

GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.

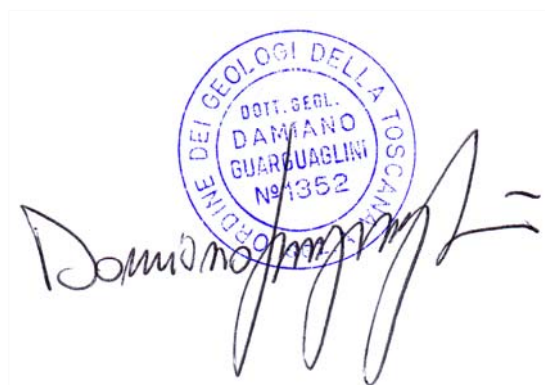
di Damiano Guarguaglini & C.

RELAZIONE TECNICA

SULLE INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE (ONDE OP E SH), MASW ED ESAC

PER LO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO DEL COMUNE DI AREZZO

GENNAIO 2018



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular professional stamp. The stamp contains the following text: "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA" around the perimeter, "DOTT. GEOL." at the top, "DAMIANO GUARGUAGLINI" in the center, and "N° 1352" at the bottom.

Job n° 750

VIALE G. MARCONI, 106 - 53036 POGGIBONSI (SI) - Tel. 0577 935891 Fax 0577 989279

e-mail: info@geologiatoscana.eu - www.geologiatoscana.eu

§ 1) INTRODUZIONE

1.1) Premessa

Il presente documento riferisce sulle prove geofisiche, di tipo sismico attivo e passivo, per lo studio MOPS condotto in corrispondenza delle aree definite in fase preliminare tra Servizio Urbanistica del Comune di Arezzo, Servizio di Prevenzione Sismica della Regione Toscana e Studio ProGeo Engineering corrispondenti ad una integrazione adeguata delle aree dei centri abitati.

Lo studio di microzonazione sismica (MS) di livello 1 rappresenta un livello propedeutico a successivi studi di MS (livello 2 e 3) e consiste in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica preesistenti e/o acquisite al fine di suddividere il territorio comunale in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), oltre agli elaborati propedeutici come la Carta delle Frequenze di Sito, la Carta delle Indagini e la Carta Geologico – Tecnica, eseguite con la finalità di guidare le scelte pianificatorie, nell’ottica di perseguire ed assicurare la riduzione del rischio sismico, evidenziando le criticità e identificando le aree per le quali sono richiesti studi di approfondimento.

1.2) Contesto

Le indagini geofisiche integrate, sono state eseguite all’interno del territorio del Comune di Arezzo come concordato con lo Studio Progeo.

Si rimanda alla Carta delle Indagini per l’inquadramento delle prove sismiche eseguite nel territorio comunale.

1.3) Scopo delle indagini

La caratterizzazione sismica - dinamica del terreno, è stata eseguita attraverso prove geofisiche integrate e complementari fra loro, di cui:

- *Sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità Vp e Vs nel sottosuolo;*
- *Prove MASW (Multistation Analysis of Surface Waves), per la determinazione di profili di velocità Vs nel sottosuolo, che hanno permesso di ottenere la classificazione del sottosuolo ai sensi della vigente normativa NCT 2008 “Norme Tecniche per le Costruzione DM 14/01/2008”;*
- *Prove ESAC (Extended Spatial AutoCorrelation) per determinazione di profili di velocità Vs nel sottosuolo e per eseguire l’analisi congiunta con le prospezioni MASW;*

2

1.4) Scelta delle zone oggetto delle indagini

Le indagini sono state effettuate nel comprensorio del Comune di Arezzo e in particolare sono state suddivise come segue:

- *Sismica a rifrazione con onde P ed onde SH:*

SR_1 Loc. Ponte Buriano;

SR_2 Arezzo, Via Carlo Darwin;

SR_3 Loc. Ceciliano;

SR_4 Loc. Vitiano.

- *MASW + ESAC:*

MASW- ESAC 1 Loc. Frassineto;

MASW- ESAC 2 Arezzo, Loc. Caselle;

MASW- ESAC 3 Loc. Quarata.

1.5) Descrizione dei contenuti della relazione

La presente relazione illustrerà la metodologia di acquisizione, la strumentazione utilizzata, le tecniche e le modalità di inversione/interpretazione, oltre ad evidenziare i risultati ottenuti con la campagna di prospezione geofisica sismica integrata, a supporto della caratterizzazione sismica del sottosuolo relativamente alle diverse aree di indagine.

Dopo un quadro descrittivo delle tecniche di indagine, riportate nel Capitolo 2 (“Caratterizzazione sismica”), si riportano le modalità di interpretazione e analisi dei dati acquisiti ed i risultati, di cui al Capitolo 3 (“Elaborazione dati e risultati”).

Il documento è poi completato con un allegato contenente: - ALLEGATI GRAFICI, in cui sono riportati in dettaglio i dati acquisiti, la loro elaborazione ed i risultati ottenuti.

§ 2) CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Ai fini di una completa caratterizzazione sismica delle aree oggetto di indagine, i dati sono stati acquisiti secondo modalità che hanno permesso l’inversione ed interpretazione sequenziale e correlata, secondo diverse tecniche di cui:

1. Sismica a rifrazione e tomografia sismica con restituzione di sismostrati secondo metodi classici di elaborazione a rifrazione, Plus-Minus, Wavefront e CMP “Intercept Time Refraction”, e profilo tomografico 2D delle onde di compressione P;

2. Sismica a rifrazione e tomografia sismica con restituzione di sismostrati secondo metodi classici di elaborazione a rifrazione, Plus-Minus, Wavefront e CMP “Intercept Time Refraction”, e profilo tomografico 2D delle onde di taglio SH;

3. Tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che è una derivazione delle tecniche SASW (Spectral Analysis of Surface Waves) che si basano sull’elaborazione delle proprietà spettrali delle onde di superficie per la costruzione di un modello monodimensionale verticale di velocità di propagazione delle onde di taglio Vs;

4. Tecnica ESAC (Extended Spatial AutoCorrelation method) è una generalizzazione del metodo ReMi finalizzata alla determinazione delle velocità di propagazione delle onde superficiali presenti nel campo delle vibrazioni ambientali alle varie frequenze;

2.1) Sismica a rifrazione

Le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo, per cui nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione") o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti. La tecnica di indagine consiste nel generare un'onda sismica di compressione o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio, esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da detta onda a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino ai sensori di rilevazione (geofoni) secondo le leggi di rifrazione dell'ottica (Legge di Snell), nel rifrangersi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

La rifrazione si basa sull'analisi, secondo diversi modelli dei primi arrivi rispetto a geofoni posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, per ricostruire una serie di curve tempo-distanza (dromocrone).

Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali (V_p) o trasversali (V_s) dei mezzi attraversati ed il loro spessore. La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti. Per lo stesso tipo di materiale, può variare in funzione di numerosi parametri quali il grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione per i materiali litoidi, ed in funzione dello stato di consistenza/addensamento, grado di saturazione, per i materiali granulari e fini.

Sensibili differenze si possono avere, anche con riferimento all'assetto morfologico rispetto alle velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. Inoltre la velocità delle onde P compressionali, rispetto alle SH trasversali, è fortemente influenzata dalla presenza di eventuale acquifero e/o dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità V_p dell'ordine di 1400÷1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico - stratigrafica.

2.2) Tomografia sismica in onde P e SH

La tomografia sismica, per raggi diretti, è una tecnica d'indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un potere risolutivo nettamente superiore ad altri metodi, offrendo la possibilità della ricostruzione, con elevato grado di qualità, di anomalie stratigrafiche anche particolarmente complesse non risolvibili con differenti tecniche d'indagine. Per la realizzazione di immagini tomografiche è necessario utilizzare un maggior numero di sorgenti di energizzazione e di punti di ricezione delle onde sismiche, che permettano una distribuzione dei raggi sismici omogenea e con una densità che viene predefinita in funzione del "target" da raggiungere.

Le tecniche operative possono essere molto diverse, si può infatti operare:

- a livello del piano di campagna disponendo i ricevitori (geofoni) ed i trasmettitori (punti di scoppio) su linee parallele;
- utilizzando due fori, residui di sondaggi geognostici, (tomografia cross-hole), dove, previo opportuno condizionamento, si alloggiano i ricevitori ed i trasmettitori;
- utilizzando un solo foro (sondaggio sismico tomografico), in cui sono alloggiati i ricevitori, eseguendo una serie di tiri a distanze crescenti dall'imboccatura del foro stesso.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Le classiche prospezioni sismiche si basano sul concetto che le onde acustiche si propagano nei diversi mezzi con velocità differenti.

Generando tali onde in un punto (detto di scoppio) e osservando i loro tempi di arrivo in altri punti predeterminati (detti di registrazione), è possibile ricostruire la distribuzione di velocità e con questa definire dal punto di vista elastico le aree oggetto di studio e individuare anomalie o corpi anomali. L'applicazione della tecnica tomografica alle misure sismiche permette poi di ricostruire l'andamento di tale caratteristica fisica all'interno di una porzione di spazio non accessibile direttamente e di ottenere come risultati, immagini che visualizzano le non omogeneità incontrate nel mezzo. Il risultato finale sarà la rappresentazione delle velocità (in m/s) per piani, secondo una scala cromatica prefissata, che in genere va dal magenta (basse velocità) al blu (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato è rigido e incompressibile, tanto maggiore sarà la sua velocità caratteristica.

Valori bassi della velocità mettono in evidenza la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche, indicando la presenza di un possibile deterioramento della struttura interna.

2.2.1 Strumentazione per sismica a rifrazione e tecnica tomografica

Le misure sono state effettuate con strumento combinato PASI MOD.16SG24-N corredato da 24 geofoni a 10 Hz ad asse verticale per le acquisizioni in onde P e 24 geofoni a 10 Hz ad asse orizzontale per le acquisizioni in onde SH.

I geofoni verticali e orizzontali sono stati posizionati in corrispondenza della medesima progressiva metrica. I profili sismici sono stati eseguiti a mezzo di energizzazione artificiale del terreno, battendo una mazza da 11 Kg su una piastra in alluminio tramite un argano artigianale. Sono state scelte nove posizioni di battuta, due esterne sinistre, cinque centrali e due esterne destre così come previsto dalle linee guida VEL della Regione Toscana.

2.3) Tecnica MASW

Il principio ispiratore della tecnica MASW è il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh e di Love quando queste si propagano in un mezzo stratificato. La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze, con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore.

È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità. Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

7

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.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare l'inversione dello spettro di velocità così prodotto, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi, in quanto l'inversione di tale spettro viene realizzata iterativamente, utilizzandolo come riferimento sia per la modellazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

I valori preliminari per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale, se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.

Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza in funzione della distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, un'opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce lo spettro di velocità.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso la prova MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo dello spettro di velocità, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs. Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

In particolare l'analisi MASW è stata realizzata con il seguente tipo di acquisizione:

- acquisizione ZVF ossia con energizzazione verticale e acquisizione con geofoni verticali per l'analisi MASW della componente verticale delle onde di Rayleigh;

2.3.1 Strumentazione per sismica MASW

Le misure MASW sono state effettuate con strumento combinato PASI MOD.16SG24-N corredato da 12 geofoni a 4,5 Hz. I profili sismici sono stati eseguiti energizzando artificialmente il terreno e registrando le vibrazioni prodotte mediante captatori, denominati geofoni, collegati ad un ricevitore (sismografo) attraverso un cavo multipolare. I 12 geofoni, con frequenza minima di soglia di 4,5 Hz, sono stati posizionati ad una distanza definita l'uno dall'altro così da coprire una distanza orizzontale predeterminata. L'energizzazione è avvenuta battendo una mazza da 11 Kg su una piastra in alluminio; al momento della battuta vengono generate artificialmente onde sismiche nel terreno ed ha inizio la registrazione (trigger) con campionamento costante e predeterminato del segnale da parte dei geofoni.

Per ogni scoppio abbiamo utilizzato la metodologia dello stacking che consiste nel ripetere più volte le misurazioni al fine di amplificare l'ampiezza del segnale sismico ed ottenere quindi sismogrammi di più facile lettura.

Eseguita la prima acquisizione è stato allontanato il punto di scoppio pari alla metà della distanza tra il primo scoppio e il primo geofono e ripetute le operazioni di registrazione.

Questa operazione permette di avere sismogrammi a 24 tracce con soli 12 geofoni.

2.4) Metodo ESAC

Si tratta di una procedura sperimentale per la determinazione del profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo a partire da misure di vibrazioni ambientali condotte con geofoni verticali posizionati con una geometria conosciuta (antenna sismica o seismic array).

In particolare, la procedura è finalizzata alla determinazione delle velocità di propagazione delle onde superficiali presenti nel campo delle vibrazioni ambientali alle varie frequenze di vibrazione (“spettro di velocità”).

Questa informazione verrà poi utilizzata all’interno di una procedura di inversione per dedurre il profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo nell’ipotesi che questo sia costituito da una pila di strati orizzontali sovrapposti ed omogenei al loro interno.

Il metodo ESAC (Extended Spectral AutoCorrelation method) è frutto di una idea sviluppata inizialmente da Aki (1957). Secondo Aki, il campo d’onda delle vibrazioni ambientali può essere rappresentato come la combinazione lineare di onde piane di diverse frequenze e con fase ed ampiezza casuale che si muovono sul piano orizzontale e che provengono da direzioni differenti. Aki dimostrò che, sebbene ogni serie temporale dedotta dalla registrazione di questo campo d’onde in un punto abbia un carattere stocastico, due registrazioni effettuate in punti diversi mostrino delle “somiglianze” (in senso statistico) e che da queste sia possibile dedurre informazioni sulle velocità di fase delle diverse onde misurate nelle due posizioni.

Queste somiglianze sono rivelate dall’andamento di una funzione di correlazione.

Dato che la stima della correlazione fra le due serie di registrazioni è effettuata senza tenere conto di alcuno sfasamento temporale, la funzione è detta di autocorrelazione.

Aki dimostrò che sotto condizioni molto generali (in particolare che le onde siano tutte fra loro indipendenti e che le direzioni di provenienza siano distribuite con probabilità uniforme attorno ai due geofoni) la funzione di autocorrelazione relativa alla componente verticale delle vibrazioni misurate in due posizioni ha la forma di una funzione di Bessel di ordine 0 e dipende solo dalla loro distanza relativa. Per una data frequenza vengono calcolate le diverse funzioni di autocorrelazione per tutte le distanze relative alle diverse coppie di sensori.

La velocità di fase viene determinata in modo da riprodurre al meglio l’andamento osservato della funzione di correlazione in funzione della distanza Δr .

2.4.1 Strumentazione per sismica ESAC

I dati sono stati acquisiti con strumento combinato PASI MOD.16SG24-N corredato da 12 geofoni verticali a 4,5 Hz disposti ad L o comunque combinazioni molto simili, con lunghezza di acquisizione poco superiore ai venticinque minuti. Le distanze tra i vari geofoni sono state scelte variabili per avere la massima correlazione tra le varie coppie di geofoni e per essere sicuri di avere la massima penetrazione possibile se in presenza di una coltre alterata di copertura.

§ 3) ELABORAZIONE DATI E RISULTATI

3.1) Elaborazione dei dati sismici con metodo a rifrazione

Le tracce acquisite sono state opportunamente filtrate utilizzando il programma Pickwin 3.14 della OYO Corporation: in particolare è stato eseguito un filtraggio passa basso (250 Hz) per eliminare le componenti in alta frequenza; quindi sono state inserite le coordinate di ogni geofono rispetto all'origine di riferimento. Visualizzate le tracce dei 24 geofoni abbiamo effettuato, con l'ausilio del software sopra menzionato, il picking dei primi arrivi delle onde P ed SH per ciascuno dei 9 scoppi.

I dati relativi ai tempi dei primi arrivi delle onde P ed SH a ciascun geofono e le relative distanze dei geofoni dai punti di scoppio sono poi stati utilizzati per tracciare le traveltimes su grafici distanza/tempo.

Lanciato il programma Plotrefa_ee 2.73 della OYO Corporation, abbiamo inserito i dati topografici del profilo investigato e dopo la scelta del tipo di interpretazione da utilizzare (metodo G.R.M. – Time Term) sono state scelte le porzioni di traveltimes a eguale velocità.

Infine il software visualizza l'ipotetica sezione invertita in base alle scelte sopra effettuate.

3.2) Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica

Le tracce acquisite sono state opportunamente filtrate utilizzando il programma Pickwin 3.14 della OYO Corporation: in particolare è stato eseguito un filtraggio passa basso (250 Hz) per eliminare le componenti in alta frequenza; quindi sono state inserite le coordinate di ogni geofono rispetto all'origine di riferimento.

Visualizzate le tracce dei 24 geofoni abbiamo effettuato, con l'ausilio del software sopra menzionato, il picking dei primi arrivi delle onde P ed SH per ciascuno dei 9 scoppi.

I dati relativi ai tempi dei primi arrivi delle onde P ed SH a ciascun geofono e le relative distanze dei geofoni dai punti di scoppio sono poi stati utilizzati per tracciare le traveltimes su grafici distanza/tempo.

Lanciato il programma Plotrefa_ee 2.73 della OYO Corporation, abbiamo inserito i dati topografici del profilo investigato dopodiché è stata avviata la procedura tomografica in automatico, scegliendo le condizioni al contorno più attinenti possibili al contesto geologico e stratigrafico dell'area.

Dopo l'inversione è stata nostra cura controllare il fitting tra le dromocrone sperimentali e quelle calcolate.

3.3) Elaborazione dei dati sismici MASW

Le tracce acquisite sono state elaborate attraverso il software di calcolo winMASW Academy 7.0 (Eliosoft Geophysical Software). E' stata quindi caricata la registrazione e verificato lo spettro di velocità.

Abbiamo quindi generato curve di dispersione artificiali e il Full Velocity Spectrum da un modello sismostratigrafico immesso manualmente e progressivamente migliorato per far coincidere le curve di dispersione e l'FVS, per i vari modi con lo spettro di velocità risultato dall'analisi.

E' stato eseguito poi il ripasso grafico dei massimi dello spettro di velocità (picking) così da ottenere dei binomi velocità – frequenza anche attraverso l'ausilio della curva di dispersione effettiva scaturita dall'inversione ESAC.

La fase successiva ha interessato l'inversione analitica di questi dati considerando come modello di partenza quello calcolato precedentemente in maniera manuale.

E' stato altresì verificato che il modello sismostratigrafico fosse compatibile con l'analisi HVSR effettuata in corrispondenza o in prossimità delle stese sismiche (MASW e ESAC), producendo così un'inversione "robusta". Il metodo d'inversione della curva di dispersione è basato su una tecnica di approssimazione particolarmente sofisticata (algoritmi genetici), che comunque non richiede necessariamente modelli di partenza.

Lanciata l'inversione il programma ha ricercato il modello medio e il modello migliore, tra i vari possibili nello spazio di ricerca che abbiamo precedentemente fissato.

La scelta dello spazio di ricerca è stata effettuata in modo oculato tenendo conto delle caratteristiche geologiche e sismiche dell'area.

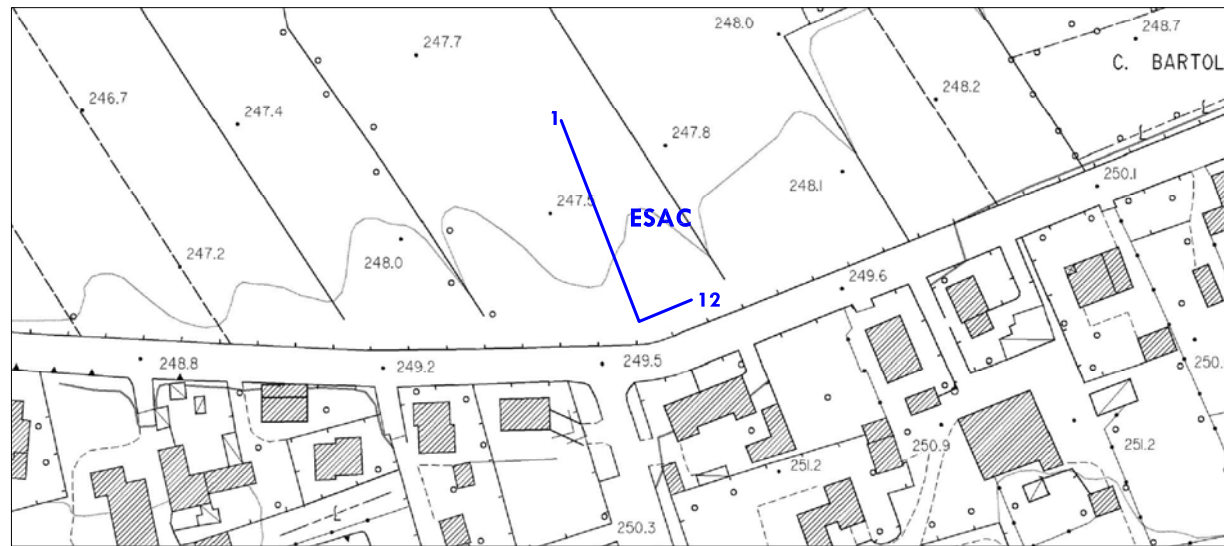
3.4) Elaborazione dei dati tecnica ESAC

I sismogrammi ottenuti sono stati opportunamente elaborati con il software WinMasw Academy distribuito dalla ditta Eliosoft.

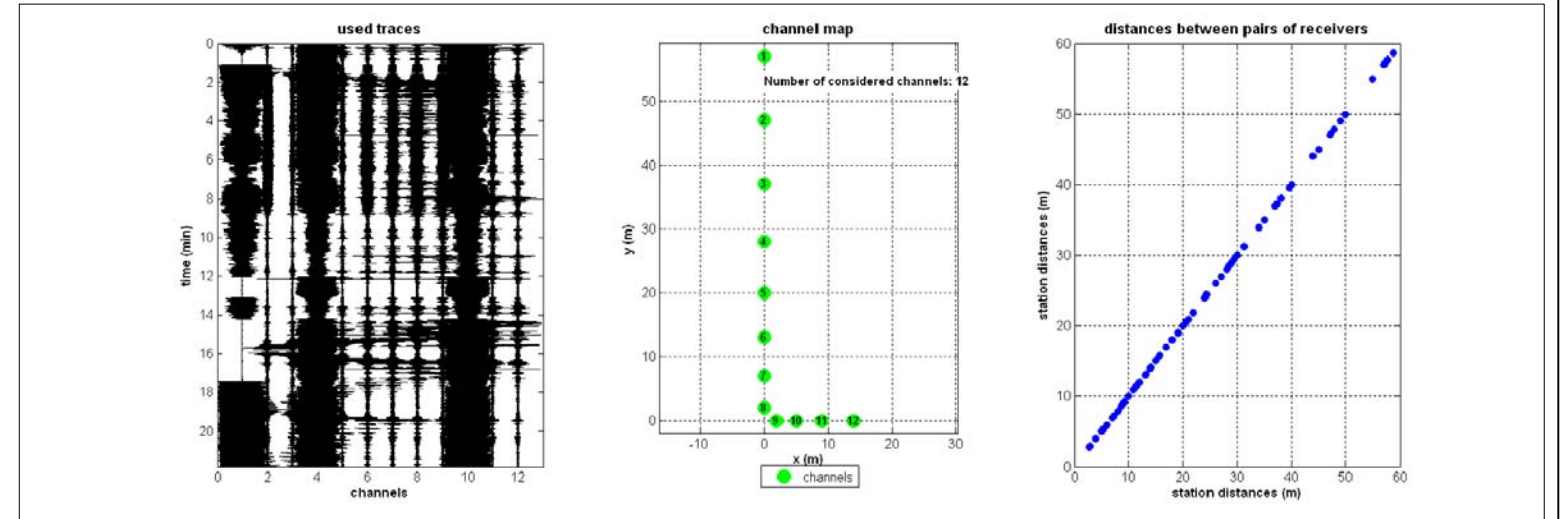
In particolare, dopo una visione generale delle registrazioni, è stato scelto l'intervallo di frequenze sul quale eseguire l'elaborazione. E' stata poi generata la curva di dispersione effettiva utilizzata nell'inversione MASW per ottenere la massima penetrazione possibile degli strati.

ALLEGATO 1
REPORT DELLE MIRURE MASW ED ESAC

FRASSINETO



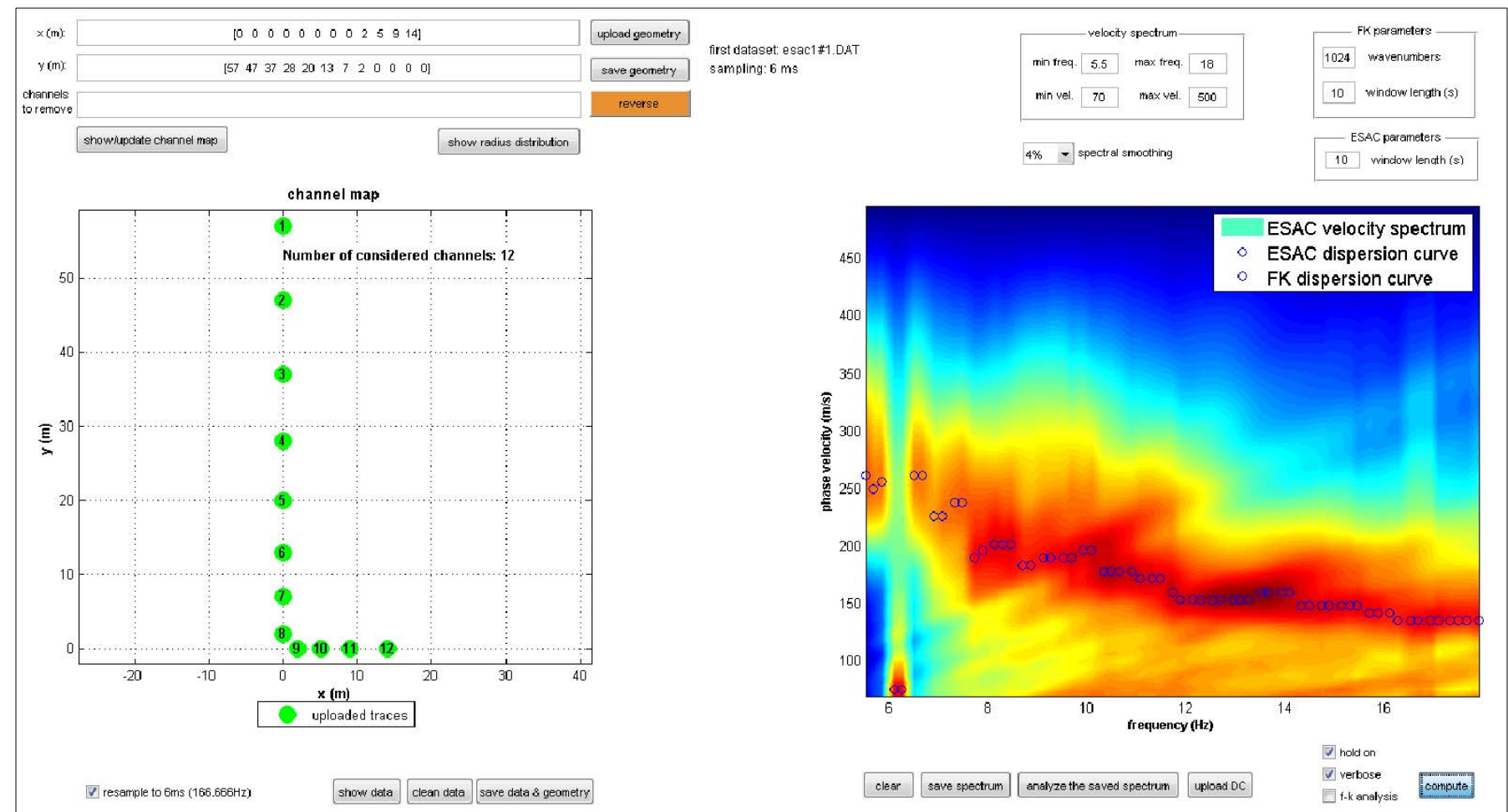
ACQUISIZIONE ESAC



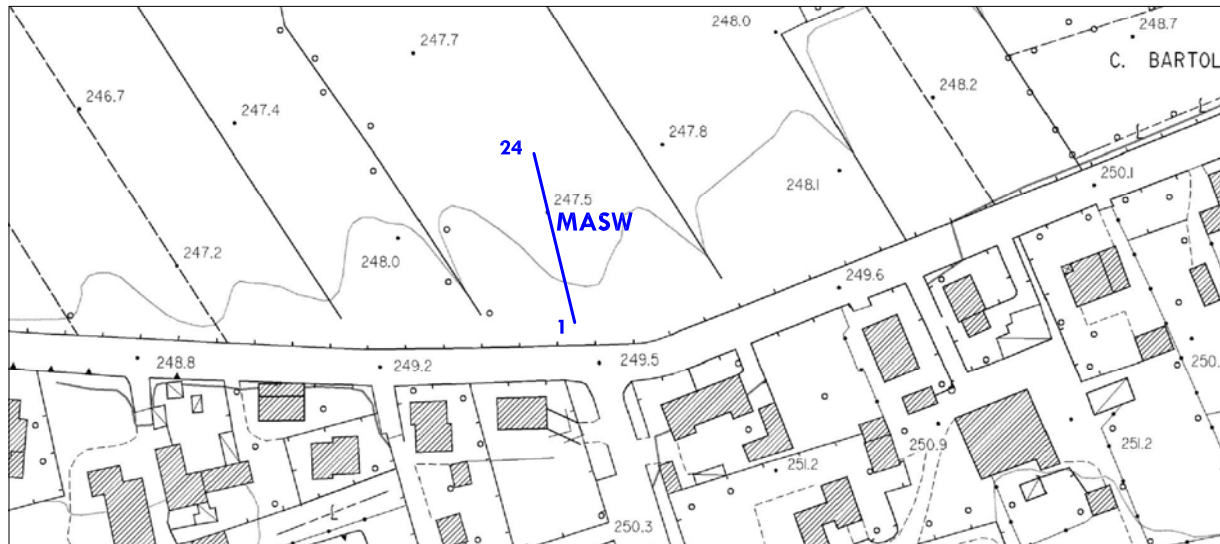
1 ESAC 12 Stendimento di sismica passiva ESAC

