



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



REGIONE
TOSCANA



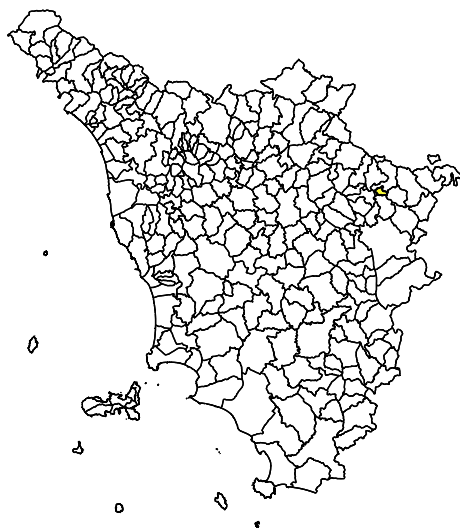
CONFERENZA DELLE REGIONI
E DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione tecnica sulle indagini (MS3)

Regione Toscana
Comune di Chitignano



Regione Toscana	Soggetto realizzatore Progeo Engineering S.r.l. Referente e coordinatore attività: Geol. Massimiliano Rossi Geol. Fabio Poggi Collaboratori: Geol. Gabriele Menchetti Geol. Andrea Martini	Data Novembre 2022
--------------------	---	-----------------------

INTRODUZIONE

La presente relazione sulle indagini, redatta ad integrazione della relazione illustrativa, contiene in dettaglio i risultati di tutte le indagini geofisiche per il presente studio di MS3.

Nel dettaglio il presente documento contiene i report di:

- n°4 HVSR effettuate dalla ditta ProGeo Engineering Srl;
- n°2 stendimenti di sismica a rifrazione in onde P ed SH realizzate dai Geol. N.Giovannini e S.Secci;



REPORT INDAGINI HVSR

(ProGeo Engineering Srl)



ProGeo *Engineering S.r.l.*

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo
tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

1. REPORT INDAGINE GEOFISICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA HVSR

Le indagini geofisiche a stazione singola con metodo dei rapporti spettrali HVSR sono state realizzate con sismografo a trasmissione digitale SR04-GEOBOX dotato di sistema a velocimetrica interna da 4.5 Hz, prodotto sempre dalla ditta SARA electronic instruments s.r.l.. Il digitalizzatore SR04 a 3 canali (3 componenti N-S, E-O e Verticale) e 24 bit è uno strumento ad alte prestazioni in grado di acquisire il segnale sismico per misure sismologiche, geofisiche nonché per l'esecuzione di prove HVSR (Nakamura). Geobox viene gestito dal modulo software SISMOLOG-MT di SEISMOWIN attraverso il quale si può trasformare un comune Notebook in una stazione sismica performante che permette di eseguire sia elaborazioni vibrometriche che spettrometriche in accordo alle norme UNI 9916 o 9614.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI - SARA GEOBOX SR 04

Alimentazione: batteria interna ricaricabile, consumo minore di 1W Numero canali ed a/d converter: 3 (SD) dinamica di 144dB (24 bit effettivi fra 0.1 e 10Hz, ENOB)

Sensibilità: con velocimetri da 4.5 Hz: < 1 nanometro/secondo per count

Campionamento: simultaneo sui tre canali a 10,20,50,100,200,300,400,480,600Hz

Real Time Clock: Sincronizzato da GPS via PPS modulato (su richiesta)

Precisione RTC: +/-10ppm fra -20/+50°C (+/-40ms rispetto ad UTC)

Antenna GPS: assente Interfaccia dati: RS232 con cavo da 8 metri e adattatore USB in dotazione

Contenitore: Monoblocco in alluminio IP66

Dimensioni e peso: 155x140x110 mm 3.1kg con sensori da 4.5Hz

Temperatura operativa: -20/+50°C

Conformità: CE



3. CENNI TEORICI TECNICA “HVSR”

Le vibrazioni sismiche ambientali, o più comunemente rumore sismico, sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (Okada, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche detto microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze. Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh. Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916). In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi: Spettri di Fourier, Rapporti spettrali, Rapporti spettrali H/V.

Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori e quello dei Rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura. La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su coperture.

I pregi fondamentali di tale tecnica sono: possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola"; la presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico a meno che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo; non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente, permette di raggiungere grandi profondità e permette di rilevare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo. Il progetto SESAME – Site EffectS Assessment using AMbient Excitations (2005) si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti. Il segnale viene filtrato in base a criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi



contributi nelle alte frequenze) o di fenomeni di saturazione. Successivamente il segnale “ripulito” viene scomposto in finestre temporali di determinato periodo. Per ciascuna delle finestre viene valutato lo spettro di Fourier che viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all’uopo idonee. Si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea. Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quella della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l’operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio (curva HV OSSERVATA o SPERIMENTALE), la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito (nel caso che almeno 5 dei 6 criteri di verifica dell’attendibilità del picco di cui al progetto SESAME siano verificate). Recenti studi condotti da Albarello e Castellaro (2011) hanno inoltre proposto una classificazione della misura (e curva) H/V in modo da poter fornire una indicazione immediata della qualità delle singole misure H/V, con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati. Questo tipo di classificazione trova il suo principale impiego nella redazione delle mappe delle indagini relative al livello 1 della microzonazione sismica (*dalla pubblicazione “Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola, Appendice 2 Classificazione delle misure H/V” Albarello e Castellaro, 2011*).

Vengono proposte tre classi di qualità:

Classe A: H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola: 1. la forma dell’HVSr nell’intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (Stazionarietà), 2. Le variazioni azimutali di ampiezza non superano almeno 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 HVSR chiara ed attendibile (Robustezza statistica), 6. la misura è durata almeno 20 minuti (Durata) Almeno una delle condizioni della Classe A non è soddisfatta.

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.

Classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata; rientrano in questa classe: 1. misure 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. misure di tipo B nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico in corrispondenza di diverse frequenze nell’intervallo di interesse.

I criteri delineati sopra non riguardano l’interpretazione in chiave Geologico-Stratigrafica della curva, per la quale sono richiesti ulteriori criteri (per es. criteri SESAME per la “chiarezza” del picco). Vengono aggiunte dunque 2 sottoclassi alle precedenti:

tipo 1, presenza di almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza;

tipo 2, non presenta picchi chiari nell’intervallo di frequenza di interesse: assenza di risonanza.

Ricavata e validata la curva HVSR è possibile STIMARE la velocità delle onde di taglio dei terreni tramite utilizzo di un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati, sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben Menahem e Singh (1981).

4. RISULTATI INDAGINI “HVSR”

Tutte le specifiche di acquisizione dei dati HVSR in ciascun punto sono consultabili nelle schede allegate dove vengono riportati i dati acquisiti ed elaborati, le tracce registrate ed utilizzate, le curve HV e gli spettri delle 3 componenti , l’analisi della direzionalità e persistenza dei picchi definiti, la validazione dei criteri SESAME, nella pagina seguente si riporta la tabella riassuntiva delle HVSR effettuate per il livello 3:



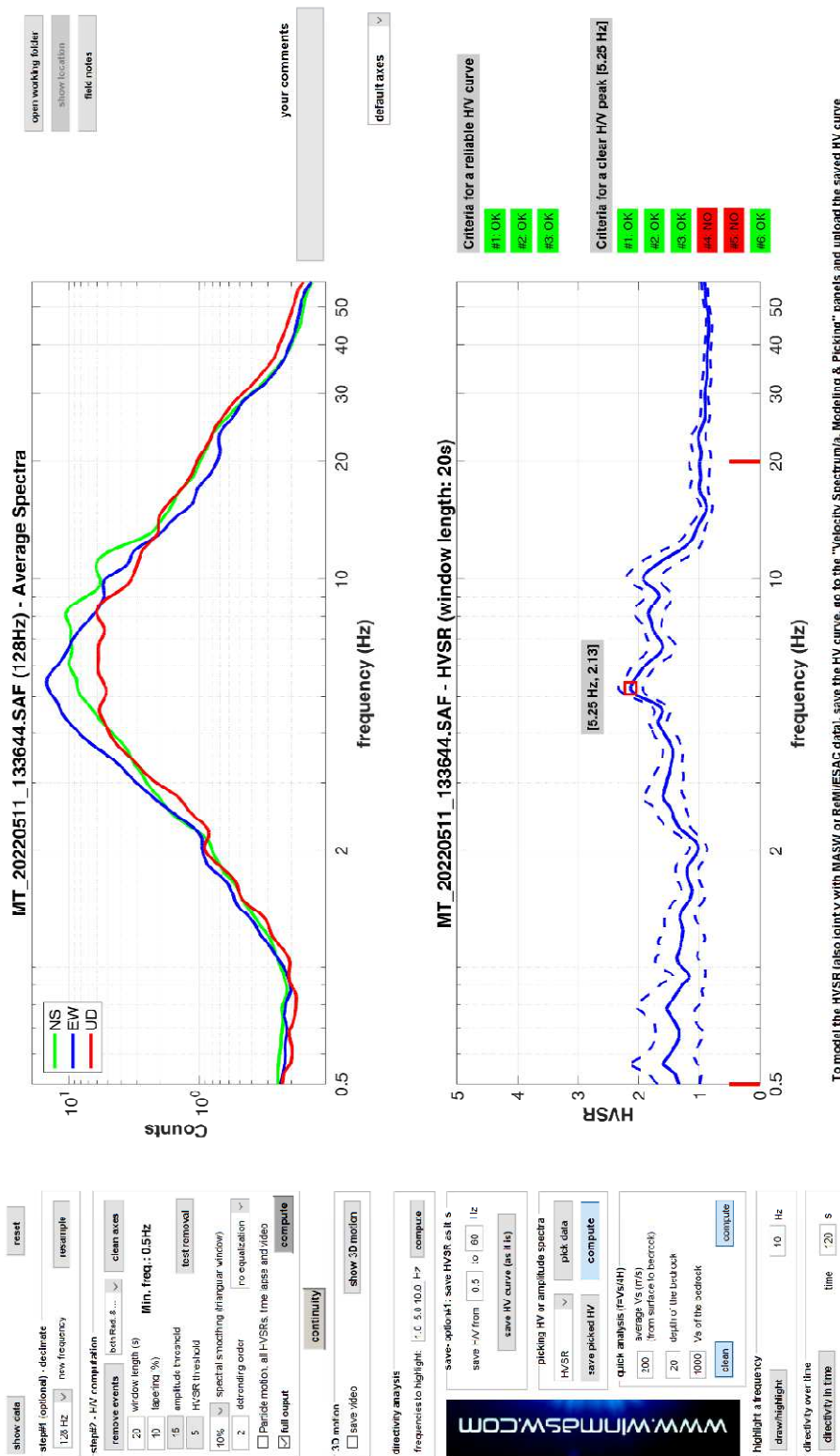
N.hvsr	Frequenza	Ampiezza	CLASSE	sottotipo
24	5.3	2.1	B	1
25	5.4	3.7	A	1
26	3.3	2.4	B	1
27	4.4	2.4	B	1
28	2.0	2.0	B	1



24 Rosina – P53



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	13:36	Rosina (Chitignano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.667970°
	Longitudine	11.872136°
	Quota (mslm)	483.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_133644.SAF		24
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereni	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	20°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia ciottolosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	5m
camion	no	
persone a piedi	no	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMiESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a. Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 2,1 ad una frequenza di circa 5,3 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_133644.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 13 36 44.000

Notes: 24_Rosina_CH_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 10 13

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.3 (± 3.7)

Peak HVSr value: 2.1 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $5.253 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $11661 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.0Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 13.2Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.1 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $3.742 > 0.263$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.280 < 1.58$ (OK)

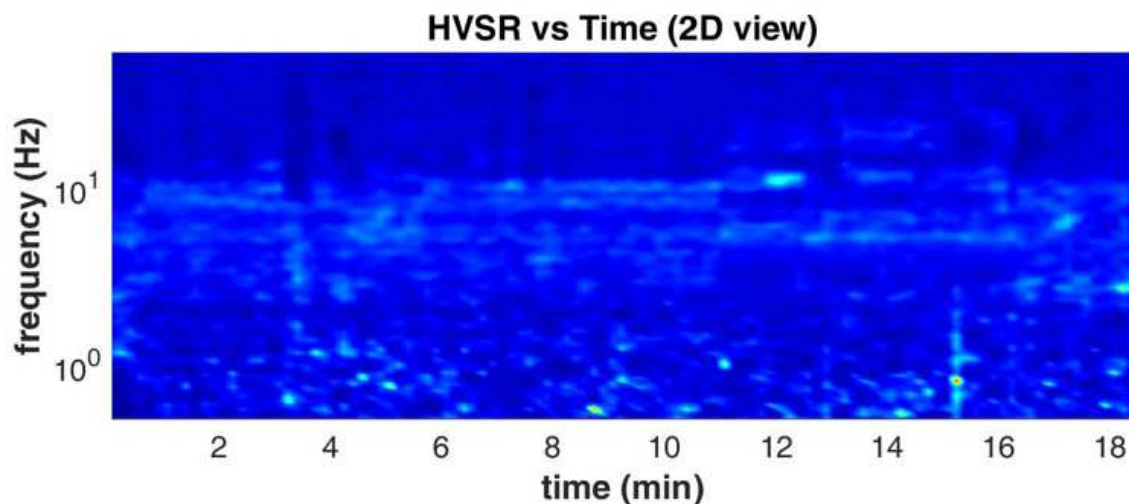


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

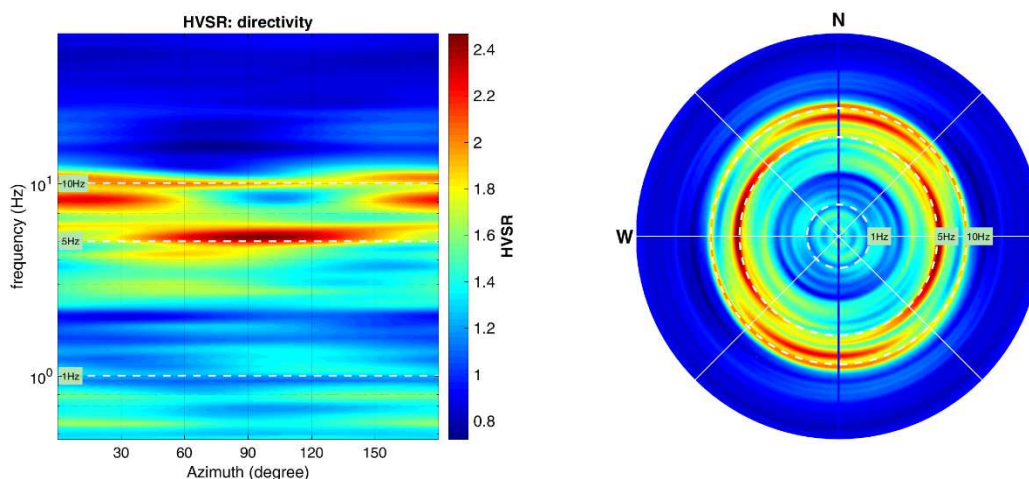
24 Rosina:

- CLASSE B: H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.
- Sottoclasse TIPO 1: Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



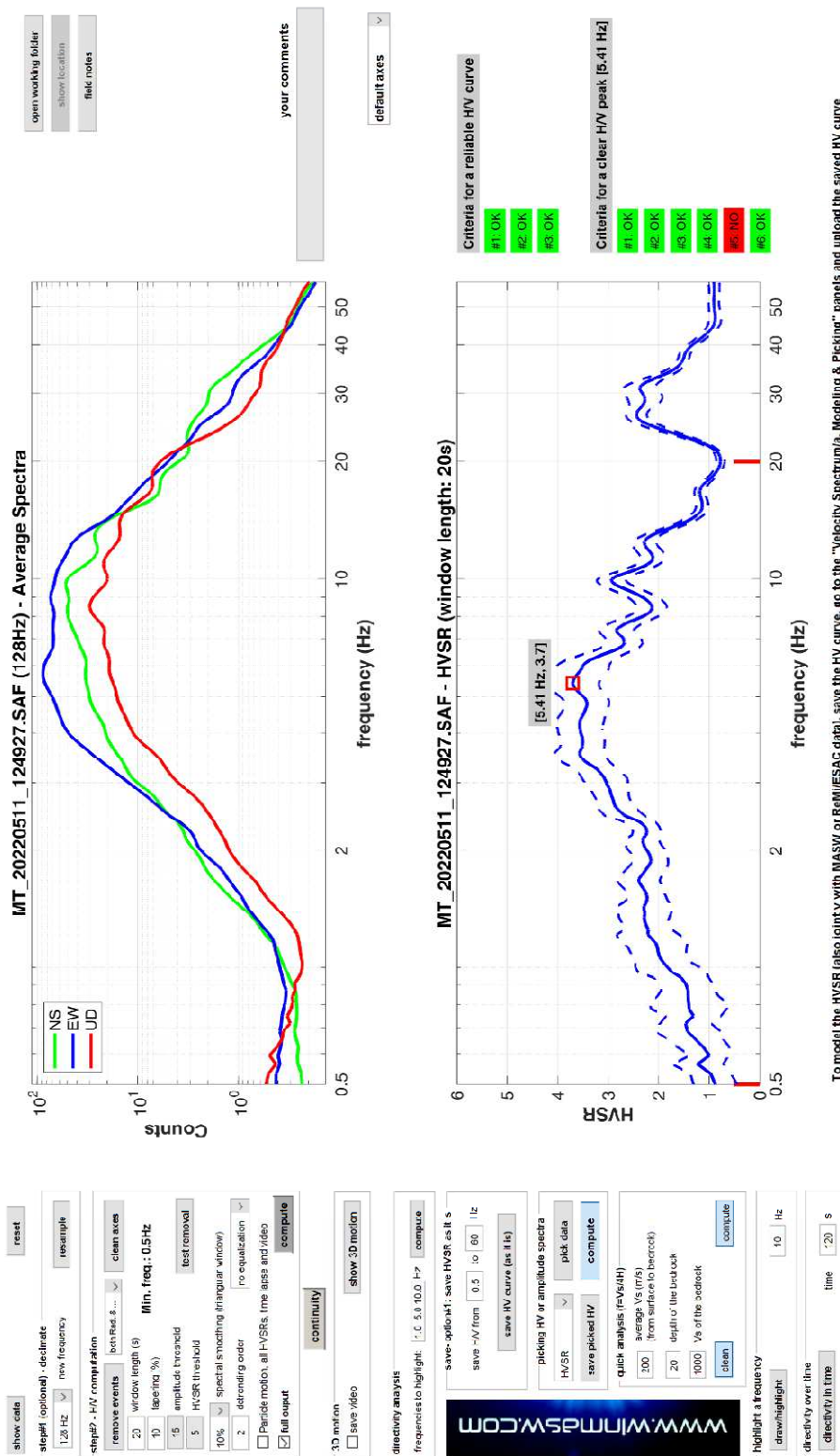
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



25 Rosina – P54



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	12:49	Rosina (Chitignano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.669305°
	Longitudine	11.873019°
	Quota (mslm)	494.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_124927.SAF		25
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	moderato
Sereni	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	17°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia frammenti litoidi
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	no	
camion	no	
persone a piedi	no	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMIESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 3,7 ad una frequenza di circa 5,4Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_124927.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 12 49 27.000

Notes: 25_CH_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 10 18

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.4 (± 2.2)

Peak HVSr value: 3.7 (± 0.5)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $5.409 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $12008 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 1.4Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 13.5Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.7 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $2.186 > 0.270$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.895 < 1.58$ (OK)

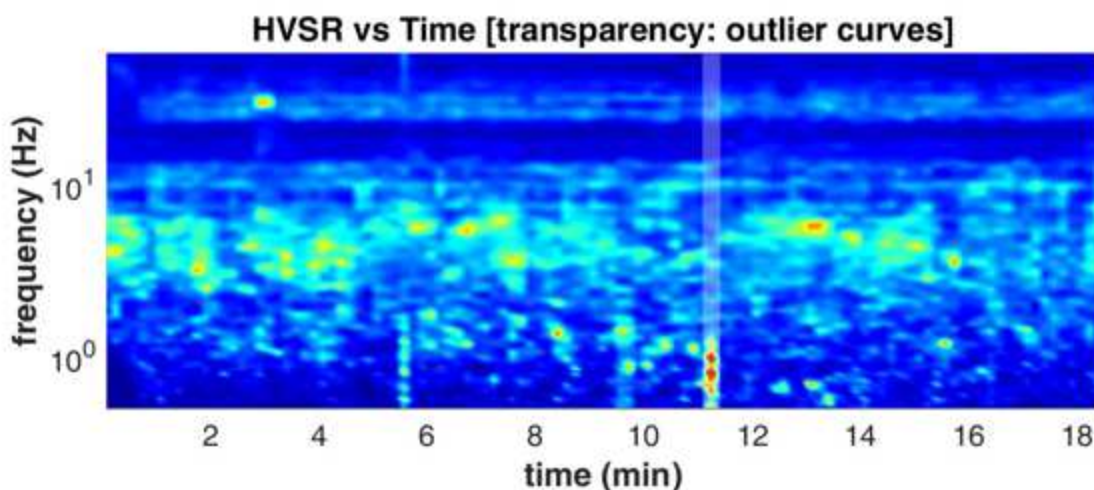


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

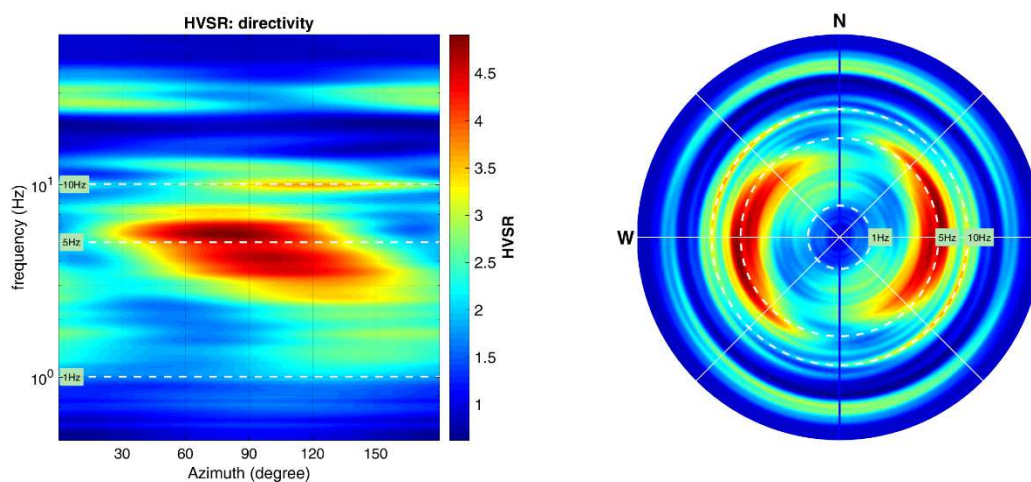
25 Rosina:

- CLASSE A: H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola.
- Sottoclasse TIPO 1: Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



