

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione indagini geofisiche

Regione Toscana

Comune di Lastra a Signa Firenze (FI)

Regione	Soggetto realizzatore:	Data
Regione Toscana - Settore Sismica	Comune di Lastra a Signa/Servizio Assetto del Territorio/RUP Dott.Arch. Professionisti incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Dott. Geol. Cristian Pieroni Dott. Geol. Francesco Puccettii  <small>Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 Firenze tel.055/511310, 055/51684, fax.055/622229 E: info@grecoecoprogetti.com</small>	Giugno 2020

INDICE RELAZIONE

1 – PREMESSA	2
1.1 UBICAZIONE AREA DI STUDIO	2
1.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE	2
1.3 STRUTTURA DELLA RELAZIONE	2
2 – LE ONDE DI SUPERFICIE	3
2.1 DESCRIZIONE DELLE ONDE DI SUPERFICIE	3
2.2 CENNI TEORICI	4
2.3 PROPRIETA' RIASSUNTIVE DELLE ONDE SUPERFICIALI	7
3 – INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE	9
3.1 PROCEDURE DI CAMPAGNA	9
3.2 METODI DI ELABORAZIONE DEI DATI SISMICI A RIFRAZIONE	10
4 – INDAGINE SISMICA MASW-ESAC (Multichannel Analysis of Surface Waves)	12
4.1 ACQUISIZIONE DEI DATI MASW	14
4.1.1 PARAMETRI DI ACQUISIZIONE TEORICI ED UTILIZZATI	15
4.1.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	18
4.1.3 ESECUZIONE INDAGINE MASW	18
4.2 ELABORAZIONE (PROCESSING) ED INVERSIONE DEI DATI MASW	20
5 – INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio)	24
5.1 ACQUISIZIONE DEI DATI DI RUMORE A STAZIONE SINGOLA	25
5.2 ANALISI DEI DATI	26
5.3 IL PROGETTO SESAME	26
5.3.1 CRITERI DI AFFIDABILITA' DEL PICCO	26
5.3.2 CRITERI DI CHIAREZZA DEL PICCO	28
5.3.3 INFORMAZIONI AGGIUNTIVE AI CRITERI SESAME	29
5.4 VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLE MISURE HVSR	31
5.5 CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	33
6 – BIBLIOGRAFIA	35

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: UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE (Scala 1:5000)

1 – PREMESSA

Il presente documento riguarda la descrizione, l'elaborazione e i risultati delle indagini geofisiche, di tipo sismico attivo e passivo, condotte a supporto degli studi di microzonazione sismica di livello 2 del Comune di Lastra a Signa (FI).

Lo studio di microzonazione sismica (MS) di livello 2 rappresenta un livello propedeutico a successivi studi di MS (livello 3) e consiste in un approfondimento di indagini al fine di determinare il fattore di amplificazione di ciascuna area individuata nello studio di MS1.

Tale approfondimento quindi è finalizzato alla realizzazione della Carta dei fattori di amplificazione in prospettiva sismica e quindi alla valutazione della pericolosità utile per le scelte di pianificazione attuativa, con l'intento di perseguire ed assicurare la riduzione del rischio sismico, evidenziando le criticità e identificando le aree per le quali sono 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 Lastra a Signa 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. 5 indagini sismiche attive P/SH, per la determinazione dei profili sismostratigrafici;

n. 3 indagini sismiche attive congiunte MASW-ESAC (Multichannel Analysis of Surface Waves), per la determinazione dei profili di velocità Vs nel sottosuolo;

n. 32 indagini sismiche passive HVSR per determinare la frequenza di risonanza di sito.

1.3 – STRUTTURA DELLA RELAZIONE

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

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

2 – 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).

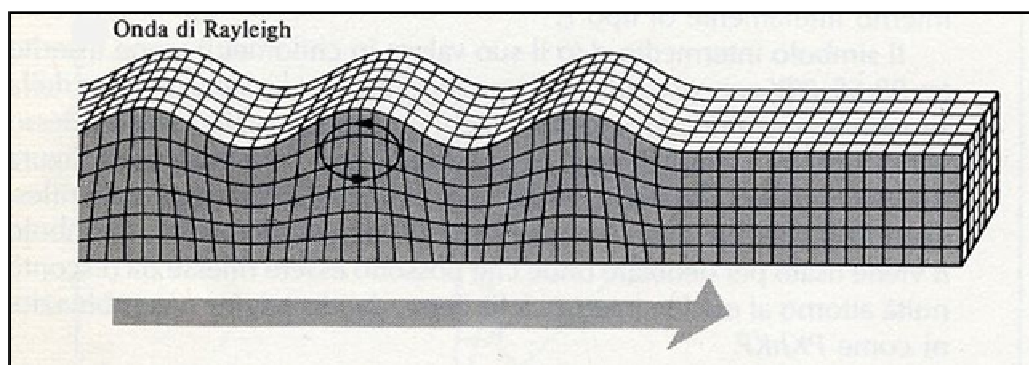


Fig. 1 - Schema di propagazione delle Onde di Rayleigh (fonte immagine www.ingv.it)

- 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.

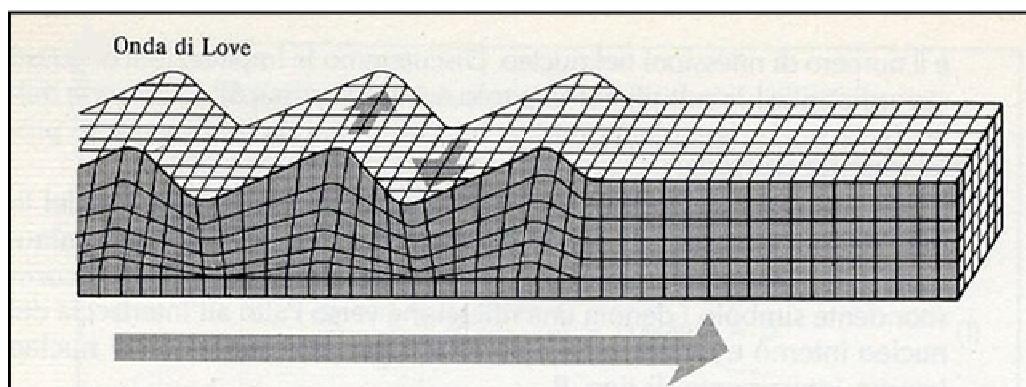


Fig. 2 - Schema di propagazione delle onde di Love (fonte immagine www.ingv.it)

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 λ 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 0.5λ (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).

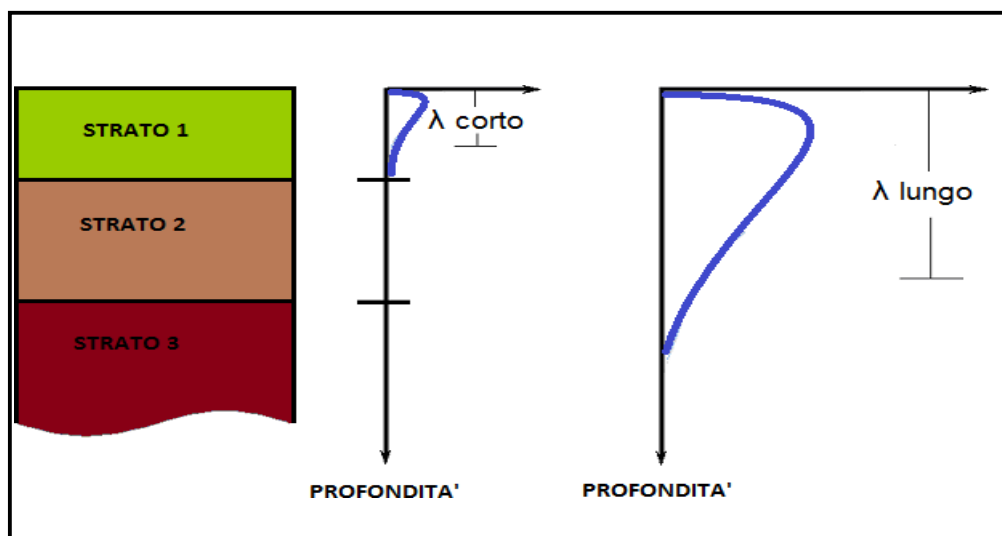


Fig. 3 - Corrispondenza tra lunghezza d'onda e profondità investigata

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).

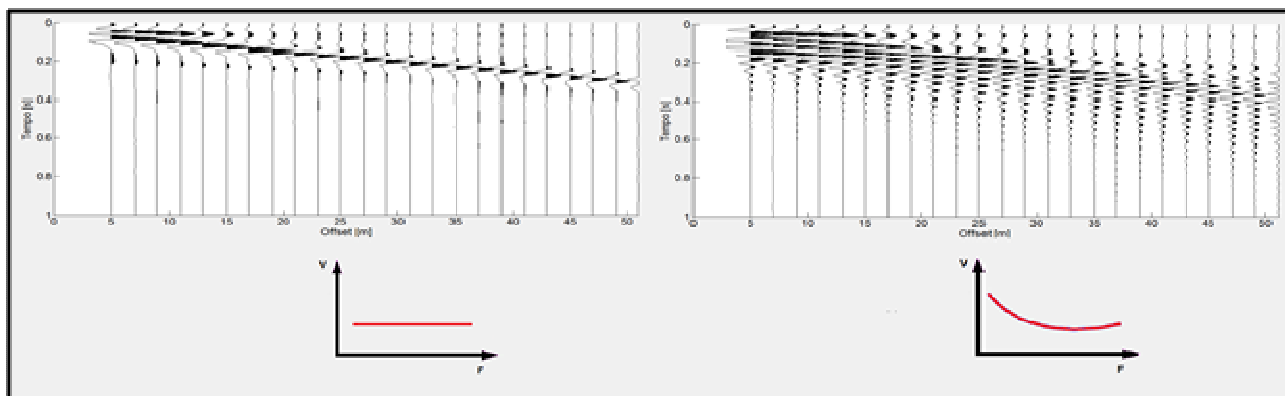


Fig. 4 - A sinistra, sismogramma risultante su terreno non dispersivo con sotto relativo andamento della curva di dispersione. A destra, sismogramma risultante su terreno dispersivo con sotto relativo andamento della curva di dispersione.

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).

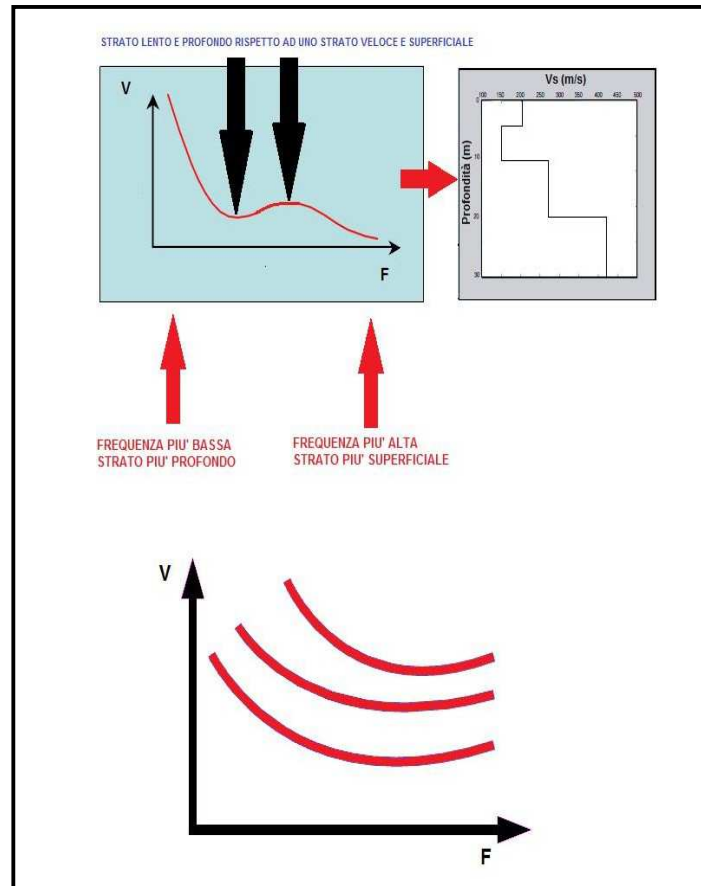


Fig. 5 - In alto, curva di dispersione con la presenza di inversione di velocità. In basso, andamento tipico della curva di dispersione (Modo Fondamentale e Modi Superiori); all'aumentare della frequenza diminuisce la velocità.

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 μ V @ 27dB; 0.076 μ 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 Vs 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 ρ 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.

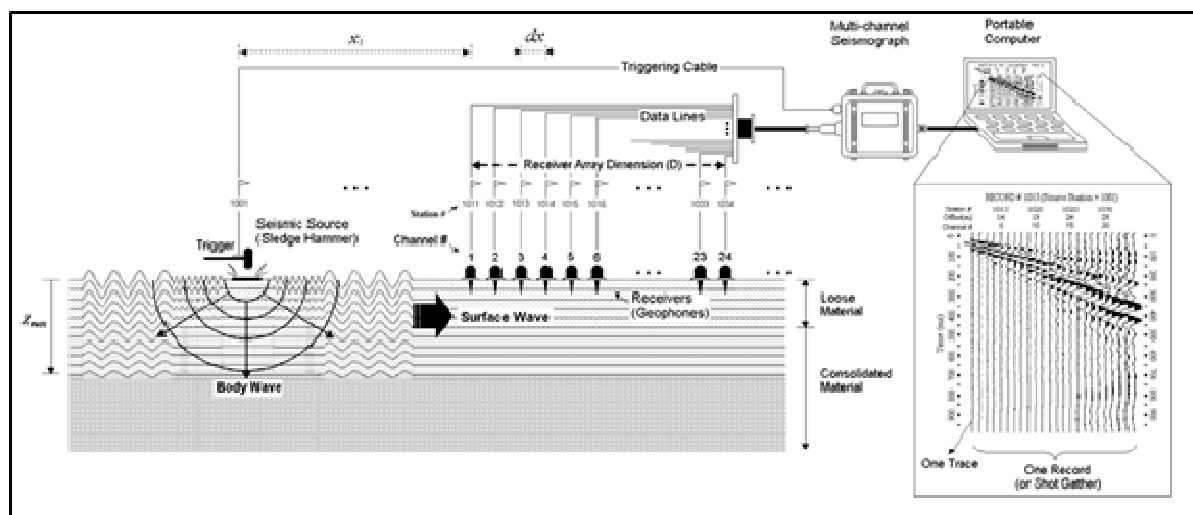


Fig. 6 - Schema di acquisizione delle Onde Superficiali (Fonte immagine www.kgs.ku.edu).

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 (λ_{\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 λ_{\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 λ_{\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 (X₁)	$\approx dx$ e $\approx D/2$
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 μ V @ 27dB; 0.076 μ 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.

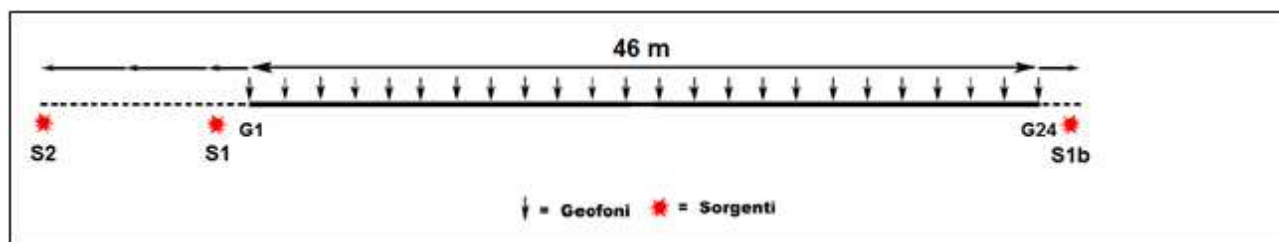


Fig. 7 - Geometria di acquisizione massima per le onde superficiali utilizzando 24 geofoni e $dx=2$.

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.

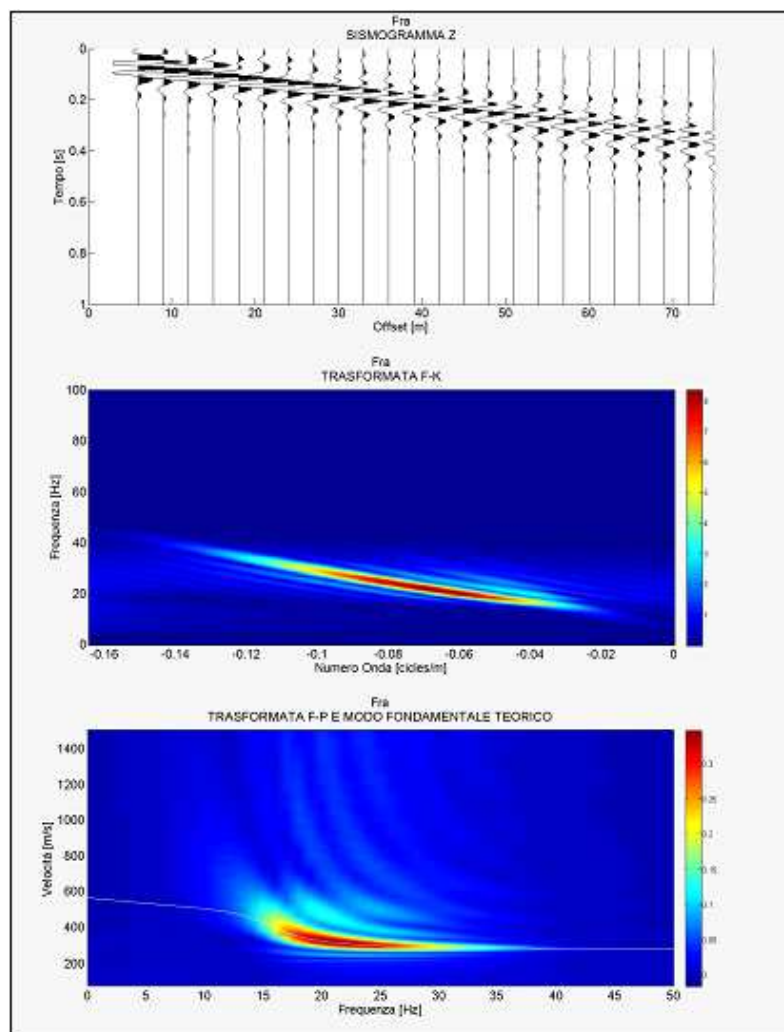


Fig. 8 - Semplice modello preso dalla letteratura composto da due strati a velocità crescente ($V_p = 650$ e 1400 m/s, $V_s = 300$ e 600 m/s, spessore h fino al semispazio di 8 m). Dall'alto al basso si può vedere il sismogramma sintetico (componente verticale), lo spettro f-k e lo spettro f-v (con modo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

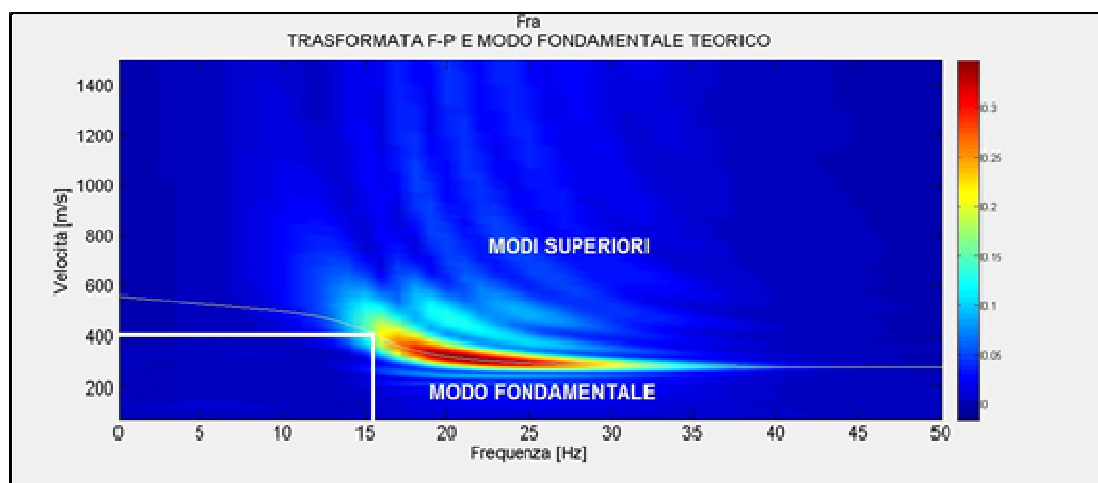


Fig. 9 - Calcolato lo spettro f-v per determinare in maniera approssimata la profondità massima raggiunta dalla prova si prendono le coordinate f-v dell'ultimo punto chiaramente visibile del modo fondamentale e si esegue la seguente formula: $Z = v / 2f$. In questo caso $v = 400$ m/s, $f = 15.5$ Hz quindi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

$$f = V_s/4h$$

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

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

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

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 σ_f , deve essere inferiore ad una soglia massima $\varepsilon(f_0)$;
3. La deviazione standard del picco in ampiezza $\sigma_A(f_0)$, deve essere inferiore ad una soglia massima $\theta(f_0)$; Il valore $\sigma_A(f_0)$ rappresenta il numero con cui moltiplicare e dividere la curva media H/V per ottenere le curve relative alla deviazione standard.

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

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

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

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

Bisogna infine verificare che:

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

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

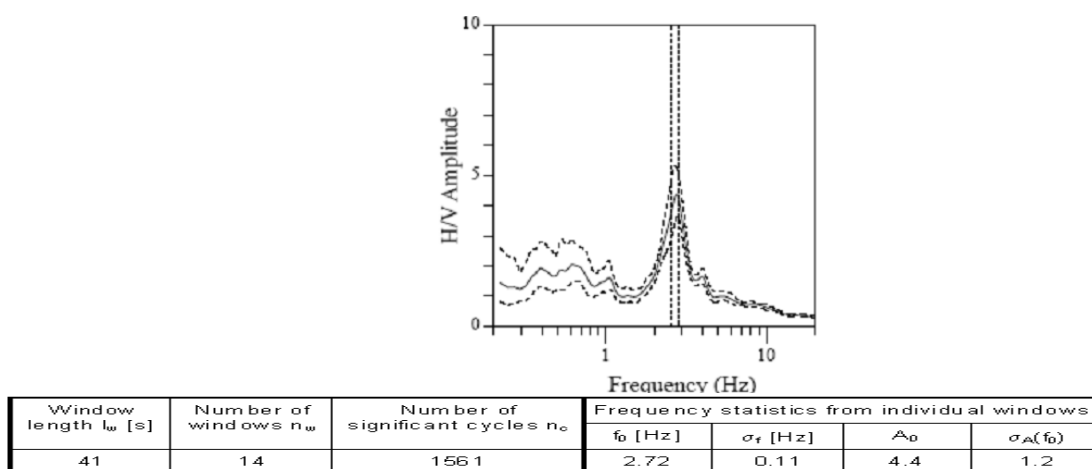


Fig. 10 - Esempio di picco netto da SESAME (2004)

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.

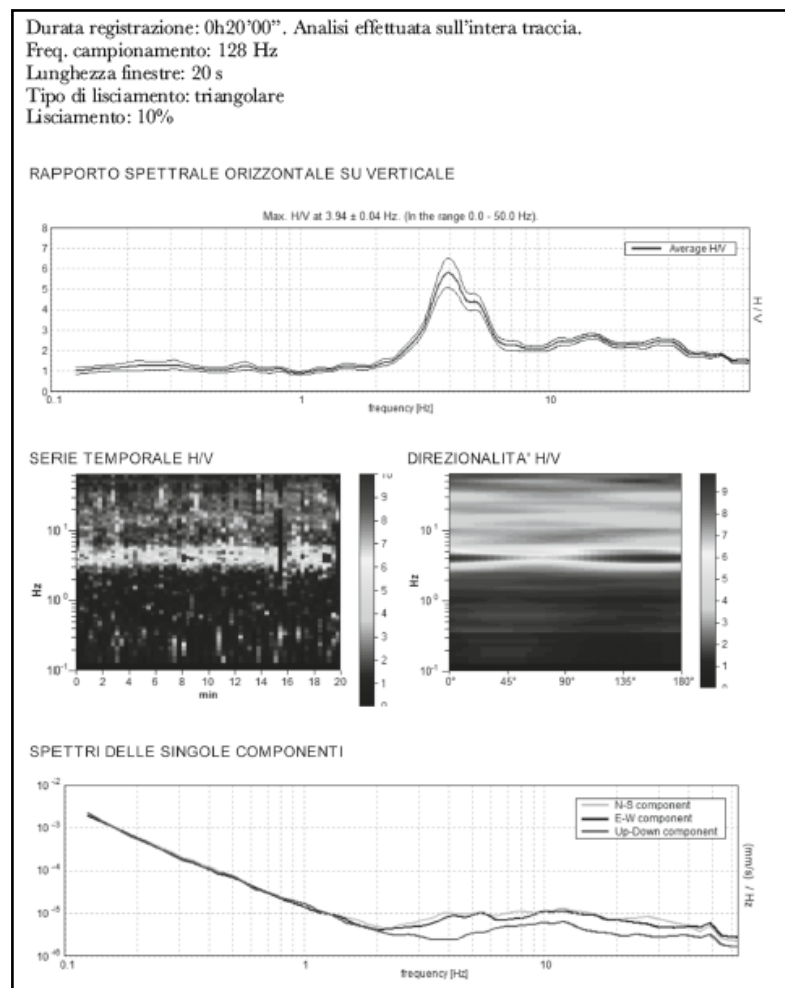
Questo deriva dal fatto che, nonostante la natura stocastica del fenomeno, in presenza di un campo d'onda diffuso, ovvero caratterizzato da sorgenti posizionate in maniera statisticamente omogenea attorno al sito di misura che si attivano in maniera non coordinata, l'andamento medio del segnale risulterà 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 ± 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 – 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).

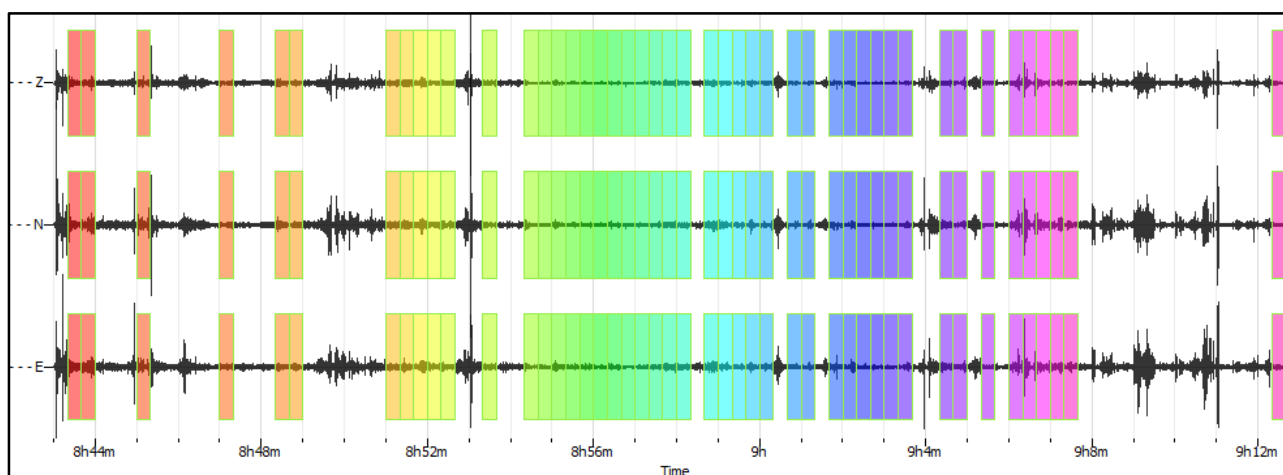
SESAME European research project. Guidelines for implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations, measurements, processing and interpretation (2004).

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

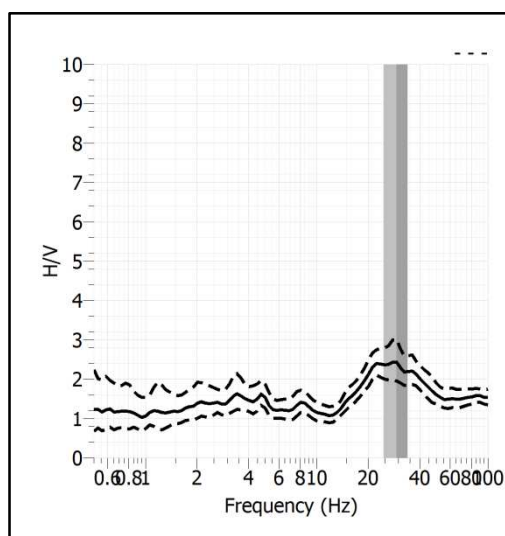
Stazione	1	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183046	
Coordinate Long.	4850975	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	46 (51% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

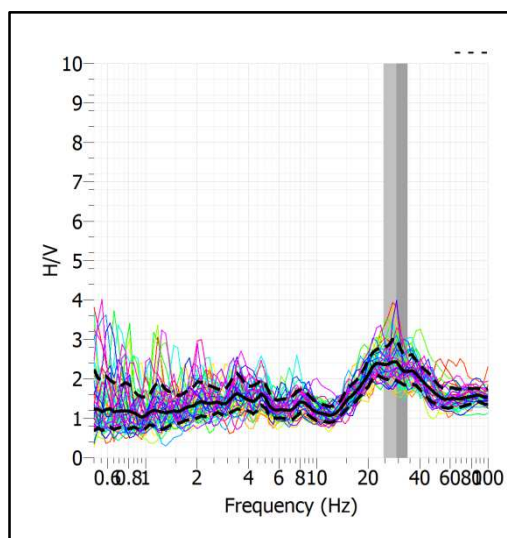
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

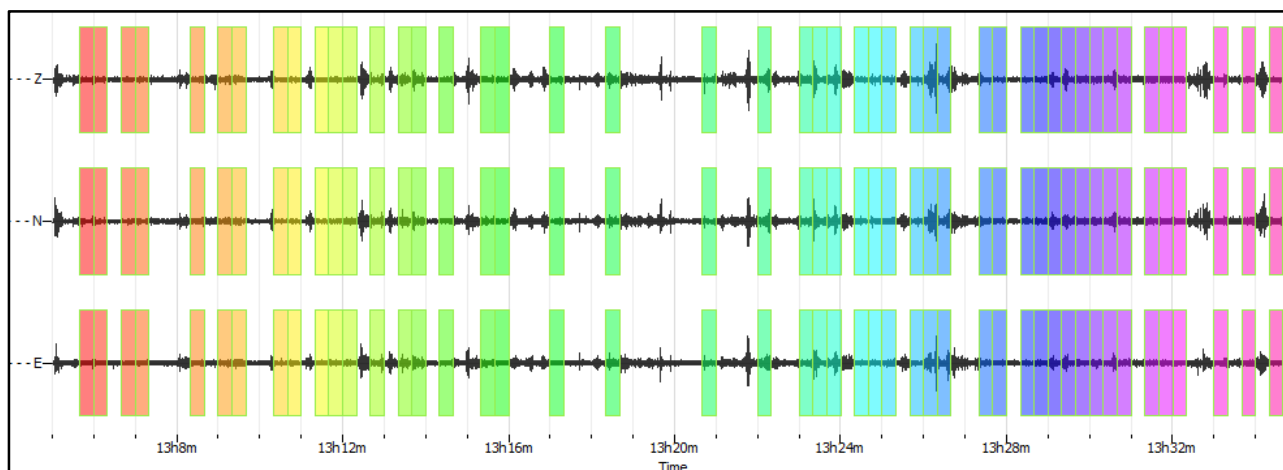
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

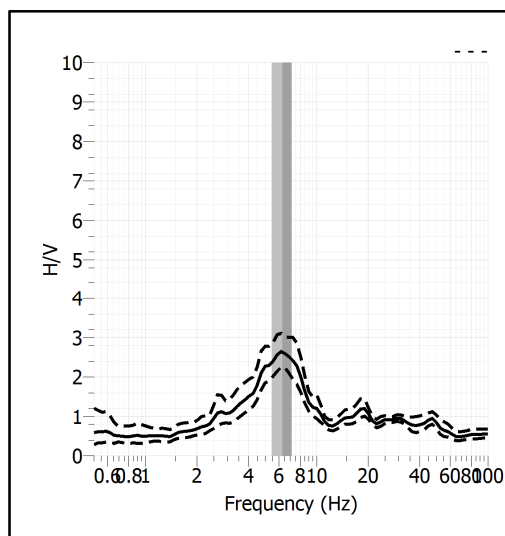
Stazione	10	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183804	
Coordinate Long.	4851350	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	47 (52% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	6.31Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.63

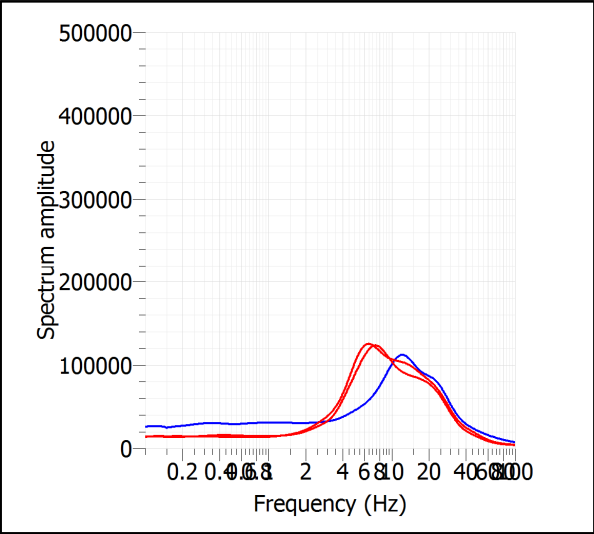
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



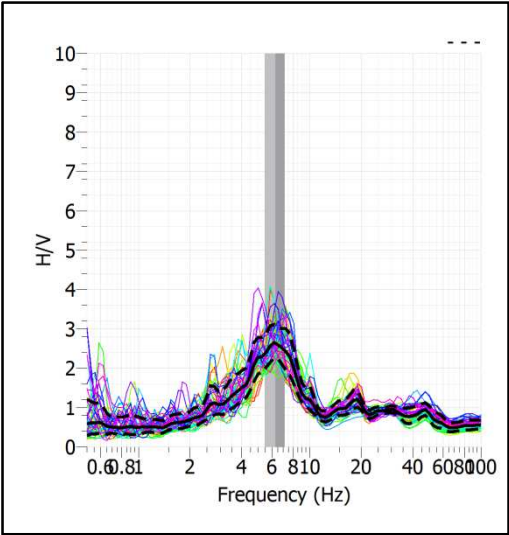
RAPPORTO SPETTRALE H/V



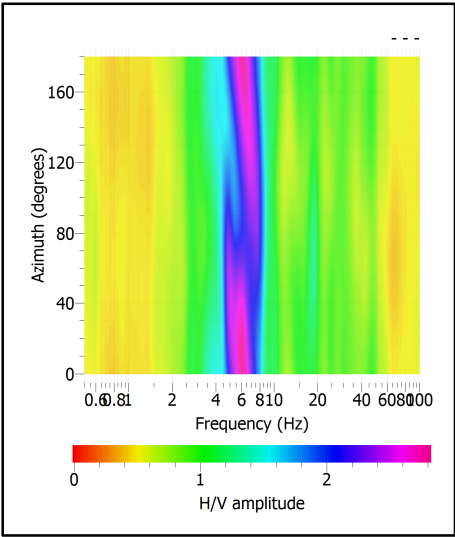
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	47	5936	6.314	0.86	2.63	1.17	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			6.314	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			5936	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.6274	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.8611	>	0.3157	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.1679	<	1.5800	OK

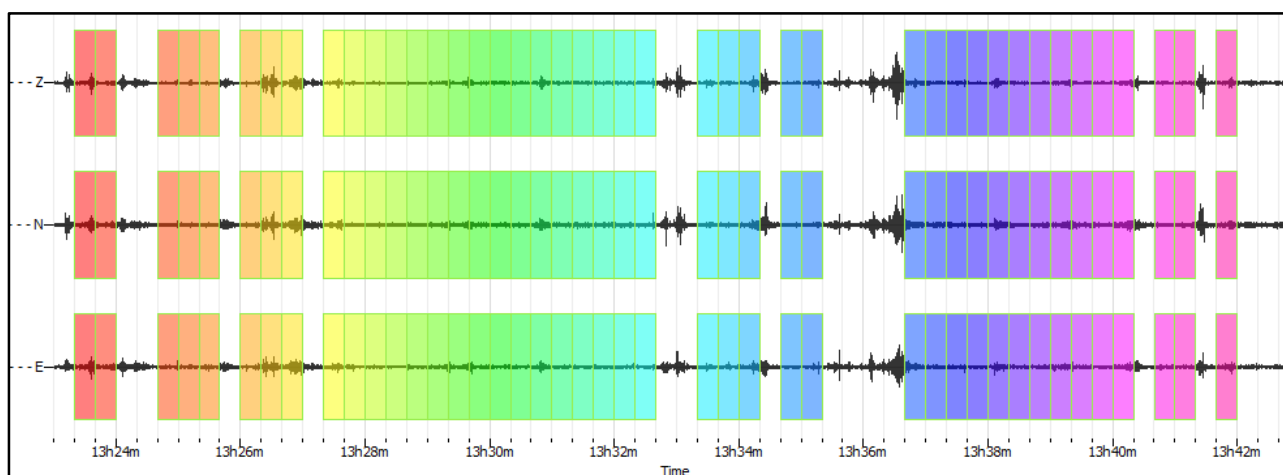
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

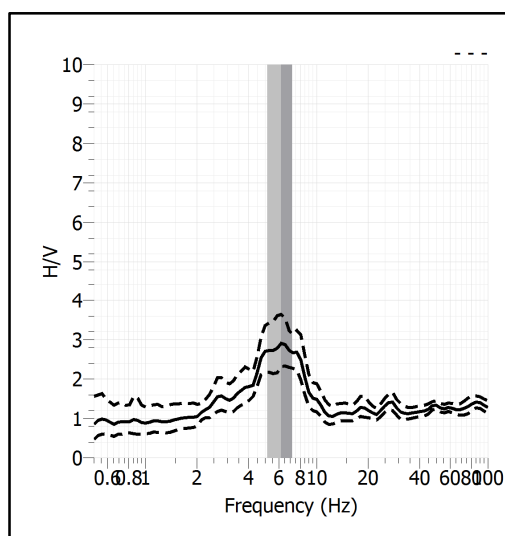
Stazione	11	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183914	
Coordinate Long.	4851394	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	43 (72% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	6.18Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.90

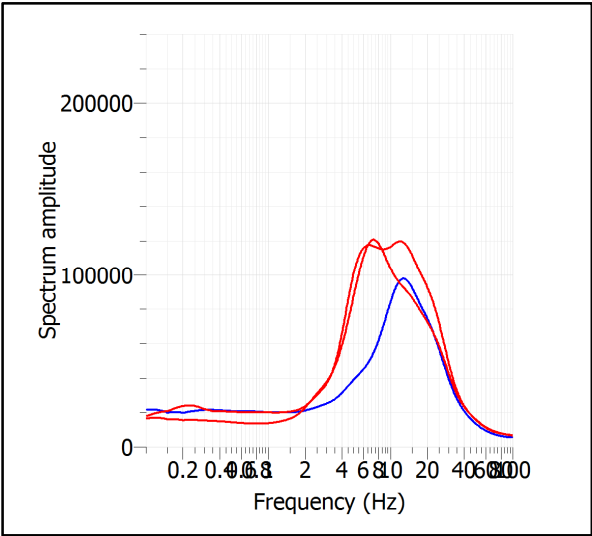
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



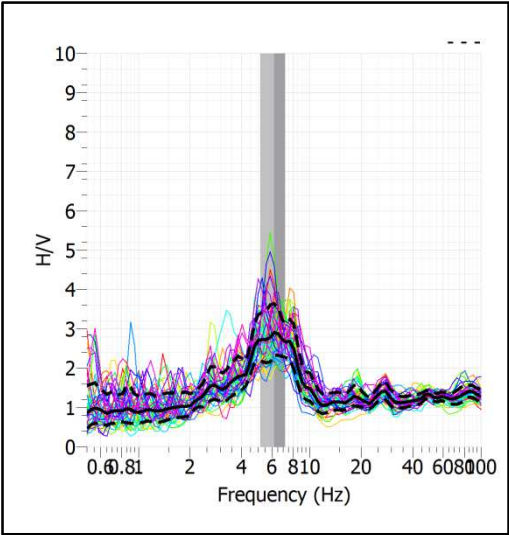
RAPPORTO SPETTRALE H/V



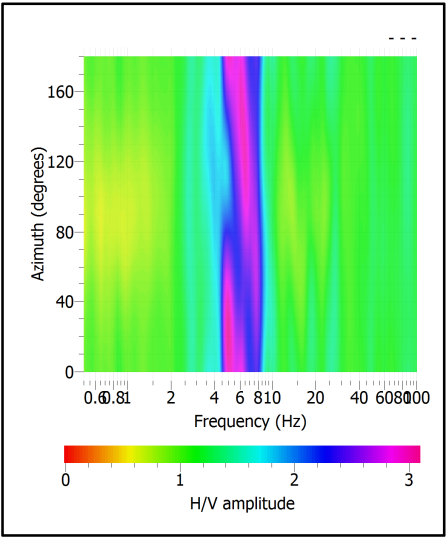
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	43	5316	6.181	1.03	2.90	1.26	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			6.181	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			5316	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 26			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						OK

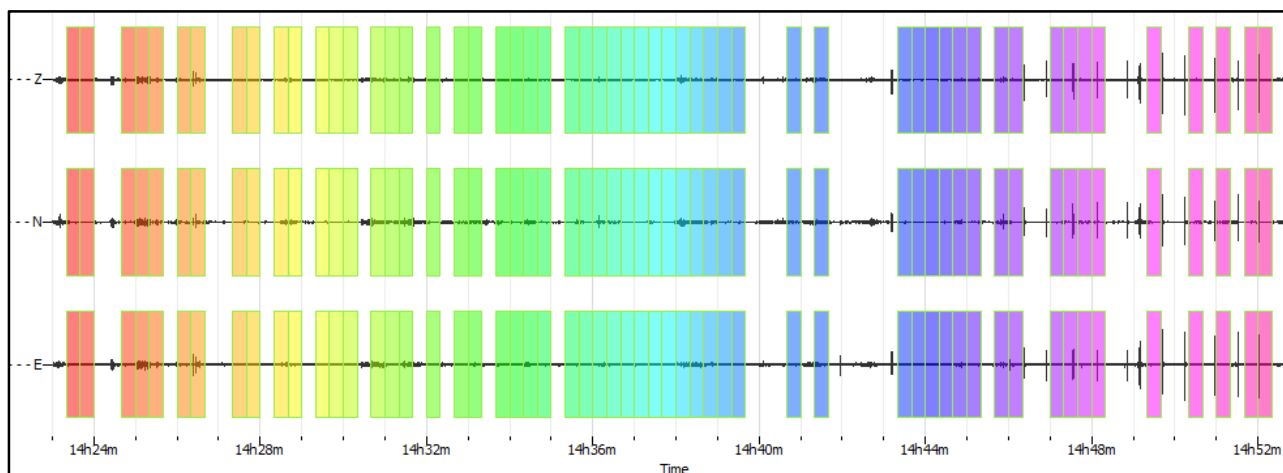
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
--------	----

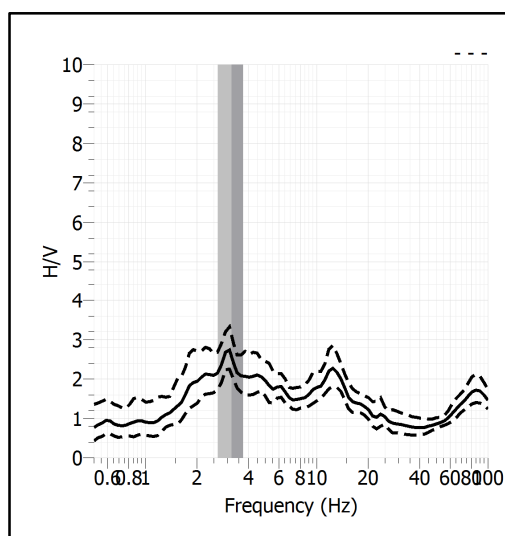
Stazione	12	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183249	
Coordinate Long.	4847090	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	56 (62% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	3.17Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.56

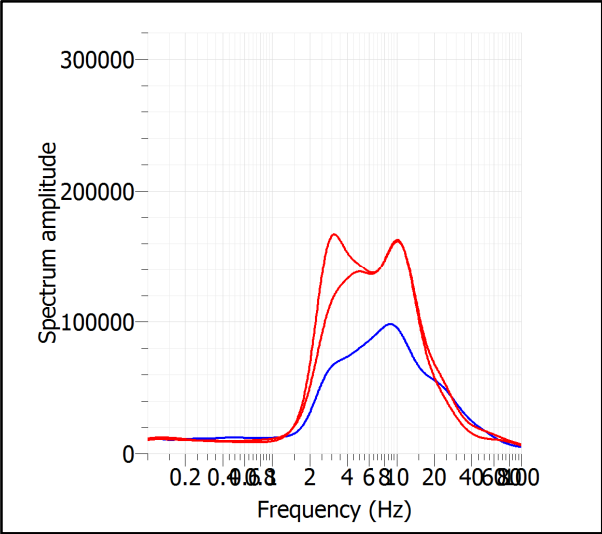
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



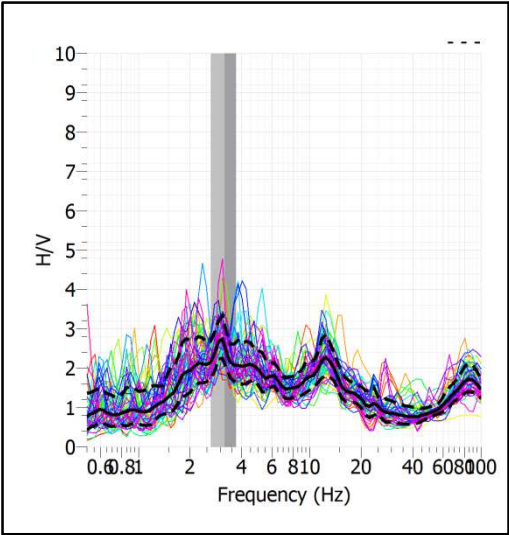
RAPPORTO SPETTRALE H/V



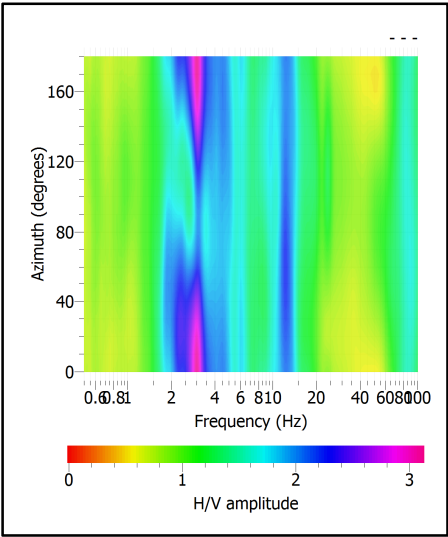
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	56	3555	3.174	0.54	2.56	1.21	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			3.174	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			3555	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27		OK		
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						NO
	$A_0 > 2$						2.5628 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.5392 > 0.1587 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.2117 < 1.5800 OK

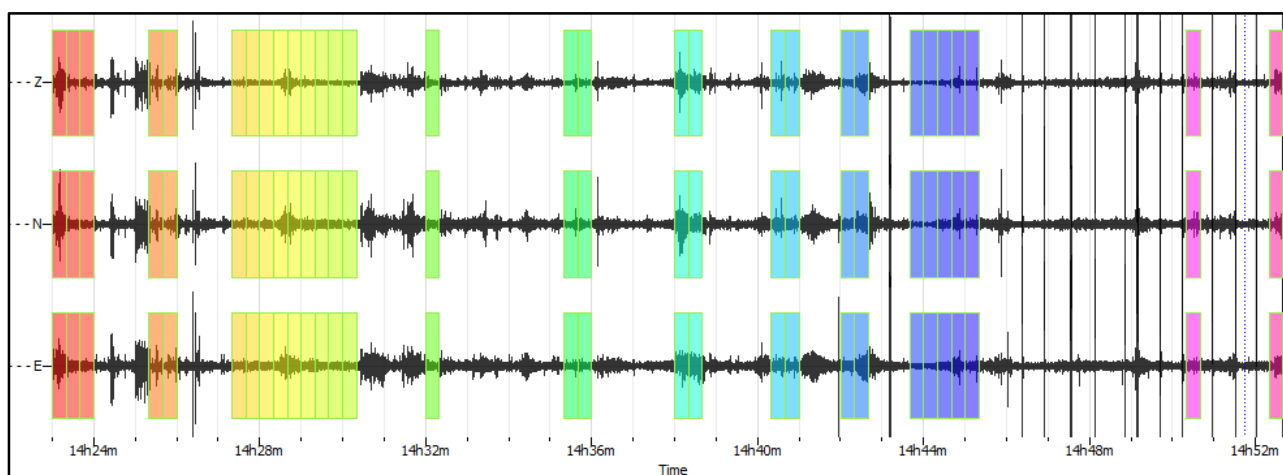
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

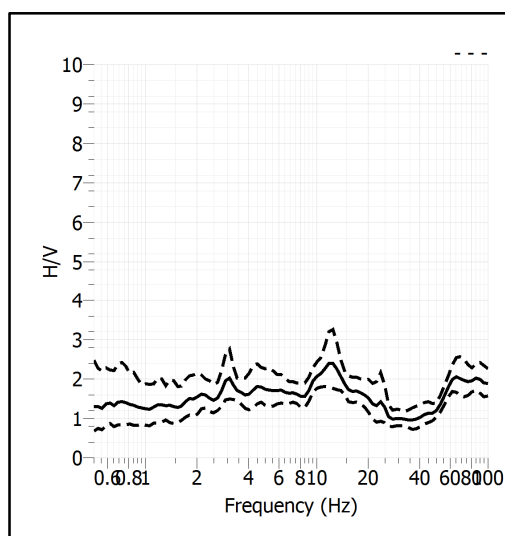
Stazione	13	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183894	
Coordinate Long.	4846730	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	30 (33% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

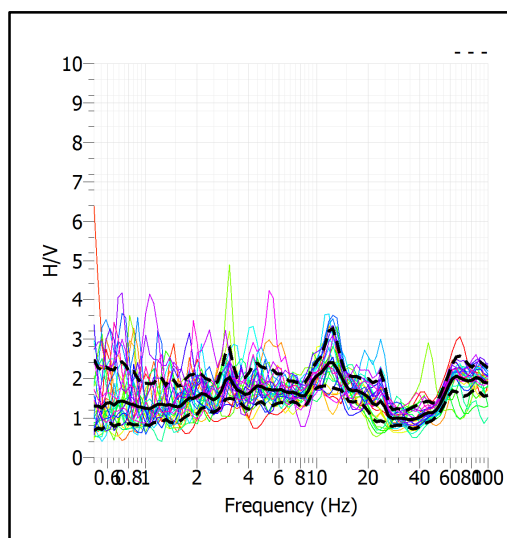
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

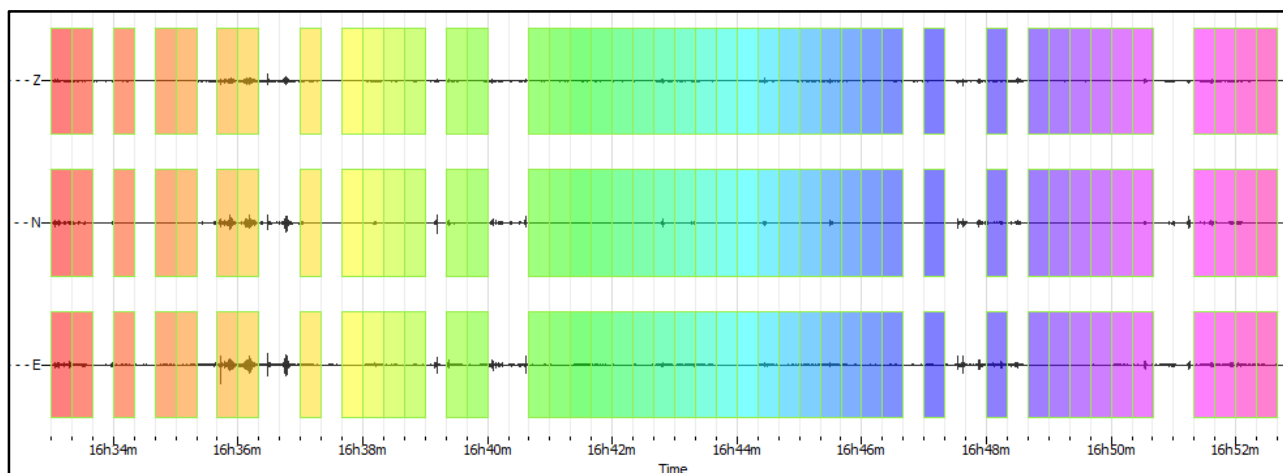
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

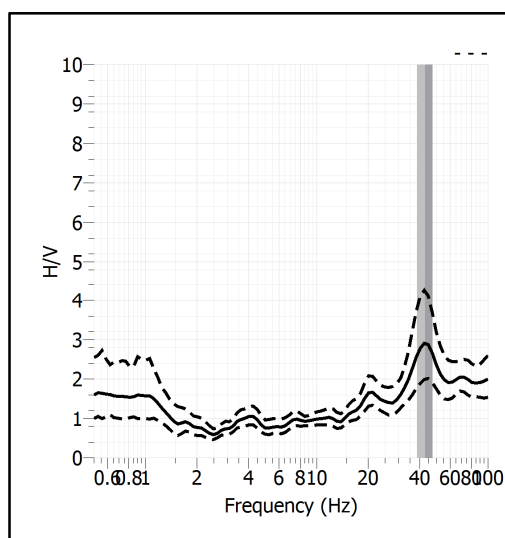
Stazione	14	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	184031	
Coordinate Long.	4847572	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	44 (73% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

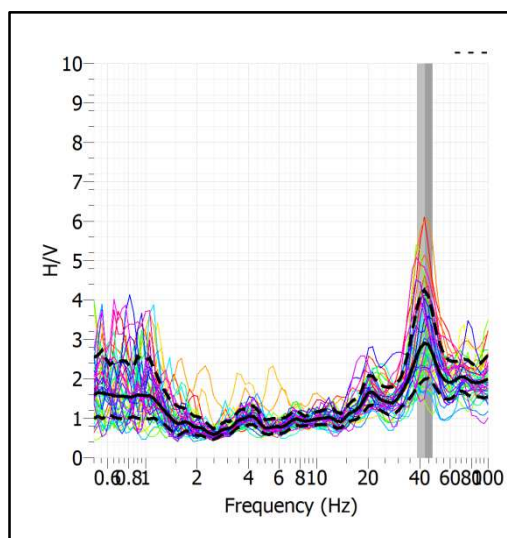
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

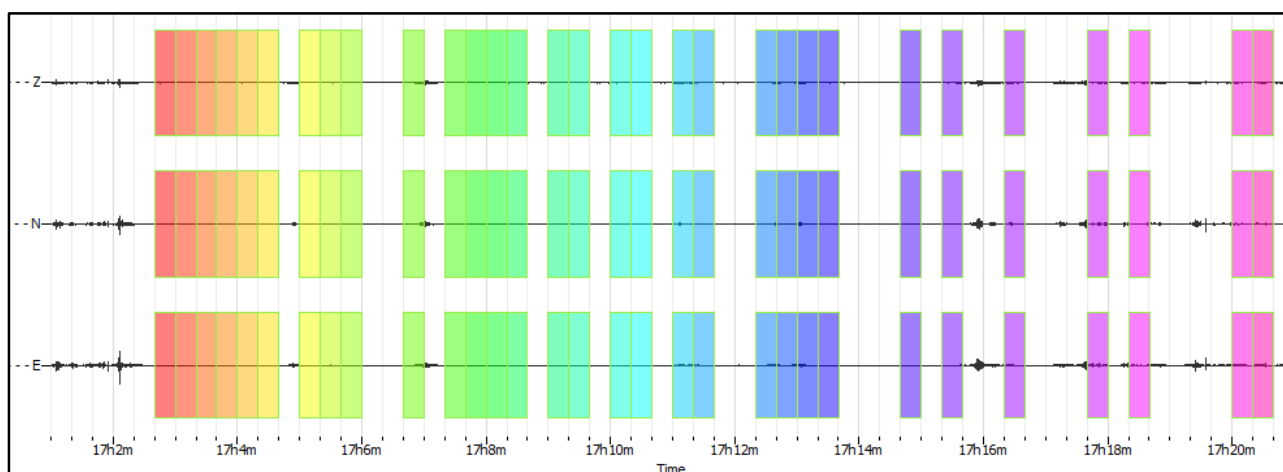
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

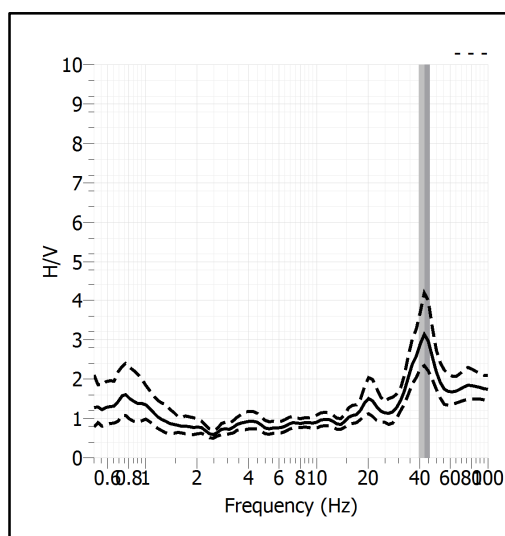
Stazione	15	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183967	
Coordinate Long.	4847434	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	31 (52% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

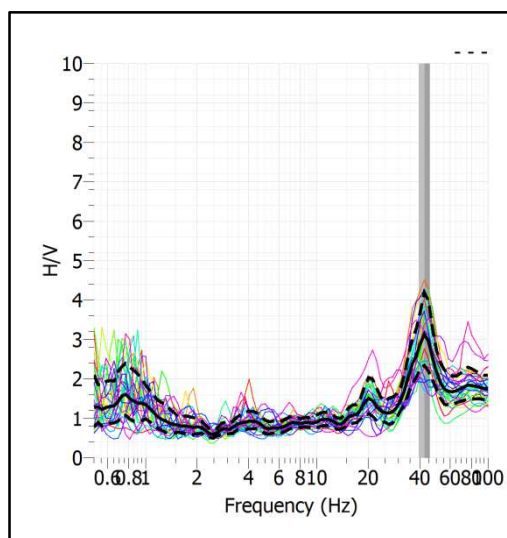
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

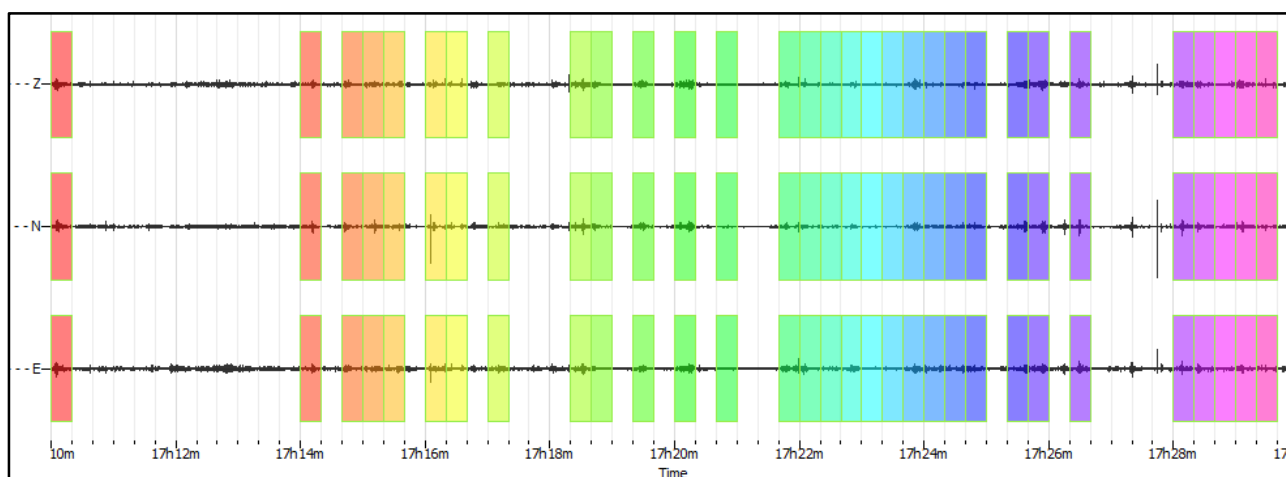
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

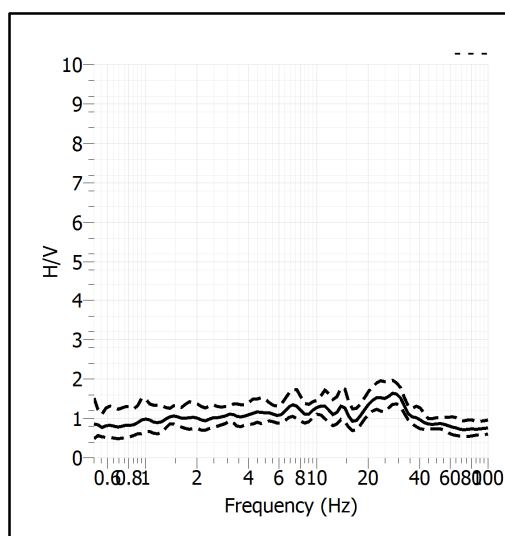
Stazione	16	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183882	
Coordinate Long.	4847337	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	31 (52% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

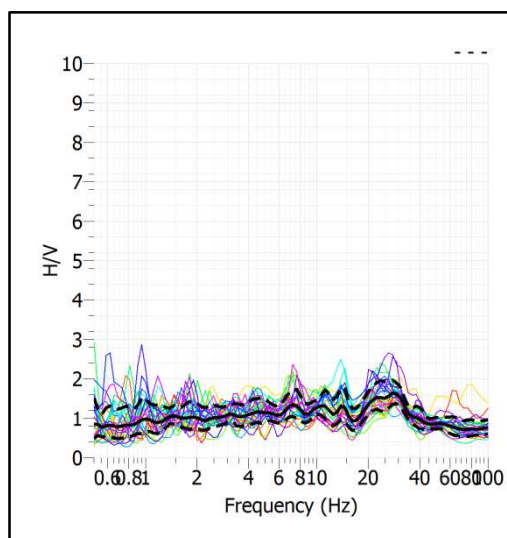
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

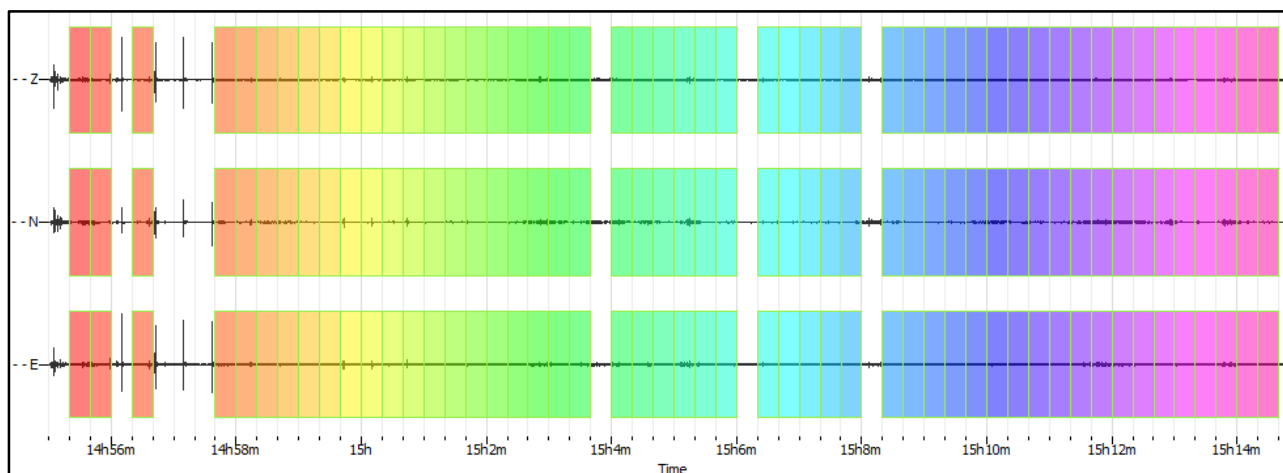
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

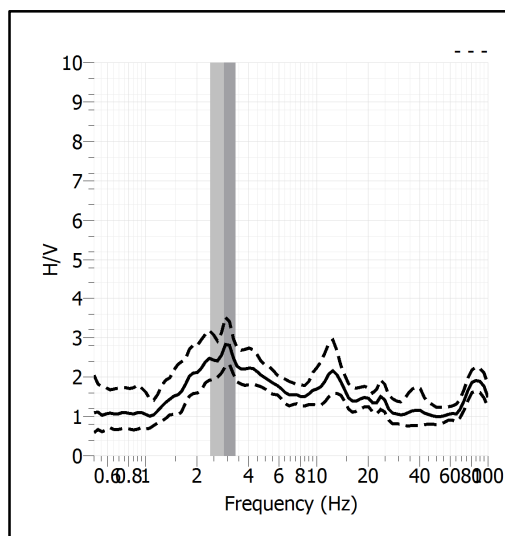
Stazione	17	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183633	
Coordinate Long.	4846710	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	51 (85% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.87Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.75

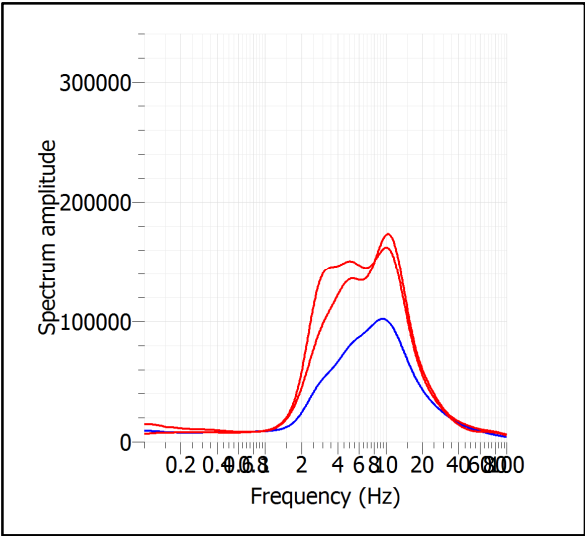
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



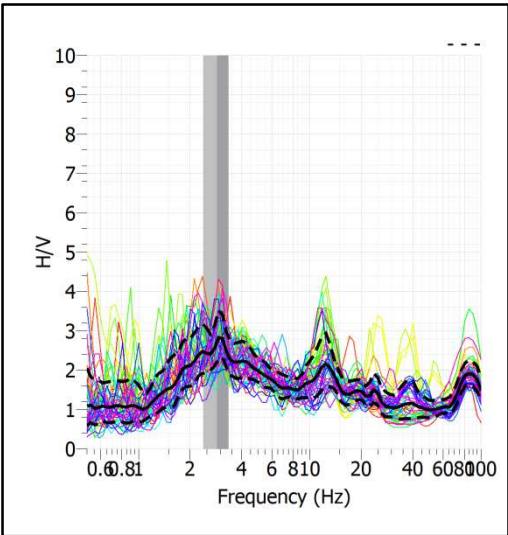
RAPPORTO SPETTRALE H/V



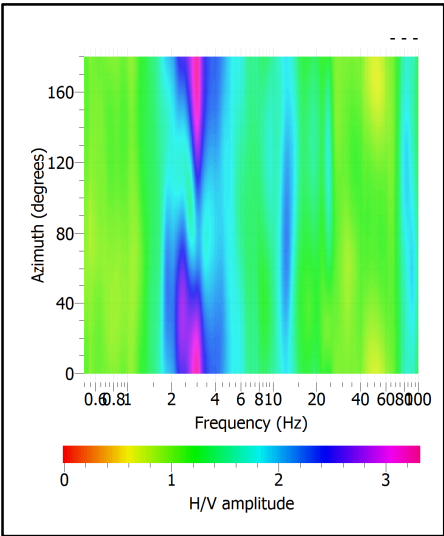
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	51	2936	2.878	0.48	2.75	1.24	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			2.878	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			2936	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						NO
	$A_0 > 2$			2.7457	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.4829	>	0.1439	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2377	<	1.5800	OK

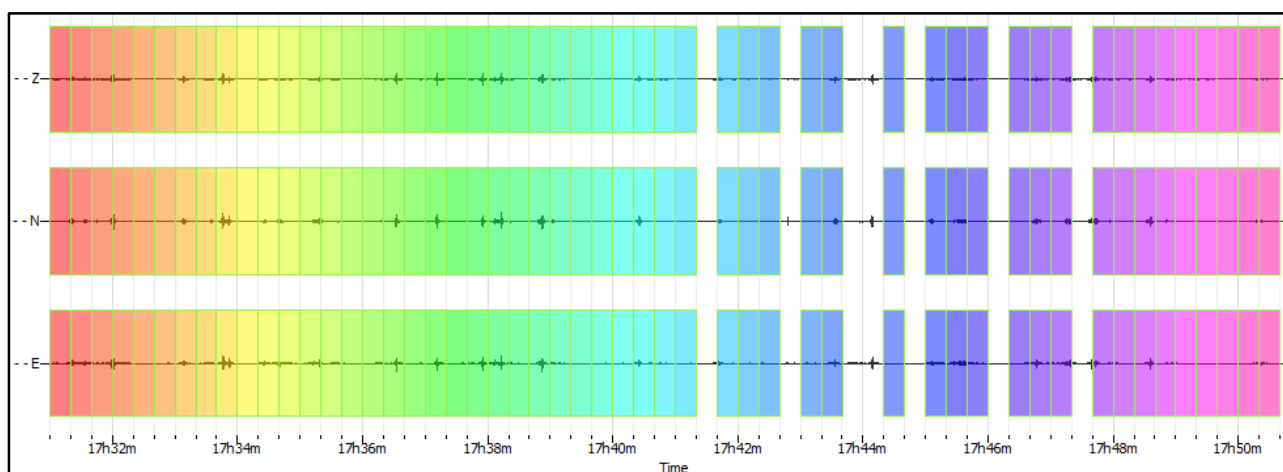
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

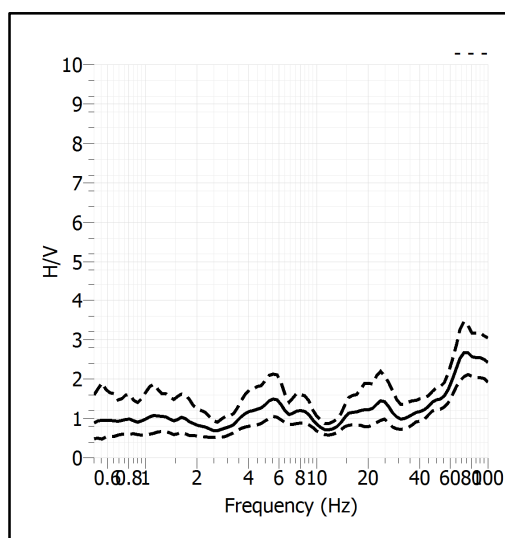
Stazione	18	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183742	
Coordinate Long.	4847185	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	52 (76% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

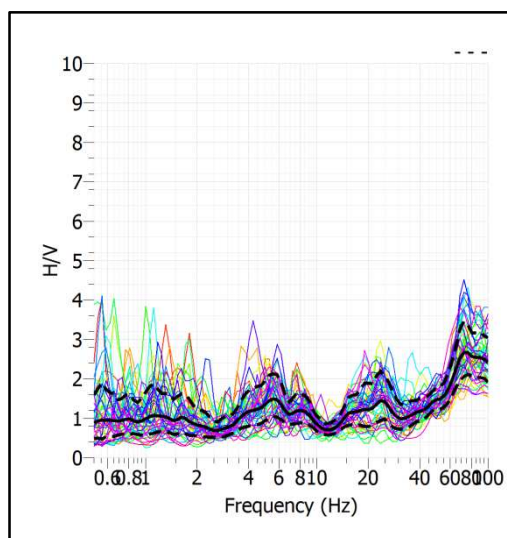
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

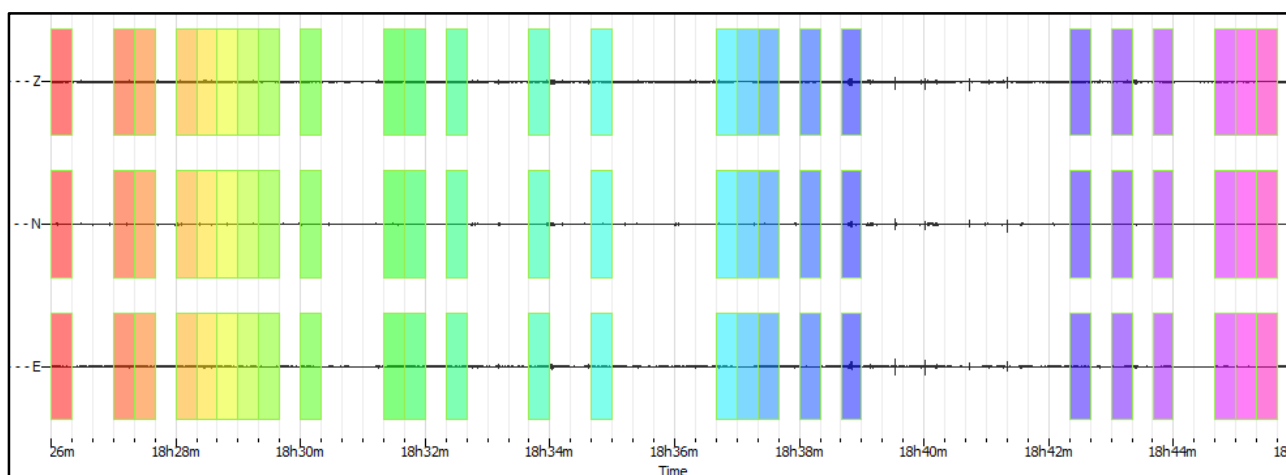
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

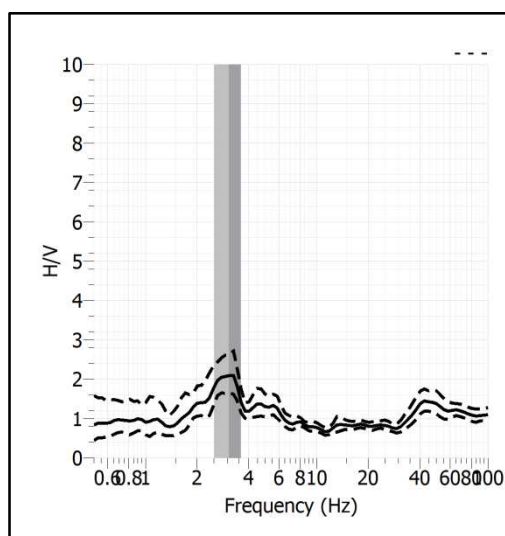
Stazione	19	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	187281	
Coordinate Long.	4853910	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	25 (46% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	3.06Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.09

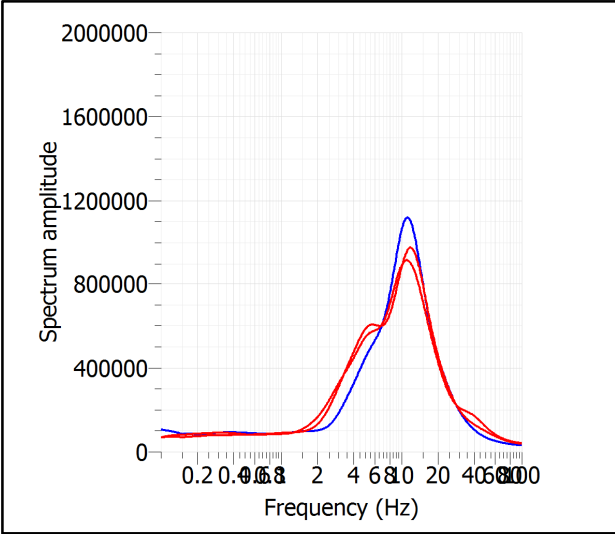
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



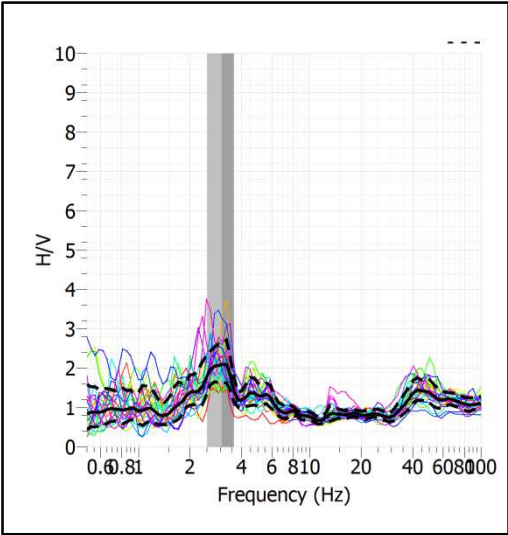
RAPPORTO SPETTRALE H/V



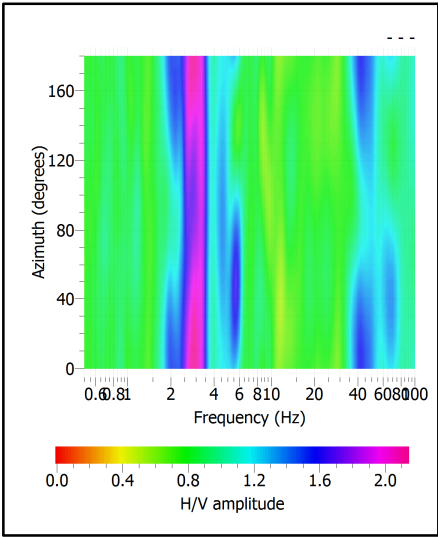
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	25	1534	3.067	0.55	2.09	1.26	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			3.067	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			1534	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						2.0899 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.5514 > 0.1534 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.2607 < 1.5800 OK