SPETTRO DI VELOCITA' ESAC E CURVA DI DISPERSIONE EFFETTIVA

Stendimento ESAC



FRASSINETO

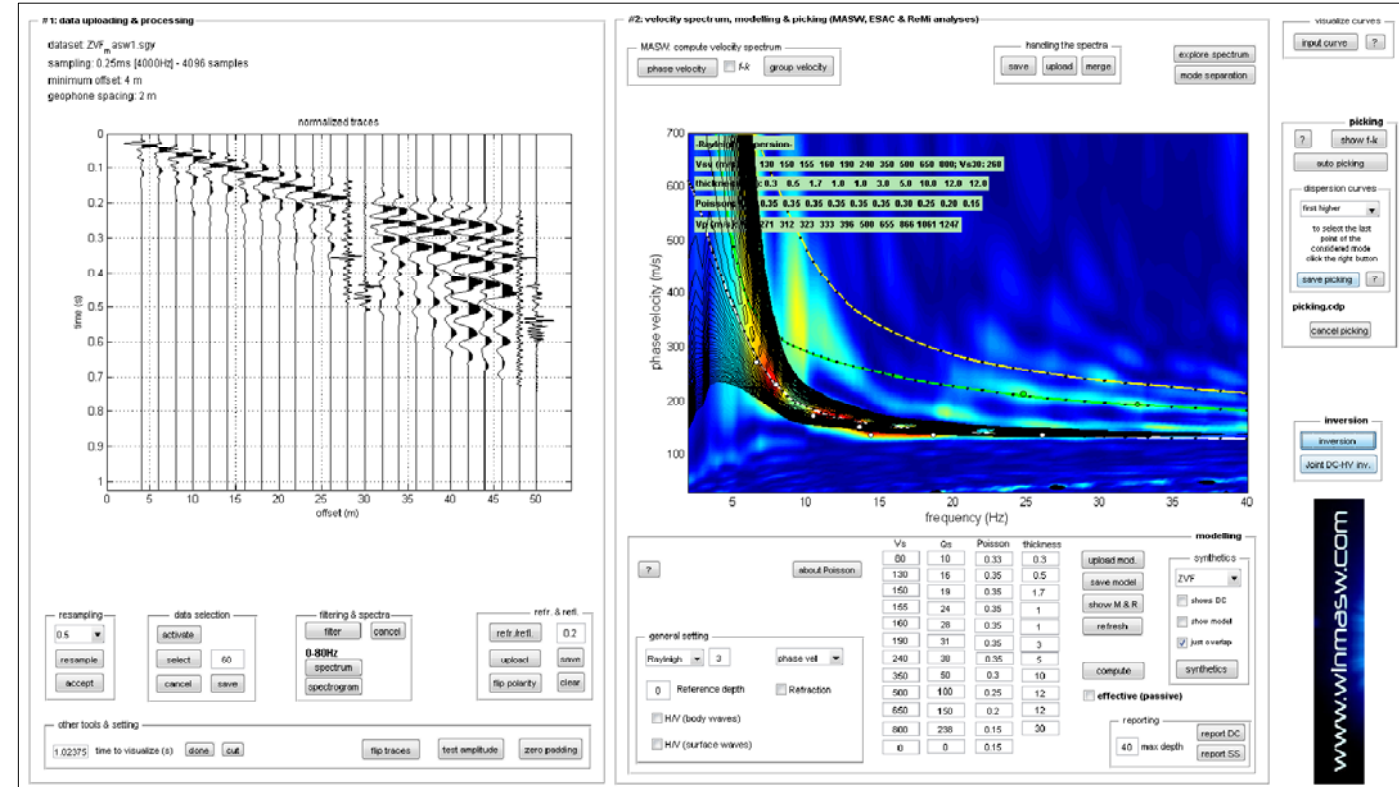


1 MASW 24 Stendimento di sismica attiva MASW

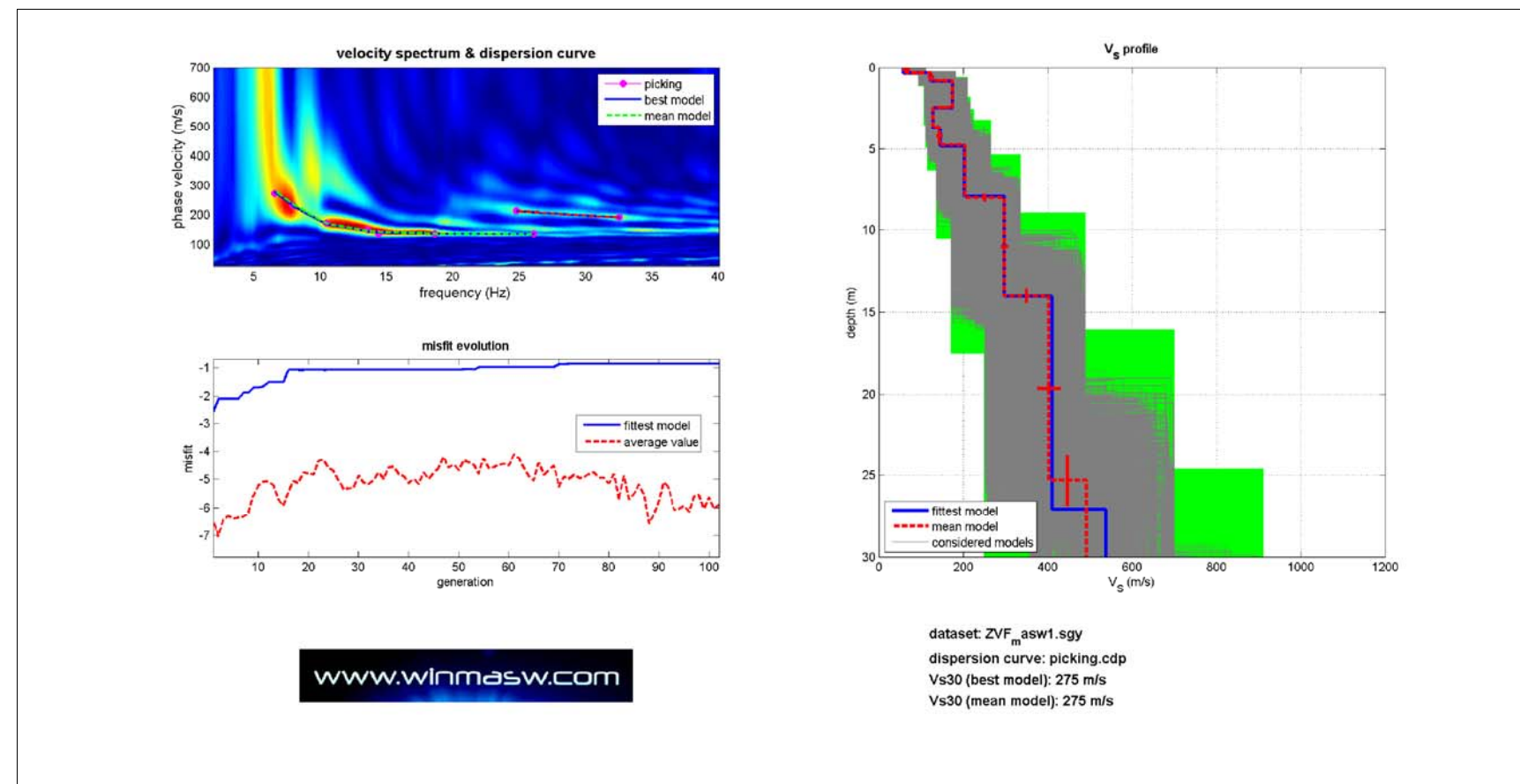
Stendimento MASW



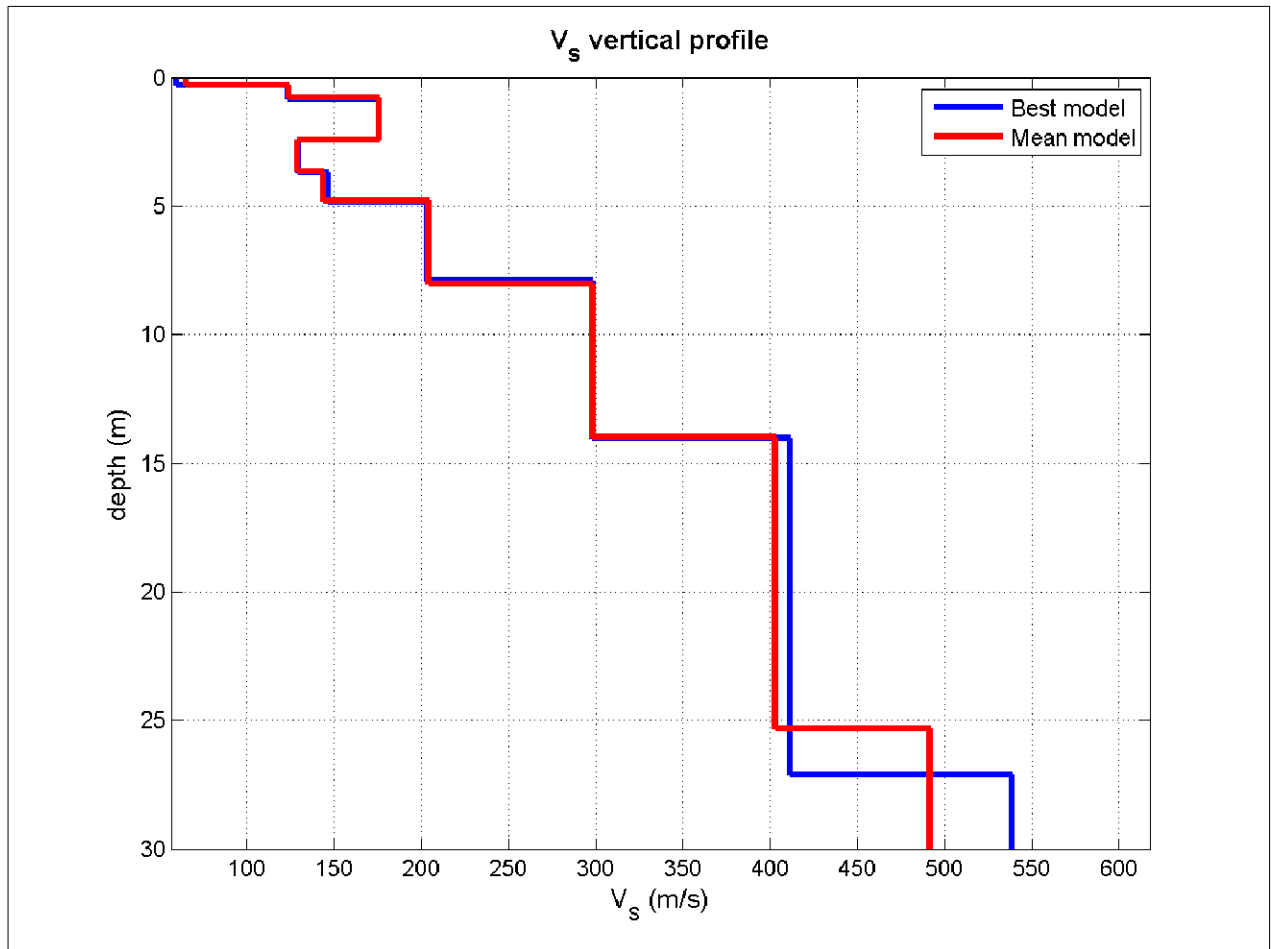
SPETTRO DI VELOCITA' MASW + CURVA DI DISPERSIONE EFFETTIVA ESAC



INVERSIONE CONGIUNTA MASW - ESAC E PROFILO DI VELOCITA'



PROFILO DI VELOCITA' MASW 1 - ESAC 1



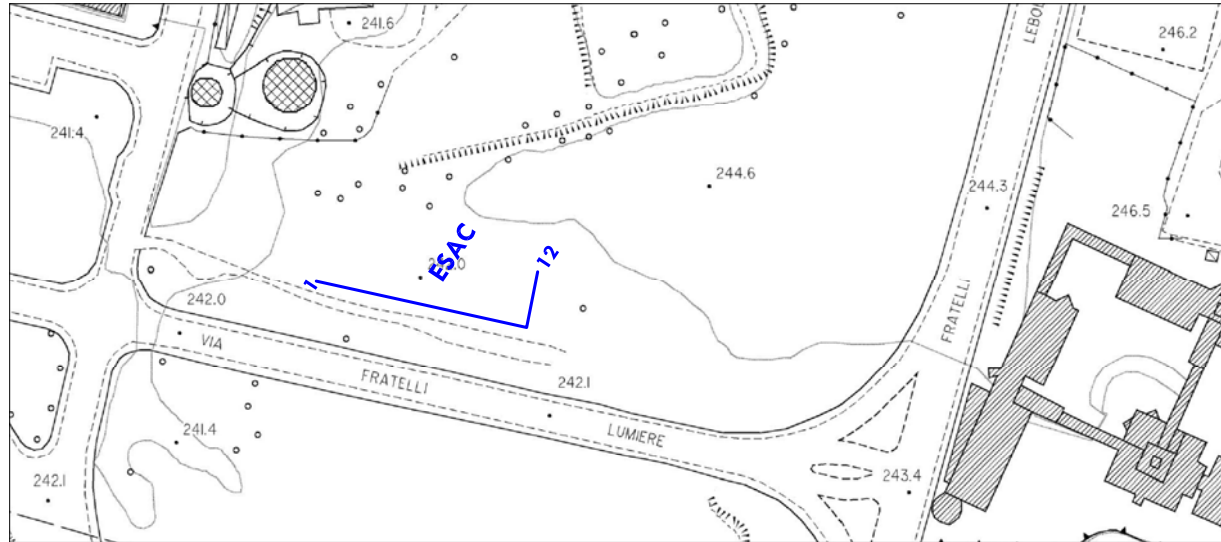
V_s (m/s): 65, 124, 176, 129, 144, 204, 298, 403, 492
 Thickness (m): 0.3, 0.5, 1.6, 1.2, 1.1, 3.2, 6.0, 11.4, 4.7

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.60 1.73 1.80 1.70 1.74 1.80 1.91 1.98 2.03
 Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 7 27 56 28 36 75 170 322 491

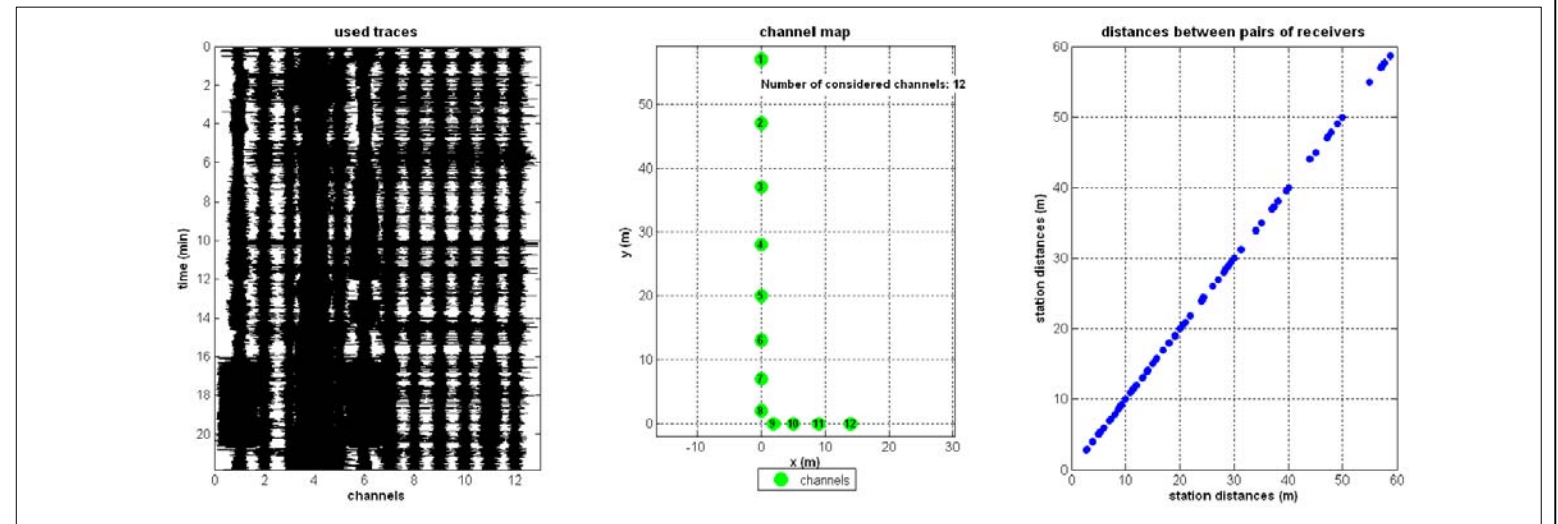
Approximate values for V_p and Poisson
 V_p (m/s): 151 263 347 232 267 346 552 740 897
 Poisson: 0.39 0.36 0.33 0.28 0.29 0.23 0.29 0.29 0.28

V_{s30} (m/s): 275

AREZZO, LOC. CASELLE



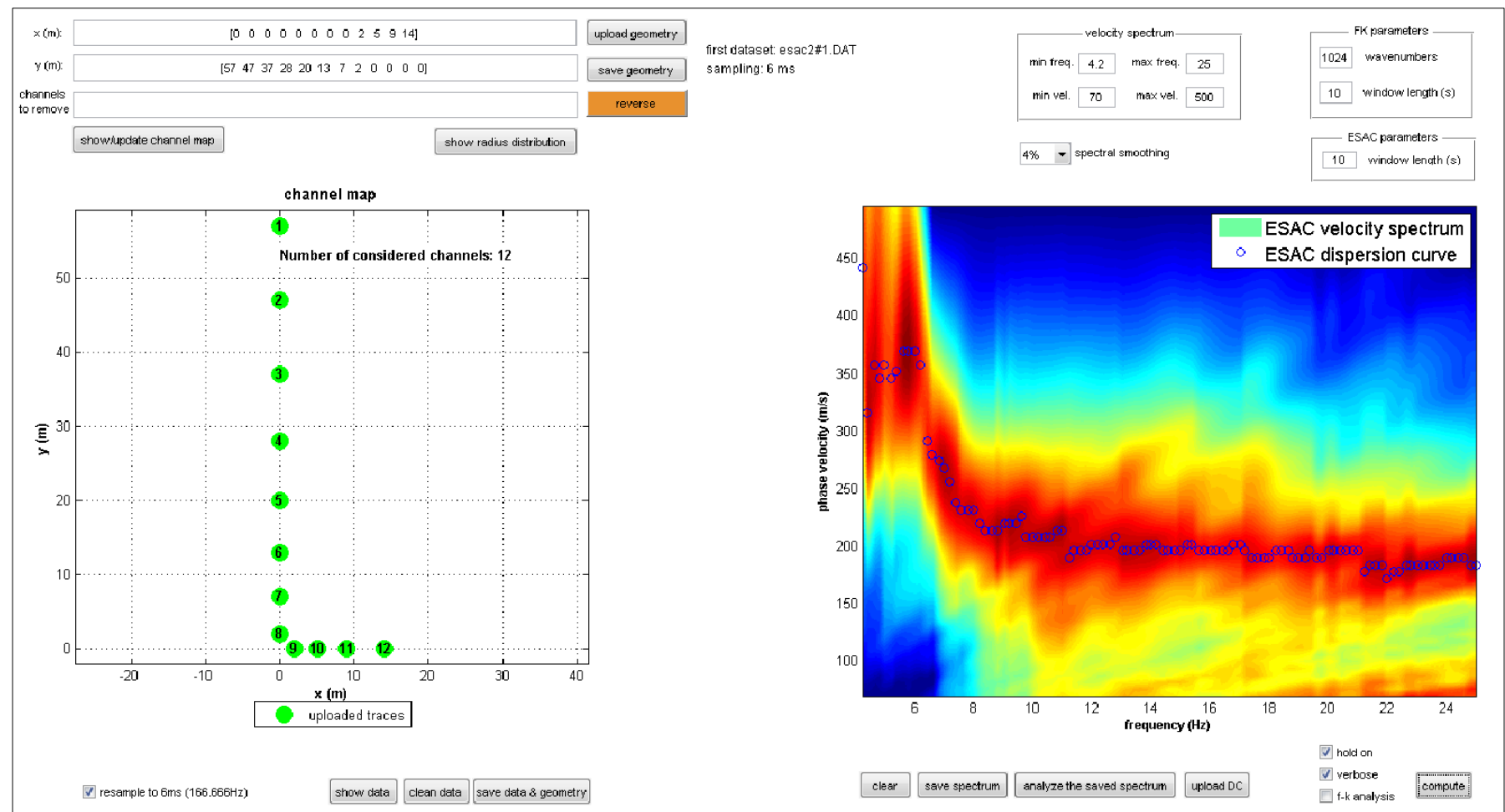
ACQUISIZIONE ESAC



1 **ESAC** 12 Stendimento di sismica passiva ESAC

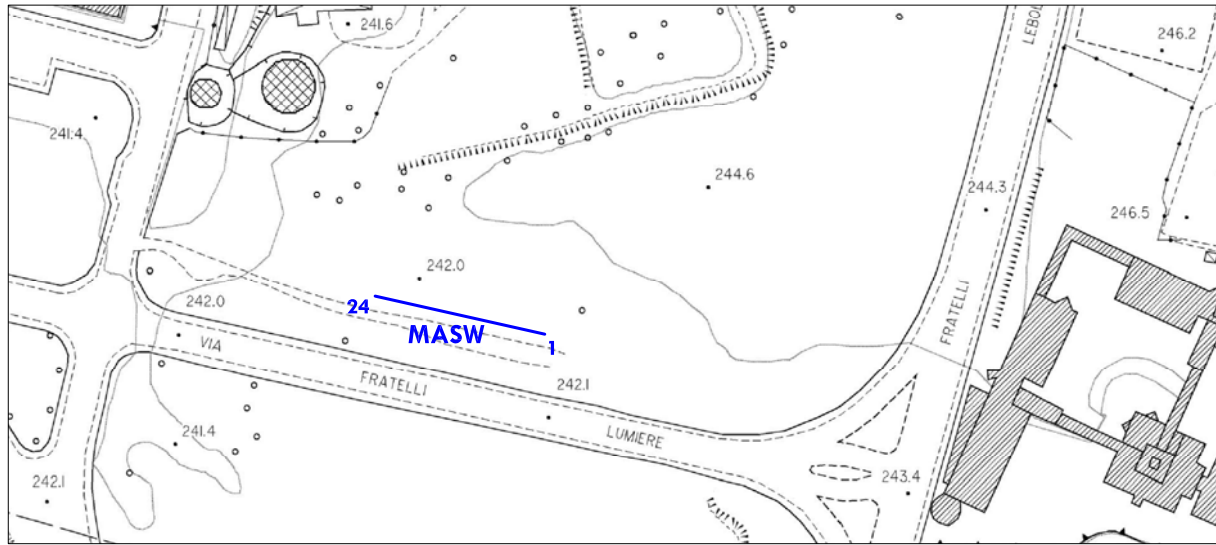
SPETTRO DI VELOCITA' ESAC E CURVA DI DISPERSIONE EFFETTIVA

Stendimento ESAC



RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA CONGIUNTA MASW 2 - ESAC 2

AREZZO, LOC. CASELLE

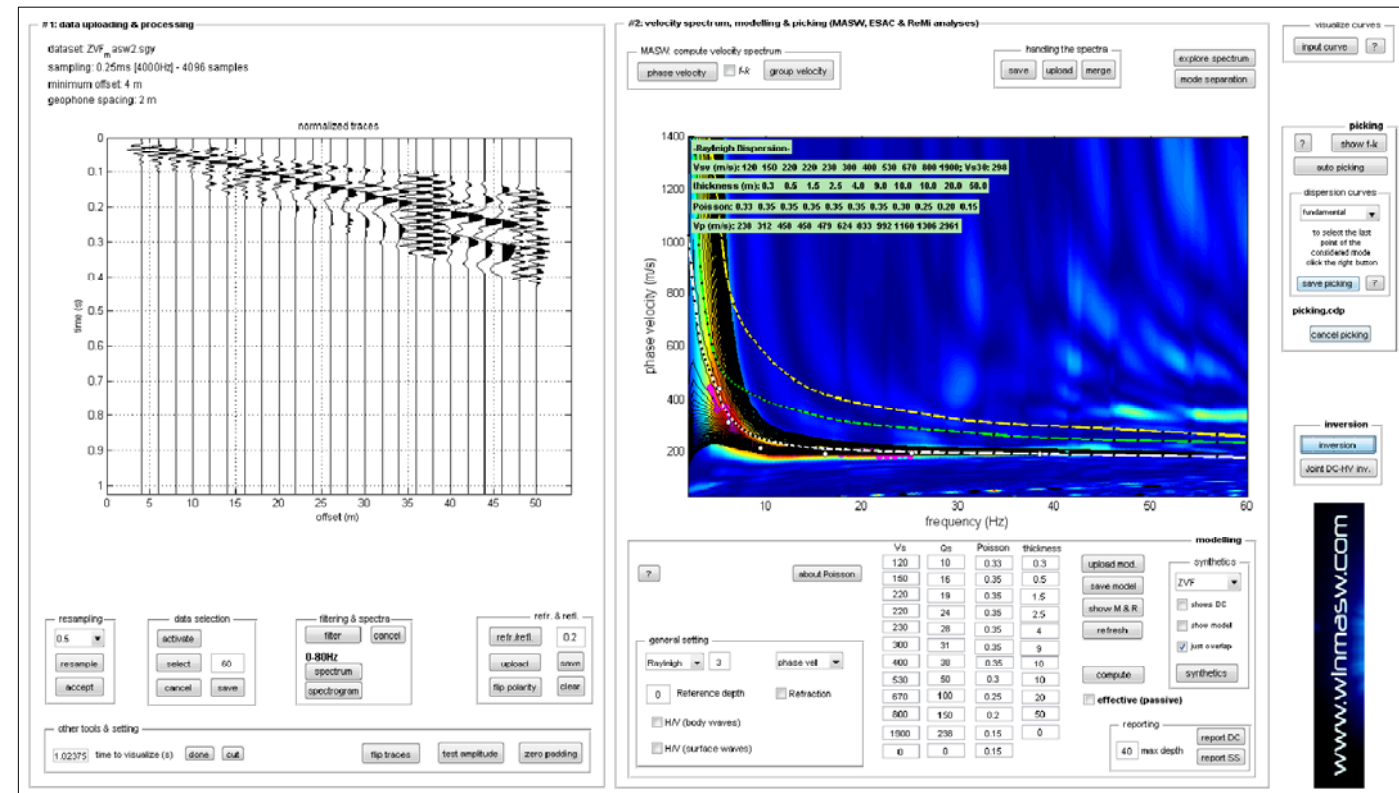


1 MASW 24 Stendimento di sismica attiva MASW

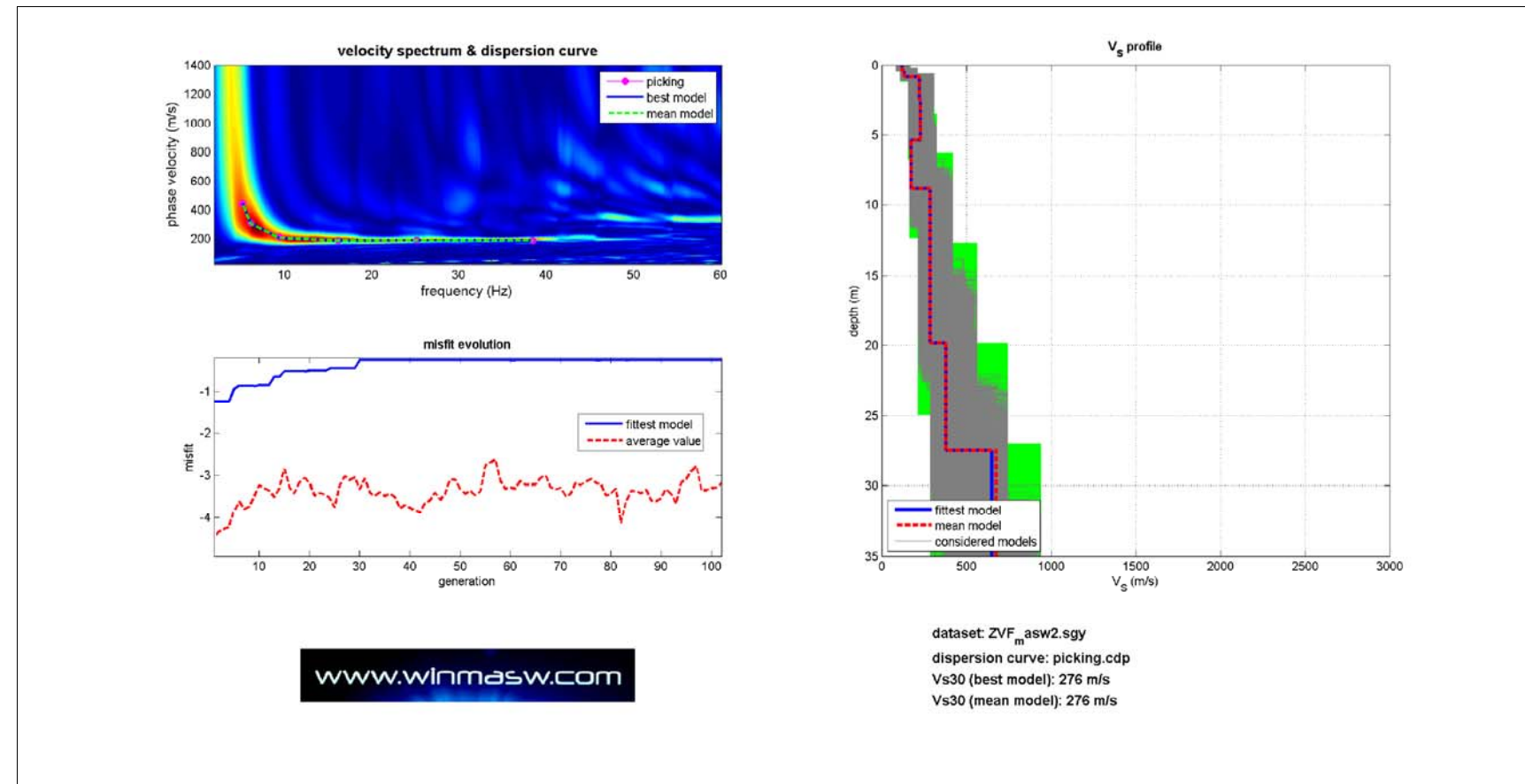
Stendimento MASW



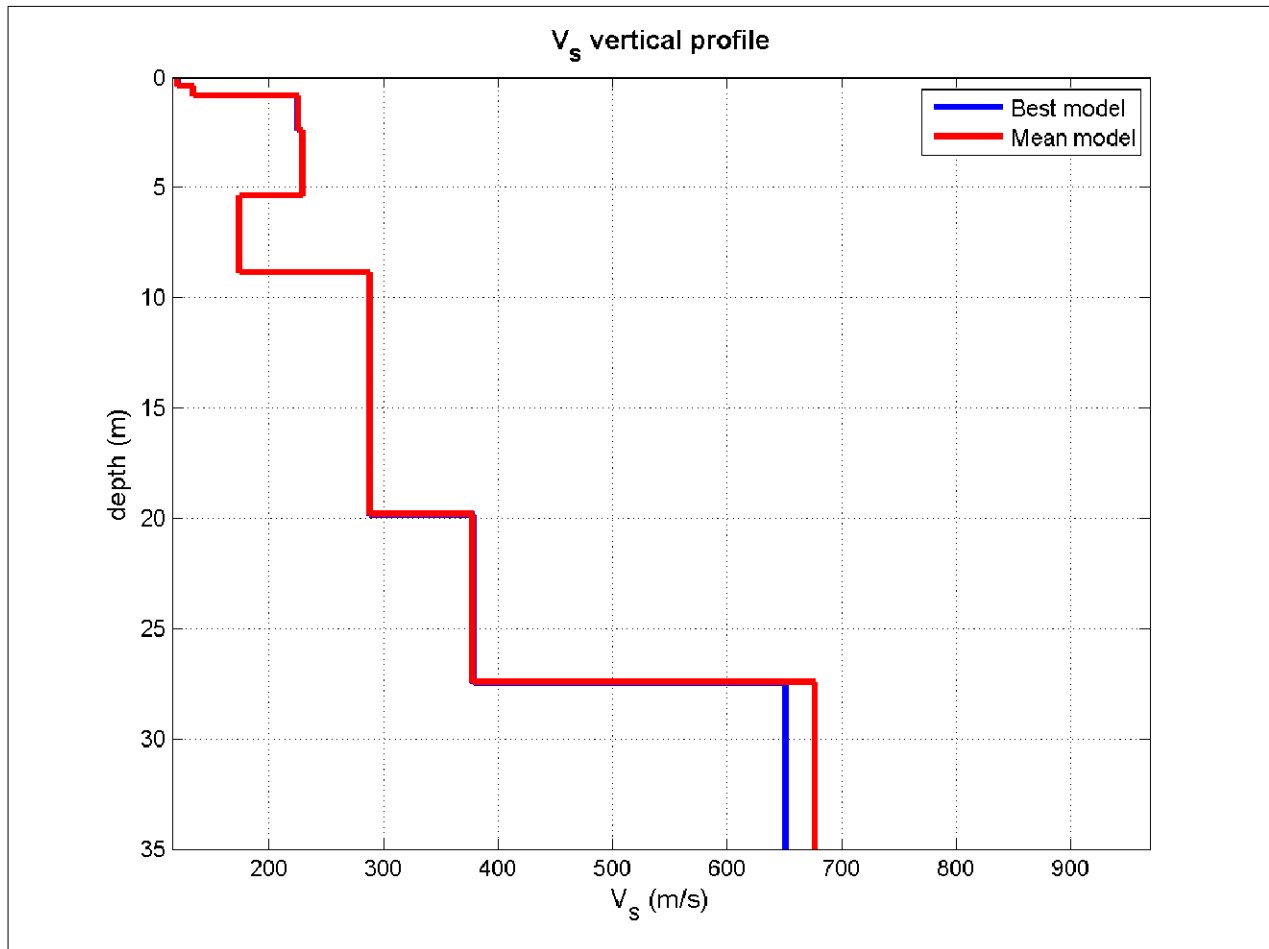
SPETTRO DI VELOCITA' MASW + CURVA DI DISPERSIONE EFFETTIVA ESAC



INVERSIONE CONGIUNTA MASW - ESAC E PROFILO DI VELOCITA'



PROFILO DI VELOCITA' MASW 2 - ESAC 2



Vs (m/s): 120, 134, 225, 229, 174, 288, 378, 677

Thickness (m): 0.4, 0.4, 1.6, 3.0, 3.5, 11.0, 7.6, 7.5

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.73 1.77 1.84 1.91 1.82 2.04 2.08 2.09

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 25 32 93 100 55 169 298 958

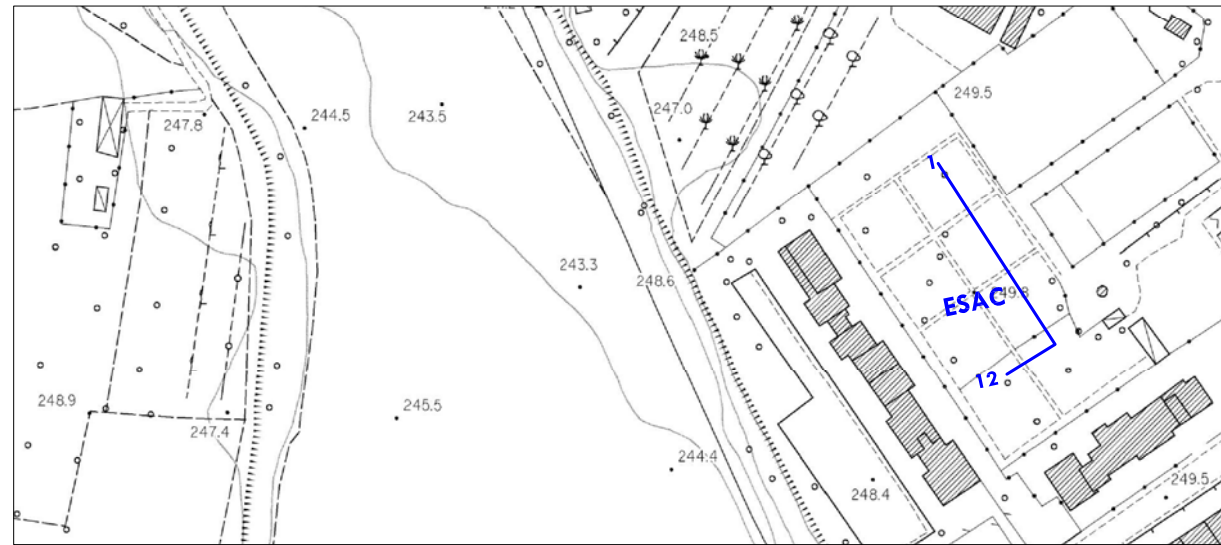
Approximate values for Vp and Poisson

Vp (m/s): 263 311 410 560 374 928 1129 1163

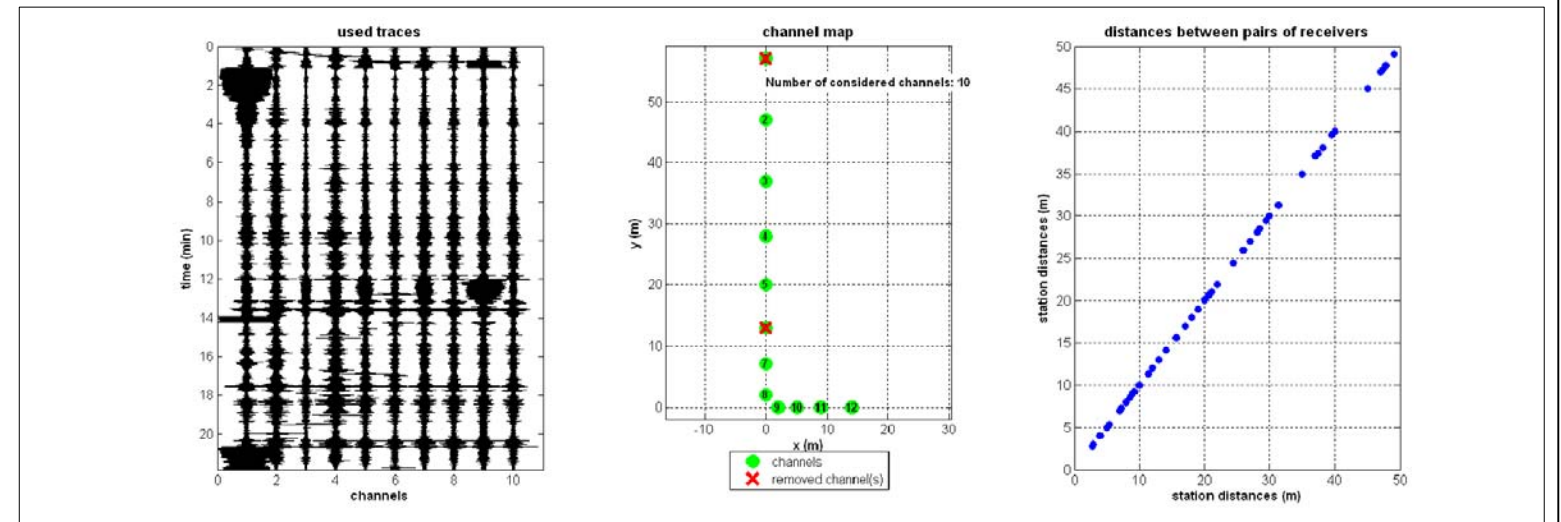
Poisson: 0.37 0.39 0.28 0.40 0.36 0.45 0.44 0.24

Vs30 (m/s): 276

QUARATA



ACQUISIZIONE ESAC



1 ESAC 12 Stendimento di sismica passiva ESAC

SPETTRO DI VELOCITA' ESAC E CURVA DI DISPERSIONE EFFETTIVA

x (m): [0 0 0 0 0 0 0 2 5 9 14]

y (m): [57 47 37 28 20 13 7 2 0 0 0]

channels to remove: 16

first dataset: esac3#1.DAT
sampling: 6 ms

velocity spectrum: min freq: 10, max freq: 22, min vel: 70, max vel: 750

FK parameters: 1024 wavenumbers, 10 window length (s)