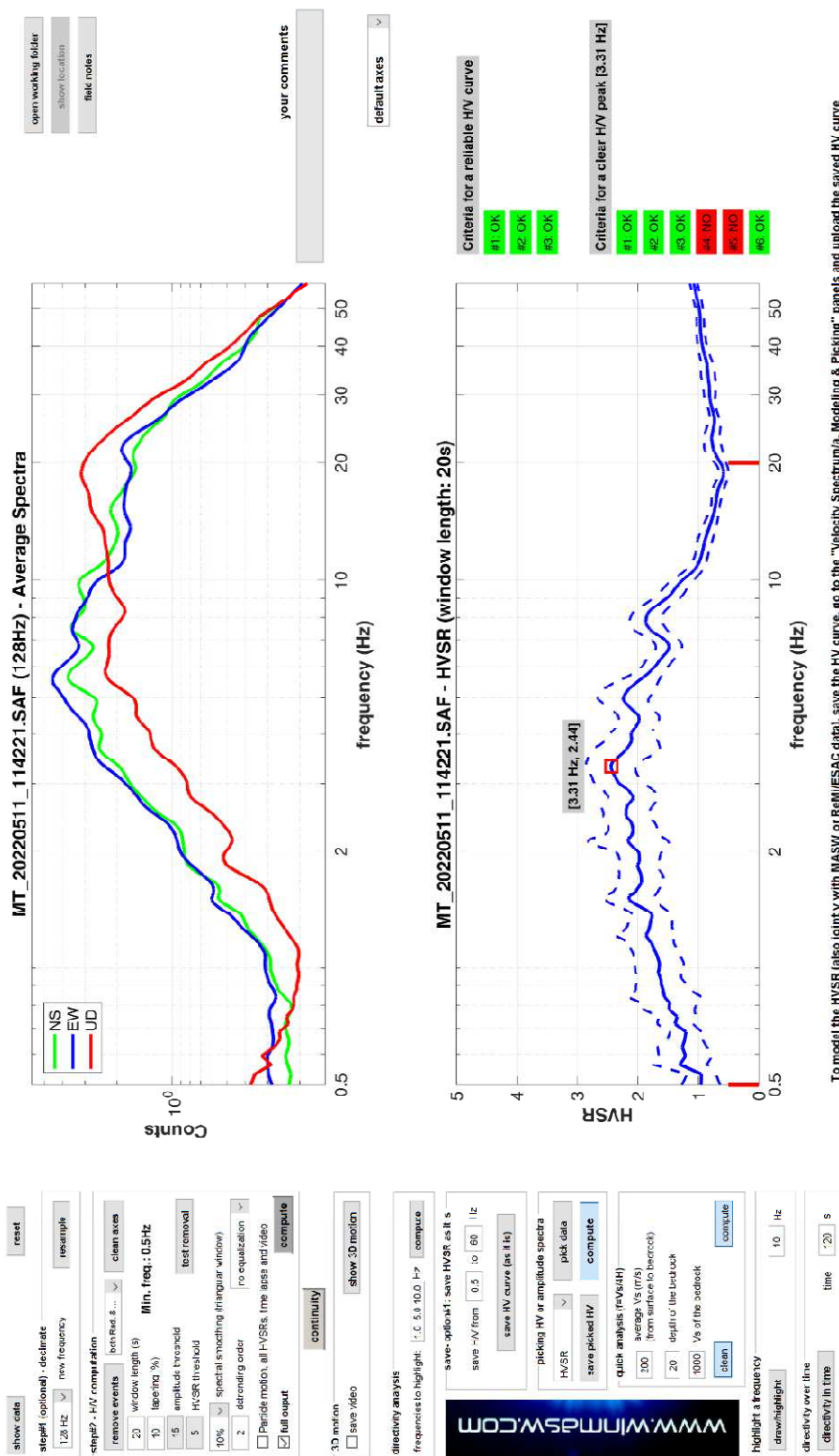
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



26 Chitignano – P55



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	11:41	Chitignano
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.665173°
	Longitudine	11.885869°
	Quota (mslm)	608.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220503_093459.SAF		26
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereni	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	20°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia alterazione substrato
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	alta	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	15m
camion	no	
persone a piedi	si	15m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
	8-10m	10m
OSSERVAZIONI		



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMIESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a. Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 2,4 ad una frequenza di circa 3,3 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_114221.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 11 42 21.000

Notes: 51_CH_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 10 23

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 19.7

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 3.3 (± 1.4)

Peak HVSr value: 2.4 (± 0.4)

=== Criteria for a reliable H/V curve ===

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $3.314 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $6695 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.8Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 10.2Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.4 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)$]: $1.431 > 0.166$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.830 < 1.58$ (OK)

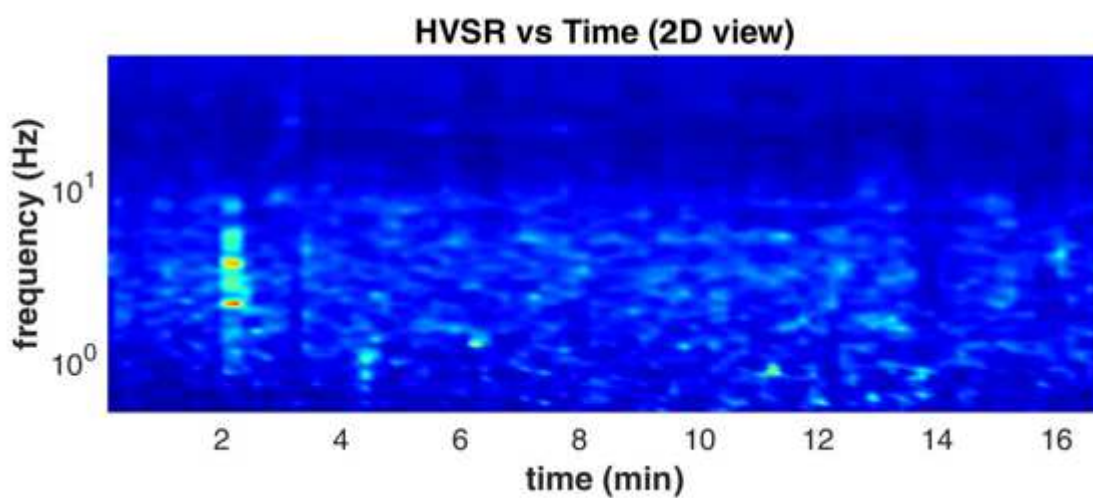


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

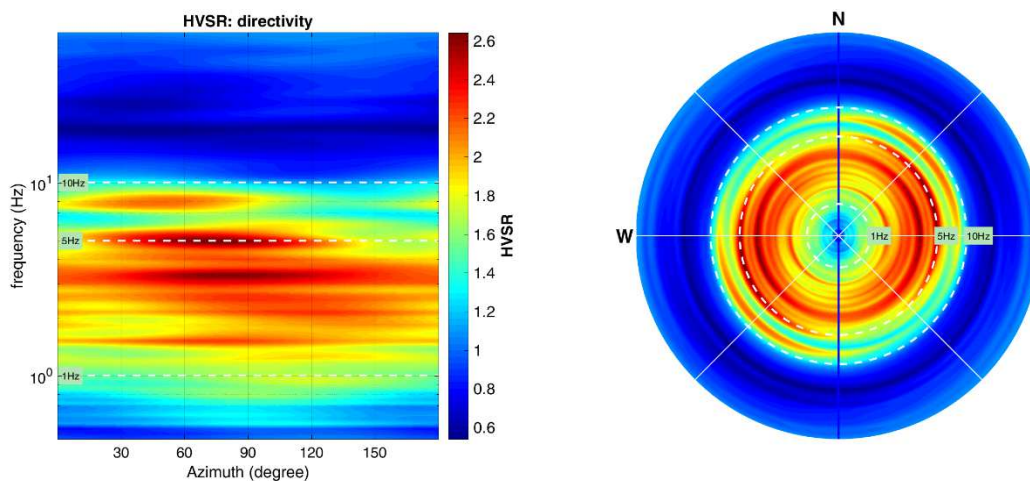
26 Chitignano:

- CLASSE B: H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.
- Sottoclasse TIPO 1: Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



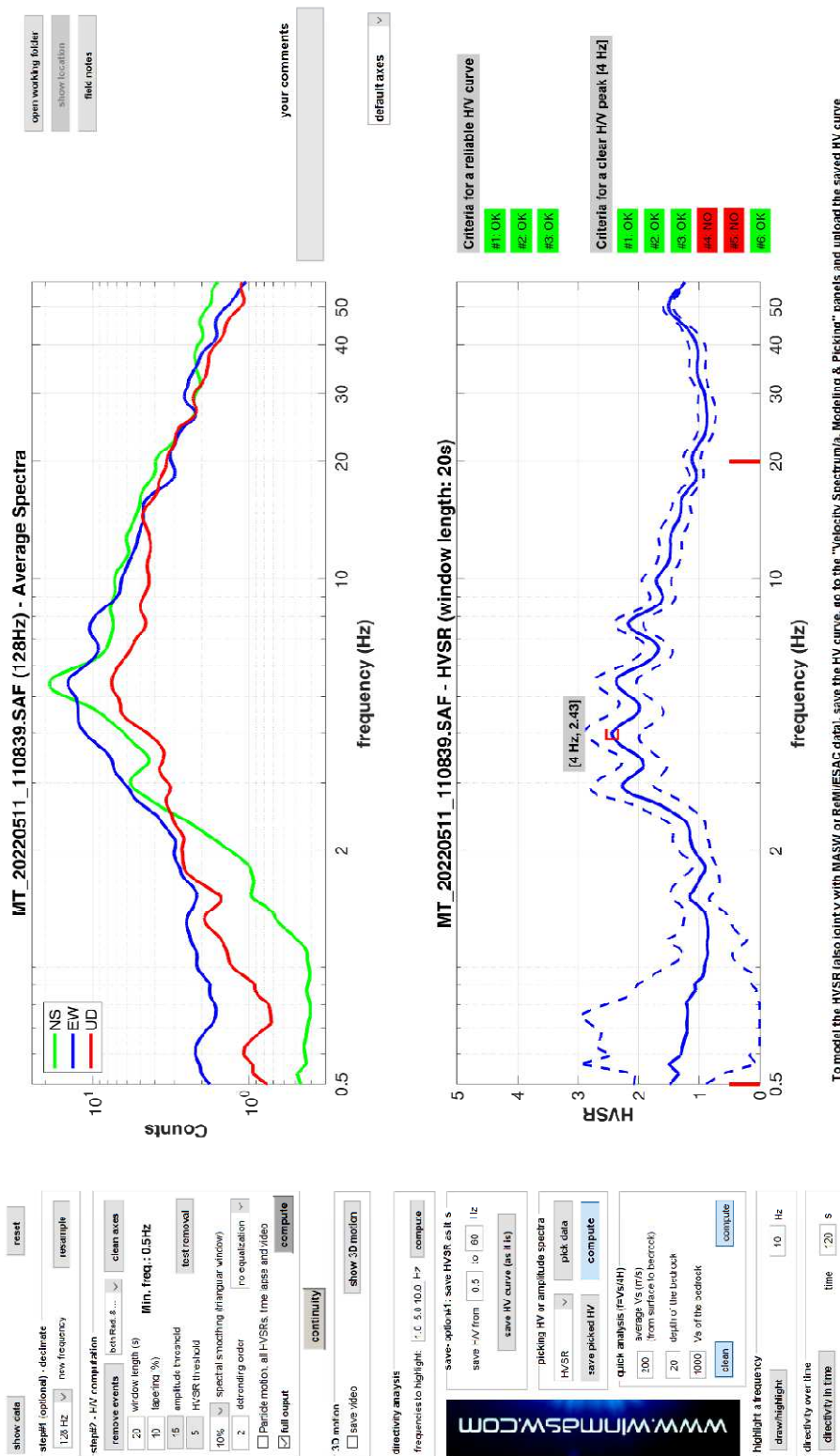
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



193 Salutio campo sportivo – P56



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	11:08	Chitignano
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.657041°
	Longitudine	11.877640°
	Quota (mslm)	521.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_110839.SAF		27
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereni	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	20°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia frammenti litoidi
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	media	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	si	10m
persone a piedi	no	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
	6-7m	15m
OSSERVAZIONI	passaggio caminon minuto 7, passaggio camion+moto minuto 12, fonte di rumore alterno contatore	



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMIESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a. Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 2,4 ad una frequenza di circa 4,0 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_110839.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 11 08 39.000

Notes: 27_CH_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 10 31

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 19.2

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.0 (± 2.2)

Peak HVSr value: 2.4 (± 0.5)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $4.002 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $3762 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.0Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.4 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $2.232 > 0.200$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.597 < 1.58$ (OK)

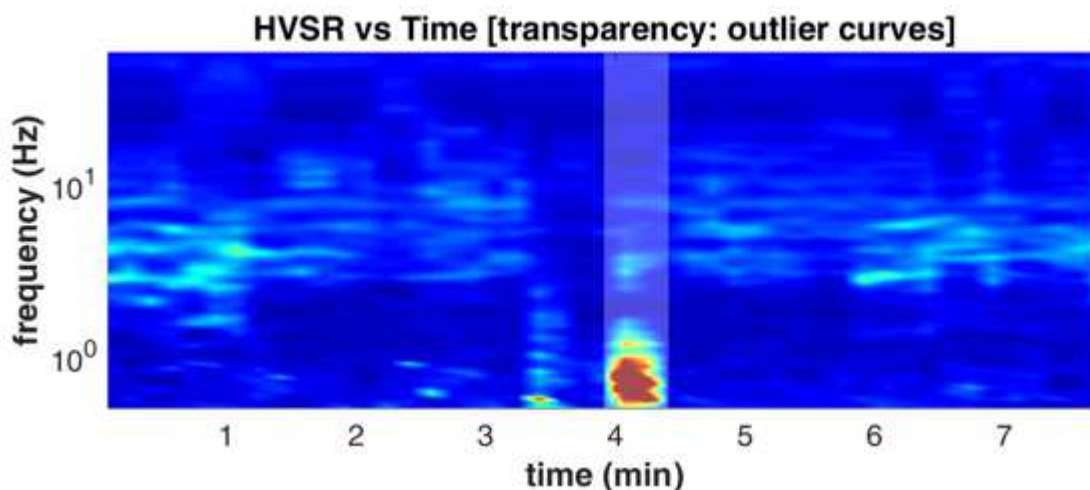


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

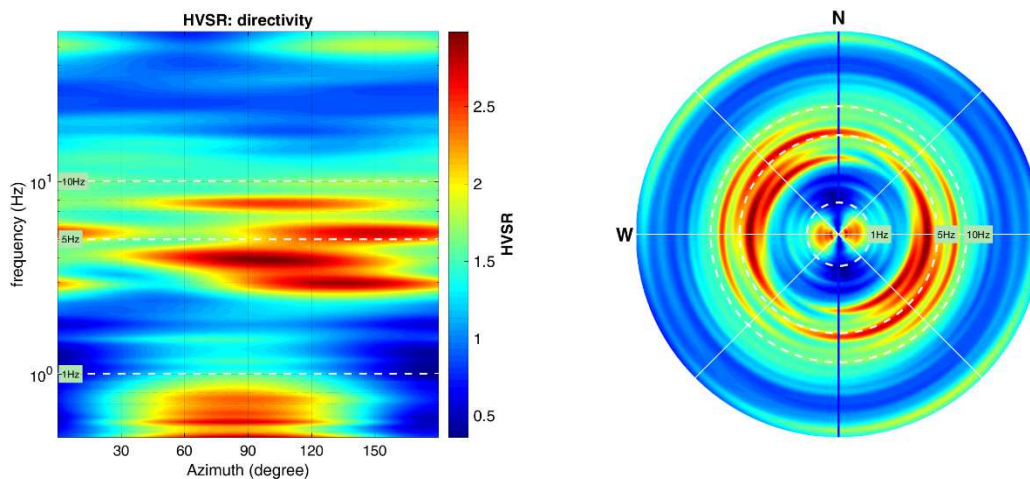
27 Chitignano:

- CLASSE B: H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.
- Sottoclasse TIPO 1: Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



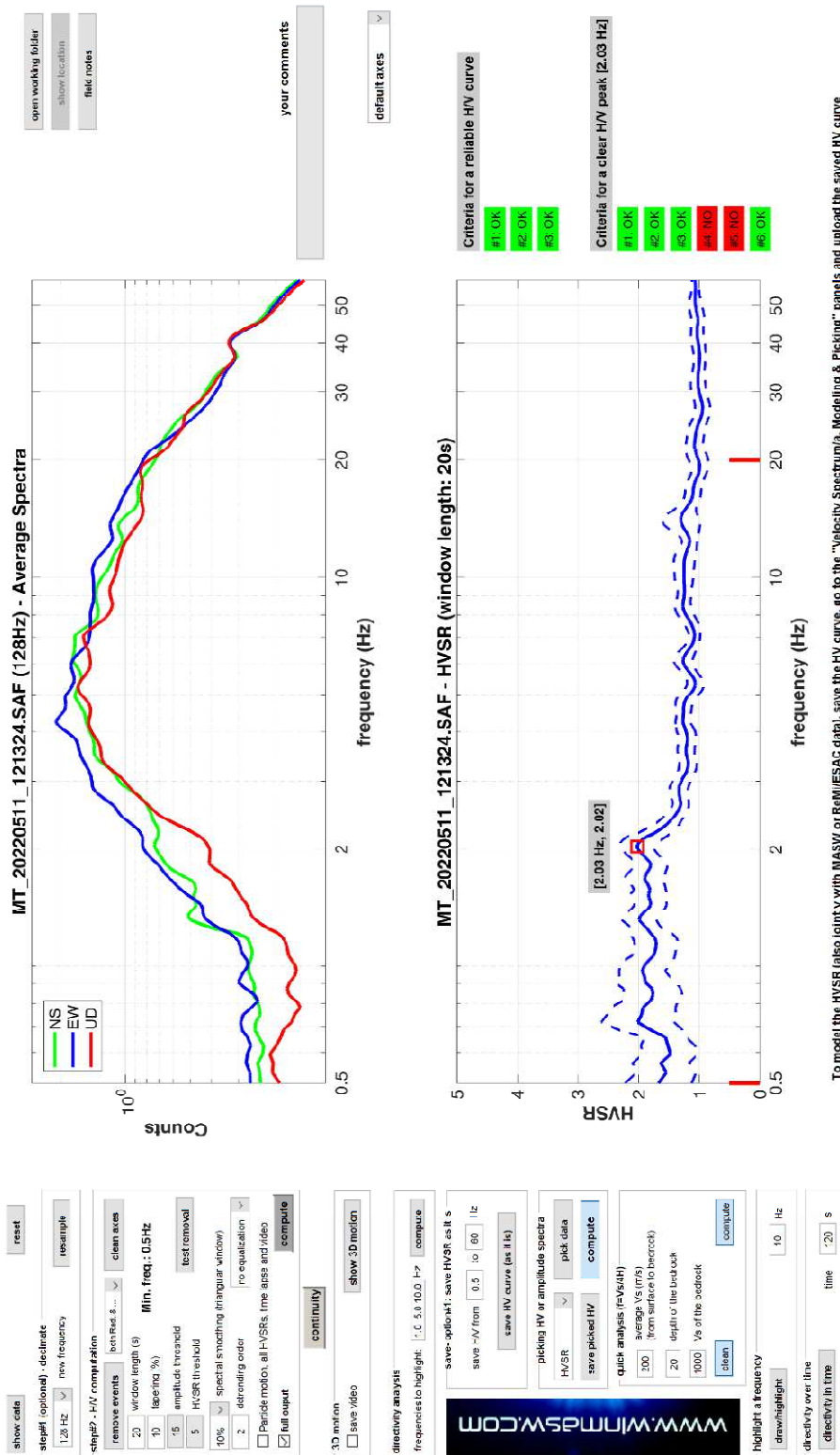
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



28 Chitignano – P57



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	12:13	Chitignano circolo proloco
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.663976°
	Longitudine	11.880868°
	Quota (mslm)	568.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_121324.SAF		28
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereni	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	20°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia ghiaiosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	media	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	si	10m
persone a piedi	si	10m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
	6-7m	25m
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 2,0 ad una frequenza di circa 2,0 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_121324.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 12 13 24.000

Notes: 28_CH_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 10 46

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 2.0 (± 1.8)

Peak HVSr value: 2.0 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $2.032 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $4105 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.5Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.0 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $1.849 > 0.102$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.598 < 1.58$ (OK)

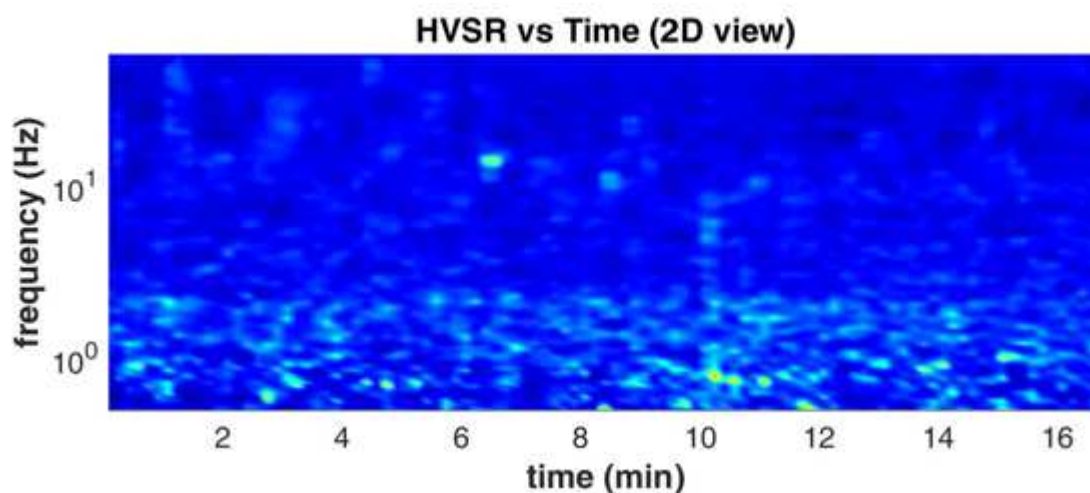


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

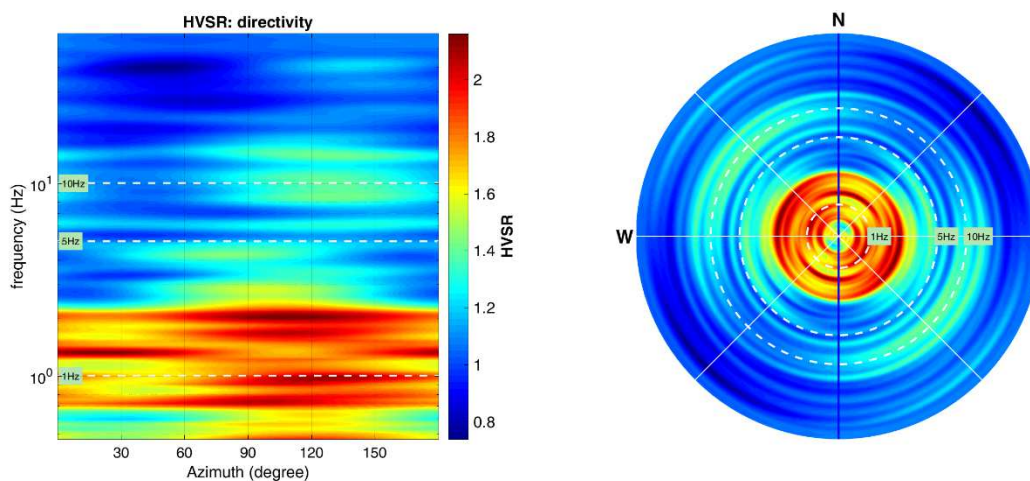
28 Chitignano:

- CLASSE B: H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.
- Sottoclasse TIPO 1: Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

(Geol. N.Giovannini e S.Secci)



ProGeo *Engineering S.r.l.*

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo
tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

Indagini geofisiche di supporto allo studio di MS3 del Comune di Chitignano (AR)

SISMICA A RIFRAZIONE

L15SR - (loc. San Vincenzo)

L16SR - (loc. Pieve)



Dott. G
SECCI SIMC



Dott. Geologo *Giovanni*
(Ord. Geologi Toscar

CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEI DATI

Per implementare i dati già esistenti abbiamo effettuato un'ampia campagna di indagine, dove sono stati eseguiti

2 profili a rifrazione in onde P ed SH

Le zone indagate sono state essenzialmente quelle di frana, con le rifrazioni atte alla ricostruzione delle sequenze stratigrafiche in zone collinari, le riflessioni e le tomografie elettriche usate per ricercare discontinuità sismostratigrafiche, gli ESAC validi per la caratterizzazione dei terreni al fondovalle, nella parte terminale delle zone in frana. I MASW usati principalmente in collina in luoghi con mancanza di spazio.

Segue una tabella con tutte le prove svolte.