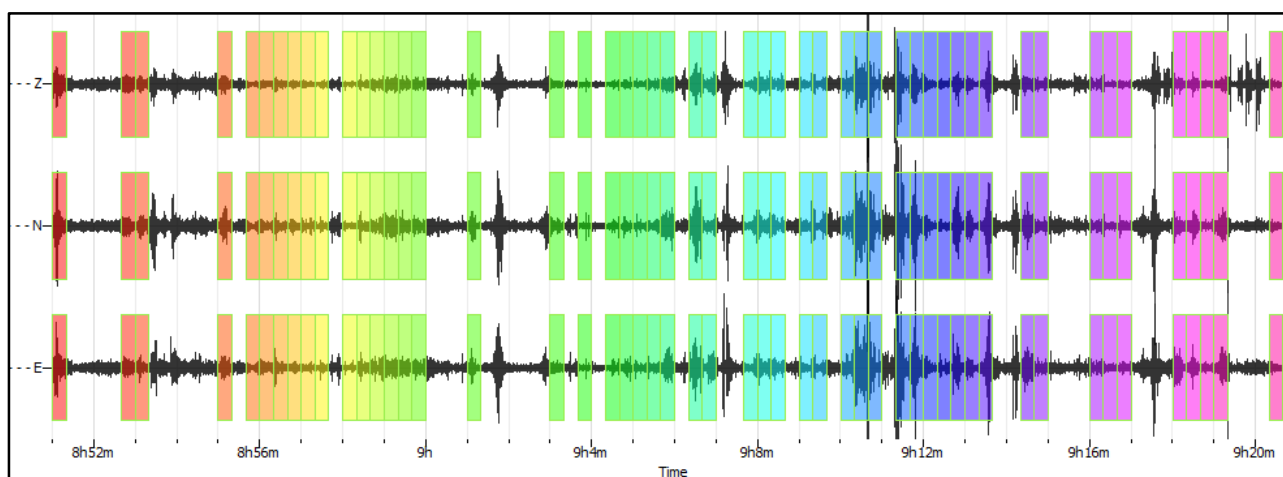
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

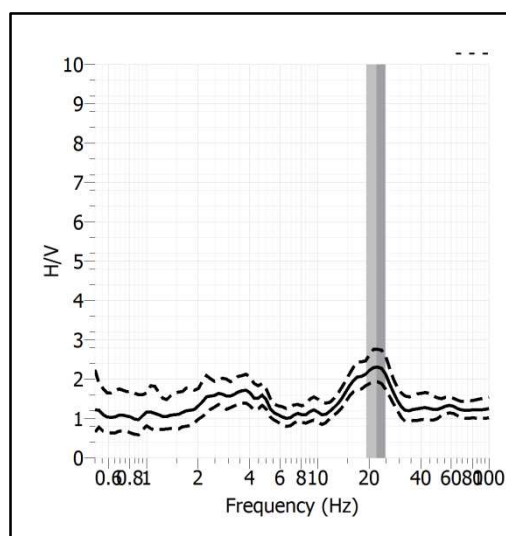
Stazione	2	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183250	
Coordinate Long.	4850975	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	51 (57% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

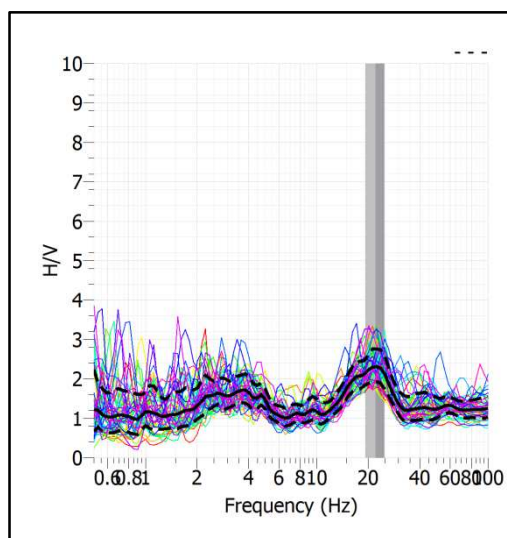
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

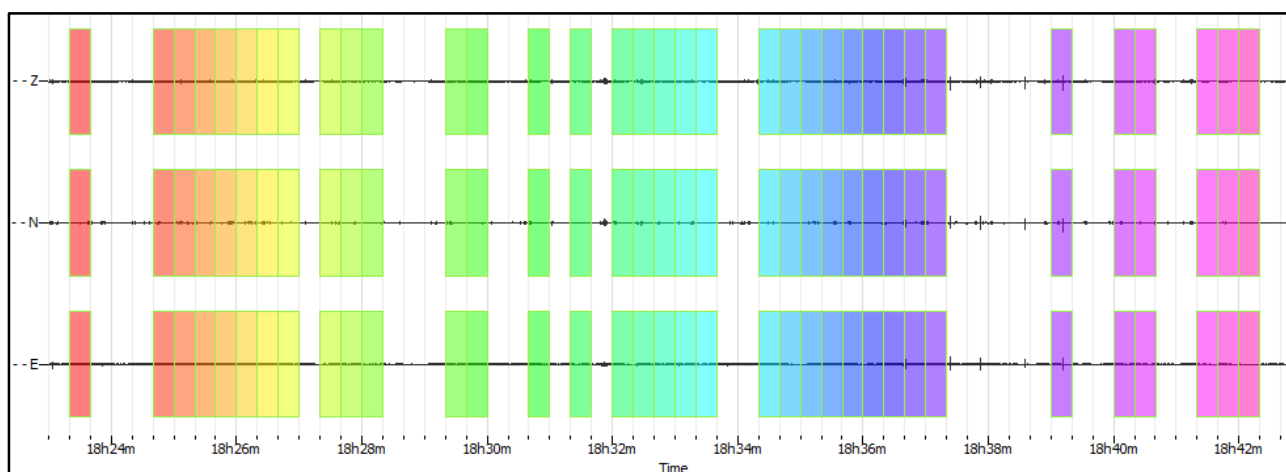
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

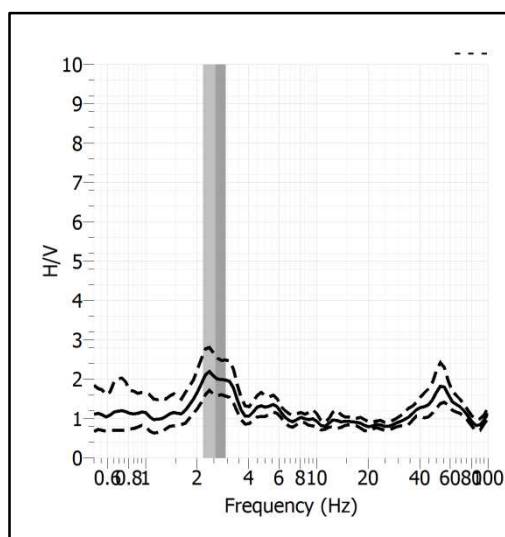
Stazione	20	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	187142	
Coordinate Long.	4854303	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	35 (58% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.56Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.04

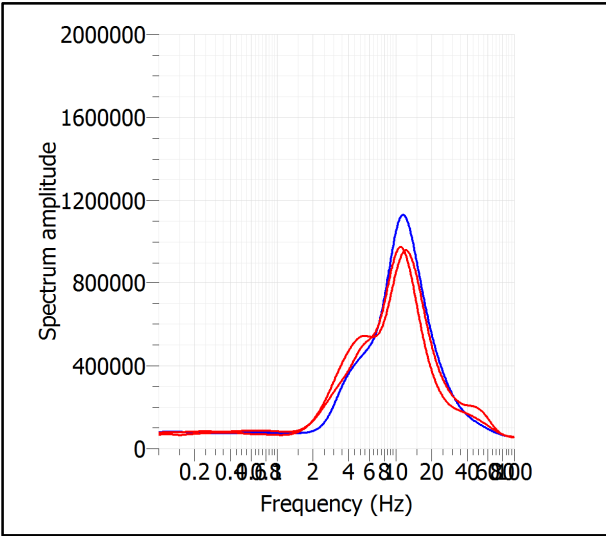
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



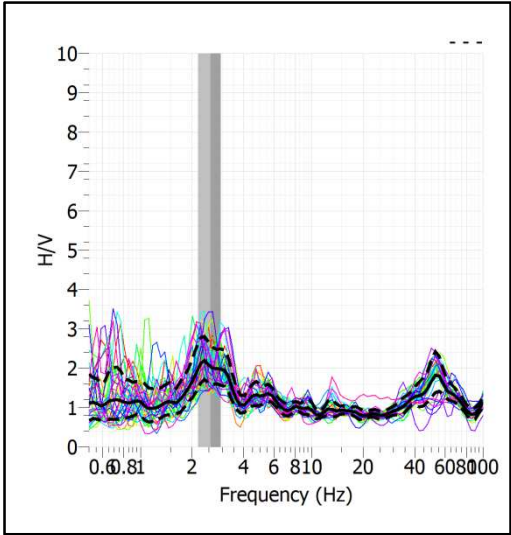
RAPPORTO SPETTRALE H/V



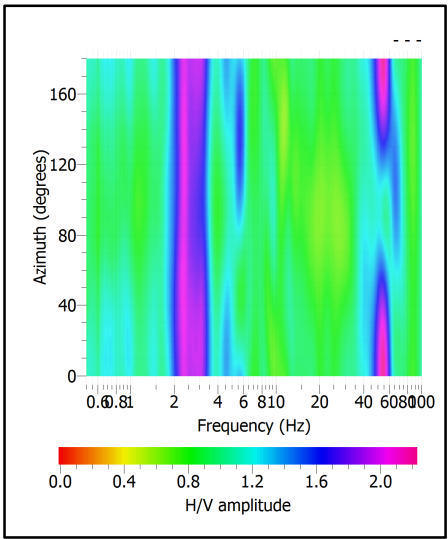
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	35	1793	2.561	0.39	2.04	1.27	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			2.561	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			1793	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						OK

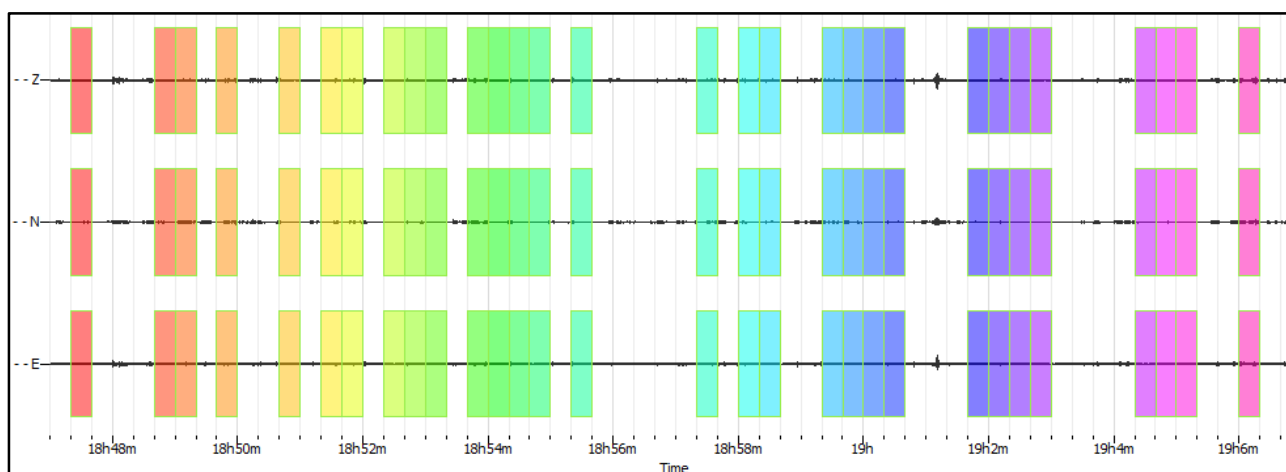
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
--------	----

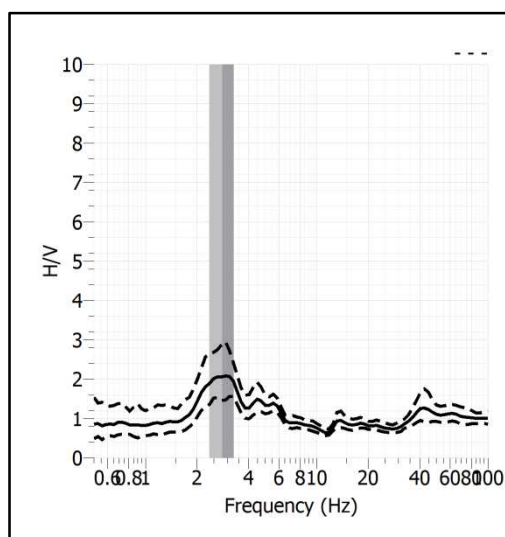
Stazione	21	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	186987	
Coordinate Long.	4854098	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	30 (50% del tracciato)	
Tipo di lisciamiento	Konno & Ohmachi	
Lisciamiento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.75Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.05

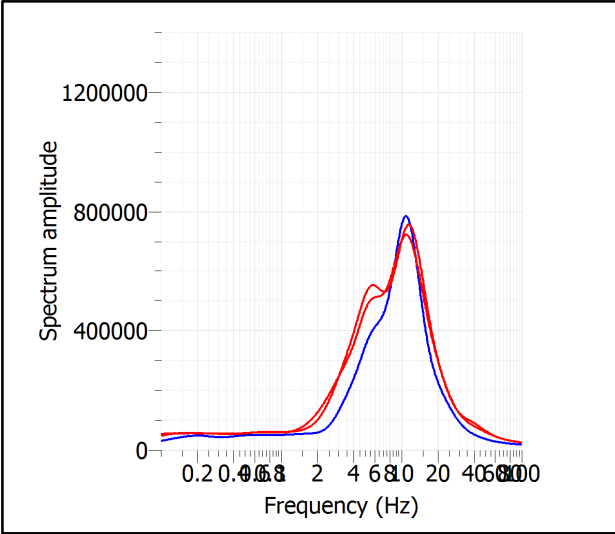
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



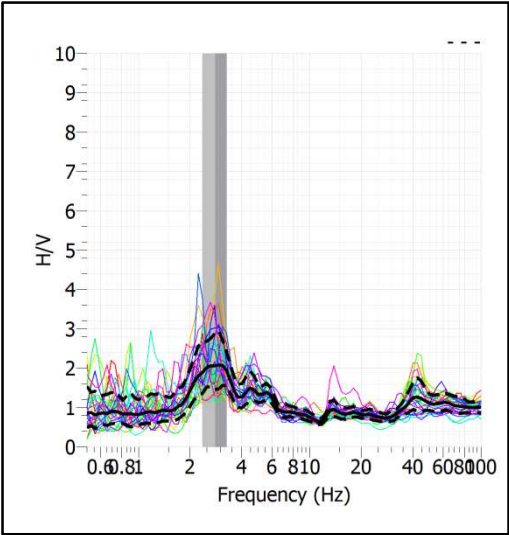
RAPPORTO SPETTRALE H/V



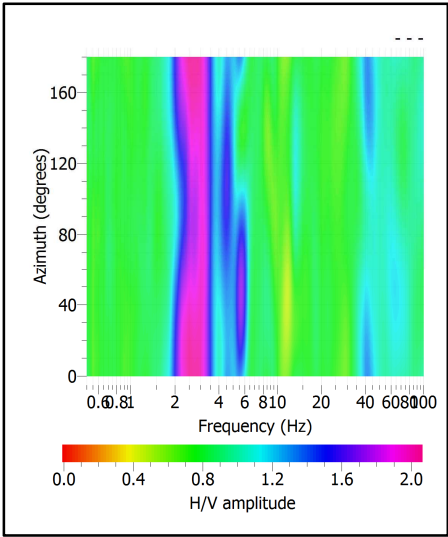
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	30	1654	2.757	0.37	2.05	1.37	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			2.757	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1654	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						2.0532 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.3749 > 0.1379 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.3696 < 1.5800 OK

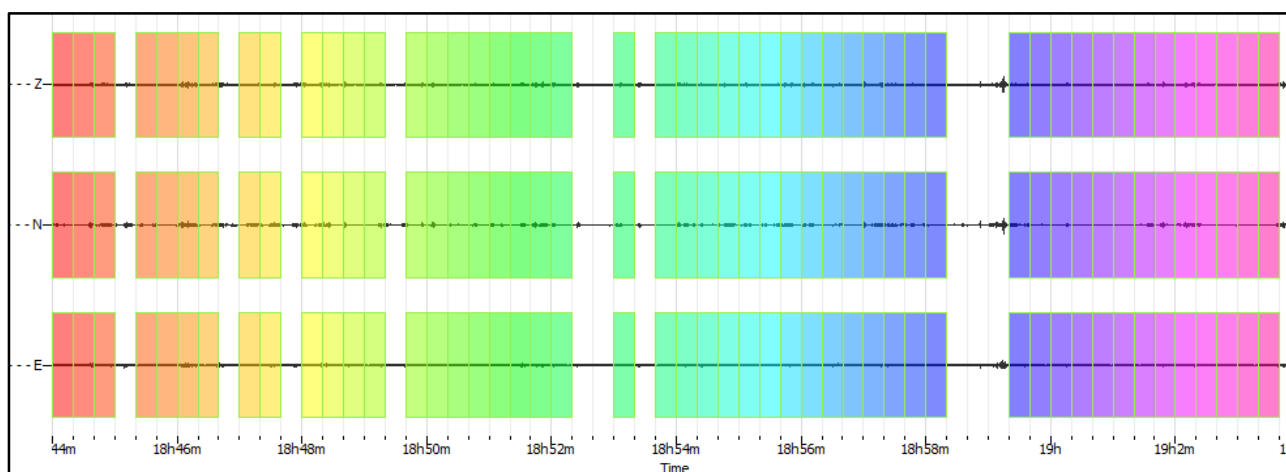
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelo, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
--------	----

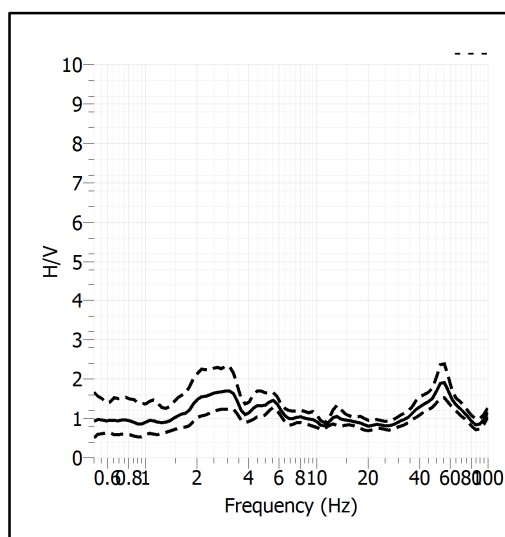
Stazione	22	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	186879	
Coordinate Long.	4853918	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	49 (72% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

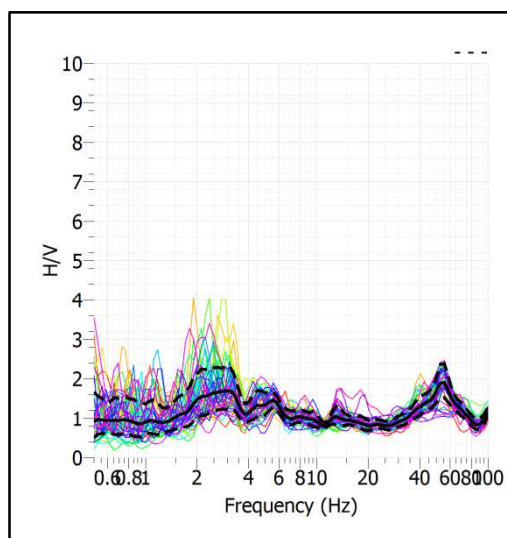
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

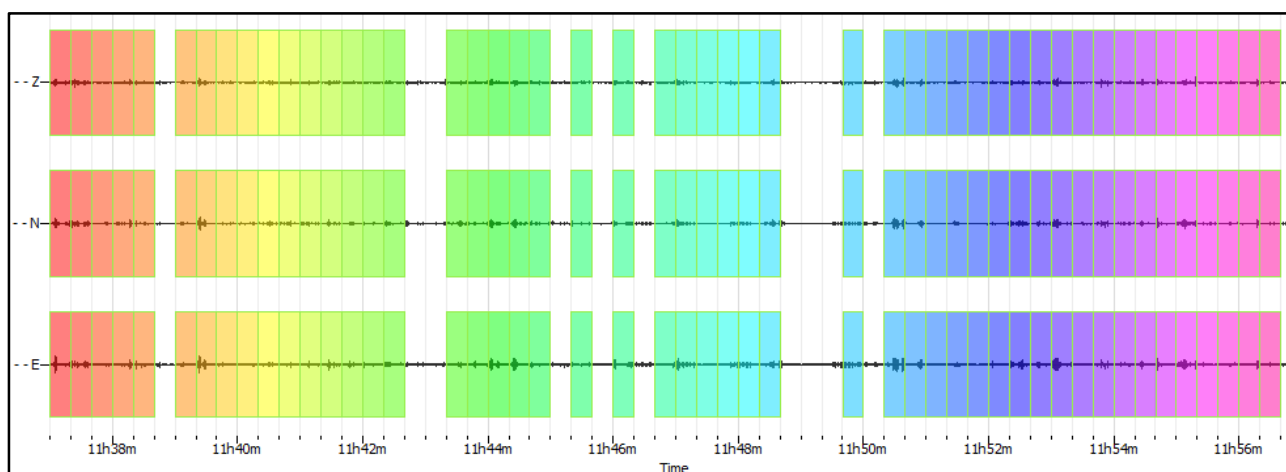
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

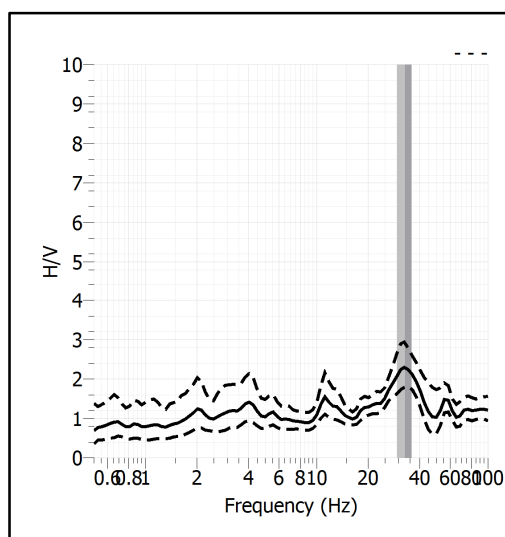
Stazione	23	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183940	
Coordinate Long.	4854867	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	49 (72% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

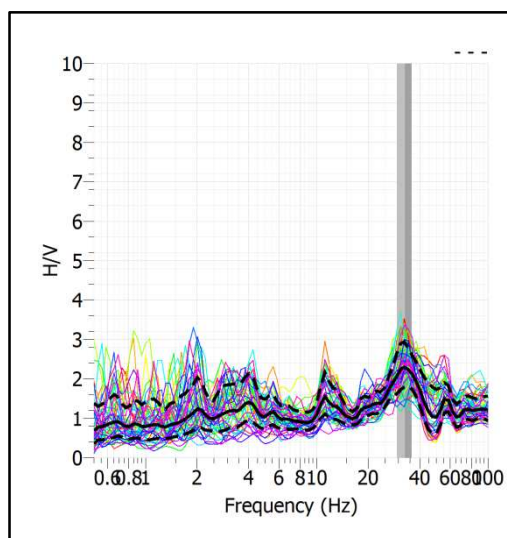
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

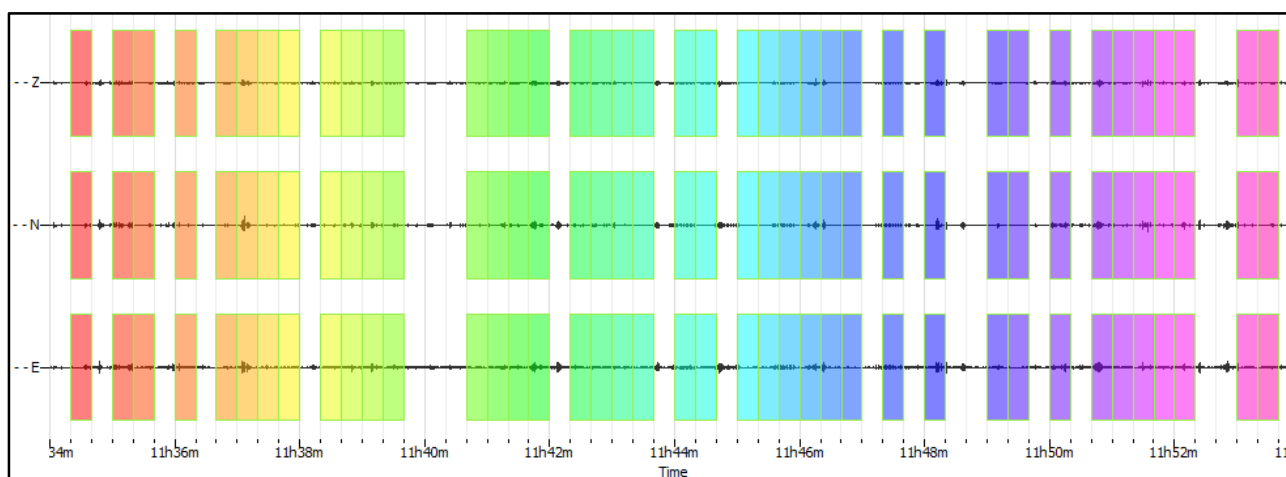
CLASSE | **A2**

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

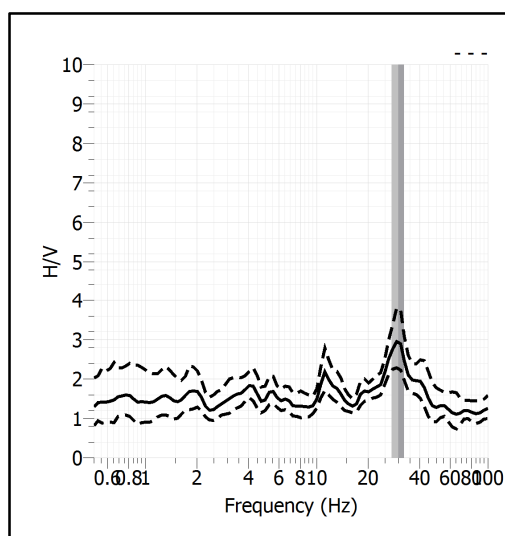
Stazione	24	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	184135	
Coordinate Long.	4854940	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	40 (67% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

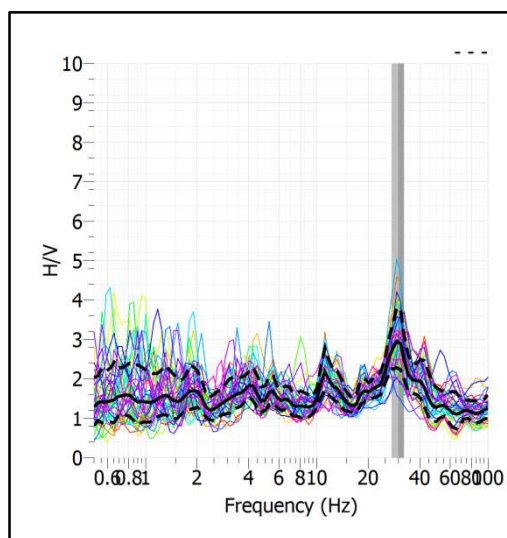
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

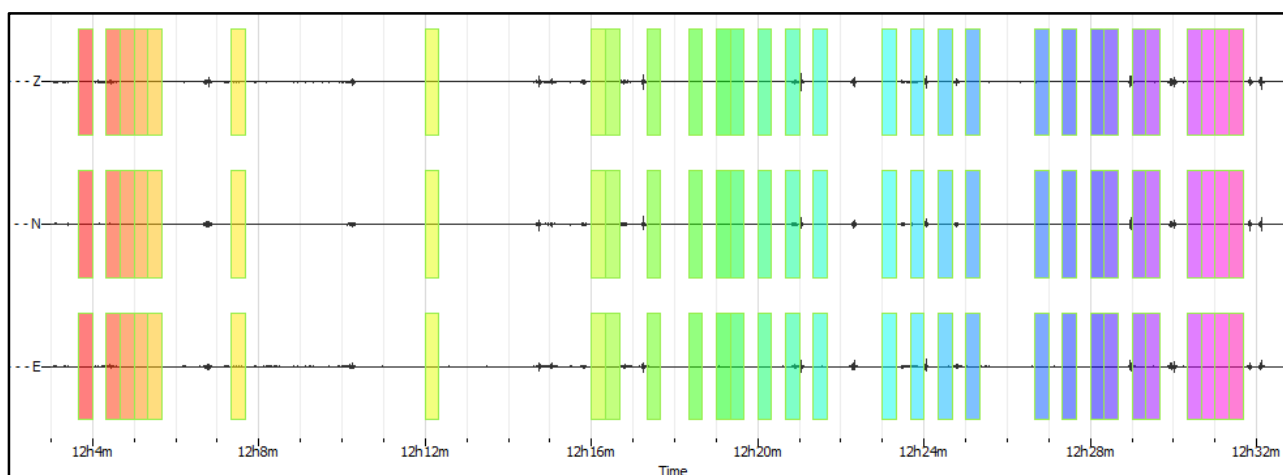
CLASSE | **A2**

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

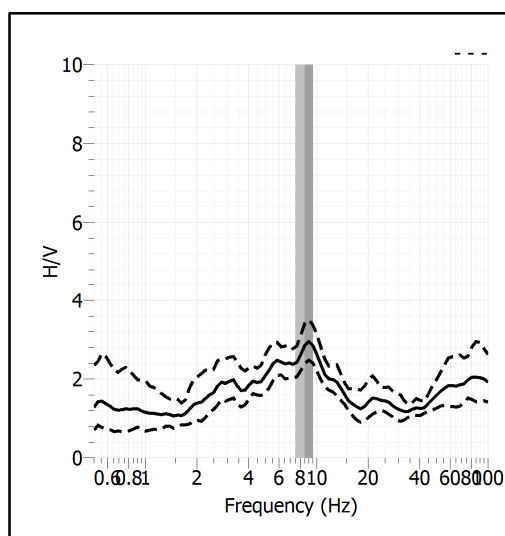
Stazione	25	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	184631	
Coordinate Long.	4854519	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	30 (33% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	8.53Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.86

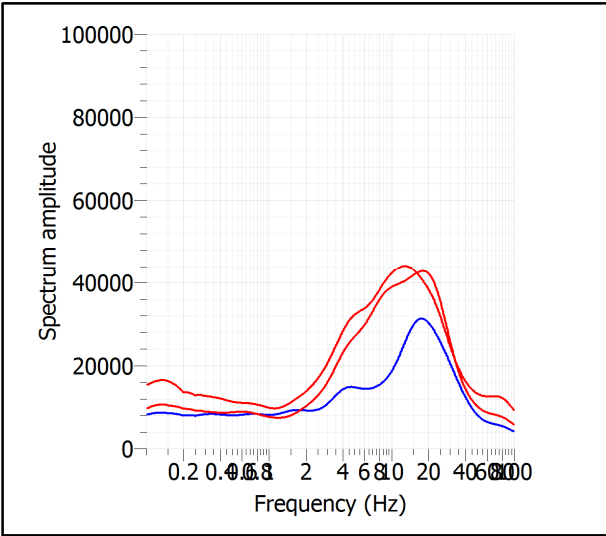
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



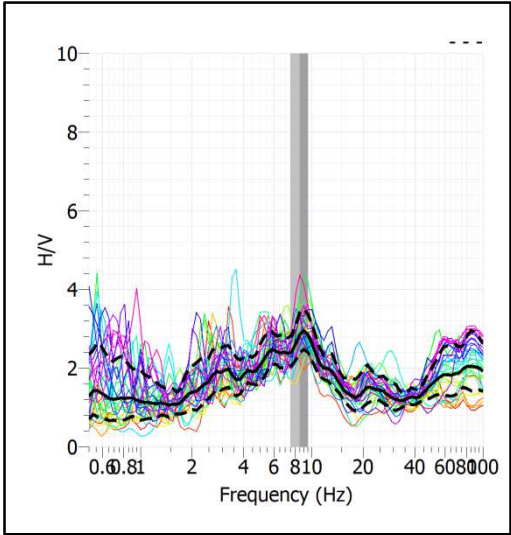
RAPPORTO SPETTRALE H/V



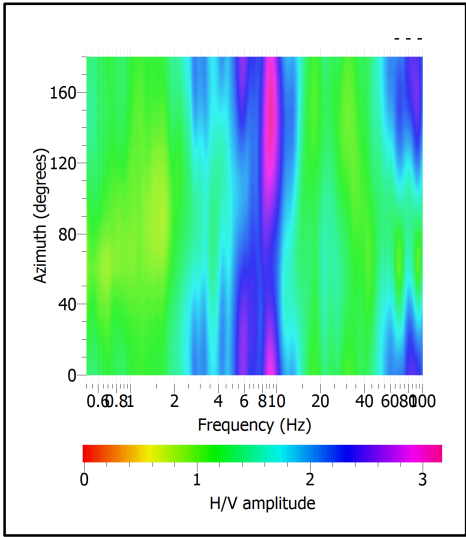
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	30	5118	8.531	1.01	2.86	1.19	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			8.531	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			5118	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$					Superato 0 volte su 26	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						NO
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						2.8606 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						1.0137 > 0.4265 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.1946 < 1.5800 OK

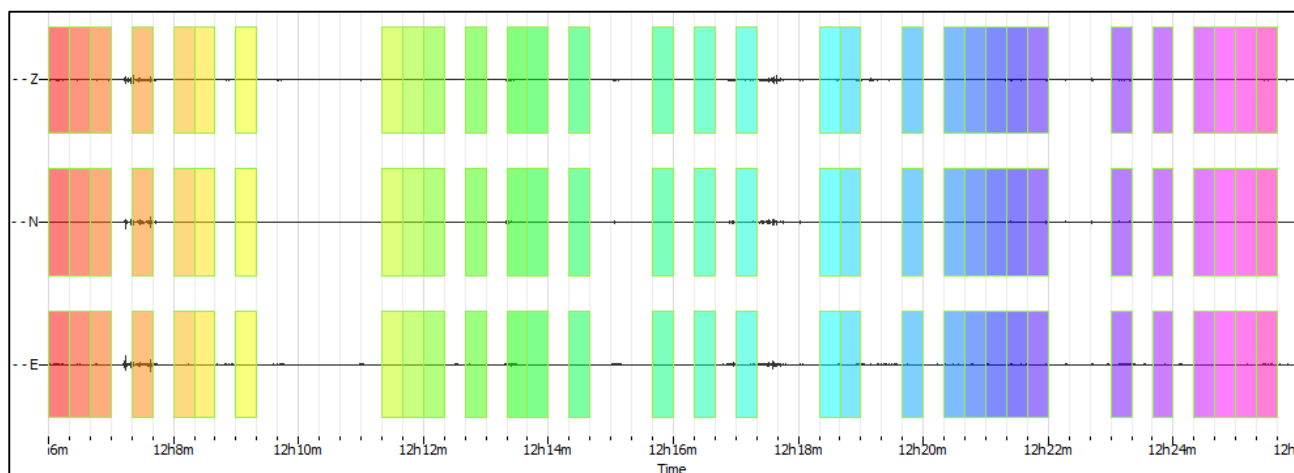
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelo, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

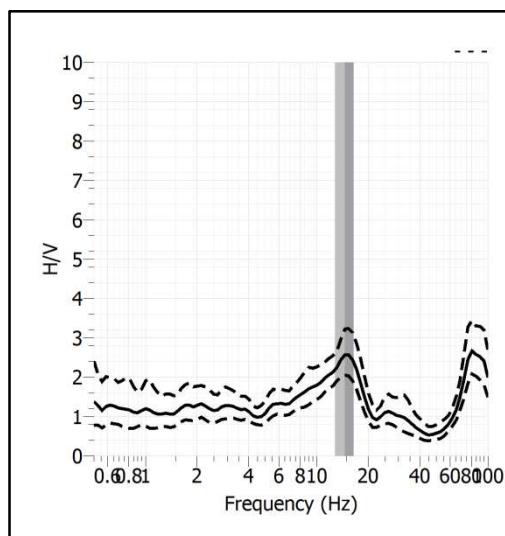
Stazione	26	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	185180	
Coordinate Long.	4854188	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	31 (35% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	14.63Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.57

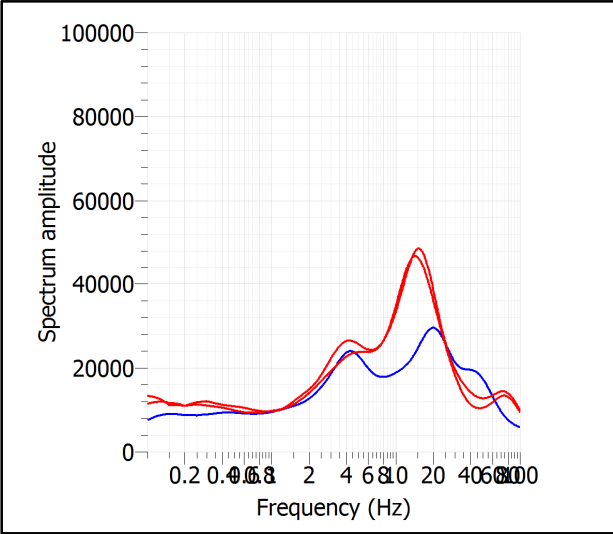
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



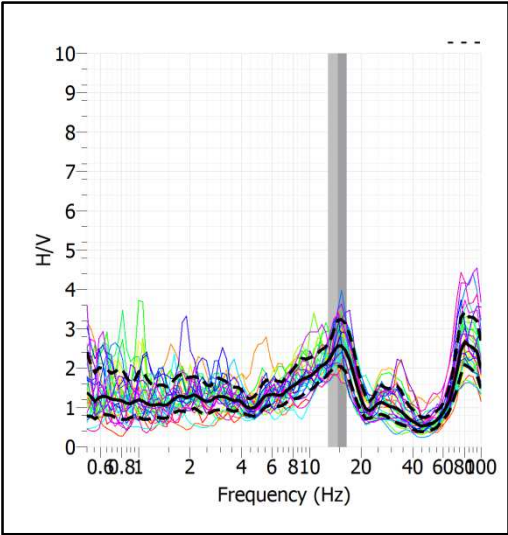
RAPPORTO SPETTRALE H/V



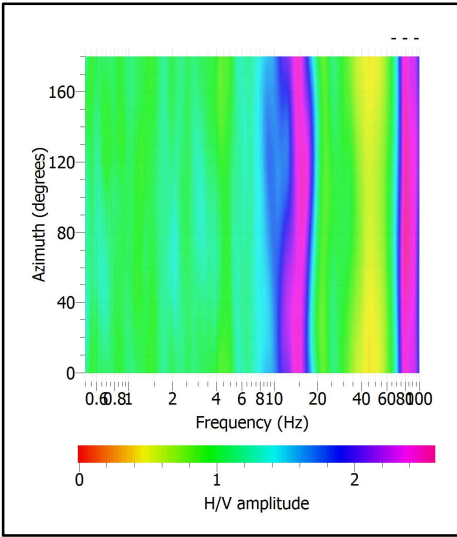
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	31	9071	14.630	1.82	2.57	1.26	BASSO
	Criteri per una curva H/V affidabile						
	[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]						
	$f_0 > 10/L_w$					14.630 > 0.500	OK
	$n_c(f_0) > 200$					9071 > 200	OK
	$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$					Superato 0 volte su 27	OK
	$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$						
	Criteri per un picco H/V chiaro						
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$					2.5667 > 2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$					1.8230 > 0.7315	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$					1.2595 < 1.5800	OK

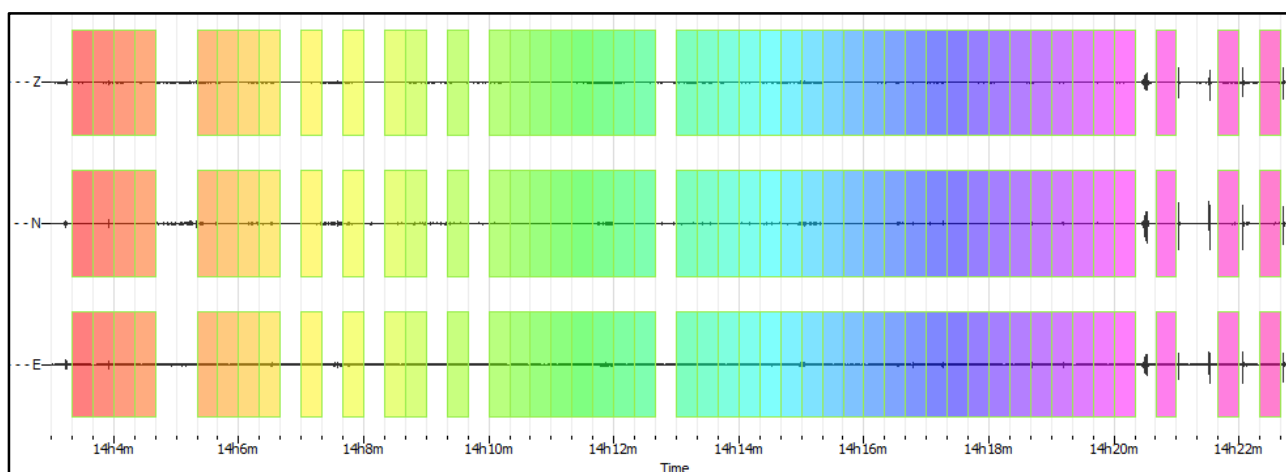
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
--------	----

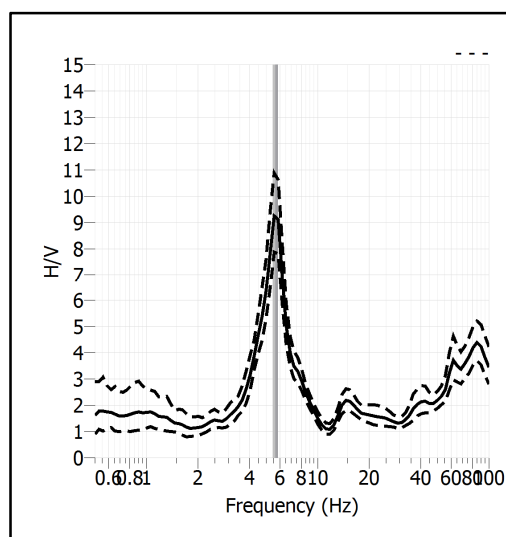
Stazione	27	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	186741	
Coordinate Long.	4853742	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	46 (77% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	5.66Hz
Ampiezza Media della frequenza	9.20

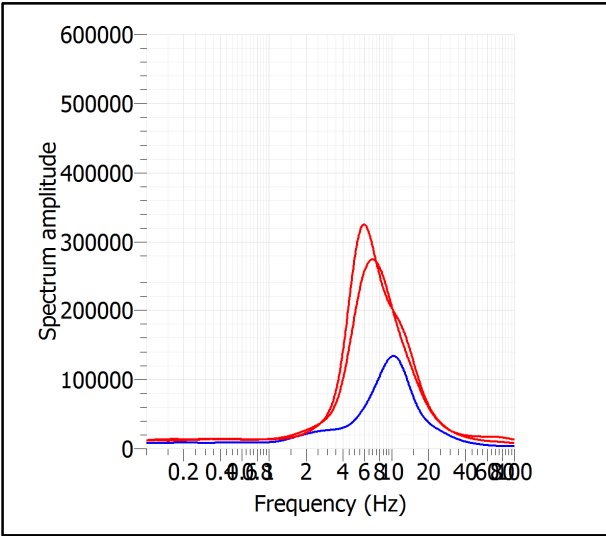
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



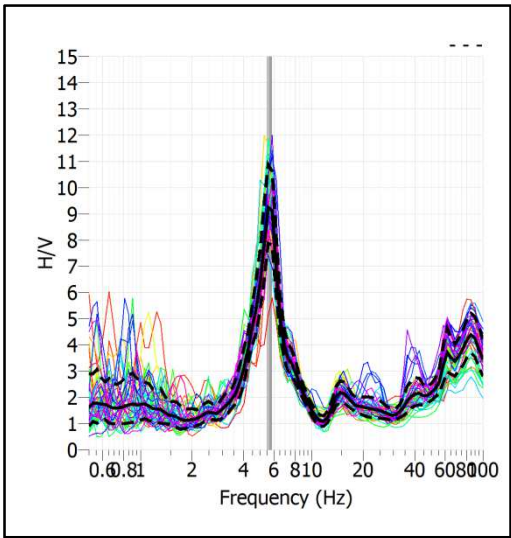
RAPPORTO SPETTRALE H/V



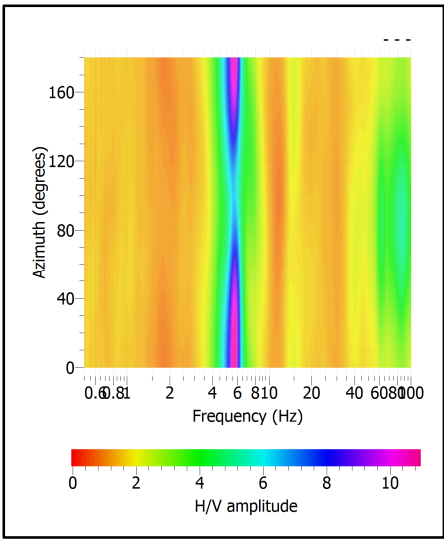
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	46	5212	5.665	0.19	9.20	1.17	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			5.665	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			5212	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			9.2004	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.1926	<	0.2833	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.1698	<	1.5800	OK

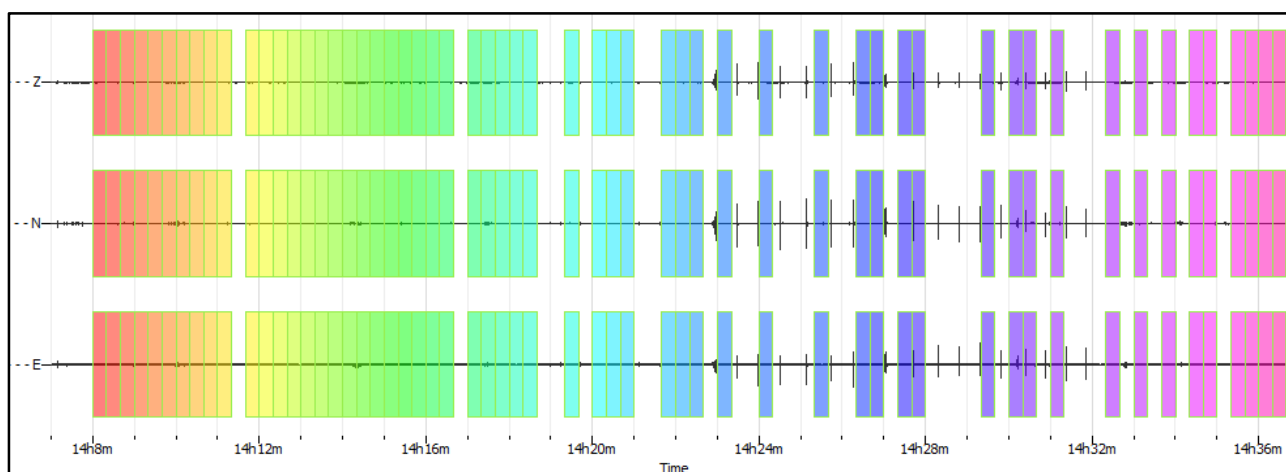
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelo, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

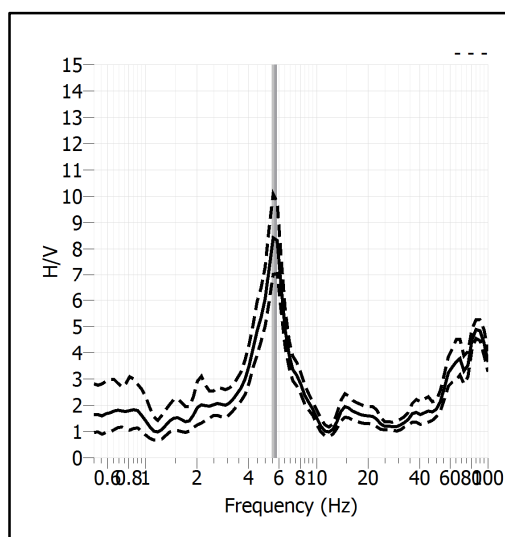
Stazione	28	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	186564	
Coordinate Long.	4853505	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	57 (63% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	5.67Hz
Ampiezza Media della frequenza	8.38

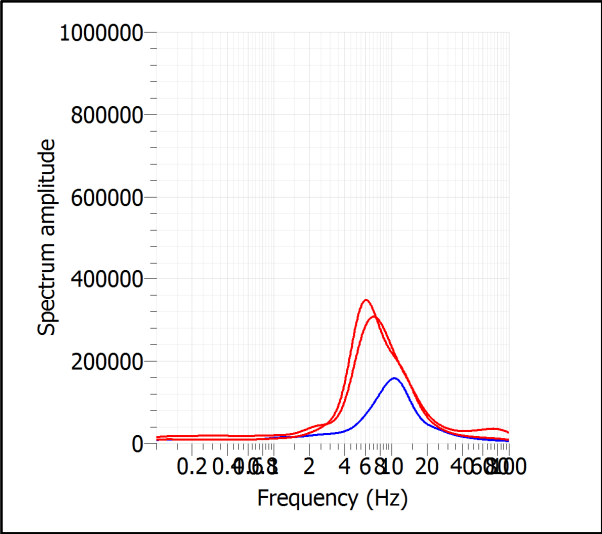
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



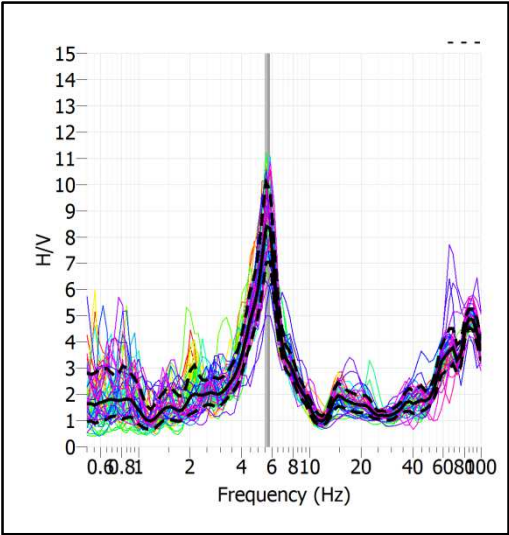
RAPPORTO SPETTRALE H/V



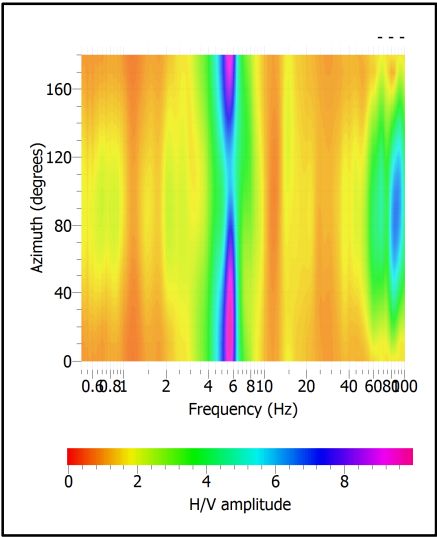
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	57	6466	5.672	0.21	8.38	1.19	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			5.672	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			6466	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						8.3750 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.2082 < 0.2836 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.1852 < 1.5800 OK

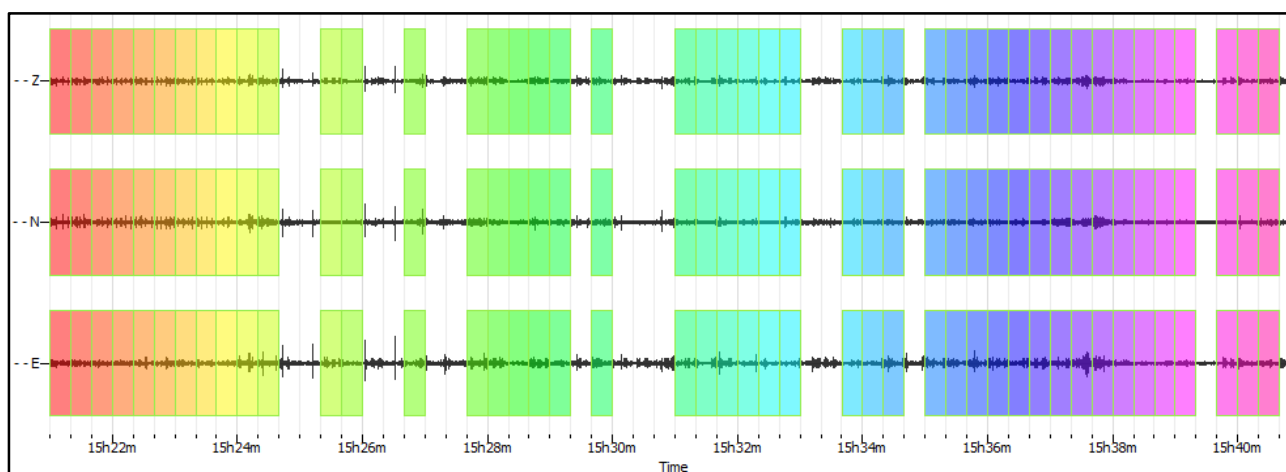
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

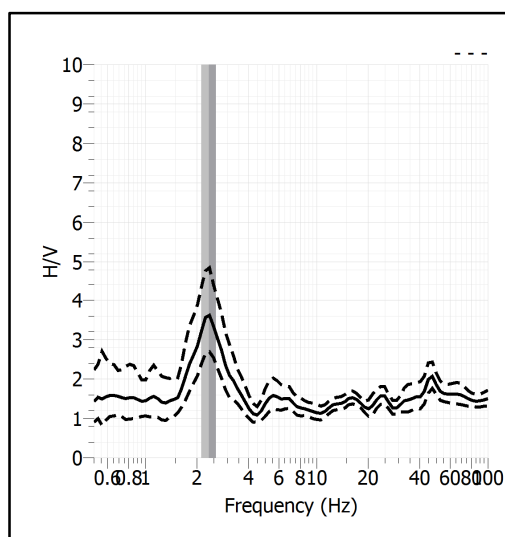
Stazione	29	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	188193	
Coordinate Long.	4854009	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	45 (75% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.34Hz
Ampiezza Media della frequenza	3.61

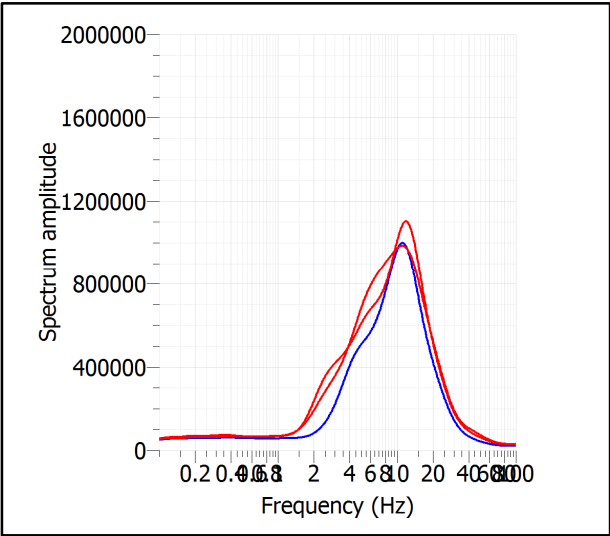
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



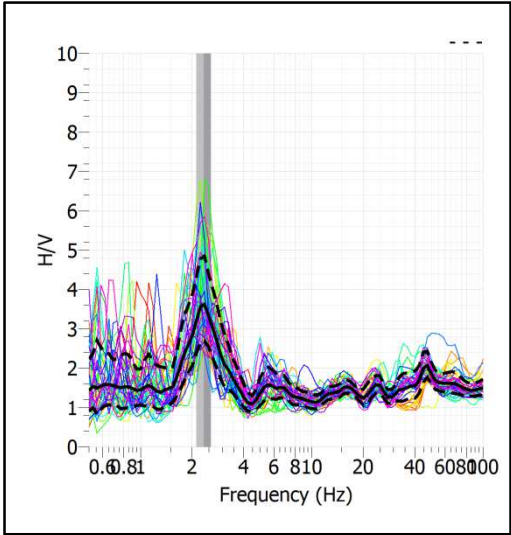
RAPPORTO SPETTRALE H/V



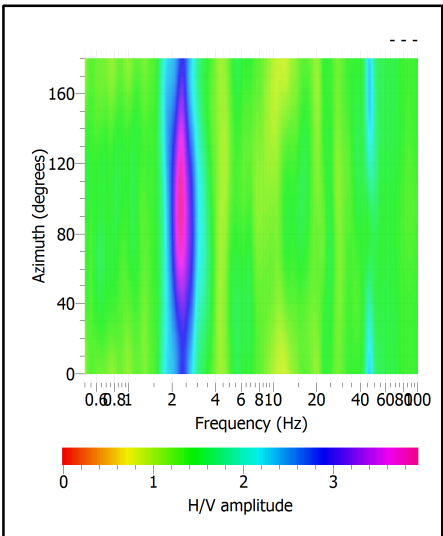
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	45	2112	2.347	0.23	3.61	1.34	MODERATO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			2.347	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			2112	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			3.6107	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.2336	>	0.1173	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.3429	<	1.5800	OK

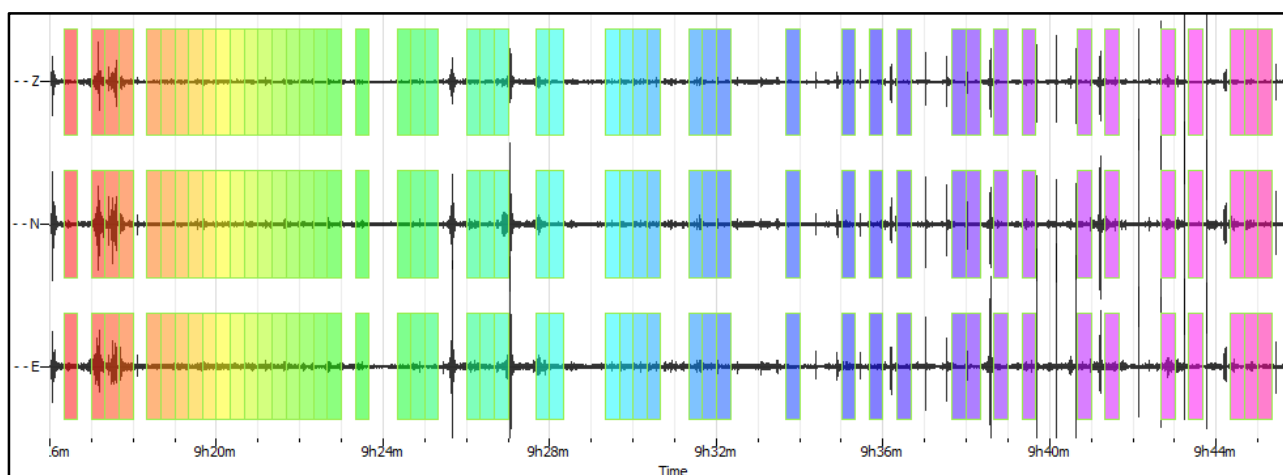
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelo, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

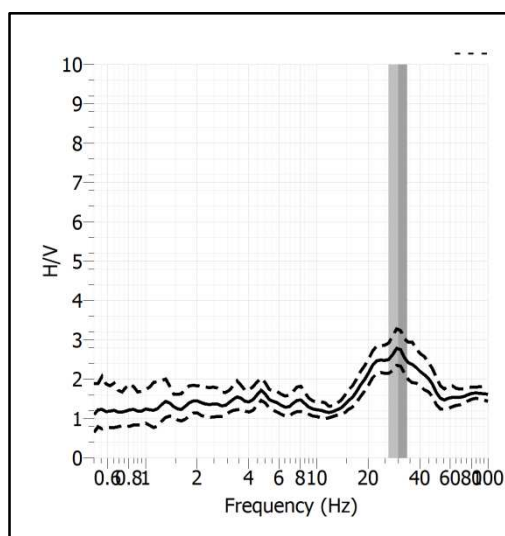
Stazione	3	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183391	
Coordinate Long.	4850823	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	49 (55% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

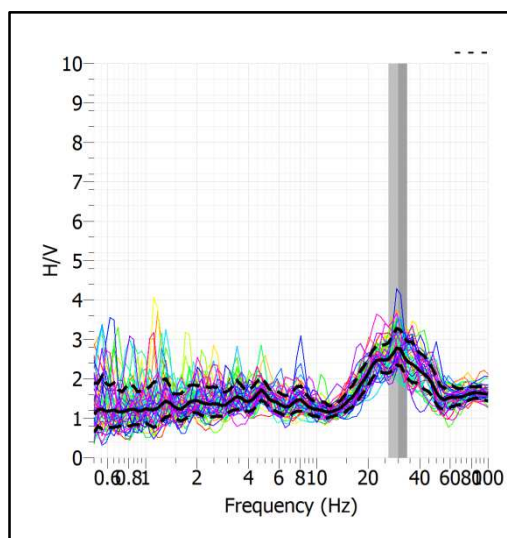
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

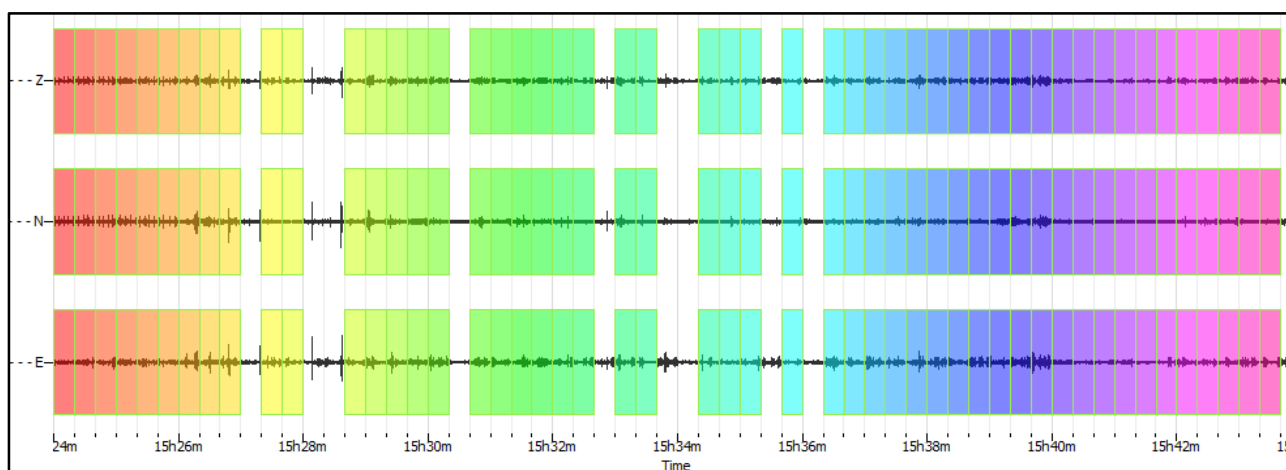
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

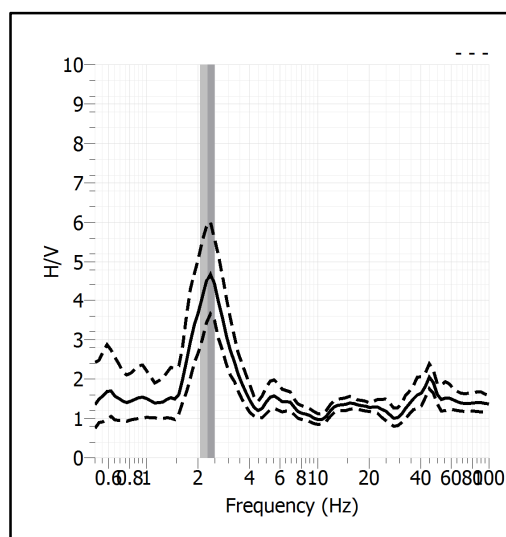
Stazione	30	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	188008	
Coordinate Long.	4854170	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	50 (83% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.27Hz
Ampiezza Media della frequenza	4.56

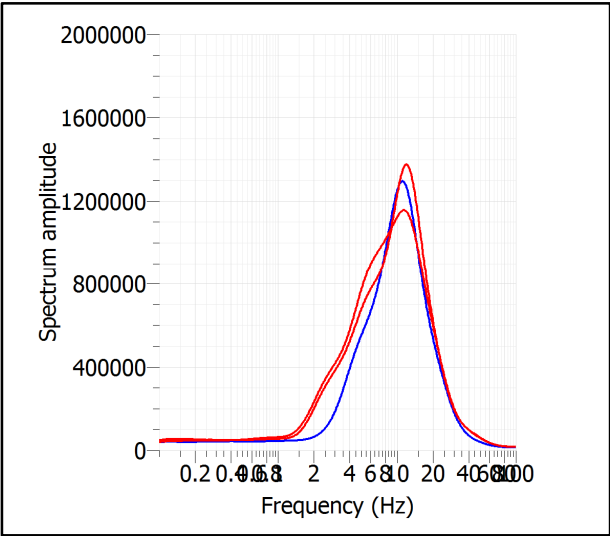
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



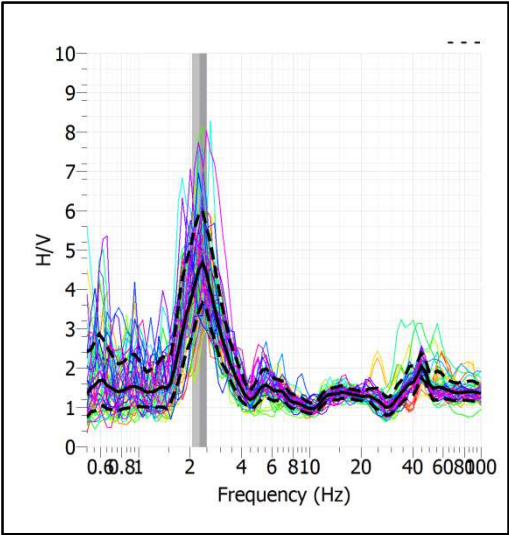
RAPPORTO SPETTRALE H/V



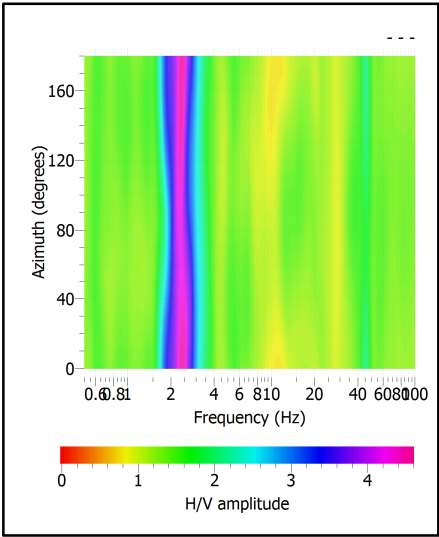
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	50	2278	2.278	0.22	4.56	1.30	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$						2.278 > 0.500	OK
$n_c(f_0) > 200$						2278 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$						Superato 0 volte su 27	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						4.5559 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.2248 > 0.1139 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.3004 < 1.5800 OK

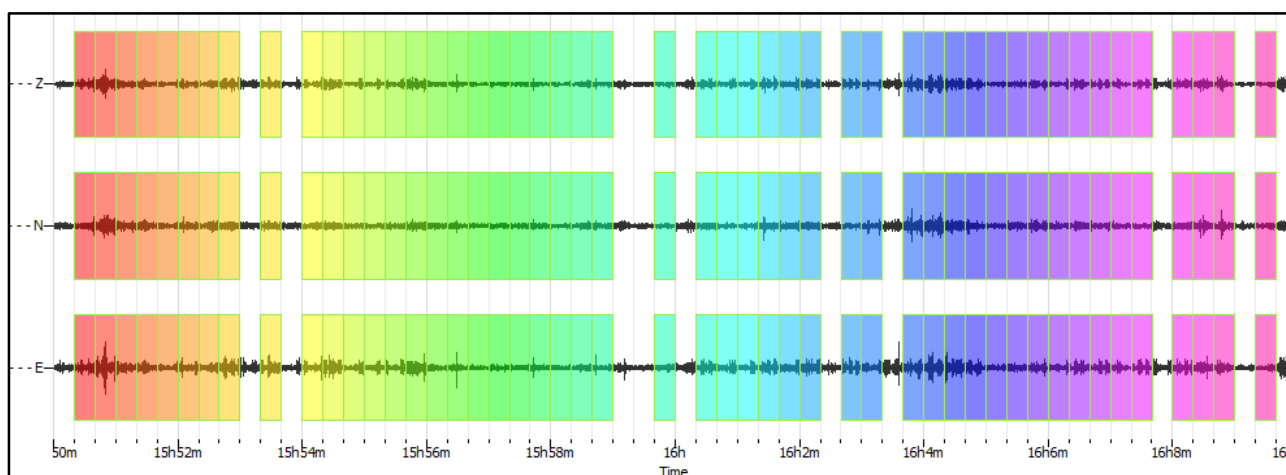
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

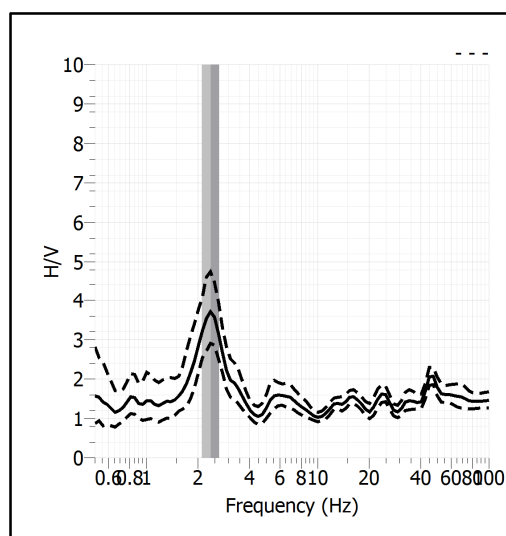
Stazione	31	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	188404	
Coordinate Long.	4853649	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	49 (81% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.38Hz
Ampiezza Media della frequenza	3.69

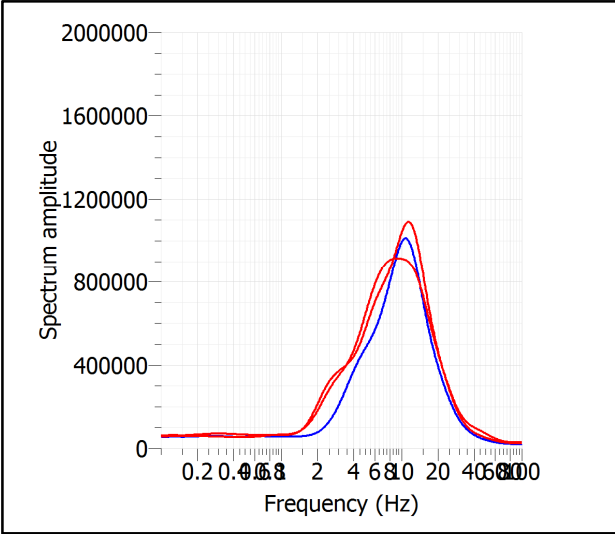
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



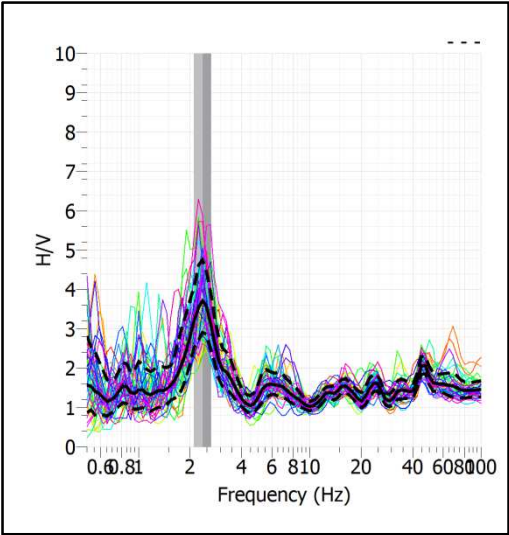
RAPPORTO SPETTRALE H/V



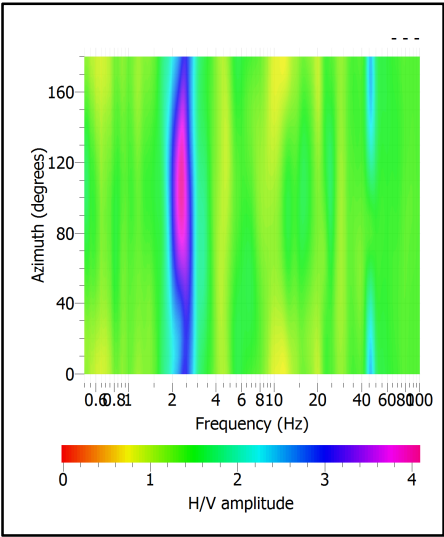
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	49	2334	2.381	0.28	3.69	1.25	MODERATO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			2.381	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			2334	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						3.6908 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.2757 > 0.1191 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.2522 < 1.5800 OK

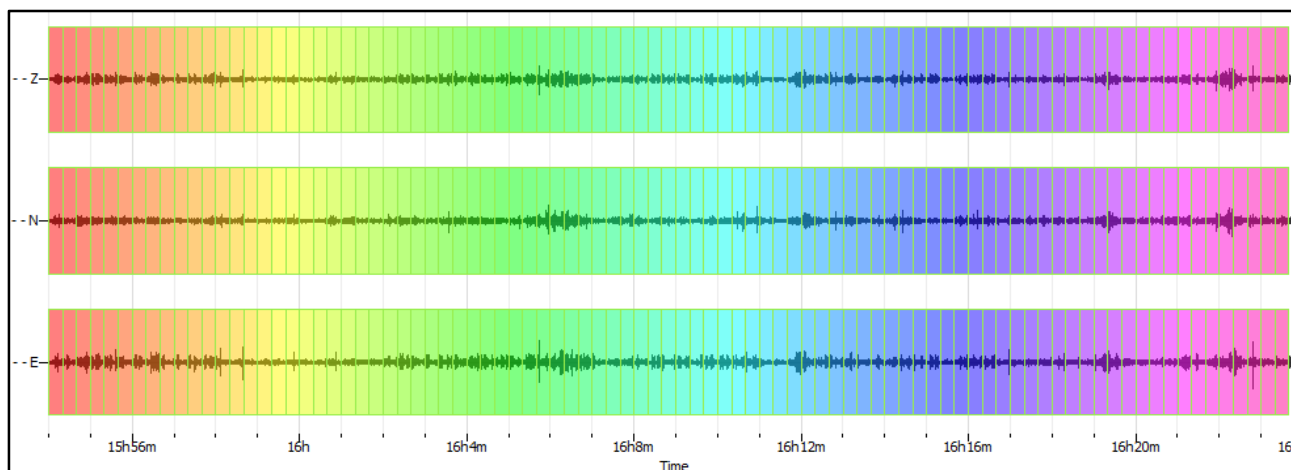
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

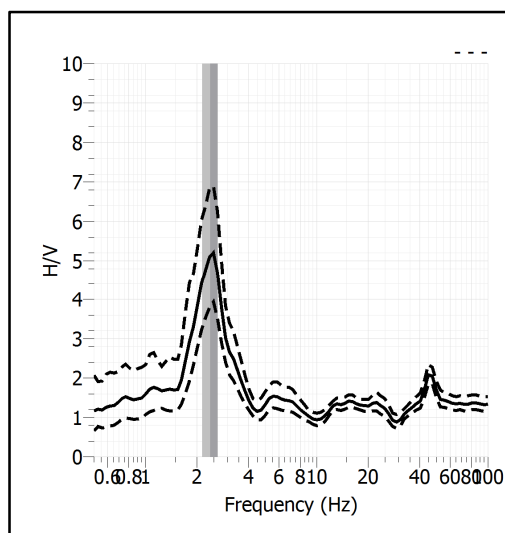
Stazione	32	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	188394	
Coordinate Long.	4853863	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	89 (100% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.39 Hz
Ampiezza Media della frequenza	5.12

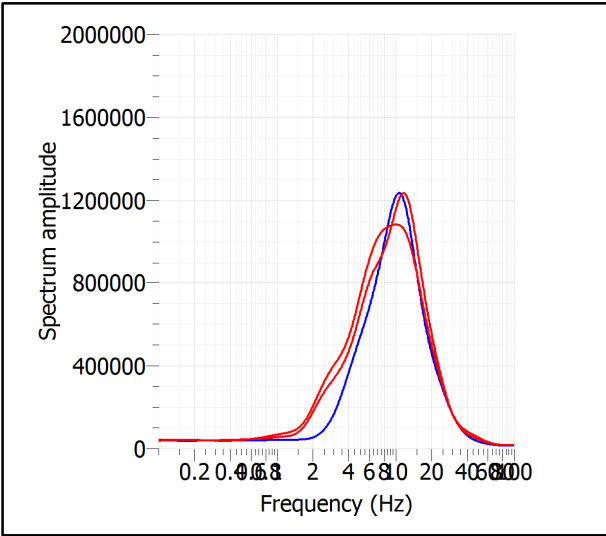
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



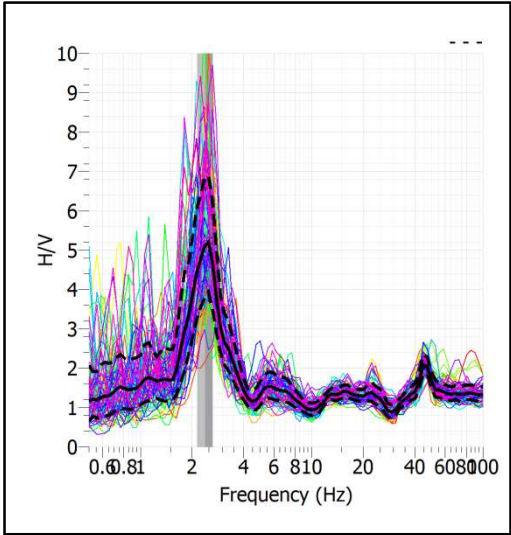
RAPPORTO SPETTRALE H/V



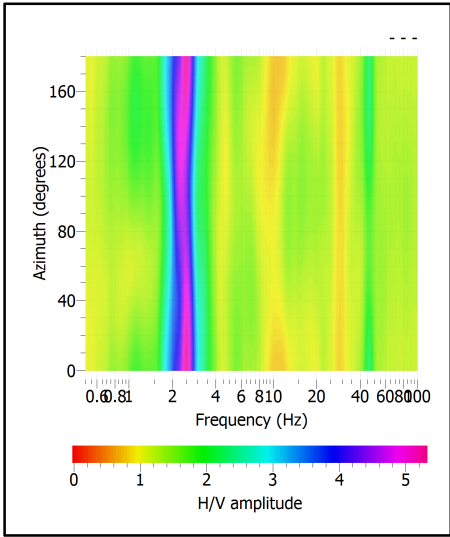
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	89	4262	2.394	0.24	5.12	1.34	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$						2.394 > 0.500	OK
$n_c(f_0) > 200$						4262 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$						Superato 0 volte su 27	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						5.1212 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.2449 > 0.1197 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.3365 < 1.5800 OK

