

COMUNE DI SARACENA

Provincia di Cosenza



*Lavori di “Miglioramento sismico edificio strategico - OCDPC 171 del 19/06/2014 -
Municipio e sede C.O.C.” – Comune di Saracena*

Progetto Esecutivo



G03 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

R.U.P.

Ing. Luigi Vacca

GEOLOGO

Dott. Gilda Grande

PROGETTISTI

Arch. Giulio Cesare Guccione

Arch. Mario Pio Longo

Ing. Marco Lanza

Ing. Antonio De Marco



COMUNE DI SARACENA

PROVINCIA DI COSENZA

RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI PER LAVORI DI MIGLIORAMENTO

SISMICO EDIFICIO STRATEGICO – OCDP 171 DEL 19/06/2014 - MUNICIPIO SEDE

C.O.C.

COMMITTENTE: COMUNE DI SARACENA (CS)

PROGETTISTA INCARICATO:

GEOLOGO

DOTT.SSA GRANDE GILDA

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

COMUNE DI SARACENA

PROVINCIA DI COSENZA

**OGGETTO: “RELAZIONE GEOLOGICA PER I LAVORI DI MIGLIORAMENTO
SISMICO EDIFICIO STRATEGICO – OCDP 171 DEL 19/06/2014 – MUNICIPIO – SEDE
C.O.C.”.**

COMMITTENTE: COMUNE DI SARACENA (CS)

PROGETTISTA INCARICATO:

GEOLOGO:

DOTT.SSA GRANDE GILDA

INDICE

***DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788***

1. INTRODUZIONE

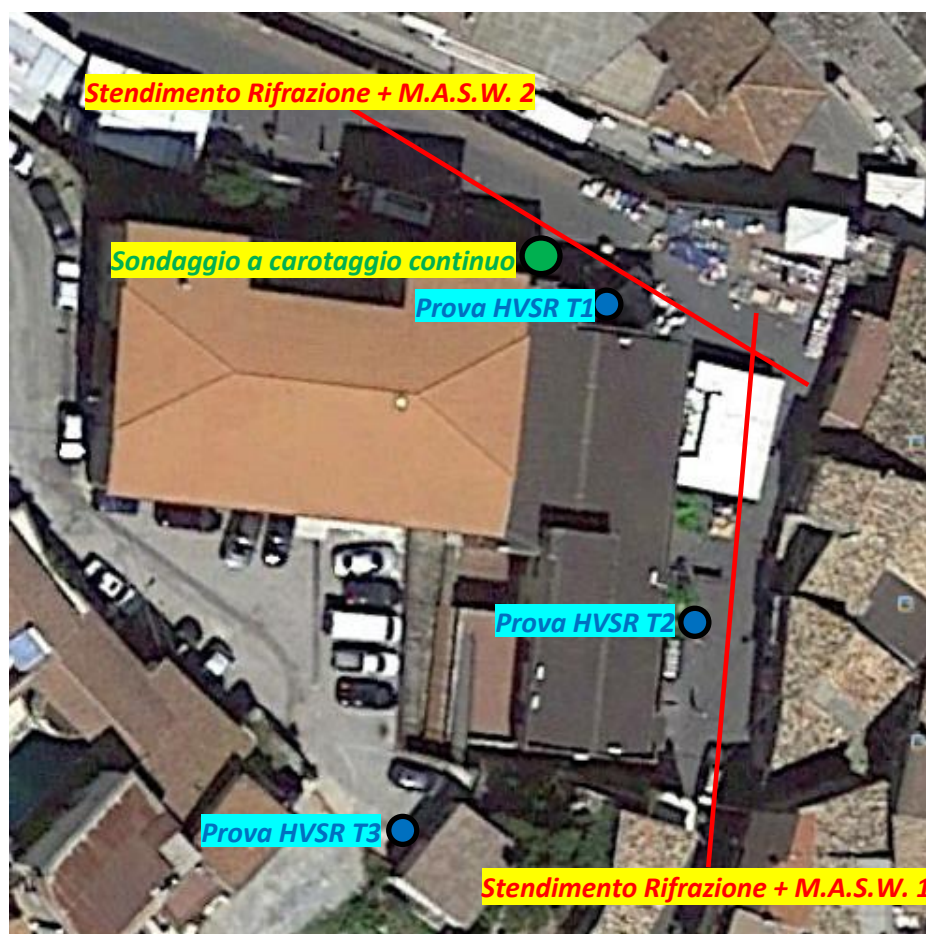
Su incarico dell'Amministrazione comunale di Saracena con determina n. 160 del 26/07/2017, la sottoscritta dott.ssa geologo Gilda Grande nata a Castrovillari il 08.01.1980, residente nel Comune di San Lorenzo del Vallo ed abilitata alla professione di Geologo con iscrizione all'O.R.G. n. 897 ha effettuato una serie di indagini in situ e laboratorio per il progettodi “*Lavori di miglioramento sismico edificio strategico – Municipio sede COC*”.

In particolare si è proceduti all'esecuzione delle seguenti indagini:

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	N. 1
PROSPEZIONI SISMICHE HVSR	N. 3
SISMICA DI TIPO RIFRAZIONE	N. 2
SISMICA DI TIPO M.A.S.W.	N. 2
ANALISI DI LABORATORIO	N. 1

CONTENUTI DELLA RELAZIONE TECNICA

- ◆ Rapporto di Prova – Sondaggio a Carotaggio Continuo
- ◆ Descrizione della Prova HVSR
- ◆ Elaborazione delle ProveHVSR
- ◆ Descrizione della Prova Sismica a Rifrazione
- ◆ Elaborazione Prove Sismiche a Rifrazione
- ◆ Descrizione della Prova Sismica M.A.S.W.
- ◆ Elaborazione Prove Sismiche M.A.S.W.
- ◆ Rapporto Tecnico Prove di laboratorio su campione prelevato



Ubicazione Indagini

2. SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Nell'esecuzione del Sondaggio a Carotaggio Continuo, sono state espletate le seguenti categorie di lavori:

- ✓ N° 1 (uni) sondaggio meccanico: S1 a carotaggio continuo con l'utilizzo di una sonda CMV 900;
- ✓ Esecuzione SPT ad una quota – 2,50 m;

Il materiale carotato è stato collocato in apposite cassette catalogatrici, attualmente a disposizione della committenza, e successivamente analizzato ai fini della redazione delle relative stratigrafie di sondaggio.

Scheda tecnica del sondaggio

Il sondaggio ha avuto inizio il 28/07/2016.

Sonda	CMV 900
Fondo foro	12,00 m dal p.c.
Cassette catalogatrici	N° 3
Carotaggio con carotiere semplice ø 101 mm	Da ml 0,00 a ml 12,00

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

L'esame del materiale estratto nel corso delle perforazioni, conservato nelle apposite cassette catalogatrici in PVC a cinque scomparti delle dimensioni m 0,50 x m 1,00, ha consentito la definizione della sequenza stratigrafica.

Per le caratteristiche di dettaglio si rinvia alla lettura della stratigrafia in allegato.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

Cassetta 1 da ml 0,00 – 5,00

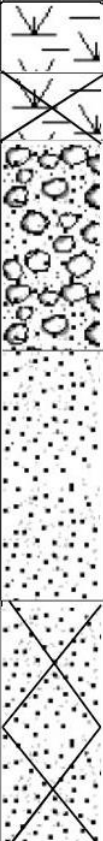


Cassetta 2 da ml 5,00 – 10,00



Cassetta 3 da ml 10,00 – 12,00



COMMITTENTE :			COMUNE DI SARACENA			SONDAGGIO N° :			1		
LOCALITA' :			Municipio Sede COC - Saracena (CS)			TIPO SONDA:			CMV 900		
IMPRESA ESECUTRICE :			IMPER SONDA TRIVELLAZIONI S.A.S.			COORDINATE WGS84:			39,775749 - 16.156427		
DATA :			luglio-17			QUOTA p. c. :			600 Mt		
mi.	mi.	Ø						mi.			
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	% carotaggio	rqd	livello falda	Campione	S.P.T.	kg/cmq Pocket p. kg/cmq Vanetest
0,50					Terreno a composizione sabbiosa- limosa						
1,00	1,00										
1,50					Materiale di riempimento a composizione dolomitica						
2,00	2,00										
2,50											
3,00										2,50 m - Rifiuto	
3,50					Dolomie calcarea fortemente alterati e fratturati da grigi a nerastri	70%					
4,00											
4,50											
5,00	5,00										
5,50					Dolomie alterate e fratturate con occasionali intercalazione di argilliti fogliettate con una potenza che arriva fino a circa 15 cm con all'interno ciottoli di natura dolomitica-calcarea				6,00 mt 6,20 mt		
6,00											
6,50											
7,00											
7,50											
8,00											
8,50	8,50										
9,00											
9,50											
10,00					Dolomie con alcuni livelli alterati e fratturati di colore grigi a nerastri e occasionali breccie intraformazionali	70%					
10,50											
11,00											
11,50											
12,00	12,50										
12,50											
13,00											
13,50											
14,00											
14,50											
15,00											
15,50											
16,00											
16,50											
17,00											
17,50											
18,00											
18,50											
19,00											
19,50											
20,00											

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

3. PROSPEZIONI SISMICHE HVSR

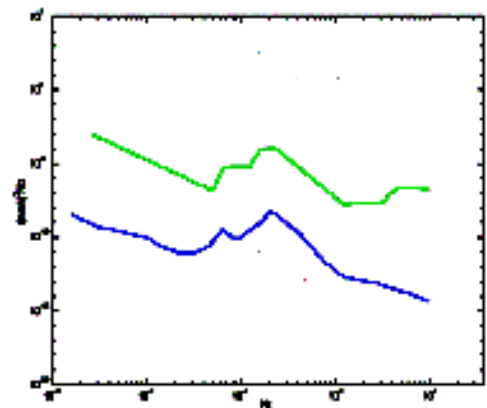
Nel sito in oggetto sono state effettuate tre misure del microtremore ambientale della durata di 20 minuti con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (TROMINO[®], 10 x 7 x 14 cm per 1 kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128Hz.

Sorgente del rumore

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto piccole ($10-15 \text{ [m/s}^2\text{]}^2$ in termini di accelerazione), molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale, in assenza di vento e nel caso in cui il terreno sia roccioso e pianeggiante, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in figura a lato, dove la curva bassa rappresenta il rumore di fondo “minimo” di riferimento secondo il servizio geologico



statunitense (USGS) mentre la curva superiore rappresenta il “massimo” di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche.

Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

Effetti di percorso

Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che, se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica di "raytracing", è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste è la tecnica dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSr.

Definizioni e Tecnica Impiegata

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSr), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

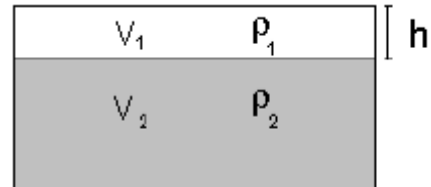
E' ampiamente riconosciuto che l'HVSr è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSr può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico. Le basi teoriche dell'HVSr sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D).

Considerando un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2), un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (fr) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a

$$fr = V_{P1}/(4 h) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$fr = V_{S1}/(4 h) \quad [2]$$



Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati. Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, la risposta strumentale e l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo.

Rileviamo inoltre come i microtremori siano solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994). Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

L'applicabilità pratica della semplice formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (Gallipoli et al., 2000; Mucciarelli e Gallipoli, 2001; Castellaro et al., 2005).

Poiché la situazione illustrata è tipica delle coltri sedimentarie sovrastanti basamenti rocciosi, il metodo HVSR è parso immediatamente applicabile alla determinazione dello spessore delle coltri sedimentarie (si veda Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999). In questo lavoro i segnali saranno analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali HVSR ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, come in Mulargia e Castellaro (2006).

Procedura di analisi dati

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve HVSr, ottenute col software Grilla in dotazione a TROMINO[®], secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), con parametri:
 - larghezza delle finestre d'analisi 20 s;
 - lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
 - rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore a 2;
 - rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1.

Le profondità ***h*** delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula [3] in cui “***V₀***” è la velocità al tetto dello strato, “***a***” un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e “***v***” la frequenza fondamentale di risonanza (Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$h = \left[\frac{V_0(1-a)}{4v_1} + 1 \right]^{1/(1-a)} - 1 \quad [3]$$

Analisi dei dati

Nell' area sono state eseguite n° 3 stazioni di misura, per un tempo di acquisizione di 20'. Dopo le operazioni di elaborazione dati descritte, per le prova, si sono ottenuti i diagrammi H/V e la curve di spettro riportate in allegato. La ricerca dei picchi da interpretare è stata effettuata, congiuntamente, nel grafico H/V e in quello degli spettri singoli.