SISMICA A RIFRAZIONE

L15SR e L16SR

STRUMENTAZIONE USATA PER I RILIEVI

MASW-ESAC-RIFRAZIONE-RIFLESSIONE

Sismografo AMBROGEO ECHO24-2010

Sismografo AMBROGEO ECHO 48 2014

Computer mediacom smartbook 145

Geofoni verticali da 4,5 Hz (MASW- ESAC)

Geofoni verticali da 14 Hz (rifrazione in P)

Geofoni verticali da 60 Hz (riflessione)

Geofoni orizzontali da 10 Hz (rifrazione in SH)

Massa battente (mazza) (rifrazione in P, riflessione, MASW)

Traversina caricata dal peso di una persona o di un autoveicolo e percossa nei due lati per energizzazione in SH



Number of channels	24+1 with differential input
AD conversion	24 bits
Dynamic range	130dB@1ms PG=0dB 120dB@1ms PG=18dB
Cross talk	>90dB
Preamplify gain	0,6,12,18,24,30,36,42,48,54,60,66,72
Frequency response	0 to 6kHz (30KSPS) 0 to 4,8kHz (15KSPS) 0 to 3kHz (7,5KSPS) 0 to 1,5kHz (3,5KSPS) 0 to 800Hz (2KSPS) 0 to 400Hz (1KSPS)
Acquisition and display filter	Low Cut Out 10-15-25-35-50-70-100-140-200-280 High Cut Out 32-64-125-250 Hz Notch 50-60-150-180 Hz
Sampling Interval	32,64,128,256,478,956us
Record Length	16000 samples
Stacking trigger accuracy	1/32 of sample interval
Distorsion (THD)	0,0004%
Max Input signal	5Vpp, 0dB
CMR	110dB (fCM = 60Hz fDATA = 30kSI
Noise	0,25uV, 2ms 36dB

RILIEVI TROMOMETRICI

Tromino Micromed



Number of channels	3+1 analog
Amplifiers	all channels with differential inputs
Noise	< 0.5 μ V r.m.s. @128 Hz sampling
Input impedance	10^6 Ohm
Frequency range	DC - 360 Hz
Sampling frequency	16384 Hz per channel
Oversampling frequency	32x, 64x, 128x
A/D conversion	≥ 24 bit equivalent
Max analog input	51.2 mV (781 nV/digit)

**SOFTWARE USATO PER LA VISUALIZZAZIONE, L'ACQUISIZIONE, IL FILTRAGGIO E
L'ELABORAZIONE DEI DATI**

Acquisizione dei dati

AMROGEO-Echo XE6-24 (gestione 24 canali)

AMROGEO-Echo XE6-48 (gestione 24 canali)

AMROGEO-Echo XE7-serializzazione dei 2 sismografi-gestione 72 canali.

Elaborazione e filtraggio

Geogiga -Front End pro- Reflector

VWgeosoft Visual Sunt - WinMasw Pro

Eliosoft-Win masw accademy elaborazione Masw-Remi-H/V-Attenuazione

Grilla-Tromino-H/

Intelligent re source-Rayfract -Tomografia sismica a rifrazione

**TUTTI I SOFTWARE COMMERCIALI IN NOSTRO POSSESSO SONO ORIGINALI E
DOTATI DI ORIGINALE LICENZA**

SISMICA A RIFRAZIONE

CENNI TEORICI

La metodologia della sismica a rifrazione consiste nel produrre delle onde sismiche nel terreno tramite una energizzazione (scoppio), tale energia può essere generata tramite un grave che percuote il terreno (martello o peso), oppure tramite lo scoppio di una carica esplosiva.

In particolare la sismica a rifrazione studia il comportamento dell'onda rifratta.

Tale onda, viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità, manda in superficie una serie di segnali (vibrazioni) che vengono registrati da degli accelerometri (geofoni).

Tali geofoni, posti ad un'equidistanza nota l'uno dall'altro vanno a formare la stesa sismica. L'indagine procede energizzando in posizioni note.

Il segnale così registrato viene convogliato ad una scheda di conversione A/D, e quindi registrato e conservato in memoria.

L'acquisizione dei dati da parte del sismografo parte quando un particolare circuito ("trigger") viene attivato dall'energizzazione nel terreno.

Per ogni registrazione viene registrato un segnale, costituito da una traccia per ciascun geofono, riconoscendo su ciascuna traccia il primo arrivo dell'onda rifratta si genera una retta, detta dromocrona, dall'inclinazione della quale si può risalire alla velocità ed alla geometria (interpolando più dromocrone) dei rifrattori.

Le metodologie di interpretazioni dei dati vanno dalle più semplici (metodo delle intercette) che richiedono solo 2 scoppi per profilo, al metodo del reciproco (Hokins 1957) e del reciproco generalizzato (G.R.M. Palmer 1980) che richiedono 5-7 scoppi per profilo, fino alle tecniche tomografiche, che richiedono almeno 7 scoppi per stendimento.

Le basi su cui si fonda ogni tecnica sono differenti, così come è crescente la complessità dell'elaborazione, tant'è che i G.R.M e soprattutto le tecniche tomografiche sarebbero improponibili senza l'ausilio di computer.

L'elaborazione che restituisce ogni tecnica risulta via via più completa e dettagliata, fino ad arrivare a una mappatura di discontinuità molto articolate ottenibile con le più moderne tecniche tomografiche.

PRINCIPALI LIMITI DELLA TECNICA SISMICA RIFRAZIONE

Il limite principale della sismica a rifrazione sta nel fatto che tale tecnica presuppone un incremento costante della velocità andando in profondità.

Se, ad esempio, abbiamo un modello in cui sotto uno strato continuo di argilla dura abbiamo della sabbia molle, ed al disotto di questa roccia, il passaggio fra argilla e sabbia non produce rifrazione, ed il modello che ricostruirò sarà un modello di terreno errato.

Per questo le indagini sismiche andranno sempre accoppiate, soprattutto in situazioni dove inversioni di velocità sono frequenti (ad esempio i depositi quaternari) ad indagini geotecniche dirette.

Tali inconvenienti sono stati parzialmente risolti dalle tecniche tomografiche, dove tramite il "ray tracing" è possibile stabilire il percorso del raggio sismico ed individuare zone (sempre che siano limitate ad una parte interna allo stendimento) dove è avvenuta un'inversione di velocità, caratterizzate da un'assenza di copertura dei medesimi.

MISURAZIONI TROMETRICHE

Per eseguire uno studio di micro zonazione sismica di primo livello si necessita di avere conoscenze su porzioni di territorio molto estese , di una metodologia che permetta di raggiungere profondità ragguardevoli e , infine che sia di facile esecuzione ed economicamente non impegnativa.

Si ricorda inoltre che il target degli studi di primo livello risulta essenzialmente nel definire la profondità della roccia sotto la copertura sedimentaria.

La tecnica da noi utilizzata per l'acquisizione delle misure, peraltro fortemente raccomandata dalle *linee guida per la micro zonazione sismica* è quella tromometrica.

BASI TEORICHE

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica. La prova, comunemente nota con il termine H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali, H, e verticale, V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989). In un sistema costituito da uno strato tenero (es. coperture) ed un semispazio rigido (es. bedrock), un'onda tenderà a rimanere intrappolata nello strato tenero per riflessioni multiple (alla superficie libera, nuovamente al bedrock e così via) e darà luogo a fenomeni di risonanza per lunghezze d'onda incidenti]. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge:

$$1) T^{\circ} = 4h/V_s$$

dove T° indica il periodo, V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e h è lo spessore di detto strato.

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

L'Equazione 1 permette di comprendere come la tecnica H/V possa fornire anche indicazioni di carattere stratigrafico: a partire da una misura di microtremore che fornisce f , nota la V_s delle coperture, si può infatti stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa.

Misure H/V effettuate su roccia sana che non amplifica daranno invece curve piatte .

RISULTATI OTTENUTI

Sismica a rifrazione.

I profili sono stati trattati con software geogiga,Frontend , refractos e dwtomo.

In particolare si è ricostruito un modello 2d basandosi sul G.R.M., quindi tale modello lo abbiamo rifinito con la tomografia sismica.

Tale iter è stato possibile perché i contrasti erano netti, visto che il bedrock era presente e facilmente accessibile nella sezione sismica.

In questo modo avremo sia la definizione della linea di discontinuità delle velocità determinata dal G.R.M., sia il gradiente di velocità delle coperture superficiali.

L15SR

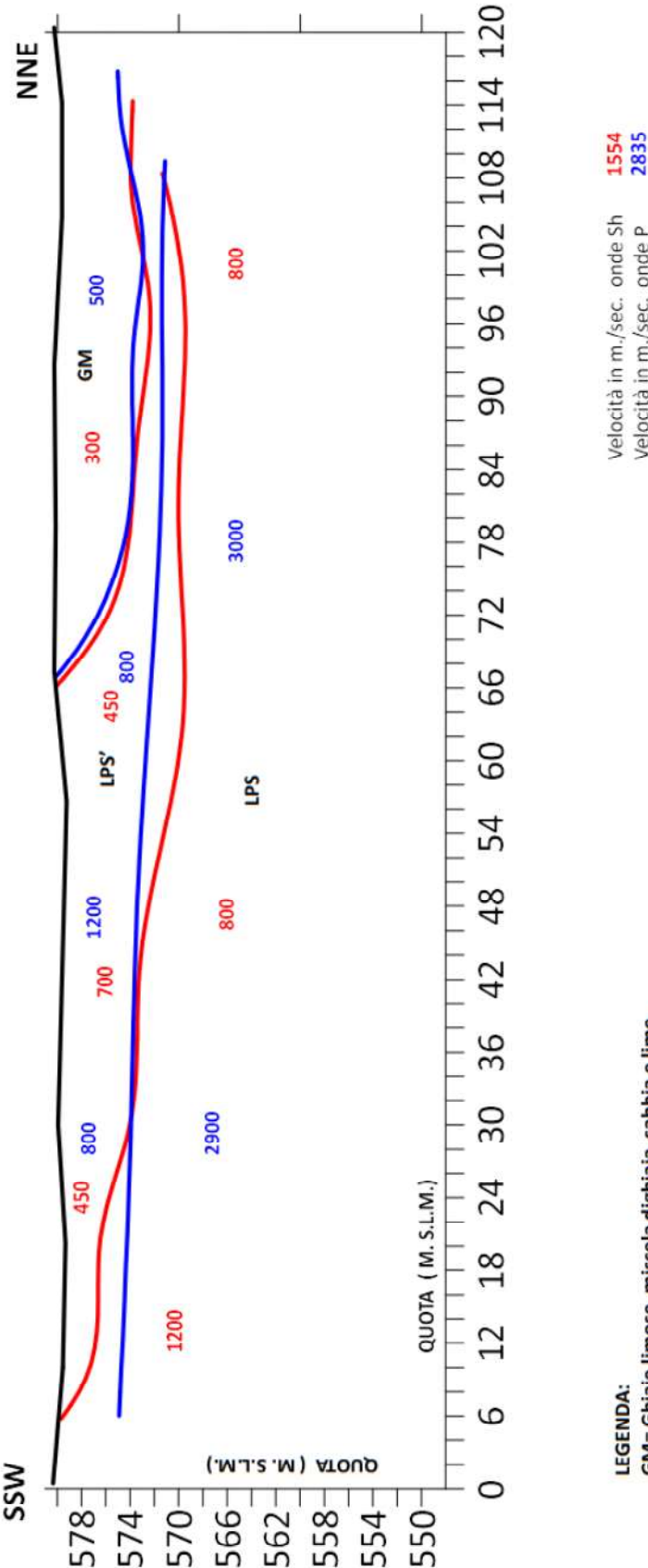
L16SR

Loc. San Vincenzo

CHITIGNANO (AR)

L15SR (sismica a Rifrazione onde P e Sh)

SEZIONE L15SR

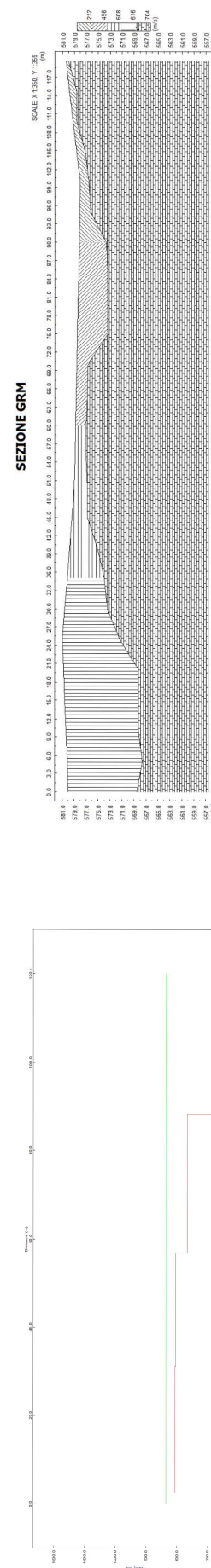
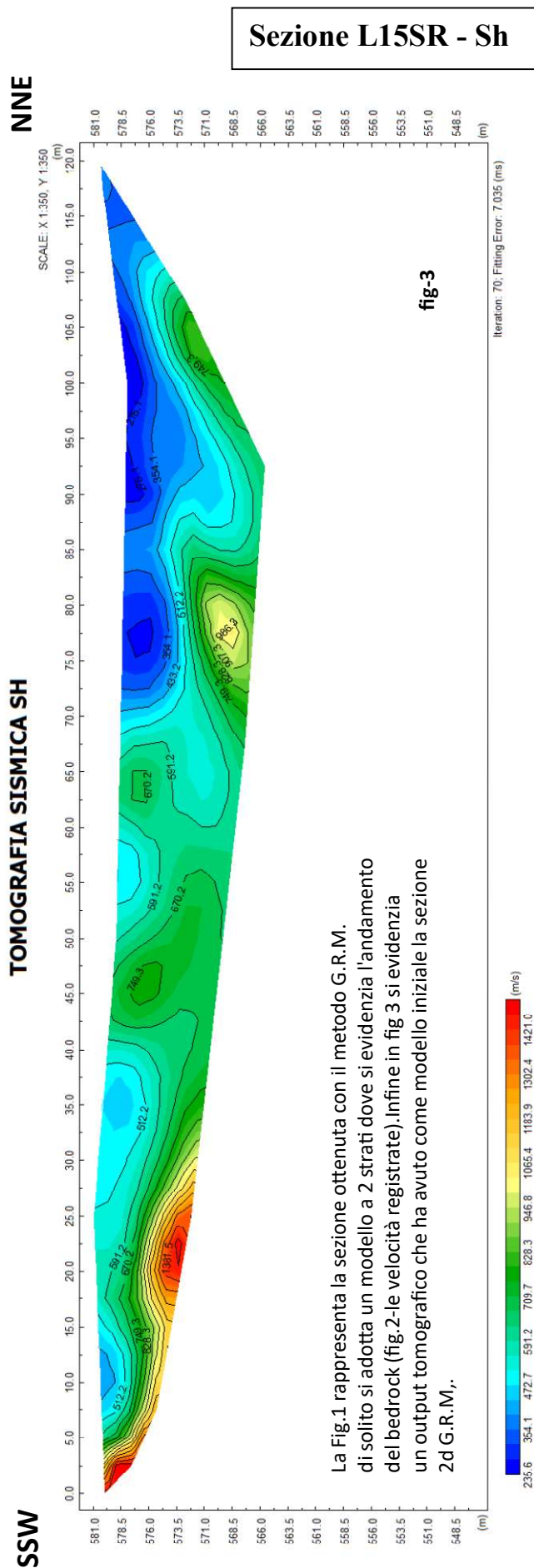


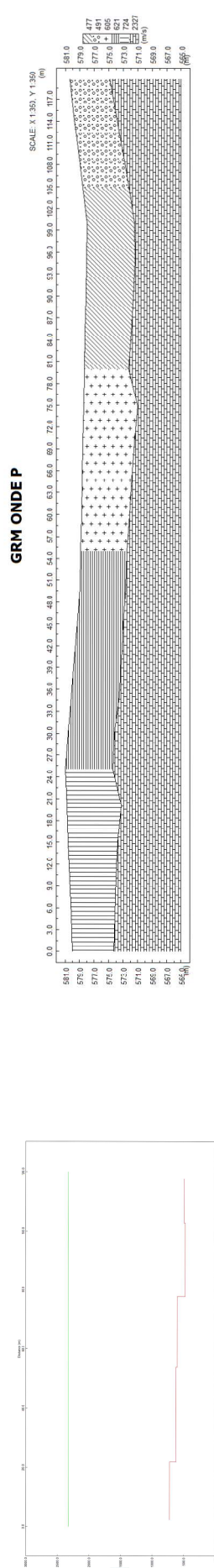
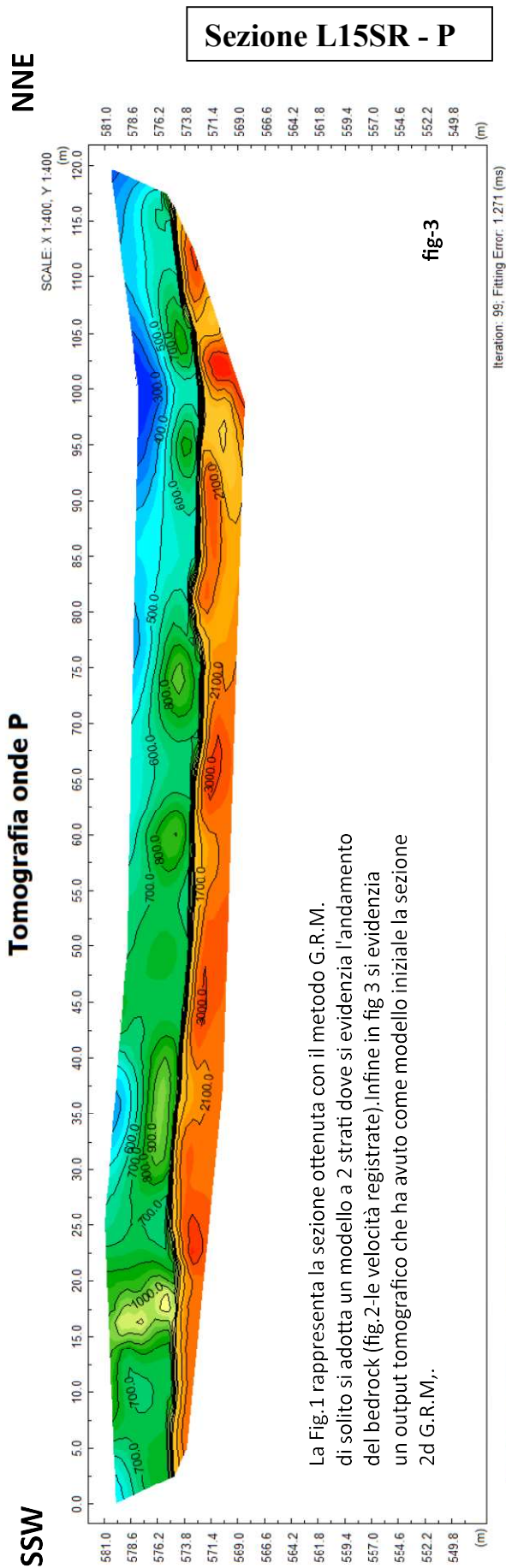
LEGENDA:

GM= Ghiaie limose, miscela dighiaia, sabbia e limo

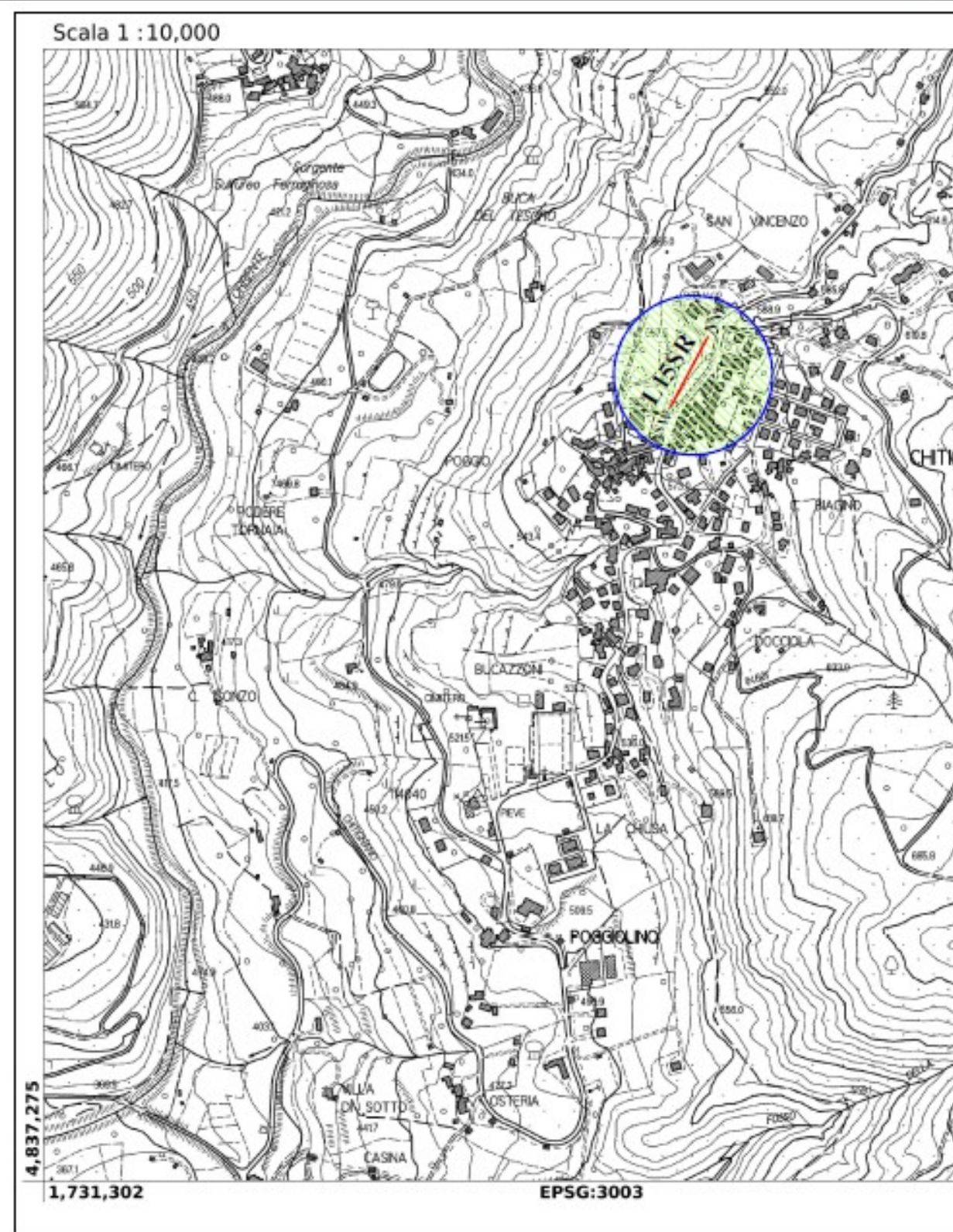
LPS': Lapideo, stratificato - fratturato (F.ne delle Arenarie del M.te Falterona - FAL3

LPS: Lapideo, stratificato (F.ne delle Arenarie del M.te Falterona - FAL3)



