequenze, ma non risultano altrettanto efficaci alle alte (ove invece le analisi di sismica attiva si rivelano decisamente superiori).

Per questo motivo si utilizzano tecniche passive con **analisi congiunta** con dati provenienti da sismica attiva (**ESAC+MASW**) al fine di risalire ad un modello sismostratigrafico affidabile lungo tutta la profondità di indagine.

La geometria dello stendimento **MASW** utilizzata è stata di **24 geofoni** intervallati da una distanza di **5 m** (Lunghezza stendimento pari quindi a **115 m**) mentre i parametri di acquisizione sono stati settati in maniera consona a questo tipo di indagine (tempo di registrazione più lungo e bassa frequenza di campionamento).

La geometria dello stendimento **ESAC** è stata invece di tipo a **L** utilizzando spaziature variabili in base alla logistica dei luoghi.

In base alle indagini sismiche effettuata quindi, è stato possibile ricavare più sequenze sismo-stratigrafiche relativamente all'area d'indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali, nei primi 30 metri di profondità ed oltre ( **$V_{s30}/V_{seq}$** ).

---

## **5 – INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio)**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$f = V_s/4h$$

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

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

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



---

## **5.1 – ACQUISIZIONE DEI DATI DI RUMORE A STAZIONE SINGOLA**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

## **5.2 – ANALISI DEI DATI**

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

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

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

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

## **5.3 – IL PROGETTO SESAME**

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

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

### **5.3.1 – CRITERI DI AFFIDABILITÀ DEL PICCO**

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **5.3.2 – CRITERI DI CHIAREZZA DEL PICCO**

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

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

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

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

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

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

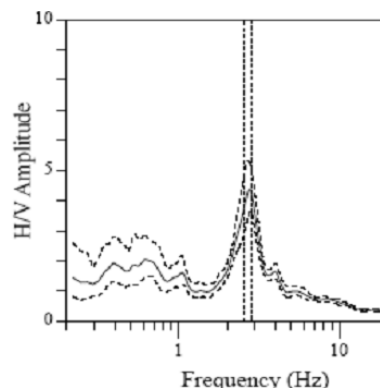
Quindi se la curva H/V per un dato sito soddisfa almeno 5 di queste 6 condizioni, il valore di  $f_0$  è da considerarsi rappresentativo della frequenza fondamentale; se l'ampiezza di picco  $A_0$  è

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

Bisogna infine verificare che:

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

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



Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows			
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$
41	14	1561	2.72	0.11	4.4	1.2

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

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

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

### **5.3.3 – INFORMAZIONI AGGIUNTIVE AI CRITERI SESAME**

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

Di seguito l'elenco completo:

1. Stazionarietà temporale dei rapporti spettrali.

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

---

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

2. Direttività del segnale (azimuth).

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

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

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

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

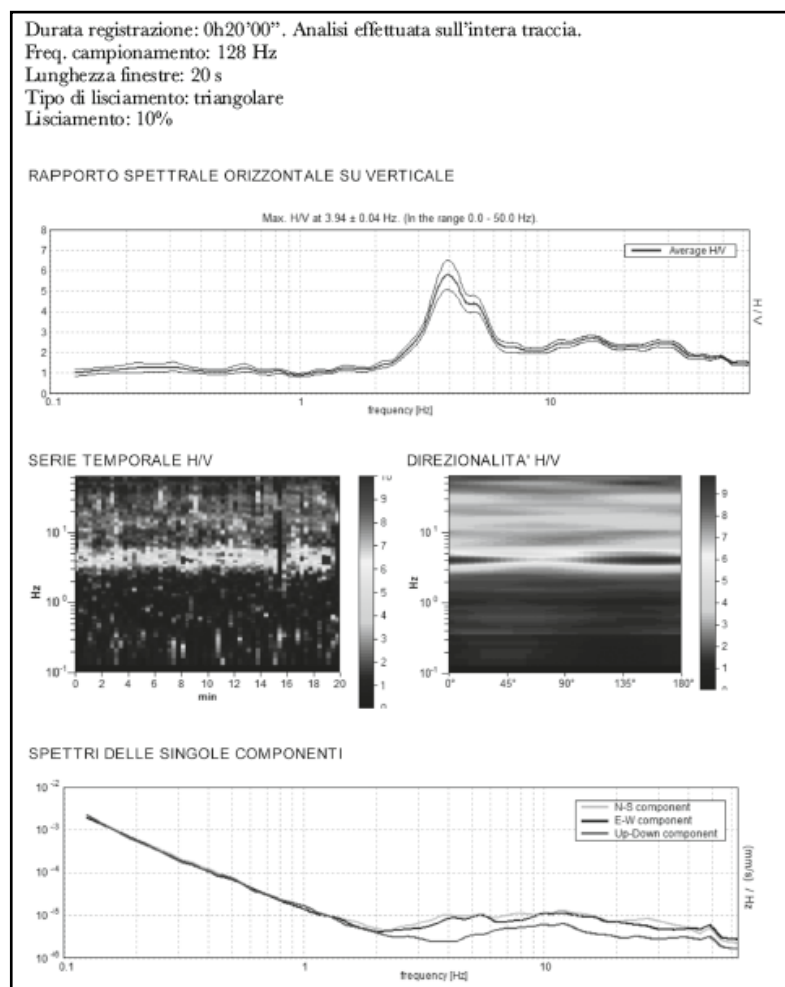
Questo deriva dal fatto che, nonostante la natura stocastica del fenomeno, in presenza di un campo d'onda diffuso, ovvero caratterizzato da sorgenti posizionate in maniera statisticamente omogenea attorno al sito di misura che si attivano in maniera non coordinata, l'andamento medio del segnale risulterà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

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

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

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

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



**Picco H/V a  $3.9 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).**

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

$f_0 > 10 / L_w$	$3.94 > 0.50$	OK	
$n_s(f_0) > 200$	$4725.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 190	OK	

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

Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	3.031 Hz	OK	
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	5.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.79 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00462  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < g(f_0)$	$0.01818 < 0.19688$	OK	
$\sigma_A(f_0) < 0(f_0)$	$0.3534 < 1.58$	OK	

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

## 5.4 – VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE MISURE HVSR

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



---

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

### **5.5 – CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

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

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

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

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

---

## **6 - INDAGINE SISMICA DOWN-HOLE**

In sismica non esistono soltanto le metodologie di indagine della rifrazione e della riflessione, esistono altre che prendono il nome di “sismica in foro”.

Una di esse, che è stata affrontata in questo lavoro, è la sismica Down-Hole. In questa tecnica viene fatto un foro nel terreno (di solito si utilizza il foro fatto per un carotaggio) opportunamente rivestito in cui viene fatto calare un sensore a tre componenti, in grado quindi di registrare sia le onde P che le S (SH e SV), a intervalli di 1-2 metri fissandolo alle pareti del foro tramite un sistema ad aria compressa o idraulico.

La sorgente viene posta in superficie ad una distanza  $d$  dal foro.

L'impulso alla sorgente produce lungo la direzione di propagazione verticale prevalentemente onde longitudinali P se la battuta è effettuata verticalmente (ad esempio una colpo di mazza su di una piastra) mentre produce impulsi prevalentemente orizzontali e quindi onde di taglio polarizzate orizzontalmente (onde SH) se vengono effettuate battute parallele al terreno di superficie (ad esempio lateralmente ad una trave di legno opportunamente fissata al terreno).

L'acquisizione dei dati può avvenire in due modi differenti:

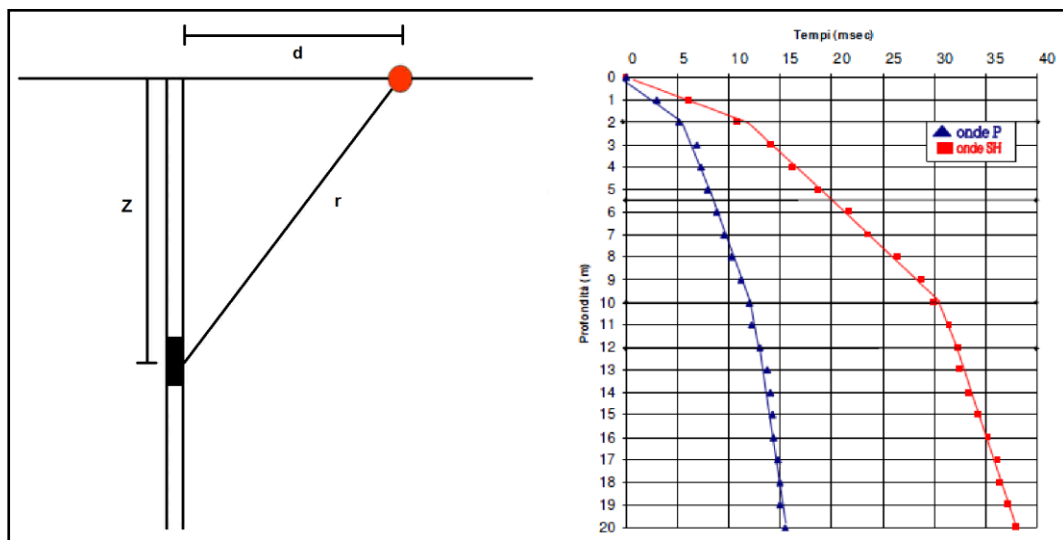
### **6.1 METODO DIRETTO – UTILIZZANDO UN SOLO RICEVITORE**

Per poter interpretare il down - hole con il metodo diretto, inizialmente, è necessario correggere i tempi di tragitto  $t$  misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde.

Quindi se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro,  $r$  la distanza fra la sorgente e il sensore tridimensionale,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{corr}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{corr} = (Z / r) t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{corr} - z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dal coefficiente angolare (come nella sismica a rifrazione) dei segmenti di retta lungo i quali si interpolano i dati sperimentali.



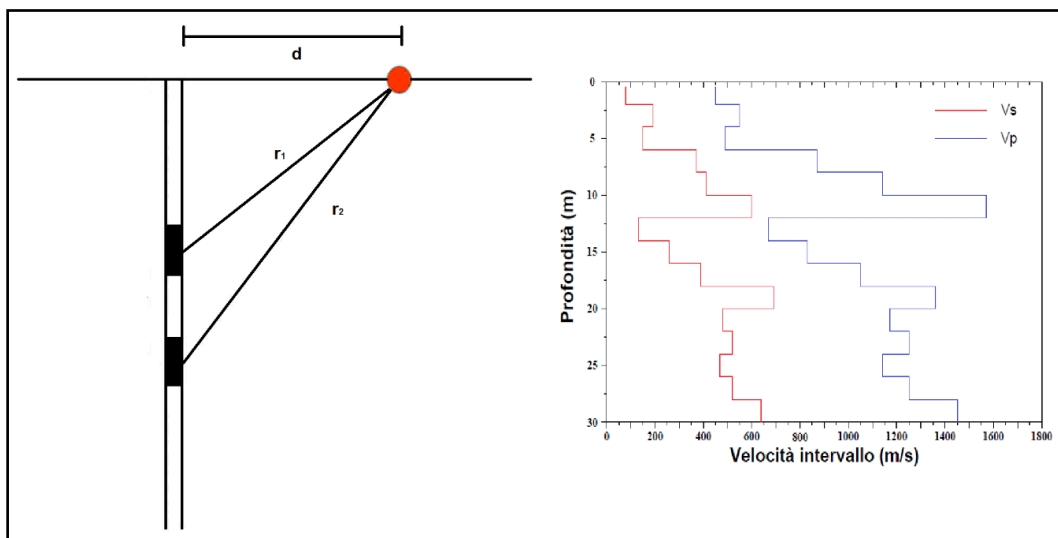
Schema di acquisizione con un ricevitore e a destra il relativo risultato

## 6.2 METODO INTERVALLO

Questo metodo risulta migliore del primo in quanto i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi posti a differente profondità consentendo una migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la formula vista in precedenza e la “velocità di intervallo” delle onde P e S con la formula seguente:

$$V_{p,s} = (Z_2 - Z_1) / (t_{2corr} - t_{1corr})$$



Schema di acquisizione con doppio ricevitore e a destra il relativo risultato.

Il metodo intervallo presenta però dei limiti infatti non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti e non è applicabile nel caso in cui  $t_{2corr} < t_{1corr}$ .

---

## **8 – BIBLIOGRAFIA**

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

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

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

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

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

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

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

## **ALLEGATI**

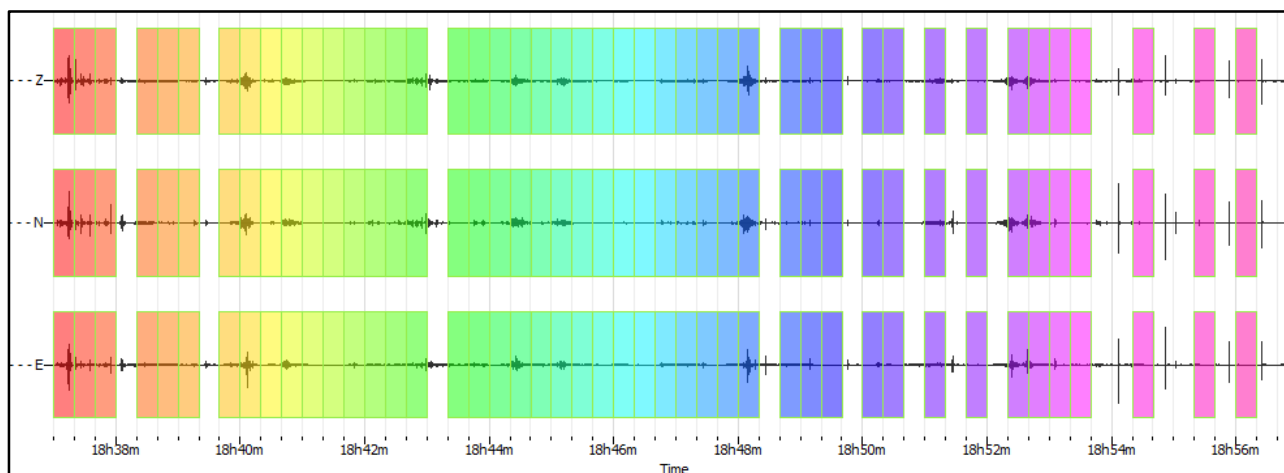
- **ALLEGATO GRAFICO: ACQUISIZIONI MICROTREMORI – RAPPORTO SPETTRALE H/V – SPETTRO DELLE SINGOLE COMPONENTI – CRITERI DI AFFIDABILITÀ SESAME – CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII**
- **ALLEGATO GRAFICO: ELABORAZIONI INDAGINI SISMICA A RIFRAZIONE P/SH – MASW/ESAC**
- **ALLEGATO GRAFICO: ELABORAZIONI INDAGINI DOWN – HOLE**
- **ALLEGATO GRAFICO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI (SCALA 1:5000) CASE NUOVE – CHIUSI – COMPITO – COREZZO – CORSALONE – FRASSINETA – RIMBOCCHI/BIFORCO – VAL DELLA META**

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

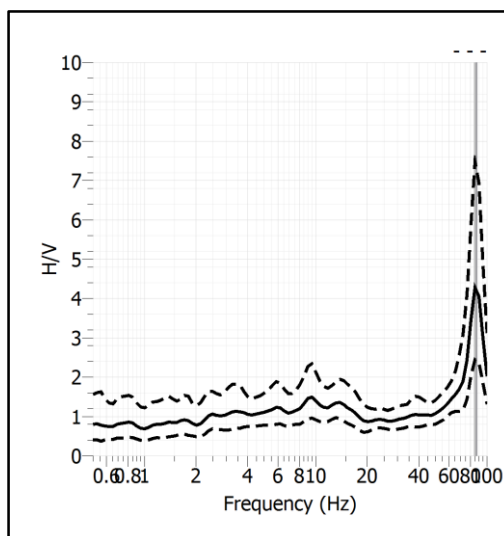
<b>Stazione</b>	1	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	45 (75% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

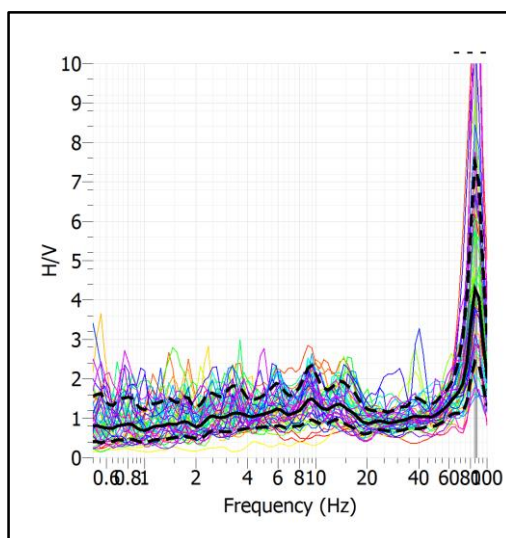


### RAPPORTO SPETTRALE H/V





### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

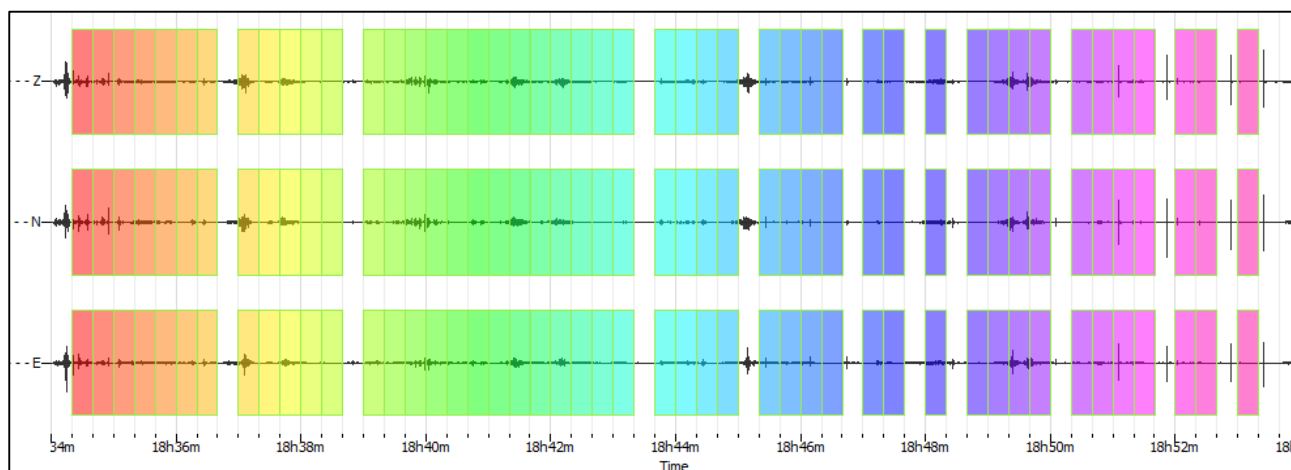
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

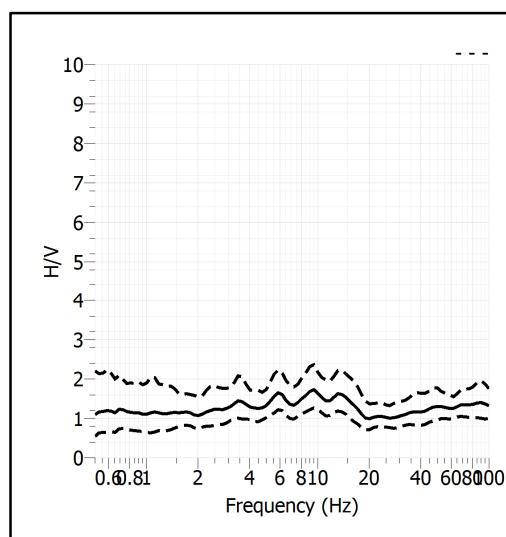
<b>Stazione</b>	2	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	47 (78% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

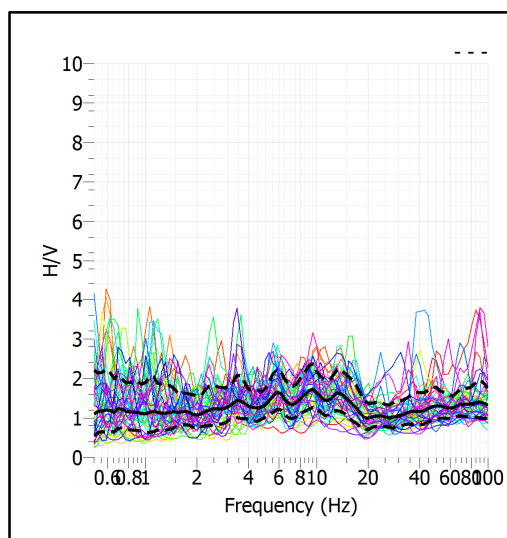
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

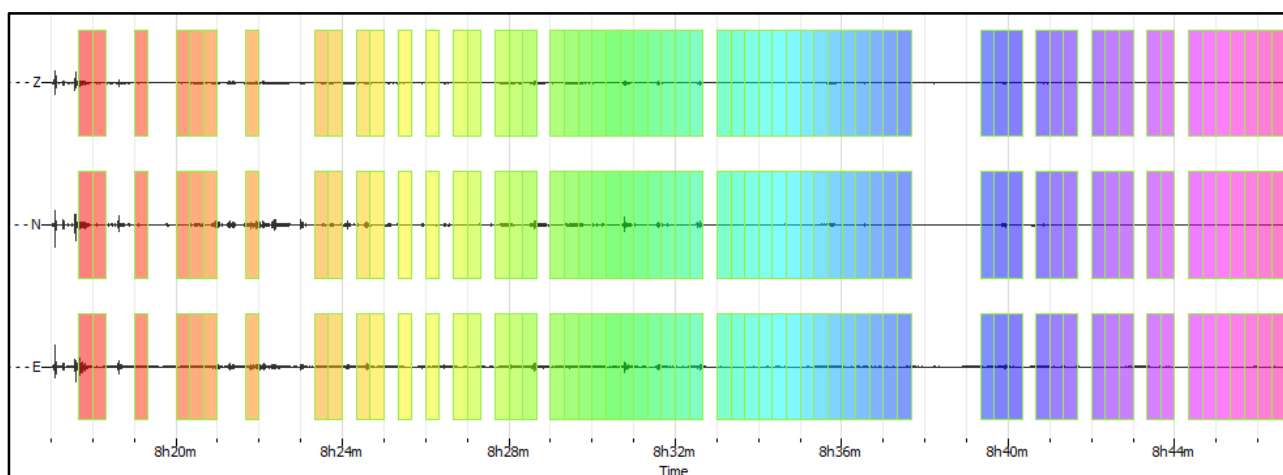
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

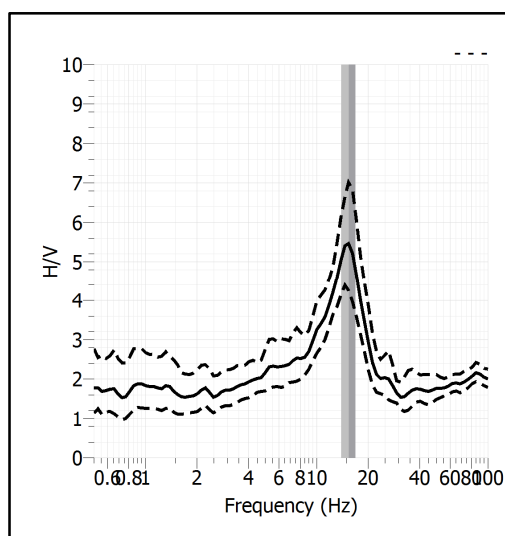
<b>Stazione</b>	3	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	30 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	61 (68% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>15.39 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>5.45</b>

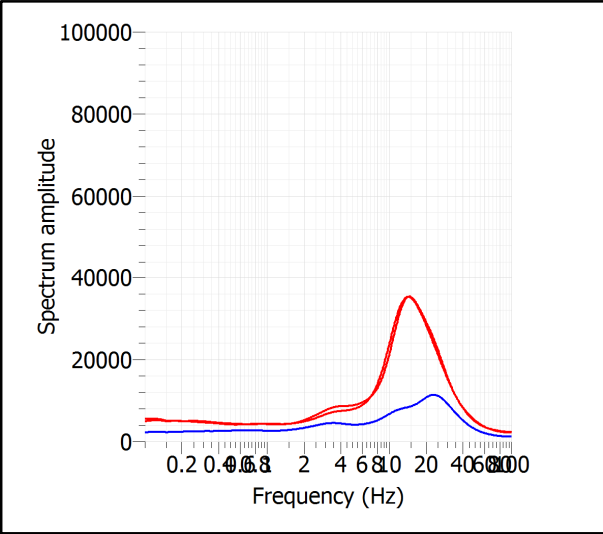
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



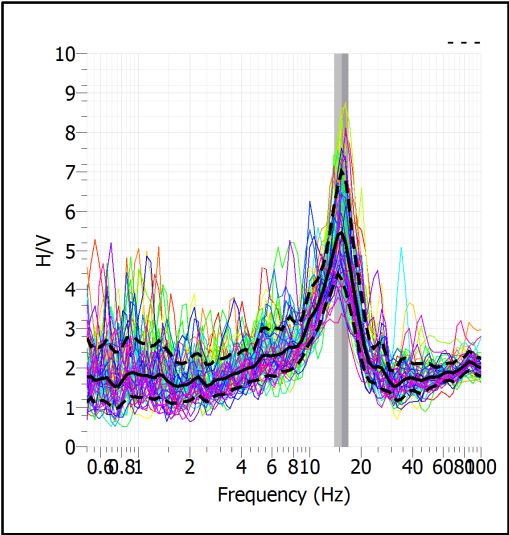
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



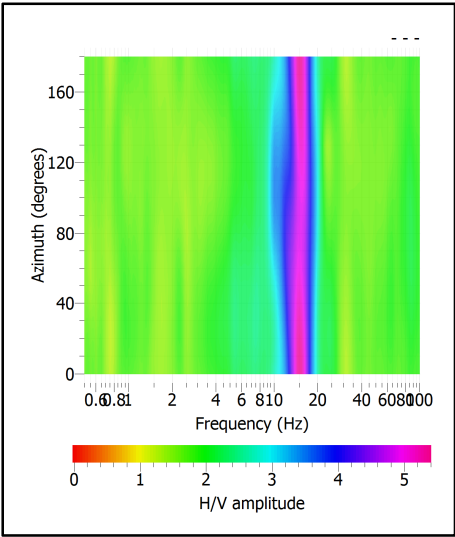
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	61	18775	15.389	1.45	5.45	1.31	ALTO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			15.389	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			18775	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 26				OK
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^*</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^*) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						5.4544 > 2 OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						NO
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						1.4462 > 0.7695 OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.3105 < 1.5800 OK

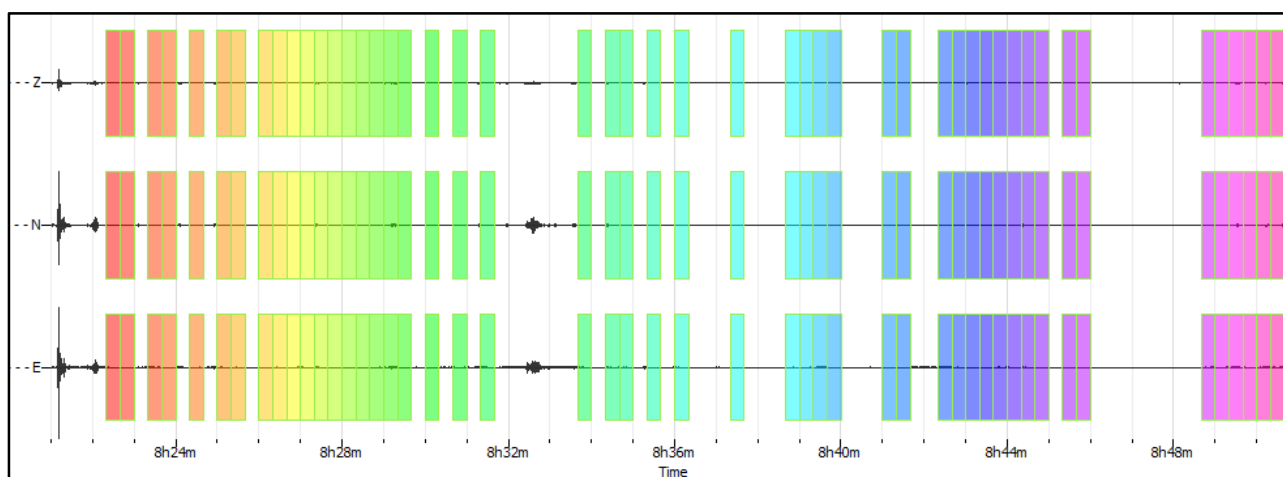
ULTERIORI CRITERI (D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

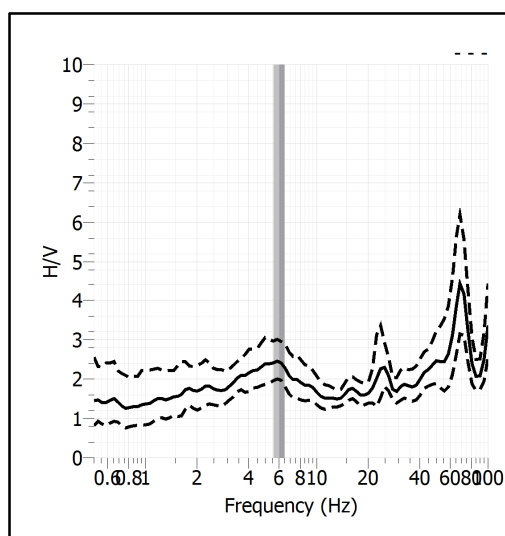
<b>Stazione</b>	4	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	30 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	49 (54% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>6.04 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.43</b>

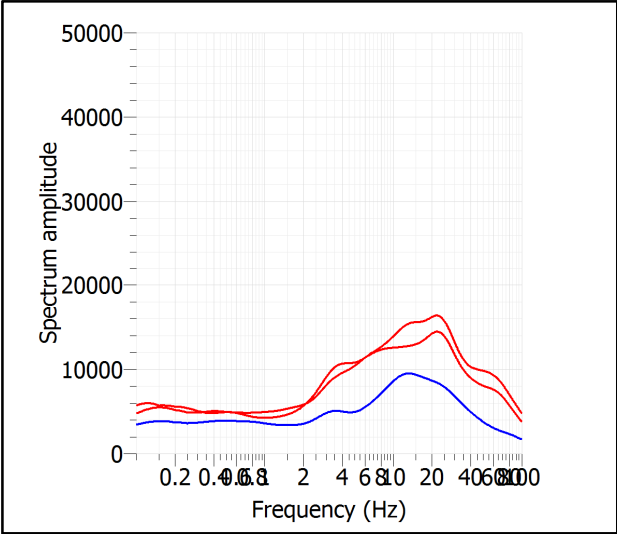
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



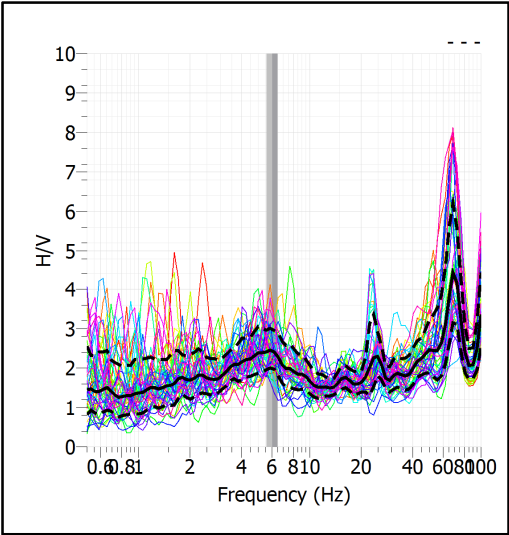
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



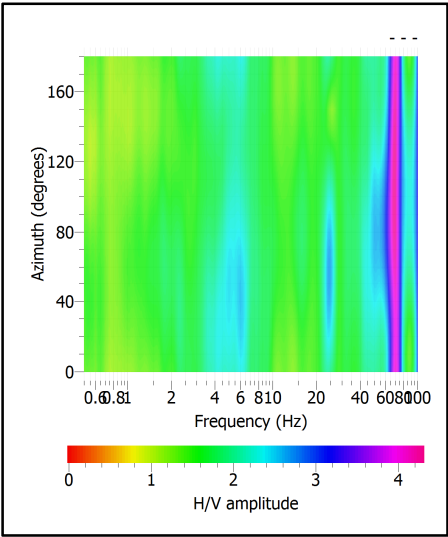
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**





### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	49	5925	6.046	0.44	2.43	1.22	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			6.046	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			5925	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27				
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						<b>NO</b>
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						<b>NO</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						2.4325 > 2 <b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>NO</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.4427 > 0.3023 <b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.2240 < 1.5800 <b>OK</b>

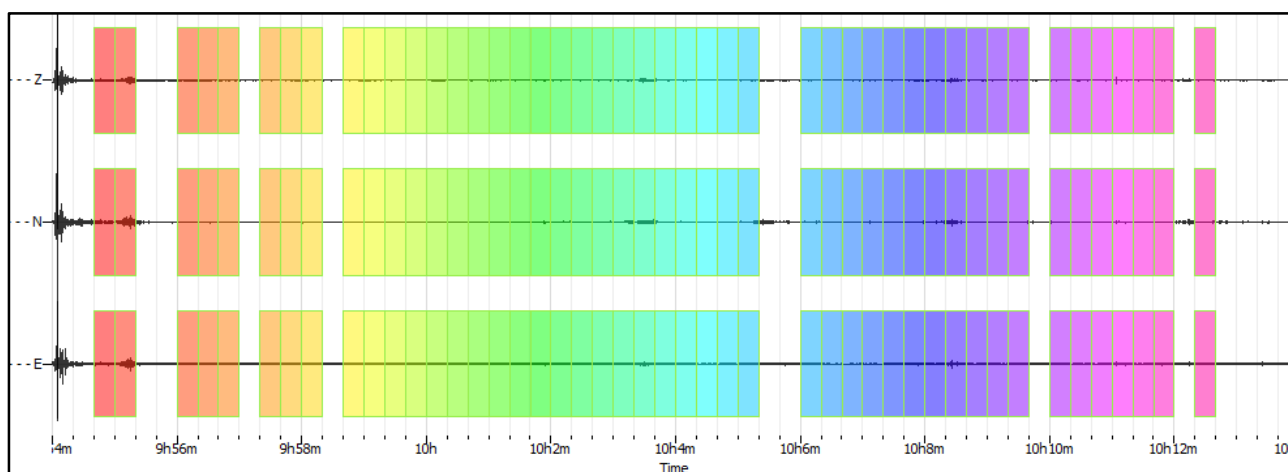
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

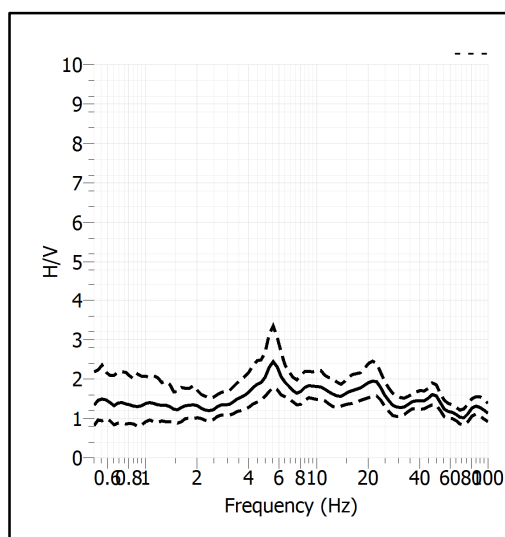
<b>Stazione</b>	5	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	46 (76% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

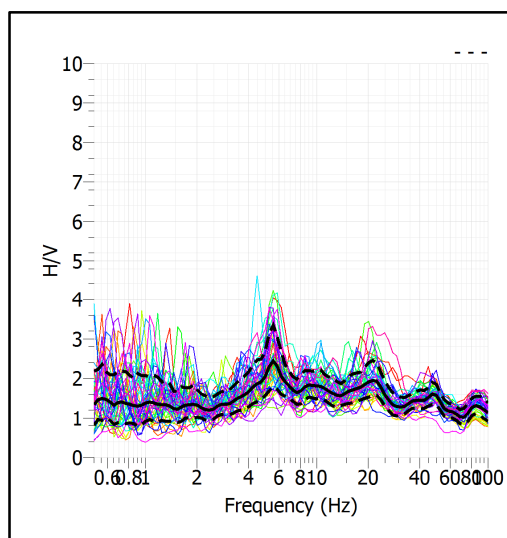
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

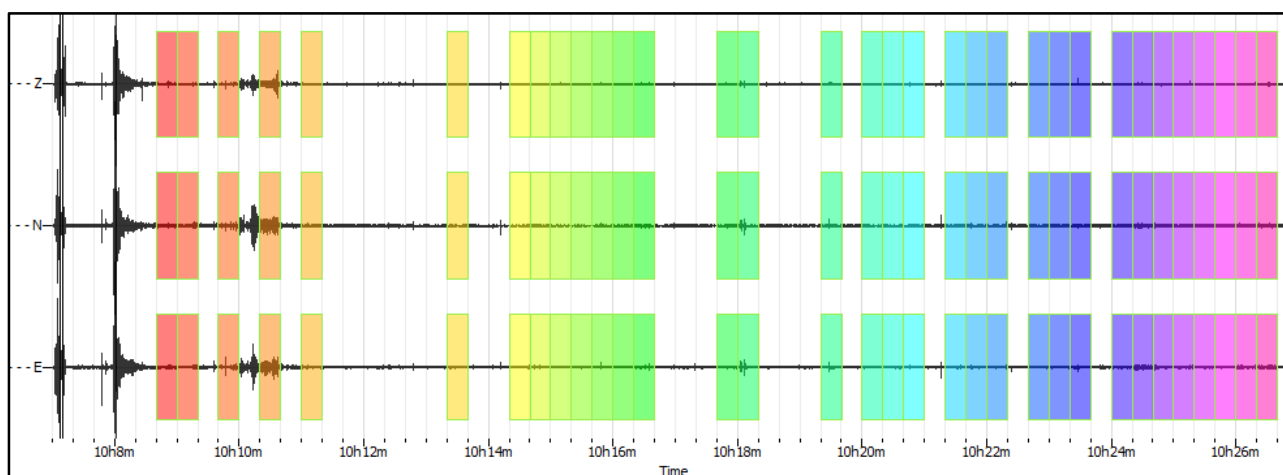
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

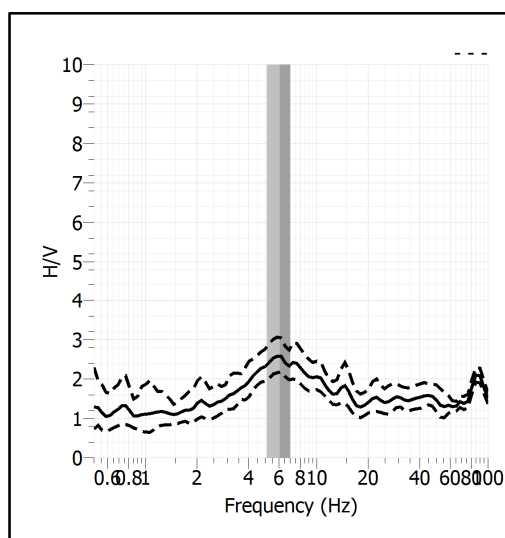
<b>Stazione</b>	6	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	33 (55% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>6.07 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.58</b>

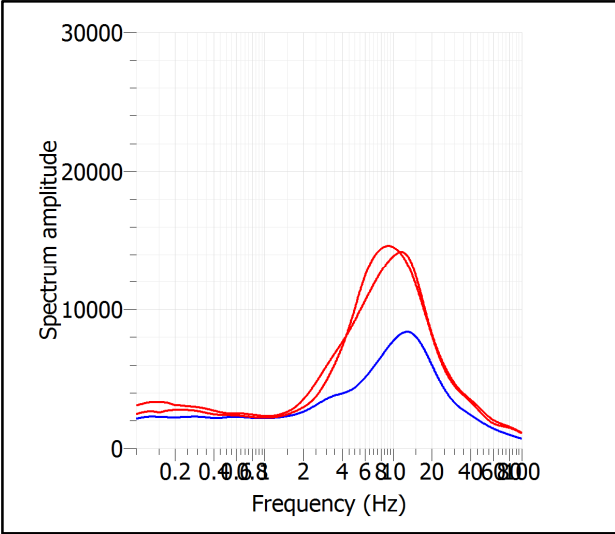
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



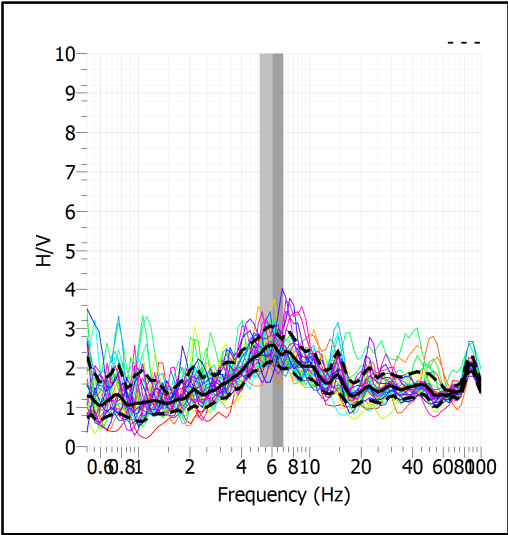
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



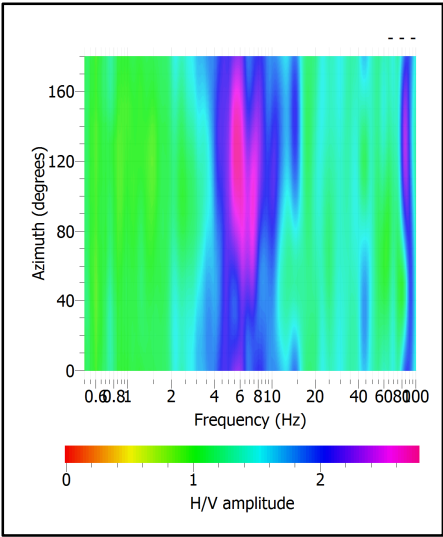
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	33	4006	6.070	0.96	2.58	1.19	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			6.070	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			4006	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27				
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						2.5759 > 2 OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						OK
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.9580 > 0.3035 OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.1854 < 1.5800 OK

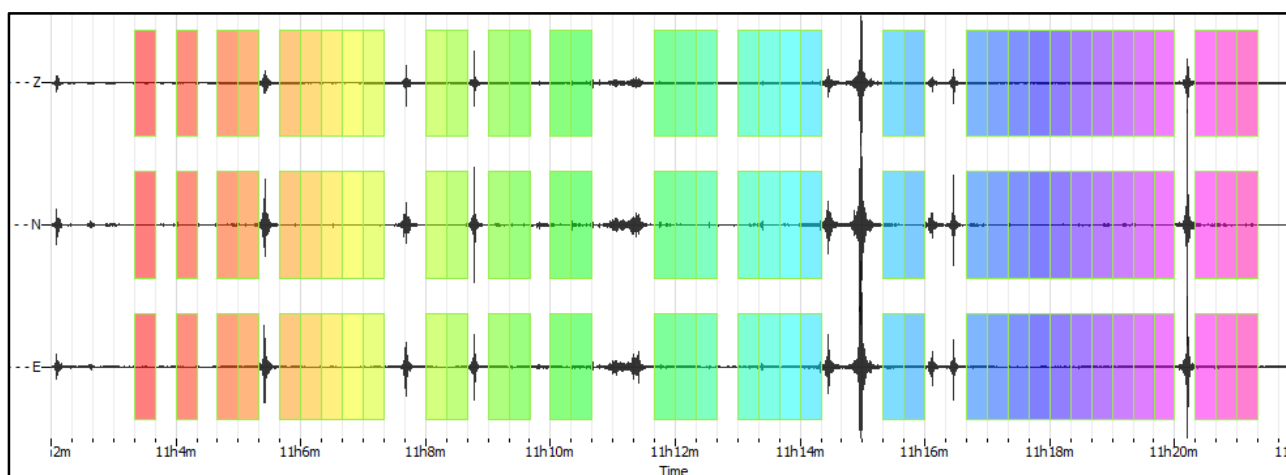
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

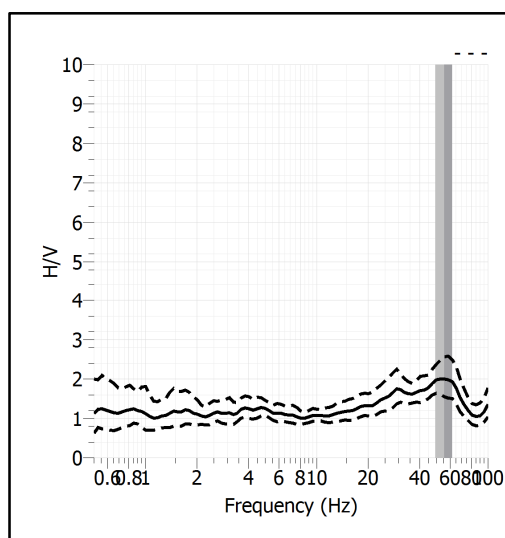
<b>Stazione</b>	7	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	37 (62% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

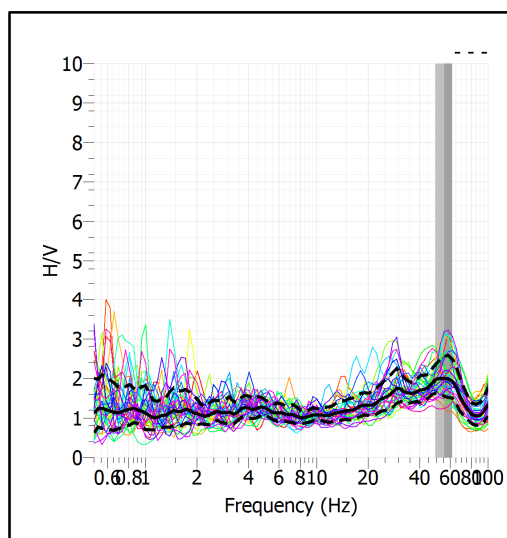
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

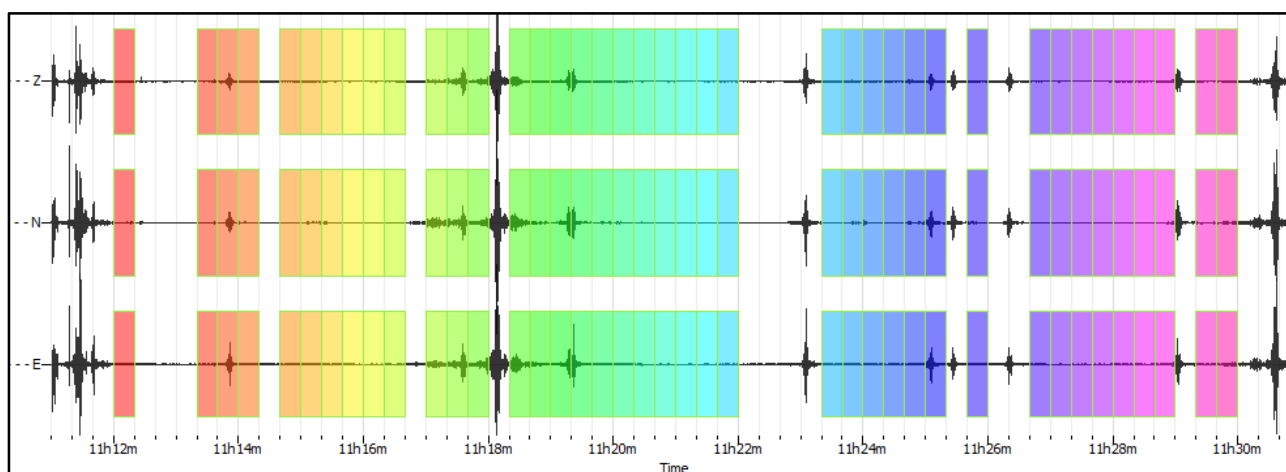
**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**



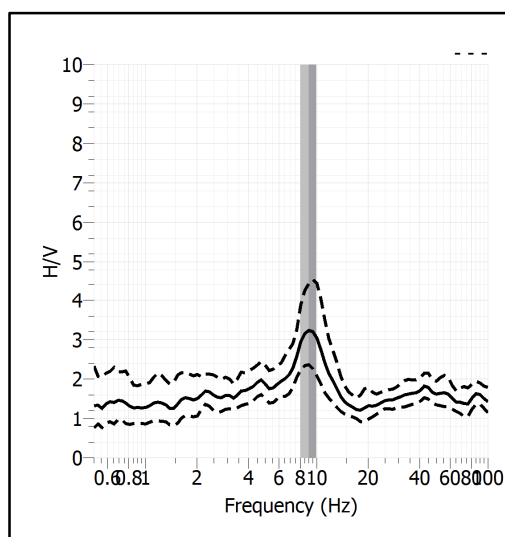
<b>Stazione</b>	8	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	40 (67% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>8.99 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.23</b>

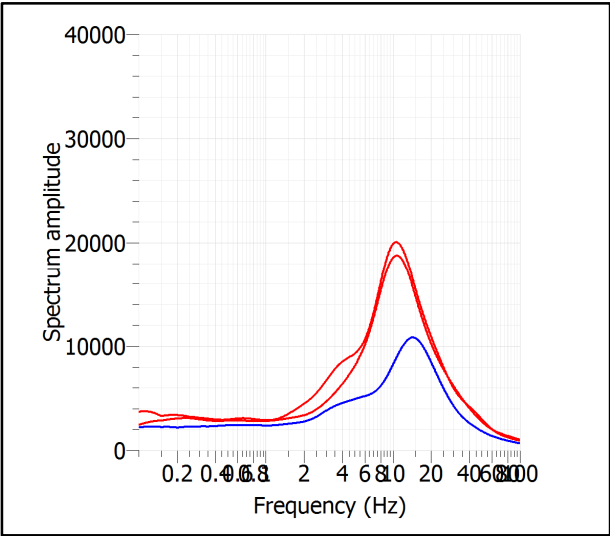
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



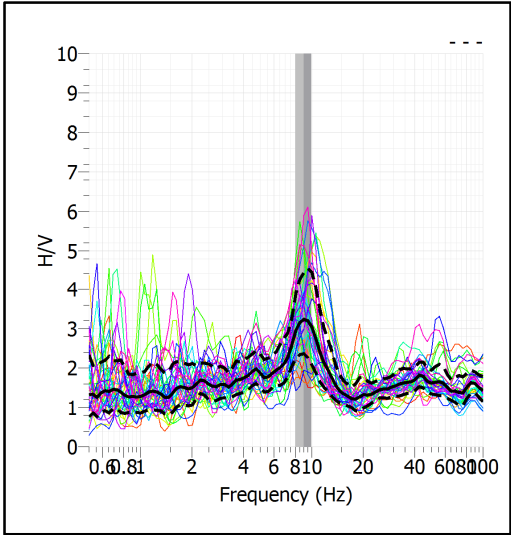
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



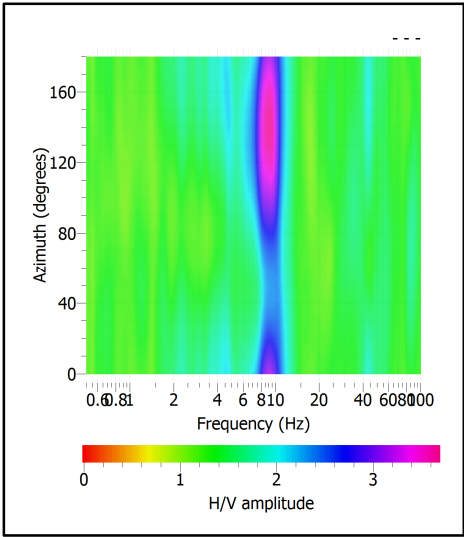
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	40	7192	8.990	0.97	3.23	1.37	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			8.990	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			7192	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 26			<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						<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>						<b>OK</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						3.2292 > 2 <b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>NO</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.9690 > 0.4495 <b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.3690 < 1.5800 <b>OK</b>

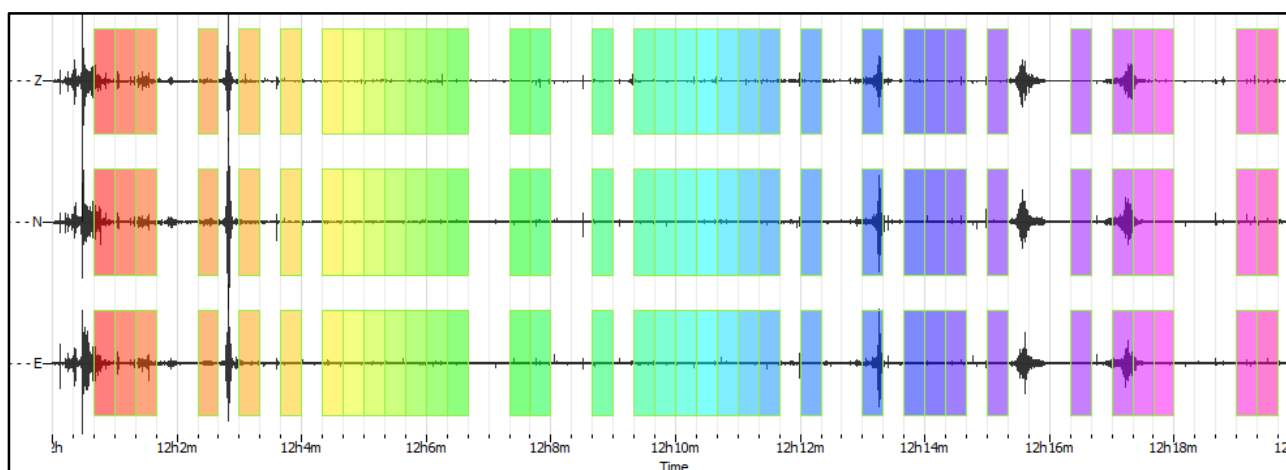
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

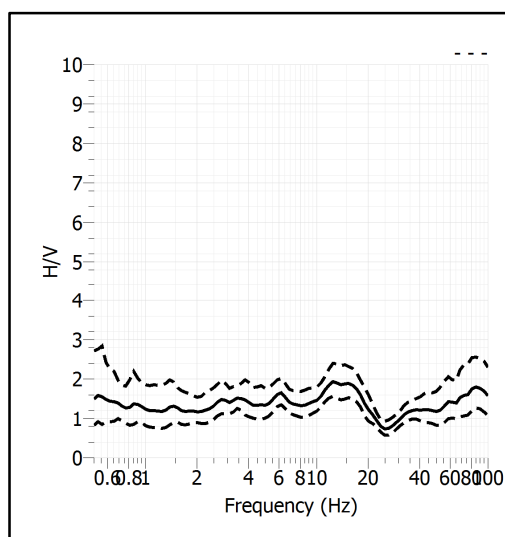
<b>Stazione</b>	9	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	35 (58% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

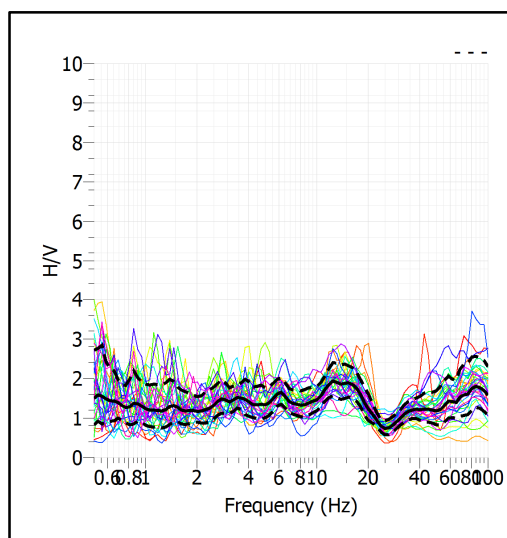
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

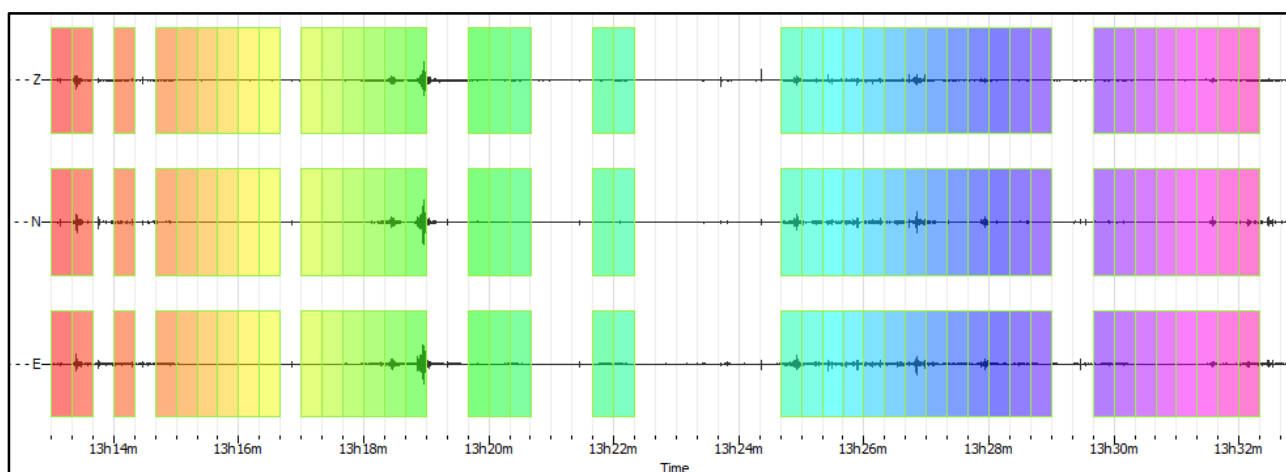
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

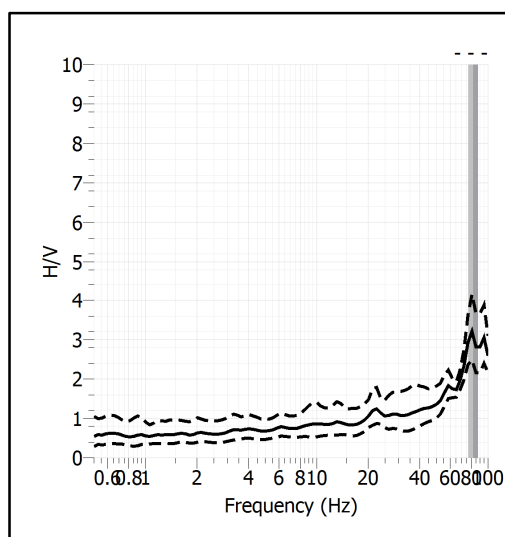
<b>Stazione</b>	10	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	41 (68% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

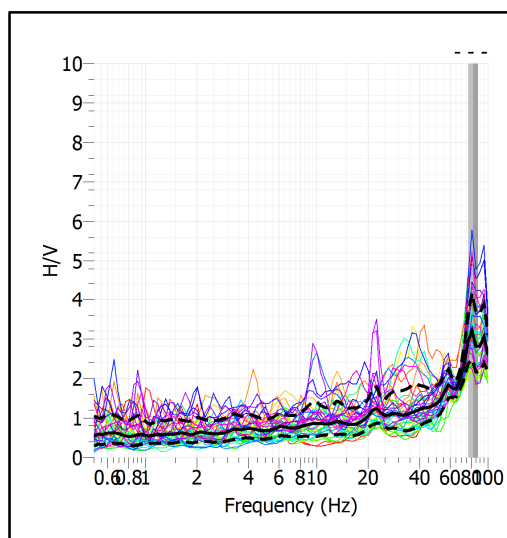
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

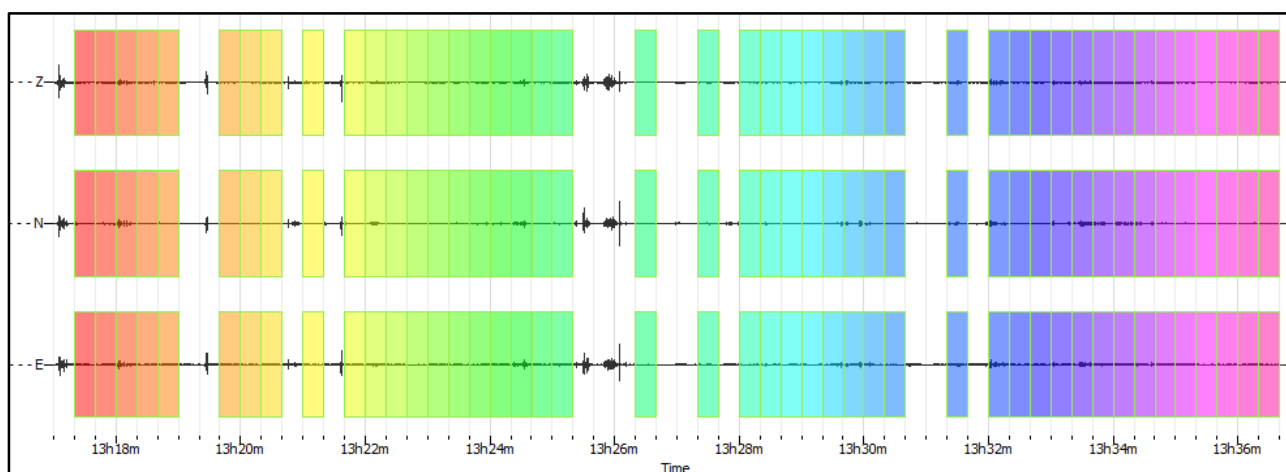
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

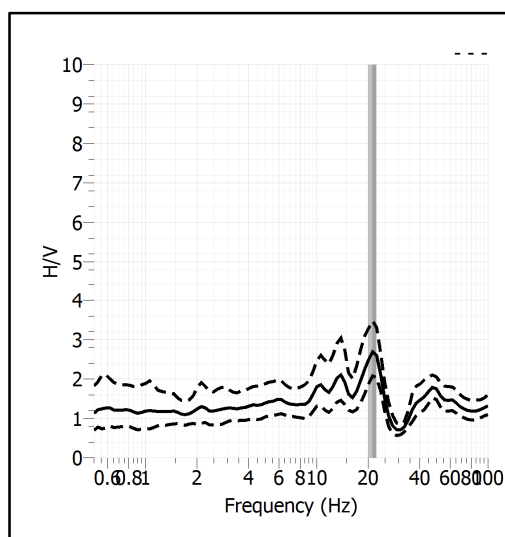
<b>Stazione</b>	11	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	45 (75% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

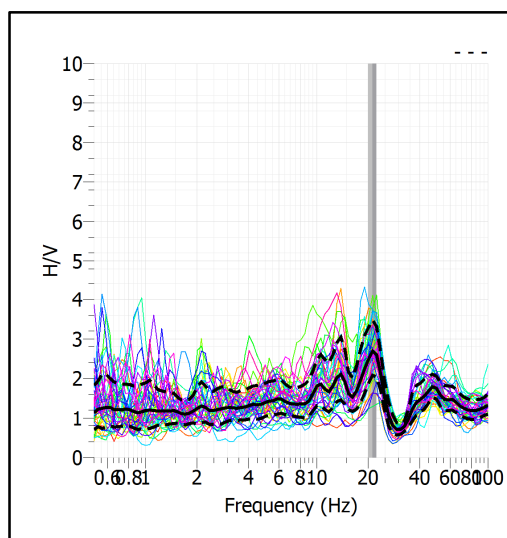


### RAPPORTO SPETTRALE H/V





### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

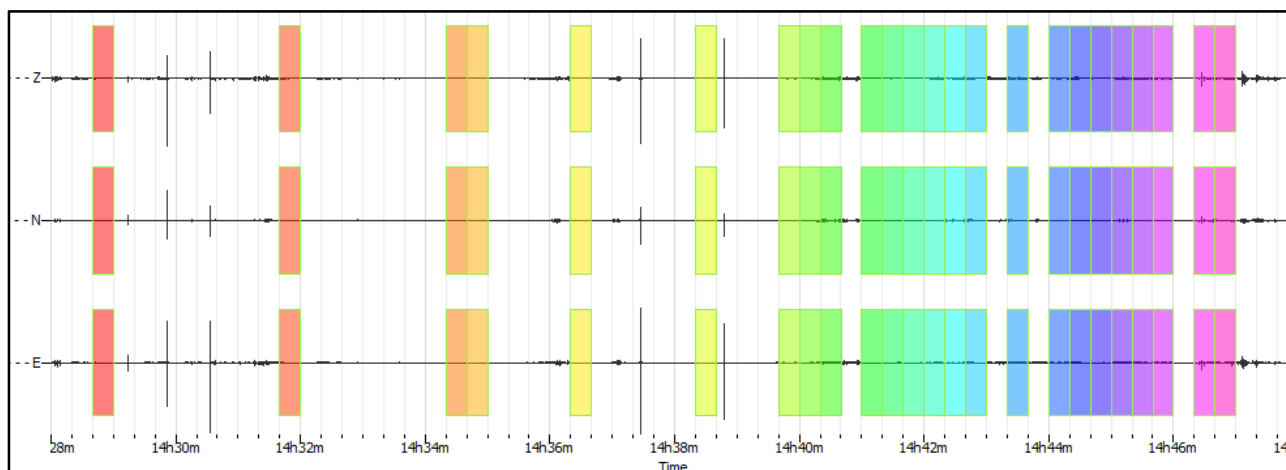
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

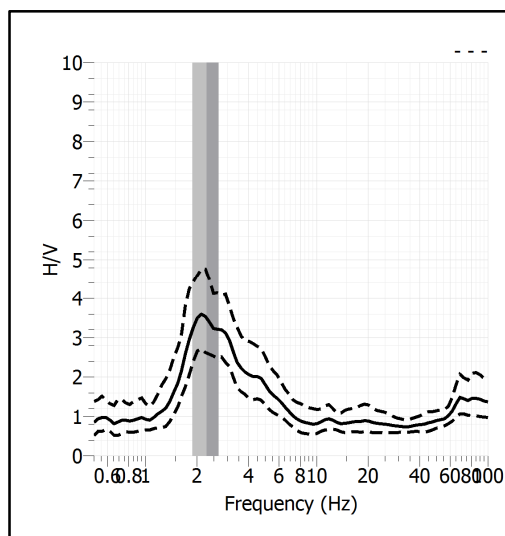
<b>Stazione</b>	12	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	24 (40% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>2.28 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.49</b>

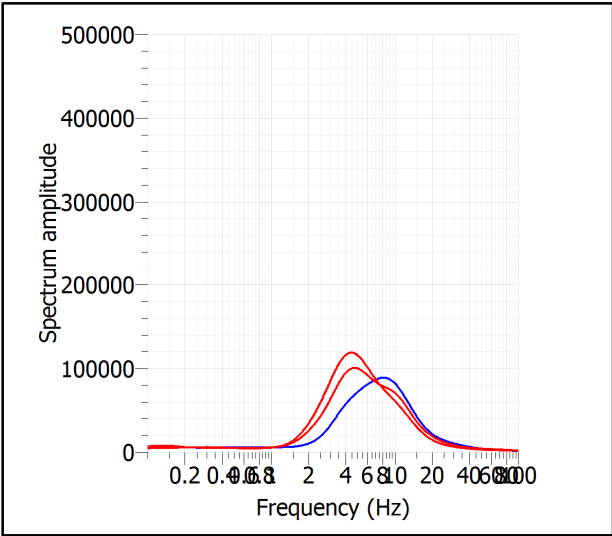
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



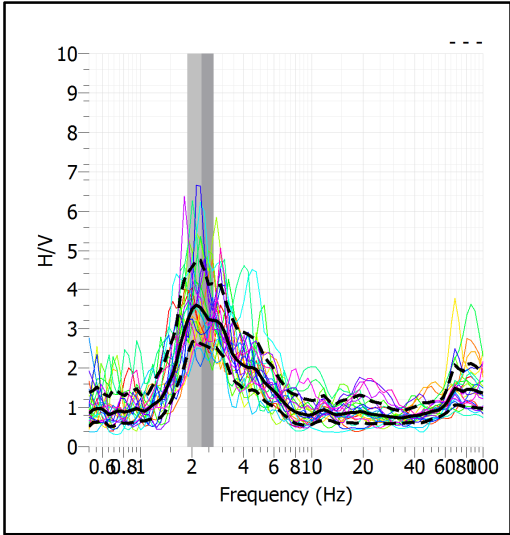
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



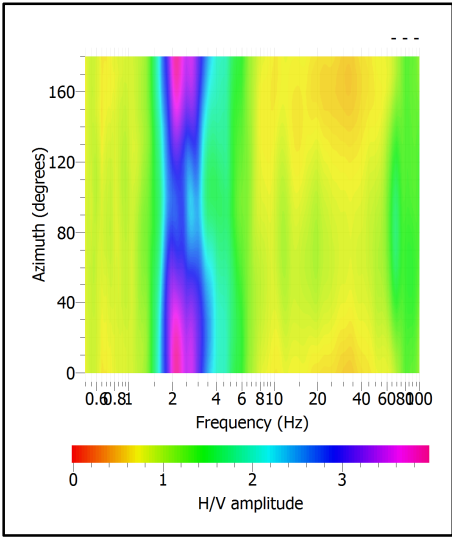
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	24	1094	2.279	0.40	3.49	1.33	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			2.279	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			1094	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^*</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^*) &lt; A_0/2</math></b>						<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>						<b>OK</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						3.4894 > 2 <b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>NO</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.3977 > 0.1140 <b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.3276 < 1.5800 <b>OK</b>

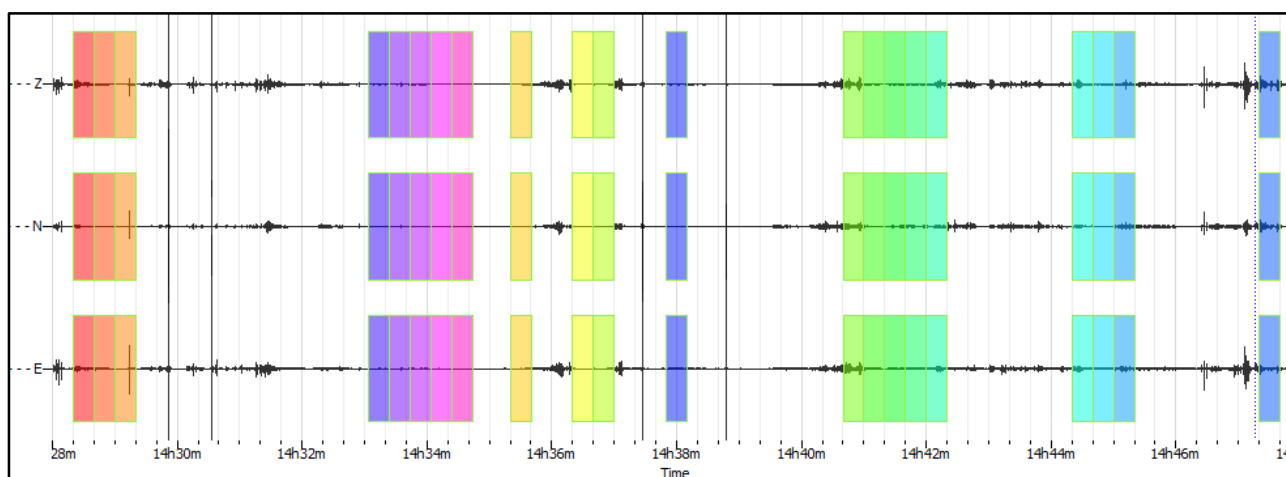
ULTERIORI CRITERI (D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

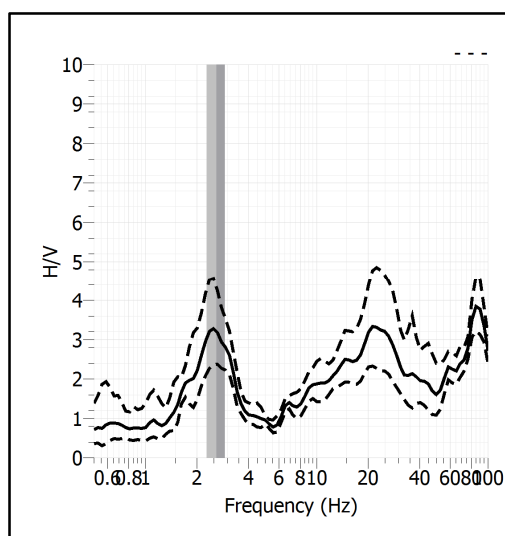
<b>Stazione</b>	13	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	21 (38% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>2.59 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.20</b>

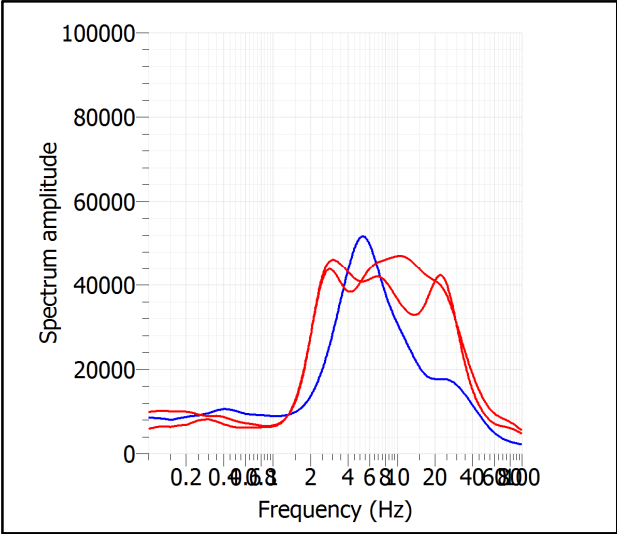
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