ESAC parameters: 10 window length (s)

4% spectral smoothing

hold on verbose f-k analysis

channel map

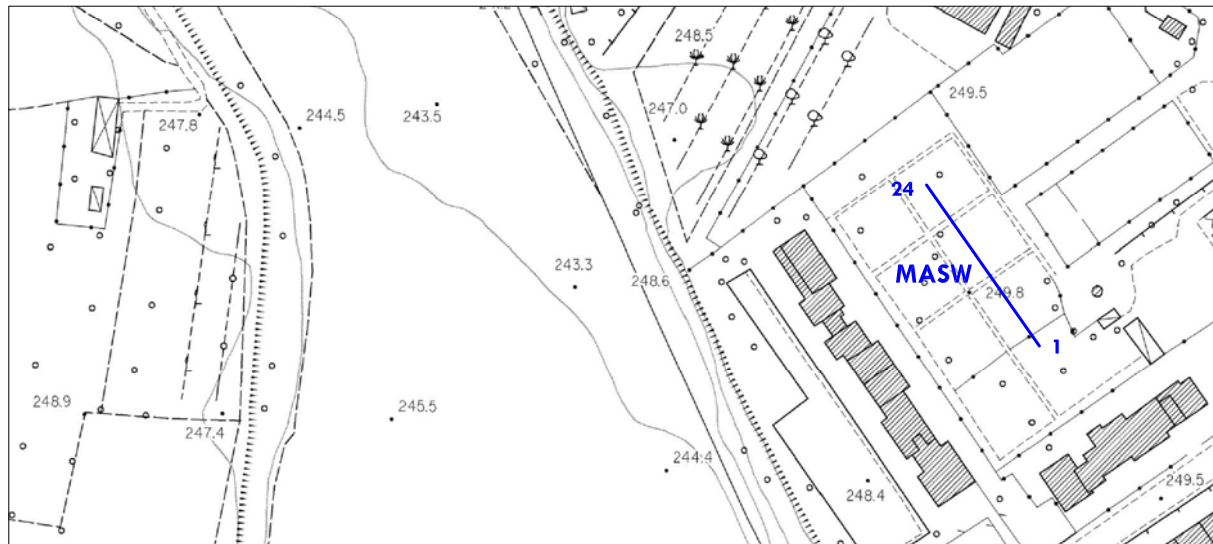
Number of considered channels: 10

resample to 6ms (166.666Hz)

Stendimento ESAC



QUARATA

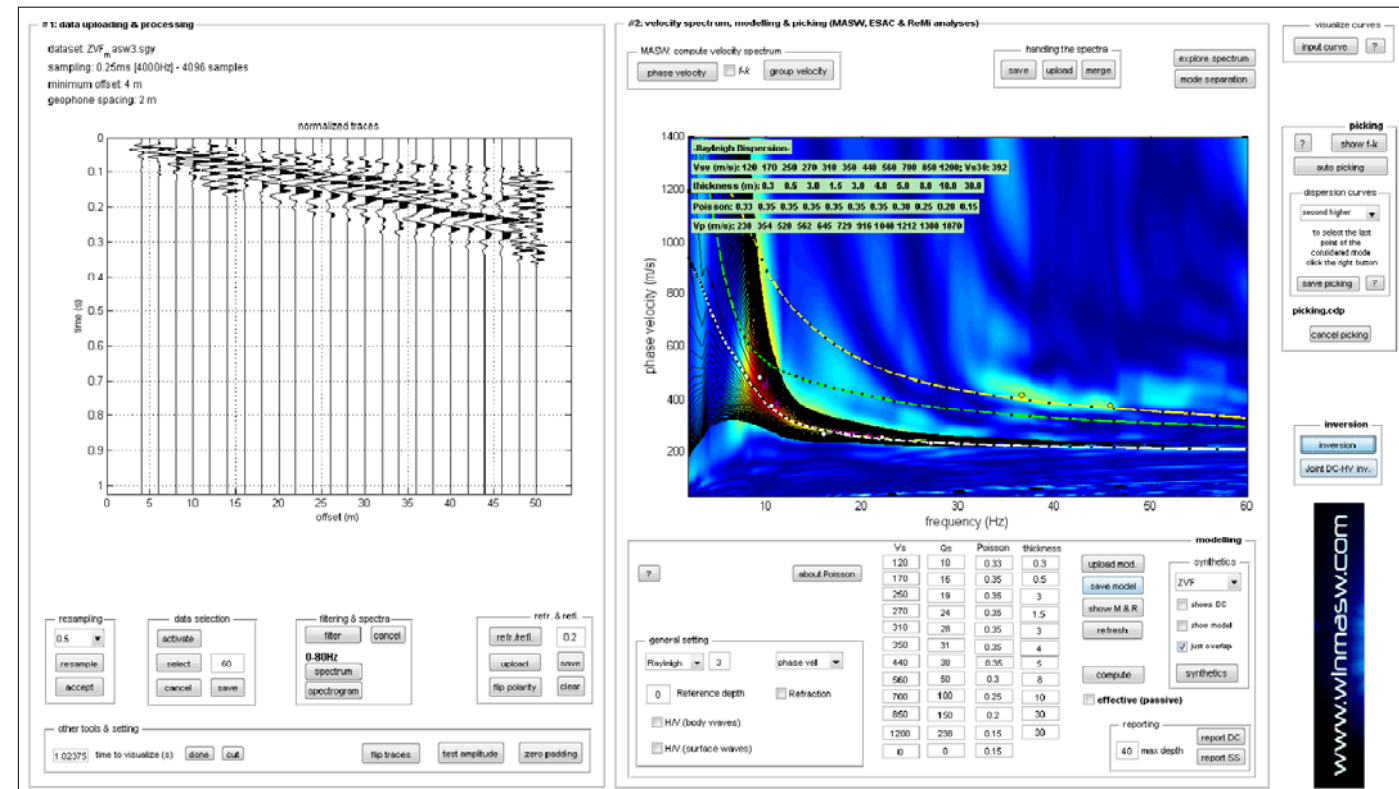


1 MASW 24 Stendimento di sismica attiva MASW

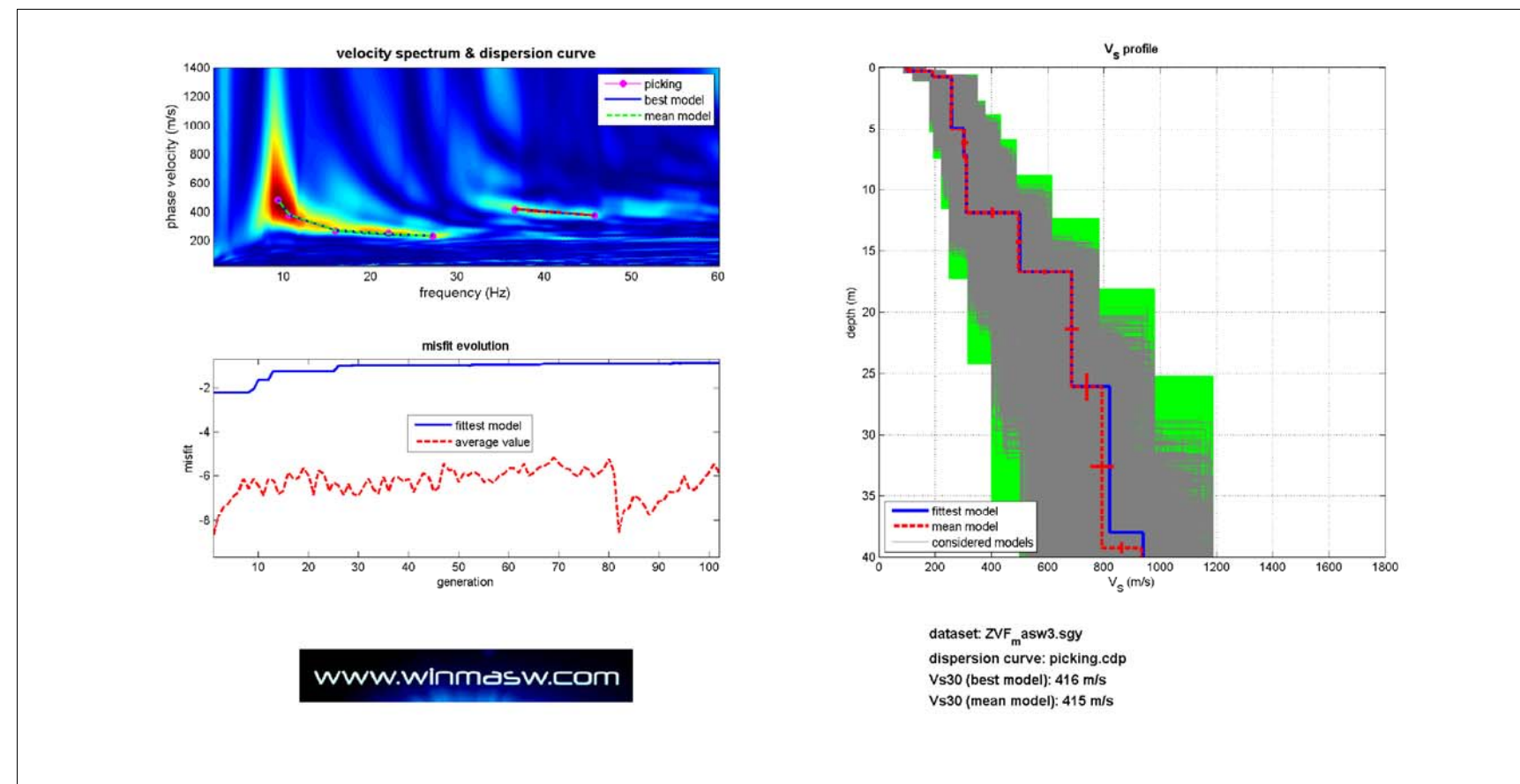
Stendimento MASW



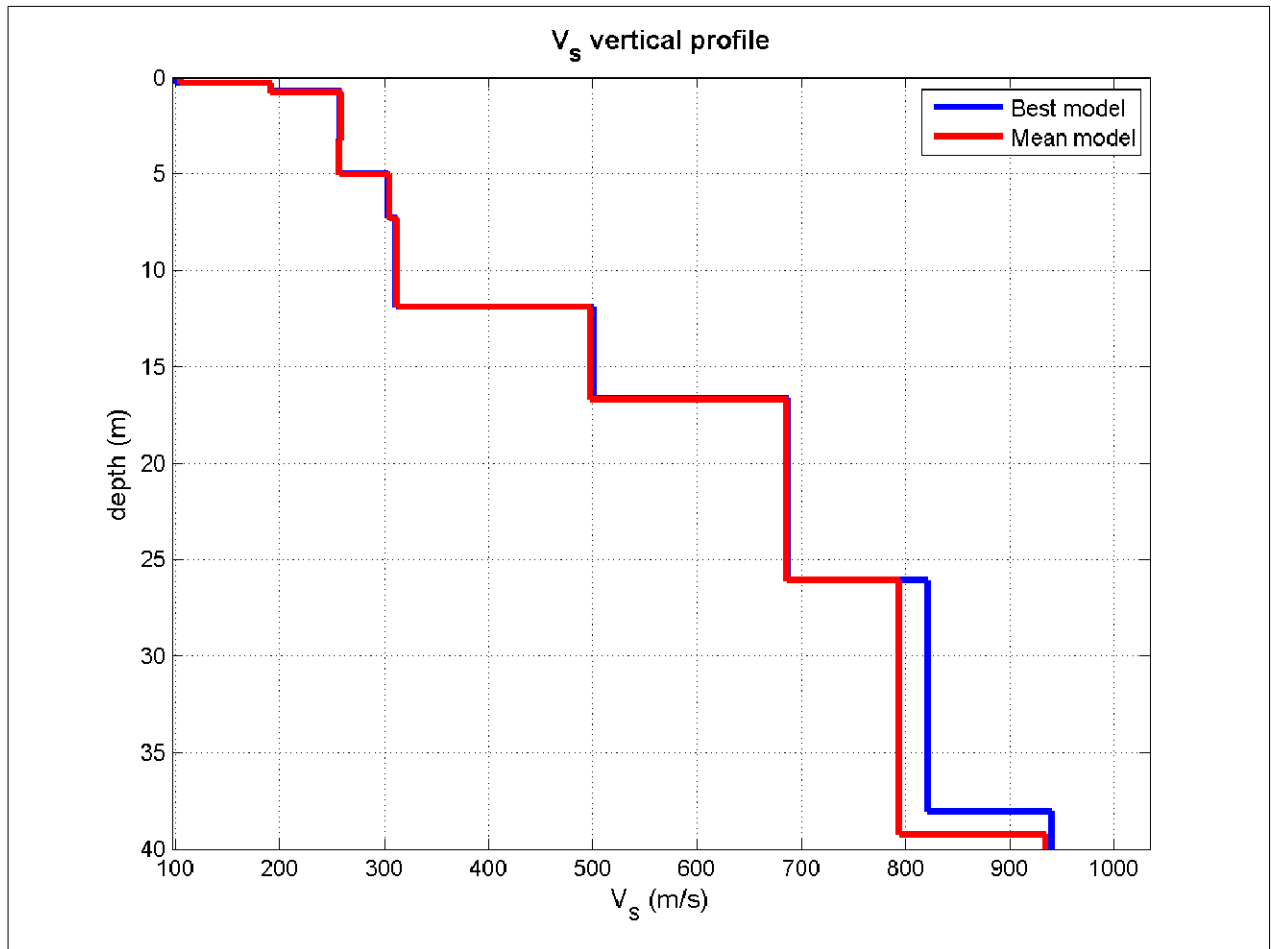
SPETTRO DI VELOCITA' MASW + CURVA DI DISPERSIONE EFFETTIVA ESAC



INVERSIONE CONGIUNTA MASW - ESAC E PROFILO DI VELOCITA'



PROFILO DI VELOCITA' MASW 3 - ESAC 3



Vs (m/s): 105, 192, 259, 257, 305, 312, 498, 686, 794, 934
 Thickness (m): 0.3, 0.5, 2.5, 1.8, 2.3, 4.6, 4.8, 9.4, 13.2, 0.6

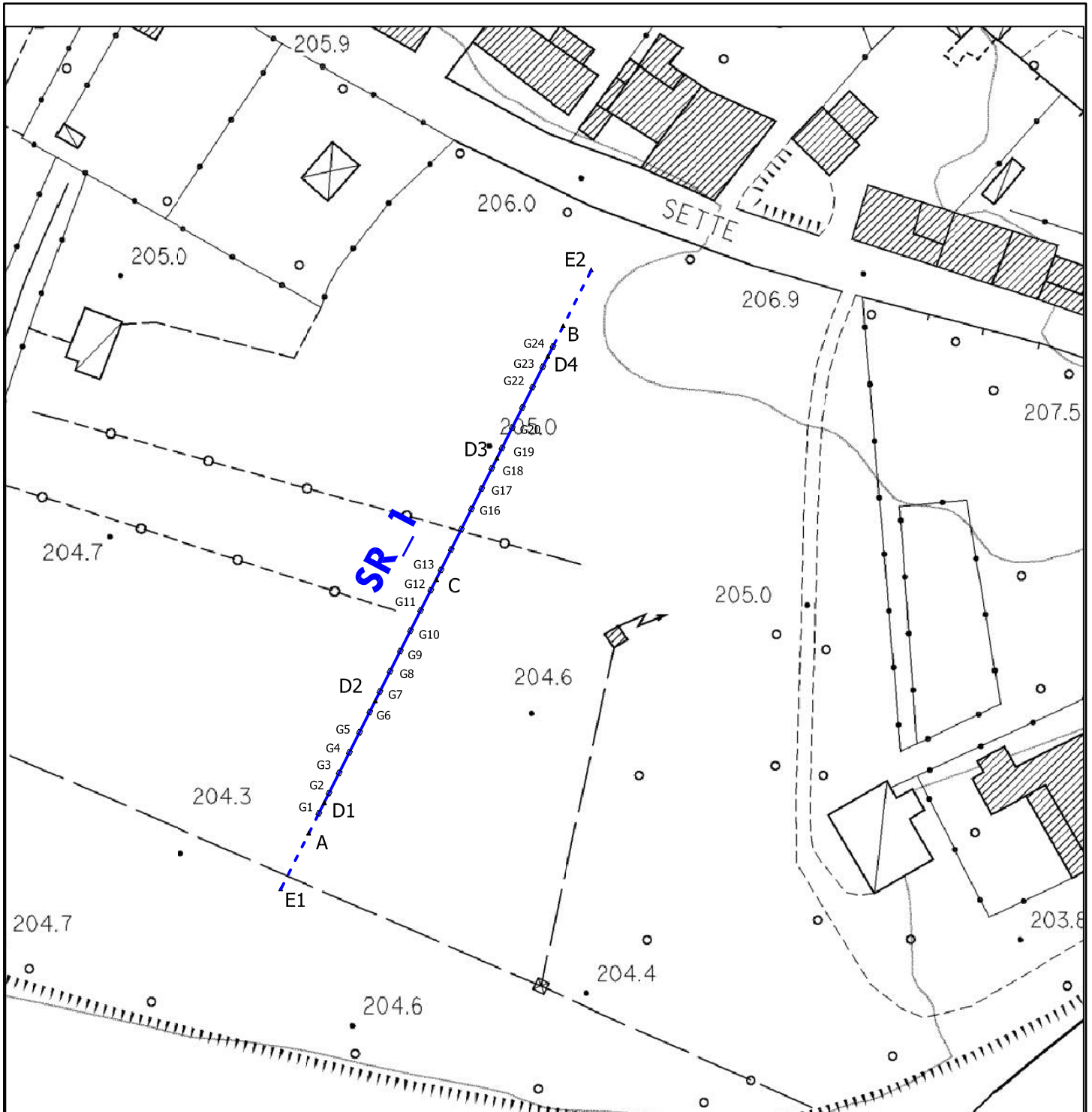
Density (gr/cm3) (approximate values): 1.78 1.78 1.90 1.88 1.97 1.95 2.04 2.10 2.14 2.16
 Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 20 66 128 124 184 190 506 990 1350 1883

Approximate values for Vp and Poisson
 Vp (m/s): 324 327 537 487 721 655 941 1224 1436 1536
 Poisson: 0.44 0.24 0.35 0.31 0.39 0.35 0.31 0.27 0.28 0.21

Vs30 (m/s): 415

ALLEGATO 2

REPORT DEGLI STENDIMENTI DI SISMICA A RIFRAZIONE



PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE (SR_1) CON ONDE P E SH

Scala 1:1.000

- G1 POSIZIONE GEOFONO
- E ^ TIRI ESTERNI
- A e B ^ TIRI ESTREMI
- C ^ TIRO CENTRALE
- D1-D2 ^ TIRI INTERMEDI SINISTRI
- D3-D4 ^ TIRI INTERMEDI DESTRI

SR_1

LINEA SISMICA SR_1



Linea sismica a rifrazione SR_1

Geofoni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Distanza Progressiva (m)	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99	103	107
Distanza Parziale (m)	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Quota (m slm)	204.32	204.36	204.4	204.44	204.48	204.52	204.56	204.6	204.64	204.68	204.72	204.76	204.8	204.84	204.88	204.92	204.96	205	205	205.1	205.2	205.3	205.4	205.45

Linea sismica SR_1

Coordinate Gauss Boaga

Geofono N.1 (G1) Geofono N.24 (G24)

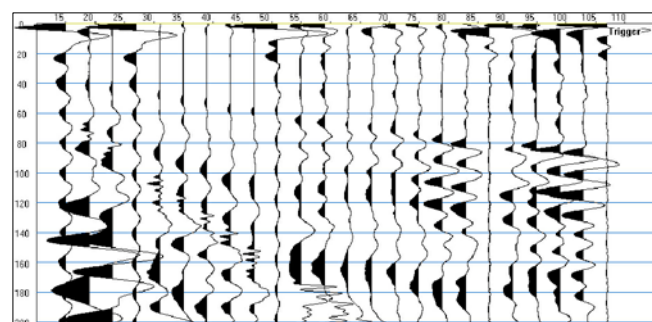
X (m)	1726053	1726093
Y (m)	4820682	4820765

Punti di energizzazione linea sismica SR_1

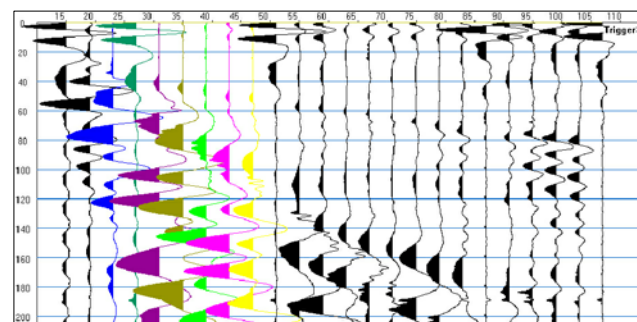
	E1 Esterno Sx	A Estremo Sx	D1 Intermedio Sx	D2 Intermedio Sx	C Centrale	D3 Intermedio Dx	D4 Intermedio Dx	B Estremo Dx	E2 Esterno Dx
Onde P	ar t1p1	ar t1p2	ar t1p3	ar t1p4	ar t1p5	ar t1p6	ar t1p7	ar t1p8	ar t1p9
Onde SH	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9
Posiz. dal geof. N.1 (m)	0	11	17	37	61	85	105	111	122
Quota (m slm)	204.3	204.31	204.34	204.54	204.78	205	205.42	205.48	205.5

LINEA SISMICA SR_1 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE P

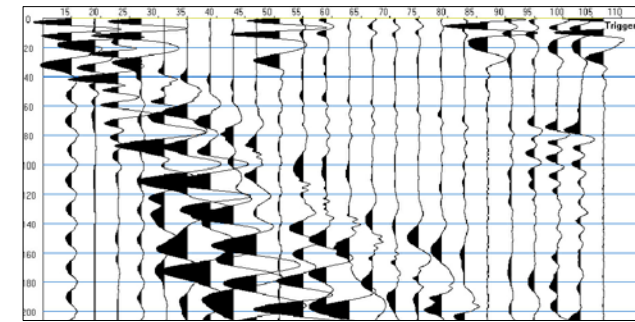
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



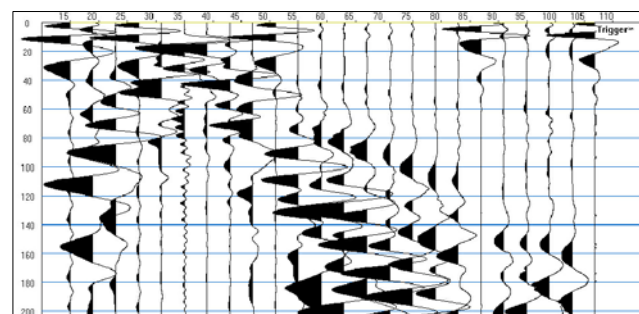
TIRO ESTREMO SINISTRO A



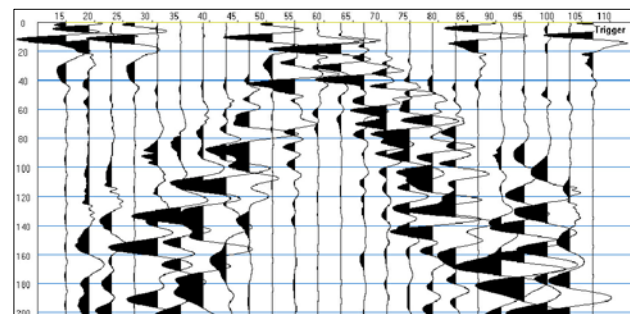
TIRO INTERMEDIO D1



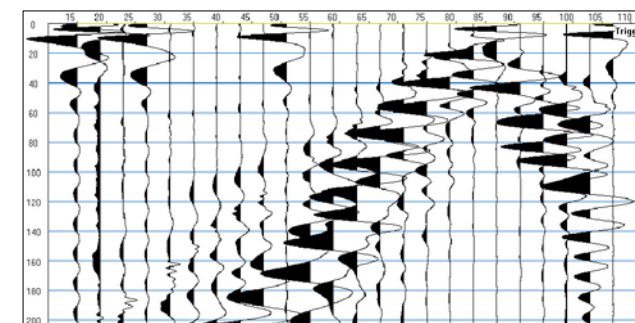
TIRO INTERMEDIO D2



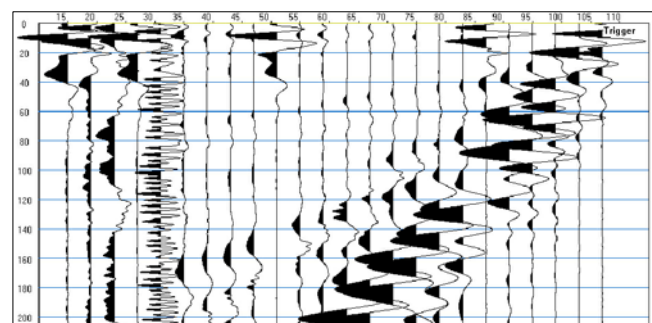
TIRO CENTRALE C



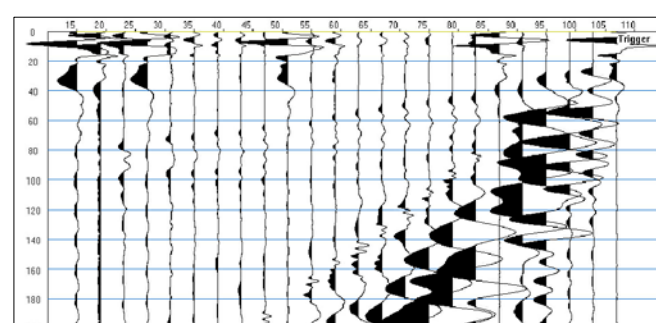
TIRO INTERMEDIO D3



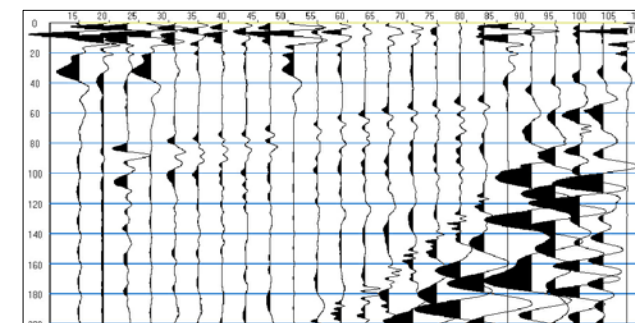
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B

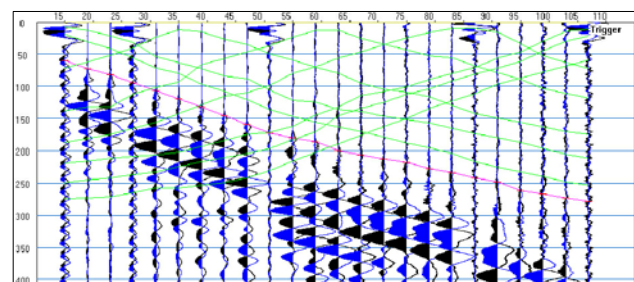


TIRO ESTERNO DESTRO E2

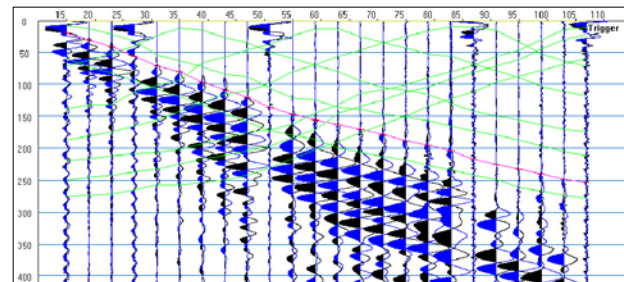


LINEA SISMICA SR_1 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE SH

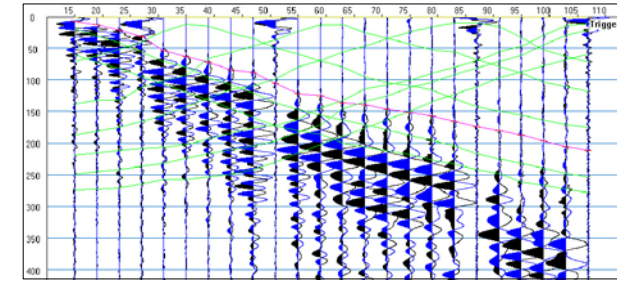
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



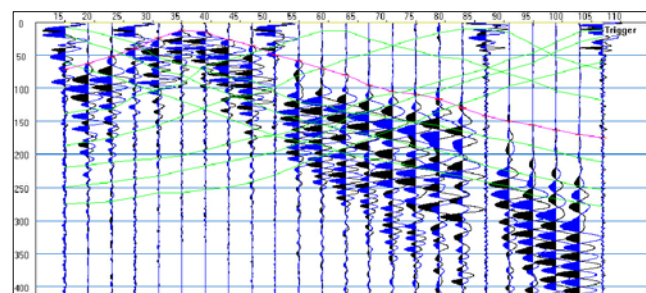
TIRO ESTREMO SINISTRO A



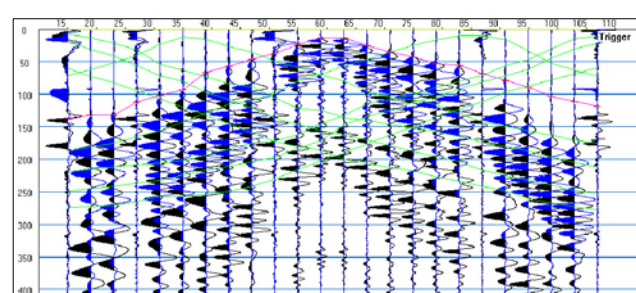
TIRO INTERMEDIO D1



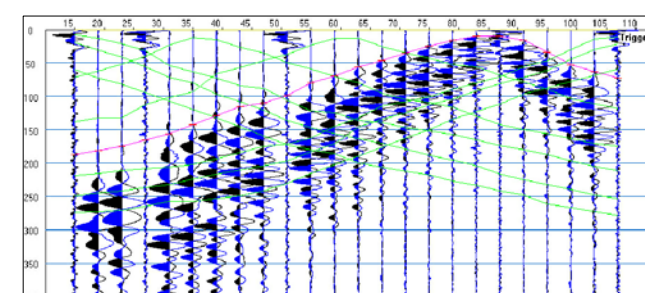
TIRO INTERMEDIO D2



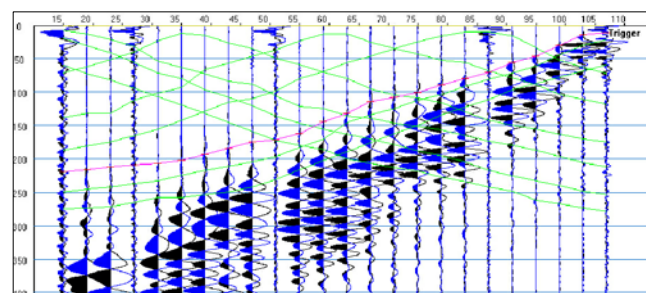
TIRO CENTRALE C



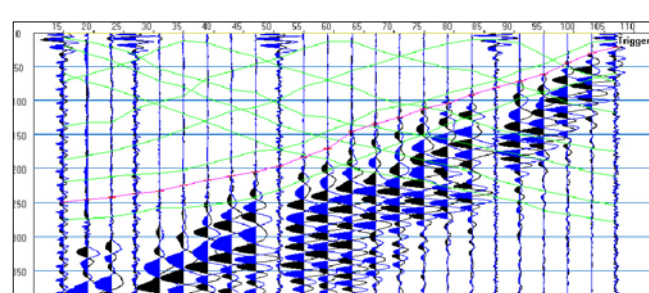
TIRO INTERMEDIO D3



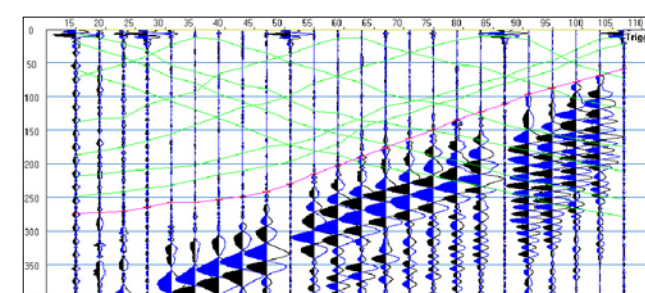
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B