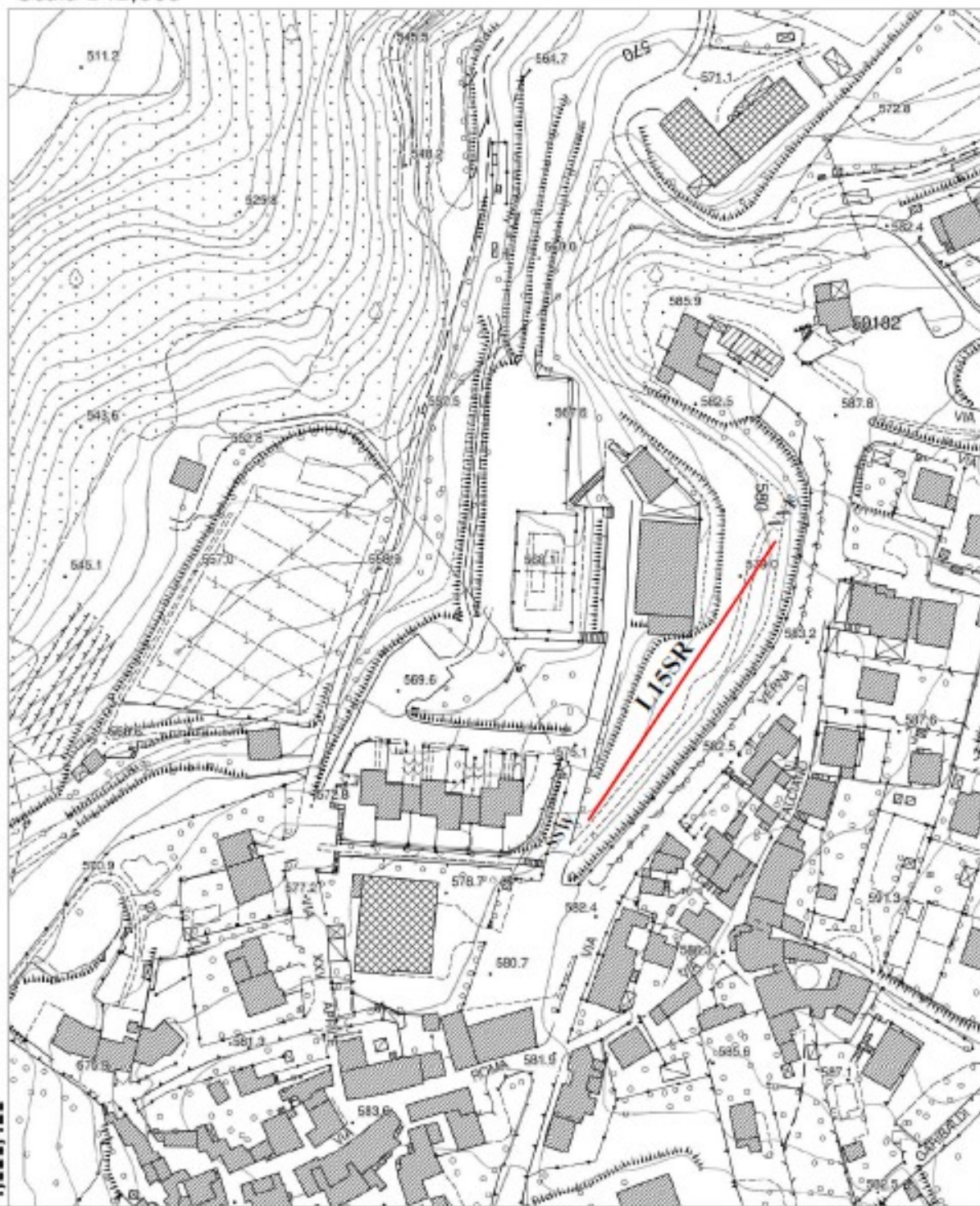


Ubicazione Stesa sismica a rifrazione L15SR (onde P e onde Sh)



Ubicazione Stesa sismica a rifrazione L15SR (onde P e onde Sh)

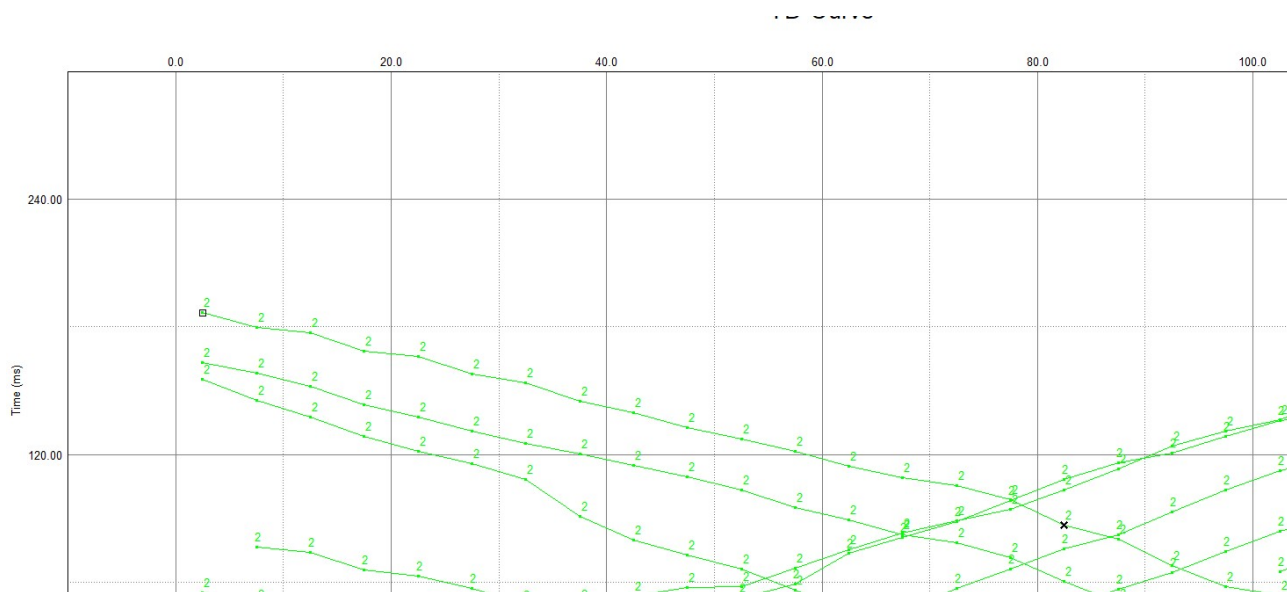
Scala 1 : 2,000



732,131.2

EPSG:25832

L15SR - Sh



GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

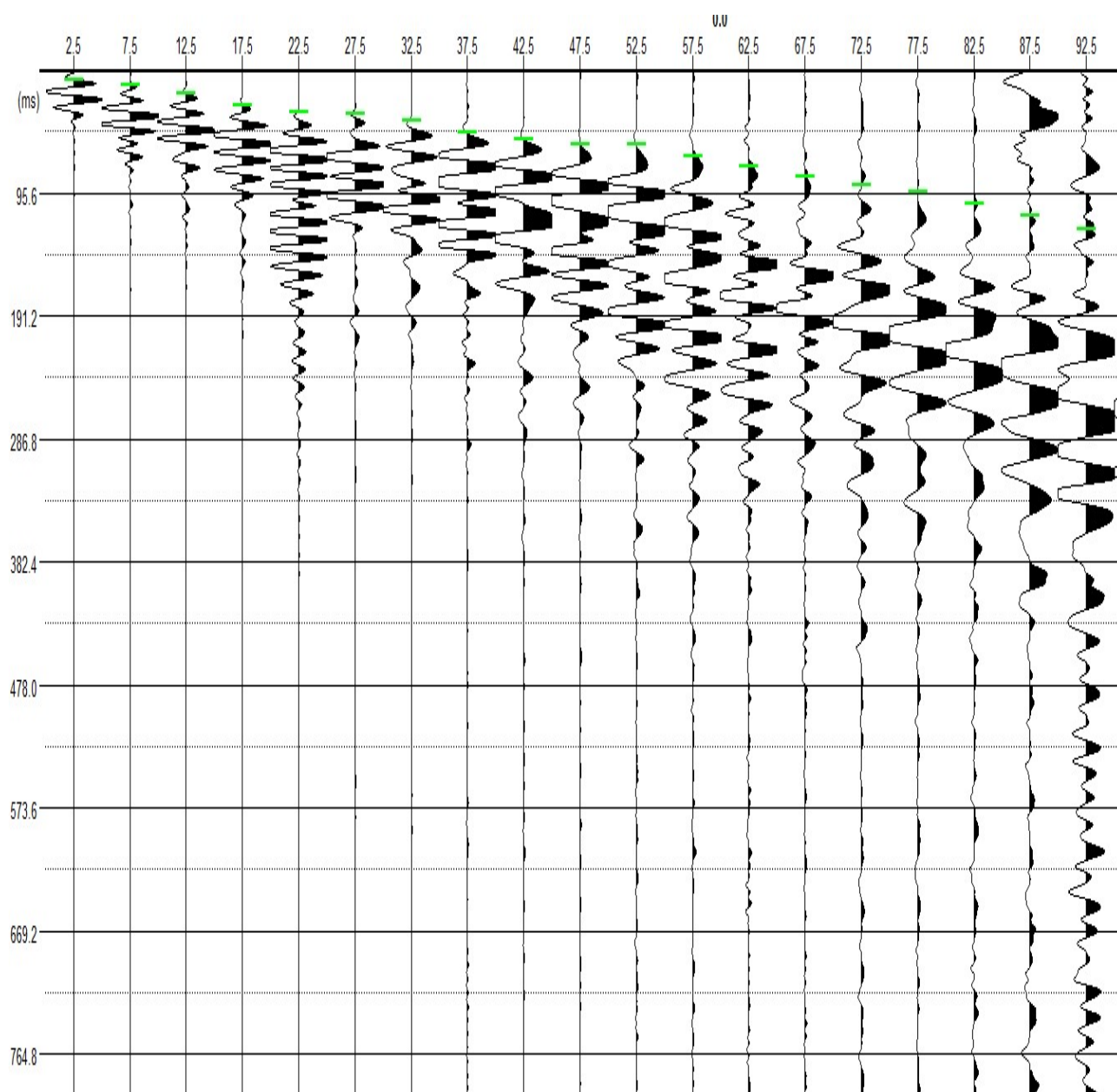
L15SR
Geofoni

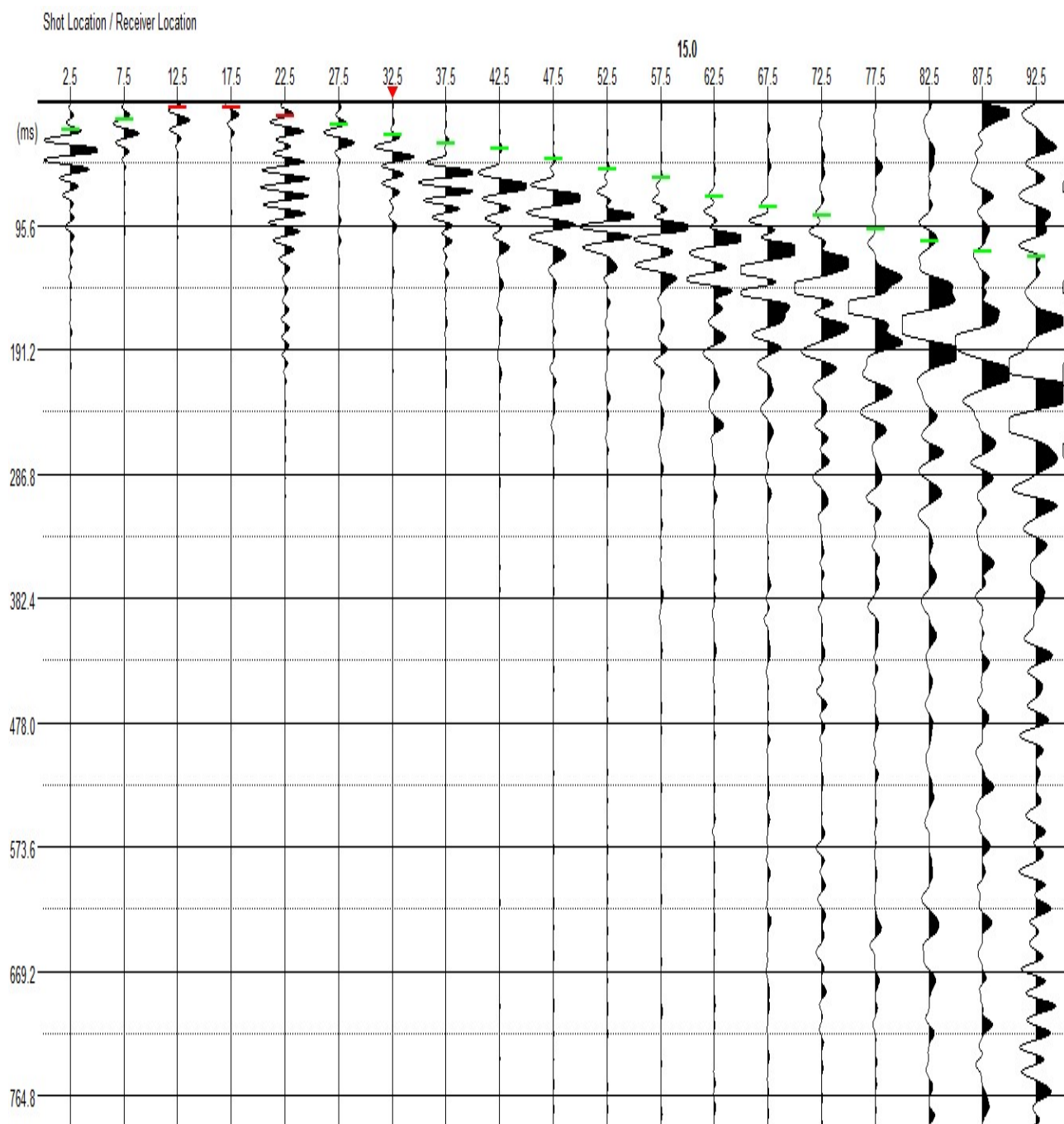
Chitignano 2

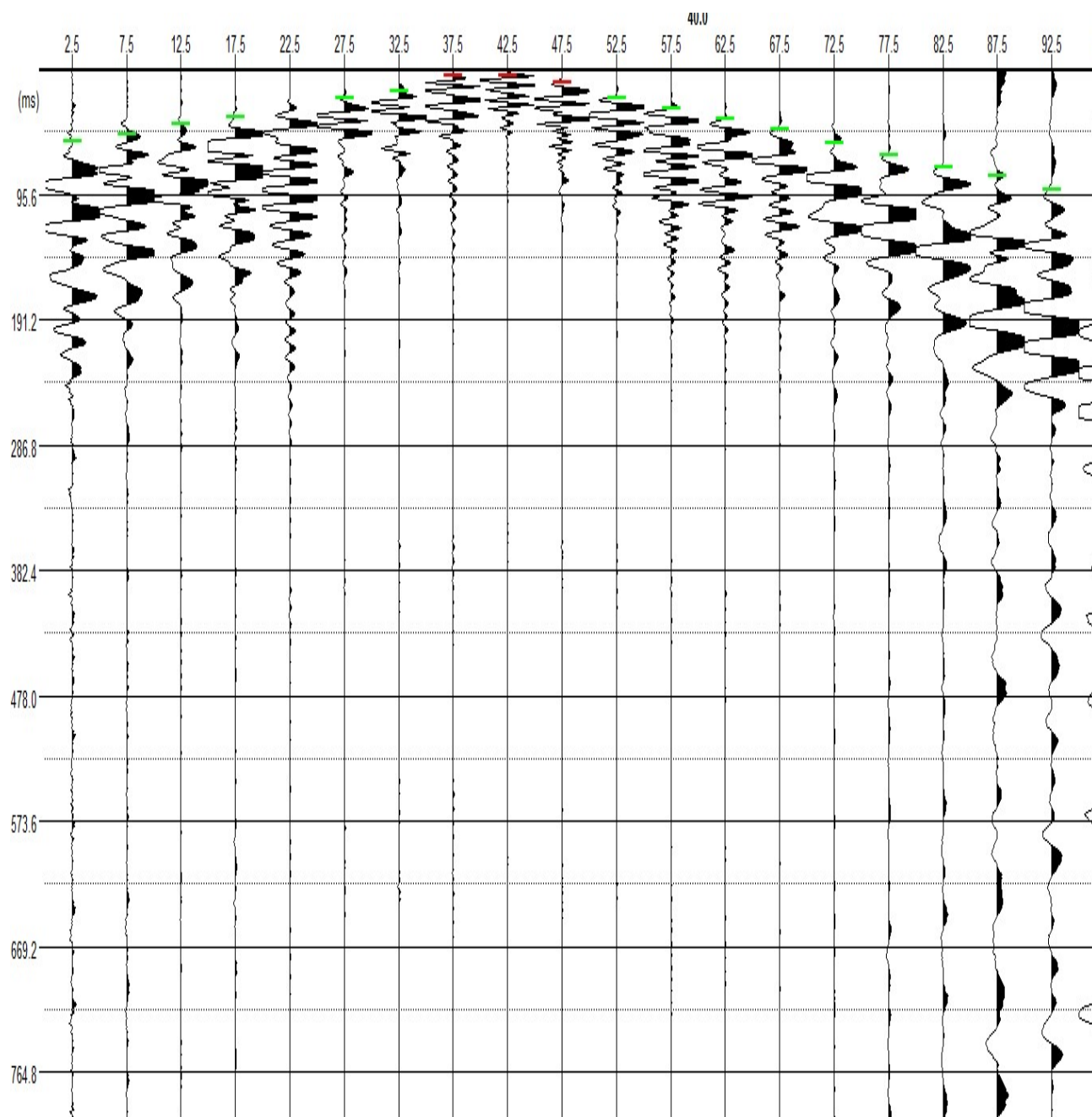
Name	Latitude	Longitude	Altitude	East (m)	North (m)	Height (m)
e1	43°39'48.62662"N	11°52'52.76129"E	621.238	1732344.400	4838547.537	574.602
g1	43°39'48.96009"N	11°52'52.95320"E	627.235	1732348.341	4838557.974	580.600
g2	43°39'49.08726"N	11°52'53.02990"E	628.052	1732349.923	4838561.957	581.417
g3	43°39'49.23107"N	11°52'53.18542"E	627.826	1732353.252	4838566.516	581.191
e	43°39'49.30848"N	11°52'53.24049"E	627.119	1732354.402	4838568.946	580.484
g4	43°39'49.38254"N	11°52'53.29869"E	627.490	1732355.626	4838571.277	580.855
g5	43°39'49.50922"N	11°52'53.42613"E	627.618	1732358.345	4838575.284	580.983
g6	43°39'49.63517"N	11°52'53.54235"E	626.869	1732360.813	4838579.261	580.235
g7	43°39'49.76837"N	11°52'53.65806"E	627.324	1732363.262	4838583.460	580.690
g8	43°39'49.89879"N	11°52'53.76637"E	626.662	1732365.548	4838587.568	580.028
e3	43°39'49.98415"N	11°52'53.82301"E	626.344	1732366.725	4838590.246	579.710
g9	43°39'50.05531"N	11°52'53.85044"E	626.534	1732367.263	4838592.463	579.900
g10	43°39'50.17168"N	11°52'53.98264"E	626.525	1732370.099	4838596.156	579.891
g11	43°39'50.32270"N	11°52'54.07363"E	626.646	1732371.975	4838600.886	580.013
g12	43°39'50.45238"N	11°52'54.18517"E	626.446	1732374.334	4838604.974	579.813
e4	43°39'50.52864"N	11°52'54.28591"E	625.650	1732376.509	4838607.405	579.017
g13	43°39'50.60942"N	11°52'54.28627"E	625.477	1732376.430	4838609.898	578.844
g14	43°39'50.72118"N	11°52'54.42225"E	625.264	1732379.356	4838613.452	578.632
g15	43°39'50.88571"N	11°52'54.50774"E	625.646	1732381.094	4838618.594	579.014
g16	43°39'51.02652"N	11°52'54.59476"E	625.060	1732382.892	4838623.006	578.428
e5	43°39'51.11559"N	11°52'54.65097"E	625.592	1732384.056	4838625.798	578.960
g17	43°39'51.17524"N	11°52'54.73341"E	625.063	1732385.838	4838627.703	578.431
g18	43°39'51.28605"N	11°52'54.82599"E	626.264	1732387.793	4838631.194	579.632
g19	43°39'51.41787"N	11°52'54.93605"E	626.031	1732390.116	4838635.346	579.399
g20	43°39'51.56875"N	11°52'55.05430"E	625.605	1732392.603	4838640.093	578.973
e6	43°39'51.63565"N	11°52'55.10864"E	626.155	1732393.749	4838642.200	579.524
g21	43°39'51.70396"N	11°52'55.16987"E	626.145	1732395.047	4838644.355	579.515
g22	43°39'51.88598"N	11°52'55.31351"E	624.901	1732398.069	4838650.082	578.271
g23	43°39'52.02232"N	11°52'55.32085"E	628.483	1732398.087	4838654.295	581.853
g24	43°39'52.05335"N	11°52'55.50244"E	627.910	1732402.121	4838655.393	581.280
e7	43°39'52.15898"N	11°52'55.53230"E	629.417	1732402.676	4838658.676	582.787

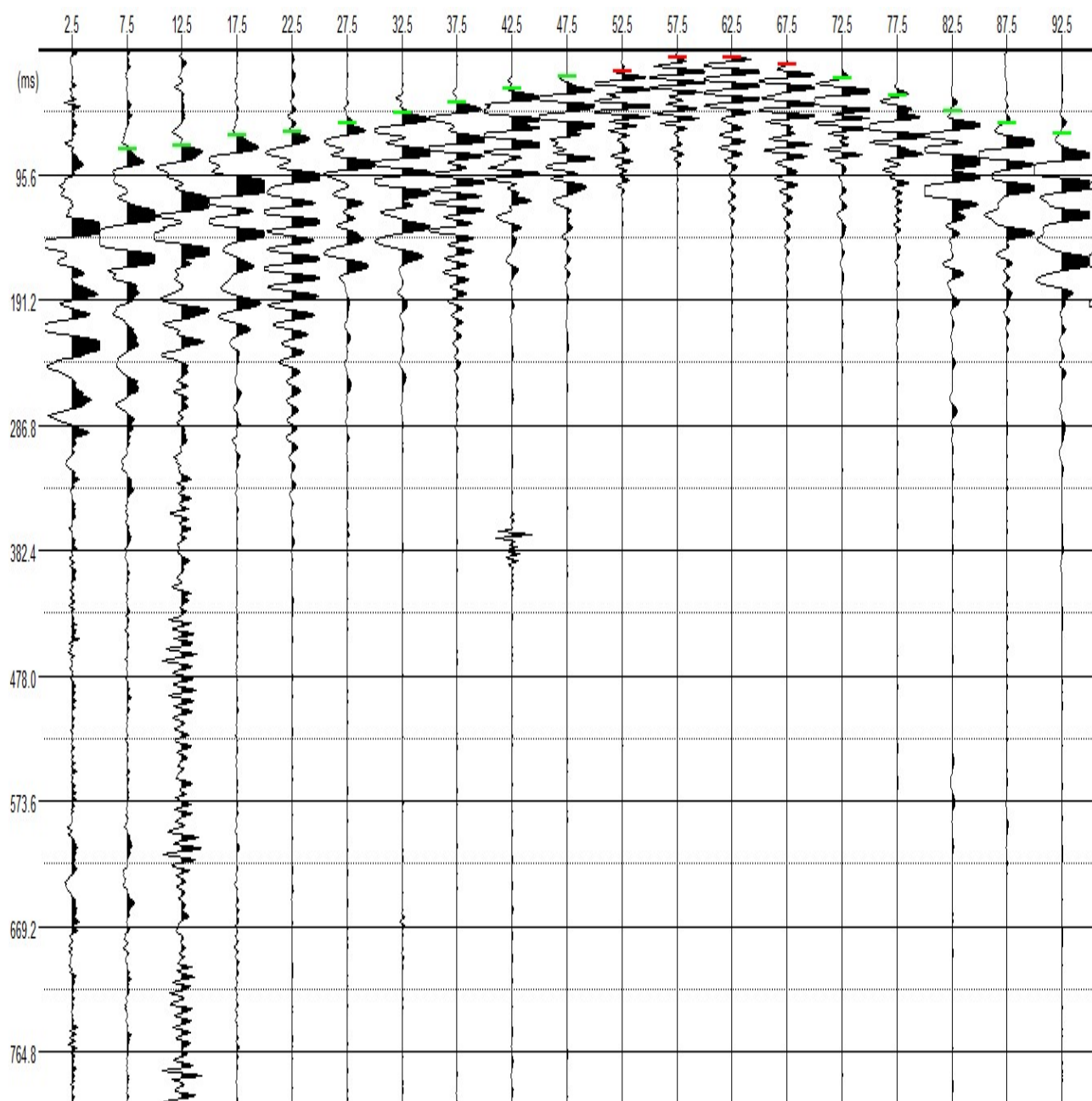
Energizzazioni

Name	Latitude	Longitude	Altitude	East (m)	North (m)	Height (m)
e1	43°39'48.62662"N	11°52'52.76129"E	621.238	1732344.400	4838547.537	574.602
e2	43°39'49.30848"N	11°52'53.24049"E	627.119	1732354.402	4838568.946	580.484
e3	43°39'49.98415"N	11°52'53.82301"E	626.344	1732366.725	4838590.246	579.710
e4	43°39'50.52864"N	11°52'54.28591"E	625.650	1732376.509	4838607.405	579.017
e5	43°39'51.11559"N	11°52'54.65097"E	625.592	1732384.056	4838625.798	578.960
e6	43°39'51.63565"N	11°52'55.10864"E	626.155	1732393.749	4838642.200	579.524
e7	43°39'52.15898"N	11°52'55.53230"E	629.417	1732402.676	4838658.676	582.787