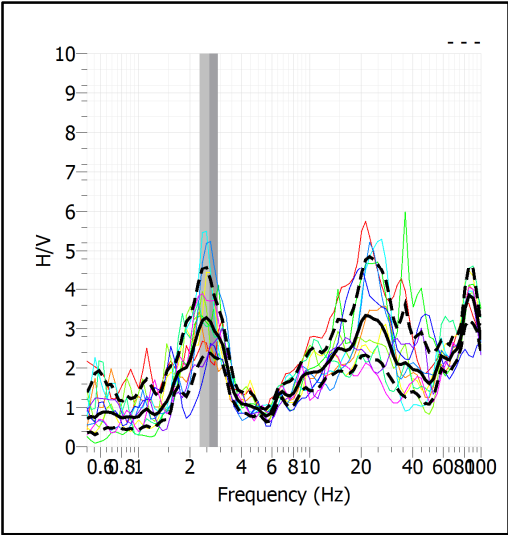
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



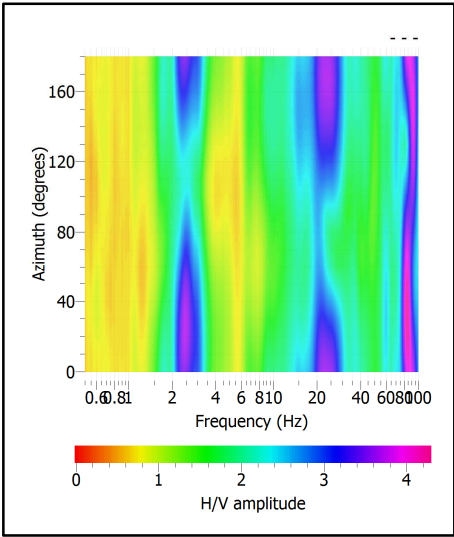
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	11	570	2.593	0.31	3.20	1.37	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			2.593	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			570	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						<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>						<b>OK</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						3.2036 > 2 <b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>NO</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.3127 > 0.1297 <b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.3741 < 1.5800 <b>OK</b>

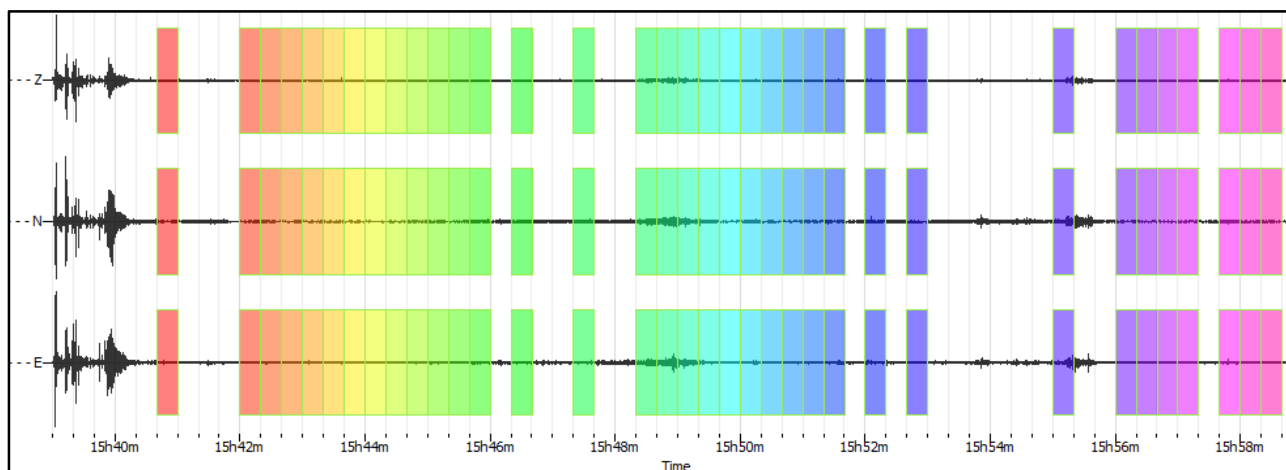
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

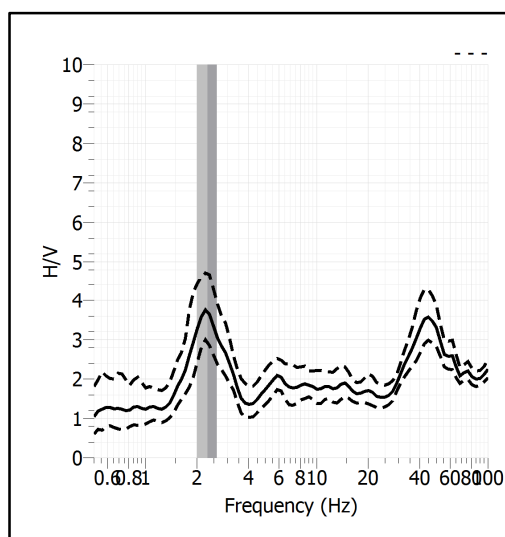
<b>Stazione</b>	14	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	35 (58% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>2.30 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.70</b>

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

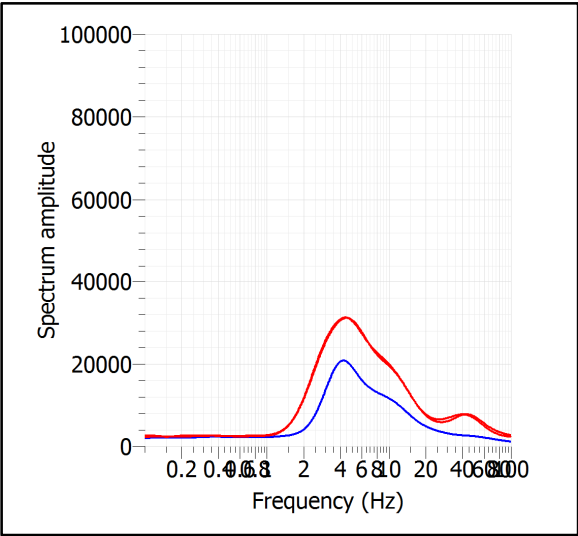


### RAPPORTO SPETTRALE H/V

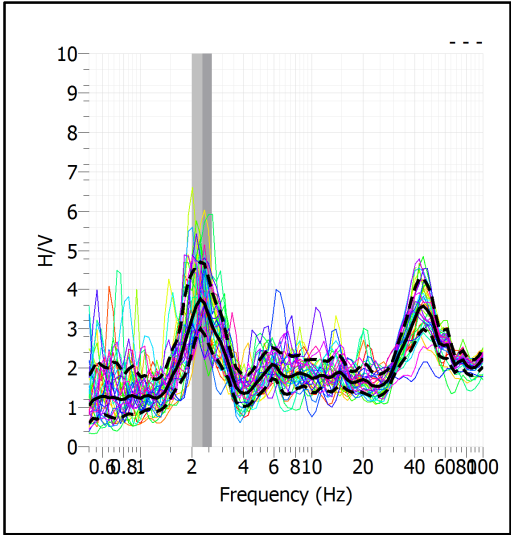




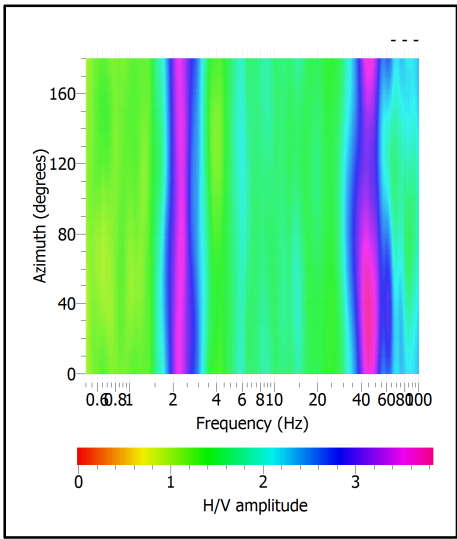
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	35	1612	2.302	0.31	3.70	1.27	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			2.302	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			1612	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			3.6992	>	2	OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						OK
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			0.3116	>	0.1151	OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.2670	<	1.5800	OK

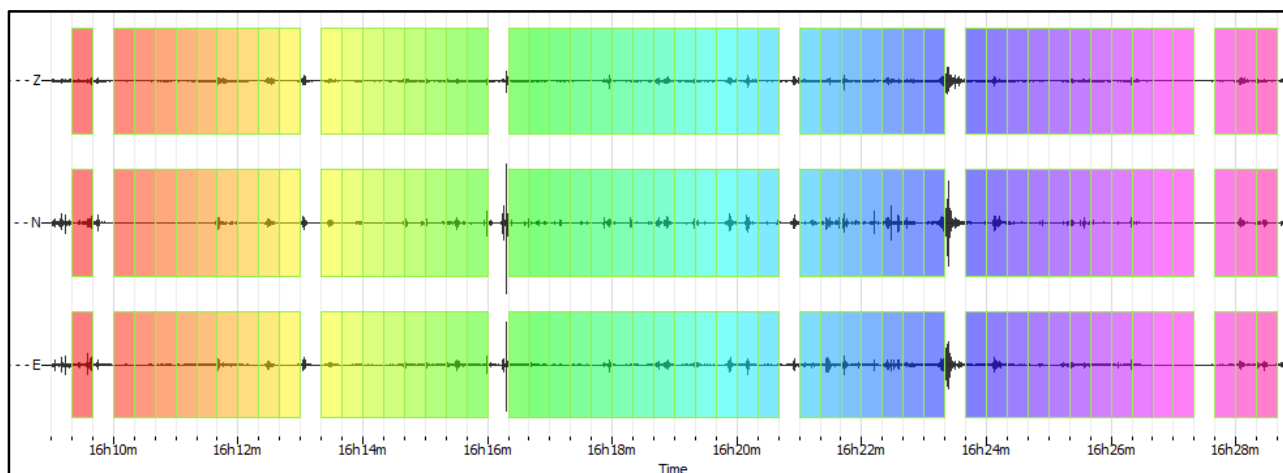
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

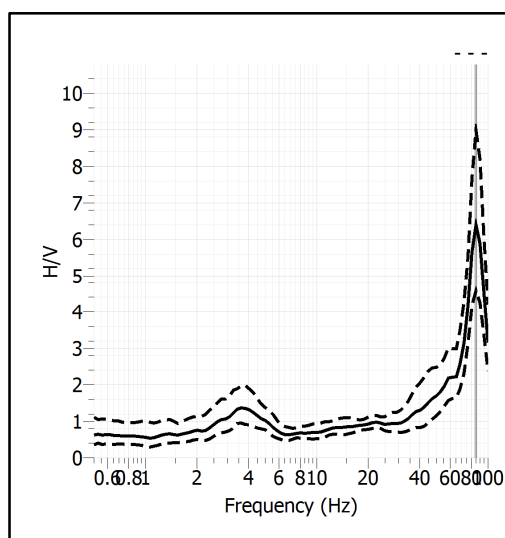
<b>Stazione</b>	15	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	45 (75% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

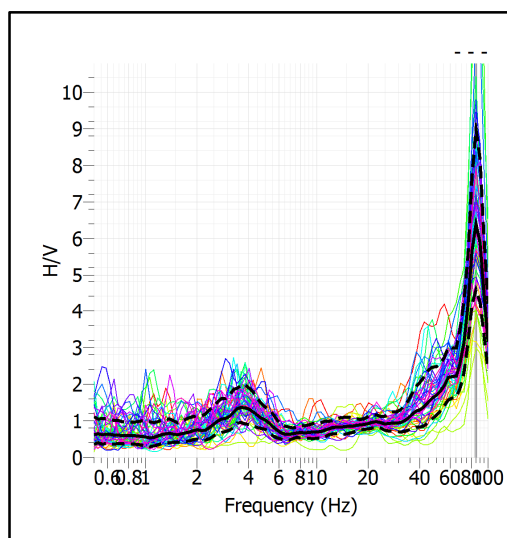
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

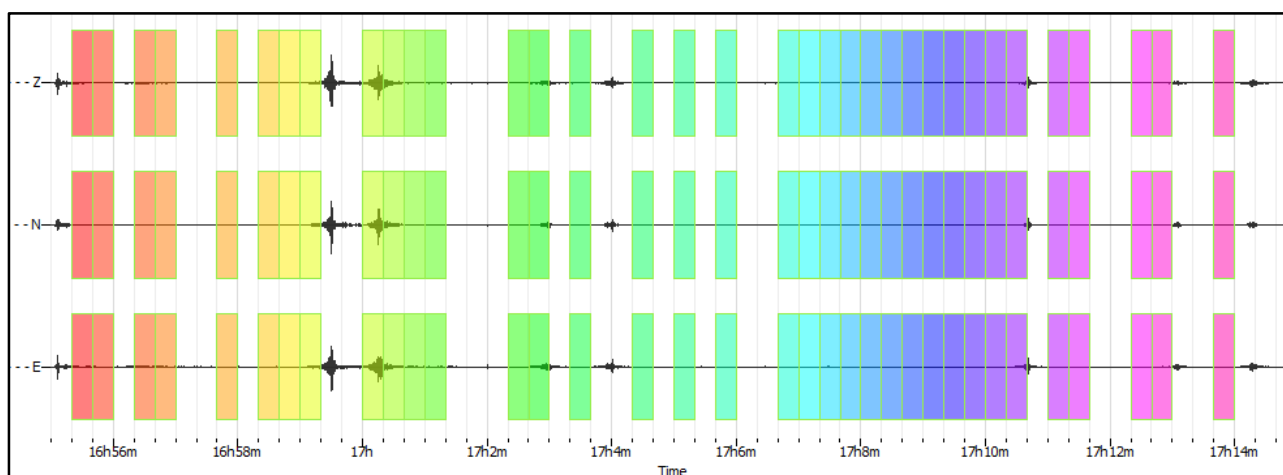
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

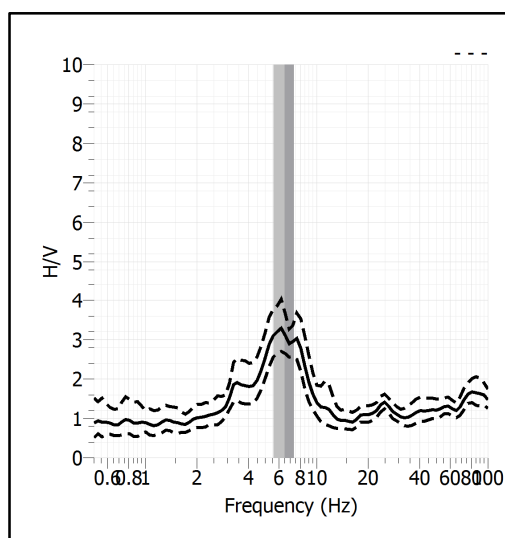
<b>Stazione</b>	16	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	35 (58% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>6.48 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.14</b>

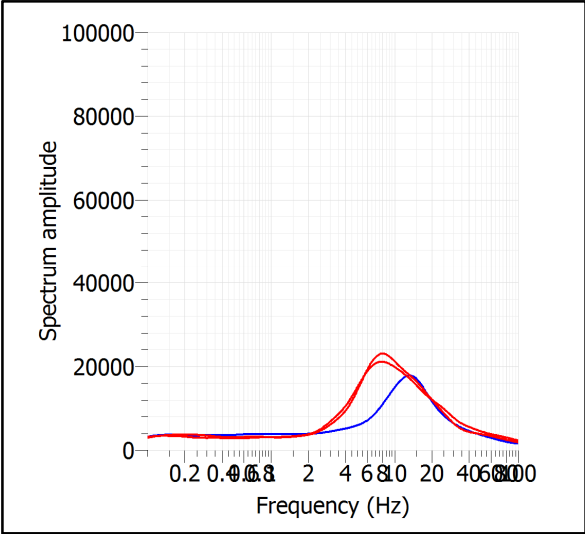
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



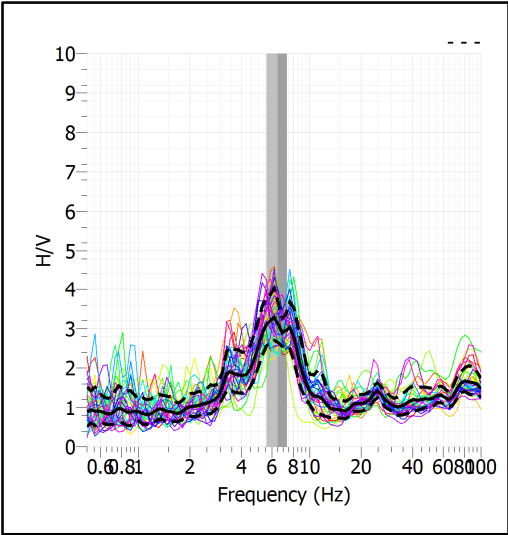
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



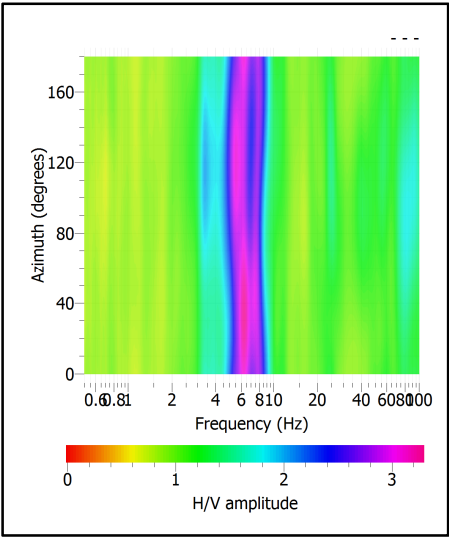
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	35	4540	6.485	0.90	3.14	1.22	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			6.485	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			4540	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^*</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^*) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			3.1353	>	2	OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						OK
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			0.9012	>	0.3243	OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.2160	<	1.5800	OK

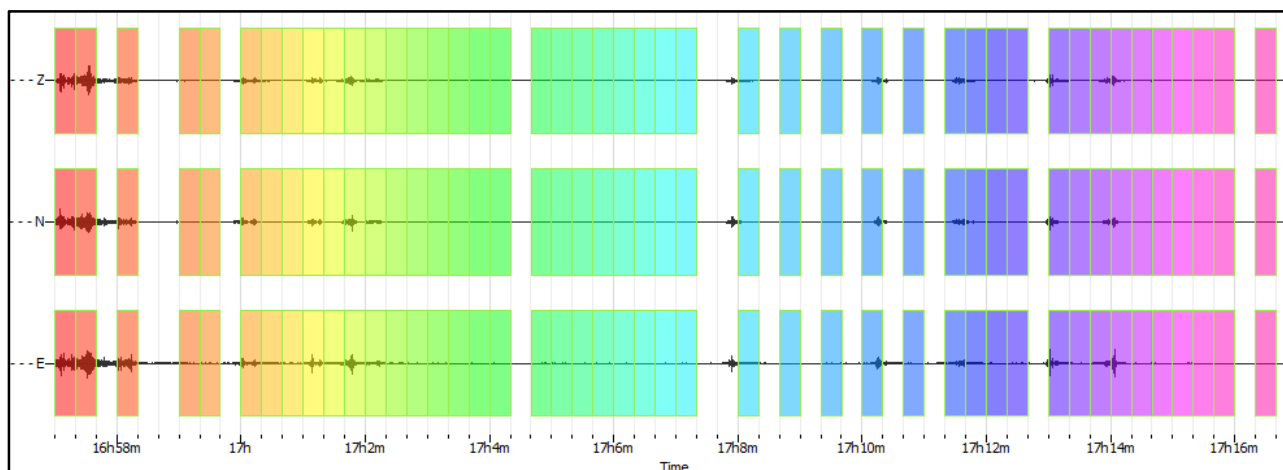
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

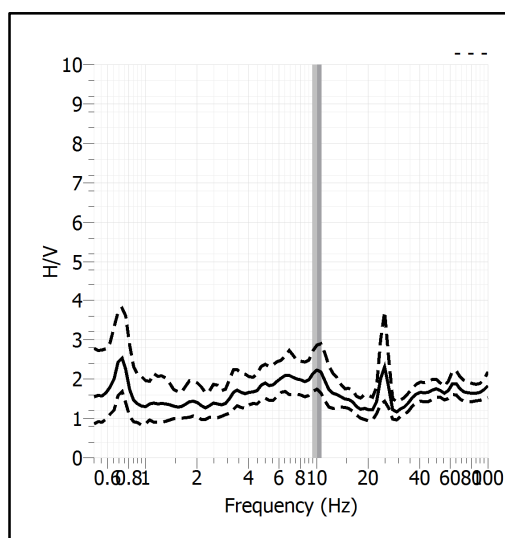
<b>Stazione</b>	17	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	45 (75% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>10.06 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.23</b>

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

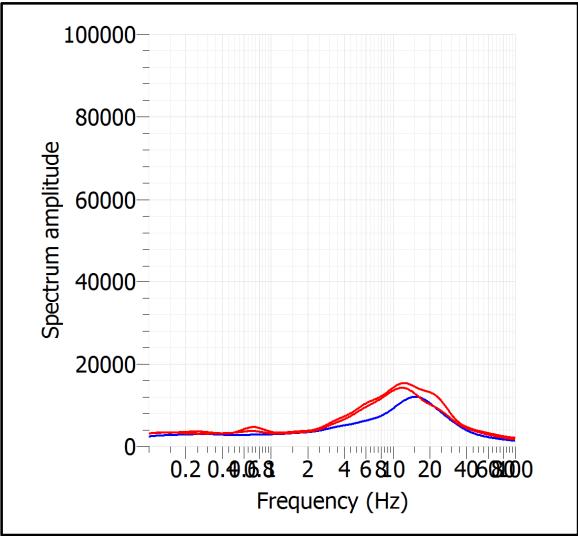


### RAPPORTO SPETTRALE H/V

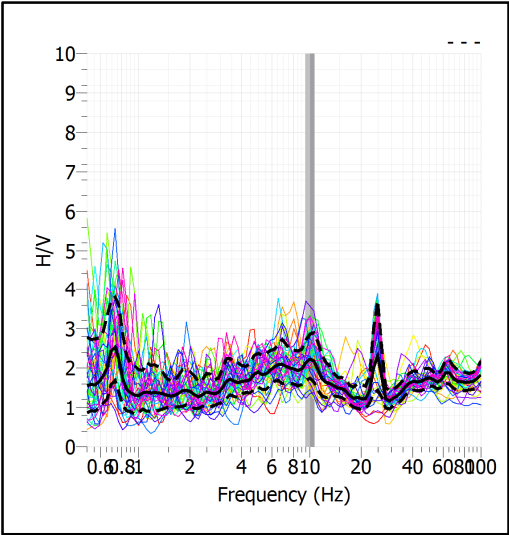




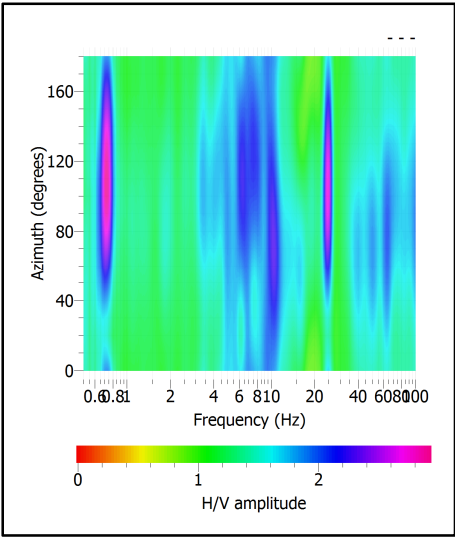
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	45	9054	10.060	0.64	2.23	1.32	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			10.060	>	0.500		OK
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			9054	>	200		OK
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27				OK
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^*</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^*) &lt; A_0/2</math></b>						NO
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						NO
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			2.2283	>	2	OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						NO
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			0.6415	>	0.5030	OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.3154	<	1.5800	OK

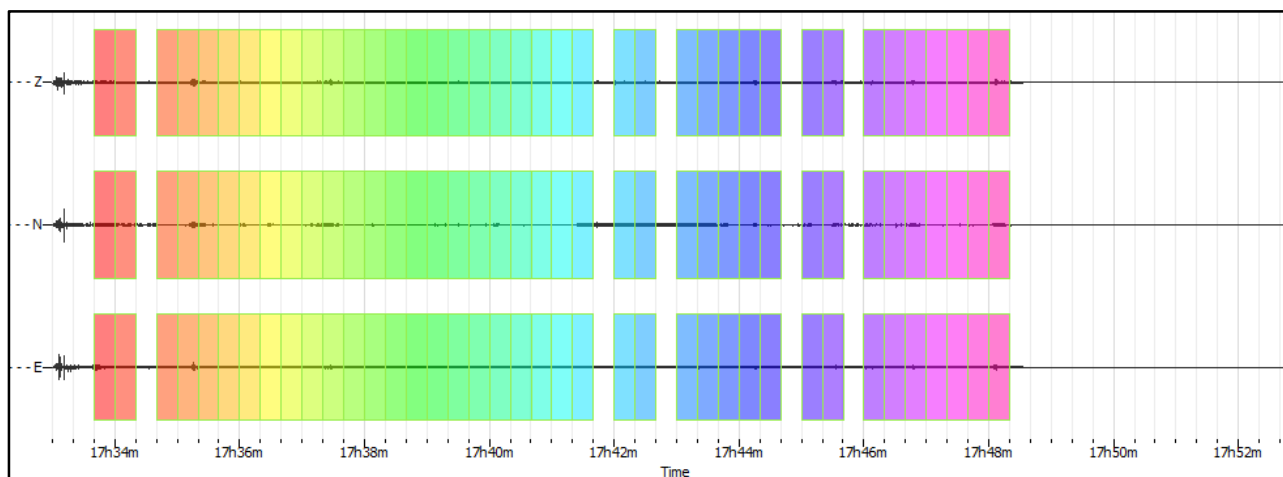
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

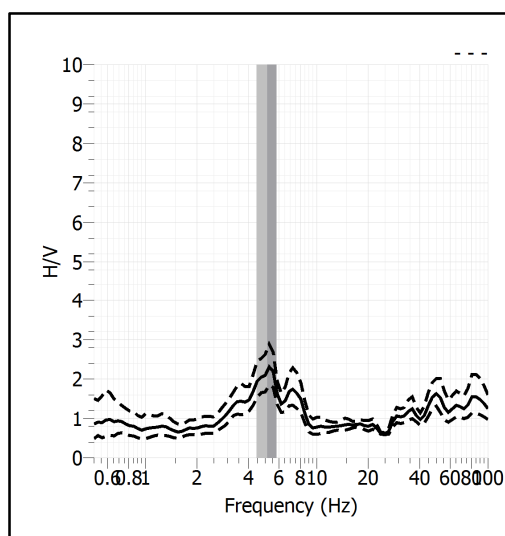
<b>Stazione</b>	18	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	39 (65% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>5.14 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.21</b>

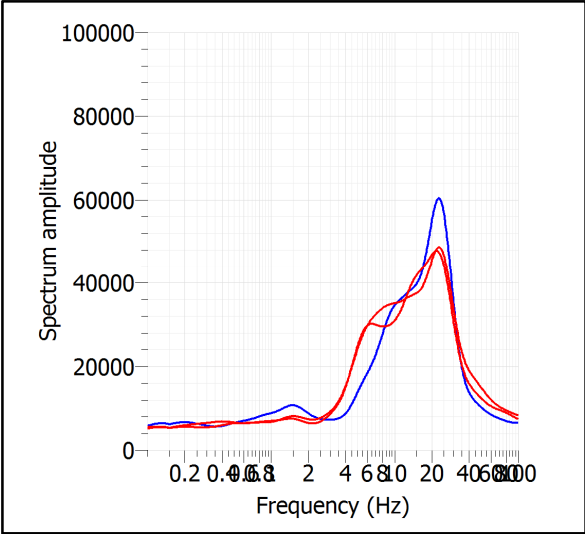
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



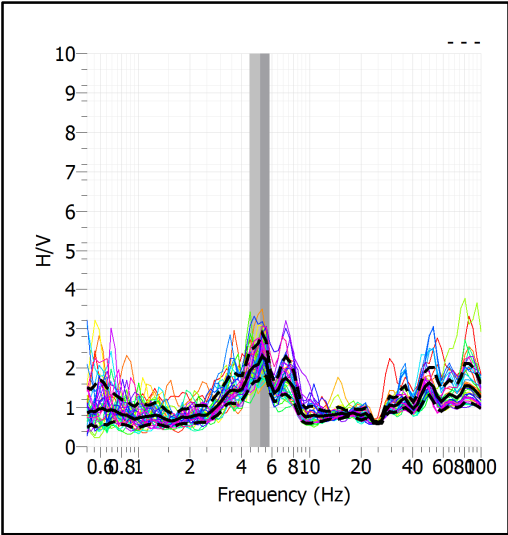
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



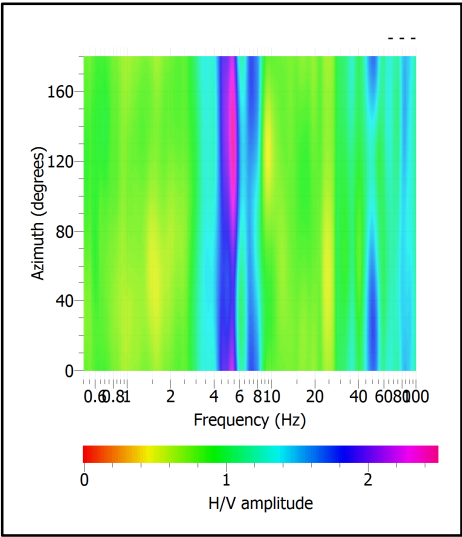
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	39	4013	5.144	0.69	2.21	1.25	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			5.144	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			4013	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						<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>						<b>OK</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			2.2110	>	2	<b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>OK</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			0.6864	>	0.2572	<b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.2517	<	1.5800	<b>OK</b>

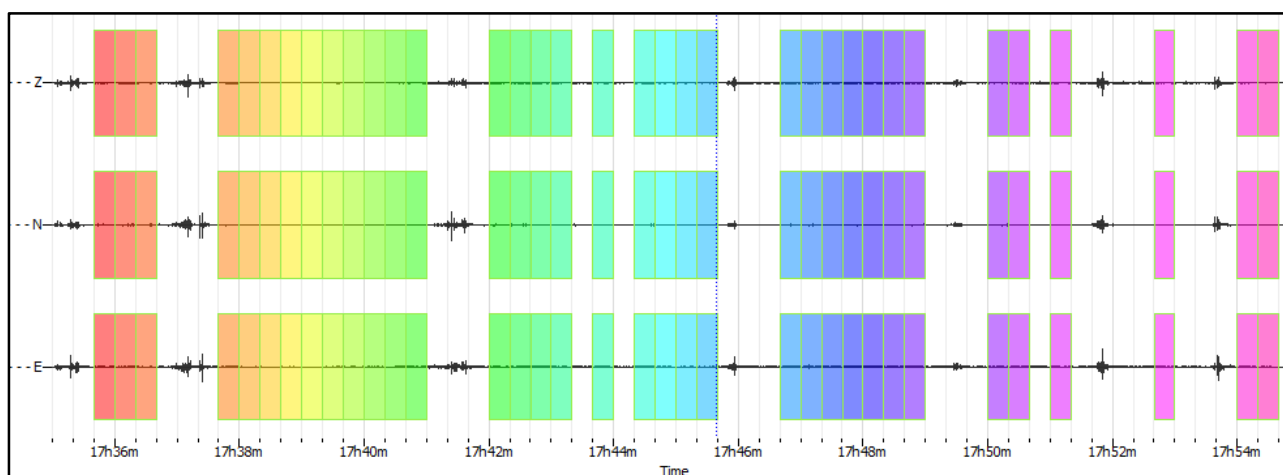
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

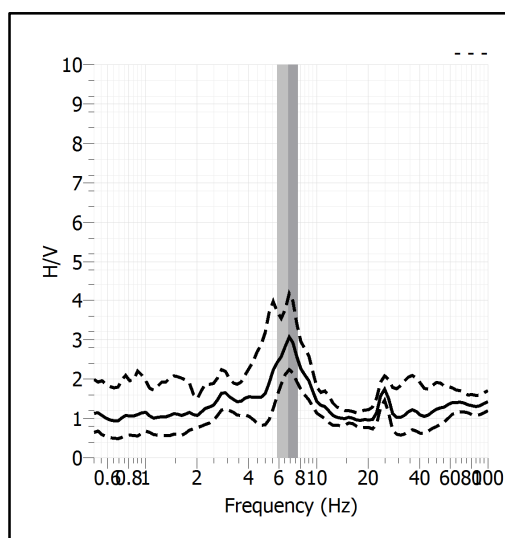
<b>Stazione</b>	19	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	35 (58% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>6.82 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.02</b>

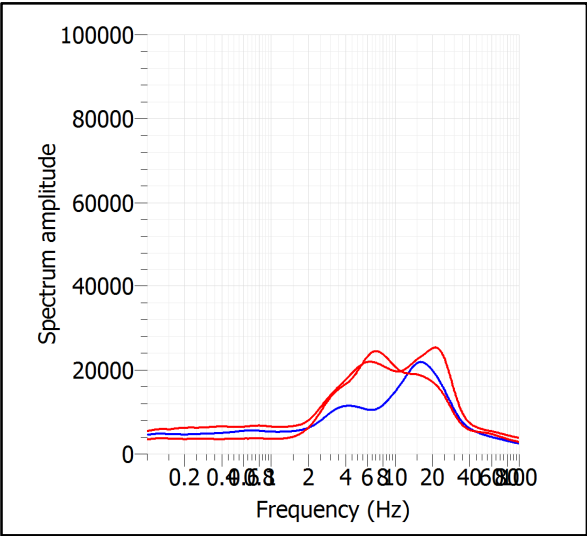
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



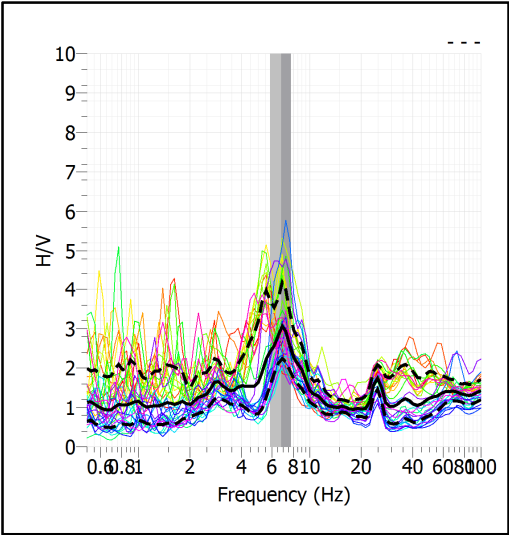
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



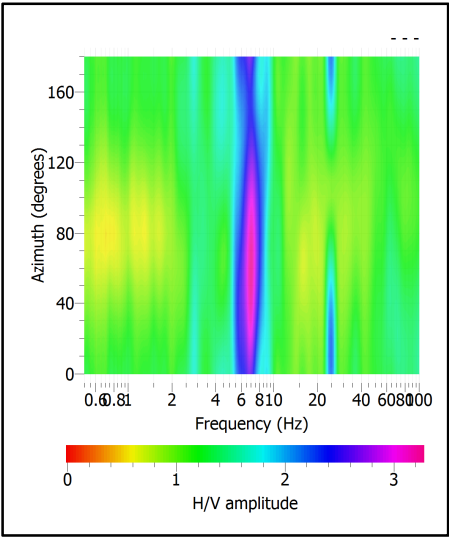
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	35	4774	6.820	0.95	3.02	1.36	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			6.820	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			4774	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^*</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^*) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			3.0174	>	2	OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						OK
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			0.9463	>	0.3410	OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.3600	<	1.5800	OK

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

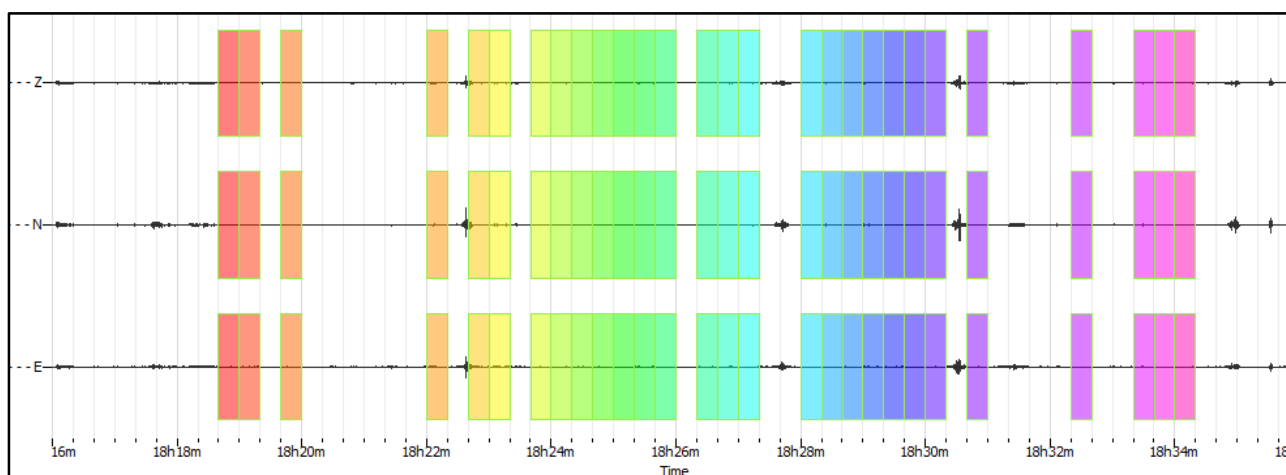
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------



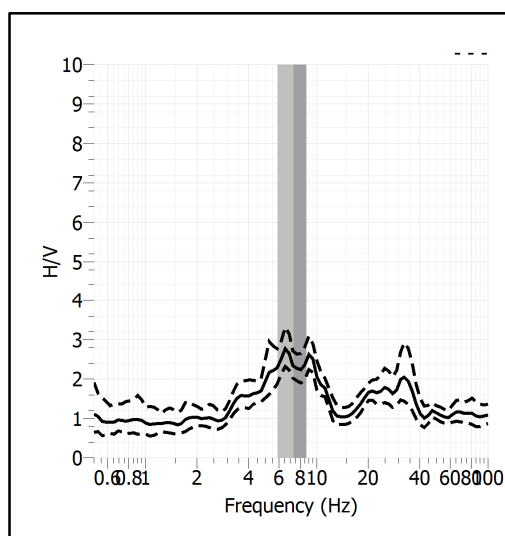
<b>Stazione</b>	20	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	28 (47% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>7.31 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.33</b>

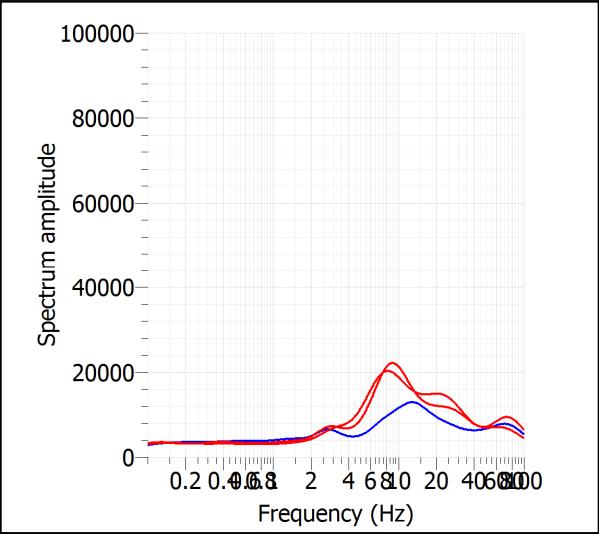
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



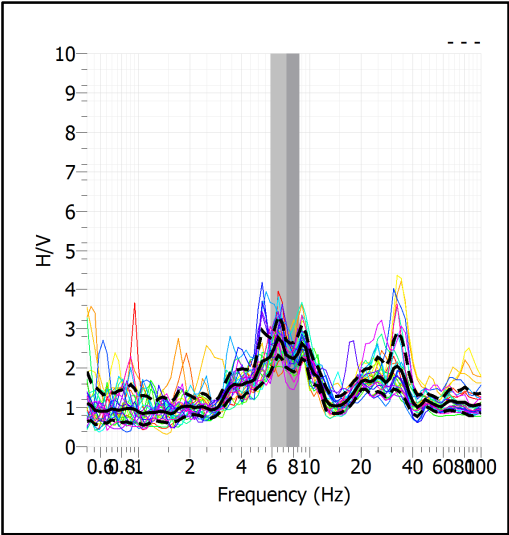
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



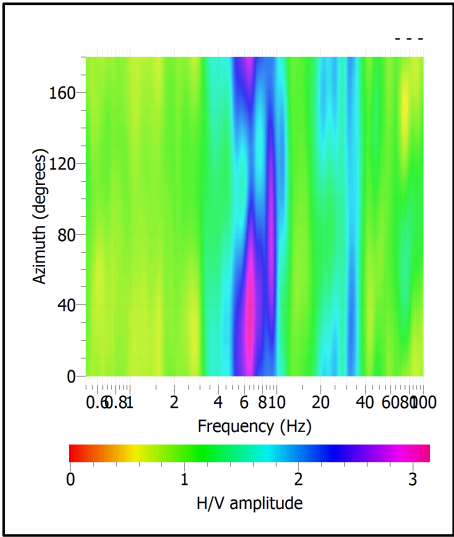
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	28	4094	7.311	1.41	2.33	1.16	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			7.311	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			4094	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			2.3339	>	2	OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						NO
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			1.4134	>	0.3656	OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.1619	<	1.5800	OK

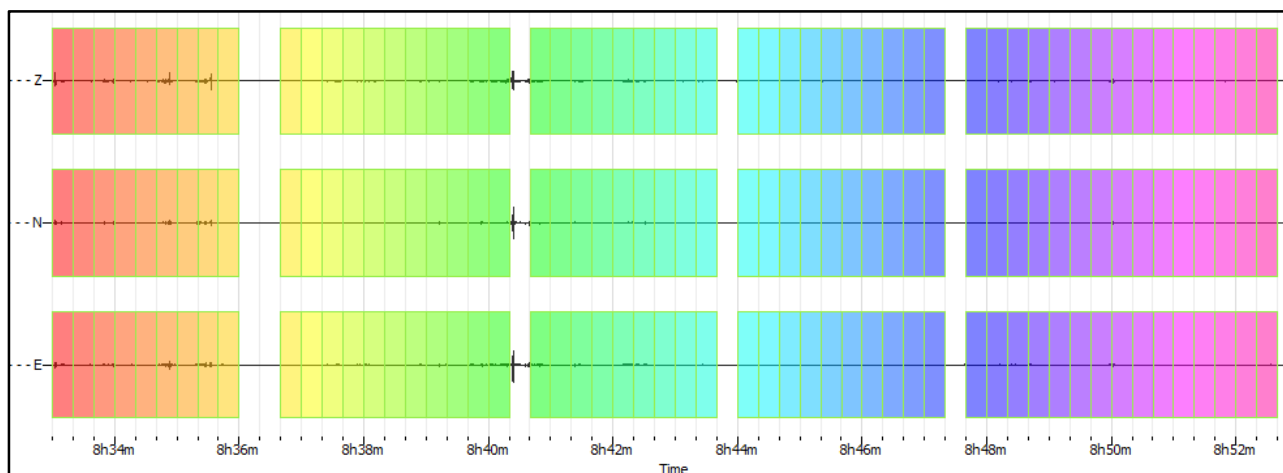
ULTERIORI CRITERI (D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

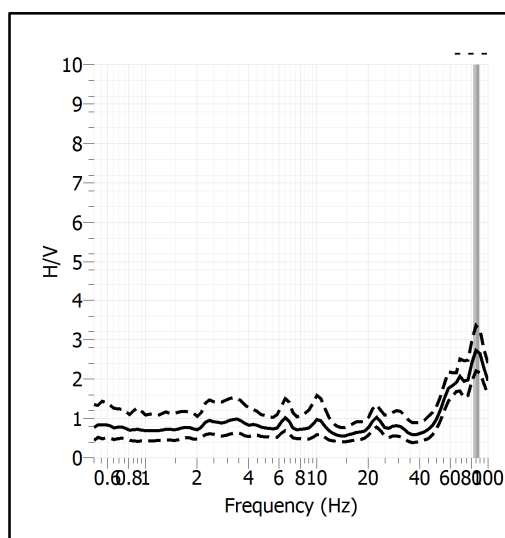
<b>Stazione</b>	21	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	54 (90% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

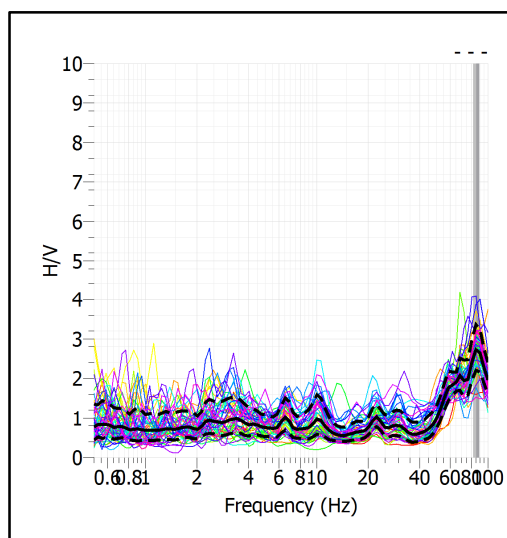
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

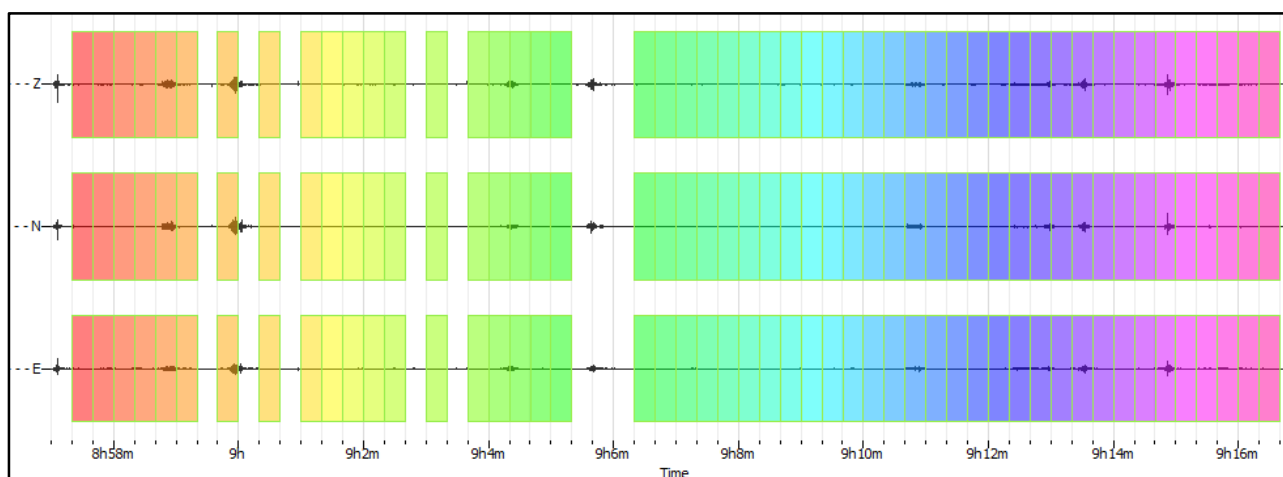
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

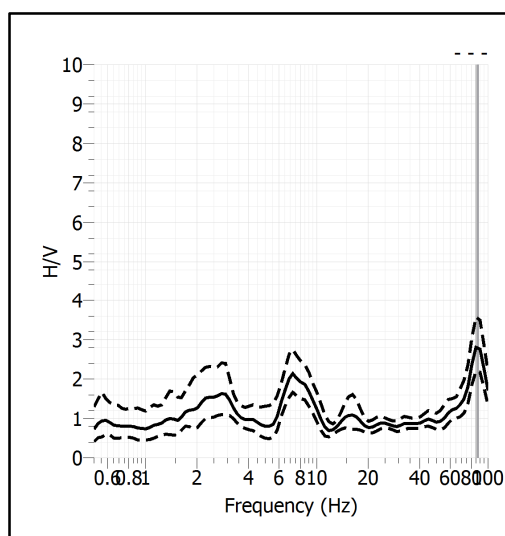
<b>Stazione</b>	22	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	50 (47% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

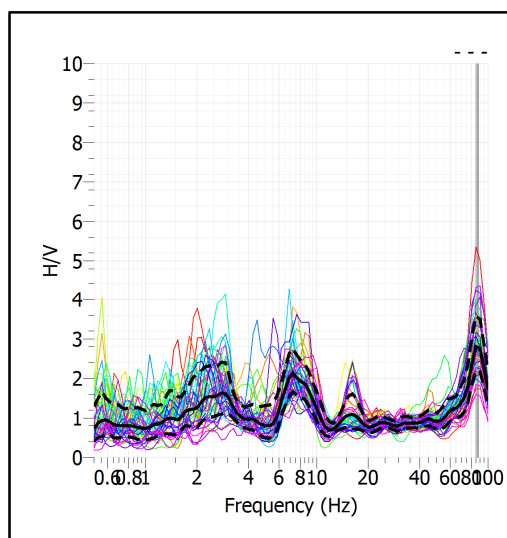
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

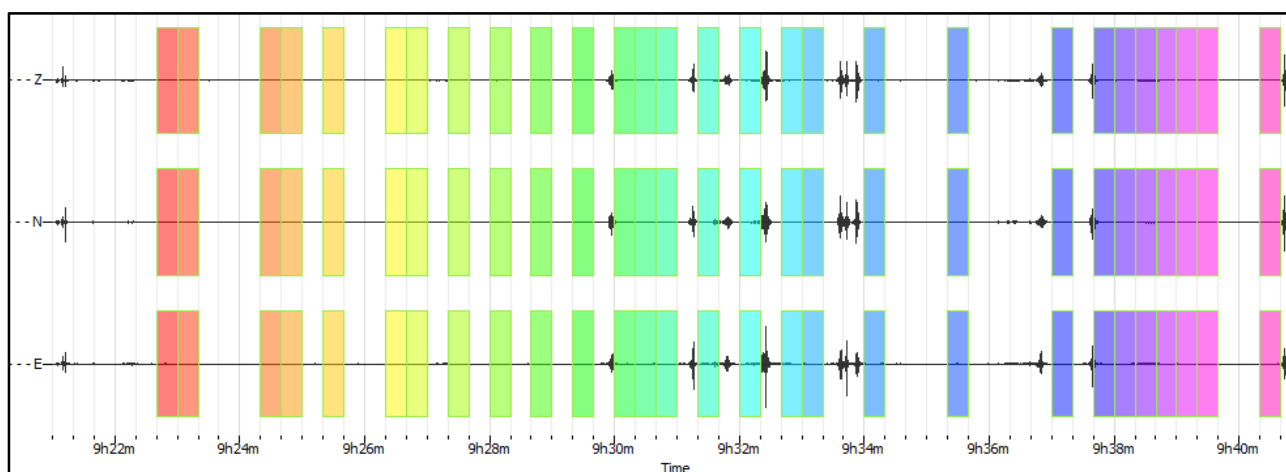
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

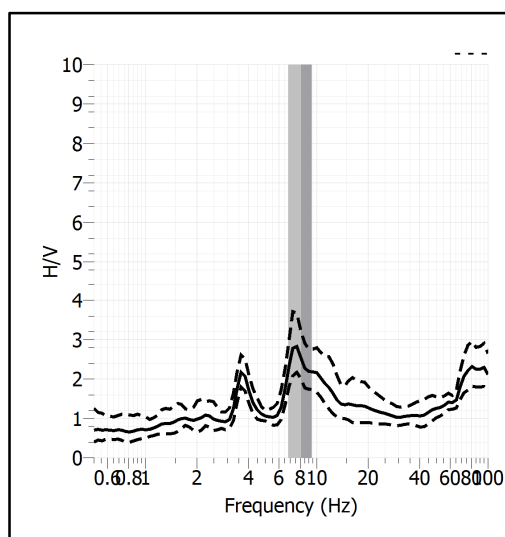
<b>Stazione</b>	23	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	28 (47% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>8.10 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.53</b>

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

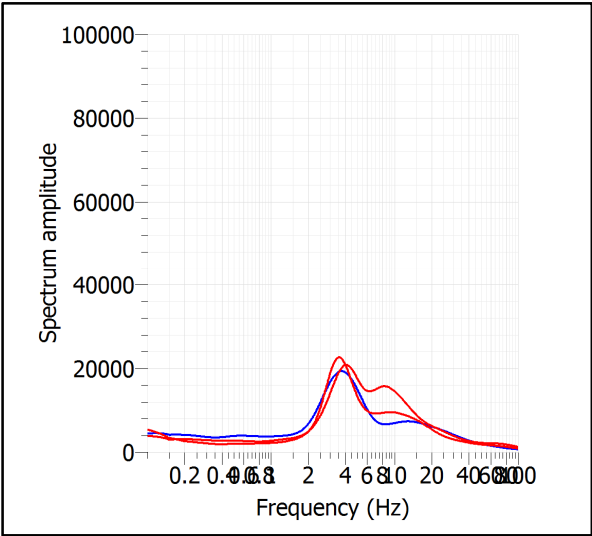


### RAPPORTO SPETTRALE H/V

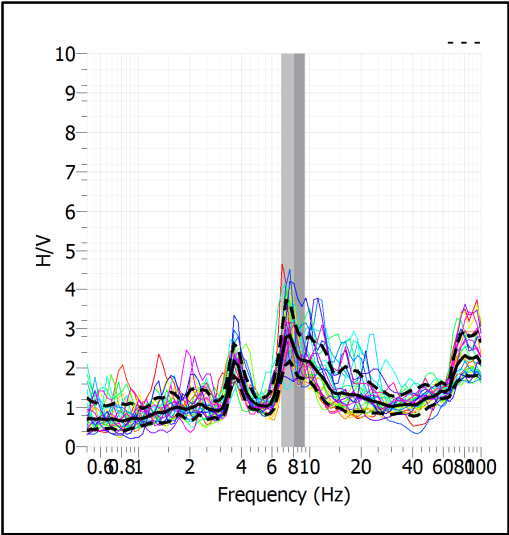




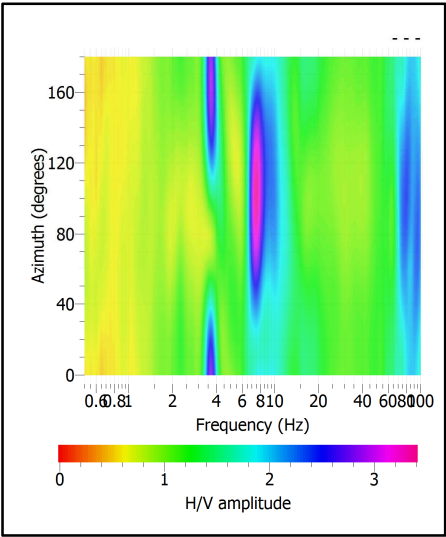
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	28	4540	8.106	1.27	2.53	1.28	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			8.106	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			4540	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						<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>						<b>OK</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						2.5311 > 2 <b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>NO</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						1.2676 > 0.4053 <b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.2768 < 1.5800 <b>OK</b>

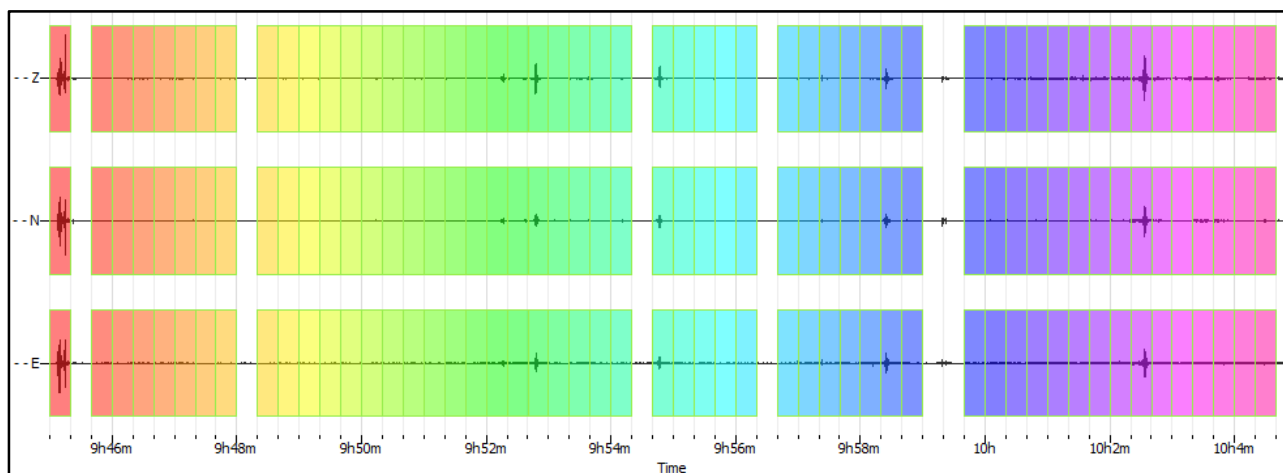
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

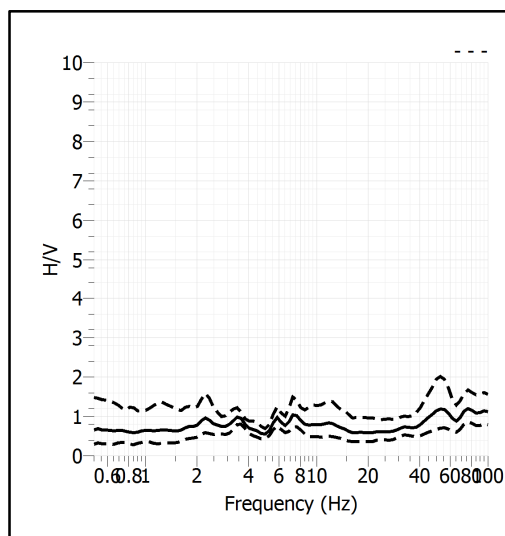
<b>Stazione</b>	24	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	53 (88% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

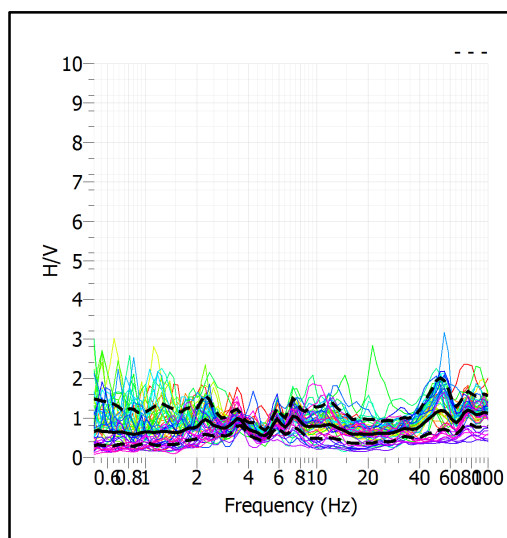
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

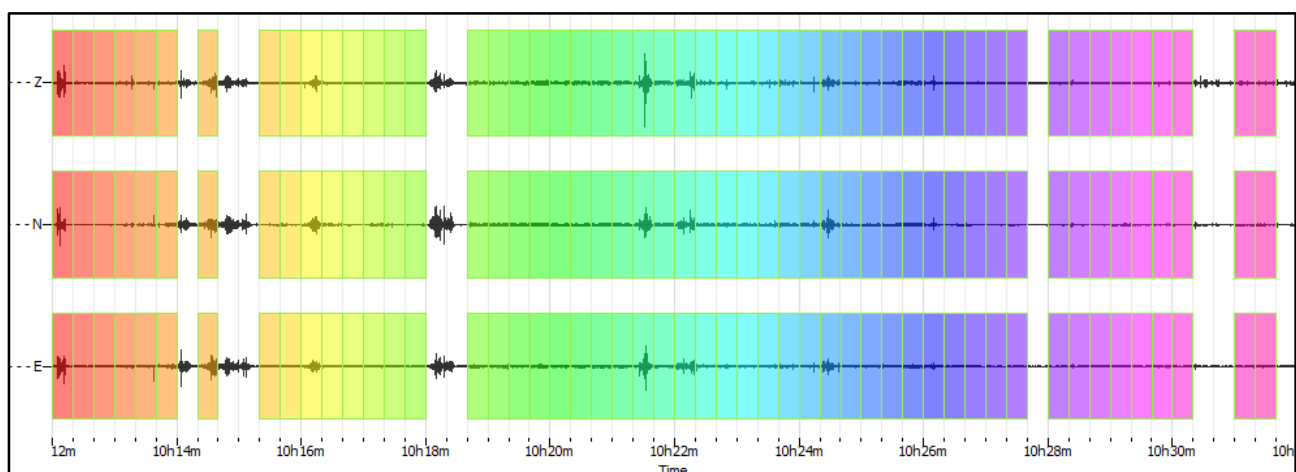
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

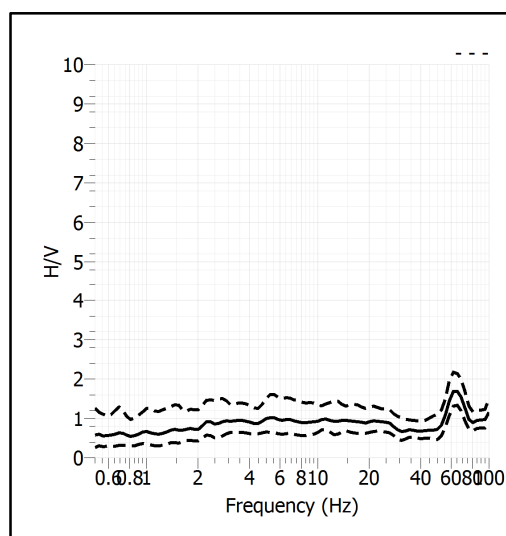
<b>Stazione</b>	25	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	51 (85% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

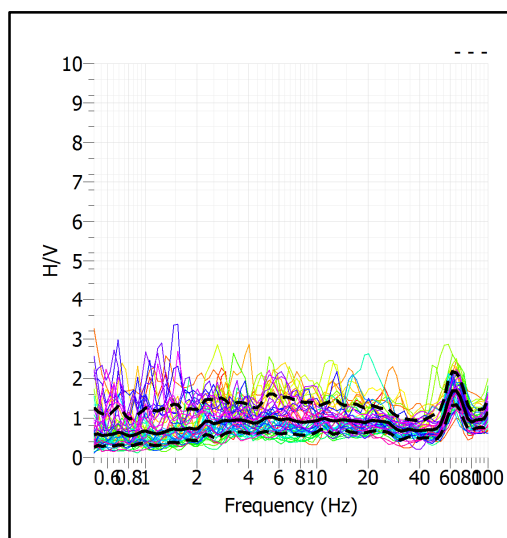
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

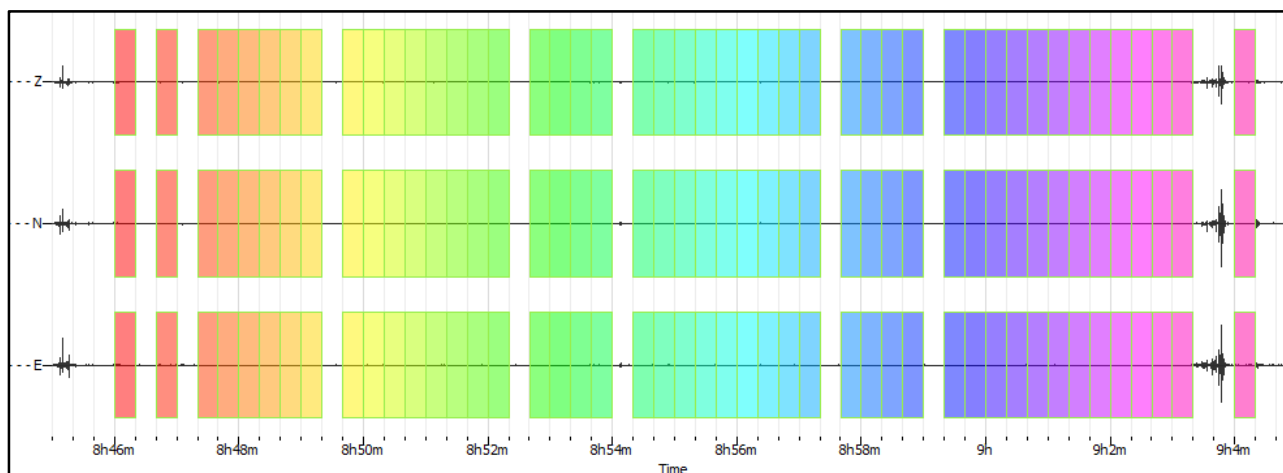
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

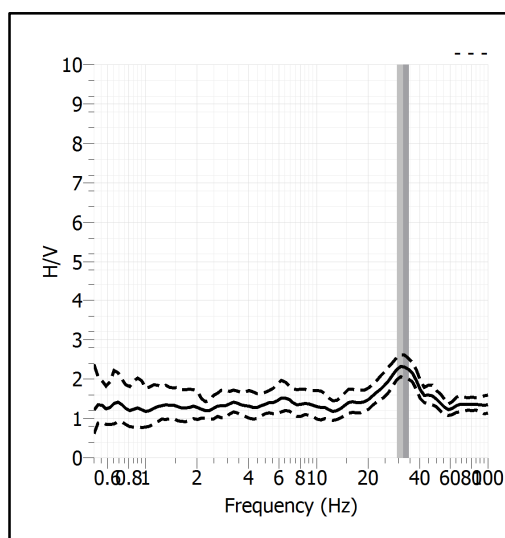
<b>Stazione</b>	26	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	46 (77% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

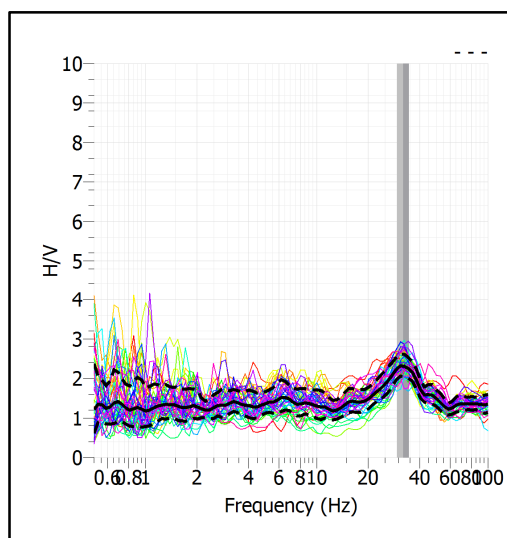
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

**CLASSE** | **A2**

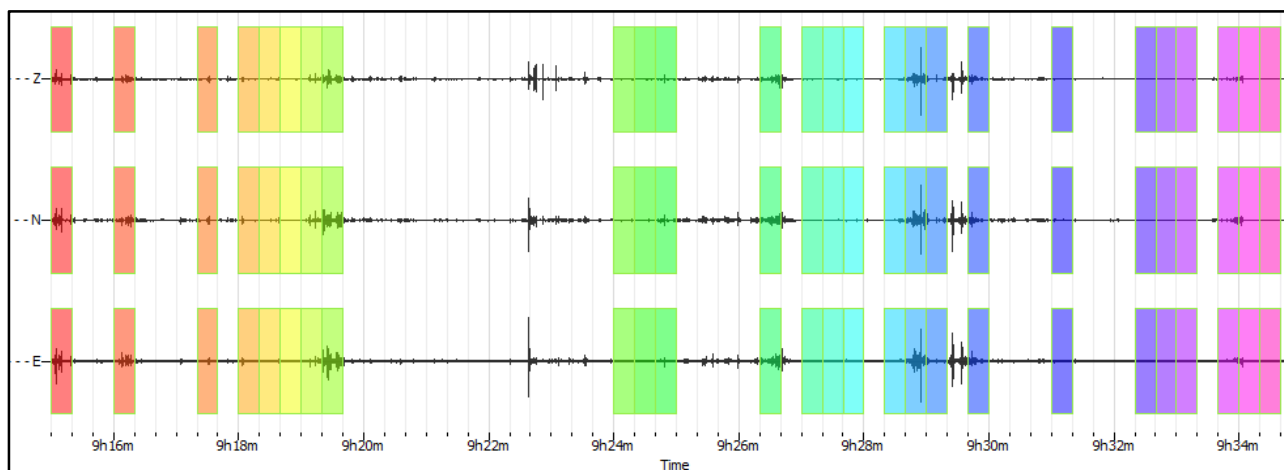
**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**



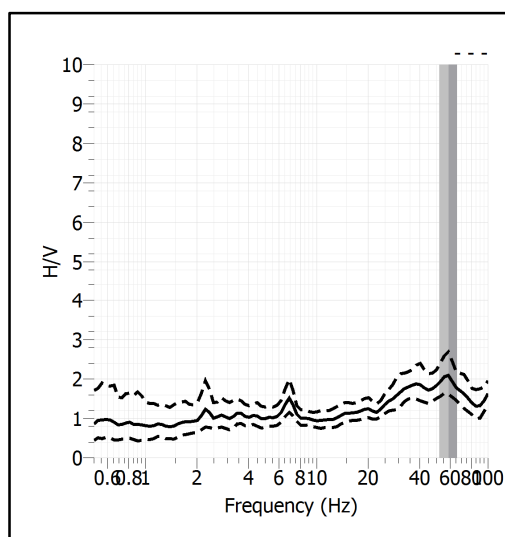
<b>Stazione</b>	27	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	26 (43% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

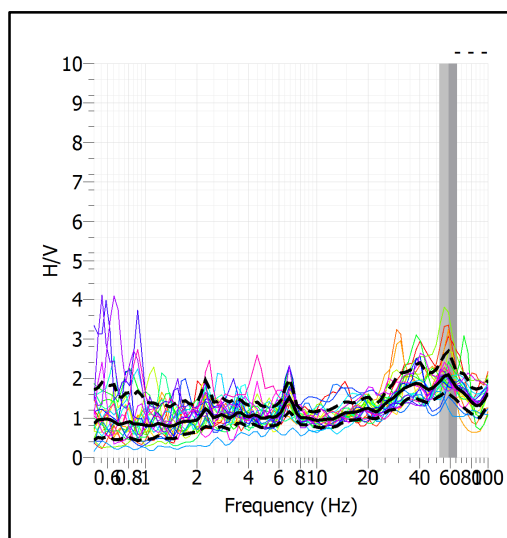
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

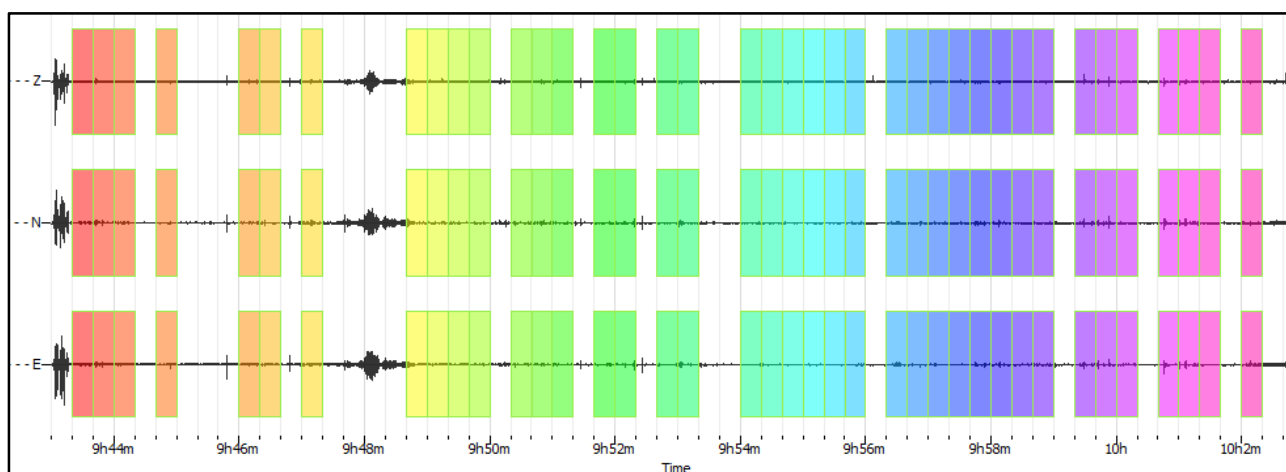
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

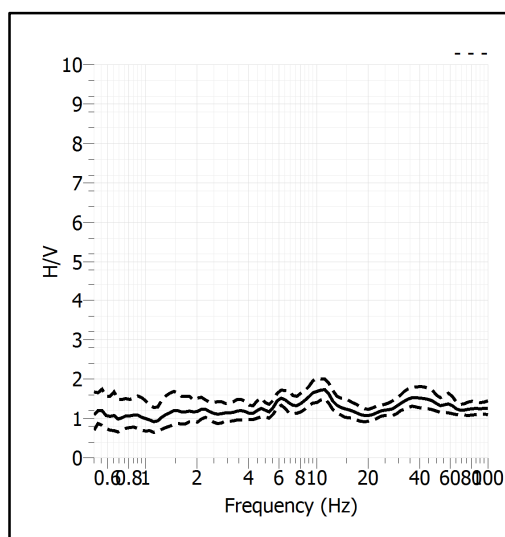
<b>Stazione</b>	28	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	39 (65% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

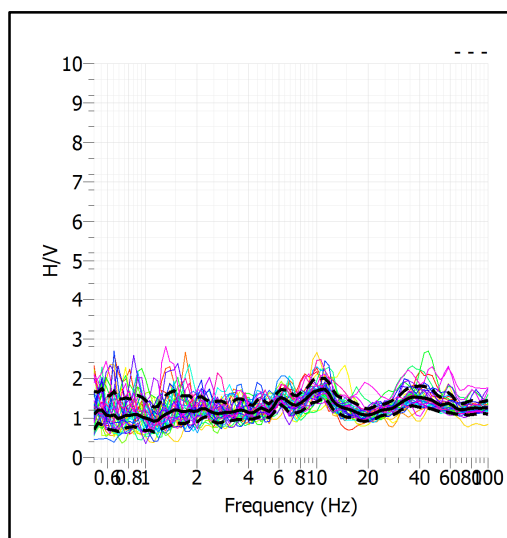
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