In particolare, i picchi H/V di origine stratigrafica sono quelli generati da un minimo nelle componenti verticali del moto – curve magenta negli spettri – che significa minimo delle onde di Rayleigh alla frequenza di risonanza. Oltre a questo può esistere un massimo nelle componenti orizzontali del modo. L'esame degli elaborati porta a notare quanto segue:

Sondaggio T1:

Nella prova è stata rilevata una fascia di risonanza principale compresa tra le frequenze circa 3-5 Hz. Tale fascia rappresenta le frequenze che, in caso di sisma, il terreno trasmette ed amplifica, ed è

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

quindi la frequenza da evitare al fine di prevenire “accoppiamenti di risonanza” fra edificio e terreno;

Sondaggio T2:

Nella prova è stato rilevato un picco di risonanza principale alla frequenza di circa 35 Hz. Tale picco rappresenta la frequenza che, in caso di sisma, il terreno trasmette ed amplifica, ed è quindi la frequenza da evitare al fine di prevenire “accoppiamenti di risonanza” fra edificio e terreno;

Sondaggio T3:

Nella prova è stato rilevato un picco di risonanza principale alla frequenza di circa 35 Hz. Tale picco rappresenta la frequenza che, in caso di sisma, il terreno trasmette ed amplifica, ed è quindi la frequenza da evitare al fine di prevenire “accoppiamenti di risonanza” fra edificio e terreno;

SARACENA T1

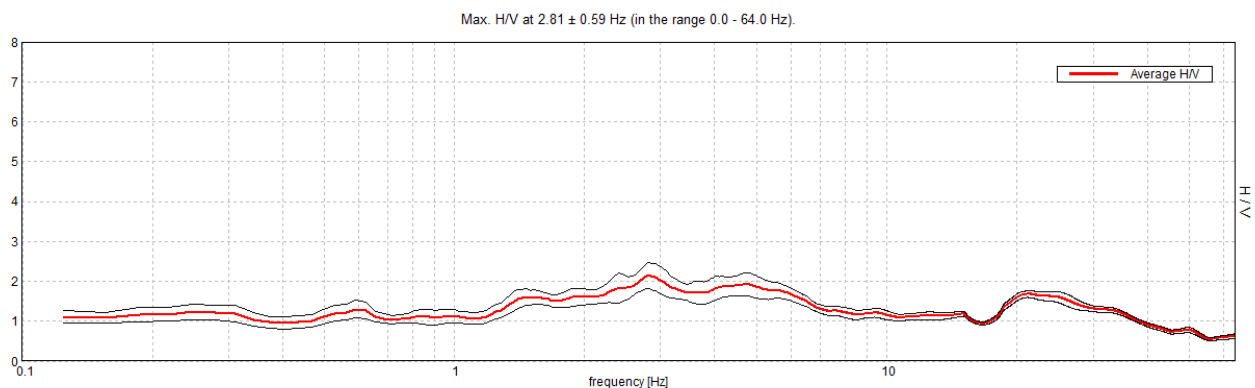
Instrument: TRZ-0066/01-10
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Channel labels:
NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h16'00".
Analyzed 77% trace (manual window selection)

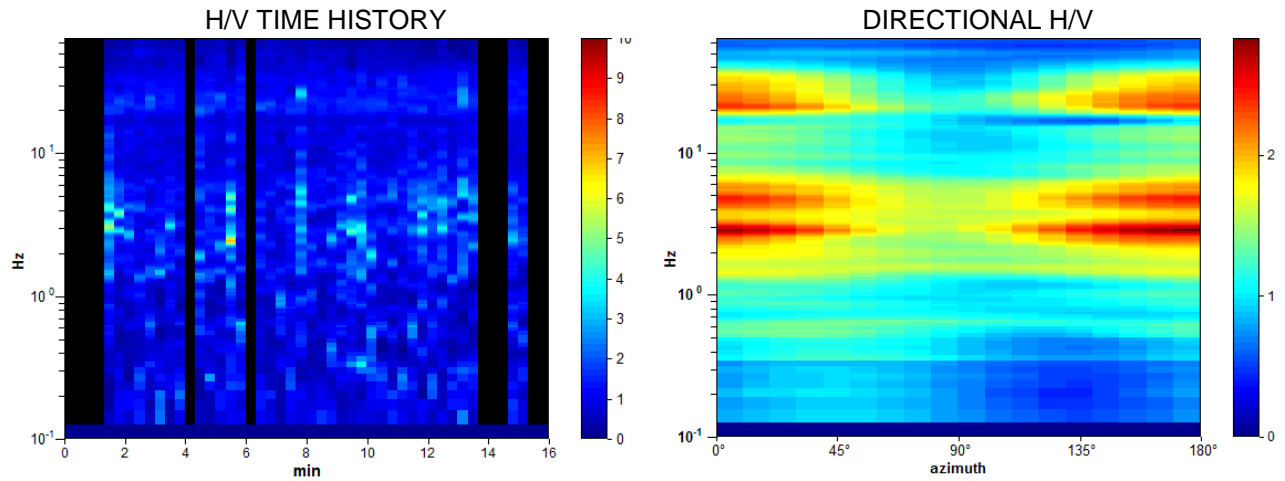
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%



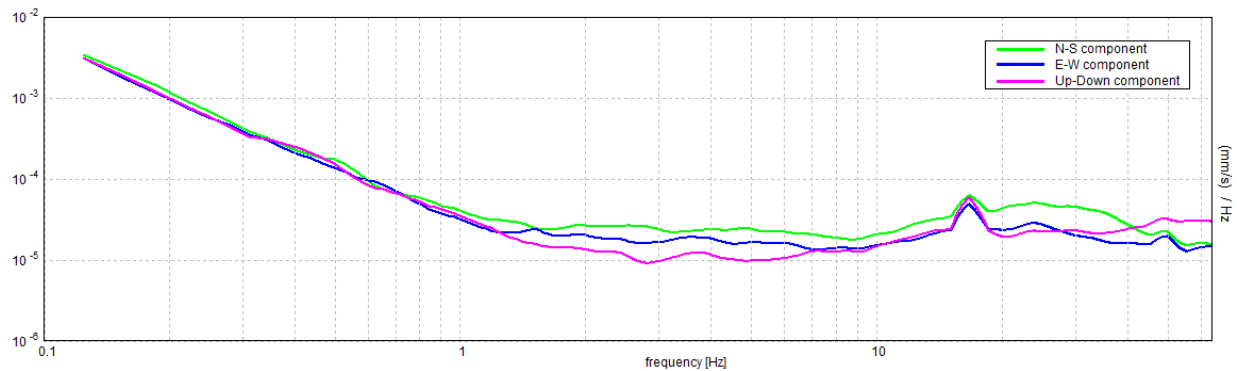
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grillam manual](#) before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 2.81 ± 0.59 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2081.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 136 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.125 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		OK	
$A_0 > 2$	$2.14 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.20996 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.59052 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.332 < 1.58$	OK	

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

O.R.G.C. n° 897

STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)

VIA PIAVE, 46

P.I.:03122700788

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ 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

SARACENA T2

Instrument: TRZ-0066/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Channel labels:

NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00".

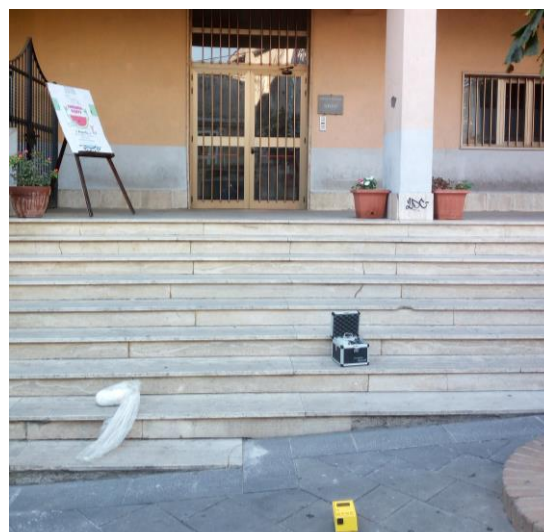
Analyzed 92% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

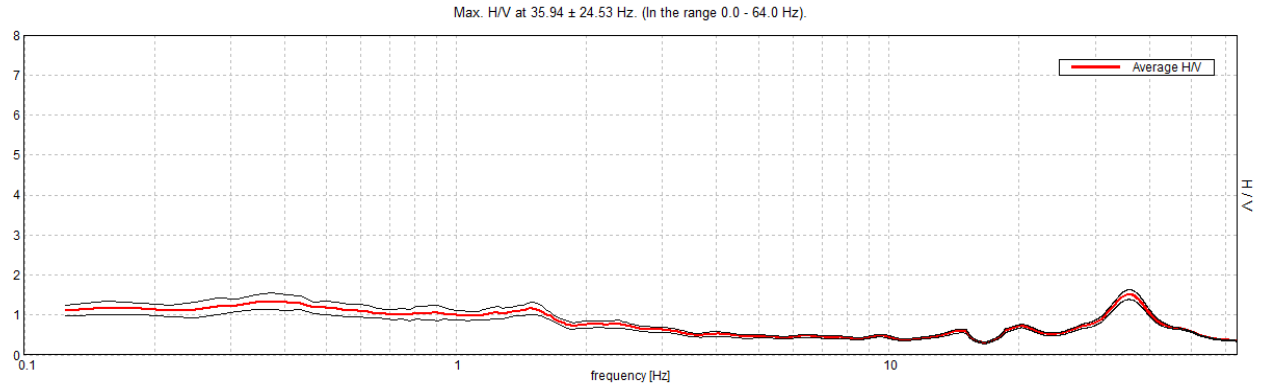
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

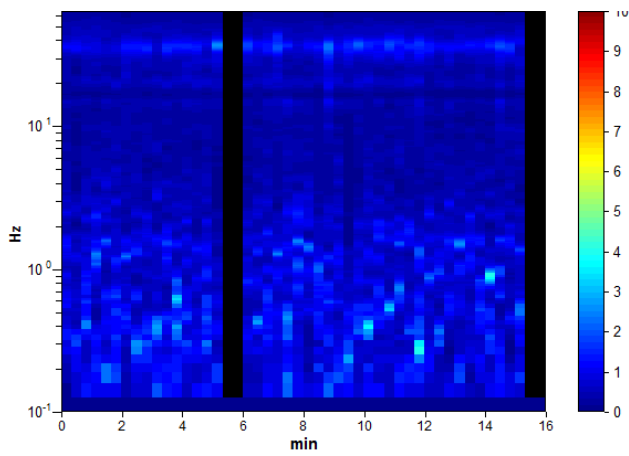


DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

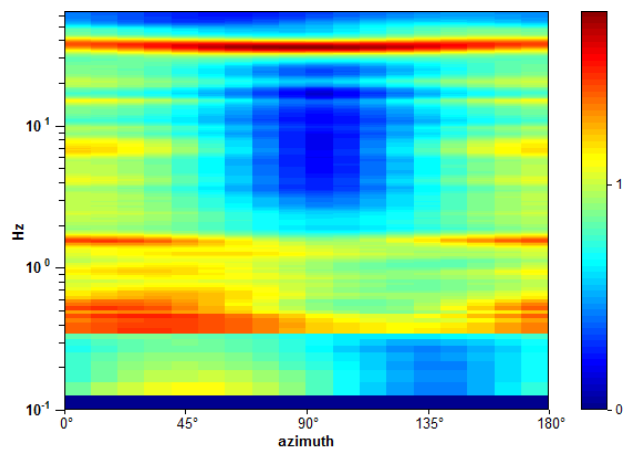
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



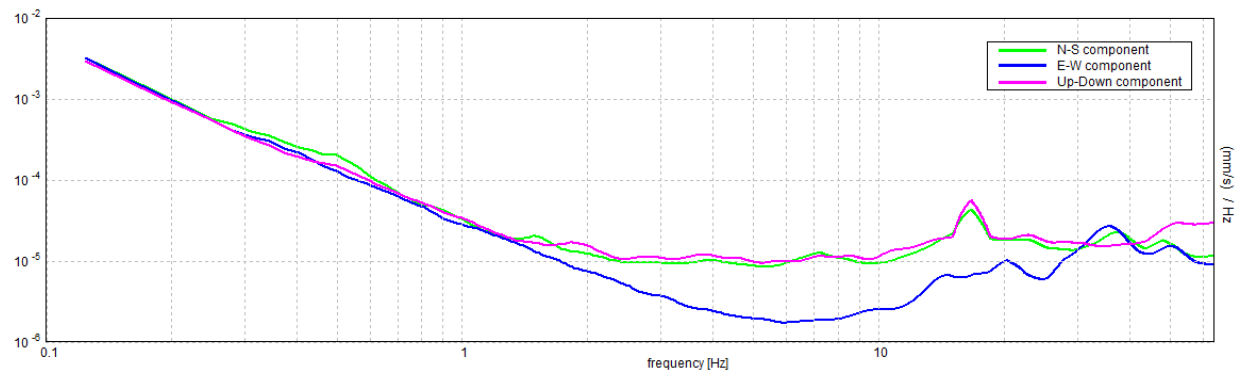
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grillam](#) manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 35.94 \pm 24.53 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

Criteria for a reliable H/V curve			
[All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$35.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$31625.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1474 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak			
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	29.188 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	43.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.51 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.68269 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$24.53422 < 1.79688$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.123 < 1.58$	OK	
L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$	window length number of windows used in the analysis number of significant cycles current frequency H/V peak frequency standard deviation of H/V peak frequency threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ H/V peak amplitude at frequency f_0 H/V curve amplitude at frequency f frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$		

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ 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

SARACENA T3

Instrument: TRZ-0066/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Channel labels:

NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00".