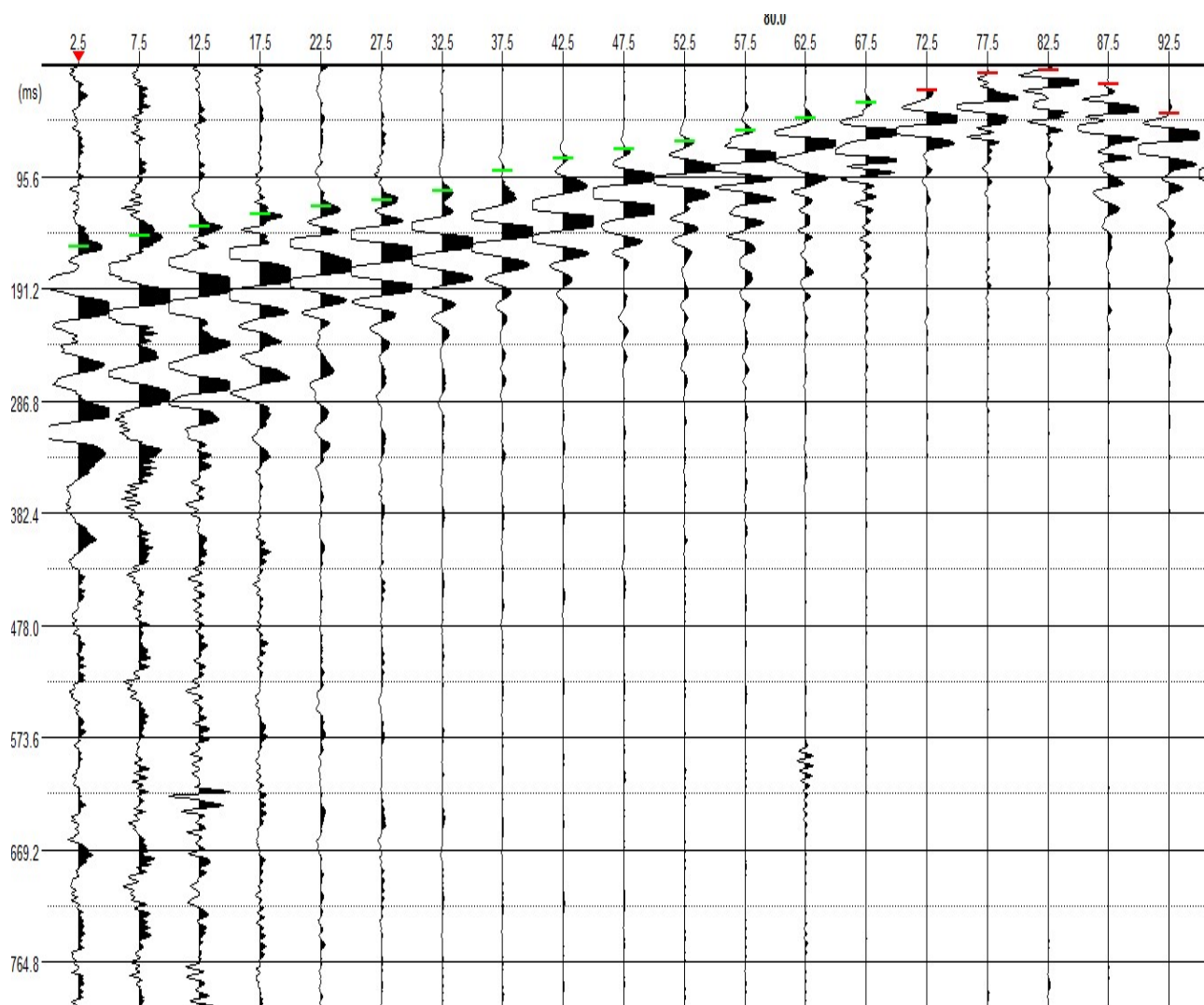


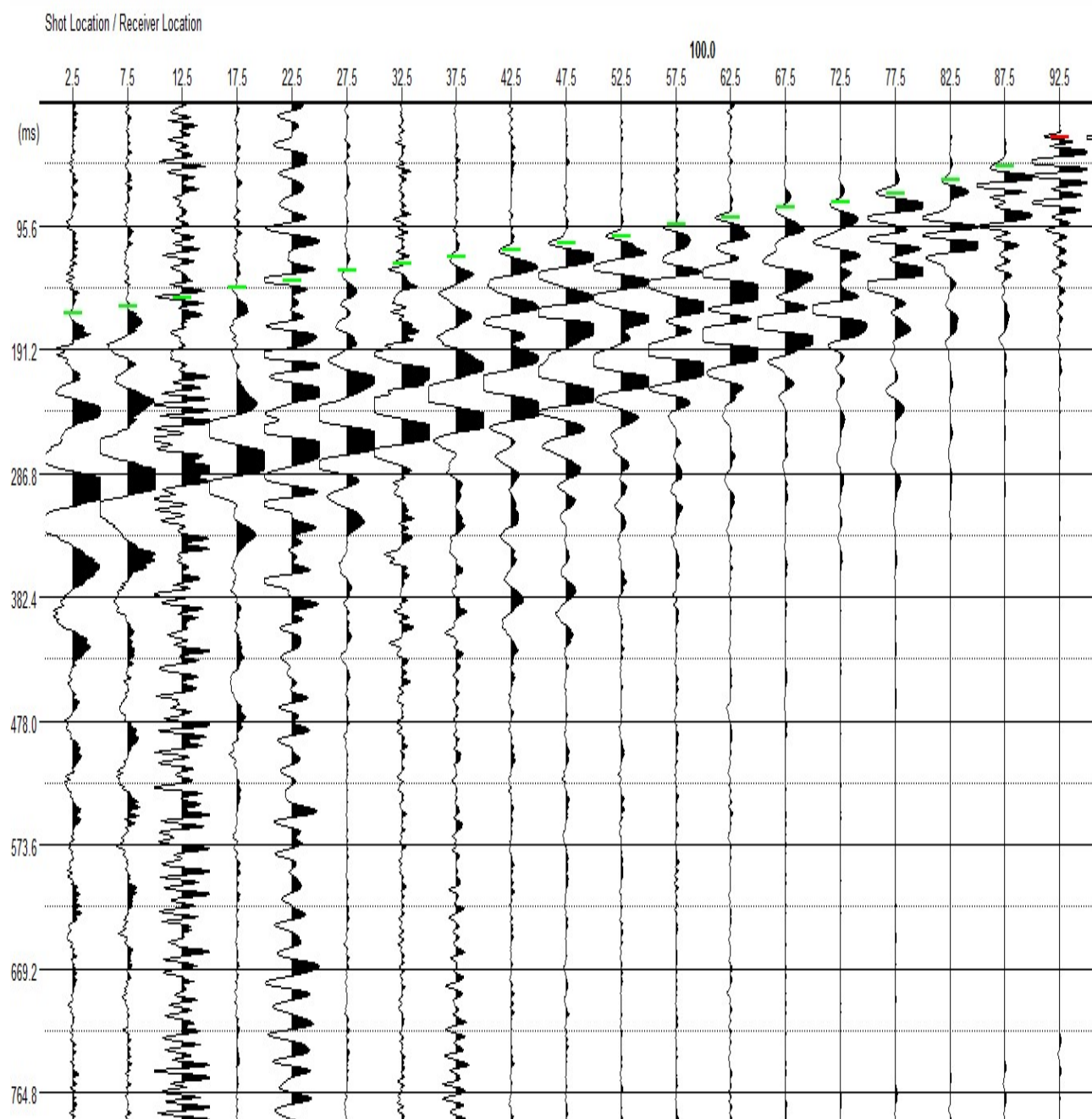




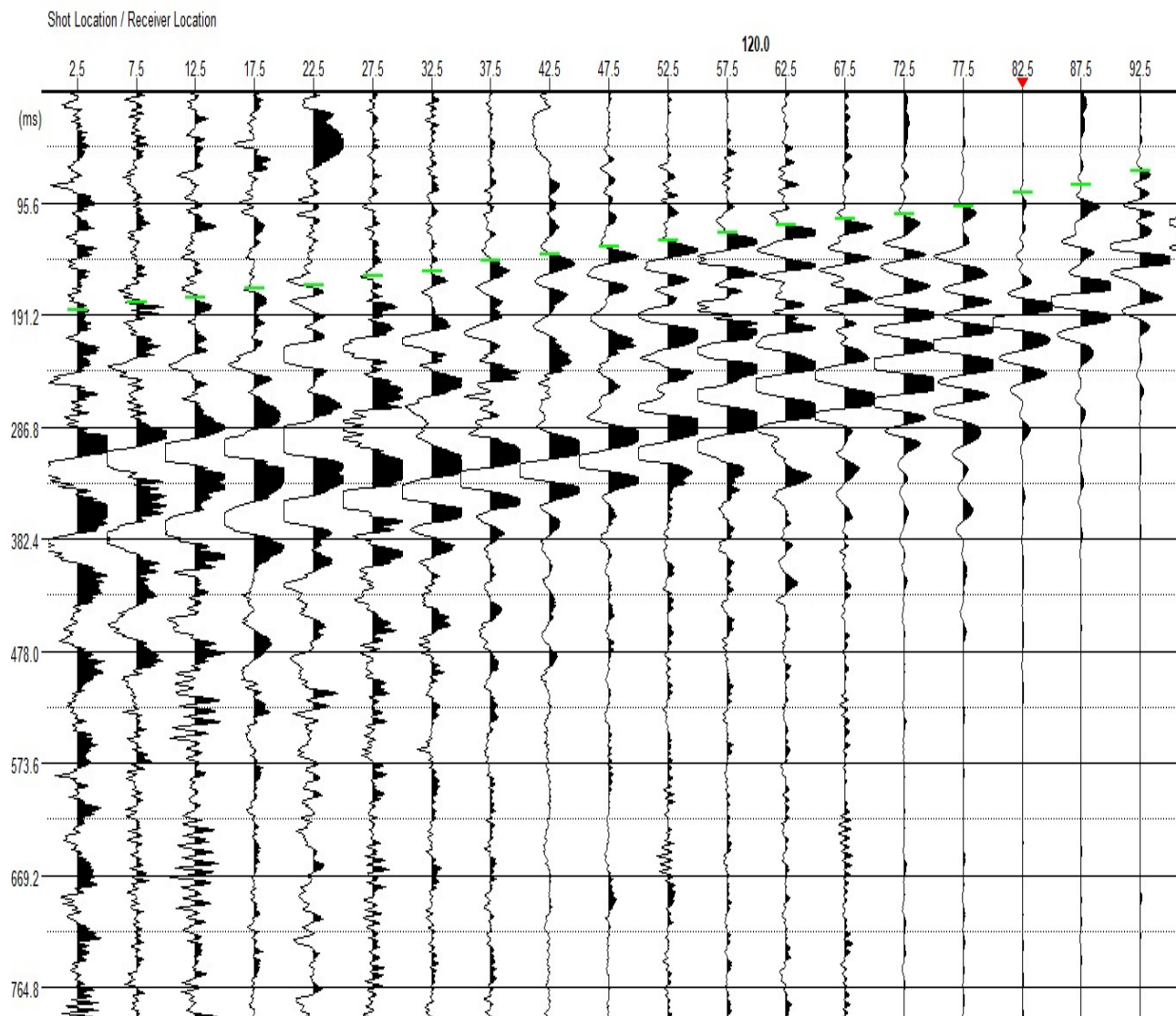


GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it



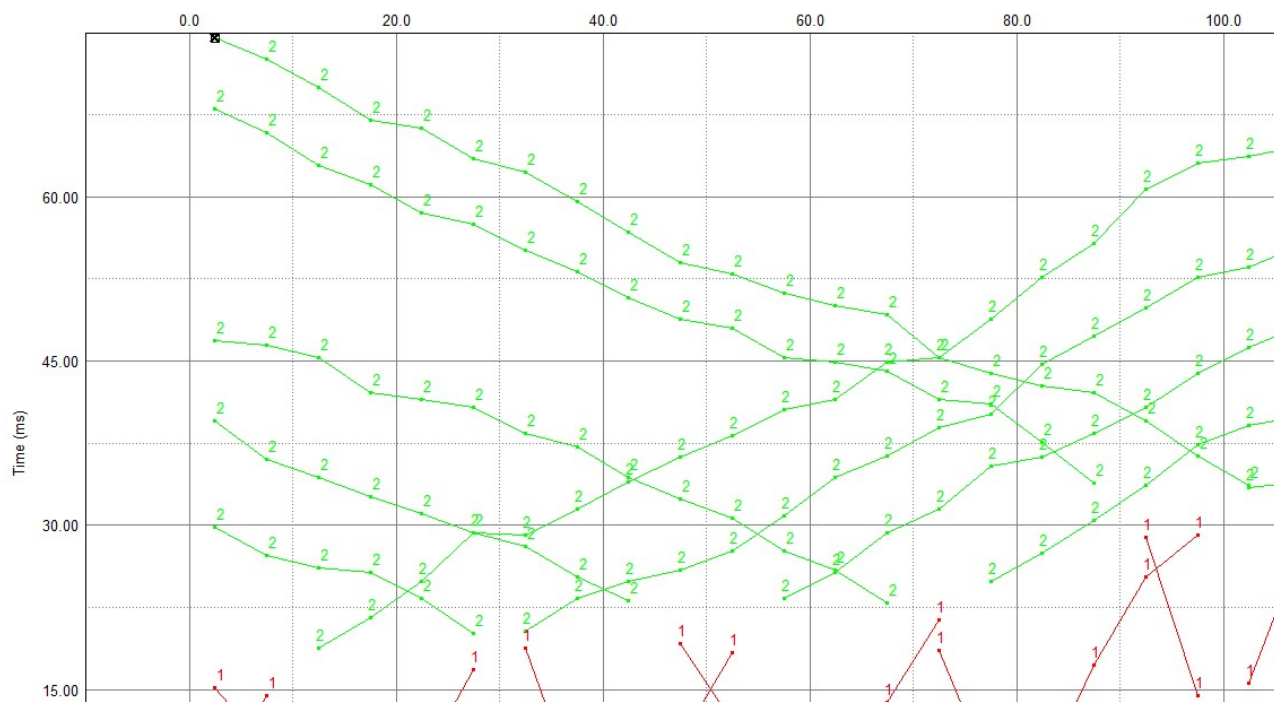


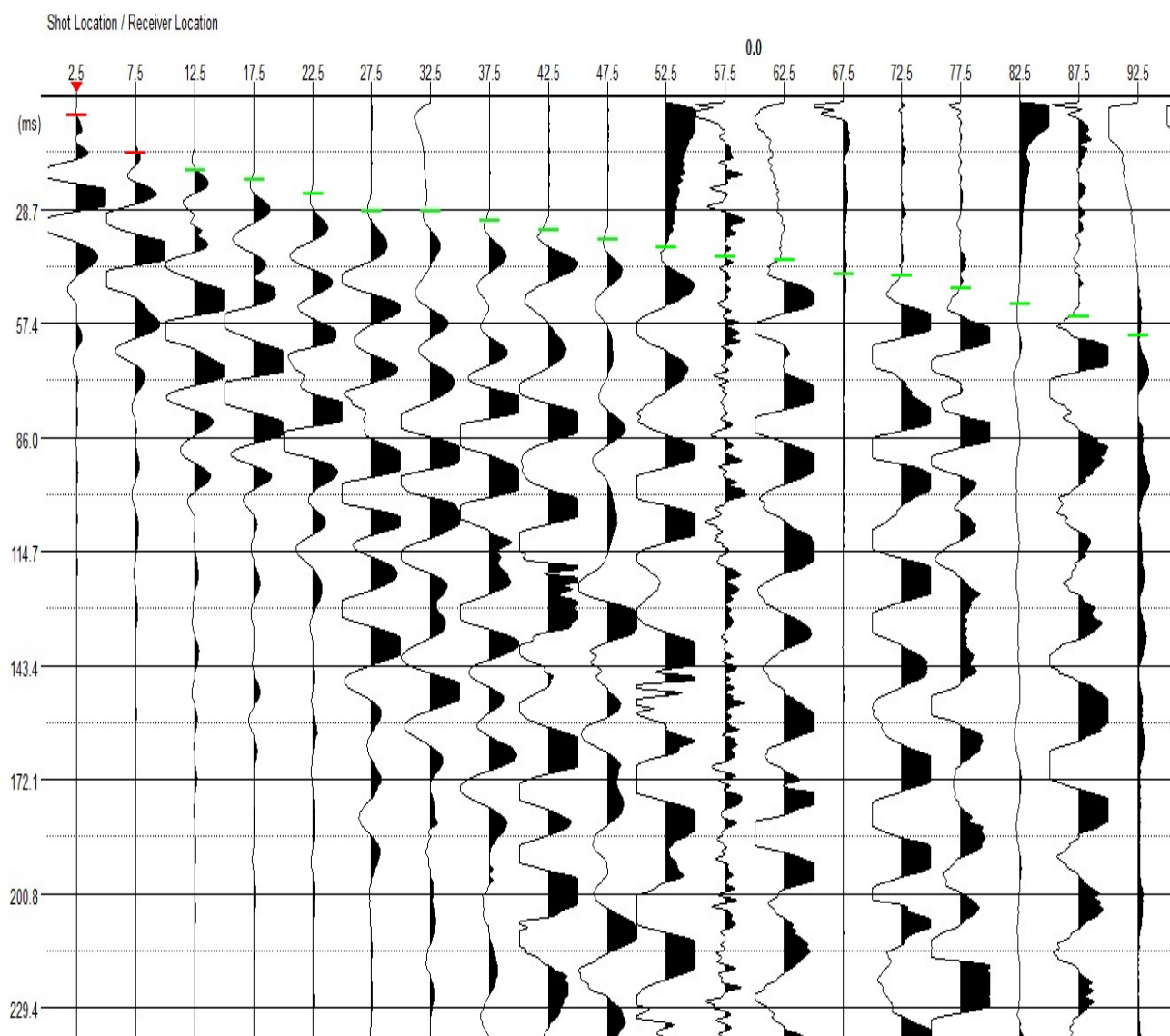
GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