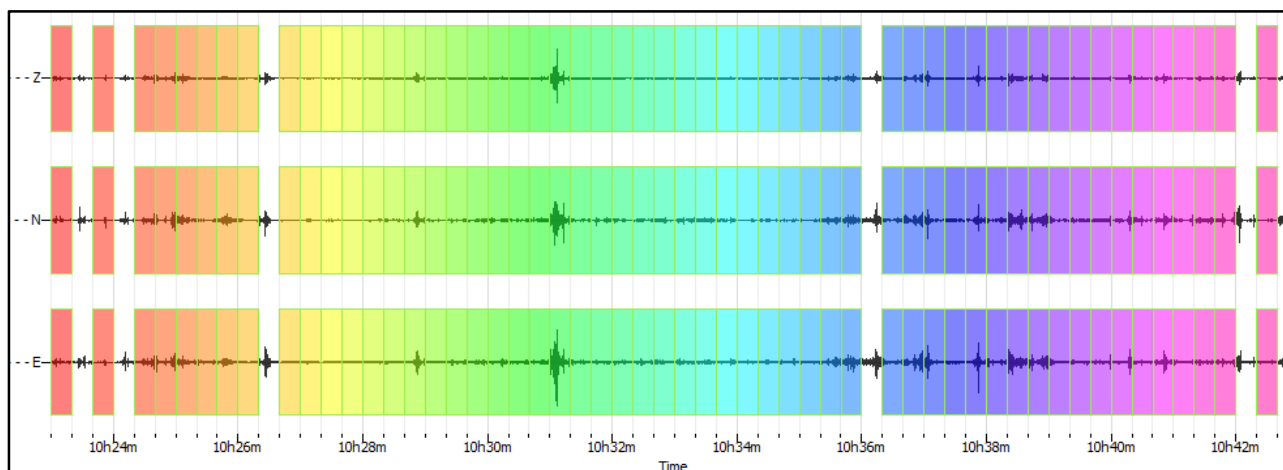
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

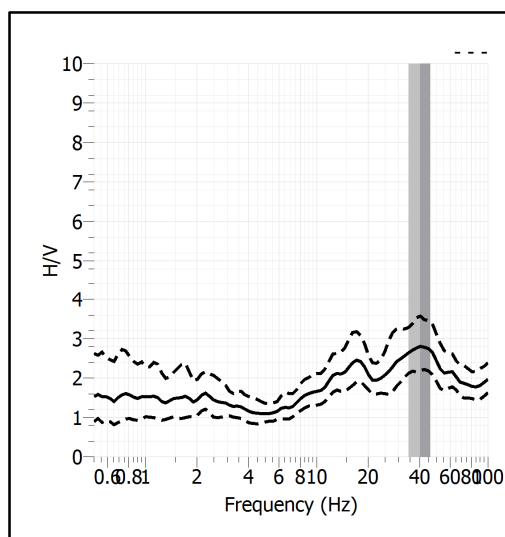
<b>Stazione</b>	29	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	54 (90% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

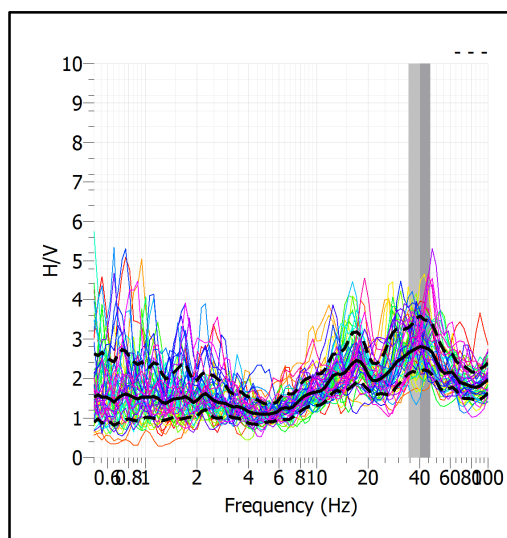
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

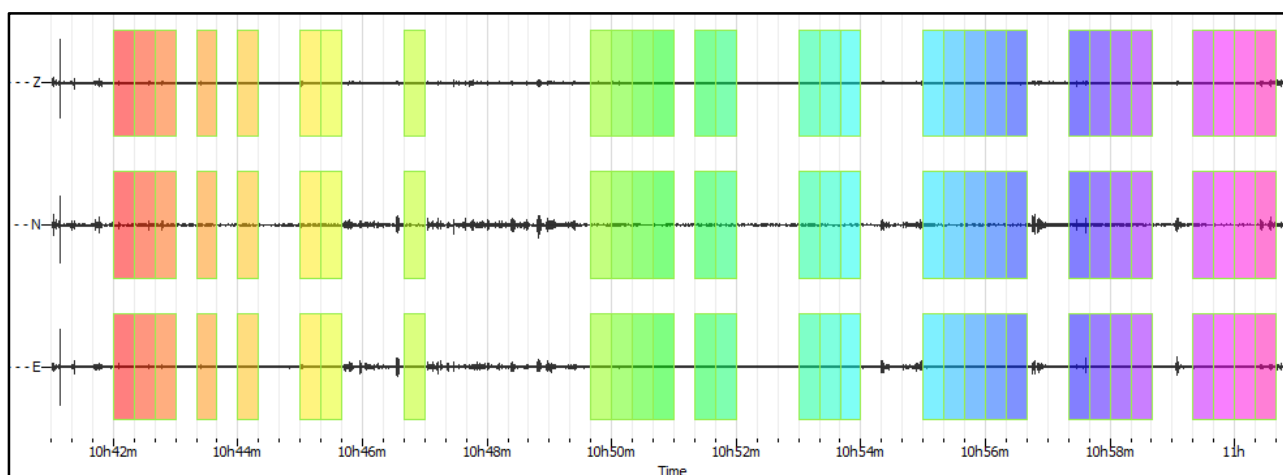
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

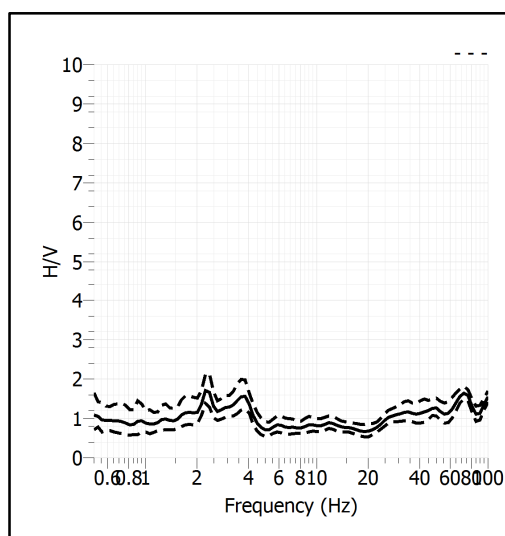
<b>Stazione</b>	30	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	30 (50% del tracciato)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

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

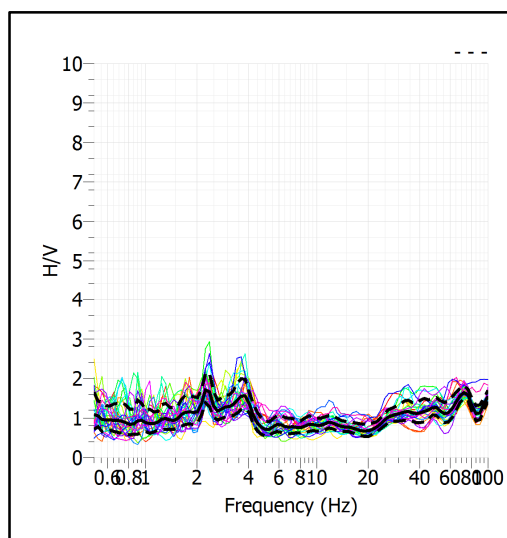
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

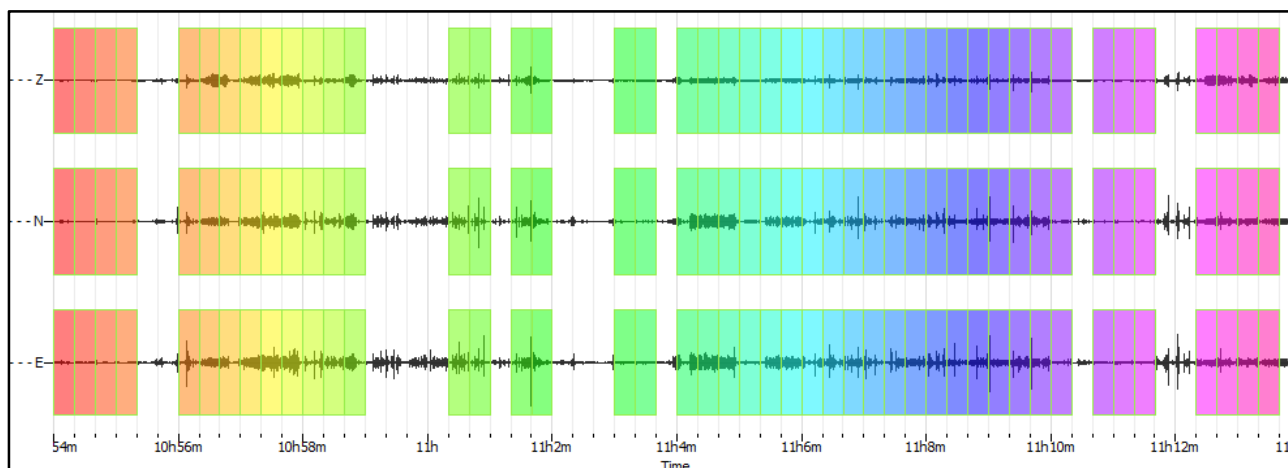
**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**



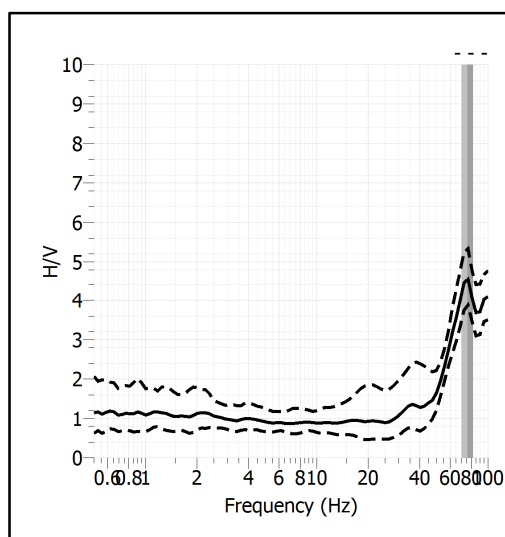
<b>Stazione</b>	31	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	45 (75% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

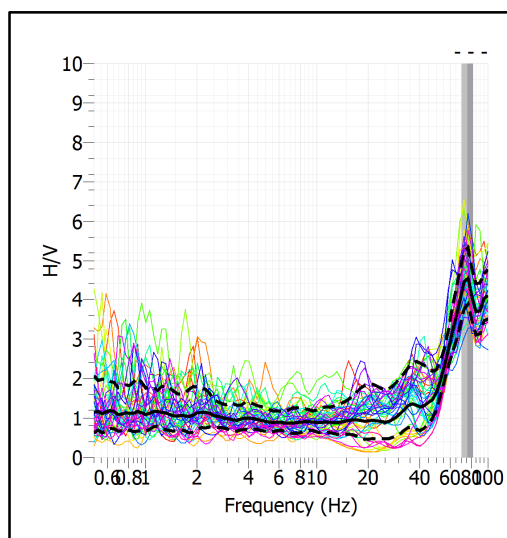
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

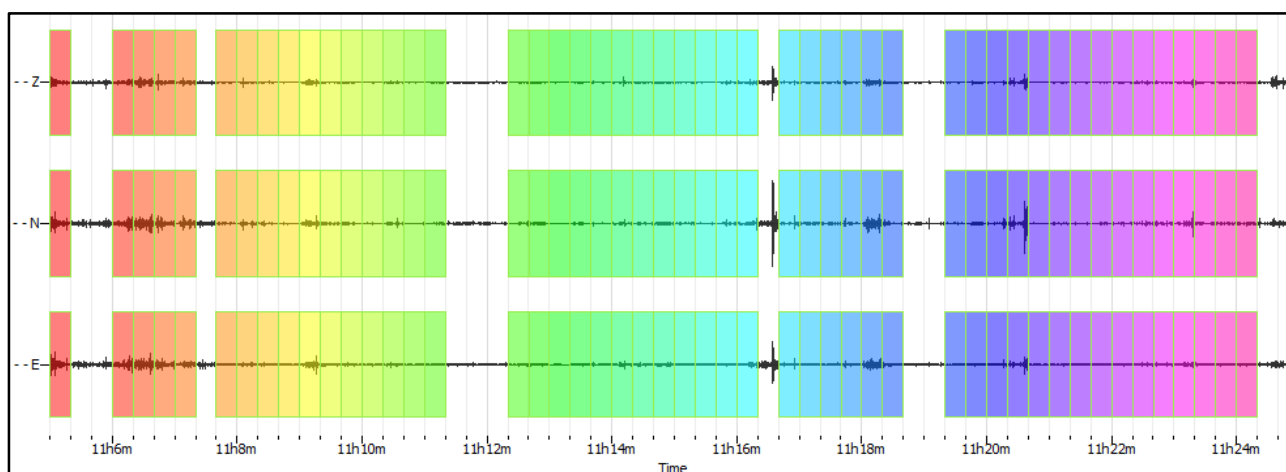
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

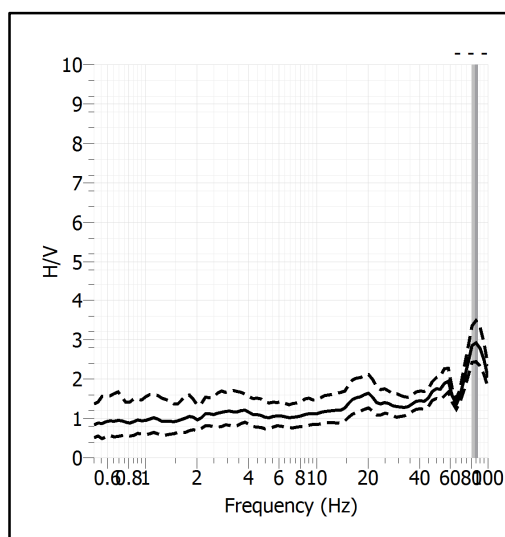
<b>Stazione</b>	32	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	49 (82% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

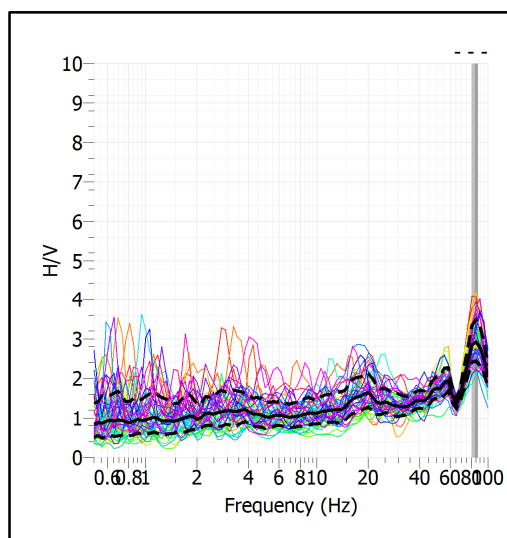
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

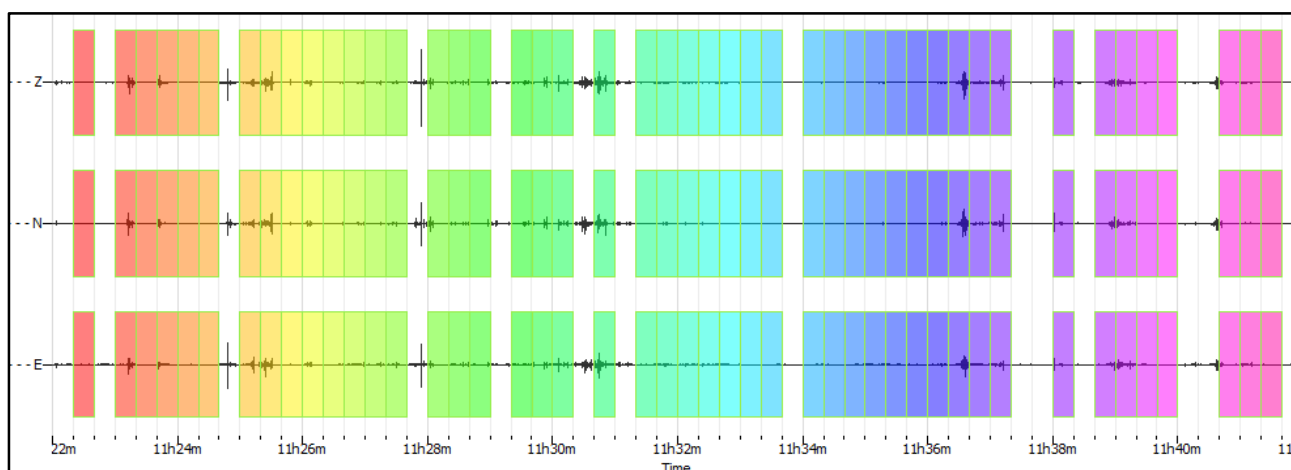
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

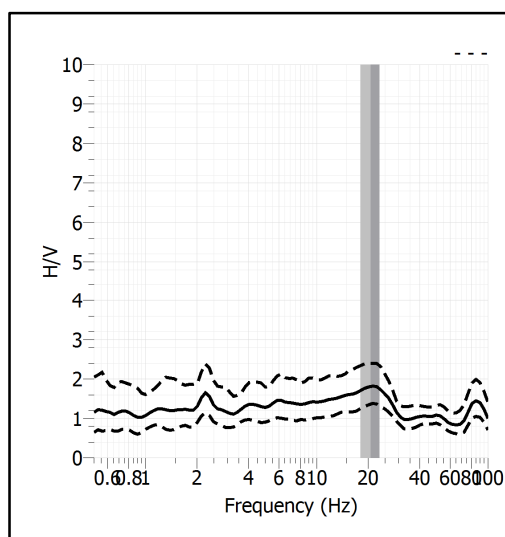
<b>Stazione</b>	33	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	46 (77% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamiento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamiento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

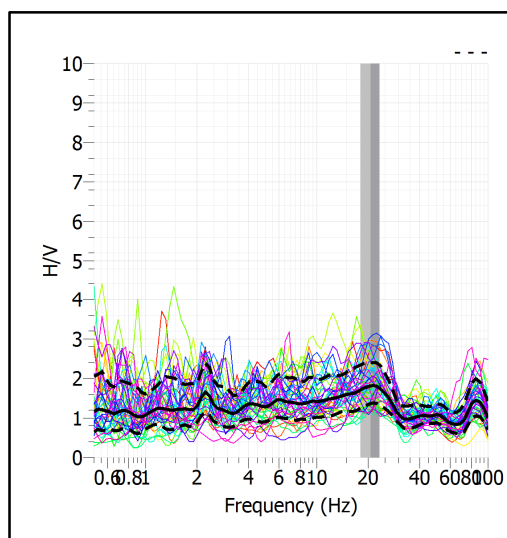
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

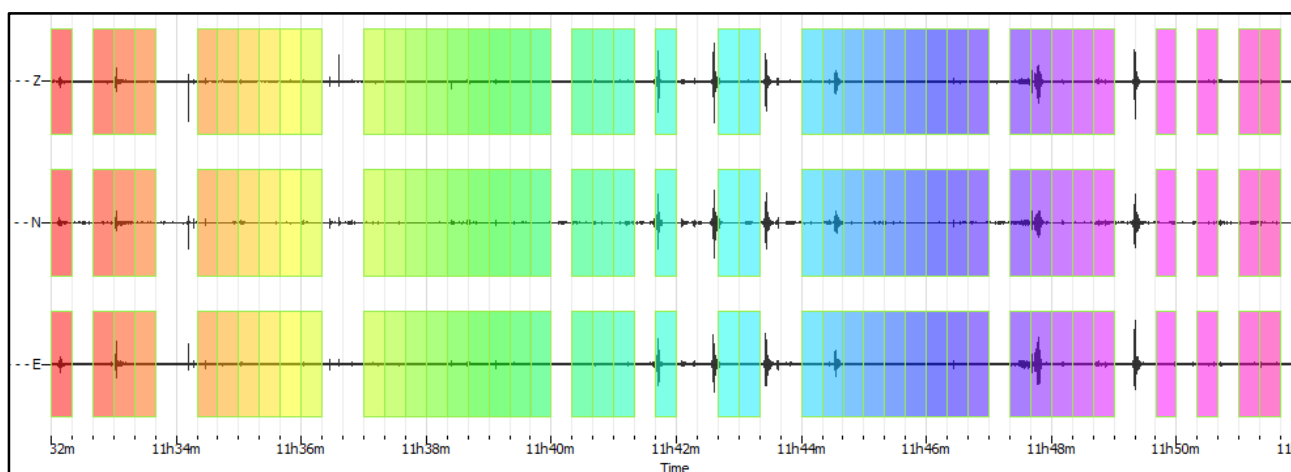
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

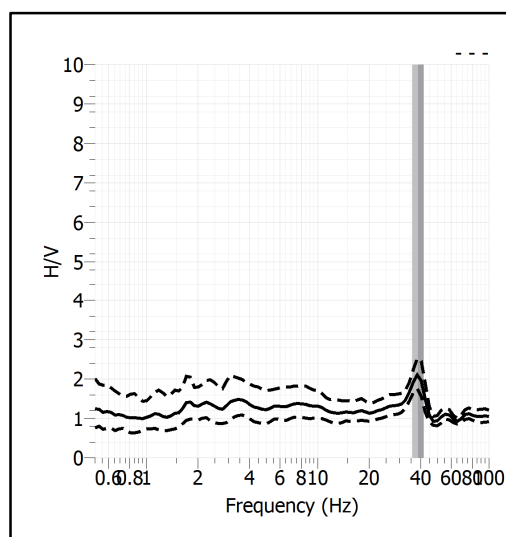
<b>Stazione</b>	34	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	43 (72% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

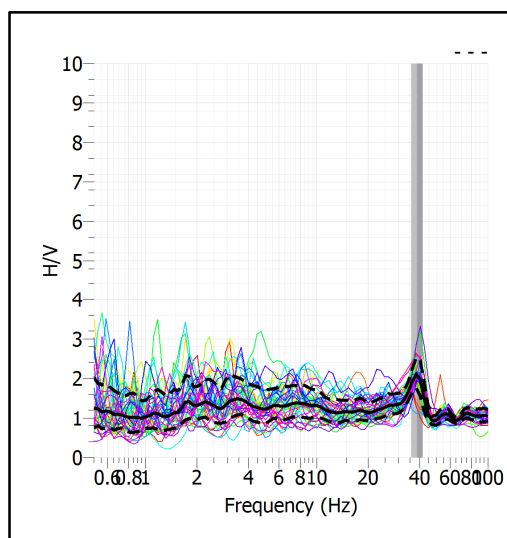
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

**CLASSE** | **A2**

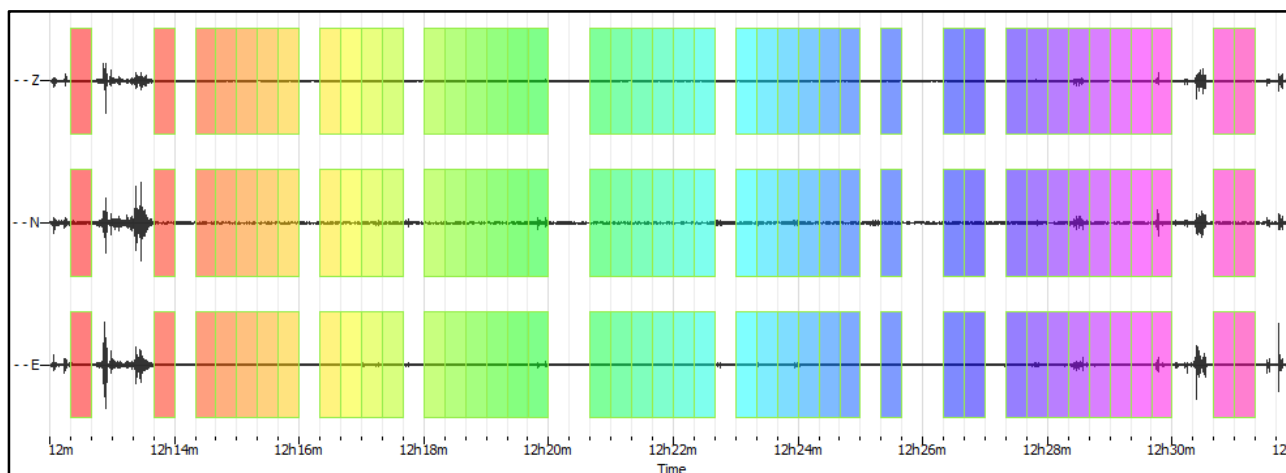
**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**



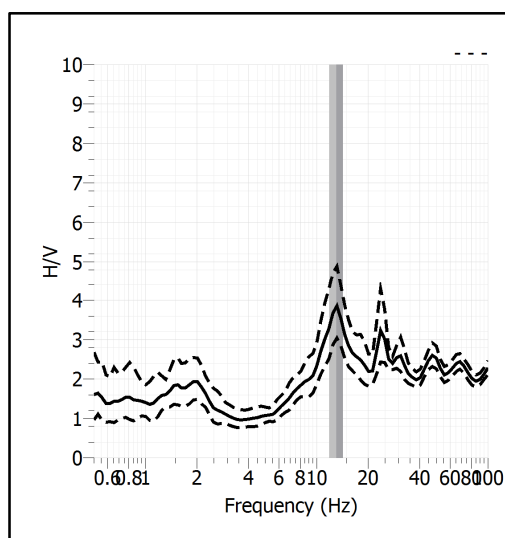
<b>Stazione</b>	35	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	42 (70% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

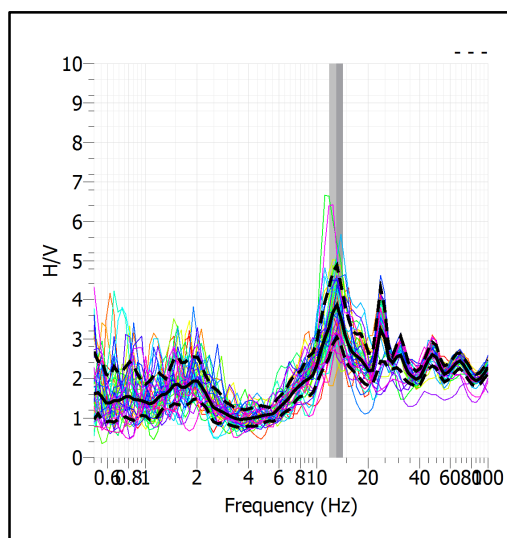
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

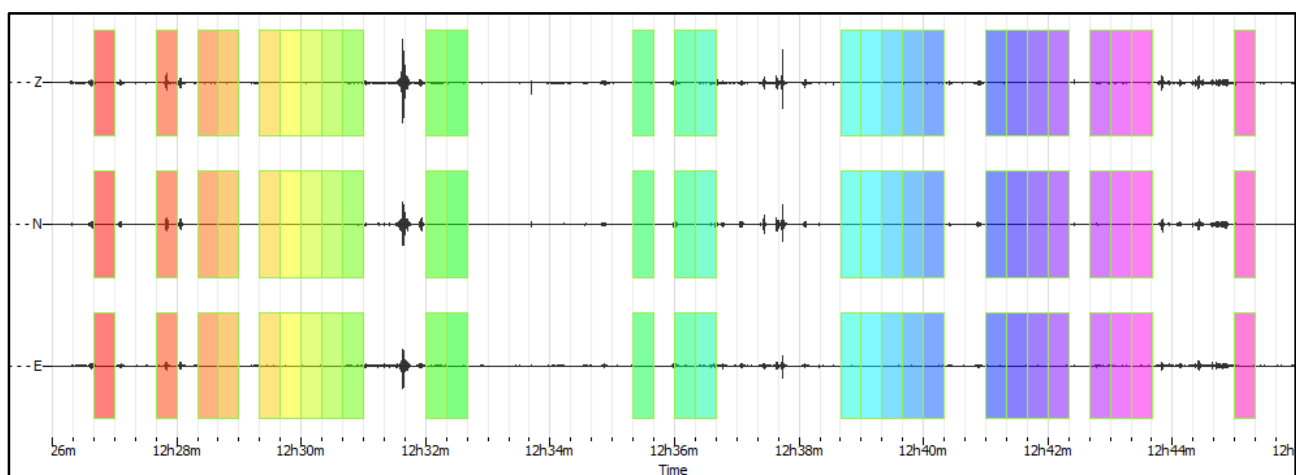
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

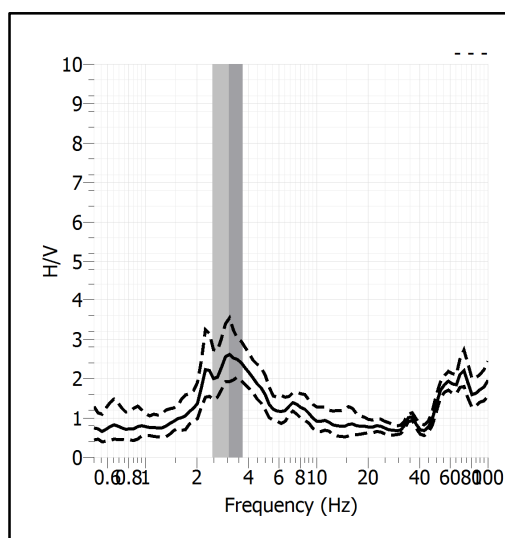
<b>Stazione</b>	36	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	27 (45% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>3.07 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.61</b>

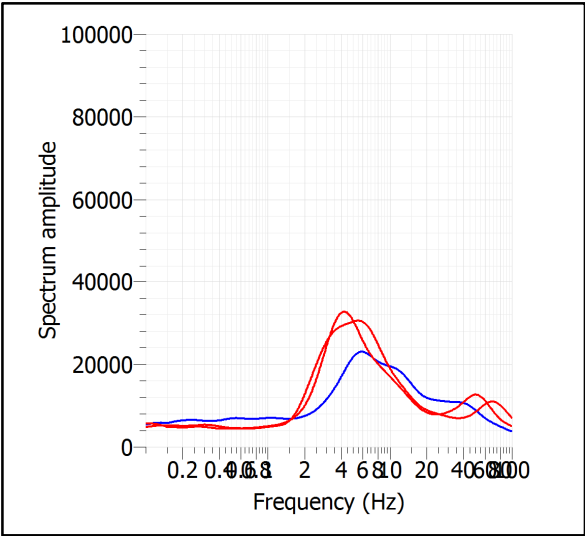
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



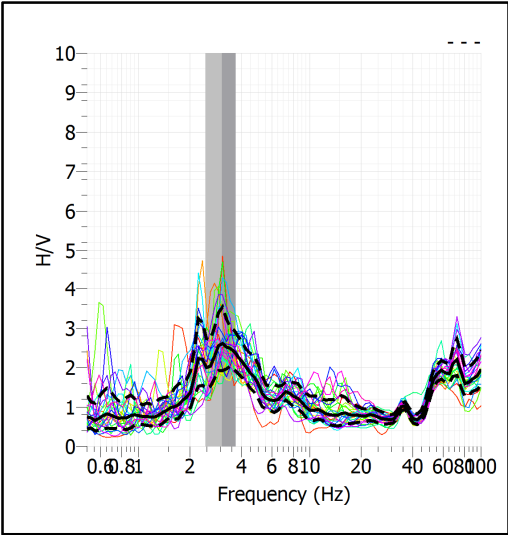
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



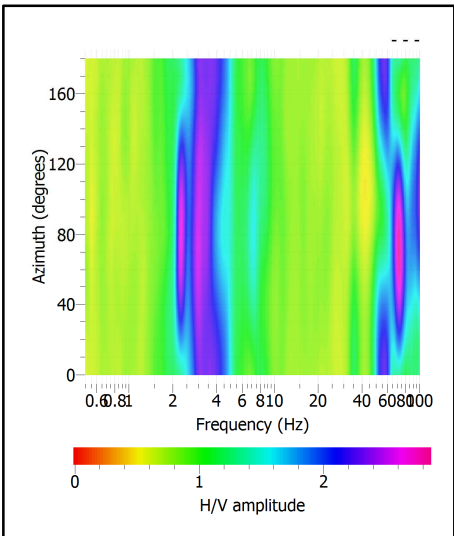
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	27	1661	3.076	0.61	2.61	1.36	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			3.076	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			1661	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27				
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						2.6082 > 2 OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						NO
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.6146 > 0.1538 OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.3565 < 1.5800 OK

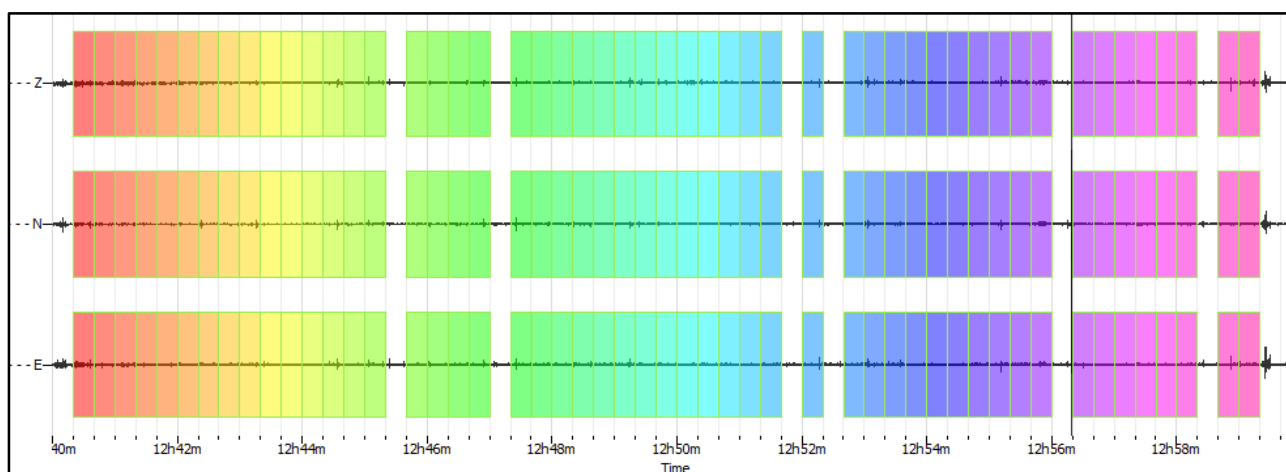
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

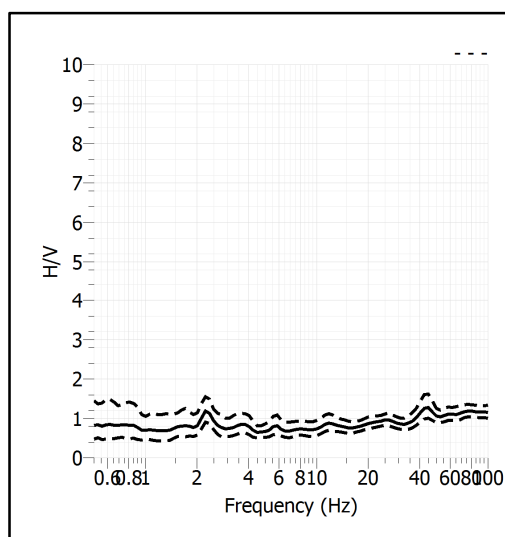
<b>Stazione</b>	37	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	51 (85% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

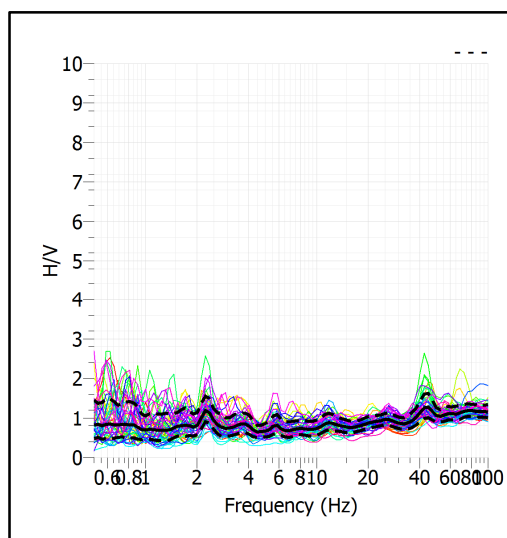
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

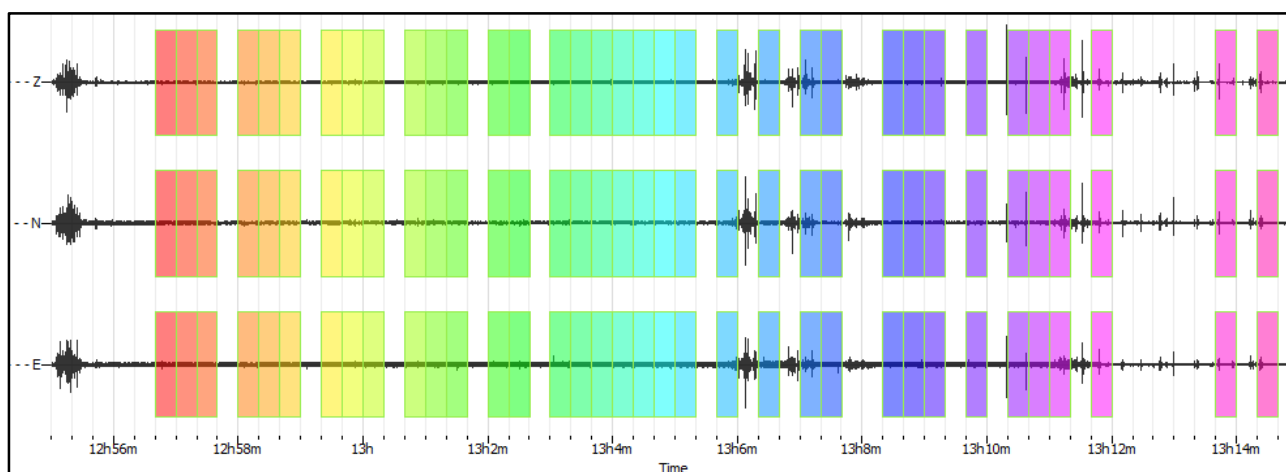
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

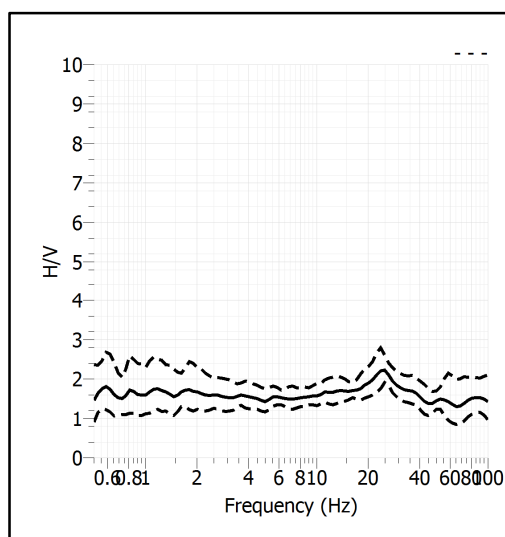
<b>Stazione</b>	38	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	35 (58% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

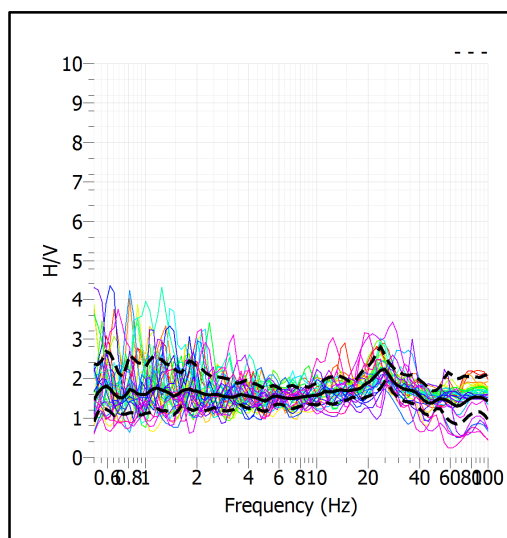


### RAPPORTO SPETTRALE H/V





### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

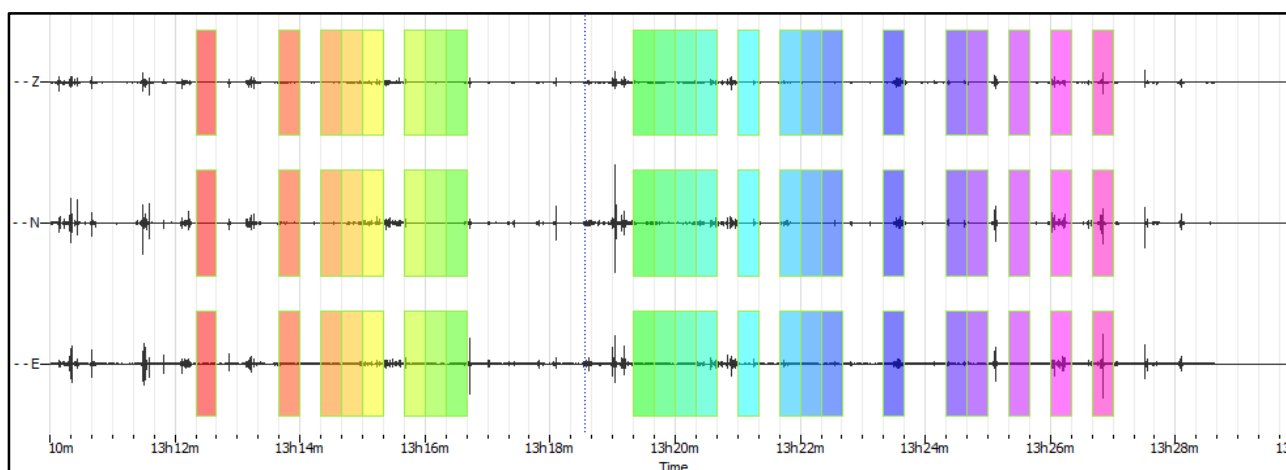
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

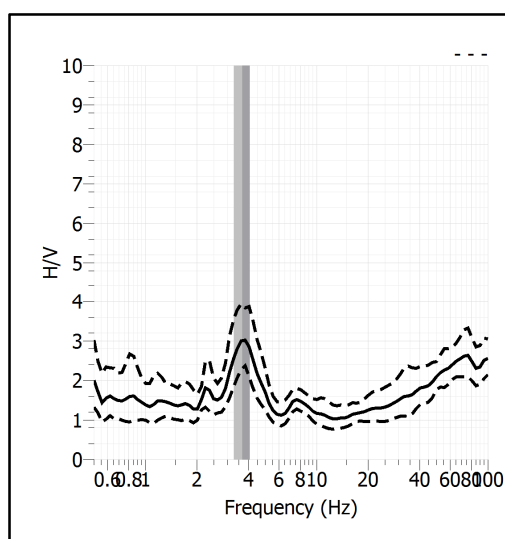
<b>Stazione</b>	39	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	22 (37% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>3.68 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.00</b>

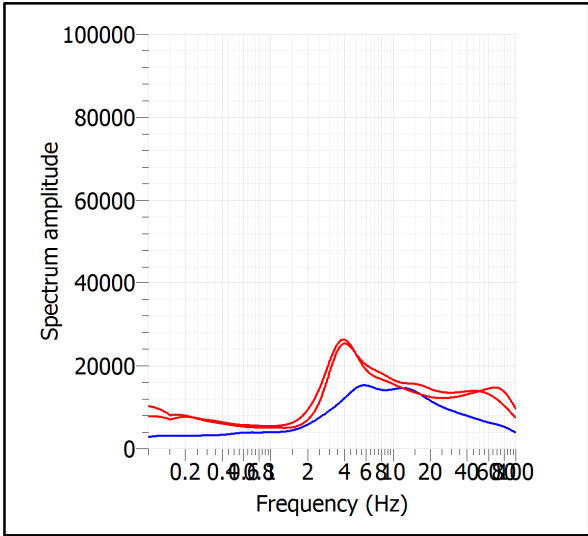
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



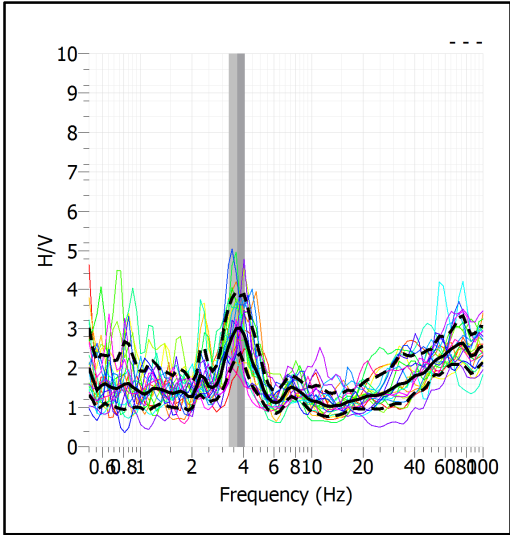
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



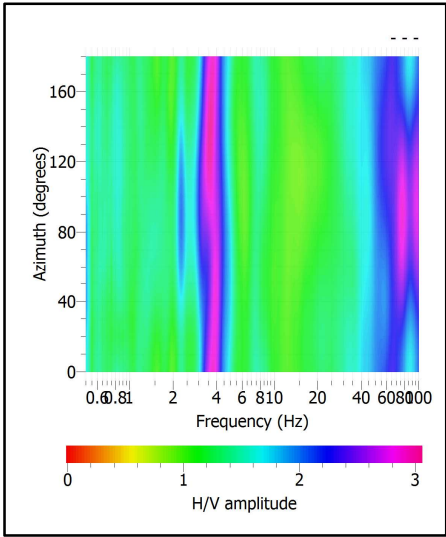
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	22	1622	3.687	0.40	3.00	1.29	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			3.687	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			1622	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			3.0025	>	2	OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						OK
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			0.3956	>	0.1843	OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.2939	<	1.5800	OK

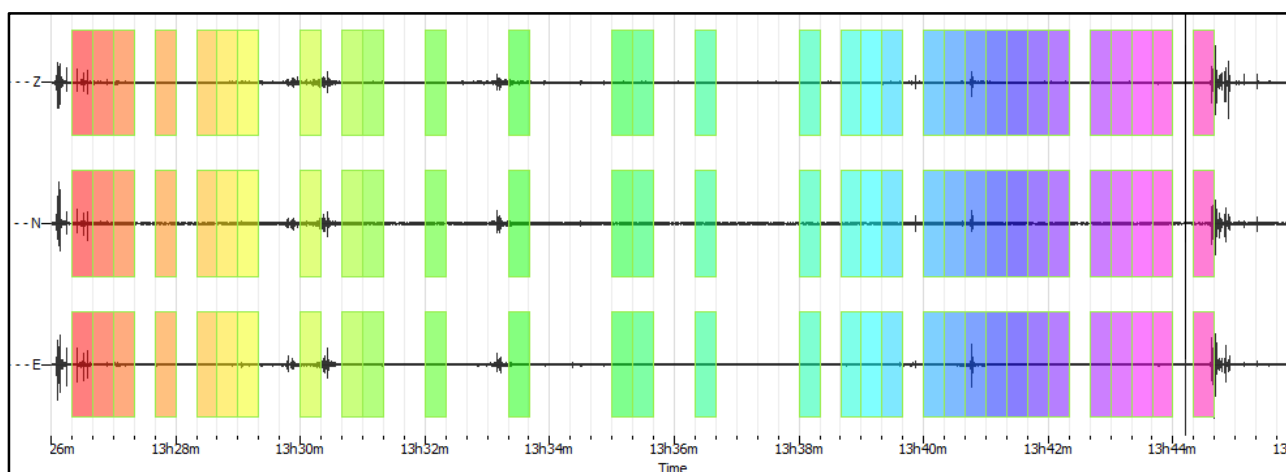
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

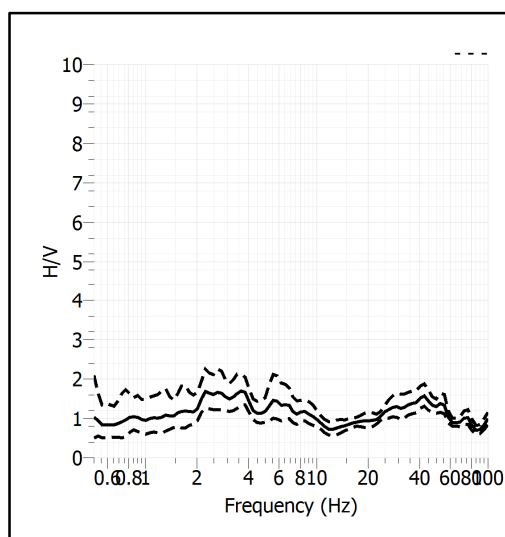
<b>Stazione</b>	40	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	31 (52% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

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

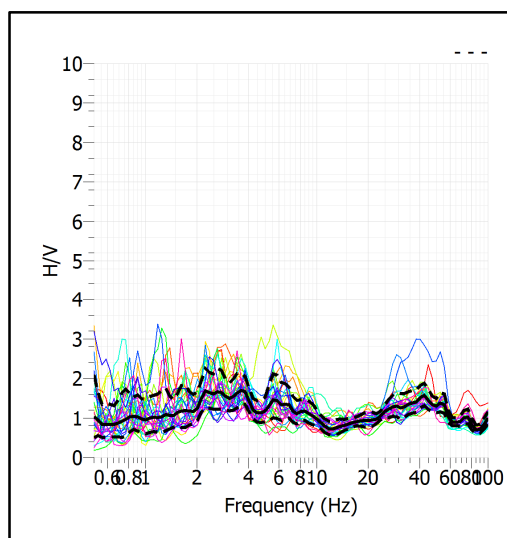
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

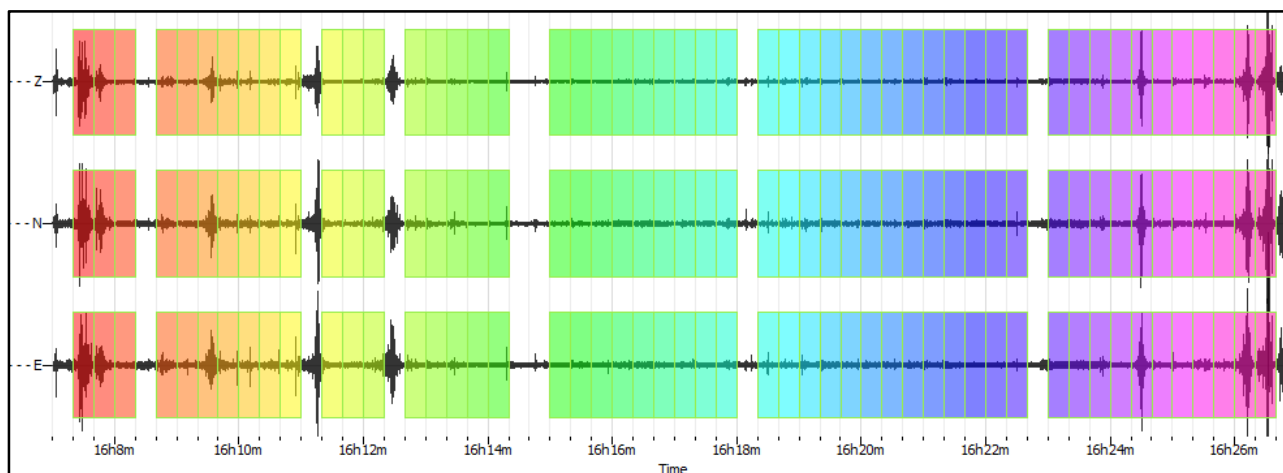
<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

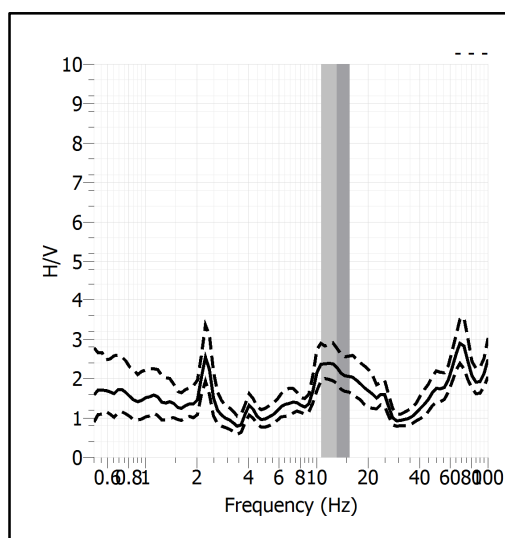
<b>Stazione</b>	41	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	51 (85% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

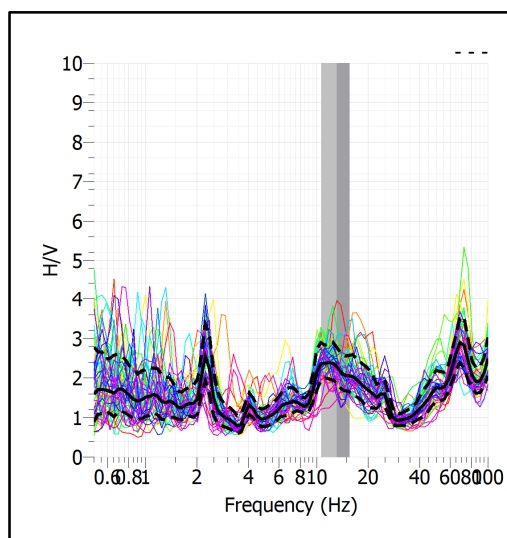
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

<b>CLASSE</b>	<b>A2</b>
---------------	-----------

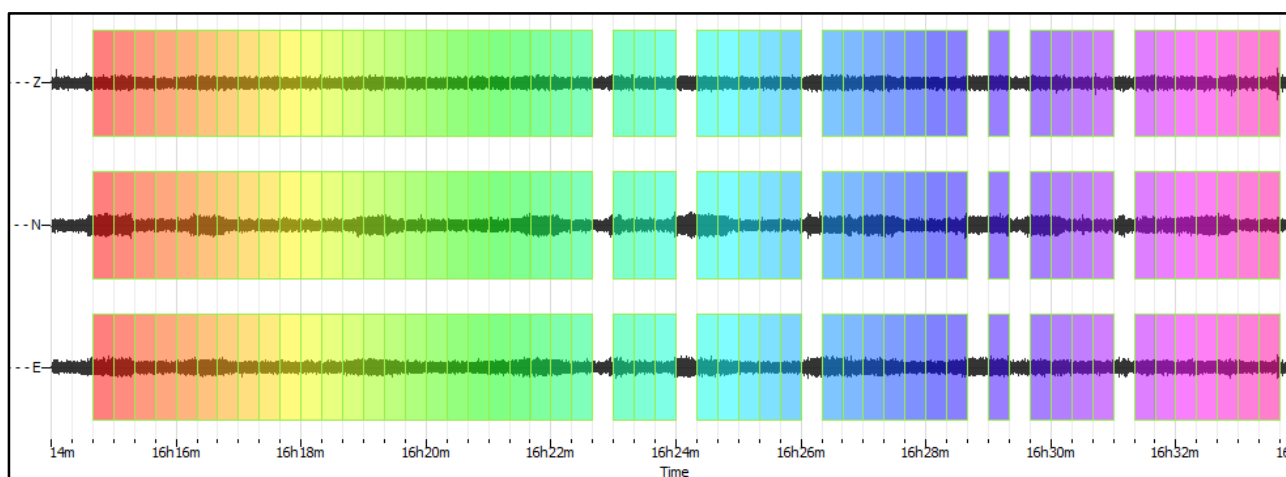
**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**



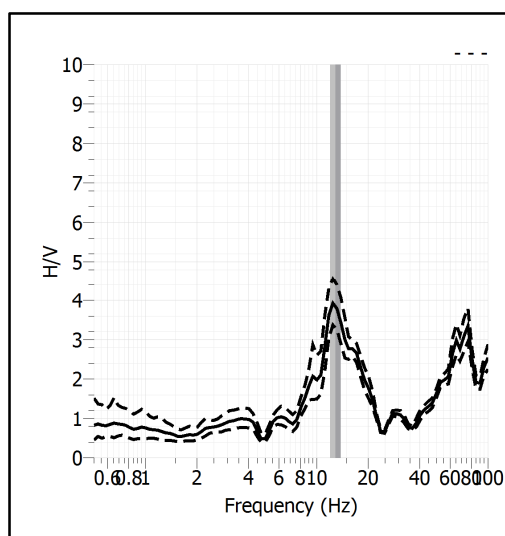
<b>Stazione</b>	42	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	51 (85% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

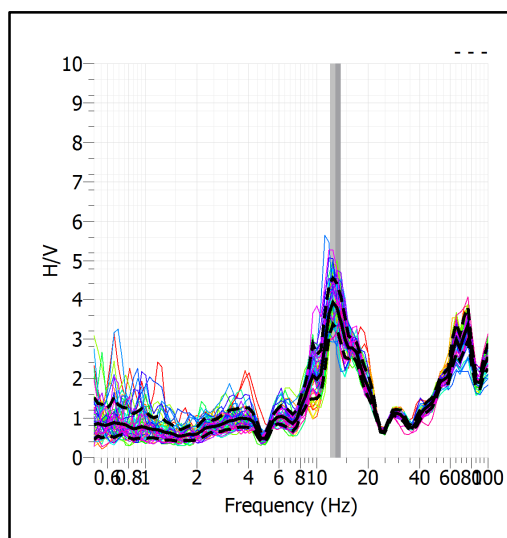
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

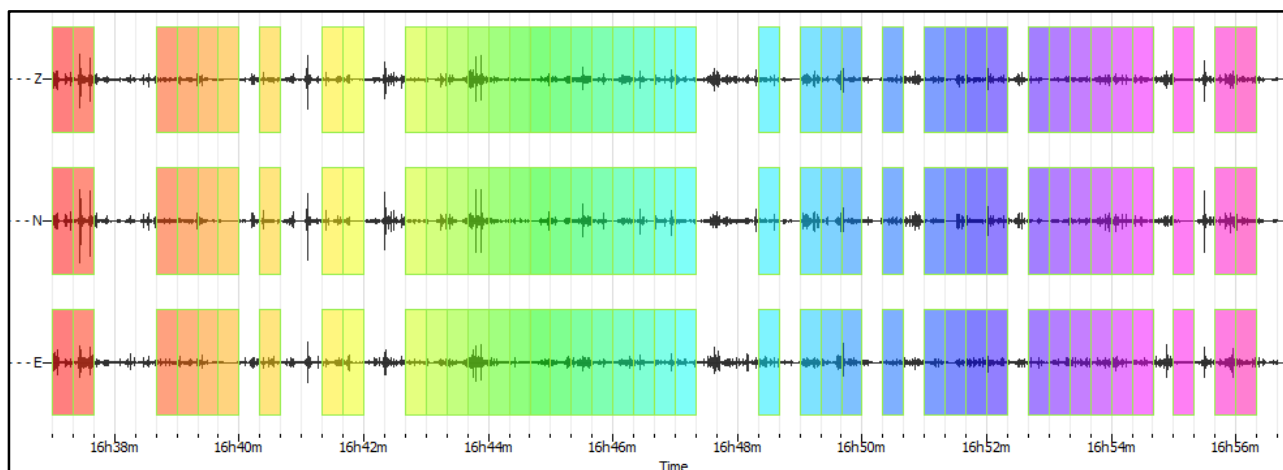
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

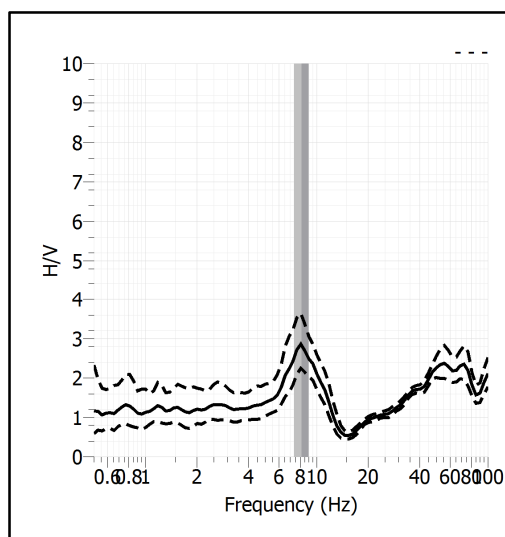
<b>Stazione</b>	43	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	41 (68% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

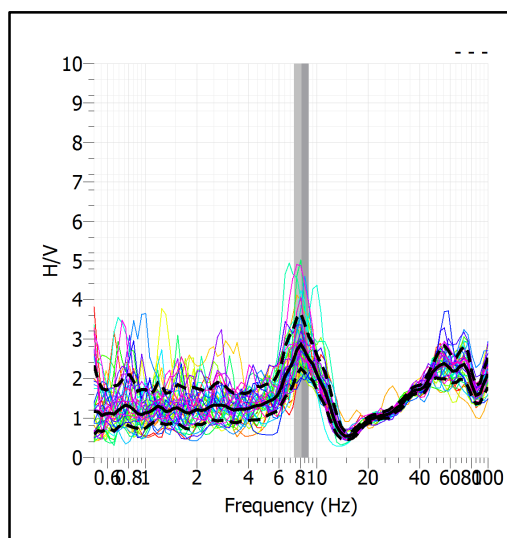
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

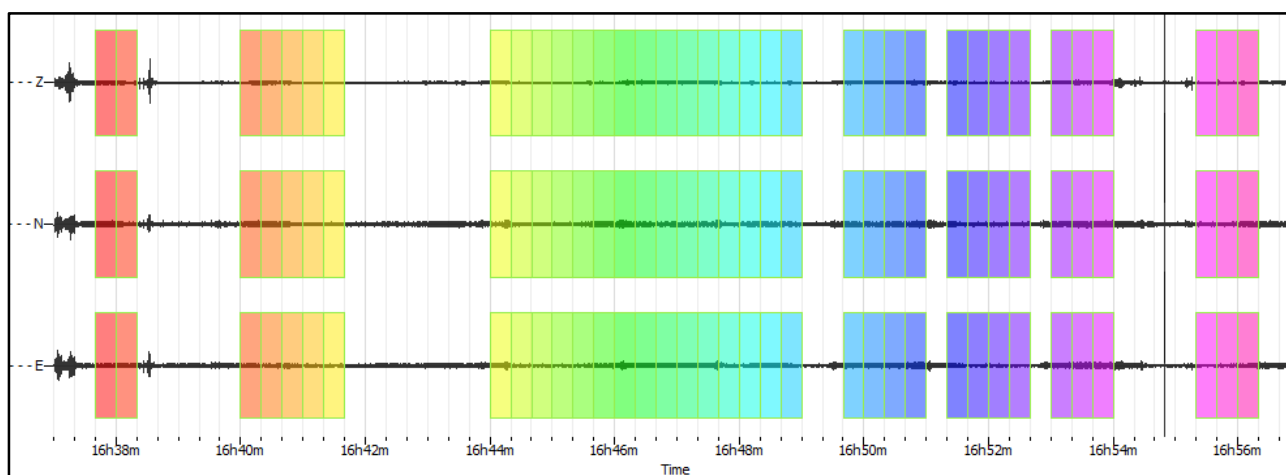
**CLASSE** | **A1**

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

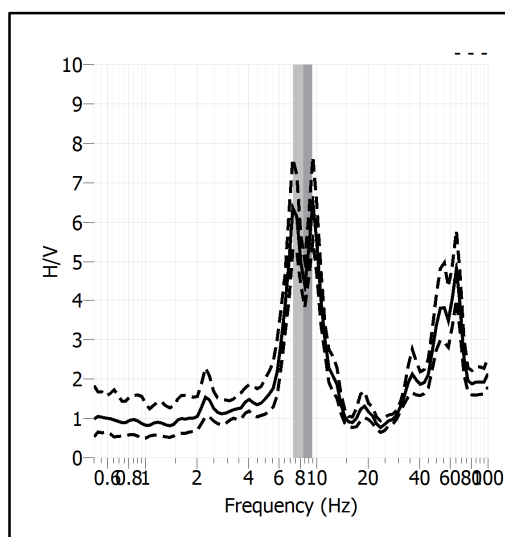
<b>Stazione</b>	44	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	36 (60% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamento</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamento</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>8.36 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>4.61</b>

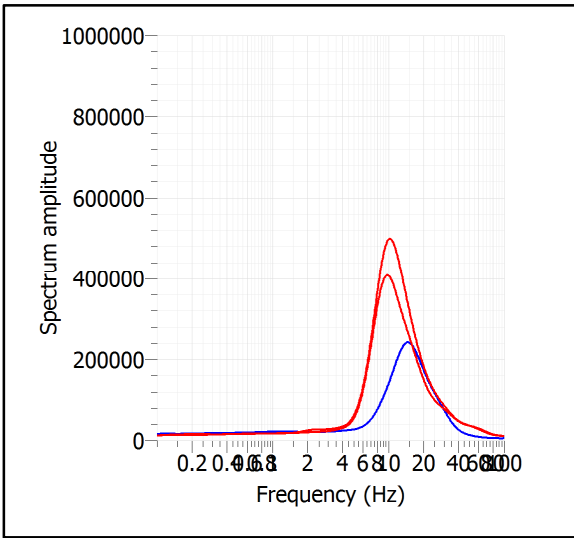
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



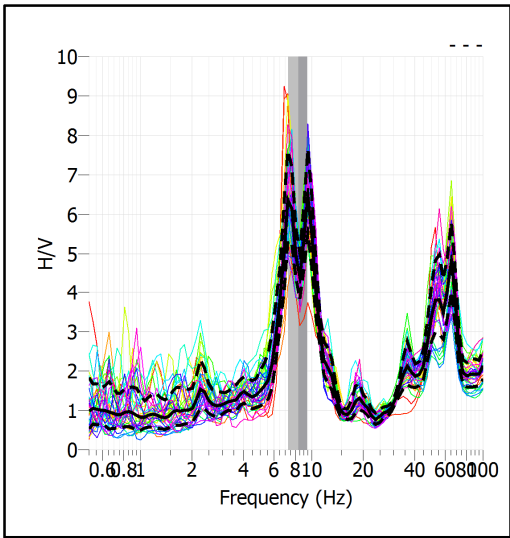
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



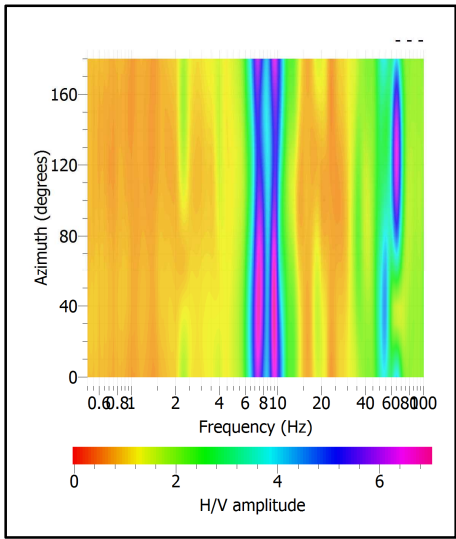
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	36	6019	8.360	1.10	4.61	1.14	ALTO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			8.360	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			6019	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>		4.6115	>	2	OK	
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						NO
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>		1.0956	>	0.4180	OK	
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>		1.1395	<	1.5800	OK	

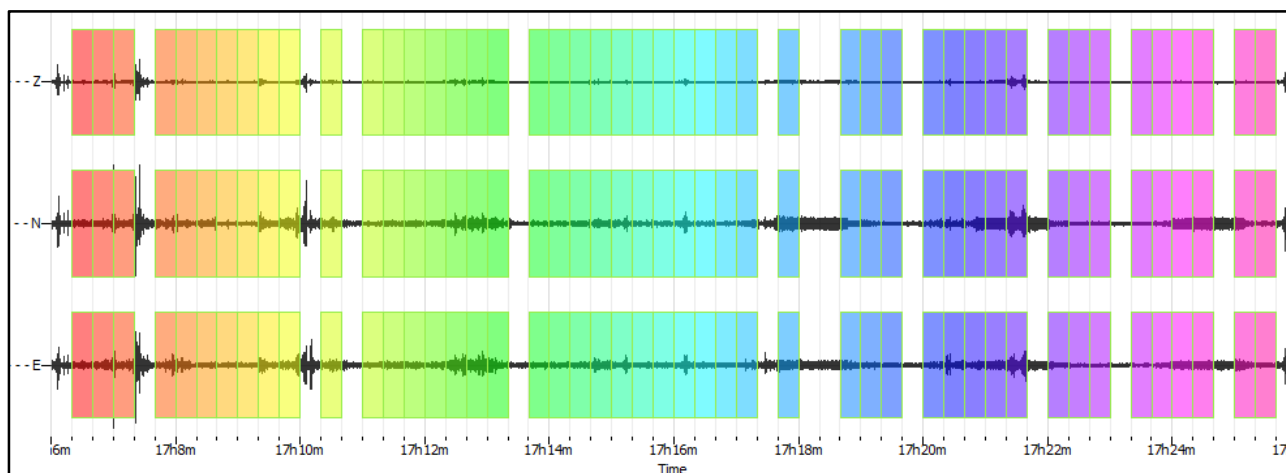
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

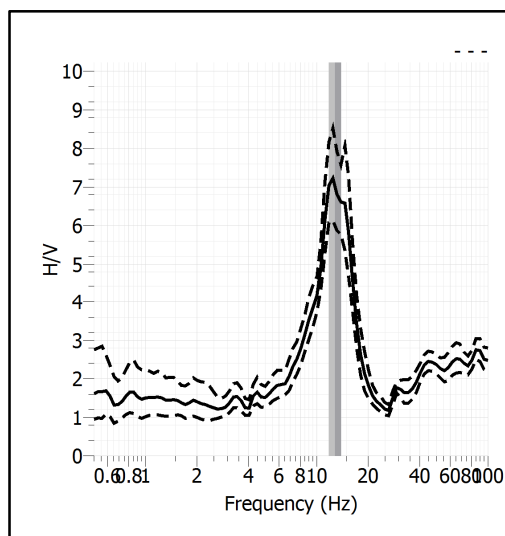
<b>Stazione</b>	45	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	47 (78% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

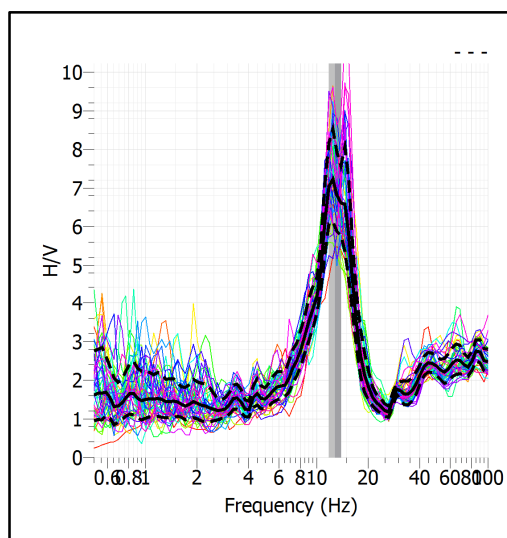


### RAPPORTO SPETTRALE H/V





### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

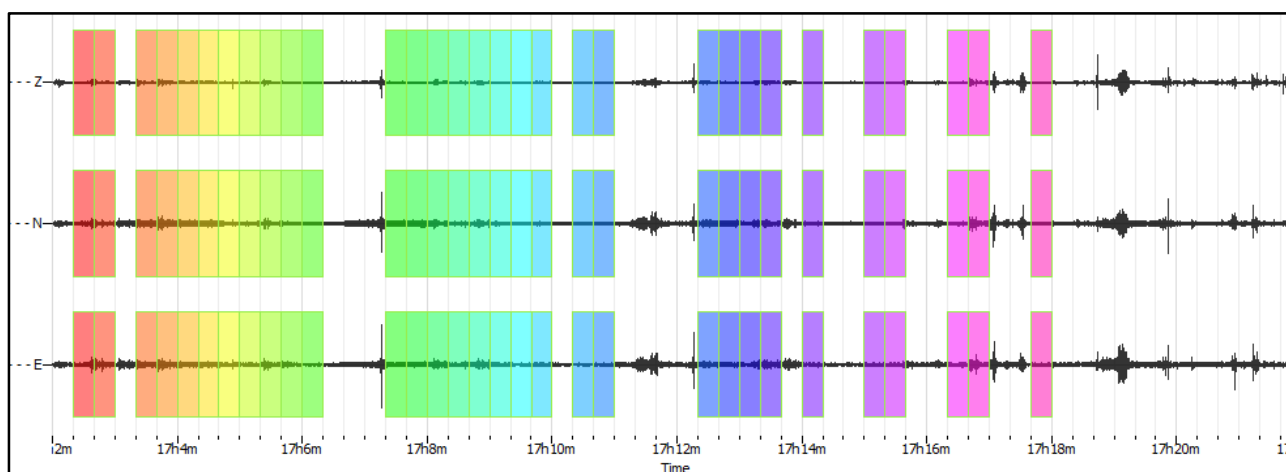
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

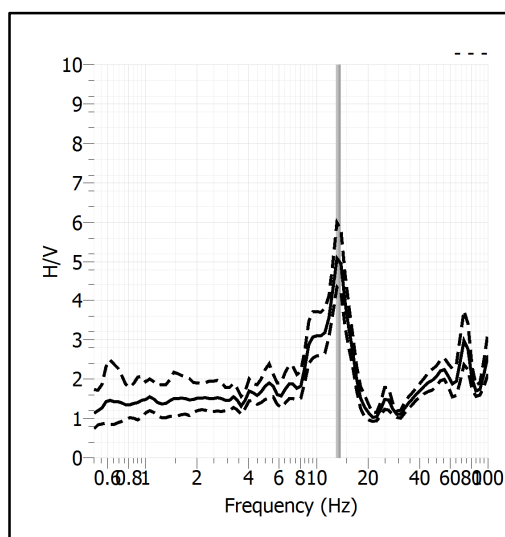
<b>Stazione</b>	46	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	31 (52% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