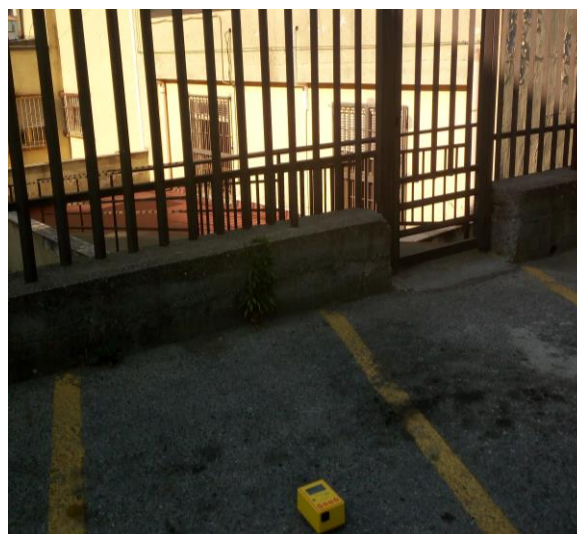
Analyzed 92% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

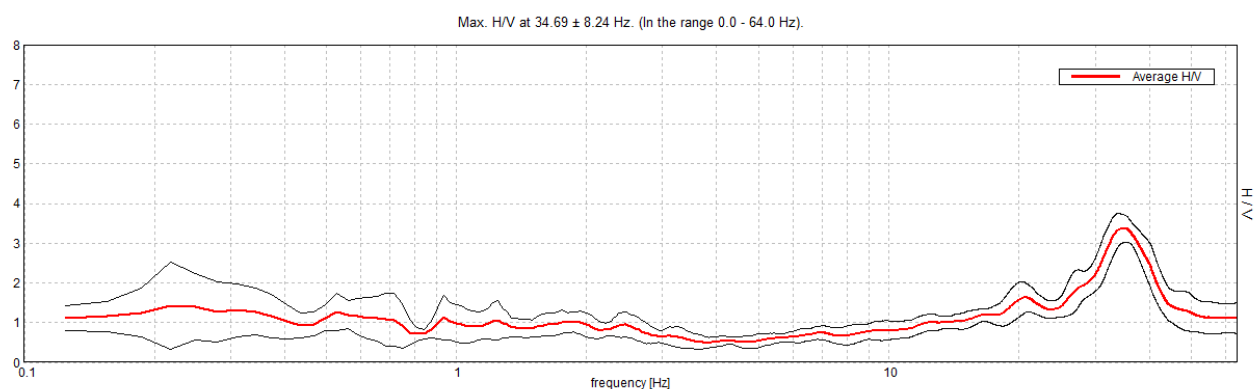
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

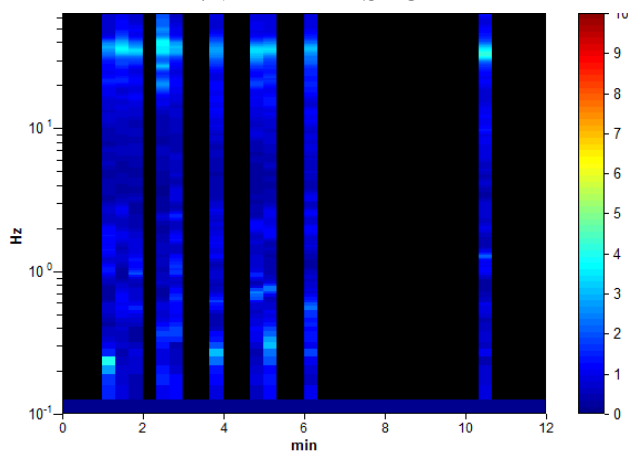
Smoothing: 10%



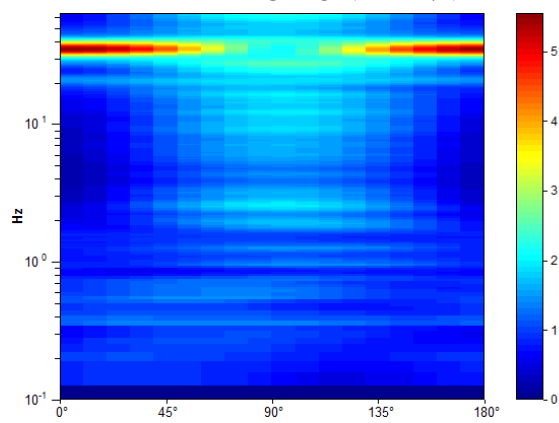
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



H/V TIME HISTORY

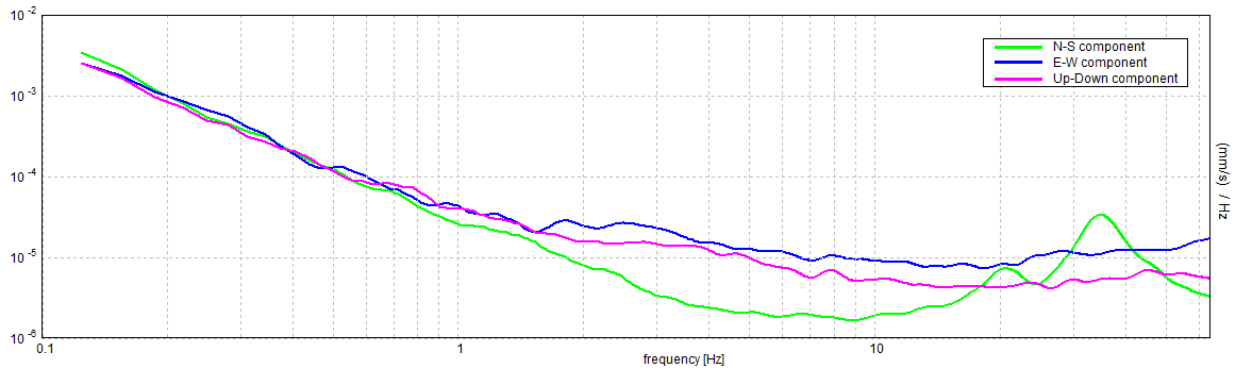


DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the [Grill](#) manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 34.69 ± 8.24 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve			
[All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$34.69 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6937.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1494 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak			
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	26.344 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	43.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.37 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.09959 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.45468 < 1.73438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1521 < 1.58$	OK	
L_w	window length		
n_w	number of windows used in the analysis		
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles		
f	current frequency		
f_0	H/V peak frequency		
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency		
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$		
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0		
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f		
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$		
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$		
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided		

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

O.R.G.C. n° 897

STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)

VIA PIAVE, 46

P.I.:03122700788

$\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
---	--

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. 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	0.2 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

4. SISMICA DI TIPO RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di

incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

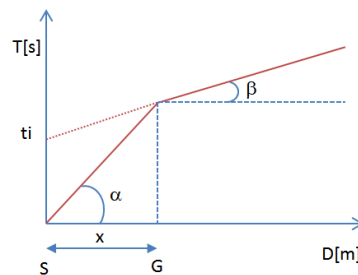
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

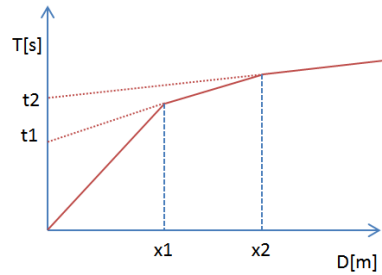
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

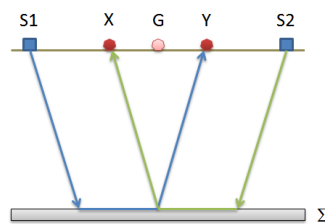


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

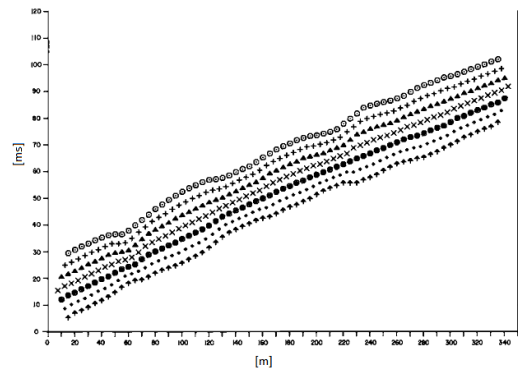
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifratore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifratore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare la funzione velocità secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



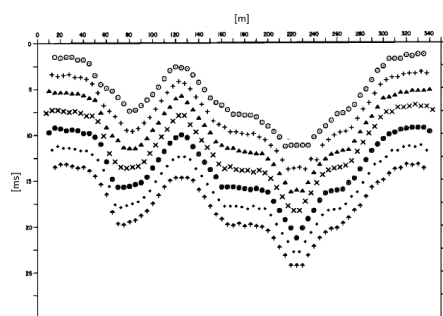
dove TS1Y e TS2X sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre TS1S2 è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. Tv è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione Tv viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della funzione tempo-profondità è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove Vn è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h.

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°.

RIFRAZIONE 1

N. tracce	12
Interdistanza geofoni [m]	3.0

Geometria geofoni

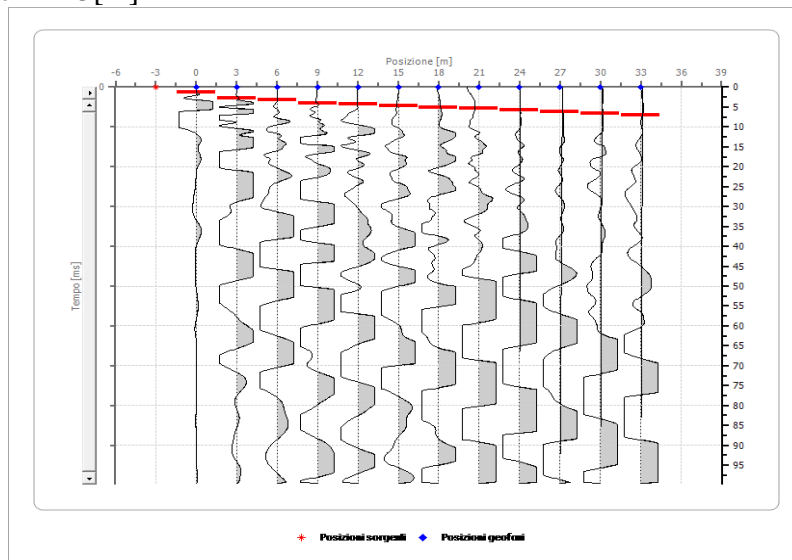
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	3.0	0.0
3	6.0	0.0
4	9.0	0.0
5	12.0	0.0
6	15.0	0.0
7	18.0	0.0
8	21.0	0.0
9	24.0	0.0
10	27.0	0.0
11	30.0	0.0
12	33.0	0.0



Dati battute

Battuta 1

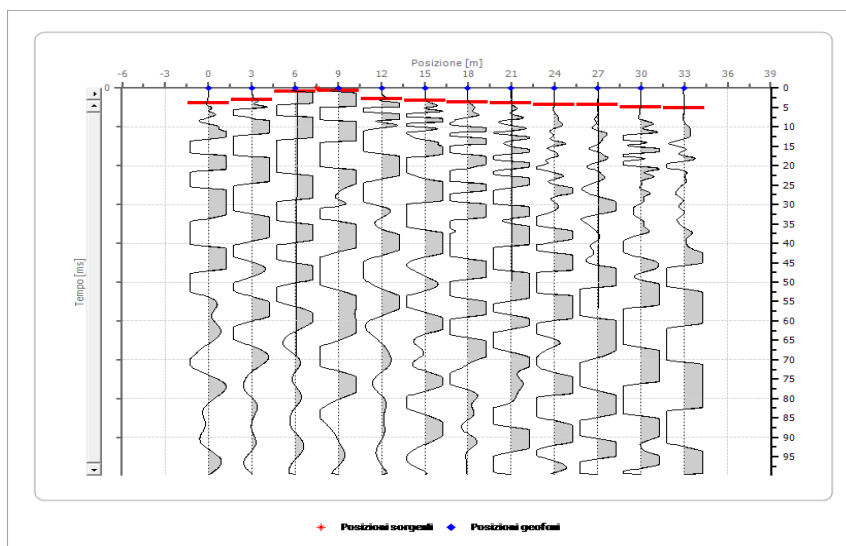
Posizione sorgente -3[m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	1.3550
3.0	2.7100
6.0	3.2520
9.0	4.0650
12.0	4.3360
15.0	4.6070
18.0	5.1491
21.0	5.4201
24.0	5.6911
27.0	6.2331
30.0	6.5041
33.0	7.0461

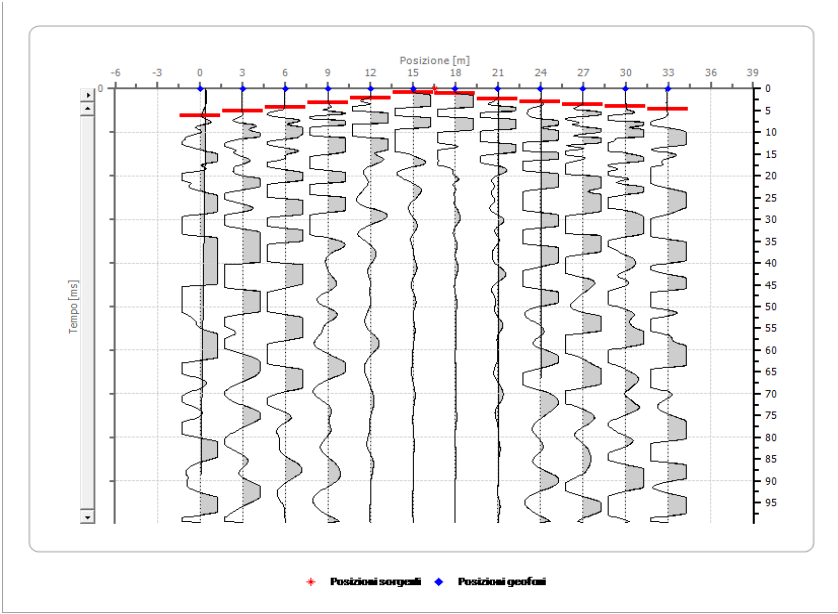
Battuta 2

Posizione sorgente 8[m]



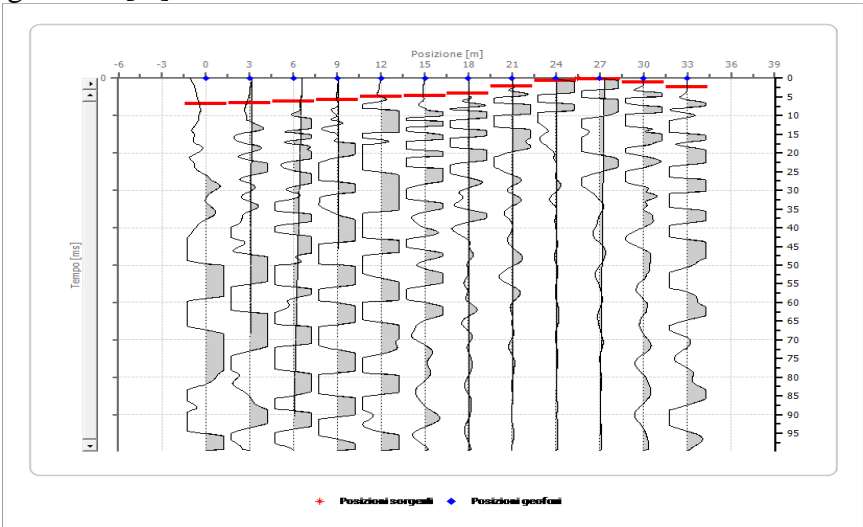
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	3.7940
3.0	2.9810
6.0	0.8130
9.0	0.5420
12.0	2.7100
15.0	3.2520
18.0	3.5230
21.0	3.7940
24.0	4.3360
27.0	4.3360
30.0	4.8780
33.0	5.1491