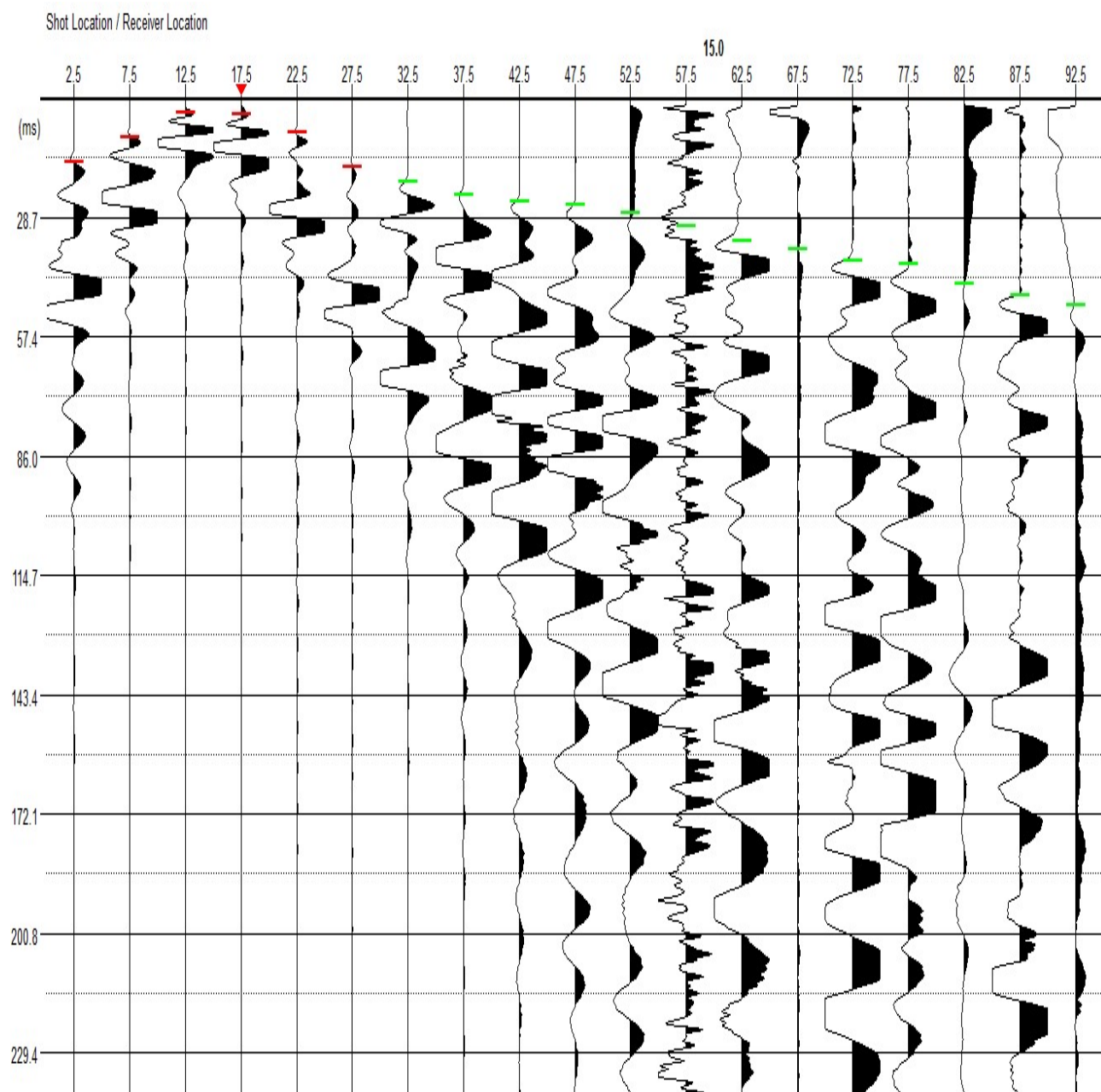


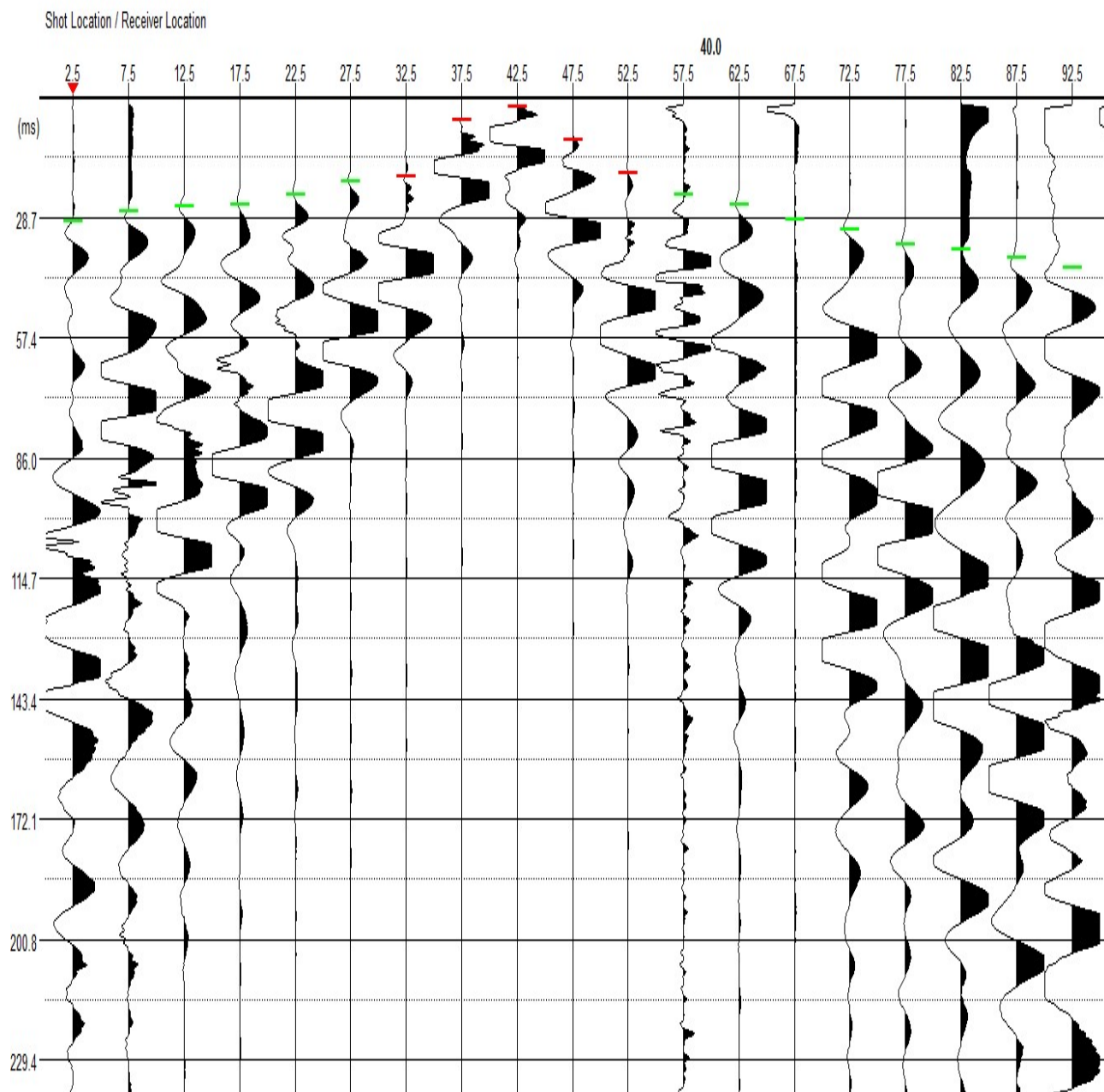
L15SR - P

TD Curve

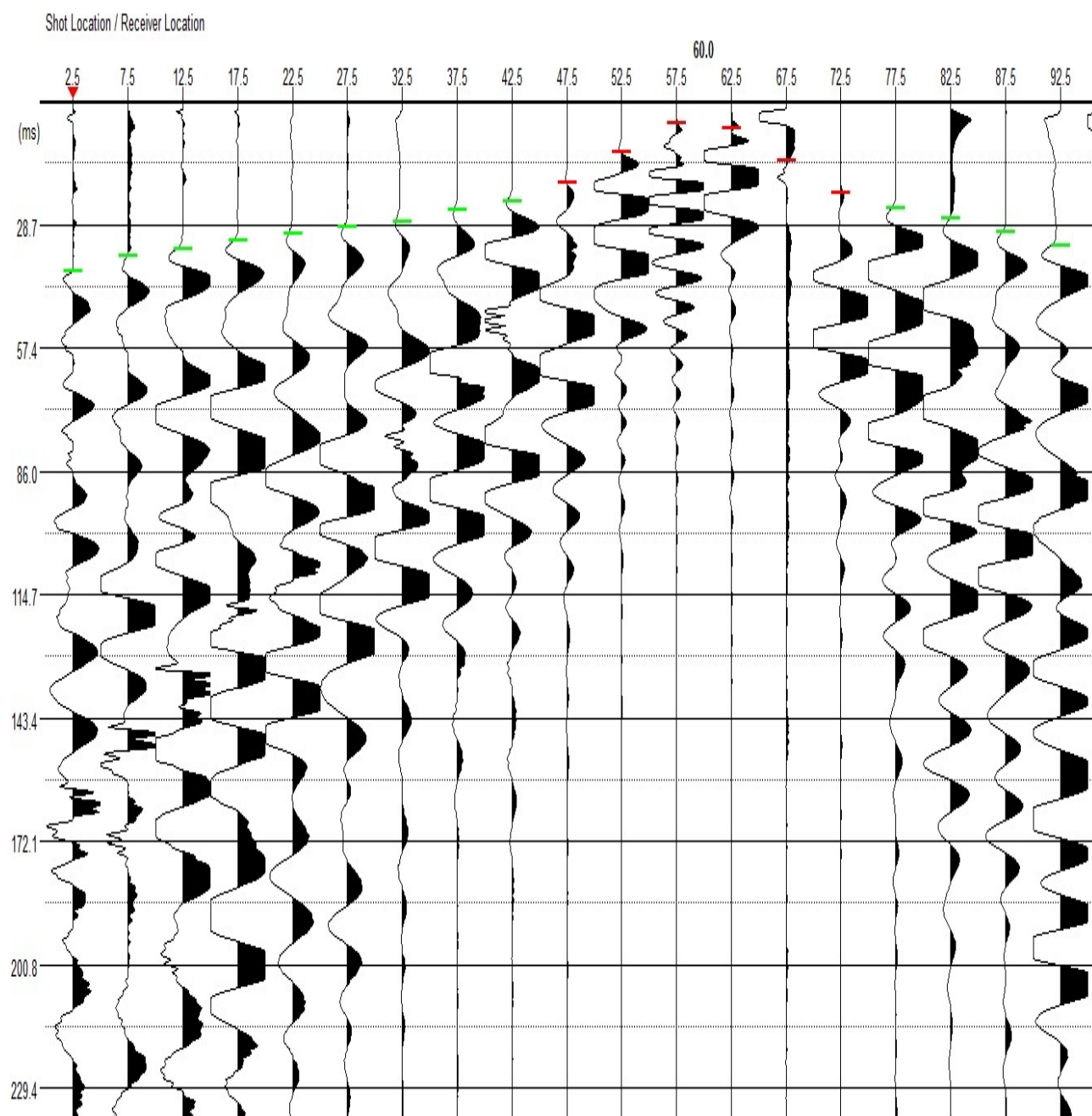


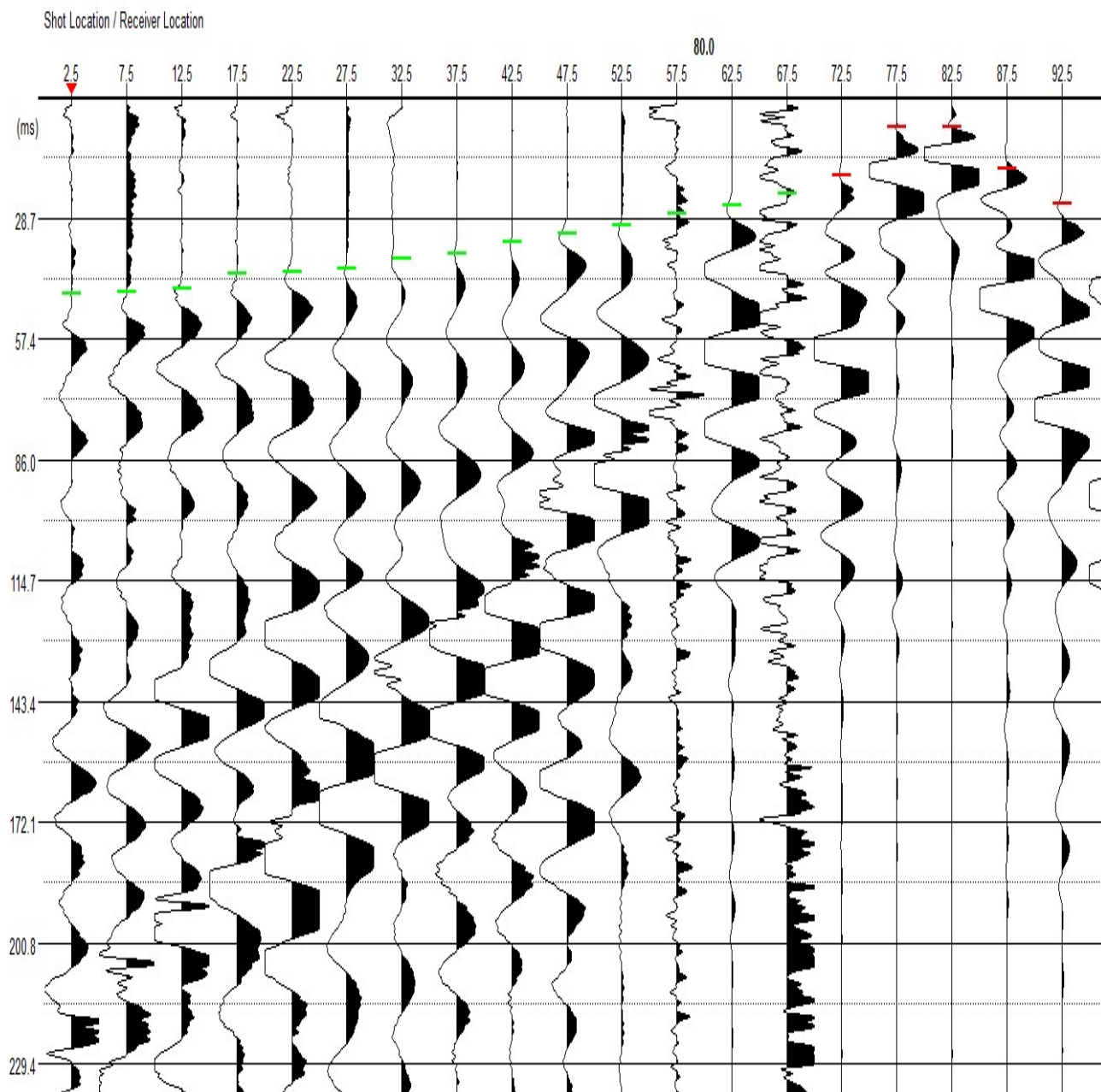




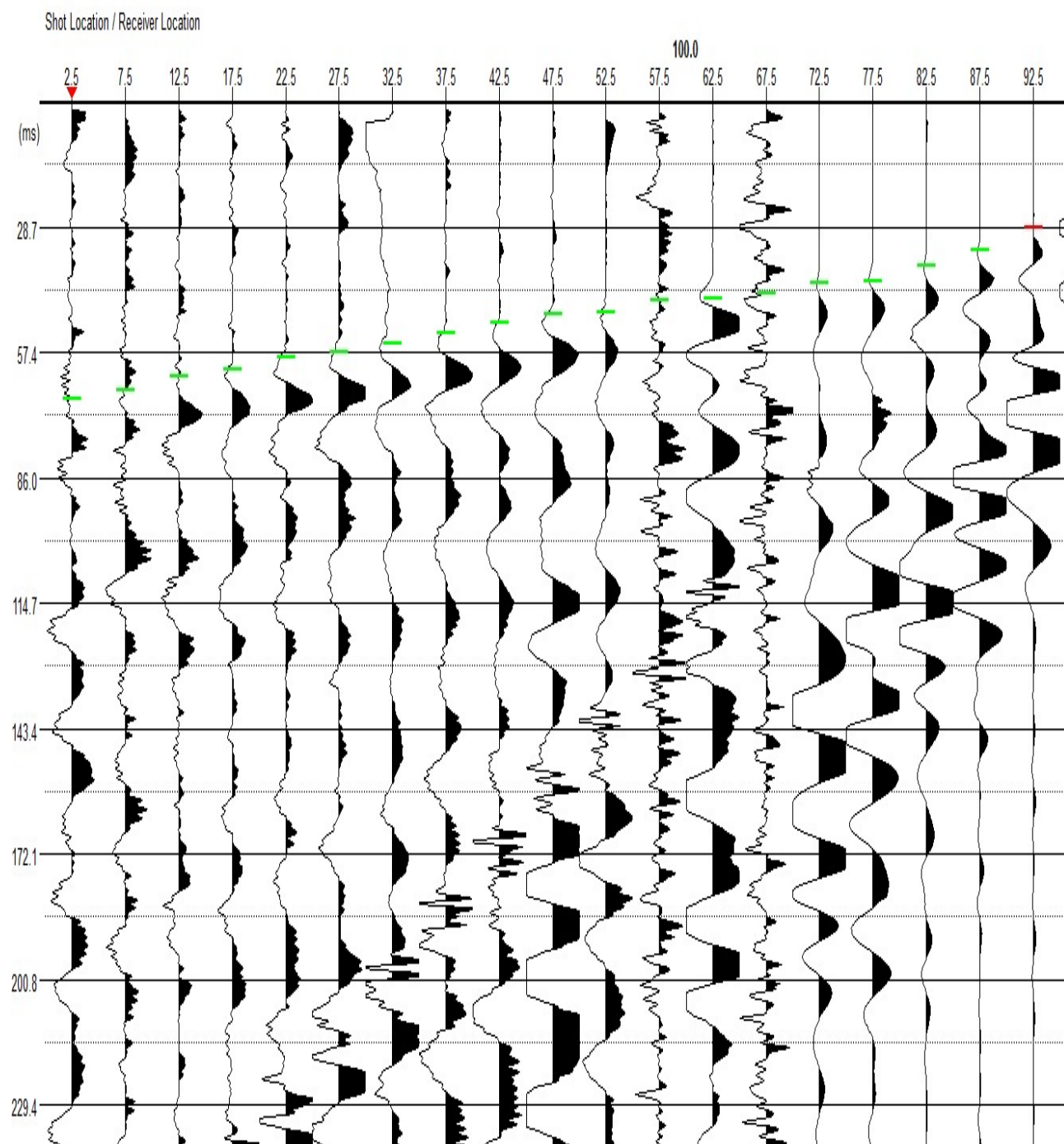


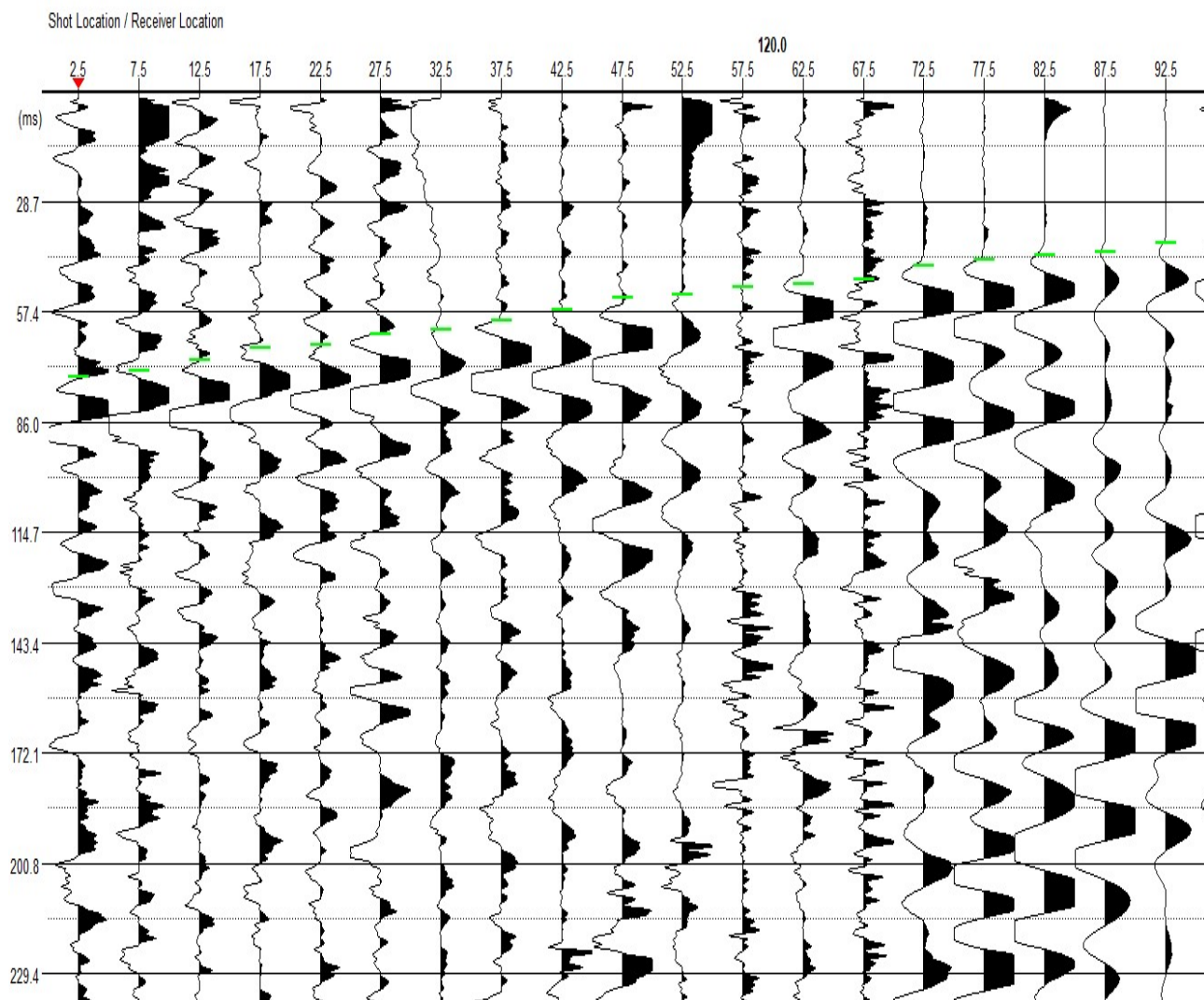
GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it





GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it



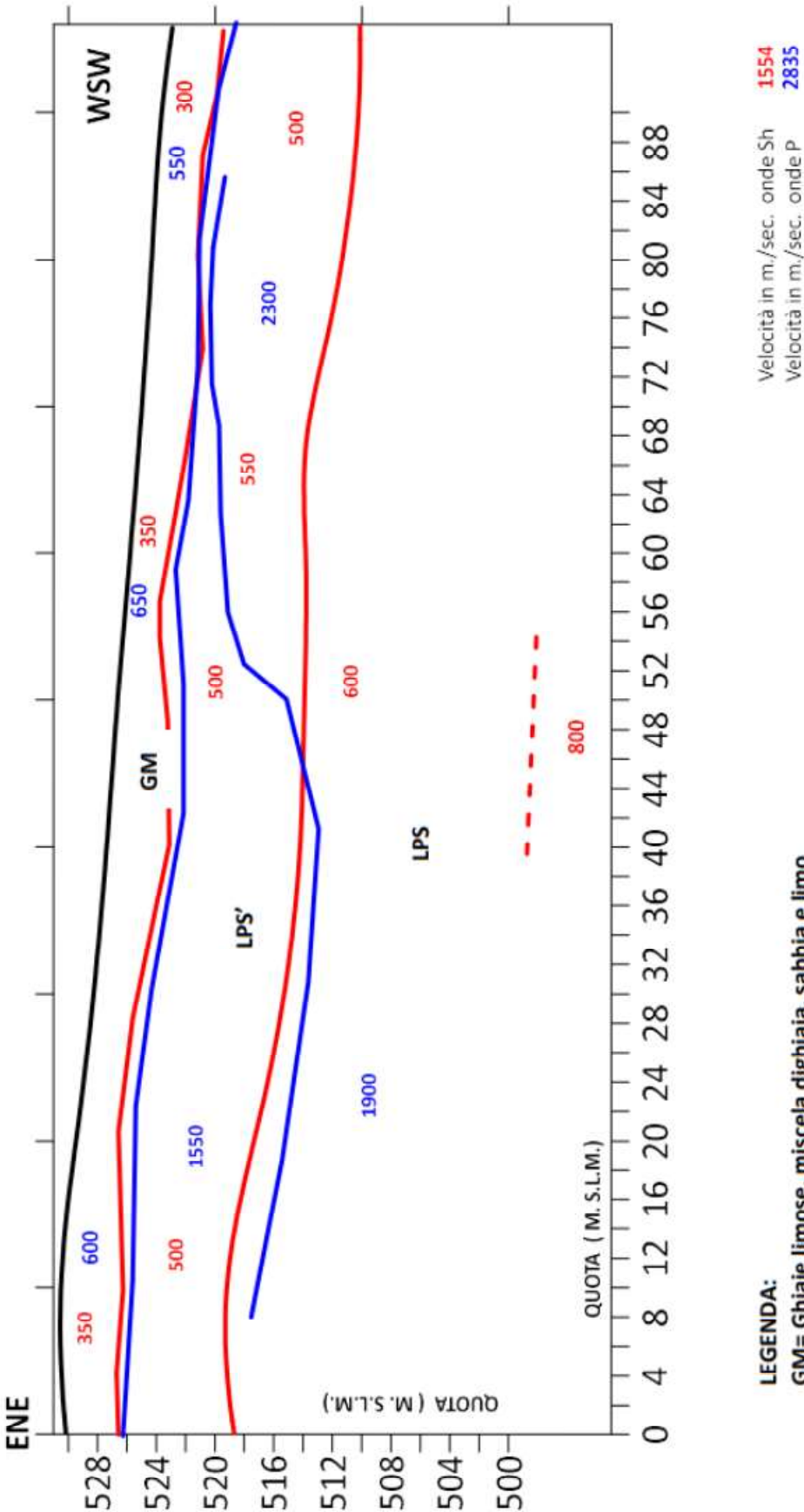


Loc. Pieve

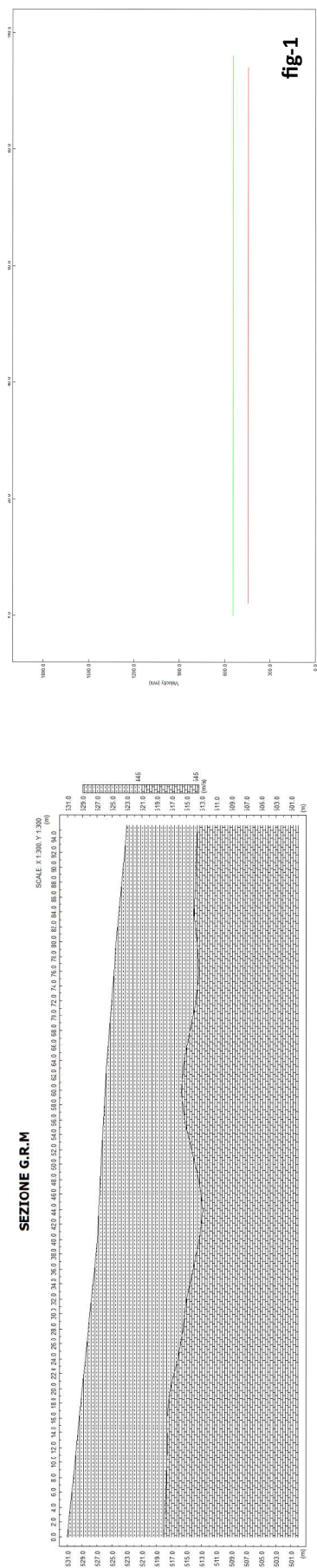
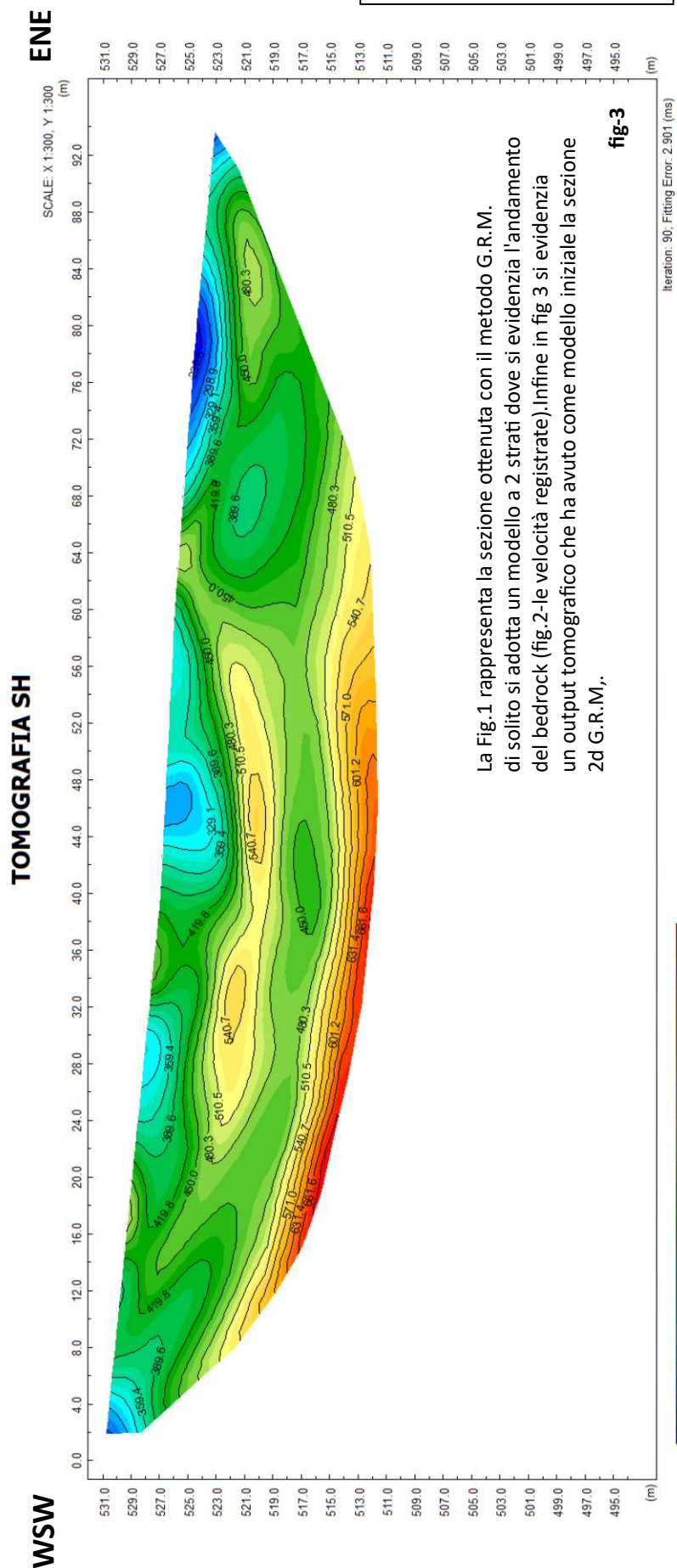
CHITIGNANO (AR)