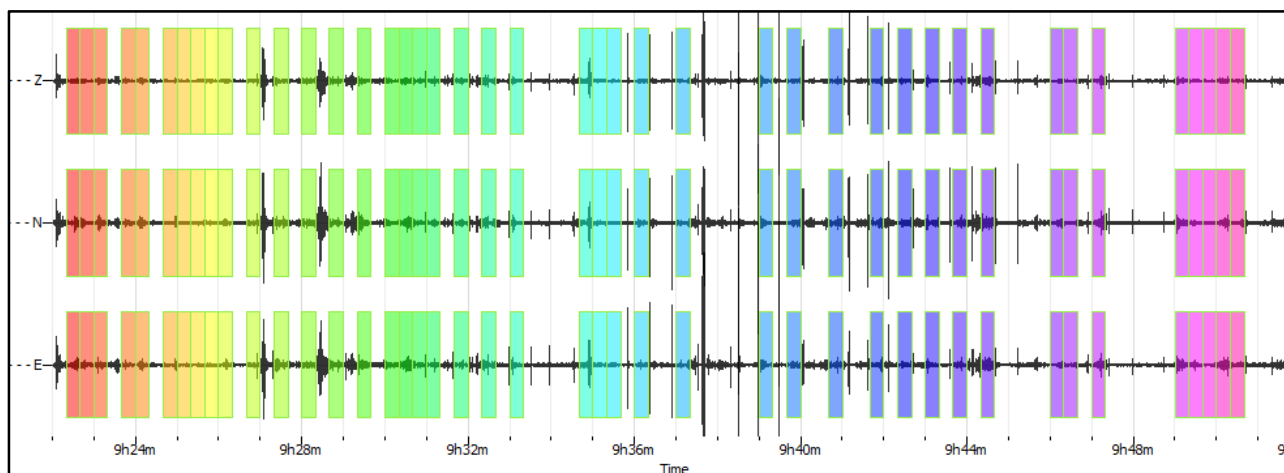
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

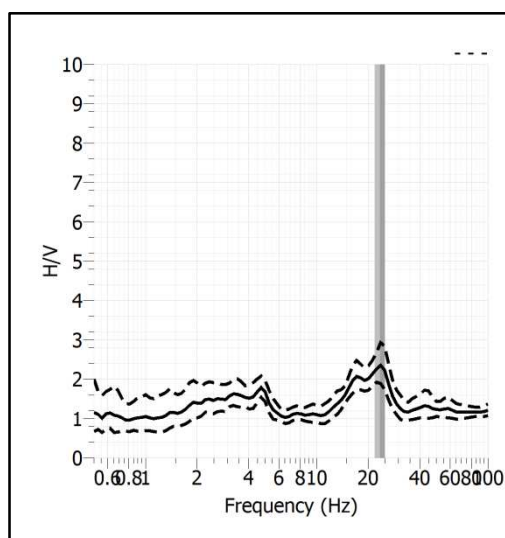
Stazione	4	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183179	
Coordinate Long.	4850756	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	43 (48% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

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

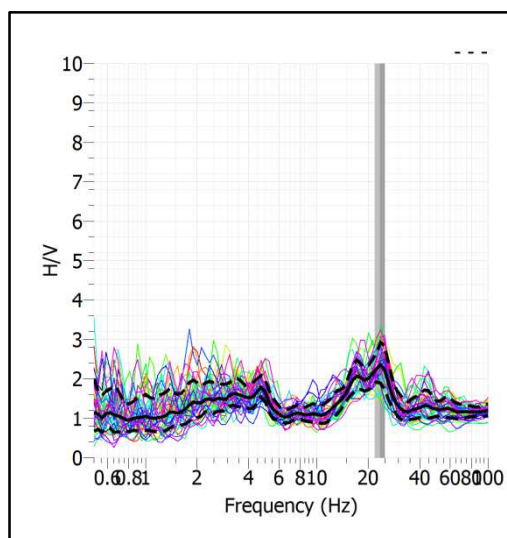
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

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

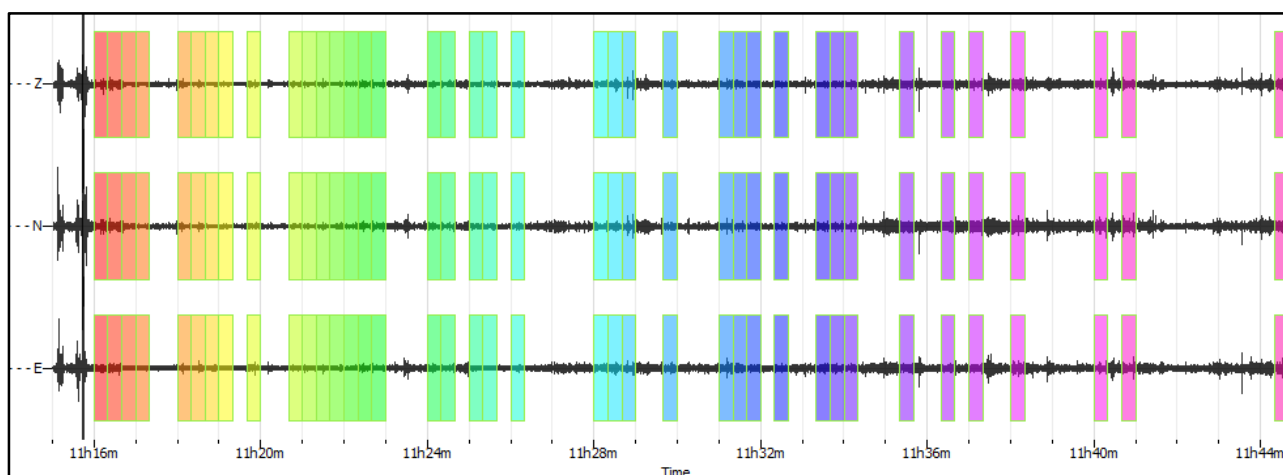
CLASSE	A2
---------------	-----------

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

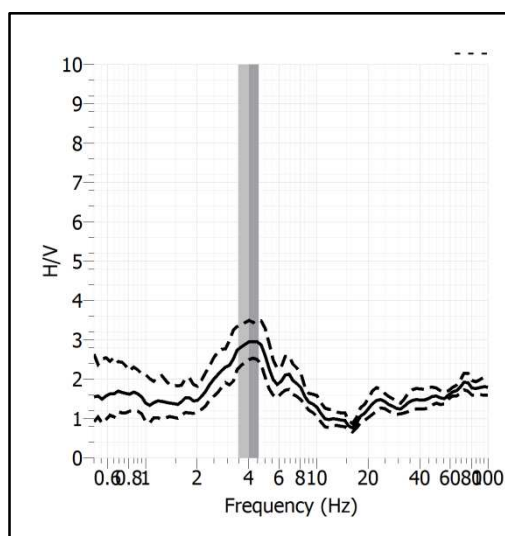
Stazione	5	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	182758	
Coordinate Long.	4850582	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	39 (43% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	4.11Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.96

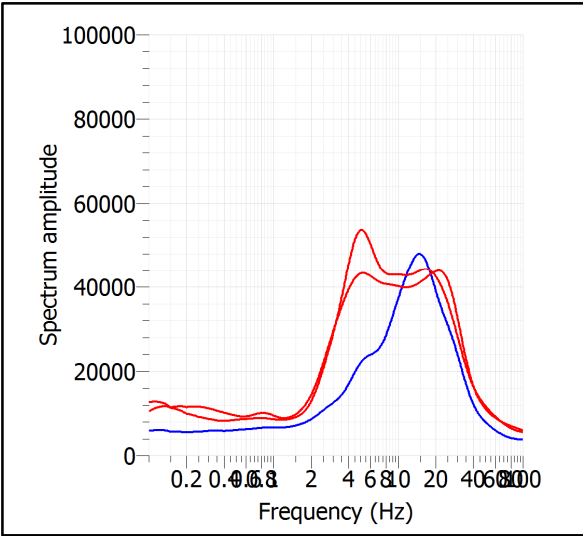
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



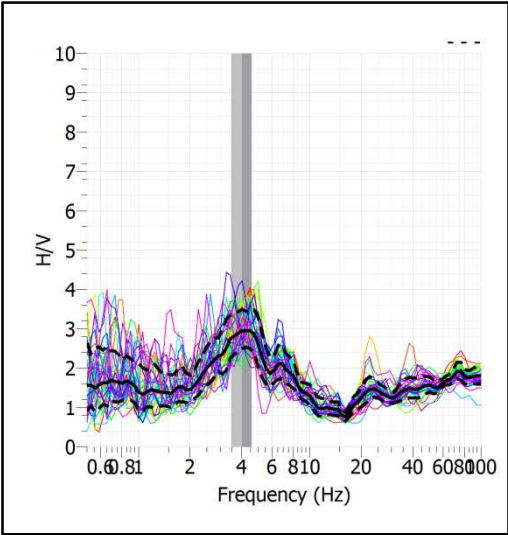
RAPPORTO SPETTRALE H/V



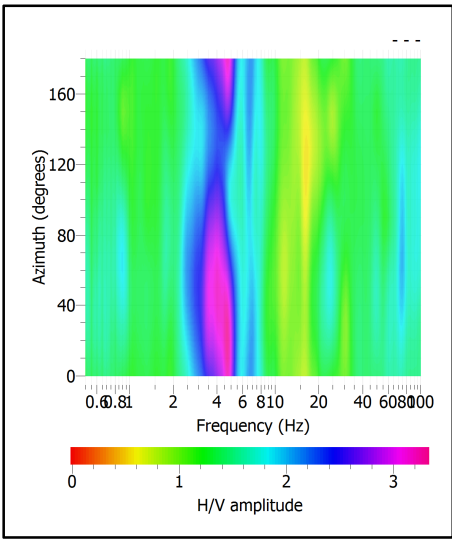
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	39	3207	4.112	0.50	2.96	1.17	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			4.112	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			3207	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						2.9551 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.5035 > 0.2056 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.1726 < 1.5800 OK

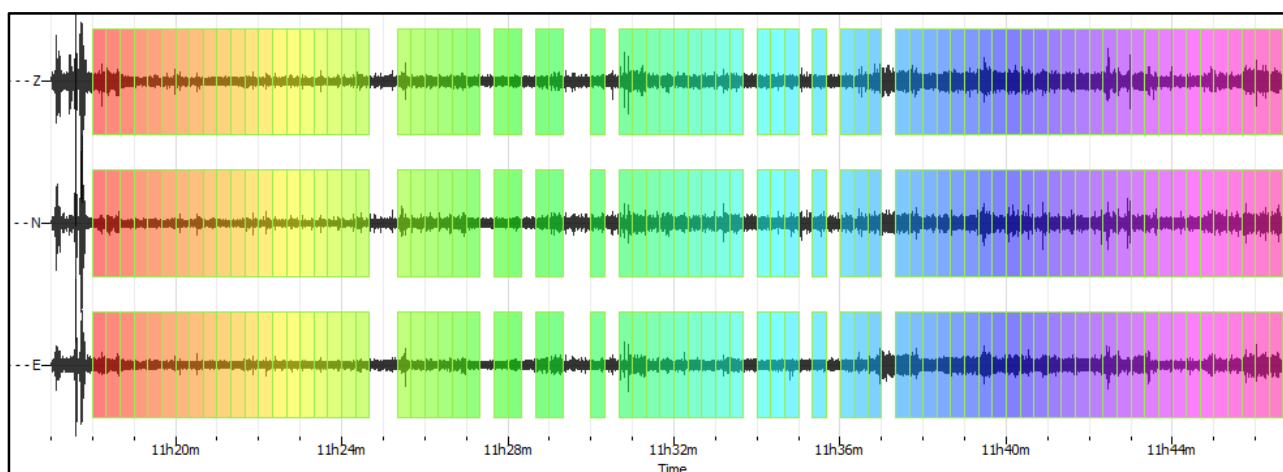
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelo, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
--------	----

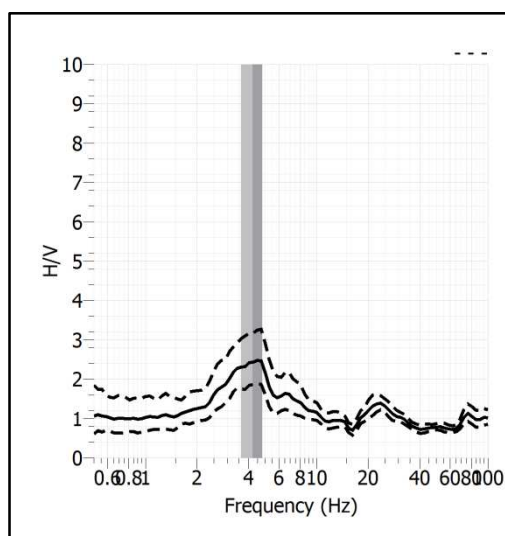
Stazione	6	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	182964	
Coordinate Long.	4850725	
Durata registrazione	30 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	75 (83% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	4.21Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.43

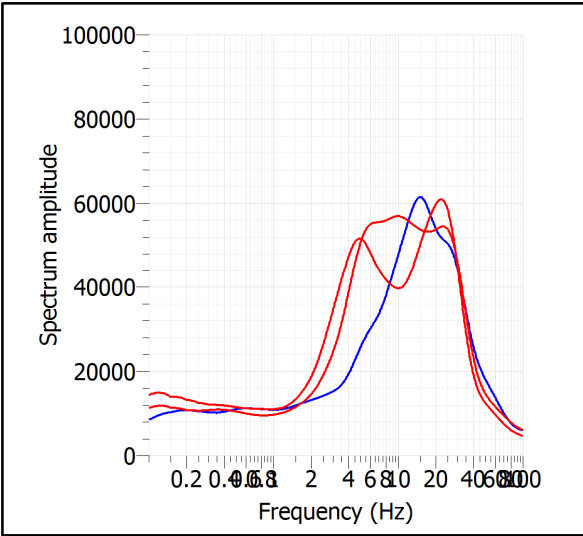
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



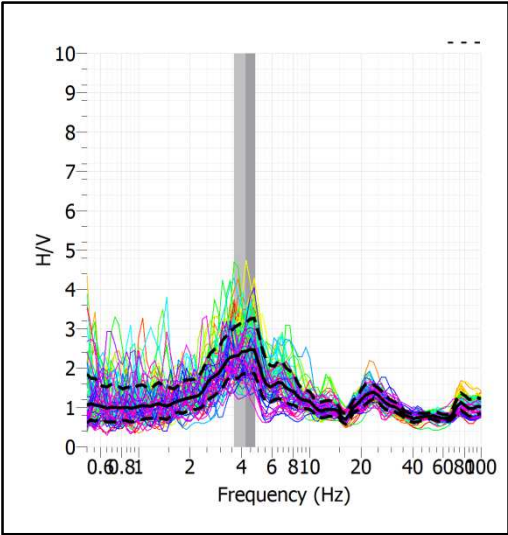
RAPPORTO SPETTRALE H/V



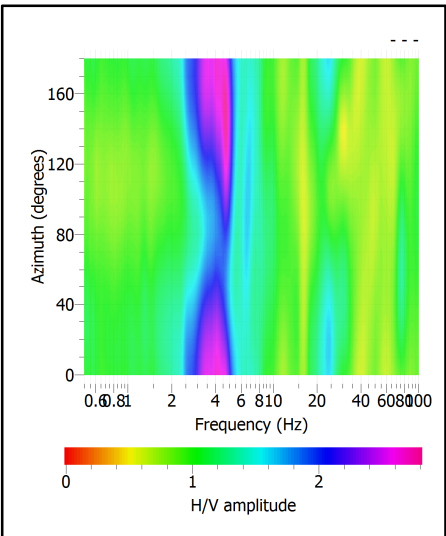
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	75	6320	4.213	0.60	2.43	1.30	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			4.213	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			6320	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.4305	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.6010	>	0.2107	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.3040	<	1.5800	OK

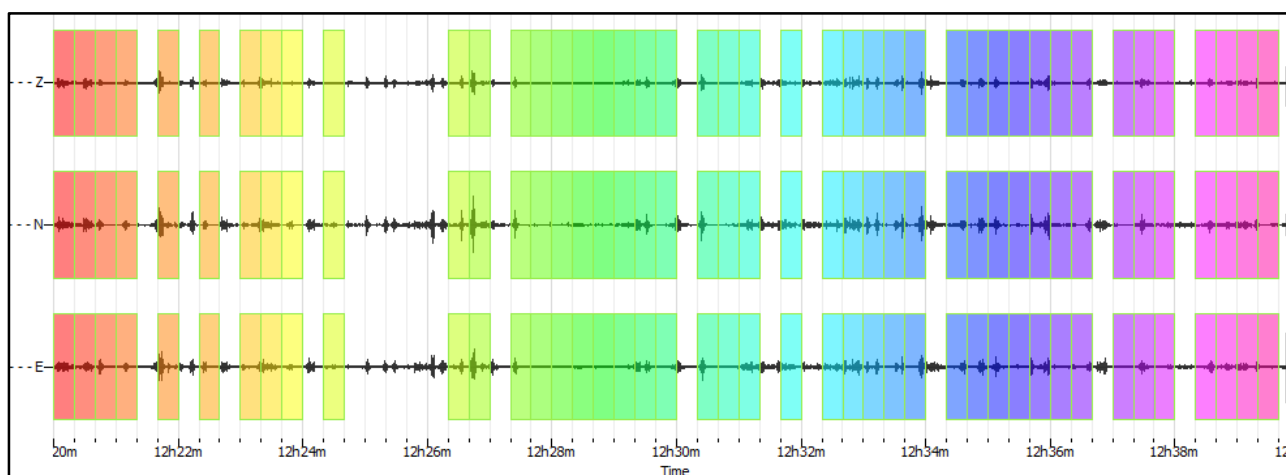
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

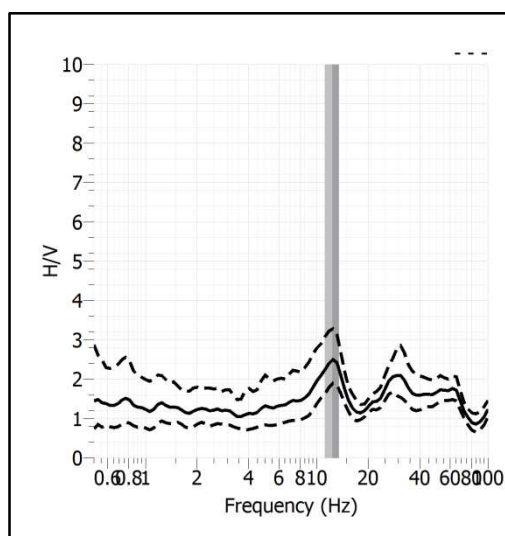
Stazione	7	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183345	
Coordinate Long.	4850995	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	43 (72% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	12.33Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.49

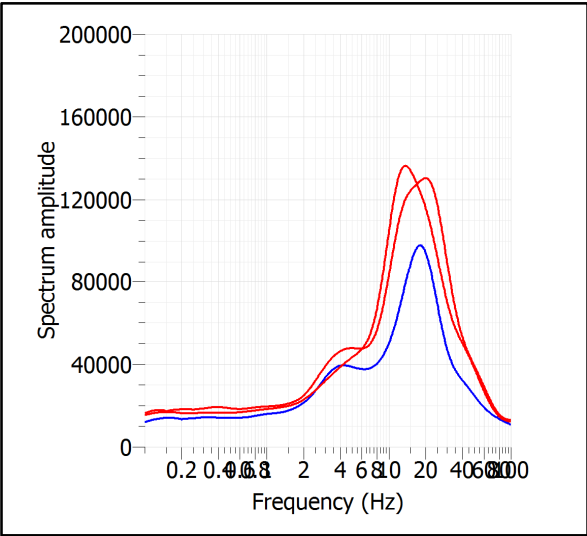
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



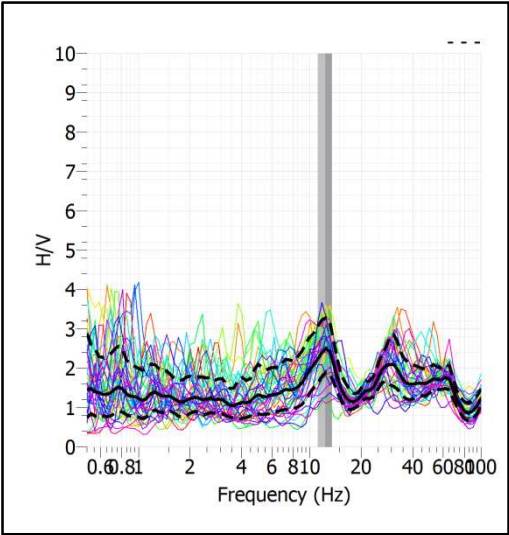
RAPPORTO SPETTRALE H/V



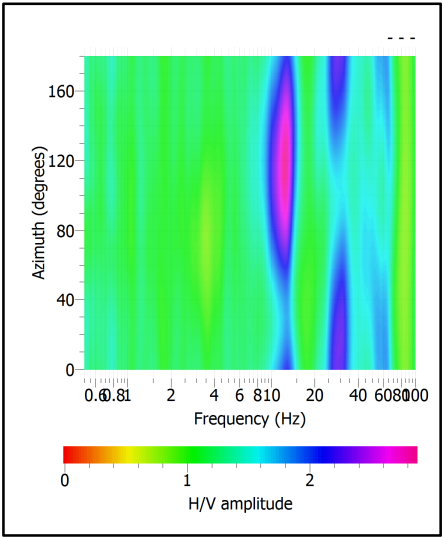
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	43	10609	12.336	1.18	2.49	1.32	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			12.336	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			10609	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f' in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f') < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.4912	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			1.1752	>	0.6168	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.3163	<	1.5800	OK

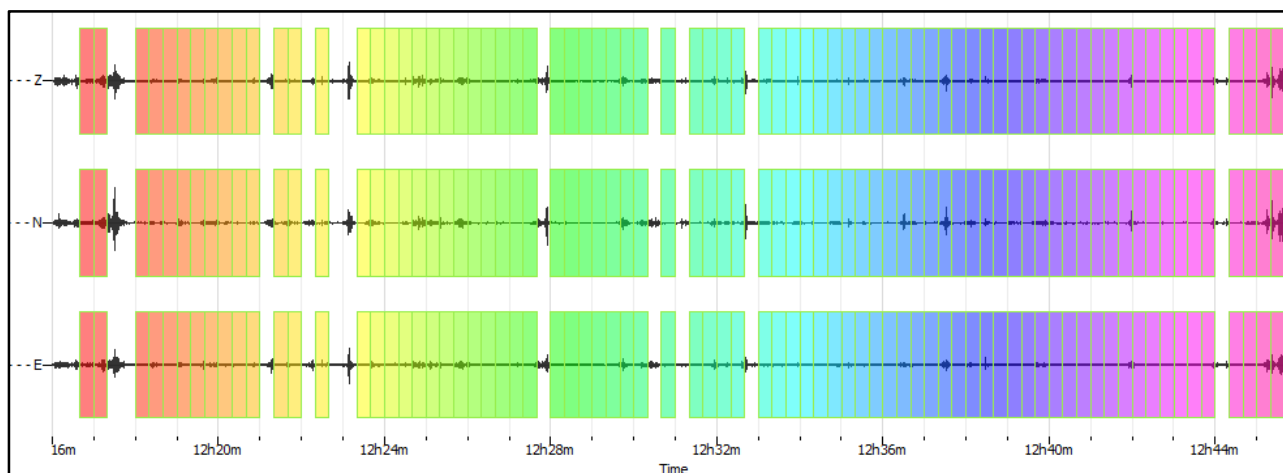
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

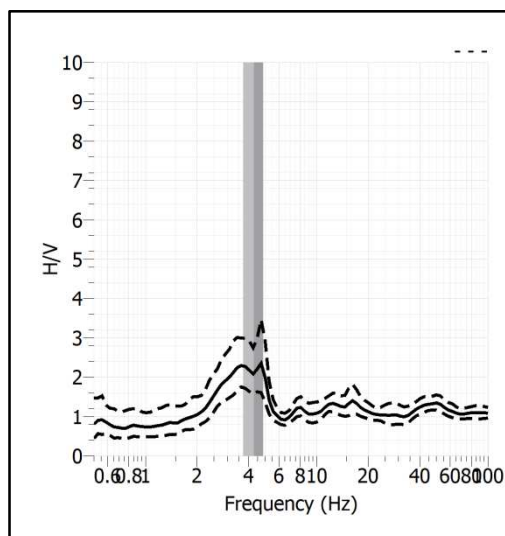
Stazione	8
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Giugno 2020
Coordinate Lat.	183429
Coordinate Long.	4851183
Durata registrazione	30 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	76 (84% del tracciato)
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi
Lisciamento	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

Frequenza del picco H/V	4.28Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.10

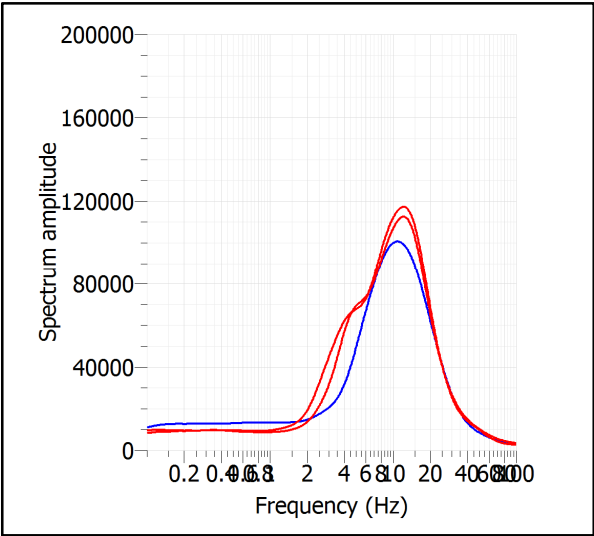
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



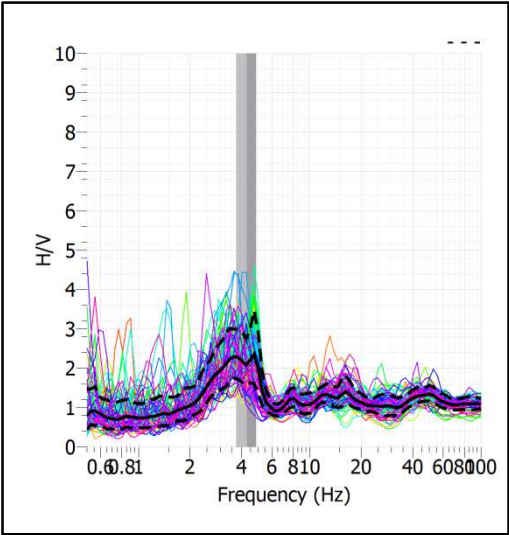
RAPPORTO SPETTRALE H/V



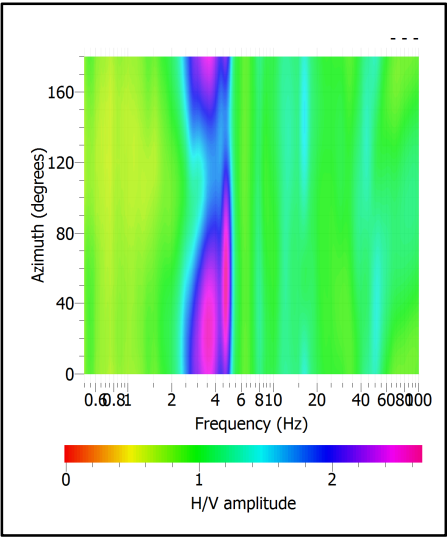
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	76	6515	4.286	0.56	2.10	1.33	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			4.286	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			6515	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						2.0959 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.5625 > 0.2143 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.3286 < 1.5800 OK

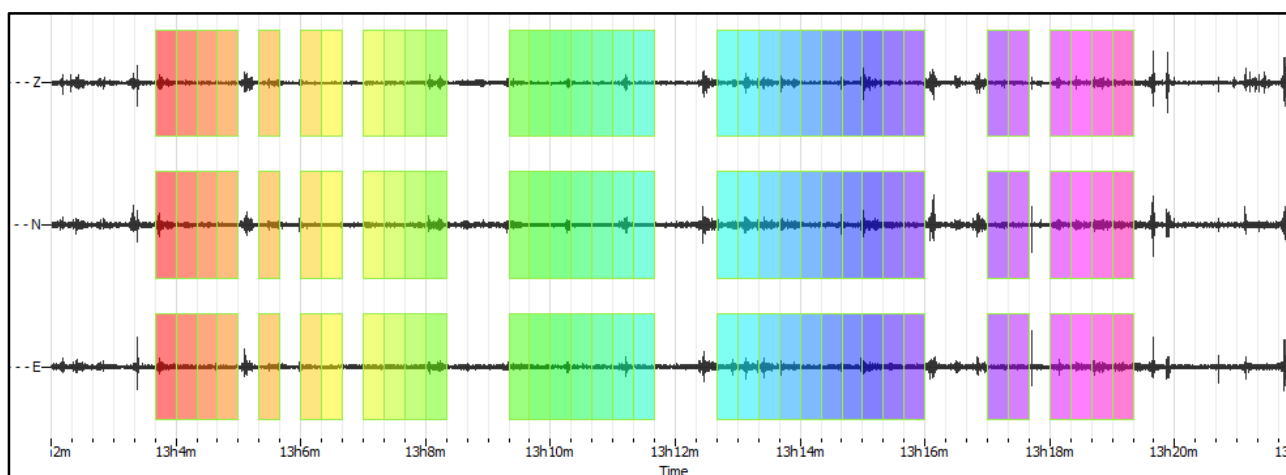
ULTERIORI CRITERI(D.Albarelli, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico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

CLASSE	A1
---------------	-----------

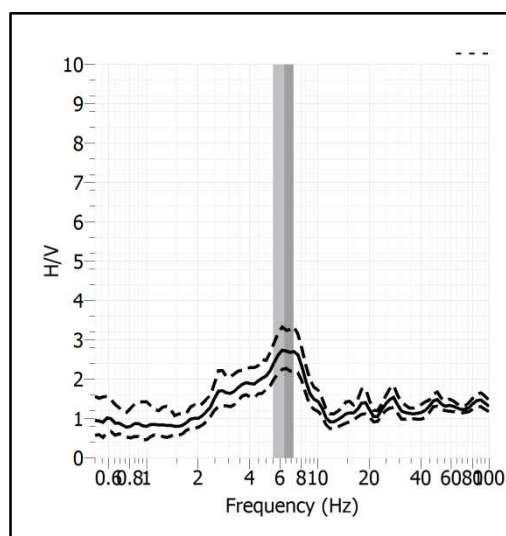
Stazione	9	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Giugno 2020	
Coordinate Lat.	183668	
Coordinate Long.	4851260	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	34 (57% del tracciato)	
Tipo di liscio	Konno & Ohmachi	
Liscio	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	6.44Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.72

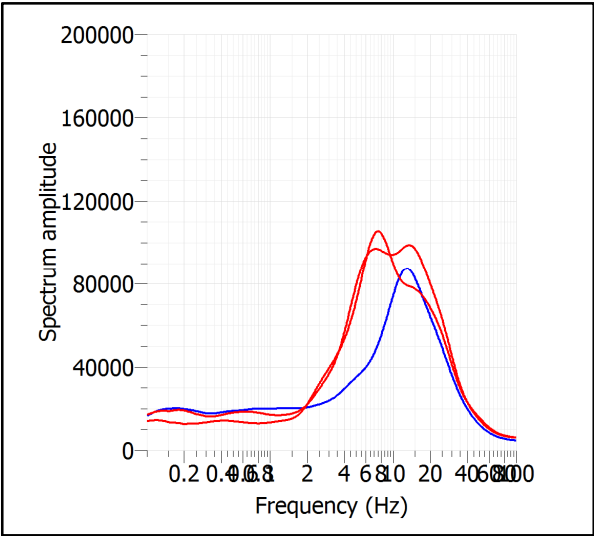
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



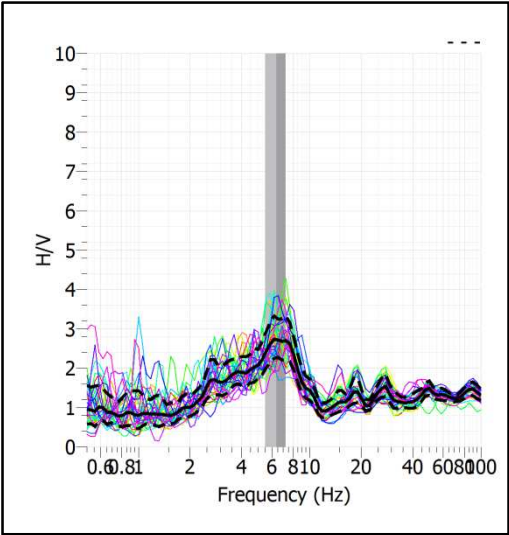
RAPPORTO SPETTRALE H/V



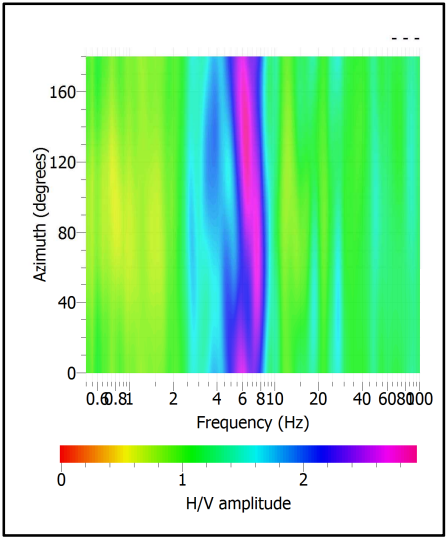
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

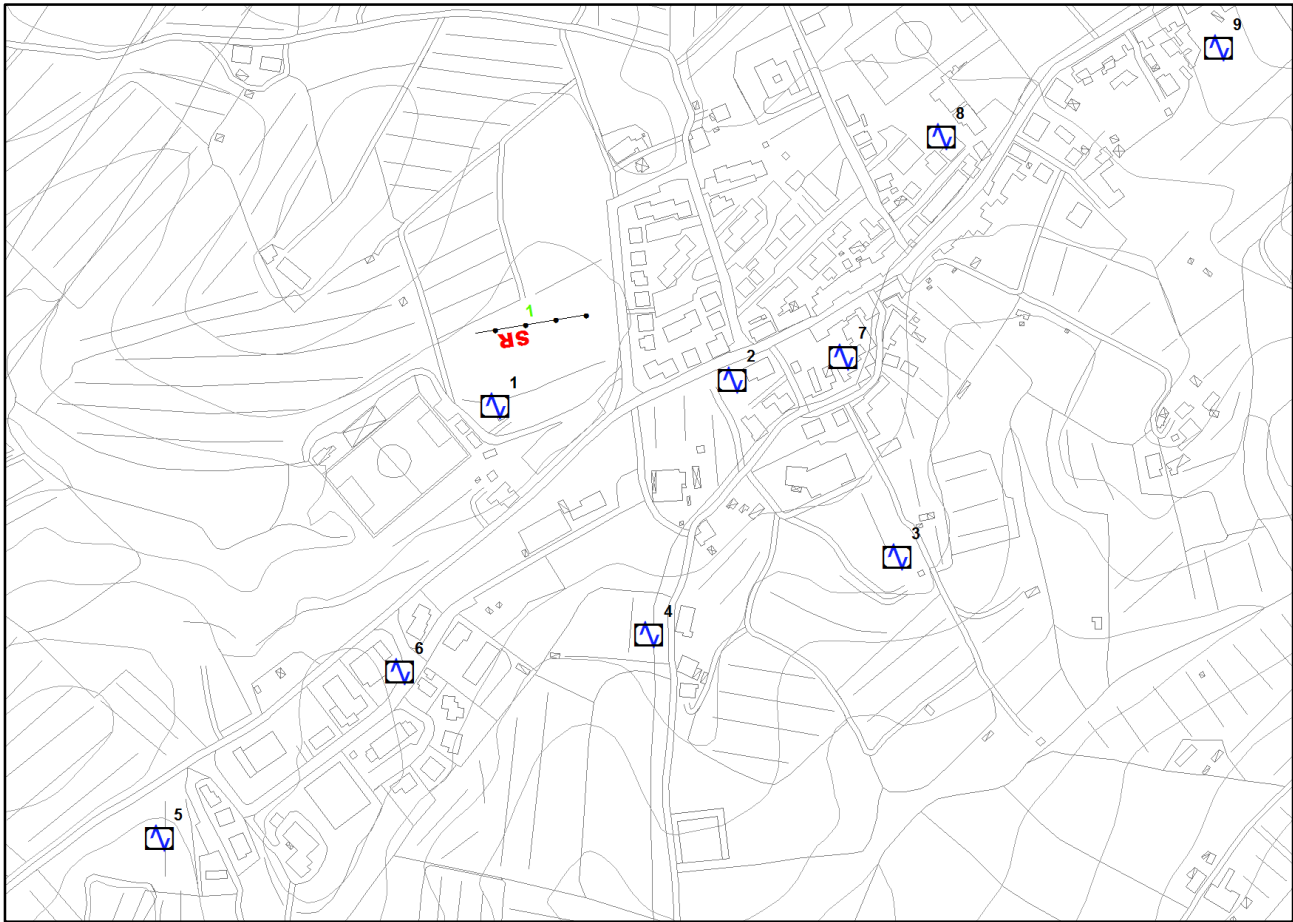
Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	34	4379	6.440	0.85	2.72	1.21	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/L_w$			6.440	>	0.500	OK	
$n_c(f_0) > 200$			4379	>	200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27			OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$						2.7189 > 2 OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$						0.8500 > 0.3220 OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$						1.2073 < 1.5800 OK

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

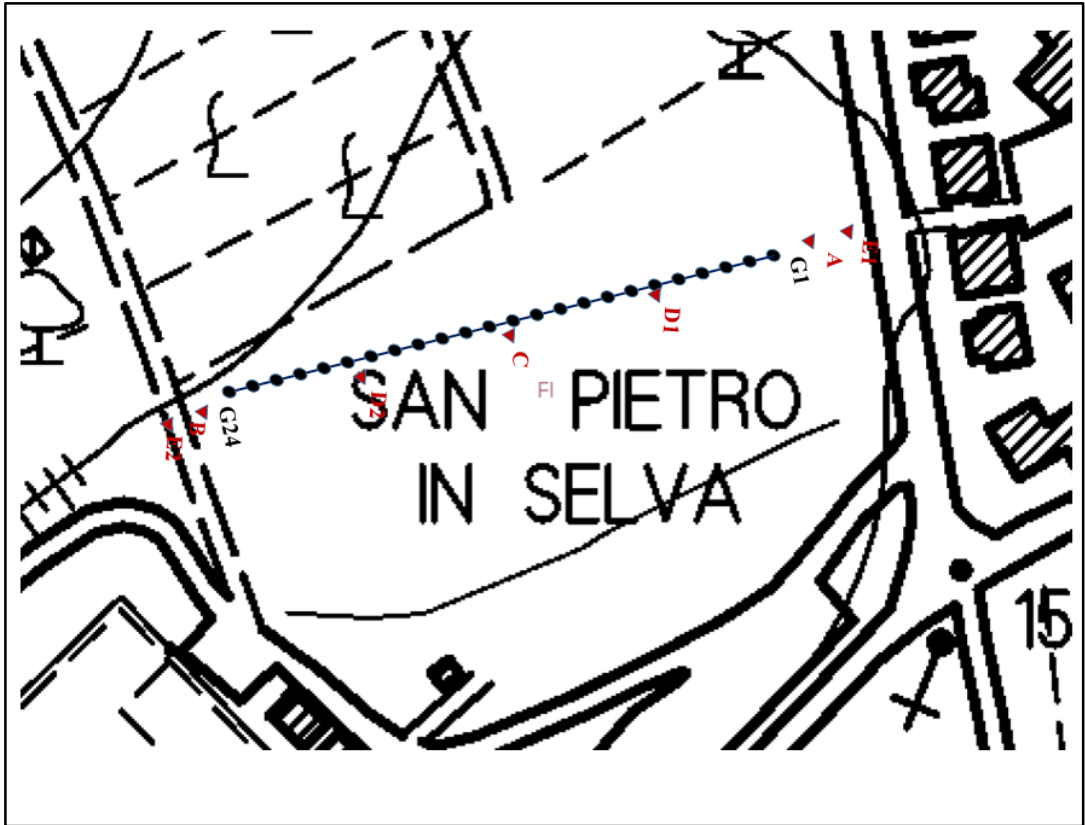
CLASSE	A1
---------------	-----------

SR_1: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH

Planimetria Scala 1:5000



Planimetria Scala 1:1000



Geometria dello stendimento

Numero Geofoni: 24

Intervallo (m): 4 m

Lunghezza Stendimento (m): 92 m

Quota (m.s.l.m.): 152 m

Punti di energizzazione

	A Estremo SX	D1 Intermedio SX	D2 Intermedio SX	C Centrale	D3 Intermedio DX	D4 Intermedio SX	B Estremo DX
Posizione da Geofono G1 (m)	-2	14	30	46	62	78	94

Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

Geofoni	Longitudine	Latitudine
G1	183125	4851031
G24	183029	4851015

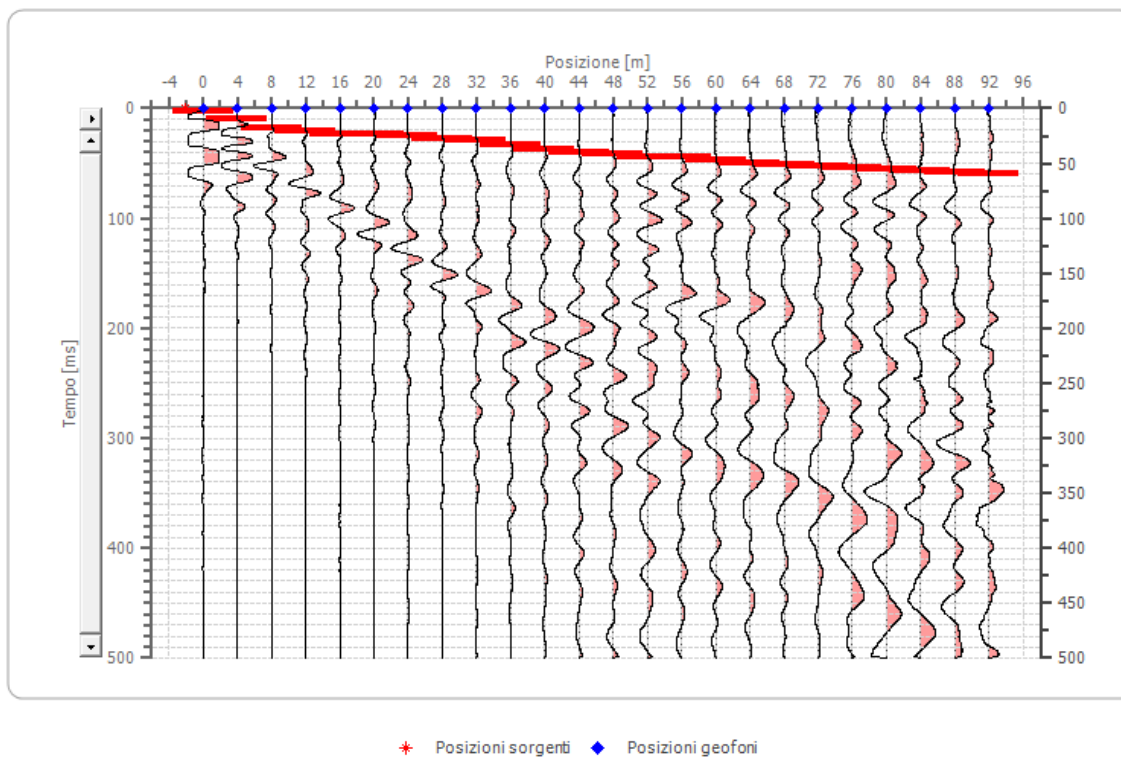
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	4.0	0.0
3	8.0	0.0
4	12.0	0.0
5	16.0	0.0
6	20.0	0.0
7	24.0	0.0
8	28.0	0.0
9	32.0	0.0
10	36.0	0.0
11	40.0	0.0
12	44.0	0.0
13	48.0	0.0
14	52.0	0.0
15	56.0	0.0
16	60.0	0.0
17	64.0	0.0
18	68.0	0.0
19	72.0	0.0
20	76.0	0.0
21	80.0	0.0
22	84.0	0.0
23	88.0	0.0
24	92.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -2 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

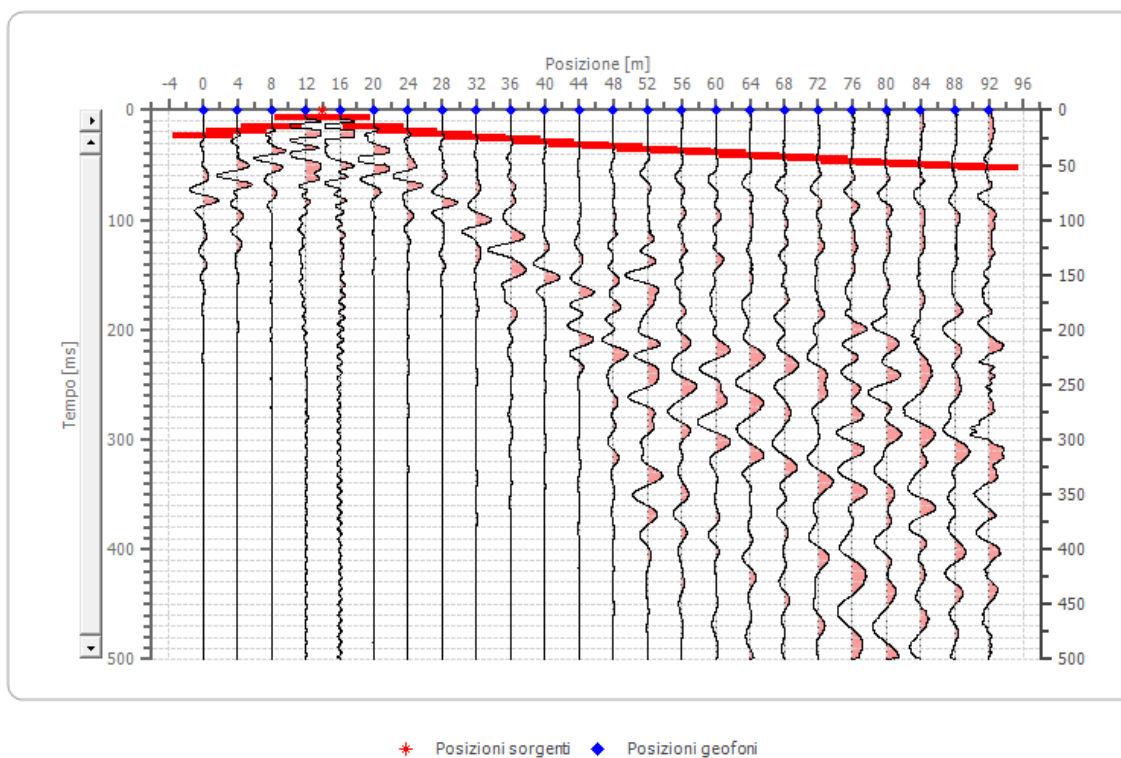


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	2.4931
4.0	10.2493
8.0	18.0055
12.0	20.4986
16.0	23.5457
20.0	24.0997
24.0	24.9307
28.0	27.7008
32.0	29.0859
36.0	33.2410
40.0	37.3961
44.0	39.8892
48.0	41.5512
52.0	44.8753
56.0	44.5983
60.0	47.0914
64.0	49.5845
68.0	51.2465
72.0	52.6316
76.0	54.2936
80.0	55.9557
84.0	57.0637
88.0	58.7258
92.0	59.8338

Battuta 2

Posizione sorgente X 14 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

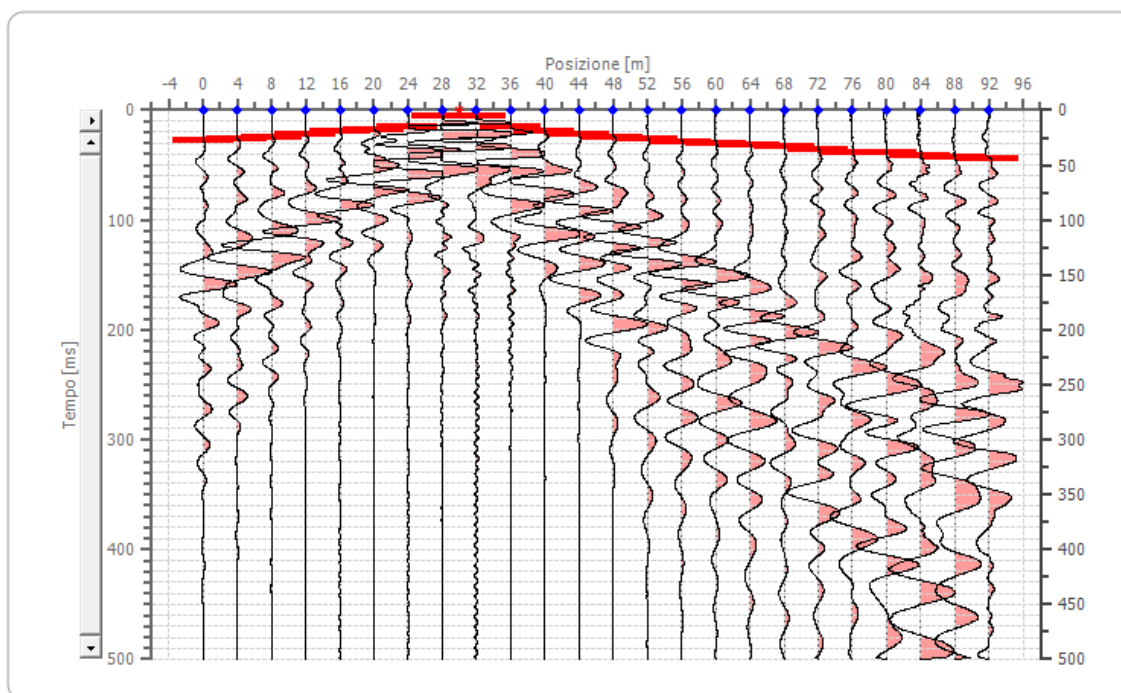


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	22.9917
4.0	19.6676
8.0	15.7895
12.0	6.6482
16.0	6.6482
20.0	15.7895
24.0	19.3906
28.0	22.7147
32.0	24.6537
36.0	26.5928
40.0	28.8089
44.0	31.5789
48.0	33.7950
52.0	35.4571
56.0	37.1191
60.0	39.3352
64.0	41.2742
68.0	43.2133
72.0	44.5983
76.0	46.8144
80.0	47.9224
84.0	49.8615
88.0	50.6925
92.0	52.3546

Battuta 3

Posizione sorgente X 30 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



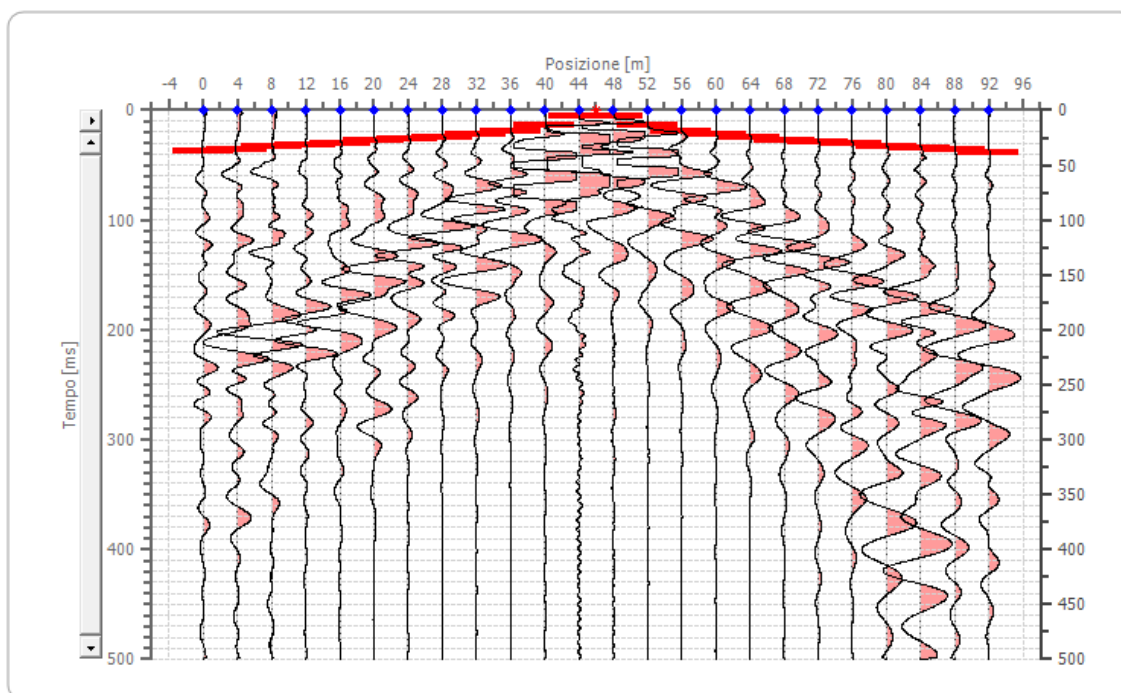
* Posizioni sorgenti ♦ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	27.7008
4.0	26.0388
8.0	24.3767
12.0	22.1607
16.0	19.9446
20.0	17.7285
24.0	15.5125
28.0	6.0942
32.0	5.5402
36.0	15.5125
40.0	19.3906
44.0	22.7147
48.0	25.4848
52.0	26.5928
56.0	28.8089
60.0	29.9169
64.0	32.1330
68.0	33.7950
72.0	35.4571
76.0	38.2271
80.0	39.3352
84.0	40.9972
88.0	43.2133
92.0	44.8753

Battuta 4

Posizione sorgente X 46 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



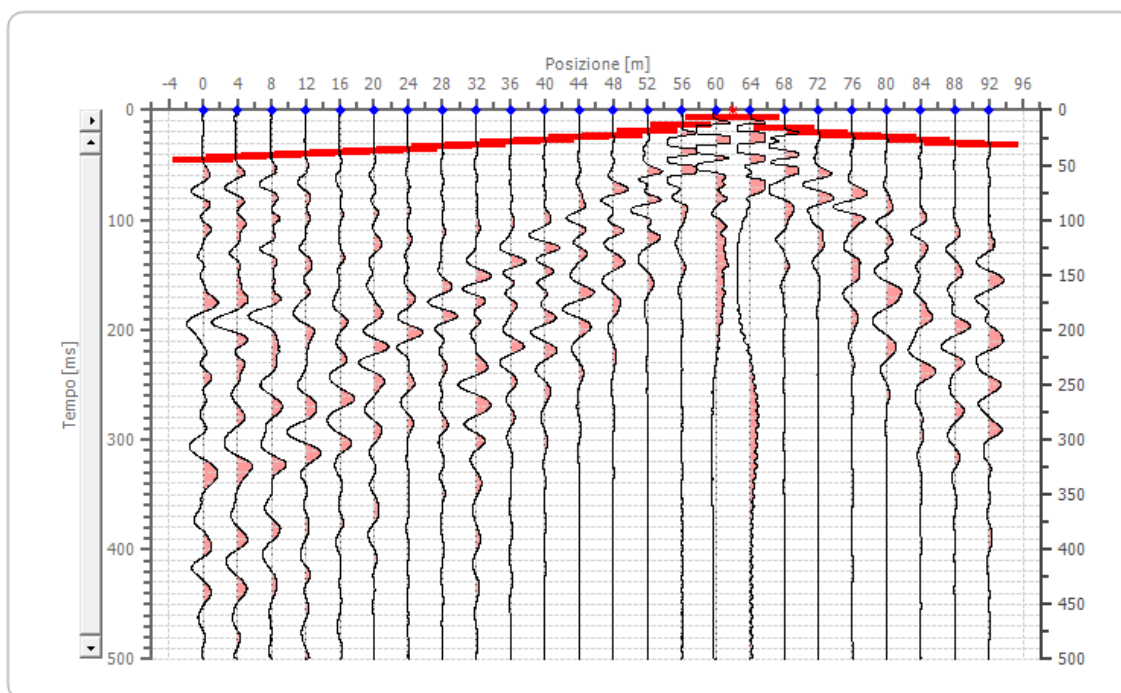
✦ Posizioni sorgenti ✦ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	37.6731
4.0	35.4571
8.0	33.2410
12.0	31.5789
16.0	30.4709
20.0	28.2548
24.0	26.5928
28.0	24.3767
32.0	22.1607
36.0	19.9446
40.0	13.8504
44.0	6.0942
48.0	6.0942
52.0	13.8504
56.0	19.3906
60.0	22.7147
64.0	24.9307
68.0	27.1468
72.0	29.3629
76.0	31.0249
80.0	33.2410
84.0	34.9030
88.0	36.0111
92.0	38.2271

Battuta 5

Posizione sorgente X 62 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



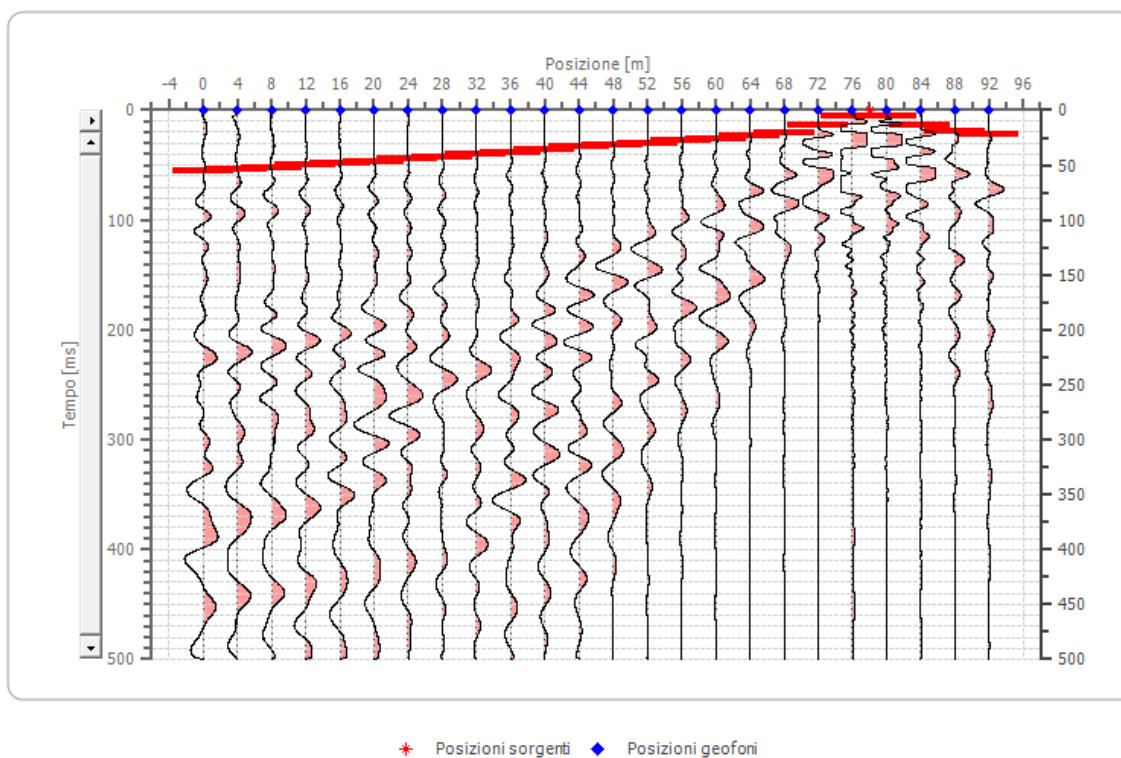
✦ Posizioni sorgenti ✦ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	45.4294
4.0	43.2133
8.0	42.1053
12.0	40.4432
16.0	38.7812
20.0	37.1191
24.0	35.4571
28.0	33.2410
32.0	31.5789
36.0	29.3629
40.0	27.1468
44.0	25.4848
48.0	23.2687
52.0	19.3906
56.0	14.4044
60.0	6.6482
64.0	7.2022
68.0	16.0665
72.0	21.0526
76.0	23.8227
80.0	25.4848
84.0	28.2548
88.0	29.9169
92.0	32.1330

Battuta 6

Posizione sorgente X 78 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

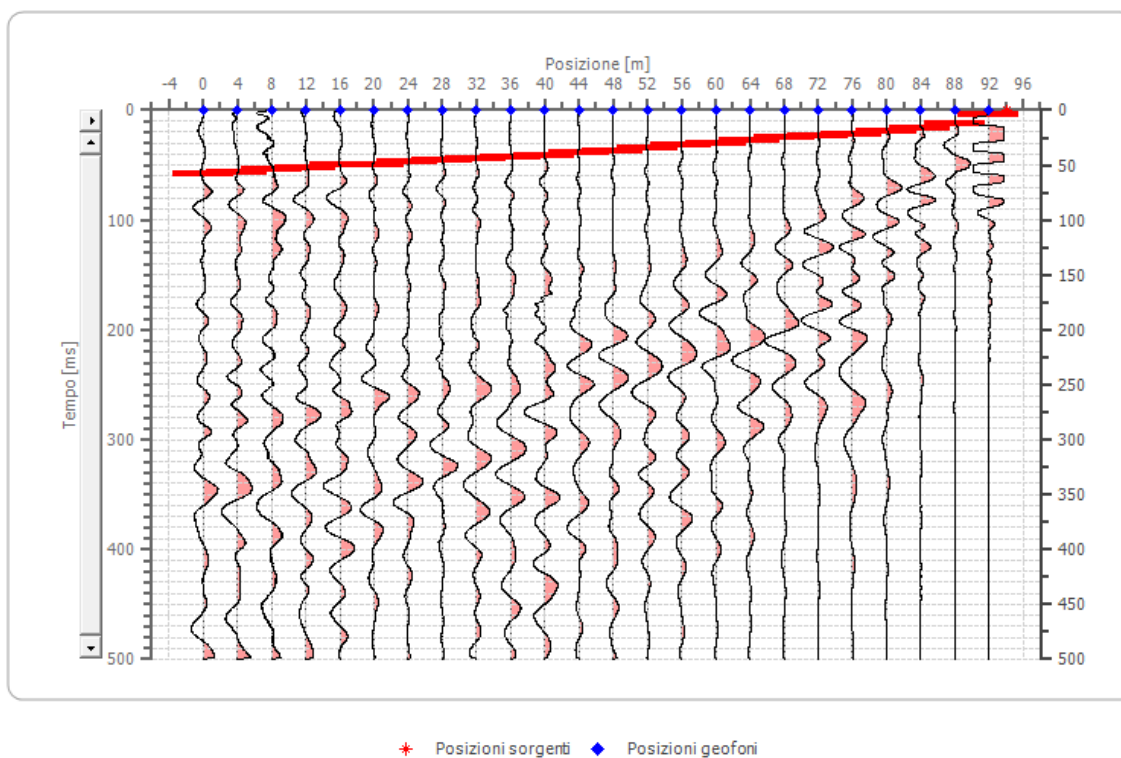


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	55.9557
4.0	53.7396
8.0	52.0776
12.0	50.4155
16.0	48.1994
20.0	46.5374
24.0	44.3213
28.0	42.6593
32.0	39.8892
36.0	38.2271
40.0	36.0111
44.0	33.7950
48.0	32.1330
52.0	30.4709
56.0	28.2548
60.0	26.0388
64.0	23.2687
68.0	20.4986
72.0	13.2964
76.0	5.5402
80.0	5.5402
84.0	14.4044
88.0	18.8366
92.0	22.1607

Battuta 7

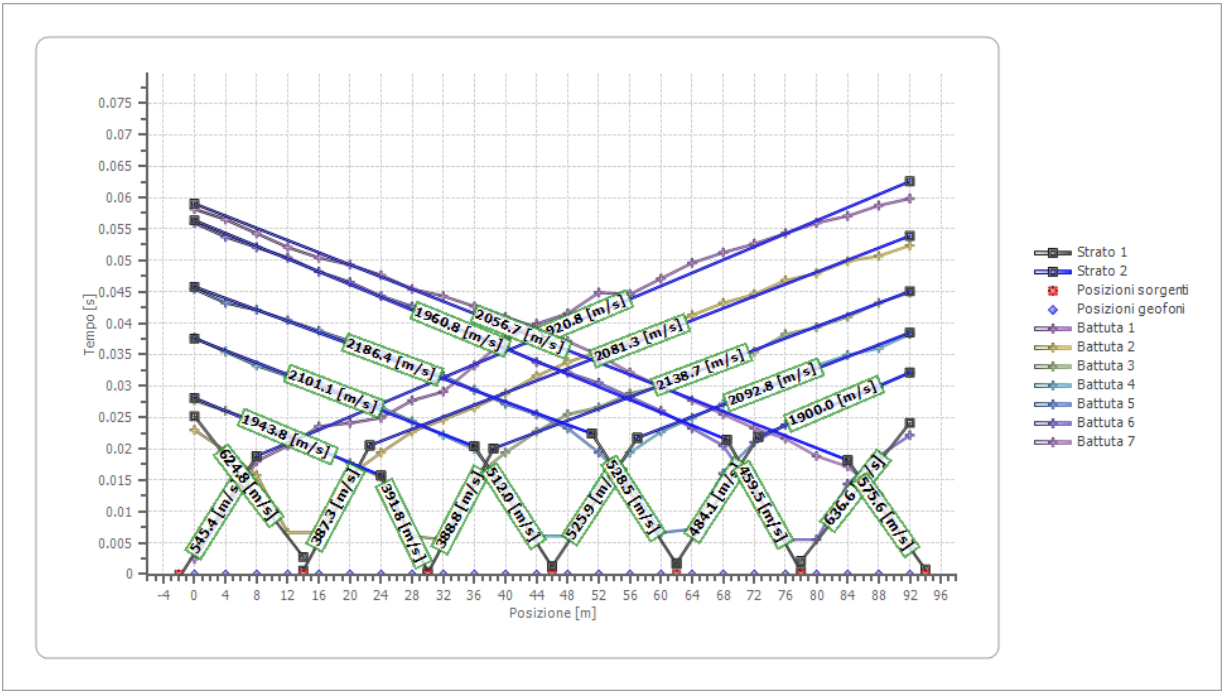
Posizione sorgente X 94 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

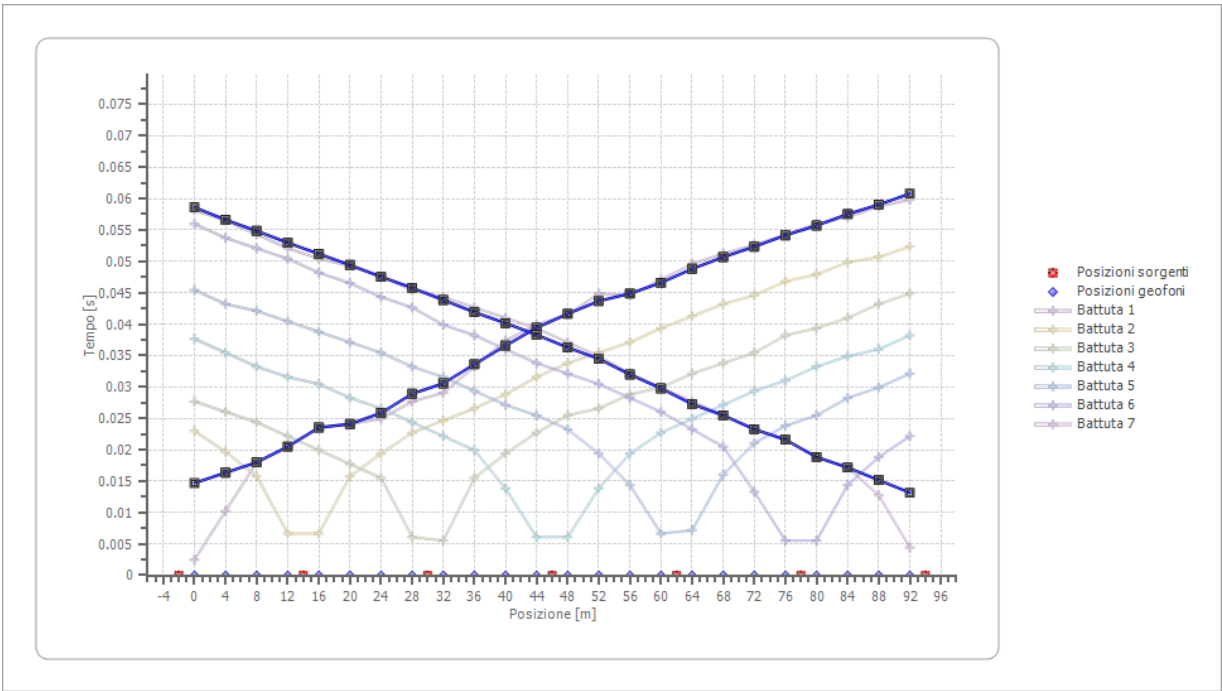


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	58.1717
4.0	56.5097
8.0	54.2936
12.0	52.0776
16.0	50.4155
20.0	49.3075
24.0	47.6454
28.0	45.4294
32.0	44.3213
36.0	42.6593
40.0	40.9972
44.0	39.3352
48.0	37.1191
52.0	34.9030
56.0	32.1330
60.0	29.9169
64.0	27.7008
68.0	25.4848
72.0	23.2687
76.0	21.6066
80.0	18.8366
84.0	17.1745
88.0	12.7424
92.0	4.4321

Dromocrone



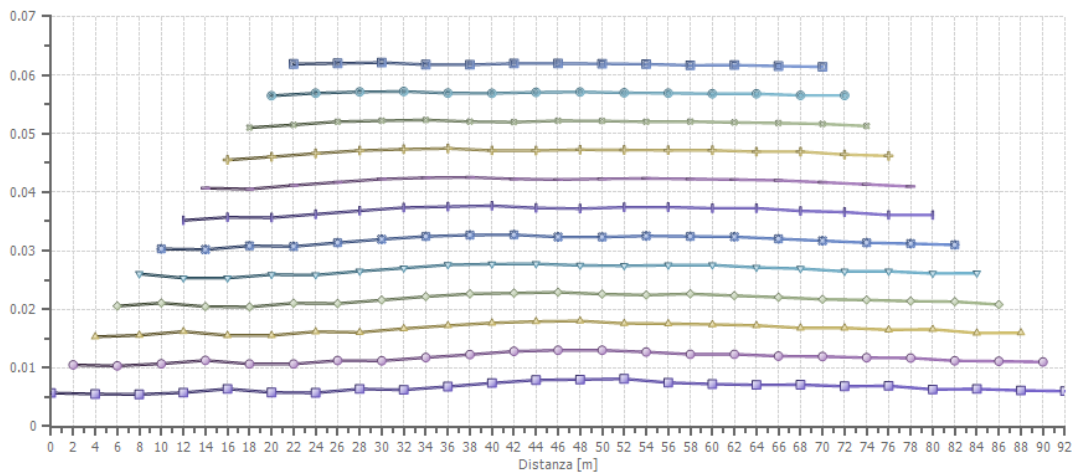
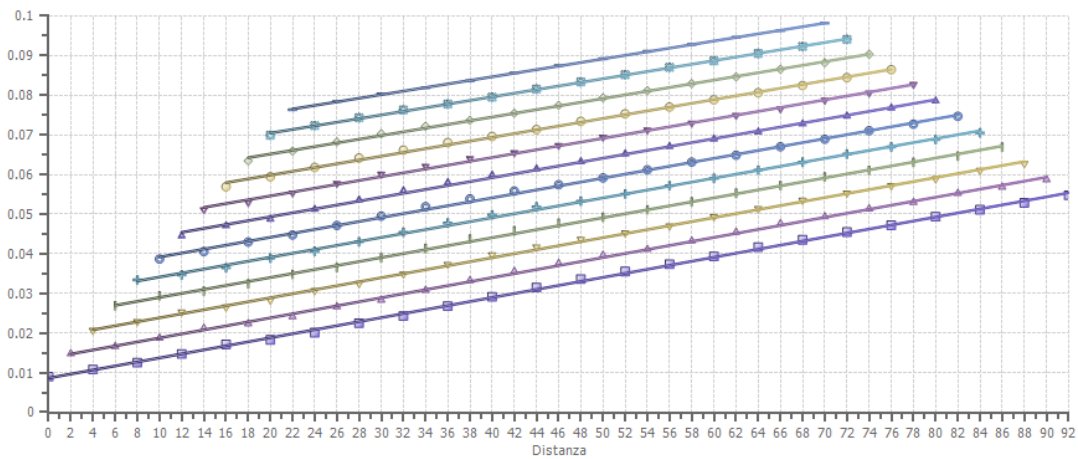
Dromocrone traslate



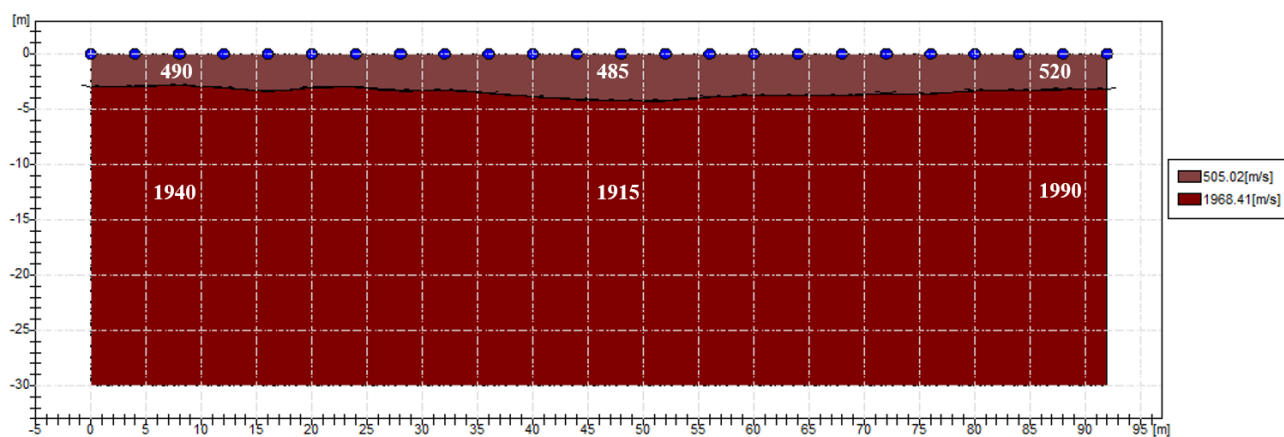
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	3.0	--
G= 4.0 [m]	2.9	--
G= 8.0 [m]	2.9	--
G= 12.0 [m]	3.0	--
G= 16.0 [m]	3.4	--
G= 20.0 [m]	3.0	--
G= 24.0 [m]	3.0	--
G= 28.0 [m]	3.3	--
G= 32.0 [m]	3.3	--
G= 36.0 [m]	3.6	--
G= 40.0 [m]	3.9	--
G= 44.0 [m]	4.1	--
G= 48.0 [m]	4.2	--
G= 52.0 [m]	4.3	--
G= 56.0 [m]	3.9	--
G= 60.0 [m]	3.8	--
G= 64.0 [m]	3.7	--
G= 68.0 [m]	3.7	--
G= 72.0 [m]	3.6	--
G= 76.0 [m]	3.6	--
G= 80.0 [m]	3.3	--
G= 84.0 [m]	3.3	--
G= 88.0 [m]	3.2	--
G= 92.0 [m]	3.2	--
Velocità [m/sec]	505.0	1968.4
Descrizione		



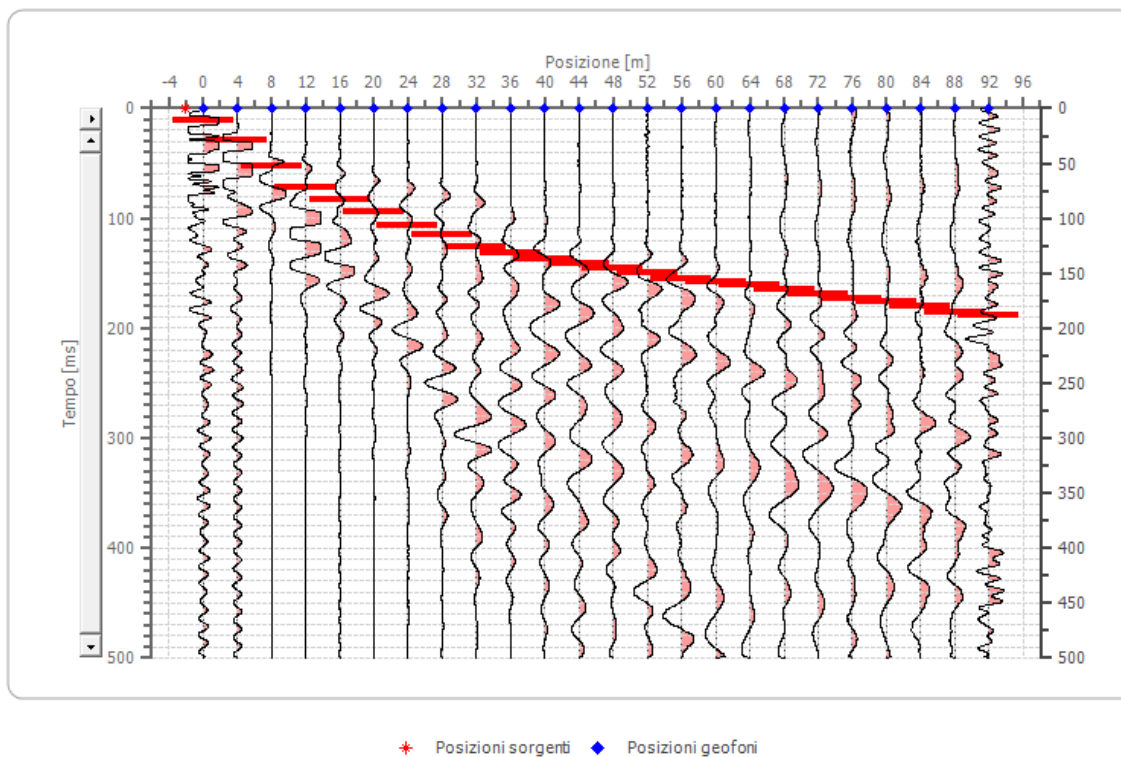
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P



Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -2 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

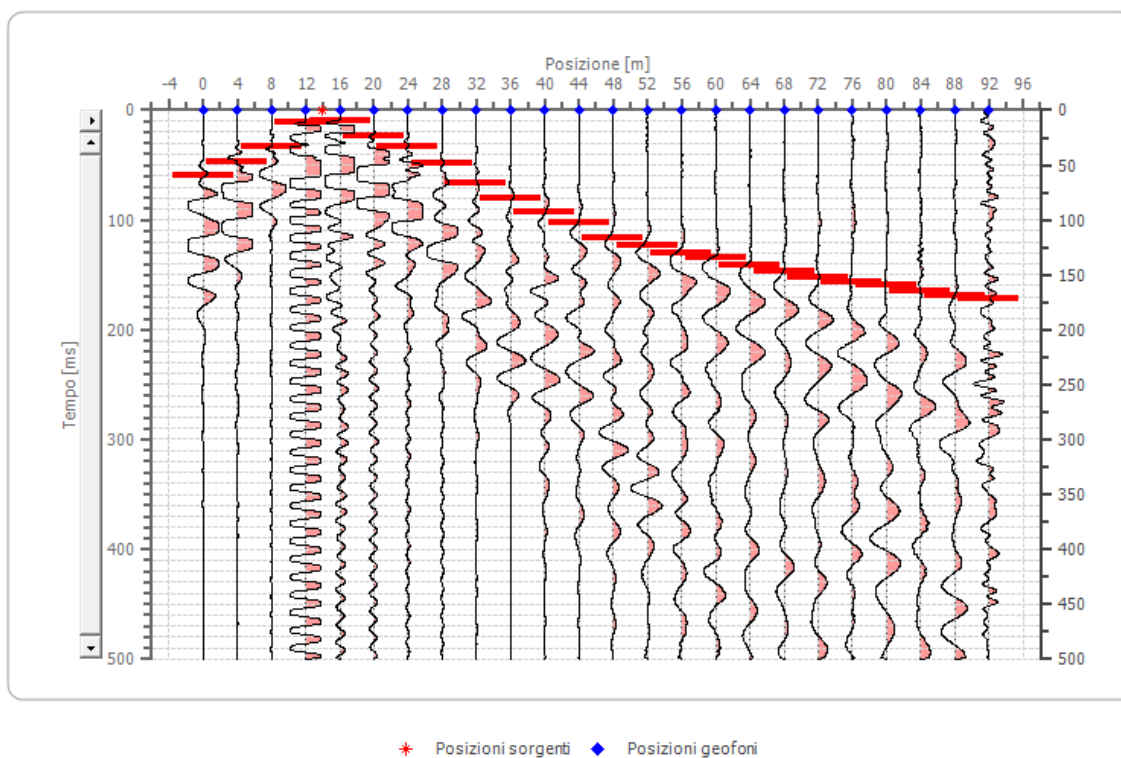


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	11.0859
4.0	29.1004
8.0	52.6579
12.0	72.0582
16.0	83.1441
20.0	94.2299
24.0	106.7015
28.0	115.0159
32.0	126.1018
36.0	131.6447
40.0	137.1877
44.0	141.3449
48.0	145.5021
52.0	149.6593
56.0	155.2022
60.0	157.9737
64.0	160.7452
68.0	164.9024
72.0	169.0596
76.0	173.2168
80.0	175.9882
84.0	180.1454
88.0	185.6884
92.0	188.4598