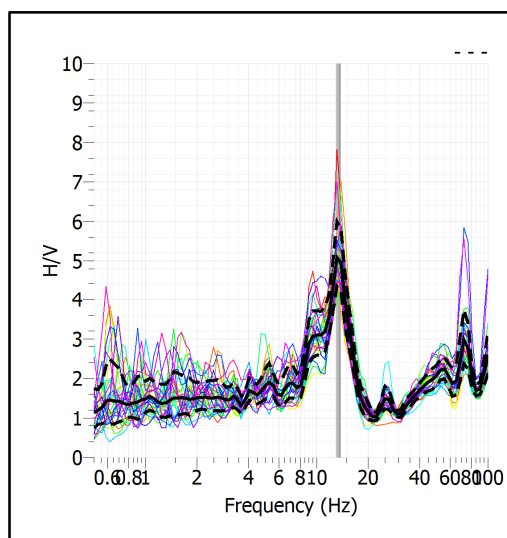
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

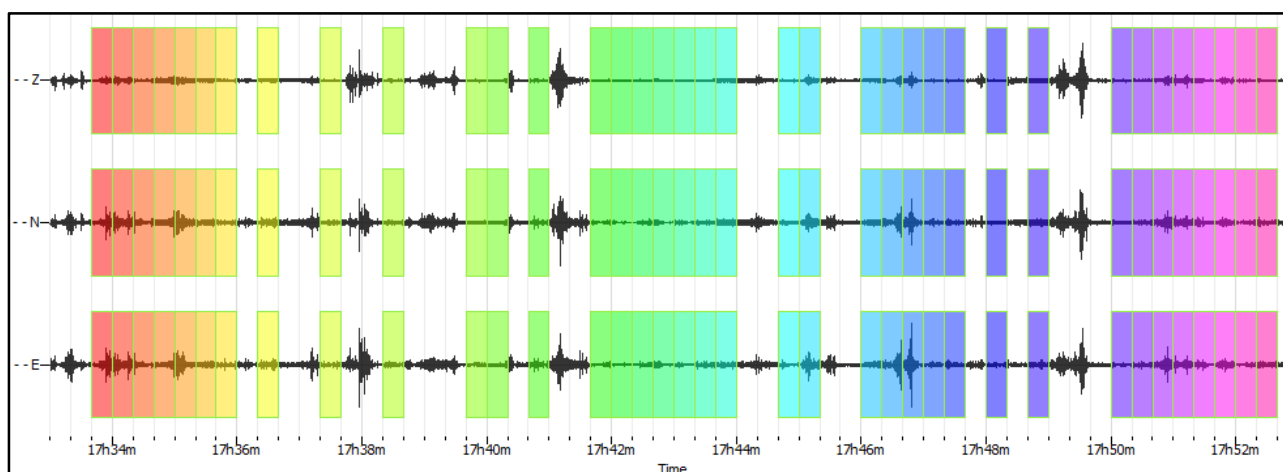
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

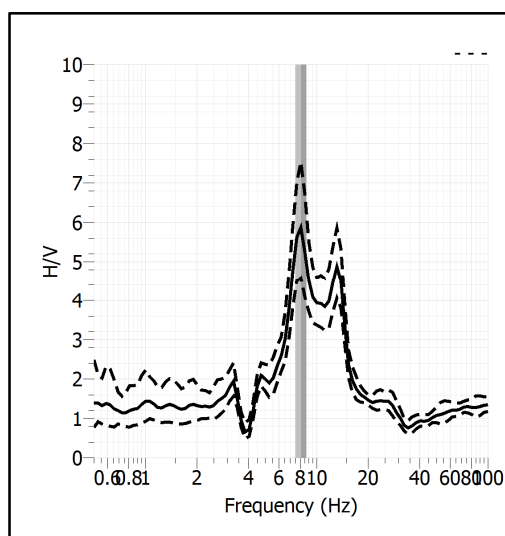
<b>Stazione</b>	47	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	37 (62% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

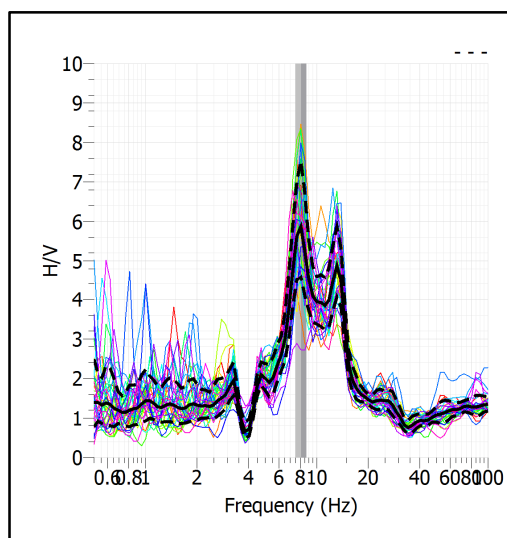
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

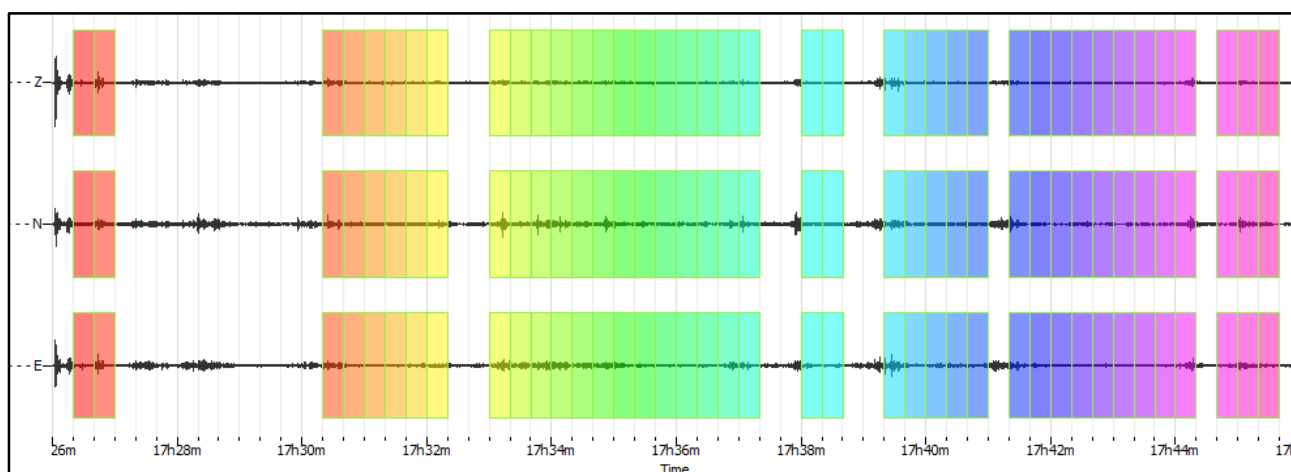
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

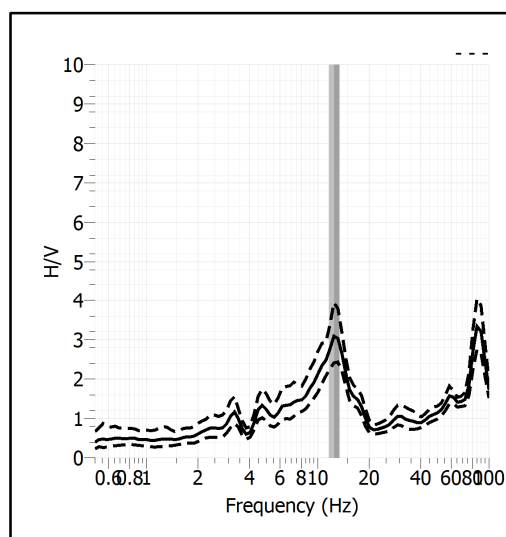
<b>Stazione</b>	48	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	40 (67% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	3.07

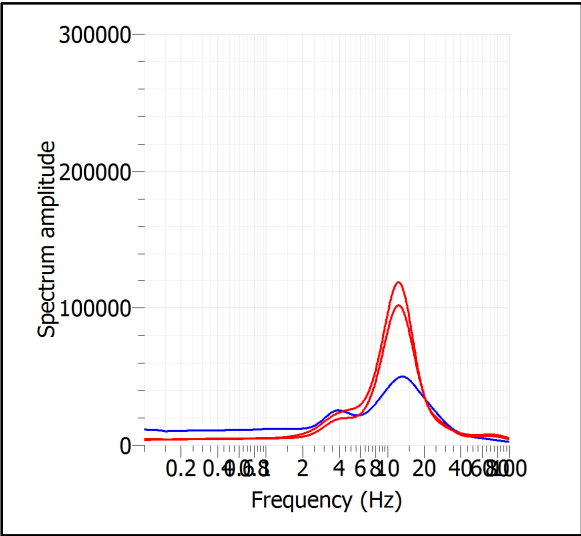
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



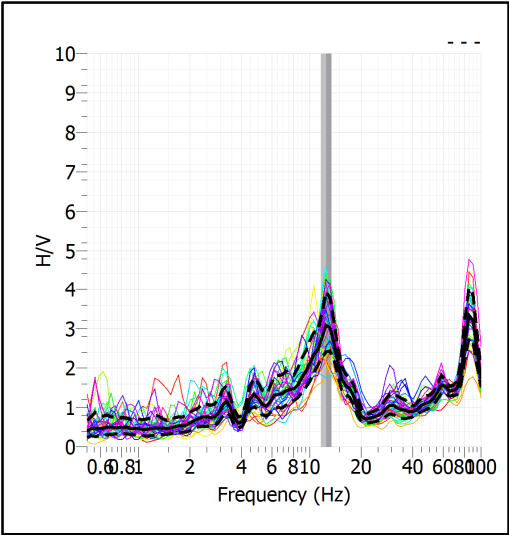
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



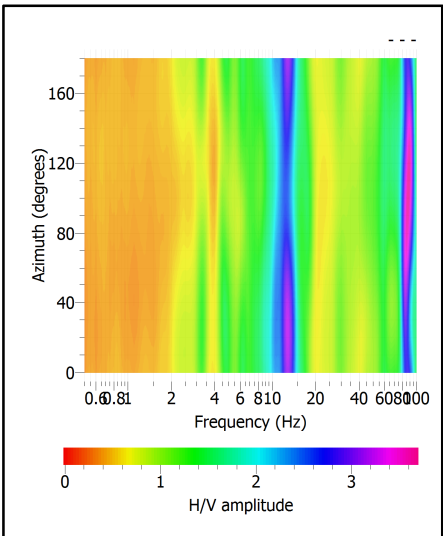
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	40	10016	12.520	0.87	3.07	1.26	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			12.520	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			10016	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27			<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^*</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^*) &lt; A_0/2</math></b>						<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>						<b>OK</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>			3.0744	>	2	<b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>NO</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>			0.8682	>	0.6260	<b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>			1.2558	<	1.5800	<b>OK</b>

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

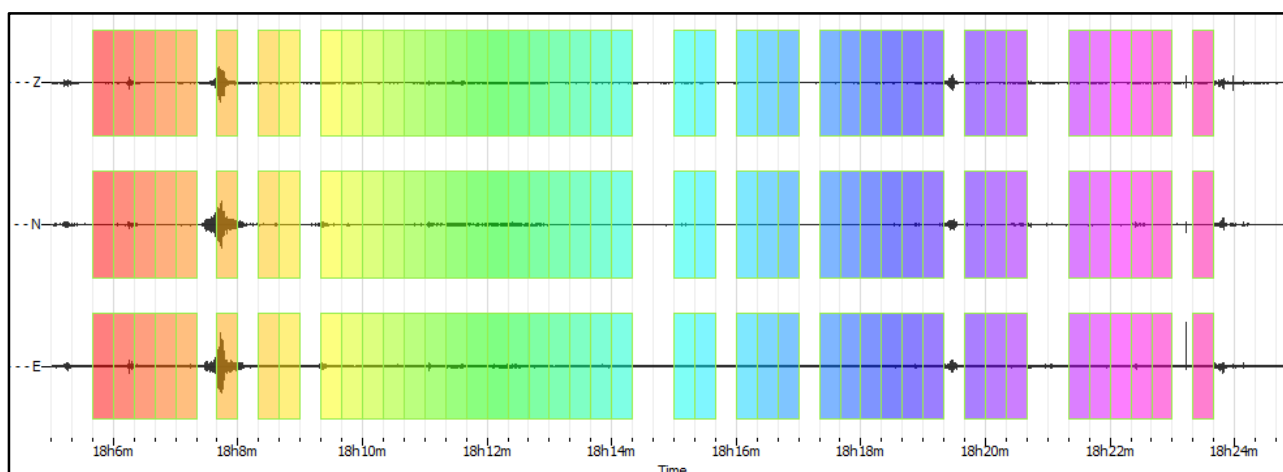
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------



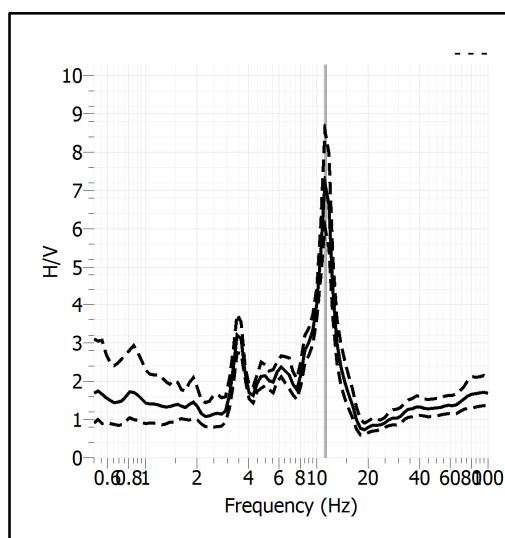
<b>Stazione</b>	49	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	43 (72% del tracciato)	
<b>Tipo di lisciamo</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Lisciamo</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

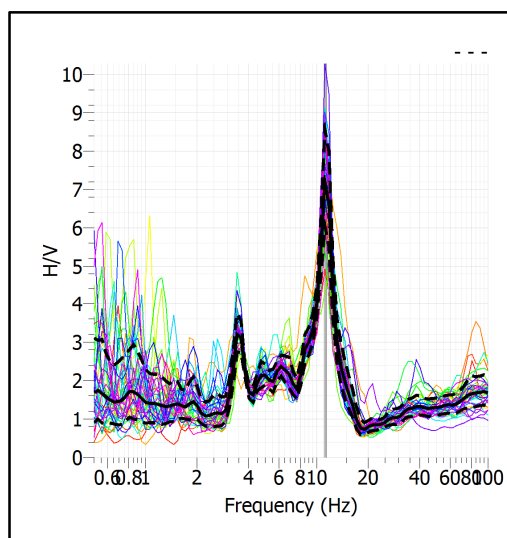
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

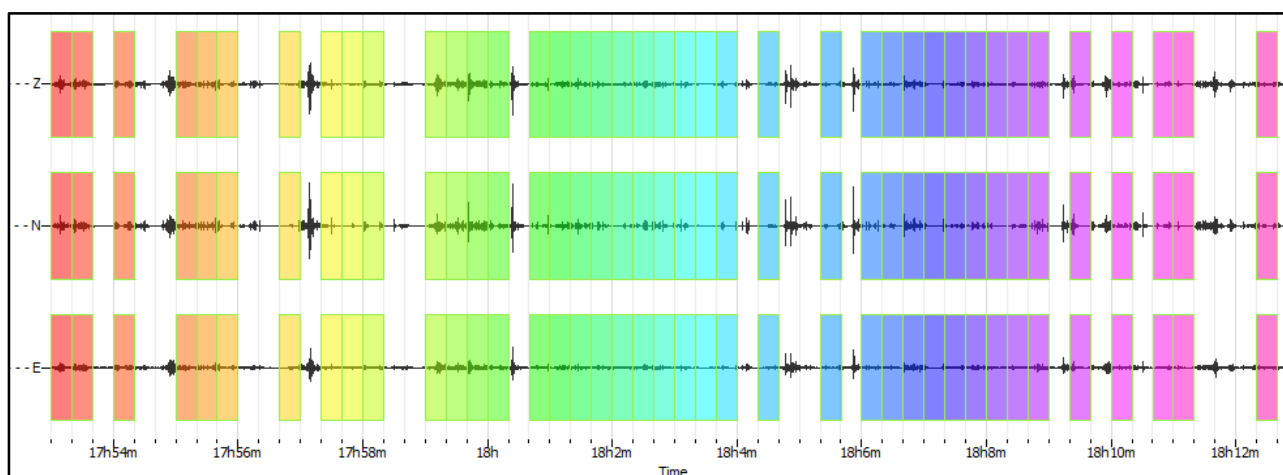
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

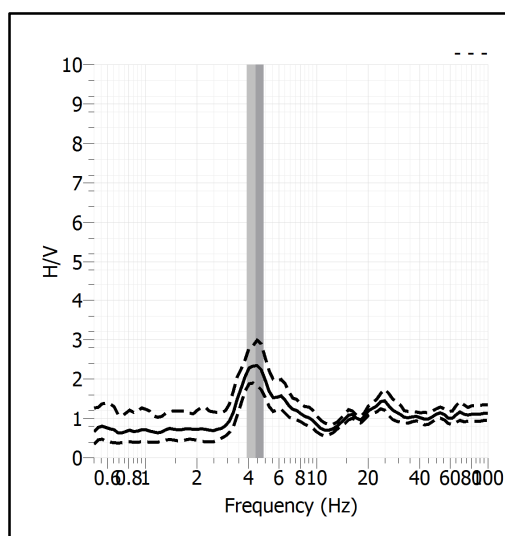
<b>Stazione</b>	50	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	40 (67% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>4.39 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>2.34</b>

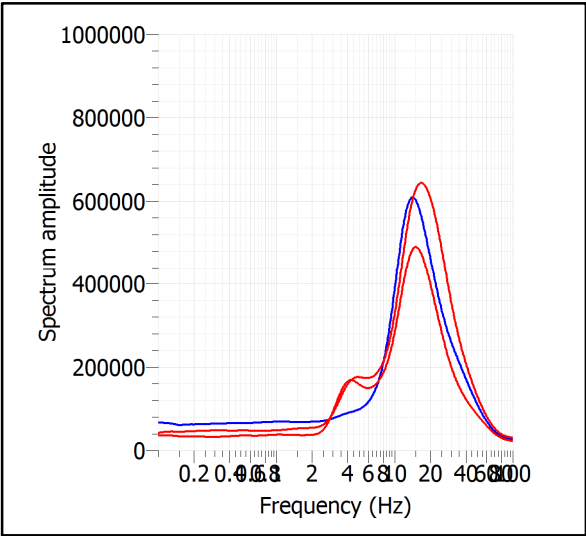
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



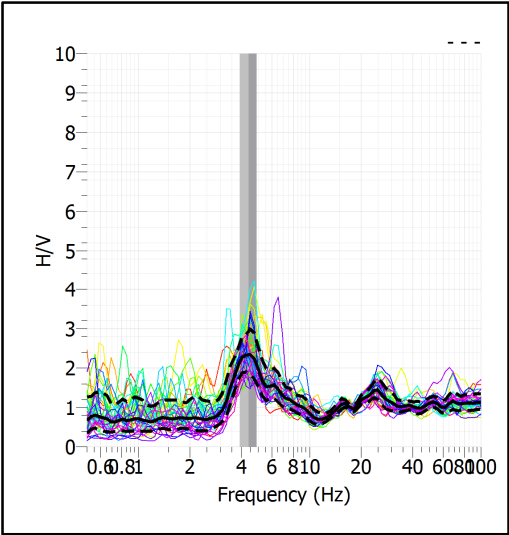
### RAPPORTO SPETTRALE H/V



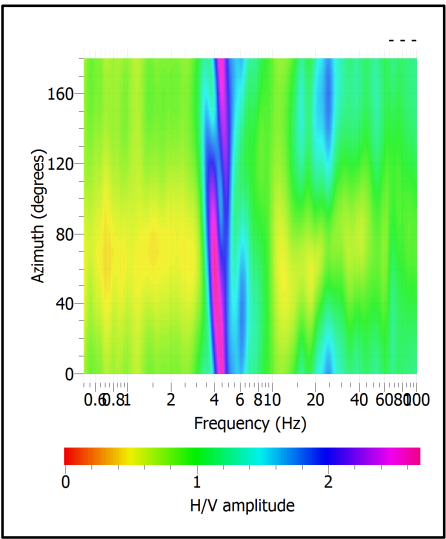
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	40	3519	4.399	0.50	2.34	1.25	BASSO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			4.399	>	0.500	OK	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			3519	>	200	OK	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27				
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0/2</math></b>						OK
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						2.3377 > 2 OK
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						OK
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.4971 > 0.2200 OK
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.2512 < 1.5800 OK

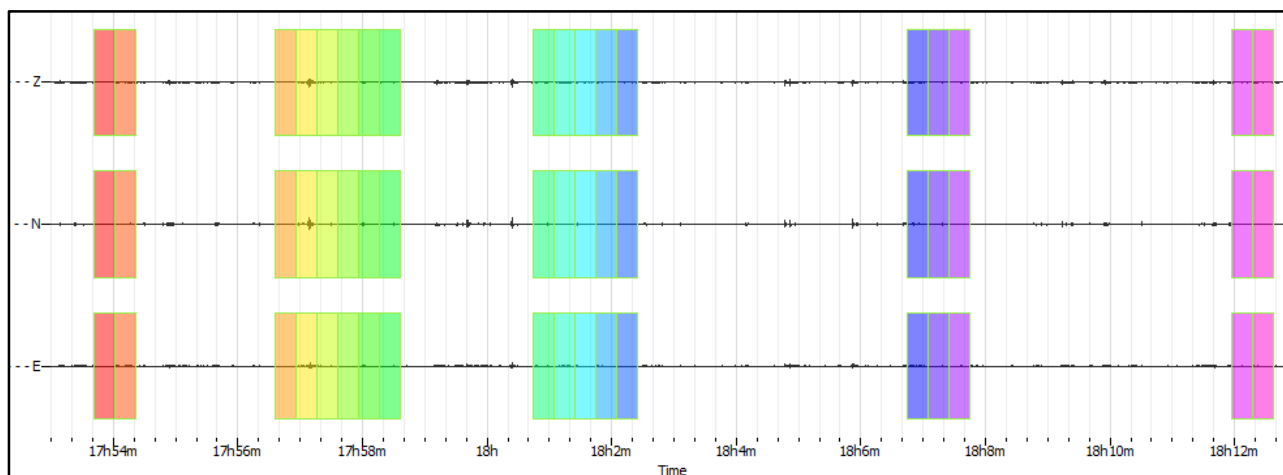
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

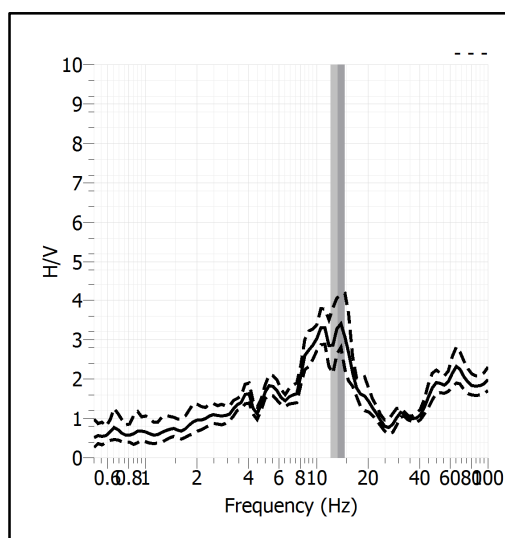
<b>Stazione</b>	51	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	18 (30% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	>8 Hz
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	-

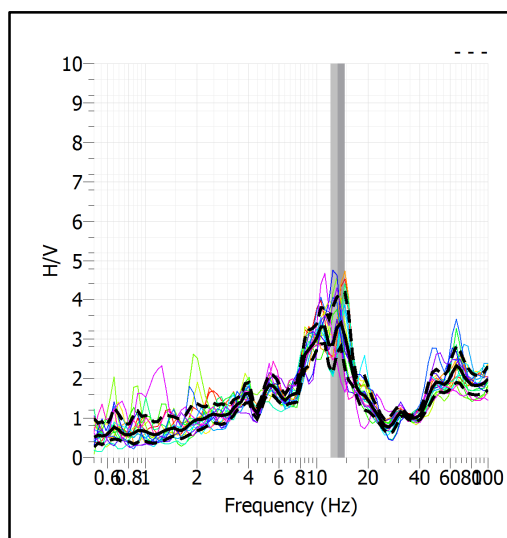
### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



### RAPPORTO SPETTRALE H/V



### SERIE TEMPORALE H/V



### CRITERI SESAME

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

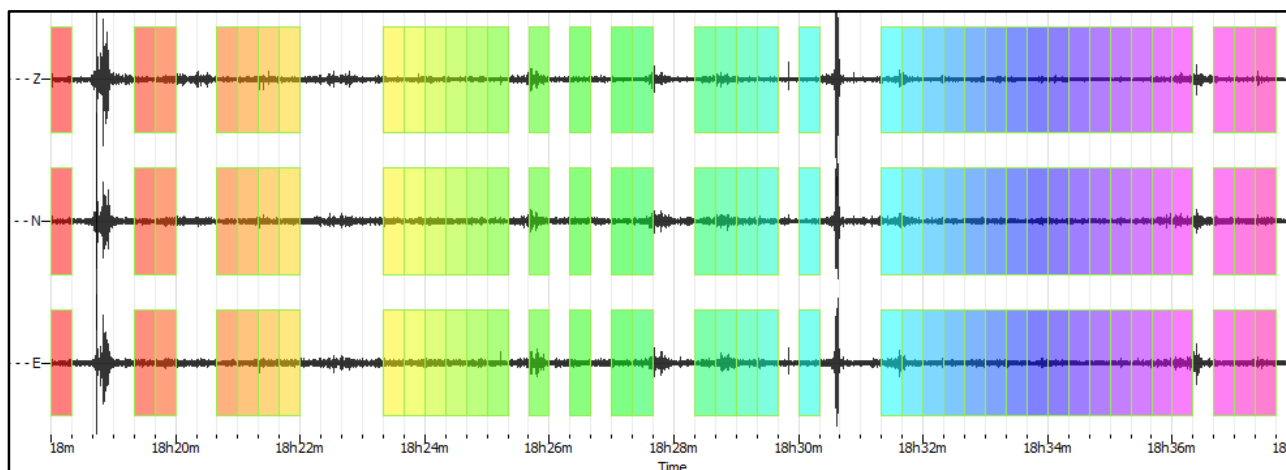
<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

**Non ci sono picchi significativi nel range di frequenze utile (0.5 – 20 Hz)**

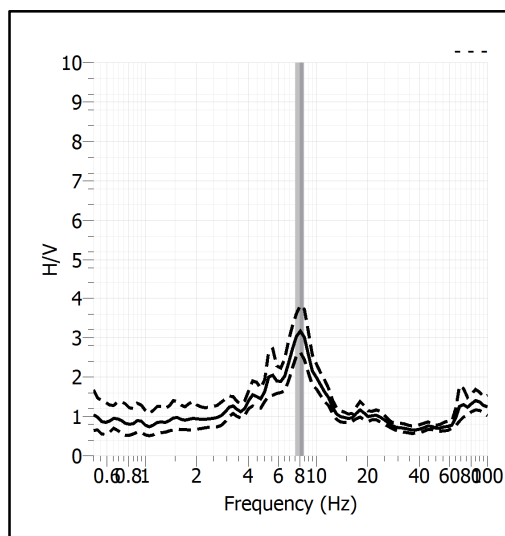
<b>Stazione</b>	52	
<b>Strumento</b>	Theremino	
<b>Data acquisizione</b>	Luglio 2020	
<b>Coordinate Lat.</b>		
<b>Coordinate Long.</b>		
<b>Durata registrazione</b>	20 minuti	
<b>Freq. Campionamento</b>	500 Hz	
<b>Lunghezza finestre</b>	20 s	
<b>Numero di finestre analizzate</b>	40 (67% del tracciato)	
<b>Tipo di liscio</b>	Konno & Ohmachi	
<b>Liscio</b>	40	
<b>Orientamento strumentazione</b>	0° N	
<b>Terreno di misura</b>	Suolo naturale	
<b>Meteo</b>	Sereno	

<b>Frequenza del picco H/V</b>	<b>7.99 Hz</b>
<b>Ampiezza Media della frequenza</b>	<b>3.14</b>

### ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE

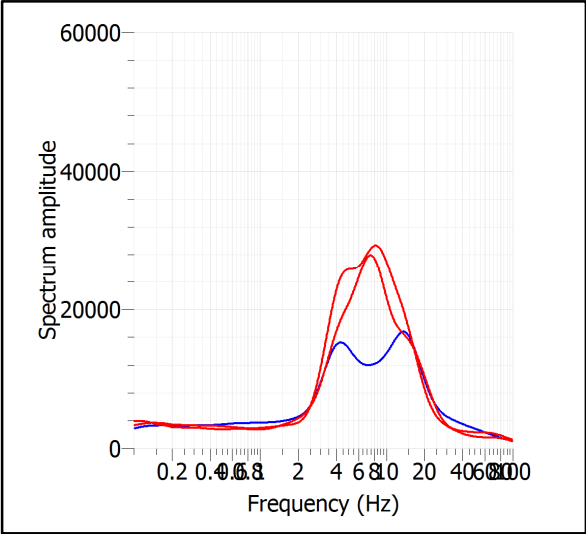


### RAPPORTO SPETTRALE H/V

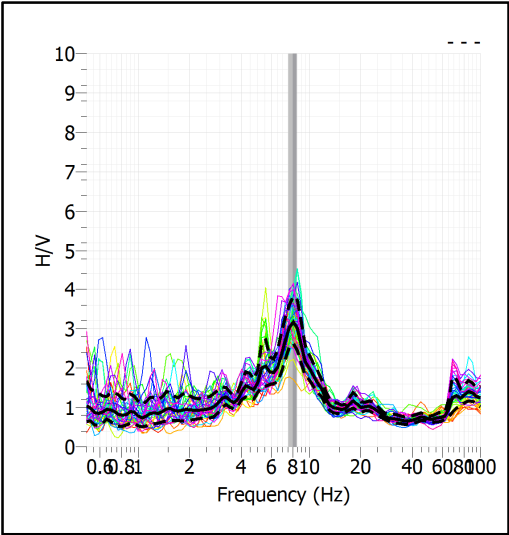




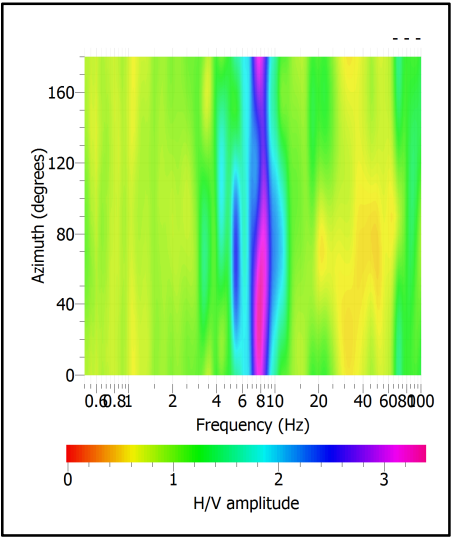
**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



### CRITERI SESAME

Window length $l_w$ [s]	Number of windows $n_w$	Number of significant cycles $n_c$	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			$f_0$ [Hz]	$\sigma_f$ [Hz]	$A_0$	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	40	6399	7.999	0.44	3.14	1.20	MODERATO
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
<b><math>f_0 &gt; 10/L_w</math></b>			7.999	>	0.500	<b>OK</b>	
<b><math>n_c(f_0) &gt; 200</math></b>			6399	>	200	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 2</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &gt; 0.5\text{Hz}</math></b>			Superato 0 volte su 27				
<b><math>\sigma_A(f) &lt; 3</math> per <math>0.5f_0 &lt; f &lt; 2f_0</math> se <math>f_0 &lt; 0.5\text{Hz}</math></b>							
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0/2</math></b>						<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>						<b>OK</b>
	<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>						3.1403 > 2 <b>OK</b>
Stability conditions	<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>						<b>OK</b>
	<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>						0.4437 > 0.3999 <b>OK</b>
	<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>						1.2036 < 1.5800 <b>OK</b>

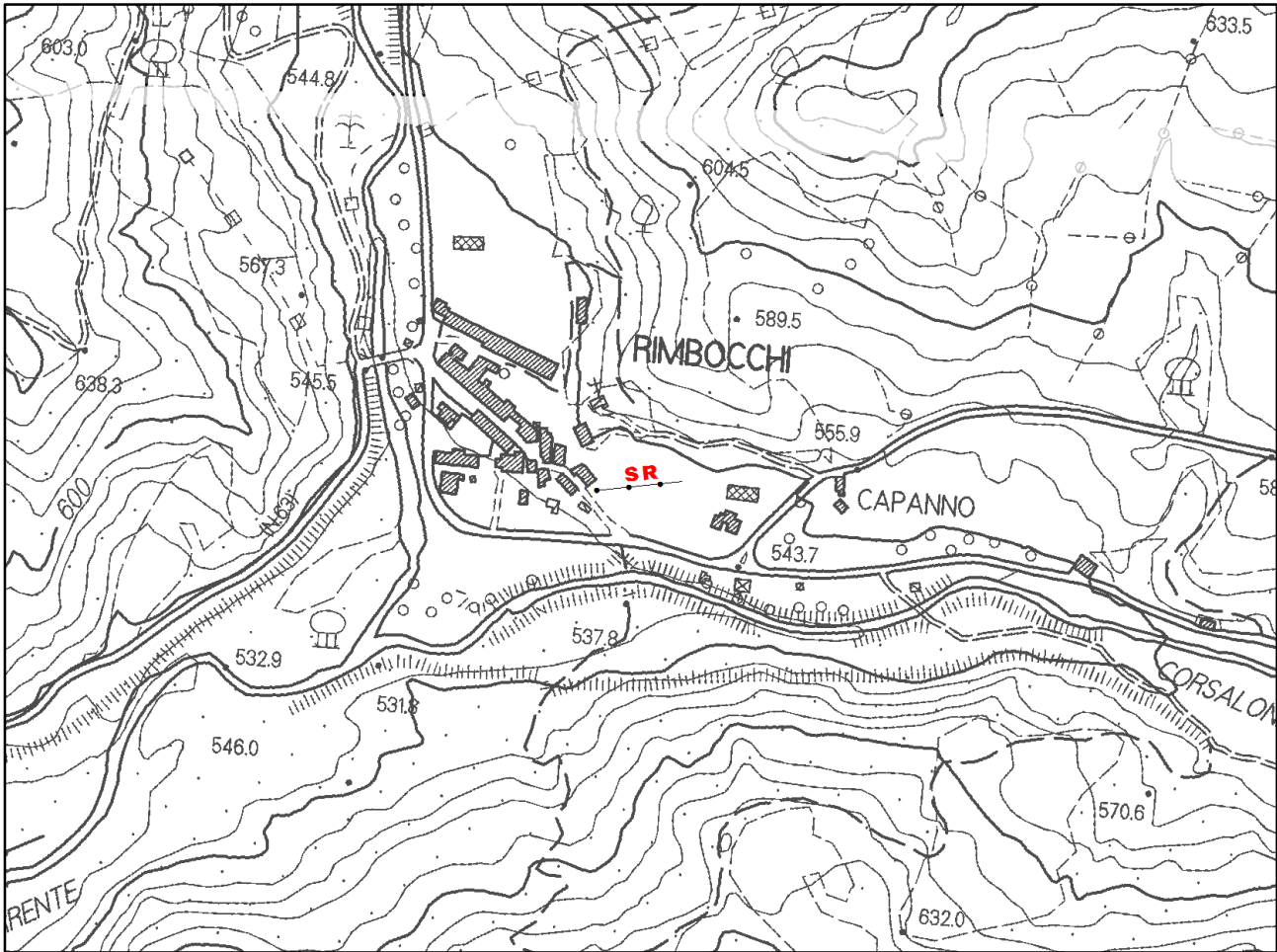
ULTERIORI CRITERI (D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
<b>DURATA</b>	Durata minima registrazione 20 minuti	<b>SI</b>
<b>STAZIONARIETA'</b>	% ( $\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	<b>SI</b>
<b>ISOTROPIA</b>	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	<b>SI</b>
<b>ASSENZA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

<b>CLASSE</b>	<b>A1</b>
---------------	-----------

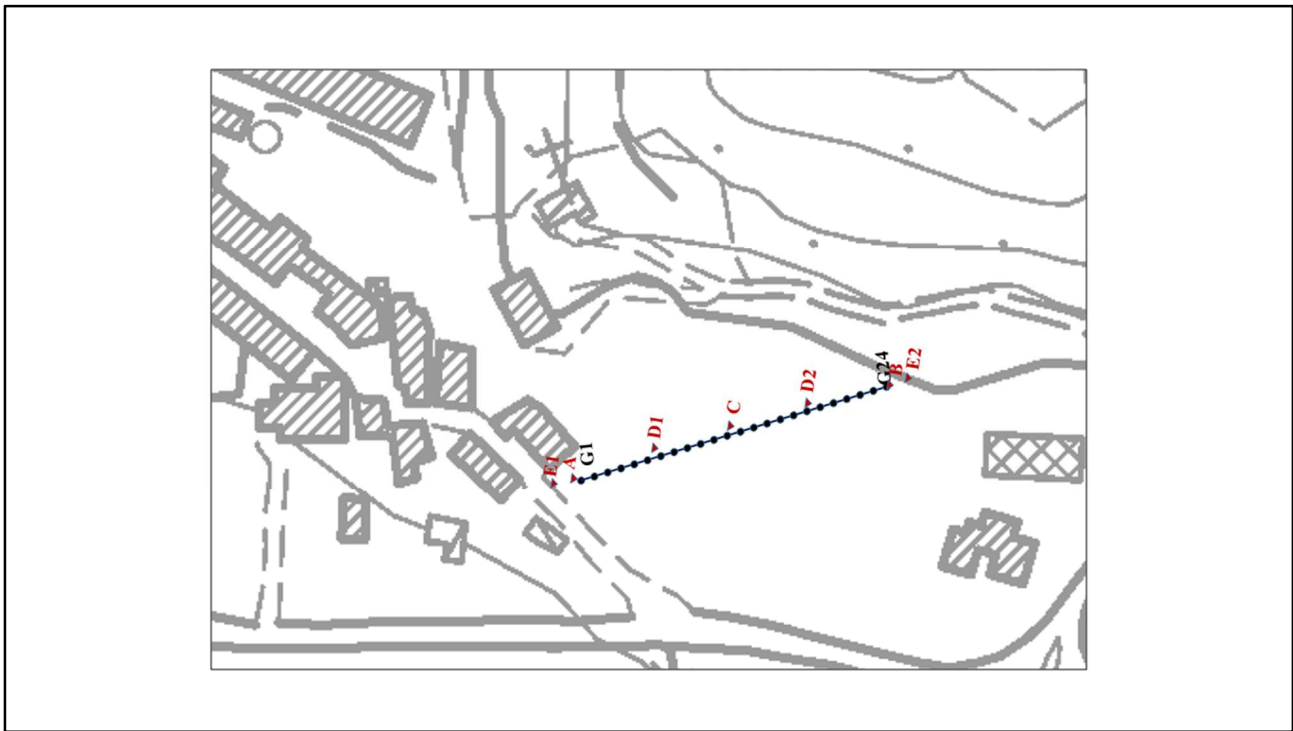
- **ALLEGATO GRAFICO: ELABORAZIONI SISMICA A RIFRAZIONE P/SH – MASW/ESAC**

**SR\_1: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH + MASW\_6**

**Planimetria Scala 1:5000**



**Planimetria Scala 1:1000**



## Geometria dello stendimento

Numero Geofoni: 24

Intervallo (m): 3 m

Lunghezza Stendimento (m): 69 m

Quota (m.s.l.m.): 2

## Punti di energizzazione

	<b>A</b> <b>Estremo</b> <b>SX</b>	<b>D1</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>D2</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>C</b> <b>Centrale</b>	<b>D3</b> <b>Intermedio</b> <b>DX</b>	<b>D4</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>B</b> <b>Estremo</b> <b>DX</b>
<b>Posizione da Geofono G1 (m)</b>	-6	-1.5	16.5	34.5	52.5	70.5	75

## Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

<b>Geofoni</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Latitudine</b>
<b>G1</b>		
<b>G24</b>		

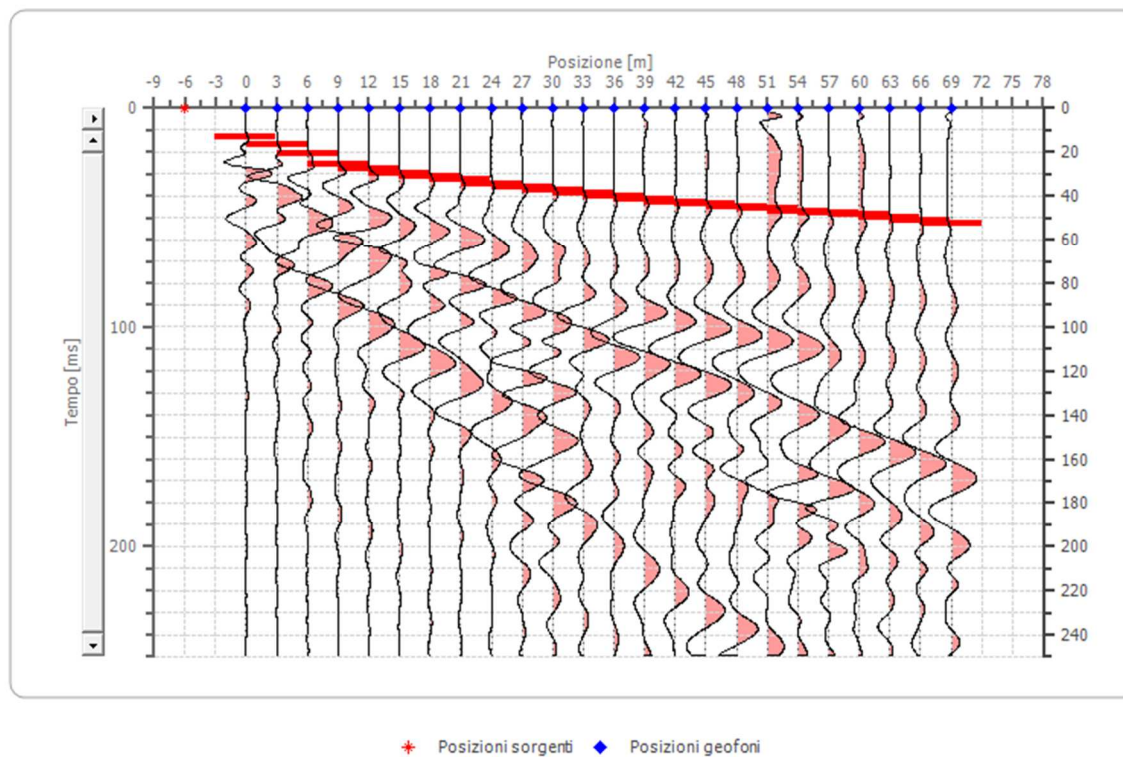
## Geometria geofoni

	<b>Posizione X</b> <b>[m]</b>	<b>Posizione Z</b> <b>[m]</b>
1	0.0	0.0
2	3.0	0.0
3	6.0	0.0
4	9.0	0.0
5	12.0	0.0
6	15.0	0.0
7	18.0	0.0
8	21.0	0.0
9	24.0	0.0
10	27.0	0.0
11	30.0	0.0
12	33.0	0.0
13	36.0	0.0
14	39.0	0.0
15	42.0	0.0
16	45.0	0.0
17	48.0	0.0
18	51.0	0.0
19	54.0	0.0
20	57.0	0.0
21	60.0	0.0
22	63.0	0.0
23	66.0	0.0
24	69.0	0.0

## Dati battute

### Battuta 1

Posizione sorgente X      -6 [m]  
Posizione sorgente Z      0 [m]



---

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	13.2964
3.0	16.8975
6.0	20.4986
9.0	25.4848
12.0	27.9778
15.0	29.6399
18.0	31.0249
21.0	32.6870
24.0	34.3490
27.0	35.7341
30.0	37.1191
33.0	38.5042
36.0	39.8892
39.0	41.5512
42.0	42.6593
45.0	43.7673
48.0	44.8753
51.0	45.9834
54.0	46.8144
57.0	47.6454
60.0	48.7535
63.0	50.1385
66.0	50.9695
69.0	52.3546

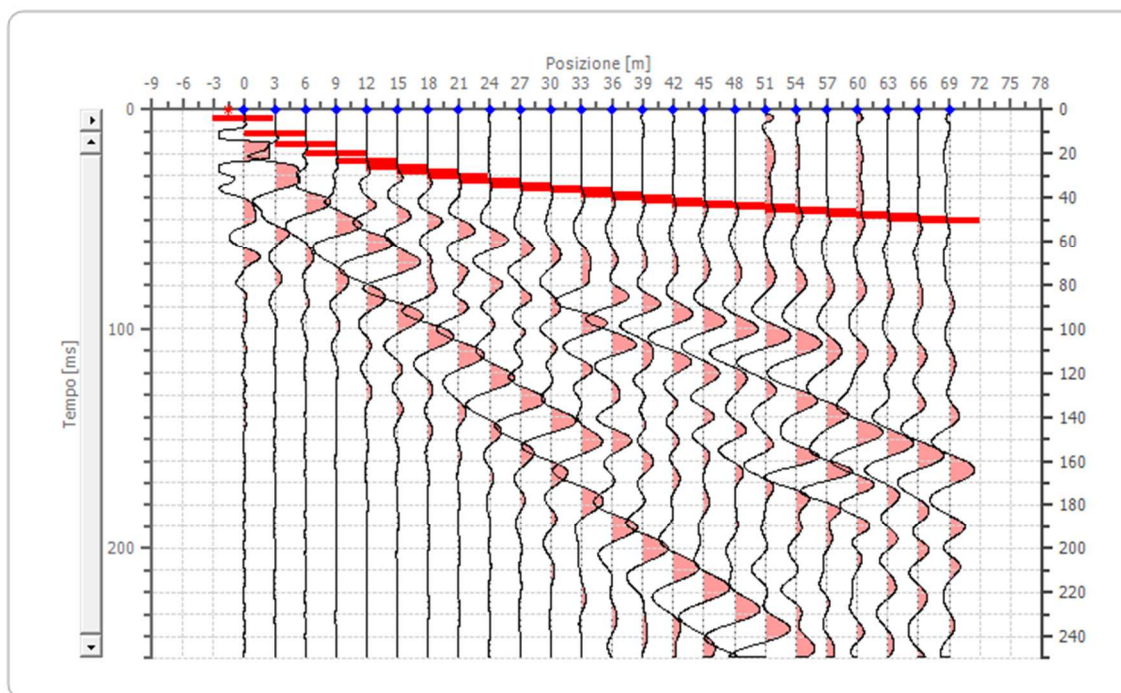
---



## Battuta 2

Posizione sorgente X      -1.5 [m]

Posizione sorgente Z      0 [m]



✚ Posizioni sorgenti    ◆ Posizioni geofoni

---

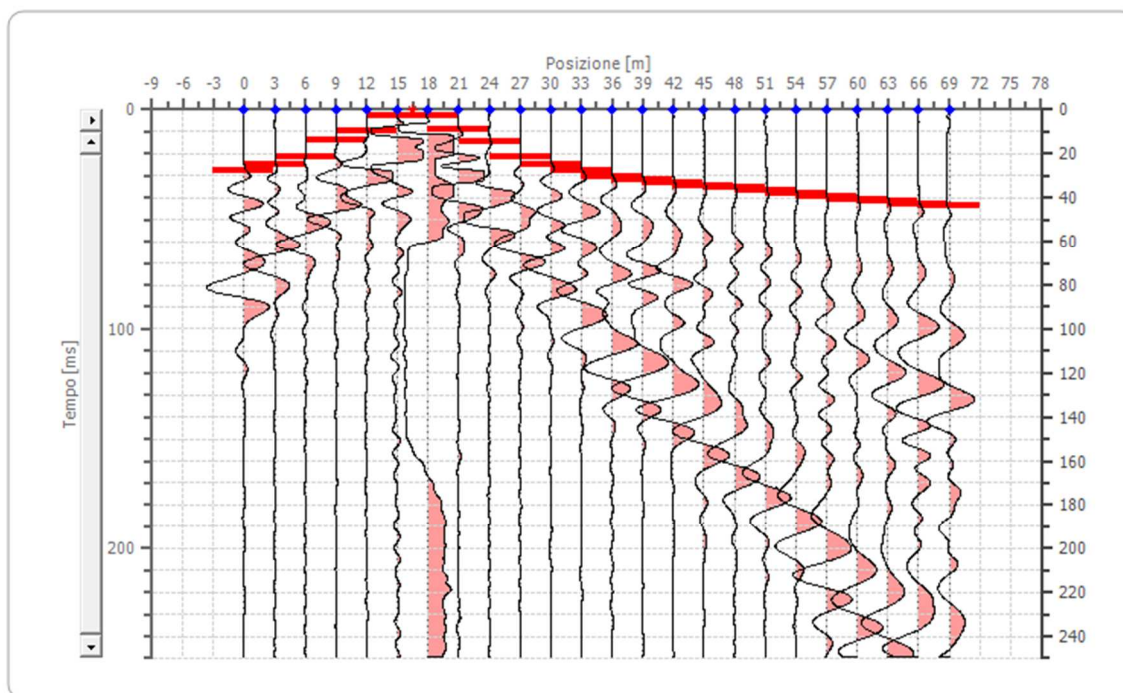
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	4.4321
3.0	10.8033
6.0	15.7895
9.0	19.9446
12.0	23.8227
15.0	26.5928
18.0	28.5319
21.0	30.7479
24.0	32.6870
27.0	34.3490
30.0	35.7341
33.0	36.8421
36.0	38.5042
39.0	39.8892
42.0	41.2742
45.0	42.6593
48.0	43.7673
51.0	44.5983
54.0	45.9834
57.0	46.5374
60.0	47.9224
63.0	48.7535
66.0	49.5845
69.0	50.4155

---

### Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



+ Posizioni sorgenti    ♦ Posizioni geofoni

---

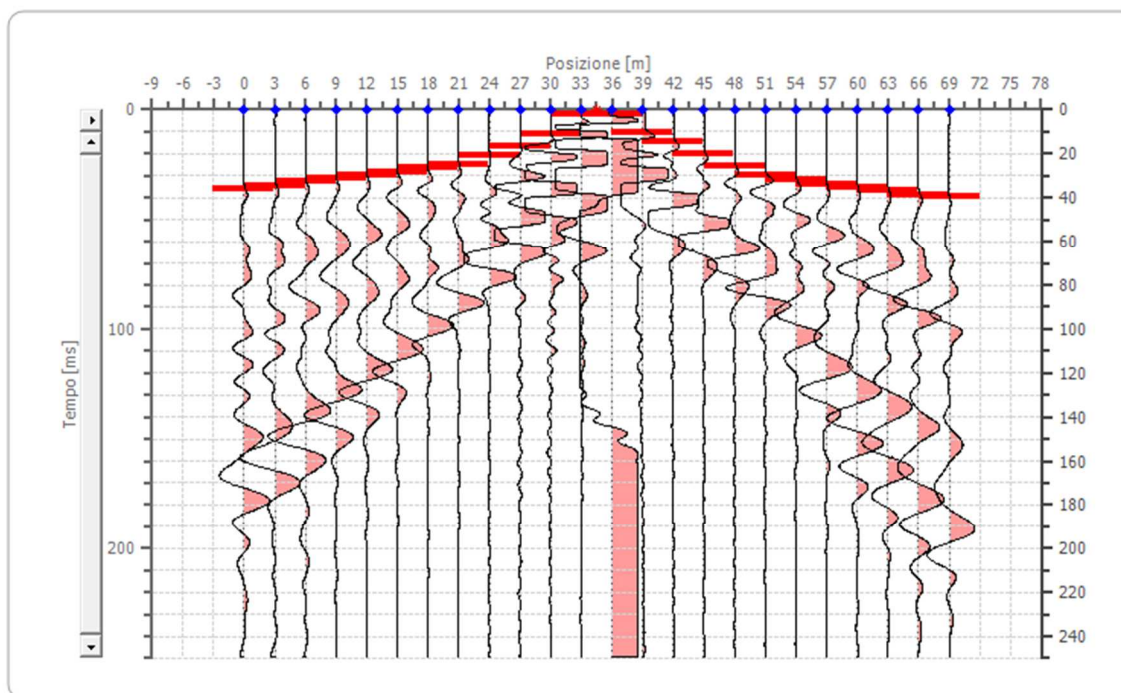
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	27.9778
3.0	24.9307
6.0	21.6066
9.0	14.1274
12.0	9.4183
15.0	2.7701
18.0	2.7701
21.0	8.8643
24.0	14.4044
27.0	21.3296
30.0	24.6537
33.0	27.9778
36.0	30.1939
39.0	31.8560
42.0	33.2410
45.0	34.3490
48.0	35.4571
51.0	36.8421
54.0	38.2271
57.0	39.6122
60.0	40.7202
63.0	41.8283
66.0	42.6593
69.0	43.7673

---

#### Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



+ Posizioni sorgenti    ♦ Posizioni geofoni

---

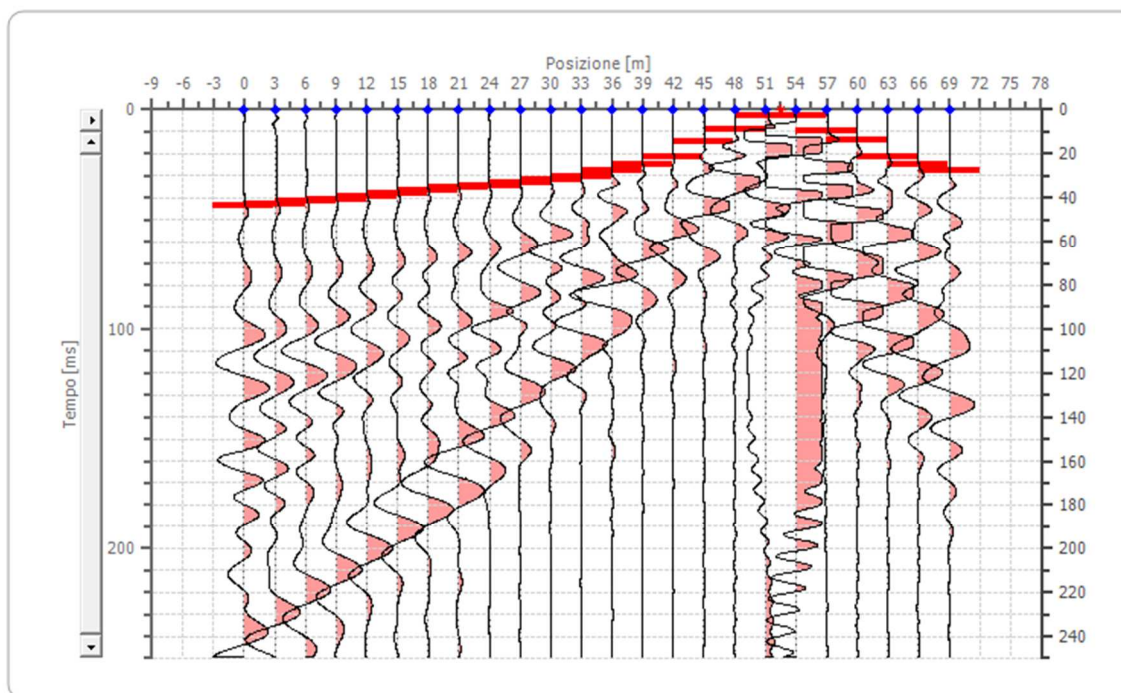
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	35.7341
3.0	34.3490
6.0	32.6870
9.0	31.3019
12.0	29.9169
15.0	28.5319
18.0	26.5928
21.0	24.6537
24.0	20.7756
27.0	16.8975
30.0	10.8033
33.0	2.2161
36.0	1.9391
39.0	10.2493
42.0	14.6814
45.0	20.2216
48.0	25.4848
51.0	29.6399
54.0	31.8560
57.0	34.0720
60.0	35.4571
63.0	36.5651
66.0	38.5042
69.0	39.6122

---

## Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



+ Posizioni sorgenti   ♦ Posizioni geofoni

---

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	43.7673
3.0	42.6593
6.0	41.8283
9.0	40.7202
12.0	39.6122
15.0	38.2271
18.0	36.8421
21.0	35.4571
24.0	34.3490
27.0	33.2410
30.0	31.8560
33.0	30.1939
36.0	27.9778
39.0	24.6537
42.0	21.3296
45.0	14.4044
48.0	8.8643
51.0	2.7701
54.0	2.7701
57.0	9.4183
60.0	14.1274
63.0	21.6066
66.0	24.9307
69.0	27.9778

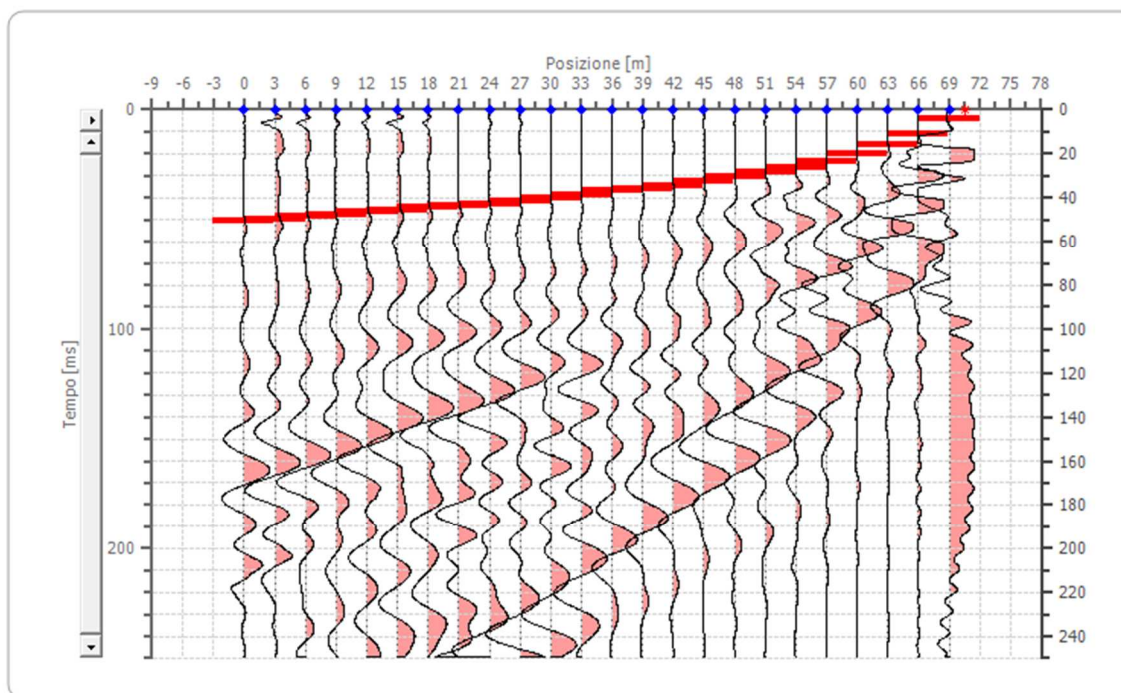
---



# Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



+ Posizioni sorgenti    ◆ Posizioni geofoni

---

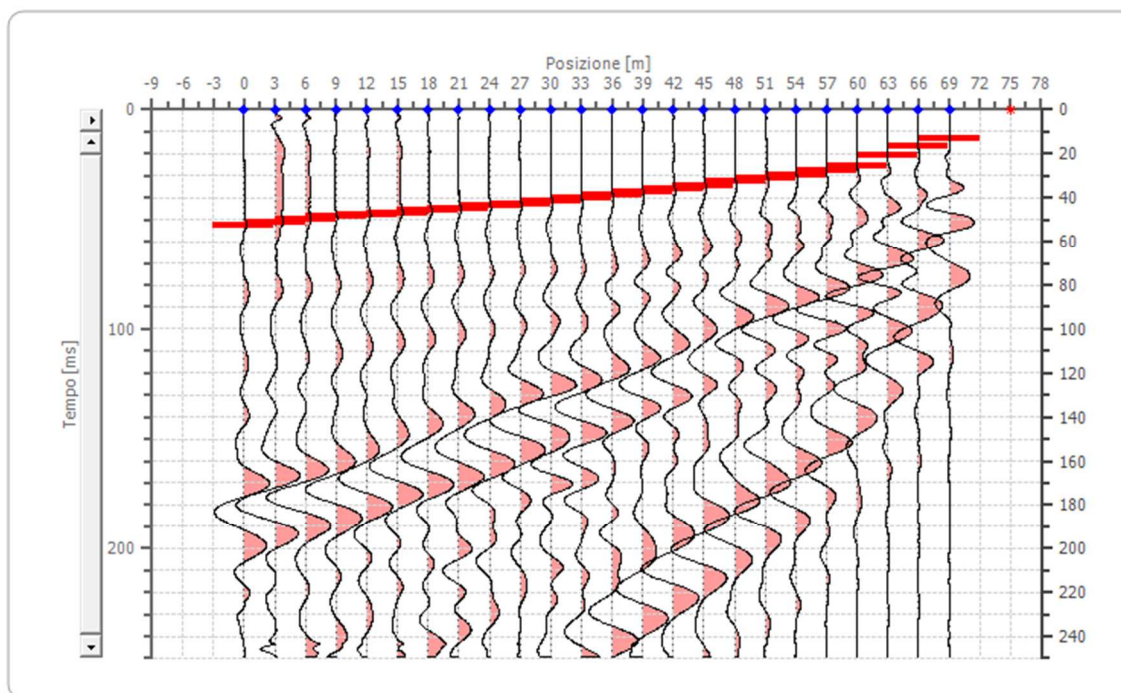
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	50.4155
3.0	49.5845
6.0	48.7535
9.0	47.9224
12.0	46.5374
15.0	45.9834
18.0	44.5983
21.0	43.7673
24.0	42.6593
27.0	41.2742
30.0	39.8892
33.0	38.5042
36.0	36.8421
39.0	35.7341
42.0	34.3490
45.0	32.6870
48.0	30.7479
51.0	28.5319
54.0	26.5928
57.0	23.8227
60.0	19.9446
63.0	15.7895
66.0	10.8033
69.0	4.4321

---

## Battuta 7

Posizione sorgente X 75 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

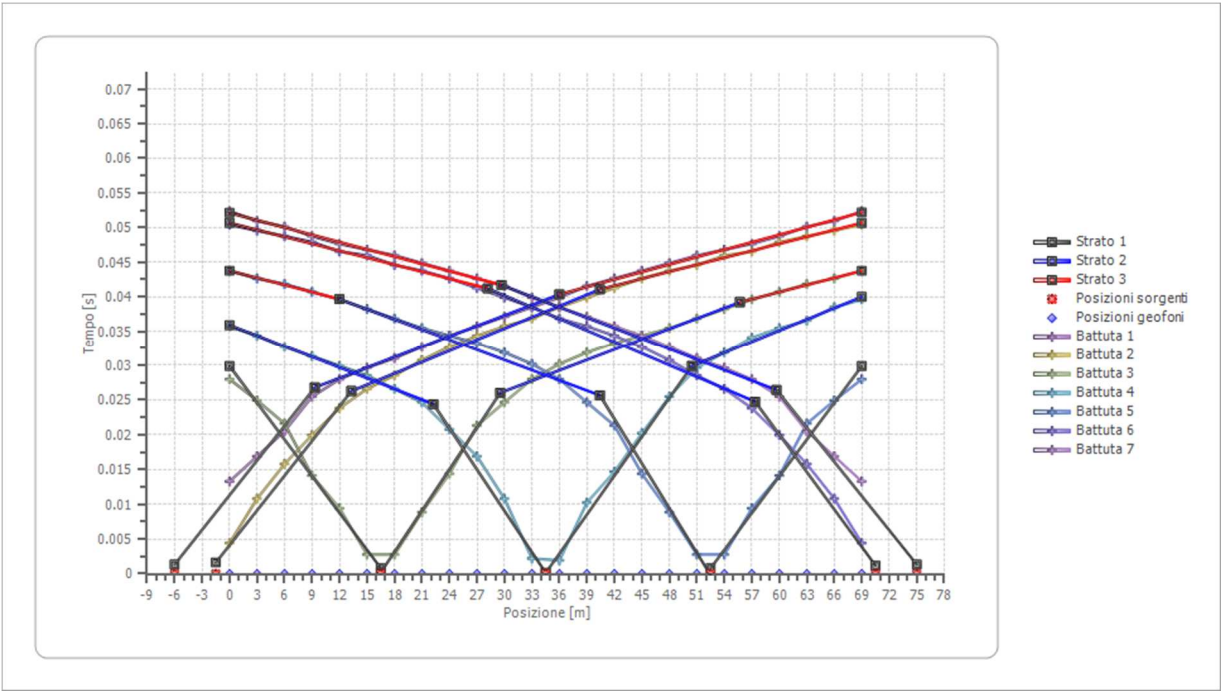


---

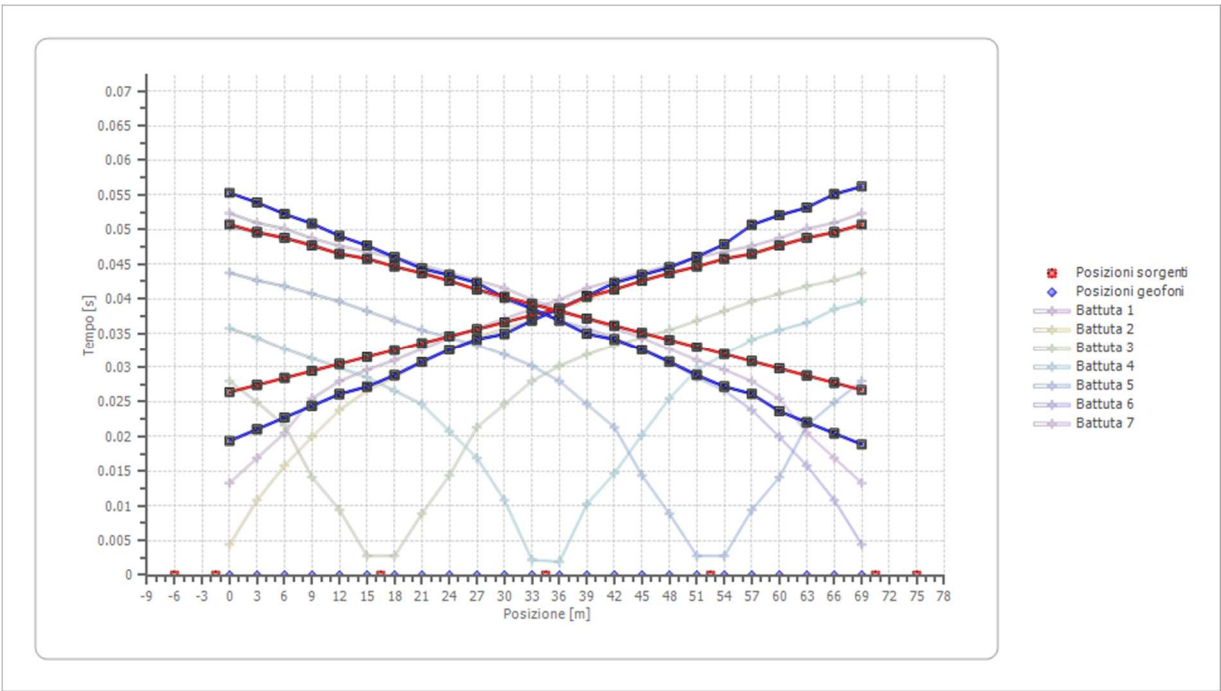
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	52.3546
3.0	50.9695
6.0	50.1385
9.0	48.7535
12.0	47.6454
15.0	46.8144
18.0	45.9834
21.0	44.8753
24.0	43.7673
27.0	42.6593
30.0	41.5512
33.0	39.8892
36.0	38.5042
39.0	37.1191
42.0	35.7341
45.0	34.3490
48.0	32.6870
51.0	31.0249
54.0	29.6399
57.0	27.9778
60.0	25.4848
63.0	20.4986
66.0	16.8975
69.0	13.2964

---

# Dromocrone



# Dromocrone traslate

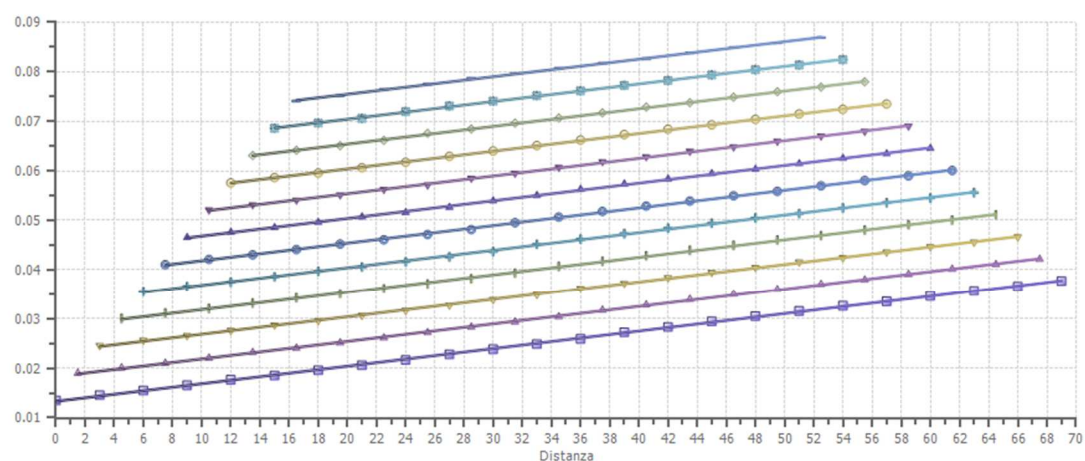


---

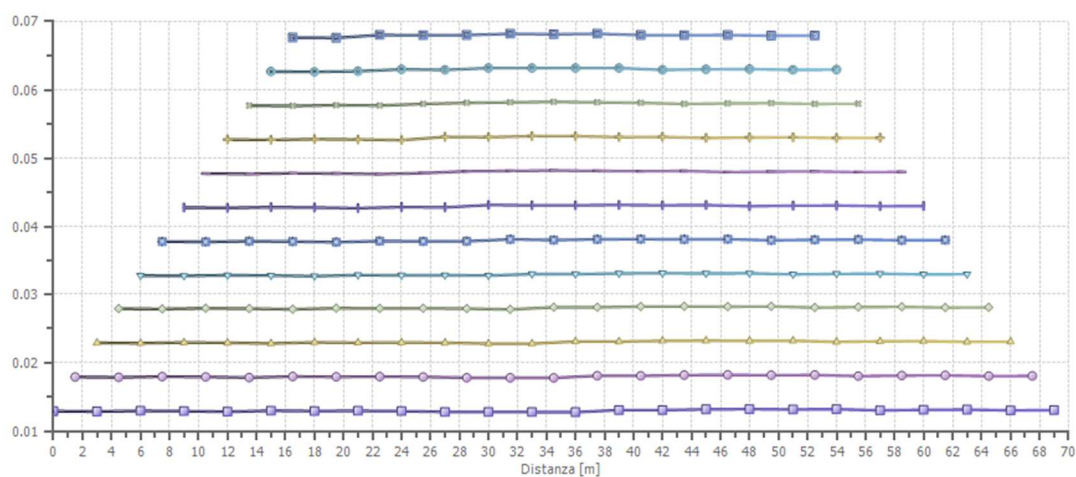
**Interpretazione col metodo G.,R.M.**

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	5.1	14.5	--
G= 3.0 [m]	5.2	14.1	--
G= 6.0 [m]	5.2	14.3	--
G= 9.0 [m]	5.3	13.9	--
G= 12.0 [m]	5.3	13.7	--
G= 15.0 [m]	5.2	14.4	--
G= 18.0 [m]	5.2	14.3	--
G= 21.0 [m]	5.2	14.1	--
G= 24.0 [m]	5.5	13.2	--
G= 27.0 [m]	5.6	12.4	--
G= 30.0 [m]	5.2	13.8	--
G= 33.0 [m]	5.3	13.4	--
G= 36.0 [m]	5.3	13.3	--
G= 39.0 [m]	5.3	14.2	--
G= 42.0 [m]	5.6	13.1	--
G= 45.0 [m]	5.5	13.8	--
G= 48.0 [m]	5.3	14.6	--
G= 51.0 [m]	5.2	14.8	--
G= 54.0 [m]	5.2	14.8	--
G= 57.0 [m]	5.7	12.6	--
G= 60.0 [m]	5.4	13.9	--
G= 63.0 [m]	5.3	14.5	--
G= 66.0 [m]	5.4	13.9	--
G= 69.0 [m]	5.2	14.4	--
Velocità [m/sec]	546.0	1881.8	2823.9
Descrizione			