L16SR (sismica a Rifrazione onde P e Sh)

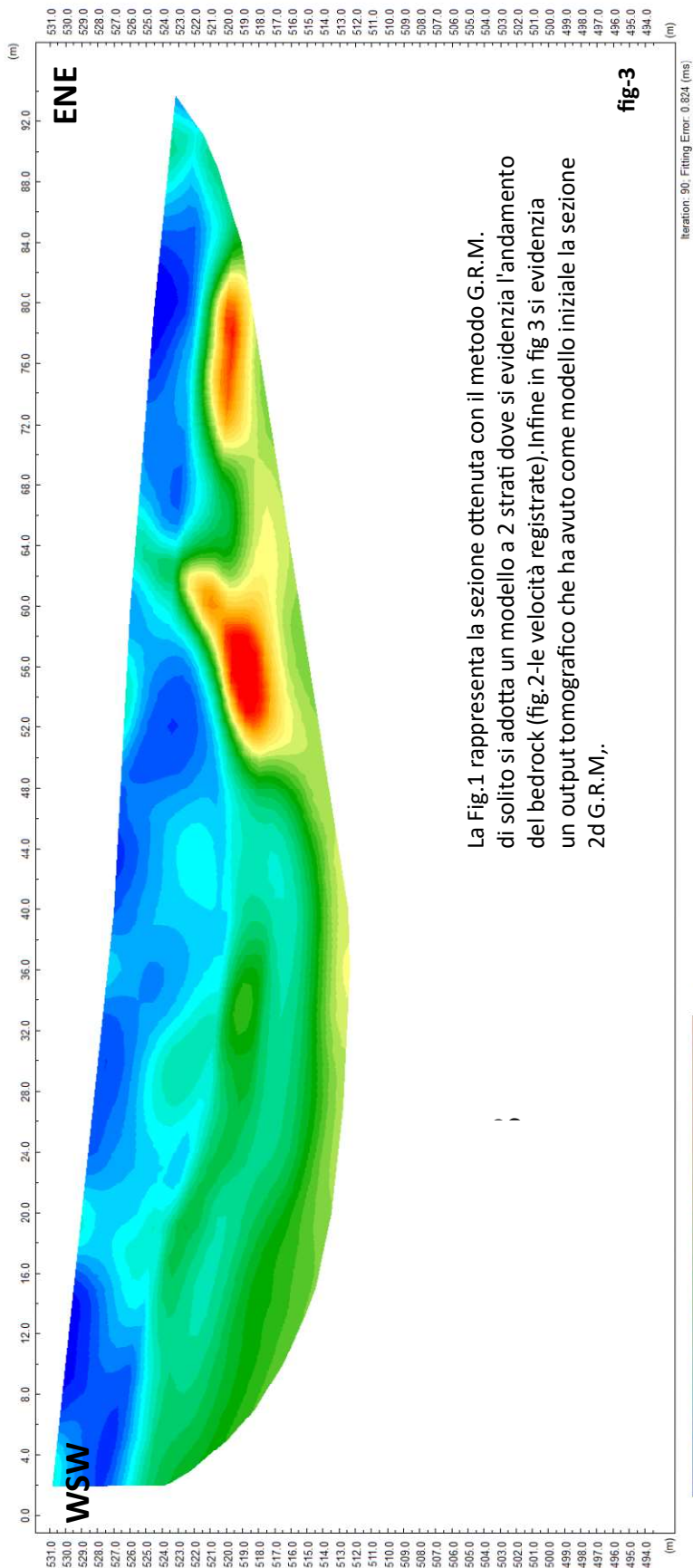
SEZIONE L16SR



Sezione L16SR - Sh



Sezione L16SR - P



La Fig.1 rappresenta la sezione ottenuta con il metodo G.R.M. di solito si adotta un modello a 2 strati dove si evidenzia l'andamento del bedrock (fig.2-le velocità registrate). Infine in fig 3 si evidenzia un output tomografico che ha avuto come modello iniziale la sezione 2d G.R.M.,.

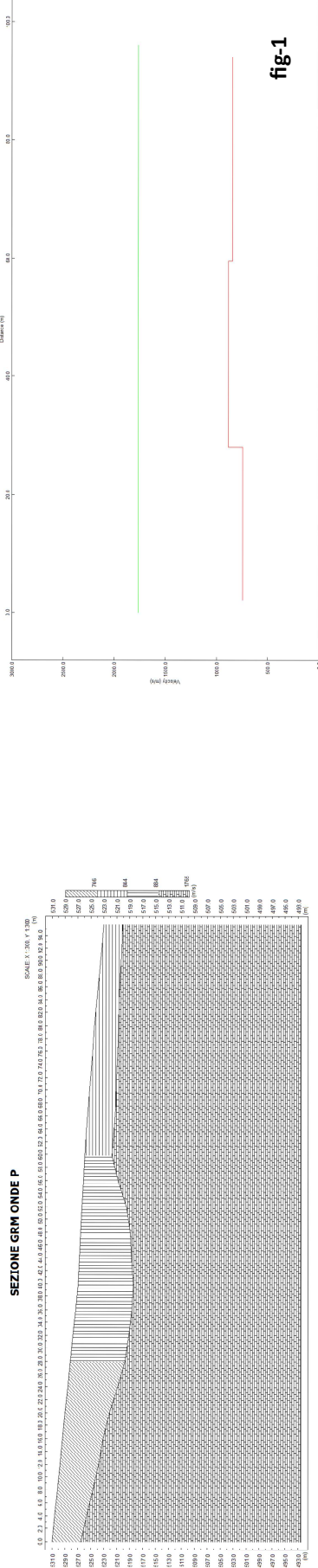
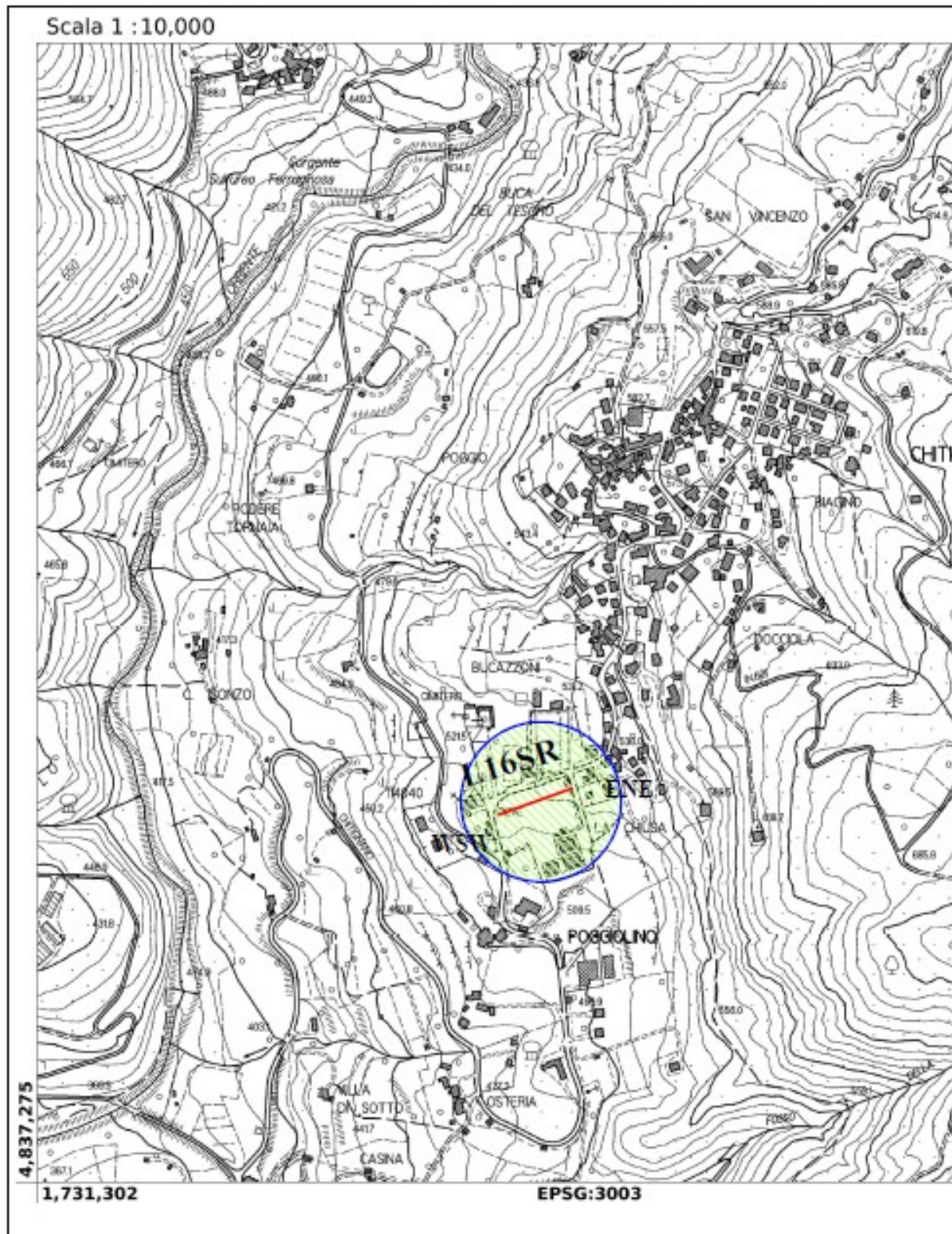


fig-1

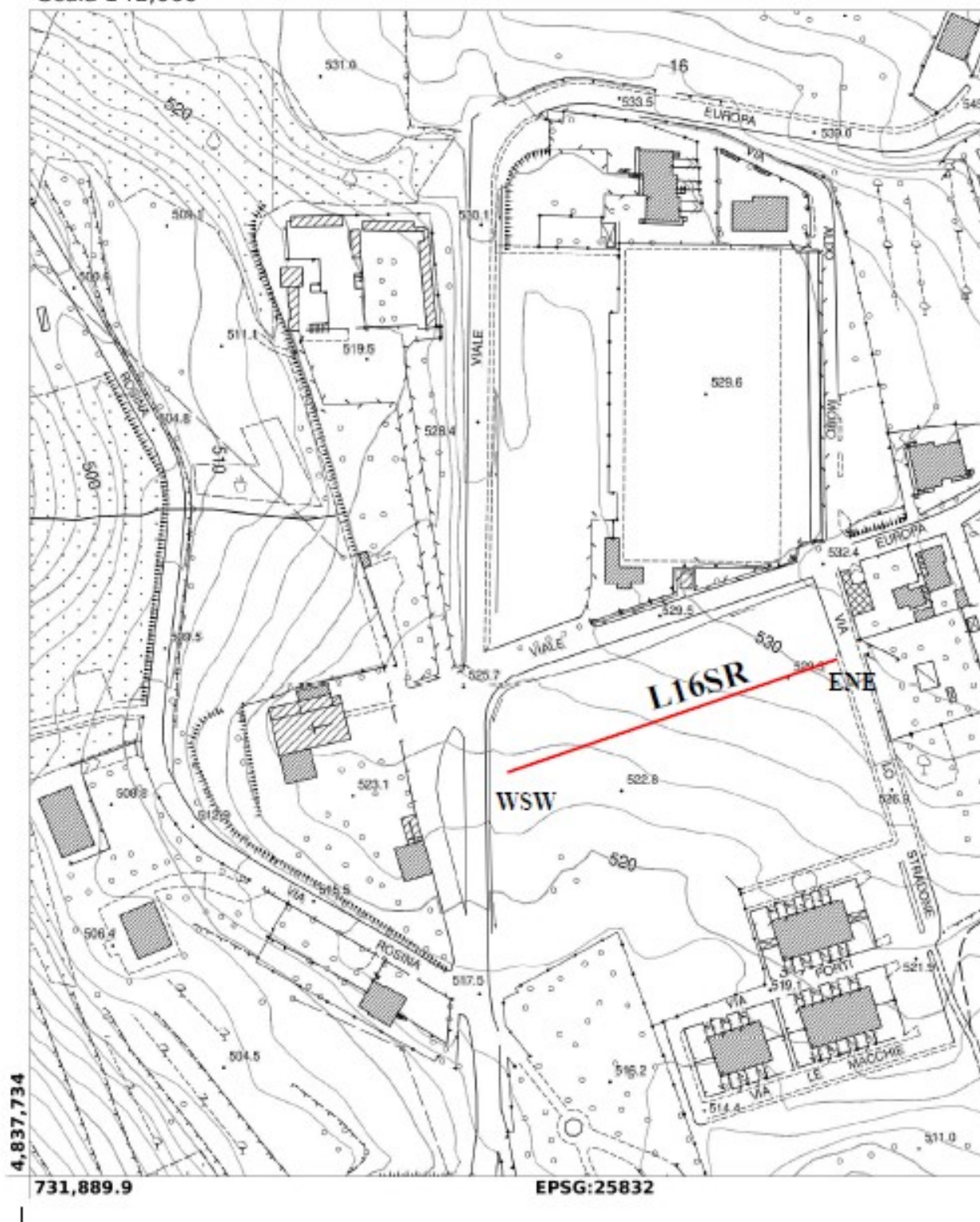
fig-2

Ubicazione Stesa sismica a rifrazione L16SR (onde P e onde Sh)



Ubicazione Stesa sismica a rifrazione L16SR (onde P e onde Sh)

Scala 1 : 2,000

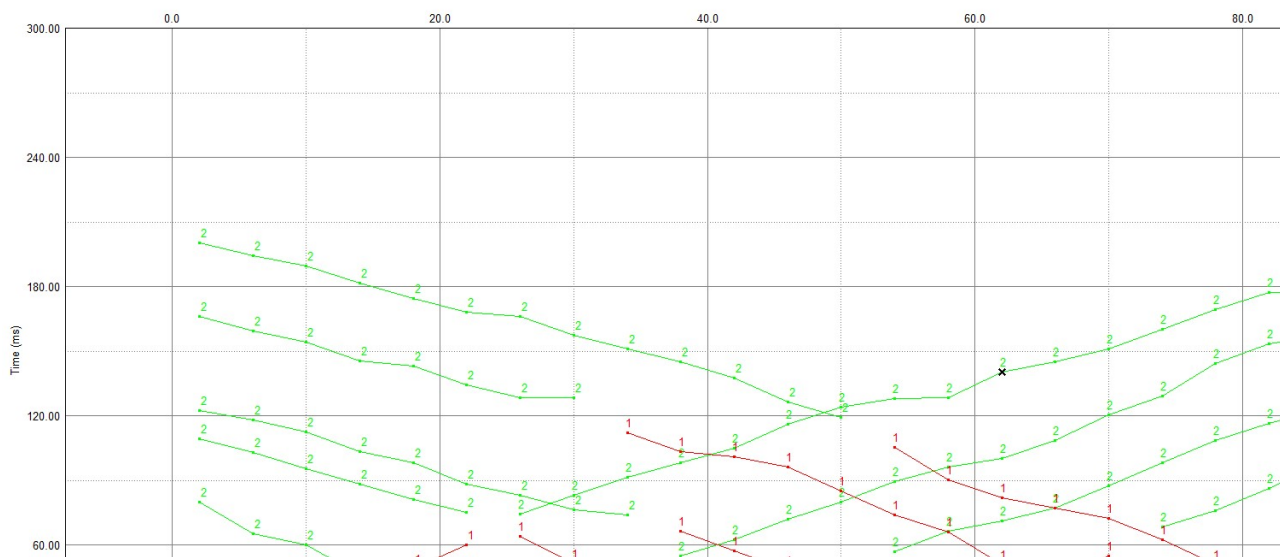


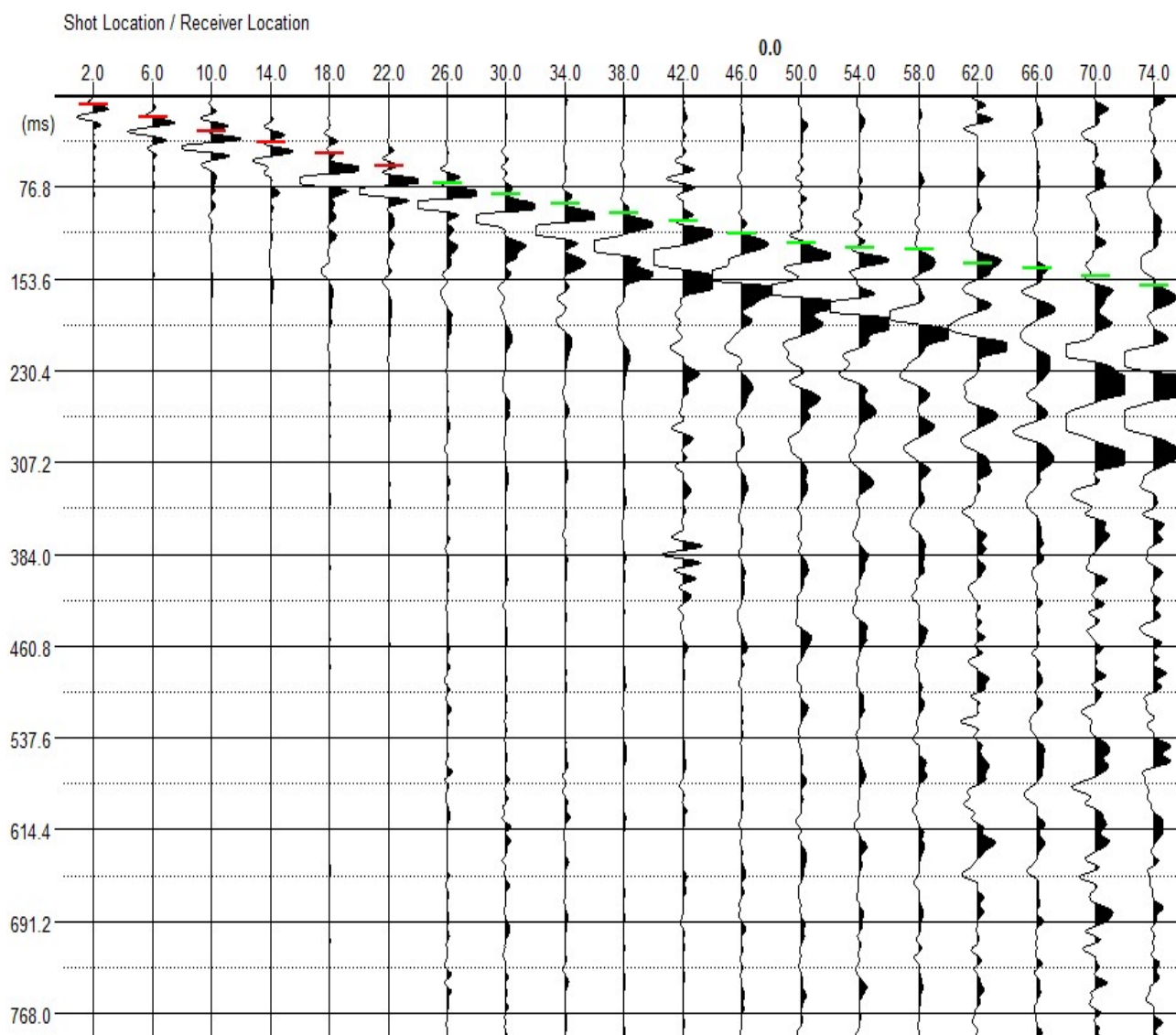
GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