Battuta 3
Posizione sorgente 17[m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	6.2331
3.0	5.1491
6.0	4.3360
9.0	3.2520
12.0	2.1680
15.0	0.8130
18.0	1.0840
21.0	2.4390
24.0	2.9810
27.0	3.5230
30.0	4.0650
33.0	4.6070

Battuta 4
Posizione sorgente 26[m]



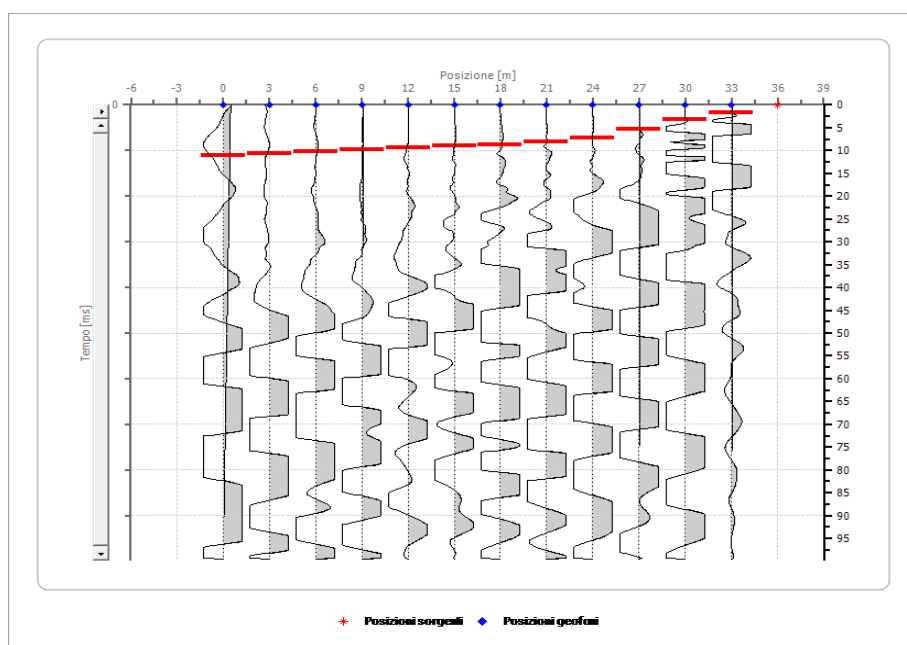
DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	6.7751
3.0	6.5041
6.0	6.2331
9.0	5.6911
12.0	4.8780
15.0	4.6070
18.0	4.0650
21.0	2.1680
24.0	0.5420
27.0	0.2710
30.0	1.0840
33.0	2.4390

Battuta 5

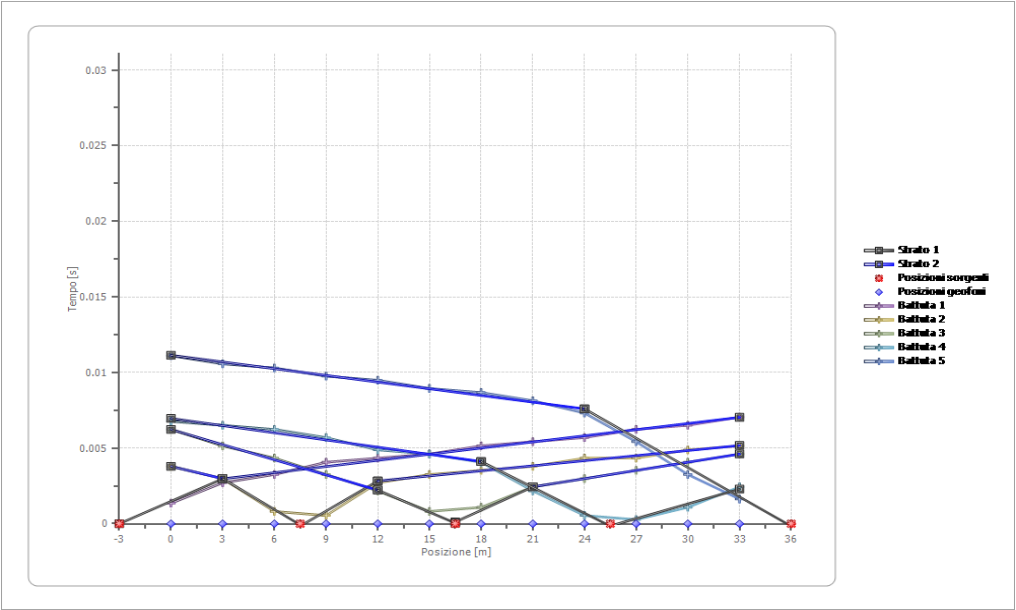
Posizione sorgente 36[m]



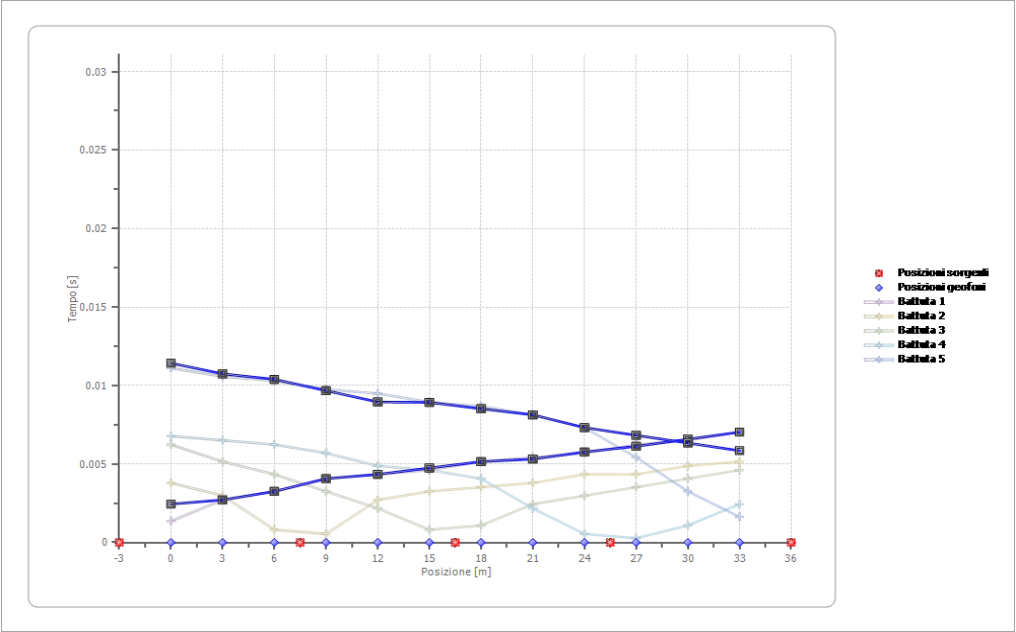
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	11.1111
3.0	10.5691
6.0	10.2981
9.0	9.7561
12.0	9.4851
15.0	8.9431
18.0	8.6721
21.0	8.1301
24.0	7.3171
27.0	5.4201
30.0	3.2520
33.0	1.6260

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

Dromocrone



Dromocrone traslate



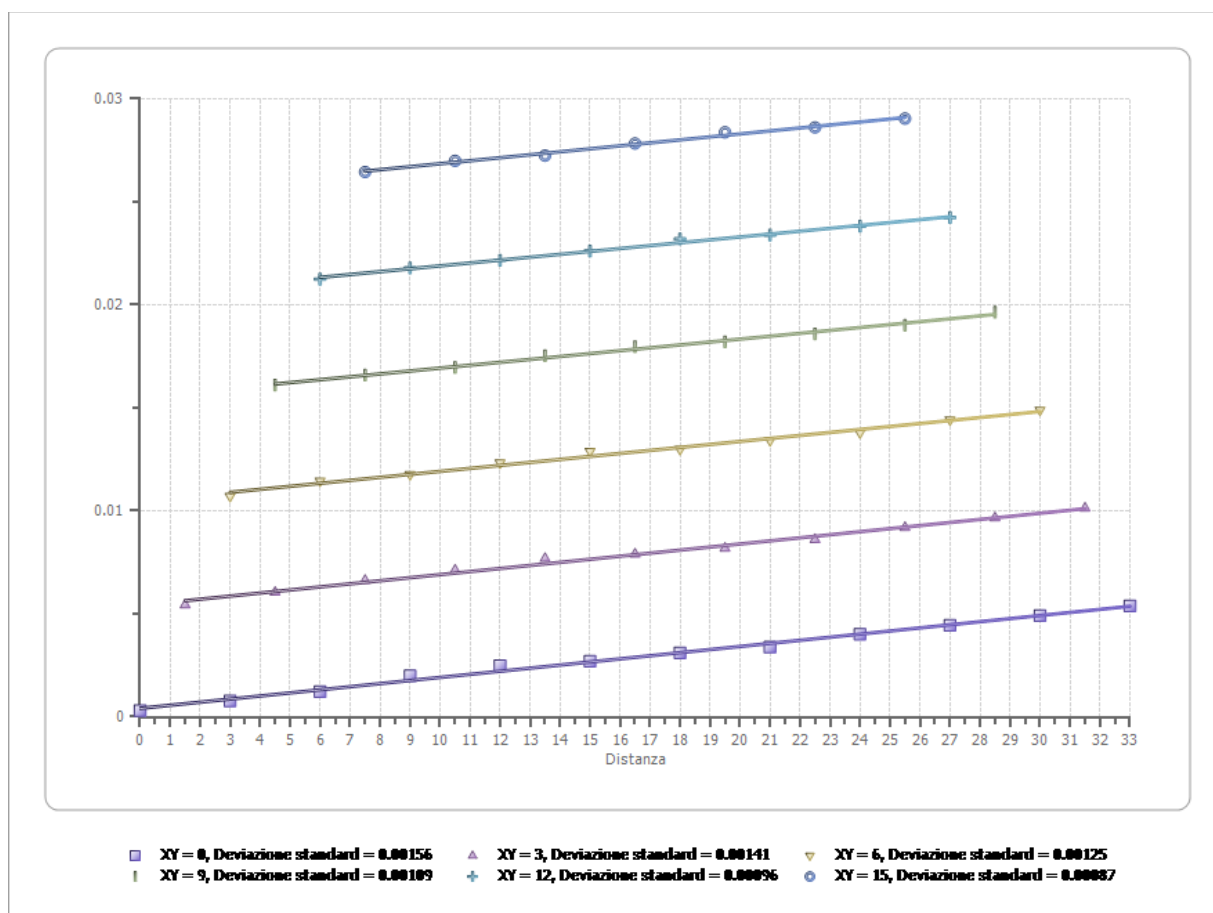
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

