



Regione	Soggetto realizzatore  ENKI s.r.l. Società di Ingegneria civile ed ambientale via G. B. Lulli n°62 Firenze	Data
		15/11/2019
	Società di Ingegneria Ambientale e Civile Via Giambattista Lulli, 62 - 50144 FIRENZE Tel. 055.3247209 - Fax 055.3289276 Mail: info@enki.it	ENKI s.r.l.
	REA CCIAA FI n. 510882 / Reg. Imp. FI n. 9079/2000 Partita IVA 05008670480	15/11/2019

SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA

SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA	3
INDICE FIGURE E TABELLE RELAZIONE TECNICA	4
INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATO TECNICO	5
INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	9
1 Introduzione	9
1.1 Premesse	9
1.2 Contesto	9
1.3 Scopo delle indagini	9
1.4 Scelta delle zone oggetto delle indagini	10
1.5 Descrizione dei contenuti della relazione	11
2 Caratterizzazione sismica	11
2.1 Sismica a rifrazione	12
2.2 Tomografia sismica in onde P ed SH	13
2.3 Strumentazione e metodologia per sismica a rifrazione e tecnica tomografica	14
2.4 Prospezione sismica attiva frequenziale - tecnica MASW	15
2.4.1 Strumentazione e metodologia	18
2.5 Metodo ESAC	20
2.5.1 Strumentazione e metodologia	21
2.6 Caratterizzazione sismica con microtremori - metodologia HVSR o Nakamura	21
2.6.1 Strumentazione e metodologia	23
2.6.2 Analisi microtremori e del rapporto HVSR – tecnica Nakamura	24
3 Elaborazione dati e risultati	28
3.1 Elaborazione dei dati sismici con metodi a rifrazione	28
3.2 Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica	30
3.3 Elaborazione dei dati di sismica frequenziale – tecnica MASW	31
3.4 Elaborazione dei dati– tecnica ESAC	33
3.5 Elaborazione dei dati microtremori – HVSR	35
4 Glossario	37
5 Riferimenti normativi e bibliografici	38
5.1 Riferimenti normativi e specifiche tecniche	38
5.2 Riferimenti bibliografici	38
ALLEGATO TECNICO 1 - SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTI, SENSORI, SOFTWARE DI ACQUISIZIONE ED ANALISI	41

ALLEGATO TECNICO 2 – RISULTATI OTTENUTI DALLE STESE SISMICHE A RIFRAZIONE, PROVE MASW, ESAC..... 53

I.	ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 32_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	54
II.	ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 32_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	69
III.	ALLEGATO GRAFICO: 11_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE - SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	89
IV.	ALLEGATO GRAFICO: 27_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE - SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	95
V.	ALLEGATO GRAFICO: 33_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE - SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	101
VI.	ALLEGATO GRAFICO: 35_MASW ANALISI MASW ZVF, THF E ESAC - SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	107
VII.	ALLEGATO GRAFICO: 42_MASW ANALISI MASW ZVF E THF- SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	113
VIII.	ALLEGATO GRAFICO: 43_MASW ANALISI MASW ZVF E THF- SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	119
IX.	ALLEGATO GRAFICO: 41_ESAC - ANALISI ESAC - SISMOGRAMMI – GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE	125

* * *

ALLEGATO TECNICO 3 – ACQUISIZIONI MICROTREMORI – RAPPORTO SPETTRALE H/V – SPETTRO DELLE SINGOLE COMPONENTI – CRITERI DI AFFIDABILITÀ SESAME – CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

INDICE FIGURE E TABELLE RELAZIONE TECNICA

Figura 2-1: Schema acquisizioni prospezioni sismiche	15
Figura 2.2: Curva dispersione	17
Figura 2-3: Schema acquisizioni prospezioni sismiche	18
Figura 2.4: Geometria dello stendimento e curva di dispersione ottenuta	21
Figura 2.4: Modalità di generazione e propagazione microtremore	23
Figura 2.5: Confronto di intensità di rumori sismici sito specifici	24

Figura 2.6: Schema di sottosuolo a 2 strati con differenti parametri geomeccanici.....	25
Figura 3-1: Confronto shot break primi arrivi e dromocrone	30
Figura 3.2: Picking della curva di dispersione congiunta (MASW ZVF+THF)	32
Figura 3.3: Schermata analisi ESAC software WinMASW.....	33
Figura 3.4: Correlazioni spaziali ottenute alle varie frequenze.....	34
Figura 3.5: Spettro di correlazione rispetto alle frequenze.....	34
Tabella 1.1: Individuazione e numerazione delle indagini.....	10
Tabella 2-1: Riepilogo geometria prospezioni sismiche.....	15
Tabella 2-2: Distanze punti di energizzazione dal primo geofono.....	15
Tabella 2-3: Riepilogo geometria prospezioni sismiche.....	19
Tabella 3-1: Riepilogo spessori e velocità sismostrati onde P ed SH	29
Tabella 3-2: Riepilogo risultati misure HVSR.....	36

INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATO TECNICO

Allegato 1. 1: Sismografo Summit.....	42
Allegato 1. 2: Specifiche tecniche Sismografo Summit.....	43
Allegato 1. 3: Specifiche tecniche geofoni orizzontali 10 Hz – SENSOR NEDERLAND	44
Allegato 1. 4: Specifiche tecniche geofoni verticali 14 Hz – GEOSPACE	45
Allegato 1. 5: Specifiche tecniche geofoni verticali 4.5 Hz – RTC CLARK.....	46
Allegato 1. 6: Tromino Microtremori	47
Allegato 1. 7: Tromino Microtremori	48
Allegato 1. 8: Software Rayfract ver. 3.24 per tomografia sismica.....	49
Allegato 1. 9: Software Swan per tecnica MASW e REMI	50
Allegato 1. 10: Software WinMASW Academy 6.0 per tecnica MASW-REMI-ESAC e fattore di qualità.....	51
Allegato 1. 11: Software grilla per analisi microtremori.....	52

INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATI GRAFICI

Fig. I-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	55
Fig. I-2: Inquadramento scala 1:500.....	56
Fig. I-3: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:600.....	66
Fig. I-4: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:600	67
Fig. I-5: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:600	68
Fig. II-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000.....	70
Fig. II-2: Inquadramento scala 1:500.....	71
Fig. II-3: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Dromocrone – Scala 1:600	86
Fig. II-4: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:600.....	87
Fig. II-5: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:600.....	88

Fig. III-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000.....	90
Fig. III-1: Inquadramento scala 1:500.....	91
Fig. III-2: 11_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking	92
Fig. III-3: 11_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model	93
Fig. III-4: 11_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model)	94
Fig. IV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	96
Fig. IV-1: Inquadramento scala 1:500	97
Fig. IV-2: 27_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking	98
Fig. IV-3: 27_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model.....	99
Fig. IV-4: 27_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model).....	100
Fig. V-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	102
Fig. V-1: Inquadramento scala 1:500	103
Fig. V-2: 33_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking	104
Fig. V-3: 33_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model.....	105
Fig. V-4: 33_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model).....	106
Fig. VI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	108
Fig. VI-1: Inquadramento scala 1:500	109
Fig. VI-2: 35_MASW – Analisi MASW ZVF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking	110
Fig. VI-3: 35_MASW – Analisi MASW ZVF – Risultati del Best Model.....	111
Fig. VI-4: 35_MASW- Analisi MASW ZVF - Profili di velocità (Mean Model).....	112
Fig. VII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	114
Fig. VII-1: Inquadramento scala 1:500	115
Fig. VII-2: 42_MASW – Analisi MASW ZVF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking	116
Fig. VII-3: 42_MASW – Analisi MASW ZVF – Risultati del Best Model.....	117
Fig. VII-4: 42_MASW- Analisi MASW ZVF - Profili di velocità (Mean Model).....	118
Fig. VIII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	120
Fig. VIII-1: Inquadramento scala 1:500	121
Fig. VIII-2: 43_MASW – Analisi MASW ZVF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking	122
Fig. VIII-3: 43_MASW – Analisi MASW ZVF – Risultati del Best Model.....	123
Fig. VIII-4: 43_MASW- Analisi MASW ZVF - Profili di velocità (Mean Model).....	124
Fig. IX-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	126
Fig. IX-2: Inquadramento scala 1:500	127

Fig. IX-3: 41_ESAC – Array sismico ESAC – Geometria dello stendimento – Spettro e curva di dispersione ESAC.....	128
Fig. IX-4: 41_ESAC – Array sismico ESAC – Sismogramma e grafico correlazione spettro/frequenza	129
Tab. I-1: Stesa sismica 32_SR ONDE P - Schema dettagliato	63
Tab. I-2: Stesa sismica 32_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	63
Tab. I-3: Stesa sismica 32_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi	64
Tab. I-4: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	65
Tab. II-1: Stesa sismica 32_SR ONDE SH - Schema dettagliato	83
Tab. II-2: Stesa sismica 32_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	83
Tab. II-3: Stesa sismica 32_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	84
Tab. II-4: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	85

INDICE SISMOGRAMMI ALLEGATI GRAFICI

Sism. I-1: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza.....	57
Sism. I-2: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A - Mazza	57
Sism. I-3: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	58
Sism. I-4: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 - Mazza	58
Sism. I-5: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	59
Sism. I-6: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	59
Sism. I-7: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 - Mazza	60
Sism. I-8: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	60
Sism. I-9: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 - Mazza	61
Sism. I-10: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B - Mazza.....	61
Sism. I-11: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza.....	62
Sism. II-1: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza	72
Sism. II-2: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza.....	72
Sism. II-3: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza.....	73
Sism. II-4: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza.....	73
Sism. II-5: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza.....	74
Sism. II-6: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza.....	74
Sism. II-7: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza.....	75
Sism. II-8: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza.....	75
Sism. II-9: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza.....	76
Sism. II-10: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza.....	76
Sism. II-11: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza.....	77
Sism. II-12: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza.....	77
Sism. II-13: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza.....	78
Sism. II-14: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza.....	78
Sism. II-15: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza.....	79
Sism. II-16: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza.....	79
Sism. II-17: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza.....	80
Sism. II-18: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza.....	80
Sism. II-19: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza.....	81
Sism. II-20: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza.....	81
Sism. II-21: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza.....	82
Sism. II-22: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza.....	82

INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

1 Introduzione

1.1 Premesse

Il presente documento riferisce sulle prove geofisiche, di tipo sismico attivo e passivo, condotte a supporto degli studi di microzonazione sismica di livello 1 del Comune di Cetona (SI). 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) e quindi alla valutazione della pericolosità con la finalità di guidare le scelte nella pianificazione attuativa, 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 Cetona.

Si rimanda agli allegati grafici per l'inquadramento delle indagini e per l'inquadramento di dettaglio delle stesse.