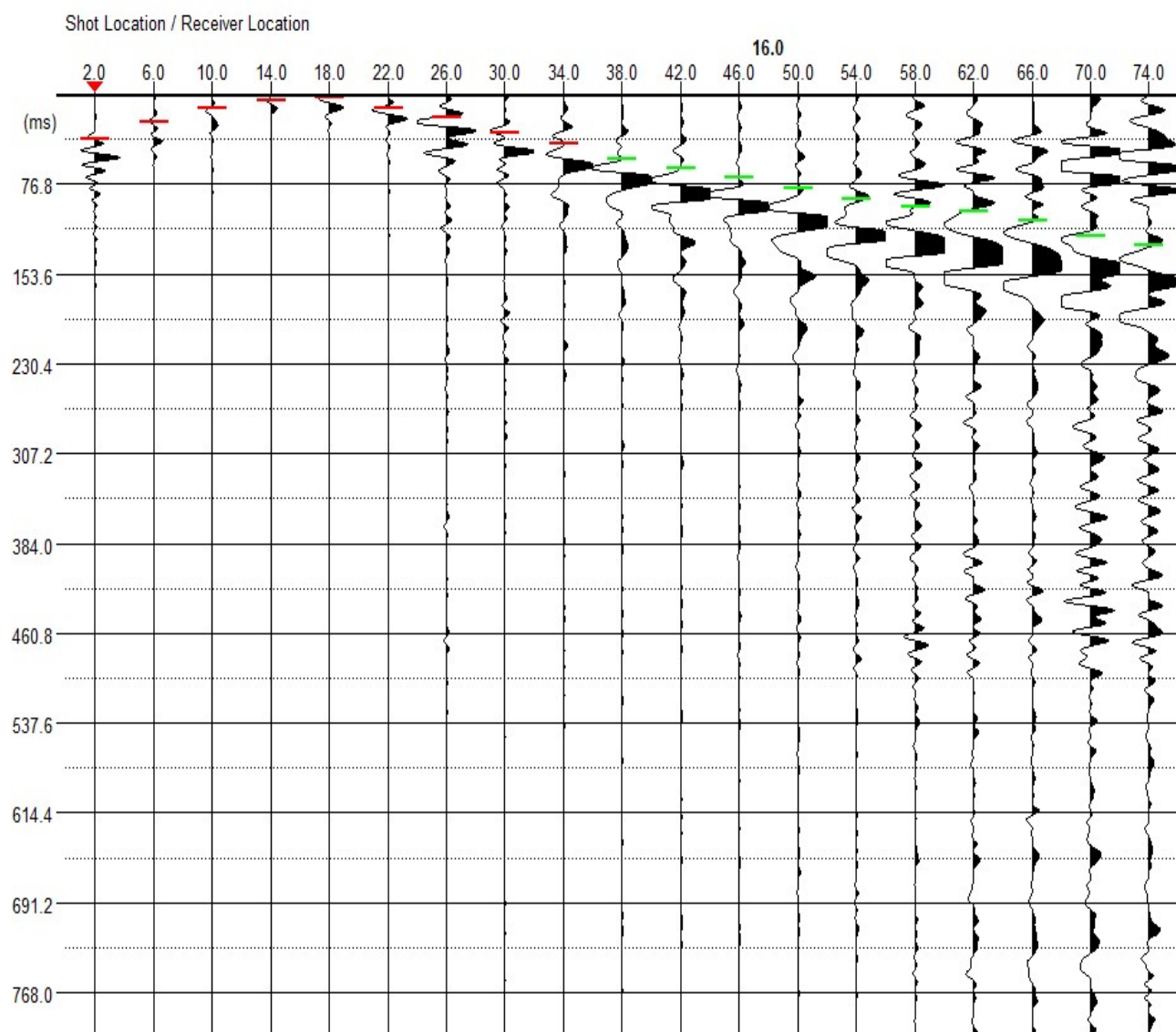
CC	L16SR	Geofoni				
Name	Latitude	Longitude	Altitude	East (m)	North (m)	Height (m)
g1	43°39'28.55178"N	11°52'43.79456"E	577.376	1732165.070	4837921.203	530.706
g2	43°39'28.44894"N	11°52'43.61697"E	575.754	1732161.202	4837917.892	529.084
g3	43°39'28.42684"N	11°52'43.45339"E	576.459	1732157.562	4837917.083	529.789
g4	43°39'28.41063"N	11°52'43.23204"E	576.053	1732152.621	4837916.410	529.383
g5	43°39'28.37652"N	11°52'43.05051"E	575.828	1732148.591	4837915.217	529.158
g6	43°39'28.37676"N	11°52'42.88802"E	575.541	1732144.951	4837915.098	528.871
g7	43°39'28.34896"N	11°52'42.70227"E	575.247	1732140.820	4837914.096	528.576
g8	43°39'28.31102"N	11°52'42.53339"E	575.049	1732137.078	4837912.794	528.379
g9	43°39'28.24957"N	11°52'42.38997"E	574.458	1732133.931	4837910.787	527.788
g10	43°39'28.21190"N	11°52'42.20431"E	574.365	1732129.813	4837909.480	527.694
g11	43°39'28.18064"N	11°52'42.04761"E	573.902	1732126.336	4837908.394	527.232
g12	43°39'28.13378"N	11°52'41.88192"E	573.605	1732122.675	4837906.819	526.934
g13	43°39'28.08623"N	11°52'41.74109"E	573.437	1732119.572	4837905.243	526.766
g14	43°39'28.04318"N	11°52'41.54255"E	573.076	1732115.170	4837903.760	526.405
g15	43°39'28.00508"N	11°52'41.38912"E	572.830	1732111.774	4837902.465	526.159
g16	43°39'27.94652"N	11°52'41.18713"E	572.449	1732107.313	4837900.502	525.777
g17	43°39'27.91898"N	11°52'41.02642"E	572.068	1732103.742	4837899.527	525.397
g18	43°39'27.90177"N	11°52'40.85888"E	571.806	1732100.008	4837898.866	525.134
g19	43°39'27.84335"N	11°52'40.70243"E	571.508	1732096.566	4837896.942	524.836
g20	43°39'27.80464"N	11°52'40.52572"E	571.213	1732092.649	4837895.610	524.541
g21	43°39'27.78248"N	11°52'40.38258"E	571.124	1732089.467	4837894.815	524.452
g22	43°39'27.74595"N	11°52'40.18694"E	570.901	1732085.123	4837893.536	524.230
g23	43°39'27.69472"N	11°52'40.02160"E	570.567	1732081.475	4837891.827	523.896
g24	43°39'27.64724"N	11°52'39.86093"E	570.553	1732077.927	4837890.237	523.881
CC	Sr8	Scoppi				
Name	Latitude	Longitude	Altitude	East (m)	North (m)	Height (m)
e1	43°39'28.60243"N	11°52'43.91262"E	578.279	1732167.660	4837922.857	531.609
e2	43°39'28.38619"N	11°52'43.14593"E	575.788	1732150.718	4837915.590	529.117
e3	43°39'28.26053"N	11°52'42.45788"E	574.744	1732135.441	4837911.178	528.073
e4	43°39'28.09635"N	11°52'41.80196"E	573.429	1732120.924	4837905.602	526.758
e5	43°39'27.91856"N	11°52'41.09446"E	572.146	1732105.267	4837899.567	525.475
e6	43°39'27.79431"N	11°52'40.46575"E	571.141	1732091.317	4837895.245	524.470
e7	43°39'27.64073"N	11°52'39.80029"E	570.511	1732076.575	4837889.989	523.839

L16SR-Sh

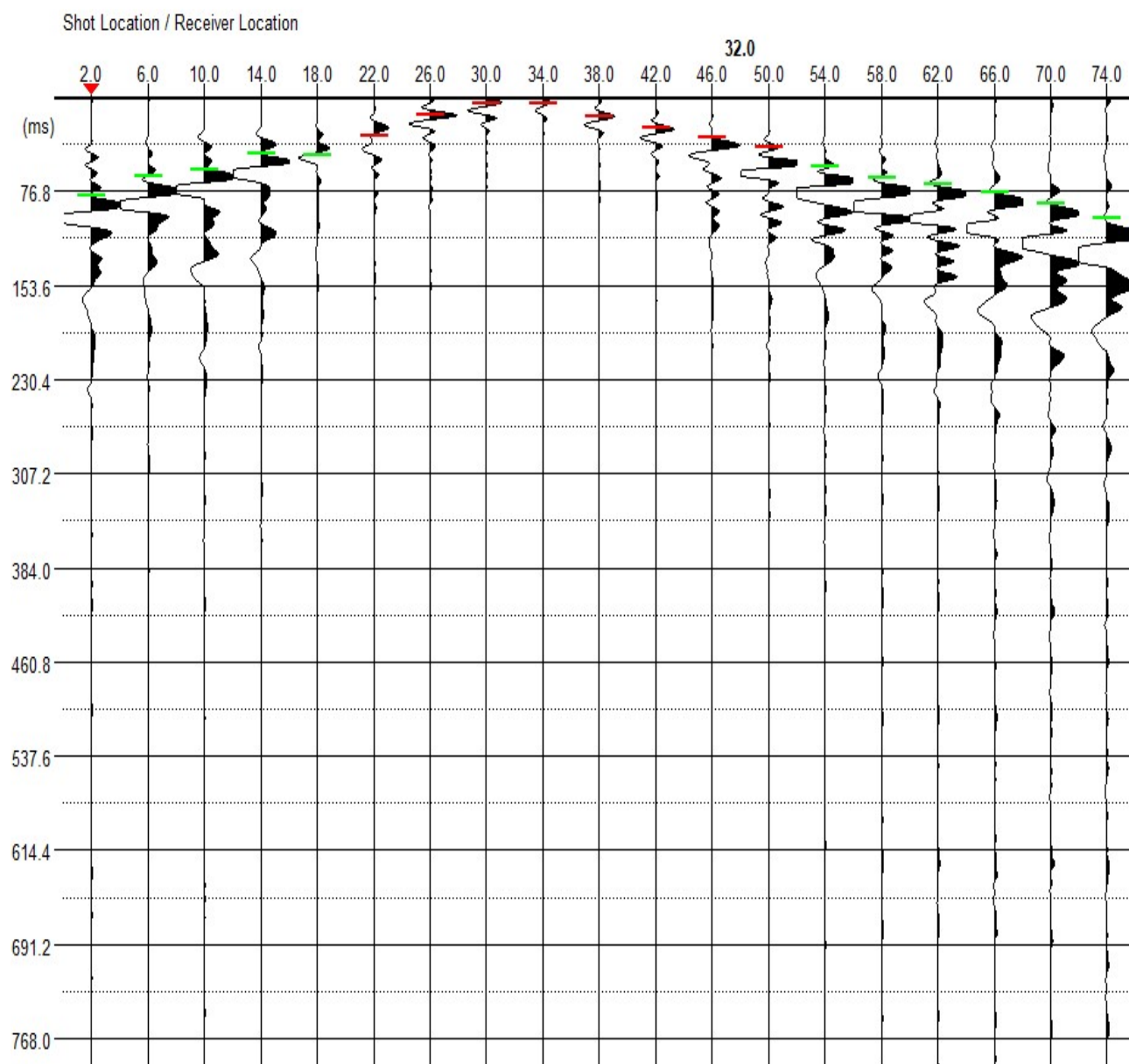
TD Curve



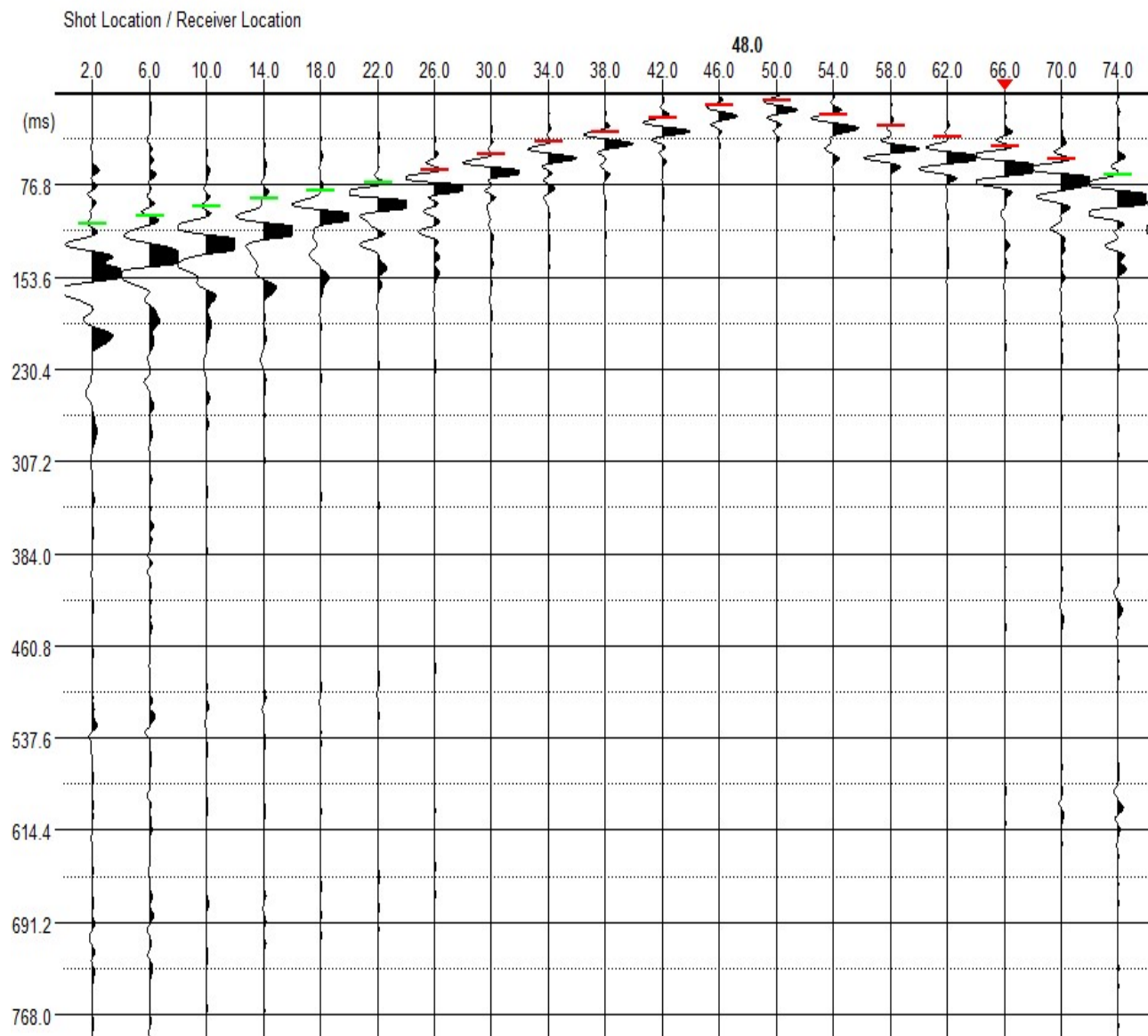




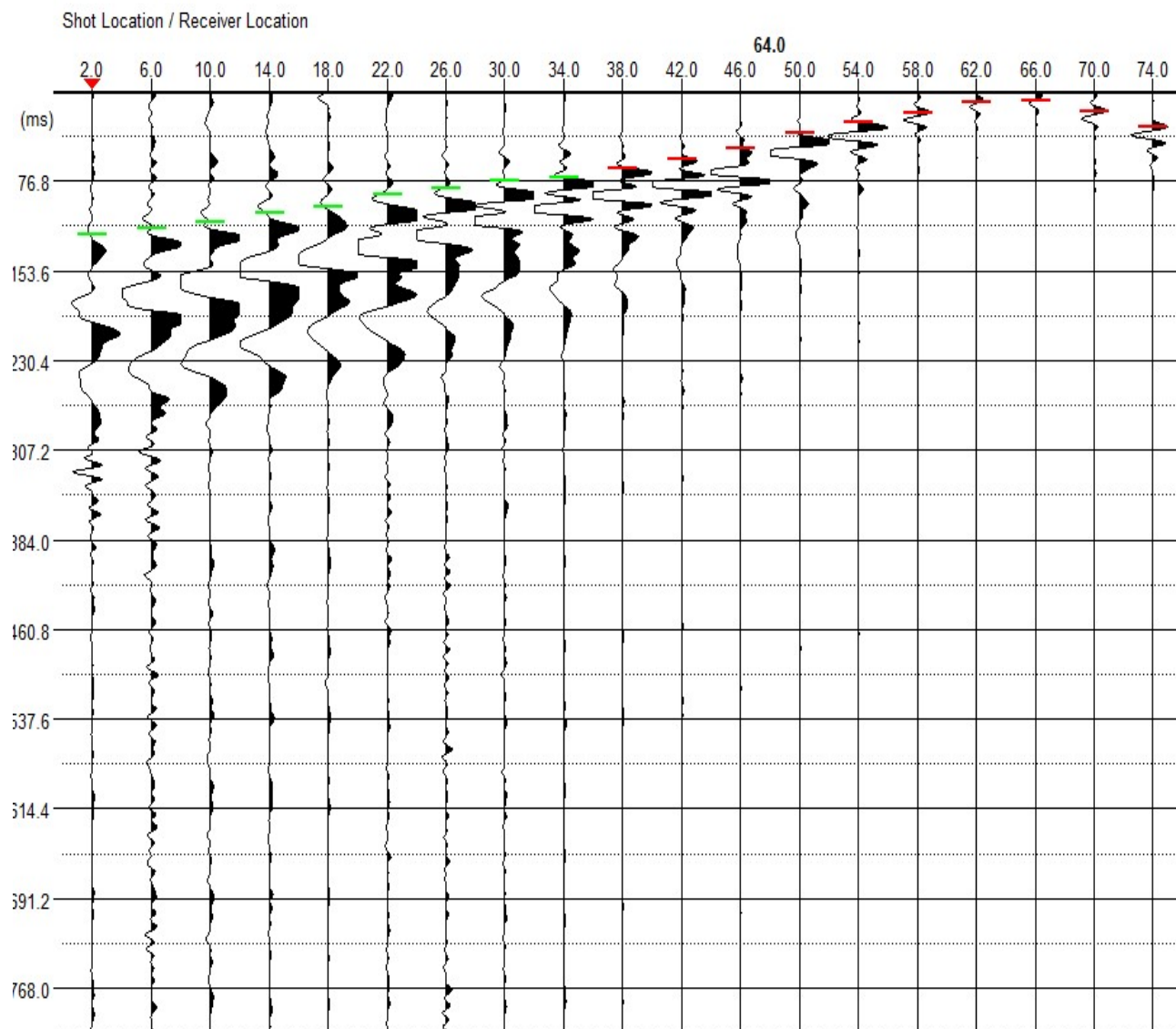
GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

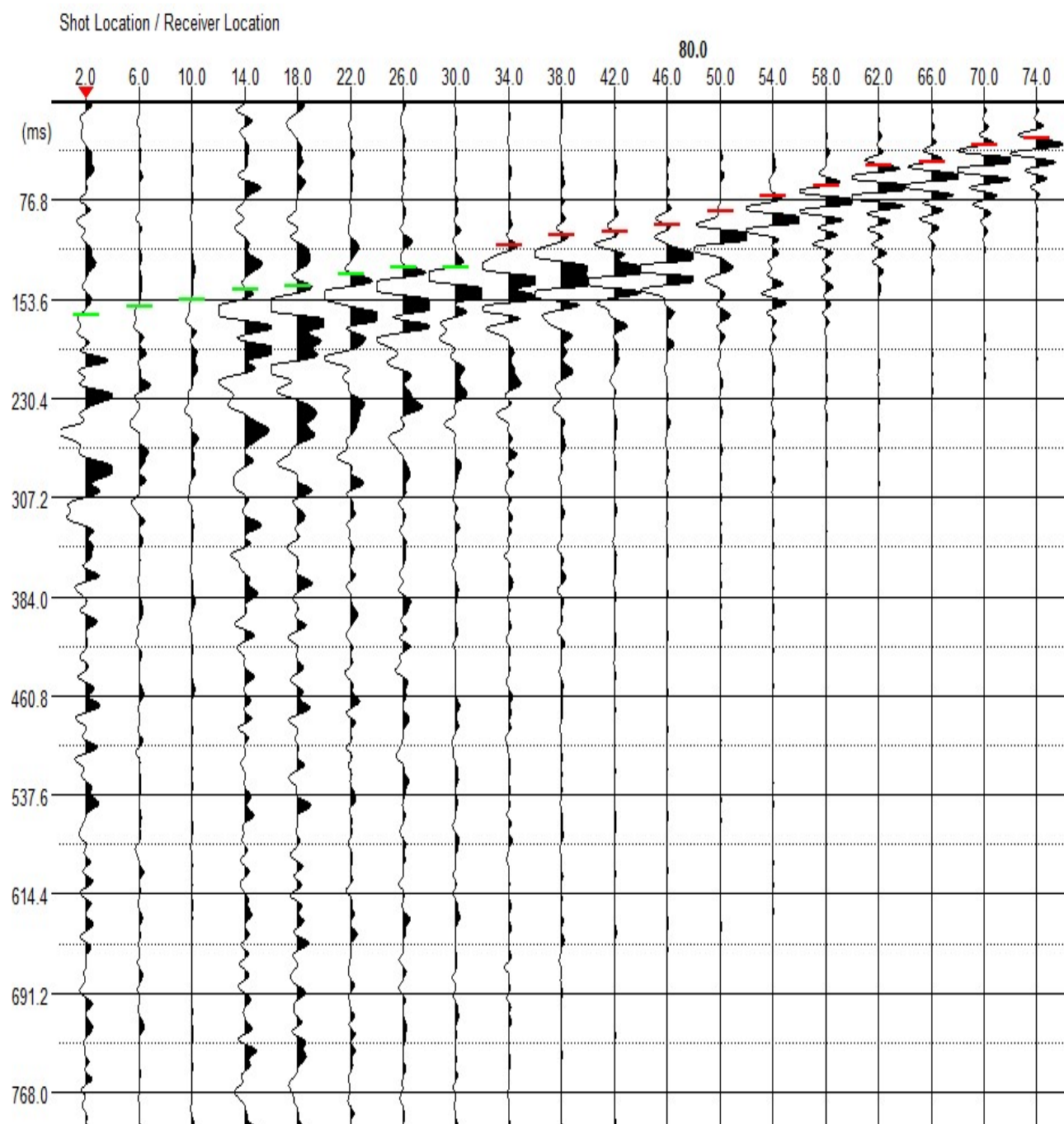


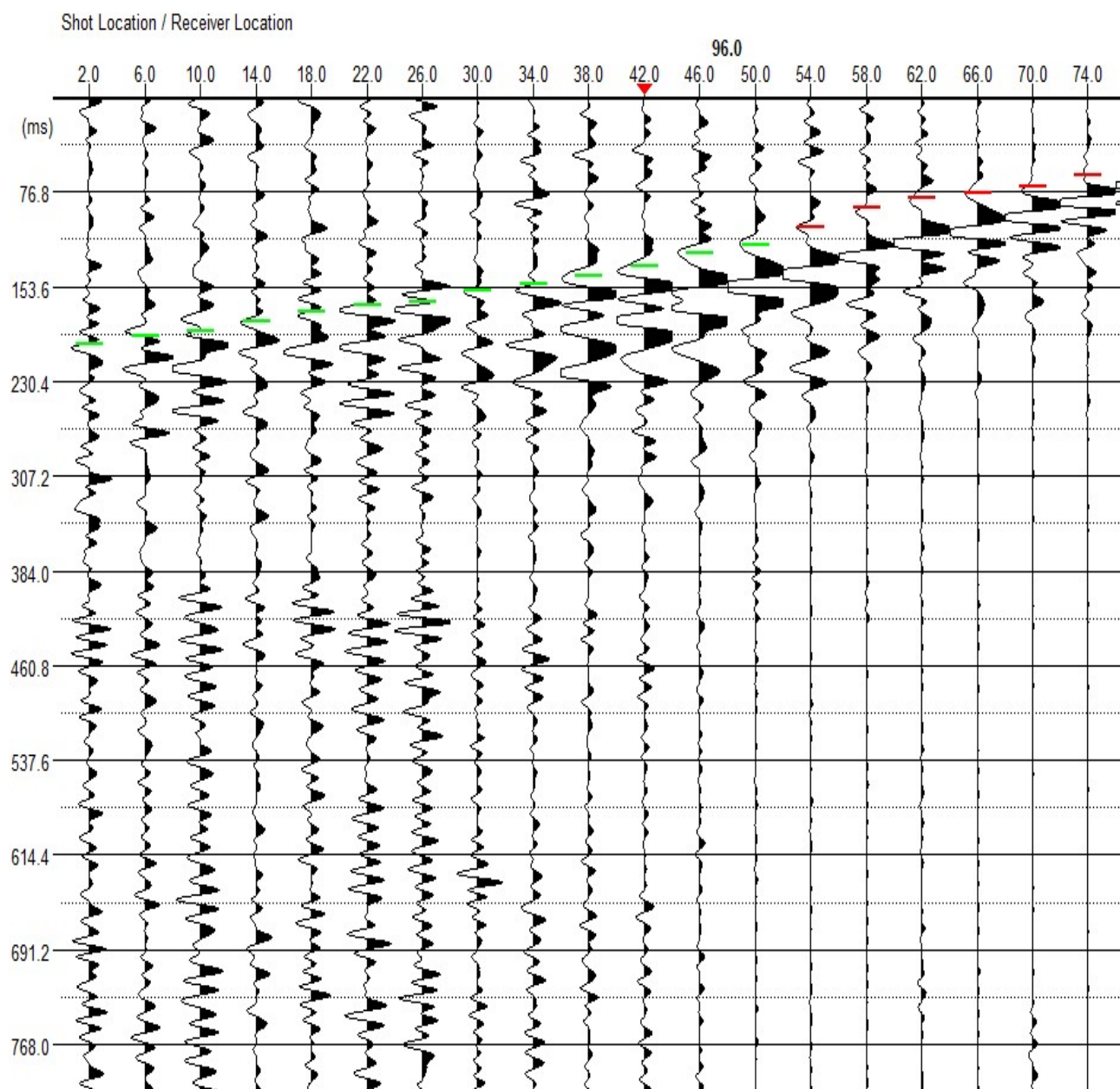
GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it



GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it







L16SR - P

TD Curve