TIRO ESTERNO DESTRO E2



LINEA SISMICA SR_1

TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE P

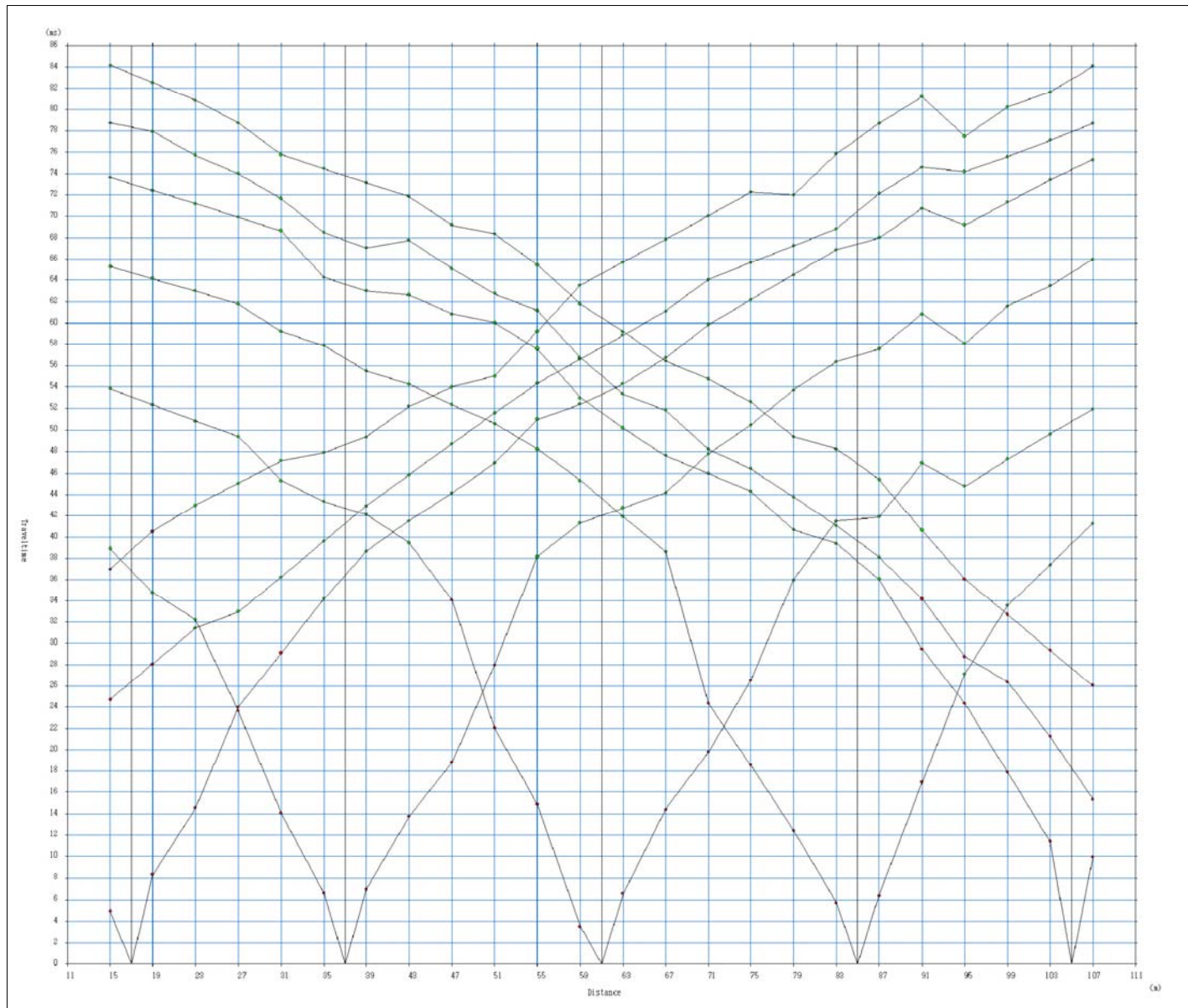
SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth																	
1	0.00	0.00	0.00	0.00																	
2	0.00	11.00	0.00	0.00																	
3	204.34	17.00	0.00	0.00																	
4	204.54	37.00	0.00	0.00																	
5	204.78	61.00	0.00	0.00																	
6	205.00	85.00	0.00	0.00																	
7	205.47	105.00	0.00	0.00																	
8	0.00	111.00	0.00	0.00																	
9	0.00	122.00	0.00	0.00																	
Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9									
1	204.32	15.00	0.00	0.00	1	0.00	1	6.00	1	38.68	1	54.48	1	66.95	1	74.76	1	0.00	1	0.00	1
2	204.36	19.00	0.00	0.00	1	0.00	1	6.00	1	35.32	1	52.59	1	65.19	1	73.00	1	0.00	1	0.00	1
3	204.40	23.00	0.00	0.00	1	0.00	1	15.67	1	30.35	1	50.89	1	63.60	1	71.41	1	0.00	1	0.00	1
4	204.44	27.00	0.00	0.00	1	0.00	1	24.92	1	23.24	1	49.09	1	62.03	1	69.84	1	0.00	1	0.00	1
5	204.48	31.00	0.00	0.00	1	0.00	1	31.02	1	16.53	1	46.81	1	60.09	1	67.97	1	0.00	1	0.00	1
6	204.52	35.00	0.00	0.00	1	0.00	1	35.28	1	7.21	1	44.50	1	58.06	1	66.01	1	0.00	1	0.00	1
7	204.56	39.00	0.00	0.00	1	0.00	1	39.01	1	7.21	1	42.26	1	56.24	1	64.18	1	0.00	1	0.00	1
8	204.60	43.00	0.00	0.00	1	0.00	1	42.68	1	16.38	1	40.03	1	54.69	1	62.64	1	0.00	1	0.00	1
9	204.64	47.00	0.00	0.00	1	0.00	1	45.87	1	23.02	1	36.11	1	53.29	1	61.38	1	0.00	1	0.00	1
10	204.68	51.00	0.00	0.00	1	0.00	1	49.02	1	30.74	1	28.34	1	51.57	1	60.05	1	0.00	1	0.00	1
11	204.72	55.00	0.00	0.00	1	0.00	1	51.13	1	38.99	1	17.74	1	48.88	1	57.49	1	0.00	1	0.00	1
12	204.76	59.00	0.00	0.00	1	0.00	1	52.62	1	42.19	1	6.67	1	45.58	1	54.54	1	0.00	1	0.00	1
13	204.80	63.00	0.00	0.00	1	0.00	1	54.34	1	44.24	1	6.67	1	42.55	1	52.00	1	0.00	1	0.00	1
14	204.84	67.00	0.00	0.00	1	0.00	1	56.17	1	46.18	1	17.06	1	37.24	1	49.72	1	0.00	1	0.00	1
15	204.88	71.00	0.00	0.00	1	0.00	1	58.34	1	48.39	1	26.61	1	29.94	1	47.36	1	0.00	1	0.00	1
16	204.92	75.00	0.00	0.00	1	0.00	1	60.56	1	50.67	1	33.49	1	23.33	1	44.66	1	0.00	1	0.00	1
17	204.96	79.00	0.00	0.00	1	0.00	1	63.01	1	53.27	1	37.86	1	17.37	1	42.04	1	0.00	1	0.00	1
18	205.00	83.00	0.00	0.00	1	0.00	1	64.87	1	55.88	1	42.12	1	7.47	1	39.58	1	0.00	1	0.00	1
19	205.00	87.00	0.00	0.00	1	0.00	1	66.84	1	57.90	1	45.61	1	7.47	1	36.57	1	0.00	1	0.00	1
20	205.10	91.00	0.00	0.00	1	0.00	1	68.60	1	59.74	1	47.97	1	19.18	1	32.46	1	0.00	1	0.00	1
21	205.20	95.00	0.00	0.00	1	0.00	1	69.65	1	60.80	1	49.12	1	27.26	1	25.83	1	0.00	1	0.00	1
22	205.30	99.00	0.00	0.00	1	0.00	1	71.03	1	62.17	1	50.49	1	33.03	1	18.19	1	0.00	1	0.00	1
23	205.40	103.00	0.00	0.00	1	0.00	1	72.82	1	64.01	1	52.35	1	36.39	1	6.90	1	0.00	1	0.00	1
24	205.54	107.00	0.00	0.00	1	0.00	1	75.00	1	66.19	1	54.54	1	39.72	1	6.90	1	0.00	1	0.00	1

LINEA SISMICA SR_1

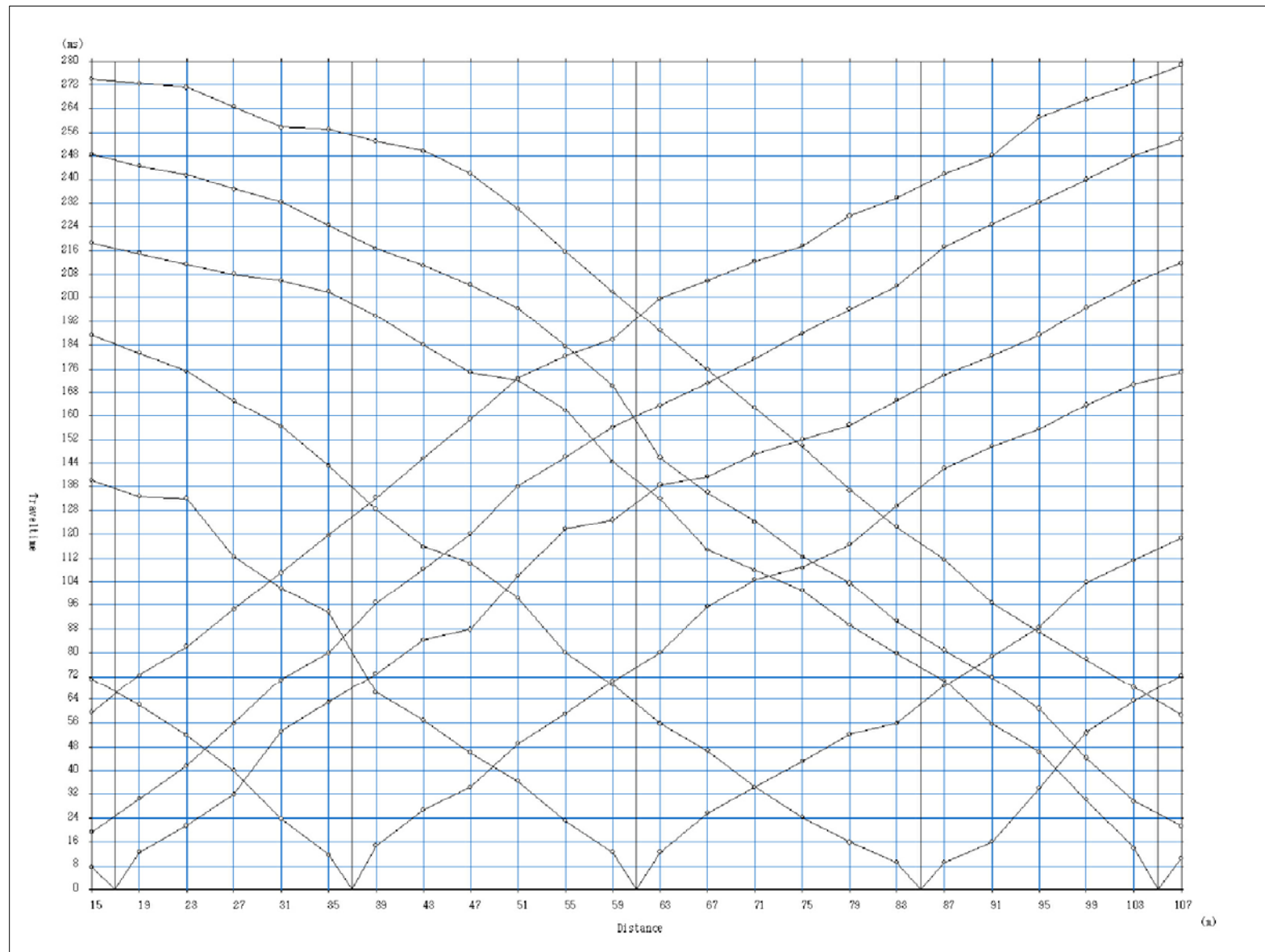
TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SH

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth															
1	0.00	0.00	0.00	0.00															
2	0.00	11.00	0.00	0.00															
3	204.34	17.00	0.00	0.00															
4	204.54	37.00	0.00	0.00															
5	204.78	61.00	0.00	0.00															
6	205.00	85.00	0.00	0.00															
7	205.47	105.00	0.00	0.00															
8	0.00	111.00	0.00	0.00															
9	0.00	122.00	0.00	0.00															
Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9							
1	204.32	15.00	0.00	0.00	1	0.00	1	15.15	1	70.37	1	133.27	1185.87	1212.69	10.00	1	0.00	1	
2	204.36	19.00	0.00	0.00	1	0.00	1	15.15	1	61.24	1	124.14	1176.75	1208.82	10.00	1	0.00	1	
3	204.40	23.00	0.00	0.00	1	0.00	1	28.70	1	52.24	1	115.45	1168.06	1206.93	10.00	1	0.00	1	
4	204.44	27.00	0.00	0.00	1	0.00	1	39.60	1	42.24	1	105.85	1158.48	1205.33	10.00	1	0.00	1	
5	204.48	31.00	0.00	0.00	1	0.00	1	50.41	1	31.21	1	94.82	1	147.45	1202.77	10.00	1	0.00	1
6	204.52	35.00	0.00	0.00	1	0.00	1	60.68	1	15.08	1	83.61	1	136.24	1193.76	10.00	1	0.00	1
7	204.56	39.00	0.00	0.00	1	0.00	1	70.83	1	15.08	1	72.62	1	125.25	1183.50	10.00	1	0.00	1
8	204.60	43.00	0.00	0.00	1	0.00	1	81.16	1	30.53	1	61.87	1	114.49	1174.35	10.00	1	0.00	1
9	204.64	47.00	0.00	0.00	1	0.00	1	91.73	1	41.26	1	51.31	1	103.94	1165.77	10.00	1	0.00	1
10	204.68	51.00	0.00	0.00	1	0.00	1	102.71	152.31	1	40.55	1	93.18	1	155.16	10.00	1	0.00	1
11	204.72	55.00	0.00	0.00	1	0.00	1	113.42	163.07	1	29.27	1	81.90	1	143.88	10.00	1	0.00	1
12	204.76	59.00	0.00	0.00	1	0.00	1	123.63	173.29	1	14.08	1	70.73	1	132.71	10.00	1	0.00	1
13	204.80	63.00	0.00	0.00	1	0.00	1	133.62	183.29	1	14.08	1	60.21	1	122.19	10.00	1	0.00	1
14	204.84	67.00	0.00	0.00	1	0.00	1	143.03	192.70	1	27.43	1	50.07	1	112.05	10.00	1	0.00	1
15	204.88	71.00	0.00	0.00	1	0.00	1	151.66	1101.34	136.06	1	40.22	1	102.20	10.00	1	0.00	1	
16	204.92	75.00	0.00	0.00	1	0.00	1	159.85	1109.53	144.26	1	30.62	1	92.60	1	0.00	1	0.00	1
17	204.96	79.00	0.00	0.00	1	0.00	1	167.95	1117.63	152.36	1	20.50	1	83.33	1	0.00	1	0.00	1
18	205.00	83.00	0.00	0.00	1	0.00	1	176.51	1126.20	160.93	1	9.61	1	74.23	1	0.00	1	0.00	1
19	205.00	87.00	0.00	0.00	1	0.00	1	185.90	1135.59	170.32	1	9.61	1	64.82	1	0.00	1	0.00	1
20	205.10	91.00	0.00	0.00	1	0.00	1	193.26	1146.14	180.87	1	21.78	1	55.49	1	0.00	1	0.00	1
21	205.20	95.00	0.00	0.00	1	0.00	1	196.24	1158.08	192.80	1	34.73	1	45.77	1	0.00	1	0.00	1
22	205.30	99.00	0.00	0.00	1	0.00	1	200.87	1171.16	1105.89	147.82	1	34.66	1	0.00	1	0.00	1	
23	205.40	103.00	0.00	0.00	1	0.00	1	207.16	1182.47	1119.89	161.82	1	15.22	1	0.00	1	0.00	1	
24	205.54	107.00	0.00	0.00	1	0.00	1	213.06	1193.25	1134.07	176.04	1	15.22	1	0.00	1	0.00	1	

LINEA SISMICA SR_1 DROMOCRONE DELLE ONDE P



LINEA SISMICA SR_1 DROMOCRONE DELLE ONDE SH



LINEA SISMICA SR_1
VELOCITA' SISMICHE DEI RIFRATTORI INDIVIDUATI

Onde P

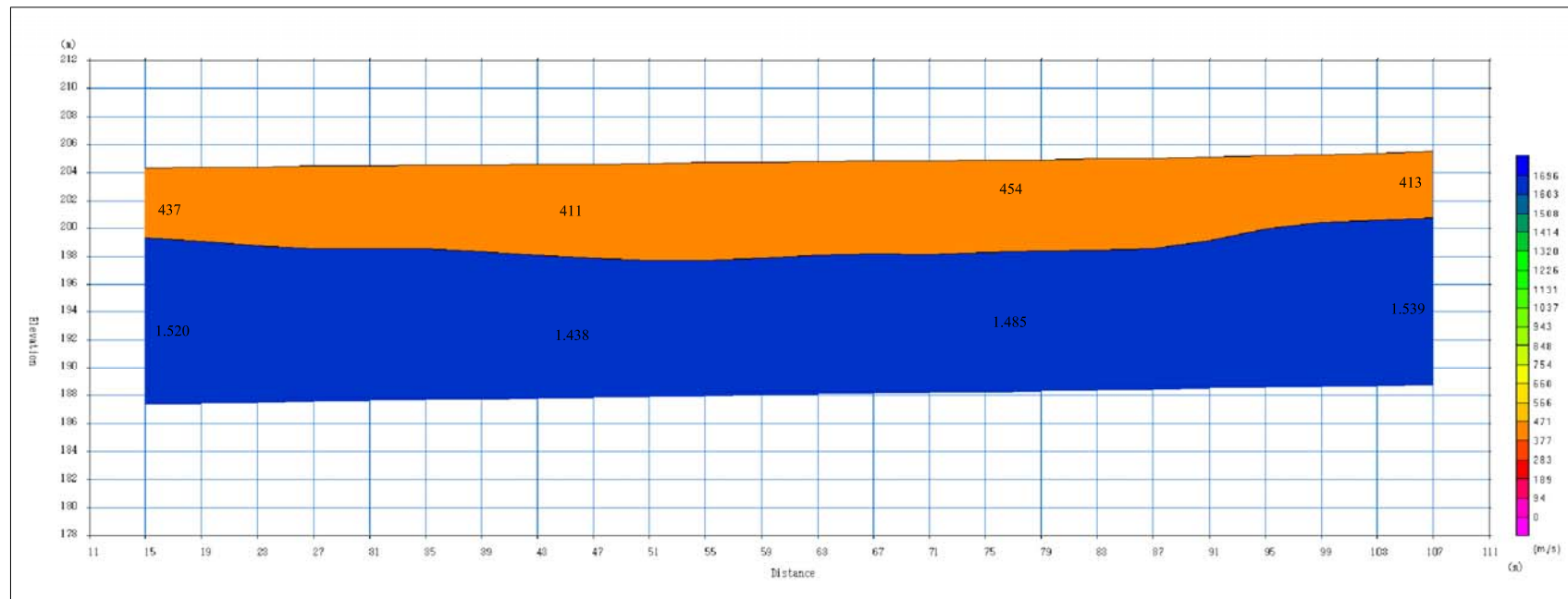
		Strato 1	Strato 2
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	15	442.46	1522.38
2	19	431.69	1518.57
3	23	421.52	1511.55
4	27	433.15	1503.82
5	31	458.62	1497.44
6	35	475.84	1490.03
7	39	468.58	1476.46
8	43	432.85	1458.03
9	47	388.63	1442.24
10	51	366.95	1433.94
11	55	376.01	1435.06
12	59	394.34	1442.52
13	63	402.89	1449.39
14	67	408.55	1456.02
15	71	429.84	1464.61
16	75	455.01	1473.48
17	79	452.76	1481.34
18	83	421.97	1488.79
19	87	386.99	1501.36
20	91	376.25	1521.69
21	95	393.02	1538.22
22	99	408.87	1541.54
23	103	412.88	1539.44
24	107	413.84	1538.39

Onde SH

		Strato 1	Strato 2
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	15	287.31	493.47
2	19	274.87	491.75
3	23	256.10	486.10
4	27	245.93	479.49
5	31	247.64	474.34
6	35	252.83	470.07
7	39	256.61	467.57
8	43	256.60	467.10
9	47	251.84	467.28
10	51	251.38	467.82
11	55	260.64	469.02
12	59	273.63	470.73
13	63	288.05	472.66
14	67	307.10	474.19
15	71	329.60	476.61
16	75	349.41	482.03
17	79	354.55	491.26
18	83	342.17	508.76
19	87	319.11	537.14
20	91	284.83	560.14
21	95	249.86	561.99
22	99	225.04	554.69
23	103	211.42	551.98
24	107	204.65	551.94

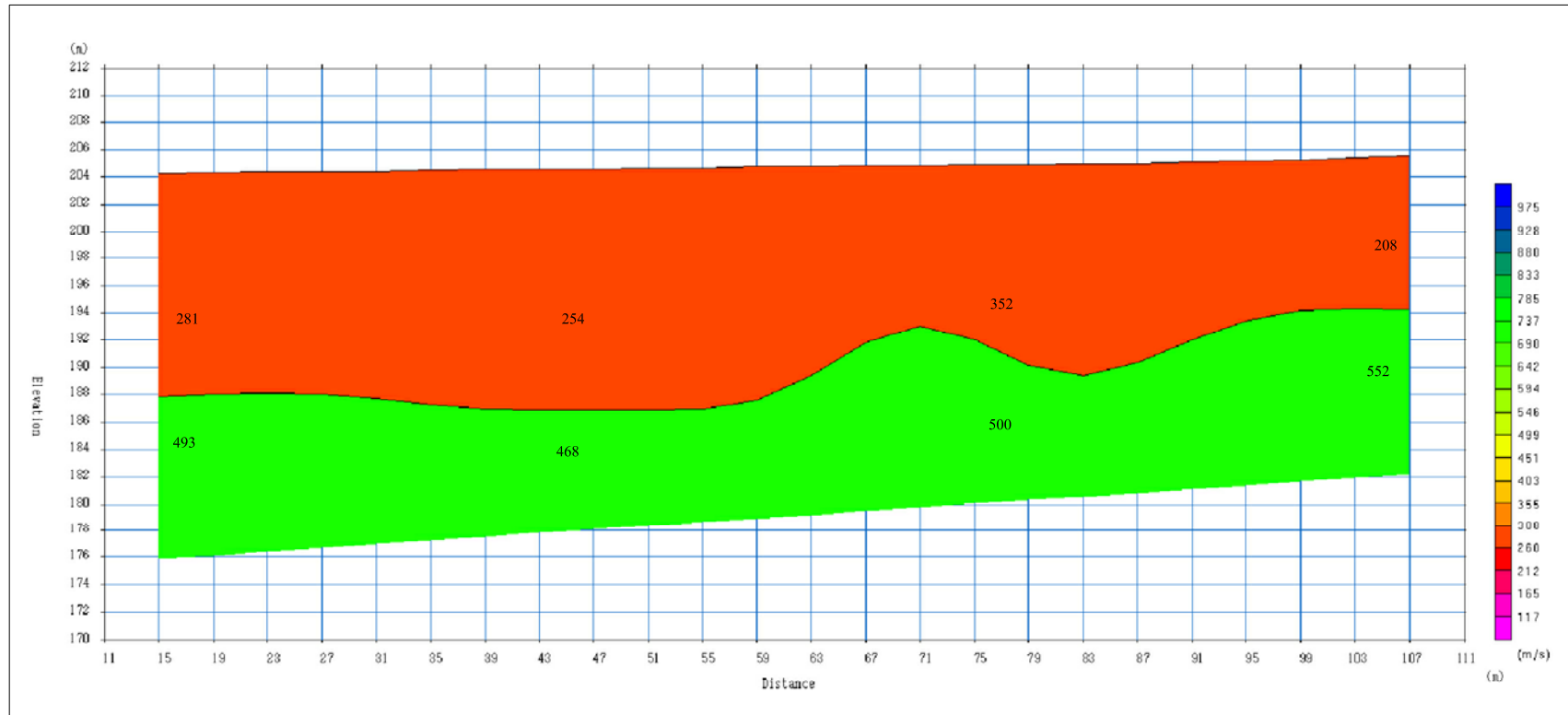
LINEA SISMICA SR_1 SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE P

Geologica Toscana - PROSPEZIONI GEOFISICHE s.n.c.



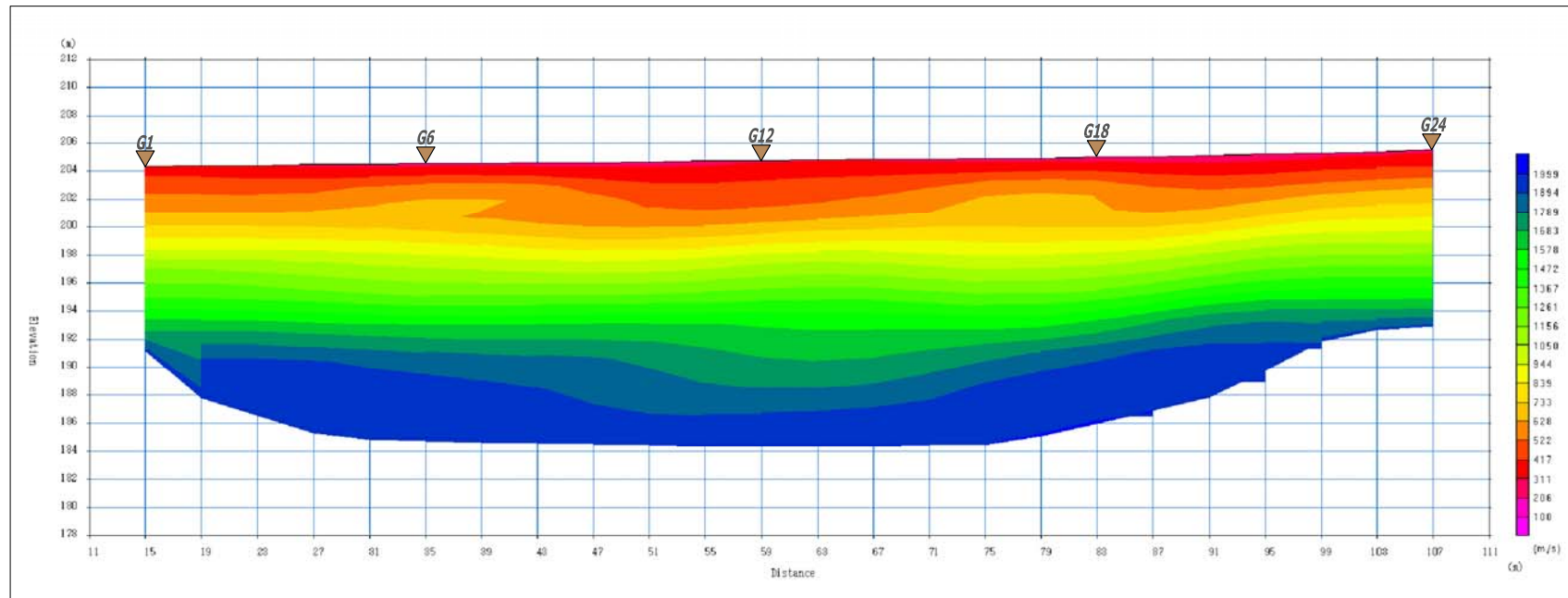
Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_1 SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE SH



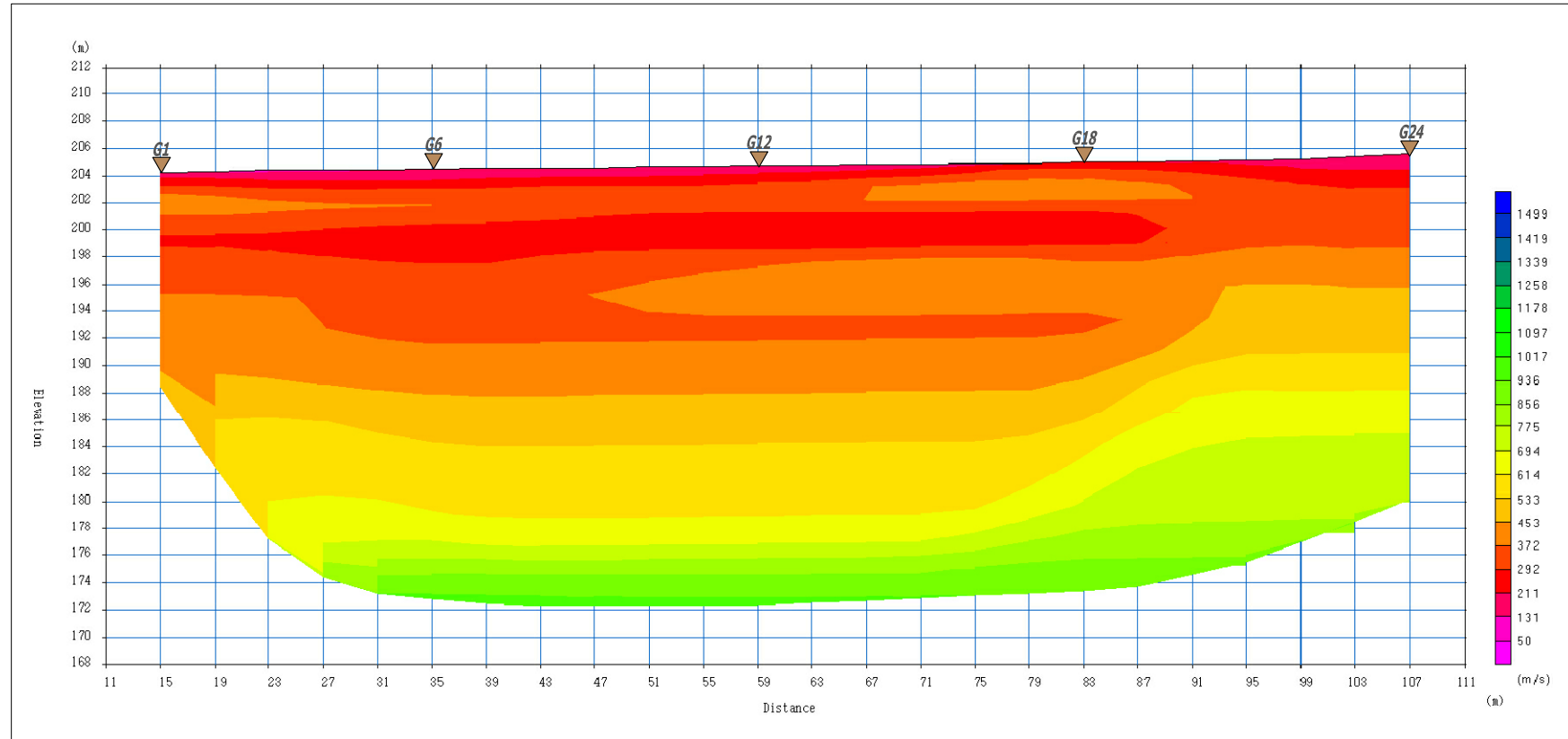
Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_1 SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE P

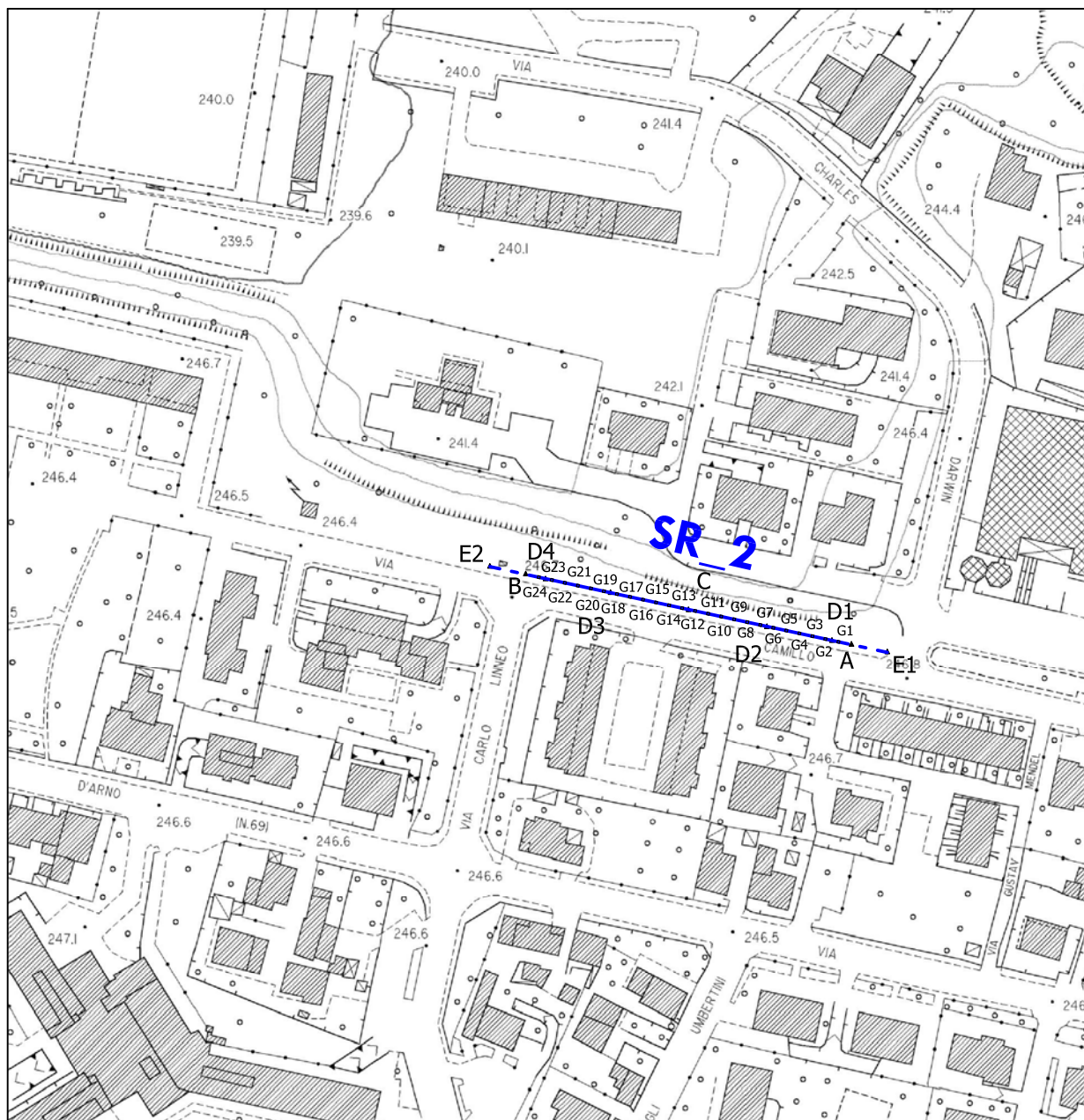


Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_1 SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE SH



Scala 1:500



PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE (SR_2) CON ONDE P E SH

Scala 1:2.000

- G1 POSIZIONE GEOFONO
- E ^ TIRI ESTERNI
- A e B ^ TIRI ESTREMI
- C ^ TIRO CENTRALE
- D1-D2 ^ TIRI INTERMEDI SINISTRI
- D3-D4 ^ TIRI INTERMEDI DESTRI

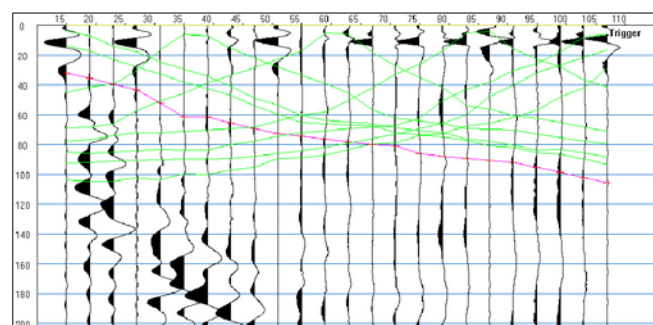
SR_2

LINEA SISMICA SR_2

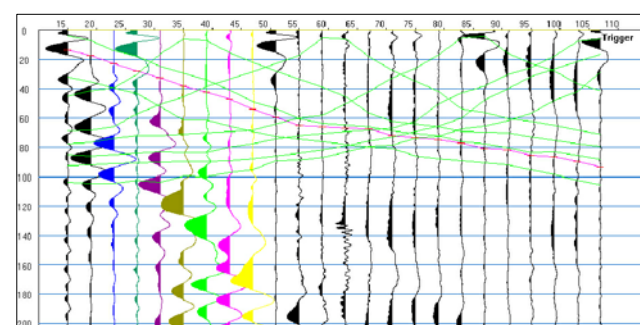


LINEA SISMICA SR_2 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE P

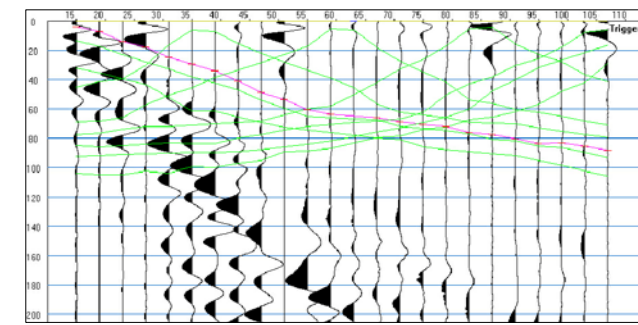
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