Battuta 2

Posizione sorgente X 14 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

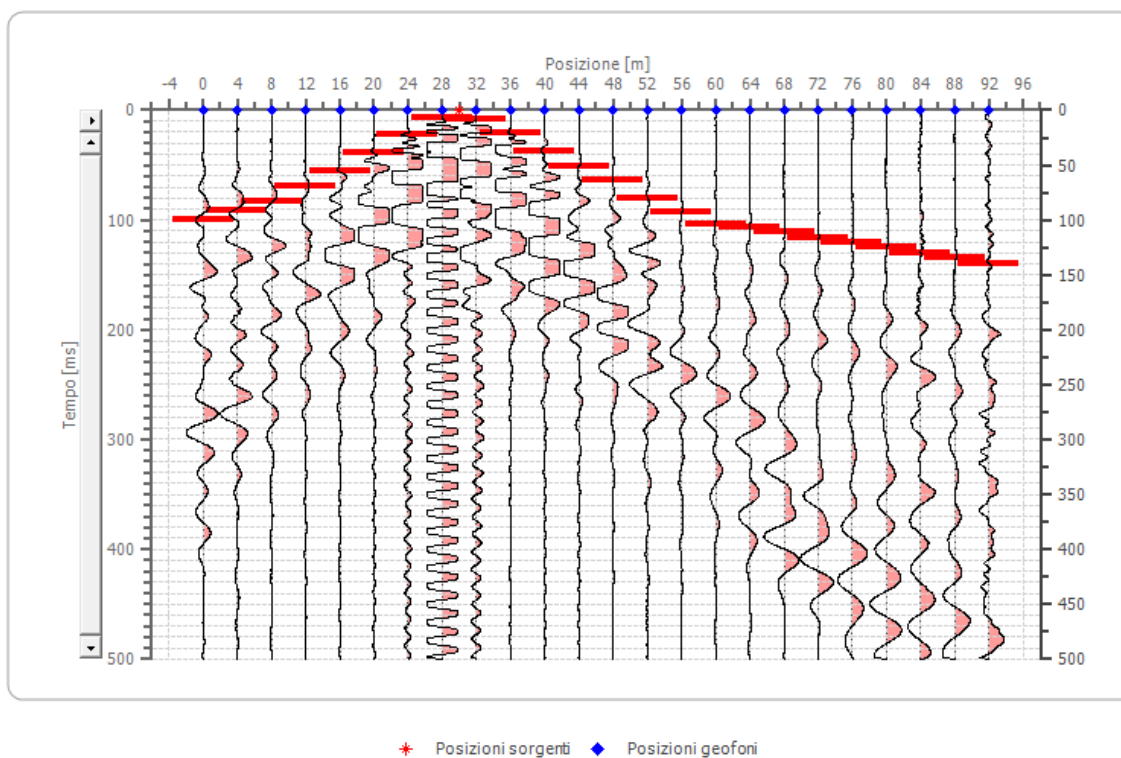


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	59.5866
4.0	47.1150
8.0	33.2576
12.0	11.0859
16.0	9.7001
20.0	23.5575
24.0	33.2576
28.0	48.5007
32.0	66.5152
36.0	80.3726
40.0	92.8442
44.0	102.5443
48.0	116.4017
52.0	123.3303
56.0	130.2590
60.0	134.4162
64.0	141.3449
68.0	146.8878
72.0	152.4308
76.0	156.5880
80.0	159.3594
84.0	164.9024
88.0	169.0596
92.0	171.8310

Battuta 3

Posizione sorgente X 30 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

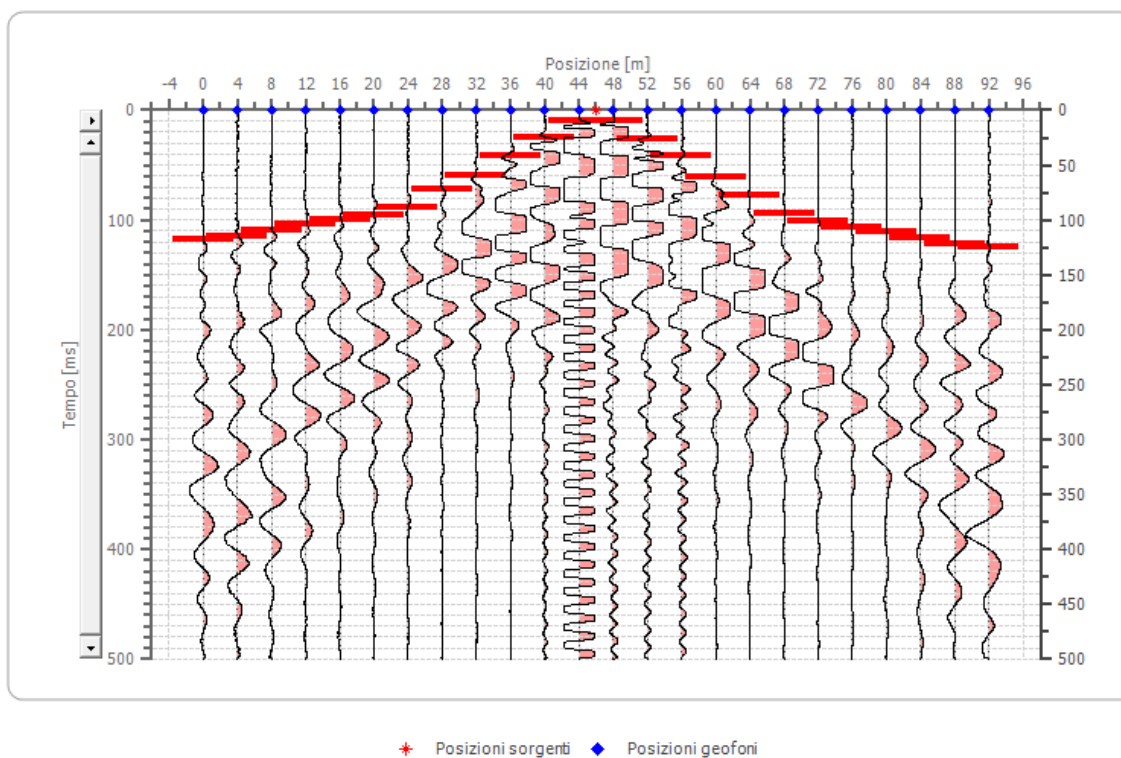


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	99.7729
4.0	91.4585
8.0	83.1441
12.0	69.2867
16.0	55.4294
20.0	38.8006
24.0	22.1717
28.0	6.9287
32.0	8.3144
36.0	20.7860
40.0	37.4148
44.0	51.2722
48.0	63.7438
52.0	80.3726
56.0	92.8442
60.0	103.9301
64.0	106.7015
68.0	110.8587
72.0	116.4017
76.0	120.5589
80.0	124.7161
84.0	130.2590
88.0	134.4162
92.0	139.9592

Battuta 4

Posizione sorgente X 46 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

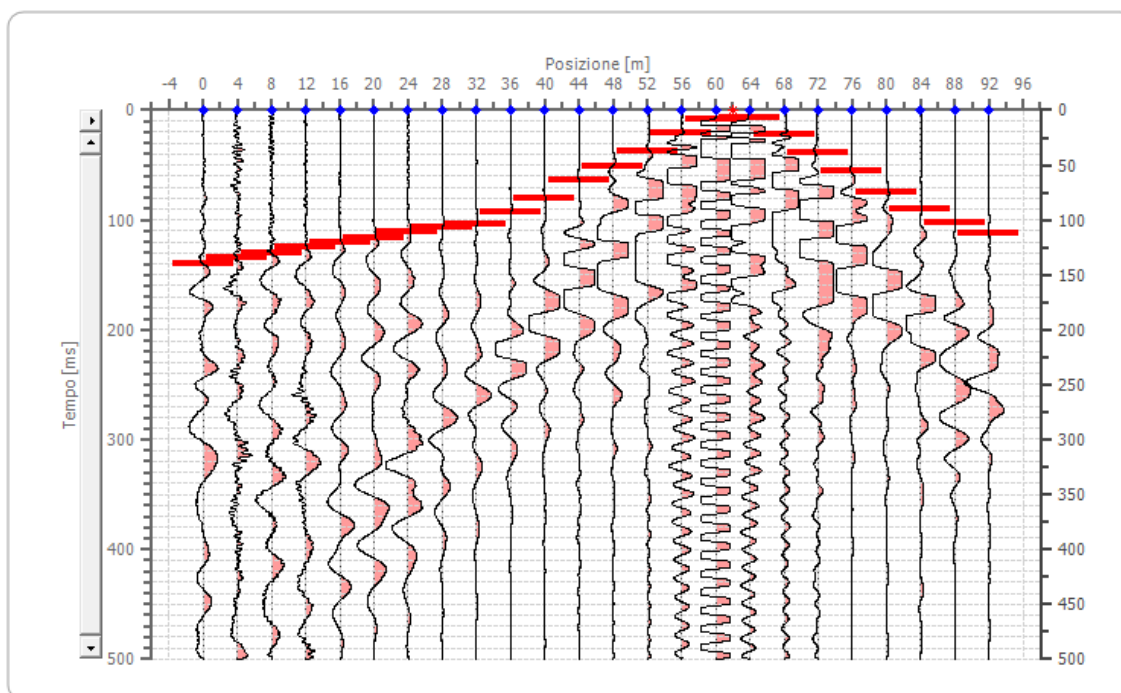


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	117.7874
4.0	115.0159
8.0	109.4730
12.0	103.9301
16.0	99.7729
20.0	95.6157
24.0	88.6870
28.0	72.0582
32.0	59.5866
36.0	41.5720
40.0	24.9432
44.0	9.7001
48.0	9.7001
52.0	26.3289
56.0	41.5720
60.0	60.9723
64.0	77.6011
68.0	94.2299
72.0	101.1586
76.0	106.7015
80.0	110.8587
84.0	116.4017
88.0	121.9446
92.0	124.7161

Battuta 5

Posizione sorgente X 62 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



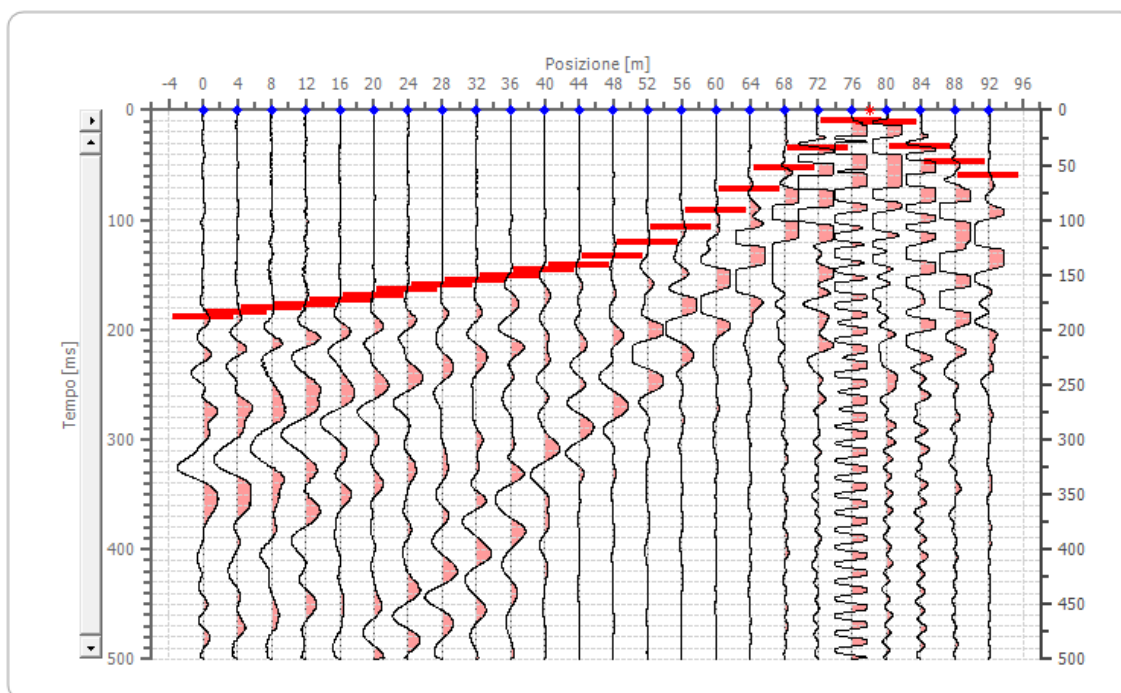
✱ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	139.9592
4.0	134.4162
8.0	130.2590
12.0	124.7161
16.0	120.5589
20.0	116.4017
24.0	110.8587
28.0	106.7015
32.0	103.9301
36.0	92.8442
40.0	80.3726
44.0	63.7438
48.0	51.2722
52.0	37.4148
56.0	20.7860
60.0	8.3144
64.0	6.9287
68.0	22.1717
72.0	38.8006
76.0	55.4294
80.0	74.8296
84.0	90.0727
88.0	102.5443
92.0	112.2445

Battuta 6

Posizione sorgente X 78 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

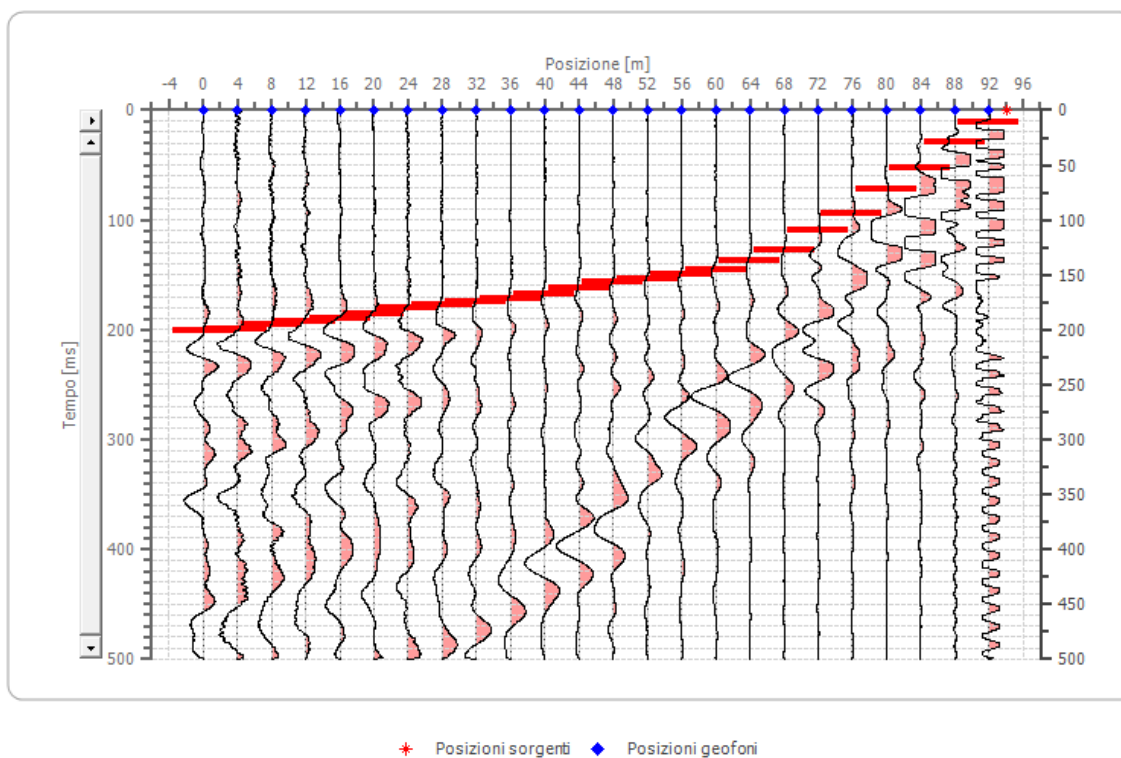


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	188.4598
4.0	184.3026
8.0	180.1454
12.0	177.3740
16.0	173.2168
20.0	169.0596
24.0	163.5166
28.0	159.3594
32.0	155.2022
36.0	151.0450
40.0	145.5021
44.0	141.3449
48.0	133.0305
52.0	120.5589
56.0	106.7015
60.0	91.4585
64.0	72.0582
68.0	52.6579
72.0	34.6434
76.0	9.7001
80.0	11.0859
84.0	33.2576
88.0	47.1150
92.0	59.5866

Battuta 7

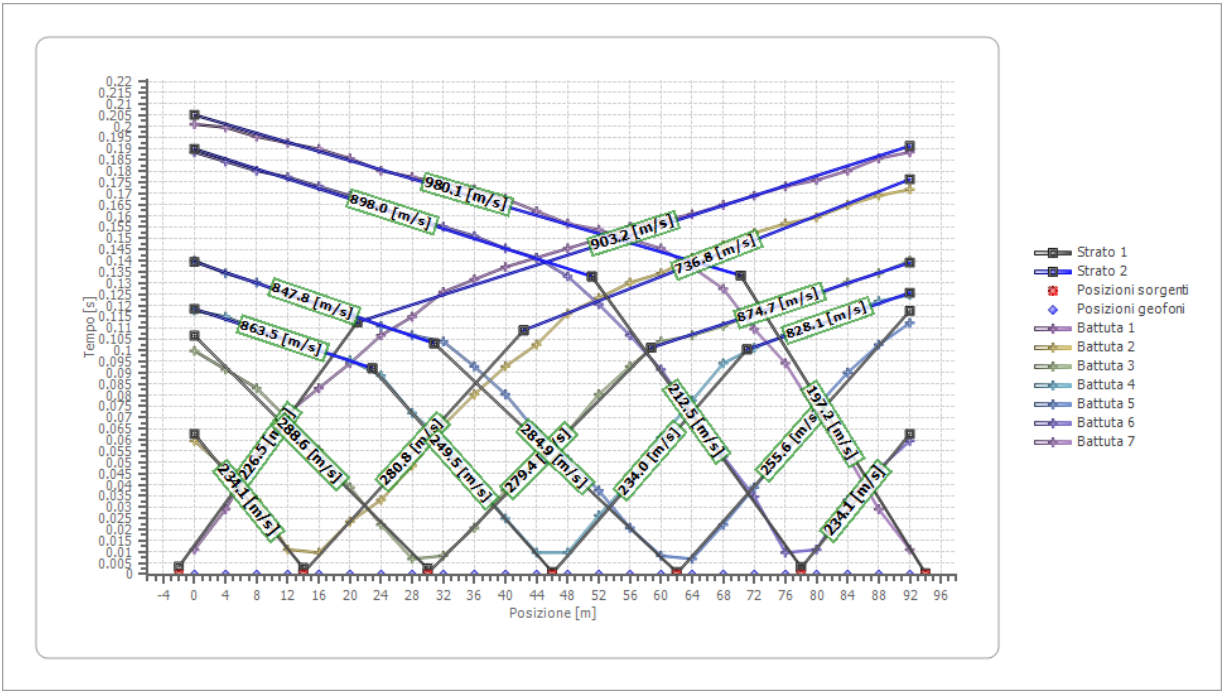
Posizione sorgente X 94 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

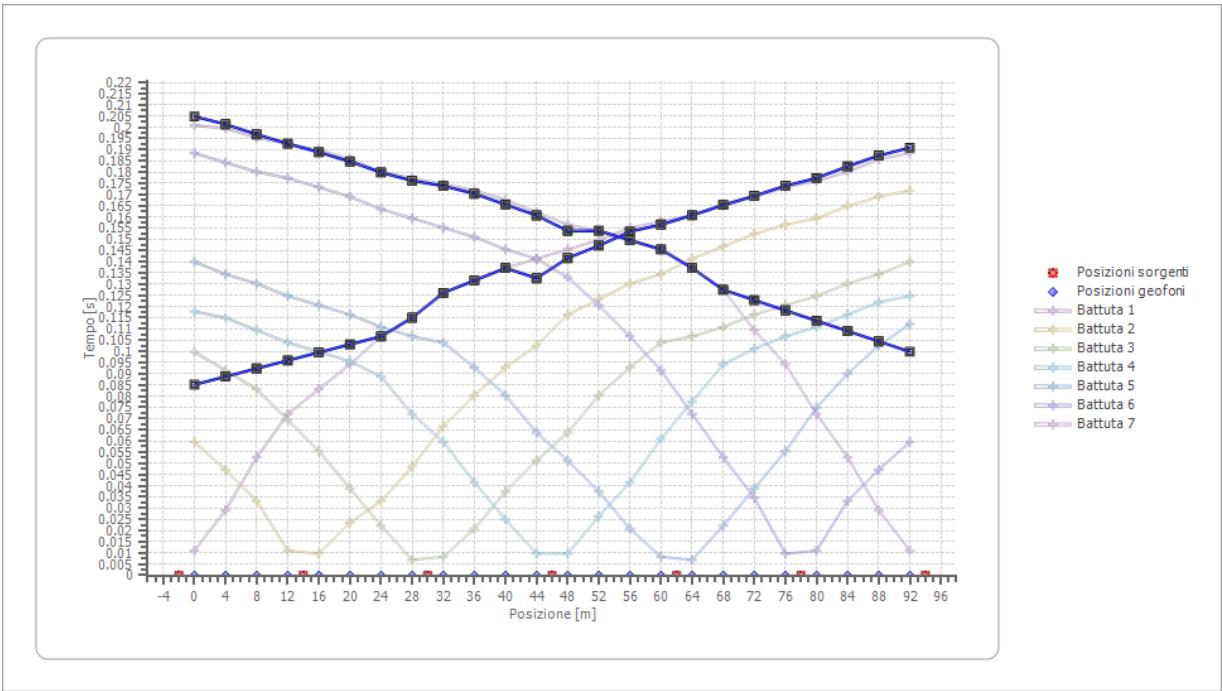


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	200.9315
4.0	199.5457
8.0	195.3885
12.0	192.6171
16.0	189.8456
20.0	185.6884
24.0	180.1454
28.0	177.3740
32.0	174.6025
36.0	171.8310
40.0	167.6738
44.0	162.1309
48.0	156.5880
52.0	153.8165
56.0	149.6593
60.0	145.5021
64.0	137.1877
68.0	127.4875
72.0	109.4730
76.0	94.2299
80.0	72.0582
84.0	52.6579
88.0	29.1004
92.0	11.0859

Dromocrone



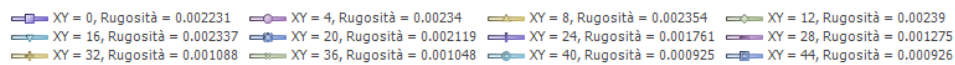
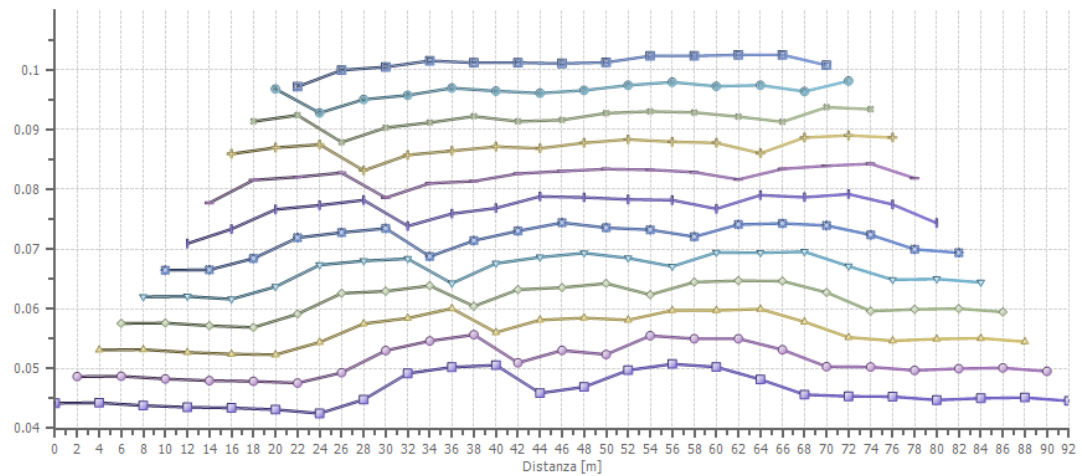
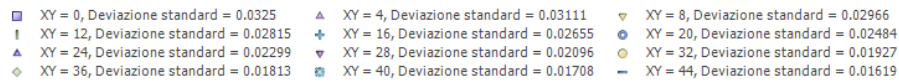
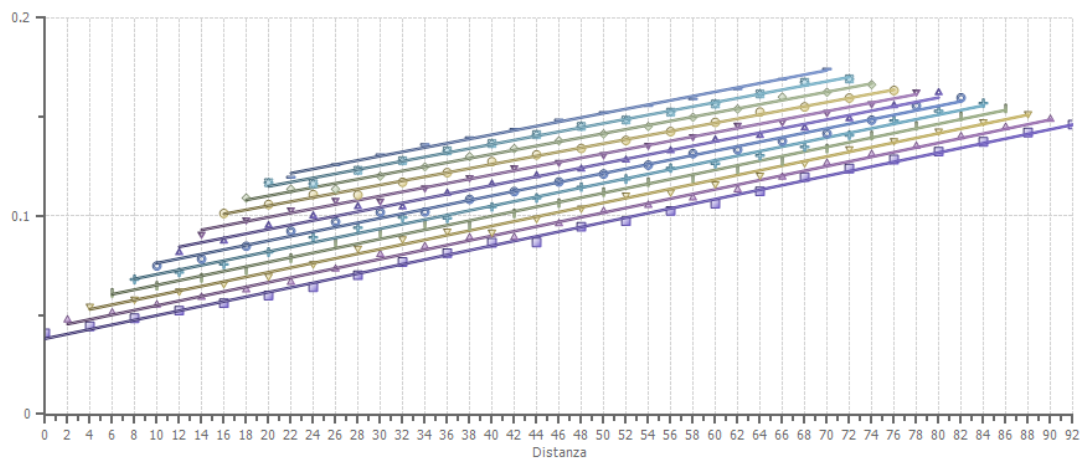
Dromocrone traslate



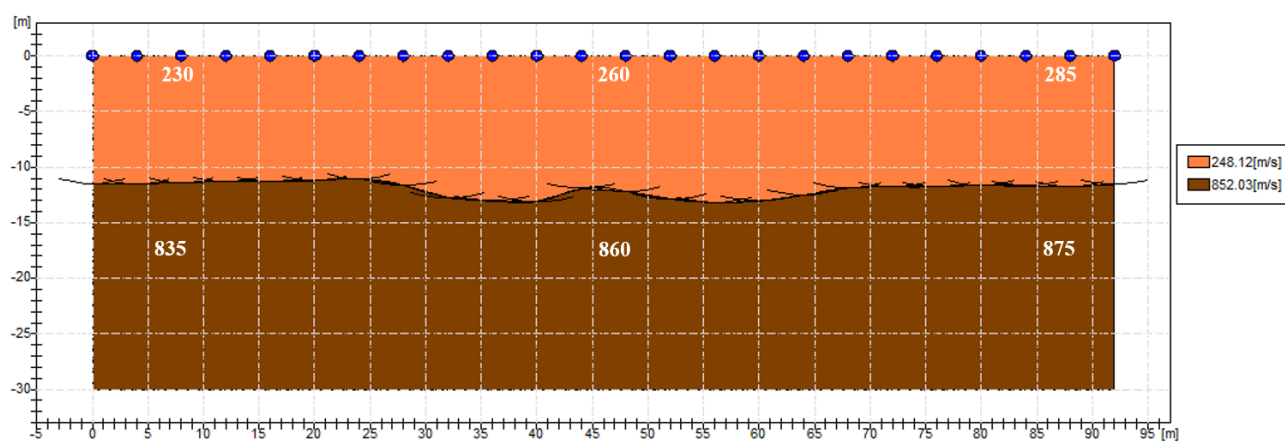
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	11.5	25.5
G= 4.0 [m]	11.5	25.4
G= 8.0 [m]	11.4	25.2
G= 12.0 [m]	11.3	21.0
G= 16.0 [m]	11.3	16.5
G= 20.0 [m]	11.2	11.9
G= 24.0 [m]	11.0	11.0
G= 28.0 [m]	11.6	11.6
G= 32.0 [m]	12.8	14.2
G= 36.0 [m]	13.0	17.1
G= 40.0 [m]	13.1	17.4
G= 44.0 [m]	11.9	15.0
G= 48.0 [m]	12.2	15.4
G= 52.0 [m]	12.9	16.2
G= 56.0 [m]	13.2	14.8
G= 60.0 [m]	13.0	13.0
G= 64.0 [m]	12.5	12.5
G= 68.0 [m]	11.8	11.8
G= 72.0 [m]	11.8	11.8
G= 76.0 [m]	11.8	13.2
G= 80.0 [m]	11.6	17.4
G= 84.0 [m]	11.7	22.0
G= 88.0 [m]	11.7	26.5
G= 92.0 [m]	11.6	26.4
Velocità [m/sec]	248.1	852.0
Descrizione		

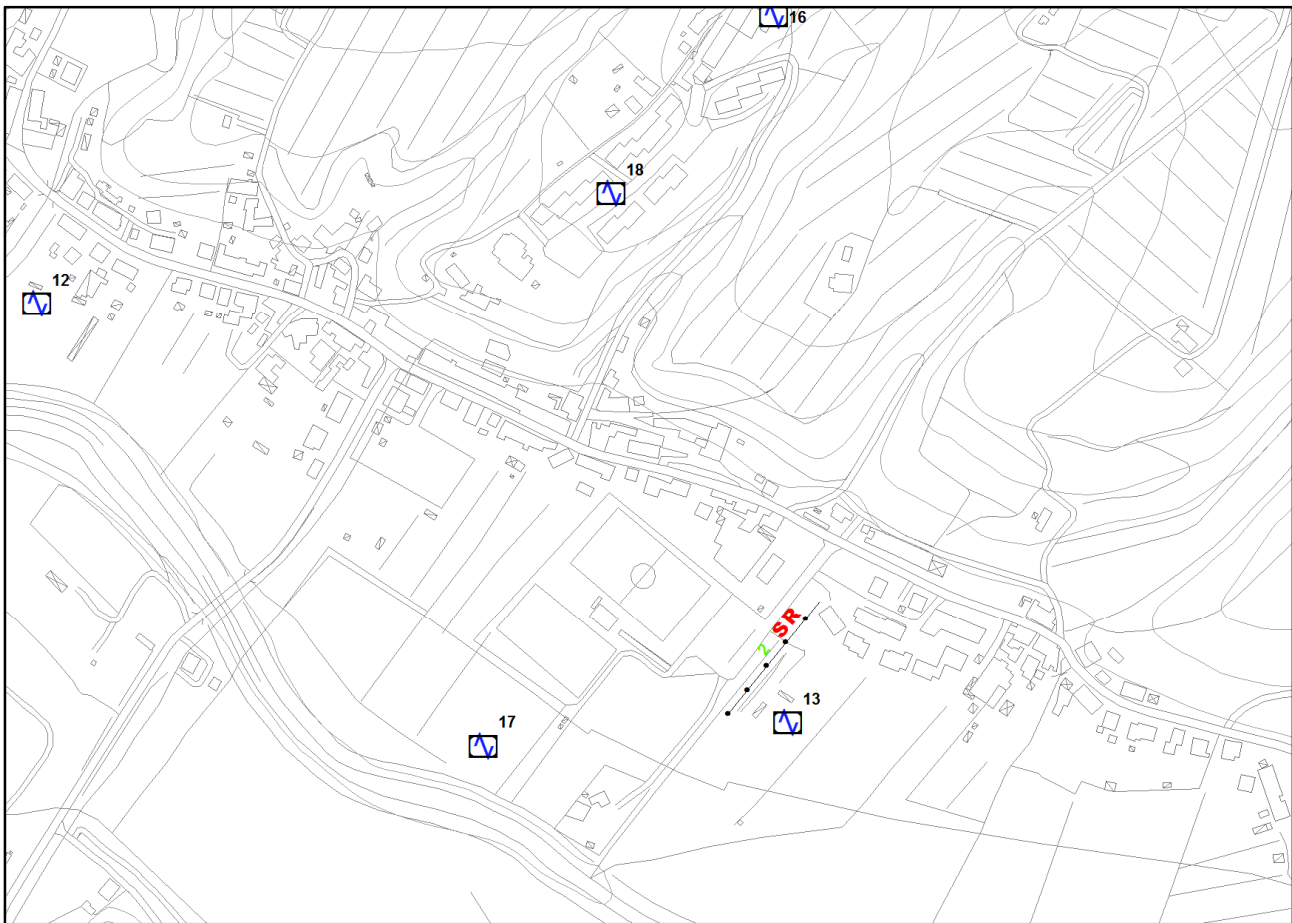


SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH



SR_2: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH

Planimetria Scala 1:5000



[illegible]

Geometria dello stendimento

Numero Geofoni: 24

Intervallo (m): 5 m

Lunghezza Stendimento (m): 115 m

Quota (m.s.l.m.): 53 m

Punti di energizzazione

	E1 Esterno SX	A Estremo SX	D1 Intermedio SX	C Centrale	D2 Intermedio DX	B Estremo DX	E2 Esterno DX
Posizione da Geofono G1 (m)	-7.5	-2.5	27.5	57.5	87.5	117.5	122.5

Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

Geofoni	Longitudine	Latitudine
G1	183922	48446835
G24	183842	4846736

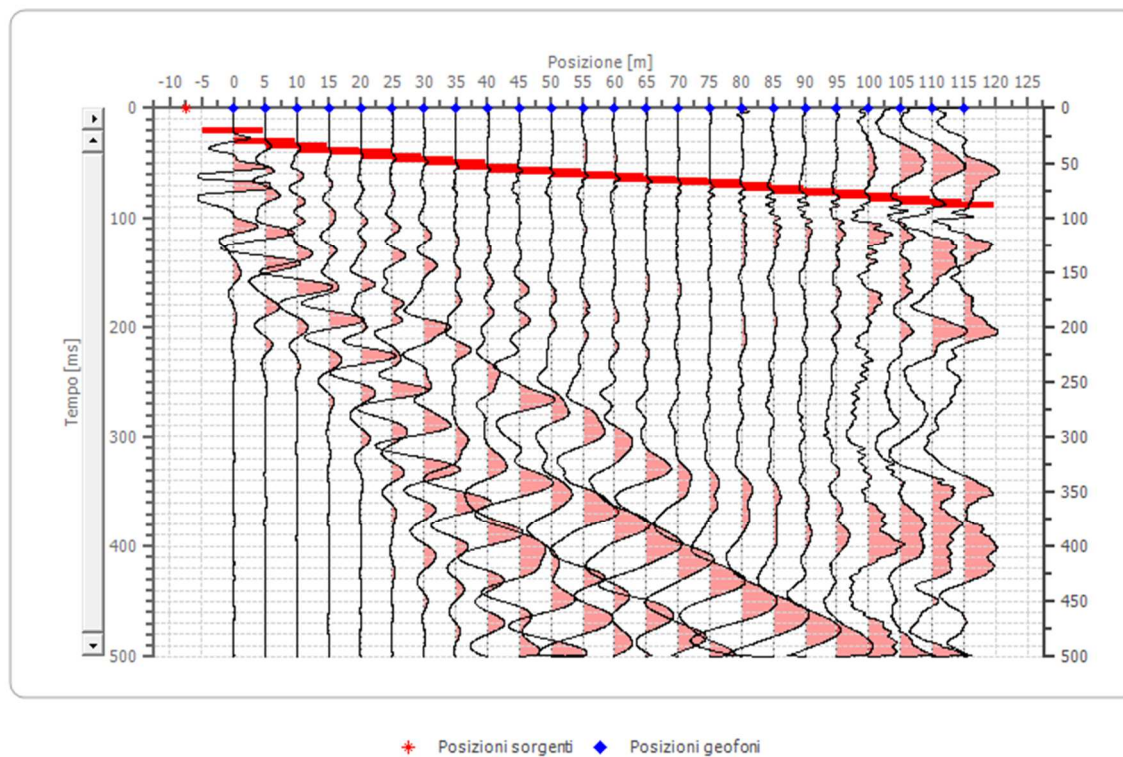
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	5.0	0.0
3	10.0	0.0
4	15.0	0.0
5	20.0	0.0
6	25.0	0.0
7	30.0	0.0
8	35.0	0.0
9	40.0	0.0
10	45.0	0.0
11	50.0	0.0
12	55.0	0.0
13	60.0	0.0
14	65.0	0.0
15	70.0	0.0
16	75.0	0.0
17	80.0	0.0
18	85.0	0.0
19	90.0	0.0
20	95.0	0.0
21	100.0	0.0
22	105.0	0.0
23	110.0	0.0
24	115.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -7.5 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

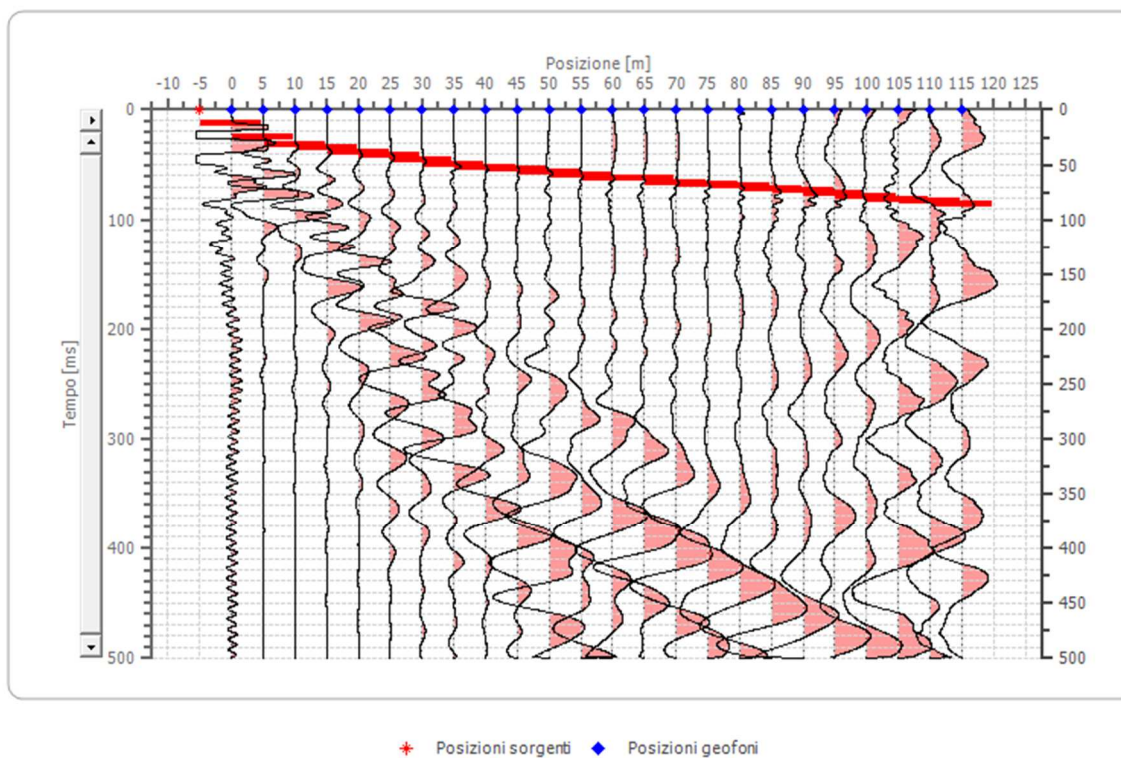


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	20.7860
5.0	30.4862
10.0	34.6434
15.0	38.8006
20.0	40.1863
25.0	44.3435
30.0	47.1150
35.0	49.8864
40.0	54.0436
45.0	56.8151
50.0	58.2008
55.0	60.9723
60.0	62.3580
65.0	65.1295
70.0	66.5152
75.0	67.9010
80.0	70.6724
85.0	73.4439
90.0	76.2154
95.0	77.6011
100.0	80.3726
105.0	83.1441
110.0	85.9155
115.0	88.6870

Battuta 2

Posizione sorgente X -2.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

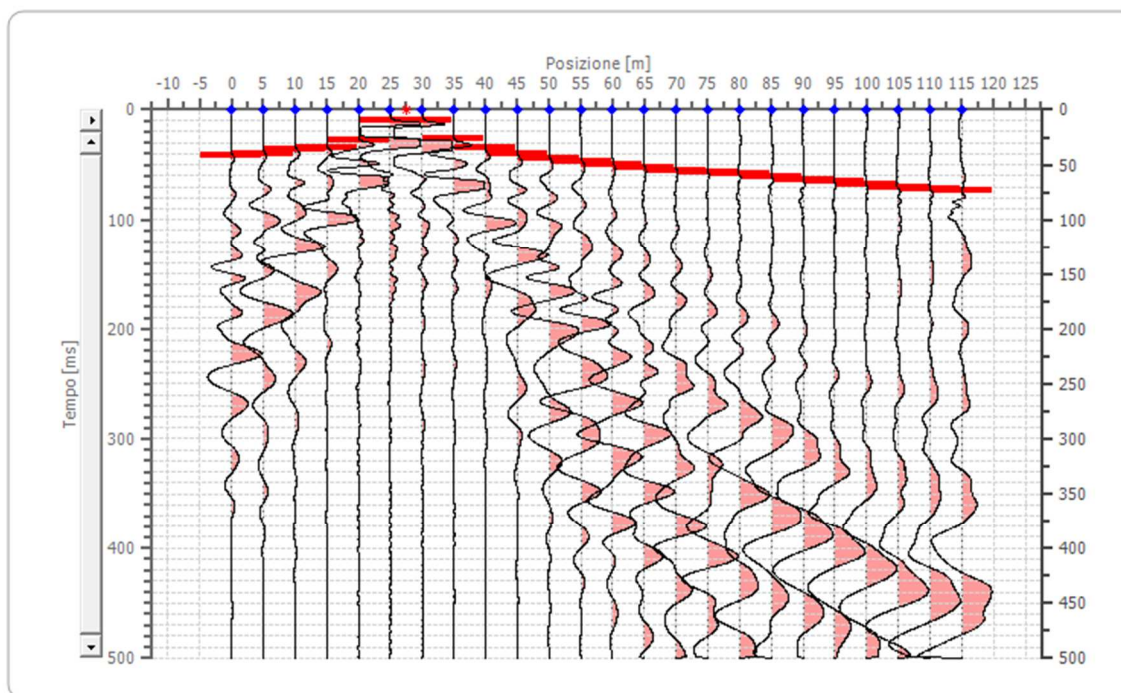


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	12.4716
5.0	24.9432
10.0	31.8719
15.0	34.6434
20.0	38.8006
25.0	41.5720
30.0	45.7292
35.0	49.8864
40.0	52.6579
45.0	54.0436
50.0	56.8151
55.0	59.5866
60.0	62.3580
65.0	62.3580
70.0	66.5152
75.0	67.9010
80.0	69.2867
85.0	72.0582
90.0	73.4439
95.0	76.2154
100.0	78.9868
105.0	81.7583
110.0	83.1441
115.0	85.9155

Battuta 3

Posizione sorgente X 27.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



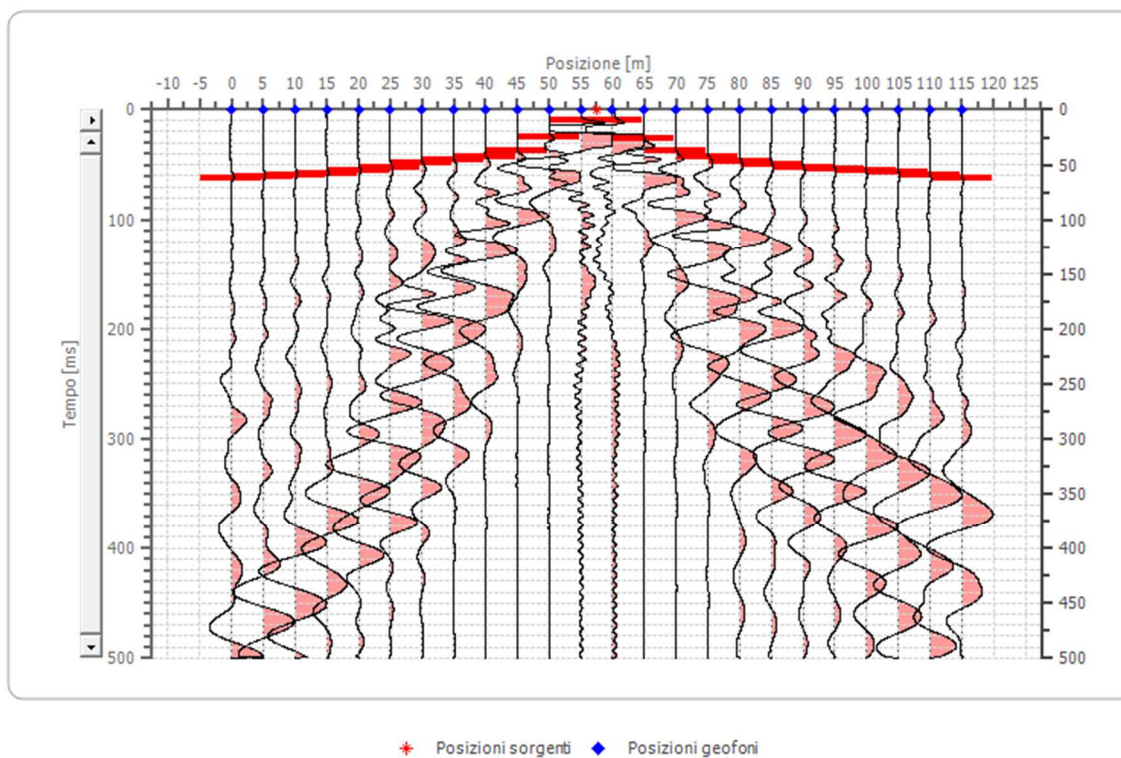
★ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	41.5720
5.0	40.1863
10.0	36.0291
15.0	34.6434
20.0	27.7147
25.0	9.7001
30.0	9.7001
35.0	26.3289
40.0	34.6434
45.0	40.1863
50.0	44.3435
55.0	47.1150
60.0	49.8864
65.0	52.6579
70.0	55.4294
75.0	56.8151
80.0	58.2008
85.0	60.9723
90.0	63.7438
95.0	65.1295
100.0	67.9010
105.0	70.6724
110.0	72.0582
<u>115.0</u>	<u>73.4439</u>

Battuta 4

Posizione sorgente X 57.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

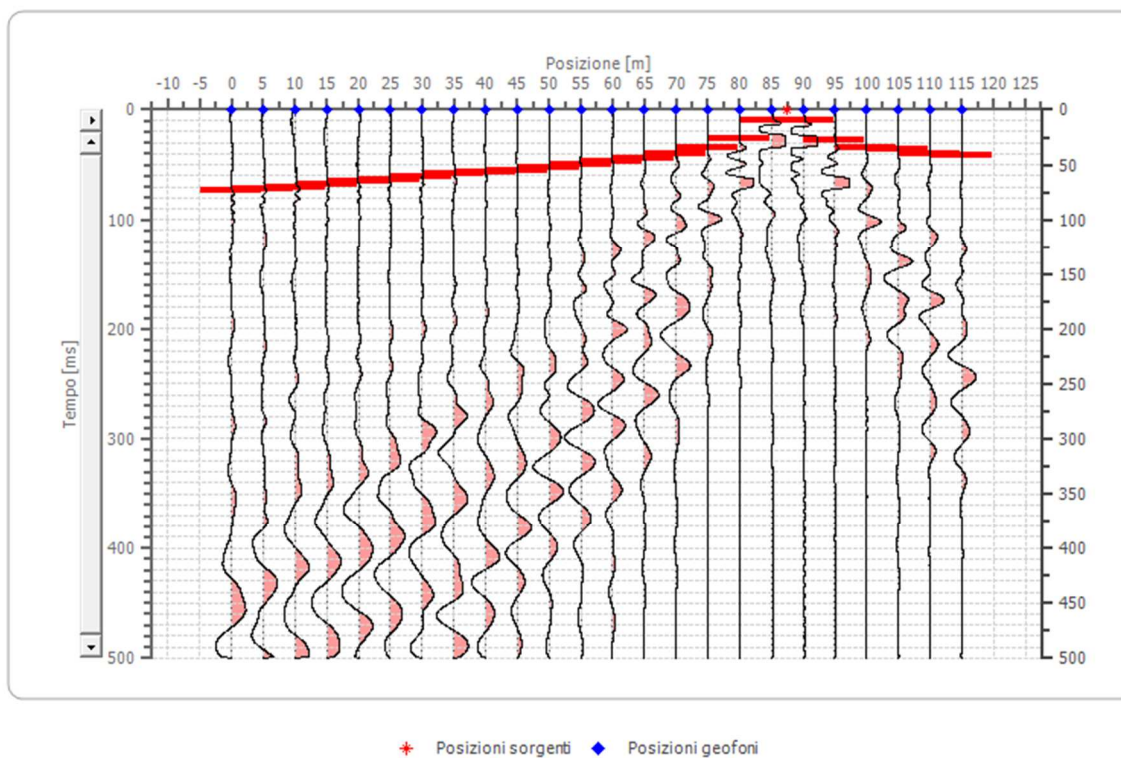


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	62.3580
5.0	60.9723
10.0	59.5866
15.0	58.2008
20.0	55.4294
25.0	52.6579
30.0	48.5007
35.0	45.7292
40.0	42.9578
45.0	37.4148
50.0	24.9432
55.0	9.7001
60.0	9.7001
65.0	26.3289
70.0	37.4148
75.0	42.9578
80.0	47.1150
85.0	49.8864
90.0	52.6579
95.0	54.0436
100.0	55.4294
105.0	56.8151
110.0	59.5866
115.0	62.3580

Battuta 5

Posizione sorgente X 87.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

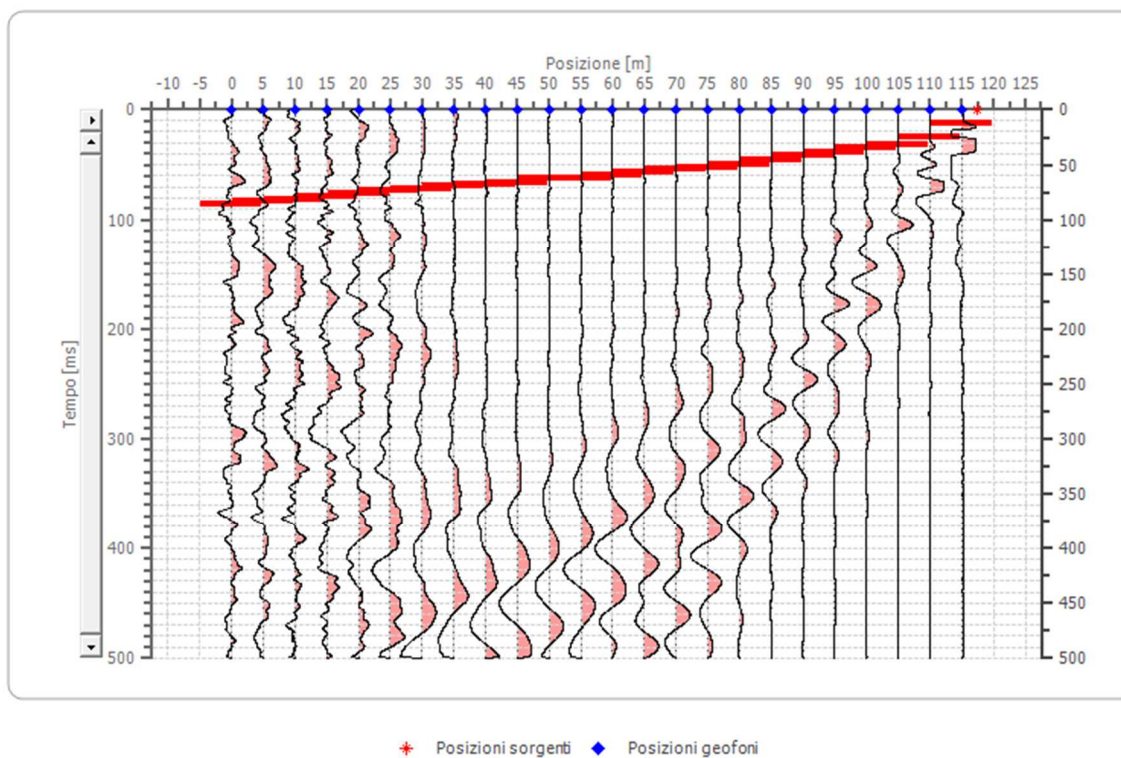


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	73.4439
5.0	72.0582
10.0	70.6724
15.0	67.9010
20.0	65.1295
25.0	63.7438
30.0	60.9723
35.0	58.2008
40.0	56.8151
45.0	55.4294
50.0	52.6579
55.0	49.8864
60.0	47.1150
65.0	44.3435
70.0	40.1863
75.0	34.6434
80.0	26.3289
85.0	9.7001
90.0	9.7001
95.0	27.7147
100.0	34.6434
105.0	36.0291
110.0	40.1863
115.0	41.5720

Battuta 6

Posizione sorgente X 117.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

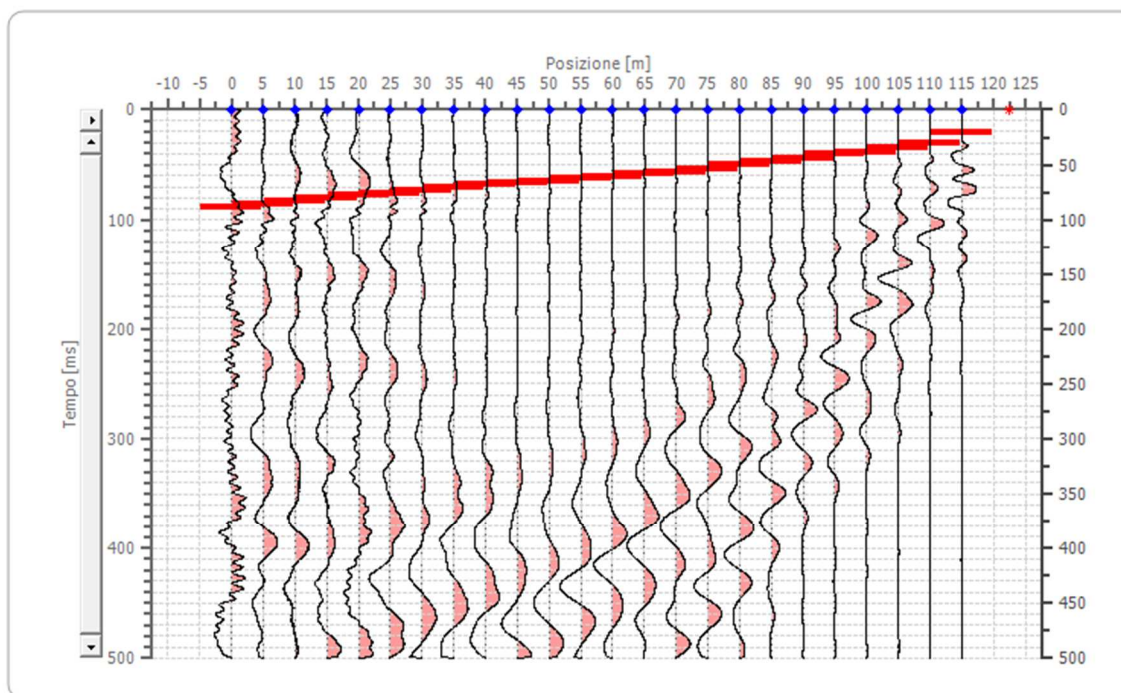


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	85.9155
5.0	83.1441
10.0	81.7583
15.0	78.9868
20.0	76.2154
25.0	73.4439
30.0	72.0582
35.0	69.2867
40.0	67.9010
45.0	66.5152
50.0	62.3580
55.0	62.3580
60.0	59.5866
65.0	56.8151
70.0	54.0436
75.0	52.6579
80.0	49.8864
85.0	45.7292
90.0	41.5720
95.0	38.8006
100.0	34.6434
105.0	31.8719
110.0	24.9432
115.0	12.4716

Battuta 7

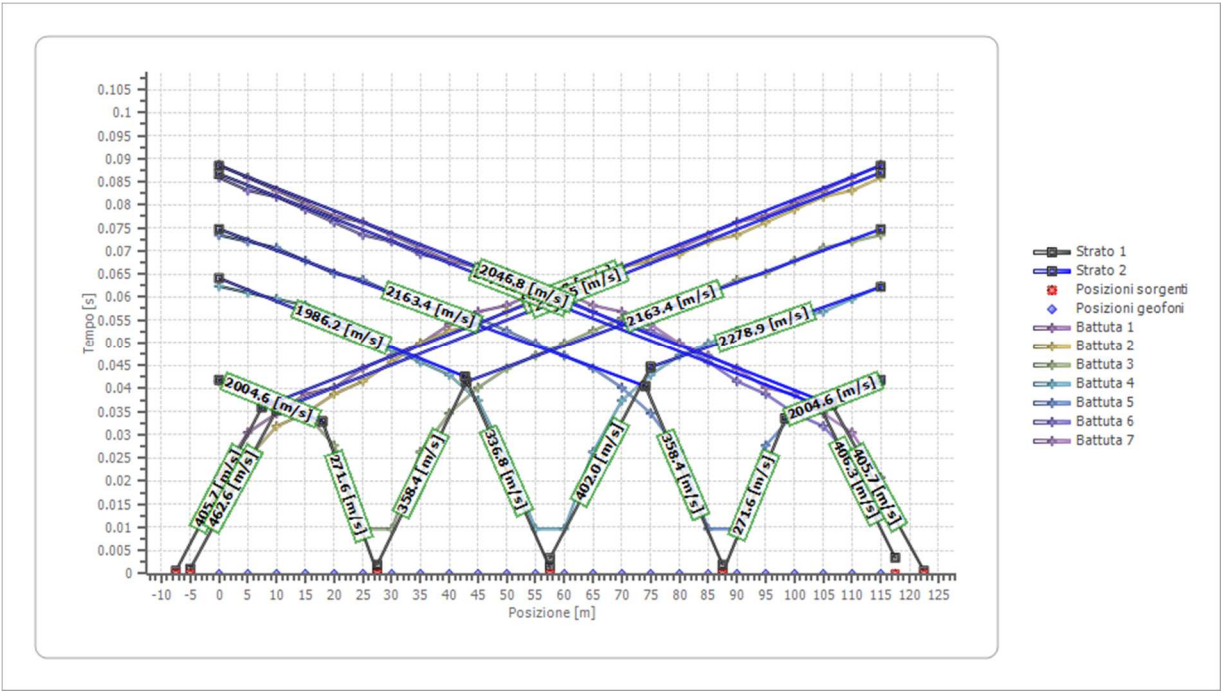
Posizione sorgente X 122.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

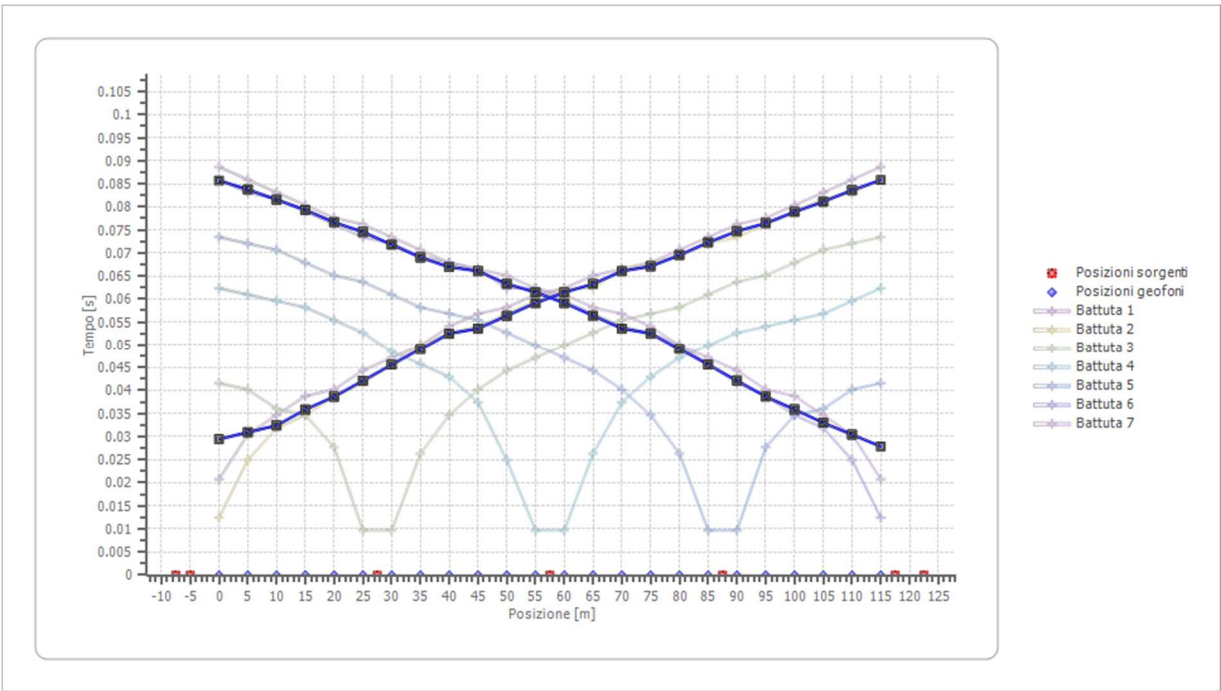


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	88.6870
5.0	85.9155
10.0	83.1441
15.0	80.3726
20.0	77.6011
25.0	76.2154
30.0	73.4439
35.0	70.6724
40.0	67.9010
45.0	66.5152
50.0	65.1295
55.0	62.3580
60.0	60.9723
65.0	58.2008
70.0	56.8151
75.0	54.0436
80.0	49.8864
85.0	47.1150
90.0	44.3435
95.0	40.1863
100.0	38.8006
105.0	34.6434
110.0	30.4862
115.0	20.7860

Dromocrone



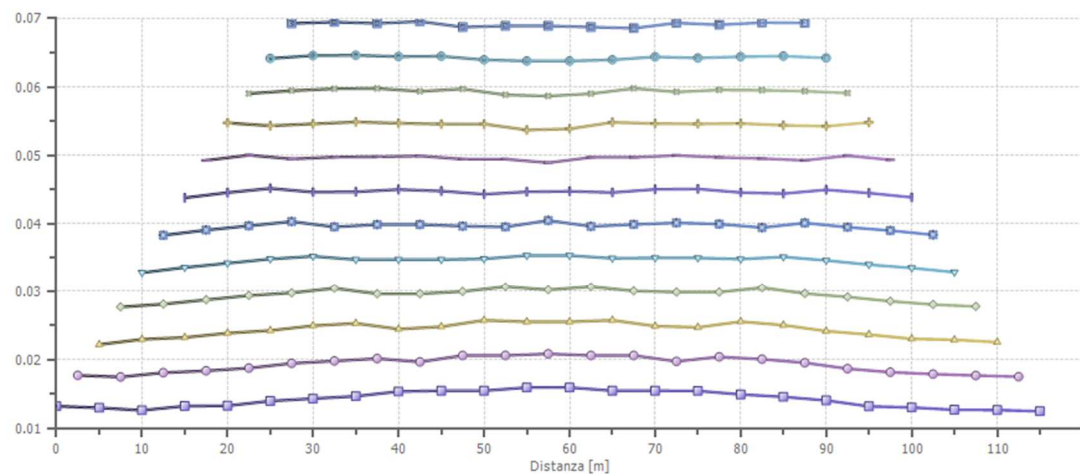
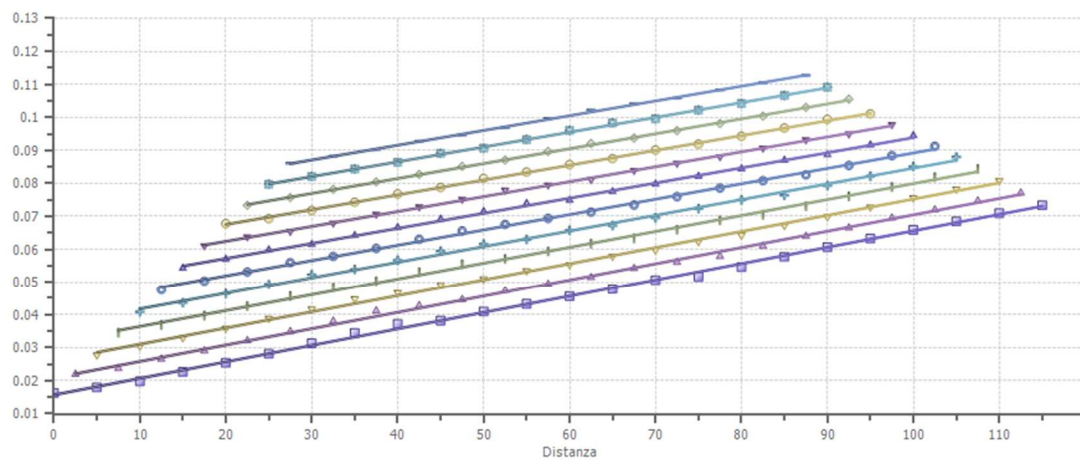
Dromocrone traslate



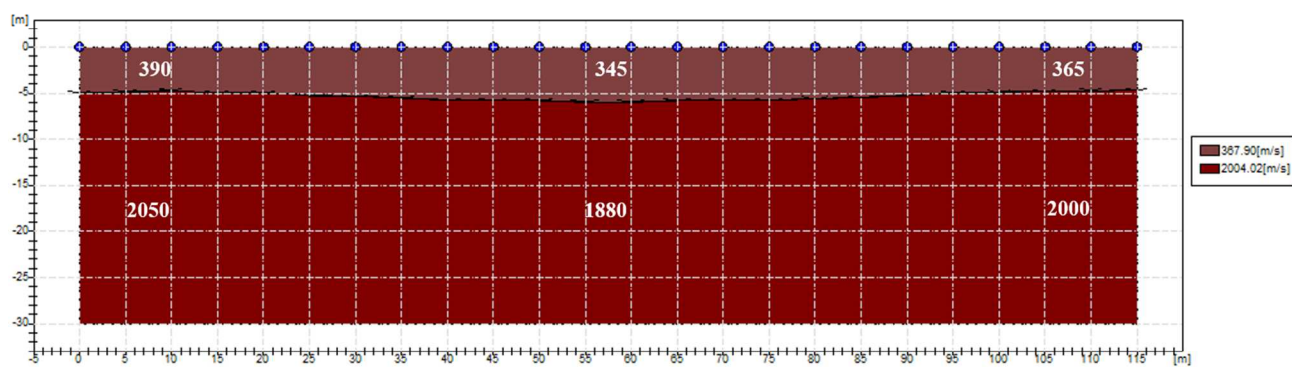
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	4.9	--
G= 5.0 [m]	4.8	--
G= 10.0 [m]	4.7	--
G= 15.0 [m]	4.9	--
G= 20.0 [m]	5.0	--
G= 25.0 [m]	5.2	--
G= 30.0 [m]	5.3	--
G= 35.0 [m]	5.5	--
G= 40.0 [m]	5.7	--
G= 45.0 [m]	5.8	--
G= 50.0 [m]	5.8	--
G= 55.0 [m]	6.0	--
G= 60.0 [m]	6.0	--
G= 65.0 [m]	5.8	--
G= 70.0 [m]	5.8	--
G= 75.0 [m]	5.8	--
G= 80.0 [m]	5.6	--
G= 85.0 [m]	5.4	--
G= 90.0 [m]	5.2	--
G= 95.0 [m]	4.9	--
G= 100.0 [m]	4.9	--
G= 105.0 [m]	4.7	--
G= 110.0 [m]	4.7	--
G= 115.0 [m]	4.7	--
Velocità [m/sec]	367.9	2004.0
Descrizione		



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P

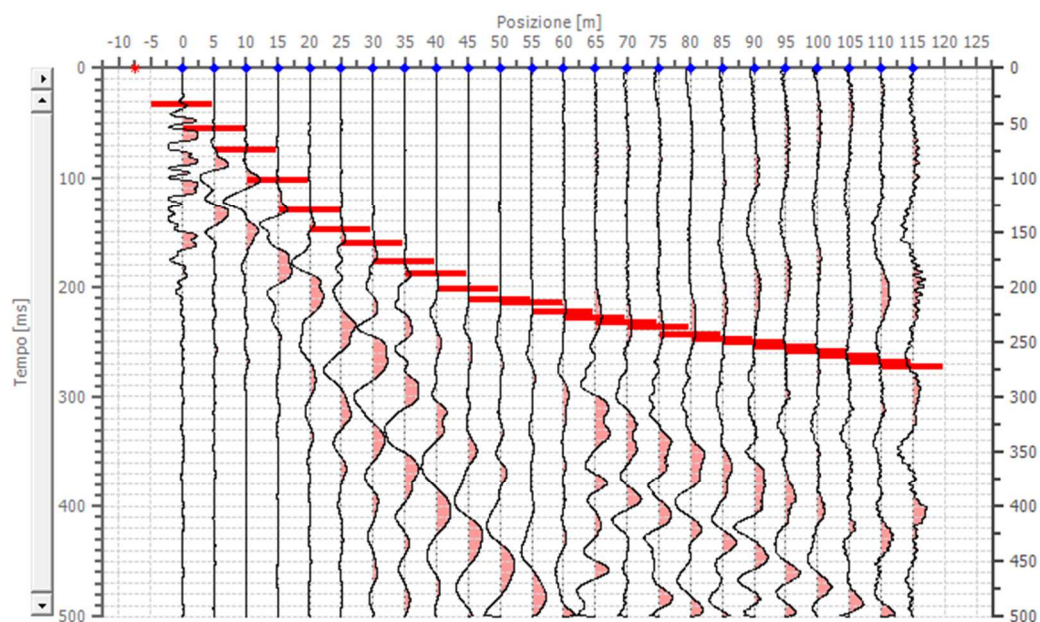


Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -7.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



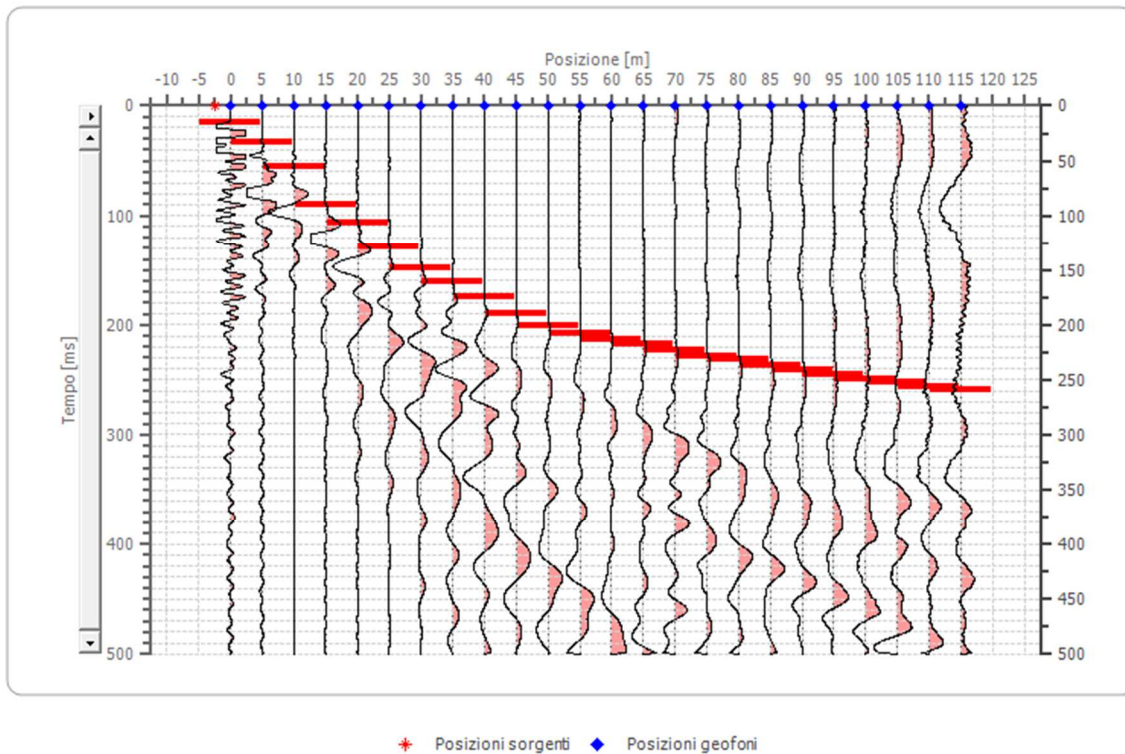
★ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	33.2576
5.0	55.4294
10.0	74.8296
15.0	102.5443
20.0	130.2590
25.0	148.2736
30.0	160.7452
35.0	177.3740
40.0	188.4598
45.0	202.3172
50.0	212.0173
55.0	214.7888
60.0	223.1032
65.0	228.6461
70.0	232.8033
75.0	236.9605
80.0	243.8892
85.0	248.0464
90.0	250.8179
95.0	254.9751
100.0	259.1323
105.0	263.2895
110.0	268.8324
115.0	272.9896

Battuta 2

Posizione sorgente X -2.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

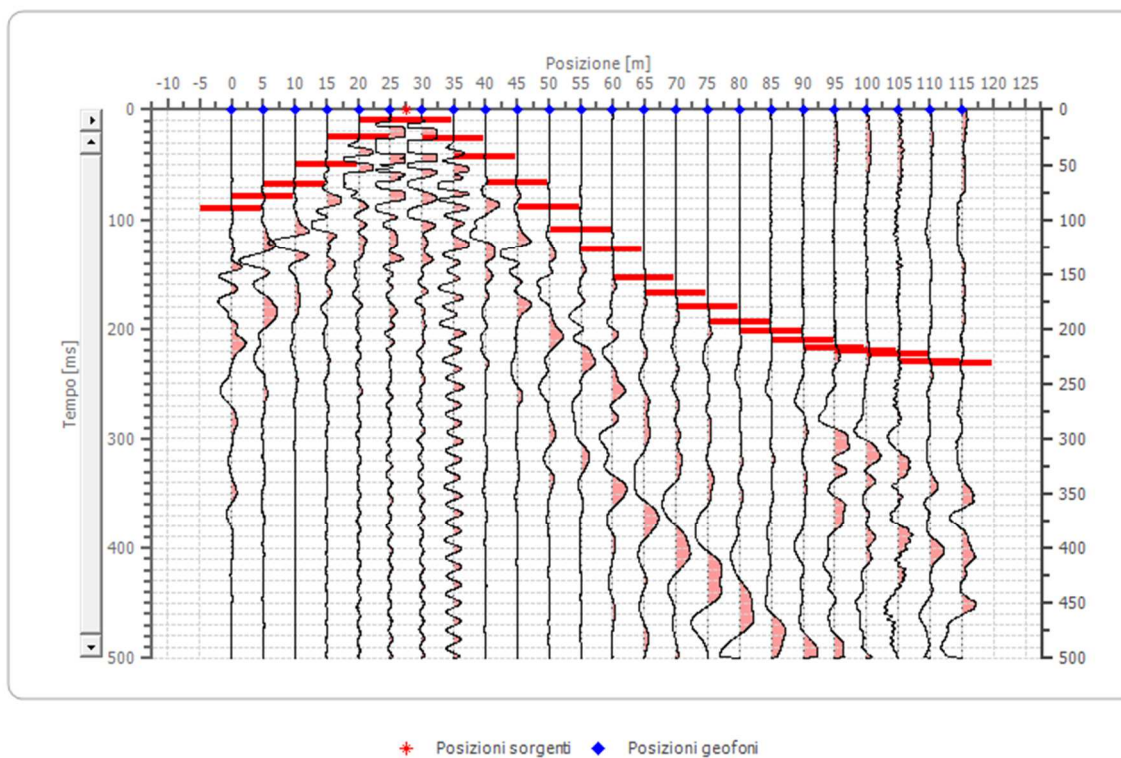


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	15.2431
5.0	33.2576
10.0	55.4294
15.0	90.0727
20.0	106.7015
25.0	128.8733
30.0	148.2736
35.0	160.7452
40.0	174.6025
45.0	189.8456
50.0	200.9315
55.0	207.8601
60.0	213.4031
65.0	217.5603
70.0	223.1032
75.0	228.6461
80.0	231.4176
85.0	236.9605
90.0	241.1177
95.0	245.2750
100.0	249.4322
105.0	252.2036
110.0	256.3608
115.0	259.1323

Battuta 3

Posizione sorgente X 27.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

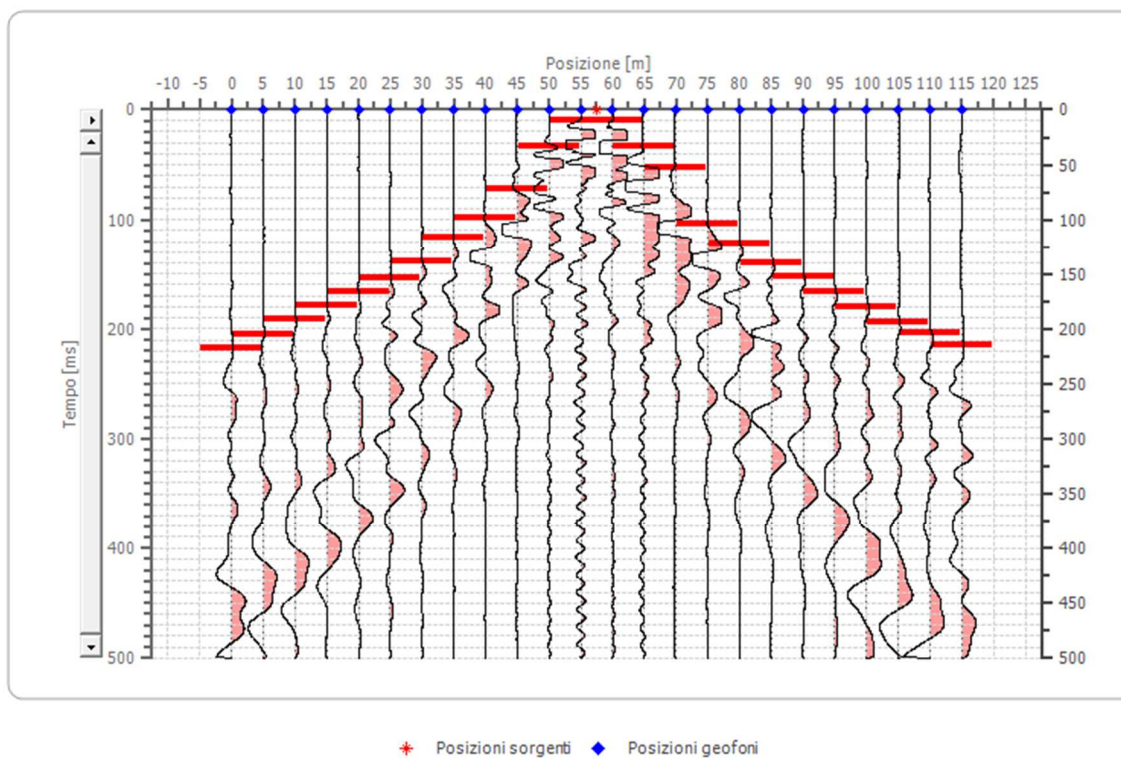


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	90.0727
5.0	78.9868
10.0	67.9010
15.0	49.8864
20.0	24.9432
25.0	9.7001
30.0	9.7001
35.0	26.3289
40.0	42.9578
45.0	66.5152
50.0	88.6870
55.0	109.4730
60.0	127.4875
65.0	153.8165
70.0	167.6738
75.0	180.1454
80.0	194.0028
85.0	202.3172
90.0	210.6316
95.0	217.5603
100.0	220.3317
105.0	223.1032
110.0	230.0319
115.0	231.4176