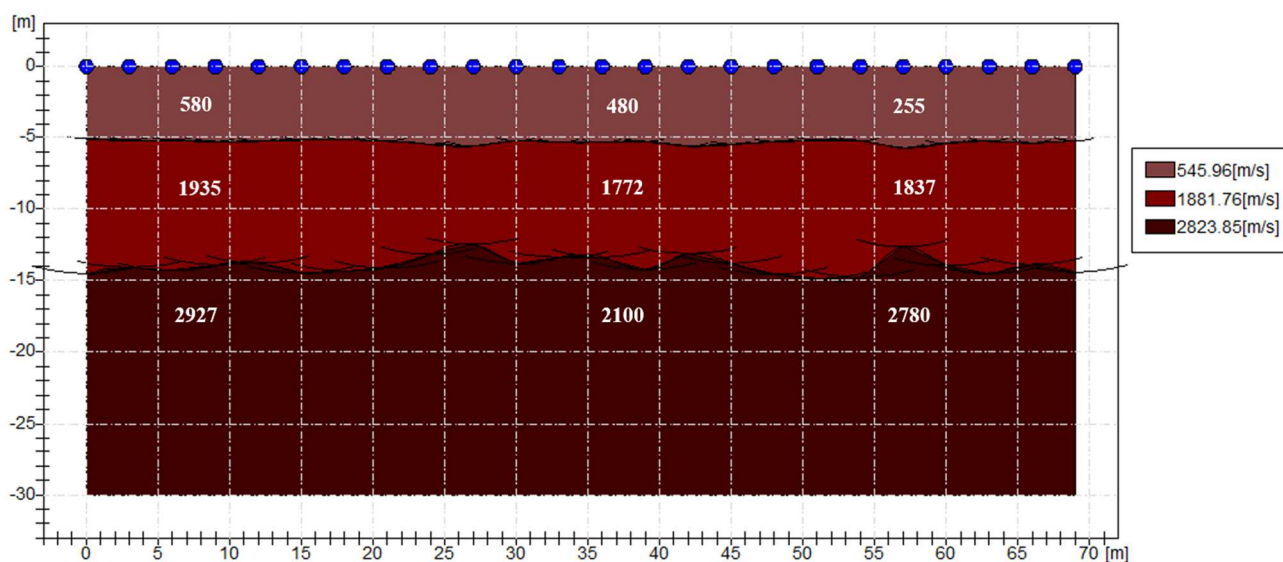
- XY = 0, Deviazione standard = 0.00735
- XY = 9, Deviazione standard = 0.00646
- XY = 18, Deviazione standard = 0.00555
- XY = 27, Deviazione standard = 0.00462
- XY = 3, Deviazione standard = 0.00706
- XY = 12, Deviazione standard = 0.00616
- XY = 21, Deviazione standard = 0.00525
- XY = 30, Deviazione standard = 0.0043
- XY = 6, Deviazione standard = 0.00676
- XY = 15, Deviazione standard = 0.00586
- XY = 24, Deviazione standard = 0.00494
- XY = 33, Deviazione standard = 0.00397



- XY = 0, Rugosità = 0.000116
- XY = 9, Rugosità = 0.000122
- XY = 18, Rugosità = 0.000142
- XY = 27, Rugosità = 0.000148
- XY = 3, Rugosità = 0.000118
- XY = 12, Rugosità = 0.000121
- XY = 21, Rugosità = 0.000147
- XY = 30, Rugosità = 0.000145
- XY = 6, Rugosità = 0.00012
- XY = 15, Rugosità = 0.00013
- XY = 24, Rugosità = 0.000157
- XY = 33, Rugosità = 0.000122



## SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P

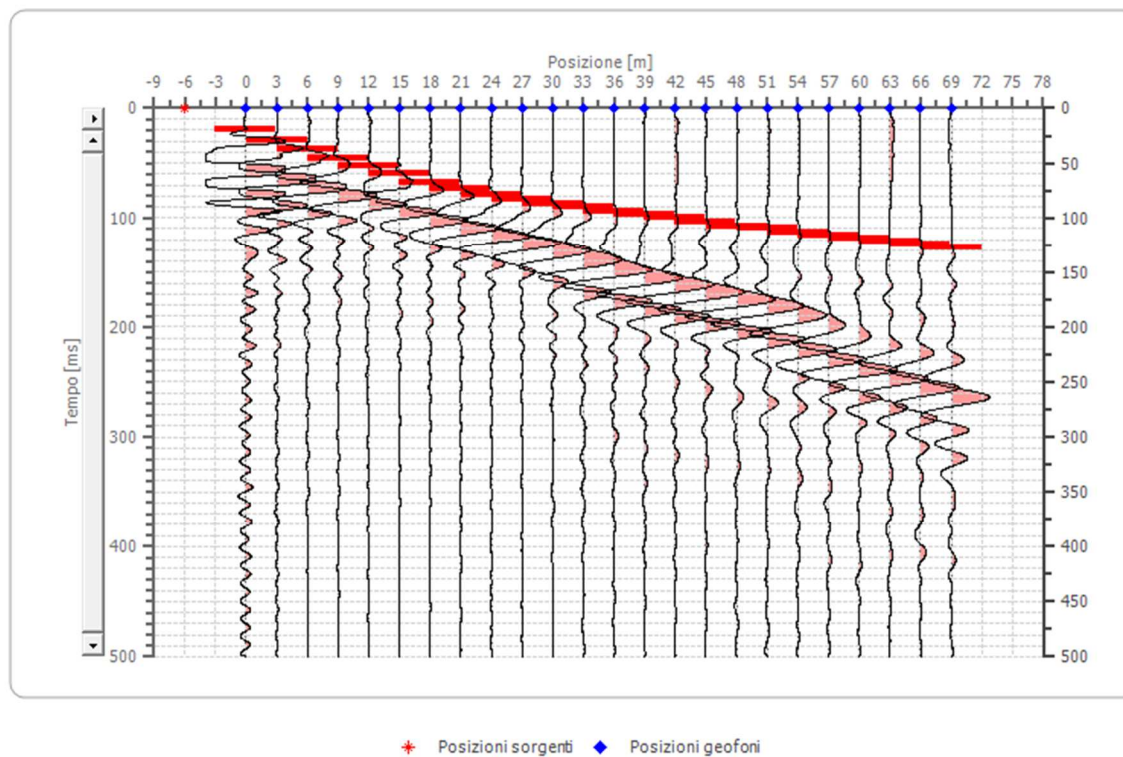




## Dati battute

### Battuta 1

Posizione sorgente X      -6 [m]  
Posizione sorgente Z      0 [m]



---

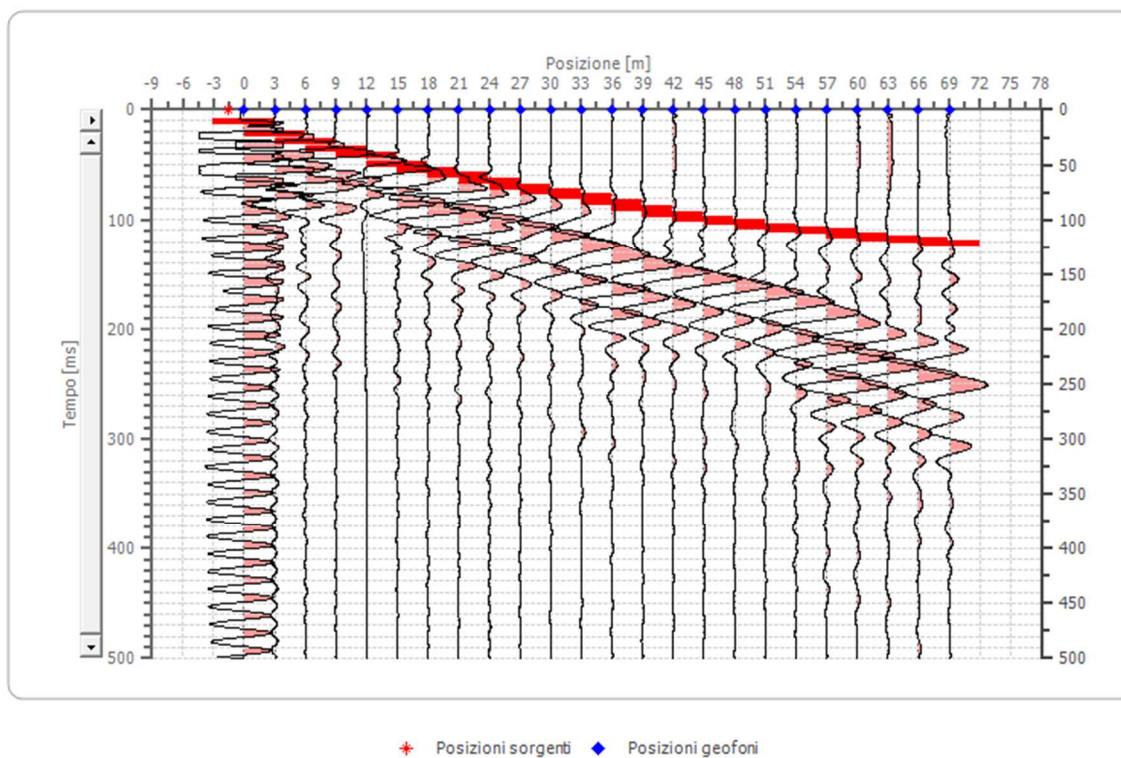
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	19.4003
3.0	29.1004
6.0	37.4148
9.0	45.7292
12.0	52.6579
15.0	59.5866
18.0	67.9010
21.0	73.4439
24.0	78.9868
27.0	83.6565
30.0	86.9806
33.0	90.0727
36.0	93.6288
39.0	96.3989
42.0	99.7729
45.0	103.9301
48.0	108.0873
51.0	109.4730
54.0	113.6302
57.0	116.8975
60.0	119.1136
63.0	121.8837
66.0	124.0997
69.0	126.8698

---

## Battuta 2

Posizione sorgente X -1.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

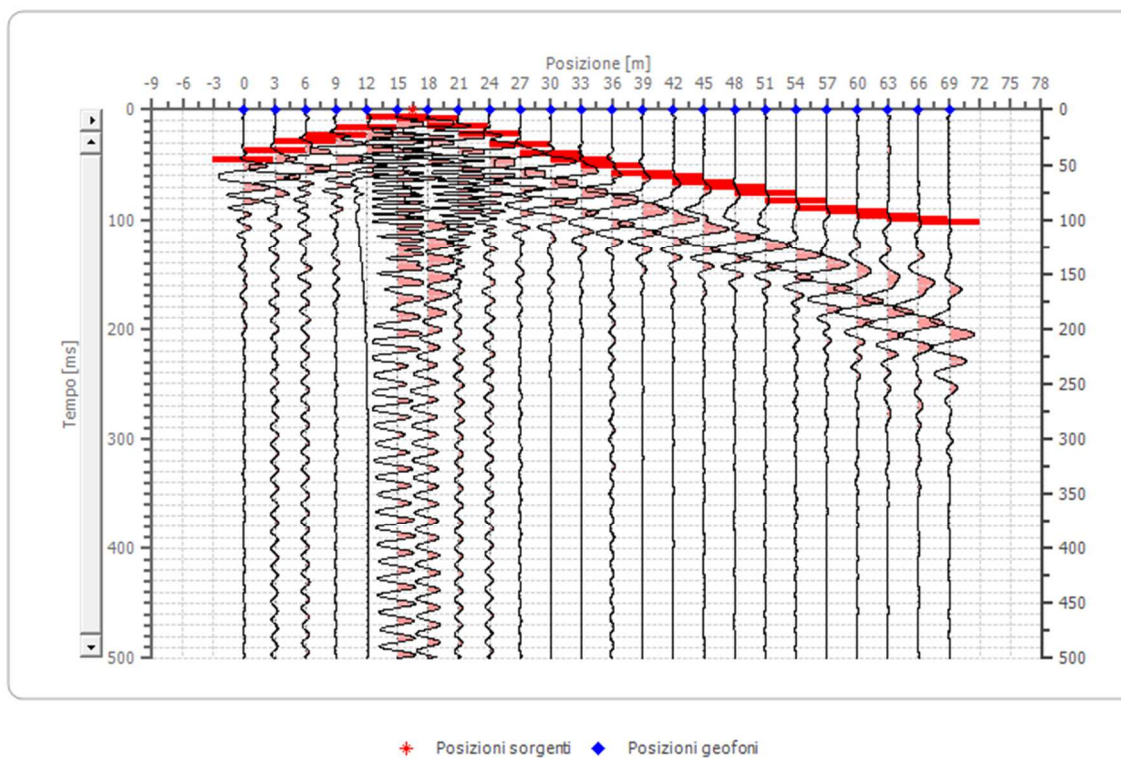
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	11.0859
3.0	22.1717
6.0	29.1004
9.0	36.0291
12.0	41.5720
15.0	49.8864
18.0	55.4294
21.0	59.5866
24.0	65.1295
27.0	70.6724
30.0	75.3463
33.0	78.9868
36.0	84.5298
39.0	90.0727
42.0	95.6157
45.0	99.7729
48.0	102.5443
51.0	106.3712
54.0	109.4730
57.0	110.8587
60.0	115.0159
63.0	117.7874
66.0	119.1731
69.0	121.9446

---

### Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

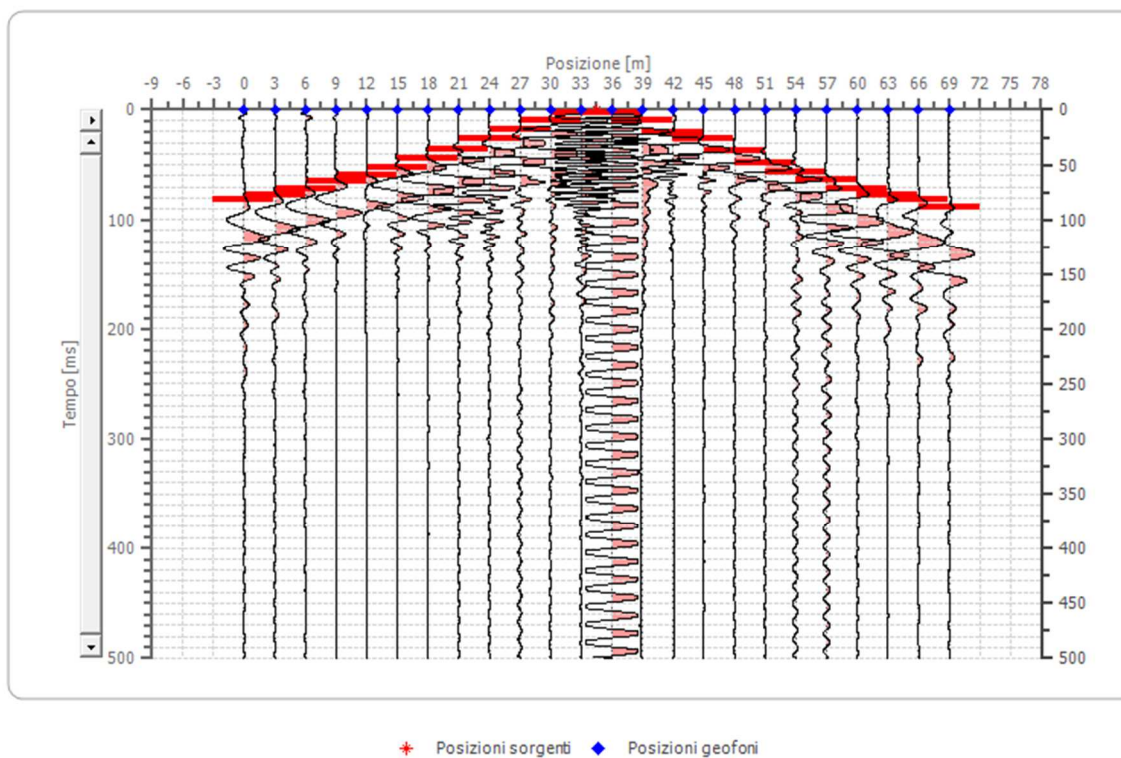
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	45.7292
3.0	37.4148
6.0	29.1004
9.0	23.5575
12.0	16.6288
15.0	6.9287
18.0	7.7562
21.0	15.5125
24.0	21.6066
27.0	31.5789
30.0	39.8892
33.0	45.9834
36.0	50.9695
39.0	57.6177
42.0	61.4958
45.0	66.4820
48.0	70.6724
51.0	76.2154
54.0	83.1441
57.0	90.0727
60.0	92.8442
63.0	97.0014
66.0	99.7729
69.0	102.4931

---

#### Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	81.4404
3.0	77.5623
6.0	71.4681
9.0	64.8199
12.0	59.8338
15.0	52.0776
18.0	44.8753
21.0	36.0111
24.0	26.5928
27.0	18.2825
30.0	9.9723
33.0	3.3241
36.0	3.3241
39.0	9.9723
42.0	20.4986
45.0	26.0388
48.0	37.6731
51.0	48.1994
54.0	56.5097
57.0	63.1579
60.0	72.0222
63.0	77.5623
66.0	81.4404
69.0	88.6427

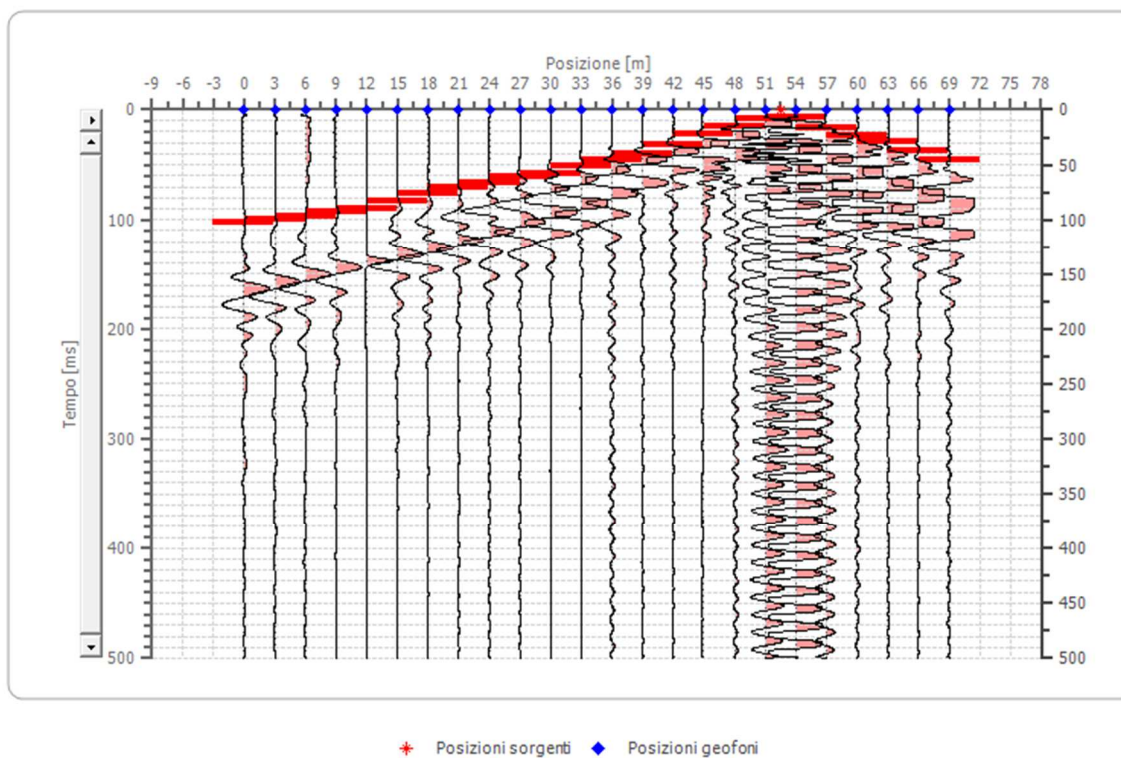
---



## Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

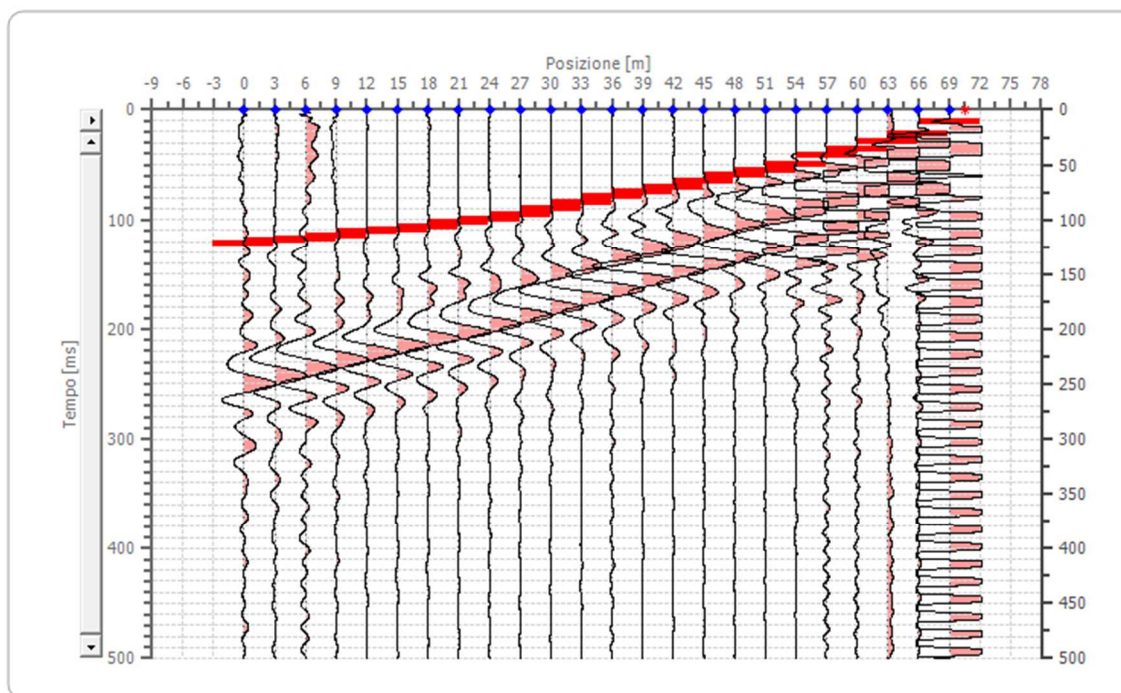
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	102.4931
3.0	99.7729
6.0	97.0014
9.0	92.8442
12.0	90.0727
15.0	83.1441
18.0	76.2154
21.0	70.6724
24.0	66.4820
27.0	61.4958
30.0	57.6177
33.0	50.9695
36.0	45.9834
39.0	39.8892
42.0	31.5789
45.0	21.6066
48.0	15.5125
51.0	7.7562
54.0	6.9287
57.0	16.6288
60.0	23.5575
63.0	29.1004
66.0	37.4148
69.0	45.7292

---

## Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



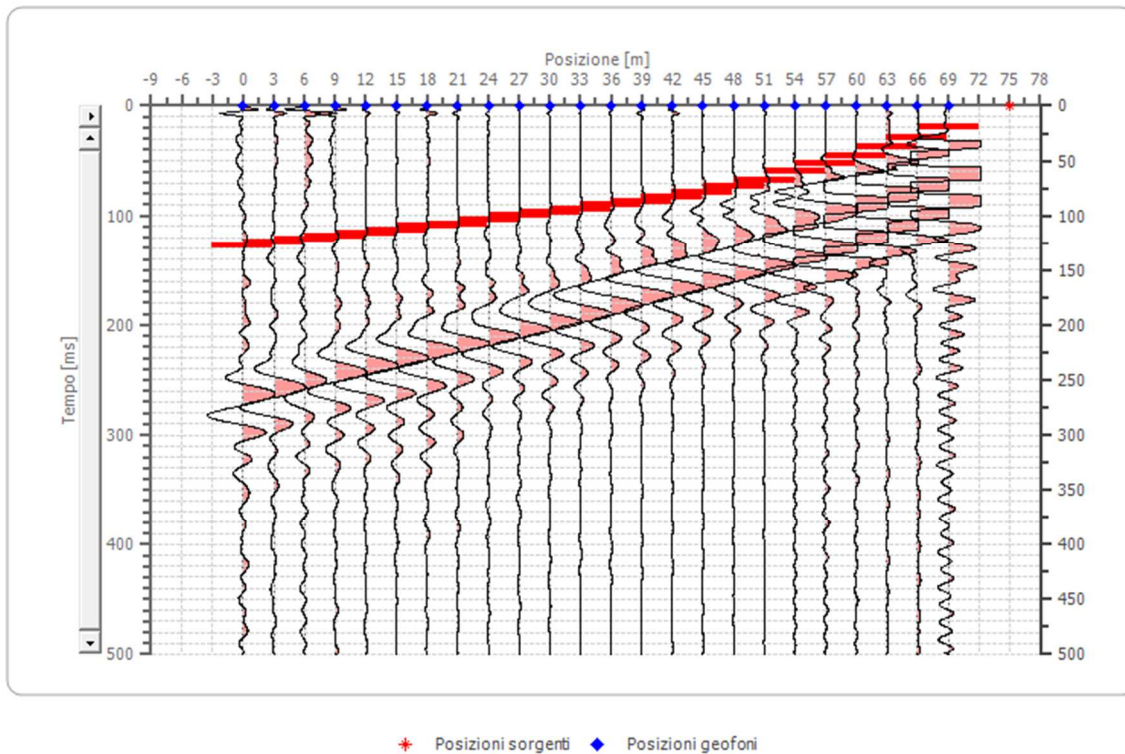
---

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	121.9446
3.0	119.1731
6.0	117.7874
9.0	115.0159
12.0	110.8587
15.0	109.4730
18.0	106.3712
21.0	102.5443
24.0	99.7729
27.0	95.6157
30.0	90.0727
33.0	84.5298
36.0	78.9868
39.0	75.3463
42.0	70.6724
45.0	65.1295
48.0	59.5866
51.0	55.4294
54.0	49.8864
57.0	41.5720
60.0	36.0291
63.0	29.1004
66.0	22.1717
69.0	11.0859

---

## Battuta 7

Posizione sorgente X      75 [m]  
Posizione sorgente Z      0 [m]

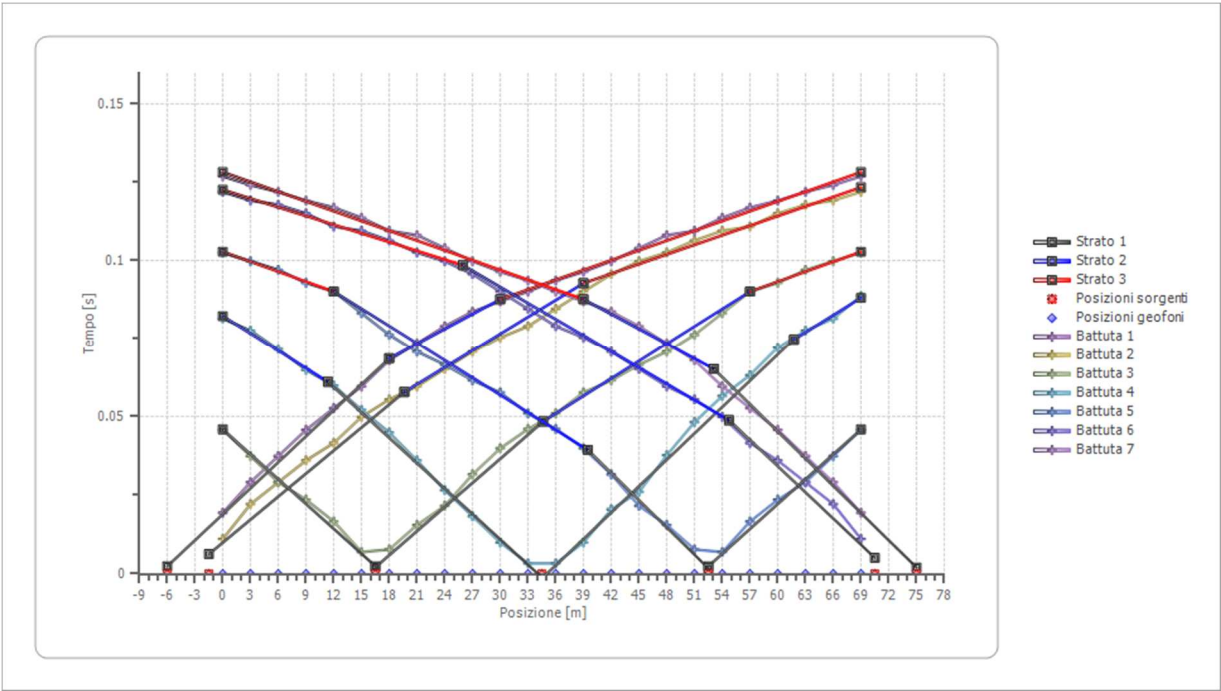


---

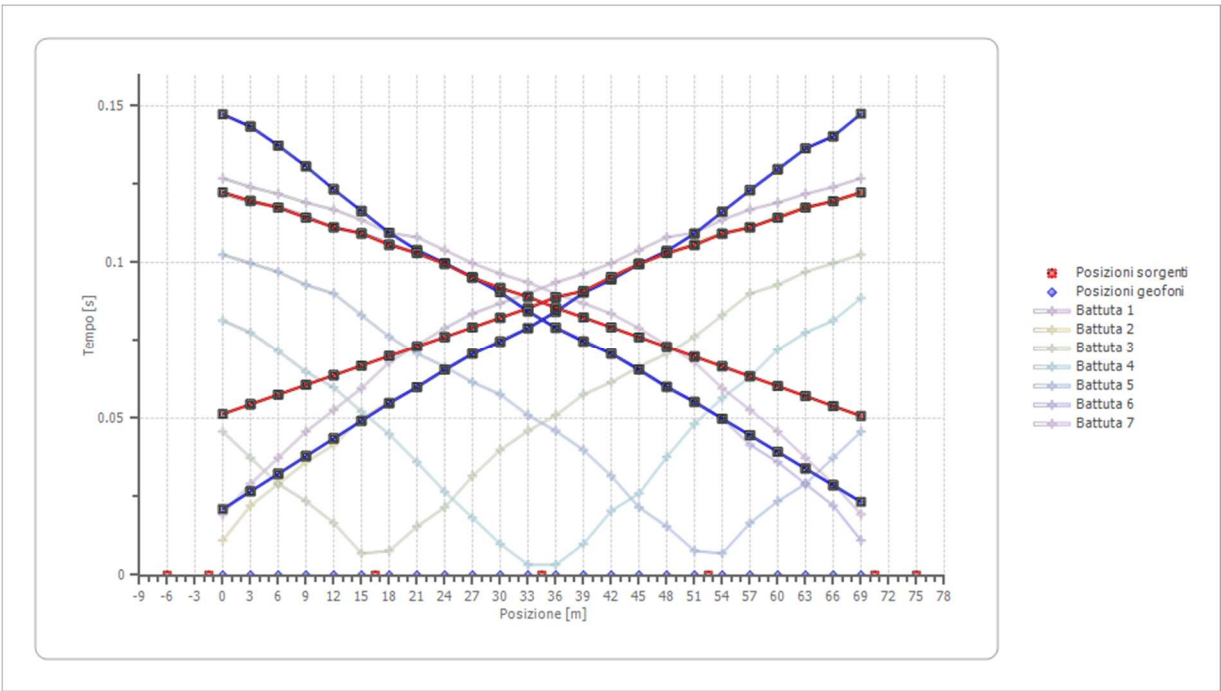
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	126.8698
3.0	124.0997
6.0	121.8837
9.0	119.1136
12.0	116.8975
15.0	113.6302
18.0	109.4730
21.0	108.0873
24.0	103.9301
27.0	99.7729
30.0	96.3989
33.0	93.6288
36.0	90.0727
39.0	86.9806
42.0	83.6565
45.0	78.9868
48.0	73.4439
51.0	67.9010
54.0	59.5866
57.0	52.6579
60.0	45.7292
63.0	37.4148
66.0	29.1004
69.0	19.4003

---

# Dromocrone



# Dromocrone traslate



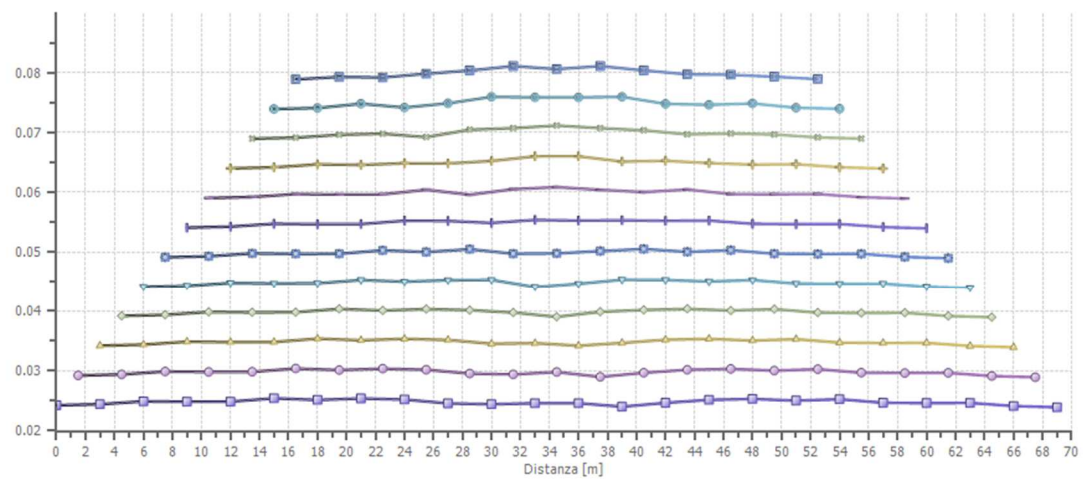
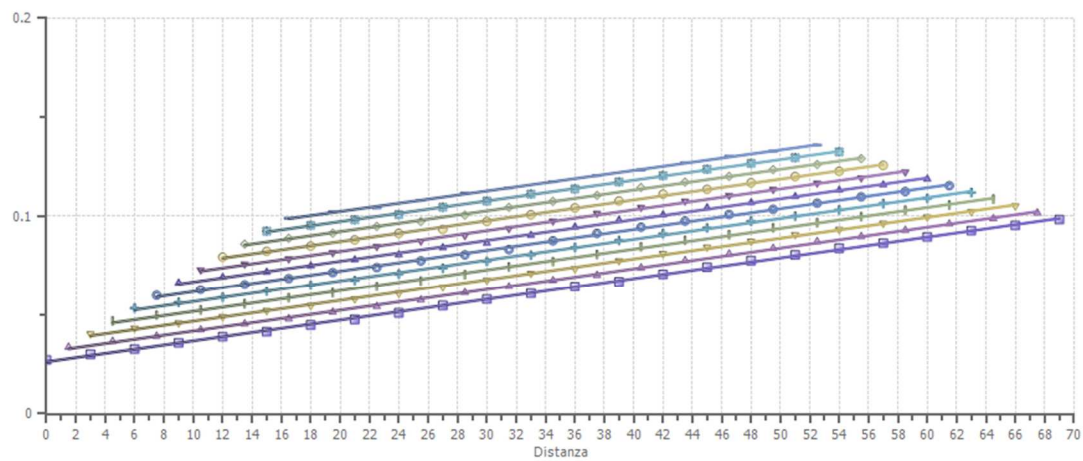
---

**Interpretazione col metodo G.,R.M.**

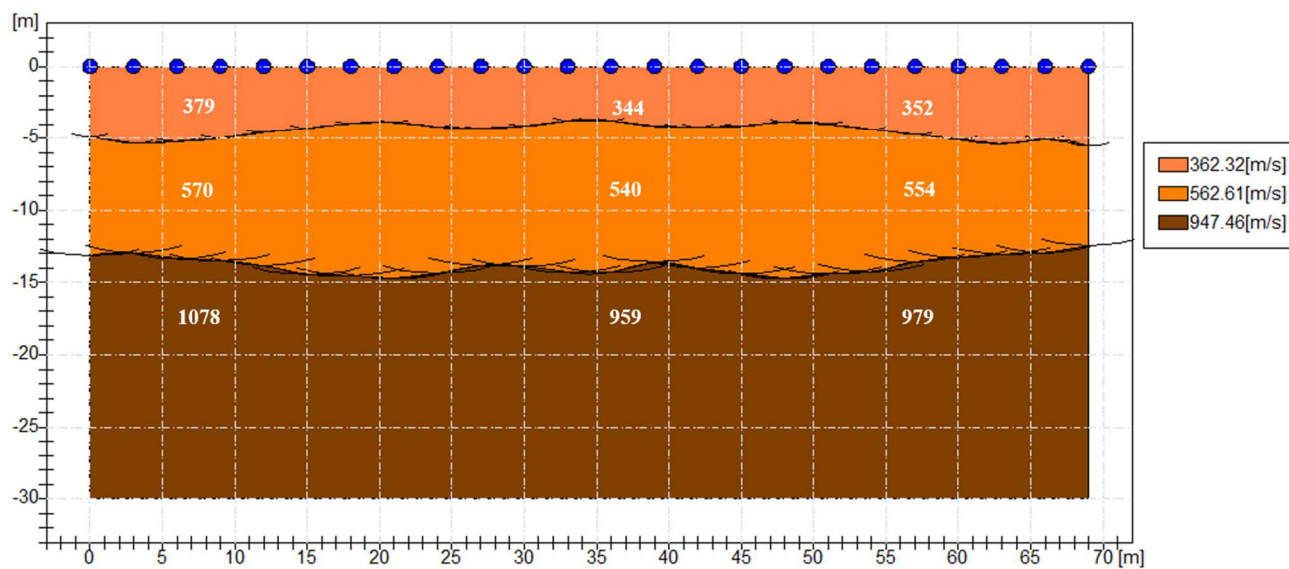
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	4.9	13.1	--
G= 3.0 [m]	5.3	12.9	--
G= 6.0 [m]	5.2	13.4	--
G= 9.0 [m]	5.0	13.5	--
G= 12.0 [m]	4.6	13.8	--
G= 15.0 [m]	4.3	14.4	--
G= 18.0 [m]	4.0	14.5	--
G= 21.0 [m]	3.9	14.7	--
G= 24.0 [m]	4.2	14.4	--
G= 27.0 [m]	4.3	13.8	--
G= 30.0 [m]	4.2	13.9	--
G= 33.0 [m]	3.7	14.3	--
G= 36.0 [m]	3.7	14.3	--
G= 39.0 [m]	4.1	13.6	--
G= 42.0 [m]	4.2	14.0	--
G= 45.0 [m]	4.1	14.4	--
G= 48.0 [m]	3.8	14.7	--
G= 51.0 [m]	4.0	14.4	--
G= 54.0 [m]	4.4	14.3	--
G= 57.0 [m]	4.8	13.6	--
G= 60.0 [m]	5.1	13.3	--
G= 63.0 [m]	5.4	13.0	--
G= 66.0 [m]	5.1	12.9	--
G= 69.0 [m]	5.5	12.4	--
Velocità [m/sec]	362.3	562.6	947.5
Descrizione			





## SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH



---

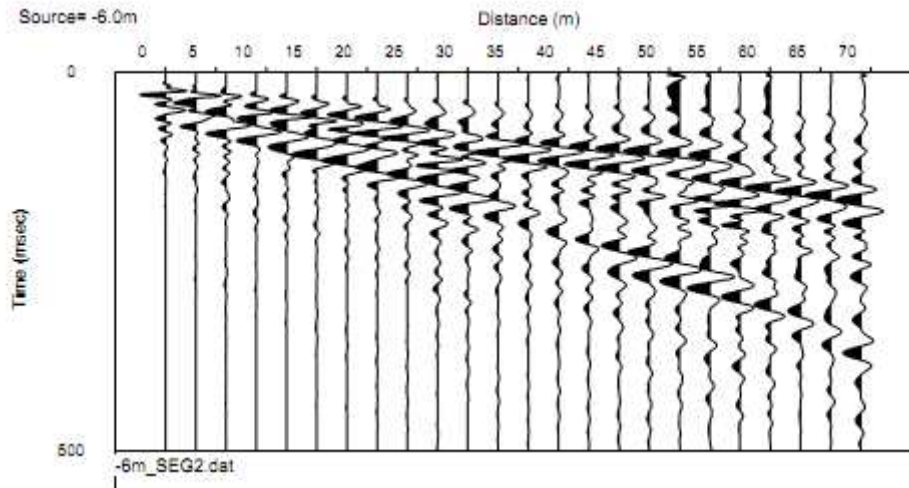
## Geometria dello stendimento MASW\_6

Numero Geofoni: 24

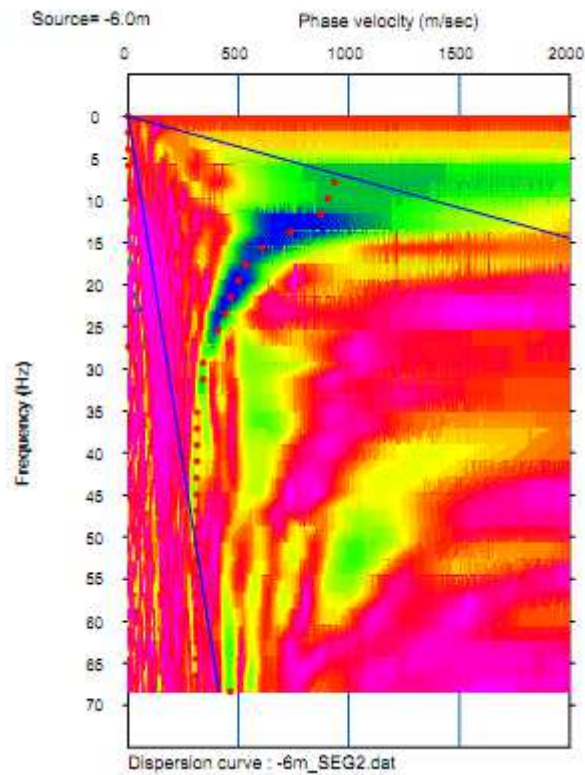
Intervallo (m): 3 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 69m

## Sismogramma MASW 6



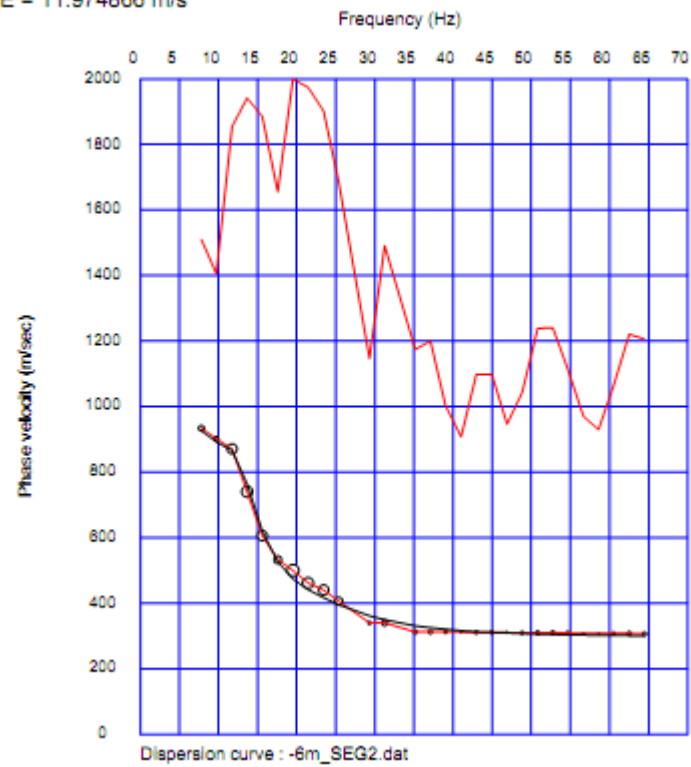
## Curva Dispersione MASW 6



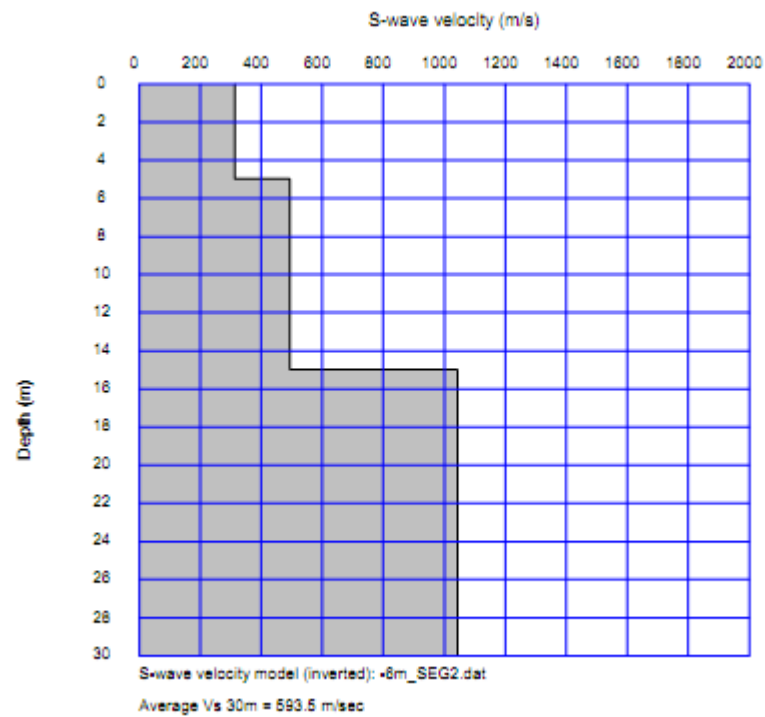
---

## Curva Teorica e Sperimentale MASW 6

RMSE = 11.974866 m/s

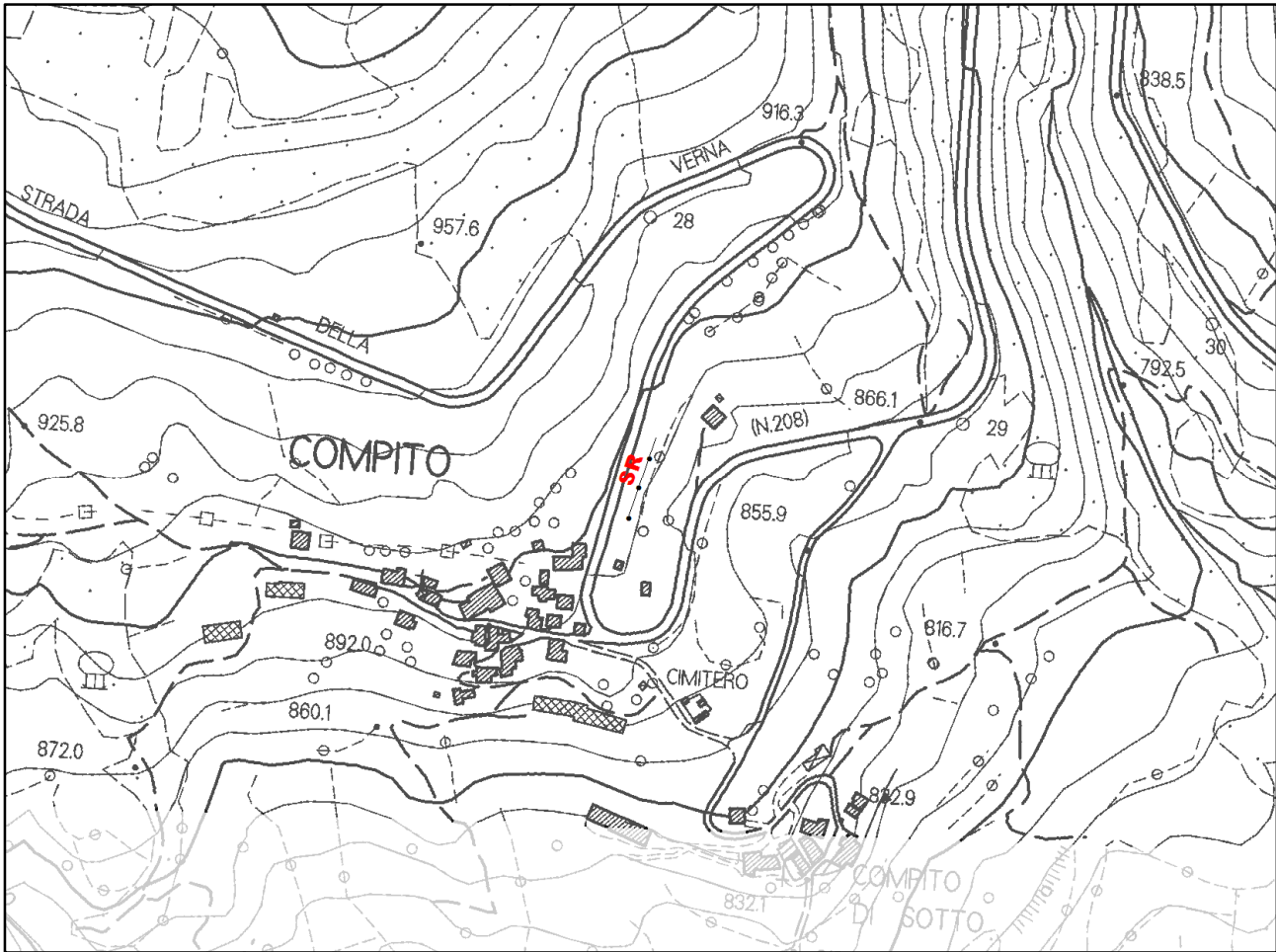


## Profilo Vs MASW 6

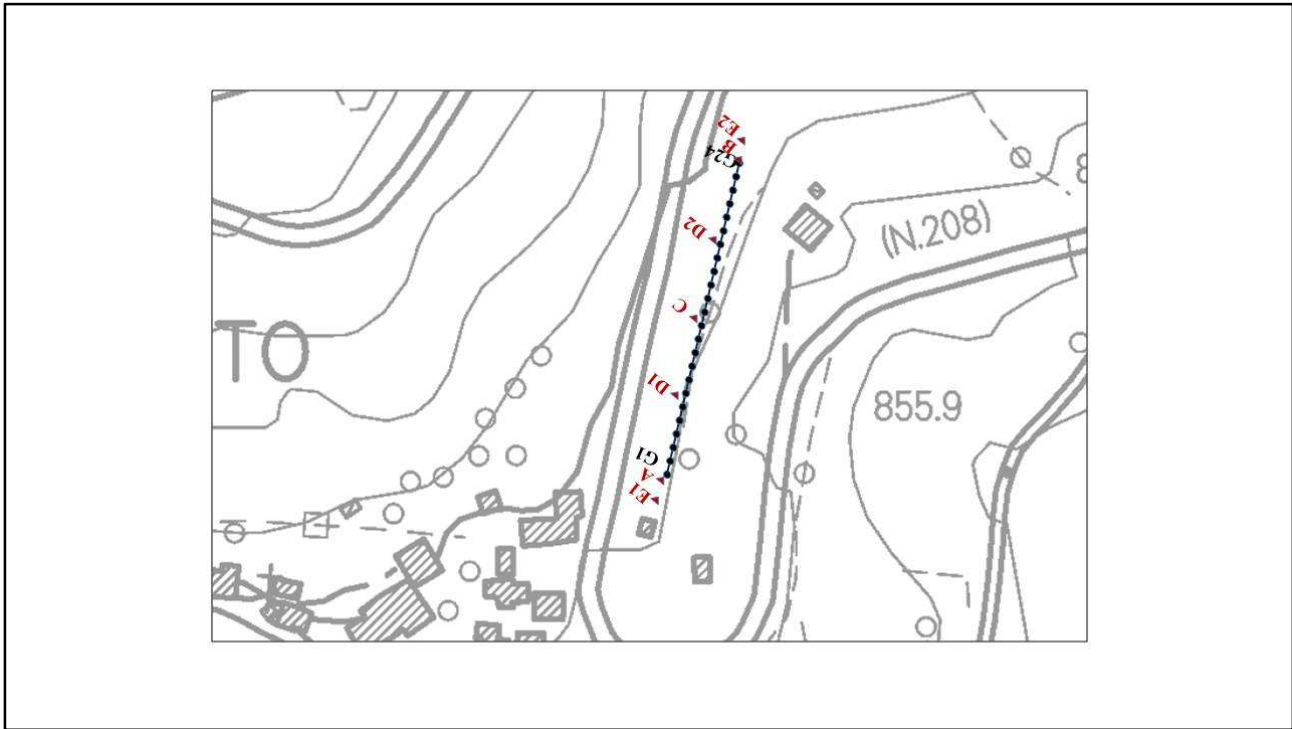


**SR\_2: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH**

**Planimetria Scala 1:5000**



**Planimetria Scala 1:1000**



---

## Geometria dello stendimento

Numero Geofoni: 24

Intervallo (m): 3 m

Lunghezza Stendimento (m): 69 m

Quota (m.s.l.m.): 2

## Punti di energizzazione

	<b>A</b> <b>Estremo</b> <b>SX</b>	<b>D1</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>D2</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>C</b> <b>Centrale</b>	<b>D3</b> <b>Intermedio</b> <b>DX</b>	<b>D4</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>B</b> <b>Estremo</b> <b>DX</b>
<b>Posizione da Geofono G1 (m)</b>	-6	-1.5	16.5	34.5	52.5	70.5	75

## Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

<b>Geofoni</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Latitudine</b>
<b>G1</b>		
<b>G24</b>		

## Geometria geofoni

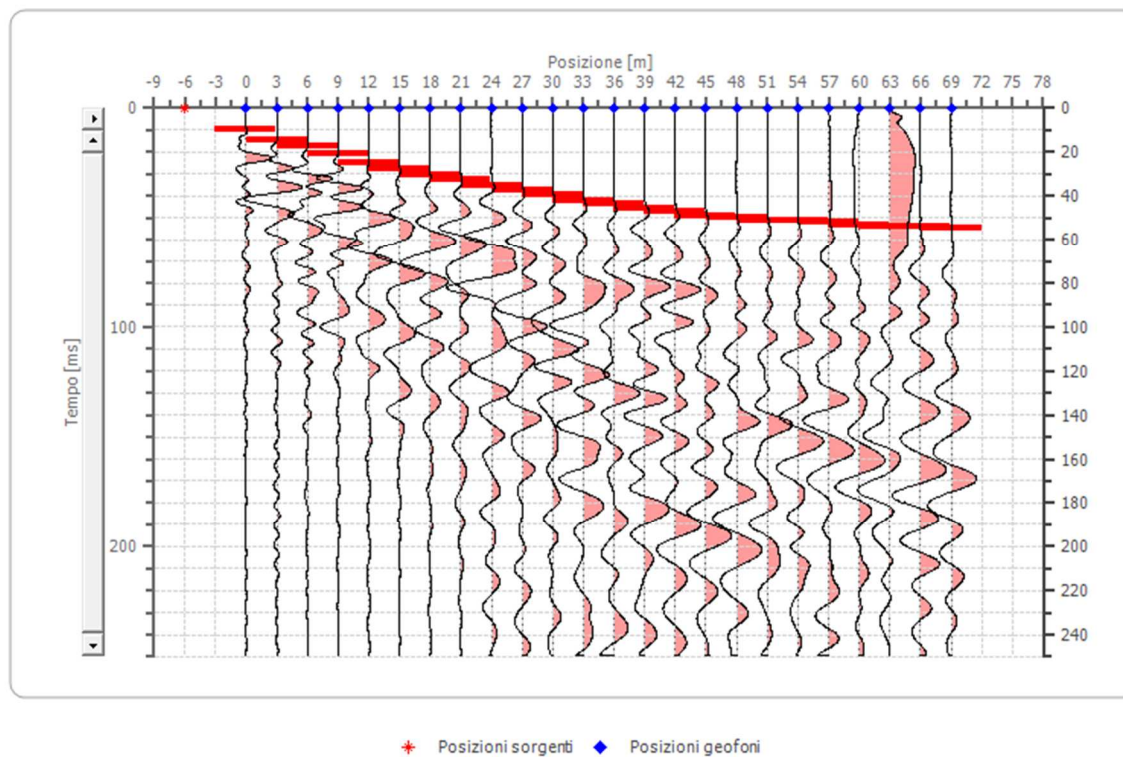
	<b>Posizione X</b> <b>[m]</b>	<b>Posizione Z</b> <b>[m]</b>
1	0.0	0.0
2	3.0	0.0
3	6.0	0.0
4	9.0	0.0
5	12.0	0.0
6	15.0	0.0
7	18.0	0.0
8	21.0	0.0
9	24.0	0.0
10	27.0	0.0
11	30.0	0.0
12	33.0	0.0
13	36.0	0.0
14	39.0	0.0
15	42.0	0.0
16	45.0	0.0
17	48.0	0.0
18	51.0	0.0
19	54.0	0.0
20	57.0	0.0
21	60.0	0.0
22	63.0	0.0
23	66.0	0.0
24	69.0	0.0



## Dati battute

### Battuta 1

Posizione sorgente X      -6 [m]  
Posizione sorgente Z      0 [m]





---

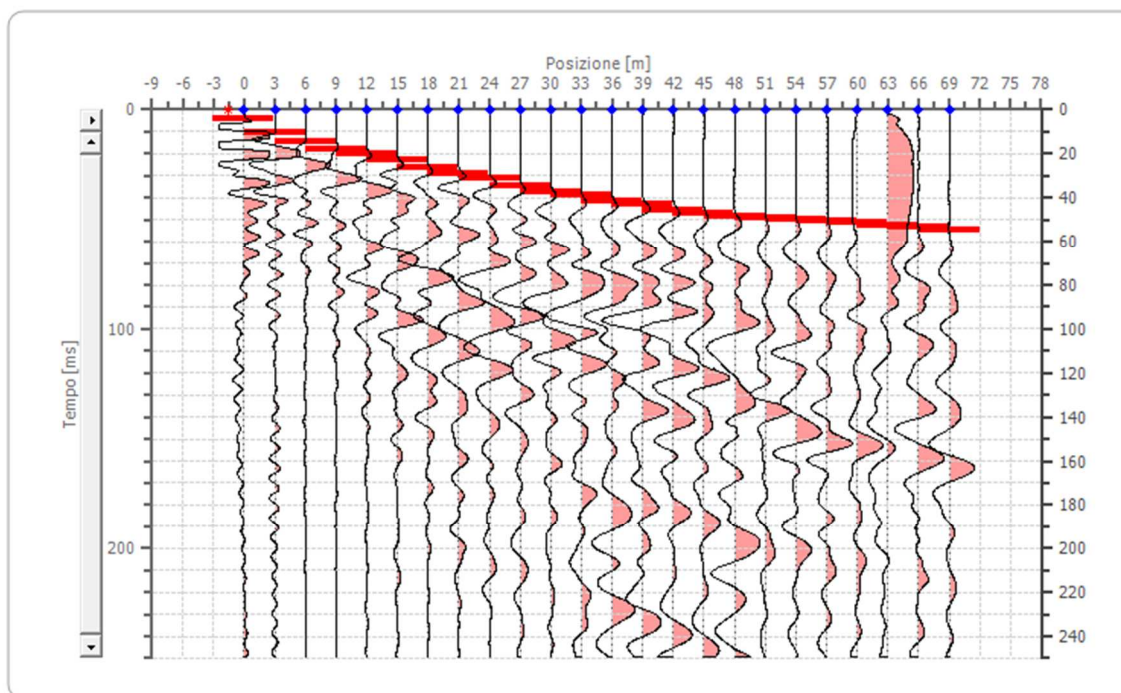
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	9.9723
3.0	14.6814
6.0	17.4515
9.0	21.0526
12.0	24.6537
15.0	27.4238
18.0	30.4709
21.0	32.6870
24.0	35.1801
27.0	37.6731
30.0	39.6122
33.0	42.1053
36.0	43.4903
39.0	45.4294
42.0	47.3684
45.0	49.0305
48.0	50.1385
51.0	50.9695
54.0	51.5235
57.0	52.0776
60.0	53.1856
63.0	53.7396
66.0	54.2936
69.0	54.7091

---

## Battuta 2

Posizione sorgente X      -1.5 [m]

Posizione sorgente Z      0 [m]



+ Posizioni sorgenti      ♦ Posizioni geofoni

---

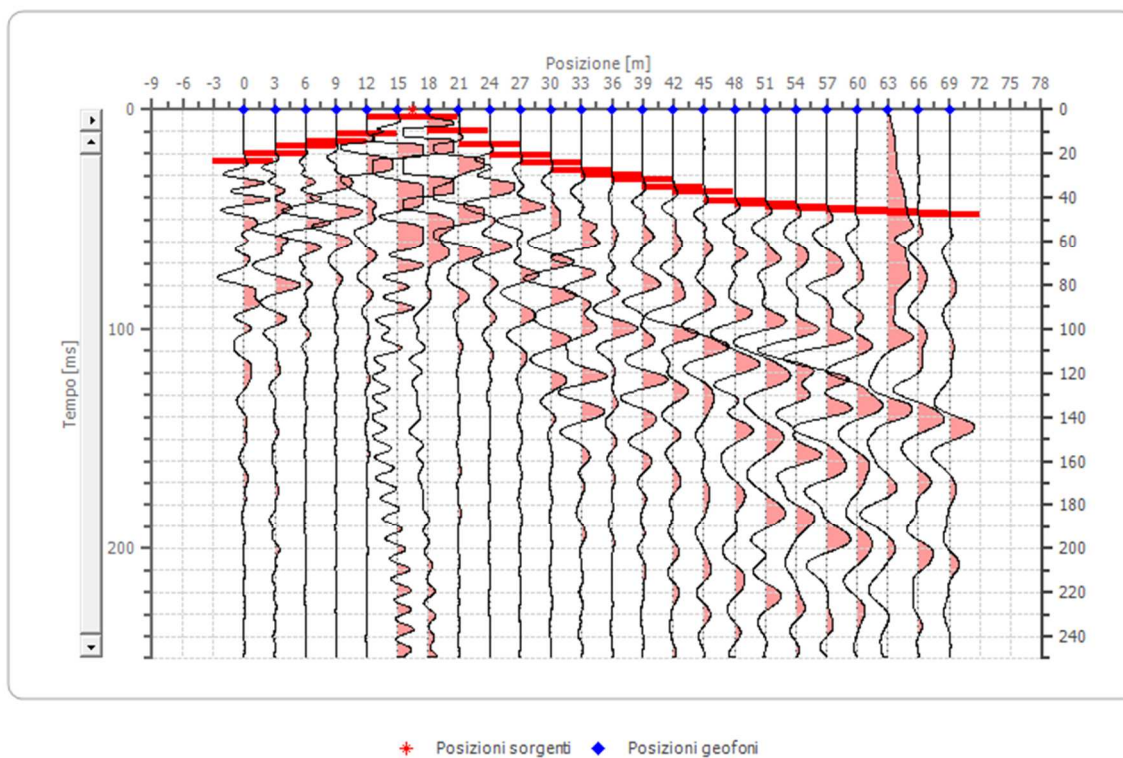
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	4.1551
3.0	10.5263
6.0	14.6814
9.0	18.0055
12.0	19.9446
15.0	22.9917
18.0	26.5928
21.0	29.0859
24.0	31.3019
27.0	34.3490
30.0	37.3961
33.0	39.0582
36.0	41.2742
39.0	43.2133
42.0	45.7064
45.0	47.0914
48.0	48.1994
51.0	49.1690
54.0	49.8615
57.0	50.6925
60.0	51.5235
63.0	52.6316
66.0	53.3241
69.0	54.7091

---

### Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

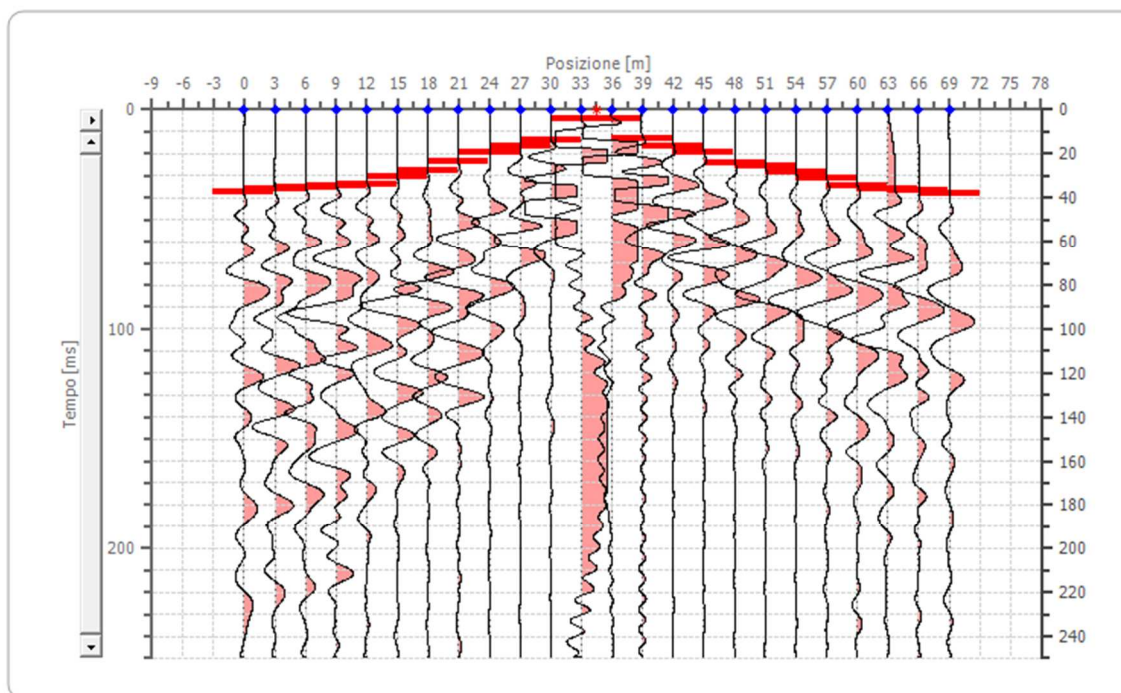
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	23.5457
3.0	20.2216
6.0	16.6205
9.0	14.4044
12.0	10.8033
15.0	3.3241
18.0	3.3241
21.0	9.9723
24.0	15.7895
27.0	20.7756
30.0	24.3767
33.0	27.7008
36.0	29.9169
39.0	32.1330
42.0	35.1801
45.0	37.6731
48.0	41.5512
51.0	42.6593
54.0	44.3213
57.0	45.1524
60.0	45.4294
63.0	46.3989
66.0	47.0914
69.0	47.7839

---

#### Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

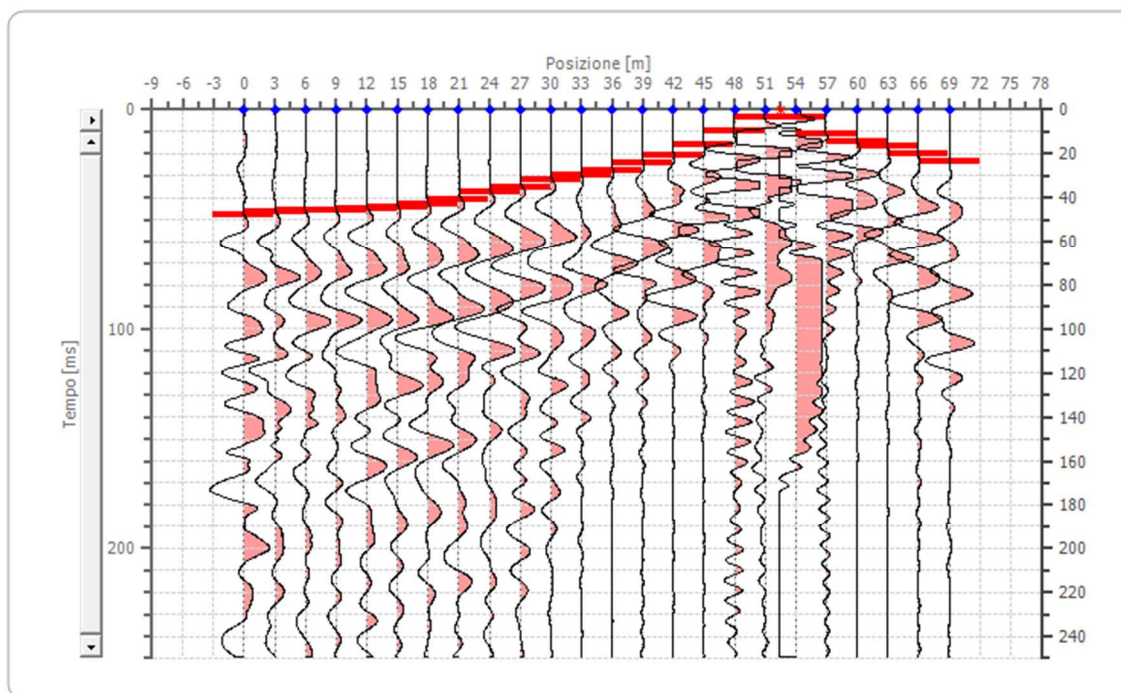
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	37.3961
3.0	36.0111
6.0	35.0416
9.0	34.6260
12.0	34.2105
15.0	30.4709
18.0	27.9778
21.0	23.5457
24.0	19.6676
27.0	16.3435
30.0	13.5734
33.0	4.1551
36.0	4.1551
39.0	13.2964
42.0	16.6205
45.0	19.6676
48.0	23.9612
51.0	25.6233
54.0	28.3934
57.0	31.0249
60.0	34.3490
63.0	36.0111
66.0	36.5651
69.0	38.0886

---

## Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



+ Posizioni sorgenti    ◆ Posizioni geofoni



---

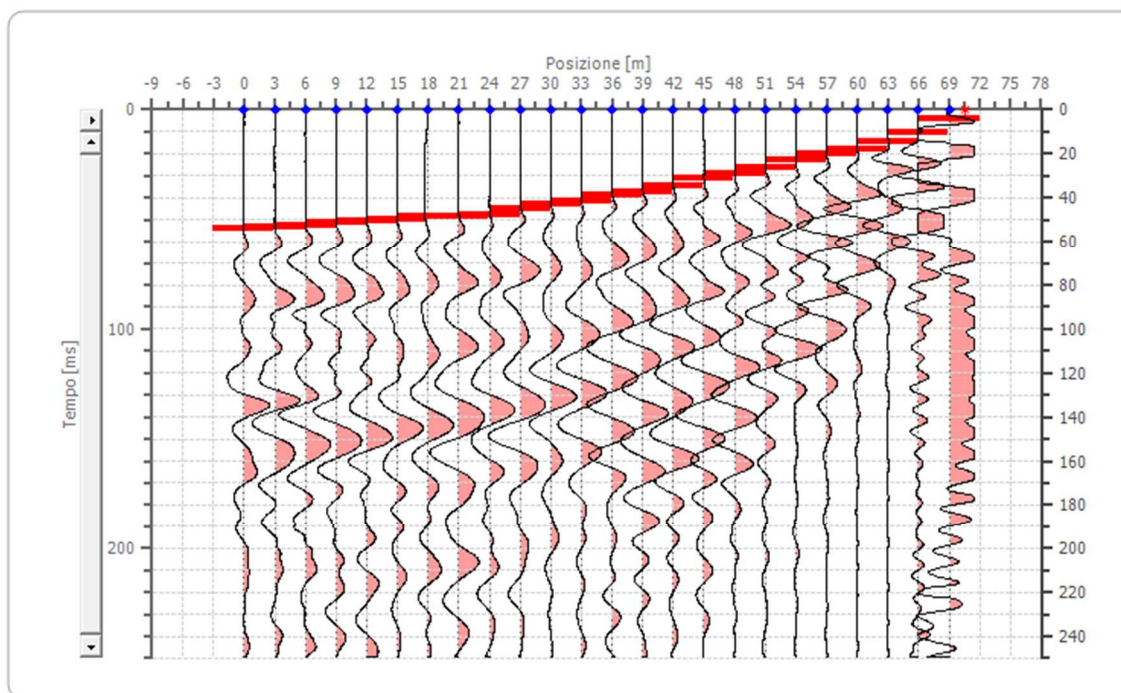
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	47.7839
3.0	46.3989
6.0	45.7064
9.0	45.4294
12.0	45.1524
15.0	44.3213
18.0	42.6593
21.0	40.8587
24.0	37.6731
27.0	35.1801
30.0	32.1330
33.0	29.9169
36.0	27.7008
39.0	24.3767
42.0	20.7756
45.0	15.7895
48.0	9.9723
51.0	3.3241
54.0	3.3241
57.0	10.8033
60.0	14.4044
63.0	16.6205
66.0	20.2216
69.0	23.5457

---

## Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

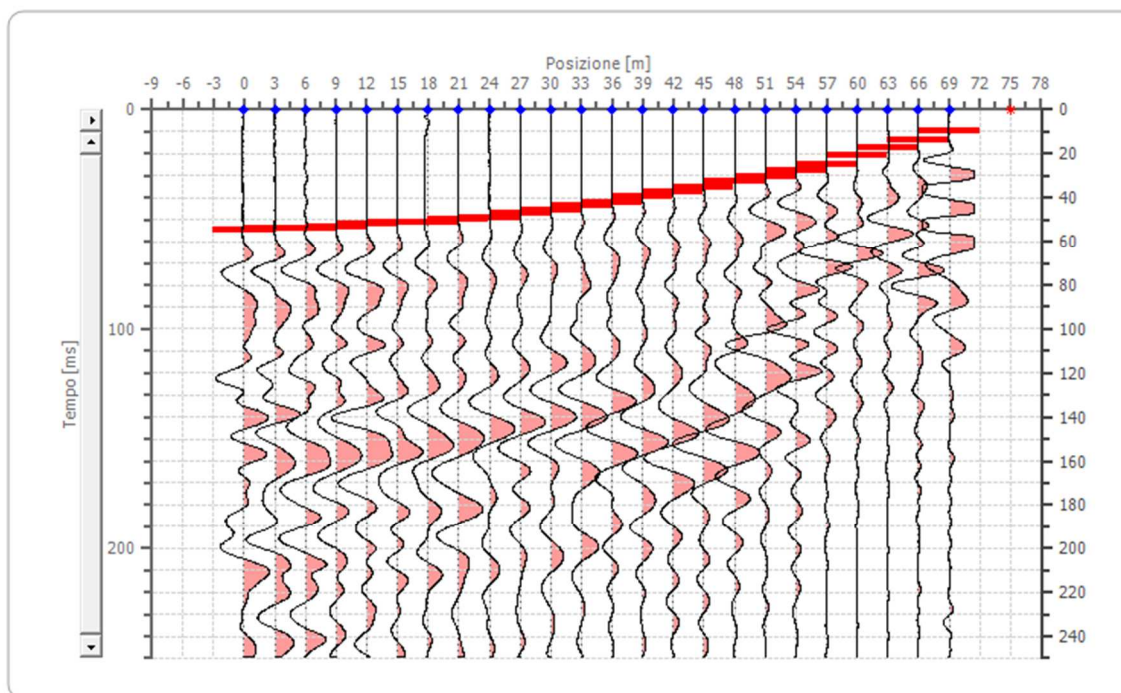
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	54.2936
3.0	53.1856
6.0	52.6316
9.0	51.5235
12.0	50.6925
15.0	49.8615
18.0	48.7535
21.0	48.1994
24.0	47.7839
27.0	44.8753
30.0	43.2133
33.0	41.2742
36.0	39.0582
39.0	37.3961
42.0	34.3490
45.0	31.3019
48.0	29.0859
51.0	26.5928
54.0	22.9917
57.0	19.9446
60.0	18.0055
63.0	14.6814
66.0	10.5263
69.0	4.1551