1.3 Scopo delle indagini

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

- **1 sismiche a rifrazione con onde P ed onde SH**, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità V_p e V_s nel sottosuolo;
- **6 Prove MASW** (Multistation Analysis of Surface Waves), per determinazione di profili di velocità V_s nel sottosuolo;
- **35 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr)**, e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per determinare l'eventuale comportamento amplificativo del terreno.
- **1 Prove ESAC (Extended Spatial AutoCorrelation)** per determinazione di profili di velocità V_s nel sottosuolo;

1.4 Scelta delle zone oggetto delle indagini

Le indagini sono state effettuate nel comprensorio del comune di Cetona (SI); nella tabella seguente si evidenzia la tipologia delle indagini:

Tabella 1.1: Individuazione e numerazione delle indagini

ID	NUOVA		HVSR	TOMO P+SH	ESAC	MASW
01	01_HVSR	CETONA	X			
02	02_HVSR		X			
03	03_HVSR		X			
04	04_HVSR		X			
05	05_HVSR		X			
06	06_HVSR		X			
07	07_HVSR		X			
08	08_HVSR		X			
09	09_HVSR		X			
10	10_HVSR		X			
11	11_MASW					X
12	12_HVSR		X			
13	13_HVSR		X			
14	14_HVSR		X			
15	15_HVSR		X			
16	16_HVSR		X			
17	17_HVSR		X			
18	35_MASW					X
19	41_ESAC				X	
20	42_MASW					X
21	43_MASW					X
22	18_HVSR	LAMACCIA	X			
23	19_HVSR	PALAZZO	X			
24	20_HVSR	PIAZZE	X			
25	21_HVSR		X			
26	22_HVSR		X			
27	23_HVSR		X			
28	24_HVSR		X			
29	25_HVSR		X			
30	26_HVSR		X			
31	27_MASW					X
32	28_HVSR		X			
33	29_HVSR		X			
34	30_HVSR		X			
35	31_HVSR		X			
36	32_SR			X		
37	33_MASW					X
38	34_HVSR	CAMPORSEVOLI	X			
39	36_HVSR	VECCIANO	X			
40	37_HVSR	MATERA	X			
41	38_HVSR	PALAZZOLO	X			
42	39_HVSR	CASALE DEL PINO	X			
43	40_HVSR	PATARNIONE	X			
			35	1	1	6

1.5 Descrizione dei contenuti della relazione

La presente relazione illustrerà la metodologia di acquisizione, la strumentazione utilizzata, le tecniche e modalità di inversione/interpretazione, e verranno evidenziati 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 ed analisi dei dati acquisiti e i risultati, di cui al Capitolo 3 (Elaborazione dati e risultati).

Glossario e riferimenti bibliografici sono forniti rispettivamente nei capitoli 4 e 5.

Il documento è poi completato con tre allegati contenenti rispettivamente:

- ALLEGATO TECNICO , in cui sono riportate le specifiche tecniche degli strumenti, dei sensori e dei software di acquisizione ed analisi utilizzati;
- ALLEGATI GRAFICI, in cui sono riportati in dettaglio l'inquadramento, i dati acquisiti, la loro elaborazione ed i risultati ottenuti, in particolare stese sismiche a rifrazione, prove MASW e ESAC;
- ALLEGATO GRAFICO in cui sono riportati i risultati delle acquisizioni dei microtremori (HVSr).

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 Vp;
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 sono 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. Prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per determinare l'eventuale comportamento amplificativo del terreno.
5. 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 rifrangendosi 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.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello potrà essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde longitudinali in esso risulterà superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno

sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dallo strato sottostante (effetto dello strato nascosto e "zona oscura");

- d. aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare "attraverso" un terzo intermedio non evidenziabile;
- e. analogamente, incrementi graduali di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi. Il possibile errore può essere più contenuto potendo disporre di sondaggi di taratura e "cercando" sulle dromocrone delle basi sismiche i livelli che abbiano velocità il più possibile simili a quelle ottenute con le tarature.

2.2 Tomografia sismica in onde P ed 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 le procedure di 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 e idrofon) 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 o sezioni indagate, poi ricostruite in 3D, secondo una scala cromatica prefissata, che in genere va dal blu (basse velocità) al magenta (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato dal suono 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.

2.3 Strumentazione e metodologia per sismica a rifrazione e tecnica tomografica

La strumentazione impiegata per le indagini sismiche a rifrazione e per la tecnica tomografica è la seguente:

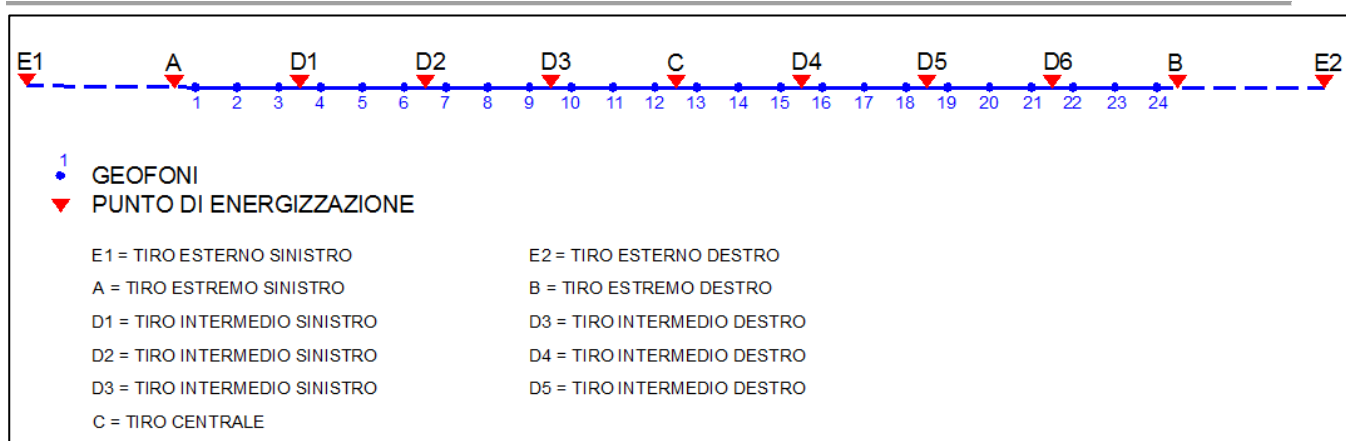
Onde P:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su piastra di duralluminio e/o maglio battente e/o fucile sismico;
- Ricevitori: Geofoni ad asse verticale GEOSPACE GS-20DX 14 Hz;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

Onde SH:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su trave in PEAD con battuta coniugata S1 e S2;
- Ricevitori: Geofoni ad asse orizzontale SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v.;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

E' stata effettuata una prospezione sismica a rifrazione a 24 geofoni , in onde P e onde SH, come da schema seguente:

**Figura 2-1: Schema acquisizioni prospezioni sismiche**

Le lunghezze totali, le distanze intergeofoniche e le distanze dei punti di energizzazione rispetto al primo geofono per ognuna delle prospezioni sono riassunte nelle seguenti tabelle:

Tabella 2-1: Riepilogo geometria prospezioni sismiche

INDAGINE [n°]	DISTANZA INTERGEOFONICA [m]	LUNGHEZZA STENDIMENTO [m]
32_SR	5	115

Tabella 2-2: Distanze punti di energizzazione dal primo geofono

	E1	A	D1	D2	D3	C	D4	D5	D6	B	E2
32_SR - PASSO 5 m	-25.00	-2.50	12.50	27.50	42.50	57.50	72.50	87.50	102.50	117.50	140.00

2.4 Prospezione sismica attiva frequenziale - 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.

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 rigidezza 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 registrarli minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi, in quanto l'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori preliminari per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione 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 dipendentemente dalla 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.

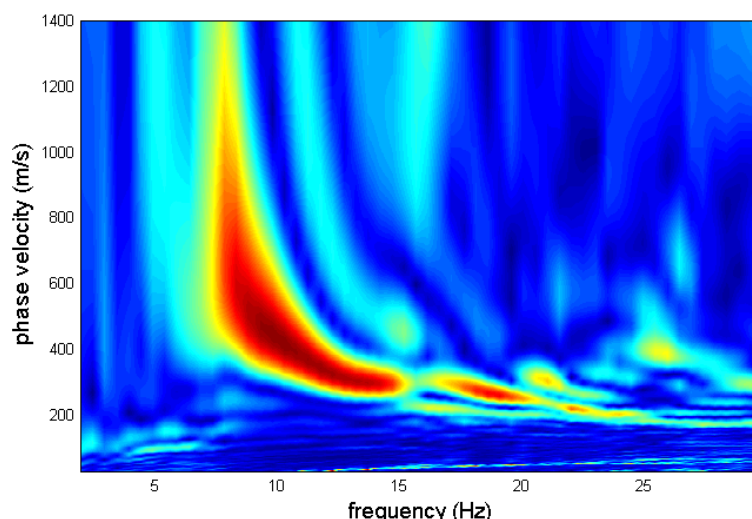


Figura 2.2: Curva dispersione

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

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

In particolare l'analisi MASW è realizzata con due diversi tipi di acquisizione:

- **acquisizione ZVF** ossia con energizzazione verticale e acquisizione con geofoni verticali per l'analisi MASW della componente verticale delle onde di Rayleigh;
- **acquisizione THF** ossia con energizzazione trasversale e acquisizione con geofoni orizzontali disposti con asse perpendicolare alla stesa per l'analisi MASW delle onde di Love.

2.4.1 Strumentazione e metodologia

La strumentazione impiegata per le indagini MASW è la seguente:

MASW ZVF:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su piastra di duralluminio e/o maglio battente da 120 kg;
- Ricevitori: Geofoni ad asse verticale RTC 4.5 Hz 395 – R.T. CLARK;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

MASW THF:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su trave in PEAD con battuta di taglio;
- Ricevitori: Geofoni ad asse orizzontale SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

Sono state effettuate 6 prospezioni sismiche MASW a 24 geofoni, come da schema seguente:

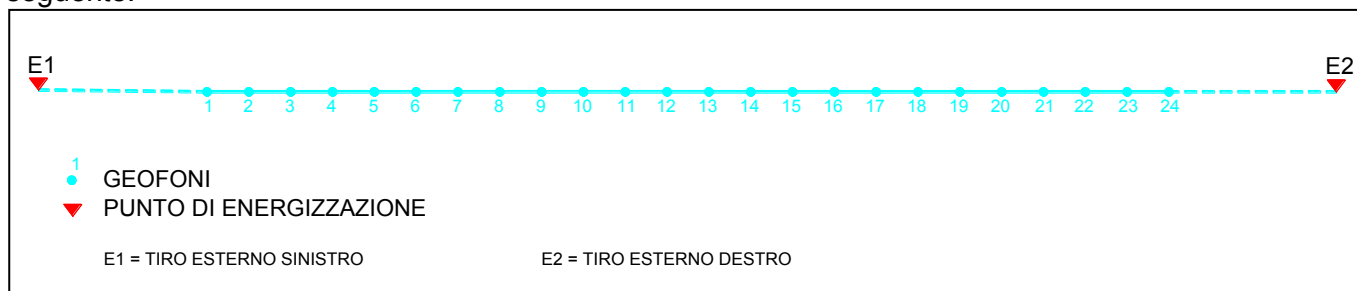


Figura 2-3: Schema acquisizioni prospezioni sismiche

La lunghezza totale, la distanza intergeofonica e la distanza dei punti di energizzazione rispetto al primo geofono per la prospezione sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella 2-3: Riepilogo geometria prospezioni sismiche

INDAGINE [n°]	DISTANZA INTERGEOFONICA [m]	OFFSET BATTUTE ESTERNE E1 – E2 [m]	LUNGHEZZA STENDIMENTO [m]
11_MASW	4	20	92
27_MASW	2.5	12.5	57.5
33_MASW	5	25	115
35_MASW	4	20	92
42_MASW	3	15	69
43_MASW	3	15	69

2.5 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 (“curve di dispersione”).

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 φ .

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

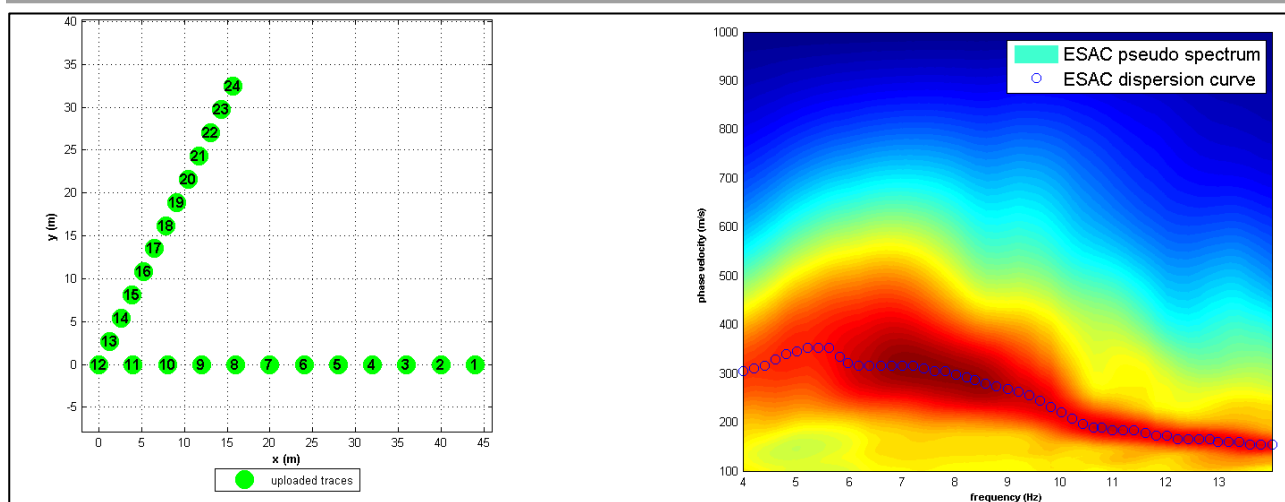


Figura 2.4: Geometria dello stendimento e curva di dispersione ottenuta

2.5.1 Strumentazione e metodologia

La strumentazione impiegata per le indagini ESAC è la seguente:

ESAC:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Ricevitori: Geofoni ad asse verticale RTC 4.5 Hz 395 – R.T. CLARK;
- Tempo di campionamento: 2 ms;
- Periodo di acquisizione: 30208 campioni, pari a circa 1min.
- Numero di acquisizioni: 20.

2.6 Caratterizzazione sismica con microtremori - metodologia HVSR o Nakamura

La tecnica di acquisizione ed analisi dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque.

Le conoscenze e le informazioni che si possono ottenere dall'analisi ed interpretazione di una registrazione di questo tipo sono:

- ove esistente, la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale ai fini dell'individuazione di adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- ove determinabile, la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la

misura venga effettuata all'interno dello stesso, a seguito di analisi correlate sarà possibile confrontare le frequenze di sito e dell'edificio, e valutare se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;

- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite uno specifico software di calcolo, per cui è possibile determinare la V_{seq} e la relativa categoria del suolo di fondazione come richiesto dalle N.T.C. 2018.
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un ampio range di profondità di indagine, e secondo il principio che in termini di stratigrafia del sottosuolo, uno strato è inteso come unità distinta, in termini di contrasto d'impedenza sismica

Le basi teoriche della tecnica HVSr si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti.

La forma di un'onda registrata in un sito oggetto di indagine è funzione di:

1. dalla forma dell'onda prodotta dall'insieme delle sorgenti *s dei microtremiti*,
2. dal percorso dell'onda dalle sorgenti *s* fino alla posizione *x* del sito oggetto di indagine e funzione dei processi di attenuazione, riflessione, rifrazione e canalizzazione di guida d'onda;
3. dalla modalità di acquisizione dello strumento in funzione dei parametri e delle caratteristiche strumentali.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre.

Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni con ampiezze minime, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il segnale da acquisire non è generato con strumenti o tecniche attive, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nel tragitto dalla sorgente *s* al sito *x* le onde elastiche (sia di origine sismica che dovute al microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, canalizzazioni per fenomeni di guida d'onda ed attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte di informazioni correlata al contenuto frequenziale del segnale che può essere estratta e che permette di ottenere informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

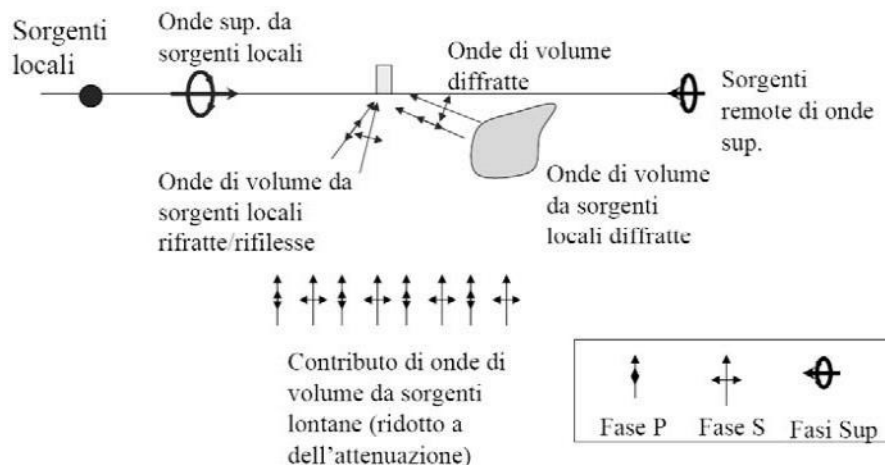


Figura 2.5: Modalità di generazione e propagazione microtremore

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartato dalla sismologia classica, contiene informazioni.

Questa informazione è però correlata alle caratteristiche frequenziale e spettrali del cosiddetto "rumore casuale" o microtremore, e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Una di queste tecniche è la tecnica di analisi dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSr che è in grado di fornire stime affidabili sul comportamento frequenziale dei sottosuoli, informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

2.6.1 Strumentazione e metodologia

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello "*Tromino Engy Plus*" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz.

I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 4 GB, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

Nella figura seguente si riporta la curva di rumore standard di un "*Tromino*" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu).

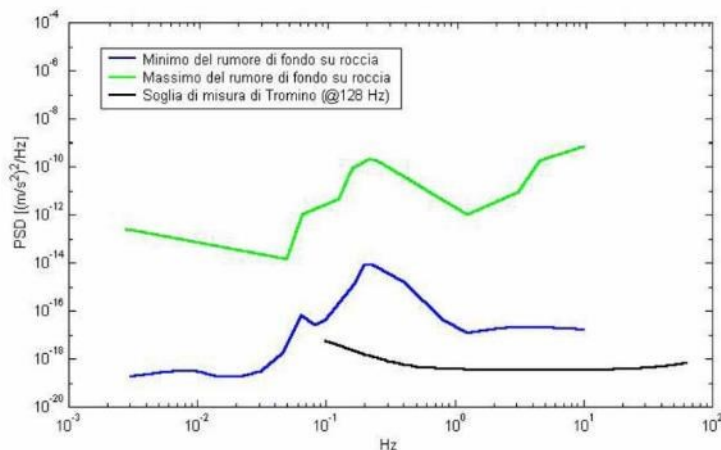


Figura 2.6: Confronto di intensità di rumori sismici sito specifici

Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto. I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante il software “Grilla”, fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza. Per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend ma non filtrati così come raccomandato dalla norma DIN 4150-3.

In fase operativa si sono seguite le seguenti operazioni:

1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (circa 40 minuti),
2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,
3. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
4. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
5. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde di Rayleigh è necessario che:

1. i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano “stabili” ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato,
2. gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti “dominanti”,
3. la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno).

2.6.2 Analisi microtremori e del rapporto HVSR – tecnica Nakamura

L'ottenimento di una stratigrafia sismica da indagini a stazione singola, deriva dai primi studi di Kanai (1957) in poi, per cui diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa

al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Inizialmente, alcuni ricercatori, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione.

Purtroppo, esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra strati, non è correlabile all'amplificazione sismica in modo semplice (cfr. Mucciarelli e Gallipoli, 2001; SESAME, 2005 e referenze ivi contenute).

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach *et al.*, 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso (es. Guillier *et al.*, 2005).

Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere, in linea di principio, usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D).

Consideriamo il sistema della figura seguente in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

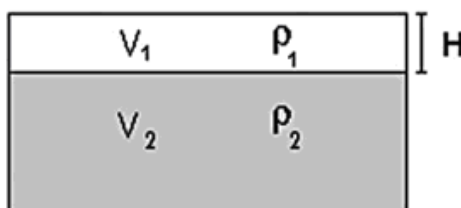


Figura 2.7: Schema di sottosuolo a 2 strati con differenti parametri geomeccanici

L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_s/4H \qquad (f_r) = V_p/4H \qquad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh.

Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- a. il contenuto in frequenza,
- b. la risposta strumentale
- c. l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa, innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente. Poi, la velocità aumenta con la profondità, e possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini. In questo lavoro i segnali sono stati analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali H/V ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, e nei casi più significativi, le curve HVSR sono state invertite secondo la procedura descritta da Arai e Tokimatsu (2004).

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza 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).

Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella d'input), in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi (fondamentale e superiori).

Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs.

Nei casi particolarmente semplici (copertura + bedrock o bedrock like) le profondità h delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula seguente:

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

in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, a un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e v la frequenza fondamentale di risonanza.

Nei casi più complessi (la maggioranza) si sono invertite le curve HVSR creando una serie di modelli teorici da confrontare con quello sperimentale, fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali. In questo lavoro per l'inversione delle curve HVSR si sono seguite le procedure descritte in Arai e Tokimatsu (2004), usando il modo fondamentale delle onde di Rayleigh e Love

Le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 hanno profondamente rinnovato le modalità di applicazione delle norme sismiche adottando, in modo omogeneo per tutto il paese, soluzione coerenti con il sistema di norme già definito a livello europeo (Eurocodice 8).

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di risposta sismica locale e, dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S).

Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che pone in relazione lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H / V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie.

3 Elaborazione dati e risultati

3.1 Elaborazione dei dati sismici con metodi a rifrazione

Per l'elaborazione dei dati sismici, è stato utilizzato il software Rayfract 3.35 2016, che consente di elaborare i dati secondo diverse tecniche.

Ottenuti i primi arrivi, le dromocrone ricavate dall'interprete vengono elaborate sulla base di tre distinte metodologie analitiche:

- CMP (Intercept Time Refraction, Rühl, 1995);
- Plus-Minus;
- Wavefront (M ALI AK, 2006).

Il metodo Wavefront rappresenta un'importante ottimizzazione del metodo GRM, in quanto invece di assumere come costante la distanza XY tra i vari ricevitori, il metodo Wavefront stima per ogni geofono la distanza ottimale rispetto agli altri, attraverso l'analisi dell'angolo d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso.

Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari e di ottenere risultati con migliore definizione specialmente in contesti con assetti morfologici complessi, sia in superficie che nel sottosuolo.

I risultati ottenuti con il Wavefront, vengono comunque iterativamente correlati/comparati con quelli ottenuti con l'elaborazione CMP Intercept Time Refraction (Rühl, 1995).

Il CMP consente, infatti, di ricostruire la morfologia sepolta di più rifrattori sovrapposti anche in presenza di morfologie di superficie non piane, e con una buona precisione raggiungibile, specie se si dispone di dati pregressi per affinare la correlazione.

I dati così ottenuti vengono definitivamente elaborati mediante metodologia tomografica che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da assetti morfologici superficiali complessi.

Schematicamente l'elaborazione dei dati, eseguita con il programma RAYFRACT 3.35 2016 , si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. determinazione dei primi arrivi;
2. determinazione delle dromocrone con individuazione dei tratti correlabili con rifrattori superficiali, intermedi e profondi, con picking dei cosiddetti punti di "branch"
3. determinazione di primo modello 1D delle velocità nel sottosuolo;
4. interpretazione iterativa e comparata secondo i seguenti metodi:
 - a. CMP Intercept Time Refraction (Rühl, 1995);
 - b. Plus-Minus;
 - c. Wavefront;
5. Determinazione del modello dei sismostrati ottimale;
6. output dei tabulati di cui:

- a. dati di scoppio, ascissa e quota dei geofoni e dei punti di energizzazione, tempi di primo arrivo;
- b. velocità e profondità calcolate per ciascun sismostrato individuato;
7. elaborazione grafica delle dromocrone sismiche ;
8. elaborazione grafica della sezione sismostratigrafica
9. elaborazione grafica della tomografia sismica.

Si riporta di seguito la

Tabella 3-1, che riporta in forma schematica gli spessori medi e le velocità medie determinate per i vari sismostrati, relativamente alle onde P ed SH.

Tabella 3-1: Riepilogo spessori e velocità sismostrati onde P ed SH

STESA SISMICA	ONDE	SPESSORE SISMOSTRATO 1 [m]	VELOCITA' SISMOSTRATO 1 [m/s]	SPESSORE SISMOSTRATO 2 [m]	VELOCITA' SISMOSTRATO 2 [m/s]	SPESSORE SISMOSTRATO 3 [m]	VELOCITA' SISMOSTRATO 3 [m/s]
32_SR	P	3÷4	494 ÷ 649	11÷15	1545÷ 1871	ND	2443 ÷ 3349
32_SR	S	0÷5	198 ÷ 231	9 ÷ 17	309÷ 340	ND	749 ÷1310

3.2 Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica

Per l'inversione dei dati sismici acquisiti è stato utilizzato il software Rayfract ver. 3.35 2016, che è un software di tomografia sismica che impiega le soluzioni Eikonal per il calcolo dei tempi di percorso e per la modellazione della diffrazione, la rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Dopo il controllo visivo sulla qualità dei dati, si effettua un picking dei primi arrivi, in modo da ipotizzare un preliminare modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni, in quanto la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

Il processing dei dati, prosegue con la fase di inversione tomografica detta WET (Wavepath Eikonal Traveltime), che permette il calcolo delle traiettorie d'onda (wavepath) attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda in un mezzo isotropo.