Battuta 4

Posizione sorgente X 57.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

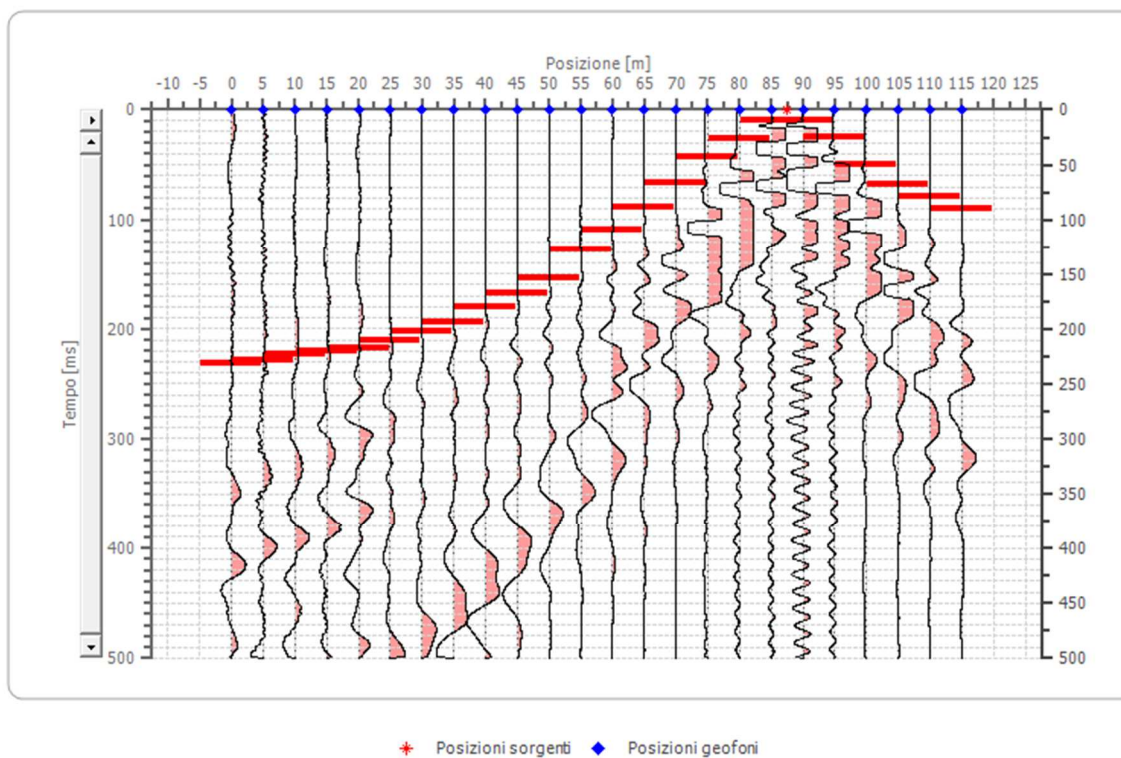


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	217.5603
5.0	205.0887
10.0	191.2313
15.0	178.7597
20.0	166.2881
25.0	153.8165
30.0	138.5734
35.0	116.4017
40.0	98.3871
45.0	72.0582
50.0	33.2576
55.0	9.7001
60.0	9.7001
65.0	33.2576
70.0	52.6579
75.0	103.9301
80.0	121.9446
85.0	139.9592
90.0	152.4308
95.0	166.2881
100.0	180.1454
105.0	194.0028
110.0	203.7029
115.0	214.7888

Battuta 5

Posizione sorgente X 87.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

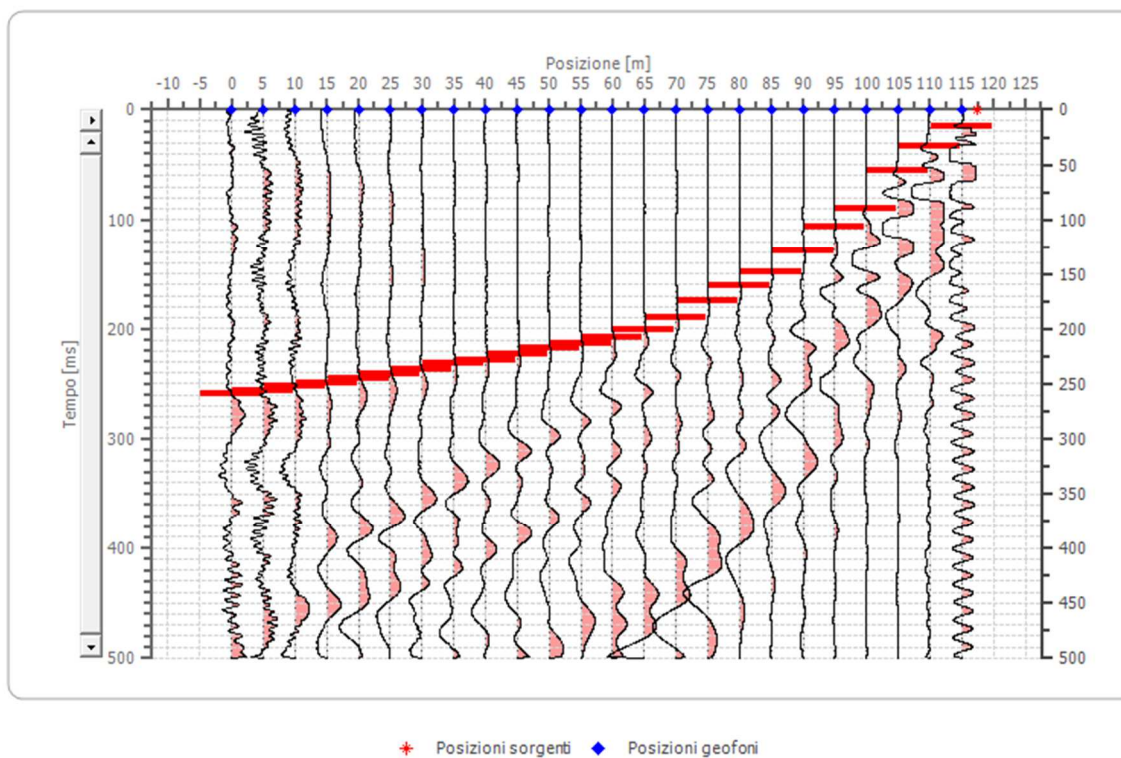


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	231.4176
5.0	228.6461
10.0	223.1032
15.0	220.3317
20.0	217.5603
25.0	210.6316
30.0	202.3172
35.0	194.0028
40.0	180.1454
45.0	167.6738
50.0	153.8165
55.0	127.4875
60.0	109.4730
65.0	88.6870
70.0	66.5152
75.0	42.9578
80.0	26.3289
85.0	9.7001
90.0	9.7001
95.0	24.9432
100.0	49.8864
105.0	67.9010
110.0	78.9868
115.0	90.0727

Battuta 6

Posizione sorgente X 117.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

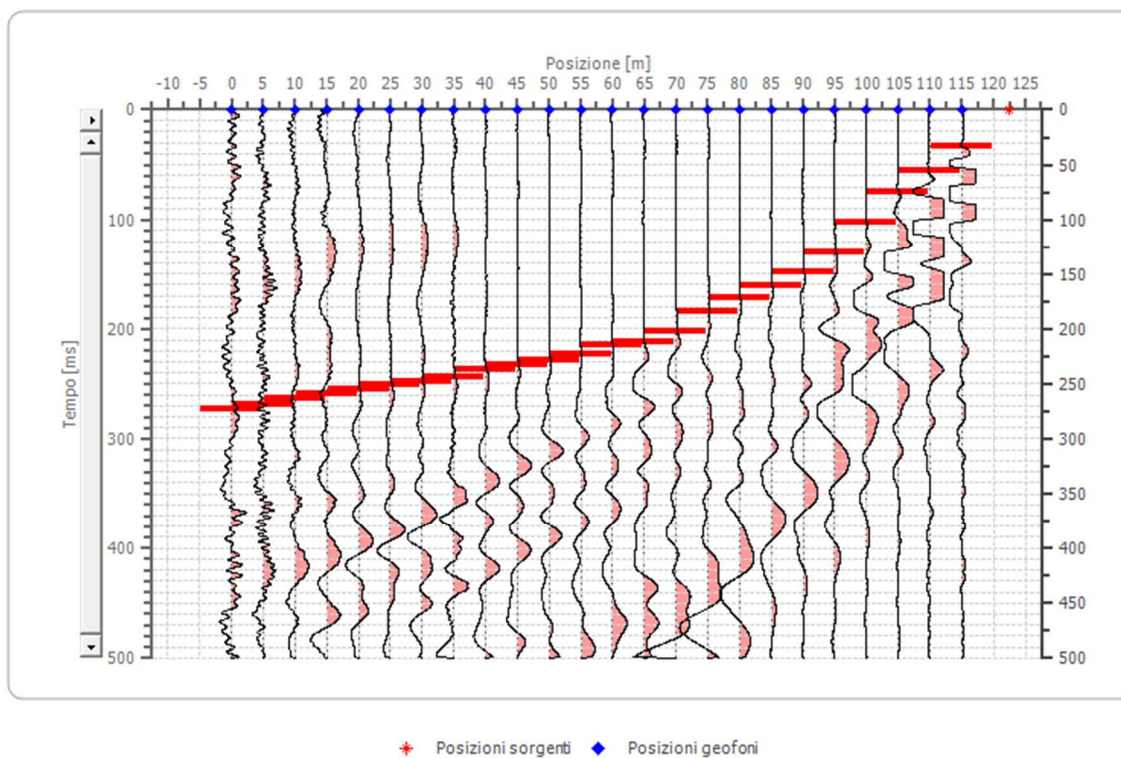


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	259.1323
5.0	256.3608
10.0	252.2036
15.0	249.4322
20.0	245.2750
25.0	241.1177
30.0	236.9605
35.0	231.4176
40.0	228.6461
45.0	223.1032
50.0	217.5603
55.0	213.4031
60.0	207.8601
65.0	200.9315
70.0	189.8456
75.0	174.6025
80.0	160.7452
85.0	148.2736
90.0	128.8733
95.0	106.7015
100.0	90.0727
105.0	55.4294
110.0	33.2576
115.0	15.2431

Battuta 7

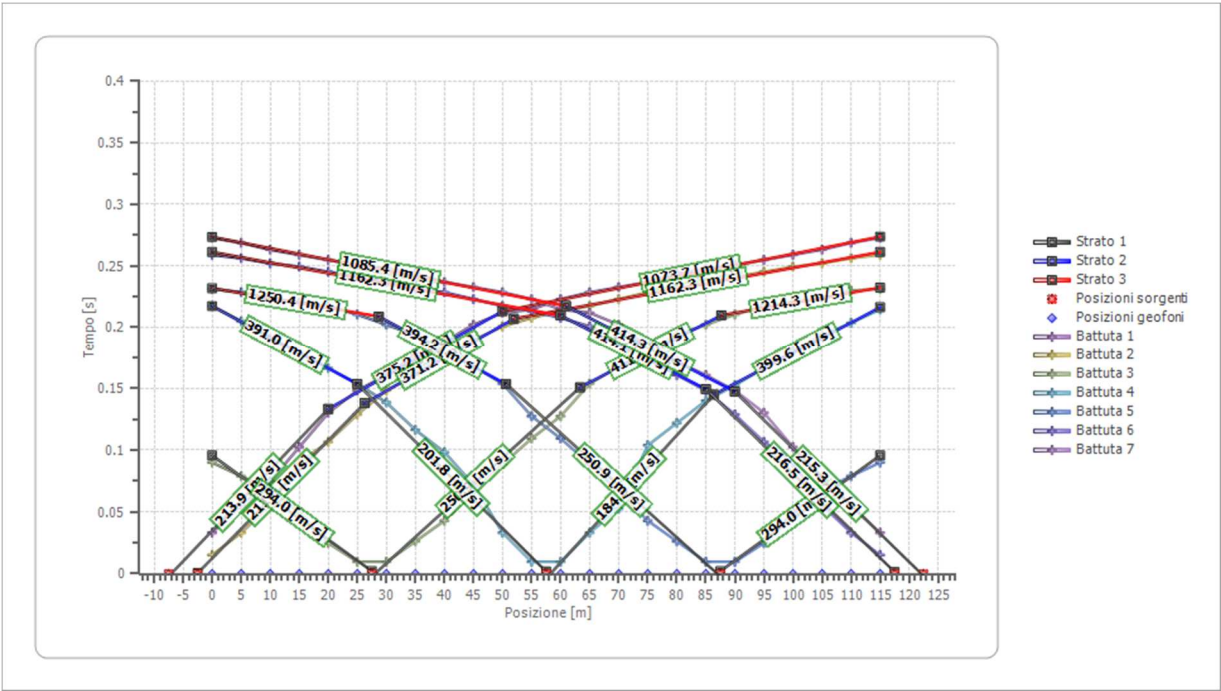
Posizione sorgente X 122.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

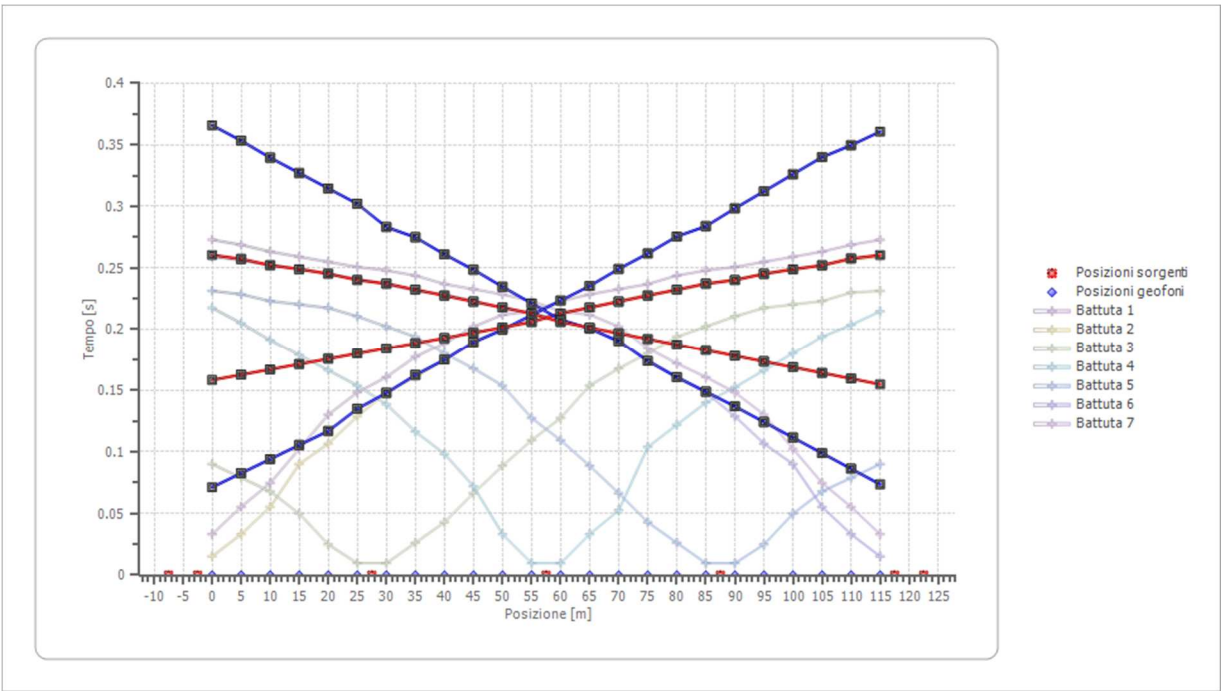


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	272.9896
5.0	268.8324
10.0	263.2895
15.0	259.1323
20.0	254.9751
25.0	250.8179
30.0	248.0464
35.0	243.8892
40.0	236.9605
45.0	232.8033
50.0	228.6461
55.0	223.1032
60.0	214.7888
65.0	212.0173
70.0	202.3172
75.0	184.3026
80.0	171.8310
85.0	160.7452
90.0	148.2736
95.0	130.2590
100.0	102.5443
105.0	74.8296
110.0	55.4294
115.0	33.2576

Dromocrone



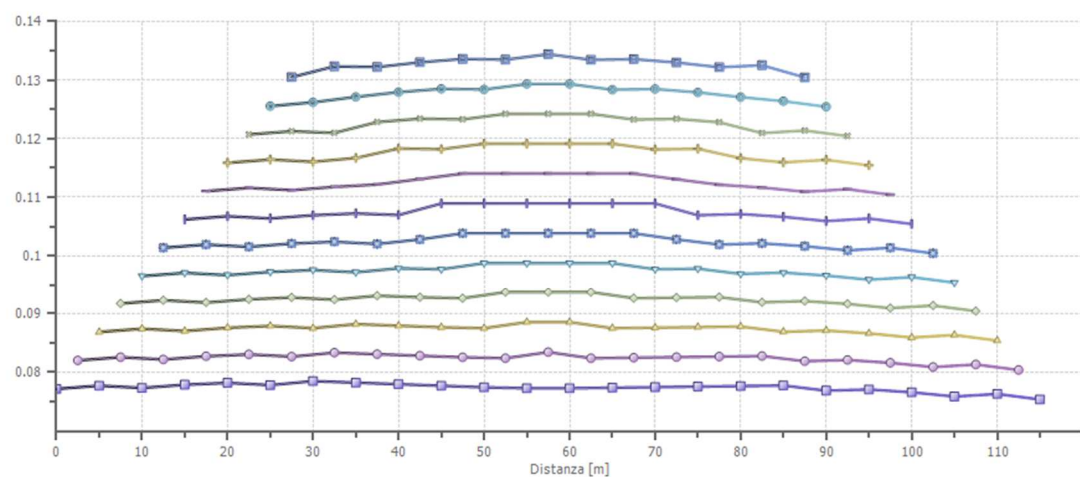
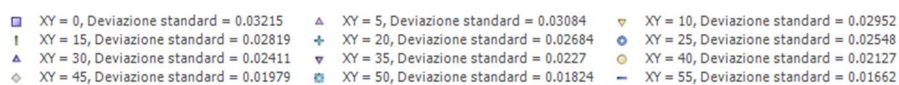
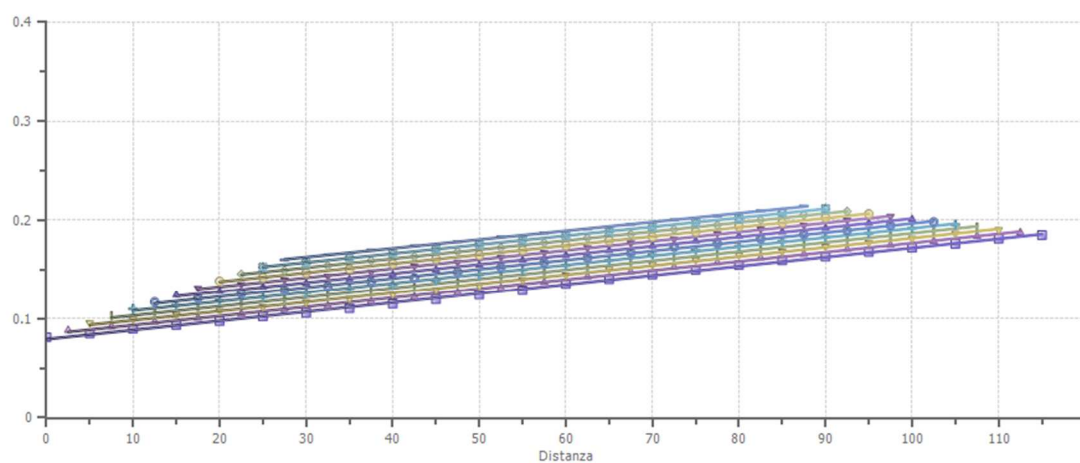
Dromocrone traslate



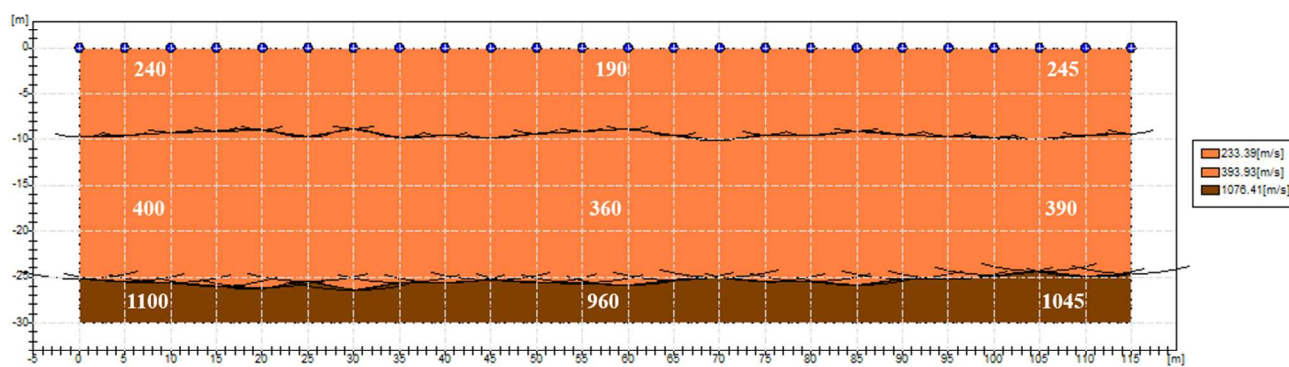
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	9.7	25.2	--
G= 5.0 [m]	9.6	25.5	--
G= 10.0 [m]	9.2	25.6	--
G= 15.0 [m]	9.1	26.0	--
G= 20.0 [m]	8.9	26.2	--
G= 25.0 [m]	9.7	25.4	--
G= 30.0 [m]	8.8	26.4	--
G= 35.0 [m]	9.7	25.6	--
G= 40.0 [m]	9.5	25.6	--
G= 45.0 [m]	9.8	25.3	--
G= 50.0 [m]	9.3	25.6	--
G= 55.0 [m]	9.1	25.7	--
G= 60.0 [m]	8.9	25.9	--
G= 65.0 [m]	9.6	25.4	--
G= 70.0 [m]	10.1	25.0	--
G= 75.0 [m]	9.5	25.5	--
G= 80.0 [m]	9.6	25.5	--
G= 85.0 [m]	9.1	25.9	--
G= 90.0 [m]	9.5	25.2	--
G= 95.0 [m]	9.6	25.2	--
G= 100.0 [m]	9.8	24.9	--
G= 105.0 [m]	10.0	24.4	--
G= 110.0 [m]	9.6	24.9	--
G= 115.0 [m]	9.3	24.7	--
Velocità [m/sec]	233.4	393.9	1076.4
Descrizione			

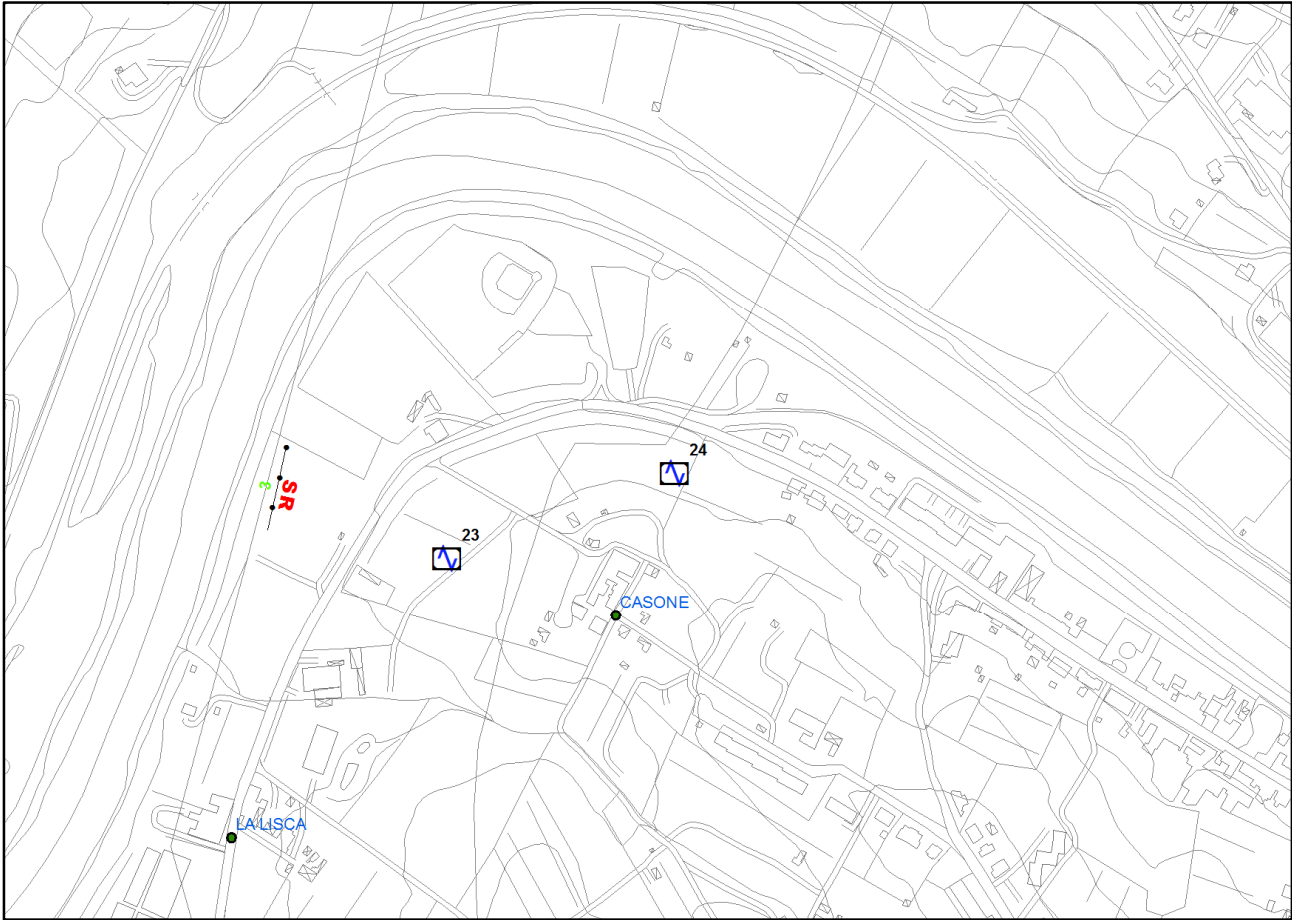


SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH

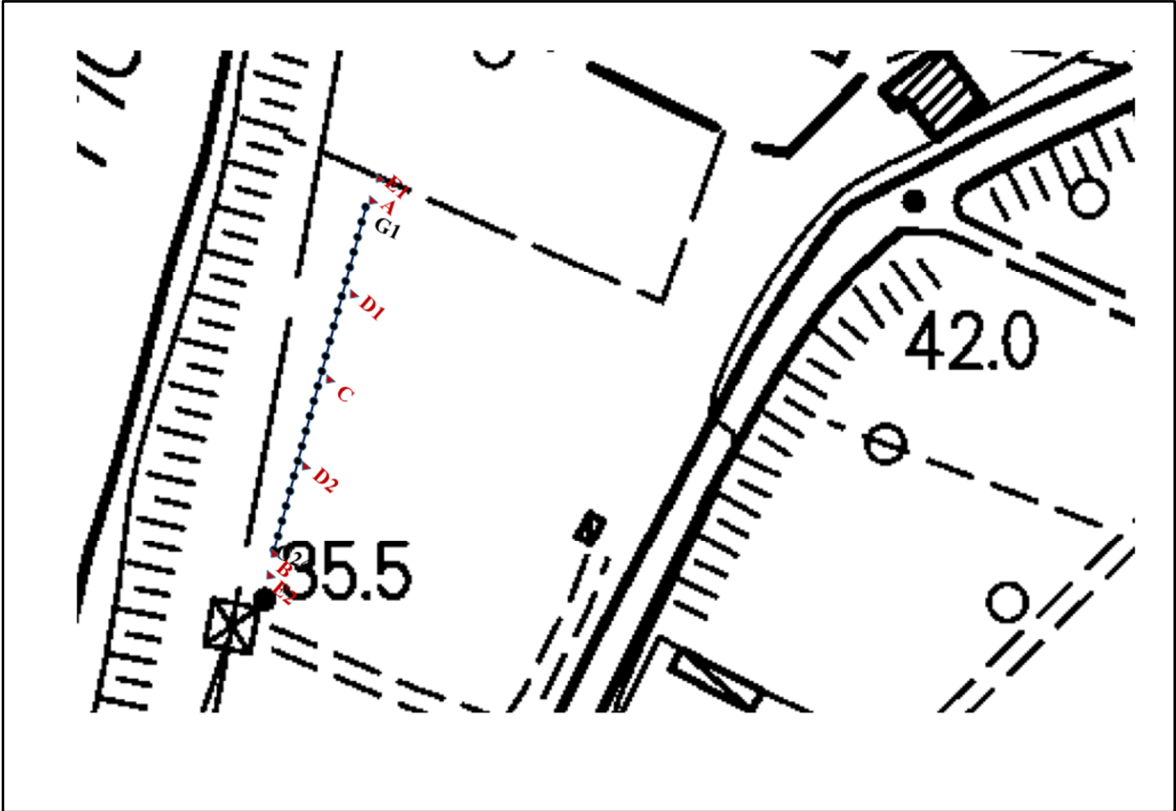


SR_3: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH

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.): 35 m

Punti di energizzazione

	E1 Esterno SX	A Estremo SX	D1 Intermedio SX	C Centrale	D2 Intermedio DX	B Estremo DX	E2 Esterno DX
Posizione da Geofono G1 (m)	-6	-1.5	16.5	34.5	52.5	70.5	75

Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

Geofoni	Longitudine	Latitudine
G1	183801	4854964
G24	183785	4854892

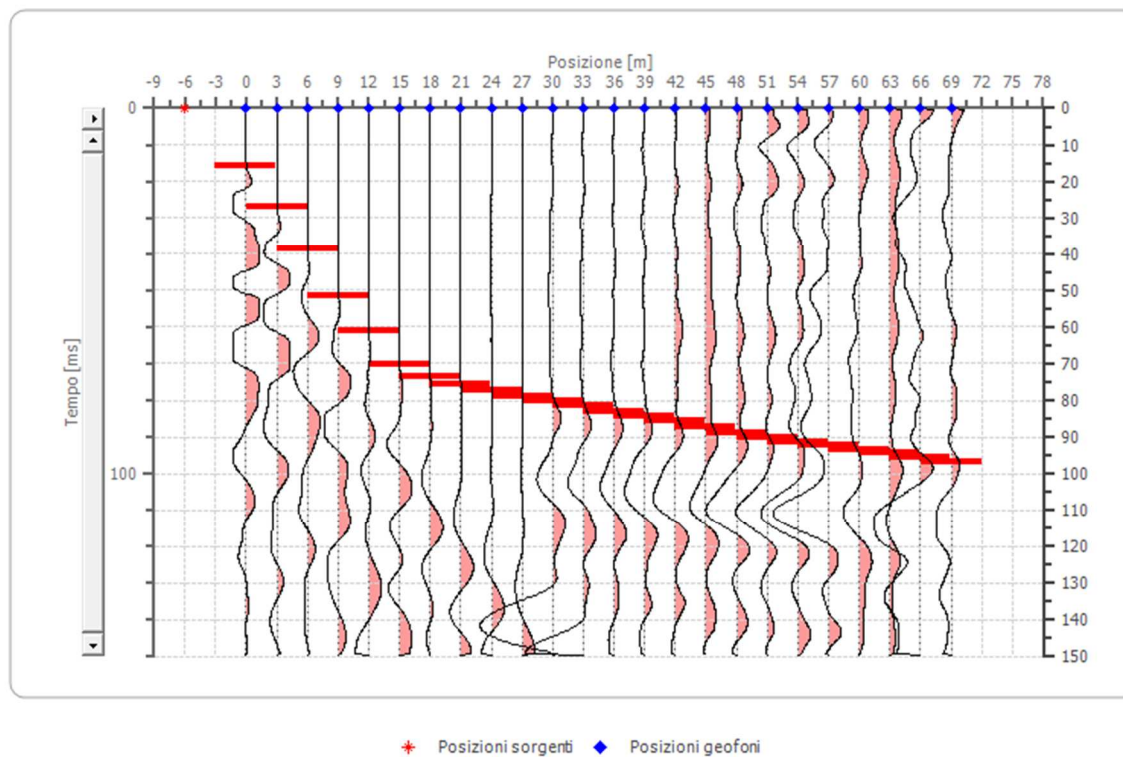
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
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]

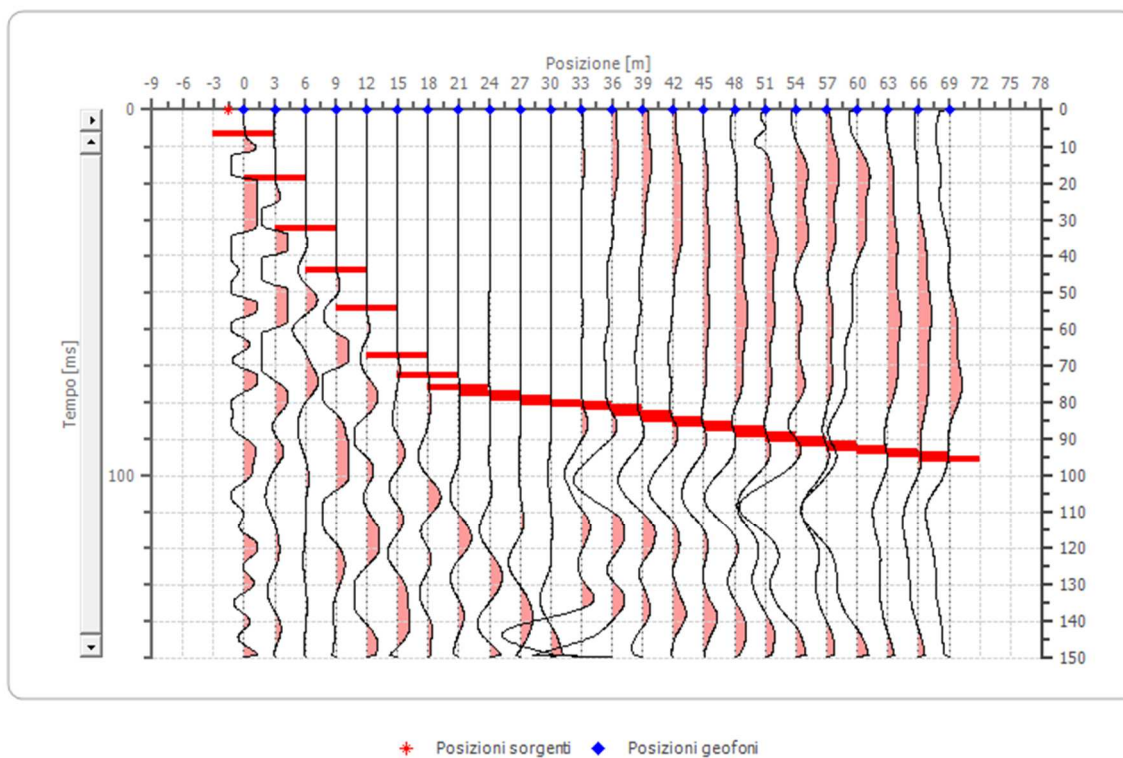


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	15.7895
3.0	27.0083
6.0	38.8006
9.0	51.5235
12.0	61.0803
15.0	70.2216
18.0	73.5457
21.0	75.6233
24.0	77.2853
27.0	78.9474
30.0	80.1939
33.0	81.4404
36.0	83.1025
39.0	84.3490
42.0	85.5956
45.0	87.2576
48.0	88.9197
51.0	90.1662
54.0	91.4127
57.0	92.2438
60.0	93.4903
63.0	94.3213
66.0	95.5679
69.0	96.8144

Battuta 2

Posizione sorgente X -1.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

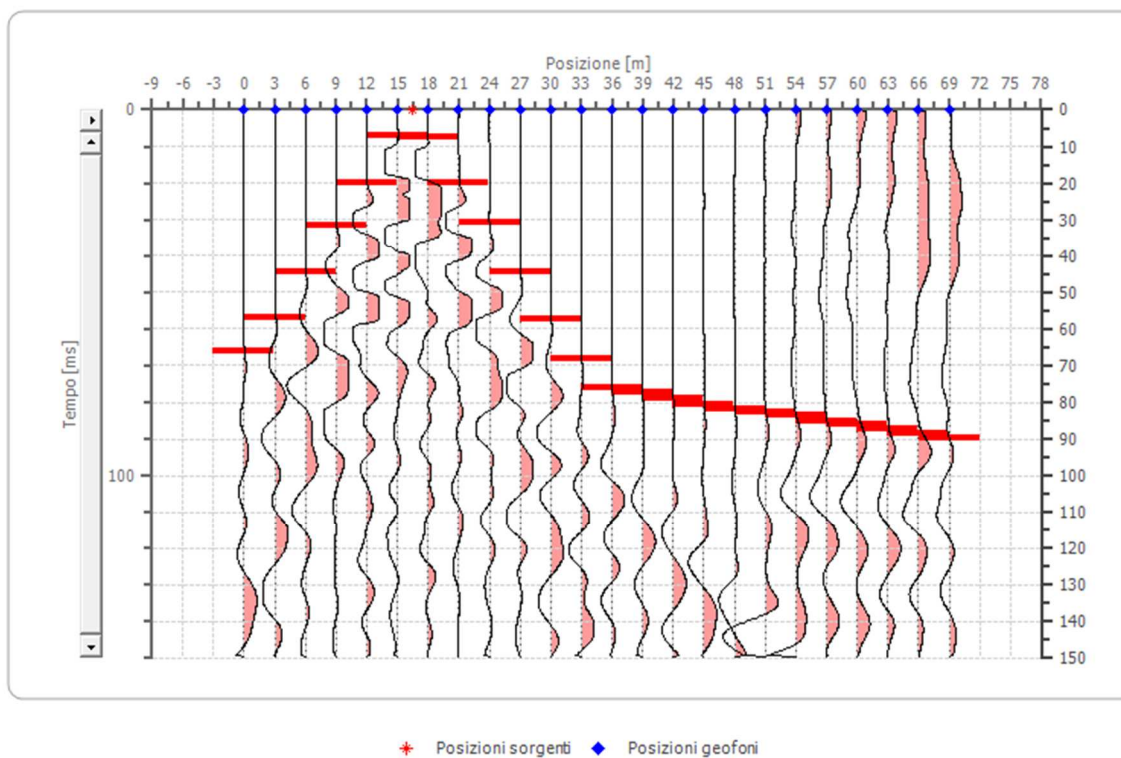


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	6.6482
3.0	18.6981
6.0	32.4100
9.0	44.0443
12.0	54.4321
15.0	67.3130
18.0	72.7147
21.0	76.0388
24.0	77.7008
27.0	78.9474
30.0	80.1939
33.0	80.6094
36.0	81.4404
39.0	83.1025
42.0	84.7645
45.0	86.0111
48.0	87.2576
51.0	88.9197
54.0	90.1662
57.0	91.4127
60.0	92.6593
63.0	93.4903
66.0	94.3213
69.0	95.5679

Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

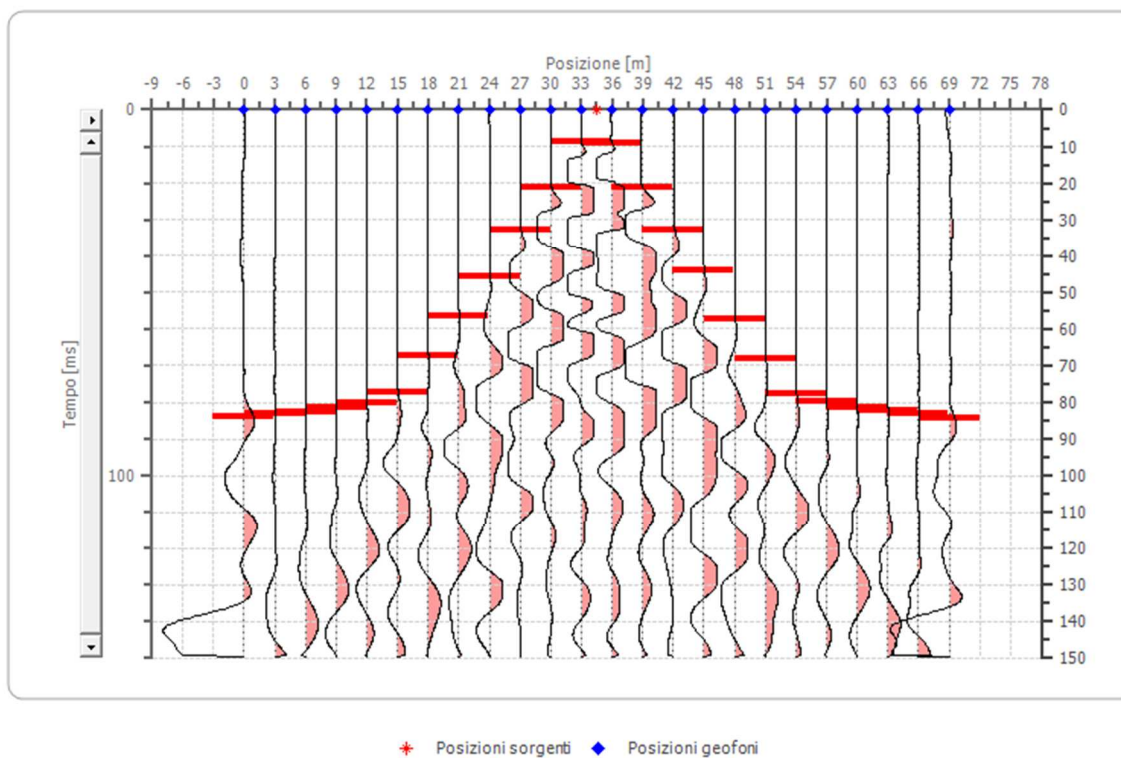


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	66.0665
3.0	56.9252
6.0	44.4598
9.0	31.5789
12.0	19.9446
15.0	7.0637
18.0	7.4792
21.0	19.9446
24.0	30.7479
27.0	44.4598
30.0	57.3407
33.0	68.1440
36.0	76.0388
39.0	77.2853
42.0	78.9474
45.0	80.6094
48.0	81.8560
51.0	82.6870
54.0	83.5180
57.0	85.1801
60.0	86.0111
63.0	87.2576
66.0	88.5042
69.0	89.7507

Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

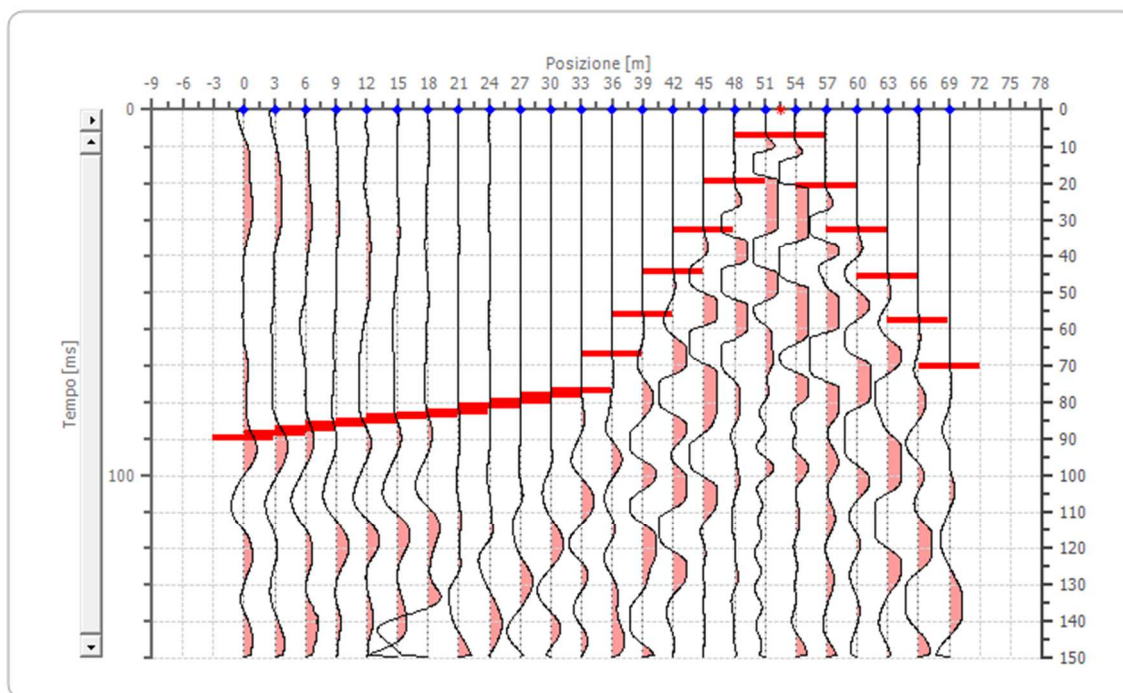


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	83.9335
3.0	83.1025
6.0	82.6870
9.0	81.4404
12.0	80.1939
15.0	77.2853
18.0	67.3130
21.0	56.5097
24.0	45.7064
27.0	32.8255
30.0	21.1911
33.0	8.7258
36.0	9.1413
39.0	21.1911
42.0	32.8255
45.0	44.0443
48.0	57.3407
51.0	68.1440
54.0	77.7008
57.0	79.7784
60.0	81.4404
63.0	82.2715
66.0	83.1025
69.0	84.3490

Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



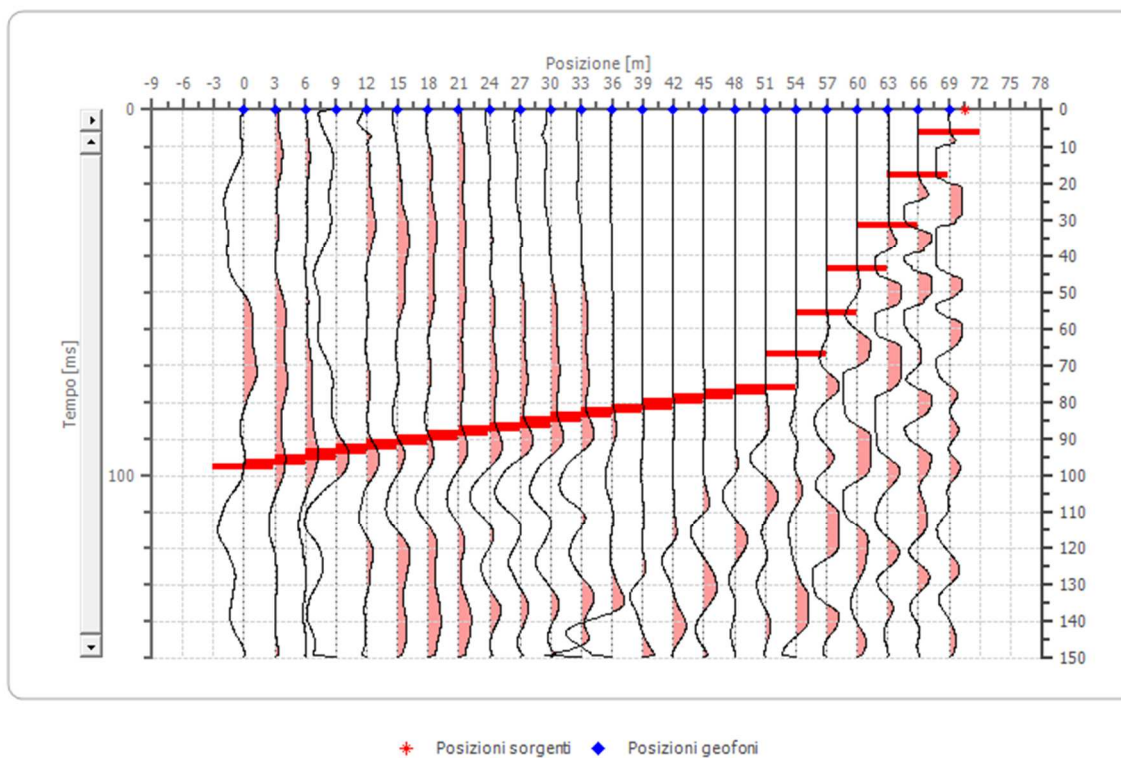
★ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	89.7507
3.0	88.5042
6.0	87.2576
9.0	86.0111
12.0	85.1801
15.0	83.9335
18.0	83.5180
21.0	82.6870
24.0	81.0249
27.0	79.7784
30.0	78.1163
33.0	76.8698
36.0	66.8975
39.0	56.0942
42.0	44.4598
45.0	32.8255
48.0	19.5291
51.0	7.0637
54.0	7.0637
57.0	20.7756
60.0	32.8255
63.0	45.7064
66.0	57.7562
69.0	70.2216

Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

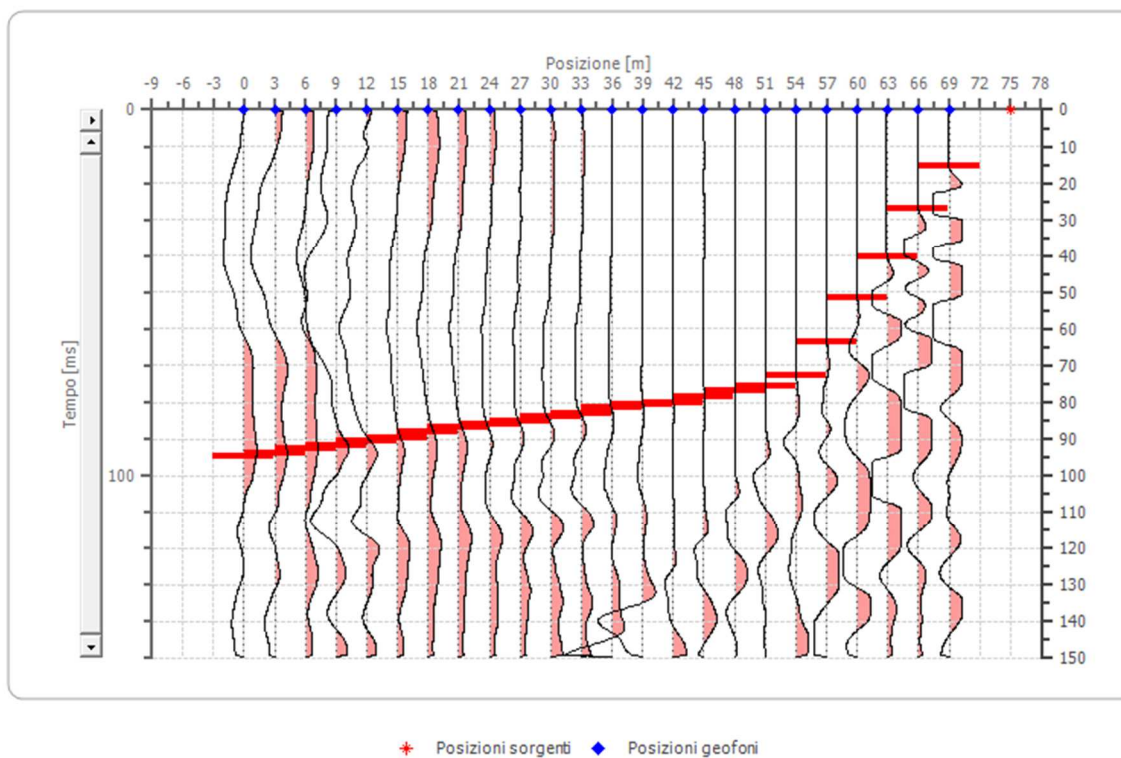


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	97.6454
3.0	96.3989
6.0	95.1524
9.0	93.4903
12.0	92.2438
15.0	90.9972
18.0	89.7507
21.0	88.5042
24.0	87.2576
27.0	86.4266
30.0	84.7645
33.0	83.5180
36.0	82.2715
39.0	81.4404
42.0	79.7784
45.0	78.5319
48.0	77.2853
51.0	76.0388
54.0	66.8975
57.0	55.6787
60.0	43.6288
63.0	31.5789
66.0	17.8670
69.0	6.2327

Battuta 7

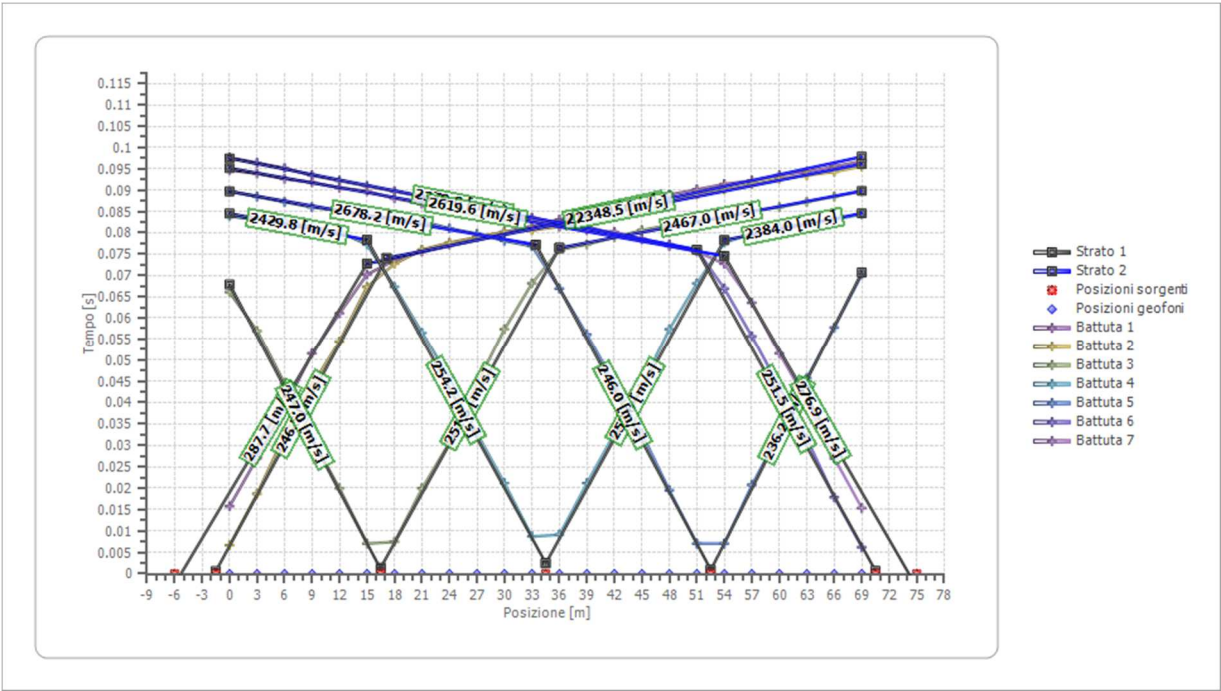
Posizione sorgente X 75 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

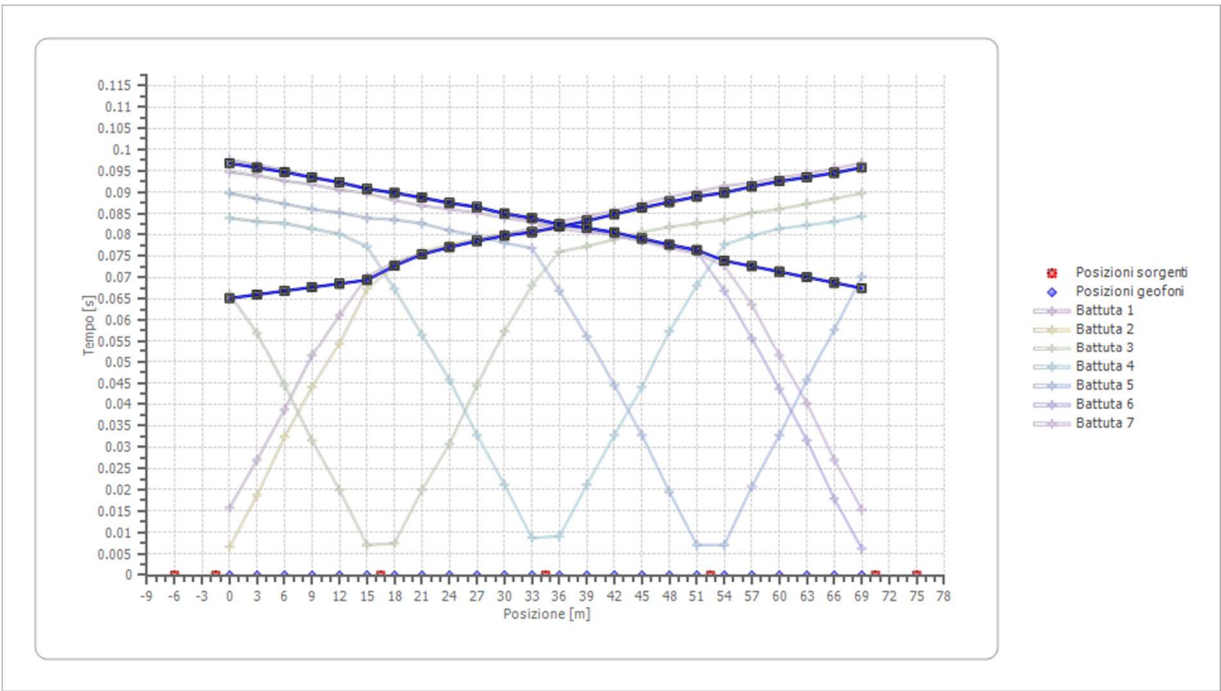


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	94.7368
3.0	93.9058
6.0	92.6593
9.0	91.8283
12.0	90.5817
15.0	89.7507
18.0	88.0886
21.0	86.8421
24.0	86.0111
27.0	85.1801
30.0	83.9335
33.0	83.1025
36.0	81.4404
39.0	80.6094
42.0	80.1939
45.0	78.5319
48.0	76.8698
51.0	75.6233
54.0	72.7147
57.0	63.5734
60.0	51.5235
63.0	40.3047
66.0	27.0083
69.0	15.3740

Dromocrone



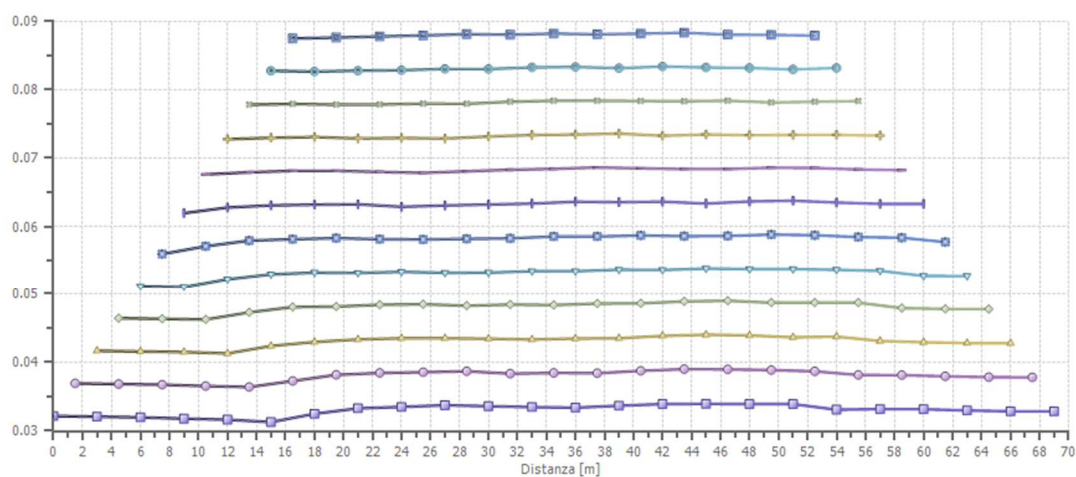
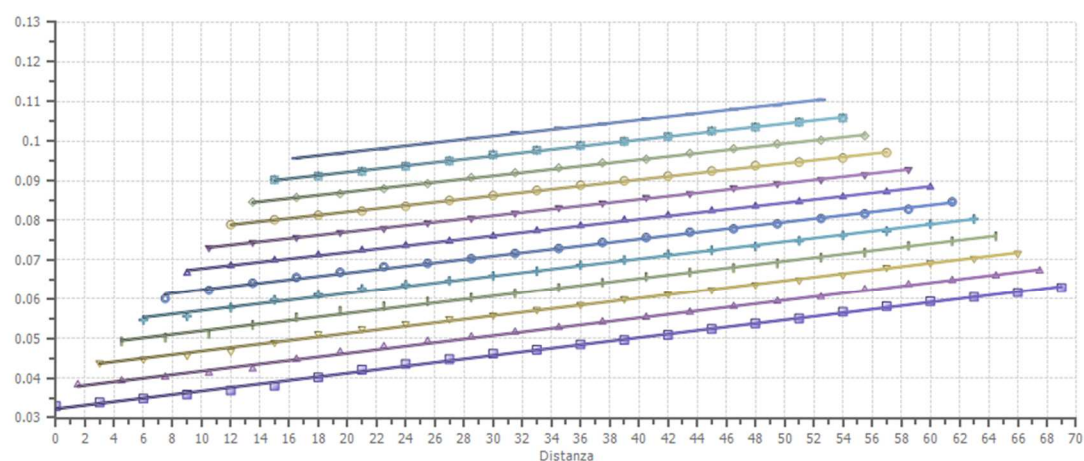
Dromocrone traslate



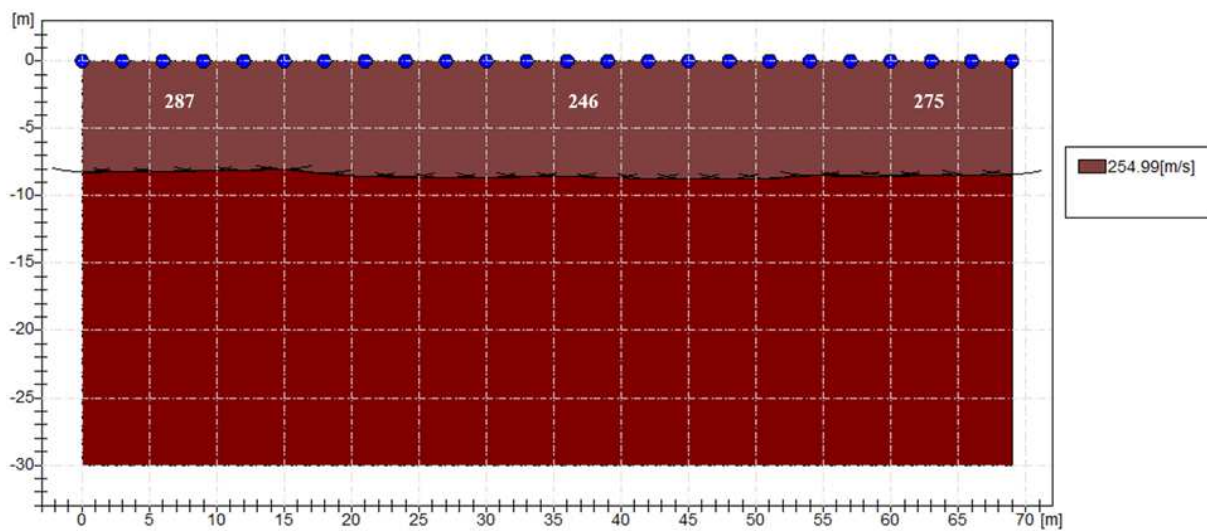
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	8.3	--
G= 3.0 [m]	8.2	--
G= 6.0 [m]	8.2	--
G= 9.0 [m]	8.2	--
G= 12.0 [m]	8.1	--
G= 15.0 [m]	8.0	--
G= 18.0 [m]	8.3	--
G= 21.0 [m]	8.5	--
G= 24.0 [m]	8.6	--
G= 27.0 [m]	8.7	--
G= 30.0 [m]	8.6	--
G= 33.0 [m]	8.6	--
G= 36.0 [m]	8.6	--
G= 39.0 [m]	8.6	--
G= 42.0 [m]	8.7	--
G= 45.0 [m]	8.7	--
G= 48.0 [m]	8.7	--
G= 51.0 [m]	8.7	--
G= 54.0 [m]	8.5	--
G= 57.0 [m]	8.5	--
G= 60.0 [m]	8.5	--
G= 63.0 [m]	8.5	--
G= 66.0 [m]	8.4	--
G= 69.0 [m]	8.4	--
Velocità [m/sec]	255.0	2231.0
Descrizione		



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P

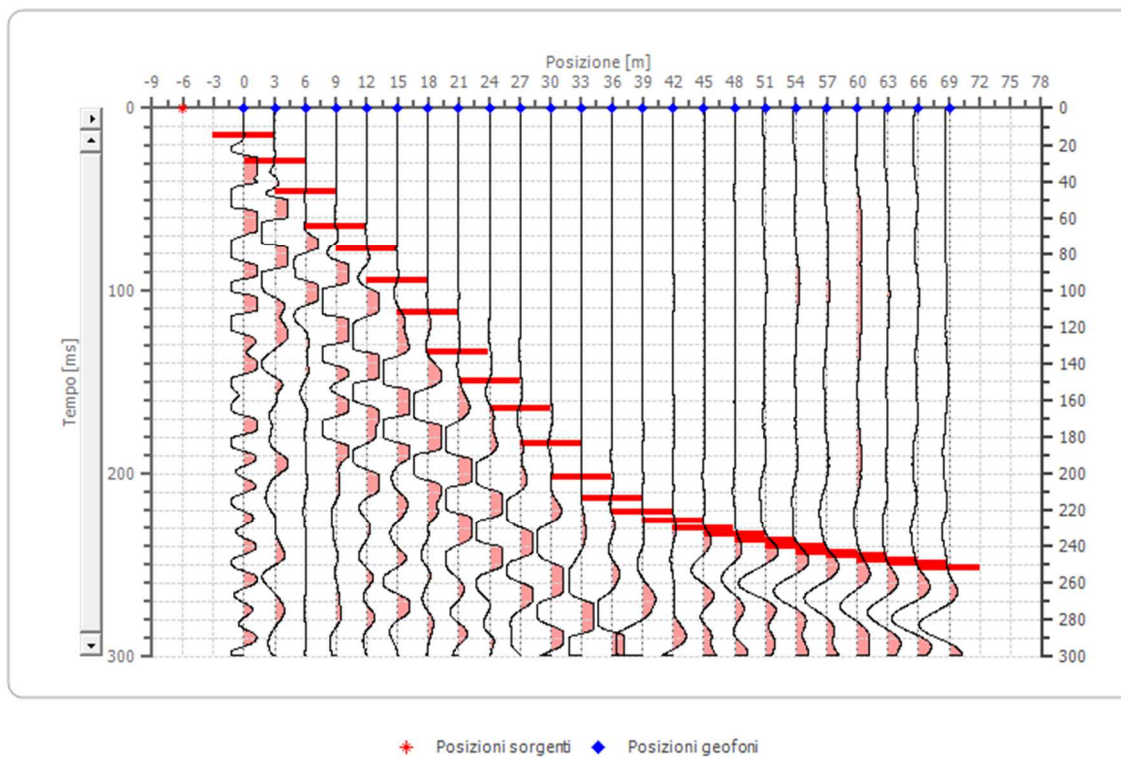


Il secondo sismostrato individuato nell'indagine sismica a rifrazione in Onde P è influenzato dalla presenza della falda acquifera per cui non viene riportata la sua velocità.