---

## Battuta 7

Posizione sorgente X 75 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

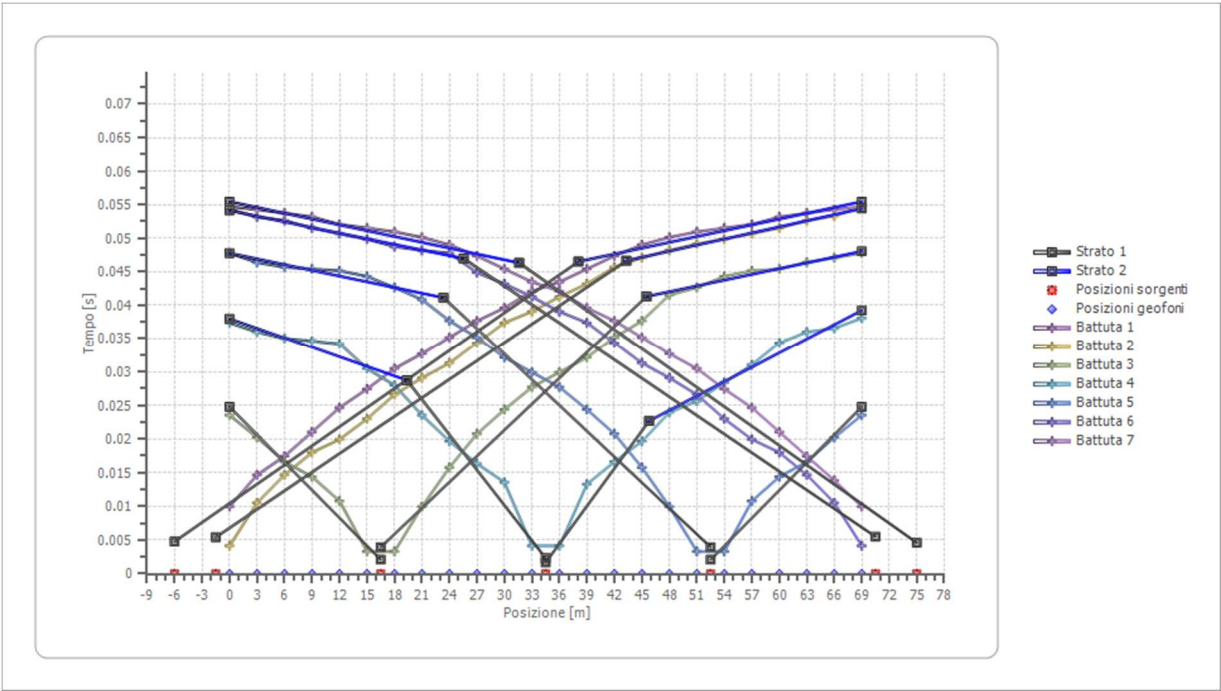


---

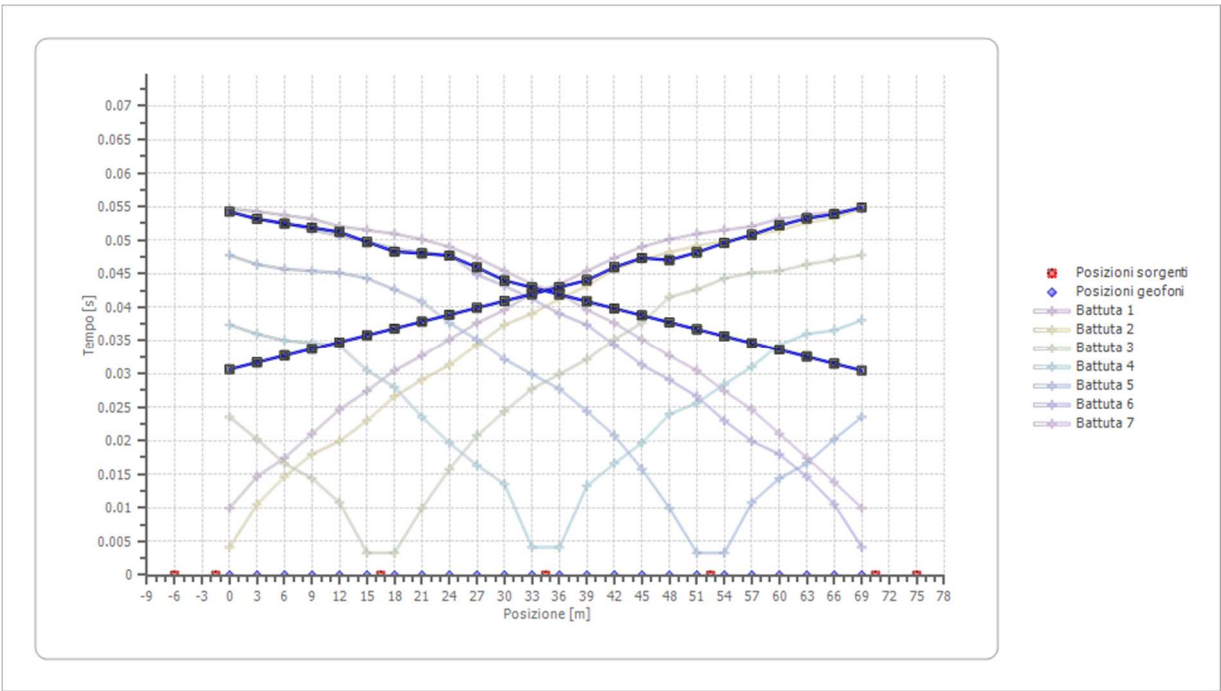
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	54.7091
3.0	54.2936
6.0	53.7396
9.0	53.1856
12.0	52.0776
15.0	51.5235
18.0	50.9695
21.0	50.1385
24.0	49.0305
27.0	47.3684
30.0	45.4294
33.0	43.4903
36.0	42.1053
39.0	39.6122
42.0	37.6731
45.0	35.1801
48.0	32.6870
51.0	30.4709
54.0	27.4238
57.0	24.6537
60.0	21.0526
63.0	17.4515
66.0	13.8504
69.0	9.9723

---

# Dromocrone



# Dromocrone traslate

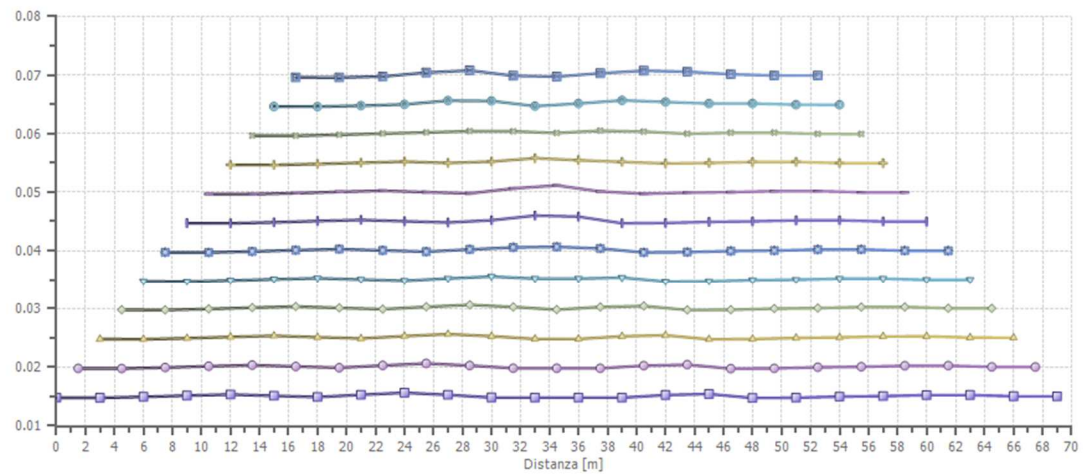
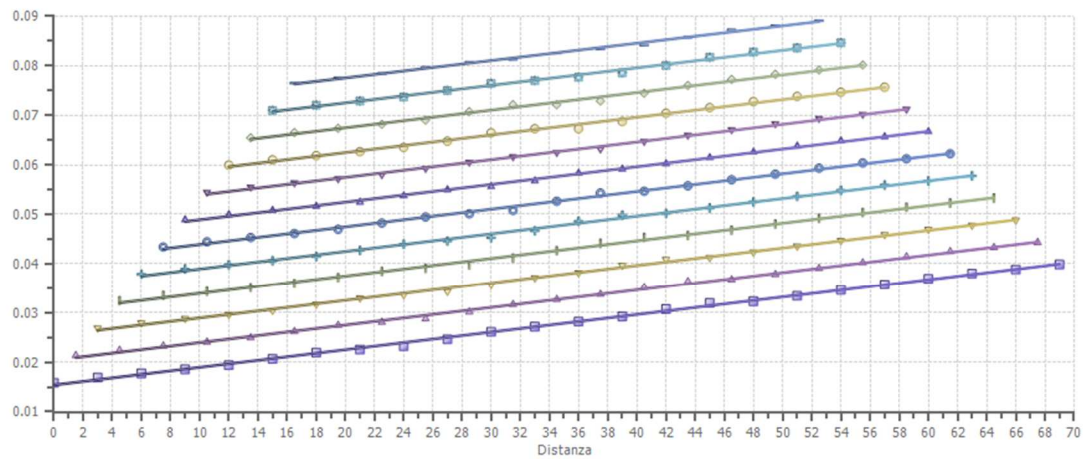


---

**Interpretazione col metodo G.,R.M.**

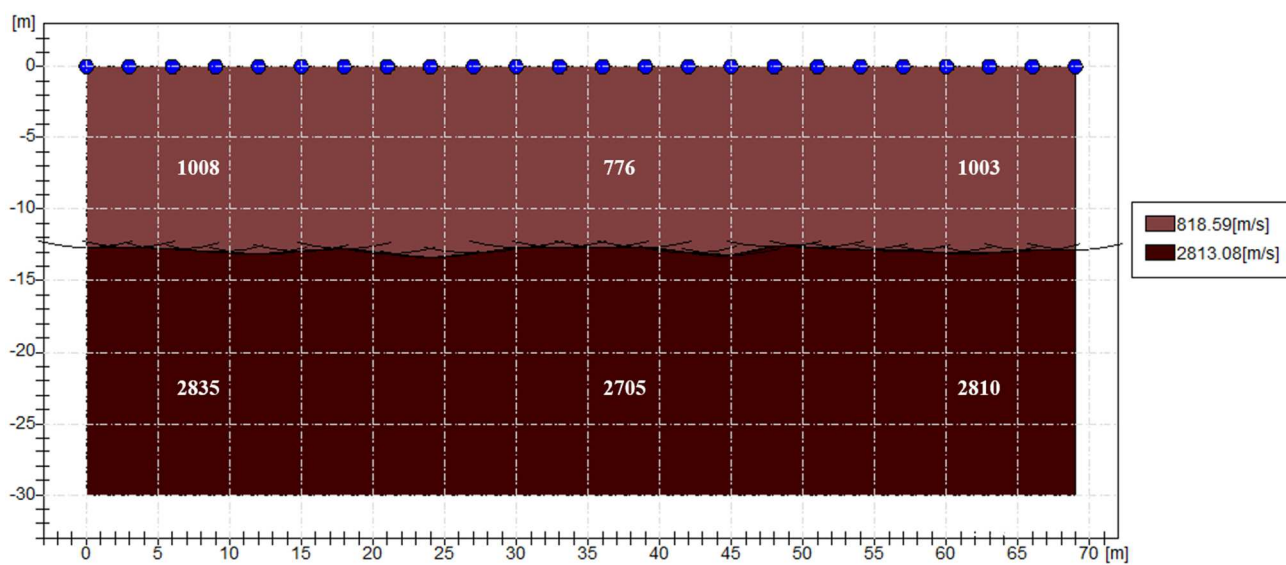
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	12.7	22.8
G= 3.0 [m]	12.7	23.7
G= 6.0 [m]	12.8	24.3
G= 9.0 [m]	13.0	23.7
G= 12.0 [m]	13.1	26.6
G= 15.0 [m]	13.0	26.1
G= 18.0 [m]	12.8	26.2
G= 21.0 [m]	13.1	27.1
G= 24.0 [m]	13.4	28.0
G= 27.0 [m]	13.1	28.7
G= 30.0 [m]	12.7	26.8
G= 33.0 [m]	12.7	26.8
G= 36.0 [m]	12.7	26.9
G= 39.0 [m]	12.7	26.9
G= 42.0 [m]	13.1	26.6
G= 45.0 [m]	13.2	26.2
G= 48.0 [m]	12.6	25.2
G= 51.0 [m]	12.7	26.3
G= 54.0 [m]	12.8	26.7
G= 57.0 [m]	12.9	27.2
G= 60.0 [m]	13.1	26.8
G= 63.0 [m]	13.1	28.2
G= 66.0 [m]	12.9	27.6
G= 69.0 [m]	12.9	27.7
Velocità [m/sec]	818.6	2813.1
Descrizione		





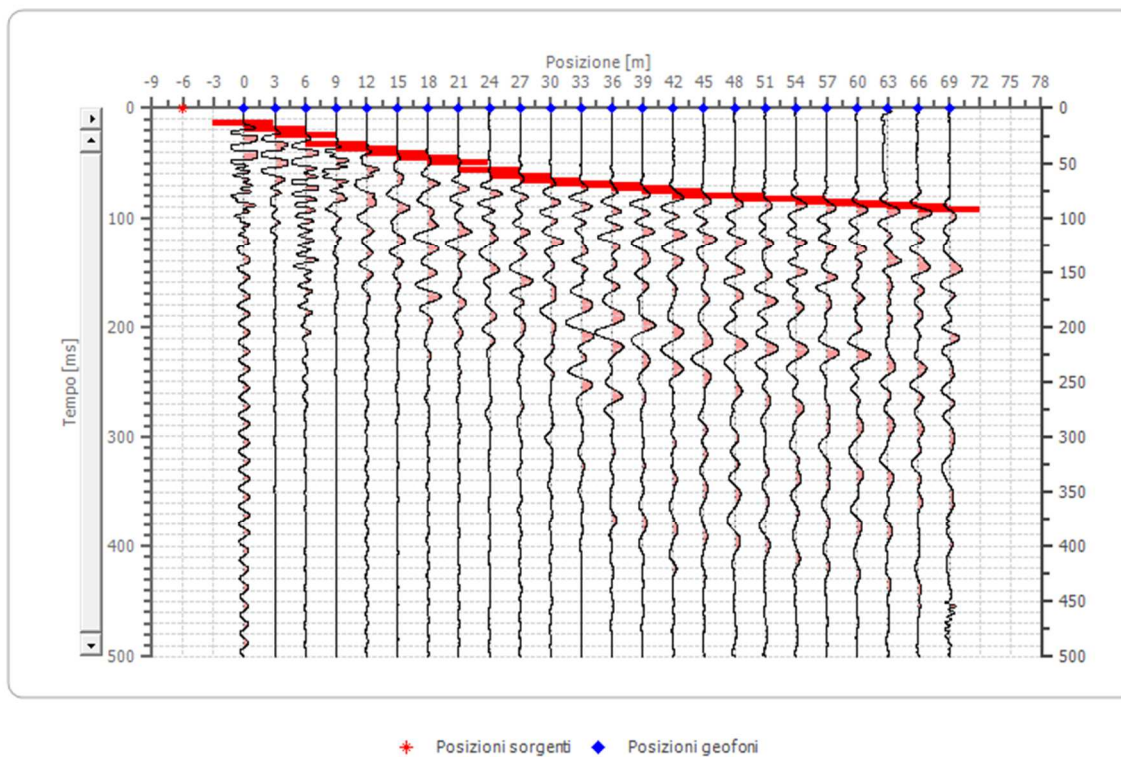
## SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P



## Dati battute

### Battuta 1

Posizione sorgente X      -6 [m]  
Posizione sorgente Z      0 [m]



---

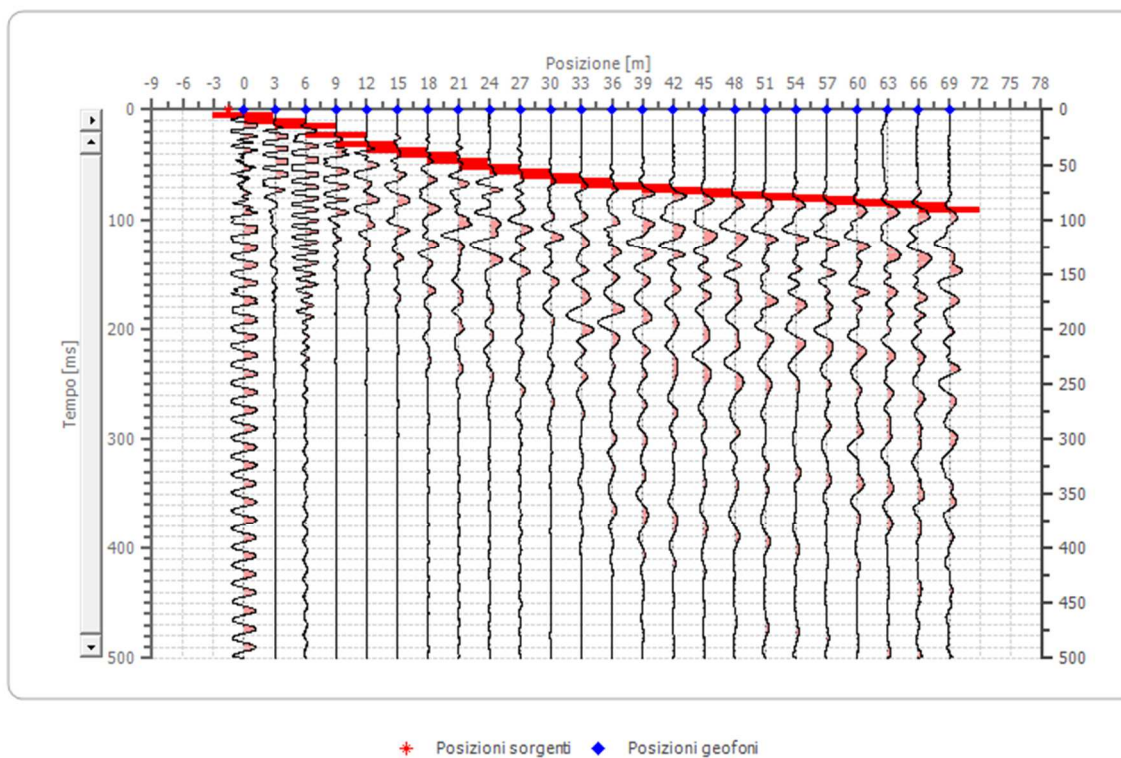
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	13.8573
3.0	19.4003
6.0	24.9432
9.0	33.2576
12.0	37.4148
15.0	41.5720
18.0	45.7292
21.0	49.8864
24.0	56.8151
27.0	62.3580
30.0	66.5152
33.0	69.2867
36.0	70.6724
39.0	73.4439
42.0	76.2154
45.0	80.3726
48.0	80.3726
51.0	83.1441
54.0	83.1441
57.0	85.9155
60.0	87.3013
63.0	88.6870
66.0	90.0727
69.0	92.8442

---

## Battuta 2

Posizione sorgente X      -1.5 [m]

Posizione sorgente Z      0 [m]



---

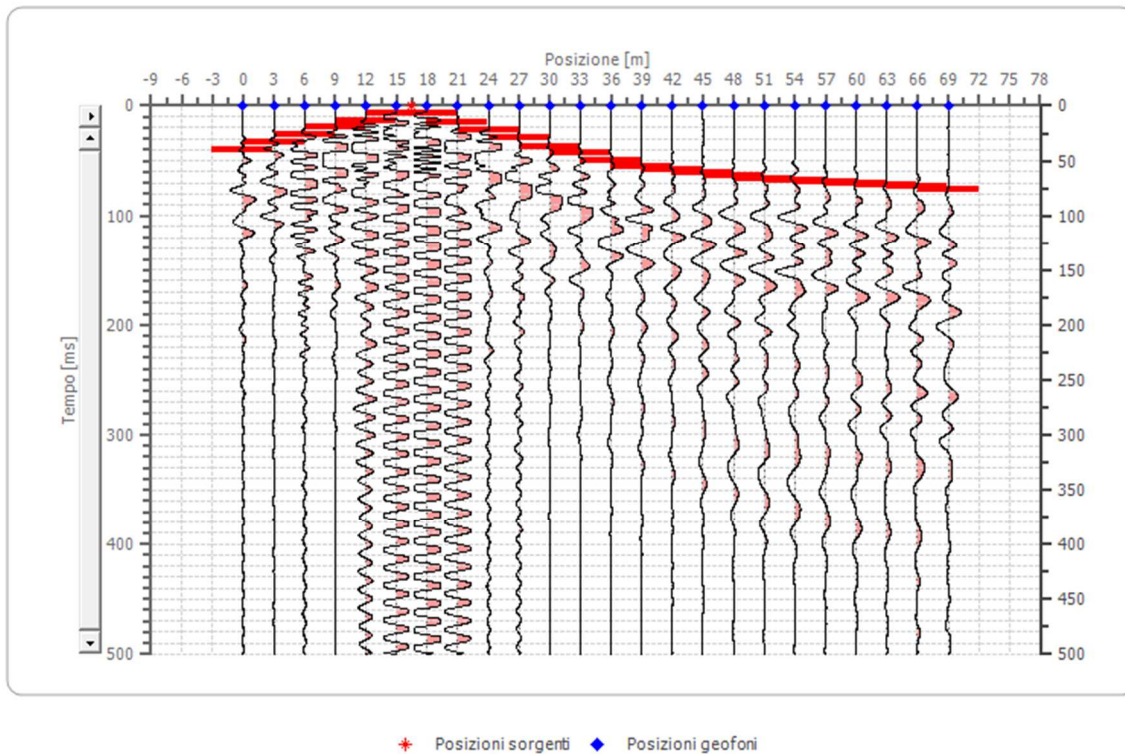
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	5.5429
3.0	11.0859
6.0	15.2431
9.0	23.5575
12.0	31.8719
15.0	37.4148
18.0	41.5720
21.0	47.1150
24.0	52.6579
27.0	56.8151
30.0	60.9723
33.0	65.1295
36.0	69.2867
39.0	70.6724
42.0	73.4439
45.0	74.8296
48.0	77.6011
51.0	78.9868
54.0	80.3726
57.0	81.7583
60.0	84.5298
63.0	85.9155
66.0	87.3013
69.0	91.4585

---

### Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

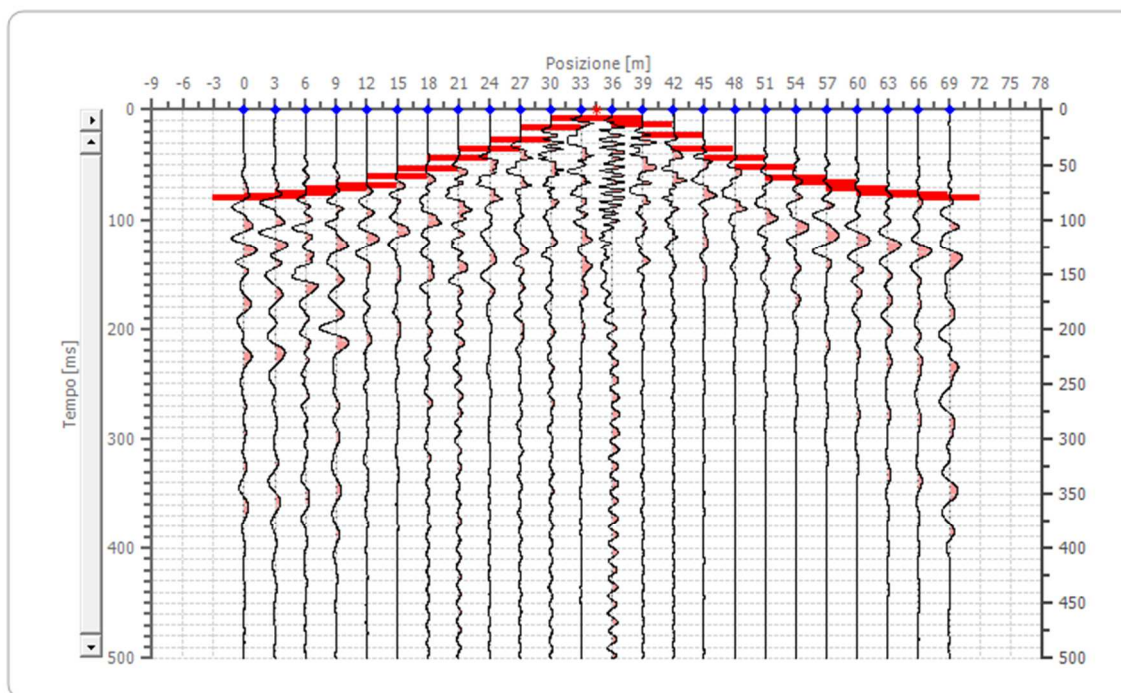
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	40.1863
3.0	33.2576
6.0	26.3289
9.0	19.4003
12.0	13.8573
15.0	6.9287
18.0	6.9287
21.0	15.2431
24.0	22.1717
27.0	29.1004
30.0	37.4148
33.0	42.9578
36.0	49.8864
39.0	55.4294
42.0	58.2008
45.0	60.9723
48.0	63.7438
51.0	66.5152
54.0	67.9010
57.0	69.2867
60.0	70.6724
63.0	72.0582
66.0	73.4439
69.0	76.2154

---

#### Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]





---

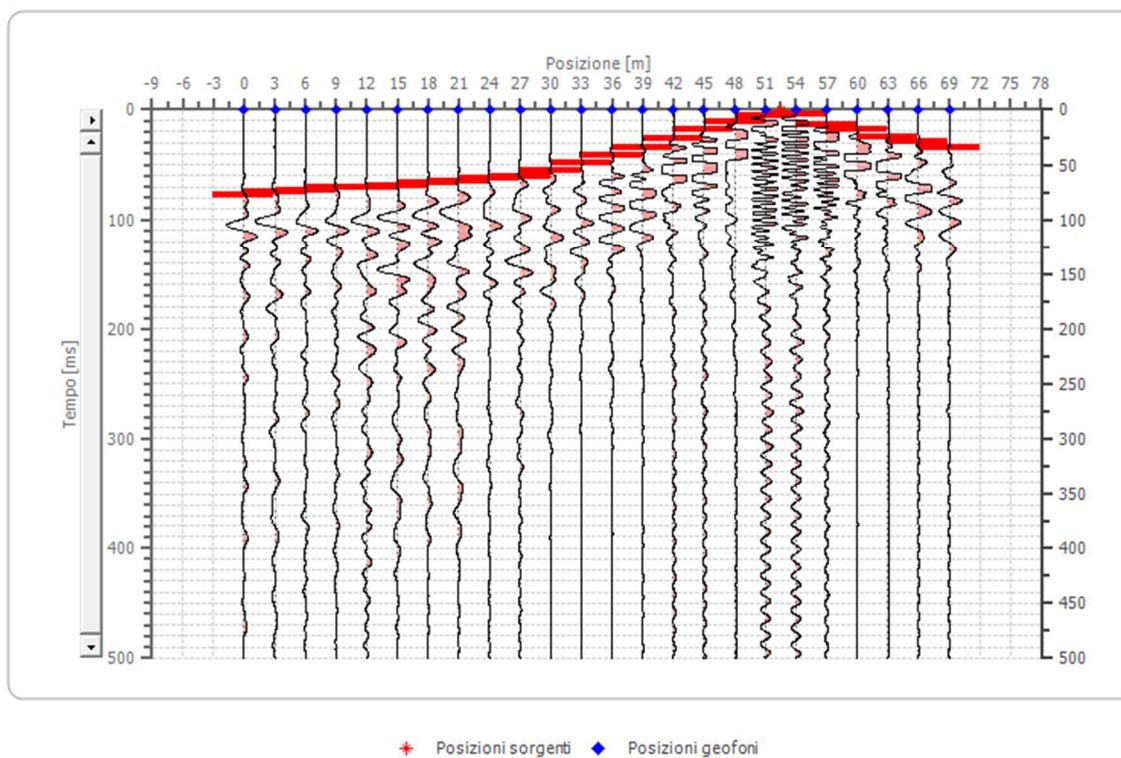
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	80.3726
3.0	78.9868
6.0	76.2154
9.0	72.0582
12.0	69.2867
15.0	60.9723
18.0	54.0436
21.0	44.3435
24.0	36.0291
27.0	27.7147
30.0	16.6288
33.0	8.3144
36.0	8.3144
39.0	13.8573
42.0	23.5575
45.0	36.0291
48.0	44.3435
51.0	52.6579
54.0	62.3580
57.0	66.5152
60.0	72.0582
63.0	76.2154
66.0	77.6011
69.0	80.3726

---

## Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



---

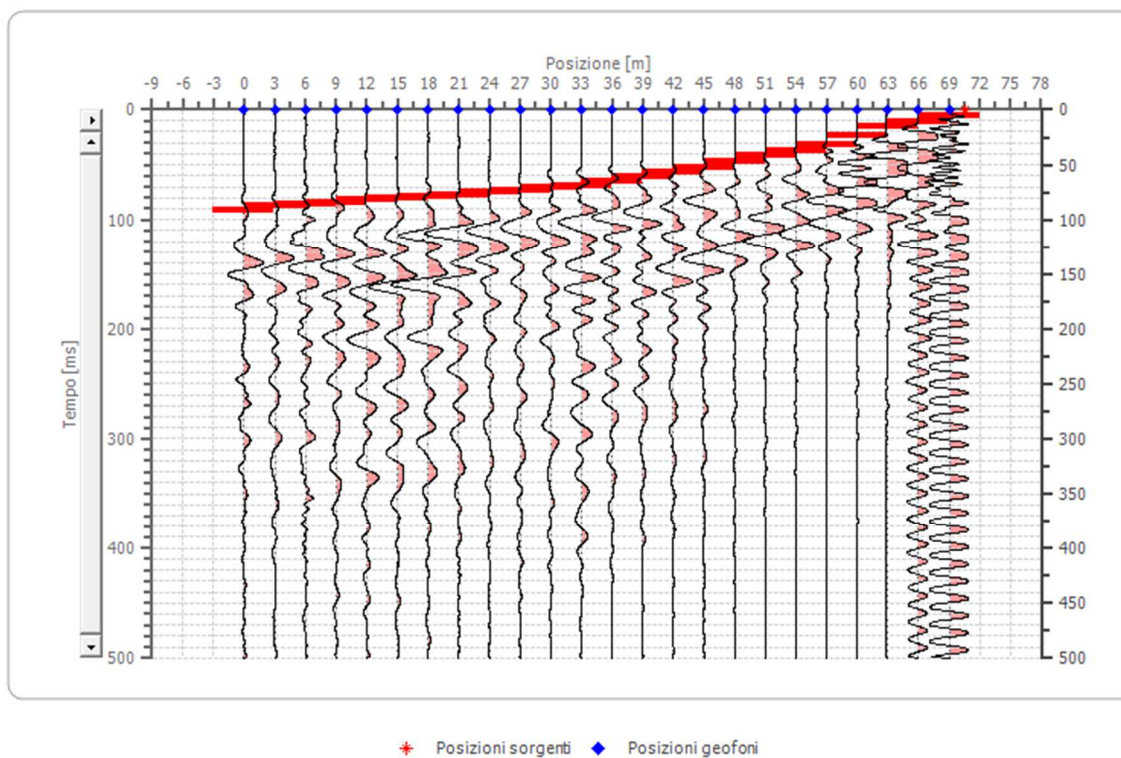
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	77.6011
3.0	74.8296
6.0	73.4439
9.0	70.6724
12.0	70.6724
15.0	69.2867
18.0	66.5152
21.0	65.1295
24.0	62.3580
27.0	60.9723
30.0	55.4294
33.0	48.5007
36.0	41.5720
39.0	34.6434
42.0	26.3289
45.0	18.0145
48.0	11.0859
51.0	5.5429
54.0	4.1572
57.0	13.8573
60.0	18.0145
63.0	24.9432
66.0	29.1004
69.0	34.6434

---

## Battuta 6

Posizione sorgente X      70.5 [m]

Posizione sorgente Z      0 [m]



---

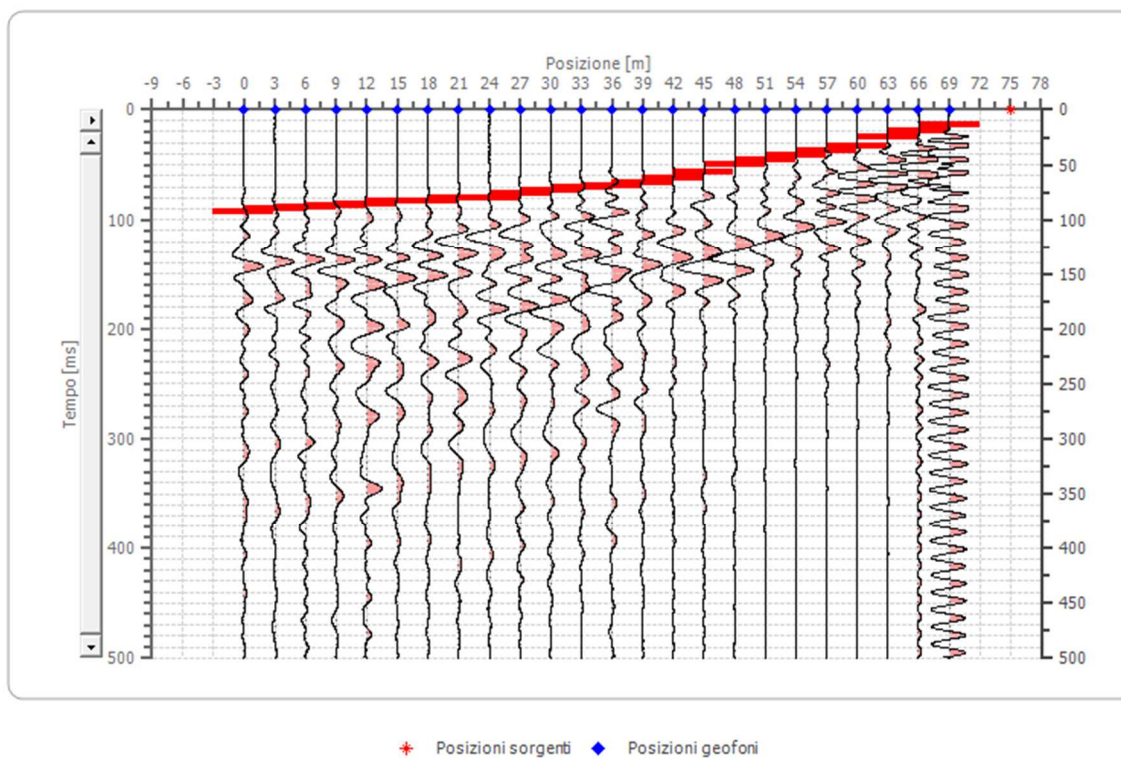
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	91.4585
3.0	87.3013
6.0	85.9155
9.0	84.5298
12.0	81.7583
15.0	80.3726
18.0	78.9868
21.0	77.6011
24.0	74.8296
27.0	73.4439
30.0	70.6724
33.0	69.2867
36.0	65.1295
39.0	60.9723
42.0	56.8151
45.0	52.6579
48.0	47.1150
51.0	41.5720
54.0	37.4148
57.0	31.8719
60.0	23.5575
63.0	15.2431
66.0	11.0859
69.0	5.5429

---

## Battuta 7

Posizione sorgente X 75 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

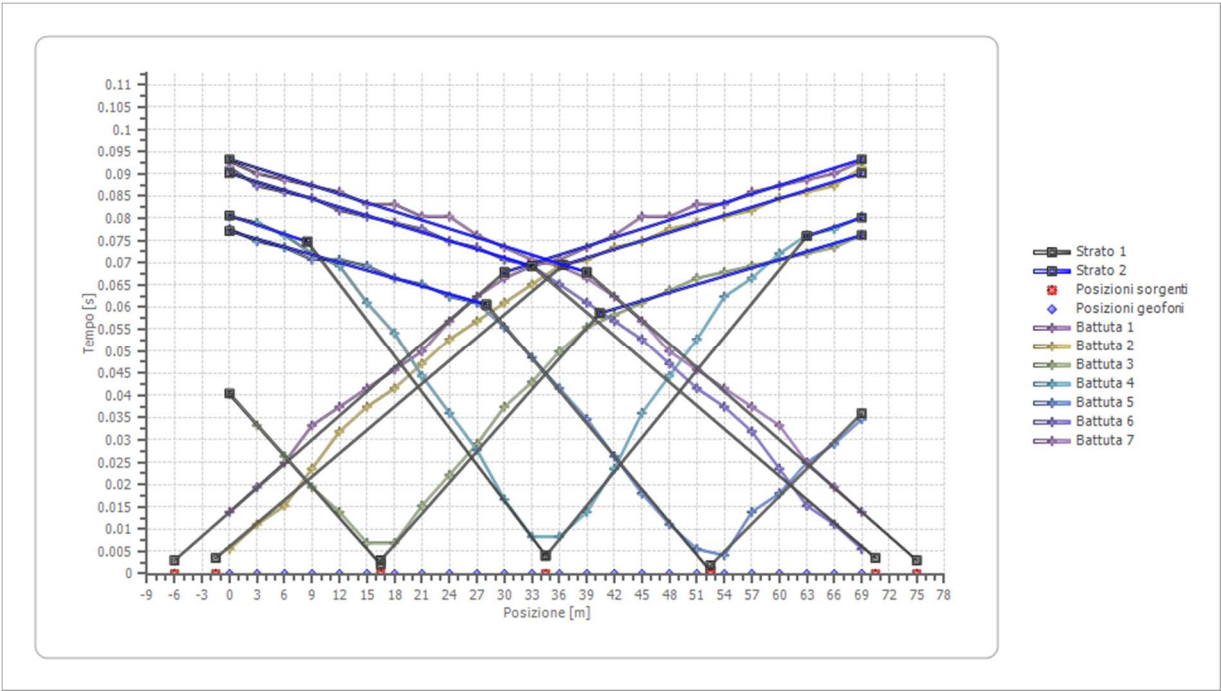


---

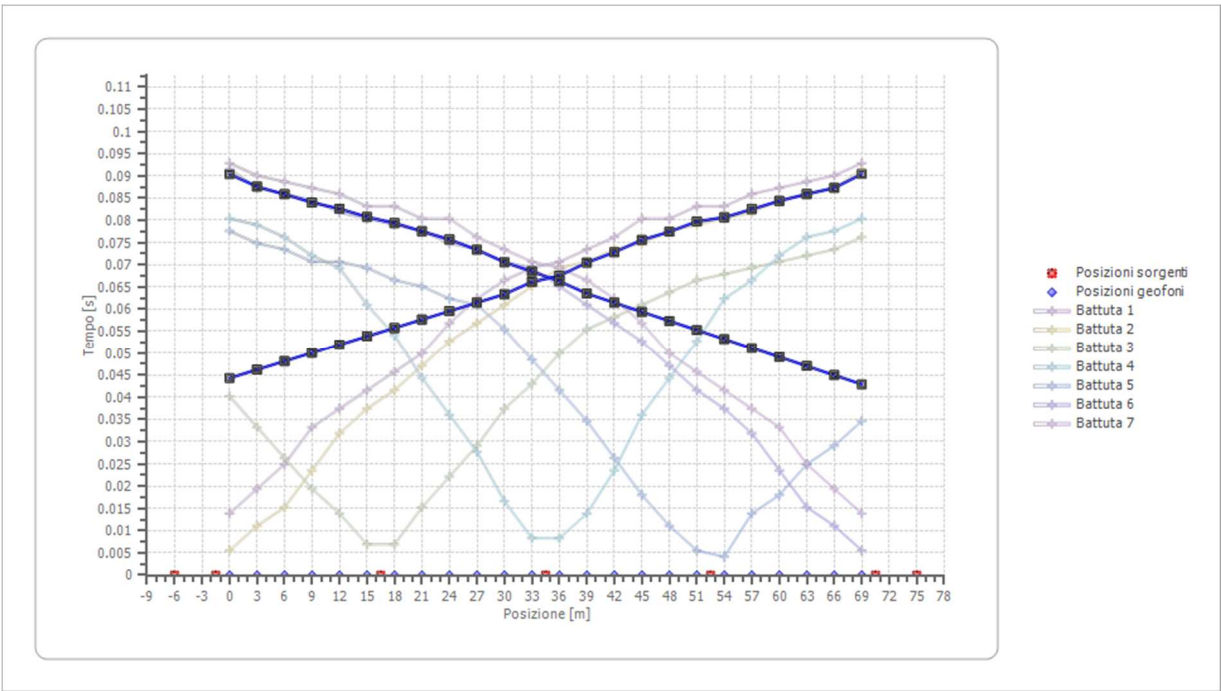
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	92.8442
3.0	90.0727
6.0	88.6870
9.0	87.3013
12.0	85.9155
15.0	83.1441
18.0	83.1441
21.0	80.3726
24.0	80.3726
27.0	76.2154
30.0	73.4439
33.0	70.6724
36.0	69.2867
39.0	66.5152
42.0	62.3580
45.0	56.8151
48.0	49.8864
51.0	45.7292
54.0	41.5720
57.0	37.4148
60.0	33.2576
63.0	24.9432
66.0	19.4003
69.0	13.8573

---

# Dromocrone



# Dromocrone traslate



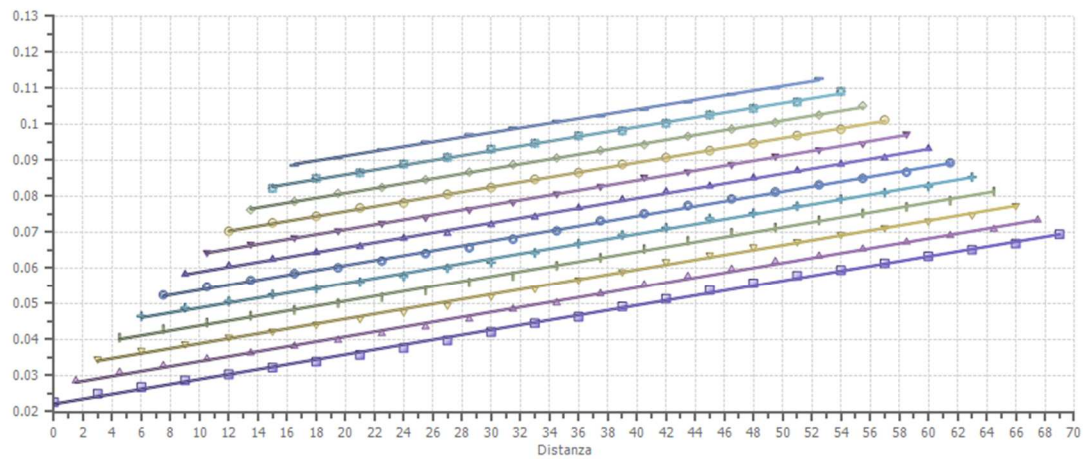


---

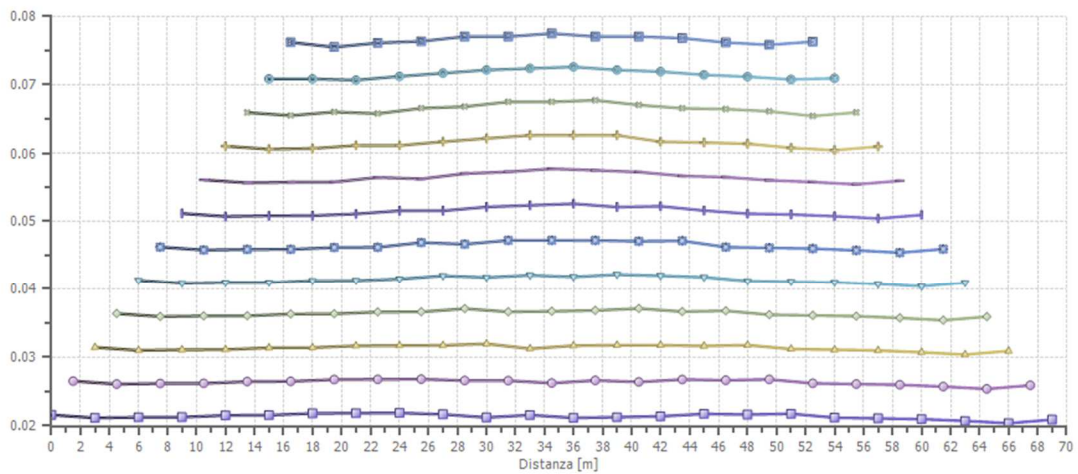
**Interpretazione col metodo G.,R.M.**

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	10.6	--
G= 3.0 [m]	10.3	--
G= 6.0 [m]	10.4	--
G= 9.0 [m]	10.4	--
G= 12.0 [m]	10.5	--
G= 15.0 [m]	10.5	--
G= 18.0 [m]	10.7	--
G= 21.0 [m]	10.7	--
G= 24.0 [m]	10.7	--
G= 27.0 [m]	10.6	--
G= 30.0 [m]	10.4	--
G= 33.0 [m]	10.5	--
G= 36.0 [m]	10.3	--
G= 39.0 [m]	10.4	--
G= 42.0 [m]	10.5	--
G= 45.0 [m]	10.6	--
G= 48.0 [m]	10.6	--
G= 51.0 [m]	10.6	--
G= 54.0 [m]	10.4	--
G= 57.0 [m]	10.3	--
G= 60.0 [m]	10.3	--
G= 63.0 [m]	10.1	--
G= 66.0 [m]	10.0	--
G= 69.0 [m]	10.2	--
Velocità [m/sec]	463.0	1458.7
Descrizione		

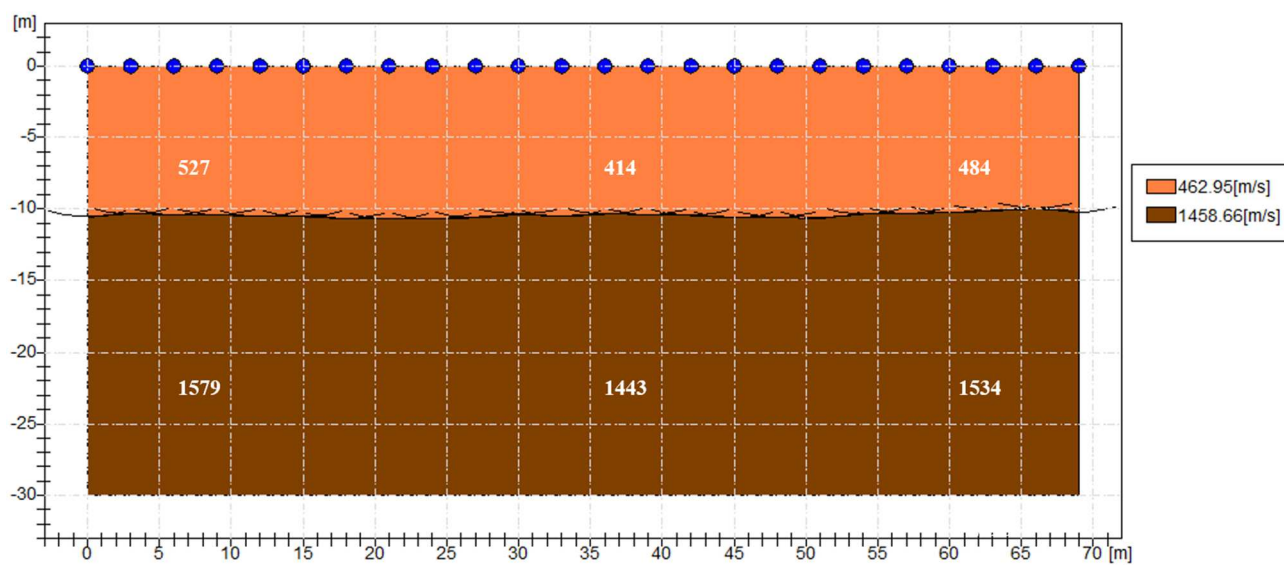


- XY = 0, Deviazione standard = 0.01424
- XY = 3, Deviazione standard = 0.01365
- XY = 6, Deviazione standard = 0.01307
- XY = 9, Deviazione standard = 0.01248
- XY = 12, Deviazione standard = 0.01188
- XY = 15, Deviazione standard = 0.01127
- XY = 18, Deviazione standard = 0.01066
- XY = 21, Deviazione standard = 0.01003
- XY = 24, Deviazione standard = 0.00938
- XY = 27, Deviazione standard = 0.00872
- XY = 30, Deviazione standard = 0.00802
- XY = 33, Deviazione standard = 0.00728



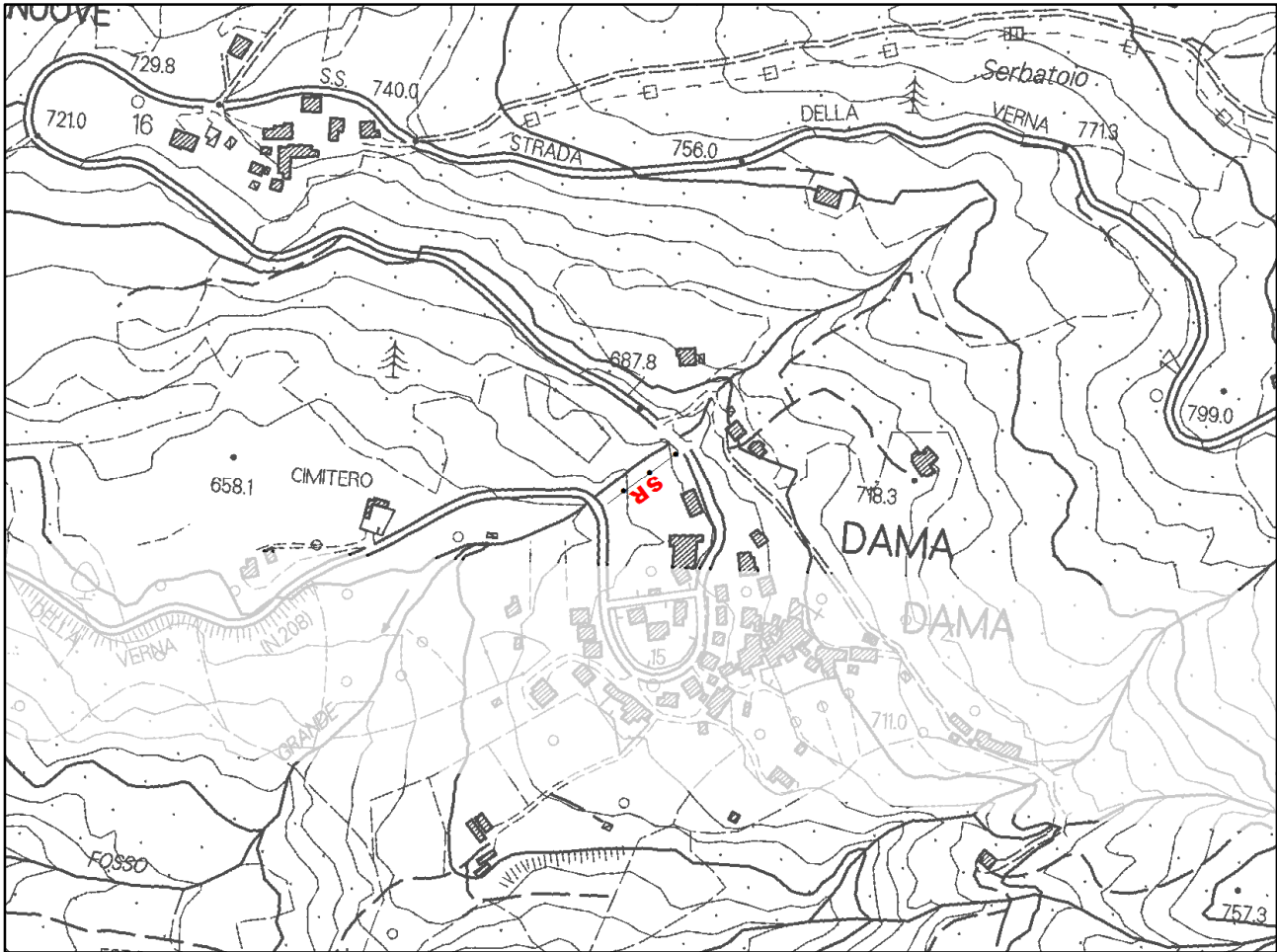
- XY = 0, Rugosità = 0.000309
- XY = 3, Rugosità = 0.000309
- XY = 6, Rugosità = 0.000338
- XY = 9, Rugosità = 0.000369
- XY = 12, Rugosità = 0.000432
- XY = 15, Rugosità = 0.000508
- XY = 18, Rugosità = 0.000554
- XY = 21, Rugosità = 0.000592
- XY = 24, Rugosità = 0.000607
- XY = 27, Rugosità = 0.000599
- XY = 30, Rugosità = 0.00057
- XY = 33, Rugosità = 0.000503

## SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH

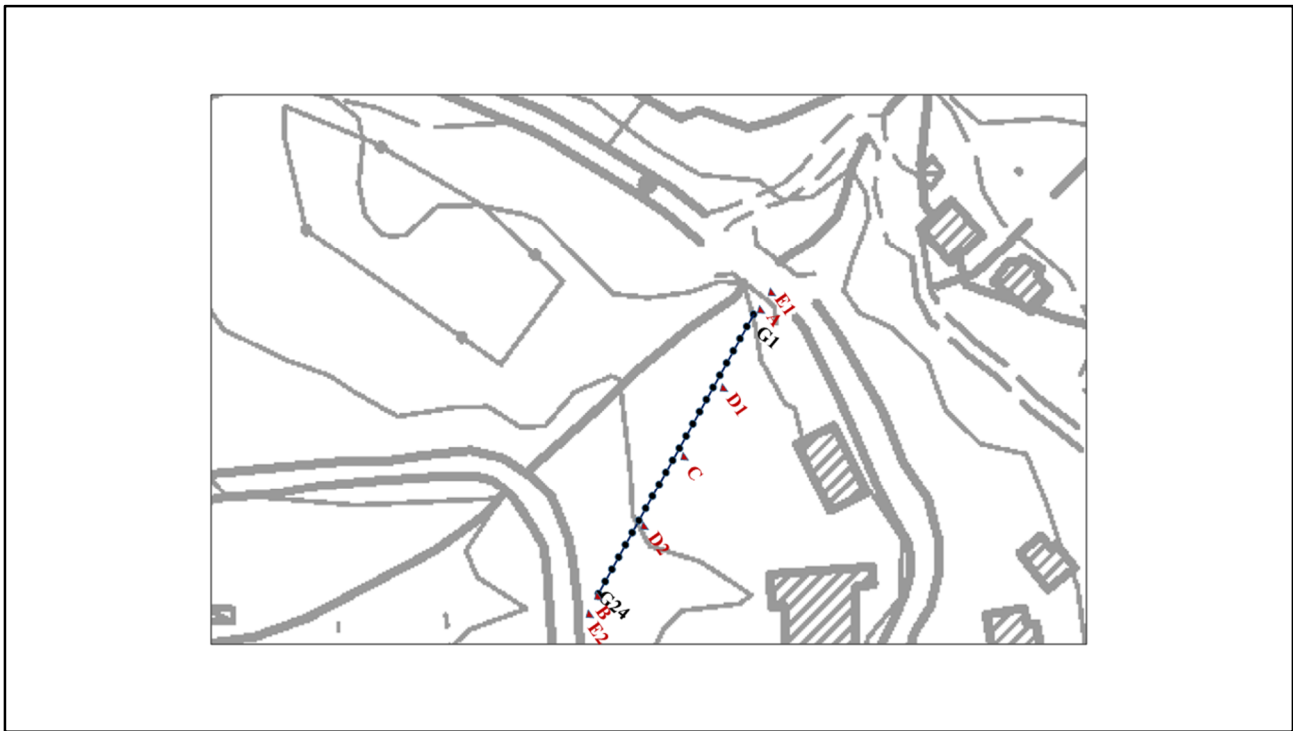


**SR\_3: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH**

**Planimetria Scala 1:5000**



**Planimetria Scala 1:1000**



## Geometria dello stendimento

Numero Geofoni: 24

Intervallo (m): 3 m

Lunghezza Stendimento (m): 69 m

Quota (m.s.l.m.): 2

## Punti di energizzazione

	<b>A</b> <b>Estremo</b> <b>SX</b>	<b>D1</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>D2</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>C</b> <b>Centrale</b>	<b>D3</b> <b>Intermedio</b> <b>DX</b>	<b>D4</b> <b>Intermedio</b> <b>SX</b>	<b>B</b> <b>Estremo</b> <b>DX</b>
<b>Posizione da Geofono G1 (m)</b>	-3	-1.5	16.5	34.5	52.5	70.5	72

## Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

<b>Geofoni</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Latitudine</b>
<b>G1</b>		
<b>G24</b>		

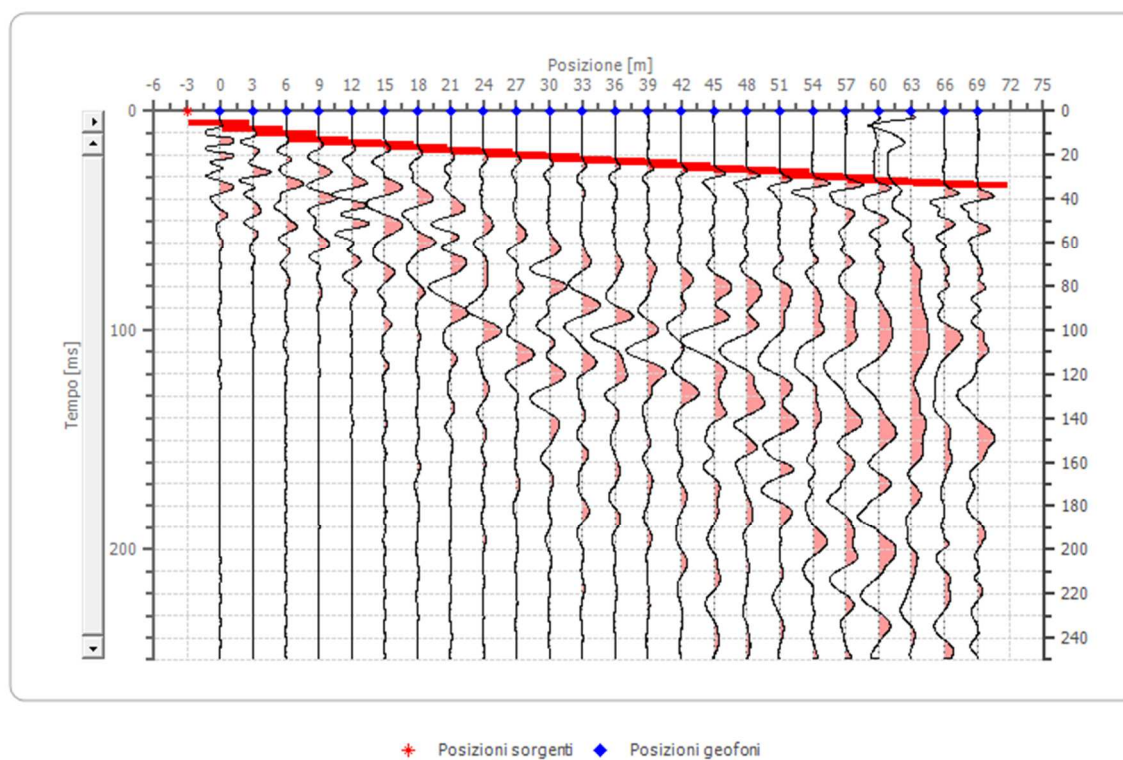
## Geometria geofoni

	<b>Posizione X</b> <b>[m]</b>	<b>Posizione Z</b> <b>[m]</b>
1	0.0	0.0
2	3.0	0.0
3	6.0	0.0
4	9.0	0.0
5	12.0	0.0
6	15.0	0.0
7	18.0	0.0
8	21.0	0.0
9	24.0	0.0
10	27.0	0.0
11	30.0	0.0
12	33.0	0.0
13	36.0	0.0
14	39.0	0.0
15	42.0	0.0
16	45.0	0.0
17	48.0	0.0
18	51.0	0.0
19	54.0	0.0
20	57.0	0.0
21	60.0	0.0
22	63.0	0.0
23	66.0	0.0
24	69.0	0.0

## Dati battute

### Battuta 1

Posizione sorgente X      -3 [m]  
Posizione sorgente Z      2 [m]



---

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	5.5402
3.0	8.5873
6.0	10.6648
9.0	13.2964
12.0	14.6814
15.0	15.3740
18.0	16.7590
21.0	18.0055
24.0	18.8366
27.0	19.8061
30.0	21.0526
33.0	21.8837
36.0	22.7147
39.0	23.8227
42.0	24.9307
45.0	26.0388
48.0	26.8698
51.0	27.9778
54.0	29.7784
57.0	30.7479
60.0	31.8560
63.0	32.5485
66.0	33.2410
69.0	33.9335

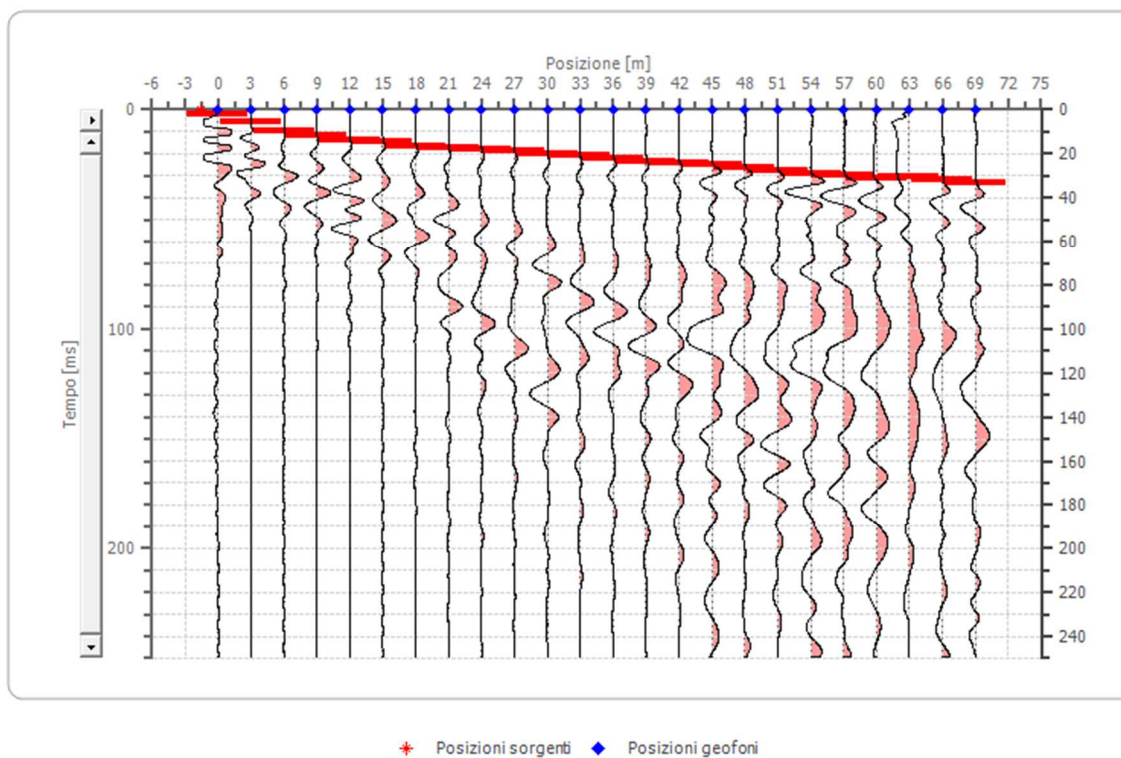
---



## Battuta 2

Posizione sorgente X -1.5 [m]

Posizione sorgente Z 1 [m]



---

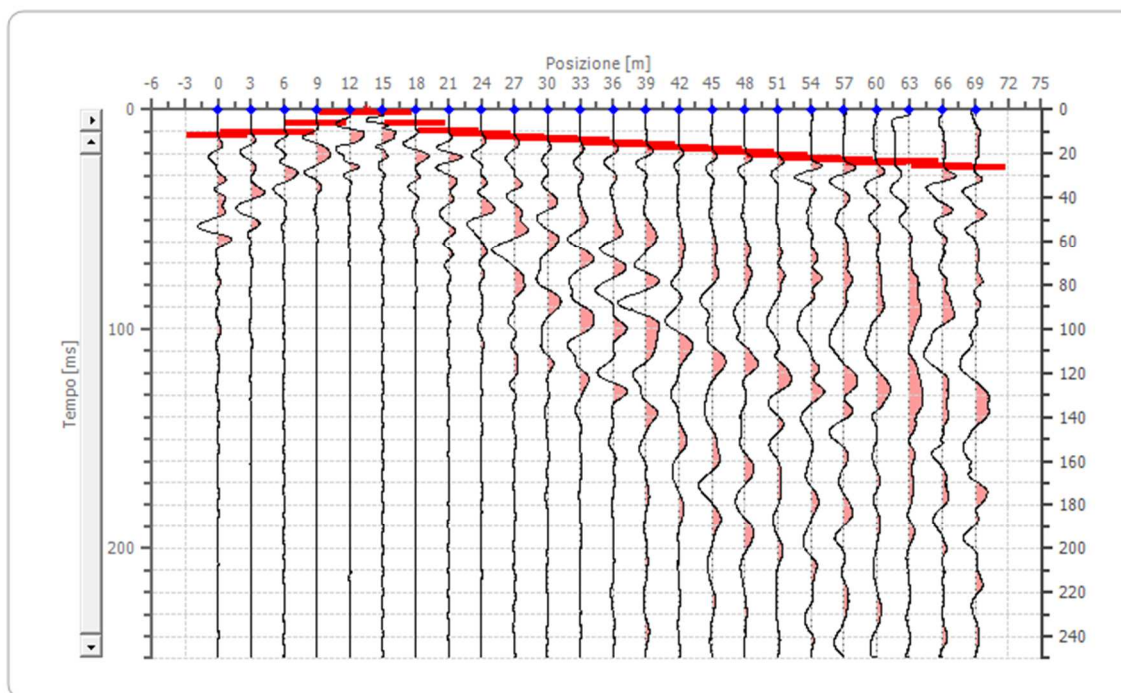
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	2.2161
3.0	5.5402
6.0	9.4183
9.0	11.6343
12.0	13.8504
15.0	14.6814
18.0	16.3435
21.0	17.1745
24.0	18.0055
27.0	18.8366
30.0	20.2216
33.0	21.0526
36.0	22.1607
39.0	23.2687
42.0	24.0997
45.0	25.2078
48.0	26.5928
51.0	27.7008
54.0	28.8089
57.0	30.0554
60.0	30.8864
63.0	30.4709
66.0	31.8560
69.0	33.2410

---

### Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z -7 [m]



---

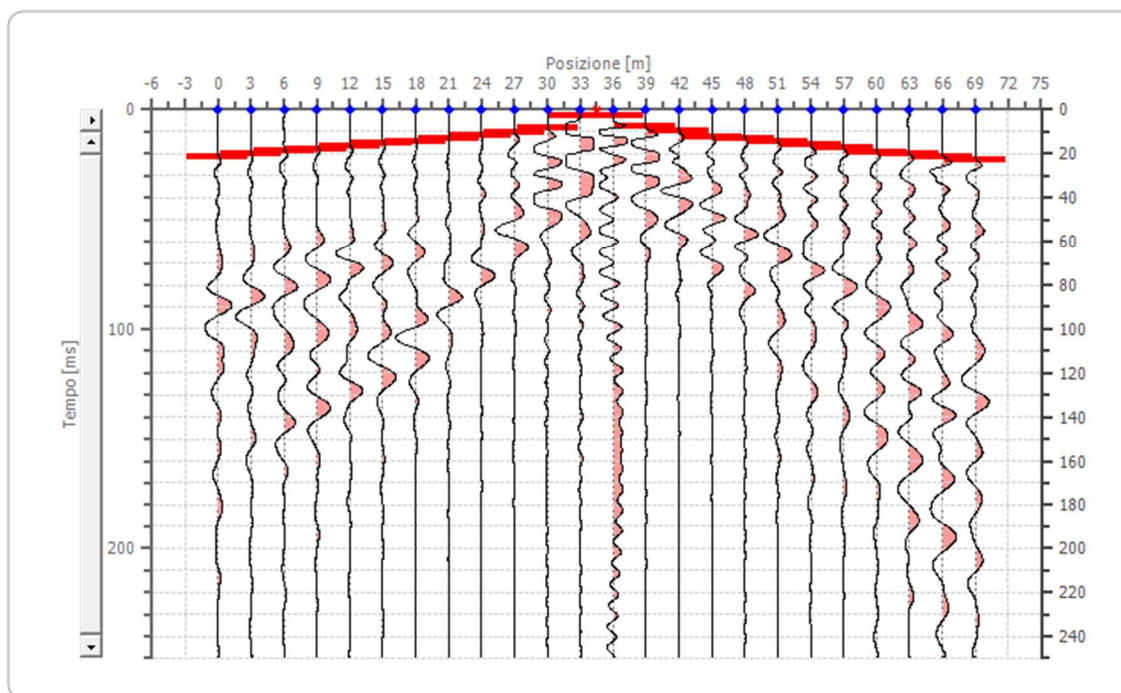
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	11.6343
3.0	10.5263
6.0	10.2493
9.0	6.0942
12.0	1.6620
15.0	1.3850
18.0	6.3712
21.0	9.6953
24.0	11.0803
27.0	12.4654
30.0	13.4349
33.0	14.1274
36.0	15.2355
39.0	15.7895
42.0	17.0360
45.0	18.0055
48.0	19.6676
51.0	21.0526
54.0	22.1607
57.0	22.8532
60.0	24.2382
63.0	23.8227
66.0	25.3463
69.0	26.3158

---

#### Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z -12 [m]



✚ Posizioni sorgenti    ◆ Posizioni geofoni

---

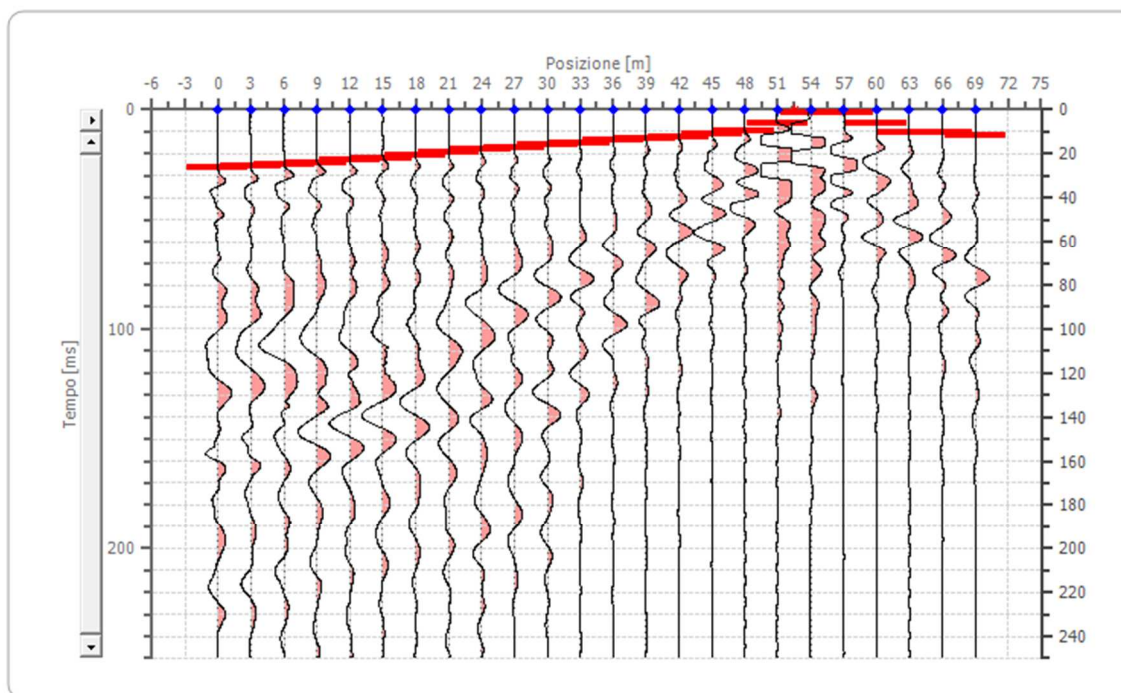
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	21.6066
3.0	20.2216
6.0	18.8366
9.0	17.7285
12.0	16.6205
15.0	14.9584
18.0	14.4044
21.0	13.2964
24.0	11.9114
27.0	10.2493
30.0	8.5873
33.0	3.0471
36.0	3.0471
39.0	7.7562
42.0	9.9723
45.0	12.1884
48.0	13.2964
51.0	14.4044
54.0	15.7895
57.0	17.4515
60.0	19.1136
63.0	20.2216
66.0	21.3296
69.0	22.7147

---

## Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z -15 [m]



+ Posizioni sorgenti    ♦ Posizioni geofoni

---

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	26.3158
3.0	25.3463
6.0	24.6429
9.0	24.2382
12.0	22.8532
15.0	22.1607
18.0	21.0526
21.0	19.6676
24.0	18.0055
27.0	17.0360
30.0	16.0714
33.0	15.2355
36.0	14.1274
39.0	13.4349
42.0	12.4654
45.0	11.0803
48.0	9.6953
51.0	6.3712
54.0	1.3850
57.0	1.6620
60.0	6.0942
63.0	10.2493
66.0	10.5263
69.0	11.6343