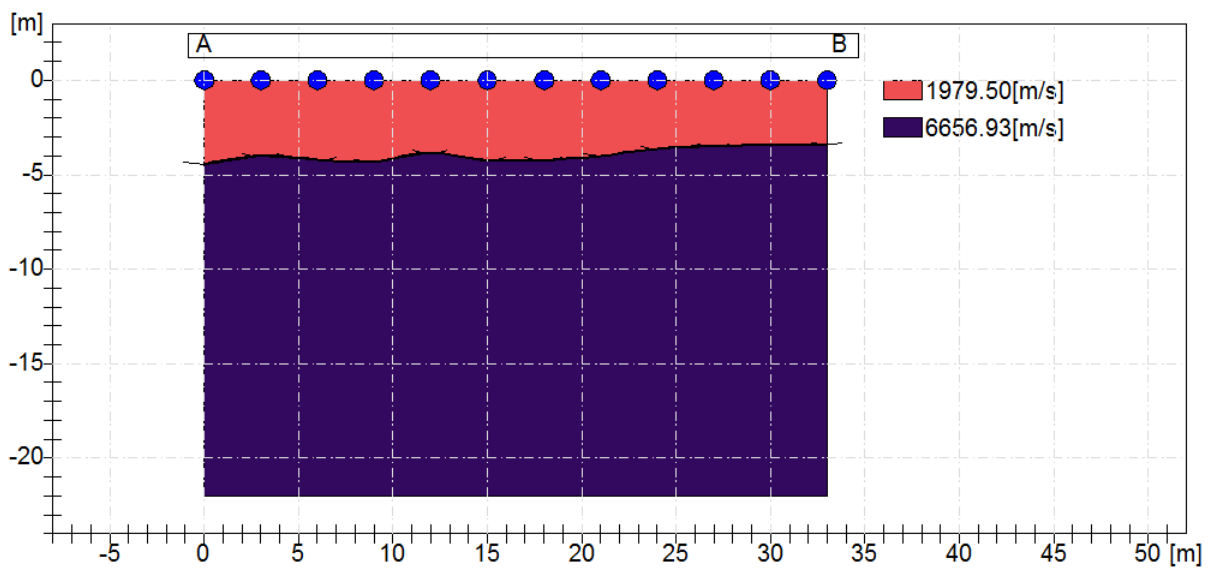
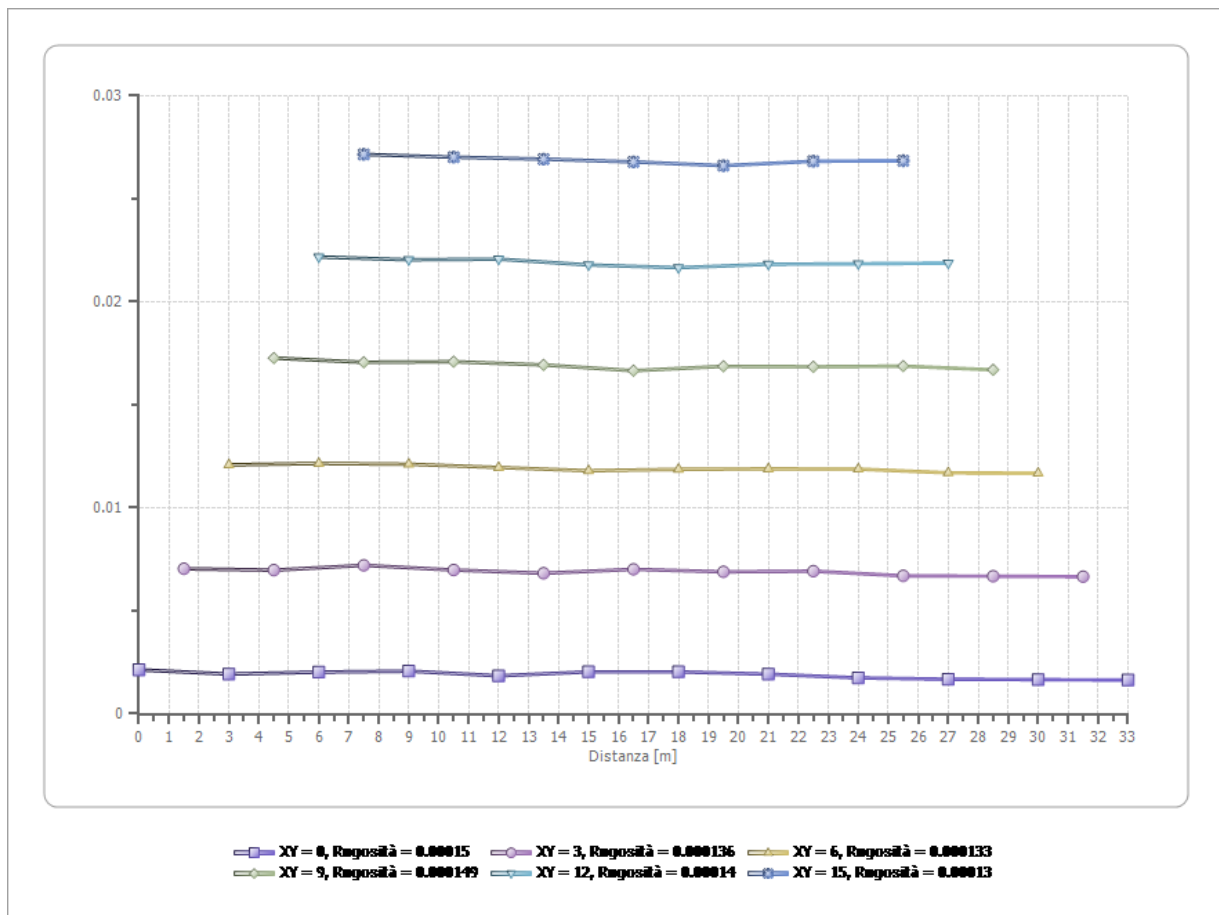
	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	4.4	--
G= 3.0 [m]	4.0	--
G= 6.0 [m]	4.2	--
G= 9.0 [m]	4.3	--
G= 12.0 [m]	3.8	--

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

G= 15.0 [m]	4.2	--
G= 18.0 [m]	4.2	--
G= 21.0 [m]	4.0	--
G= 24.0 [m]	3.6	--
G= 27.0 [m]	3.5	--
G= 30.0 [m]	3.4	--
G= 33.0 [m]	3.4	--
Velocità [m/sec]	1979.5	6656.9
Descrizione		



DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

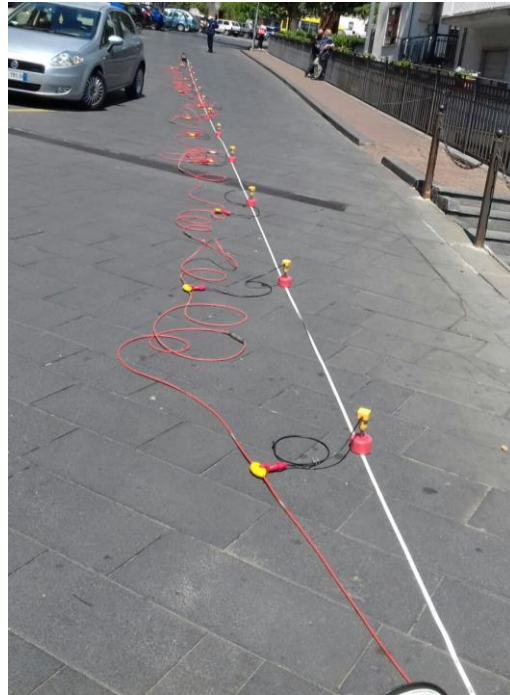


RIFRAZIONE 2

N. tracce	12
Interdistanza geofoni [m]	3.0

Geometria geofoni

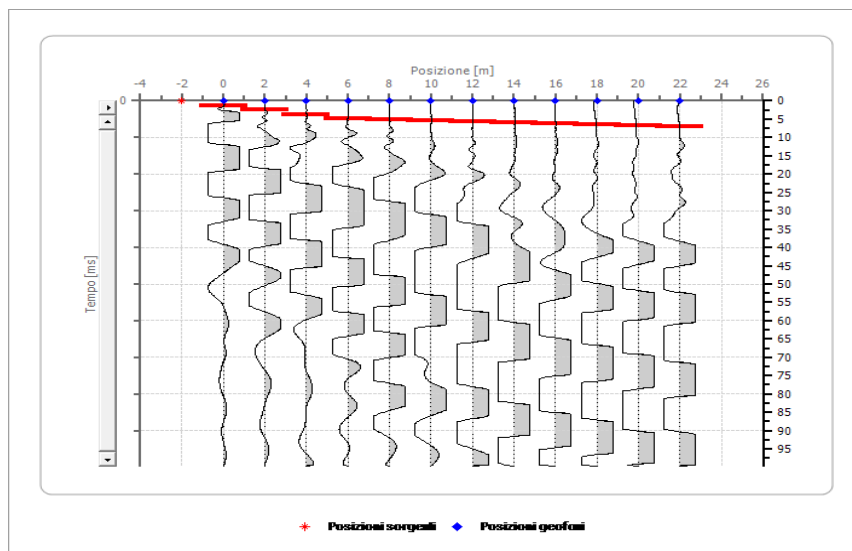
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	2.0	0.0
3	4.0	0.0
4	6.0	0.0
5	8.0	0.0
6	10.0	0.0
7	12.0	0.0
8	14.0	0.0
9	16.0	0.0
10	18.0	0.0
11	20.0	0.0
12	22.0	0.0



Dati battute

Battuta 1

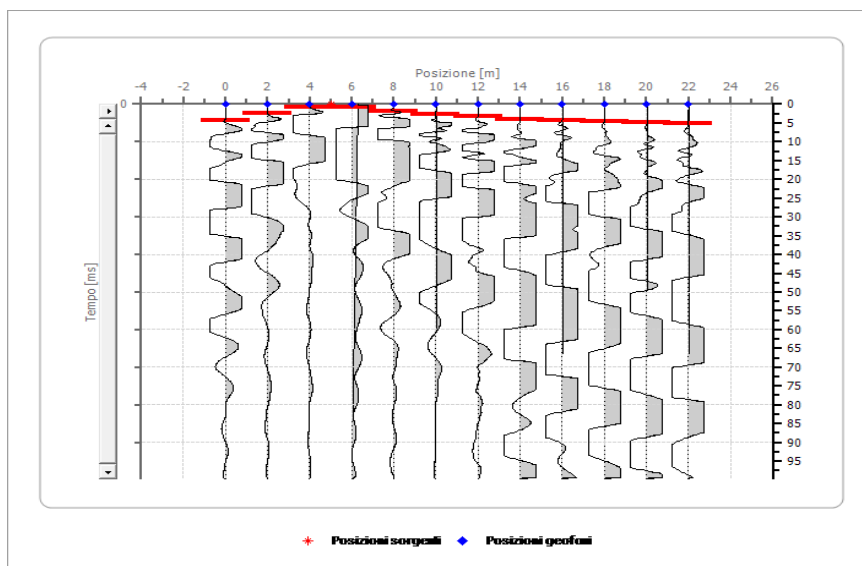
Posizione sorgente -2[m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	1.3550
2.0	2.4390
4.0	3.7940
6.0	4.8780
8.0	5.1491
10.0	5.4201
12.0	5.6911
14.0	5.9621
16.0	6.2331
18.0	6.5041
20.0	6.7751
22.0	7.0461

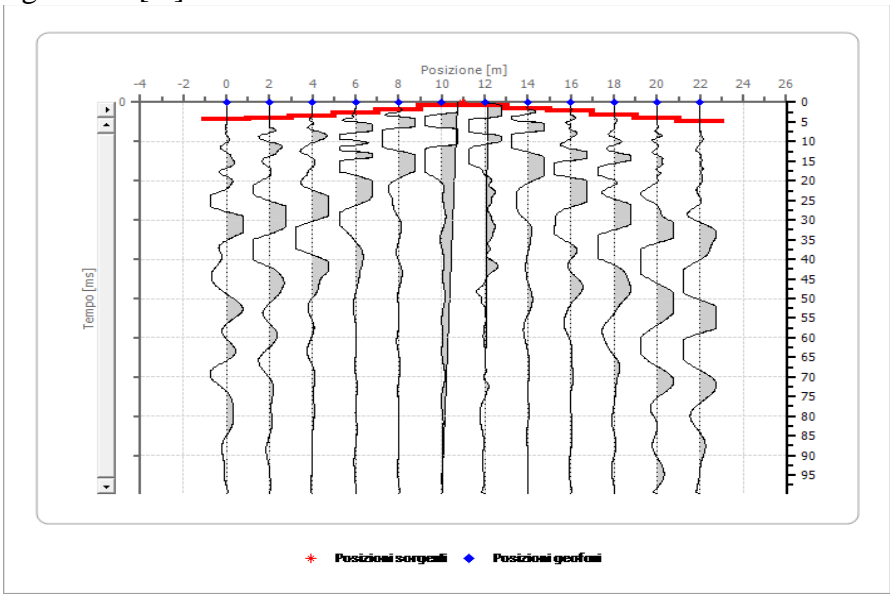
Battuta 2

Posizione sorgente 5[m]



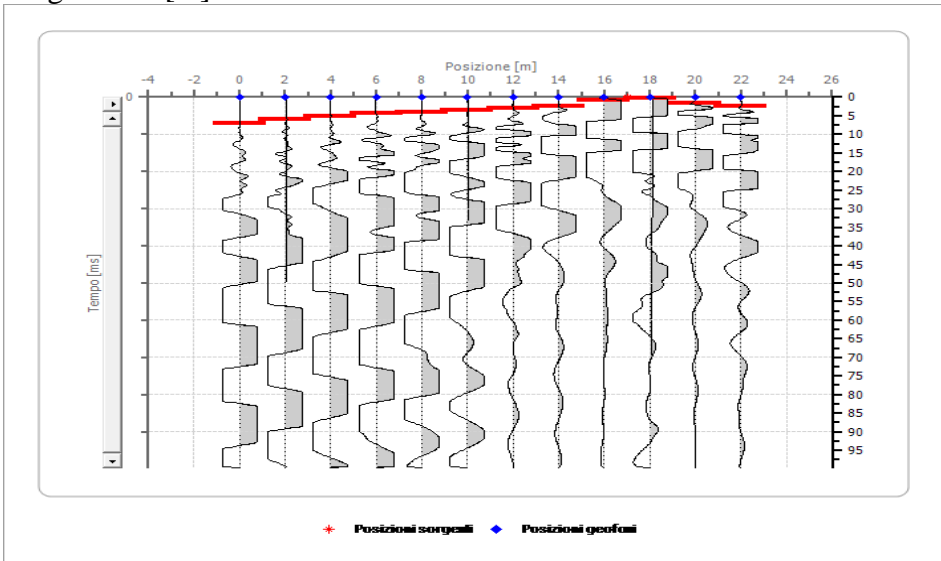
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	4.3360
2.0	2.4390
4.0	0.8130
6.0	0.8130
8.0	1.8970
10.0	2.7100
12.0	3.2520
14.0	4.0650
16.0	4.3360
18.0	4.6070
20.0	4.8780
22.0	5.1491

Battuta 3
Posizione sorgente 11[m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	4.3360
2.0	4.0650
4.0	3.5230
6.0	2.7100
8.0	1.8970
10.0	0.8130
12.0	0.8130
14.0	1.6260
16.0	2.1680
18.0	3.2520
20.0	4.0650
22.0	4.8780

Battuta 4
Posizione sorgente 17[m]