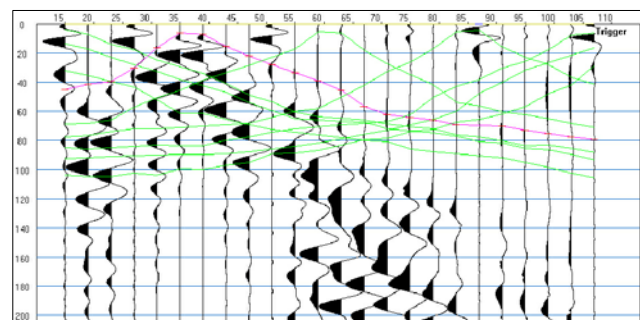
TIRO ESTREMO SINISTRO A



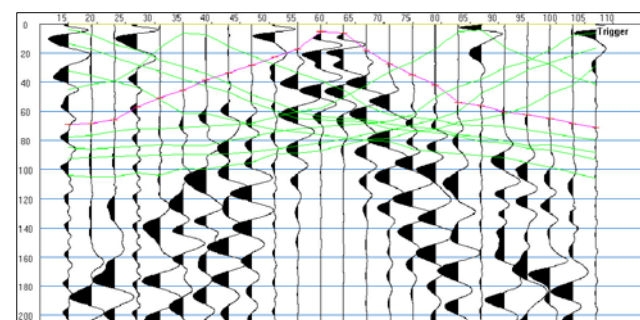
TIRO INTERMEDIO D1



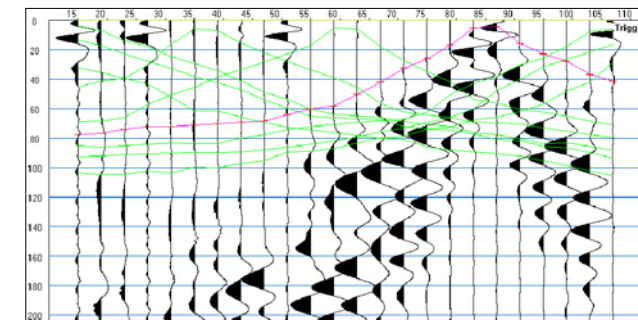
TIRO INTERMEDIO D2



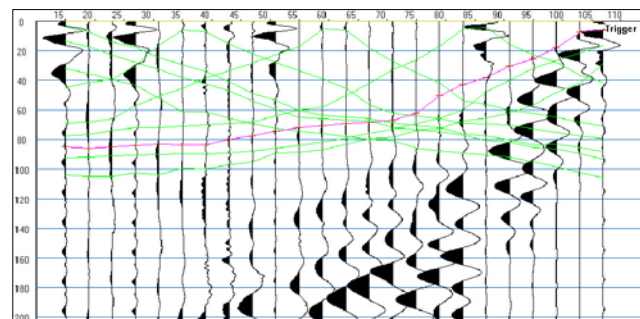
TIRO CENTRALE C



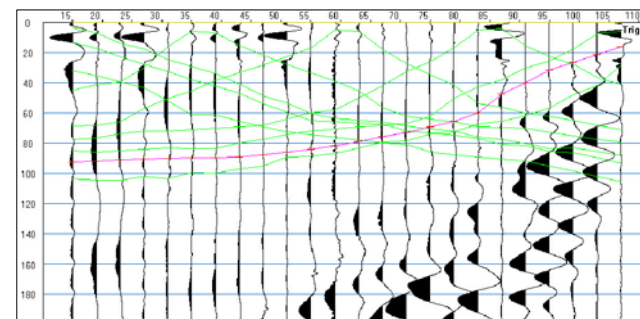
TIRO INTERMEDIO D3



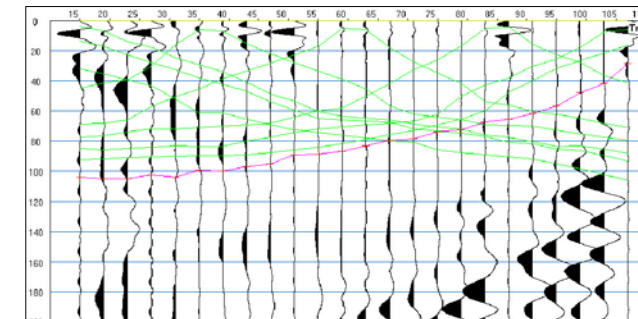
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B

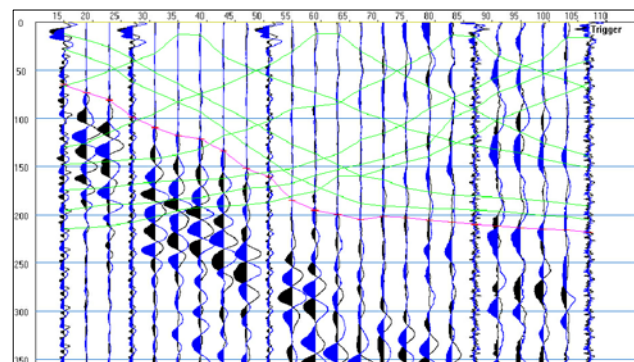


TIRO ESTERNO DESTRO E2

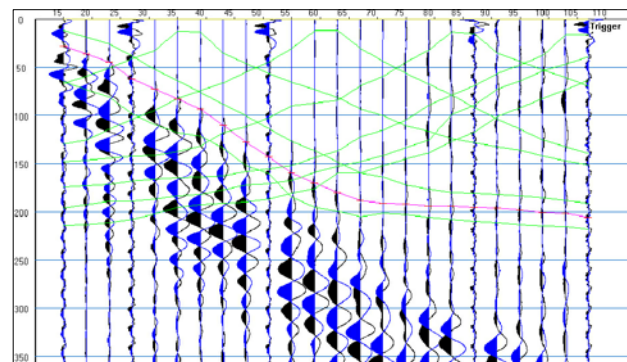


LINEA SISMICA SR_2 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE SH

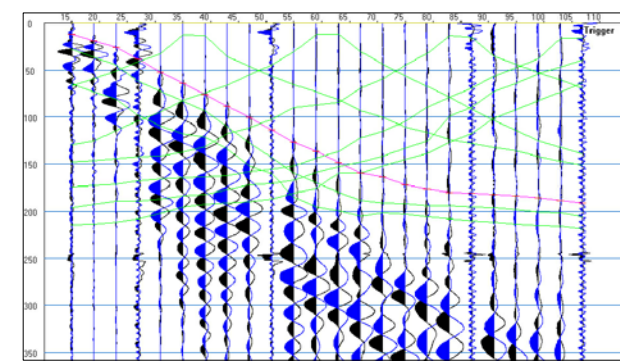
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



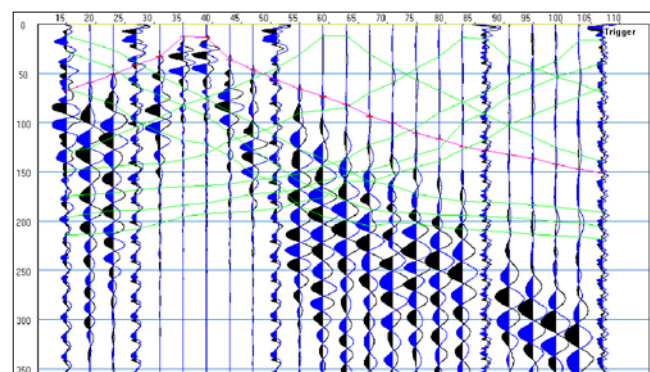
TIRO ESTREMO SINISTRO A



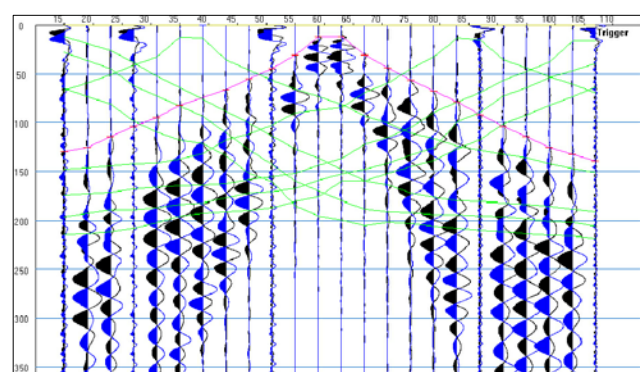
TIRO INTERMEDIO D1



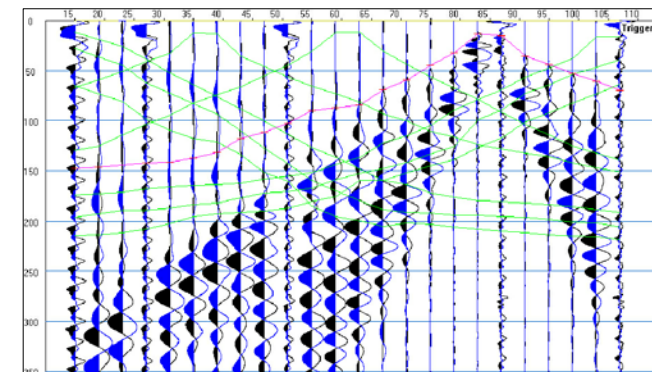
TIRO INTERMEDIO D2



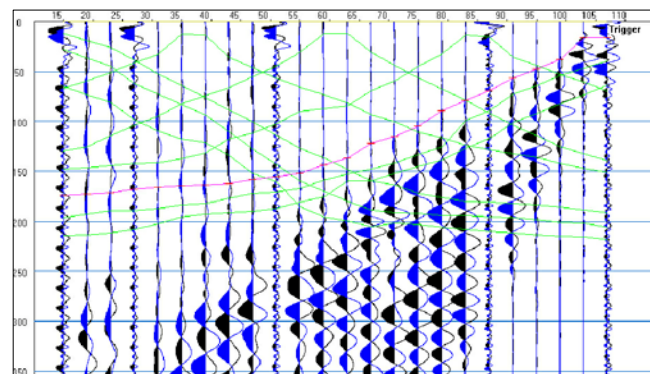
TIRO CENTRALE C



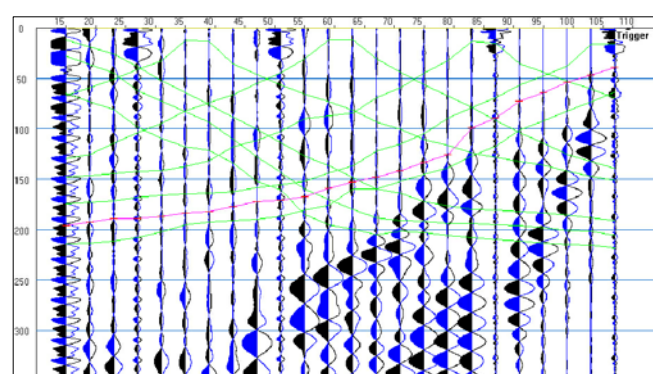
TIRO INTERMEDIO D3



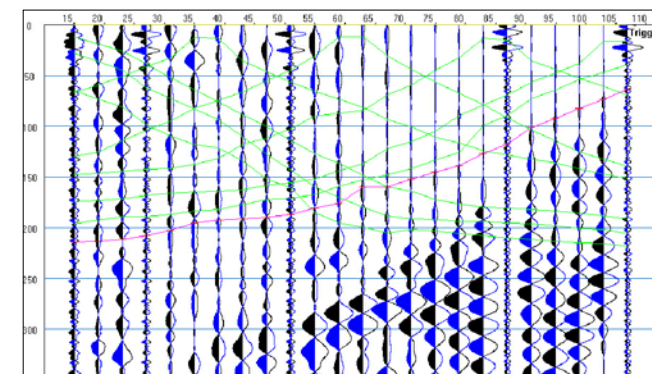
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B



TIRO ESTERNO DESTRO E2



LINEA SISMICA SR_2

TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE P

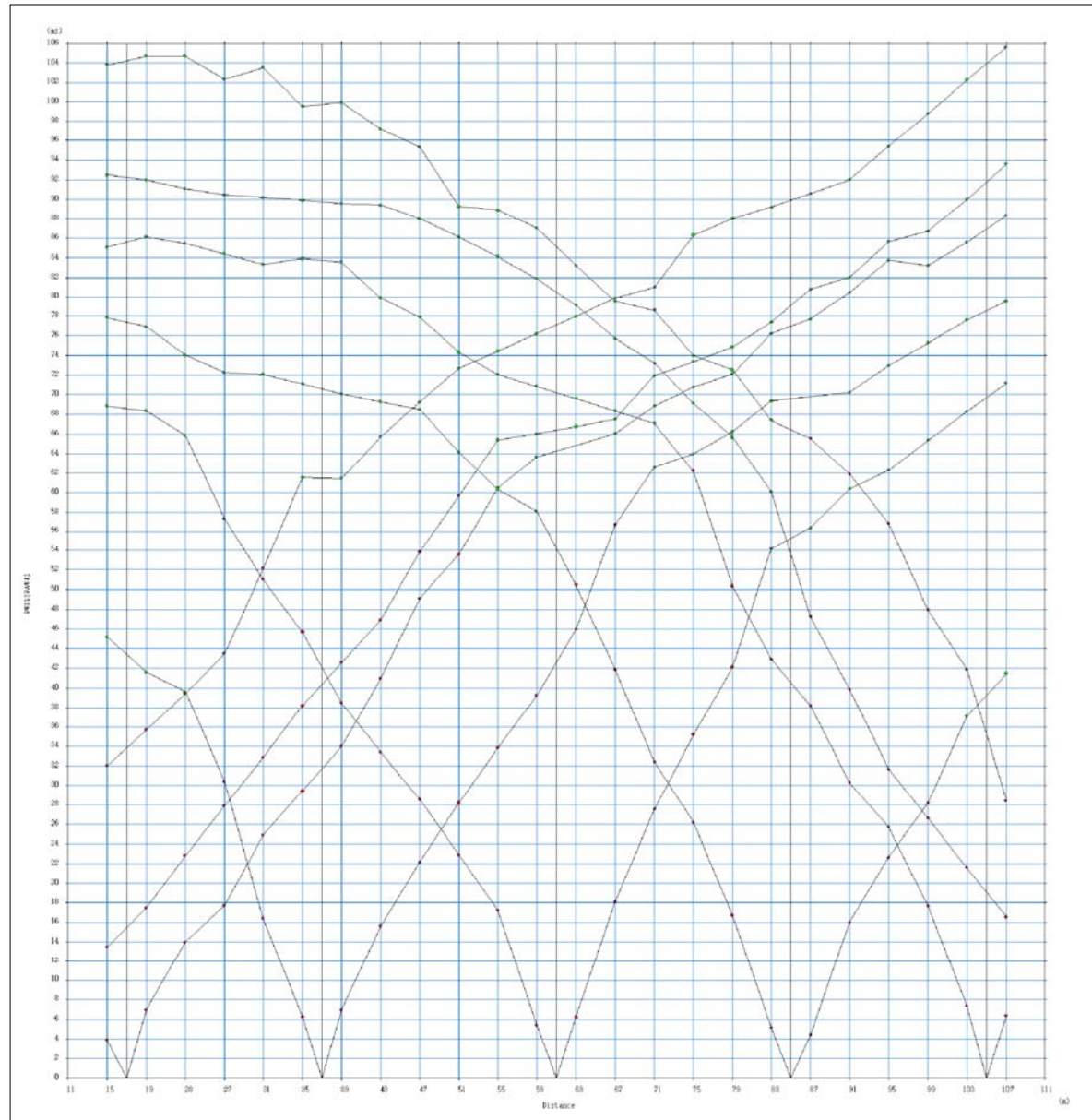
SP	Elev	X-loc	Y-Loc	Depth																	
1	0.00	0.00	0.00	0.00																	
2	0.00	11.00	0.00	0.00																	
3	246.80	17.00	0.00	0.00																	
4	246.80	37.00	0.00	0.00																	
5	246.80	61.00	0.00	0.00																	
6	246.80	85.00	0.00	0.00																	
7	246.80	105.00	0.00	0.00																	
8	0.00	111.00	0.00	0.00																	
9	0.00	122.00	0.00	0.00																	
Geo	Elev	X-loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9									
1	246.80	15.00	0.00	0.00	1	0.00	1	7.08	1	40.19	1	66.39	1	77.73	1	87.72	1	0.00	1	0.00	1
2	246.80	19.00	0.00	0.00	1	0.00	1	7.08	1	36.62	1	64.59	1	75.95	1	86.02	1	0.00	1	0.00	1
3	246.80	23.00	0.00	0.00	1	0.00	1	16.20	1	32.44	1	62.70	1	74.64	1	84.82	1	0.00	1	0.00	1
4	246.80	27.00	0.00	0.00	1	0.00	1	21.97	1	25.78	1	59.67	1	73.47	1	83.78	1	0.00	1	0.00	1
5	246.80	31.00	0.00	0.00	1	0.00	1	27.95	1	16.49	1	53.52	1	72.41	1	82.86	1	0.00	1	0.00	1
6	246.80	35.00	0.00	0.00	1	0.00	1	34.84	1	6.74	1	46.38	1	70.89	1	81.37	1	0.00	1	0.00	1
7	246.80	39.00	0.00	0.00	1	0.00	1	40.20	1	6.74	1	40.04	1	69.28	1	79.78	1	0.00	1	0.00	1
8	246.80	43.00	0.00	0.00	1	0.00	1	43.65	1	16.42	1	34.57	1	67.96	1	78.61	1	0.00	1	0.00	1
9	246.80	47.00	0.00	0.00	1	0.00	1	48.03	1	23.18	1	29.53	1	66.54	1	77.38	1	0.00	1	0.00	1
10	246.80	51.00	0.00	0.00	1	0.00	1	53.12	1	28.69	1	24.00	1	63.40	1	75.33	1	0.00	1	0.00	1
11	246.80	55.00	0.00	0.00	1	0.00	1	58.26	1	34.07	1	18.01	1	59.86	1	73.06	1	0.00	1	0.00	1
12	246.80	59.00	0.00	0.00	1	0.00	1	63.48	1	39.79	1	7.40	1	55.40	1	70.87	1	0.00	1	0.00	1
13	246.80	63.00	0.00	0.00	1	0.00	1	66.26	1	46.32	1	7.40	1	49.09	1	68.90	1	0.00	1	0.00	1
14	246.80	67.00	0.00	0.00	1	0.00	1	68.38	1	53.76	1	19.40	1	41.92	1	67.05	1	0.00	1	0.00	1
15	246.80	71.00	0.00	0.00	1	0.00	1	70.57	1	61.53	1	27.40	1	34.18	1	64.41	1	0.00	1	0.00	1
16	246.80	75.00	0.00	0.00	1	0.00	1	72.40	1	65.54	1	35.08	1	26.12	1	58.39	1	0.00	1	0.00	1
17	246.80	79.00	0.00	0.00	1	0.00	1	74.16	1	67.40	1	42.37	1	17.86	1	50.49	1	0.00	1	0.00	1
18	246.80	83.00	0.00	0.00	1	0.00	1	75.88	1	69.24	1	49.13	1	6.40	1	43.22	1	0.00	1	0.00	1
19	246.80	87.00	0.00	0.00	1	0.00	1	77.43	1	70.83	1	55.35	1	6.40	1	36.65	1	0.00	1	0.00	1
20	246.80	91.00	0.00	0.00	1	0.00	1	79.17	1	72.57	1	59.78	1	17.18	1	30.59	1	0.00	1	0.00	1
21	246.80	95.00	0.00	0.00	1	0.00	1	81.29	1	74.69	1	62.95	1	23.39	1	24.55	1	0.00	1	0.00	1
22	246.80	99.00	0.00	0.00	1	0.00	1	83.54	1	76.94	1	66.07	1	29.77	1	18.28	1	0.00	1	0.00	1
23	246.80	103.00	0.00	0.00	1	0.00	1	85.68	1	79.39	1	68.78	1	36.53	1	7.37	1	0.00	1	0.00	1
24	246.80	107.00	0.00	0.00	1	0.00	1	87.77	1	81.74	1	71.25	1	43.07	1	7.37	1	0.00	1	0.00	1

LINEA SISMICA SR_2

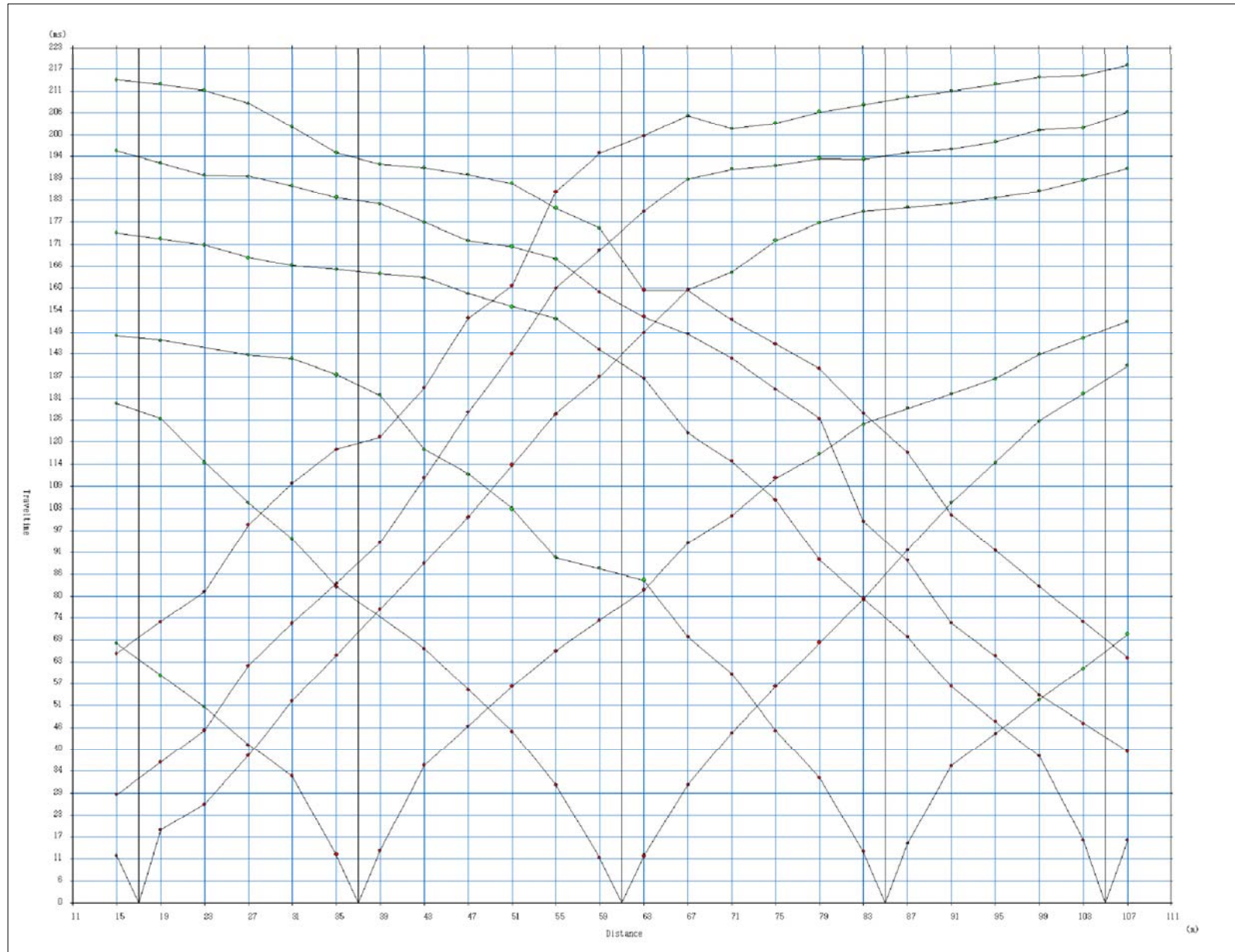
TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SH

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth														
1	0.00	0.00	0.00	0.00														
2	0.00	11.00	0.00	0.00														
3	246.80	17.00	0.00	0.00														
4	246.80	37.00	0.00	0.00														
5	246.80	61.00	0.00	0.00														
6	246.80	85.00	0.00	0.00														
7	246.80	105.00	0.00	0.00														
8	0.00	111.00	0.00	0.00														
9	0.00	122.00	0.00	0.00														
Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9						
1	246.80	15.00	0.00	0.00	1	16.26	1	74.90	1	136.25	1165.00	1182.88	10.00	1	0.00	1		
2	246.80	19.00	0.00	0.00	1	16.26	1	62.91	1	124.27	1160.88	1178.75	10.00	1	0.00	1		
3	246.80	23.00	0.00	0.00	1	31.34	1	51.94	1	113.35	1154.81	1174.53	10.00	1	0.00	1		
4	246.80	27.00	0.00	0.00	1	42.02	1	42.00	1	103.47	1147.89	1170.05	10.00	1	0.00	1		
5	246.80	31.00	0.00	0.00	1	52.90	1	32.34	1	94.03	1	142.14	1166.02	10.00	1	0.00	1	
6	246.80	35.00	0.00	0.00	1	63.57	1	15.99	1	84.36	1	135.10	1162.02	10.00	1	0.00	1	
7	246.80	39.00	0.00	0.00	1	74.37	1	15.99	1	75.11	1	128.23	1158.18	10.00	1	0.00	1	
8	246.80	43.00	0.00	0.00	1	86.14	1	34.18	1	66.02	1	122.37	1155.52	10.00	1	0.00	1	
9	246.80	47.00	0.00	0.00	1	97.61	1	46.45	1	56.58	1	117.19	1153.25	10.00	1	0.00	1	
10	246.80	51.00	0.00	0.00	1	107.56	156.76	1	46.53	1	108.32	1150.61	10.00	1	0.00	1		
11	246.80	55.00	0.00	0.00	1	116.63	165.83	1	34.86	1	98.25	1	147.93	10.00	1	0.00	1	
12	246.80	59.00	0.00	0.00	1	125.66	174.85	1	16.89	1	88.83	1	140.22	10.00	1	0.00	1	
13	246.80	63.00	0.00	0.00	1	135.18	184.37	1	16.89	1	79.43	1	130.82	10.00	1	0.00	1	
14	246.80	67.00	0.00	0.00	1	144.96	194.50	1	35.51	1	69.57	1	120.96	10.00	1	0.00	1	
15	246.80	71.00	0.00	0.00	1	153.03	1104.90	147.53	1	58.70	1	110.58	10.00	1	0.00	1		
16	246.80	75.00	0.00	0.00	1	157.96	1115.42	158.04	1	47.29	1	99.31	1	0.00	1	0.00	1	
17	246.80	79.00	0.00	0.00	1	160.23	1121.71	168.43	1	35.52	1	87.78	1	0.00	1	0.00	1	
18	246.80	83.00	0.00	0.00	1	162.08	1127.86	178.79	1	17.60	1	76.83	1	0.00	1	0.00	1	
19	246.80	87.00	0.00	0.00	1	164.89	1134.95	189.43	1	17.60	1	67.07	1	0.00	1	0.00	1	
20	246.80	91.00	0.00	0.00	1	168.38	1140.80	1100.46	135.36	1	57.67	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
21	246.80	95.00	0.00	0.00	1	172.27	1145.46	1110.61	146.63	1	48.51	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
22	246.80	99.00	0.00	0.00	1	176.38	1150.83	1120.35	156.75	1	37.72	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
23	246.80	103.00	0.00	0.00	1	180.04	1157.51	1130.30	166.71	1	18.23	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
24	246.80	107.00	0.00	0.00	1	183.15	1161.59	1140.37	176.77	1	18.23	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1

LINEA SISMICA SR_2 DROMOCRONE DELLE ONDE P



LINEA SISMICA SR_2 DROMOCRONE DELLE ONDE SH



LINEA SISMICA SR_2
VELOCITA' SISMICHE DEI RIFRATTORI INDIVIDUATI

Onde P

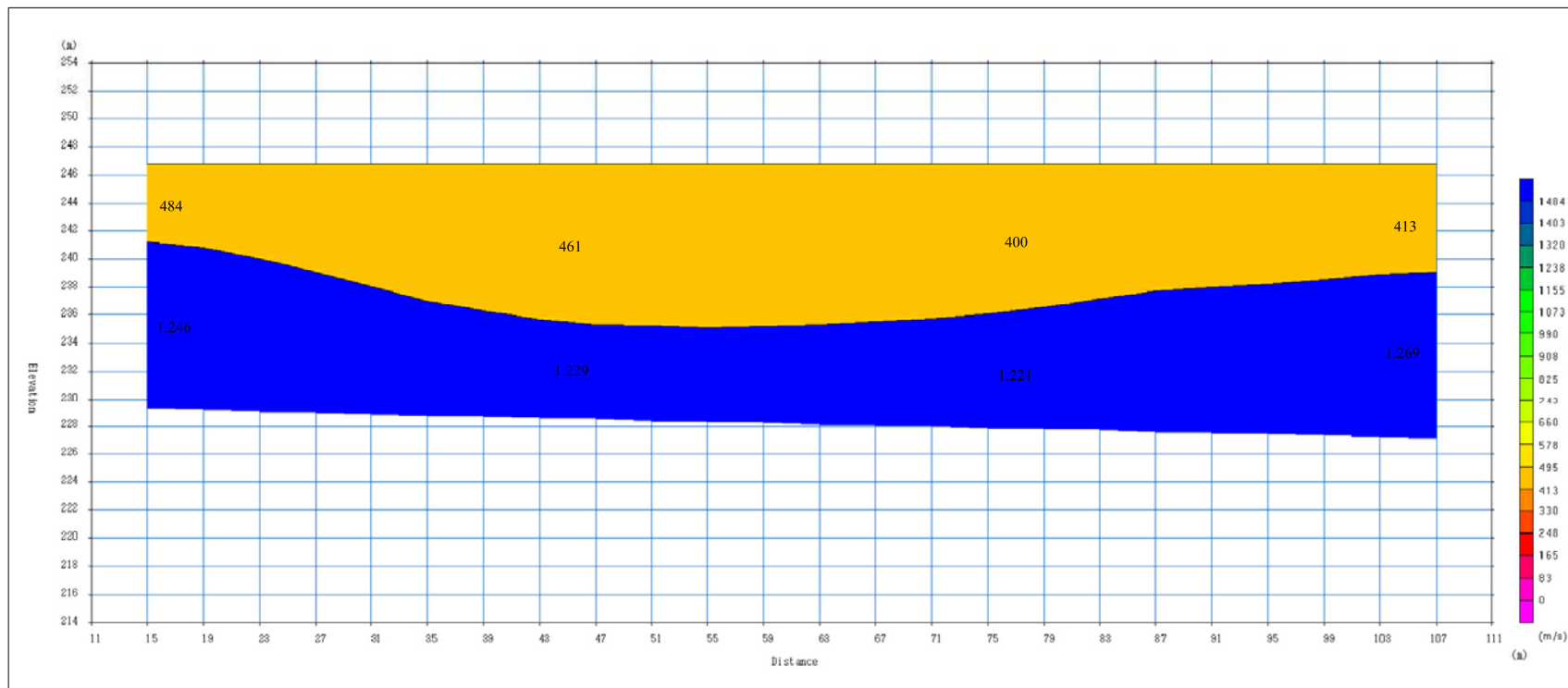
		Strato 1	Strato 2
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	15	497.29	1251.63
2	19	470.21	1240.77
3	23	435.47	1211.93
4	27	415.58	1376.98
5	31	414.00	1348.01
6	35	433.40	1323.54
7	39	457.05	1295.24
8	43	463.56	1262.87
9	47	458.67	1236.86
10	51	451.97	1220.78
11	55	439.42	1214.10
12	59	415.44	1216.08
13	63	387.64	1219.42
14	67	372.13	1217.71
15	71	373.23	1213.13
16	75	387.55	1209.41
17	79	413.22	1213.38
18	83	439.63	1228.12
19	87	453.60	1245.68
20	91	453.09	1258.80
21	95	441.75	1265.84
22	99	425.37	1268.29
23	103	414.91	1269.01
24	107	410.75	1269.46

Onde SH

		Strato 1	Strato 2
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	15	242.49	696.55
2	19	253.37	685.78
3	23	258.57	677.46
4	27	252.85	675.54
5	31	247.34	676.91
6	35	240.54	681.37
7	39	226.93	682.49
8	43	216.36	674.74
9	47	215.10	661.06
10	51	220.54	644.30
11	55	227.49	626.60
12	59	227.05	615.05
13	63	221.14	611.87
14	67	217.52	607.52
15	71	216.35	603.54
16	75	218.22	612.22
17	79	224.77	627.83
18	83	229.24	637.56
19	87	227.29	639.95
20	91	224.06	639.80
21	95	219.93	638.92
22	99	213.15	637.71
23	103	208.34	637.67
24	107	206.22	638.24

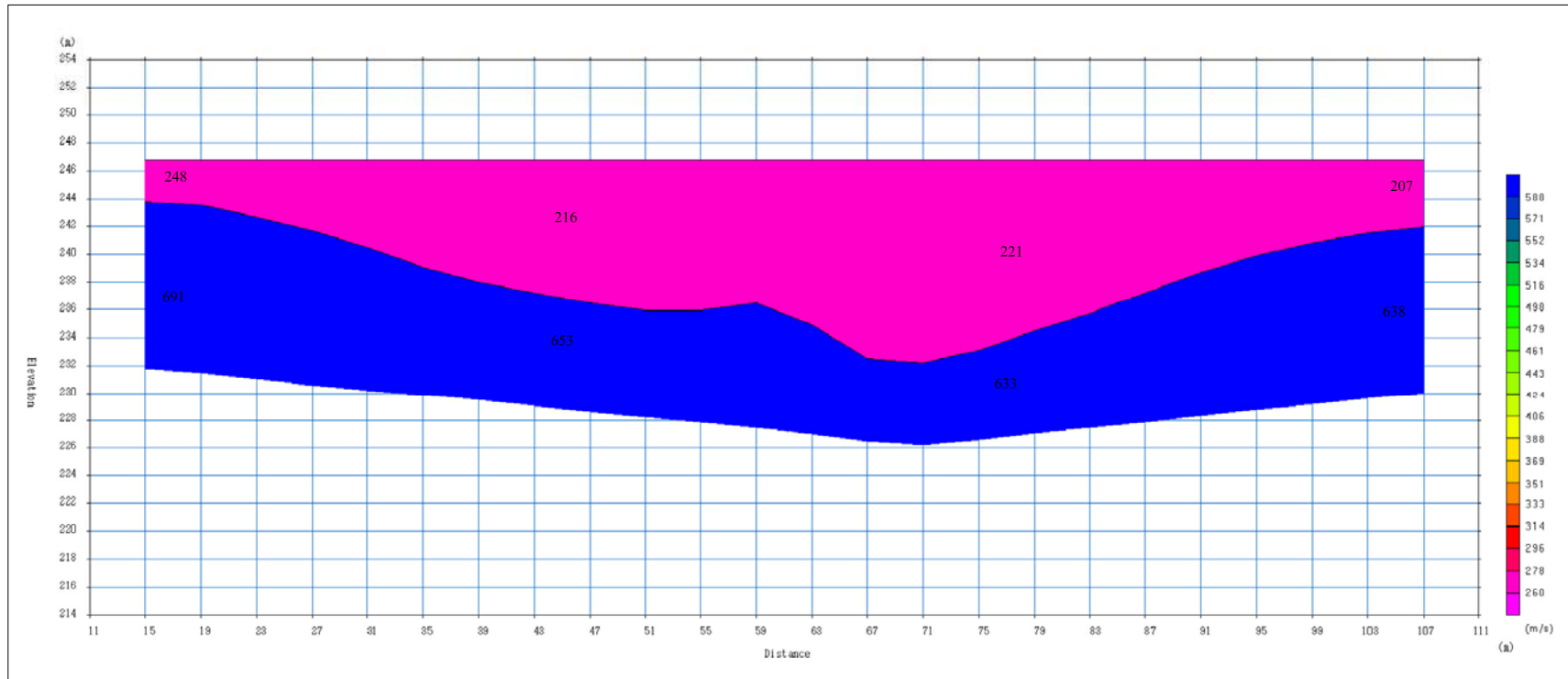
LINEA SISMICA SR_2 SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE P

Geologica Toscana - PROSPEZIONI GEOFISICHE s.n.c.