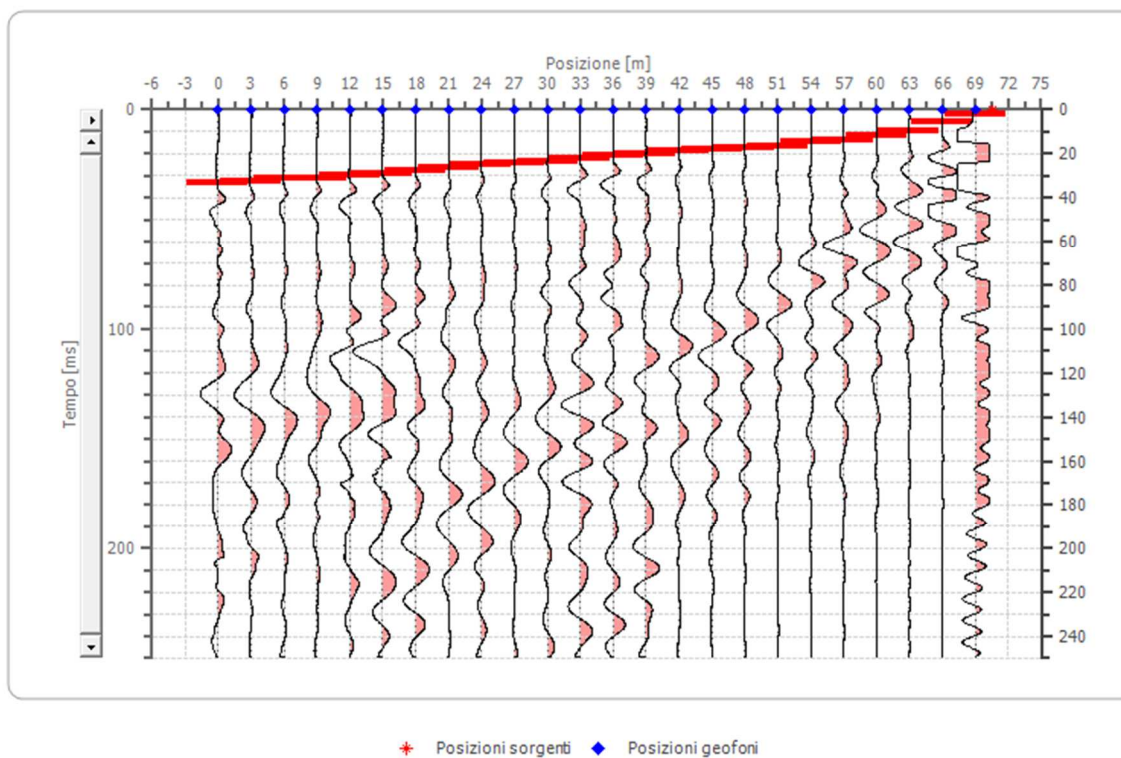
---



## Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z -17 [m]



---

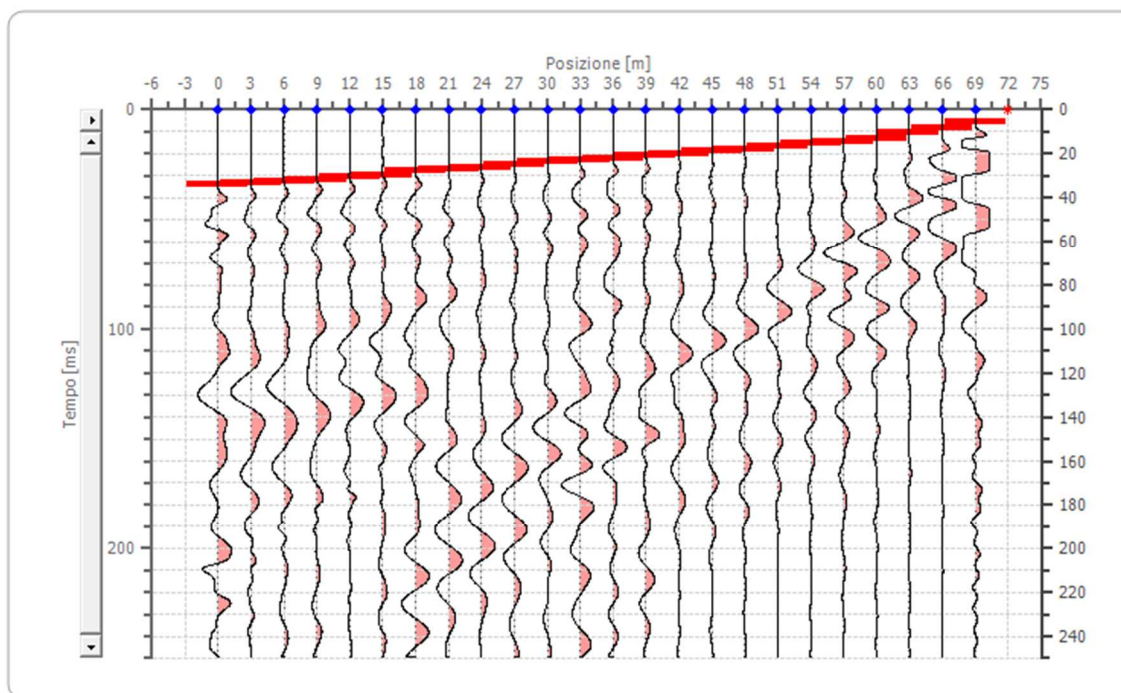
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	33.2410
3.0	32.4100
6.0	31.4404
9.0	30.8864
12.0	30.0554
15.0	28.8089
18.0	27.7008
21.0	26.5928
24.0	25.2078
27.0	24.0997
30.0	23.2687
33.0	22.1607
36.0	21.0526
39.0	20.2216
42.0	18.8366
45.0	18.0055
48.0	17.1745
51.0	16.3435
54.0	14.6814
57.0	13.8504
60.0	11.6343
63.0	9.4183
66.0	5.5402
69.0	2.2161

---

## Battuta 7

Posizione sorgente X 72 [m]

Posizione sorgente Z -17 [m]

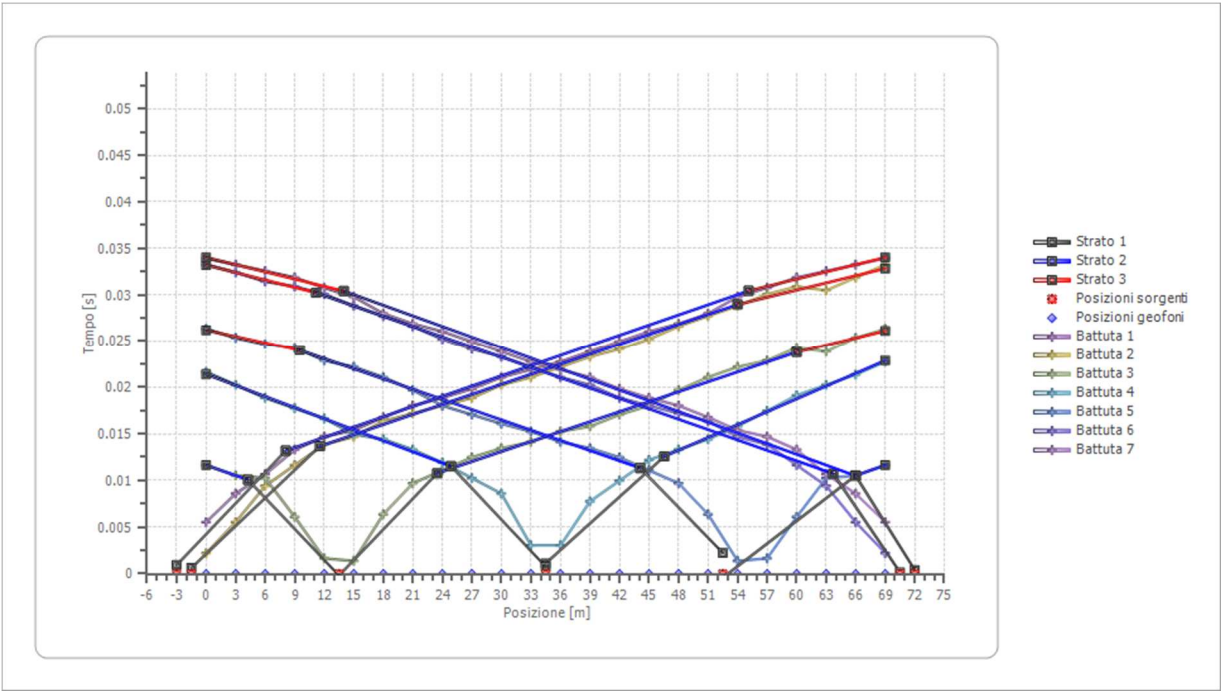


---

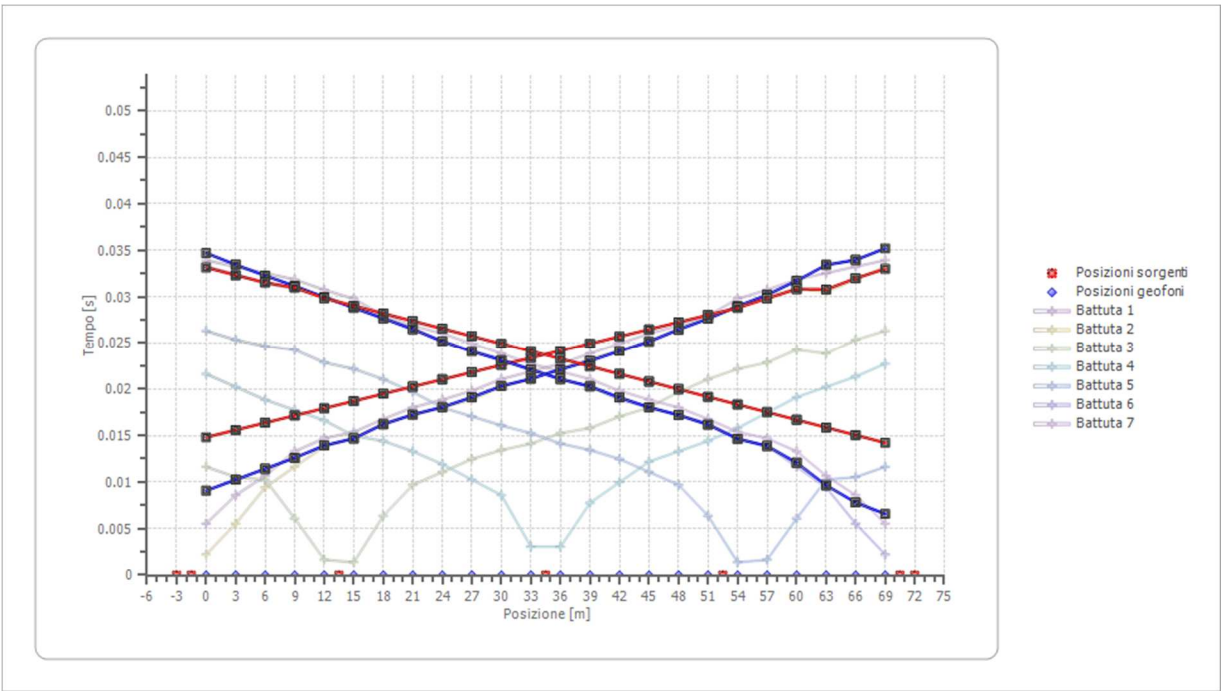
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	33.9335
3.0	33.2410
6.0	32.5485
9.0	31.8560
12.0	30.7479
15.0	29.7784
18.0	27.9778
21.0	26.8698
24.0	26.0388
27.0	24.9307
30.0	23.8227
33.0	22.7147
36.0	21.8837
39.0	21.0526
42.0	19.8061
45.0	18.8366
48.0	18.0055
51.0	16.7590
54.0	15.3740
57.0	14.6814
60.0	13.2964
63.0	10.6648
66.0	8.5873
69.0	5.5402

---

# Dromocrone



# Dromocrone traslate

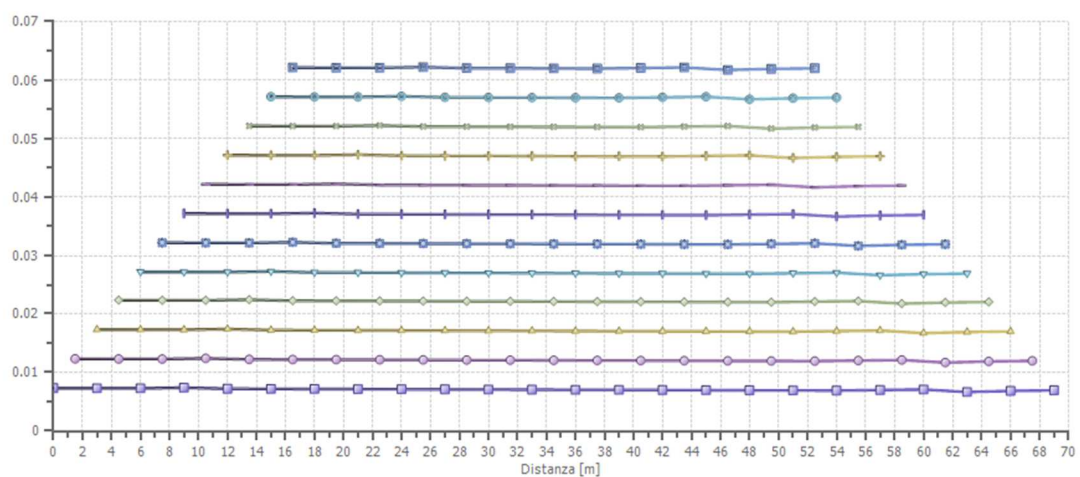
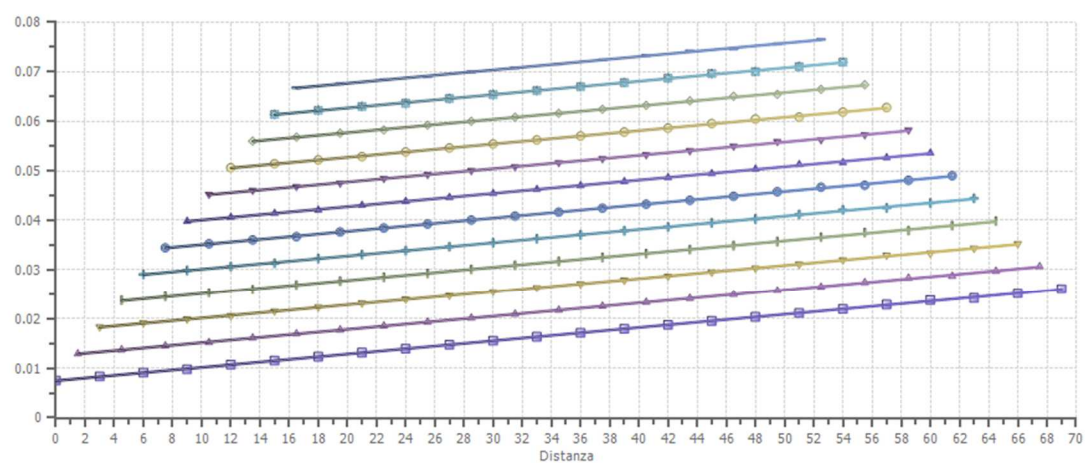


---

**Interpretazione col metodo G.,R.M.**

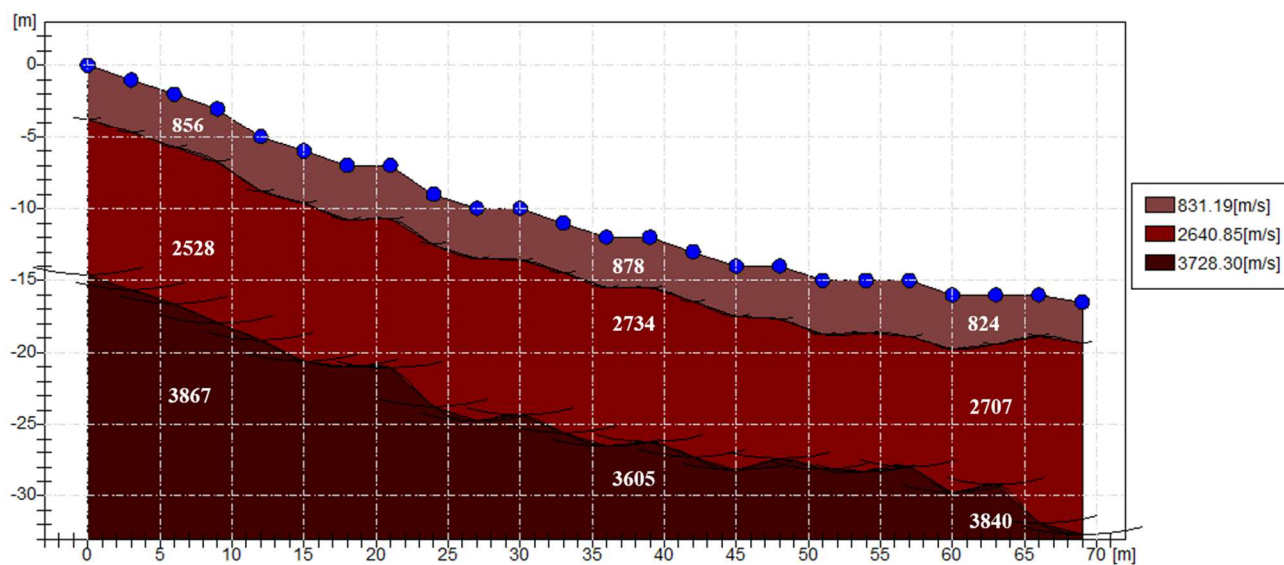
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	3.7	14.6	--
G= 3.0 [m]	3.7	14.6	--
G= 6.0 [m]	3.7	14.6	--
G= 9.0 [m]	3.7	14.9	--
G= 12.0 [m]	3.8	14.1	--
G= 15.0 [m]	3.6	14.6	--
G= 18.0 [m]	3.8	13.9	--
G= 21.0 [m]	3.7	14.1	--
G= 24.0 [m]	3.5	14.8	--
G= 27.0 [m]	3.5	14.7	--
G= 30.0 [m]	3.6	14.3	--
G= 33.0 [m]	3.5	14.6	--
G= 36.0 [m]	3.5	14.5	--
G= 39.0 [m]	3.5	14.2	--
G= 42.0 [m]	3.5	14.3	--
G= 45.0 [m]	3.5	14.2	--
G= 48.0 [m]	3.7	13.4	--
G= 51.0 [m]	3.7	13.1	--
G= 54.0 [m]	3.7	13.3	--
G= 57.0 [m]	3.9	13.0	--
G= 60.0 [m]	3.7	13.8	--
G= 63.0 [m]	3.4	13.2	--
G= 66.0 [m]	2.8	15.9	--
G= 69.0 [m]	2.9	16.2	--
Velocità [m/sec]	831.2	2640.9	3728.3
Descrizione			





## SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P

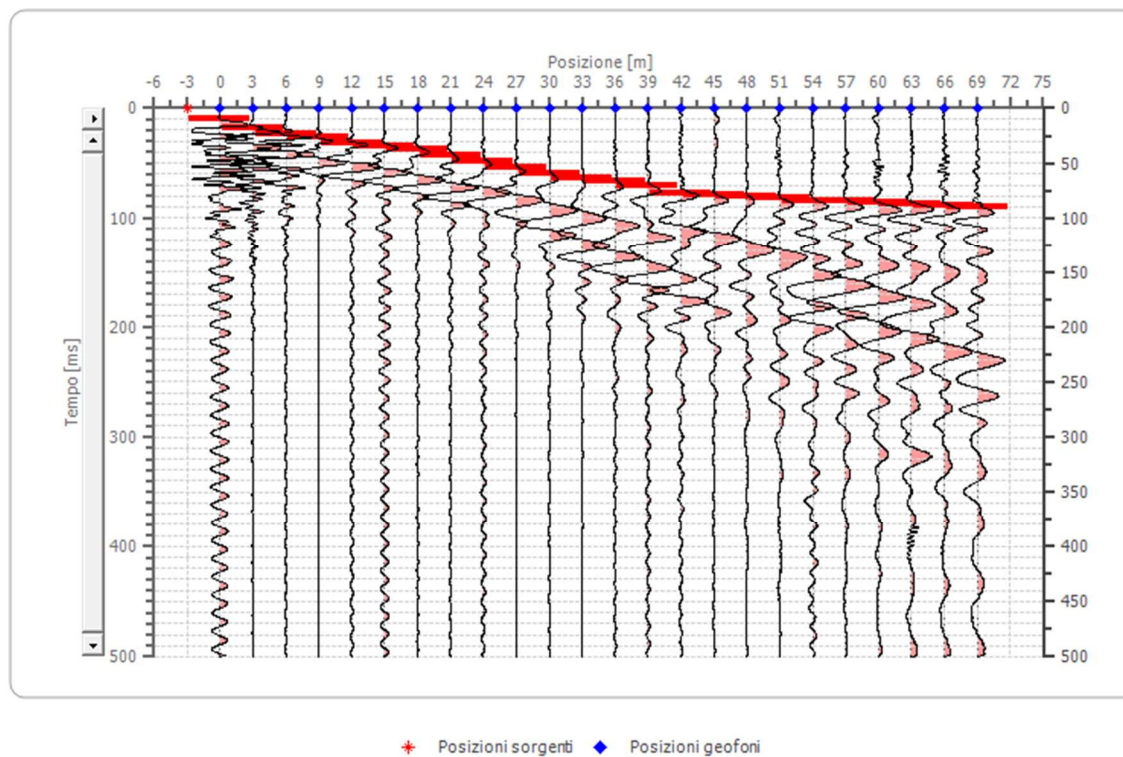




## Dati battute

### Battuta 1

Posizione sorgente X      -3 [m]  
Posizione sorgente Z      2 [m]



---

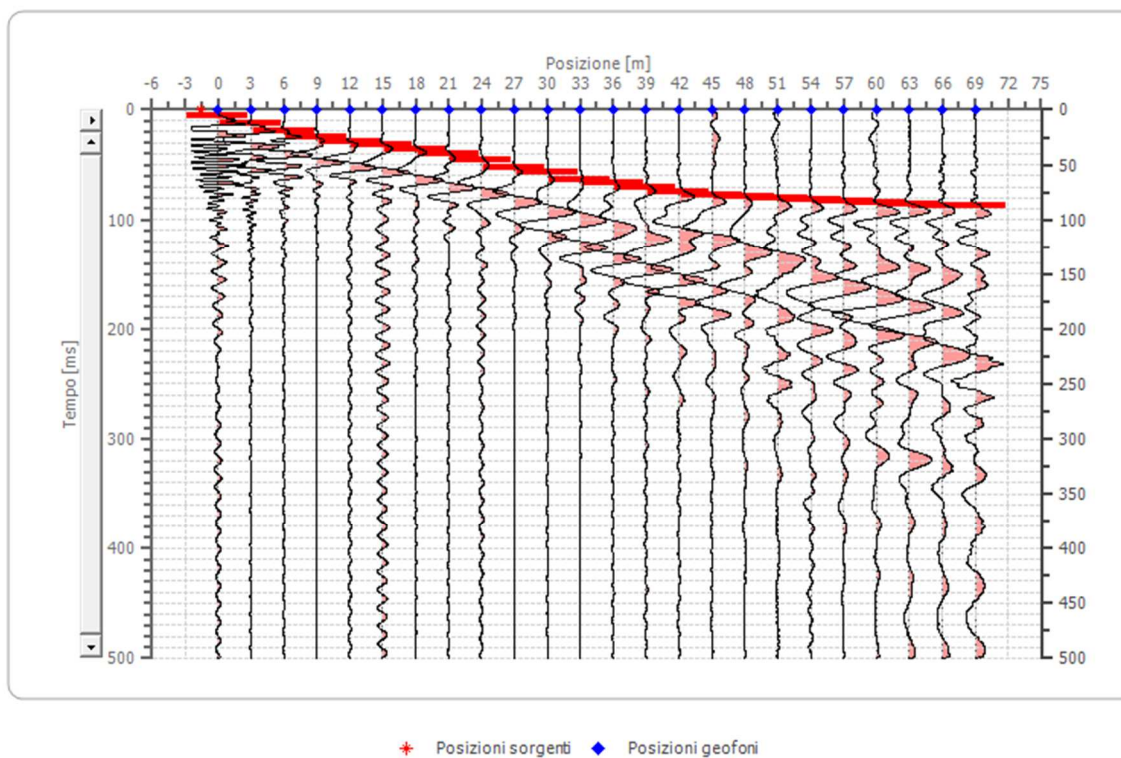
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	10.3878
3.0	18.6981
6.0	23.1994
9.0	27.0083
12.0	31.1634
15.0	33.9335
18.0	37.0499
21.0	43.6288
24.0	47.7839
27.0	53.6704
30.0	60.2493
33.0	63.3657
36.0	66.1357
39.0	70.6371
42.0	77.2321
45.0	79.4643
48.0	80.8036
51.0	82.4100
54.0	83.7950
57.0	84.8338
60.0	85.7143
63.0	86.6071
66.0	88.3929
69.0	90.1786

---

## Battuta 2

Posizione sorgente X -1.5 [m]

Posizione sorgente Z 1 [m]



---

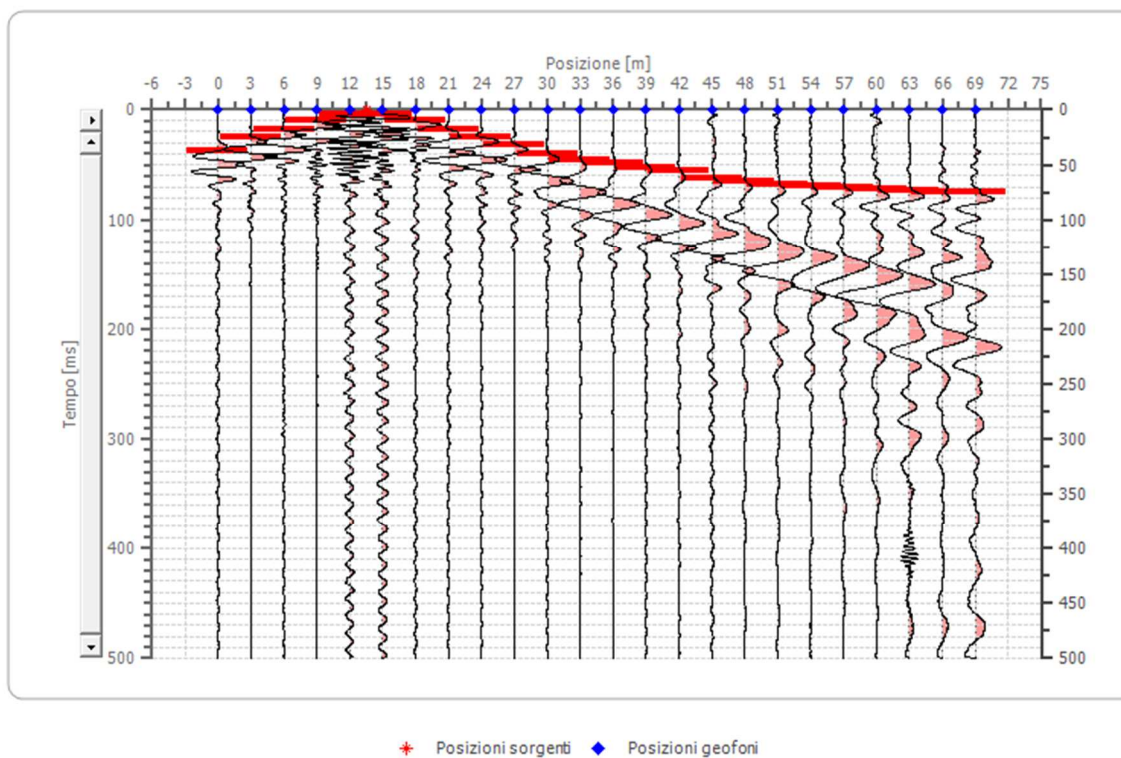
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	5.5402
3.0	13.1579
6.0	19.0443
9.0	25.2770
12.0	29.4321
15.0	31.8560
18.0	35.6648
21.0	40.1662
24.0	45.0139
27.0	52.2853
30.0	57.4792
33.0	63.3657
36.0	66.1357
39.0	70.0893
42.0	74.5536
45.0	77.2161
48.0	78.9474
51.0	80.6787
54.0	82.0637
57.0	83.1025
60.0	83.9286
63.0	85.5263
66.0	86.6071
69.0	87.5000

---

### Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z -7 [m]



---

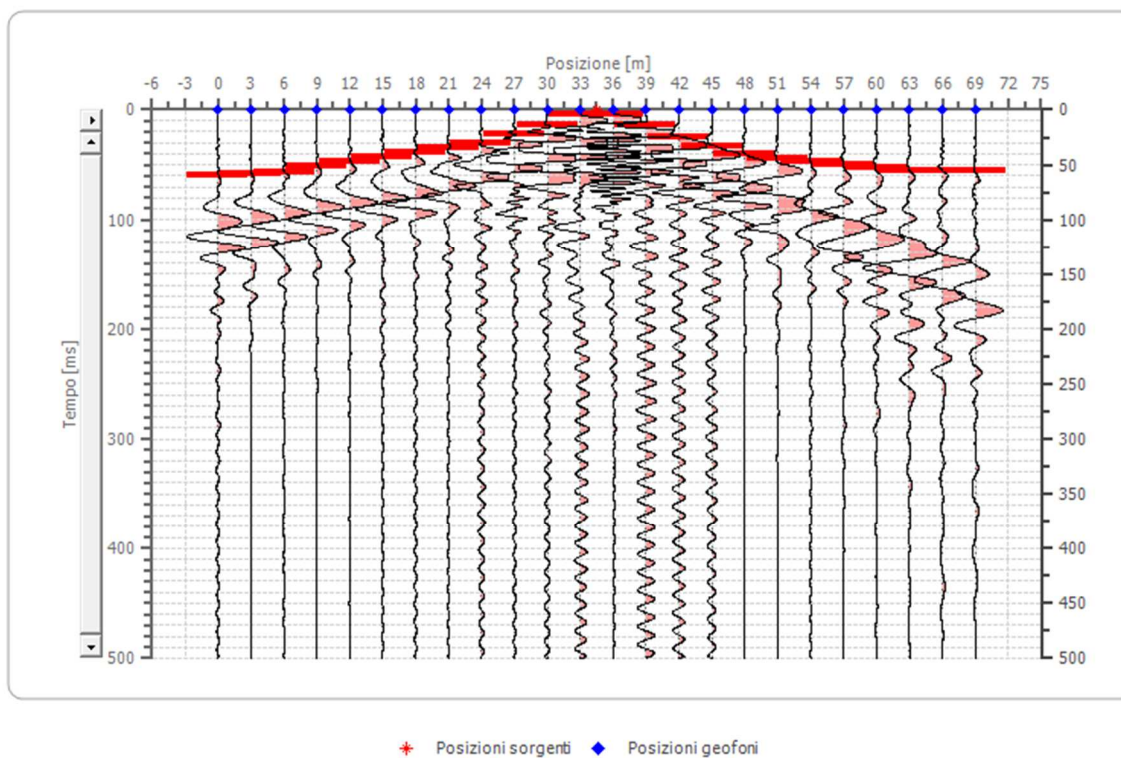
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	37.0499
3.0	24.5845
6.0	18.6981
9.0	10.3878
12.0	3.8089
15.0	3.8089
18.0	9.6953
21.0	18.3518
24.0	25.2770
27.0	32.2022
30.0	39.4737
33.0	45.0893
36.0	48.2143
39.0	53.1250
42.0	55.4017
45.0	62.3269
48.0	65.7895
51.0	67.8670
54.0	69.5983
57.0	71.3296
60.0	72.0222
63.0	73.7535
66.0	75.1385
69.0	75.4464

---

#### Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z -12 [m]



---

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	59.2105
3.0	57.8255
6.0	56.4404
9.0	51.5928
12.0	47.4377
15.0	42.9363
18.0	39.1274
21.0	33.9335
24.0	30.4709
27.0	22.1607
30.0	13.8504
33.0	3.8089
36.0	3.8089
39.0	13.8504
42.0	24.5845
45.0	32.8947
48.0	40.1662
51.0	44.3213
54.0	46.7452
57.0	49.5152
60.0	52.9778
63.0	55.4017
66.0	55.4017
69.0	55.4017

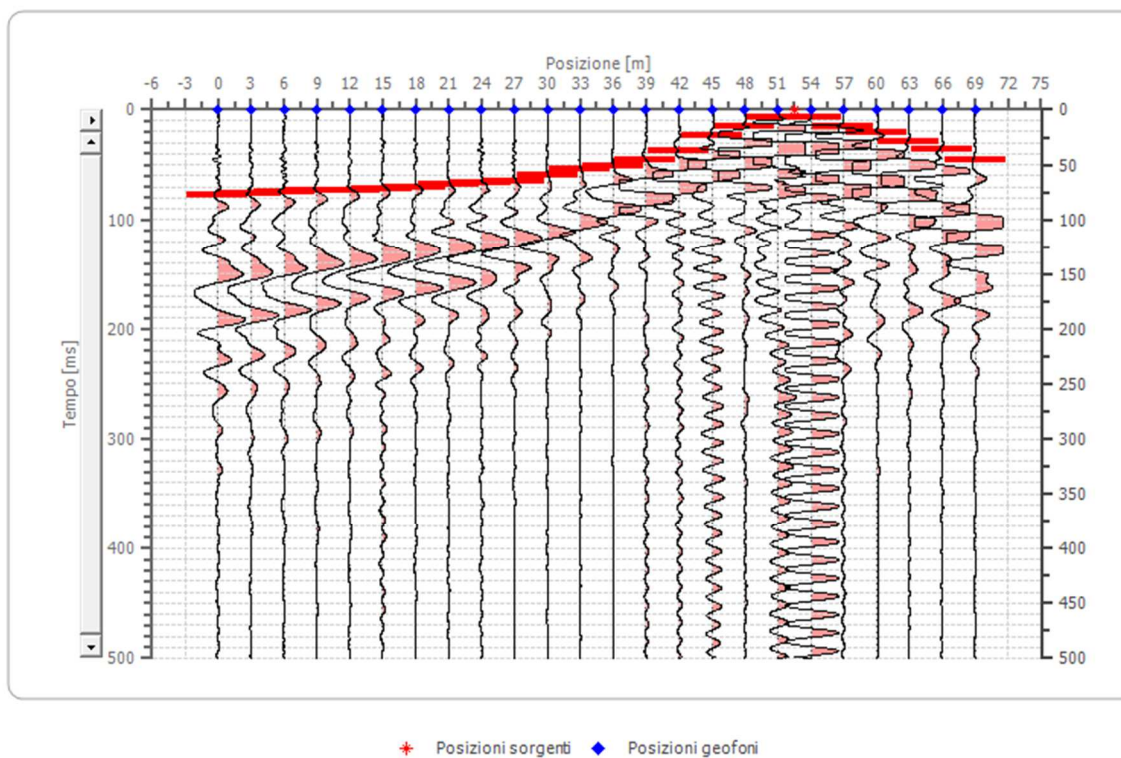
---



## Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z -15 [m]



---

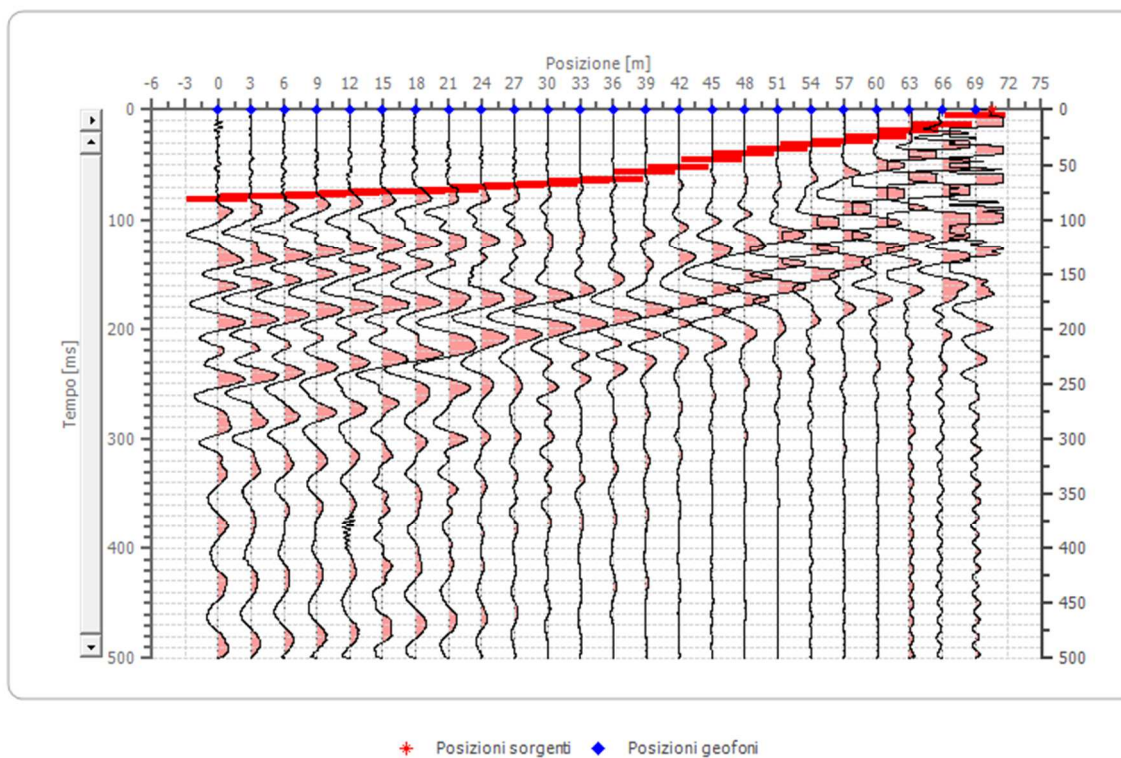
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	77.9086
3.0	76.1773
6.0	74.7922
9.0	74.0997
12.0	72.7147
15.0	71.6759
18.0	69.9446
21.0	68.5596
24.0	66.4820
27.0	64.4044
30.0	60.2493
33.0	54.3629
36.0	50.5540
39.0	45.7064
42.0	36.7036
45.0	23.5457
48.0	14.5429
51.0	6.9252
54.0	6.9252
57.0	15.5817
60.0	20.4294
63.0	28.7396
66.0	36.3573
69.0	45.0139

---

## Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z -17 [m]



---

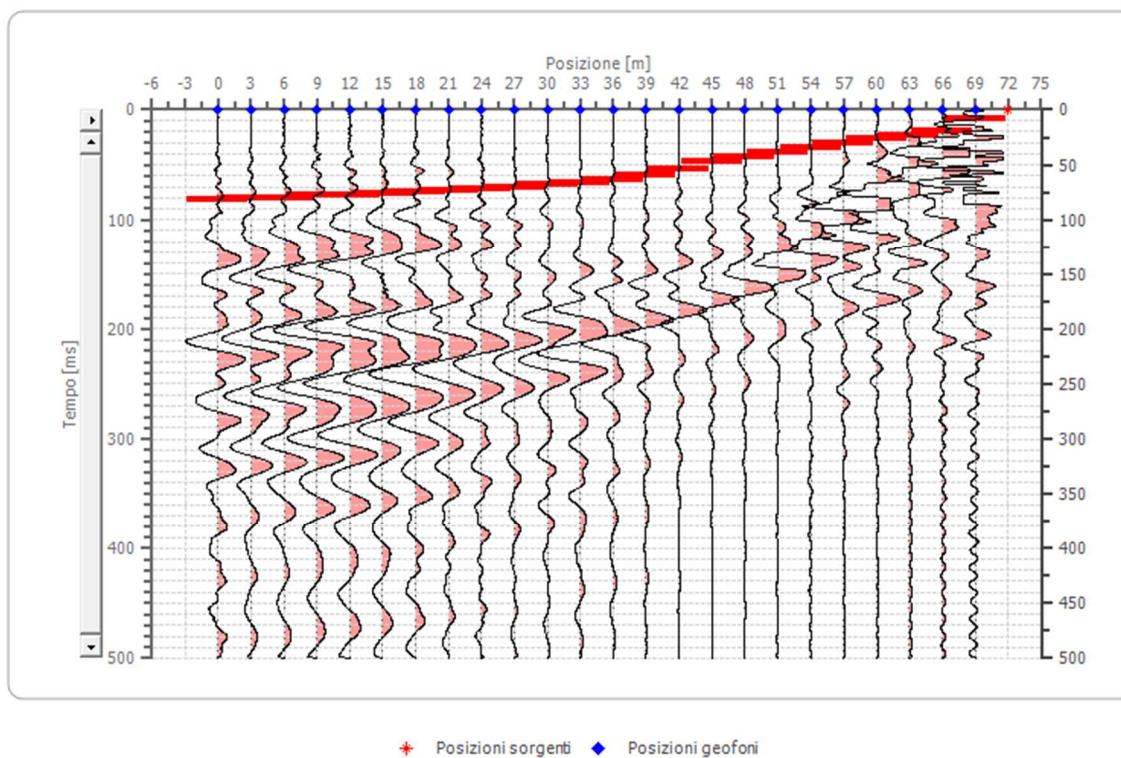
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	81.2500
3.0	79.4643
6.0	79.0179
9.0	77.6786
12.0	76.7857
15.0	75.0000
18.0	74.1071
21.0	72.7679
24.0	70.9821
27.0	69.6429
30.0	67.4107
33.0	65.6250
36.0	63.3657
39.0	57.4792
42.0	52.2853
45.0	45.0139
48.0	40.1662
51.0	35.6648
54.0	31.8560
57.0	29.4321
60.0	25.2770
63.0	19.0443
66.0	13.1579
69.0	5.5402

---

## Battuta 7

Posizione sorgente X      72 [m]

Posizione sorgente Z      -17 [m]

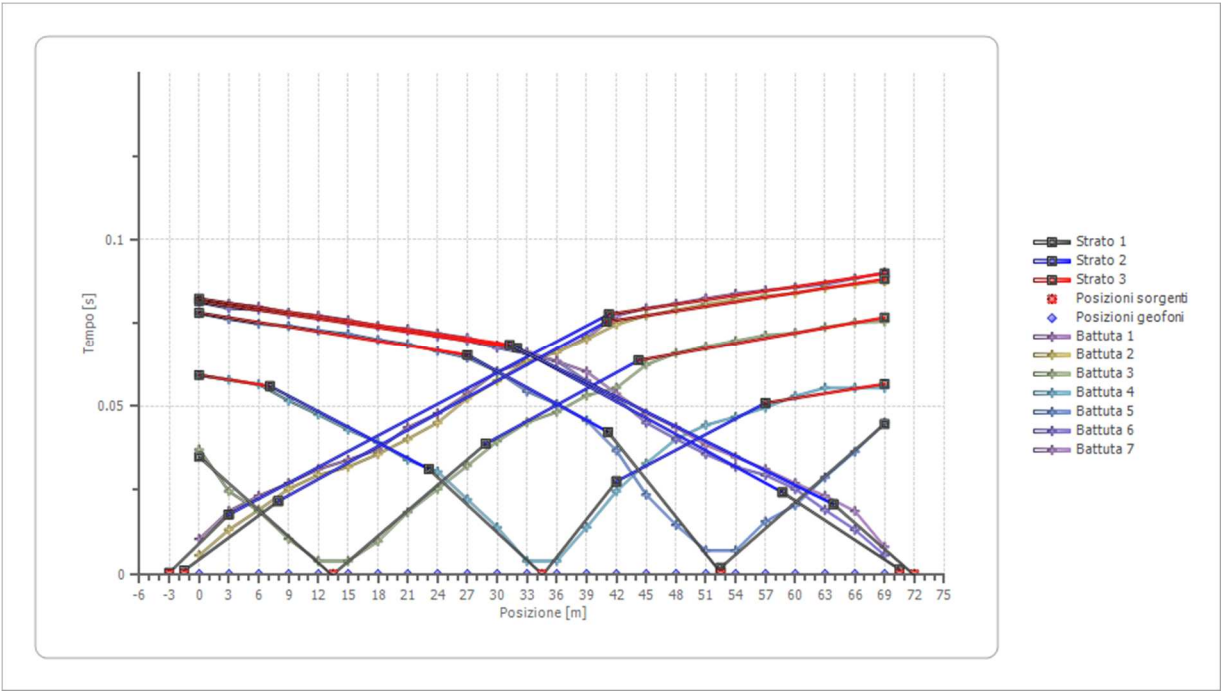


---

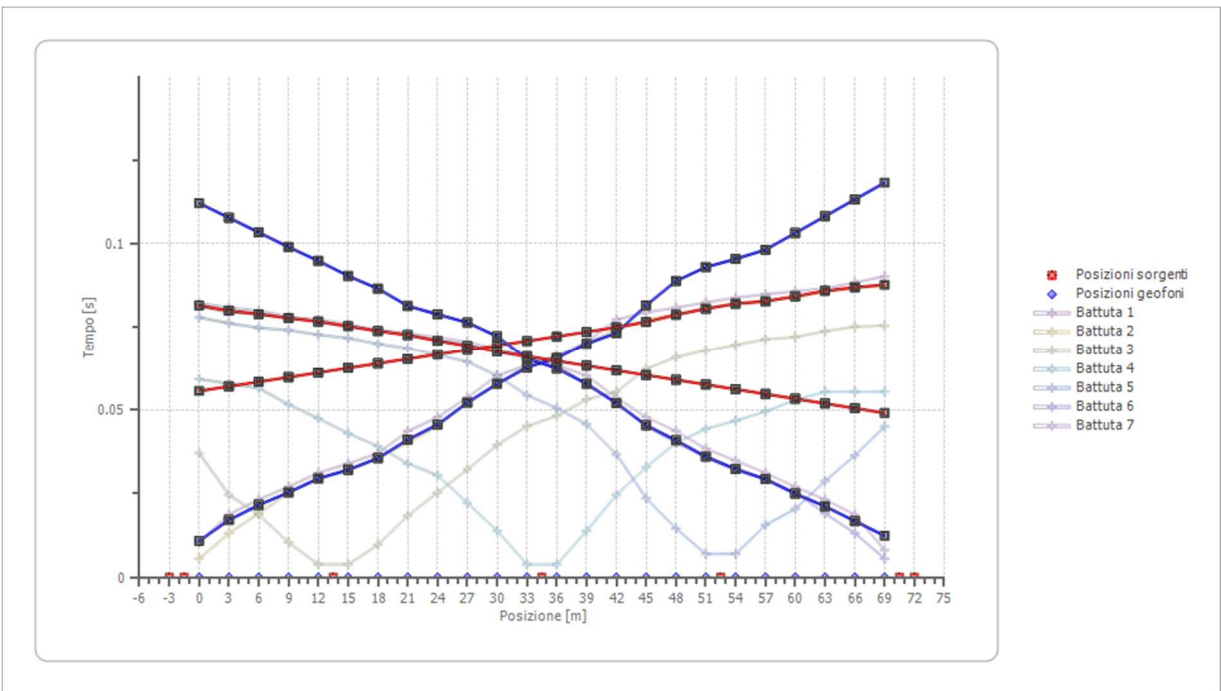
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	82.1429
3.0	80.8036
6.0	79.9107
9.0	78.1250
12.0	77.2321
15.0	75.8929
18.0	74.1071
21.0	73.2143
24.0	71.8750
27.0	70.5357
30.0	68.3036
33.0	66.1357
36.0	63.3657
39.0	60.2493
42.0	53.6704
45.0	47.7839
48.0	43.6288
51.0	38.3929
54.0	34.8214
57.0	31.1634
60.0	27.0083
63.0	23.1994
66.0	18.6981
69.0	8.0357

---

# Dromocrone



# Dromocrone traslate



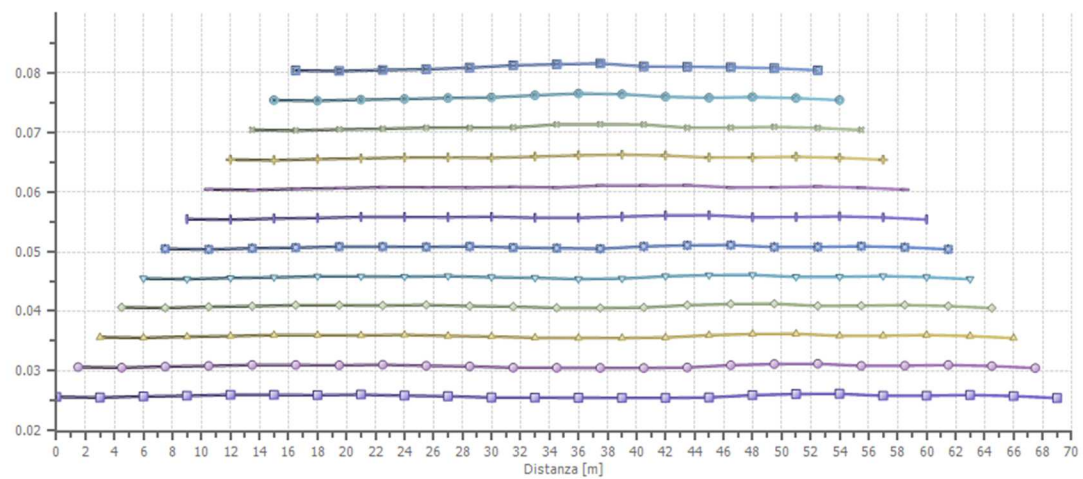
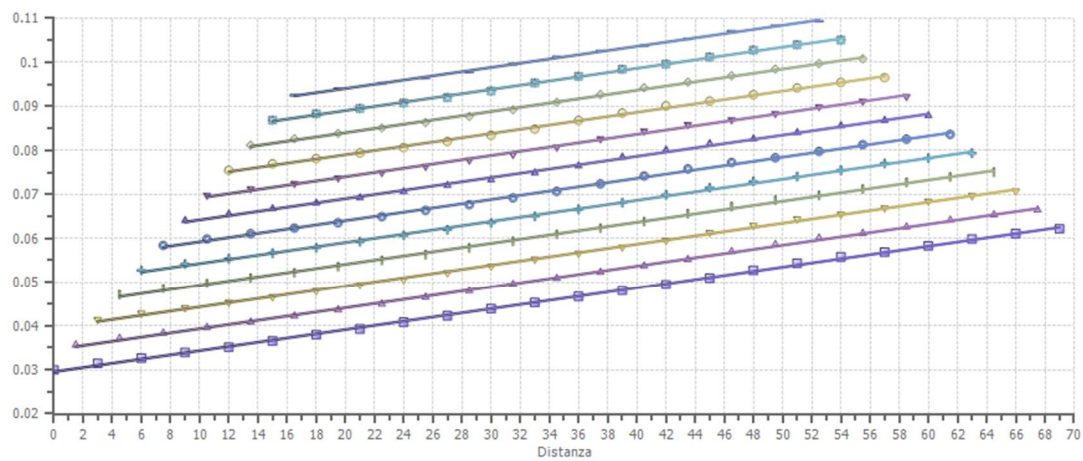
---

**Interpretazione col metodo G.,R.M.**

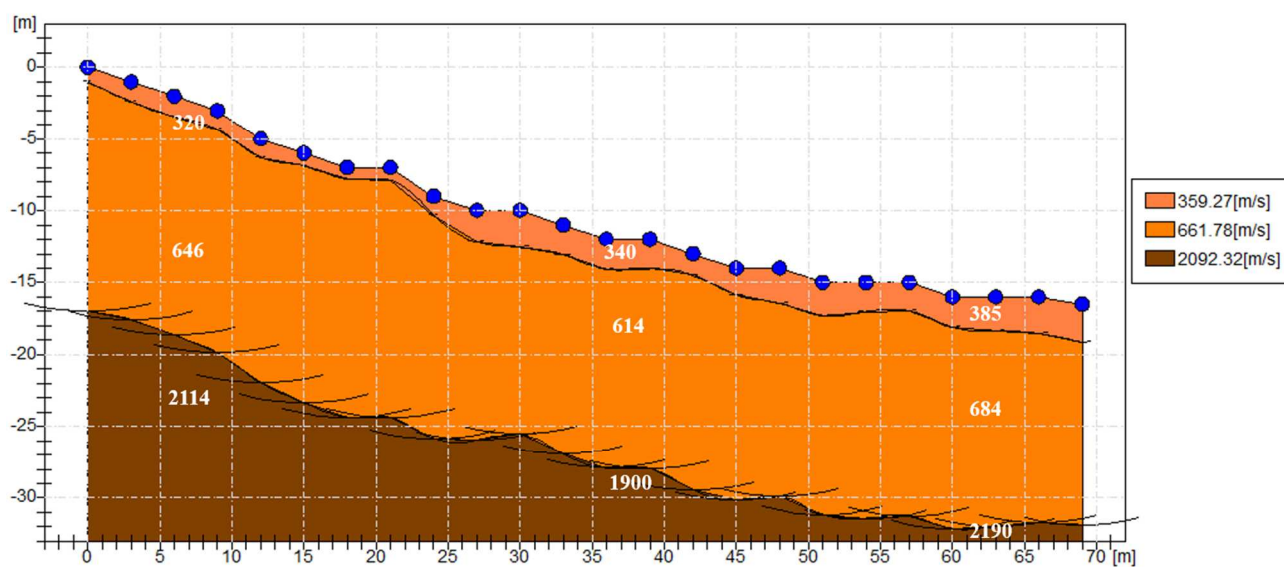
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	1.0	17.0	--
G= 3.0 [m]	1.4	16.6	--
G= 6.0 [m]	1.4	16.7	--
G= 9.0 [m]	1.3	16.9	--
G= 12.0 [m]	1.3	17.0	--
G= 15.0 [m]	0.9	17.3	--
G= 18.0 [m]	0.8	17.4	--
G= 21.0 [m]	0.9	17.4	--
G= 24.0 [m]	1.3	16.9	--
G= 27.0 [m]	2.2	16.0	--
G= 30.0 [m]	2.5	15.5	--
G= 33.0 [m]	2.1	15.9	--
G= 36.0 [m]	2.1	15.9	--
G= 39.0 [m]	2.0	15.9	--
G= 42.0 [m]	1.5	16.4	--
G= 45.0 [m]	1.9	16.2	--
G= 48.0 [m]	2.4	15.9	--
G= 51.0 [m]	2.3	16.2	--
G= 54.0 [m]	2.0	16.4	--
G= 57.0 [m]	2.0	16.2	--
G= 60.0 [m]	2.1	16.1	--
G= 63.0 [m]	2.4	16.0	--
G= 66.0 [m]	2.5	15.7	--
G= 69.0 [m]	2.6	15.4	--
Velocità [m/sec]	359.3	661.8	2092.3
Descrizione			





## SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH



**INDAGINE SISMICA CONGIUNTA MASW + ESAC\_1\_RIMBOCCHI**

---

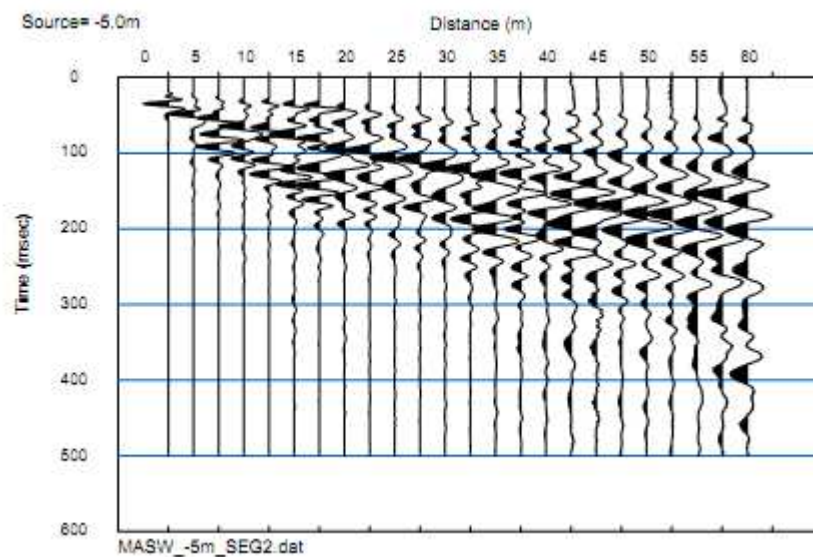
## Geometria dello stendimento MASW

Numero Geofoni: 24

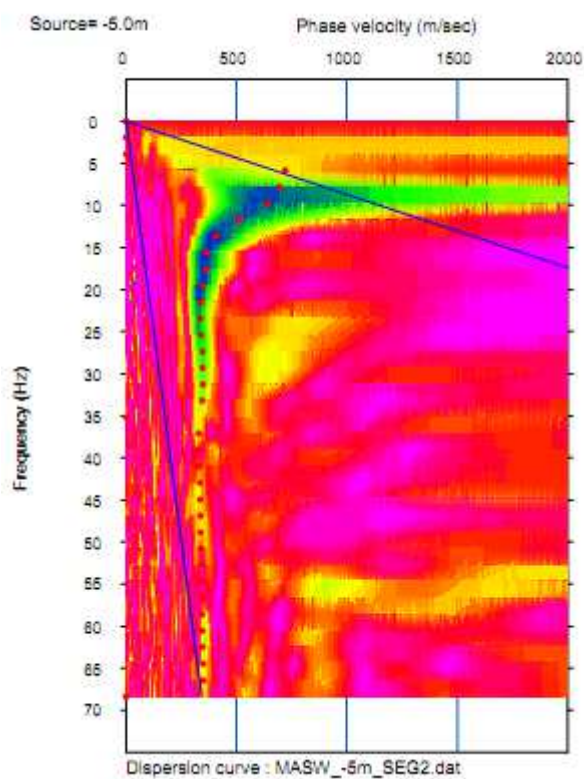
Intervallo (m): 2.5 m

Lunghezza Stendimento (m): 57.5 m

## Sismogramma MASW



## Curva Dispersione MASW



---

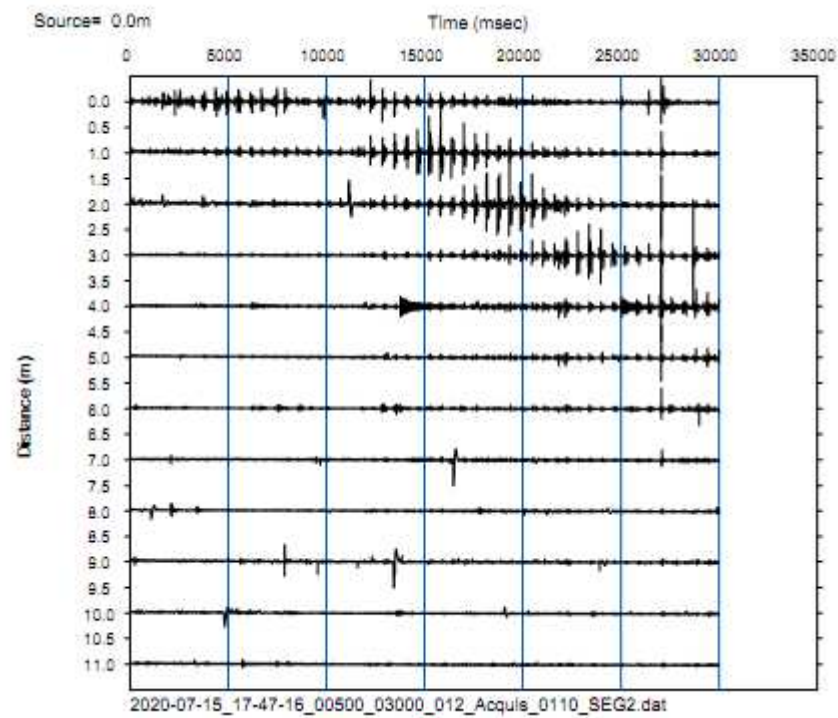
**Geometria dello stendimento ESAC**

Geometria Stendimento: L  
Numero Geofoni: 11  
Intervallo (m): 5 m  
Lunghezza Stendimento (m): 25 m

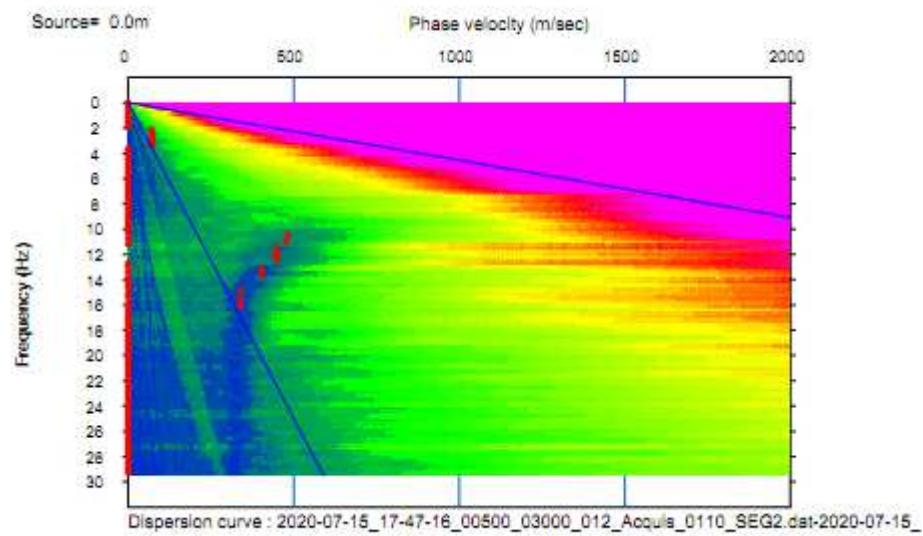
**Coordinate (WGS84 UTM33N)**

Longitudine	Latitudine

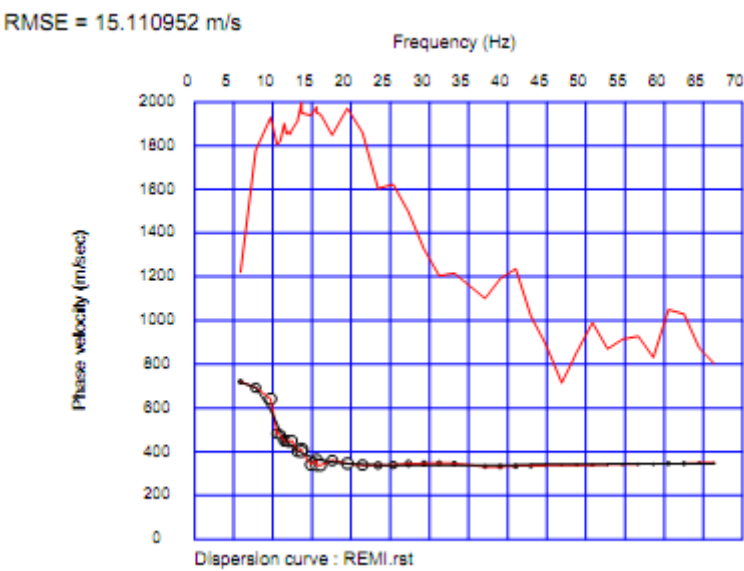
**MAM 2D ESAC**



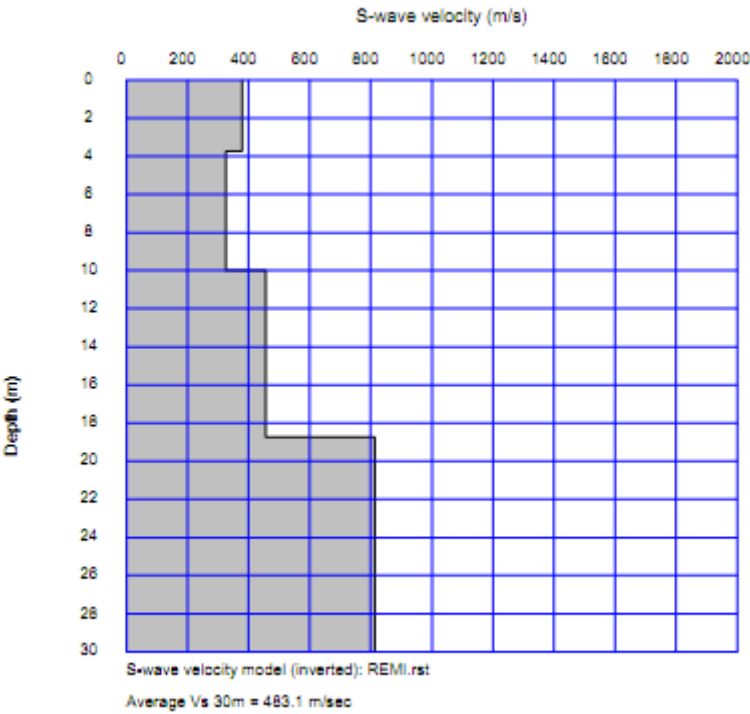
**Curva Dispersione ESAC**



**Curva Teorica e Sperimentale MASW + ESAC 1**



**Profilo Vs MASW + ESAC 1**



**INDAGINE SISMICA MASW\_2\_VAL DELLA META**



---

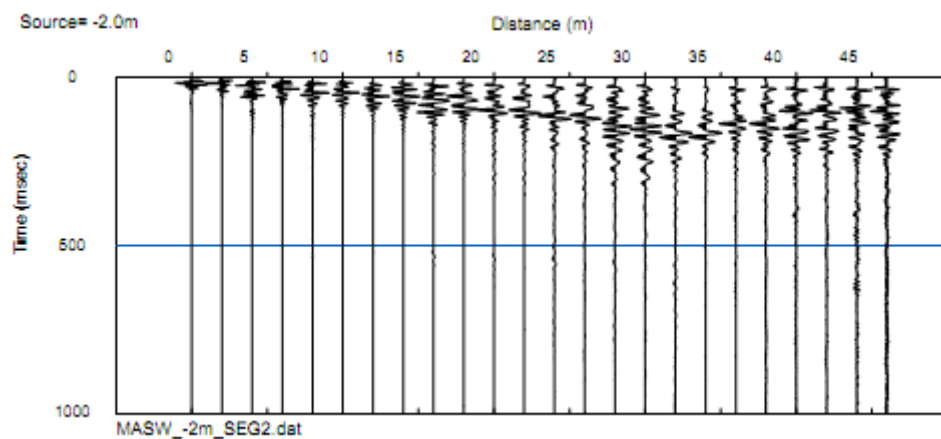
## Geometria dello stendimento MASW

Numero Geofoni: 24

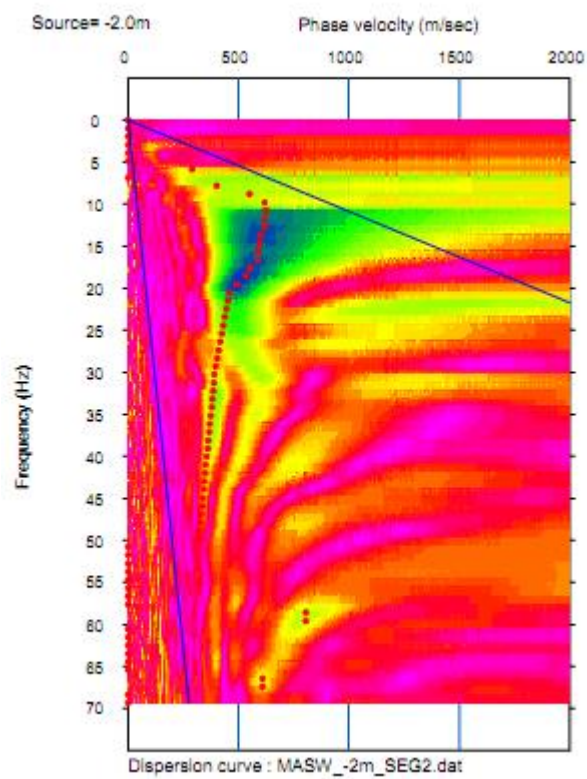
Intervallo (m): 2 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 m

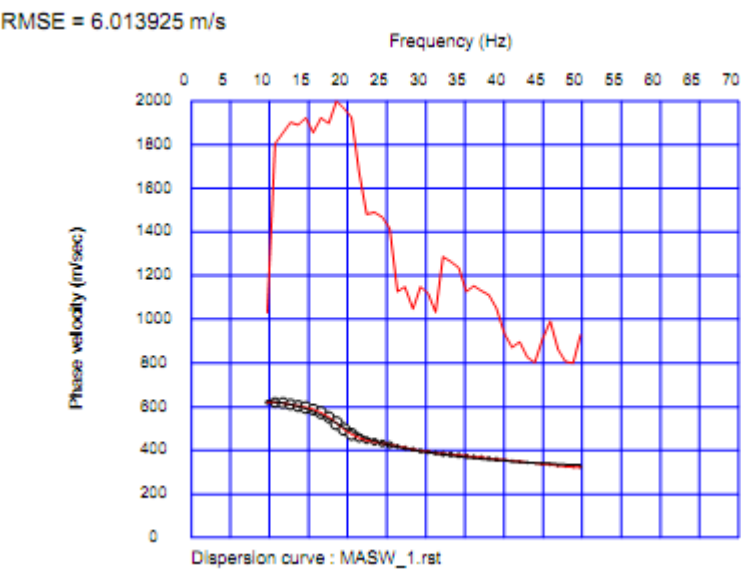
## Sismogramma MASW



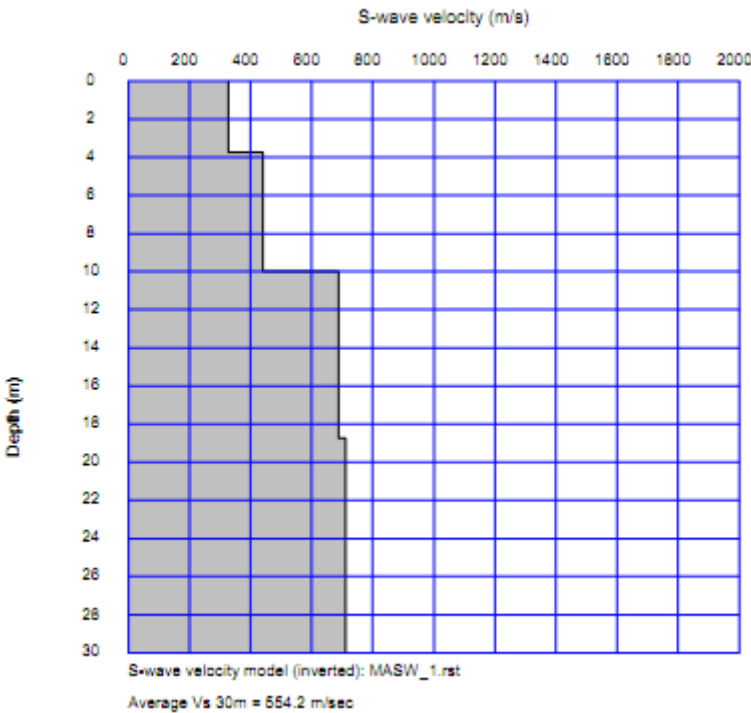
## Curva Dispersione MASW



**Curva Teorica e Sperimentale MASW 2**



**Profilo Vs MASW 2**



**INDAGINE SISMICA CONGIUNTA MASW + ESAC\_3\_CAPOLUOGO**

---

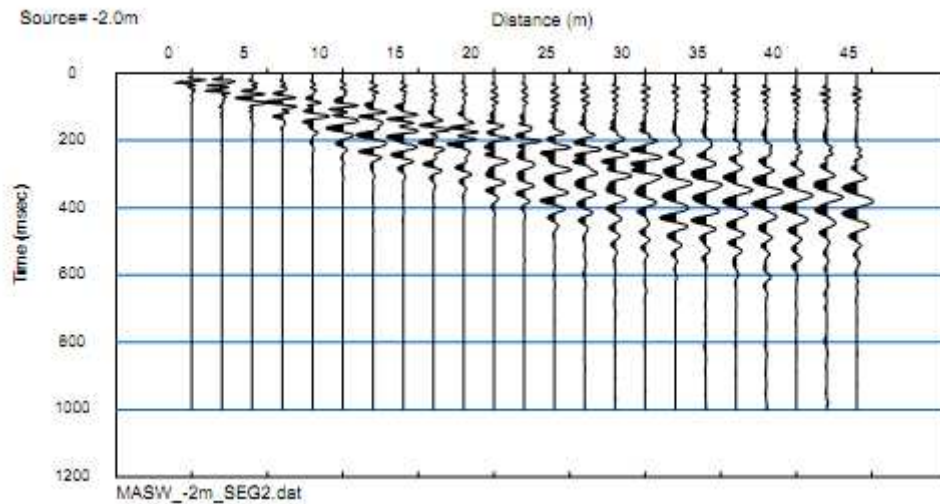
## Geometria dello stendimento MASW

Numero Geofoni: 24

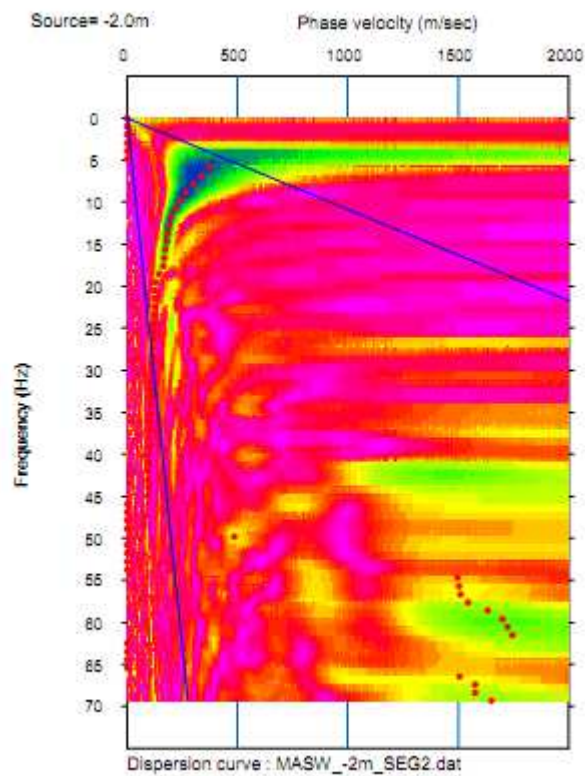
Intervallo (m): 2 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 m