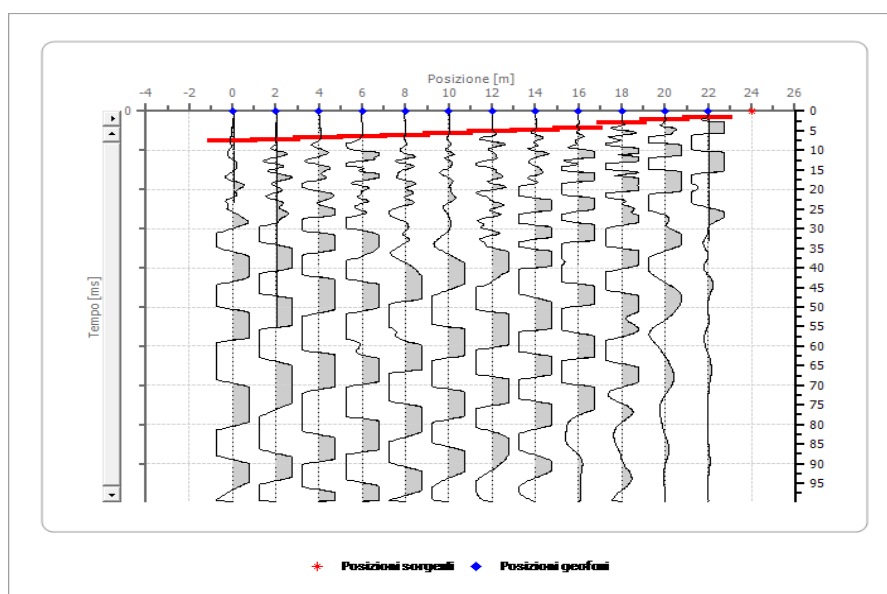


DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	7.0461
2.0	5.9621
4.0	5.1491
6.0	4.3360
8.0	4.0650
10.0	3.5230
12.0	2.9810
14.0	2.4390
16.0	0.8130
18.0	0.2710
20.0	1.6260
22.0	2.4390

Battuta 5

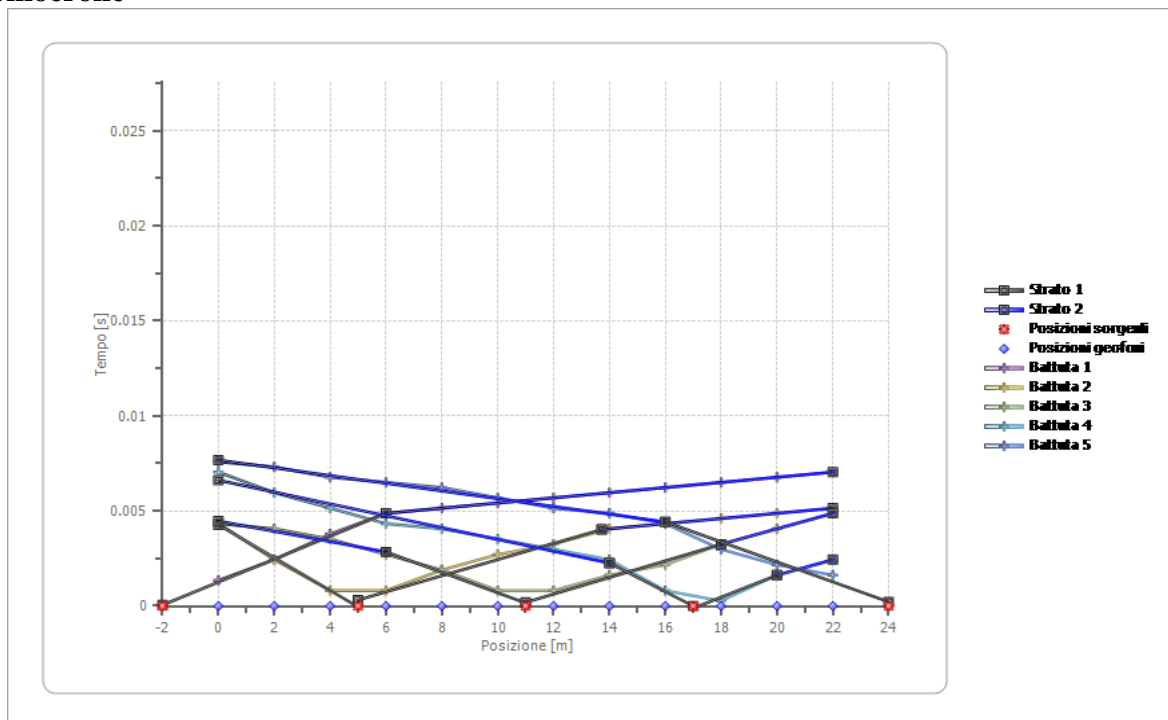
Posizione sorgente 24[m]



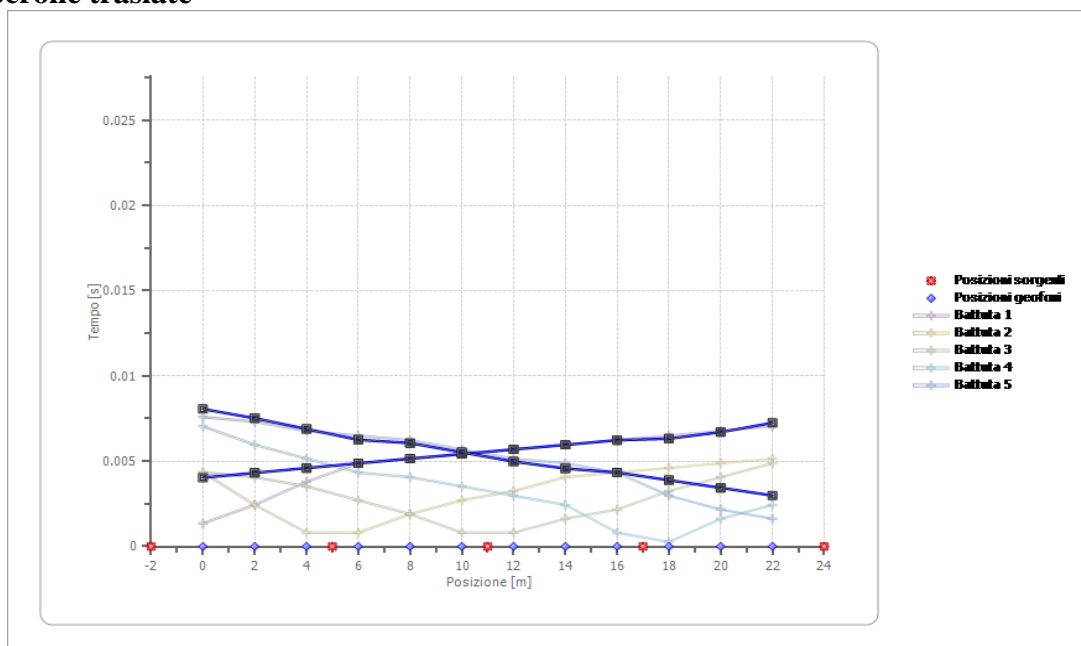
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	7.5881
2.0	7.3171
4.0	6.7751
6.0	6.5041
8.0	6.2331
10.0	5.6911
12.0	5.1491
14.0	4.8780
16.0	4.3360
18.0	2.9810
20.0	2.1680
22.0	1.6260

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.,R.M.

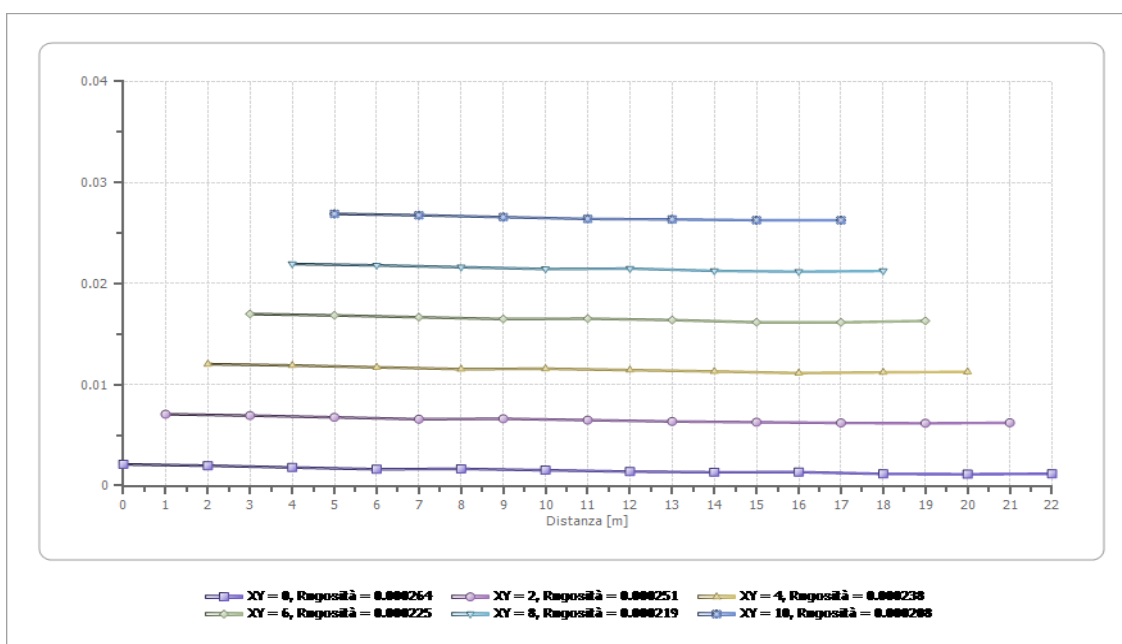
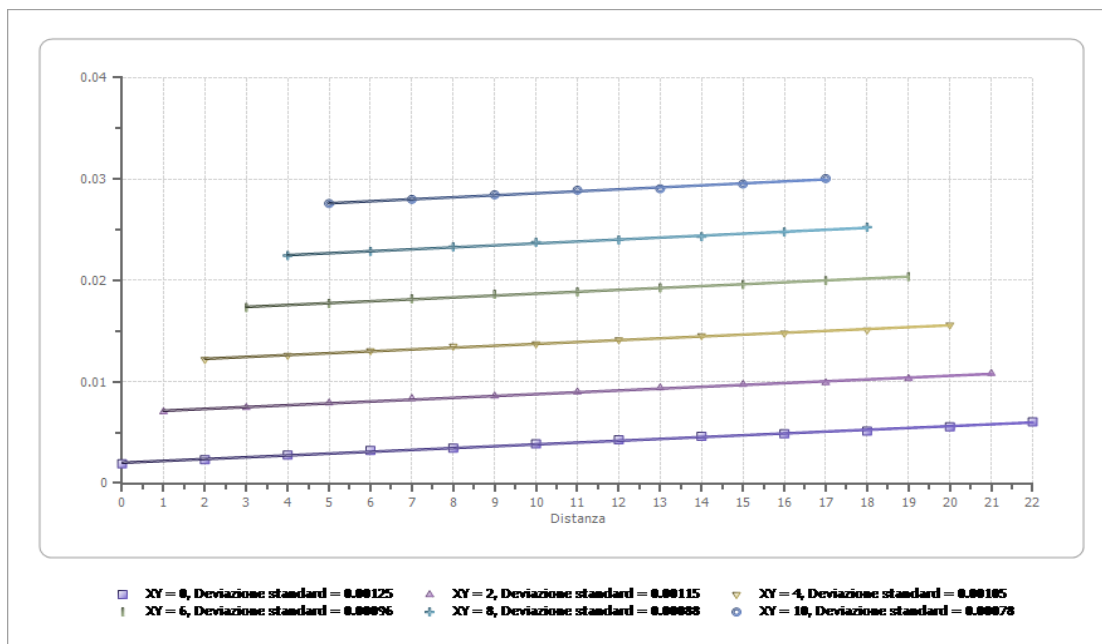
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	4.0	--
G= 2.0 [m]	3.8	--
G= 4.0 [m]	3.4	--
G= 6.0 [m]	3.1	--

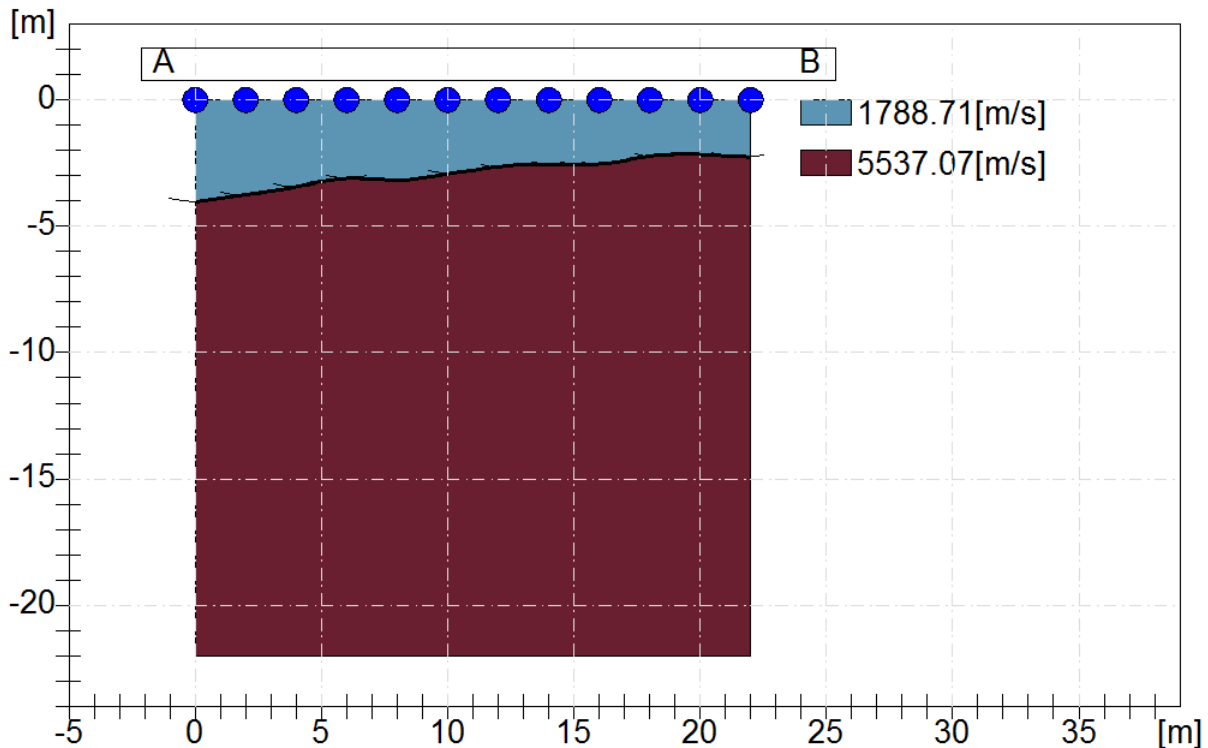
DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA

G= 8.0 [m]	3.2	--
G= 10.0 [m]	2.9	--
G= 12.0 [m]	2.7	--
G= 14.0 [m]	2.5	--
G= 16.0 [m]	2.6	--
G= 18.0 [m]	2.2	--
G= 20.0 [m]	2.2	--
G= 22.0 [m]	2.2	--
Velocità [m/sec]	1788.7	5537.1
Descrizione		



DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788



5. SISMICA DI TIPO M.A.S.W.(Multichannel Analysis SurfaceWaves)

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde di compressione, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

La tecnica delle M.A.S.W. (Park et al., 1999) è stata sviluppata in parte per superare le difficoltà dell'applicazione del SASW in ambienti rumorosi. La registrazione simultanea di 12 o più canali (separati da 0,5m a 10m) fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne

avvalora la veridicità. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie).