Dati battute

Battuta 1

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

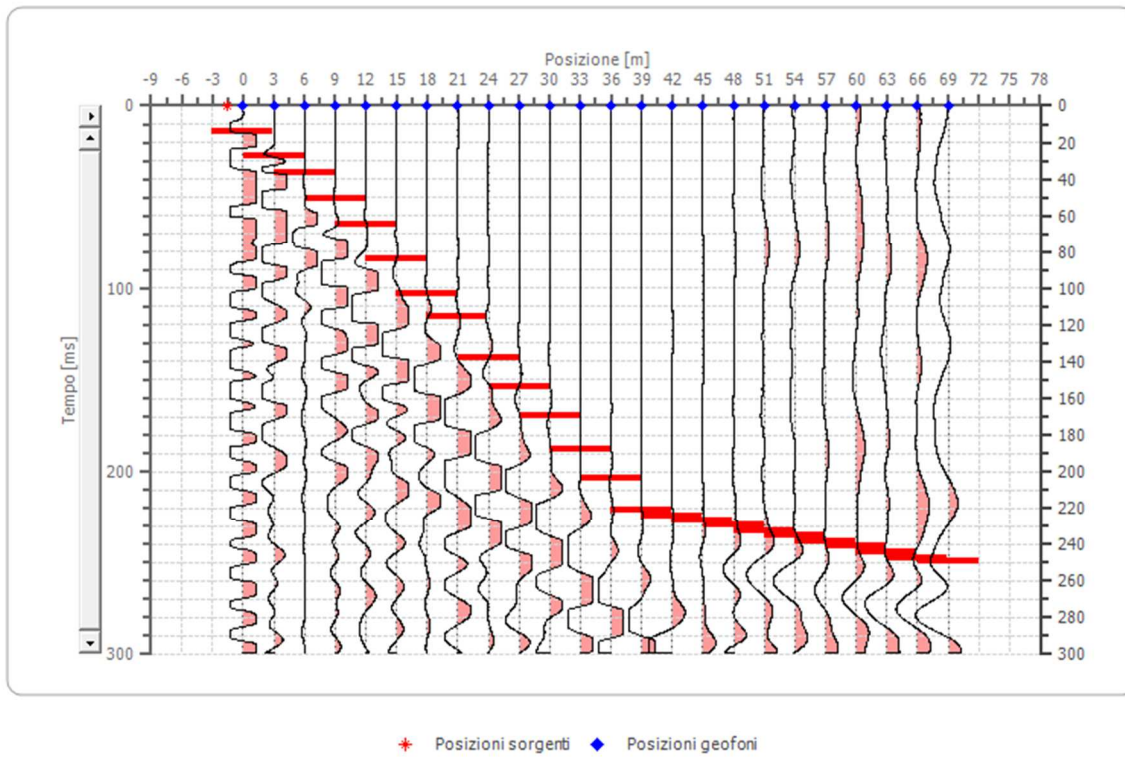


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	14.9584
3.0	29.0859
6.0	45.7064
9.0	64.8199
12.0	77.2853
15.0	94.7368
18.0	112.1884
21.0	133.7950
24.0	149.5845
27.0	164.5429
30.0	183.6565
33.0	201.9391
36.0	213.5734
39.0	221.0526
42.0	226.0388
45.0	230.1939
48.0	233.5180
51.0	236.8421
54.0	240.1662
57.0	243.4903
60.0	245.1524
63.0	247.6454
66.0	249.3075
69.0	251.8006

Battuta 2

Posizione sorgente X -1.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

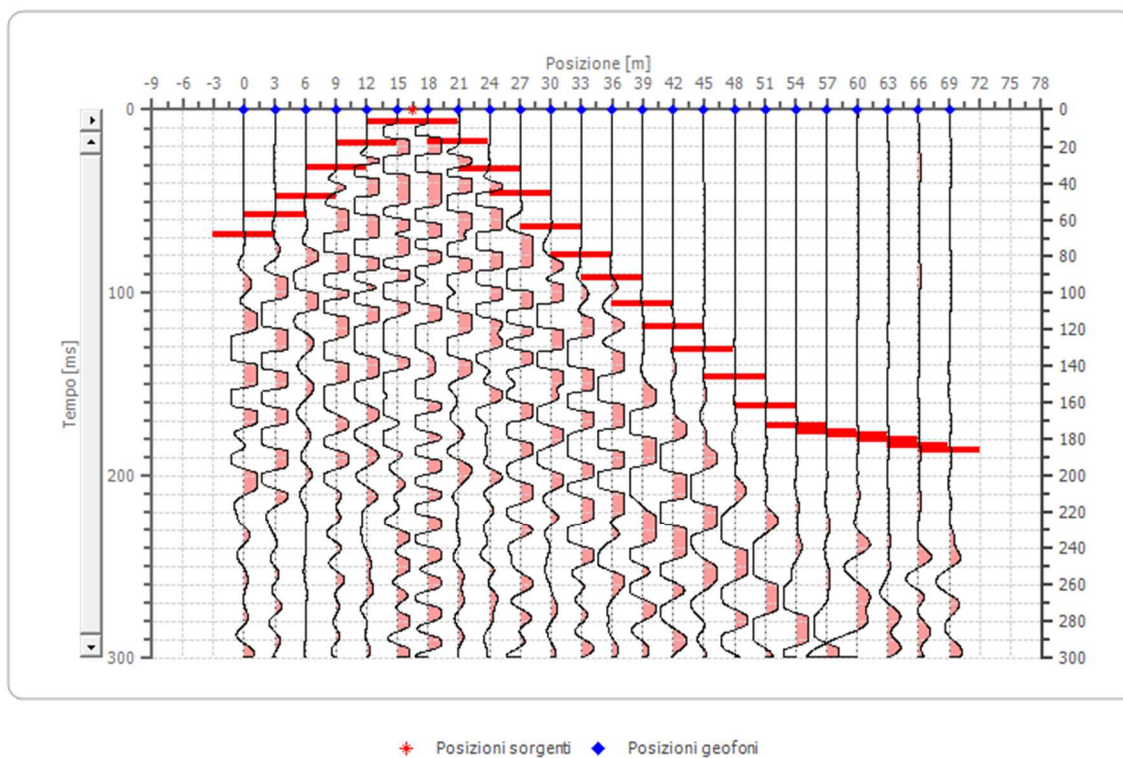


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	14.1274
3.0	27.4238
6.0	36.5651
9.0	50.6925
12.0	64.8199
15.0	83.9335
18.0	103.0471
21.0	115.5125
24.0	137.9501
27.0	153.7396
30.0	169.5291
33.0	187.8116
36.0	203.6011
39.0	221.0526
42.0	224.3767
45.0	226.8698
48.0	229.3629
51.0	232.6870
54.0	235.1801
57.0	238.5042
60.0	240.9972
63.0	244.3213
66.0	247.6454
69.0	249.3075

Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

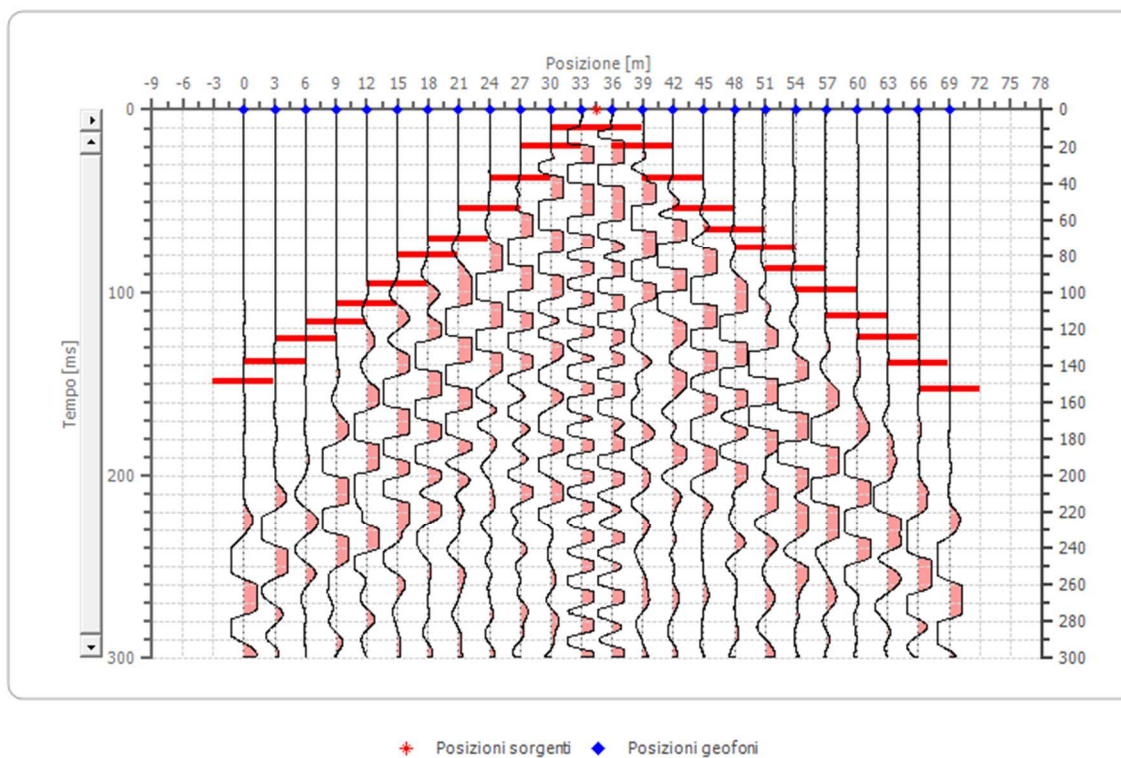


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	68.1440
3.0	57.3407
6.0	47.3684
9.0	31.5789
12.0	18.2825
15.0	6.6482
18.0	6.6482
21.0	17.4515
24.0	32.4100
27.0	45.7064
30.0	63.9889
33.0	79.7784
36.0	92.2438
39.0	106.3712
42.0	118.8366
45.0	131.3019
48.0	146.2604
51.0	162.0499
54.0	172.8532
57.0	176.1773
60.0	177.8393
63.0	180.3324
66.0	183.6565
69.0	186.1496

Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

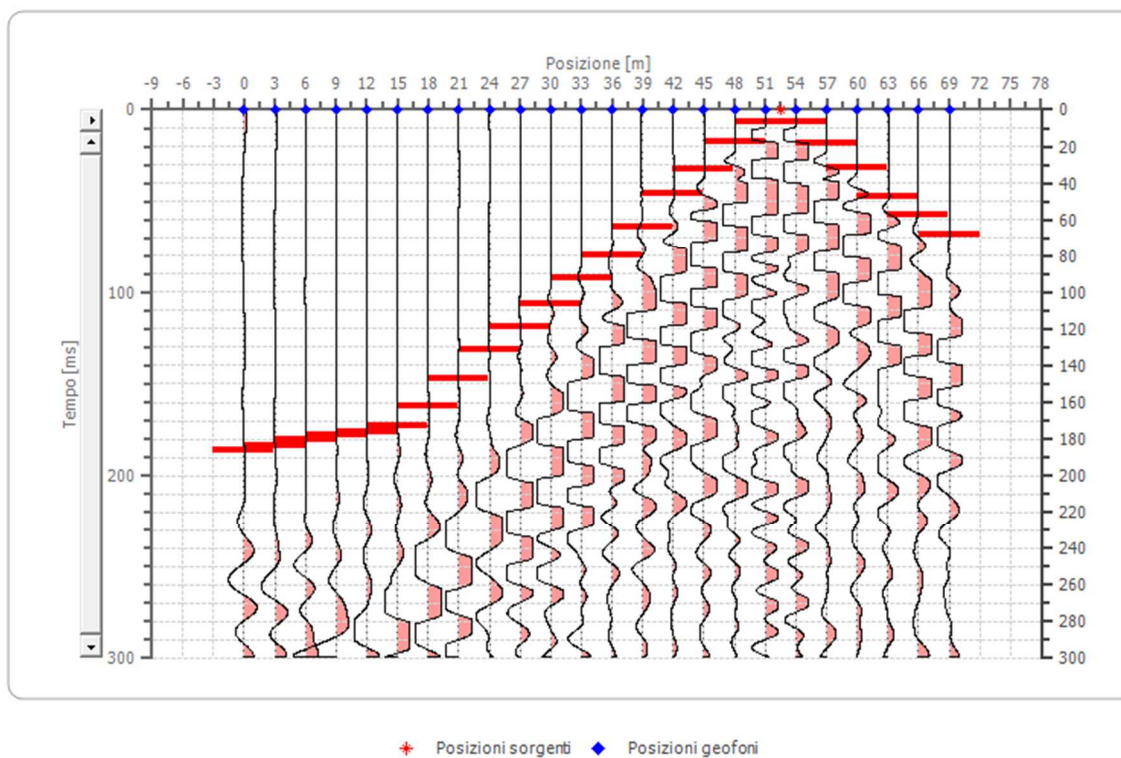


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	148.7535
3.0	137.9501
6.0	125.4848
9.0	116.3435
12.0	106.3712
15.0	95.5679
18.0	79.7784
21.0	70.6371
24.0	54.0166
27.0	37.3961
30.0	19.9446
33.0	9.9723
36.0	9.9723
39.0	19.9446
42.0	37.3961
45.0	54.0166
48.0	65.6510
51.0	75.6233
54.0	87.2576
57.0	98.8920
60.0	113.0194
63.0	124.6537
66.0	138.7812
69.0	152.9086

Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

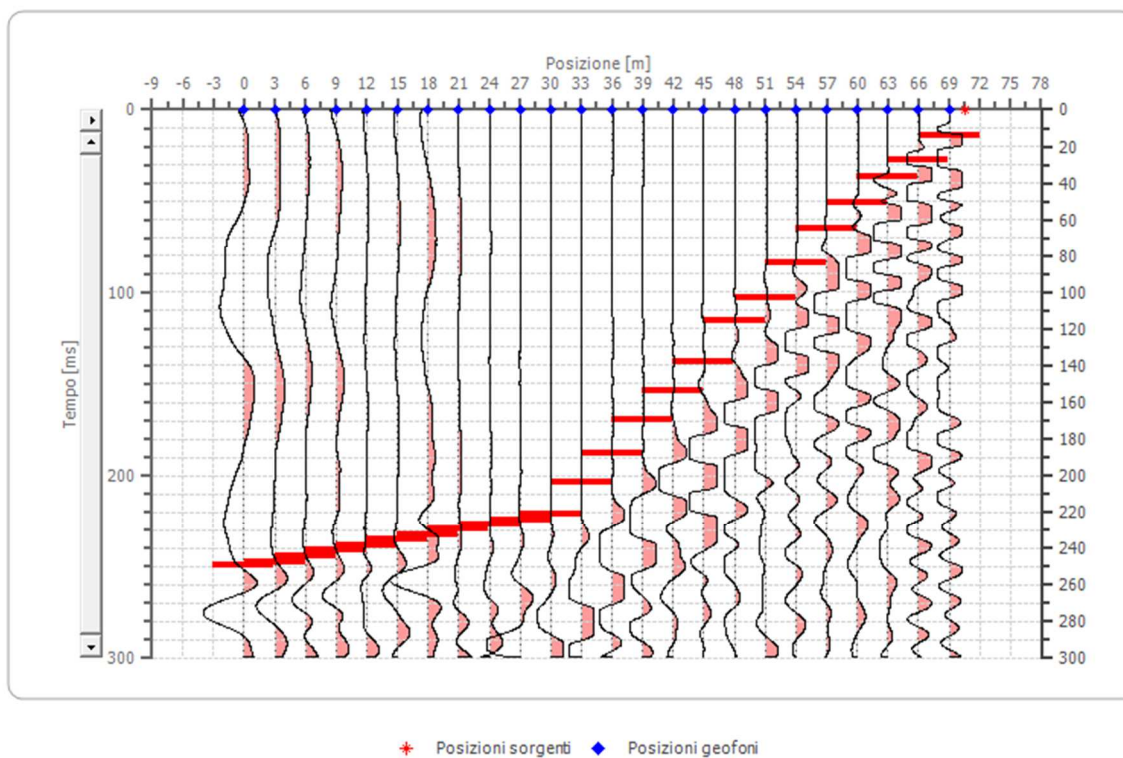


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	186.1496
3.0	183.6565
6.0	180.3324
9.0	177.8393
12.0	176.1773
15.0	172.8532
18.0	162.0499
21.0	147.0914
24.0	131.3019
27.0	118.8366
30.0	106.3712
33.0	92.2438
36.0	79.7784
39.0	63.9889
42.0	45.7064
45.0	32.4100
48.0	17.4515
51.0	6.6482
54.0	6.6482
57.0	18.2825
60.0	31.5789
63.0	47.3684
66.0	57.3407
69.0	68.1440

Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

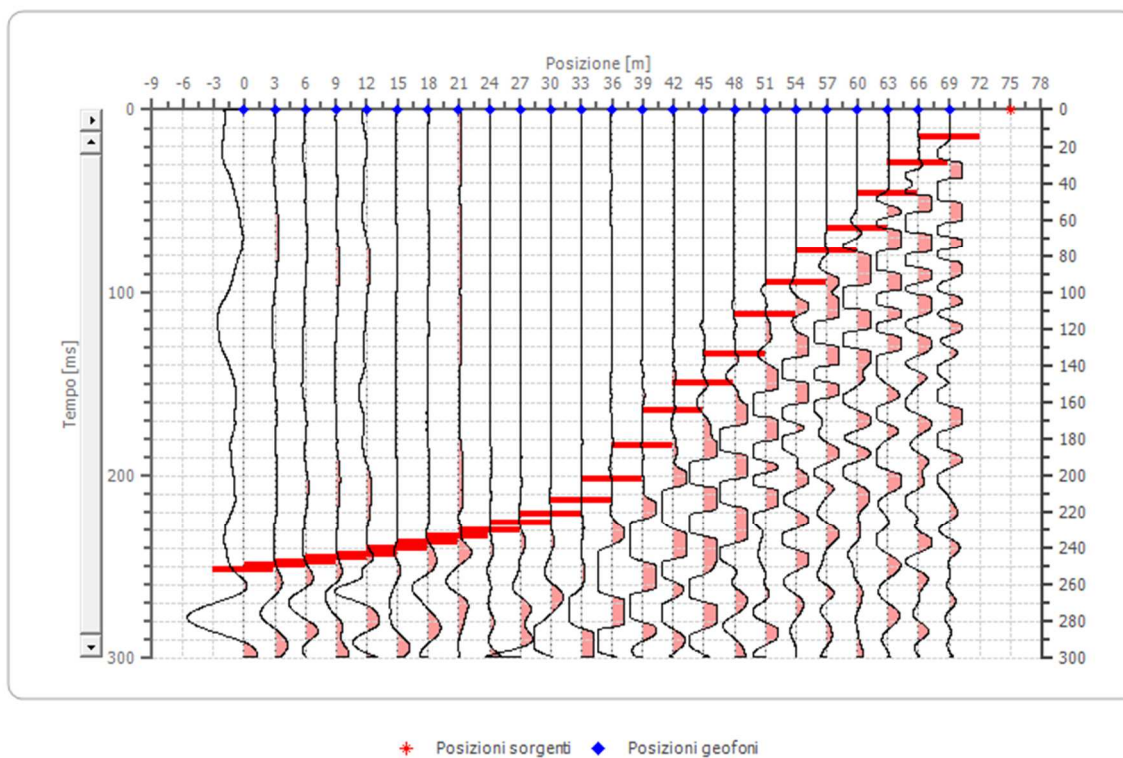


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	249.3075
3.0	247.6454
6.0	244.3213
9.0	240.9972
12.0	238.5042
15.0	235.1801
18.0	232.6870
21.0	229.3629
24.0	226.8698
27.0	224.3767
30.0	221.0526
33.0	203.6011
36.0	187.8116
39.0	169.5291
42.0	153.7396
45.0	137.9501
48.0	115.5125
51.0	103.0471
54.0	83.9335
57.0	64.8199
60.0	50.6925
63.0	36.5651
66.0	27.4238
69.0	14.1274

Battuta 7

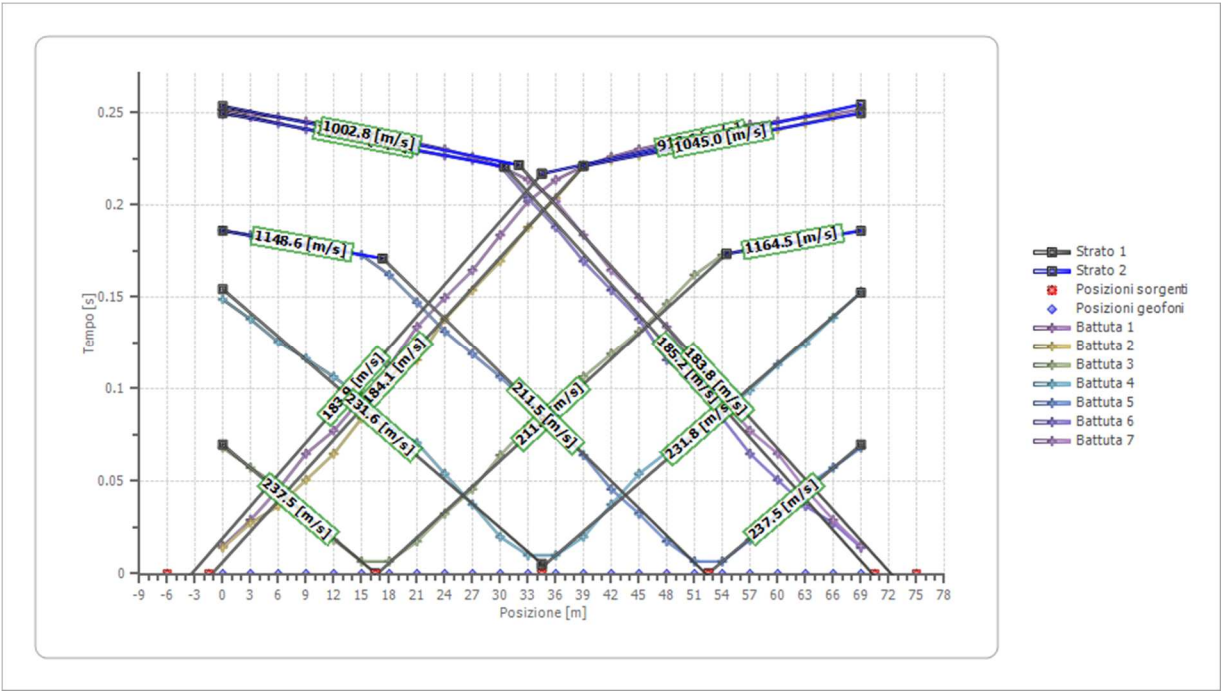
Posizione sorgente X 75 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

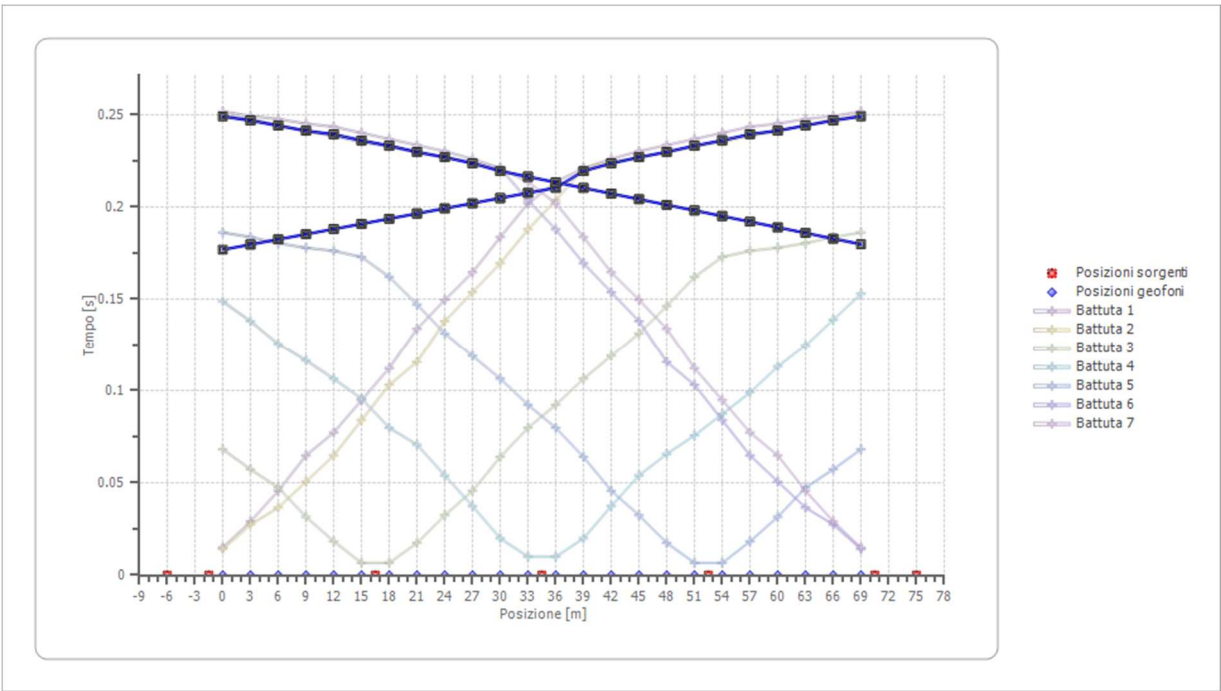


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	251.8006
3.0	249.3075
6.0	247.6454
9.0	245.1524
12.0	243.4903
15.0	240.1662
18.0	236.8421
21.0	233.5180
24.0	230.1939
27.0	226.0388
30.0	221.0526
33.0	213.5734
36.0	201.9391
39.0	183.6565
42.0	164.5429
45.0	149.5845
48.0	133.7950
51.0	112.1884
54.0	94.7368
57.0	77.2853
60.0	64.8199
63.0	45.7064
66.0	29.0859
69.0	14.9584

Dromocrone



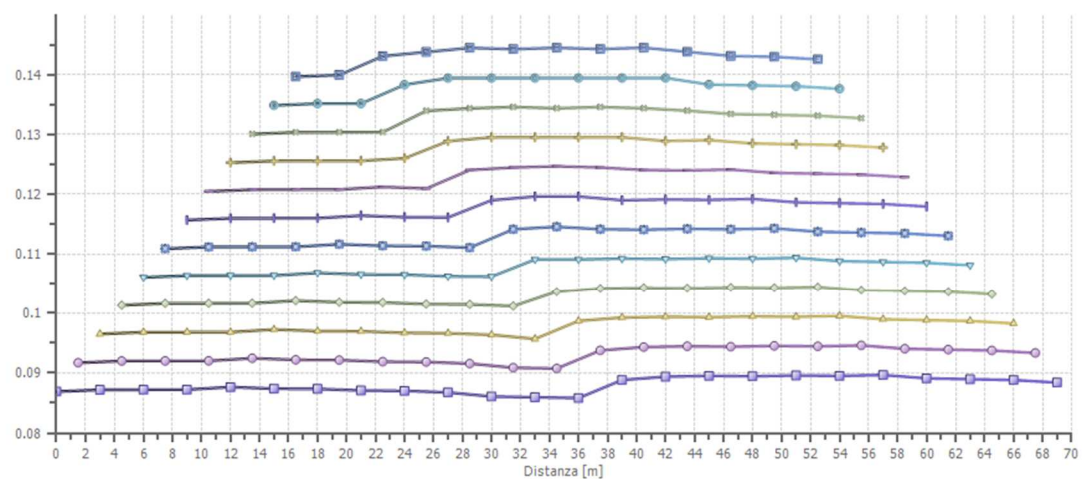
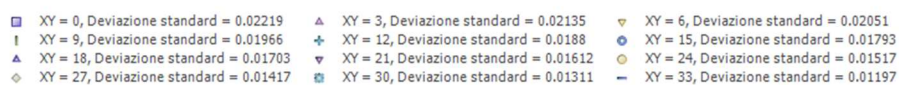
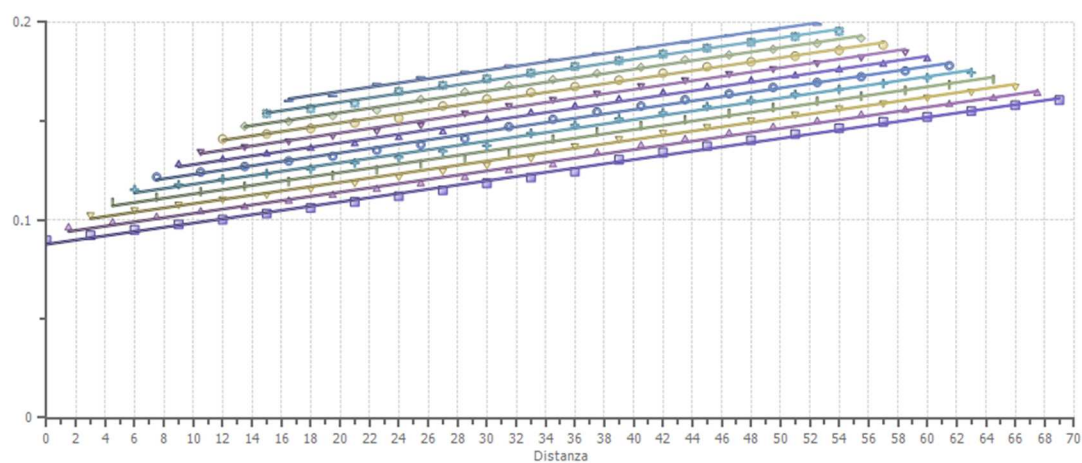
Dromocrone traslate



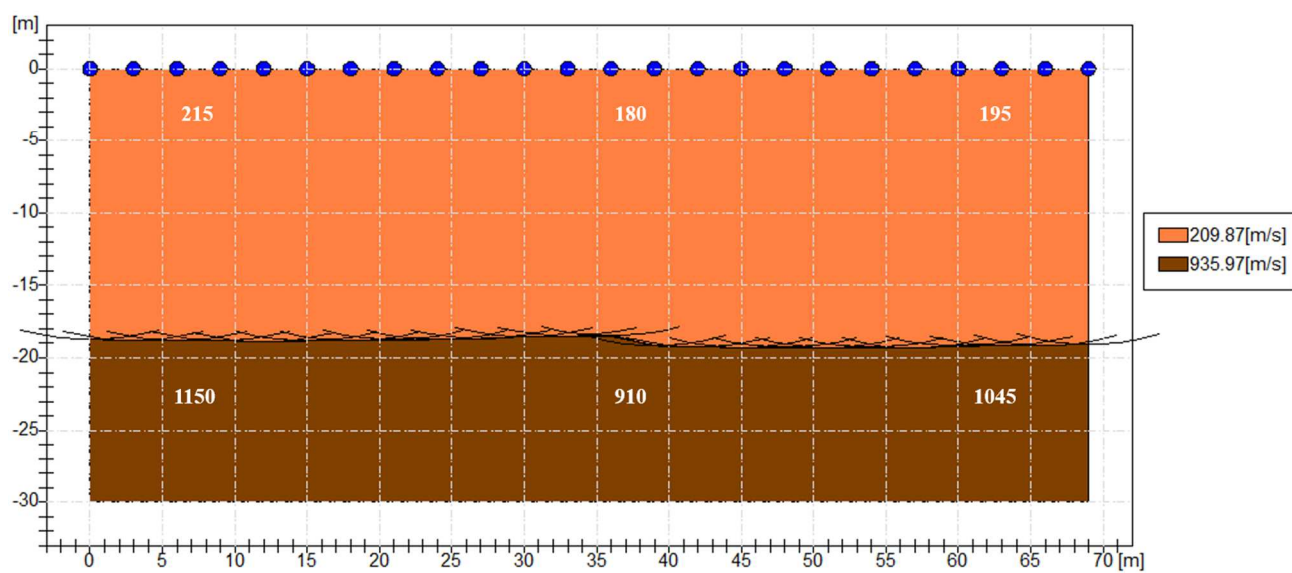
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	18.7	--
G= 3.0 [m]	18.8	--
G= 6.0 [m]	18.8	--
G= 9.0 [m]	18.8	--
G= 12.0 [m]	18.9	--
G= 15.0 [m]	18.8	--
G= 18.0 [m]	18.8	--
G= 21.0 [m]	18.8	--
G= 24.0 [m]	18.7	--
G= 27.0 [m]	18.7	--
G= 30.0 [m]	18.5	--
G= 33.0 [m]	18.5	--
G= 36.0 [m]	18.5	--
G= 39.0 [m]	19.1	--
G= 42.0 [m]	19.2	--
G= 45.0 [m]	19.3	--
G= 48.0 [m]	19.3	--
G= 51.0 [m]	19.3	--
G= 54.0 [m]	19.3	--
G= 57.0 [m]	19.3	--
G= 60.0 [m]	19.2	--
G= 63.0 [m]	19.2	--
G= 66.0 [m]	19.1	--
G= 69.0 [m]	19.0	--
Velocità [m/sec]	209.9	936.0
Descrizione		

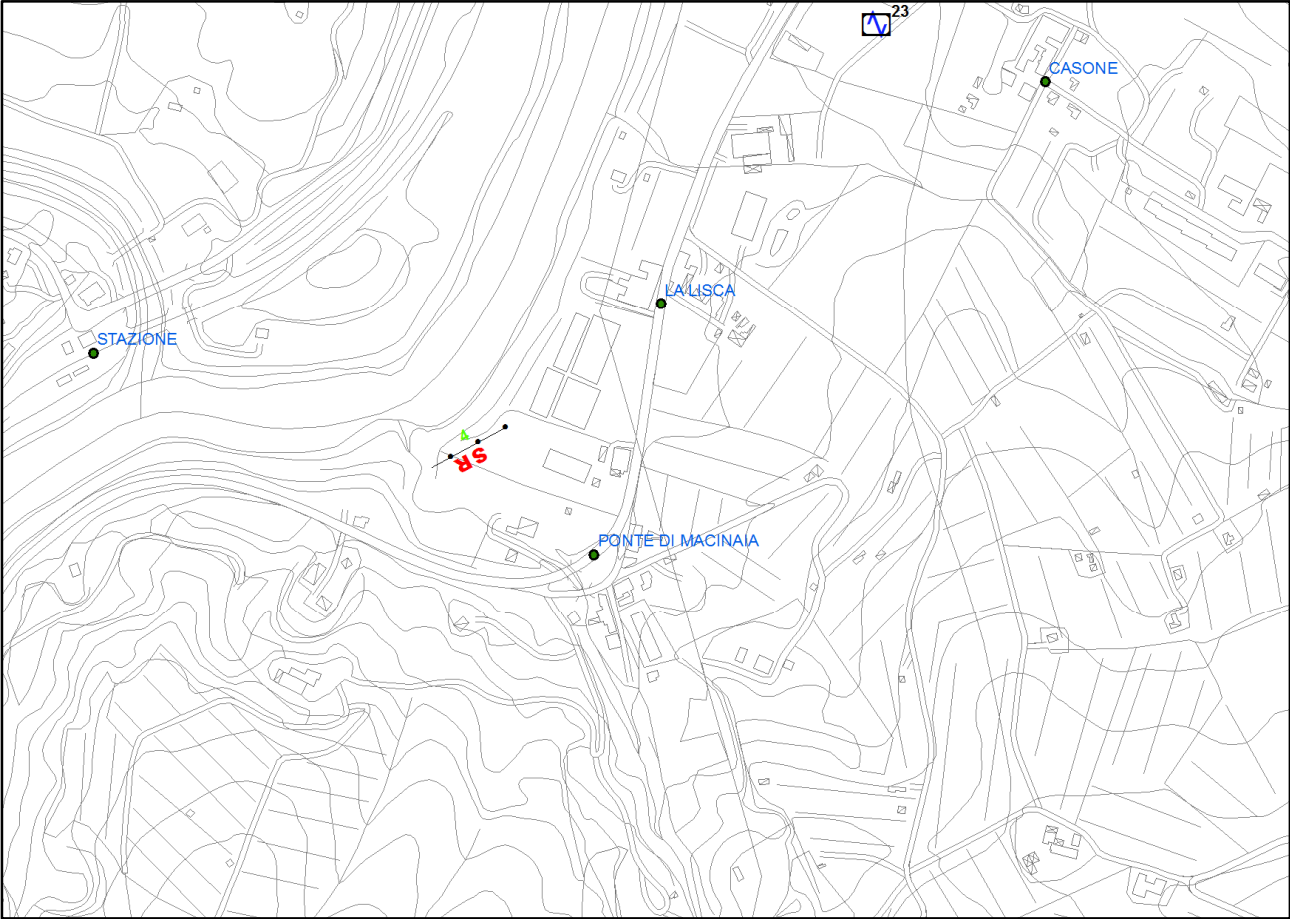


SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH

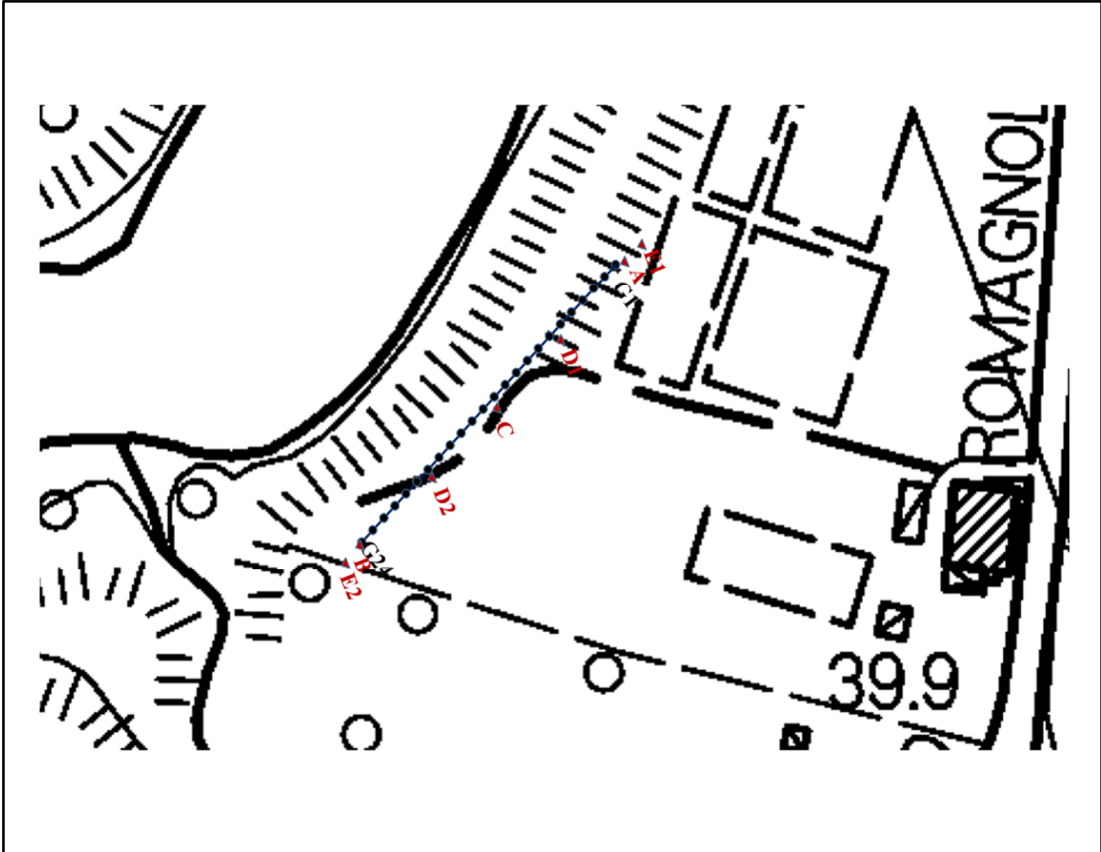


SR_4: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH

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.): 40 m

Punti di energizzazione

	E1 Esterno SX	A Estremo SX	D1 Intermedio SX	C Centrale	D2 Intermedio DX	B Estremo DX	E2 Esterno DX
Posizione da Geofono G1 (m)	-6	-1.5	16.5	34.5	52.5	70.5	75

Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

Geofoni	Longitudine	Latitudine
G1	183622	4854522
G24	183558	4854487

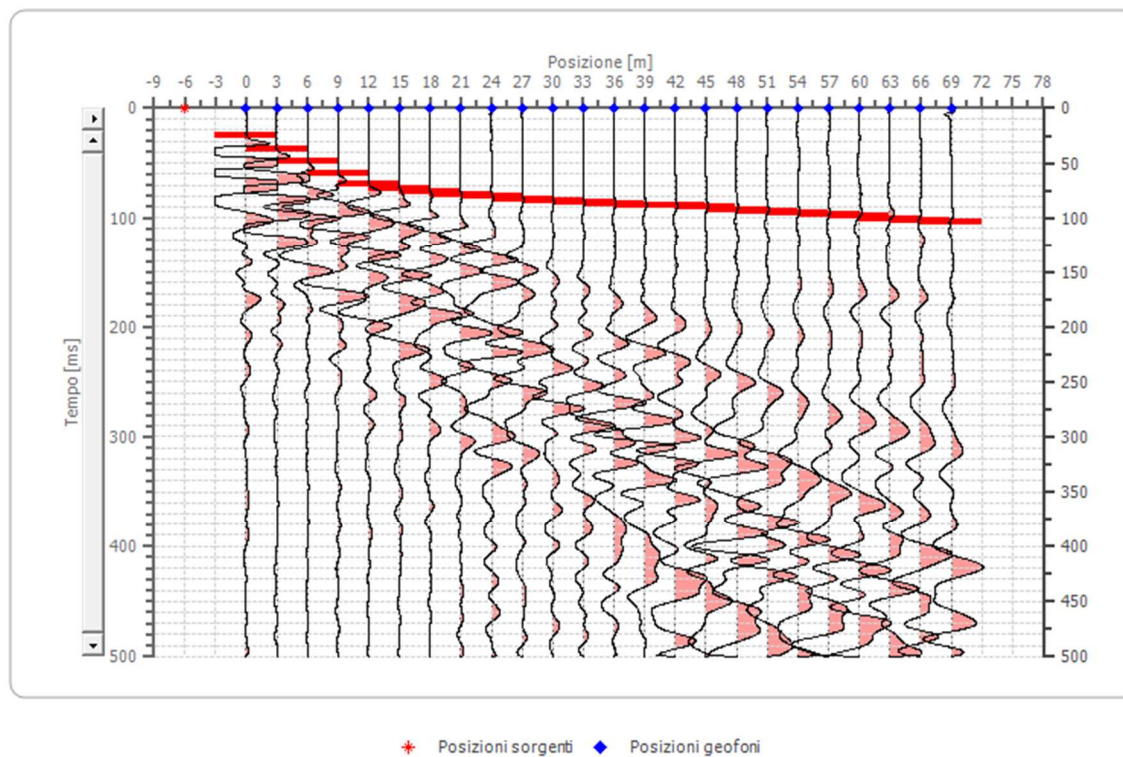
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
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]

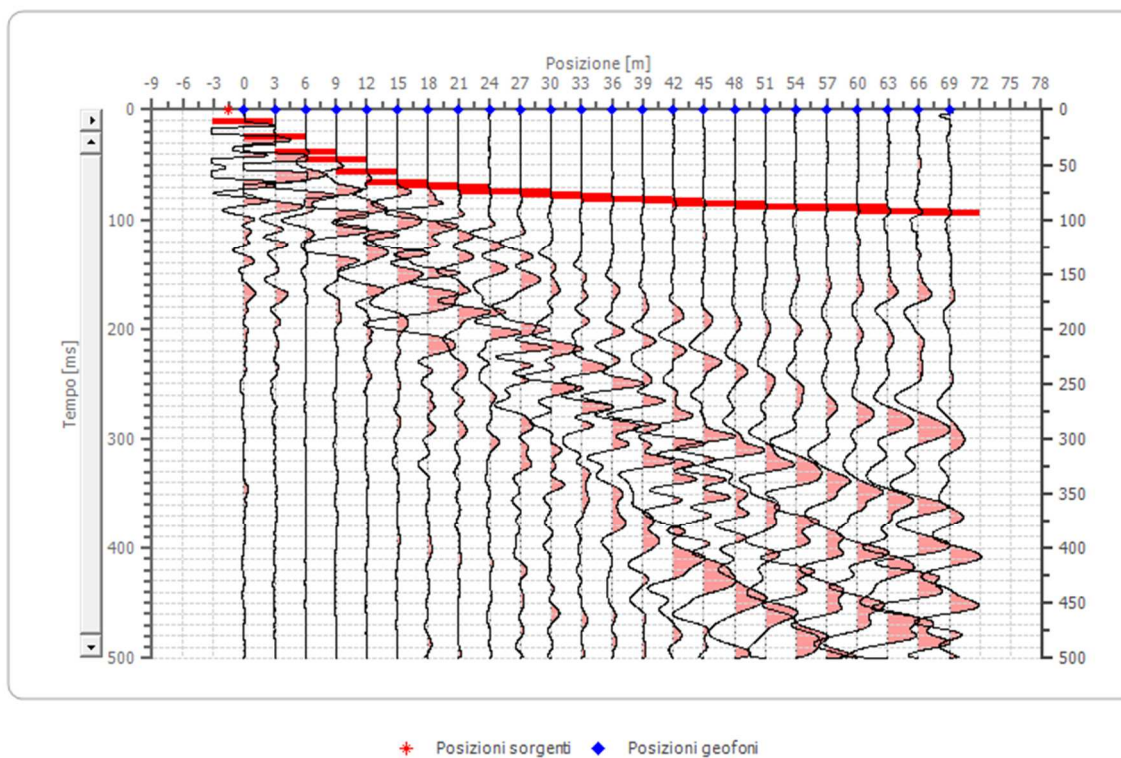


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	24.9432
3.0	37.4148
6.0	48.5007
9.0	59.5866
12.0	69.2867
15.0	73.4439
18.0	76.2154
21.0	78.9868
24.0	80.3726
27.0	83.1441
30.0	84.5298
33.0	85.9155
36.0	87.3013
39.0	88.6870
42.0	88.6870
45.0	90.0727
48.0	92.8442
51.0	94.2299
54.0	95.6157
57.0	97.0014
60.0	98.3871
63.0	101.1586
66.0	102.5443
69.0	103.9301

Battuta 2

Posizione sorgente X -1.5 [m]

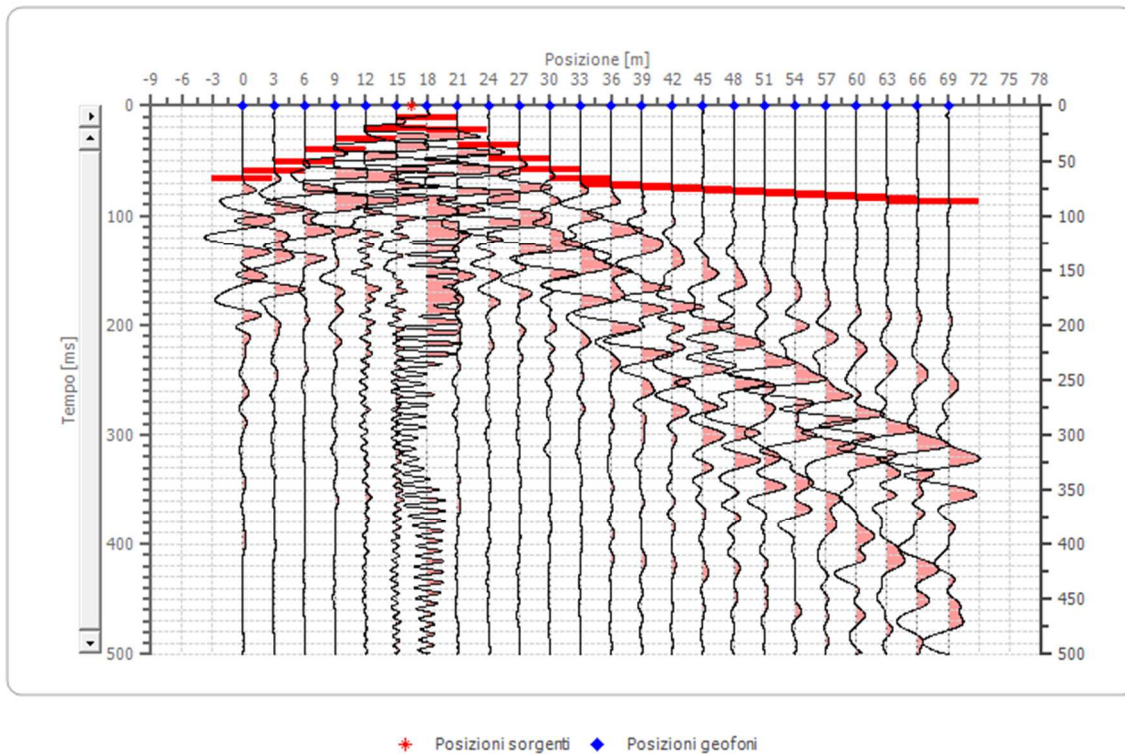
Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	11.0859
3.0	24.9432
6.0	38.8006
9.0	45.7292
12.0	56.8151
15.0	66.5152
18.0	69.2867
21.0	70.6724
24.0	74.8296
27.0	74.8296
30.0	77.6011
33.0	78.9868
36.0	81.7583
39.0	81.7583
42.0	83.1441
45.0	85.9155
48.0	85.9155
51.0	88.6870
54.0	88.6870
57.0	90.0727
60.0	88.6870
63.0	92.8442
66.0	92.8442
69.0	94.2299

Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

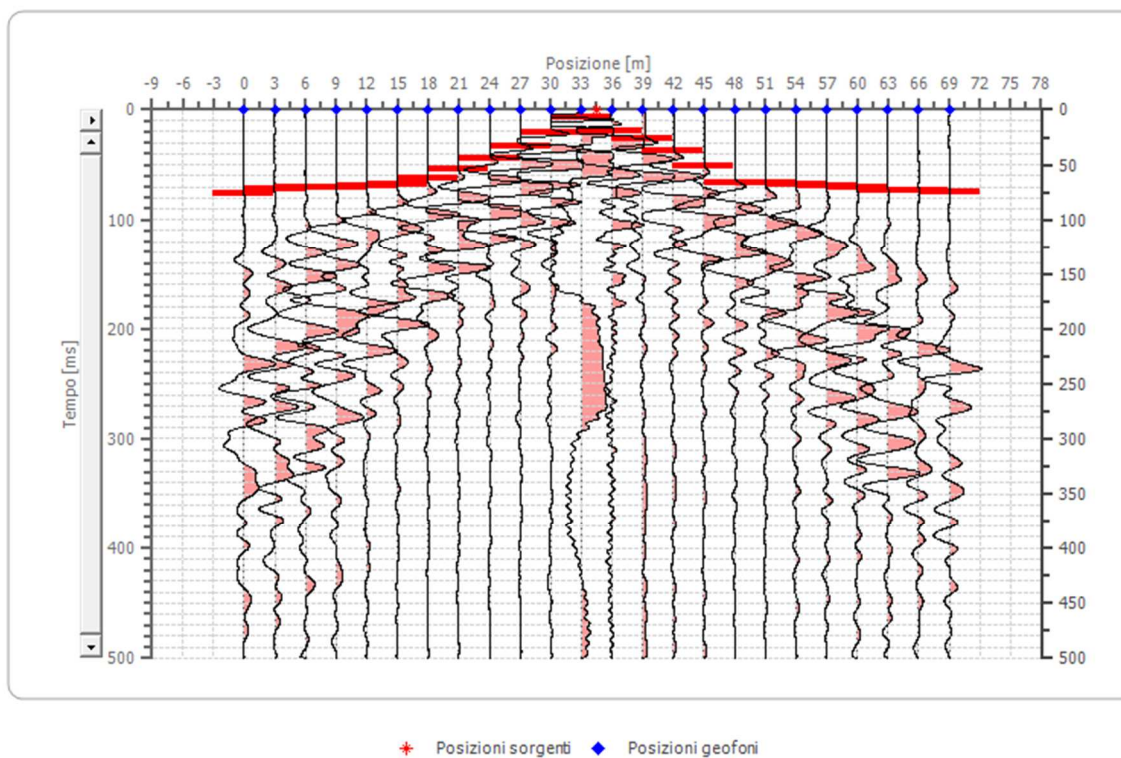


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	66.5152
3.0	59.5866
6.0	51.2722
9.0	40.1863
12.0	30.4862
15.0	20.7860
18.0	11.0859
21.0	22.1717
24.0	36.0291
27.0	48.5007
30.0	58.2008
33.0	66.5152
36.0	72.0582
39.0	73.4439
42.0	74.8296
45.0	76.2154
48.0	77.6011
51.0	78.9868
54.0	80.3726
57.0	81.7583
60.0	83.1441
63.0	84.5298
66.0	87.3013
69.0	87.3013

Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

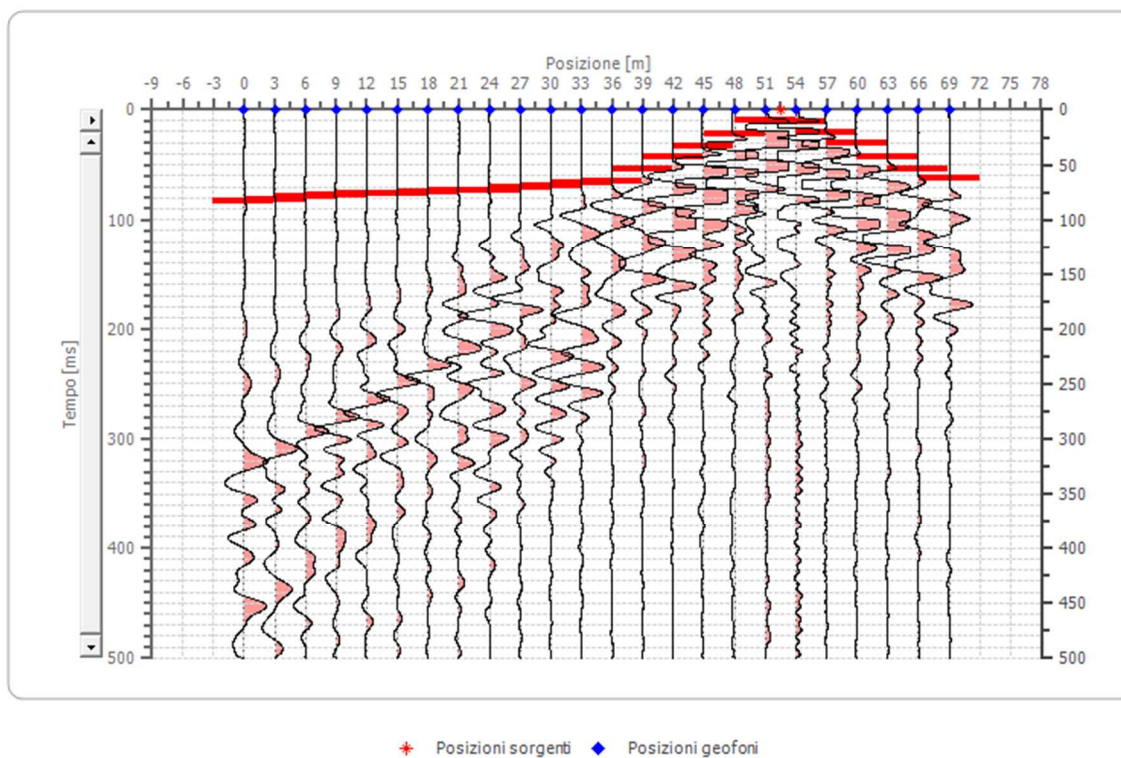


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	76.2154
3.0	72.0582
6.0	70.6724
9.0	70.6724
12.0	69.2867
15.0	67.9010
18.0	62.3580
21.0	54.0436
24.0	44.3435
27.0	33.2576
30.0	20.7860
33.0	6.9287
36.0	19.4003
39.0	26.3289
42.0	37.4148
45.0	51.2722
48.0	66.5152
51.0	66.5152
54.0	67.9010
57.0	69.2867
60.0	70.6724
63.0	73.4439
66.0	73.4439
69.0	74.8296

Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

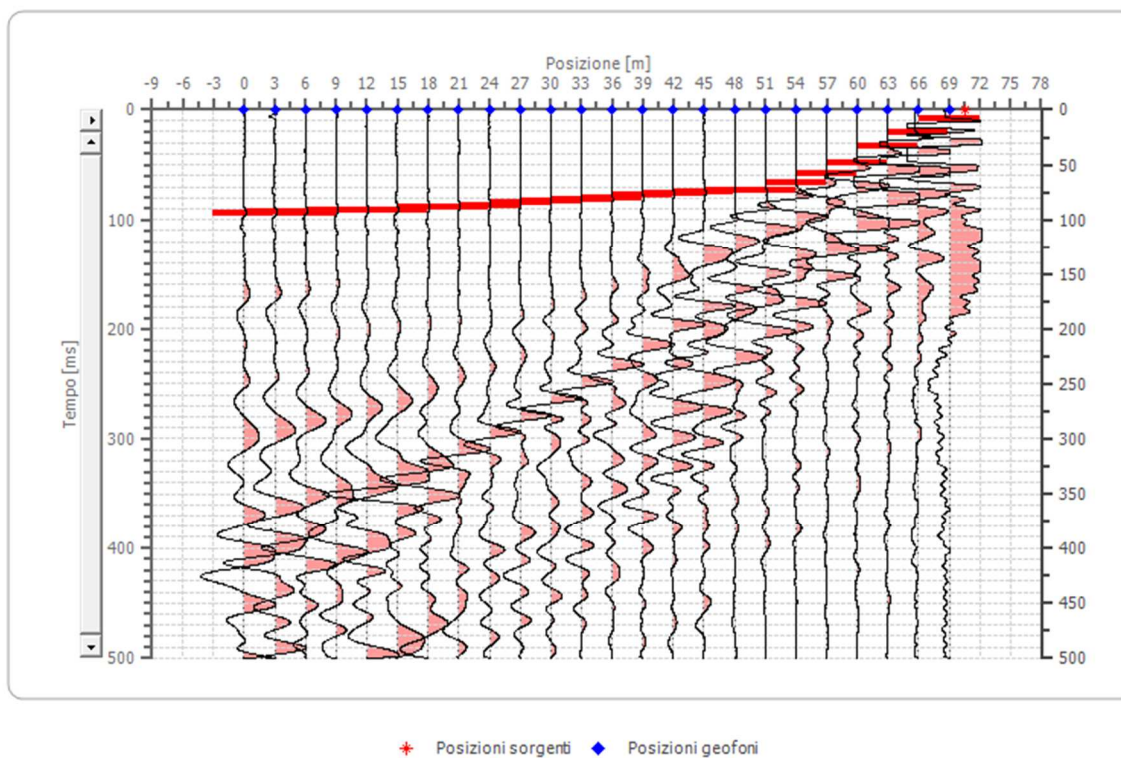


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	83.1441
3.0	81.7583
6.0	78.9868
9.0	77.6011
12.0	76.2154
15.0	76.2154
18.0	74.8296
21.0	73.4439
24.0	73.4439
27.0	70.6724
30.0	69.2867
33.0	66.5152
36.0	65.1295
39.0	54.0436
42.0	42.9578
45.0	33.2576
48.0	22.1717
51.0	9.7001
54.0	11.0859
57.0	20.7860
60.0	30.4862
63.0	42.9578
66.0	54.0436
69.0	62.3580

Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

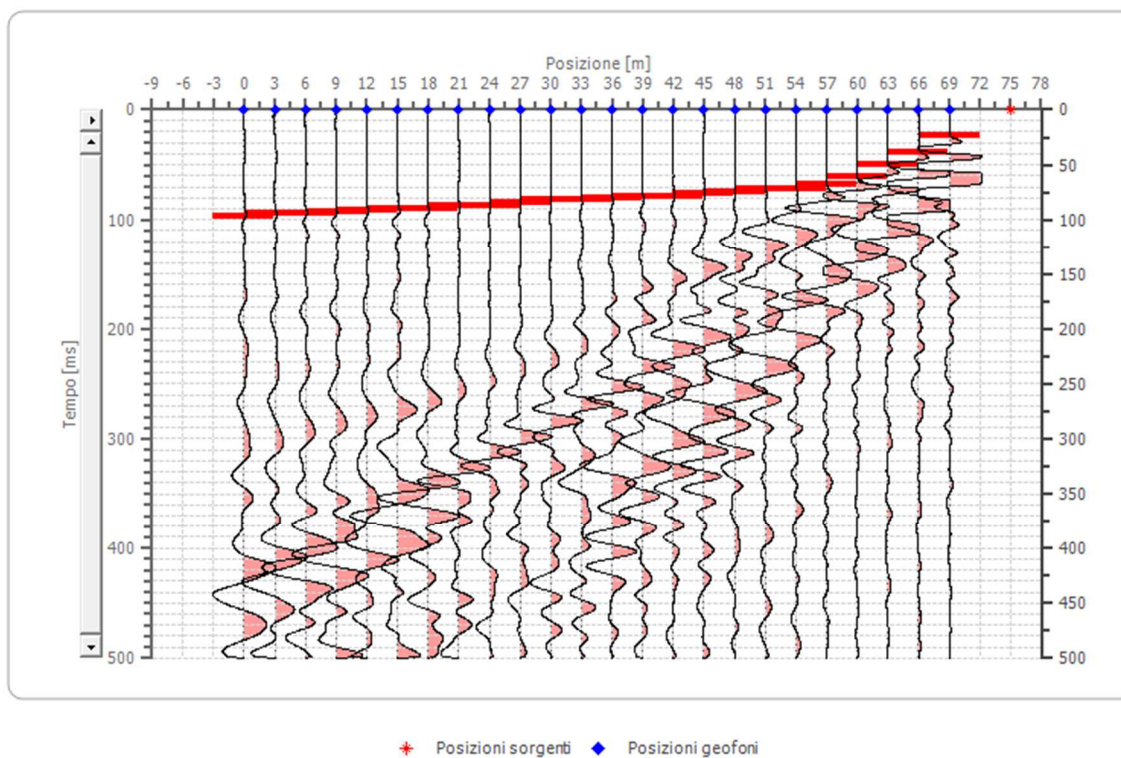


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	94.2299
3.0	92.8442
6.0	94.2299
9.0	91.4585
12.0	91.4585
15.0	91.4585
18.0	88.6870
21.0	88.6870
24.0	87.3013
27.0	84.5298
30.0	83.1441
33.0	81.7583
36.0	80.3726
39.0	77.6011
42.0	76.2154
45.0	74.8296
48.0	73.4439
51.0	73.4439
54.0	66.5152
57.0	58.2008
60.0	48.5007
63.0	33.2576
66.0	20.7860
69.0	8.3144

Battuta 7

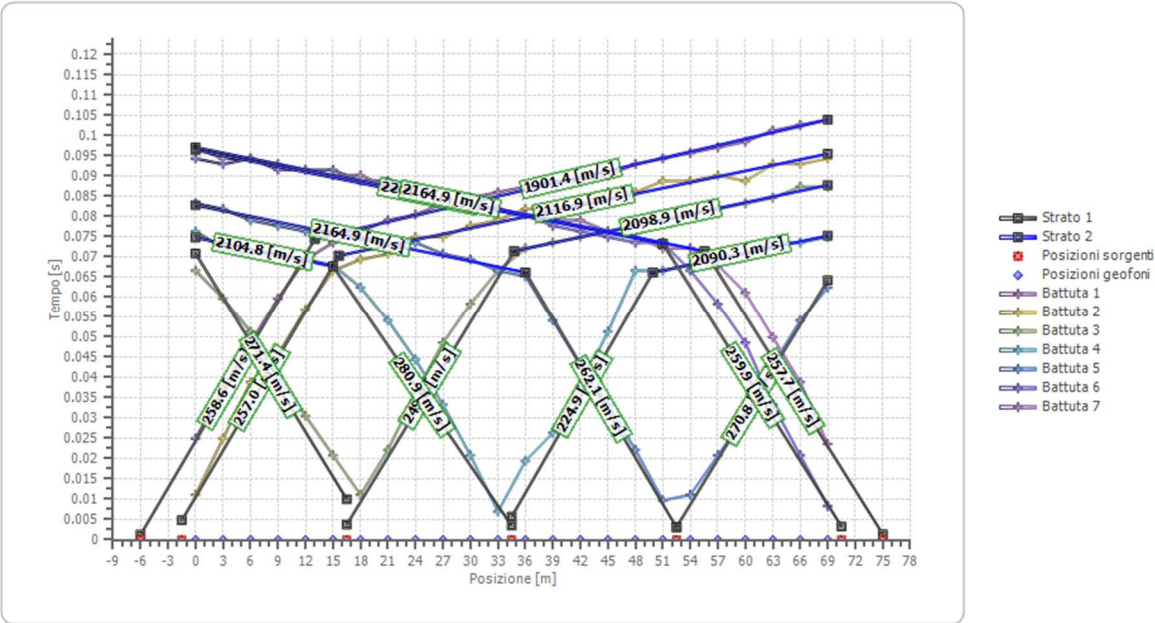
Posizione sorgente X 75 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

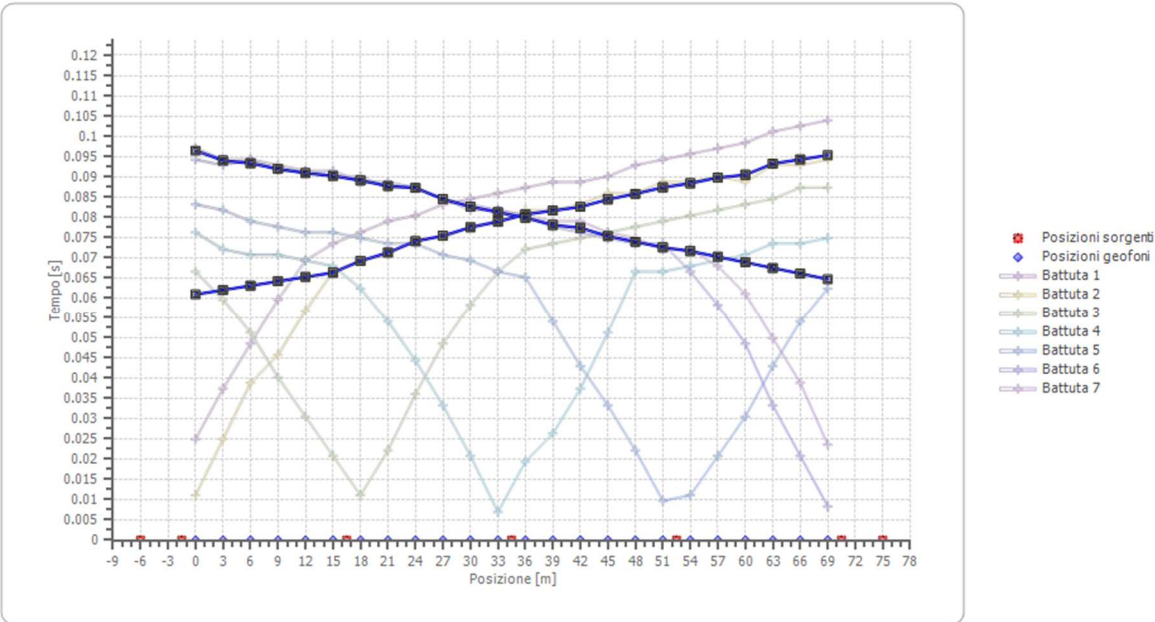


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	97.0014
3.0	94.2299
6.0	94.2299
9.0	92.8442
12.0	91.4585
15.0	90.0727
18.0	90.0727
21.0	87.3013
24.0	87.3013
27.0	84.5298
30.0	81.7583
33.0	81.7583
36.0	80.3726
39.0	78.9868
42.0	78.9868
45.0	76.2154
48.0	74.8296
51.0	72.0582
54.0	72.0582
57.0	67.9010
60.0	60.9723
63.0	49.8864
66.0	38.8006
69.0	23.5575

Dromocrone



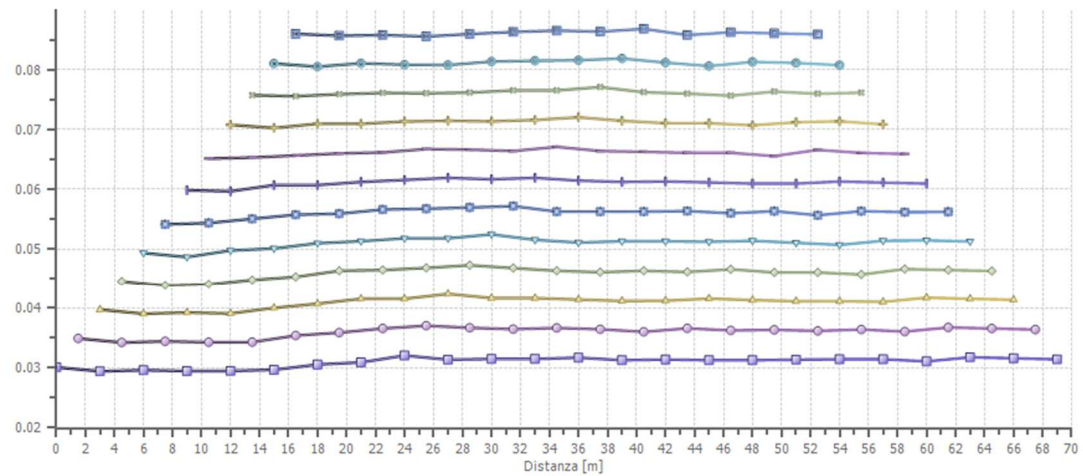
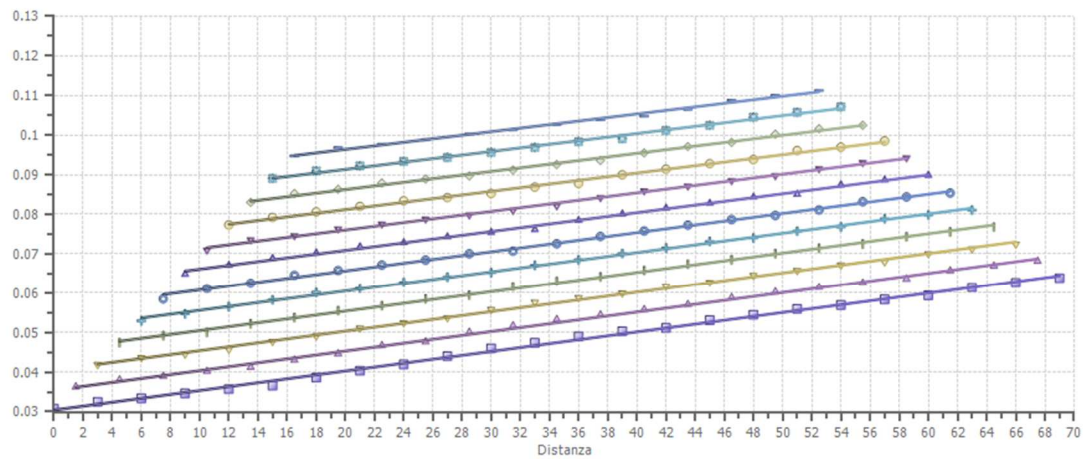
Dromocrone traslate



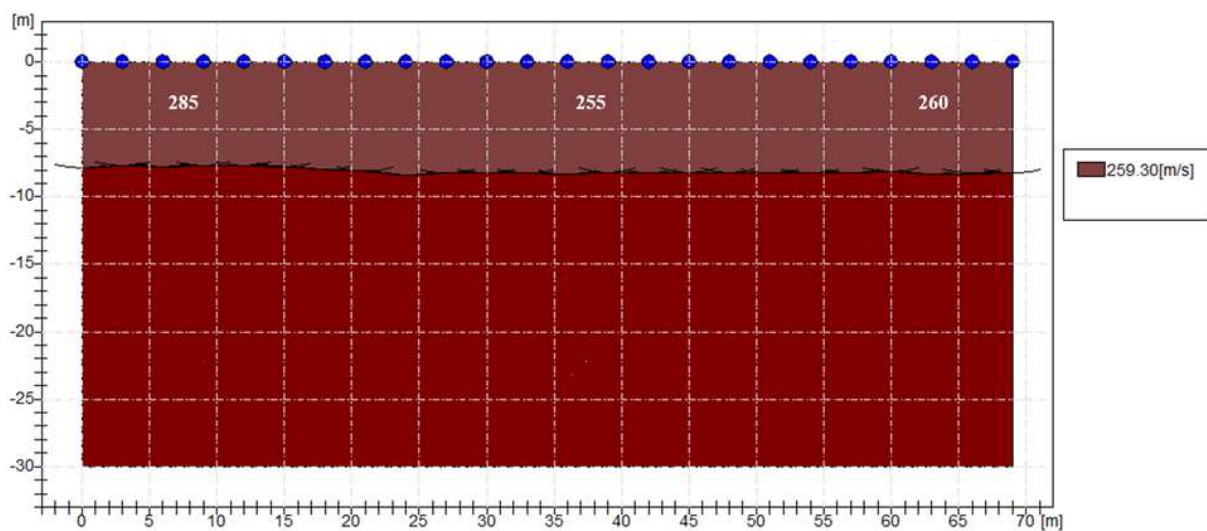
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	7.9	--
G= 3.0 [m]	7.7	--
G= 6.0 [m]	7.7	--
G= 9.0 [m]	7.7	--
G= 12.0 [m]	7.7	--
G= 15.0 [m]	7.8	--
G= 18.0 [m]	8.0	--
G= 21.0 [m]	8.1	--
G= 24.0 [m]	8.4	--
G= 27.0 [m]	8.2	--
G= 30.0 [m]	8.2	--
G= 33.0 [m]	8.2	--
G= 36.0 [m]	8.3	--
G= 39.0 [m]	8.2	--
G= 42.0 [m]	8.2	--
G= 45.0 [m]	8.2	--
G= 48.0 [m]	8.2	--
G= 51.0 [m]	8.2	--
G= 54.0 [m]	8.2	--
G= 57.0 [m]	8.2	--
G= 60.0 [m]	8.1	--
G= 63.0 [m]	8.3	--
G= 66.0 [m]	8.3	--
G= 69.0 [m]	8.2	--
Velocità [m/sec]	259.3	2031.8
Descrizione		



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P

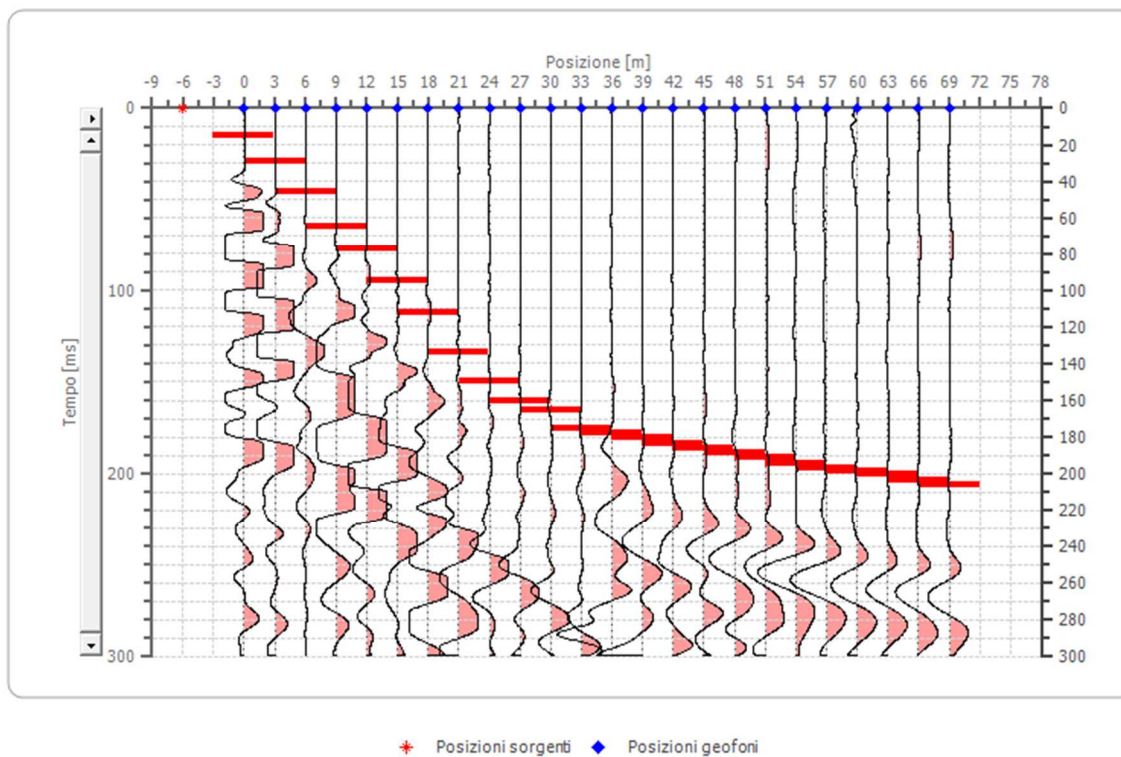


Il secondo sismostrato individuato nell'indagine sismica a rifrazione in Onde P è influenzato dalla presenza della falda acquifera per cui non viene riportata la sua velocità.

Dati battute

Battuta 1

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

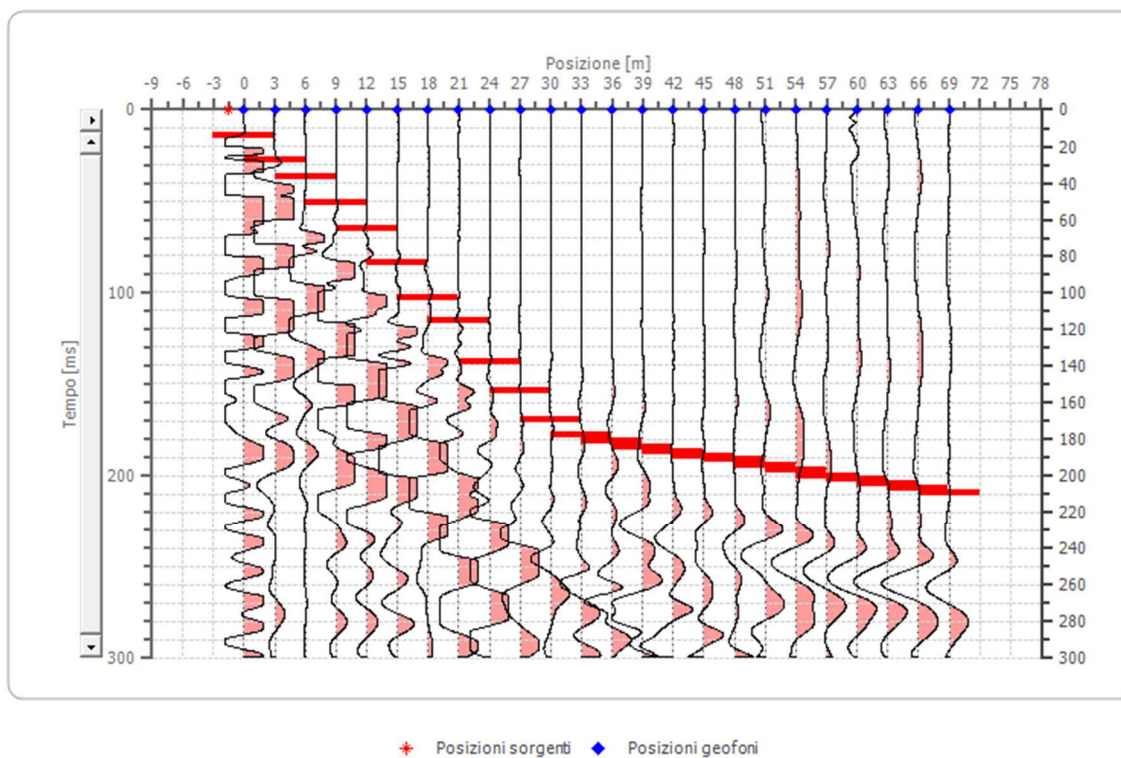


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	14.9584
3.0	29.0859
6.0	45.7064
9.0	64.8199
12.0	77.2853
15.0	94.7368
18.0	112.1884
21.0	133.7950
24.0	149.5845
27.0	160.3878
30.0	165.3740
33.0	175.3463
36.0	177.8393
39.0	180.3324
42.0	183.6565
45.0	186.1496
48.0	188.6427
51.0	191.1357
54.0	194.4598
57.0	196.9529
60.0	198.6150
63.0	200.2770
66.0	203.6011
69.0	206.0942

Battuta 2

Posizione sorgente X -1.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

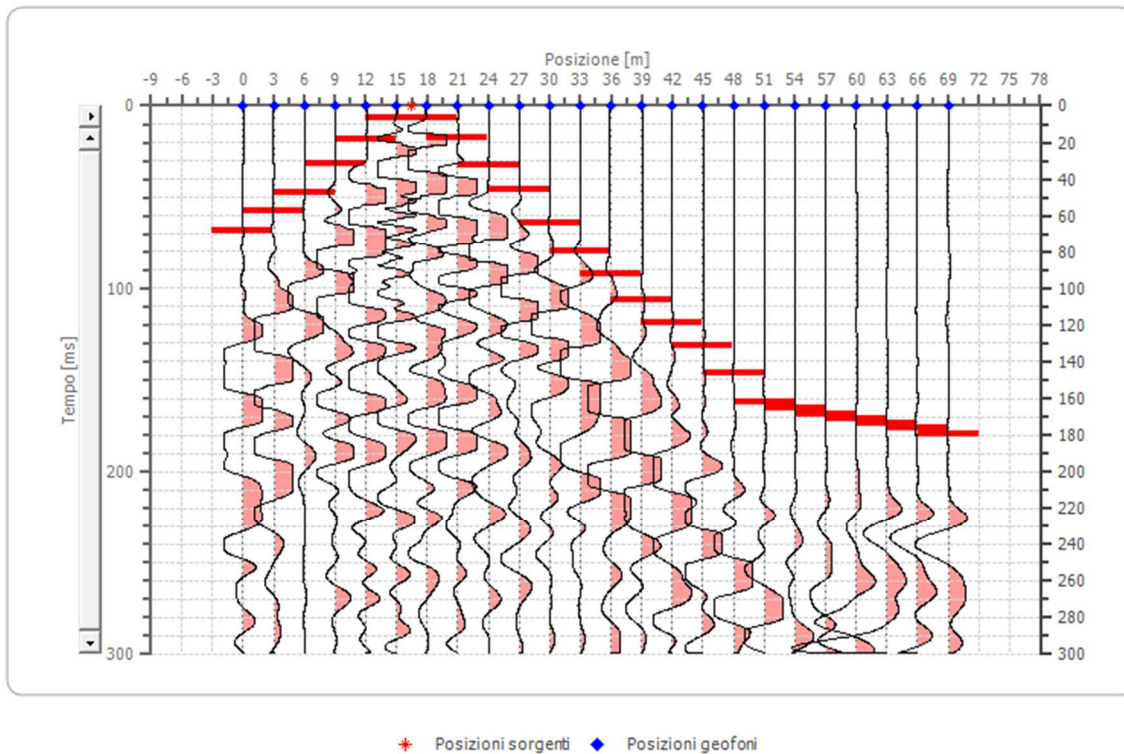


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	14.1274
3.0	27.4238
6.0	36.5651
9.0	50.6925
12.0	64.8199
15.0	83.9335
18.0	103.0471
21.0	115.5125
24.0	137.9501
27.0	153.7396
30.0	169.5291
33.0	177.8393
36.0	181.1634
39.0	184.4875
42.0	186.9806
45.0	189.4737
48.0	191.1357
51.0	194.4598
54.0	196.9529
57.0	200.2770
60.0	201.9391
63.0	204.4321
66.0	206.9252
69.0	209.4183

Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

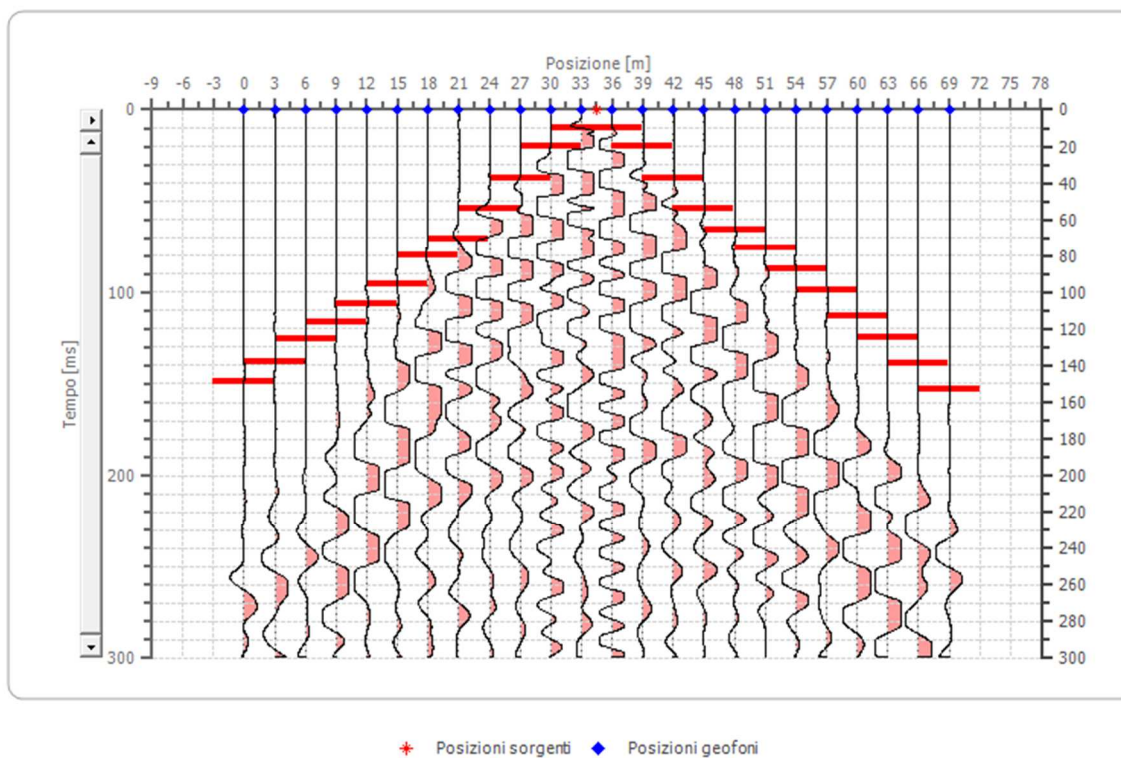


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	68.1440
3.0	57.3407
6.0	47.3684
9.0	31.5789
12.0	18.2825
15.0	6.6482
18.0	6.6482
21.0	17.4515
24.0	32.4100
27.0	45.7064
30.0	63.9889
33.0	79.7784
36.0	92.2438
39.0	106.3712
42.0	118.8366
45.0	131.3019
48.0	146.2604
51.0	162.0499
54.0	165.3740
57.0	168.6981
60.0	171.1911
63.0	173.6842
66.0	176.1773
69.0	179.5014

Battuta 4

Posizione sorgente X 34.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

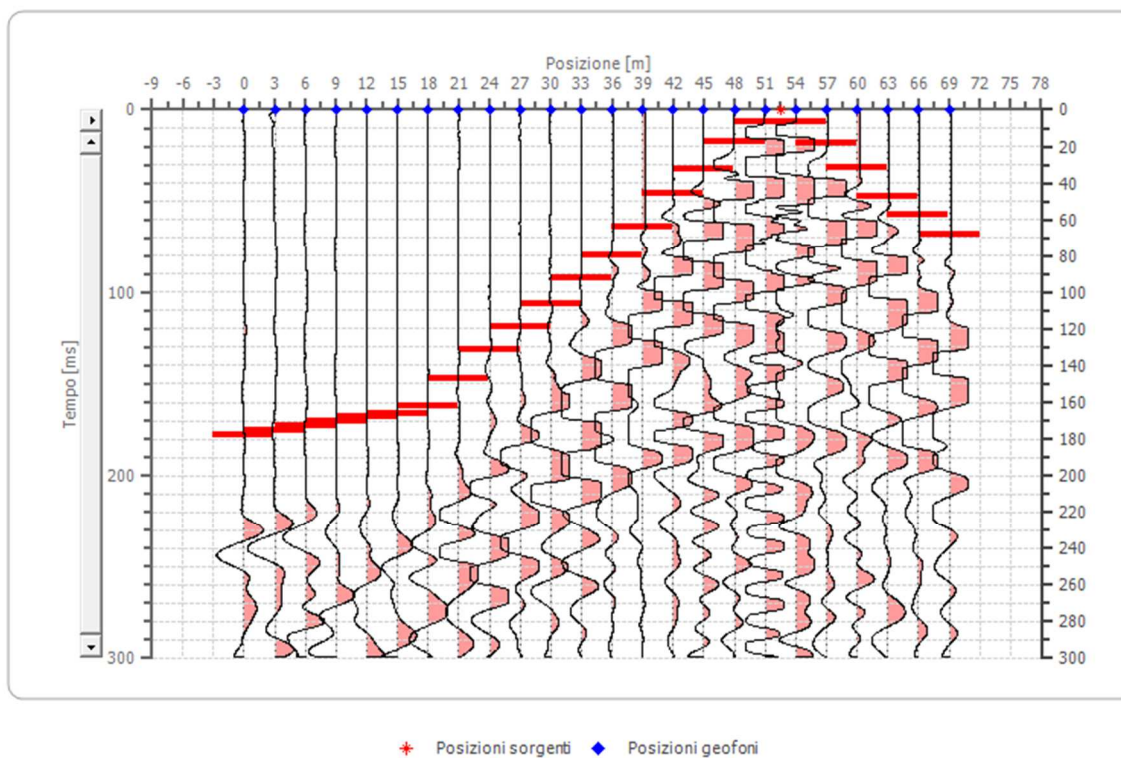


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	148.7535
3.0	137.9501
6.0	125.4848
9.0	116.3435
12.0	106.3712
15.0	95.5679
18.0	79.7784
21.0	70.6371
24.0	54.0166
27.0	37.3961
30.0	19.9446
33.0	9.9723
36.0	9.9723
39.0	19.9446
42.0	37.3961
45.0	54.0166
48.0	65.6510
51.0	75.6233
54.0	87.2576
57.0	98.8920
60.0	113.0194
63.0	124.6537
66.0	138.7812
69.0	152.9086