## Sismogramma MASW



## Curva Dispersione MASW



---

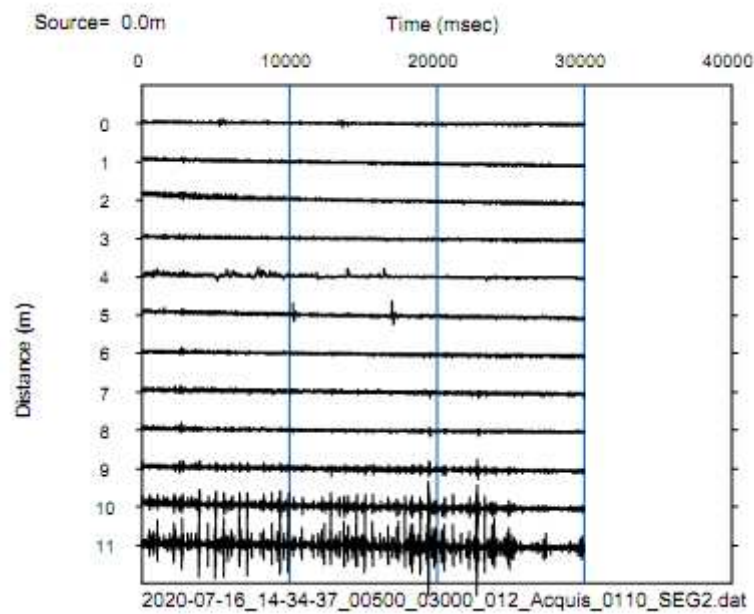
**Geometria dello stendimento ESAC**

Geometria Stendimento: L  
Numero Geofoni: 11  
Intervallo (m): 4 m  
Lunghezza Stendimento (m): 20 m

**Coordinate (WGS84 UTM33N)**

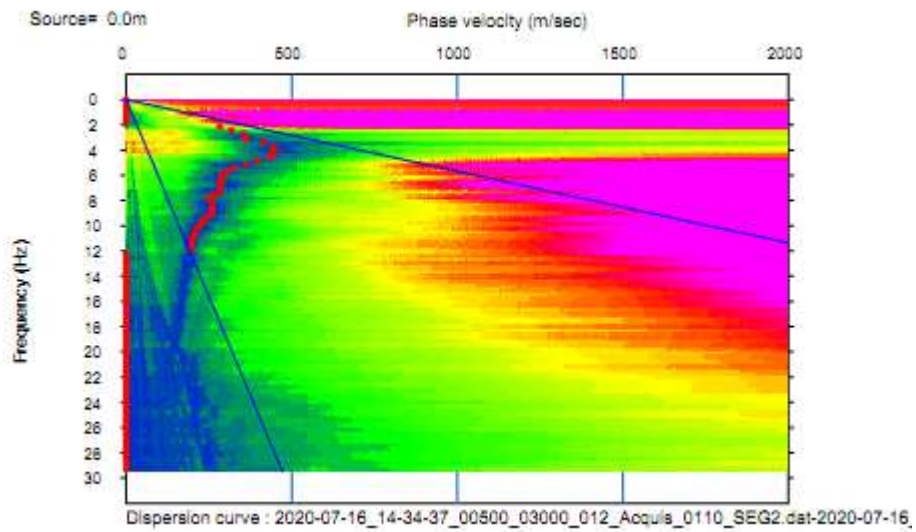
Longitudine	Latitudine

**MAM 2D ESAC**

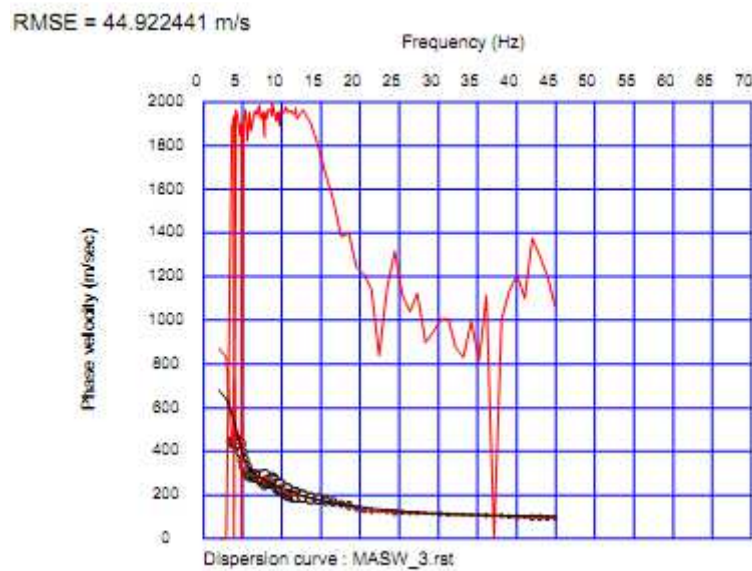


---

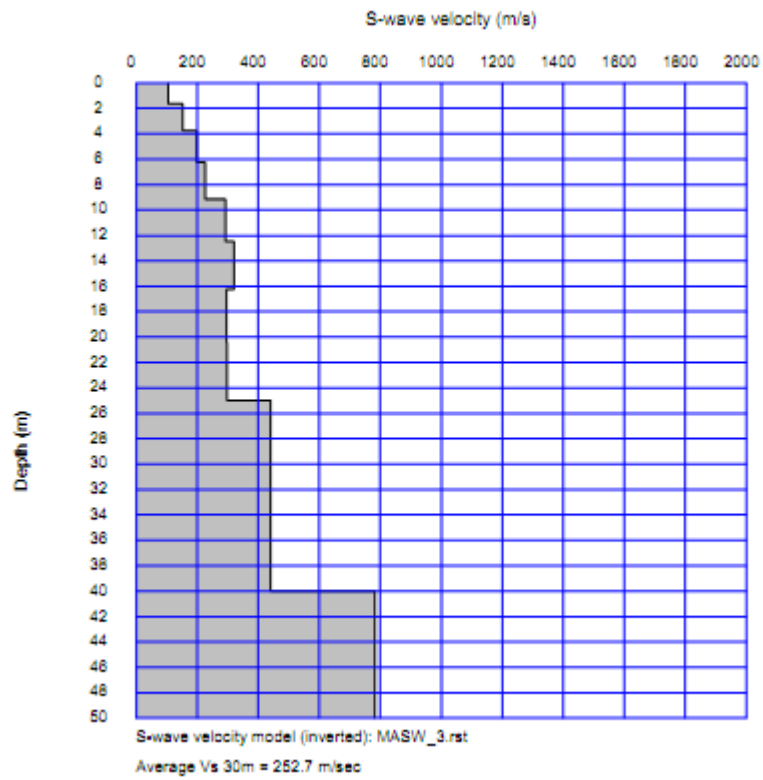
## Curva Dispersione ESAC



## Curva Teorica e Sperimentale MASW + ESAC 3



**Profilo Vs MASW + ESAC 3**



**INDAGINE SISMICA CONGIUNTA MASW + ESAC\_4\_CAPOLUOGO**



---

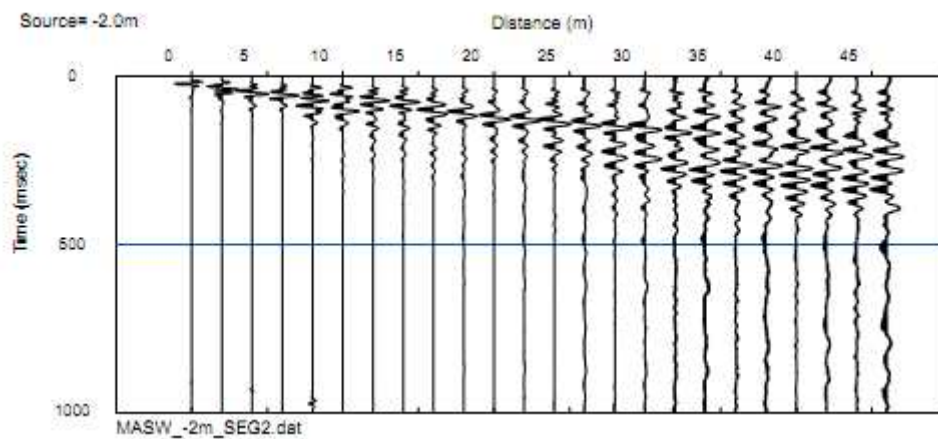
## Geometria dello stendimento MASW

Numero Geofoni: 24

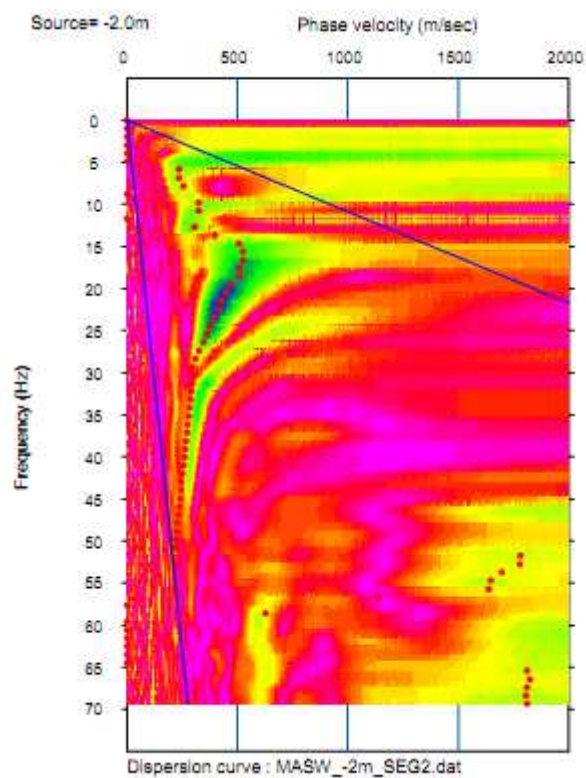
Intervallo (m): 2 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 m

## Sismogramma MASW



## Curva Dispersione MASW



---

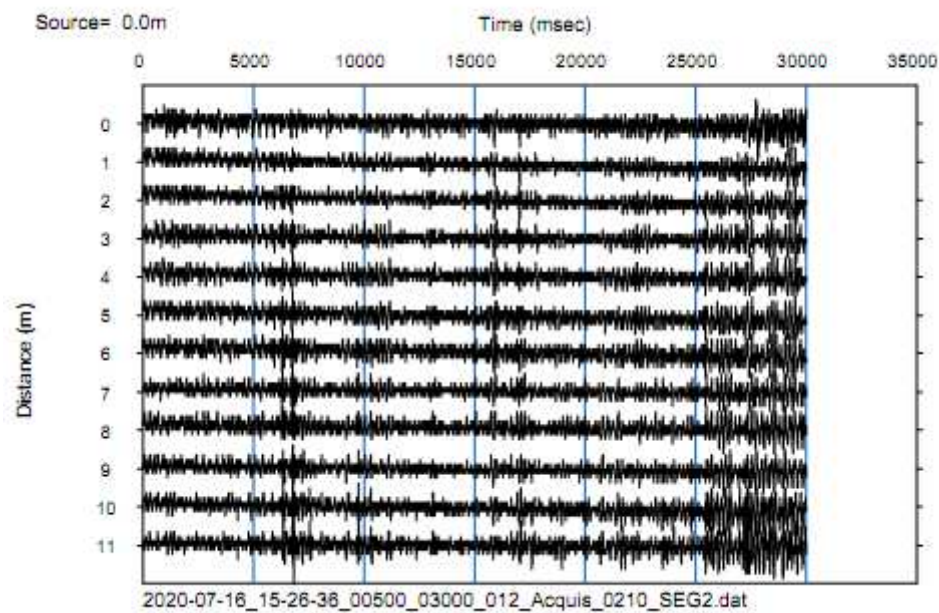
**Geometria dello stendimento ESAC**

Geometria Stendimento: L  
Numero Geofoni: 11  
Intervallo (m): 4 m  
Lunghezza Stendimento (m): 20 m

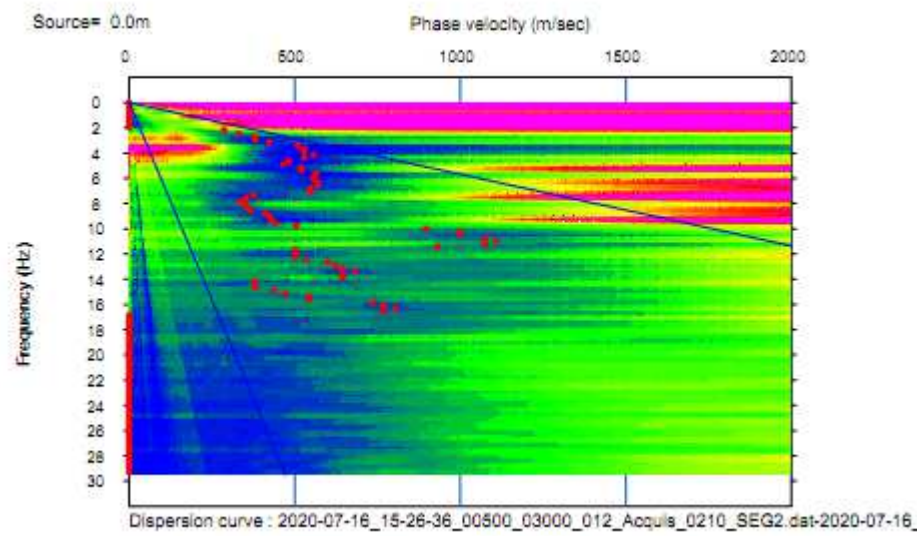
**Coordinate (WGS84 UTM33N)**

Longitudine	Latitudine

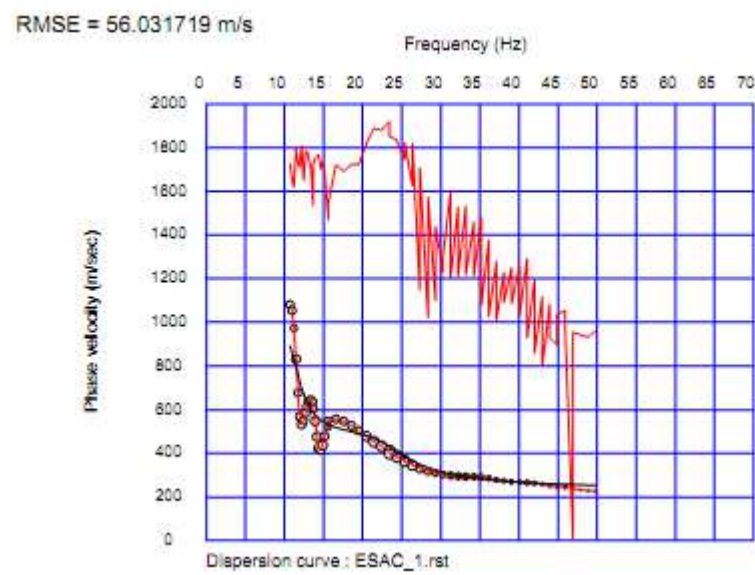
**MAM 2D ESAC**



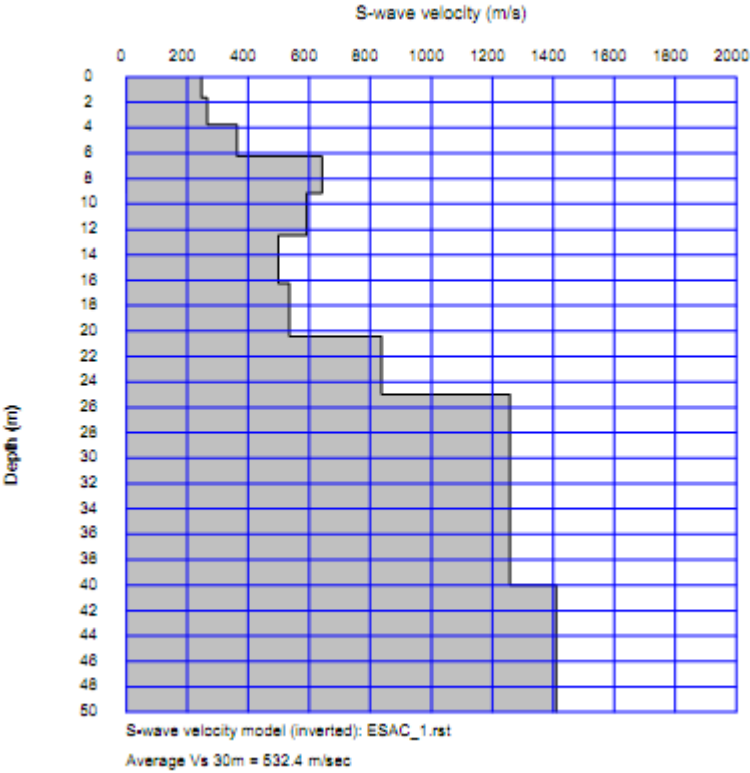
**Curva Dispersione ESAC**



**Curva Teorica e Sperimentale MASW + ESAC 4**



**Profilo Vs MASW + ESAC 4**



**INDAGINE SISMICA CONGIUNTA MASW + ESAC\_5\_BIFORCO**

---

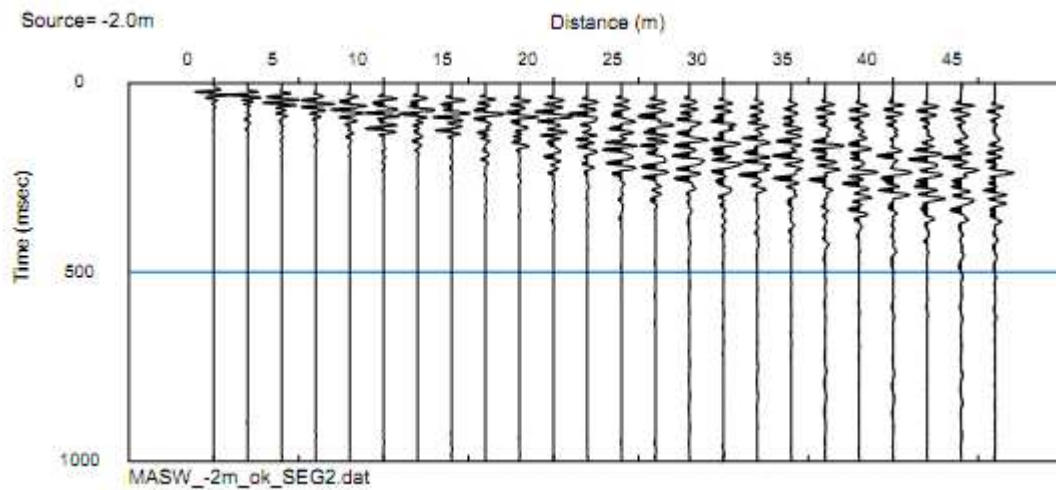
## Geometria dello stendimento MASW

Numero Geofoni: 24

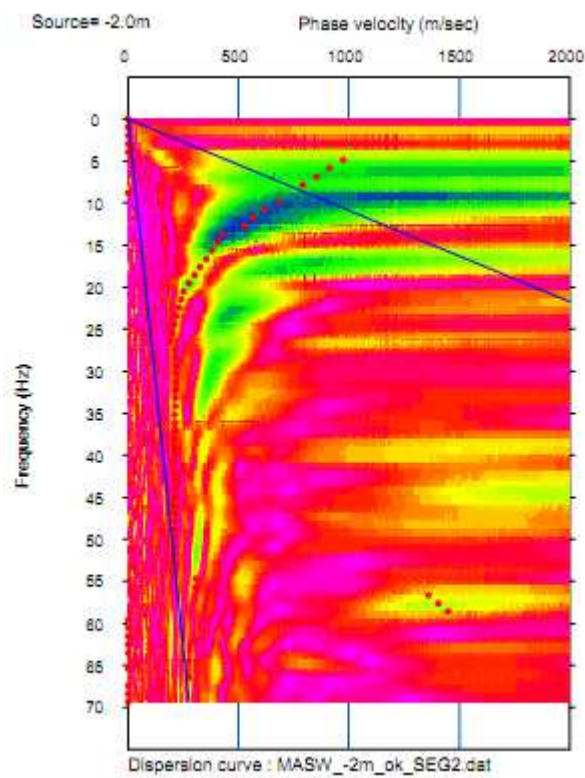
Intervallo (m): 2 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 m

## Sismogramma MASW



## Curva Dispersione MASW



---

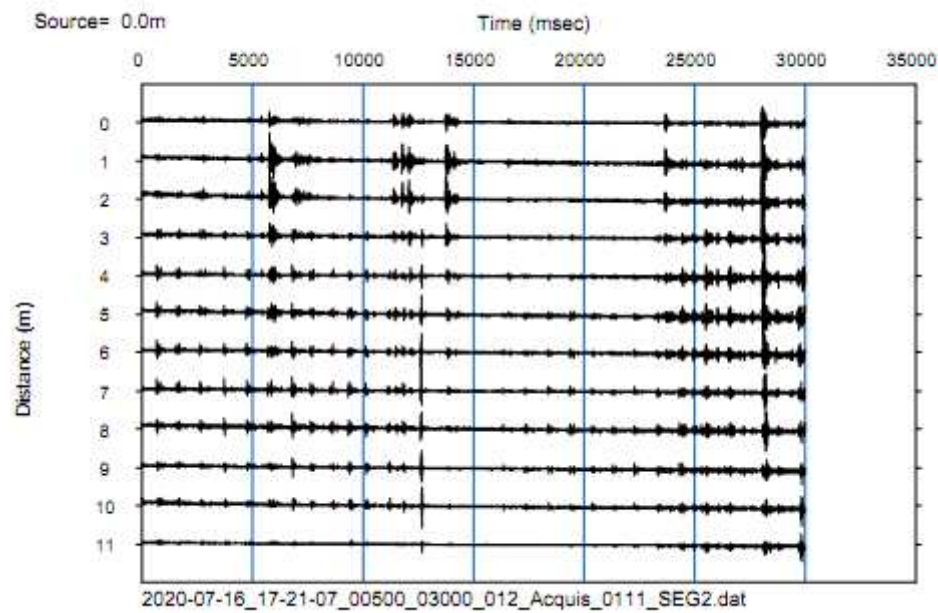
**Geometria dello stendimento ESAC**

Geometria Stendimento: L  
Numero Geofoni: 11  
Intervallo (m): 4 m  
Lunghezza Stendimento (m): 20 m

**Coordinate (WGS84 UTM33N)**

Longitudine	Latitudine

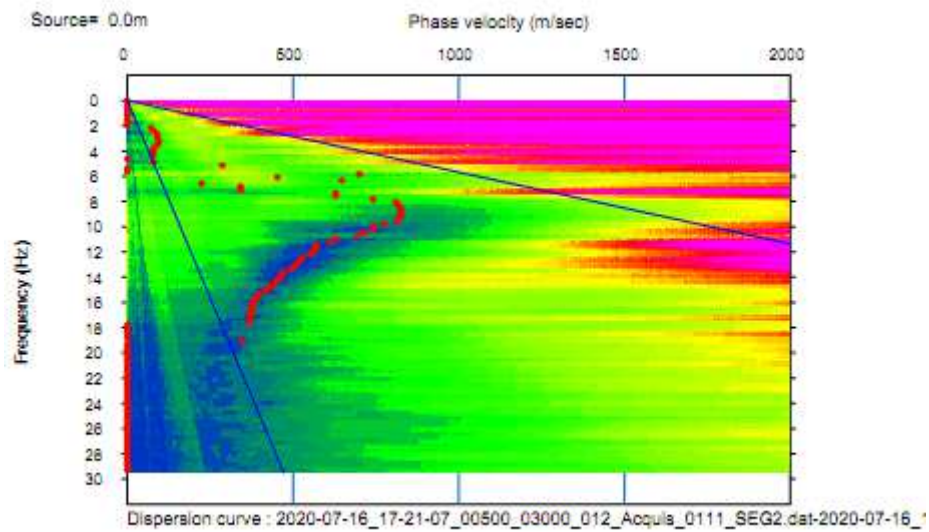
**MAM 2D ESAC**



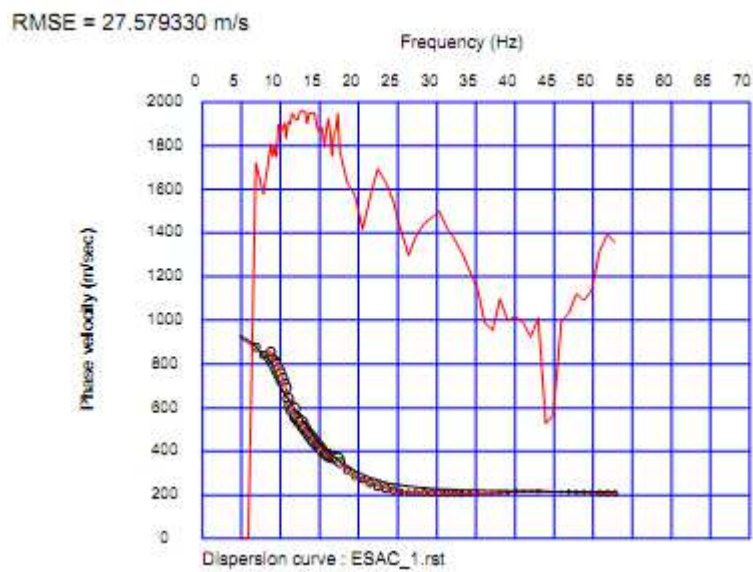


---

## Curva Dispersione ESAC

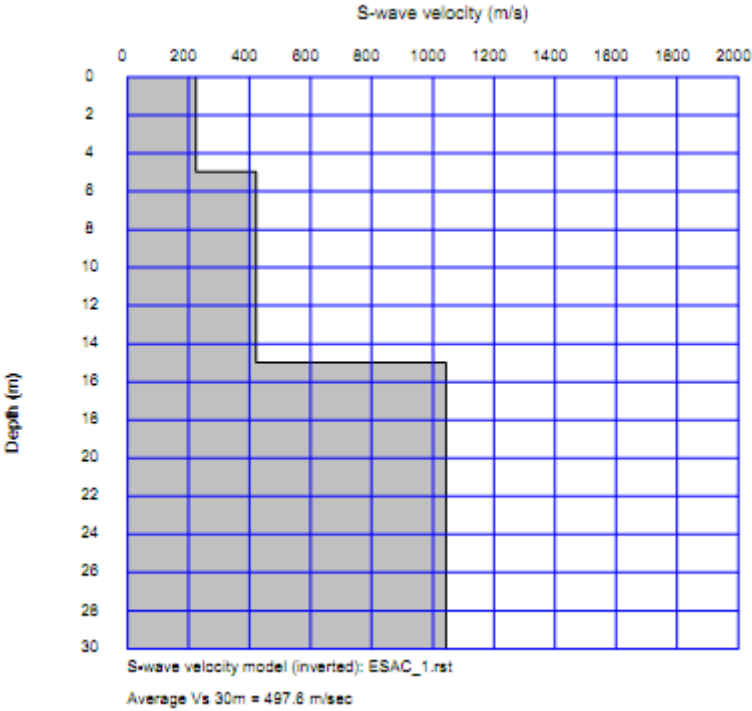


## Curva Teorica e Sperimentale MASW + ESAC 5





**Profilo Vs MASW + ESAC 5**



- **ALLEGATO GRAFICO: ELABORAZIONI INDAGINI DOWN - HOLE**

**DH\_1: DOWN-HOLE 1\_CORSAONE**

---

**Geometria indagine DH 1**

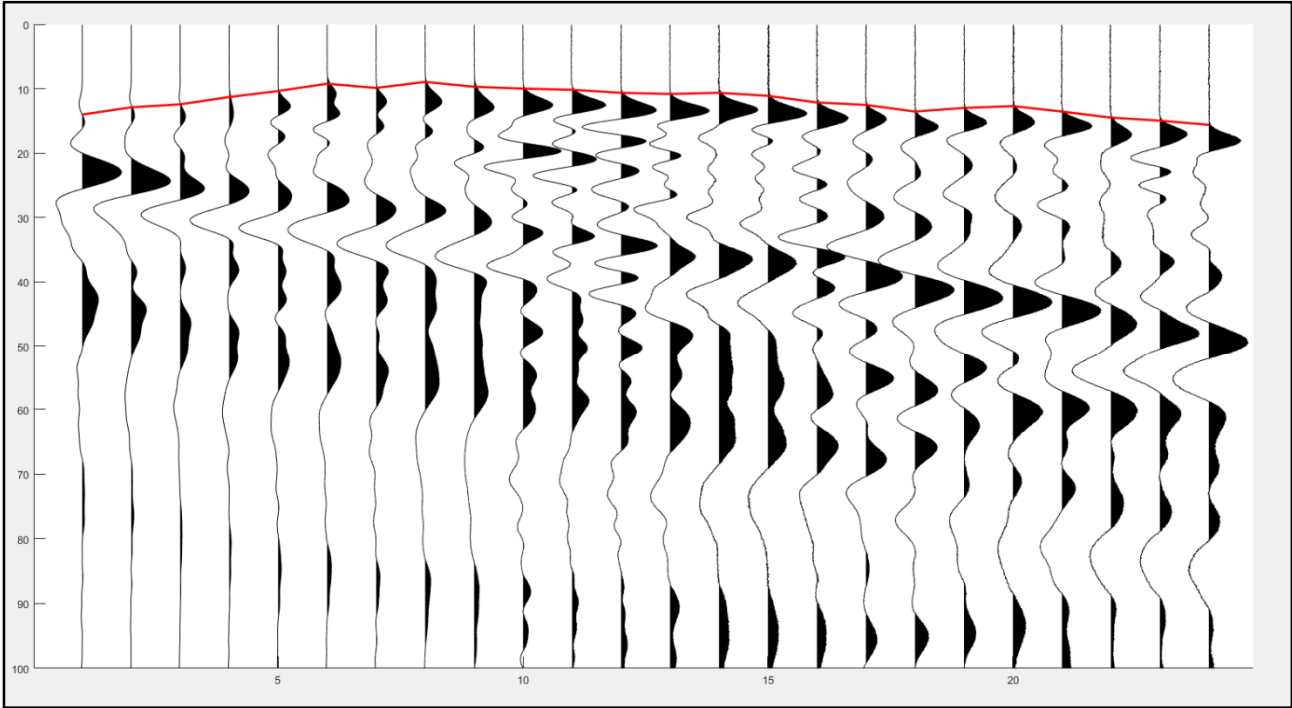
Intervallo (m): 1 m  
Profondità raggiunta (m): 24 m  
Quota (m.s.l.m.): 375

**Coordinate (WGS84 UTM33N)**

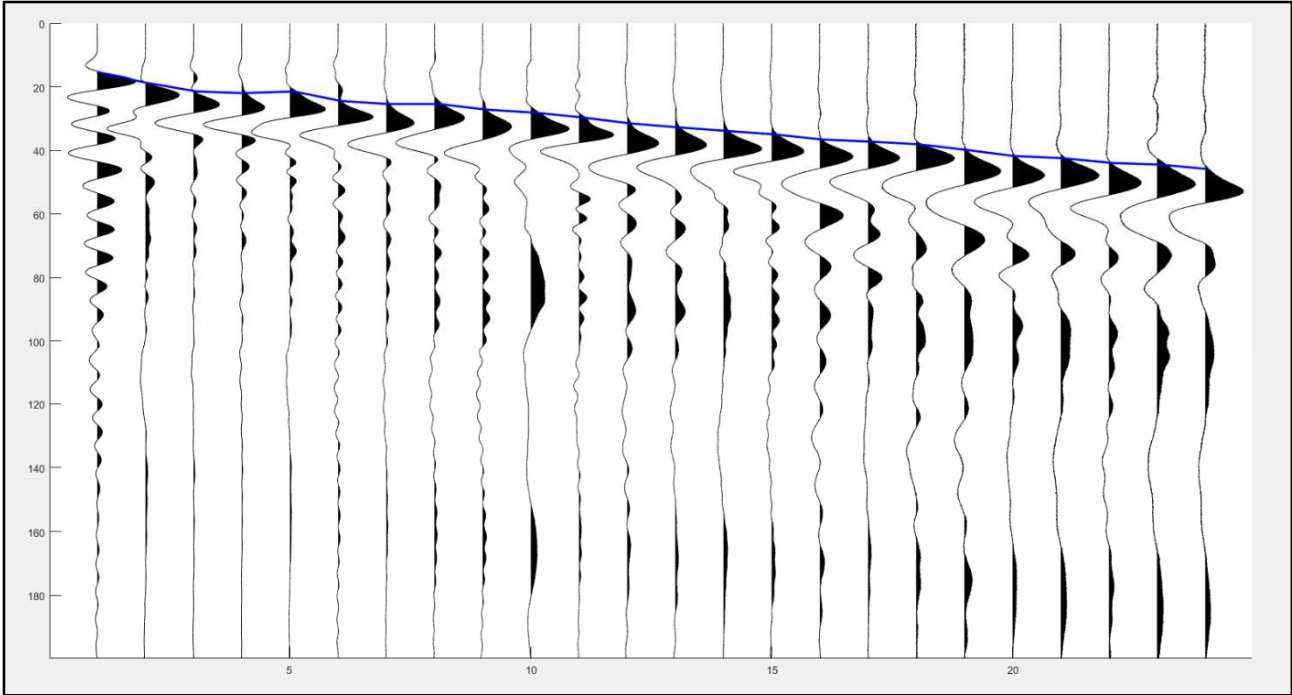
Longitudine	Latitudine

Tracce assemblate Onde P e SH

Onde P



Onde SH



---

**Tempi di arrivo Onde P e SH (Distanza Shot – Bocca Foro: 4m)**

PickingDataSet	PickingBoccaPozzo	Correzioni	Corretti Millisec	Corretti Sec
14.126334	12.628099	0.898343	15.024677	0.015024677
12.884904	13.09546	0.430982	13.315886	0.013315886
12.471094	14.214928	-0.68849	11.782608	0.011782608
11.160696	14.530184	-1.00374	10.156954	0.010156954
10.402045	14.185971	-0.65953	9.742516	0.009742516
8.884742	12.705992	0.82045	9.705192	0.009705192
9.643393	13.640716	-0.11427	9.529119	0.009529119
8.953710	12.783886	0.742556	9.696266	0.009696266
9.806488	14.108077	-0.58164	9.224853	0.009224853
9.781330	13.09546	0.430982	10.212312	0.010212312
10.057203	13.329141	0.197301	10.254504	0.010254504
10.471013	13.640716	-0.11427	10.356739	0.010356739
10.884823	13.562822	-0.03638	10.848443	0.010848443
10.884823	13.09546	0.430982	11.315805	0.011315805
11.091728	13.173354	0.353088	11.444816	0.011444816
11.919348	13.718609	-0.19217	11.727181	0.011727181
12.540062	13.640716	-0.11427	12.425788	0.012425788
13.643556	14.497546	-0.9711	12.672452	0.012672452
13.160777	13.407035	0.119407	13.280184	0.013280184
12.609031	12.472311	1.054131	13.663162	0.013663162
13.505619	13.09546	0.430982	13.936601	0.013936601
14.678080	13.562822	-0.03638	14.641700	0.0146417
14.816017	14.030184	-0.50374	14.312275	0.014312275
15.643637	14.419652	-0.89321	14.750427	0.014750427

15.234038	0.015234
18.644572	0.018645
21.372999	0.021373
21.918684	0.021919
21.372999	0.021373
24.374268	0.024374
25.329218	0.025329
25.329218	0.025329
27.102695	0.027103
28.057644	0.028058
29.558279	0.029558
31.468178	0.031468
32.695970	0.032696
33.787341	0.033787
34.878712	0.034879
36.515768	0.036516
37.197874	0.037198
38.016403	0.038016
39.789880	0.039790
41.699779	0.041700
42.381885	0.042382
43.882520	0.043883
44.428206	0.044428
45.792419	0.045792

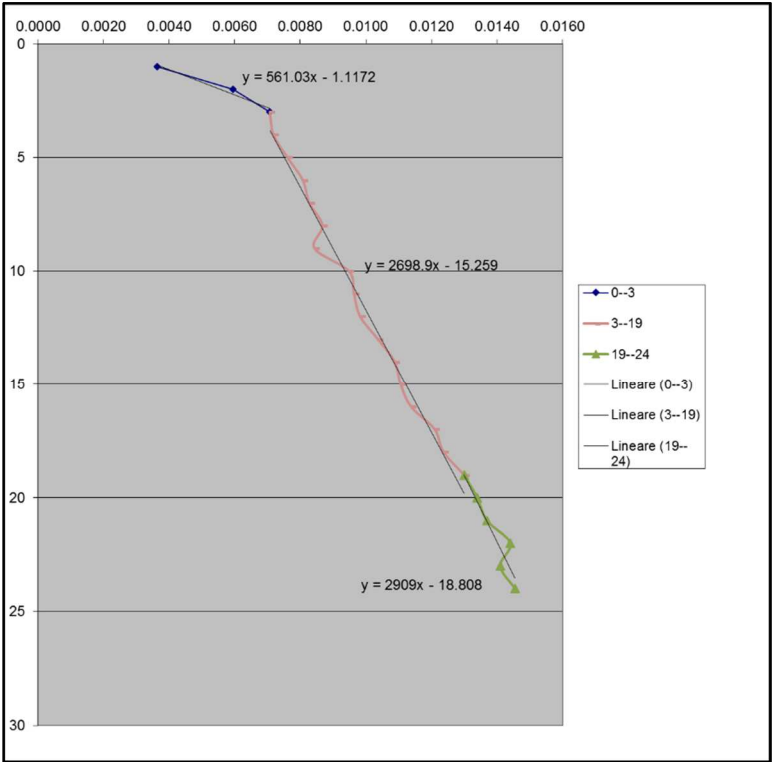
---

---

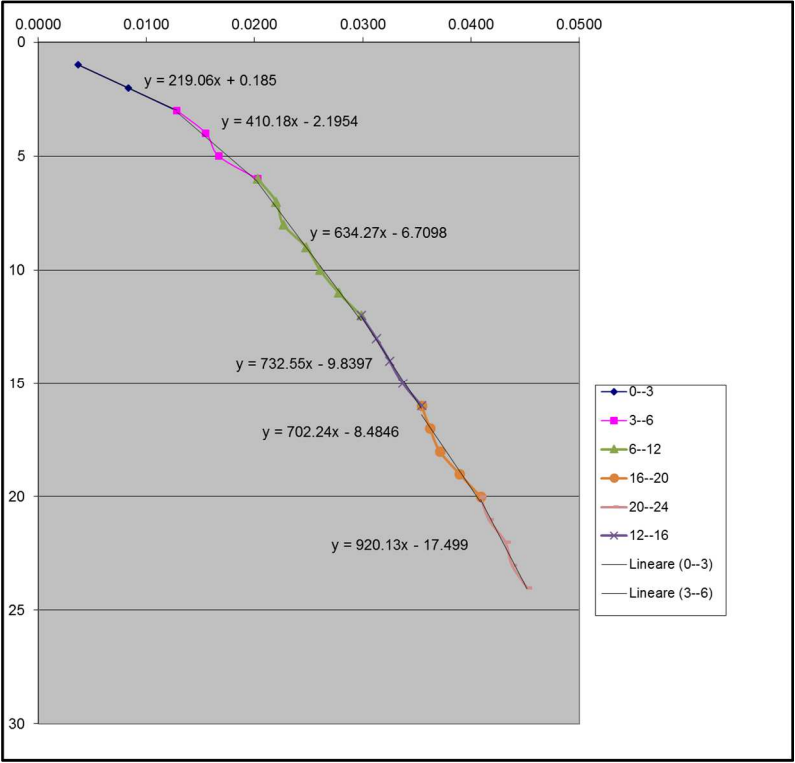
Tempi di arrivo corretti			
Onde SH		Onde P	
1	0.0037	1	0.0036
2	0.0083	2	0.0060
3	0.0128	3	0.0071
4	0.0155	4	0.0072
5	0.0167	5	0.0076
6	0.0203	6	0.0081
7	0.0220	7	0.0083
8	0.0227	8	0.0087
9	0.0248	9	0.0084
10	0.0261	10	0.0095
11	0.0278	11	0.0096
12	0.0299	12	0.0098
13	0.0313	13	0.0104
14	0.0325	14	0.0109
15	0.0337	15	0.0111
16	0.0354	16	0.0114
17	0.0362	17	0.0121
18	0.0371	18	0.0124
19	0.0389	19	0.0130
20	0.0409	20	0.0134
21	0.0416	21	0.0137
22	0.0432	22	0.0144
23	0.0438	23	0.0141
24	0.0452	24	0.0145

---

Onde P

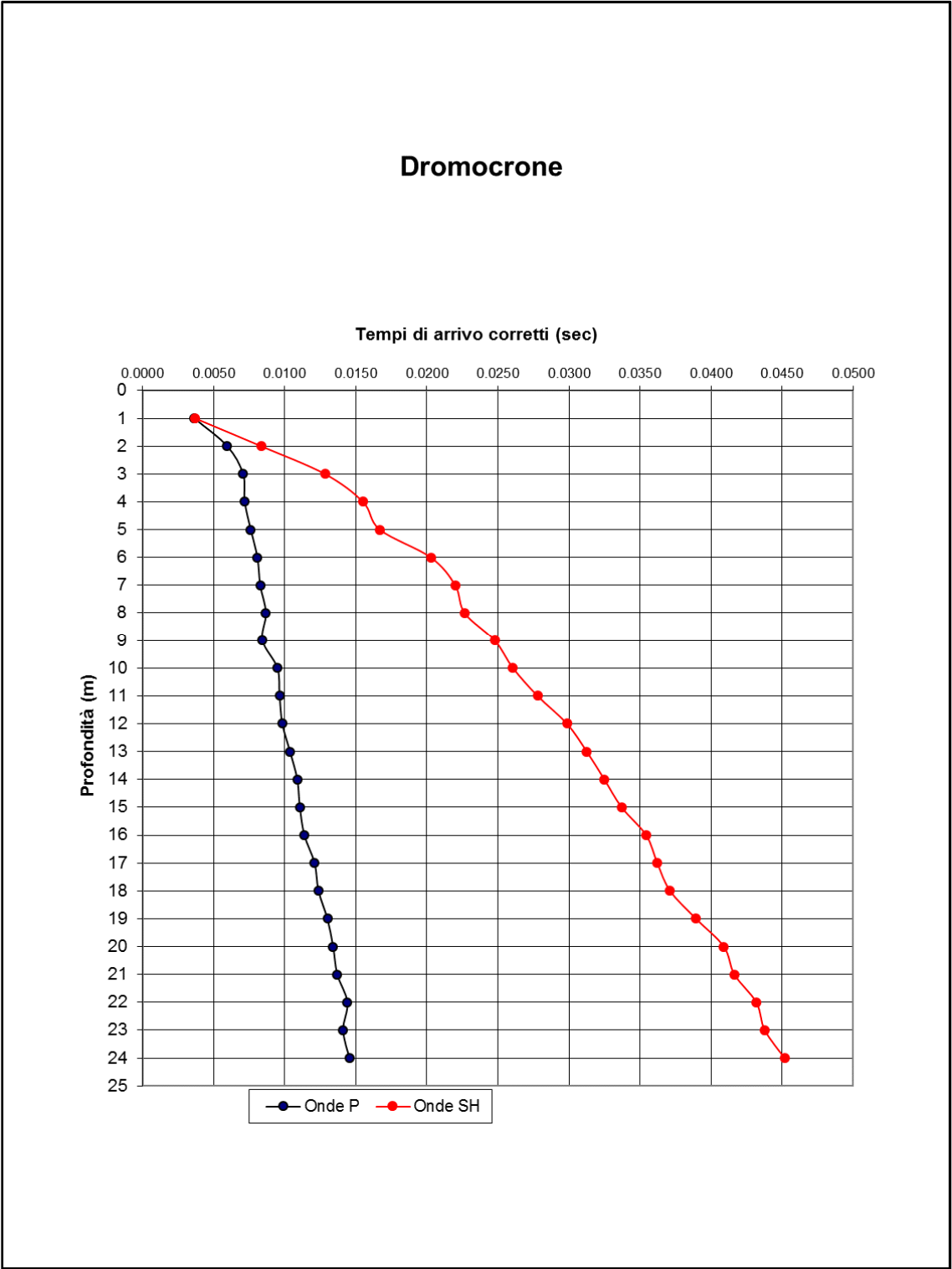


Onde SH

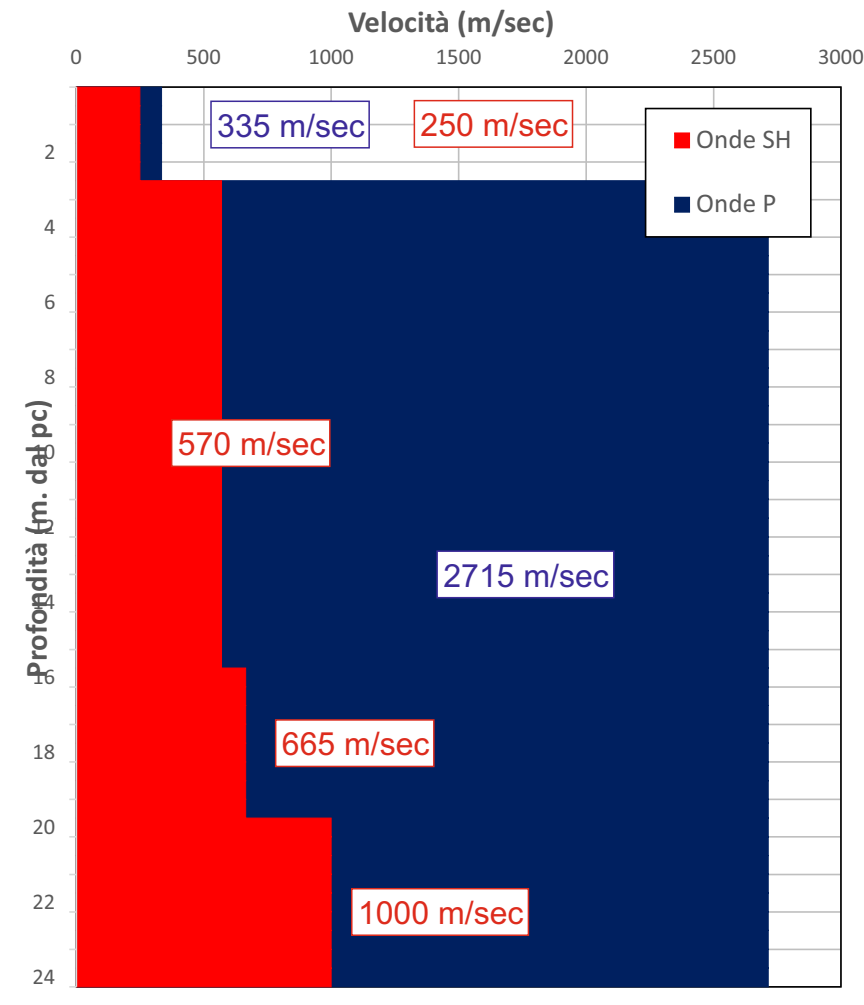
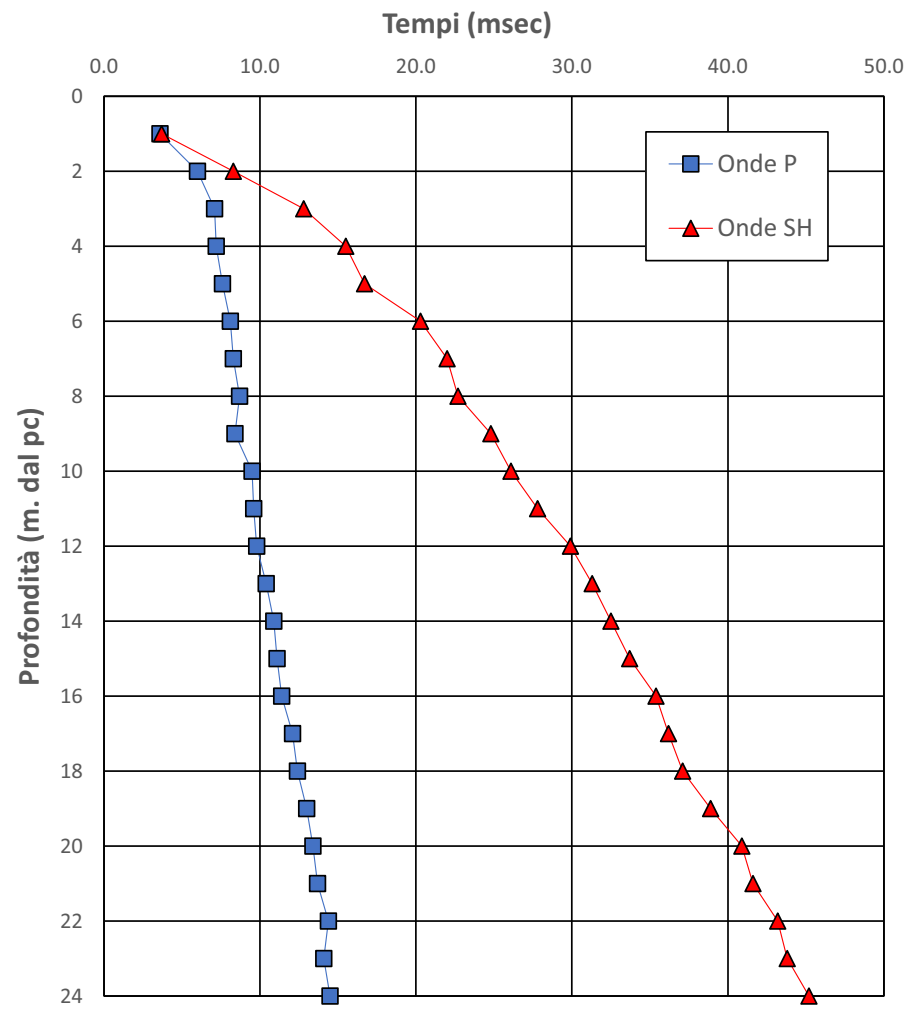




Dromocrone Onde P e SH



**Programma: MS3 - Comune di: Chiusi della Verna (AR) - Località: Corsalone - DHS 8**



**DH\_2: DOWN-HOLE 2\_CAPOLUOGO**

---

**Geometria indagine DH 2**

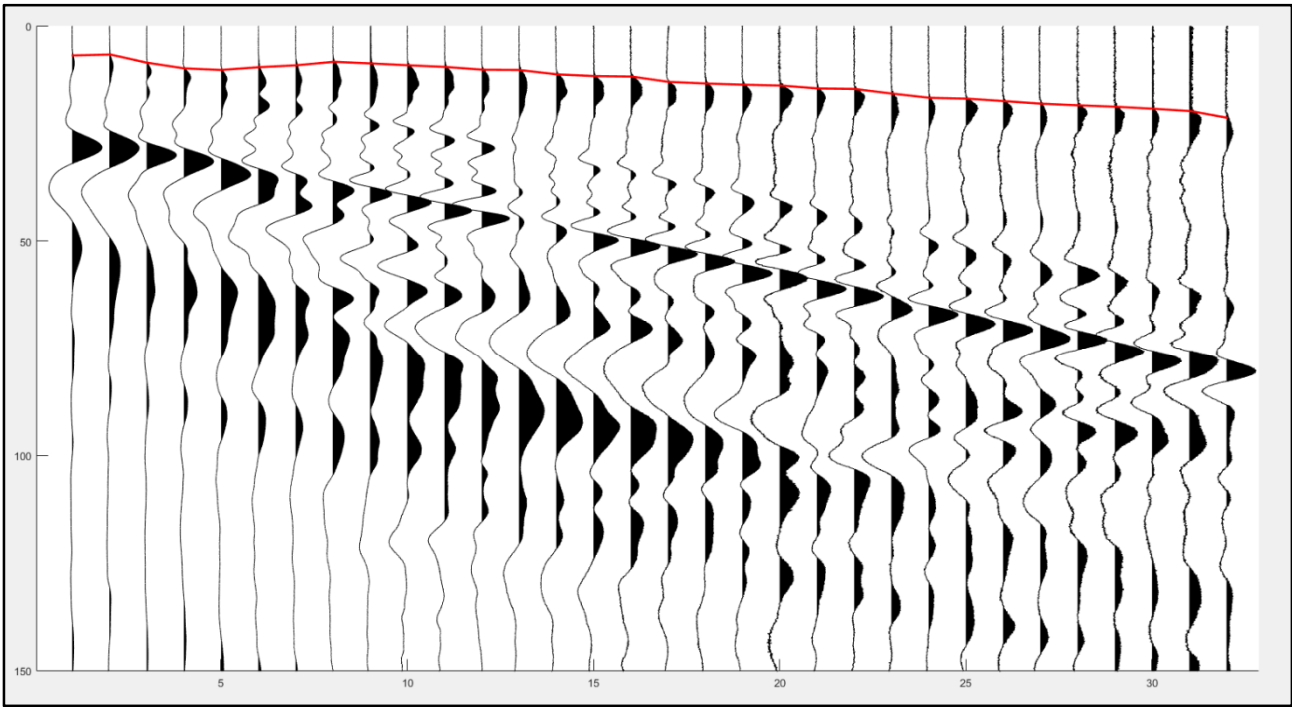
Intervallo (m): 1 m  
Profondità raggiunta (m): 32 m  
Quota (m.s.l.m.): 900

**Coordinate (WGS84 UTM33N)**

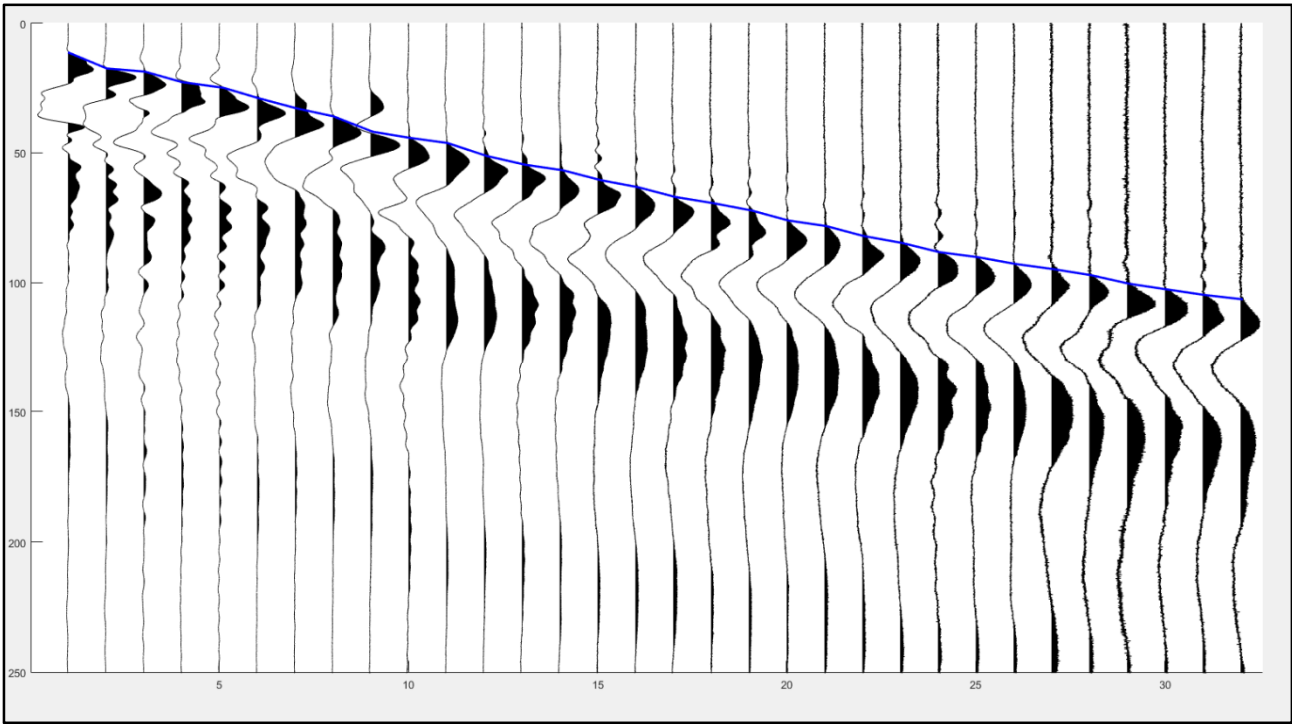
Longitudine	Latitudine

Tracce assemblate Onde P e SH

Onde P



Onde SH



---

**Tempi di arrivo Onde P e SH (Distanza Shot – Bocca Foro: 4m)**

PickingDataSet	PickingBoccaPozzo	Correzioni	Corretti Millisec	Corretti Sec
6.869244	10.547366	0.410092	7.279336	0.007279336
6.651791	10.03703	0.920428	7.572219	0.007572219
8.500142	10.620271	0.337187	8.837329	0.008837329
9.859224	10.766082	0.191376	10.050600	0.0100506
10.239766	10.911892	0.045566	10.285332	0.010285332
9.587407	11.568038	-0.61058	8.976827	0.008976827
9.152501	10.693177	0.264281	9.416782	0.009416782
8.337052	11.130607	-0.17315	8.163903	0.008163903
8.717595	10.547366	0.410092	9.127687	0.009127687
9.152501	10.766082	0.191376	9.343877	0.009343877
9.533044	10.693177	0.264281	9.797325	0.009797325
10.185403	10.838987	0.118471	10.303874	0.010303874
10.239766	10.255746	0.701712	10.941478	0.010941478
11.272668	11.057702	-0.10024	11.172424	0.011172424
11.653211	11.057702	-0.10024	11.552967	0.011552967
11.761938	10.255746	0.701712	12.463650	0.01246365
13.012293	11.057702	-0.10024	12.912049	0.012912049
13.392835	11.057702	-0.10024	13.292591	0.013292591
13.664652	10.911892	0.045566	13.710218	0.013710218
13.882105	10.838987	0.118471	14.000576	0.014000576
14.534464	11.057702	-0.10024	14.434220	0.01443422
14.643190	10.547366	0.410092	15.053282	0.015053282
15.730456	10.911892	0.045566	15.776022	0.015776022
16.708994	11.568038	-0.61058	16.098414	0.016098414
16.926447	11.203513	-0.24606	16.680392	0.016680392
17.470080	11.203513	-0.24606	17.224025	0.017224025
18.068076	12.005469	-1.04801	17.020065	0.017020065
18.448619	10.984797	-0.02734	18.421280	0.01842128
18.774798	11.130607	-0.17315	18.601649	0.018601649
19.264068	11.130607	-0.17315	19.090919	0.019090919
19.807700	10.766082	0.191376	19.999076	0.019999076
21.384235	12.515805	-1.55835	19.825888	0.019825888

---

---

11.256469	0.011256
17.476217	0.017476
18.672322	0.018672
22.739081	0.022739
24.892071	0.024892
28.958829	0.028959
33.025588	0.033026
35.896241	0.035896
41.876768	0.041877
44.268978	0.044269
46.182747	0.046183
51.206390	0.051206
54.555485	0.054555
56.708475	0.056708
60.536012	0.060536
63.167444	0.063167
66.994982	0.066995
69.387192	0.069387
72.257845	0.072258
76.085383	0.076085
78.238372	0.078238
82.065910	0.082066
84.697342	0.084697
88.285658	0.088286
90.199427	0.090199
92.830859	0.092831
94.744627	0.094745
97.136838	0.097137
100.485930	0.100486
102.638920	0.102639
104.791910	0.104792
106.466460	0.106466

---

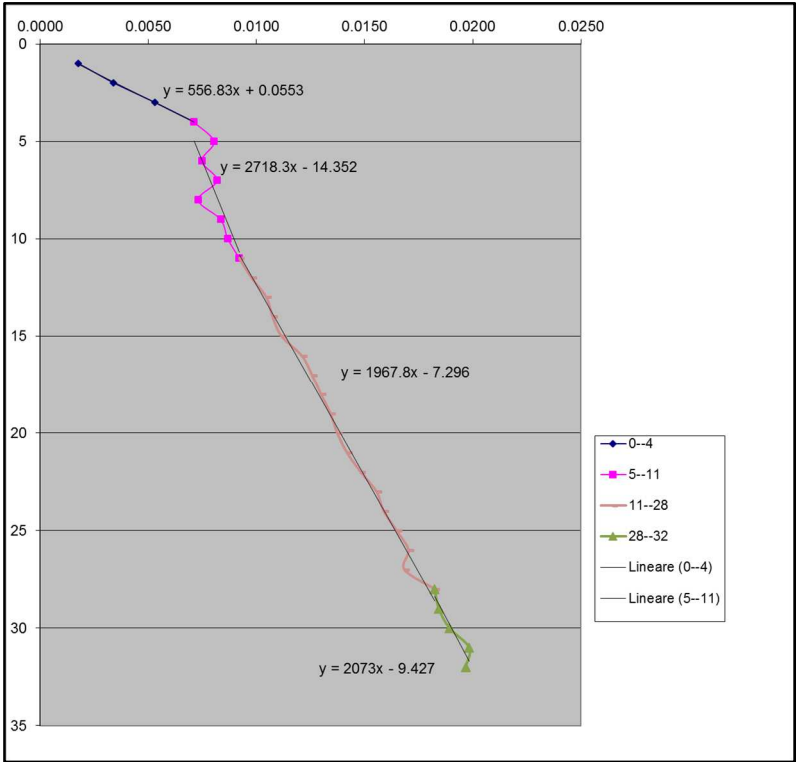
---

Tempi di arrivo corretti			
Onde SH		Onde P	
1	0.0027	1	0.0018
2	0.0078	2	0.0034
3	0.0112	3	0.0053
4	0.0161	4	0.0071
5	0.0194	5	0.0080
6	0.0241	6	0.0075
7	0.0287	7	0.0082
8	0.0321	8	0.0073
9	0.0383	9	0.0083
10	0.0411	10	0.0087
11	0.0434	11	0.0092
12	0.0486	12	0.0098
13	0.0521	13	0.0105
14	0.0545	14	0.0107
15	0.0585	15	0.0112
16	0.0613	16	0.0121
17	0.0652	17	0.0126
18	0.0677	18	0.0130
19	0.0707	19	0.0134
20	0.0746	20	0.0137
21	0.0769	21	0.0142
22	0.0807	22	0.0148
23	0.0834	23	0.0155
24	0.0871	24	0.0159
25	0.0891	25	0.0165
26	0.0918	26	0.0170
27	0.0937	27	0.0168
28	0.0962	28	0.0182
29	0.0995	29	0.0184
30	0.1017	30	0.0189
31	0.1039	31	0.0198
32	0.1056	32	0.0197

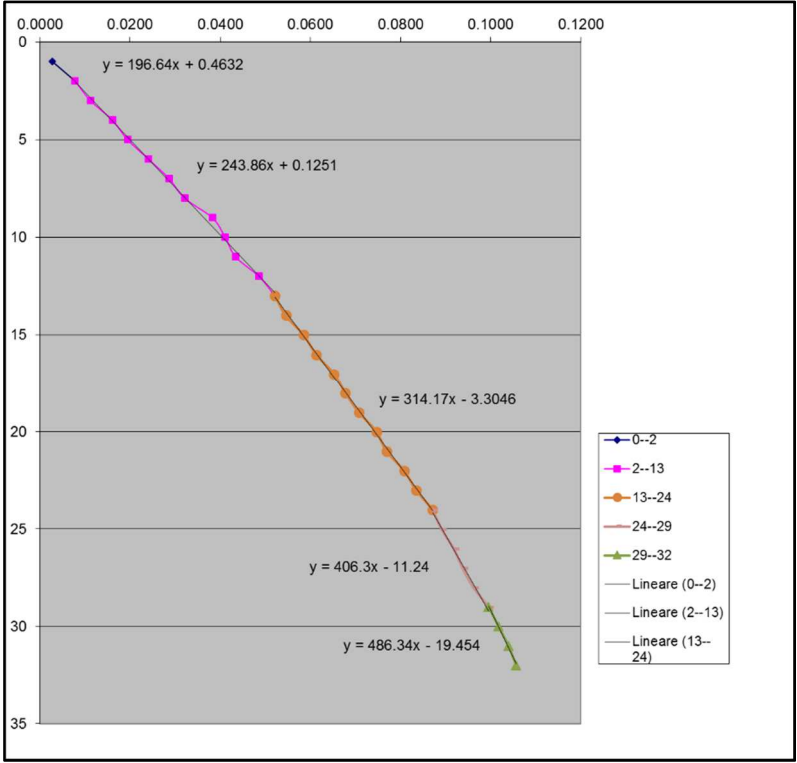
---



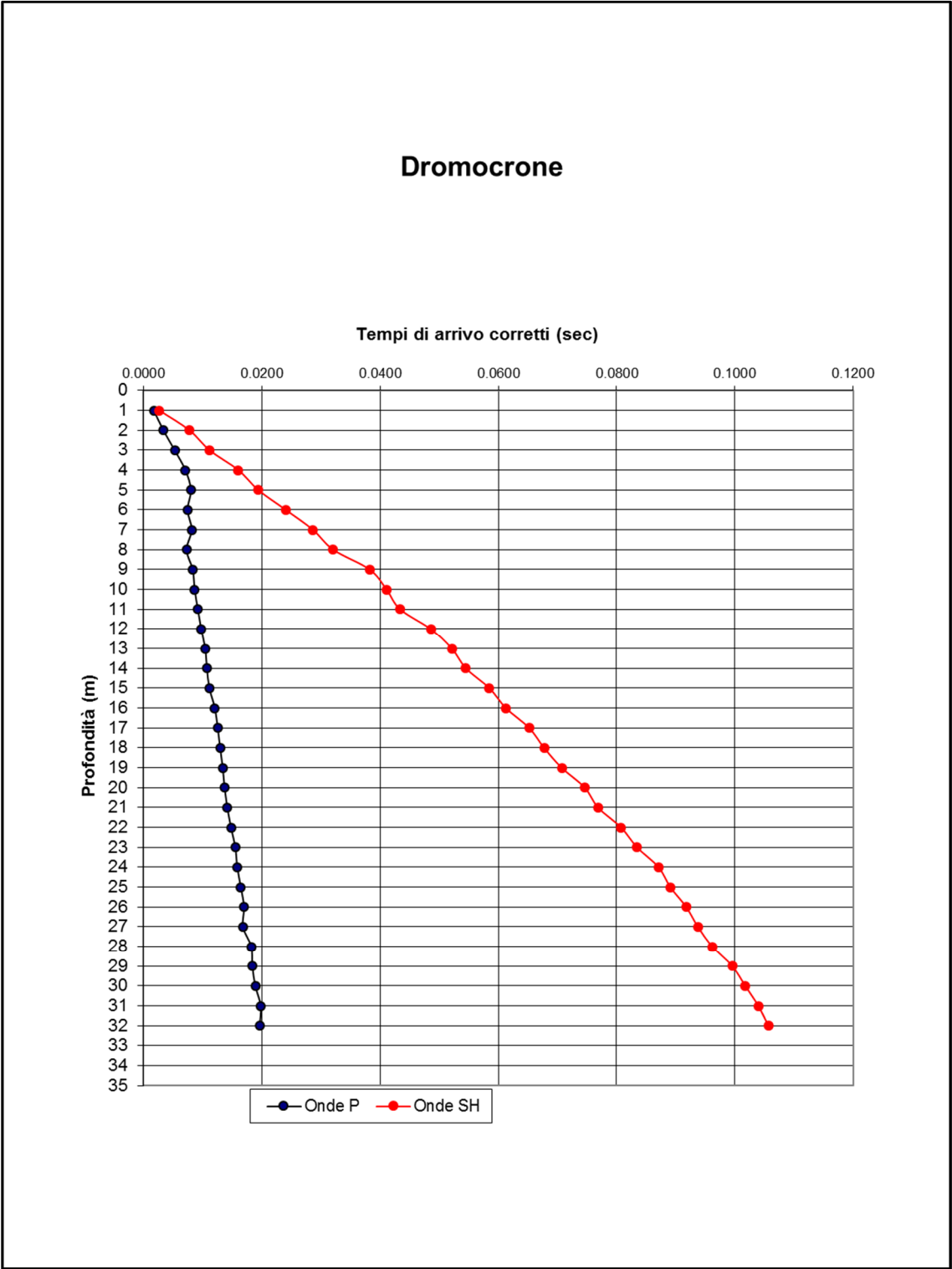
Onde P



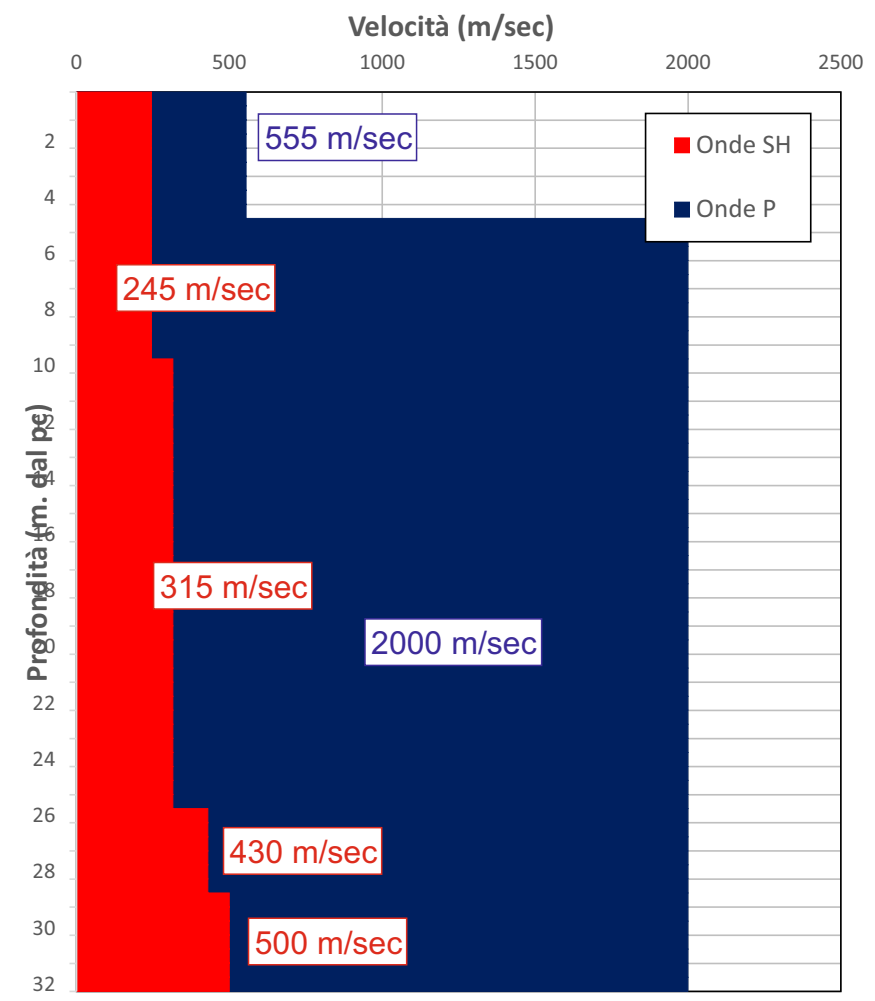
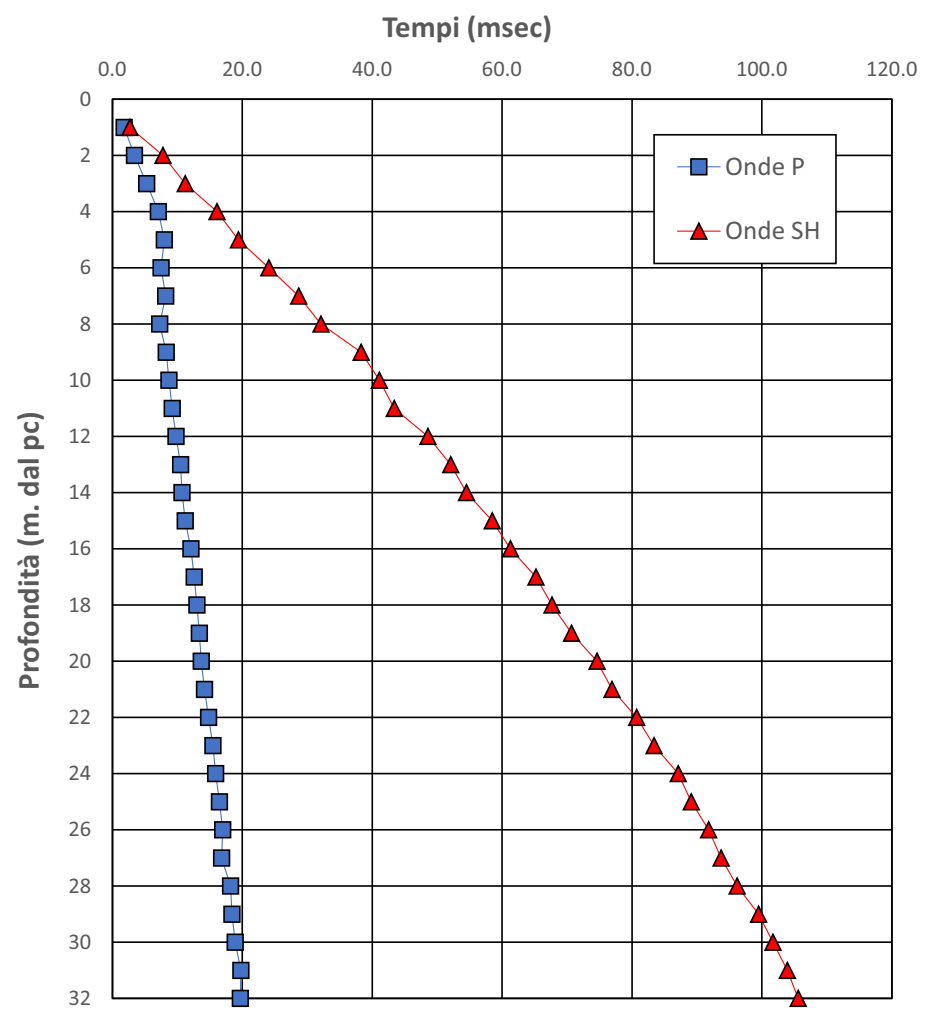
Onde SH



Dromocrone Onde P e SH



**Programma: MS3 - Comune di: Chiusi della Verna (AR) - Località: Capoluogo Cimitero - DHS 9**



- **ALLEGATO GRAFICO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI (Scala 1:5000) CASE NUOVE – CHIUSI – COMPITO – COREZZO – CORSALONE – FRASSINETA – RIMBOCCHI/BIFORCO – VAL DELLA META**