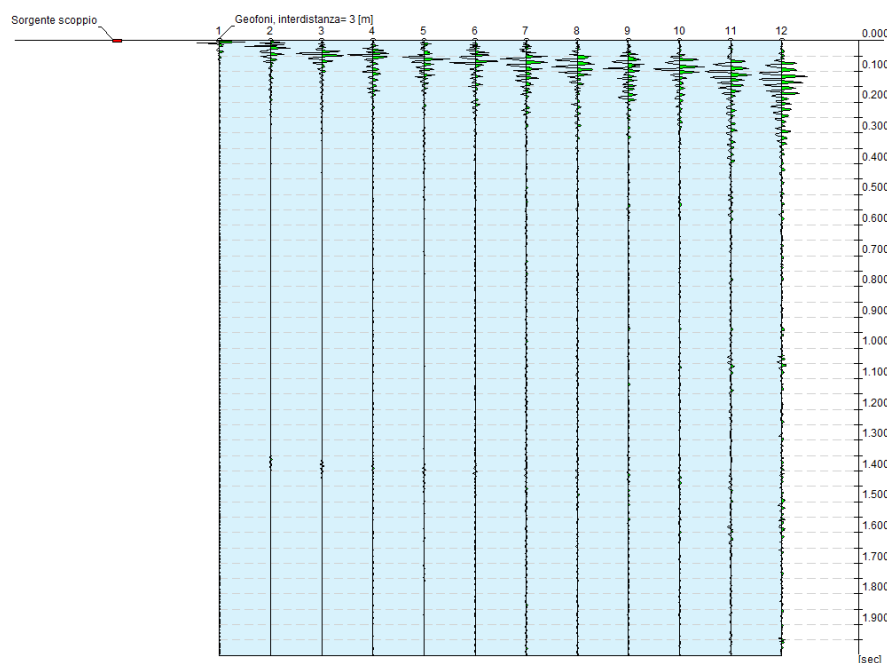
Una particolare analisi spettrale, "overtoneanalysis", produce un grafico Velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D.

Ricapitolando La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- ✓ acquisizione dei dati di campo;
- ✓ estrazione della curva di dispersione;
- ✓ inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.

M.A.S.W. 1

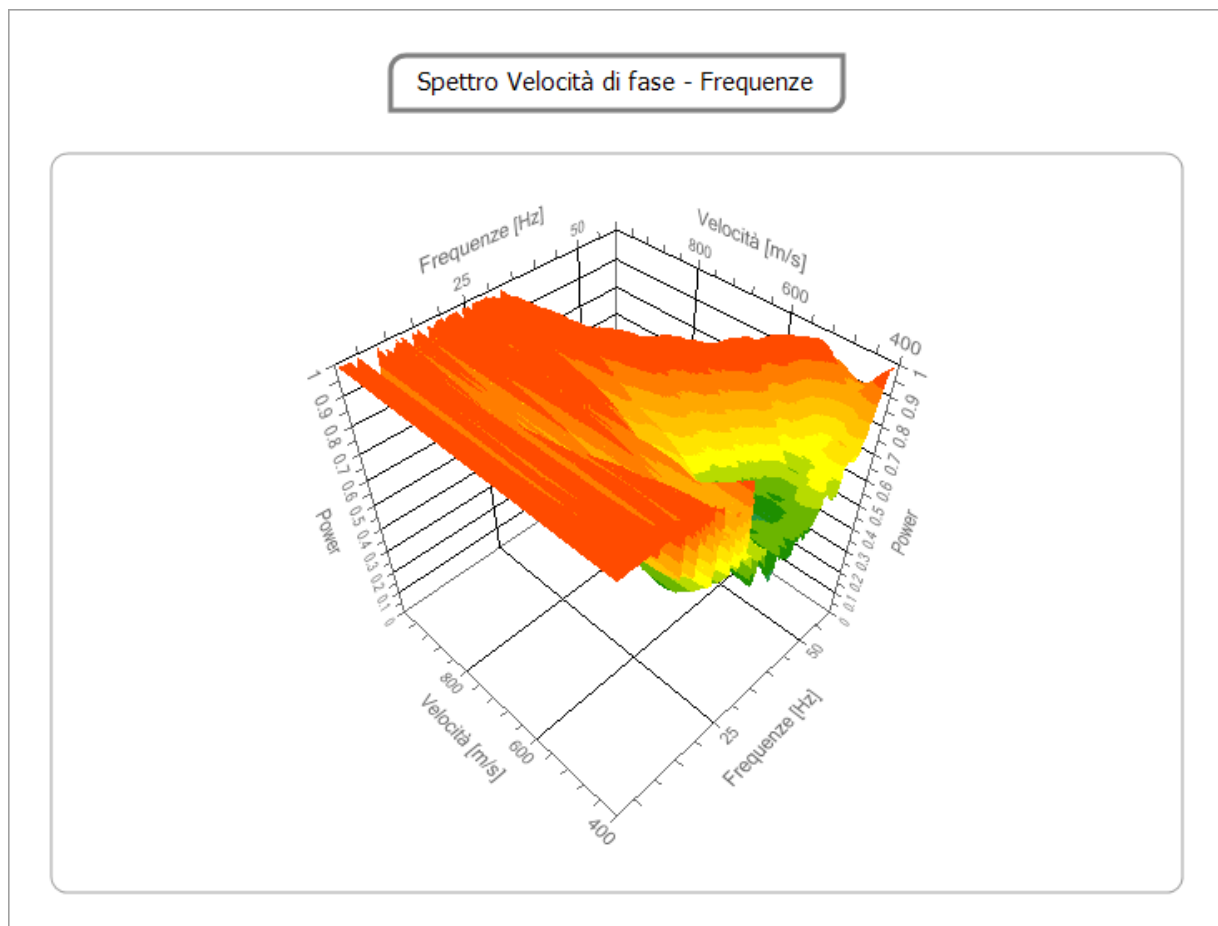
N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	3.0
Periodo di campionamento [msec]	2.00



DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

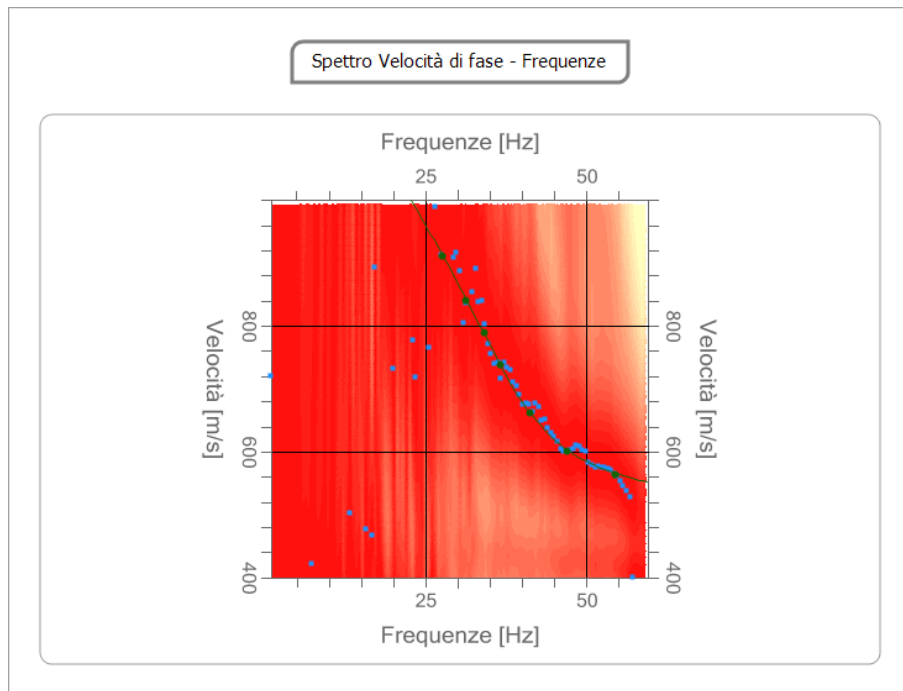
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	400
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1000
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	27.6	911.6	0
2	31.3	840.0	0
3	34.2	789.5	0
4	36.7	738.9	0
5	41.2	661.1	0
6	47.0	600.0	0
7	54.4	564.2	0



Inversione

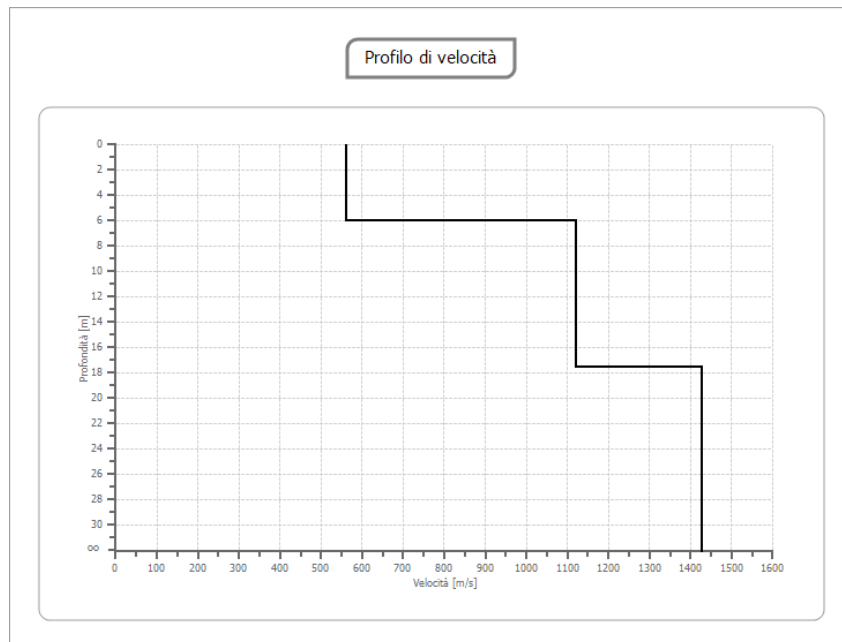
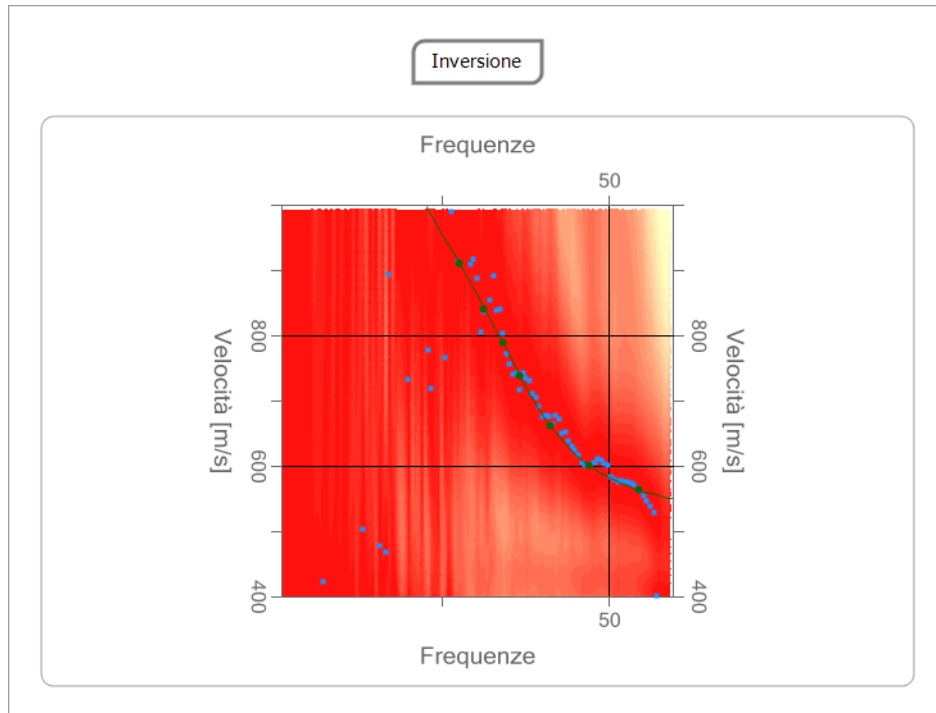
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	6.00	6.00	1048.6	560.5
2	17.53	11.53	2095.5	1120.1
3	oo	oo	2667.6	1425.9