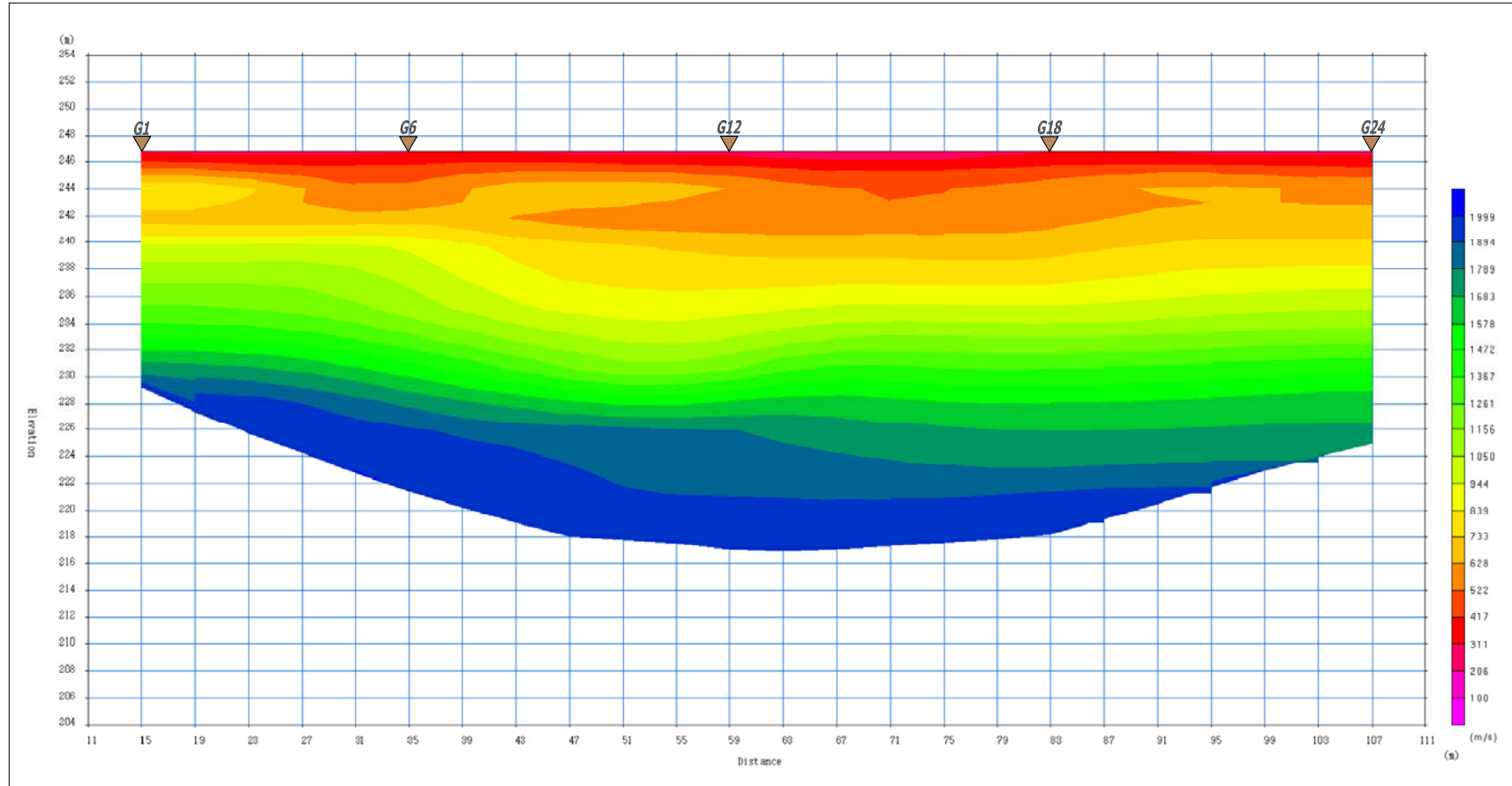
Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_2 SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE SH



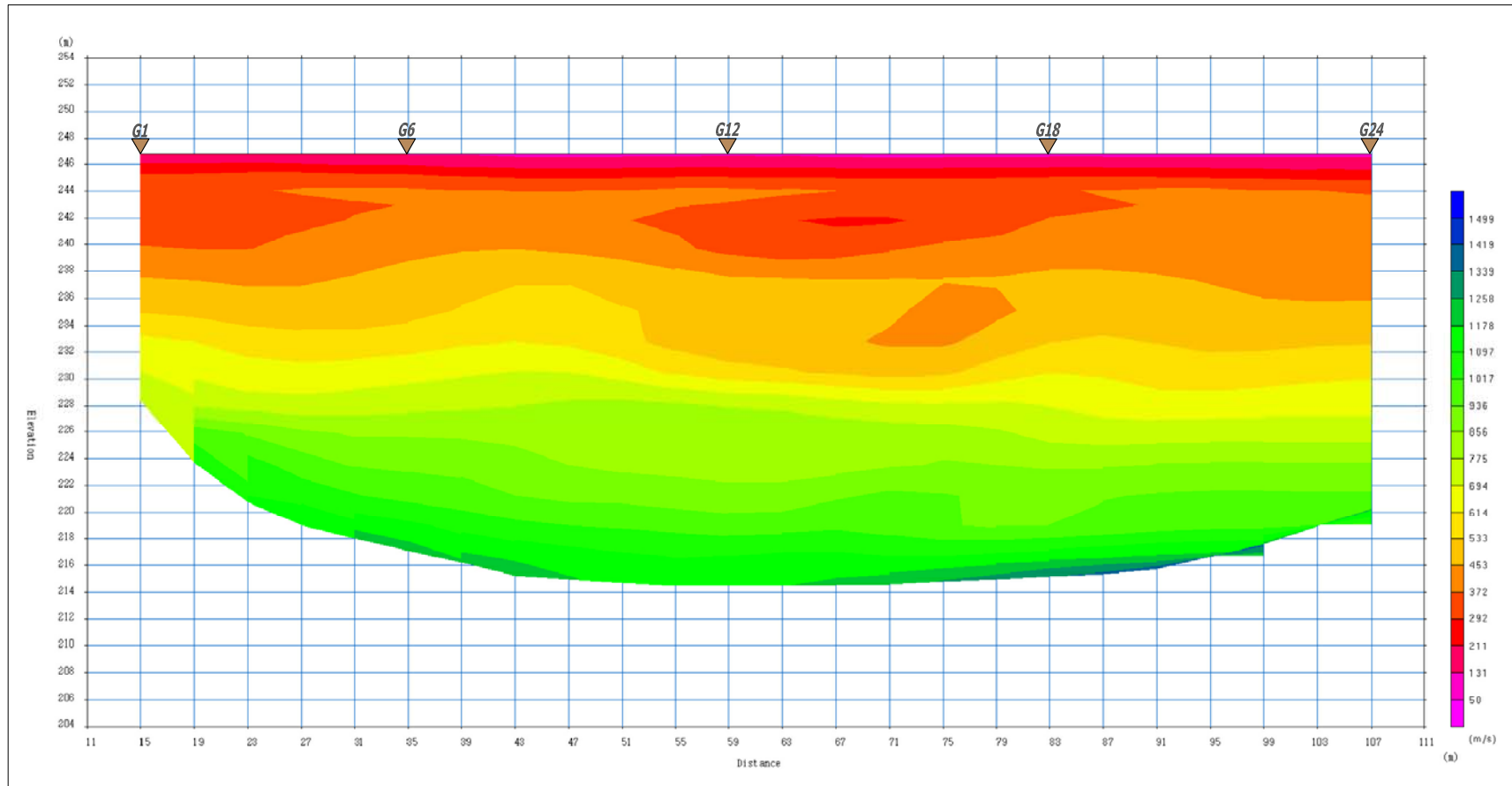
Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_2 SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE P

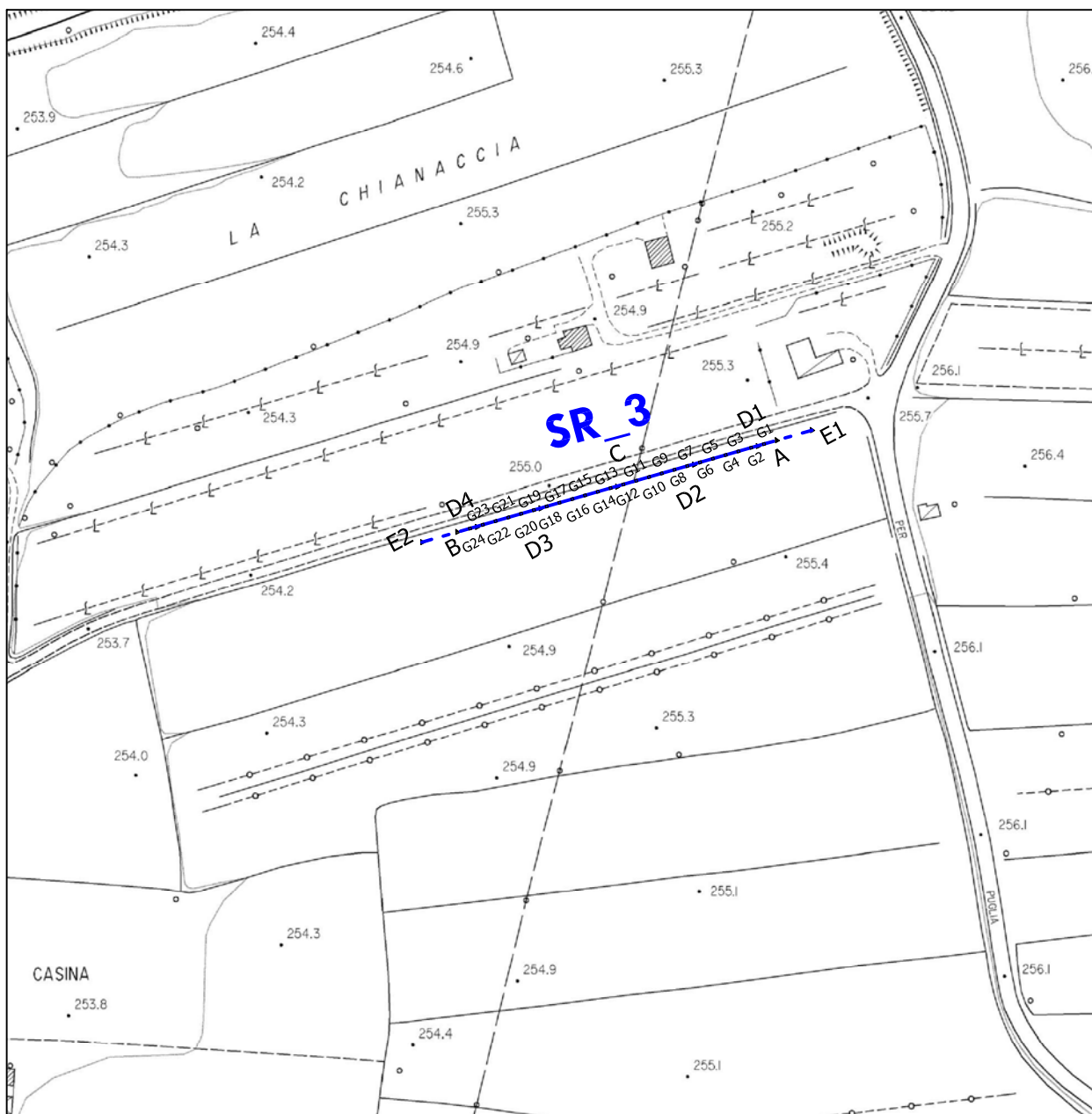


Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_2 SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE SH



Scala 1:500



PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE (SR_3) CON ONDE P E SH

Scala 1:2.000

- G1 POSIZIONE GEOFONO
- E ^ TIRI ESTERNI
- A e B ^ TIRI ESTREMI
- C ^ TIRO CENTRALE
- D1-D2 ^ TIRI INTERMEDI SINISTRI
- D3-D4 ^ TIRI INTERMEDI DESTRI

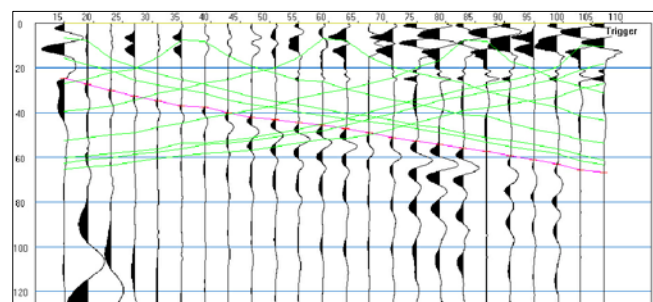
SR_3

LINEA SISMICA SR_3

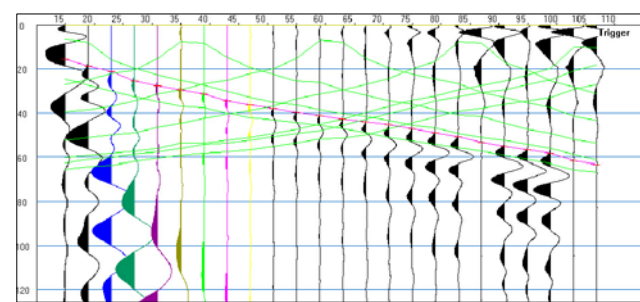


LINEA SISMICA SR_3 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE P

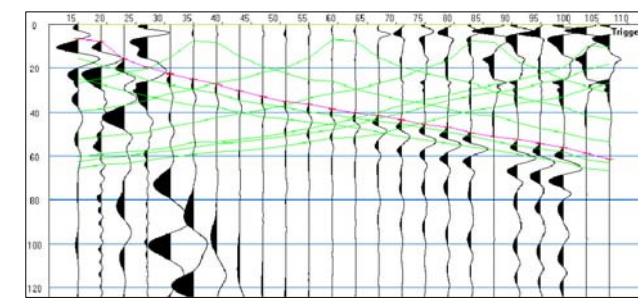
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



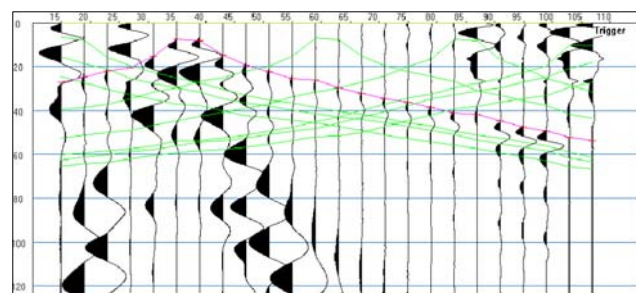
TIRO ESTREMO SINISTRO A



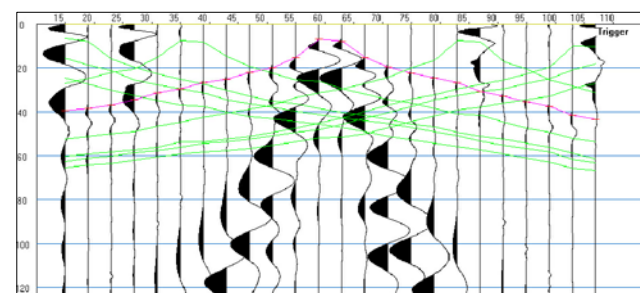
TIRO INTERMEDIO D1



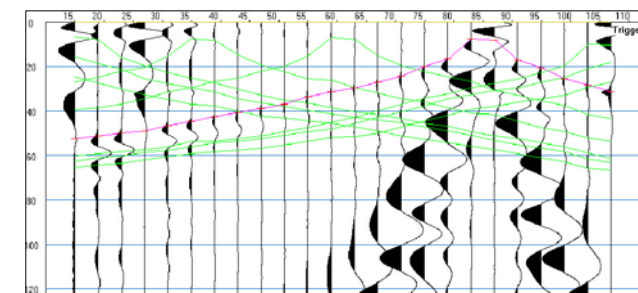
TIRO INTERMEDIO D2



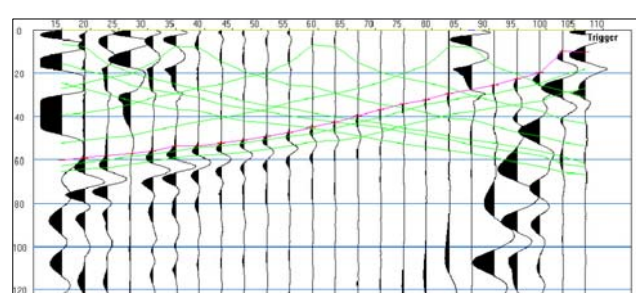
TIRO CENTRALE C



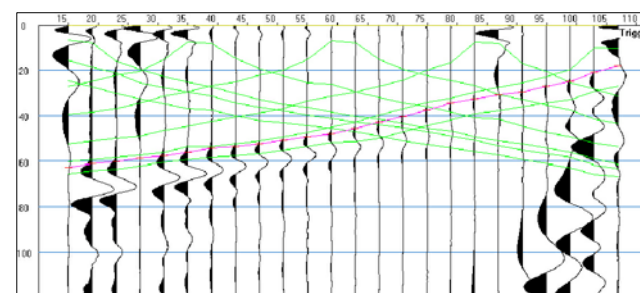
TIRO INTERMEDIO D3



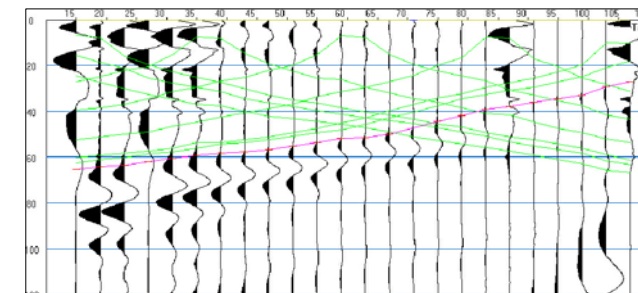
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B

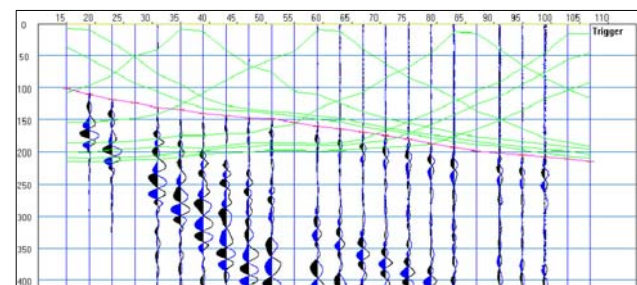


TIRO ESTERNO DESTRO E2

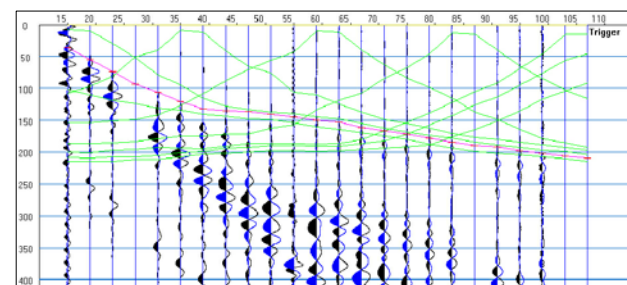


LINEA SISMICA SR_3 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE SH

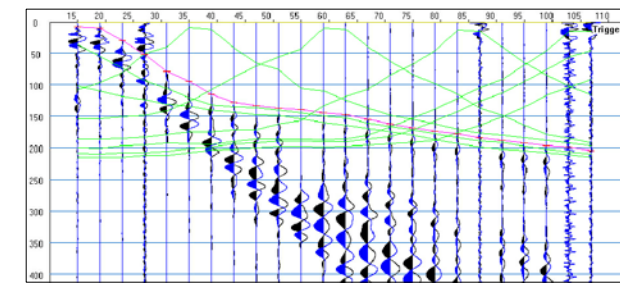
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



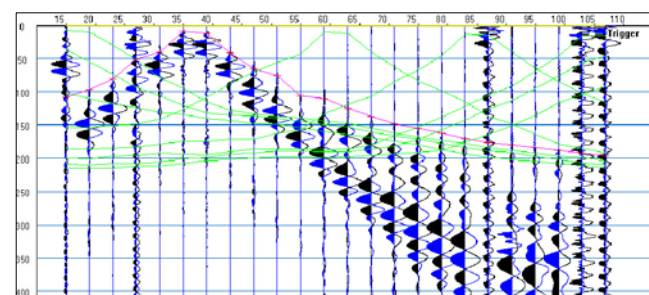
TIRO ESTREMO SINISTRO A



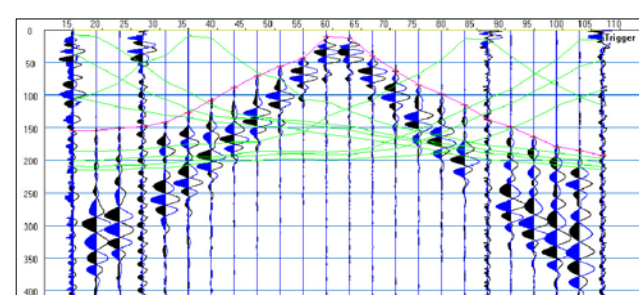
TIRO INTERMEDIO D1



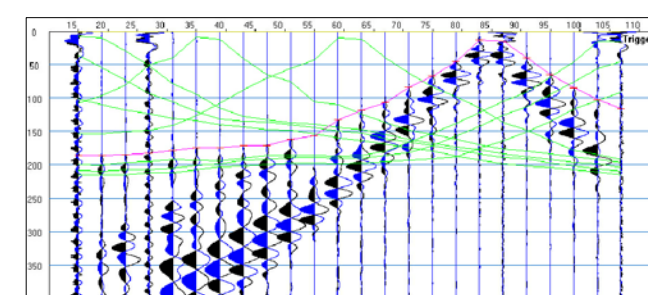
TIRO INTERMEDIO D2



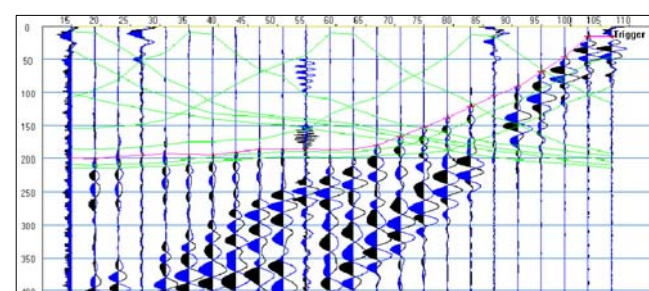
TIRO CENTRALE C



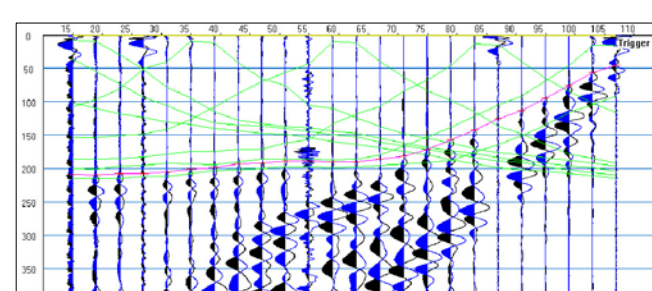
TIRO INTERMEDIO D3



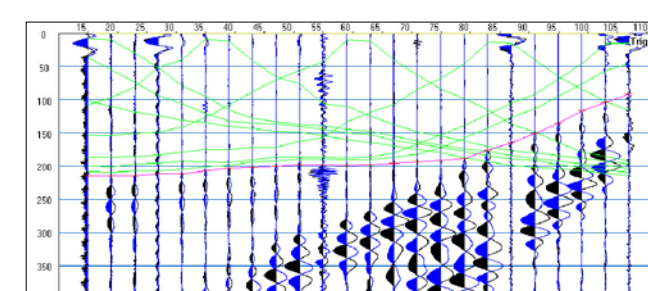
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B



TIRO ESTERNO DESTRO E2



LINEA SISMICA SR_3 TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE P

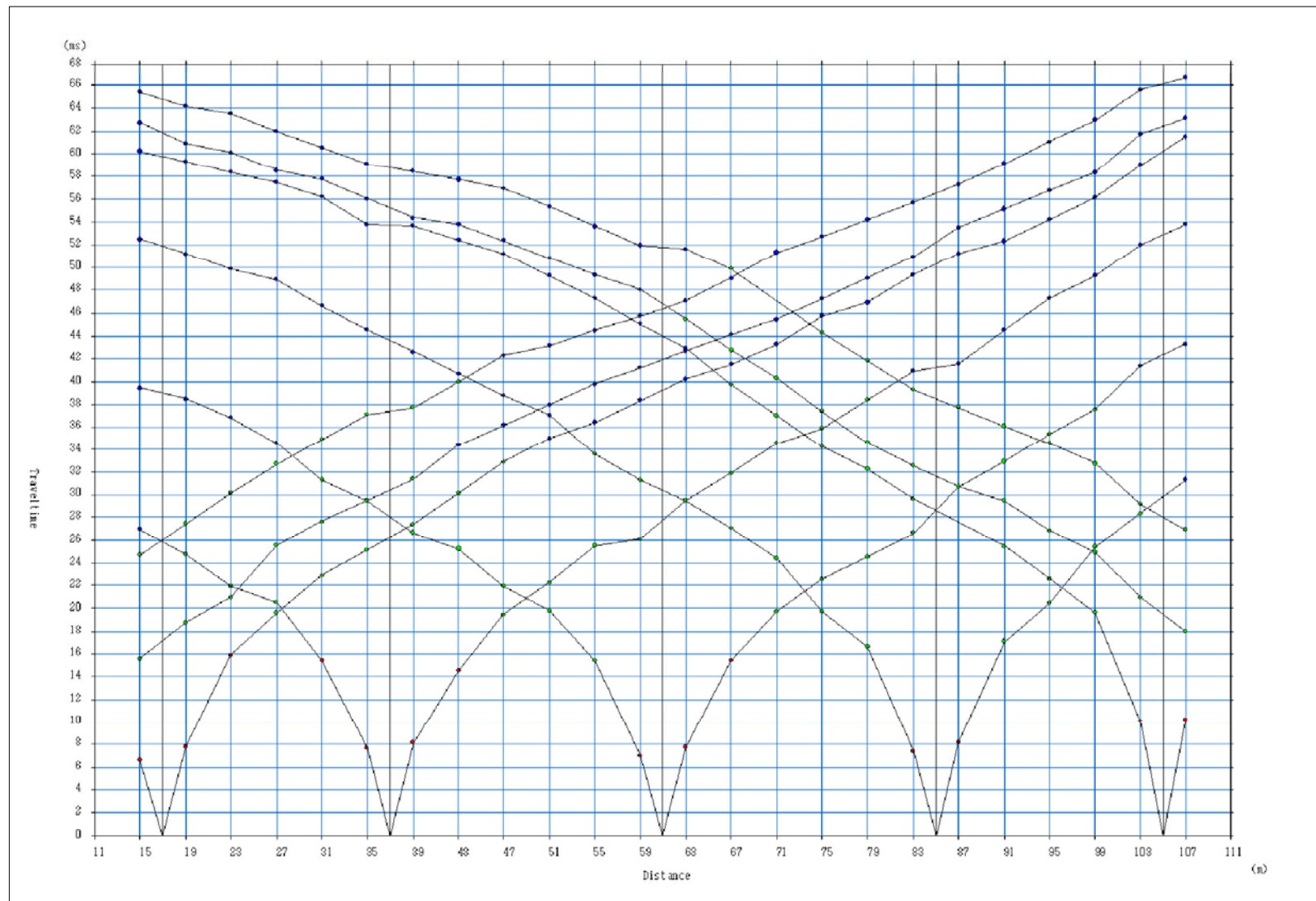
SP	Elev	X-loc	Y-Loc	Depth																	
1	0.00	0.00	0.00	0.00																	
2	0.00	11.00	0.00	0.00																	
3	254.50	17.00	0.00	0.00																	
4	254.50	37.00	0.00	0.00																	
5	254.50	61.00	0.00	0.00																	
6	254.50	85.00	0.00	0.00																	
7	254.50	105.00	0.00	0.00																	
8	0.00	111.00	0.00	0.00																	
9	0.00	122.00	0.00	0.00																	
Geo	Elev	X-loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9									
1	254.50	15.00	0.00	0.00	1	0.00	1	7.35	1	27.50	1	39.77	1	51.79	1	62.34	1	0.00	1	0.00	1
2	254.50	19.00	0.00	0.00	1	0.00	1	7.35	1	25.16	1	38.12	1	50.19	1	60.74	1	0.00	1	0.00	1
3	254.50	23.00	0.00	0.00	1	0.00	1	15.57	1	22.76	1	36.48	1	48.69	1	59.24	1	0.00	1	0.00	1
4	254.50	27.00	0.00	0.00	1	0.00	1	20.06	1	20.17	1	34.45	1	47.17	1	57.72	1	0.00	1	0.00	1
5	254.50	31.00	0.00	0.00	1	0.00	1	22.90	1	15.34	1	32.17	1	45.34	1	55.89	1	0.00	1	0.00	1
6	254.50	35.00	0.00	0.00	1	0.00	1	25.23	1	7.49	1	29.95	1	43.42	1	53.97	1	0.00	1	0.00	1
7	254.50	39.00	0.00	0.00	1	0.00	1	27.61	1	7.49	1	27.92	1	41.72	1	52.27	1	0.00	1	0.00	1
8	254.50	43.00	0.00	0.00	1	0.00	1	29.82	1	15.11	1	26.05	1	39.84	1	50.77	1	0.00	1	0.00	1
9	254.50	47.00	0.00	0.00	1	0.00	1	32.10	1	19.89	1	23.41	1	37.95	1	49.29	1	0.00	1	0.00	1
10	254.50	51.00	0.00	0.00	1	0.00	1	34.18	1	23.30	1	20.09	1	35.79	1	47.61	1	0.00	1	0.00	1
11	254.50	55.00	0.00	0.00	1	0.00	1	36.07	1	26.00	1	15.38	1	33.40	1	45.71	1	0.00	1	0.00	1
12	254.50	59.00	0.00	0.00	1	0.00	1	37.94	1	27.91	1	7.36	1	31.02	1	43.57	1	0.00	1	0.00	1
13	254.50	63.00	0.00	0.00	1	0.00	1	39.94	1	30.02	1	7.36	1	28.74	1	41.45	1	0.00	1	0.00	1
14	254.50	67.00	0.00	0.00	1	0.00	1	41.99	1	32.19	1	15.34	1	26.36	1	39.19	1	0.00	1	0.00	1
15	254.50	71.00	0.00	0.00	1	0.00	1	43.91	1	34.31	1	19.89	1	23.69	1	36.83	1	0.00	1	0.00	1
16	254.50	75.00	0.00	0.00	1	0.00	1	45.84	1	36.43	1	23.07	1	19.93	1	34.54	1	0.00	1	0.00	1
17	254.50	79.00	0.00	0.00	1	0.00	1	47.82	1	38.72	1	25.68	1	15.80	1	32.39	1	0.00	1	0.00	1
18	254.50	83.00	0.00	0.00	1	0.00	1	49.81	1	41.28	1	28.39	1	7.28	1	30.42	1	0.00	1	0.00	1
19	254.50	87.00	0.00	0.00	1	0.00	1	51.82	1	43.42	1	30.96	1	7.28	1	28.53	1	0.00	1	0.00	1
20	254.50	91.00	0.00	0.00	1	0.00	1	53.61	1	45.21	1	33.28	1	16.50	1	26.03	1	0.00	1	0.00	1
21	254.50	95.00	0.00	0.00	1	0.00	1	55.52	1	47.12	1	35.57	1	20.84	1	22.81	1	0.00	1	0.00	1
22	254.50	99.00	0.00	0.00	1	0.00	1	57.81	1	49.41	1	38.19	1	24.92	1	18.67	1	0.00	1	0.00	1
23	254.50	103.00	0.00	0.00	1	0.00	1	60.30	1	51.90	1	41.05	1	28.10	1	9.21	1	0.00	1	0.00	1
24	254.50	107.00	0.00	0.00	1	0.00	1	62.43	1	54.03	1	43.49	1	30.82	1	9.21	1	0.00	1	0.00	1

LINEA SISMICA SR_3

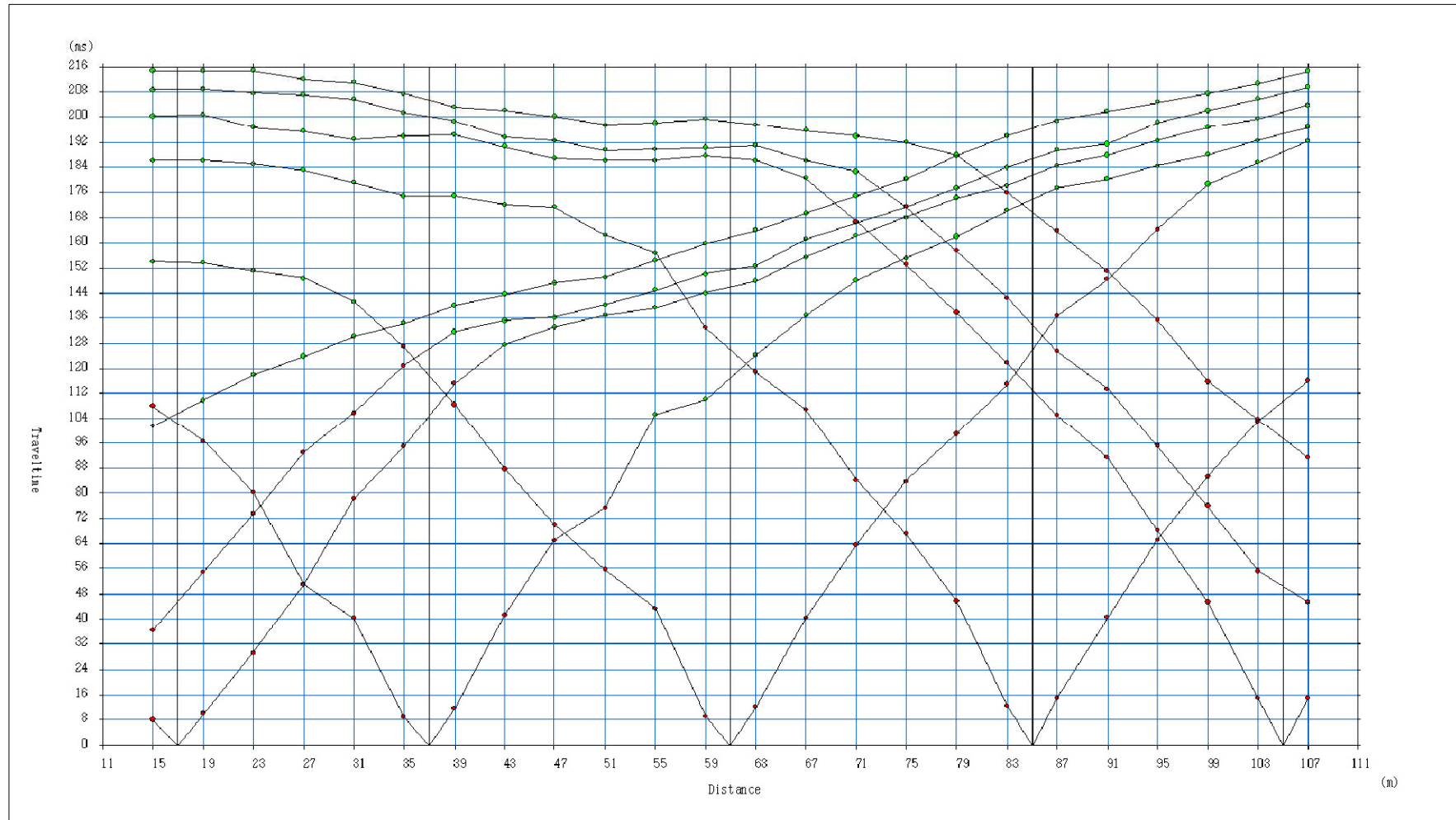
TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SH