Battuta 5

Posizione sorgente X 52.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

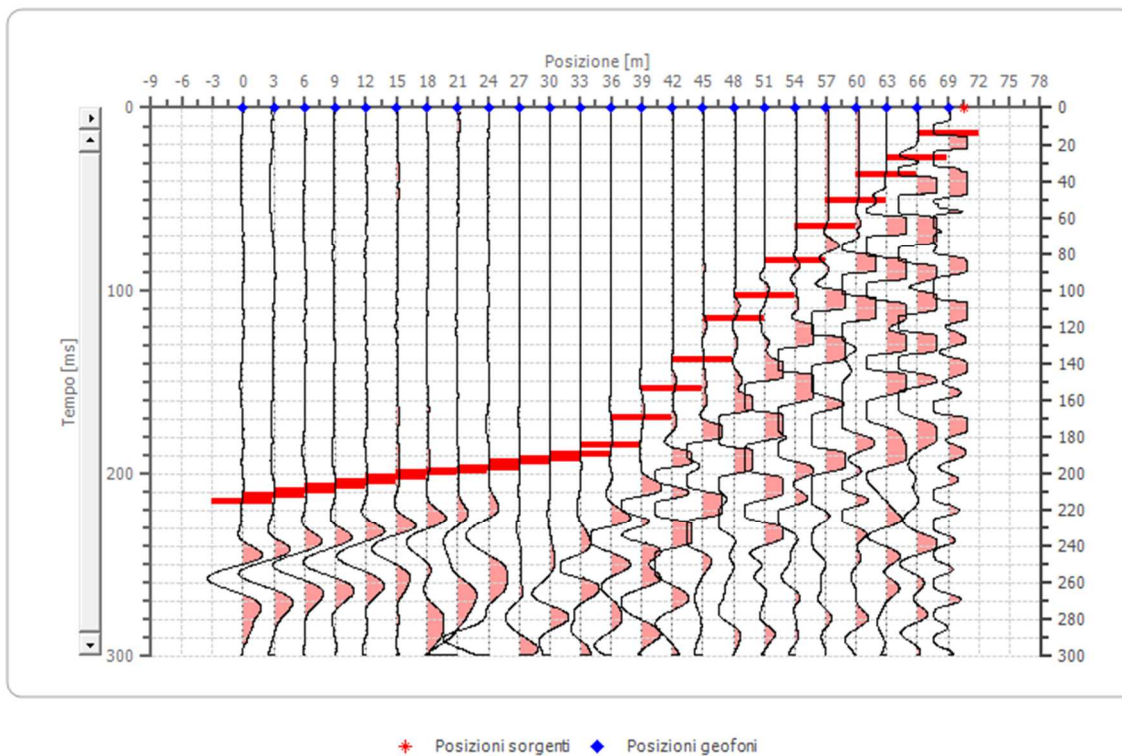


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	177.8393
3.0	175.3463
6.0	172.8532
9.0	170.3601
12.0	167.8670
15.0	166.2050
18.0	162.0499
21.0	147.0914
24.0	131.3019
27.0	118.8366
30.0	106.3712
33.0	92.2438
36.0	79.7784
39.0	63.9889
42.0	45.7064
45.0	32.4100
48.0	17.4515
51.0	6.6482
54.0	6.6482
57.0	18.2825
60.0	31.5789
63.0	47.3684
66.0	57.3407
69.0	68.1440

Battuta 6

Posizione sorgente X 70.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

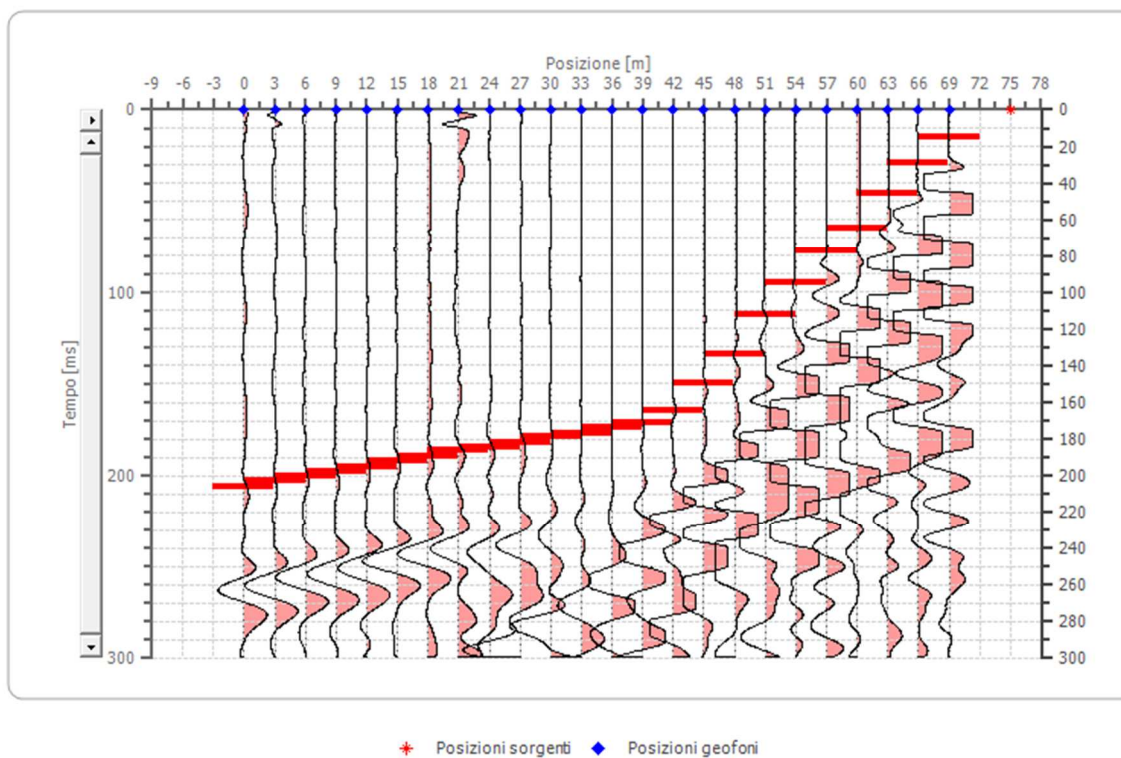


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	215.2355
3.0	211.9114
6.0	209.4183
9.0	206.9252
12.0	204.4321
15.0	201.9391
18.0	199.4460
21.0	198.6150
24.0	196.9529
27.0	193.6288
30.0	191.9668
33.0	189.4737
36.0	184.4875
39.0	169.5291
42.0	153.7396
45.0	137.9501
48.0	115.5125
51.0	103.0471
54.0	83.9335
57.0	64.8199
60.0	50.6925
63.0	36.5651
66.0	27.4238
69.0	14.1274

Battuta 7

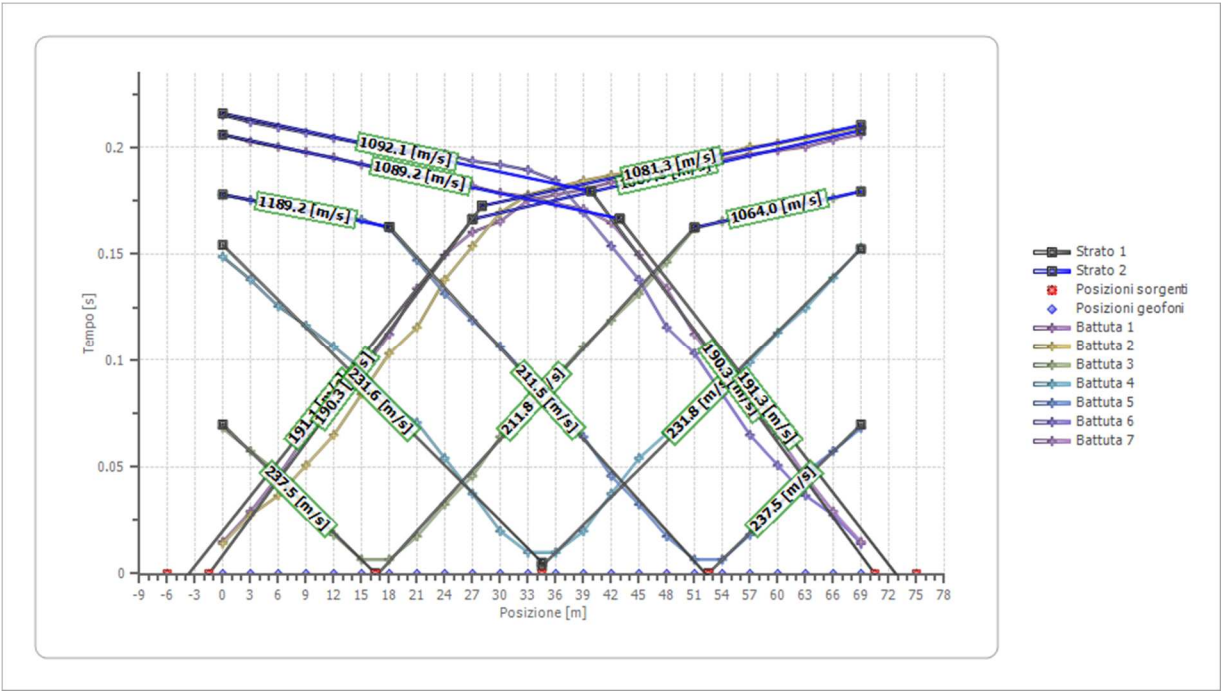
Posizione sorgente X 75 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

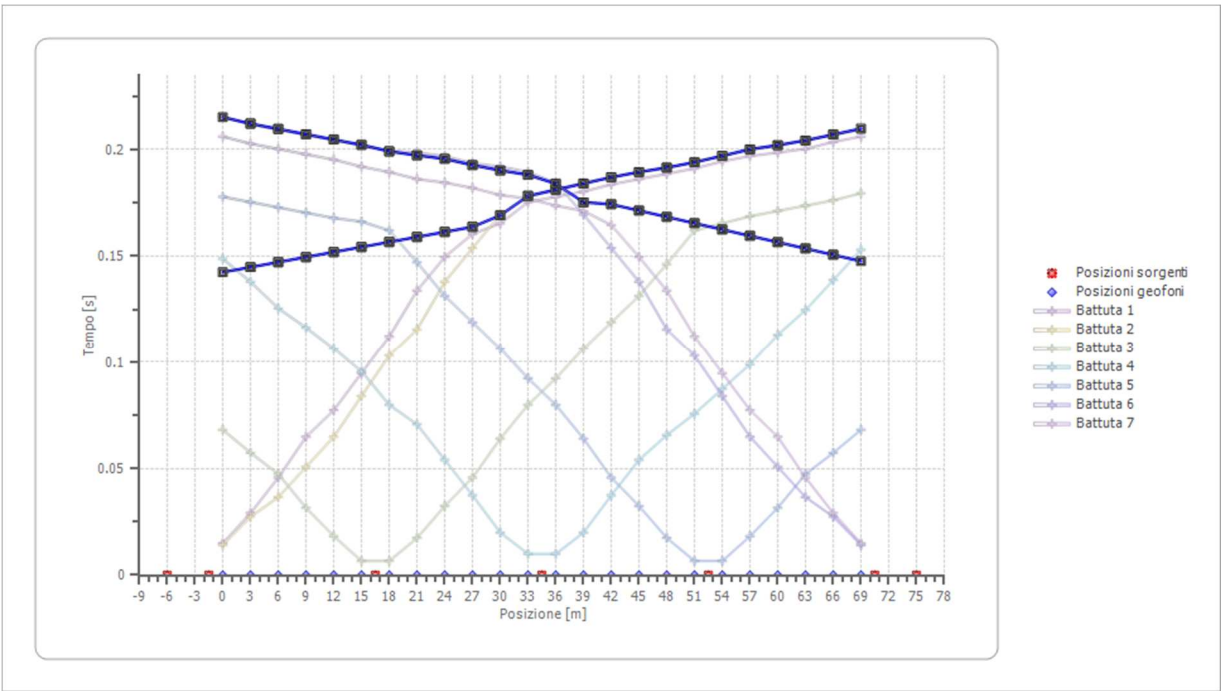


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	206.0942
3.0	202.7701
6.0	200.2770
9.0	197.7839
12.0	195.2909
15.0	191.9668
18.0	189.4737
21.0	186.1496
24.0	184.4875
27.0	181.9945
30.0	178.6704
33.0	177.0083
36.0	173.6842
39.0	171.1911
42.0	164.5429
45.0	149.5845
48.0	133.7950
51.0	112.1884
54.0	94.7368
57.0	77.2853
60.0	64.8199
63.0	45.7064
66.0	29.0859
69.0	14.9584

Dromocrone



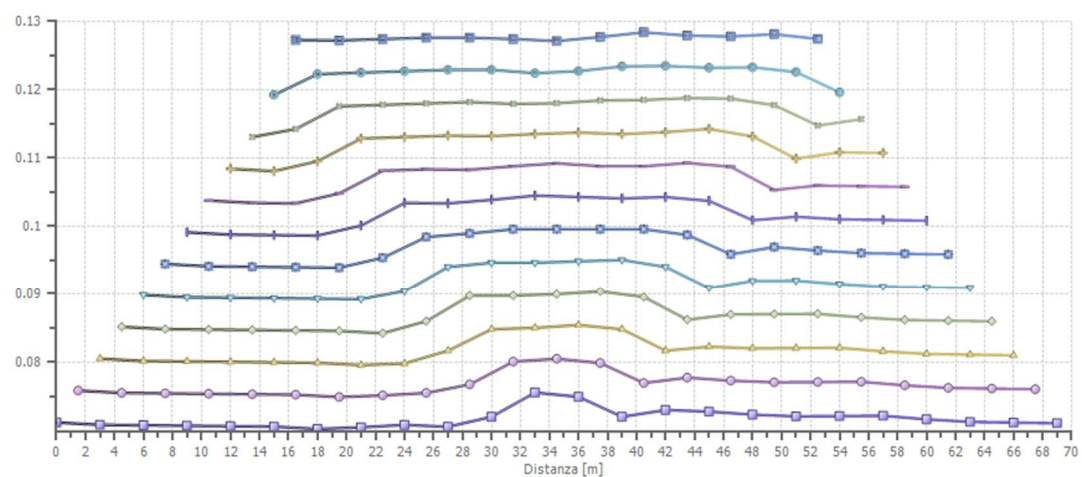
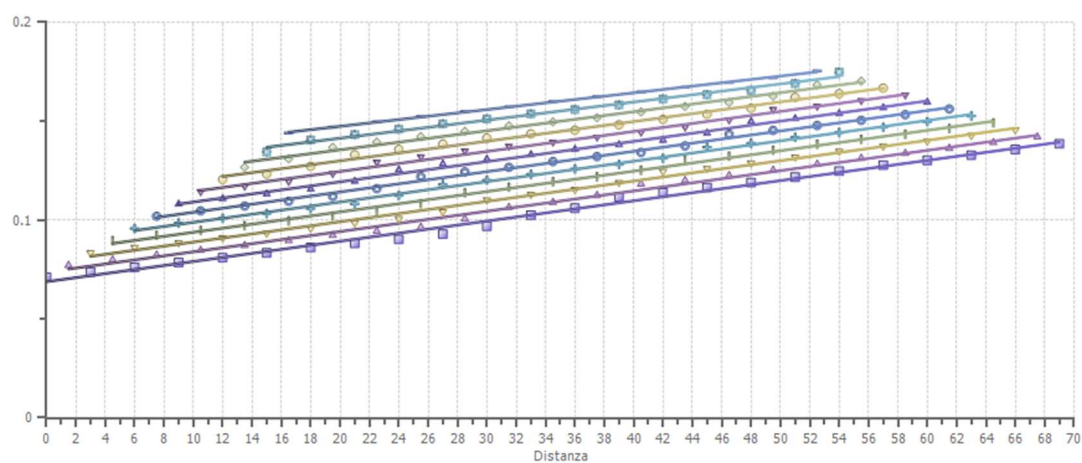
Dromocrone traslate



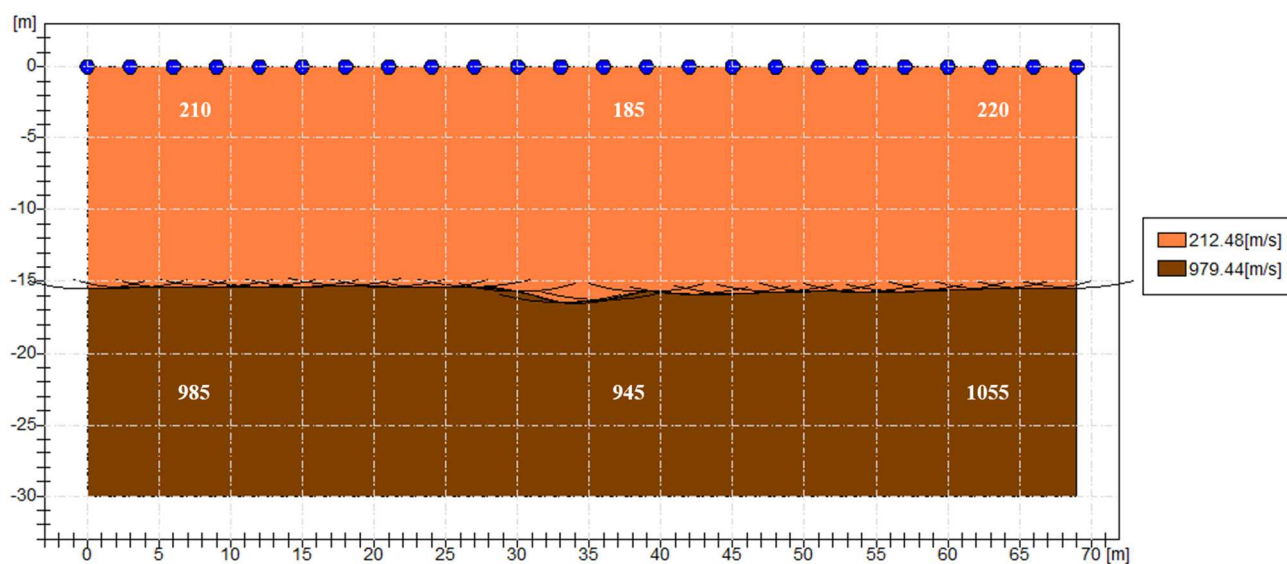
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	15.5	--
G= 3.0 [m]	15.4	--
G= 6.0 [m]	15.4	--
G= 9.0 [m]	15.4	--
G= 12.0 [m]	15.4	--
G= 15.0 [m]	15.4	--
G= 18.0 [m]	15.3	--
G= 21.0 [m]	15.4	--
G= 24.0 [m]	15.4	--
G= 27.0 [m]	15.4	--
G= 30.0 [m]	15.7	--
G= 33.0 [m]	16.5	--
G= 36.0 [m]	16.3	--
G= 39.0 [m]	15.7	--
G= 42.0 [m]	15.9	--
G= 45.0 [m]	15.9	--
G= 48.0 [m]	15.8	--
G= 51.0 [m]	15.7	--
G= 54.0 [m]	15.7	--
G= 57.0 [m]	15.7	--
G= 60.0 [m]	15.6	--
G= 63.0 [m]	15.5	--
G= 66.0 [m]	15.5	--
G= 69.0 [m]	15.5	--
Velocità [m/sec]	212.5	979.4
Descrizione		

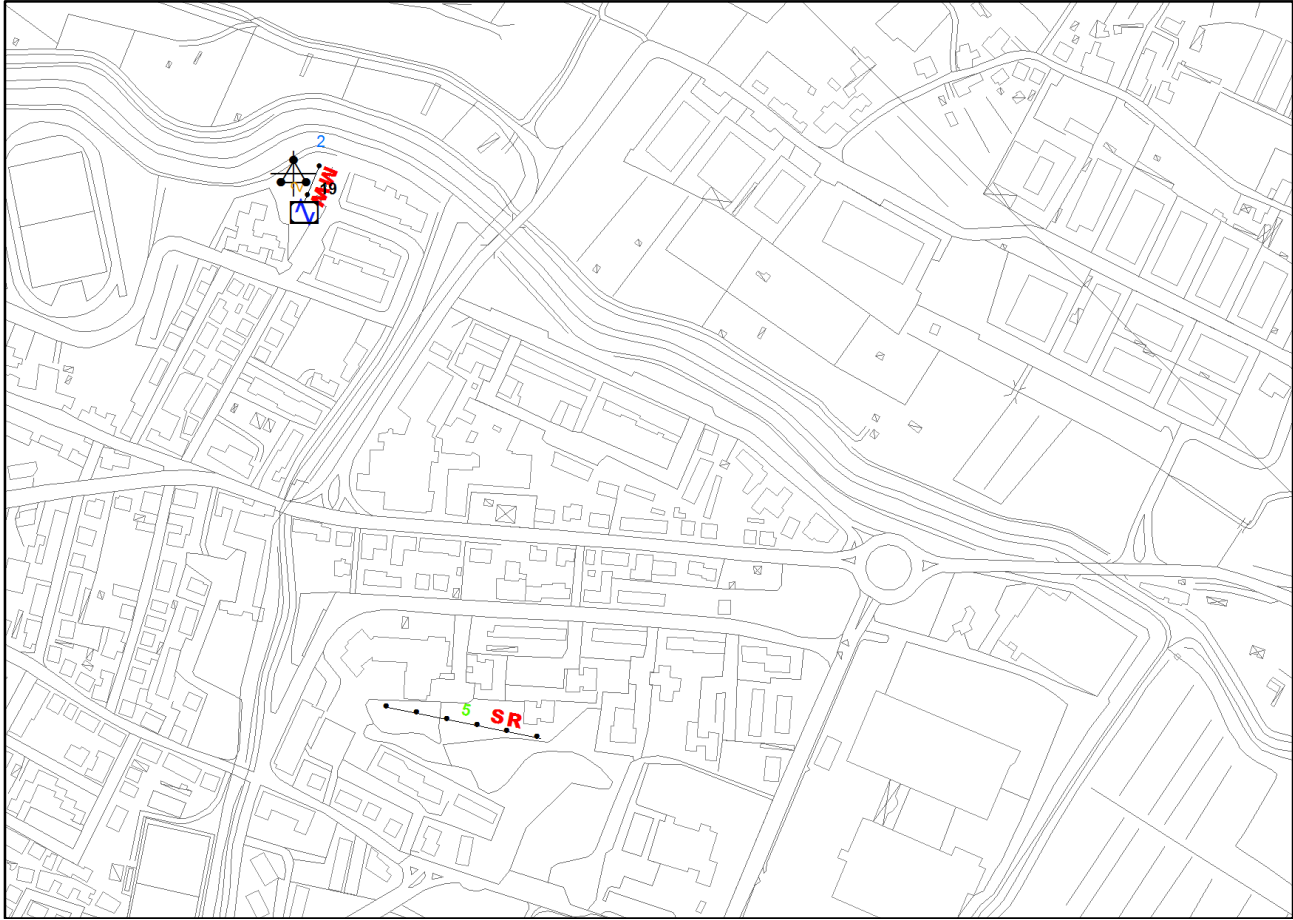


SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH

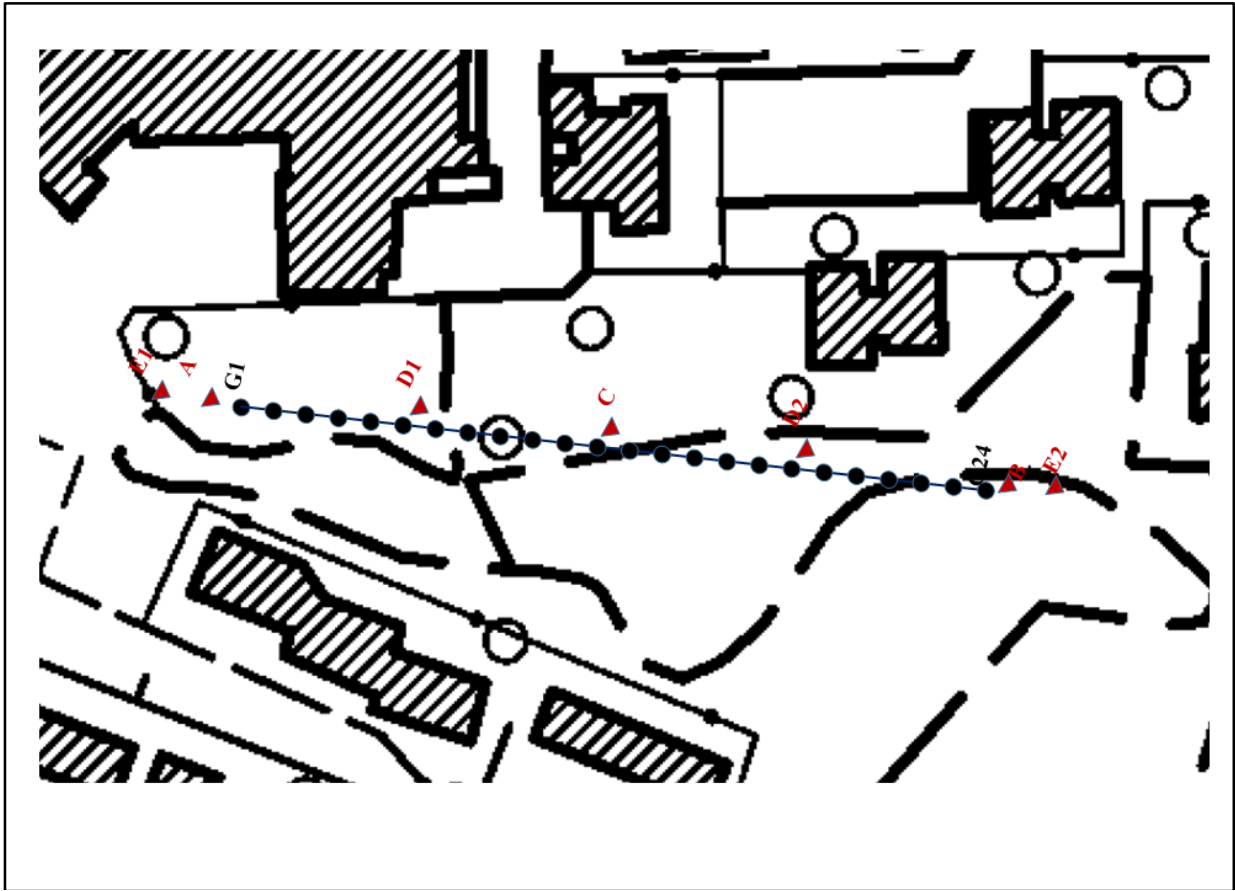


SR_5: SISMICA A RIFRAZIONE P-SH

Planimetria Scala 1:5000



Planimetria Scala 1:1000



Geometria dello stendimento

Numero Geofoni: 24

Intervallo (m): 5 m

Lunghezza Stendimento (m): 115 m

Quota (m.s.l.m.): 37 m

Punti di energizzazione

	E1 Esterno SX	A Estremo SX	D1 Intermedio SX	C Centrale	D2 Intermedio DX	B Estremo DX	E2 Esterno DX
Posizione da Geofono G1 (m)	-5	-2.5	27.5	57.5	87.5	117.5	120

Coordinate Geofoni (WGS84 UTM33N)

Geofoni	Longitudine	Latitudine
G1	187349	4853485
G24	187485	4853459

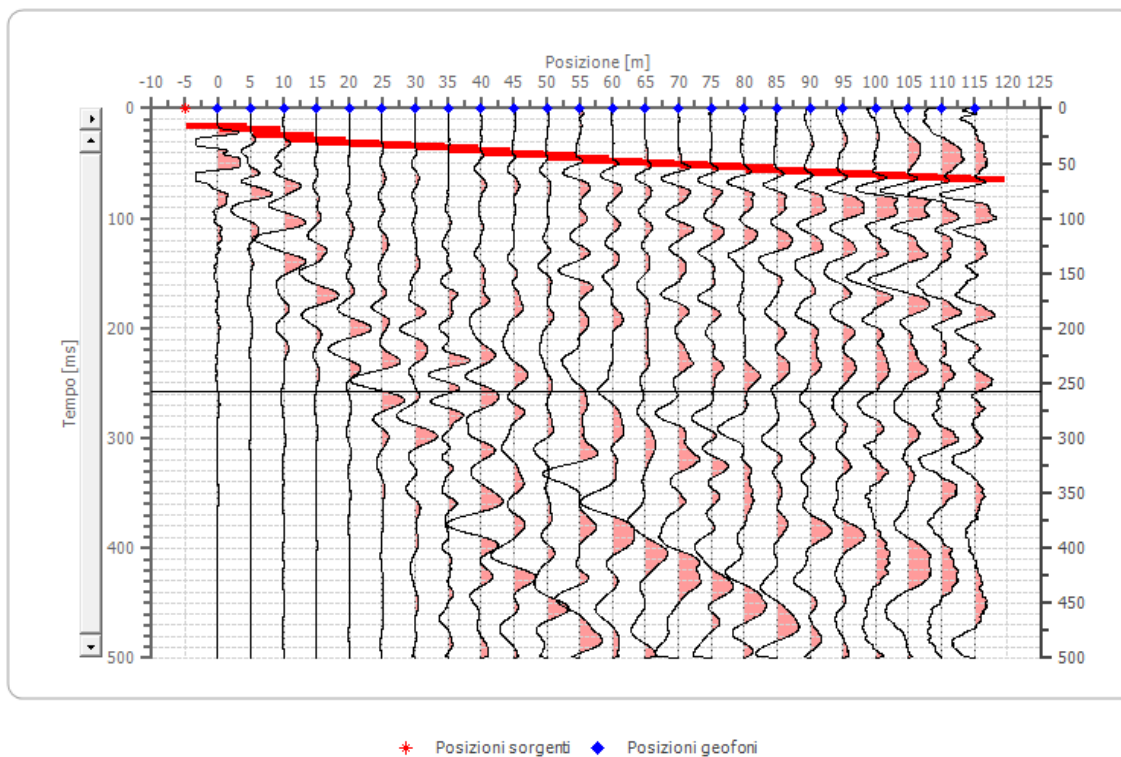
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	5.0	0.0
3	10.0	0.0
4	15.0	0.0
5	20.0	0.0
6	25.0	0.0
7	30.0	0.0
8	35.0	0.0
9	40.0	0.0
10	45.0	0.0
11	50.0	0.0
12	55.0	0.0
13	60.0	0.0
14	65.0	0.0
15	70.0	0.0
16	75.0	0.0
17	80.0	0.0
18	85.0	0.0
19	90.0	0.0
20	95.0	0.0
21	100.0	0.0
22	105.0	0.0
23	110.0	0.0
24	115.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -5 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

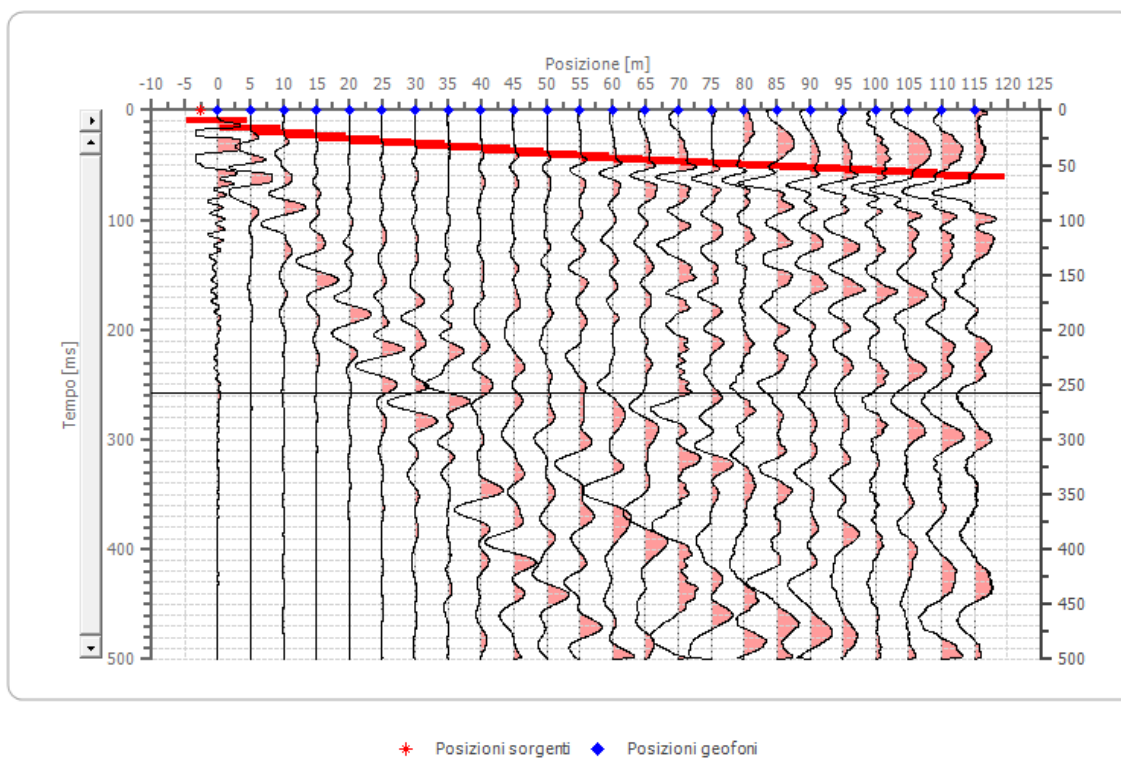


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	16.6288
5.0	20.0000
10.0	24.9432
15.0	28.7500
20.0	31.5000
25.0	32.6870
30.0	34.7500
35.0	36.5651
40.0	39.0000
45.0	40.9972
50.0	43.2133
55.0	45.4294
60.0	48.1994
65.0	50.4155
70.0	50.9695
75.0	53.1856
80.0	54.2500
85.0	56.5097
90.0	58.2008
95.0	59.5866
100.0	60.9418
105.0	62.3580
110.0	63.7438
115.0	64.8199

Battuta 2

Posizione sorgente X -2.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

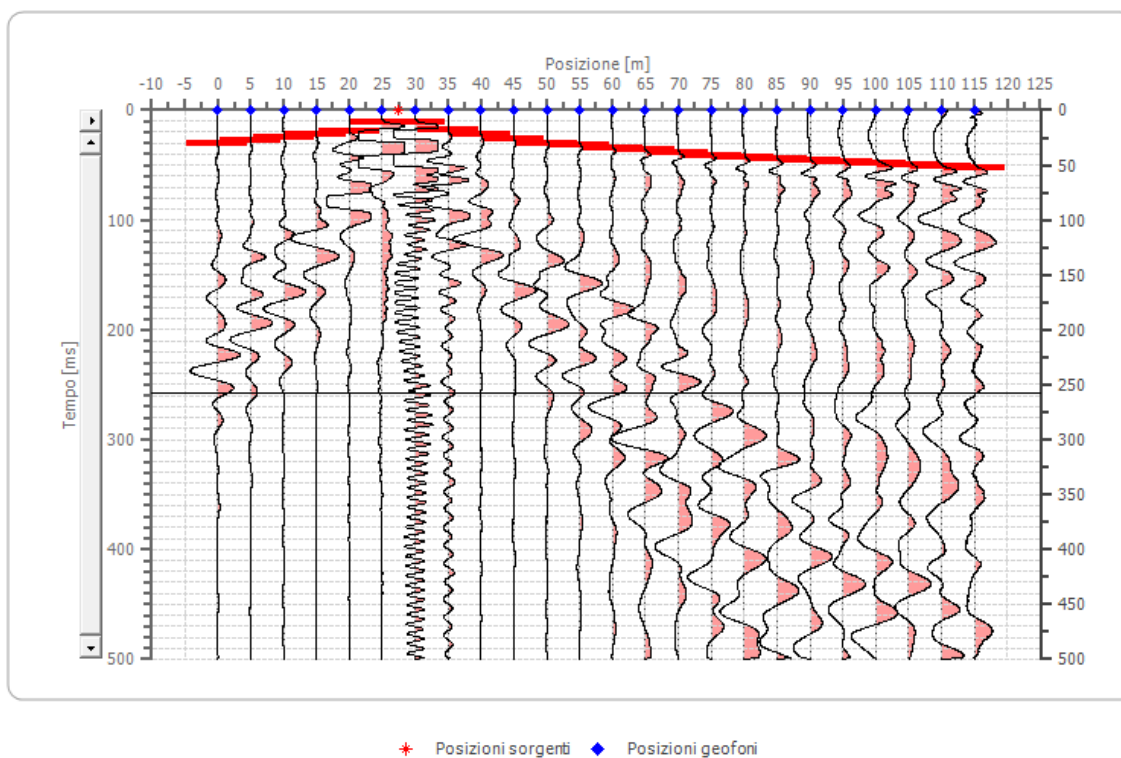


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	9.7001
5.0	16.6288
10.0	20.2500
15.0	23.5575
20.0	26.5928
25.0	29.2500
30.0	30.0000
35.0	33.2410
40.0	34.9030
45.0	37.6731
50.0	39.8892
55.0	41.5512
60.0	43.7673
65.0	45.9834
70.0	47.0914
75.0	48.7535
80.0	49.8615
85.0	51.5235
90.0	52.6316
95.0	53.7396
100.0	55.4017
105.0	57.0637
110.0	59.2798
115.0	60.9418

Battuta 3

Posizione sorgente X 27.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

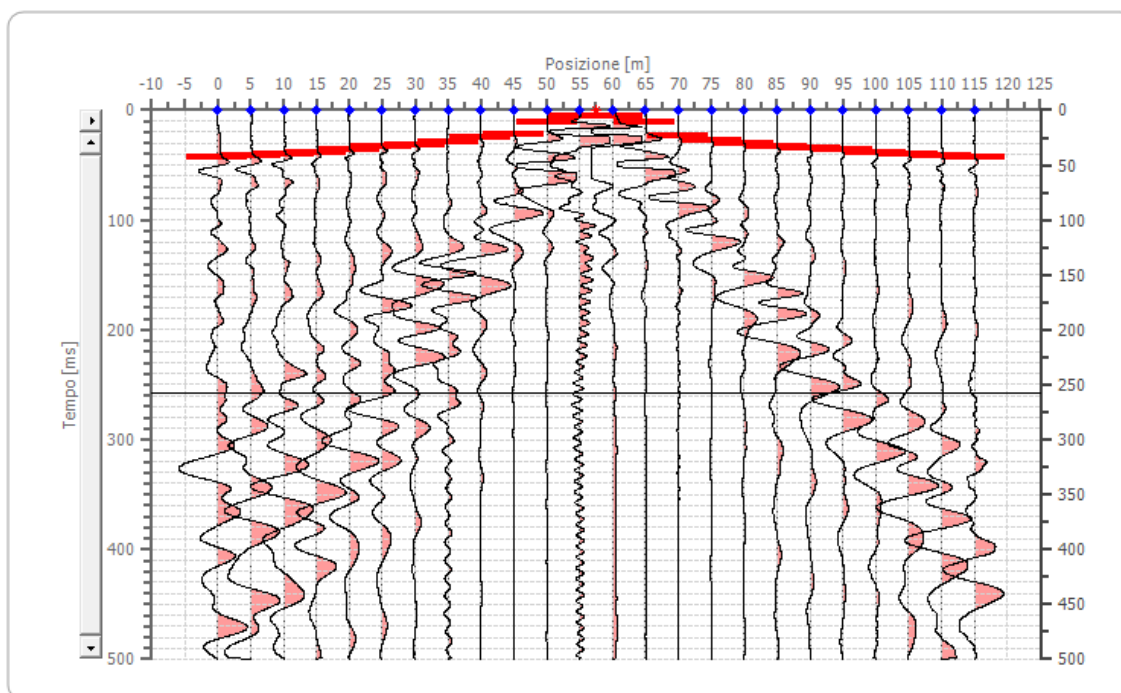


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	30.4709
5.0	27.7008
10.0	25.2500
15.0	22.5000
20.0	20.0000
25.0	11.0859
30.0	11.0859
35.0	18.2825
40.0	22.7147
45.0	26.5928
50.0	30.4709
55.0	32.1330
60.0	34.2500
65.0	36.0111
70.0	38.2271
75.0	40.9972
80.0	42.5000
85.0	44.5000
90.0	45.7500
95.0	47.5000
100.0	48.7500
105.0	49.7500
110.0	51.5235
115.0	53.1856

Battuta 4

Posizione sorgente X 57.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



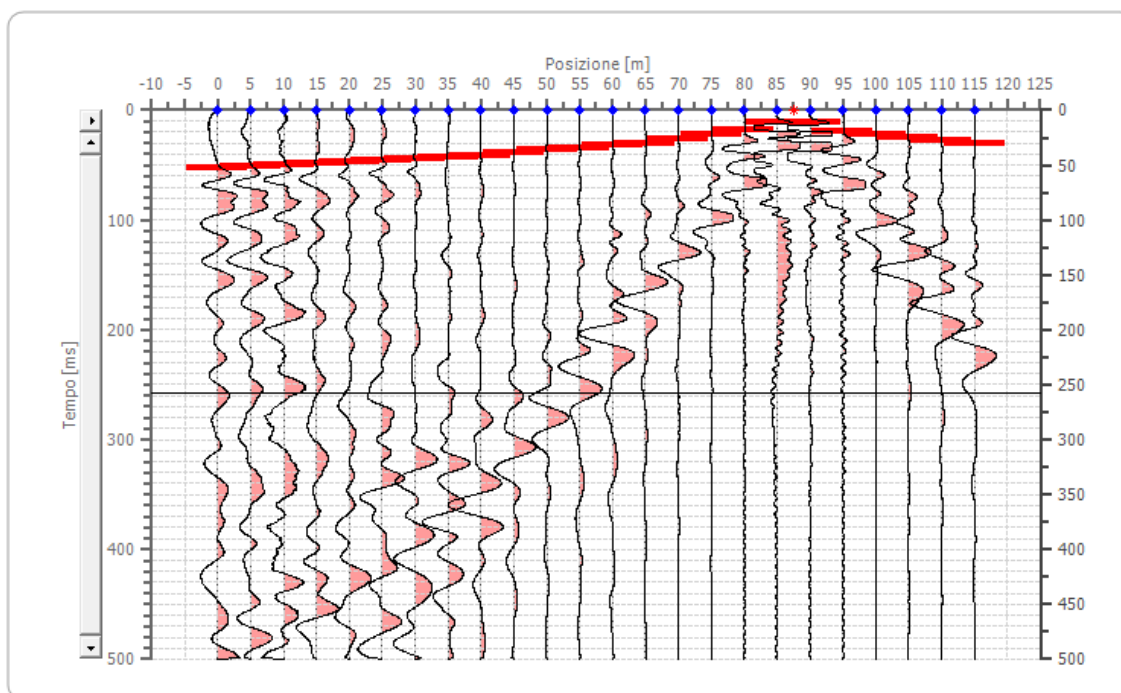
★ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	42.6593
5.0	41.5512
10.0	39.8892
15.0	38.2271
20.0	36.0111
25.0	33.7950
30.0	31.5789
35.0	28.8089
40.0	24.9307
45.0	21.6066
50.0	11.6343
55.0	4.9861
60.0	4.9861
65.0	11.6343
70.0	23.2687
75.0	27.1468
80.0	29.9169
85.0	33.7950
90.0	34.9030
95.0	36.5651
100.0	38.7812
105.0	40.4432
110.0	42.1053
115.0	43.2133

Battuta 5

Posizione sorgente X 87.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

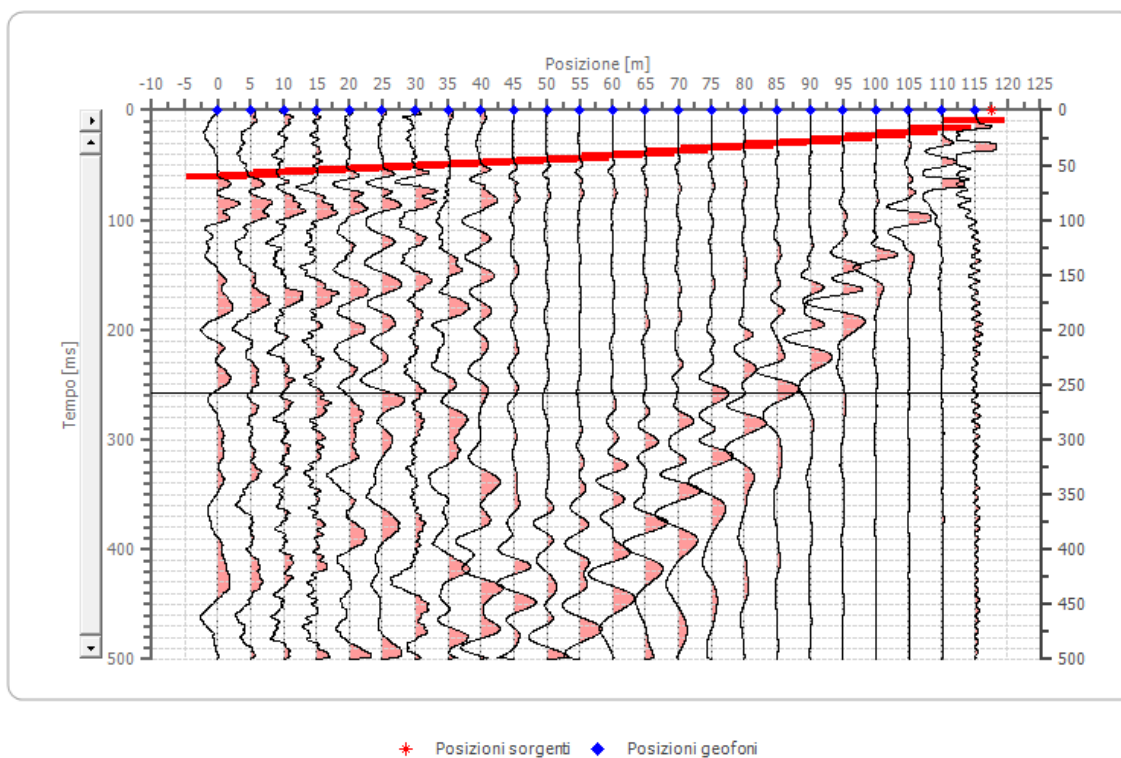


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	53.1856
5.0	51.5235
10.0	49.7500
15.0	48.7500
20.0	47.5000
25.0	45.7500
30.0	44.5000
35.0	42.5000
40.0	40.9972
45.0	38.2271
50.0	36.0111
55.0	34.2500
60.0	32.1330
65.0	30.4709
70.0	26.5928
75.0	22.7147
80.0	18.2825
85.0	11.0859
90.0	11.0859
95.0	20.0000
100.0	22.5000
105.0	25.2500
110.0	27.7008
115.0	30.4709

Battuta 6

Posizione sorgente X 117.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

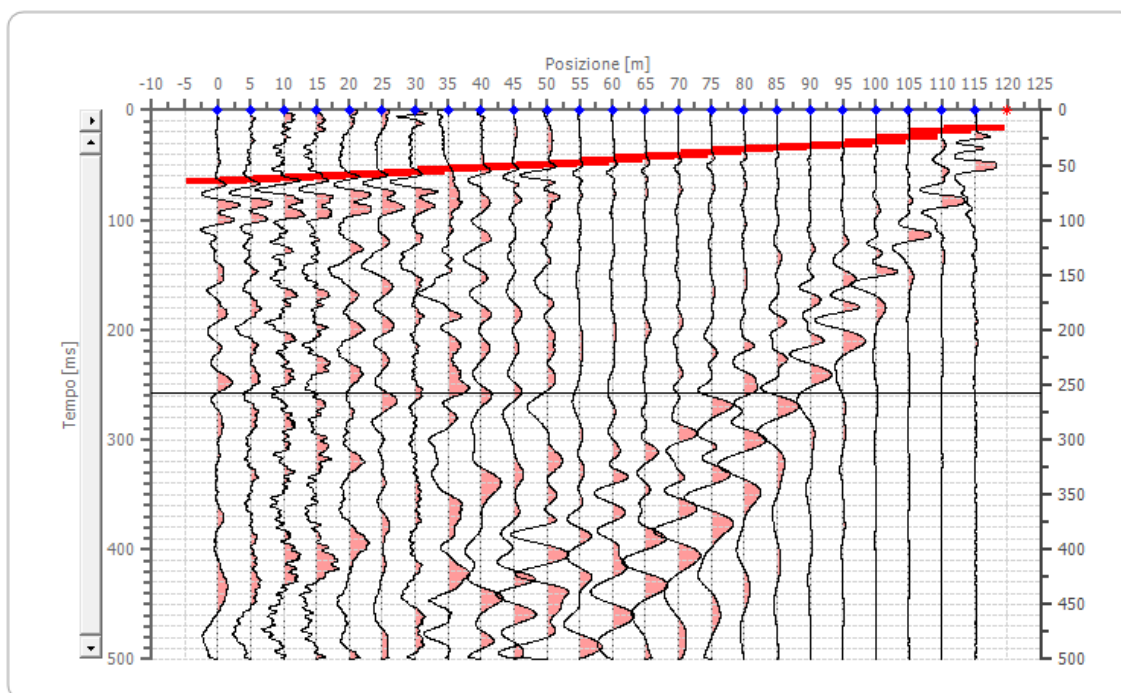


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	60.9418
5.0	59.2798
10.0	57.0637
15.0	55.4017
20.0	53.7396
25.0	52.6316
30.0	51.5235
35.0	49.8615
40.0	48.7535
45.0	47.0914
50.0	45.9834
55.0	43.7673
60.0	41.5512
65.0	39.8892
70.0	37.6731
75.0	34.9030
80.0	33.2410
85.0	30.0000
90.0	29.2500
95.0	26.5928
100.0	23.5575
105.0	20.2500
110.0	16.6288
115.0	9.7001

Battuta 7

Posizione sorgente X 120 [m]

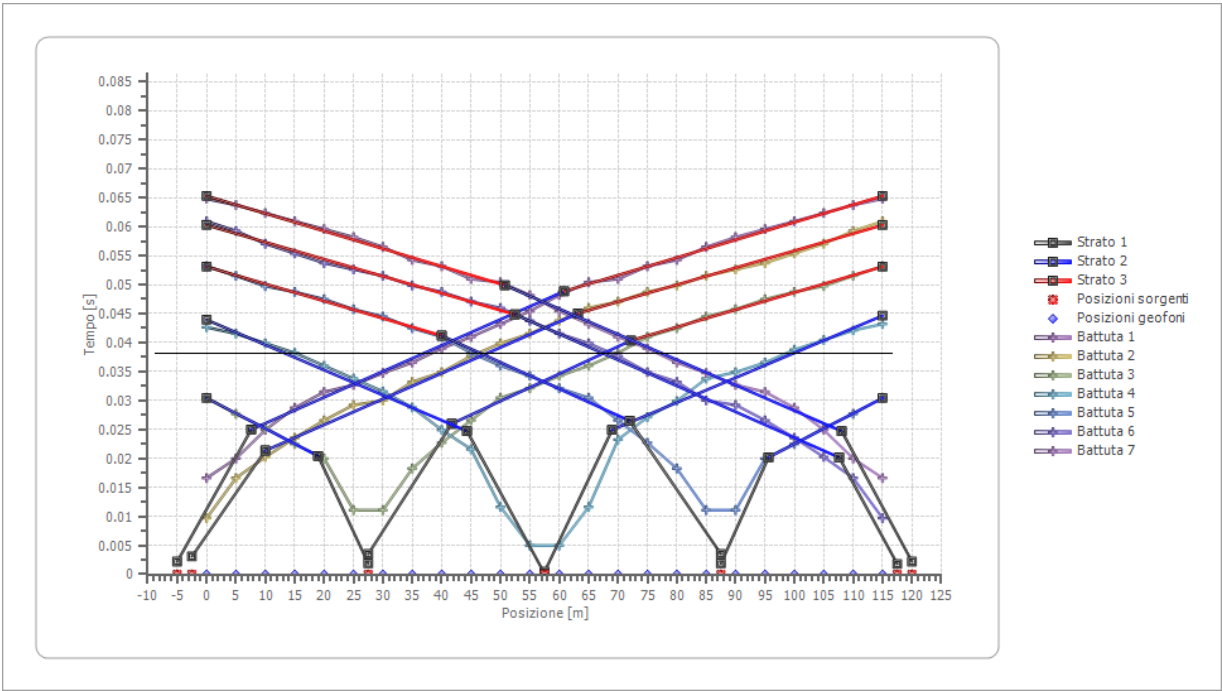
Posizione sorgente Z 0 [m]



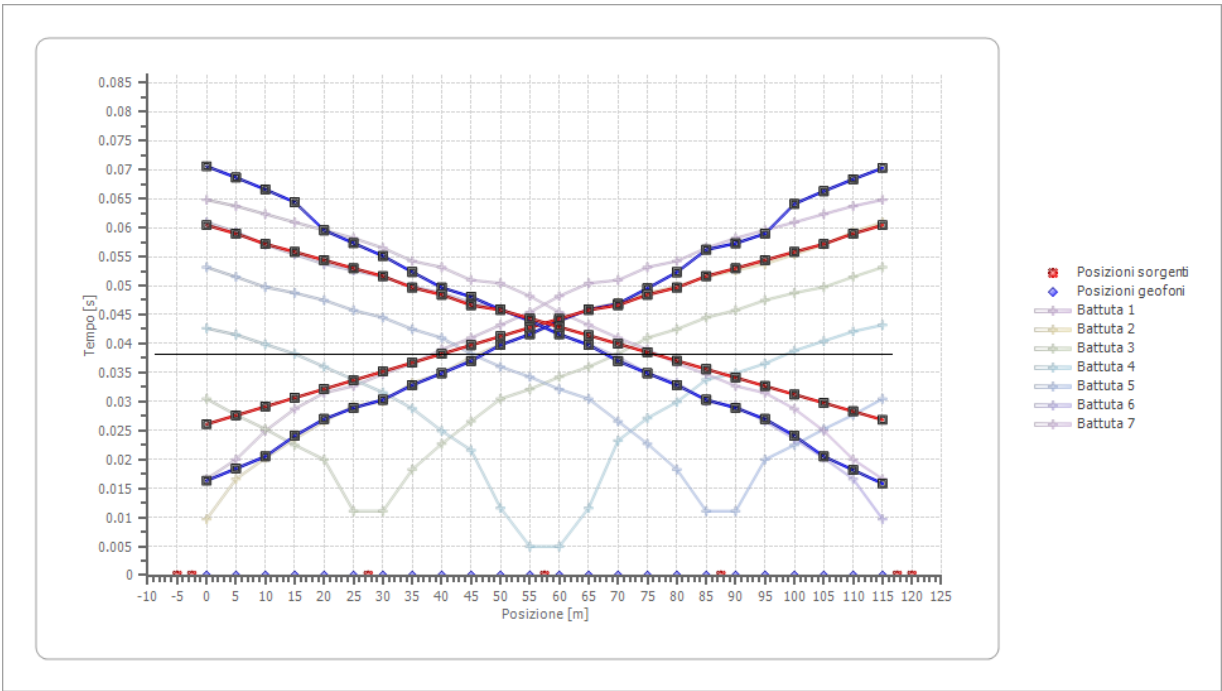
★ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	64.8199
5.0	63.7438
10.0	62.3580
15.0	60.9418
20.0	59.5866
25.0	58.2008
30.0	56.5097
35.0	54.2500
40.0	53.1856
45.0	50.9695
50.0	50.4155
55.0	48.1994
60.0	45.4294
65.0	43.2133
70.0	40.9972
75.0	39.0000
80.0	36.5651
85.0	34.7500
90.0	32.6870
95.0	31.5000
100.0	28.7500
105.0	24.9432
110.0	20.0000
115.0	16.6288

Dromocrone



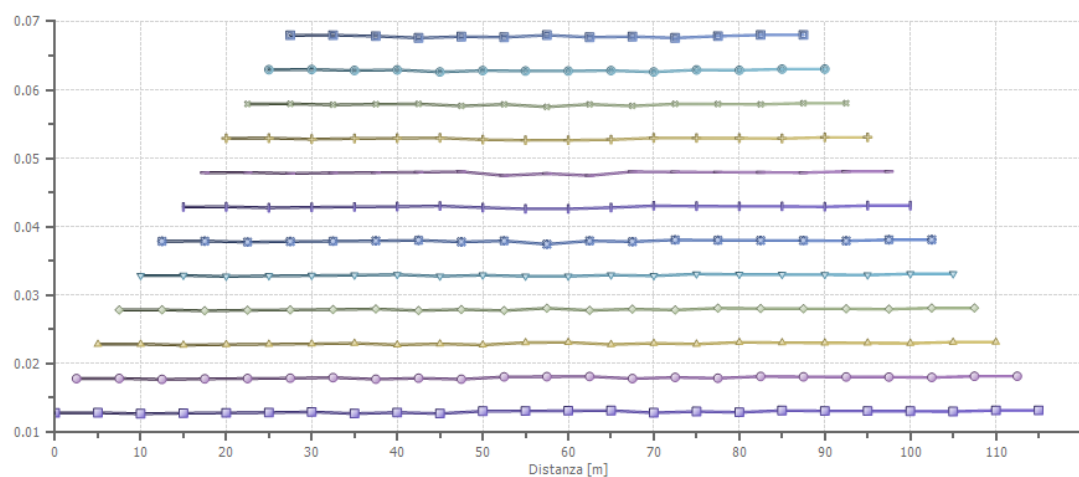
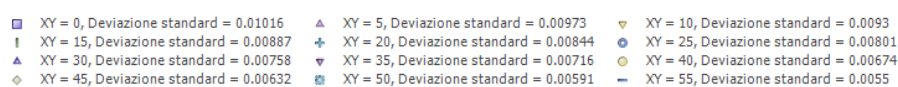
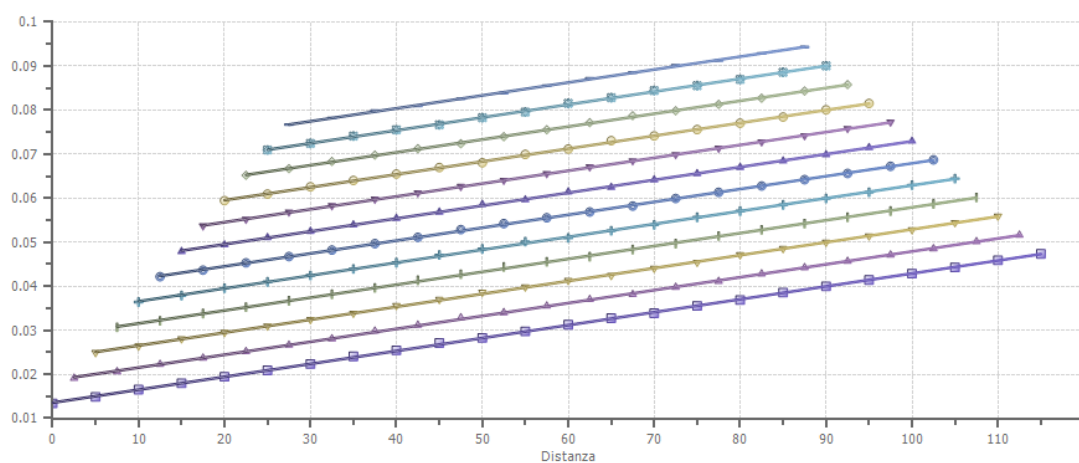
Dromocrone traslate



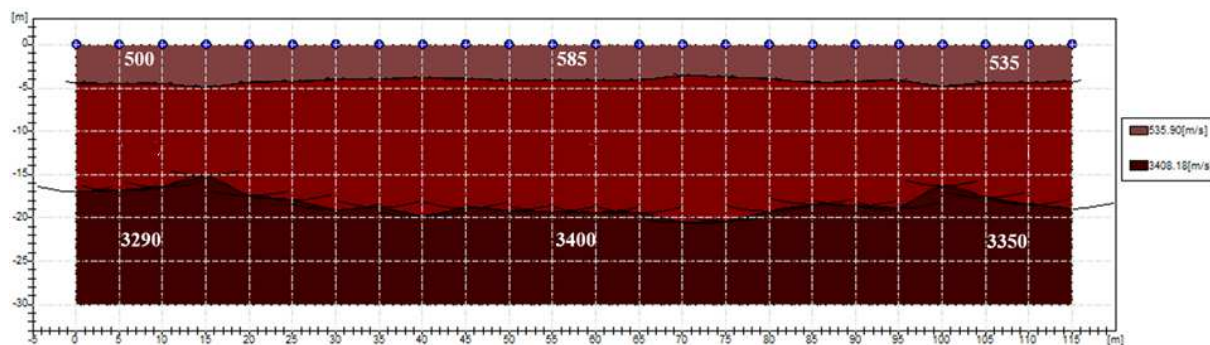
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	4.5	17.0	--
G= 5.0 [m]	4.5	16.9	--
G= 10.0 [m]	4.5	16.4	--
G= 15.0 [m]	4.9	15.1	--
G= 20.0 [m]	4.3	17.5	--
G= 25.0 [m]	4.3	17.9	--
G= 30.0 [m]	4.0	19.1	--
G= 35.0 [m]	4.0	18.7	--
G= 40.0 [m]	3.8	19.9	--
G= 45.0 [m]	3.9	18.9	--
G= 50.0 [m]	4.1	19.2	--
G= 55.0 [m]	4.1	19.3	--
G= 60.0 [m]	4.1	19.4	--
G= 65.0 [m]	4.1	19.4	--
G= 70.0 [m]	3.6	20.5	--
G= 75.0 [m]	3.8	20.4	--
G= 80.0 [m]	4.0	19.3	--
G= 85.0 [m]	4.3	18.4	--
G= 90.0 [m]	4.2	18.6	--
G= 95.0 [m]	4.2	18.9	--
G= 100.0 [m]	4.8	16.3	--
G= 105.0 [m]	4.4	17.7	--
G= 110.0 [m]	4.3	18.4	--
G= 115.0 [m]	4.2	18.9	--
Velocità [m/sec]	535.9	2151.6	3408.2
Descrizione			



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE P

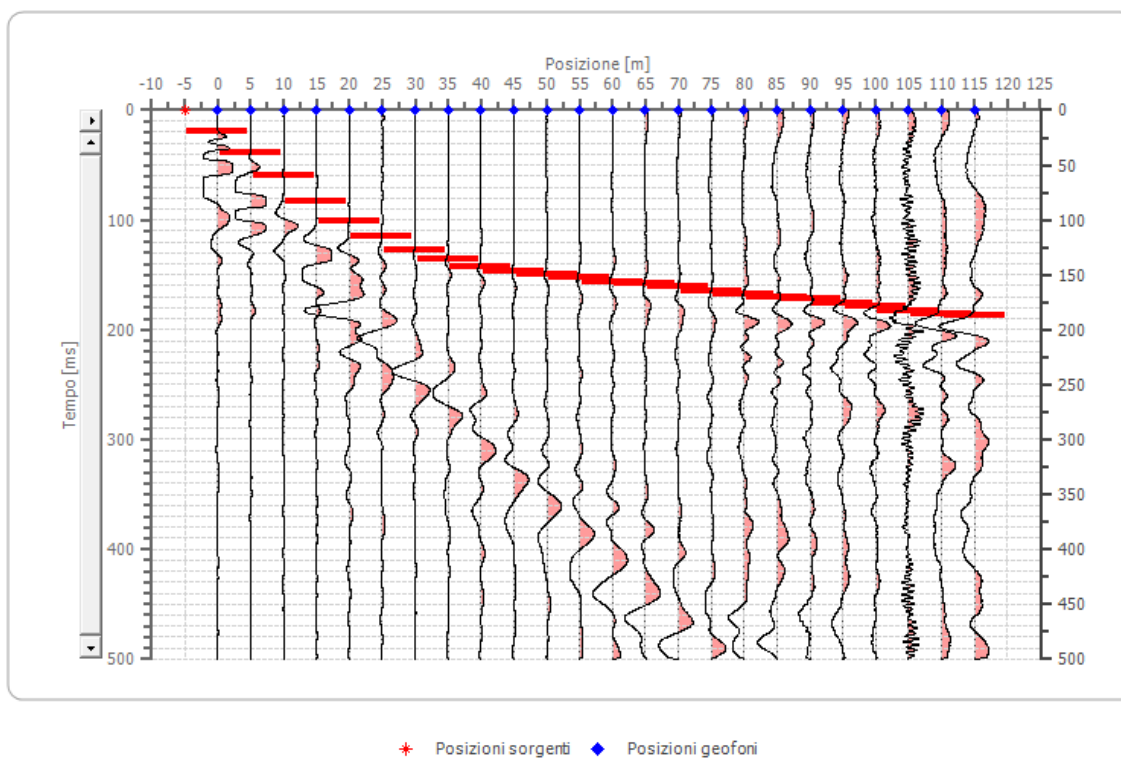


Il secondo sismostrato individuato nell'indagine sismica a rifrazione in Onde P è influenzato dalla presenza della falda acquifera per cui non viene riportata la sua velocità.

Battuta 1

Posizione sorgente X -5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

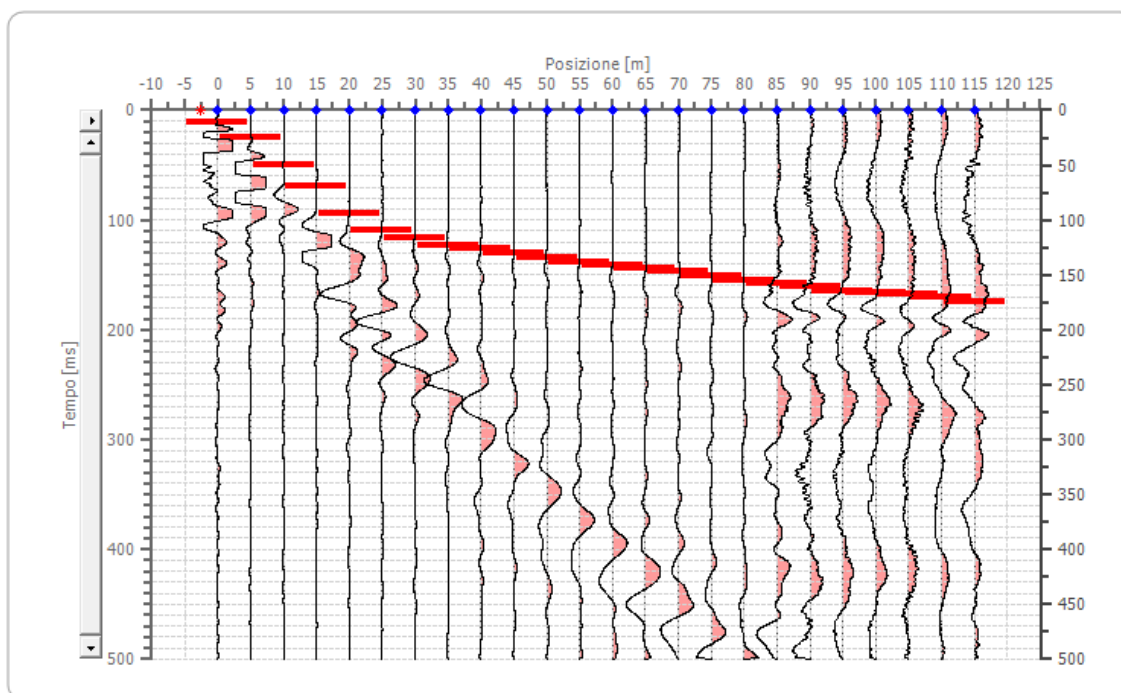


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	19.4003
5.0	38.8006
10.0	59.5866
15.0	83.1441
20.0	101.1586
25.0	115.0159
30.0	127.4875
35.0	135.8020
40.0	142.7306
45.0	146.8878
50.0	149.6593
55.0	152.4308
60.0	156.5880
65.0	157.9737
70.0	160.7452
75.0	164.9024
80.0	167.6738
85.0	170.4453
90.0	171.8310
95.0	175.9882
100.0	178.7597
105.0	182.9169
110.0	185.6884
115.0	187.0741

Battuta 2

Posizione sorgente X -2.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



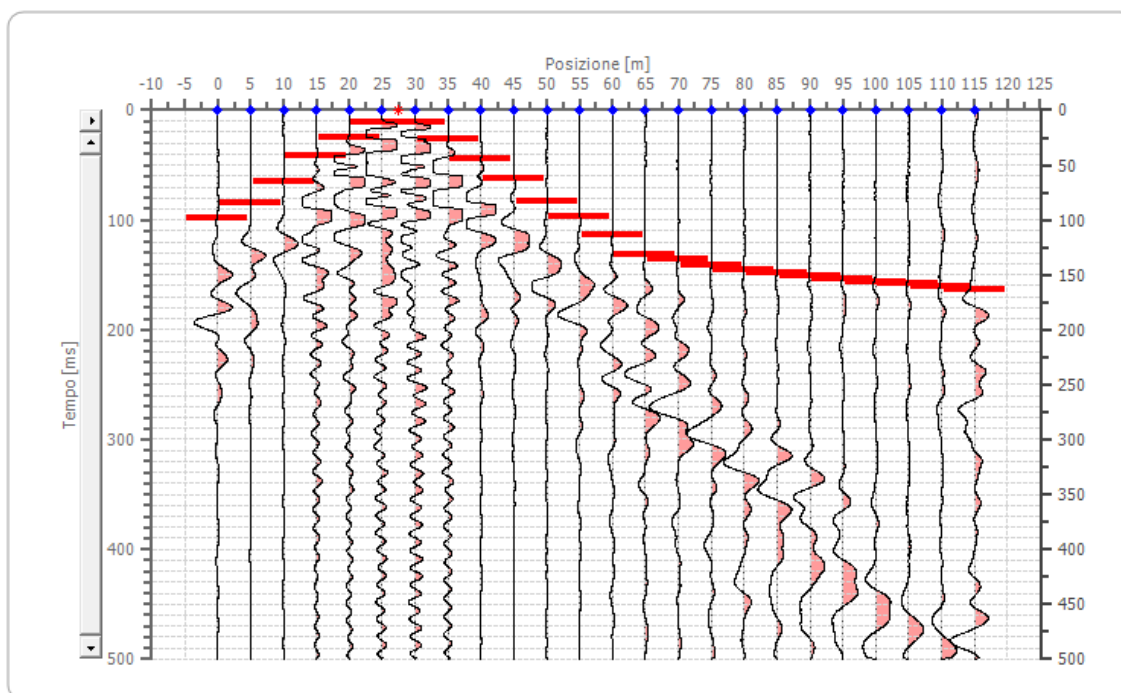
* Posizioni sorgenti ♦ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	11.0859
5.0	24.9432
10.0	49.8864
15.0	69.2867
20.0	94.2299
25.0	109.4730
30.0	116.4017
35.0	123.3303
40.0	126.1018
45.0	130.2590
50.0	134.4162
55.0	138.5734
60.0	141.3449
65.0	144.1164
70.0	146.8878
75.0	151.0450
80.0	155.2022
85.0	157.9737
90.0	160.7452
95.0	164.9024
100.0	166.2881
105.0	167.6738
110.0	170.4453
115.0	174.6025

Battuta 3

Posizione sorgente X 27.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



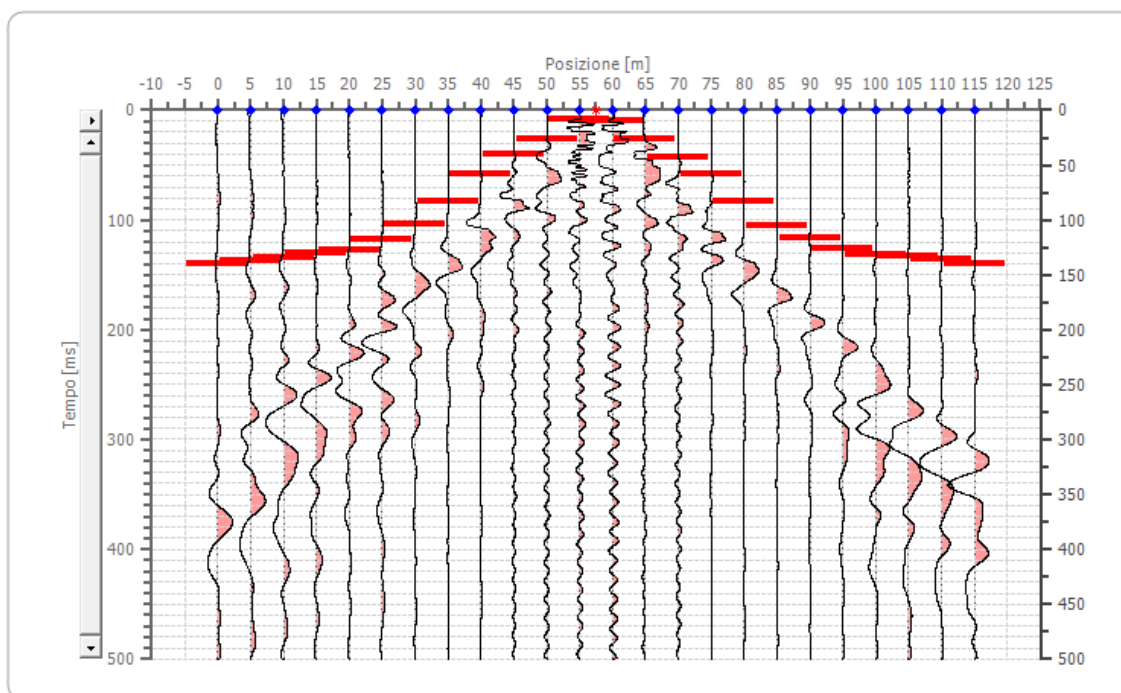
★ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	98.3871
5.0	84.5298
10.0	65.1295
15.0	41.5720
20.0	24.9432
25.0	11.0859
30.0	11.0859
35.0	26.3289
40.0	44.3435
45.0	62.3580
50.0	83.1441
55.0	97.0014
60.0	113.6302
65.0	131.6447
70.0	135.8020
75.0	141.3449
80.0	145.5021
85.0	148.2736
90.0	151.0450
95.0	153.8165
100.0	156.5880
105.0	157.9737
110.0	160.7452
115.0	163.5166

Battuta 4

Posizione sorgente X 57.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



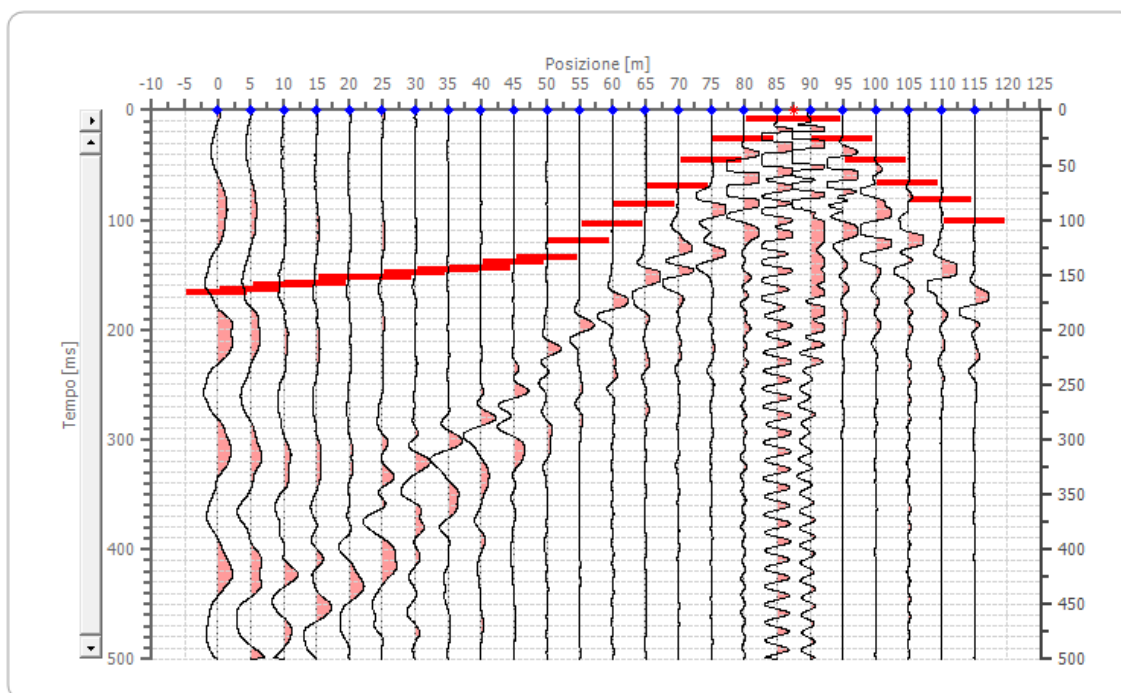
✦ Posizioni sorgenti ◆ Posizioni geofoni

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	139.9592
5.0	137.1877
10.0	134.4162
15.0	130.2590
20.0	127.4875
25.0	117.7874
30.0	103.9301
35.0	83.1441
40.0	58.2008
45.0	40.1863
50.0	26.3289
55.0	8.3144
60.0	9.7001
65.0	26.3289
70.0	42.9578
75.0	58.2008
80.0	83.1441
85.0	105.3158
90.0	116.4017
95.0	126.1018
100.0	131.6447
105.0	133.0305
110.0	135.8020
115.0	139.9592

Battuta 5

Posizione sorgente X 87.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

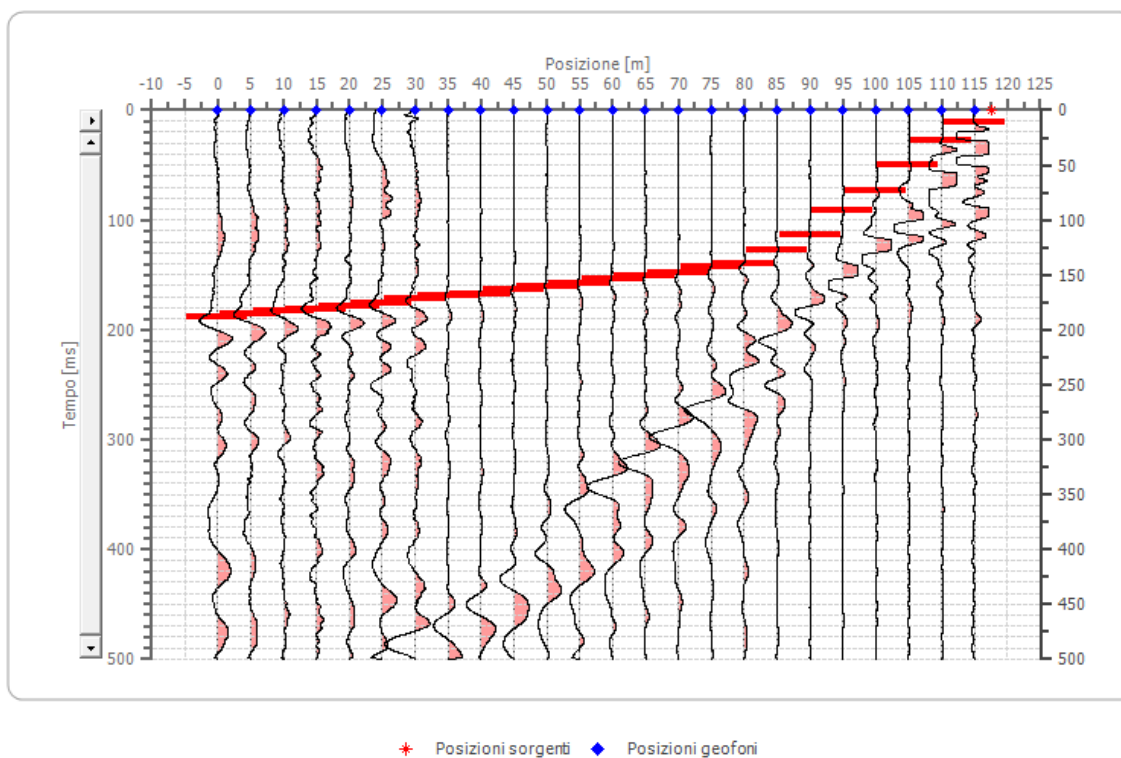


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	166.2881
5.0	163.5166
10.0	159.3594
15.0	157.9737
20.0	152.4308
25.0	152.4308
30.0	148.2736
35.0	145.5021
40.0	144.1164
45.0	138.5734
50.0	134.4162
55.0	119.1731
60.0	103.9301
65.0	85.9155
70.0	69.2867
75.0	45.7292
80.0	26.3289
85.0	8.3144
90.0	8.3144
95.0	26.3289
100.0	45.7292
105.0	66.5152
110.0	81.7583
115.0	101.1586