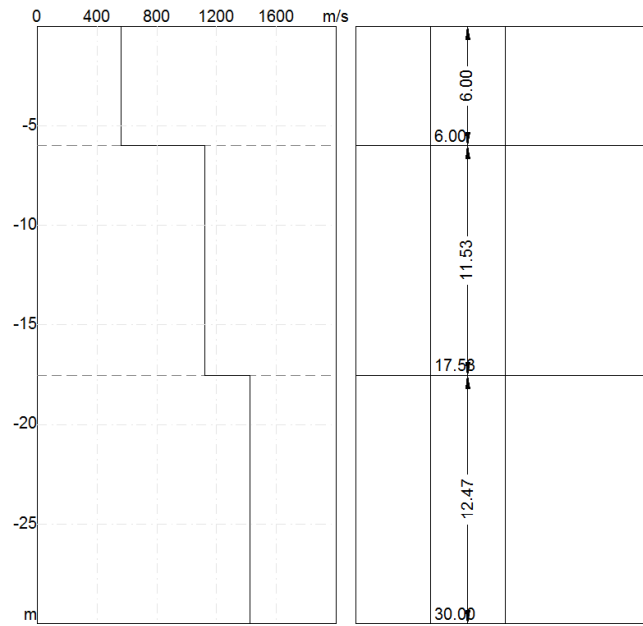
Percentuale di errore

0.001 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.002





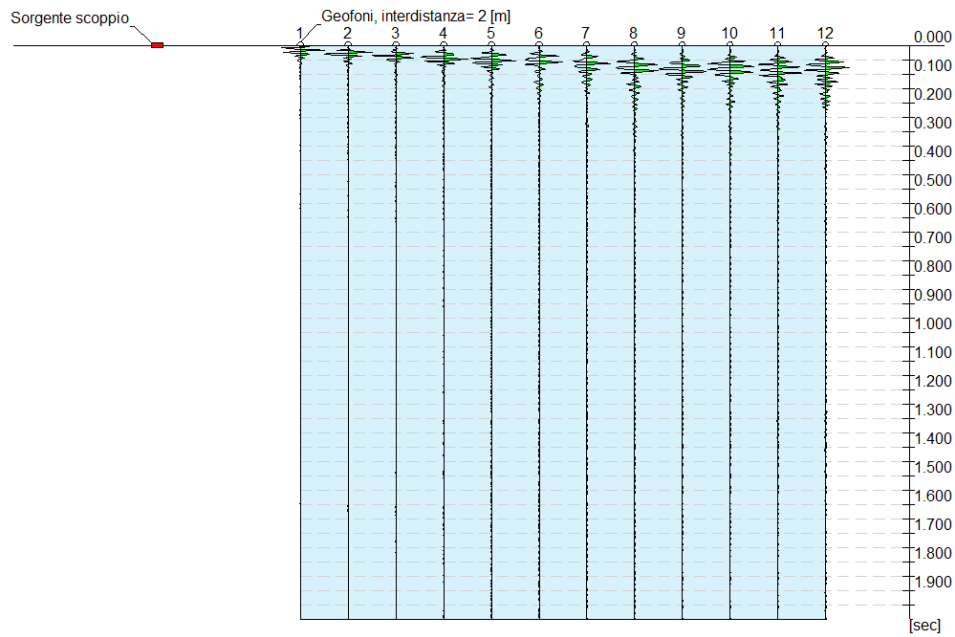
Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.50
Vs30 [m/sec]	1027.15
Categoria del suolo	A

Suolo di tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con uno spessore massimo pari a 3m

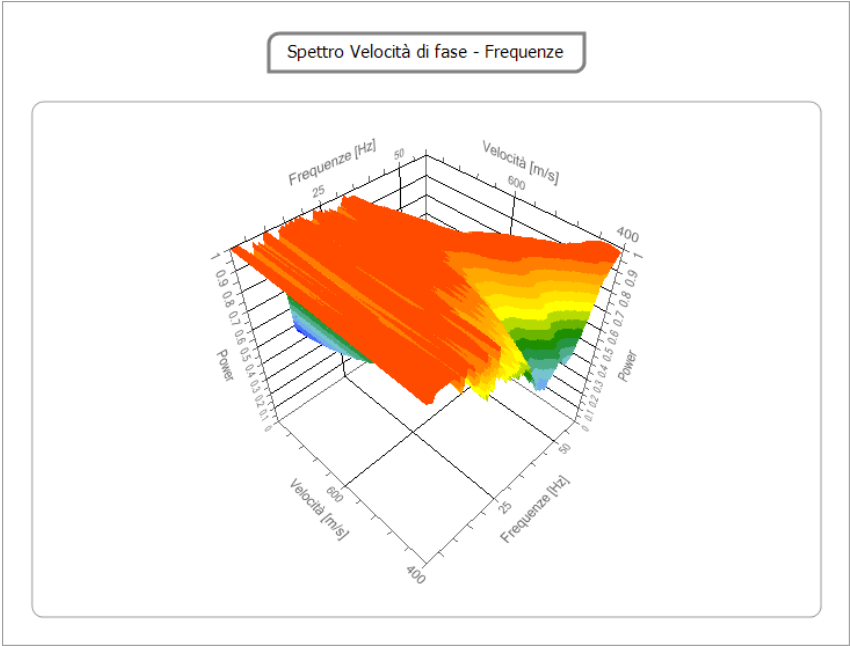
M.A.S.W. 2

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	2.00



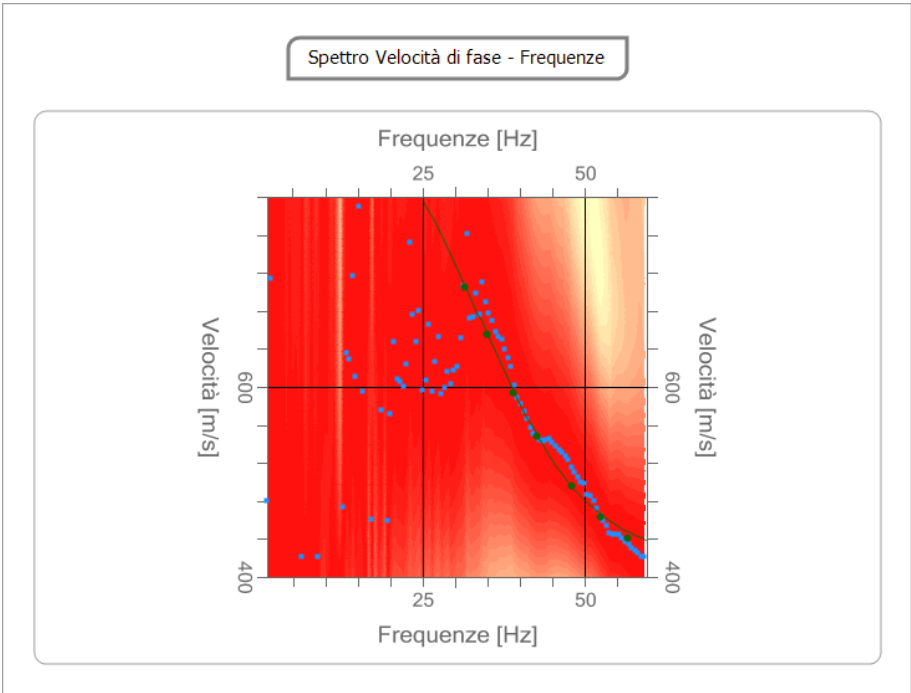
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	400
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	31.5	706.0	0
2	34.8	655.4	0
3	39.0	593.7	0
4	42.5	548.8	0
5	47.8	495.4	0
6	52.4	463.2	0
7	56.5	440.7	0



DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788

Inversione

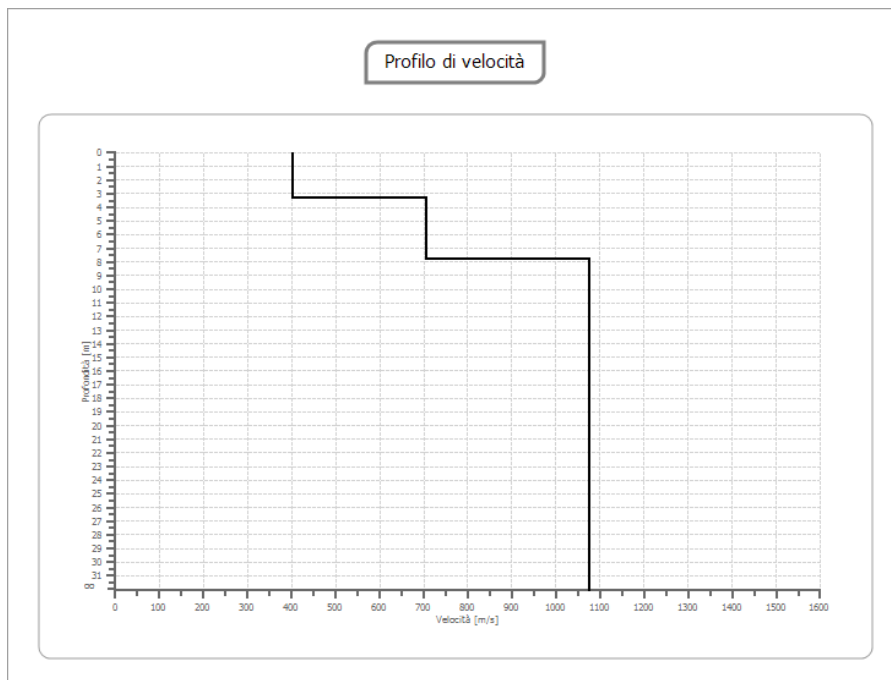
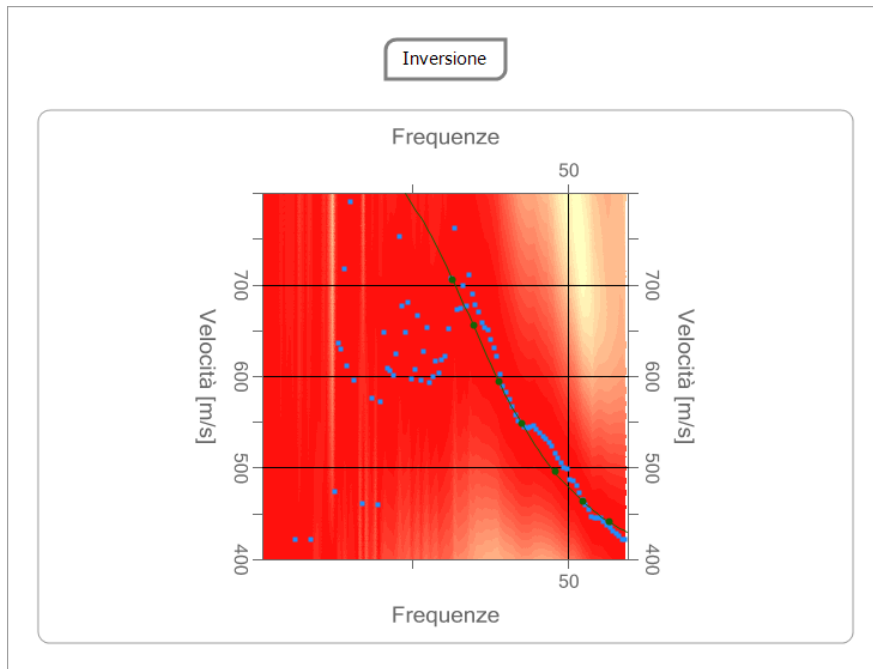
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.31	3.31	753.9	403.0
2	7.79	4.48	1322.1	706.7
3	oo	oo	2009.8	1074.3

Percentuale di errore

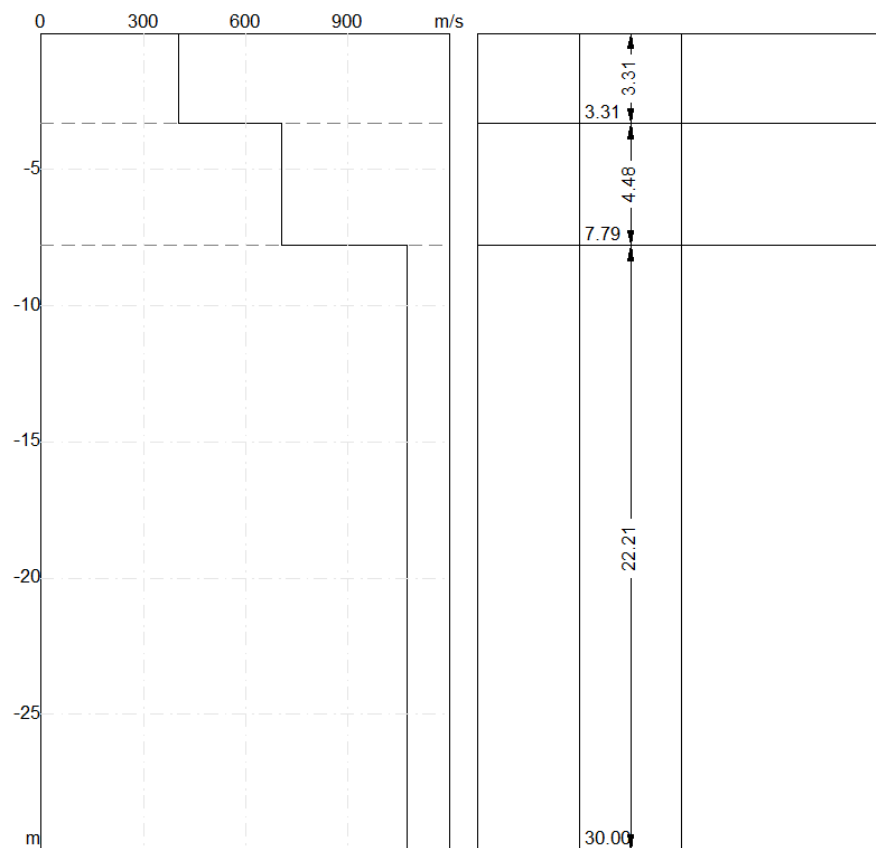
0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.001



DOTT.SSA GEOLOGO GRANDE GILDA
O.R.G.C. n° 897
STUDIO GEOTECNICO SAN LORENZO DEL VALLO(CS)
VIA PIAVE, 46
P.I.:03122700788



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	851.61
Categoria del suolo	A

Suolo di tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con uno spessore massimo pari a 3m