SP	Elev	X-loc	Y-Loc	Depth																	
1	0.00	0.00	0.00	0.00																	
2	0.00	11.00	0.00	0.00																	
3	254.50	17.00	0.00	0.00																	
4	254.50	37.00	0.00	0.00																	
5	254.50	61.00	0.00	0.00																	
6	254.50	85.00	0.00	0.00																	
7	254.50	105.00	0.00	0.00																	
8	0.00	111.00	0.00	0.00																	
9	0.00	122.00	0.00	0.00																	
Geo	Elev	X-loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9									
1	254.50	15.00	0.00	0.00	1	0.00	1	13.13	1	107.19	1152.80	1185.40	1203.28	10.00	1	0.00	1				
2	254.50	19.00	0.00	0.00	1	0.00	1	13.13	1	91.85	1	149.81	1183.00	1200.88	10.00	1	0.00	1			
3	254.50	23.00	0.00	0.00	1	0.00	1	36.31	1	76.09	1	147.85	1181.78	1199.66	10.00	1	0.00	1			
4	254.50	27.00	0.00	0.00	1	0.00	1	56.01	1	60.02	1	145.99	1180.82	1198.70	10.00	1	0.00	1			
5	254.50	31.00	0.00	0.00	1	0.00	1	73.75	1	43.61	1	138.11	1179.24	1197.13	10.00	1	0.00	1			
6	254.50	35.00	0.00	0.00	1	0.00	1	90.96	1	17.67	1	123.78	1176.75	1194.96	10.00	1	0.00	1			
7	254.50	39.00	0.00	0.00	1	0.00	1	107.59	1	117.67	1	107.71	1173.71	1192.76	10.00	1	0.00	1			
8	254.50	43.00	0.00	0.00	1	0.00	1	121.59	1	145.01	1	92.07	1	170.81	1190.68	10.00	1	0.00	1		
9	254.50	47.00	0.00	0.00	1	0.00	1	131.12	1	162.14	1	76.59	1	166.39	1188.59	10.00	1	0.00	1		
10	254.50	51.00	0.00	0.00	1	0.00	1	137.83	1	178.46	1	61.16	1	159.24	1186.66	10.00	1	0.00	1		
11	254.50	55.00	0.00	0.00	1	0.00	1	142.64	1	193.84	1	45.59	1	147.89	1185.12	10.00	1	0.00	1		
12	254.50	59.00	0.00	0.00	1	0.00	1	147.79	1	1108.30	1	119.63	1	132.14	1184.03	10.00	1	0.00	1		
13	254.50	63.00	0.00	0.00	1	0.00	1	153.27	1	1123.30	1	119.63	1	116.62	1181.20	10.00	1	0.00	1		
14	254.50	67.00	0.00	0.00	1	0.00	1	159.00	1	1139.36	1	146.08	1	100.73	1175.53	10.00	1	0.00	1		
15	254.50	71.00	0.00	0.00	1	0.00	1	165.87	1	1150.58	1	163.71	1	84.16	1	165.07	10.00	1	0.00	1	
16	254.50	75.00	0.00	0.00	1	0.00	1	172.86	1	1158.46	1	181.49	1	66.47	1	152.51	10.00	1	0.00	1	
17	254.50	79.00	0.00	0.00	1	0.00	1	178.81	1	1166.47	1	198.74	1	48.31	1	136.47	10.00	1	0.00	1	
18	254.50	83.00	0.00	0.00	1	0.00	1	182.01	1	1173.14	1	1115.89	1	119.83	1	118.91	10.00	1	0.00	1	
19	254.50	87.00	0.00	0.00	1	0.00	1	185.54	1	1177.49	1	1132.90	1	119.83	1	102.34	10.00	1	0.00	1	
20	254.50	91.00	0.00	0.00	1	0.00	1	189.12	1	1181.34	1	1148.79	1	148.08	1	86.13	1	0.00	1	0.00	1
21	254.50	95.00	0.00	0.00	1	0.00	1	193.29	1	1185.51	1	1162.66	1	166.24	1	69.14	1	0.00	1	0.00	1
22	254.50	99.00	0.00	0.00	1	0.00	1	197.01	1	1189.23	1	1174.46	1	184.14	1	51.00	1	0.00	1	0.00	1
23	254.50	103.00	0.00	0.00	1	0.00	1	200.31	1	1192.52	1	1181.19	1	1101.77	1	119.76	1	0.00	1	0.00	1
24	254.50	107.00	0.00	0.00	1	0.00	1	203.73	1	1195.95	1	1185.66	1	1118.94	1	119.76	1	0.00	1	0.00	1

LINEA SISMICA SR_3 DROMOCRONE DELLE ONDE P



LINEA SISMICA SR_3 DROMOCRONE DELLE ONDE SH



LINEA SISMICA SR_3
VELOCITA' SISMICHE DEI RIFRATTORI INDIVIDUATI

Onde P

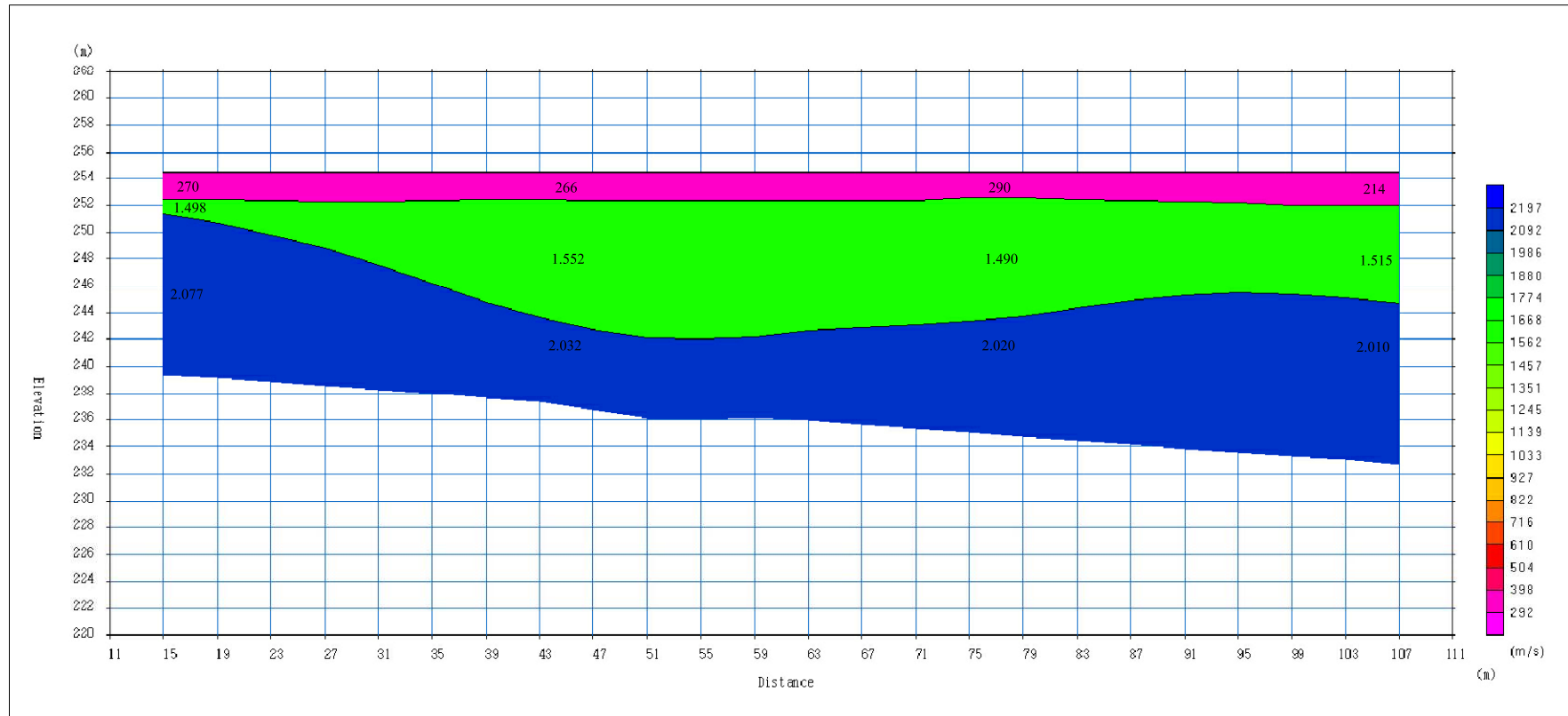
		Strato 1	Strato 2	Strato 3
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	12	271.90	1505.38	2046.22
2	15.5	267.53	1491.41	2108.62
3	19	262.90	1578.24	2096.02
4	22.5	262.02	1560.33	2080.36
5	26	263.88	1540.22	2067.05
6	29.5	266.44	1527.23	2061.13
7	33	267.94	1512.21	2059.73
8	36.5	266.87	1585.60	2052.94
9	40	264.62	1558.64	2038.99
10	43.5	264.49	1546.25	2025.17
11	47	267.91	1540.01	2013.19
12	50.5	272.27	1530.79	2003.99
13	54	273.88	1529.66	2004.06
14	57.5	275.75	1470.86	1987.65
15	61	282.87	1476.96	1995.43
16	64.5	291.31	1481.60	2003.67
17	68	288.03	1486.39	2015.11
18	71.5	274.62	1493.84	2024.50
19	75	266.56	1490.57	2024.24
20	78.5	258.97	1470.24	2017.21
21	82	244.25	1544.40	2011.31
22	85.5	227.78	1526.61	2009.16
23	89	216.95	1516.46	2009.51
24	92.5	211.34	1513.22	2010.42

Onde SH

		Strato 1	Strato 2
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	12	159.32	1130.21
2	15.5	149.75	1130.21
3	19	132.64	1130.08
4	22.5	120.51	1127.53
5	26	148.04	1119.74
6	29.5	142.56	1108.03
7	33	168.71	1092.21
8	36.5	165.59	1068.64
9	40	167.31	1038.34
10	43.5	169.76	1006.30
11	47	171.54	1027.68
12	50.5	171.91	1007.19
13	54	166.97	1043.88
14	57.5	159.23	1017.25
15	61	154.97	1002.04
16	64.5	155.39	1001.14
17	68	158.56	1008.32
18	71.5	161.64	1017.17
19	75	160.21	1025.94
20	78.5	154.34	1032.72
21	82	151.00	1034.98
22	85.5	152.28	1034.98
23	89	153.80	1034.98
24	92.5	154.34	1034.98

LINEA SISMICA SR_3 SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE P

Geologica Toscana - PROSPEZIONI GEOFISICHE s.n.c.

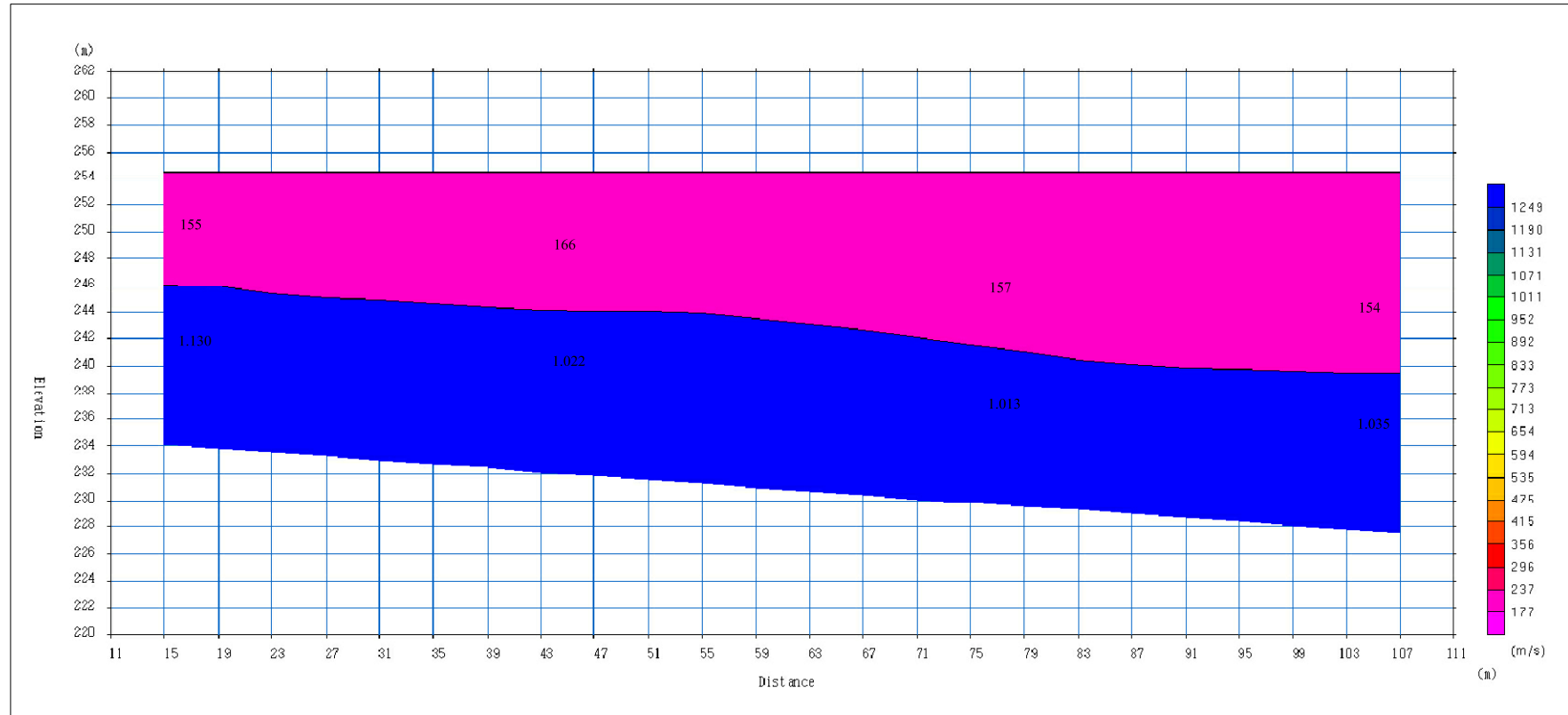


Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_3

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE SH

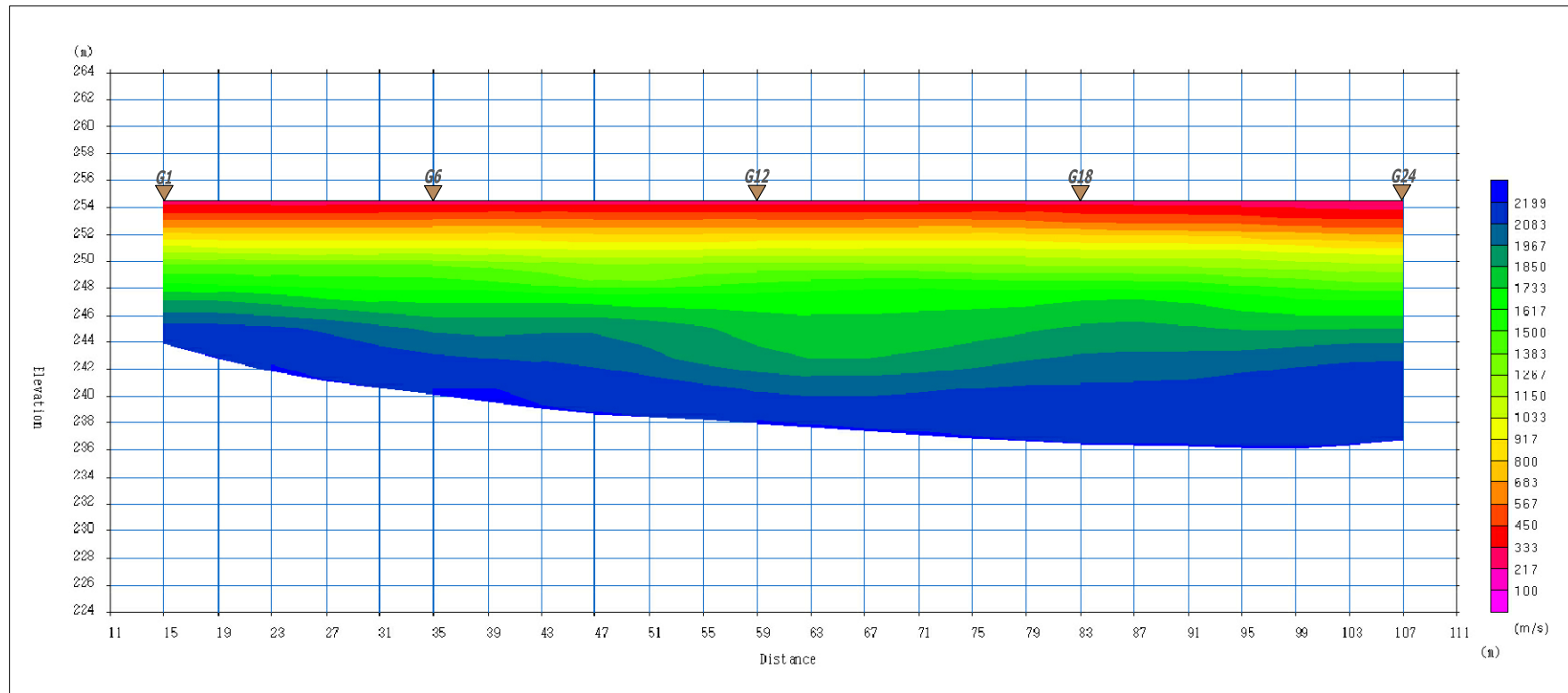
Geologica Toscana - PROSPEZIONI GEOFISICHE s.n.c.



Scala 1:500

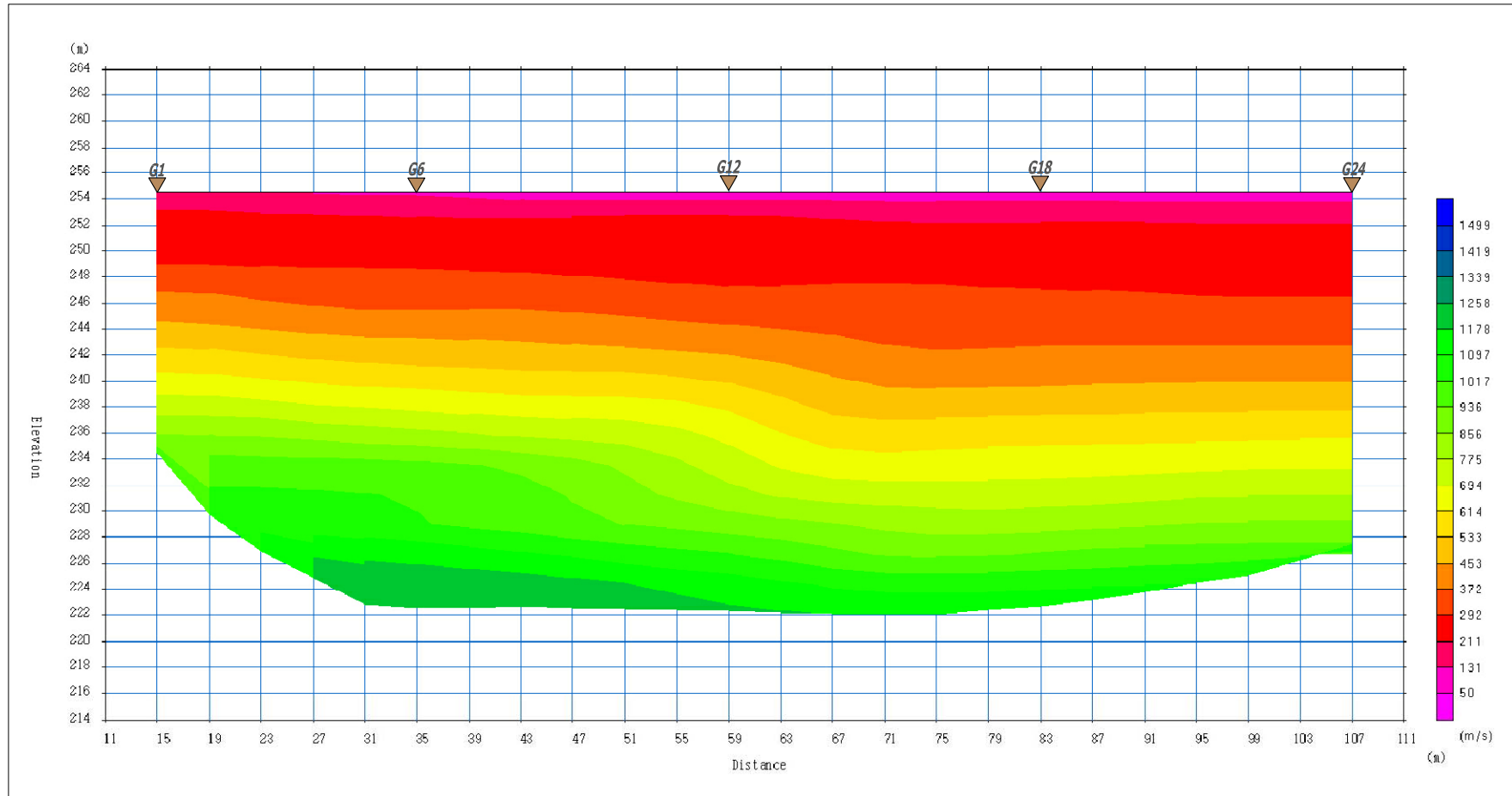
LINEA SISMICA SR_3

SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE P



Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_3 SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE SH



Scala 1:500



PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE (SR_4) CON ONDE P E SH

Scala 1:1.000

- G1 POSIZIONE GEOFONO
- E ^ TIRI ESTERNI
- A e B ^ TIRI ESTREMI
- C ^ TIRO CENTRALE
- D1-D2 ^ TIRI INTERMEDI SINISTRI
- D3-D4 ^ TIRI INTERMEDI DESTRI

SR_4

LINEA SISMICA SR_4



Linea sismica a rifrazione SR_4

Geofoni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Distanza Progressiva (m)	12	15.5	19	22.5	26	29.5	33	36.5	40	43.5	47	50.5	54	57.5	61	64.5	68	71.5	75	78.5	82	85.5	89	92.5
Distanza Parziale (m)	0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Quota (m slm)	298.5	298.6	298.7	298.8	298.9	299	299	299	299	299.1	299.2	299.2	299.3	299.4	299.5	299.6	299.7	299.8	299.9	300	300	300.1	300.2	300.3

Linea sismica SR_4

Coordinate Gauss Boaga

Geofono N.1 (G1)

Geofono N.24 (G24)

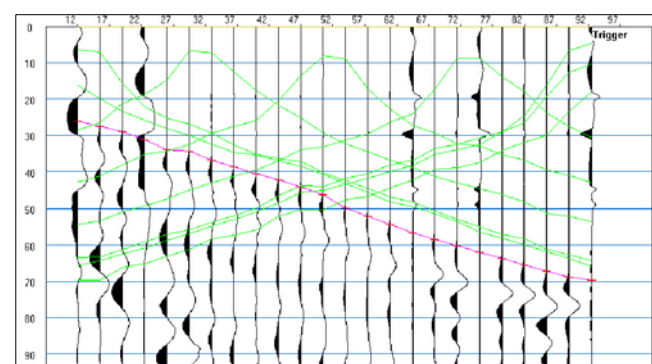
X (m)	1734427	1734484
Y (m)	4805430	4805486

Punti di energizzazione linea sismica SR_4

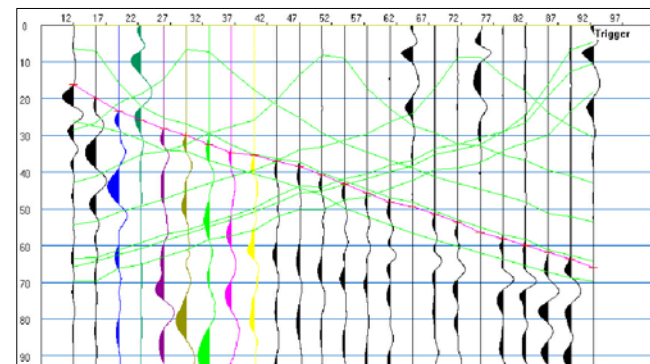
	E1 Esterno Sx	A Estremo Sx	D1 Intermedio Sx	D2 Intermedio Sx	C Centrale	D3 Intermedio Dx	D4 Intermedio Dx	B Estremo Dx	E2 Esterno Dx
Onde P	ar t4p1	ar t4p2	ar t4p3	ar t4p4	ar t4p5	ar t4p6	ar t4p7	ar t4p8	ar t4p9
Onde SH	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9
Posiz. dal geof. N.1 (m)	0	8.5	13.75	31.25	52.25	73.25	90.75	96	140.5
Quota (m slm)	298	298.4	198.55	299	299.25	299.85	300.25	300.4	300.5

LINEA SISMICA SR_4 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE P

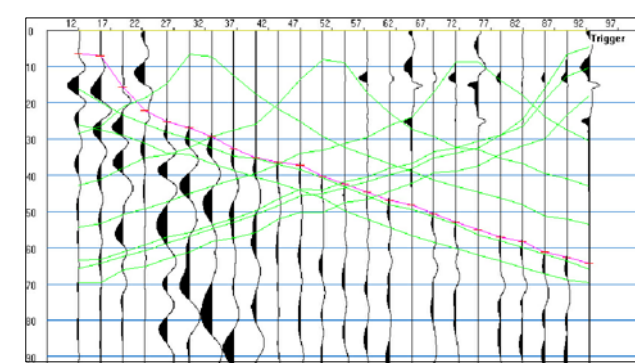
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



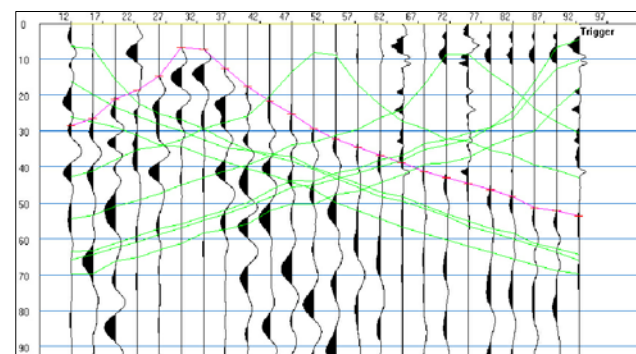
TIRO ESTREMO SINISTRO A



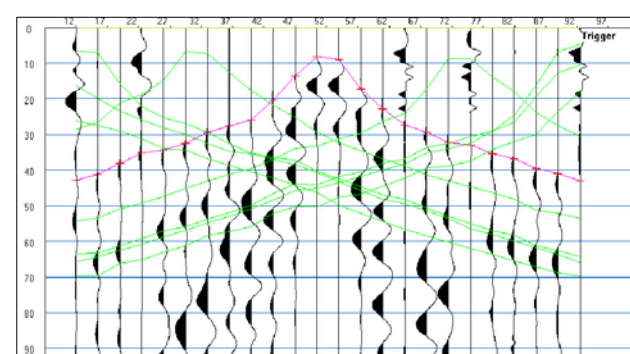
TIRO INTERMEDIO D1



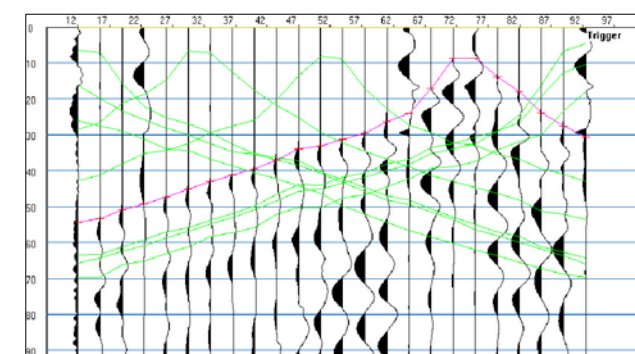
TIRO INTERMEDIO D2



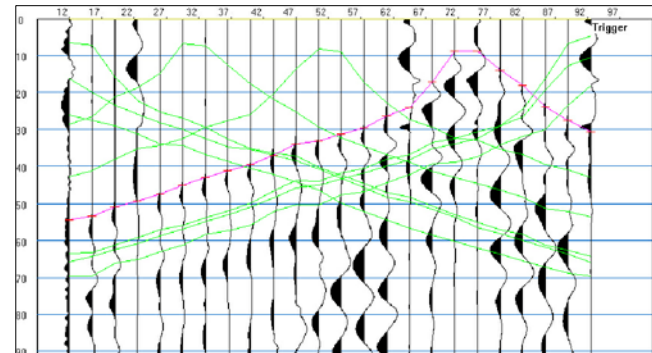
TIRO CENTRALE C



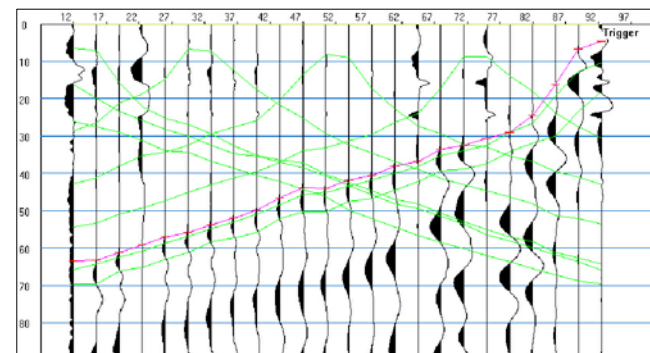
TIRO INTERMEDIO D3



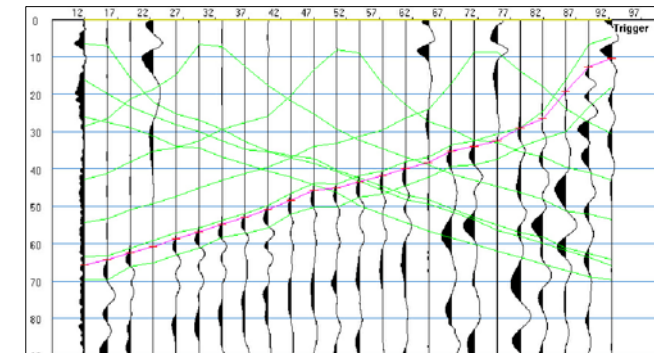
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B