Battuta 6

Posizione sorgente X 117.5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

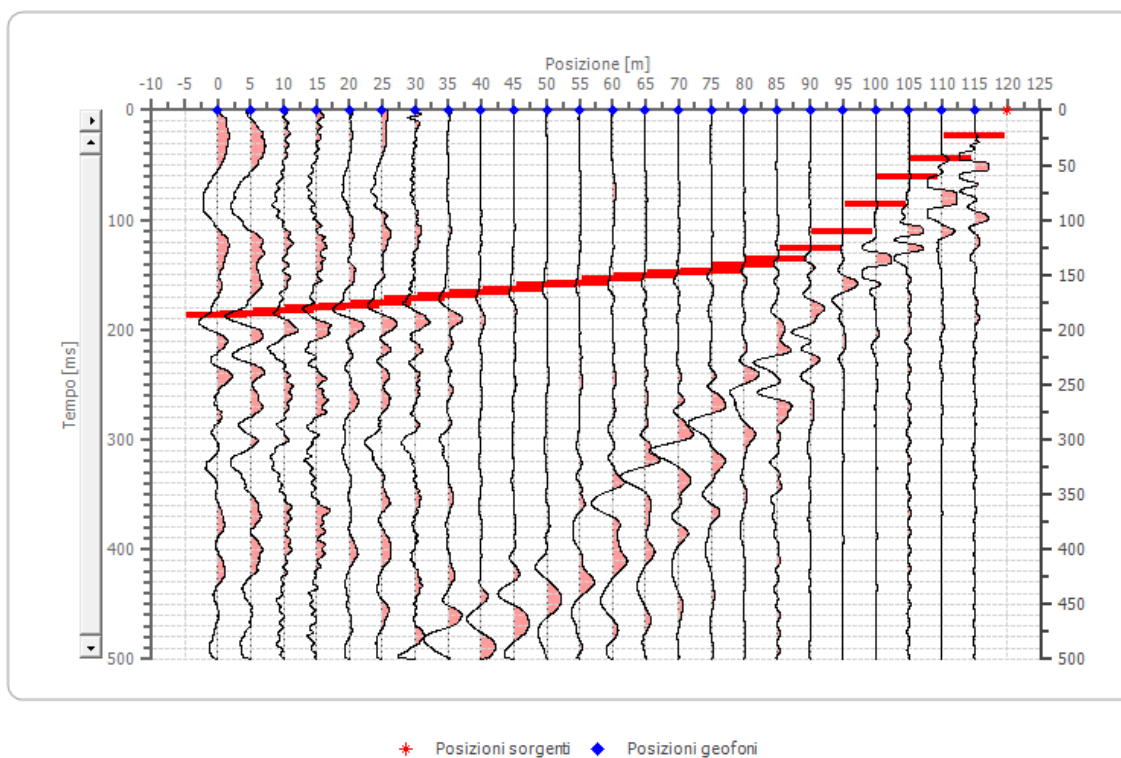


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	188.4598
5.0	185.6884
10.0	182.9169
15.0	181.5312
20.0	178.7597
25.0	175.9882
30.0	171.8310
35.0	169.0596
40.0	167.6738
45.0	163.5166
50.0	160.7452
55.0	157.9737
60.0	153.8165
65.0	151.0450
70.0	148.2736
75.0	142.7306
80.0	139.9592
85.0	127.4875
90.0	113.6302
95.0	91.4585
100.0	73.4439
105.0	49.8864
110.0	27.7147
115.0	11.0859

Battuta 7

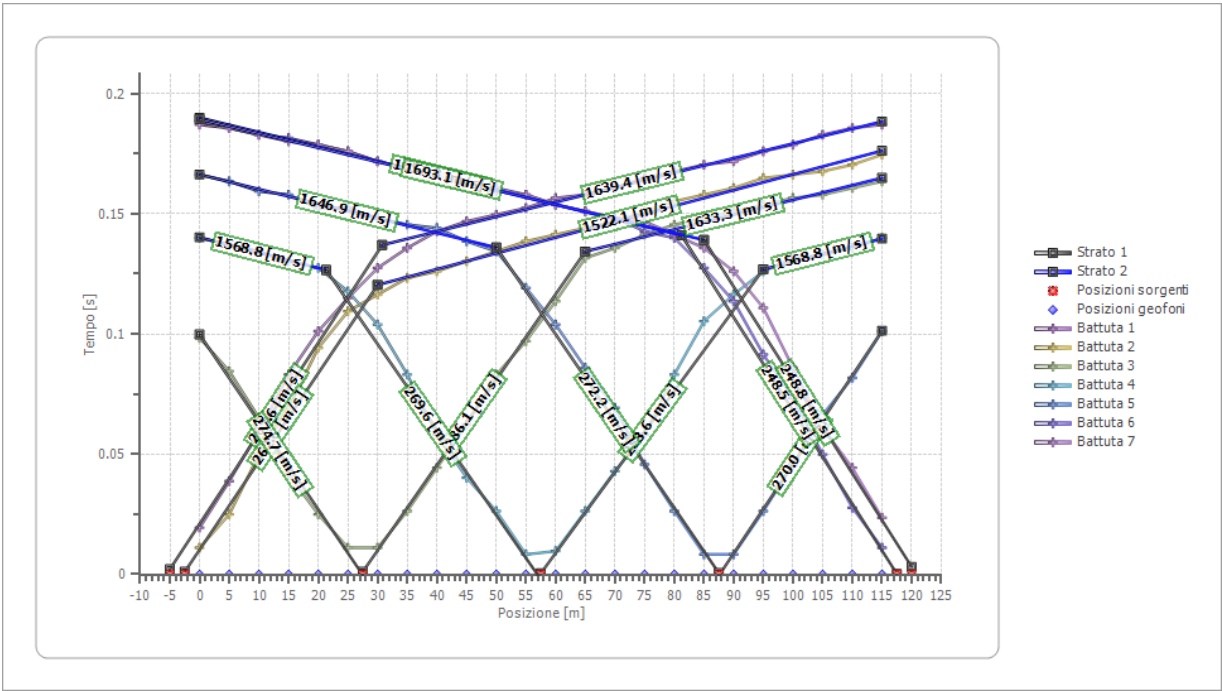
Posizione sorgente X 120 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

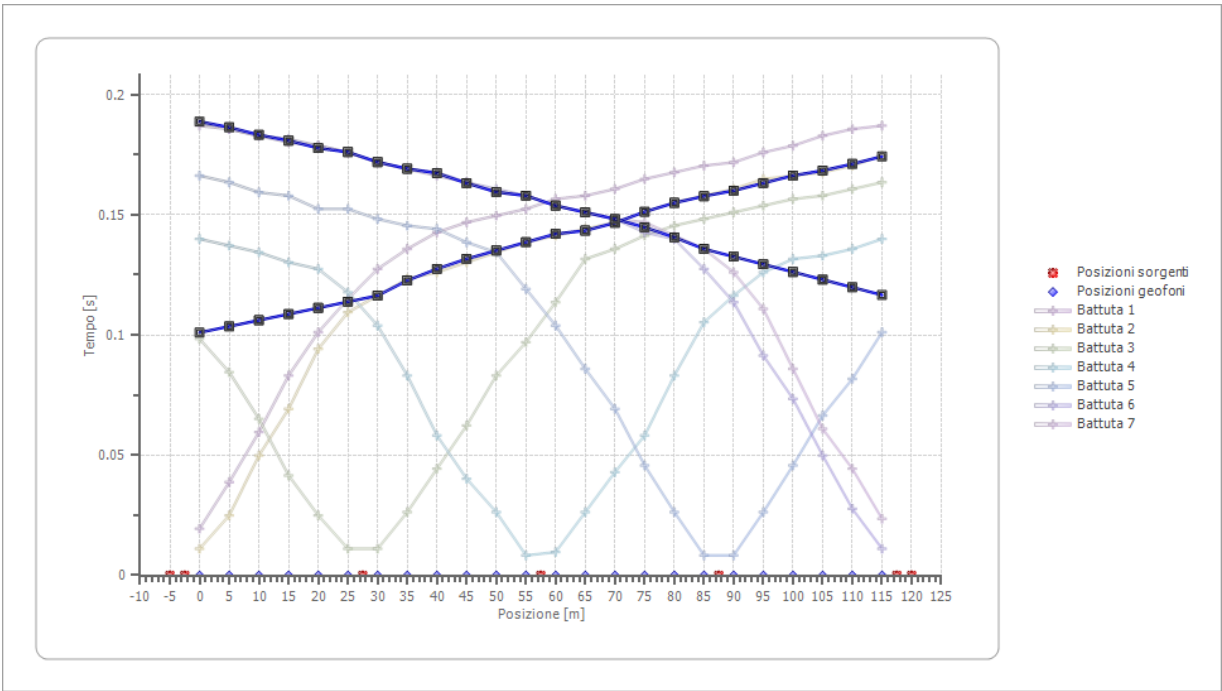


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	187.0741
5.0	185.6884
10.0	182.9169
15.0	180.1454
20.0	178.7597
25.0	175.9882
30.0	171.8310
35.0	169.0596
40.0	166.2881
45.0	163.5166
50.0	159.3594
55.0	157.9737
60.0	153.8165
65.0	151.0450
70.0	148.2736
75.0	146.8878
80.0	141.3449
85.0	135.8020
90.0	126.1018
95.0	110.8587
100.0	85.9155
105.0	60.9723
110.0	44.3435
115.0	23.5575

Dromocrone



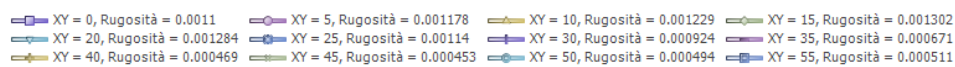
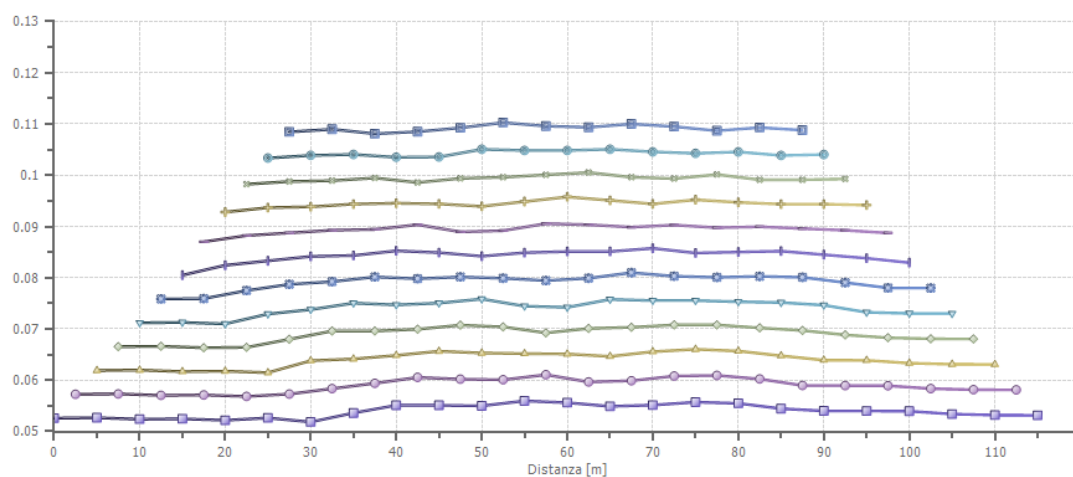
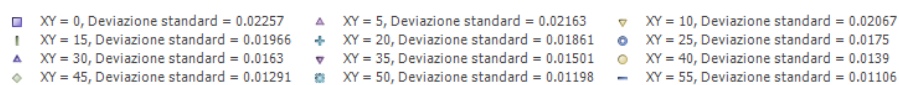
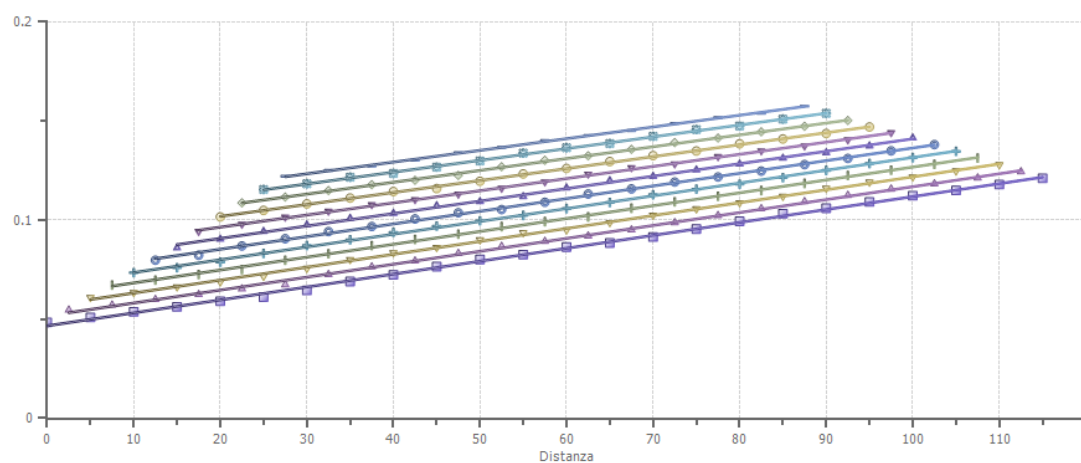
Dromocrone traslate



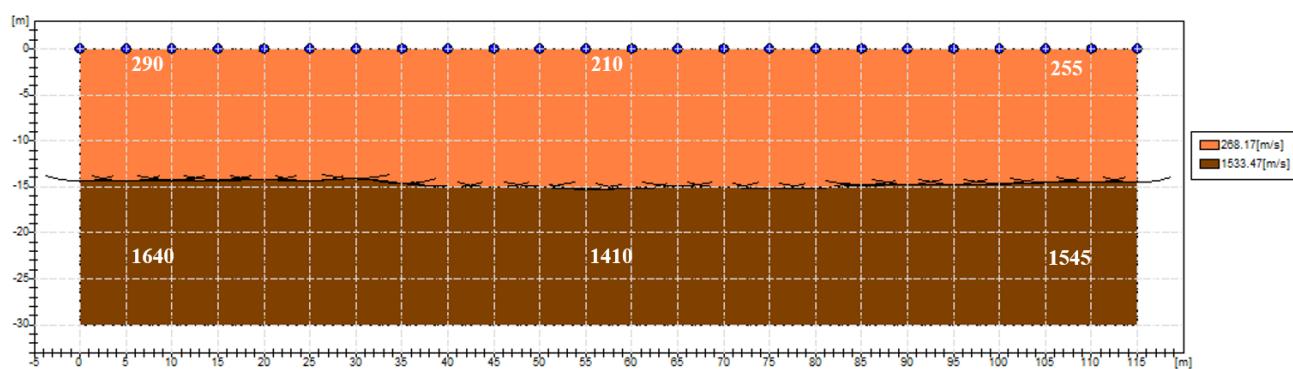
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	14.3	--
G= 5.0 [m]	14.3	--
G= 10.0 [m]	14.3	--
G= 15.0 [m]	14.3	--
G= 20.0 [m]	14.2	--
G= 25.0 [m]	14.3	--
G= 30.0 [m]	14.1	--
G= 35.0 [m]	14.6	--
G= 40.0 [m]	15.0	--
G= 45.0 [m]	15.0	--
G= 50.0 [m]	15.0	--
G= 55.0 [m]	15.2	--
G= 60.0 [m]	15.2	--
G= 65.0 [m]	15.0	--
G= 70.0 [m]	15.0	--
G= 75.0 [m]	15.2	--
G= 80.0 [m]	15.1	--
G= 85.0 [m]	14.8	--
G= 90.0 [m]	14.7	--
G= 95.0 [m]	14.7	--
G= 100.0 [m]	14.7	--
G= 105.0 [m]	14.5	--
G= 110.0 [m]	14.5	--
G= 115.0 [m]	14.5	--
Velocità [m/sec]	268.2	1533.5
Descrizione		



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – ONDE SH



INDAGINE SISMICA CONGIUNTA MASW_1 + ESAC_1

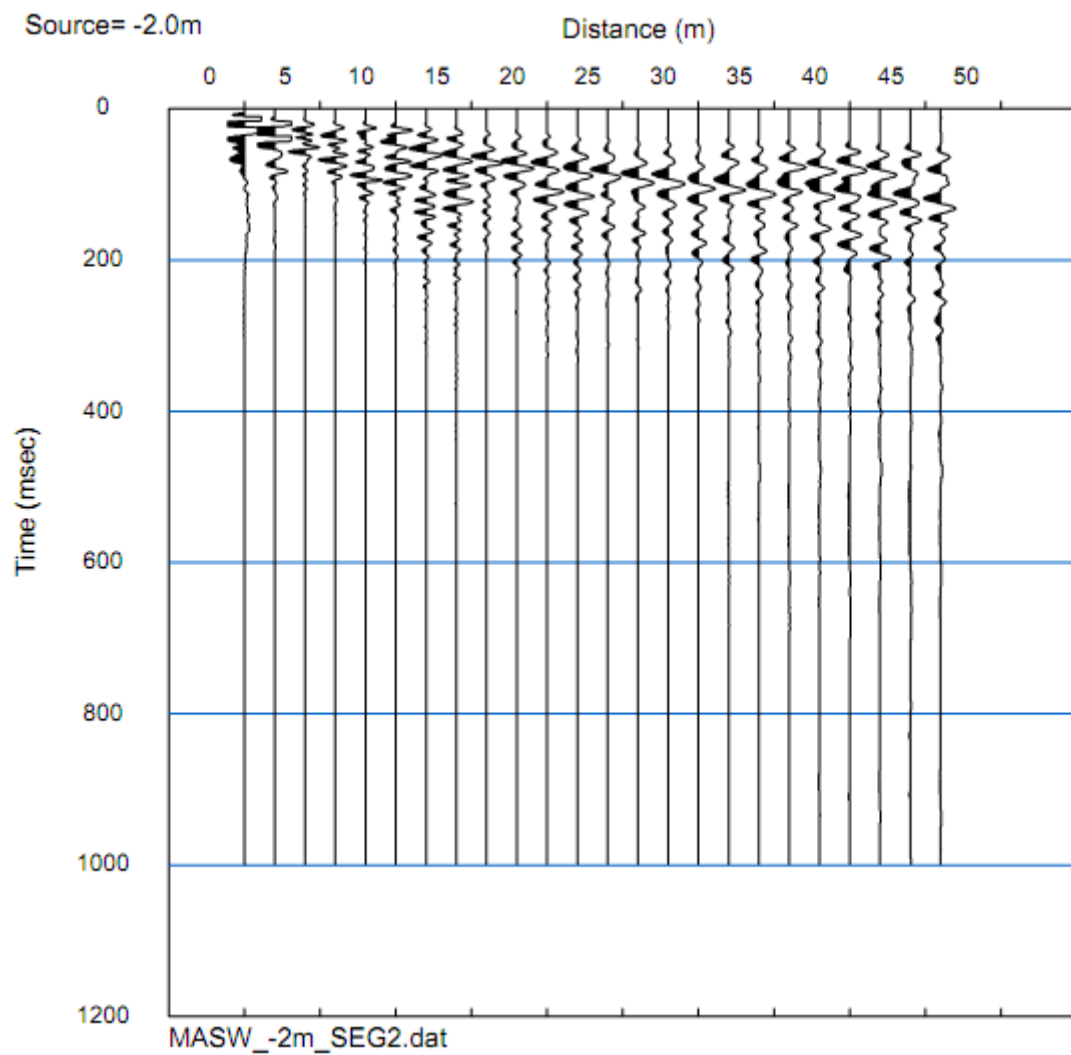
Geometria dello stendimento MASW_1

Numero Geofoni: 24

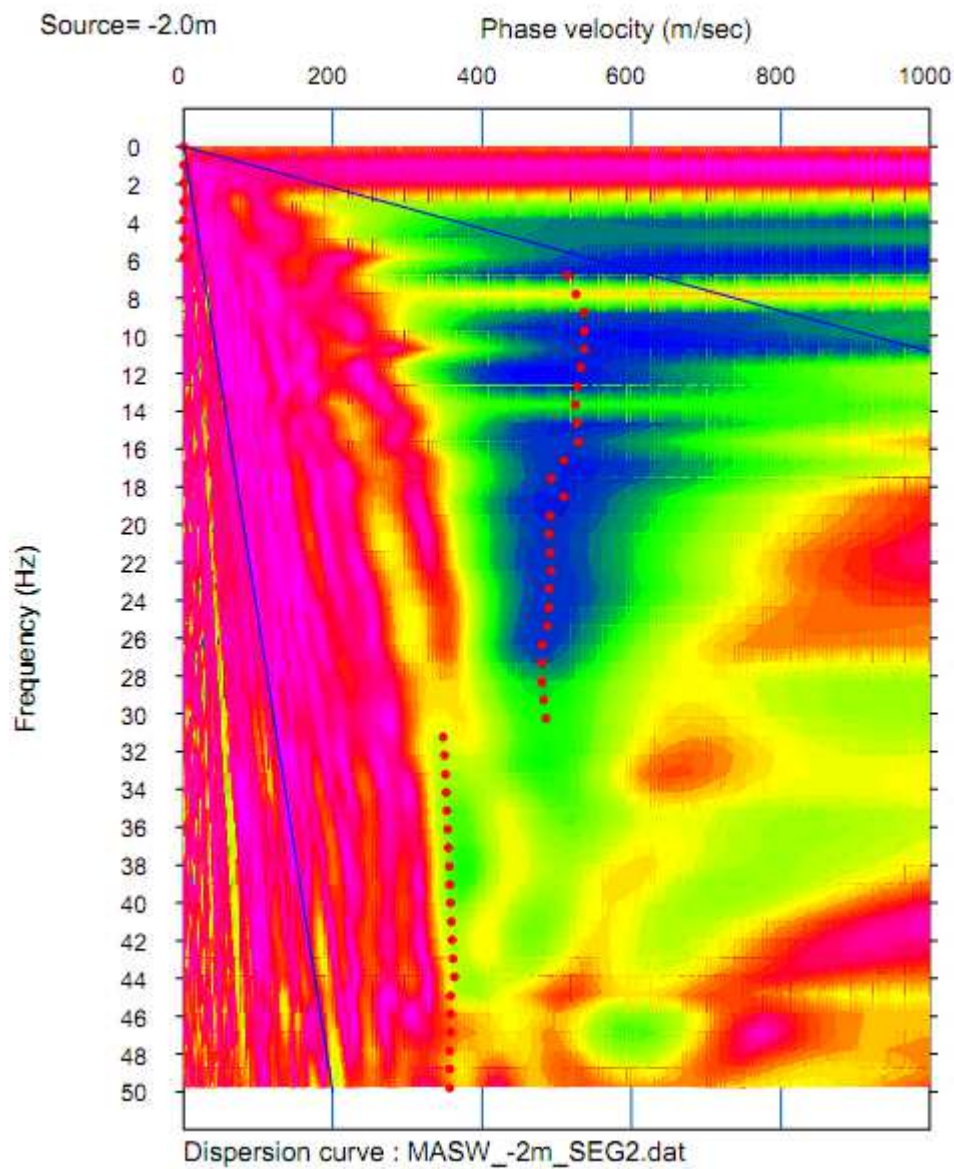
Intervallo (m): 2 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 m

Sismogramma MASW 1



Curva Dispersione MASW 1



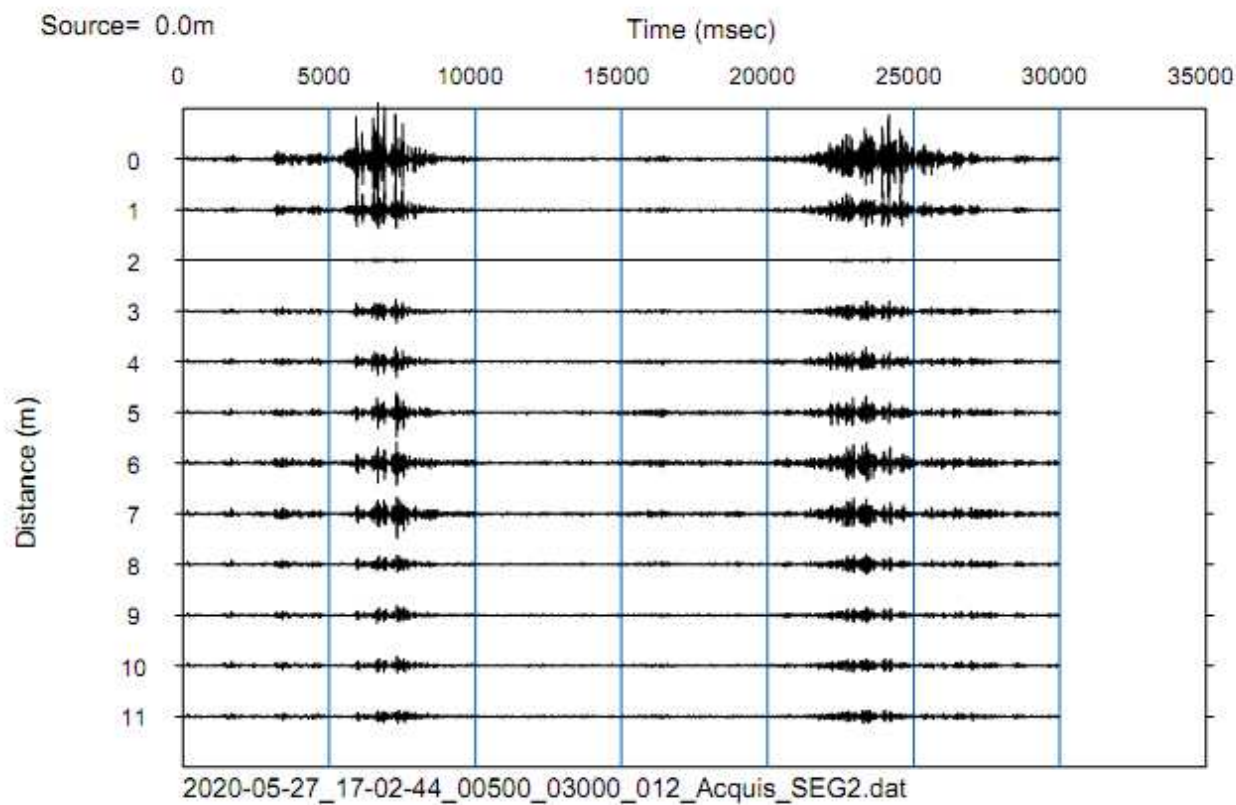
Geometria dello stendimento ESAC 1

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

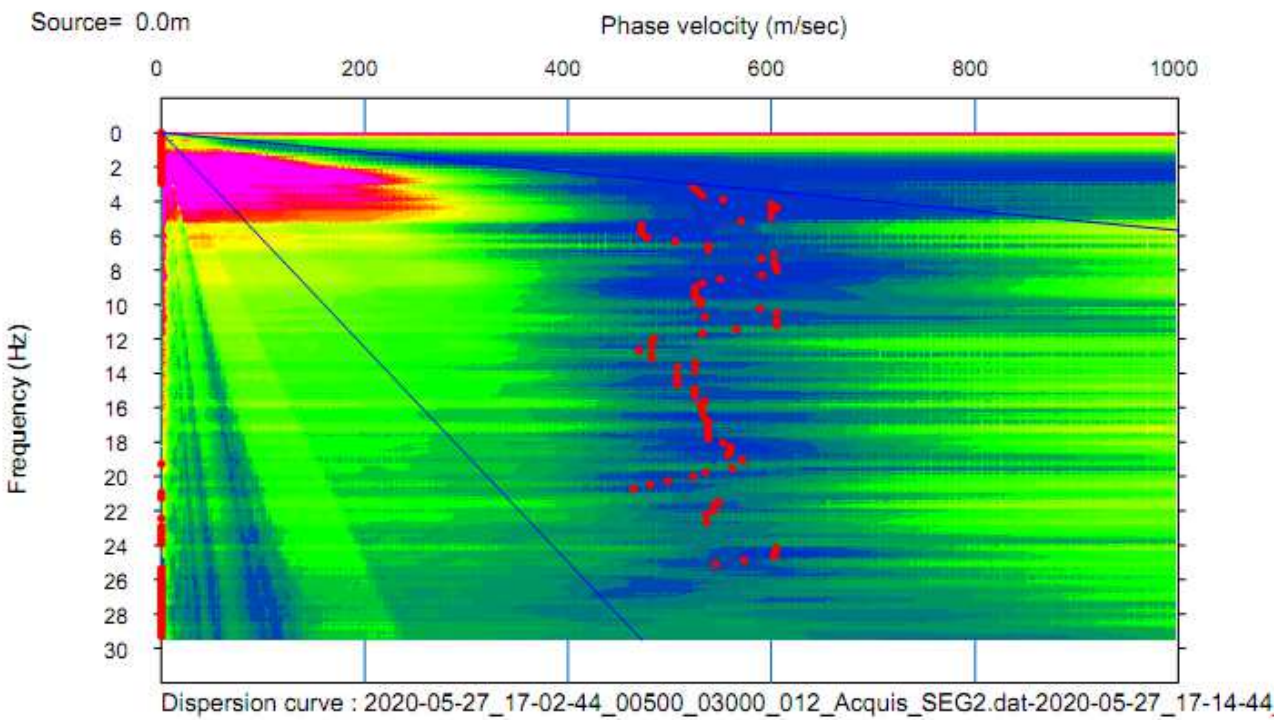
Coordinate (WGS84 UTM33N)

Longitudine	Latitudine
184183	4847829

MAM 2D ESAC 1

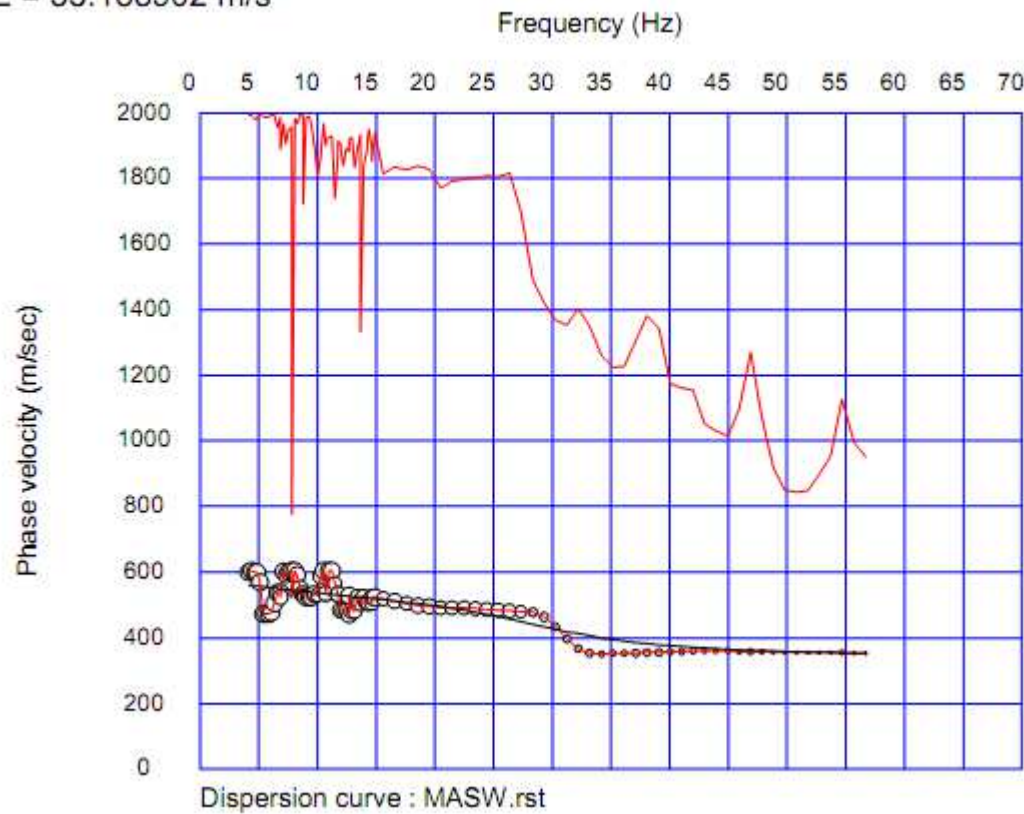


Curva Dispersione ESAC 1

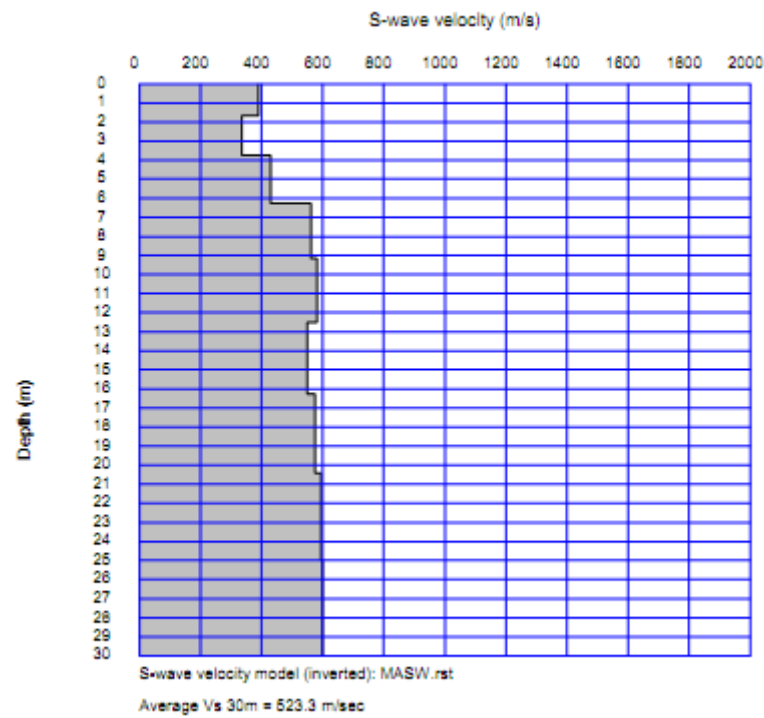


Curva Teorica e Sperimentale MASW 1 + ESAC 1

RMSE = 33.188902 m/s



Profilo Vs MASW 1 + ESAC 1



INDAGINE SISMICA CONGIUNTA MASW_2 + ESAC_2

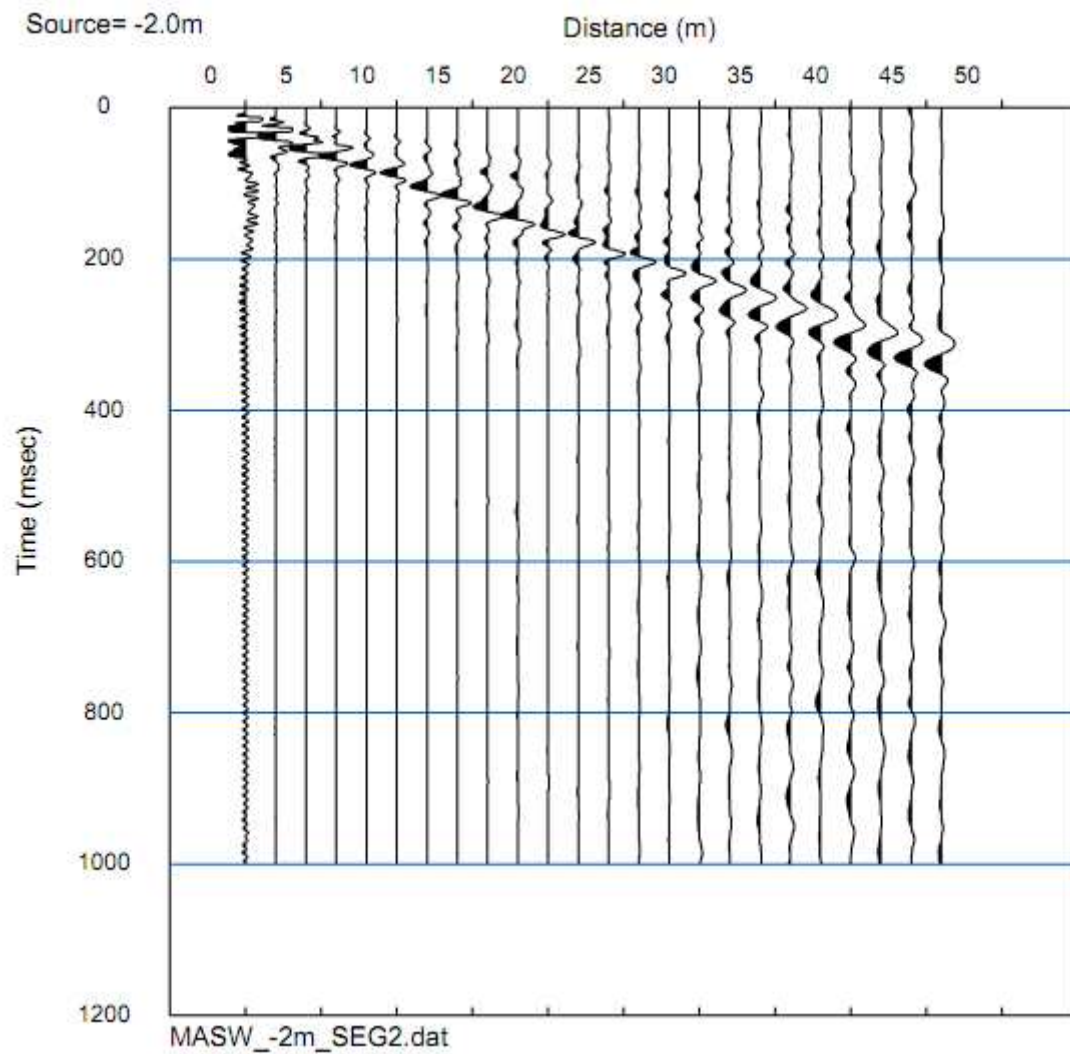
Geometria dello stendimento MASW_2

Numero Geofoni: 24

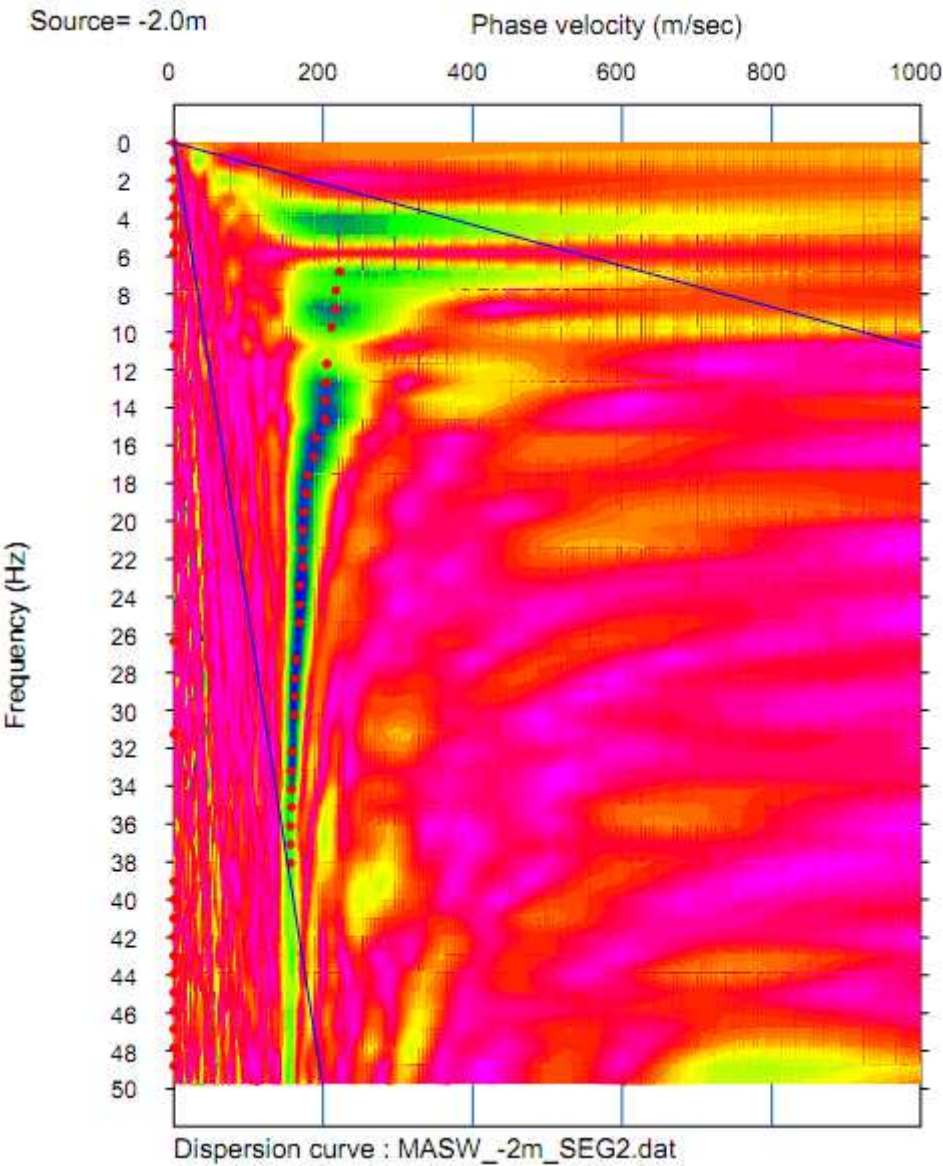
Intervallo (m): 2 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 m

Sismogramma MASW 2



Curva Dispersione MASW 2



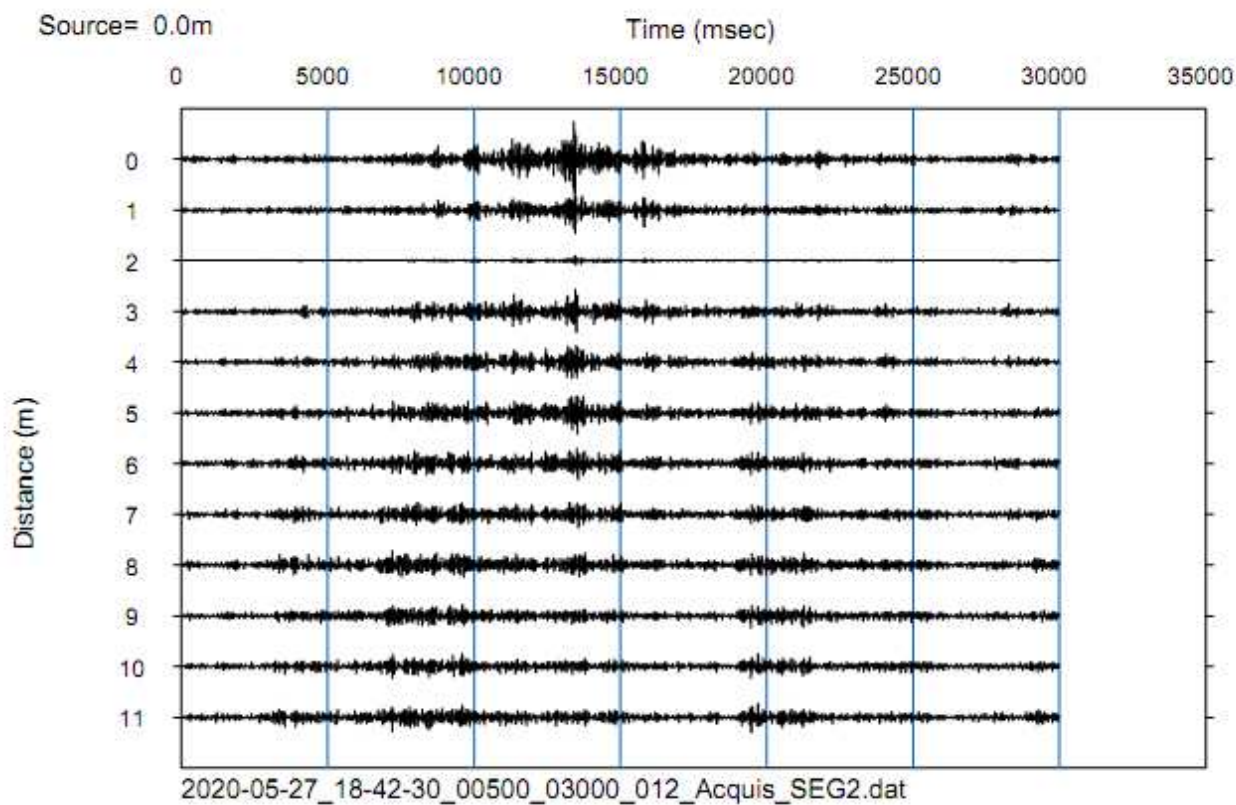
Geometria dello stendimento ESAC 2

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

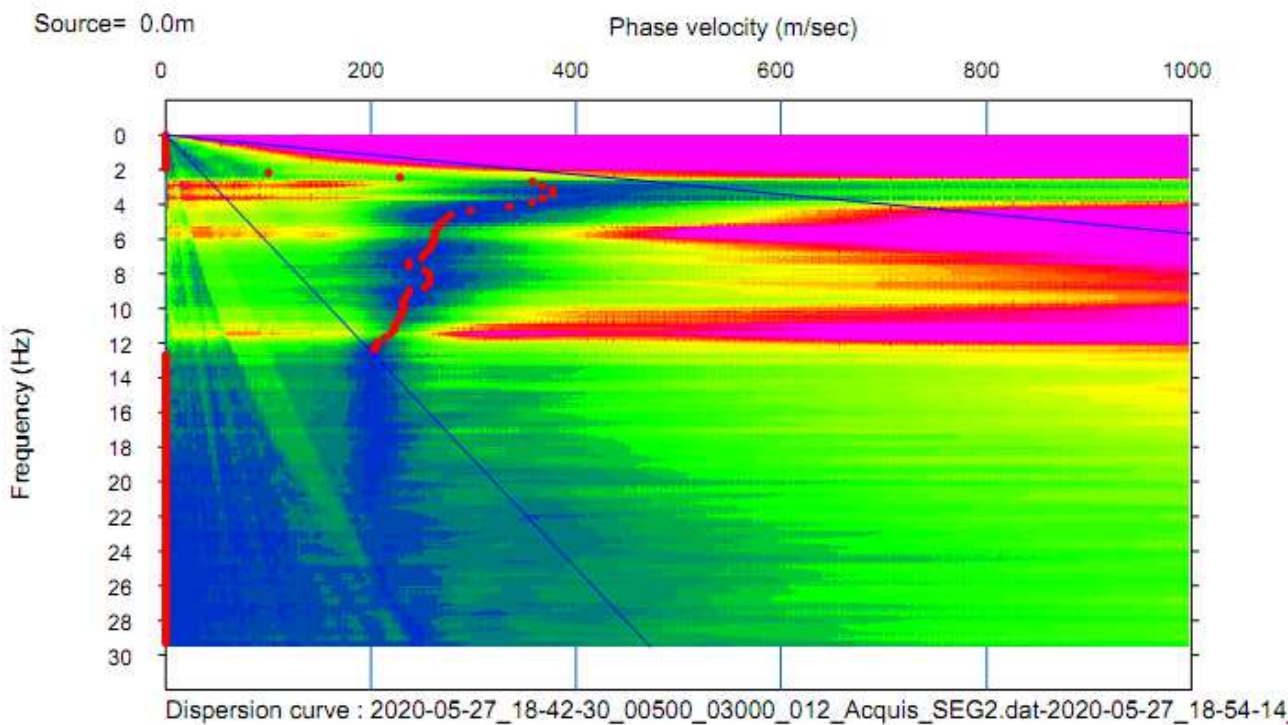
Coordinate (WGS84 UTM33N)

Longitudine	Latitudine
187272	4853943

MAM 2D ESAC 2

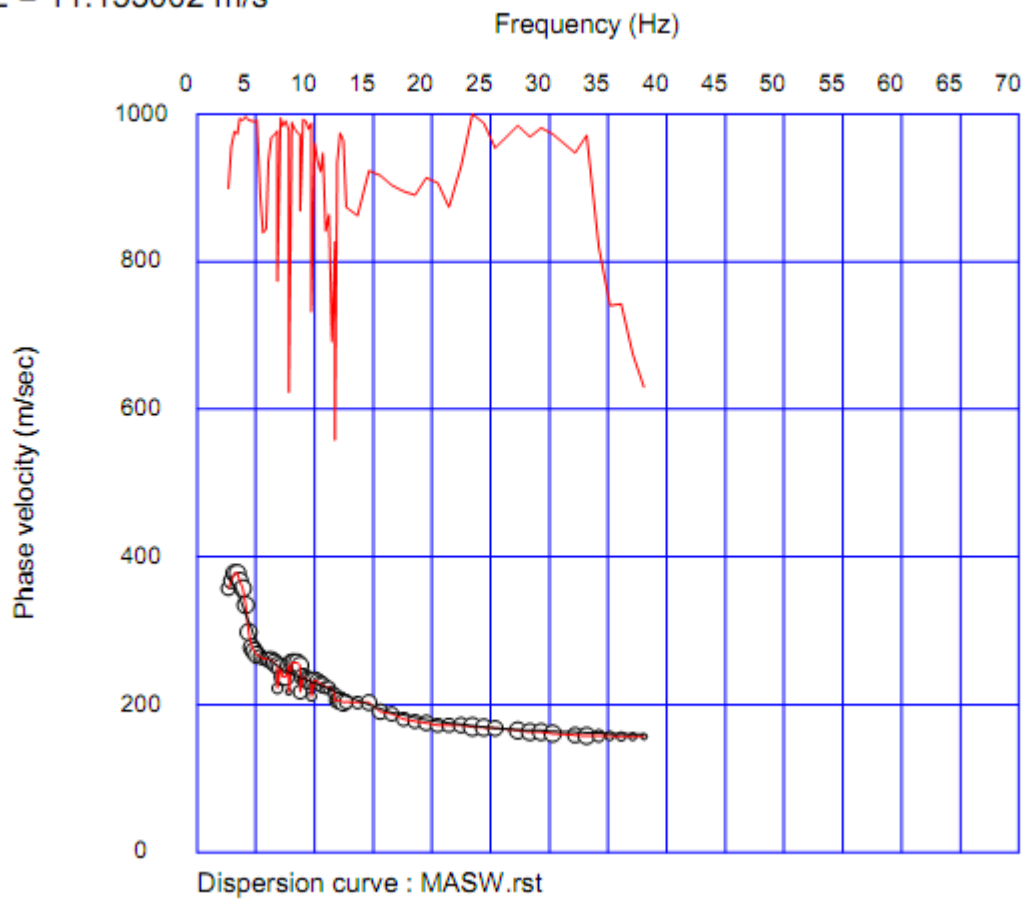


Curva Dispersione ESAC 2

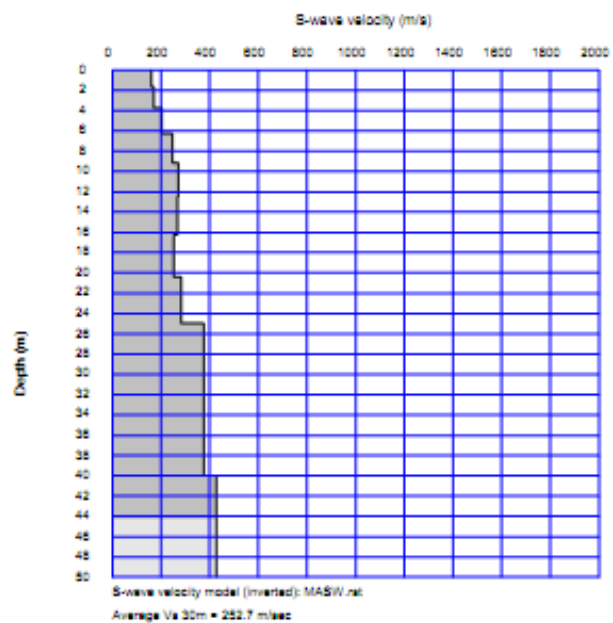


Curva Teorica e Sperimentale MASW 2 + ESAC 2

RMSE = 11.153002 m/s



Profilo Vs MASW 2 + ESAC 2



INDAGINE SISMICA CONGIUNTA MASW_3 + ESAC_3

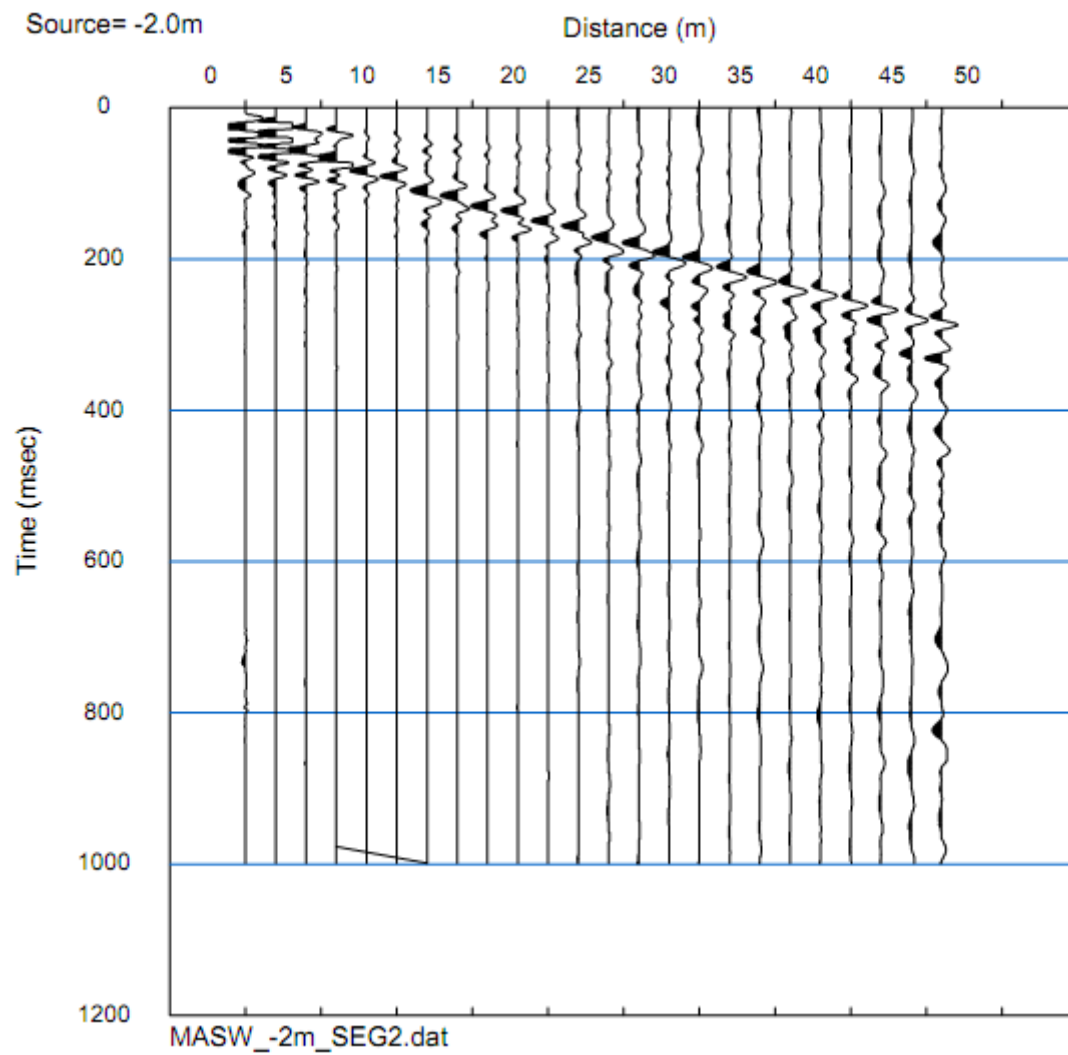
Geometria dello stendimento MASW_3

Numero Geofoni: 24

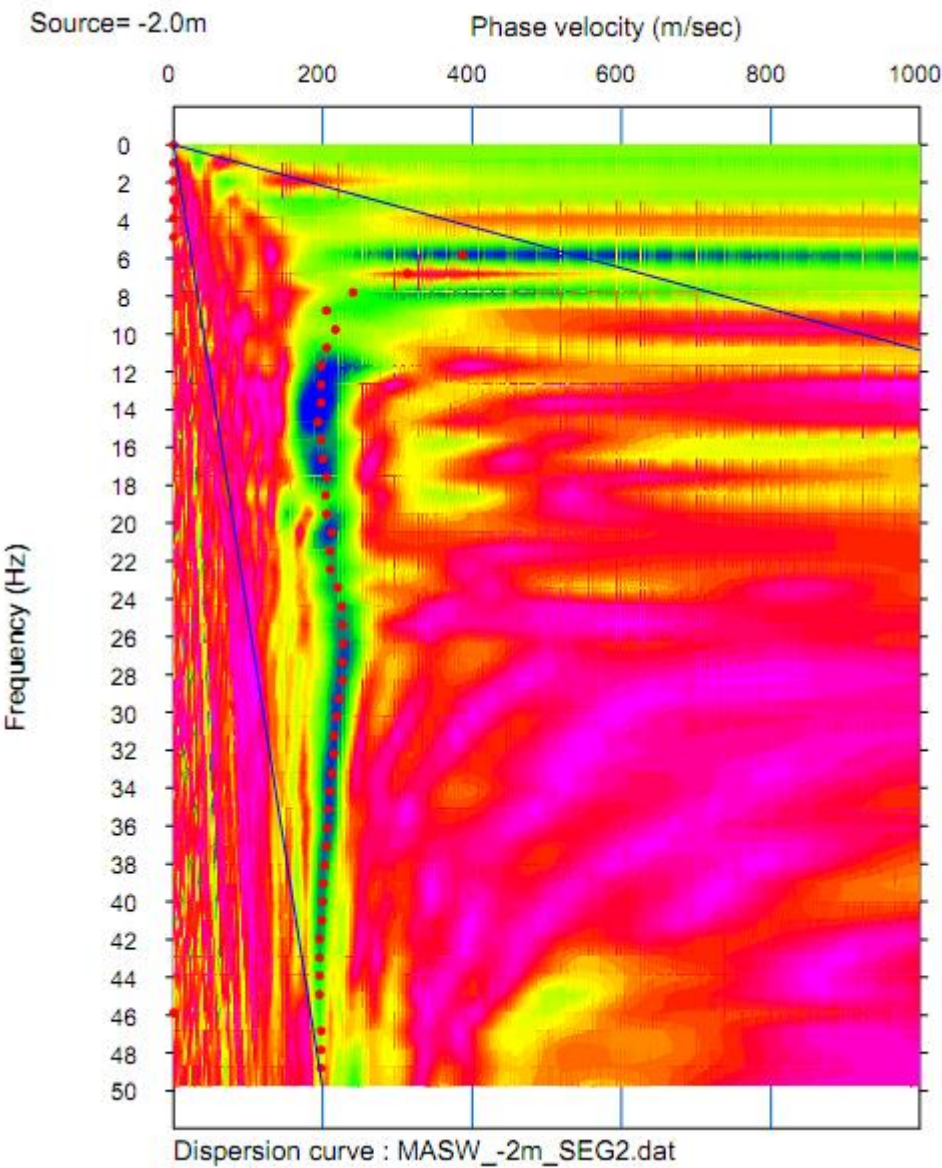
Intervallo (m): 2 m

Lunghezza Stendimento (m): 46 m

Sismogramma MASW 3



Curva Dispersione MASW 3



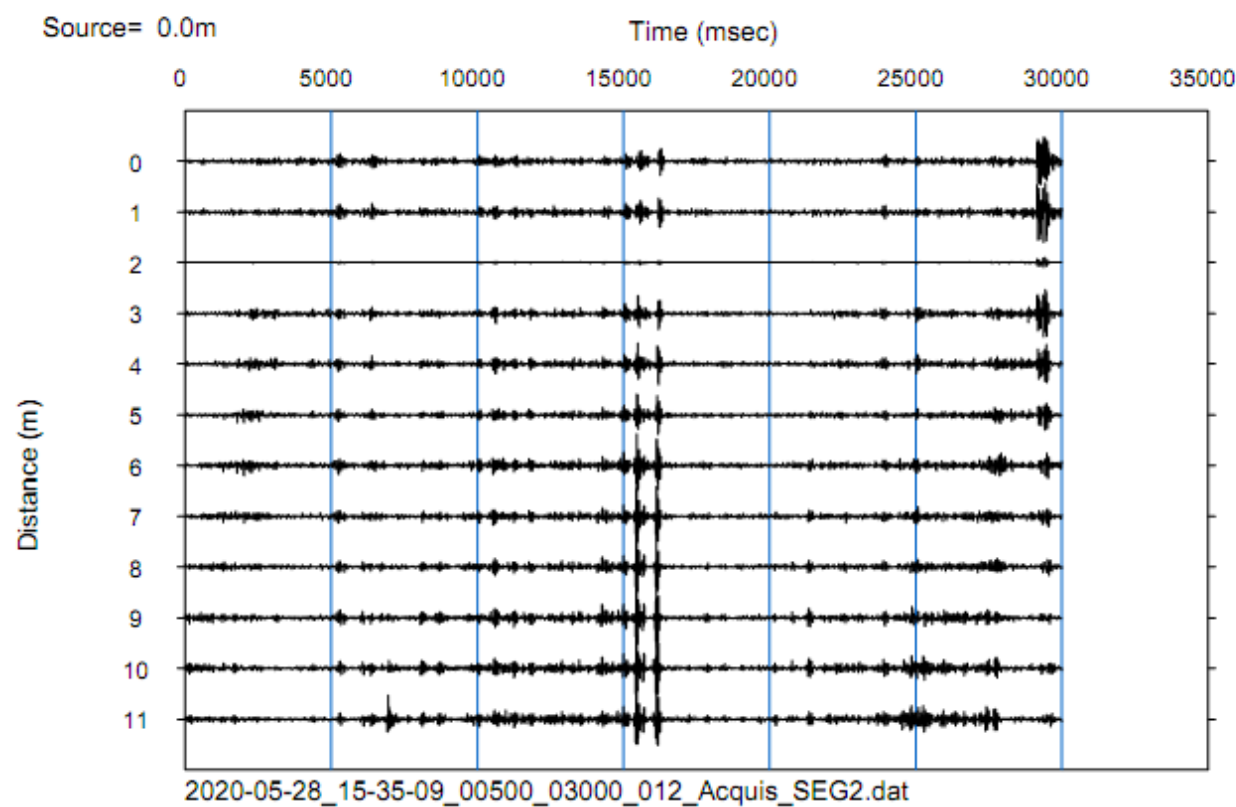
Geometria dello stendimento ESAC 3

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

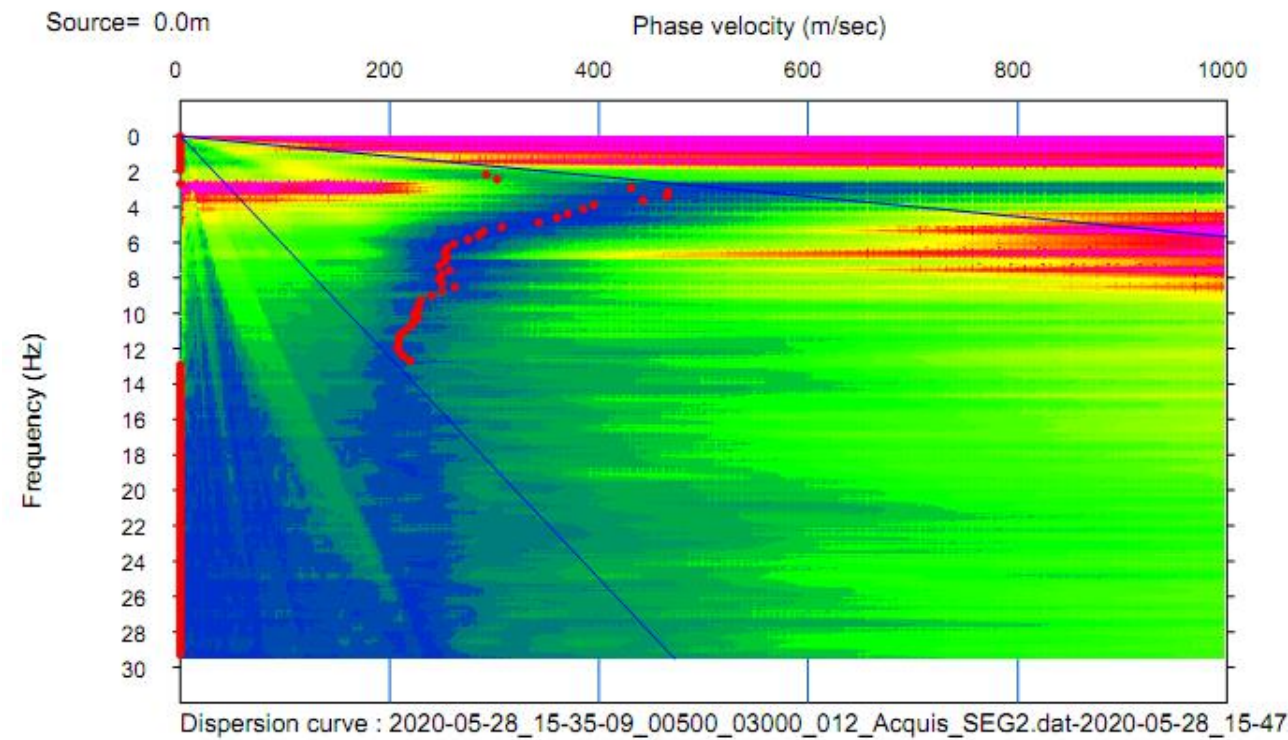
Coordinate (WGS84 UTM33N)

Longitudine	Latitudine
188185	4853973

MAM 2D ESAC3

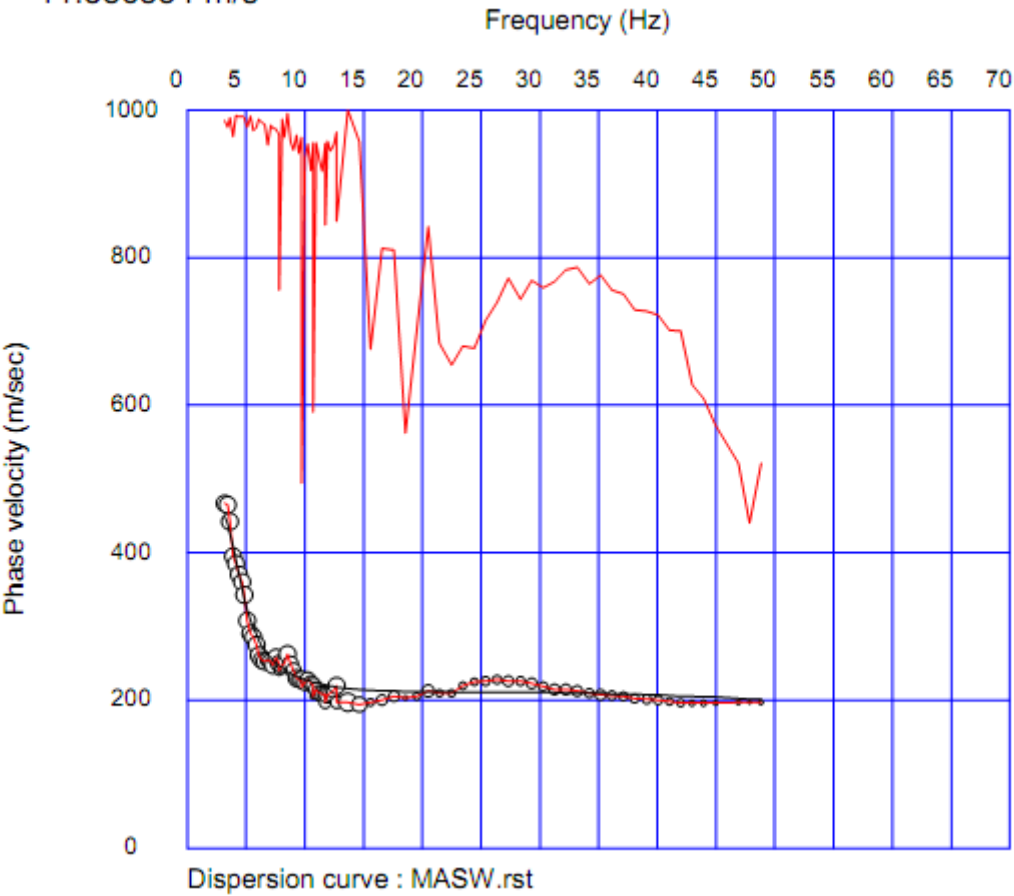


Curva Dispersione ESAC3

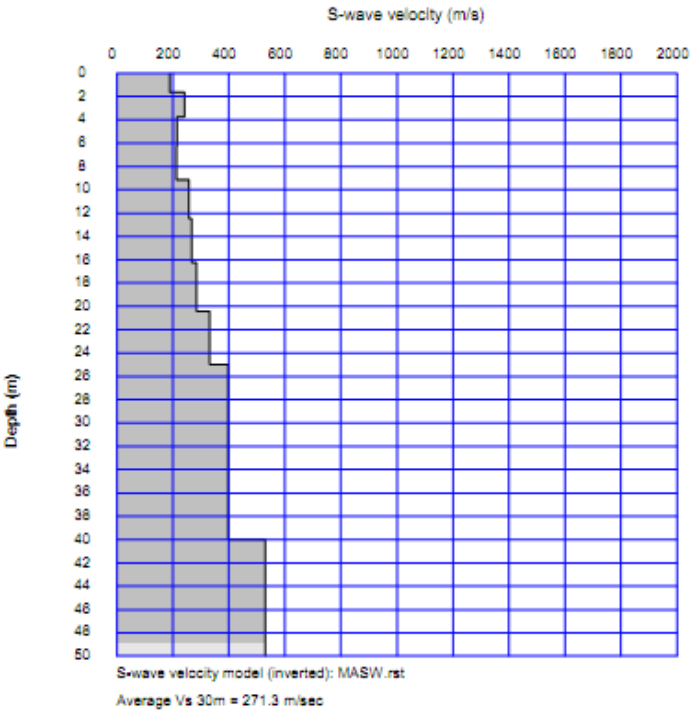


Curva Teorica e Sperimentale MASW 3 + ESAC 3

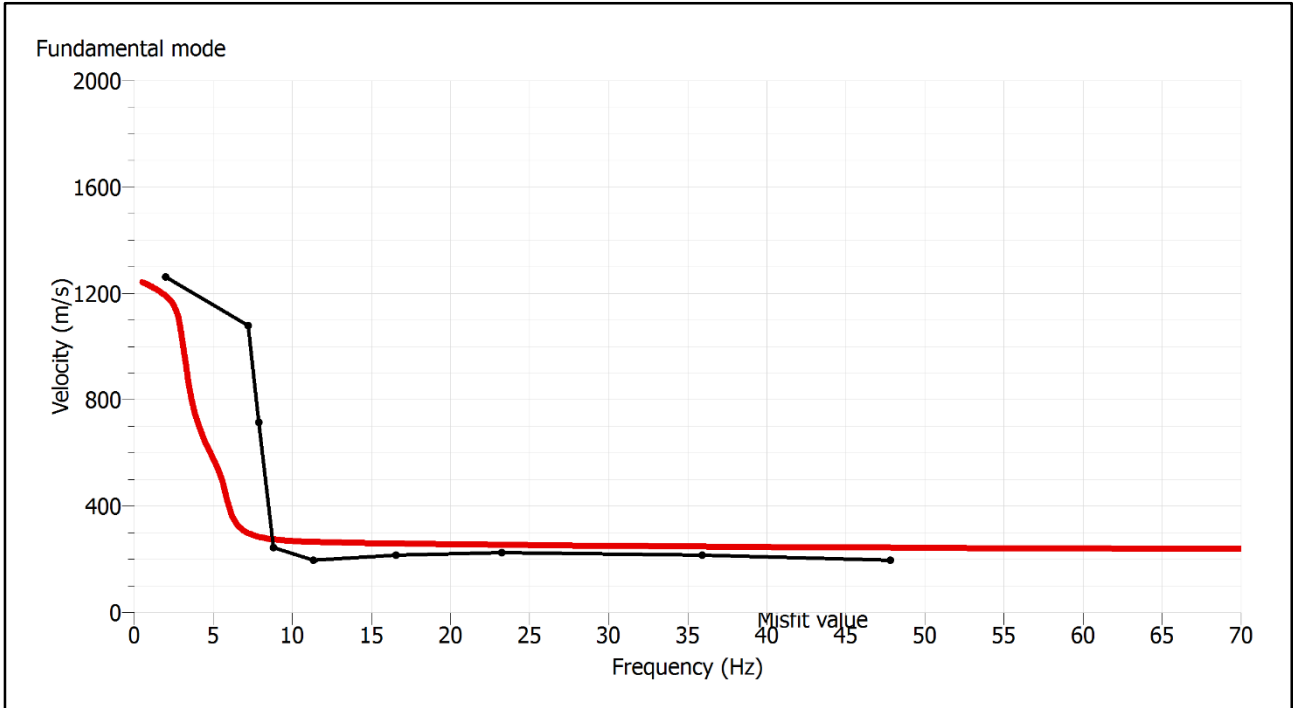
RMSE = 11.386854 m/s

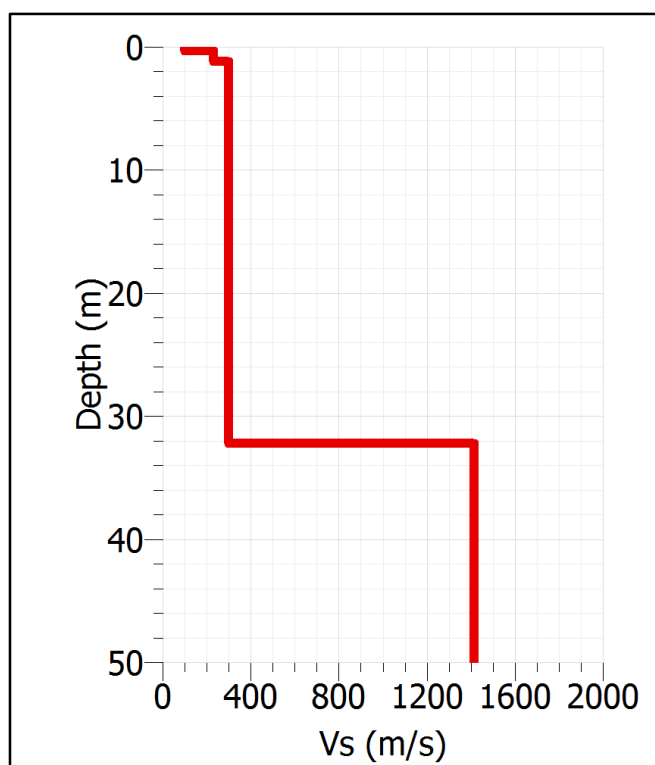
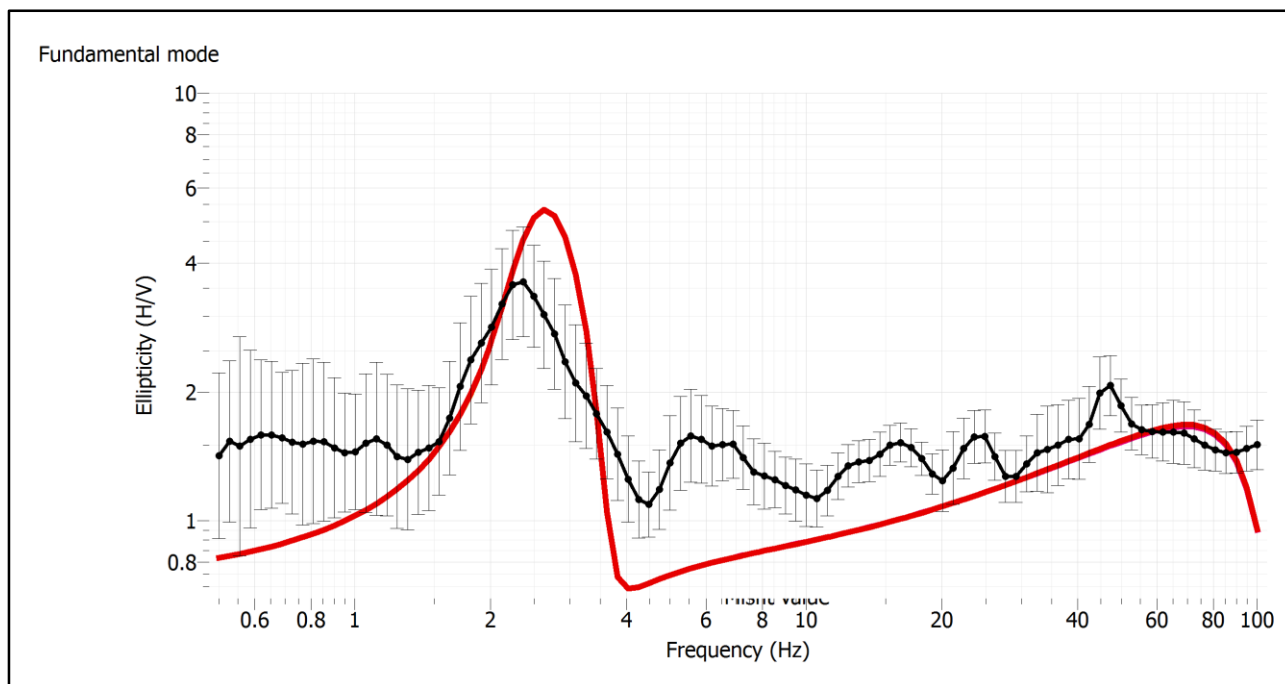


Profilo Vs MASW 3 + ESAC 3



Inversione CONGIUNTA MASW-ESAC 3 + HVSR 29





Profilo Vs da INVERSIONE CONGIUNTA MASW-ESAC 3 + HVSR 29

MICROZONAZIONE SISMICA

Regione Toscana
Comune Lastra a Signa (FI)

<p>Regione</p> <p>Regione Toscana – Settore Sismica</p>	<p>Soggetto realizzatore:</p> <p>Comune di Ladra e Signa /Servizio Assetto del Territorio/RUP Dott. Arch.</p> <p>Professoristi incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Dott. Geol. Cristian Farneti Dott. Geol. Francesco Puccetti</p>	<p>Data</p> <p>Giugno 2020</p>
<div style="text-align: center;">  <p> Via Firenze 6, 50014 - 50015 - 50016 Firenze Tel. 055/2399111 - 055/2399112 E-mail: info@geosigna.com </p> </div>		

• • • **MW** • • MASW