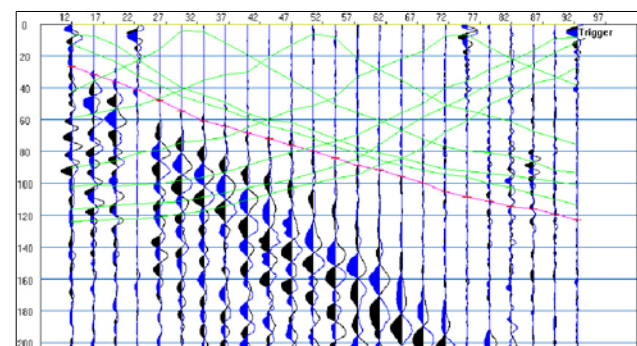


TIRO ESTERNO DESTRO E2

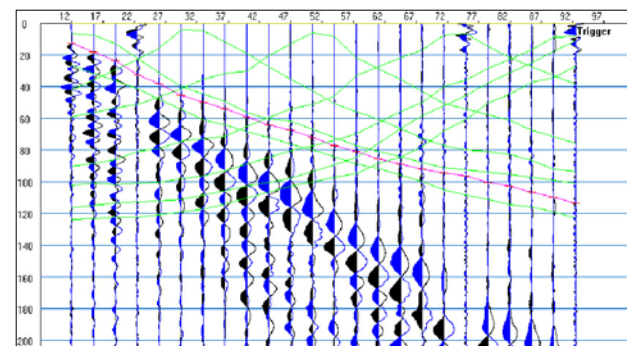


LINEA SISMICA SR_4 REGISTRAZIONI DI CAMPAGNA DELLE ONDE SH

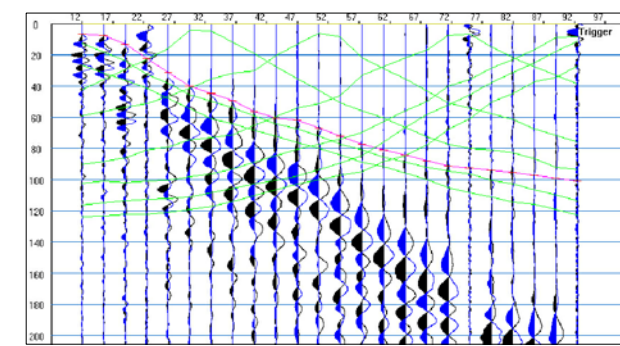
TIRO ESTERNO SINISTRO E1



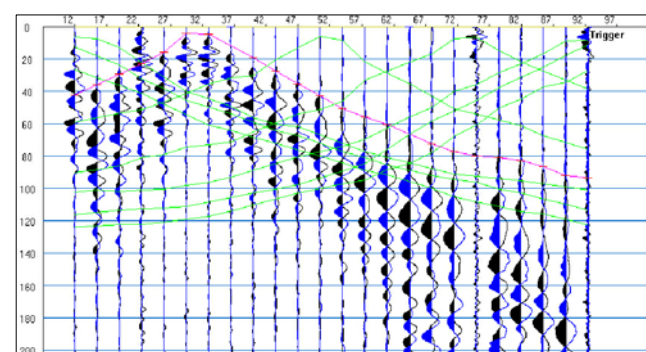
TIRO ESTREMO SINISTRO A



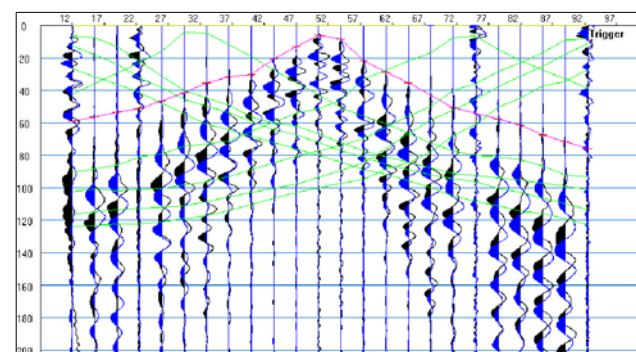
TIRO INTERMEDIO D1



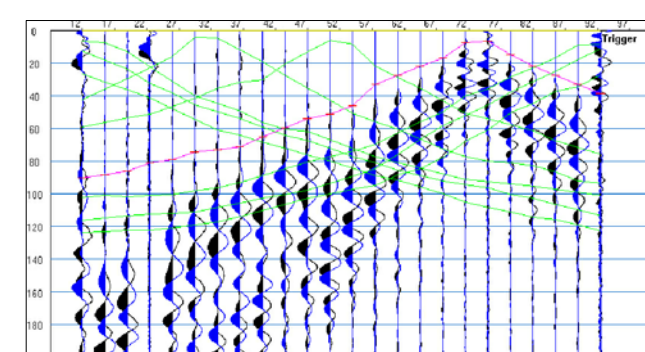
TIRO INTERMEDIO D2



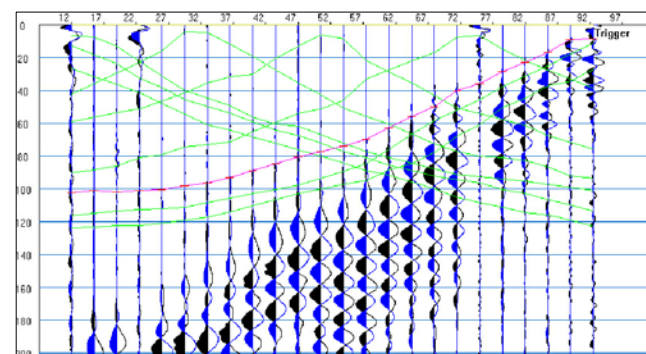
TIRO CENTRALE C



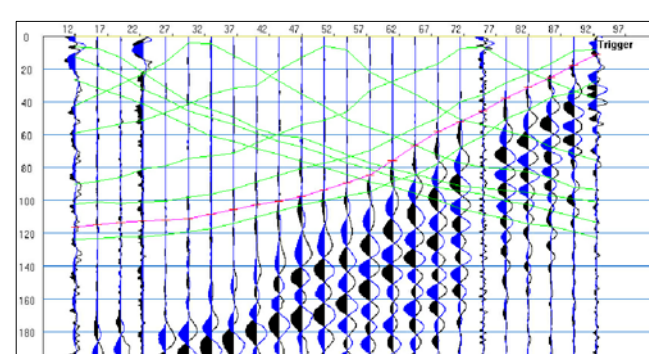
TIRO INTERMEDIO D3



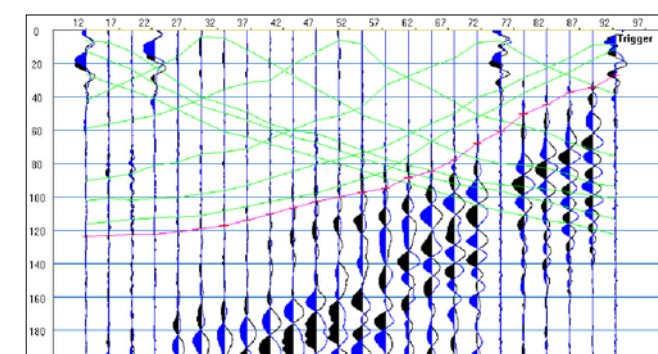
TIRO INTERMEDIO D4



TIRO ESTREMO DESTRO B



TIRO ESTERNO DESTRO E2



LINEA SISMICA SR_4

TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE P

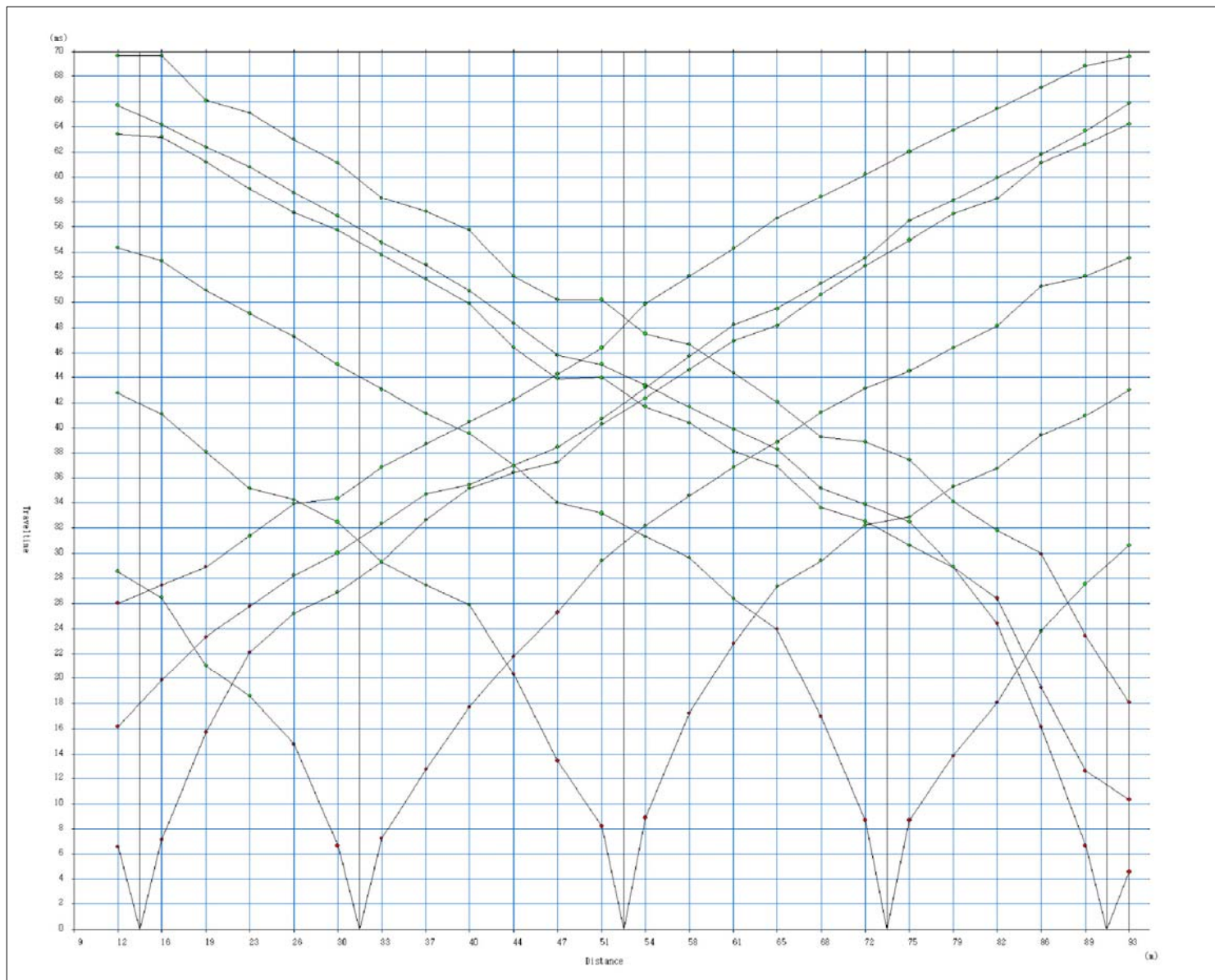
SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth															
1	0.00	0.00	0.00	0.00															
2	0.00	8.50	0.00	0.00															
3	298.55	13.75	0.00	0.00															
4	299.00	31.25	0.00	0.00															
5	299.25	52.25	0.00	0.00															
6	299.85	73.25	0.00	0.00															
7	300.25	90.75	0.00	0.00															
8	0.00	96.00	0.00	0.00															
9	0.00	104.50	0.00	0.00															
Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9							
1	298.50	12.00	0.00	0.00	1	7.00	1	29.36	1	42.54	1	54.65	1	64.18	1	0.00	1	0.00	1
2	298.60	15.50	0.00	0.00	1	7.00	1	26.37	1	40.68	1	52.80	1	62.49	1	0.00	1	0.00	1
3	298.70	19.00	0.00	0.00	1	15.74	1	23.09	1	38.60	1	50.71	1	60.54	1	0.00	1	0.00	1
4	298.80	22.50	0.00	0.00	1	20.96	1	19.15	1	36.54	1	48.65	1	58.51	1	0.00	1	0.00	1
5	298.90	26.00	0.00	0.00	1	24.20	1	14.47	1	34.39	1	46.72	1	56.62	1	0.00	1	0.00	1
6	299.00	29.50	0.00	0.00	1	26.78	1	6.81	1	32.08	1	44.77	1	54.74	1	0.00	1	0.00	1
7	299.00	33.00	0.00	0.00	1	29.38	1	6.81	1	29.60	1	42.67	1	52.78	1	0.00	1	0.00	1
8	299.00	36.50	0.00	0.00	1	31.89	1	14.01	1	27.30	1	40.69	1	50.91	1	0.00	1	0.00	1
9	299.00	40.00	0.00	0.00	1	34.50	1	18.45	1	24.36	1	38.65	1	48.91	1	0.00	1	0.00	1
10	299.10	43.50	0.00	0.00	1	36.43	1	22.57	1	20.03	1	36.62	1	46.92	1	0.00	1	0.00	1
11	299.20	47.00	0.00	0.00	1	38.26	1	26.63	1	14.92	1	34.71	1	45.04	1	0.00	1	0.00	1
12	299.20	50.50	0.00	0.00	1	40.25	1	29.20	1	7.63	1	32.95	1	43.36	1	0.00	1	0.00	1
13	299.30	54.00	0.00	0.00	1	42.61	1	32.18	1	7.63	1	31.32	1	42.03	1	0.00	1	0.00	1
14	299.40	57.50	0.00	0.00	1	44.95	1	34.73	1	16.39	1	29.34	1	40.64	1	0.00	1	0.00	1
15	299.50	61.00	0.00	0.00	1	47.12	1	37.01	1	22.46	1	26.61	1	39.02	1	0.00	1	0.00	1
16	299.60	64.50	0.00	0.00	1	49.30	1	39.27	1	26.60	1	23.00	1	37.23	1	0.00	1	0.00	1
17	299.70	68.00	0.00	0.00	1	51.09	1	41.14	1	29.12	1	16.82	1	34.64	1	0.00	1	0.00	1
18	299.80	71.50	0.00	0.00	1	52.78	1	42.86	1	31.31	1	8.01	1	31.75	1	0.00	1	0.00	1
19	299.90	75.00	0.00	0.00	1	54.54	1	44.63	1	33.25	1	8.01	1	29.14	1	0.00	1	0.00	1
20	300.00	78.50	0.00	0.00	1	56.31	1	46.40	1	35.10	1	15.79	1	26.68	1	0.00	1	0.00	1
21	300.00	82.00	0.00	0.00	1	58.17	1	48.30	1	37.16	1	20.59	1	22.23	1	0.00	1	0.00	1
22	300.10	85.50	0.00	0.00	1	60.44	1	50.62	1	39.64	1	25.35	1	15.91	1	0.00	1	0.00	1
23	300.20	89.00	0.00	0.00	1	62.43	1	52.78	1	41.82	1	29.26	1	6.25	1	0.00	1	0.00	1
24	300.30	92.50	0.00	0.00	1	64.26	1	54.73	1	43.84	1	31.77	1	6.25	1	0.00	1	0.00	1

LINEA SISMICA SR_4

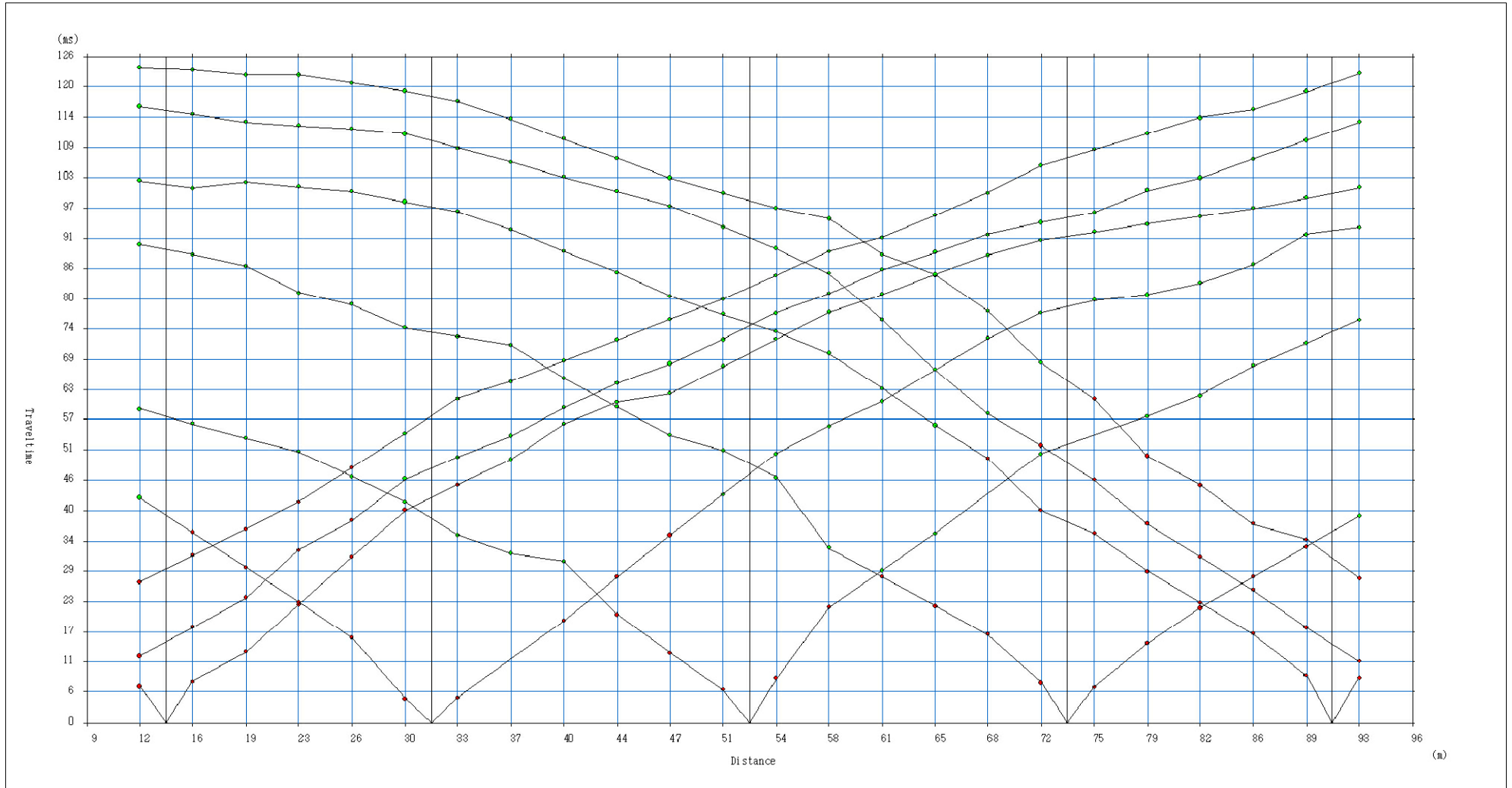
TEMPI DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SH

SP	Elev	X-loc	Y-Loc	Depth																	
1	0.00	0.00	0.00	0.00																	
2	0.00	8.50	0.00	0.00																	
3	298.55	13.75	0.00	0.00																	
4	299.00	31.25	0.00	0.00																	
5	299.25	52.25	0.00	0.00																	
6	299.85	73.25	0.00	0.00																	
7	300.25	90.75	0.00	0.00																	
8	0.00	96.00	0.00	0.00																	
9	0.00	104.50	0.00	0.00																	
Geo	Elev	X-loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9									
1	298.50	12.00	0.00	0.00	1	0.00	1	7.60	1	41.59	1	68.02	1	91.54	1	103.66	10.00	1	0.00	1	
2	298.60	15.50	0.00	0.00	1	0.00	1	7.60	1	35.62	1	63.57	1	89.53	1	101.69	10.00	1	0.00	1	
3	298.70	19.00	0.00	0.00	1	0.00	1	15.66	1	29.35	1	59.23	1	87.35	1	100.06	10.00	1	0.00	1	
4	298.80	22.50	0.00	0.00	1	0.00	1	22.83	1	23.35	1	54.60	1	83.57	1	98.52	1	0.00	1	0.00	1
5	298.90	26.00	0.00	0.00	1	0.00	1	29.41	1	17.44	1	49.28	1	80.06	1	96.89	1	0.00	1	0.00	1
6	299.00	29.50	0.00	0.00	1	0.00	1	35.93	1	7.07	1	44.28	1	76.99	1	94.70	1	0.00	1	0.00	1
7	299.00	33.00	0.00	0.00	1	0.00	1	41.70	1	7.07	1	39.19	1	73.88	1	92.53	1	0.00	1	0.00	1
8	299.00	36.50	0.00	0.00	1	0.00	1	46.72	1	17.85	1	34.26	1	70.62	1	90.40	1	0.00	1	0.00	1
9	299.00	40.00	0.00	0.00	1	0.00	1	51.60	1	23.73	1	29.30	1	65.92	1	88.16	1	0.00	1	0.00	1
10	299.10	43.50	0.00	0.00	1	0.00	1	56.05	1	28.70	1	23.75	1	60.72	1	84.01	1	0.00	1	0.00	1
11	299.20	47.00	0.00	0.00	1	0.00	1	59.76	1	33.51	1	18.16	1	55.47	1	80.24	1	0.00	1	0.00	1
12	299.20	50.50	0.00	0.00	1	0.00	1	63.46	1	38.52	1	8.73	1	50.23	1	76.63	1	0.00	1	0.00	1
13	299.30	54.00	0.00	0.00	1	0.00	1	68.46	1	44.76	1	8.73	1	44.77	1	73.09	1	0.00	1	0.00	1
14	299.40	57.50	0.00	0.00	1	0.00	1	74.34	1	51.86	1	20.03	1	37.86	1	66.73	1	0.00	1	0.00	1
15	299.50	61.00	0.00	0.00	1	0.00	1	79.80	1	58.52	1	27.31	1	30.93	1	59.80	1	0.00	1	0.00	1
16	299.60	64.50	0.00	0.00	1	0.00	1	84.20	1	64.51	1	33.65	1	24.33	1	53.20	1	0.00	1	0.00	1
17	299.70	68.00	0.00	0.00	1	0.00	1	87.61	1	70.23	1	39.37	1	17.86	1	46.73	1	0.00	1	0.00	1
18	299.80	71.50	0.00	0.00	1	0.00	1	89.62	1	73.88	1	44.88	1	8.47	1	40.42	1	0.00	1	0.00	1
19	299.90	75.00	0.00	0.00	1	0.00	1	91.47	1	77.61	1	50.30	1	8.47	1	34.56	1	0.00	1	0.00	1
20	300.00	78.50	0.00	0.00	1	0.00	1	93.61	1	81.48	1	55.73	1	17.00	1	28.96	1	0.00	1	0.00	1
21	300.00	82.00	0.00	0.00	1	0.00	1	95.86	1	85.41	1	61.26	1	22.55	1	23.34	1	0.00	1	0.00	1
22	300.10	85.50	0.00	0.00	1	0.00	1	98.65	1	88.55	1	66.94	1	28.33	1	17.71	1	0.00	1	0.00	1
23	300.20	89.00	0.00	0.00	1	0.00	1	101.42	1	192.08	1	72.02	1	34.38	1	9.25	1	0.00	1	0.00	1
24	300.30	92.50	0.00	0.00	1	0.00	1	103.70	1	194.64	1	77.18	1	40.61	1	9.25	1	0.00	1	0.00	1

LINEA SISMICA SR_4 DROMOCRONE DELLE ONDE P



LINEA SISMICA SR_4 DROMOCRONE DELLE ONDE SH



LINEA SISMICA SR_4
VELOCITA' SISMICHE DEI RIFRATTORI INDIVIDUATI

Onde P

		Strato 1	Strato 2
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	15	422.52	1676.01
2	19	428.72	1673.74
3	23	441.61	1673.79
4	27	451.47	1673.59
5	31	461.56	1661.45
6	35	478.29	1643.18
7	39	486.56	1633.23
8	43	479.89	1630.17
9	47	475.81	1630.66
10	51	477.24	1633.25
11	55	462.02	1633.54
12	59	428.01	1630.44
13	63	398.99	1625.21
14	67	384.62	1621.18
15	71	374.37	1618.83
16	75	372.21	1615.52
17	79	390.77	1615.43
18	83	417.43	1622.20
19	87	432.86	1628.72
20	91	430.15	1626.46
21	95	417.73	1620.10
22	99	408.87	1618.94
23	103	405.30	1620.87
24	107	403.46	1622.16

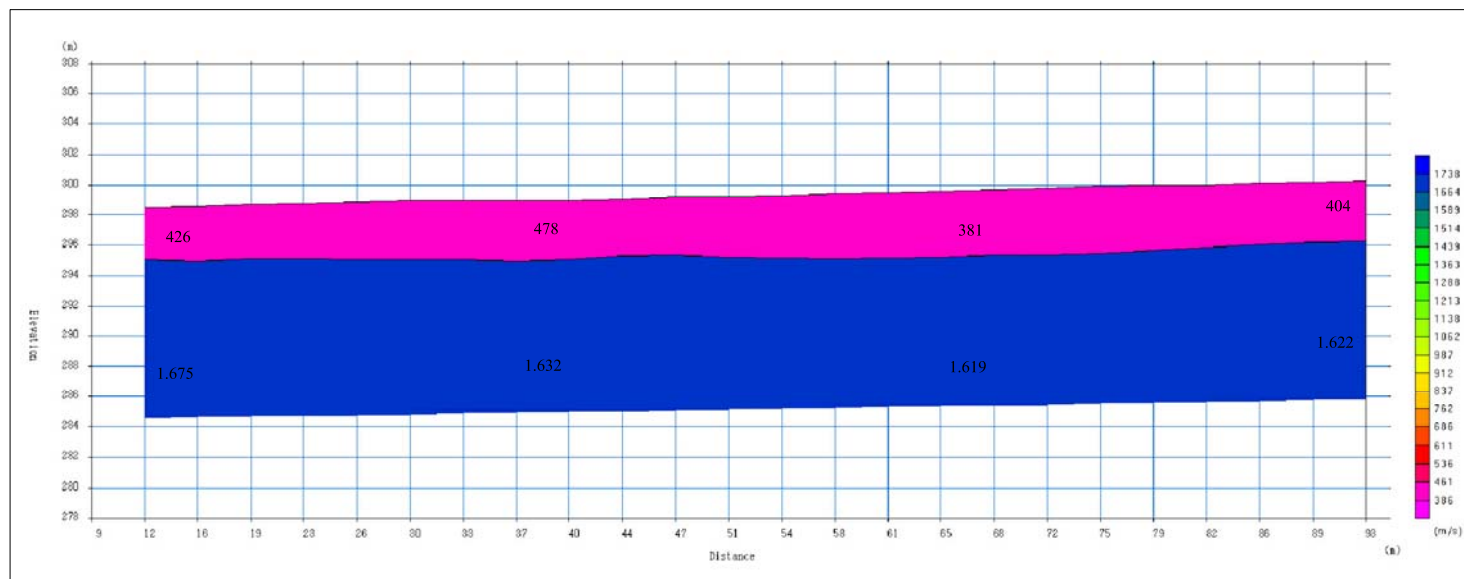
Onde SH

		Strato 1	Strato 2
Geofono	x (m)	Vs (m/sec)	Vs (m/sec)
1	15	236.08	842.51
2	19	245.91	832.21
3	23	255.46	813.58
4	27	255.86	854.31
5	31	256.22	831.81
6	35	253.50	817.14
7	39	235.73	880.37
8	43	221.07	859.82
9	47	219.24	841.33
10	51	213.61	831.69
11	55	205.82	826.13
12	59	200.46	817.78
13	63	186.65	809.55
14	67	173.89	803.97
15	71	172.39	804.99
16	75	177.98	818.75
17	79	193.44	838.10
18	83	208.94	853.02
19	87	210.48	863.64
20	91	206.05	873.80
21	95	202.07	882.46
22	99	196.28	886.92
23	103	192.24	887.80
24	107	190.46	887.49

LINEA SISMICA SR_4

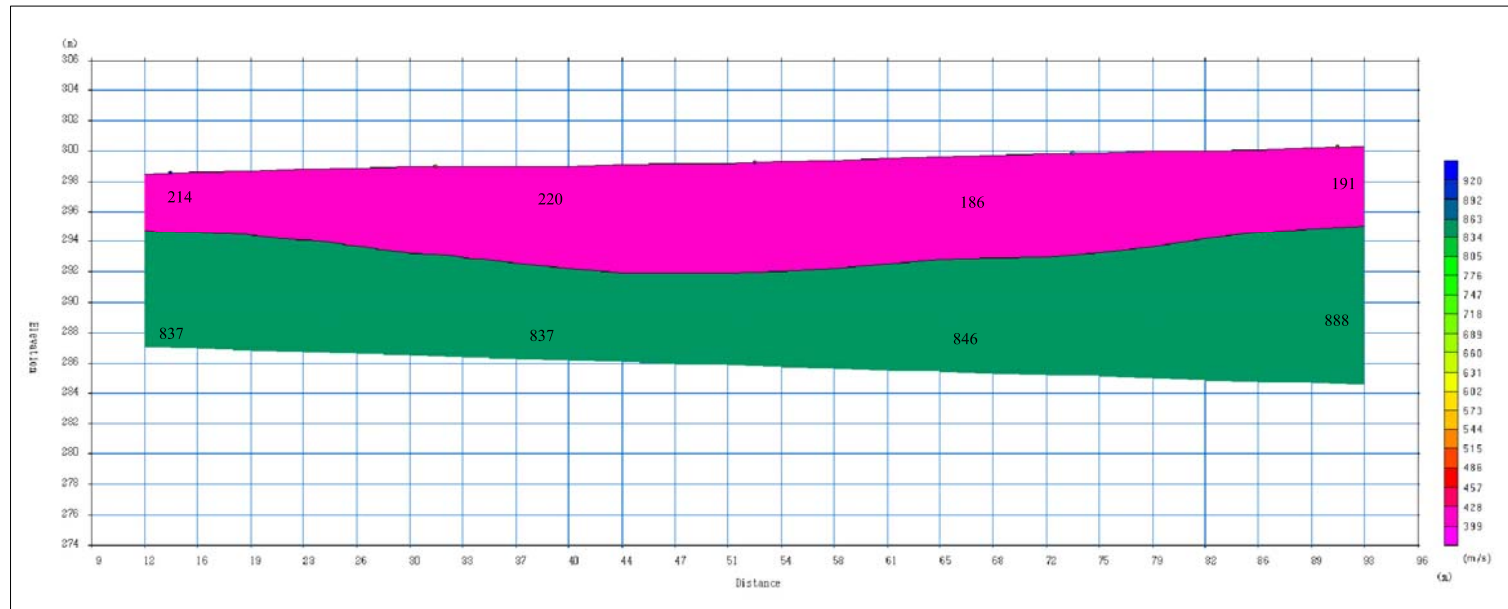
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE P

Geologica Toscana - PROSPEZIONI GEOFISICHE s.n.c.



Scala 1:500

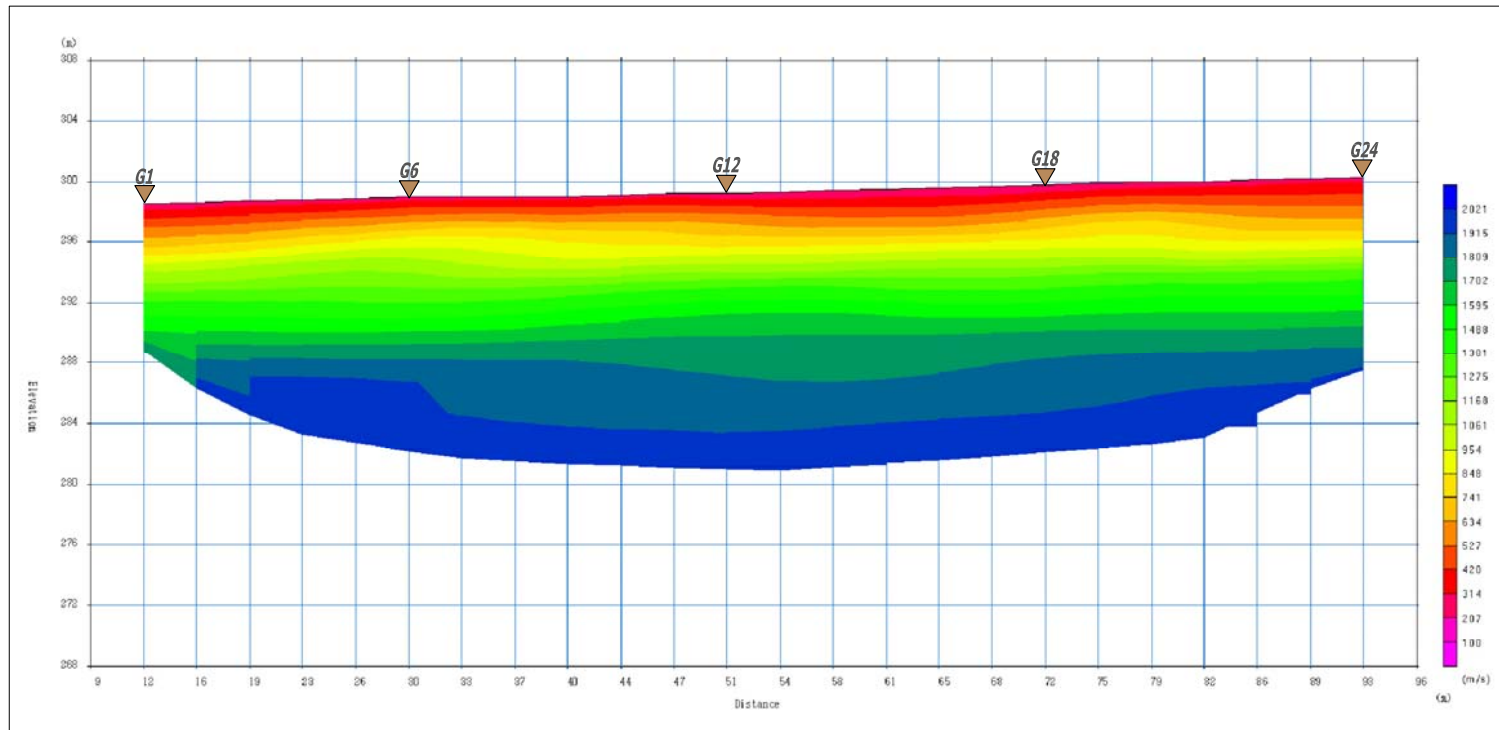
LINEA SISMICA SR_4 SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA: ONDE SH



Scala 1:500

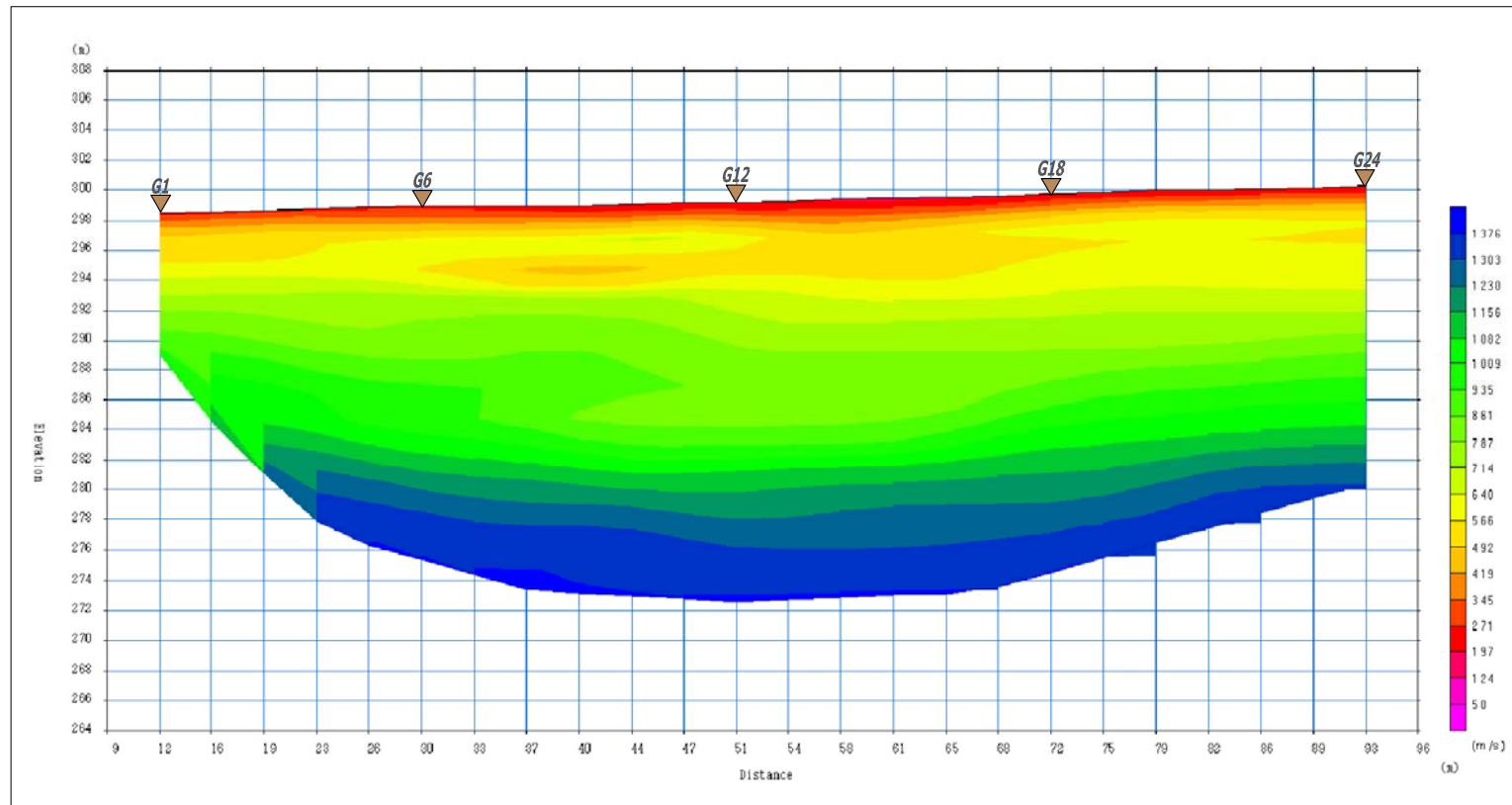
LINEA SISMICA SR_4

SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE P



Scala 1:500

LINEA SISMICA SR_4 SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE SH



Scala 1:500