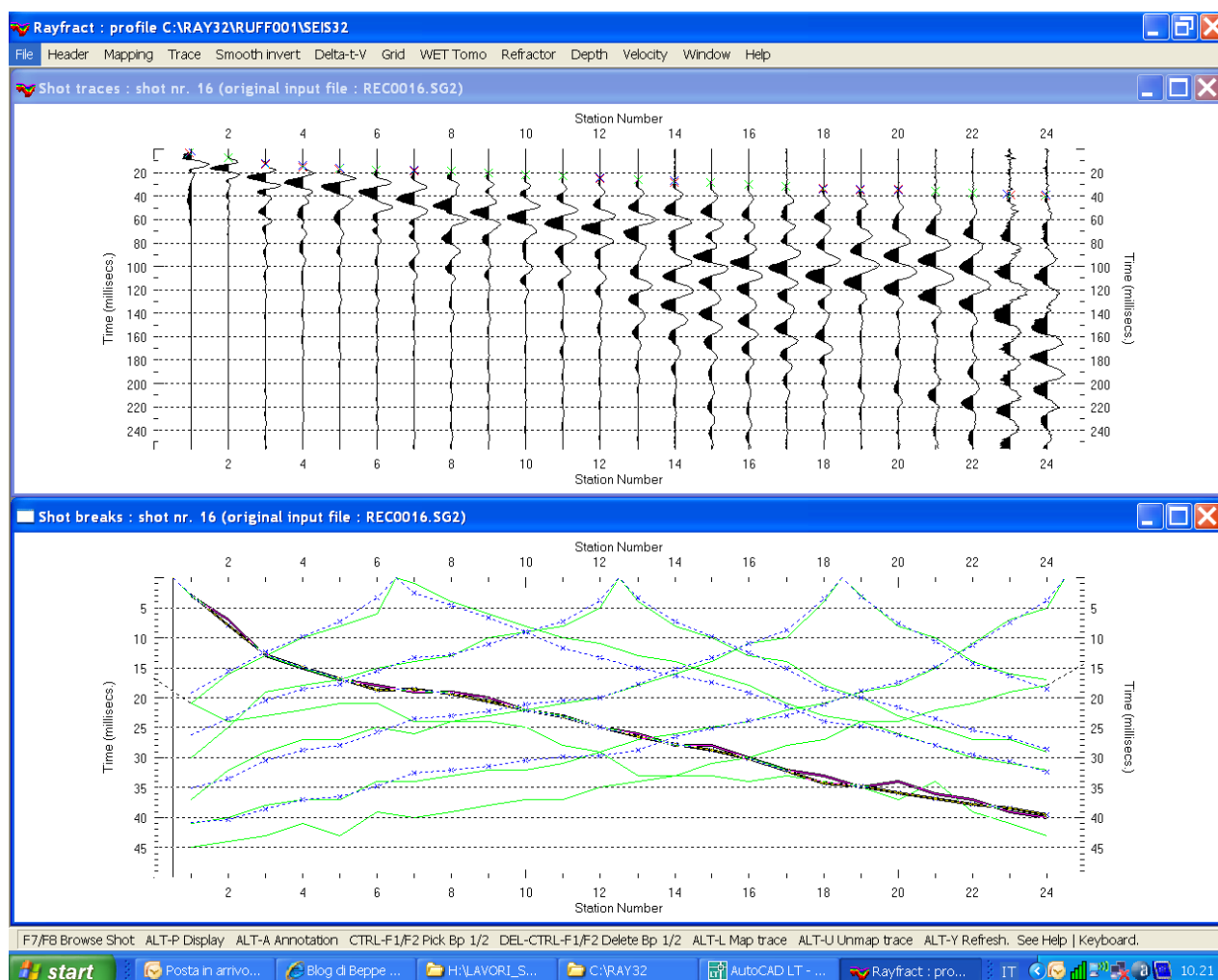


Figura 3-1: Confronto shot break primi arrivi e dromocrone

La tomografia WET modella i percorsi multipli della propagazione del segnale che contribuiscono ad un primo arrivo.

Il procedimento Eikonale, usato per il calcolo dei tempi di percorso, modella la diffrazione, la

rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Come conseguenza di ciò la capacità di fornire l'imaging di un'anomalia di velocità aumenta rispetto alla tomografia convenzionale del percorso di un raggio sismico.

I dati tomografici vengono quindi elaborati con un software di imaging, nel caso SURFER 9, che permette la visualizzazione secondo pseudosezioni verticali.

Relativamente ai risultati si rimanda agli allegati grafici che riportano in dettaglio le tomografie sismiche ottenute.

3.3 Elaborazione dei dati di sismica frequenziale – tecnica MASW

Come riportato al paragrafo 2.4, i dati sismici sono stati acquisiti per l'analisi frequenziale con tecnica MASW secondo le tecniche tradizionali di acquisizione:

- ZVF ossia con la sorgente di energizzazione ad impatto verticale e l'acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh;
- THF ossia con la sorgente di energizzazione ad impatto orizzontale e l'acquisizione delle onde di Love.

I sismogrammi vengono elaborati secondo la trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, si tenta di identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh e Love da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, e disturbi antropici.

L'osservazione dello spettro consente di notare che le onde superficiali si propagano a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, per cui sulla base della teoria sviluppata e degli algoritmi di calcolo, e dell'analisi correlata dei diversi spettri, si ipotizzano e si modellano le preliminari *curve di dispersione*, che associano ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

La determinazione della curva di dispersione (*picking*) è un processo particolarmente complesso che non può essere lasciato ad algoritmi automatici di calcolo dei software ma deve essere sempre attentamente valutato dall'interprete.

Determinate le curve di dispersione si ricerca un primo modello sintetico che verrà modificato iterativamente per n volte, in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenerne una a cui è associata una curva di dispersione sperimentale che ben approssima le curve di dispersione ricavate dai sismogrammi. Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta *fase di inversione*.

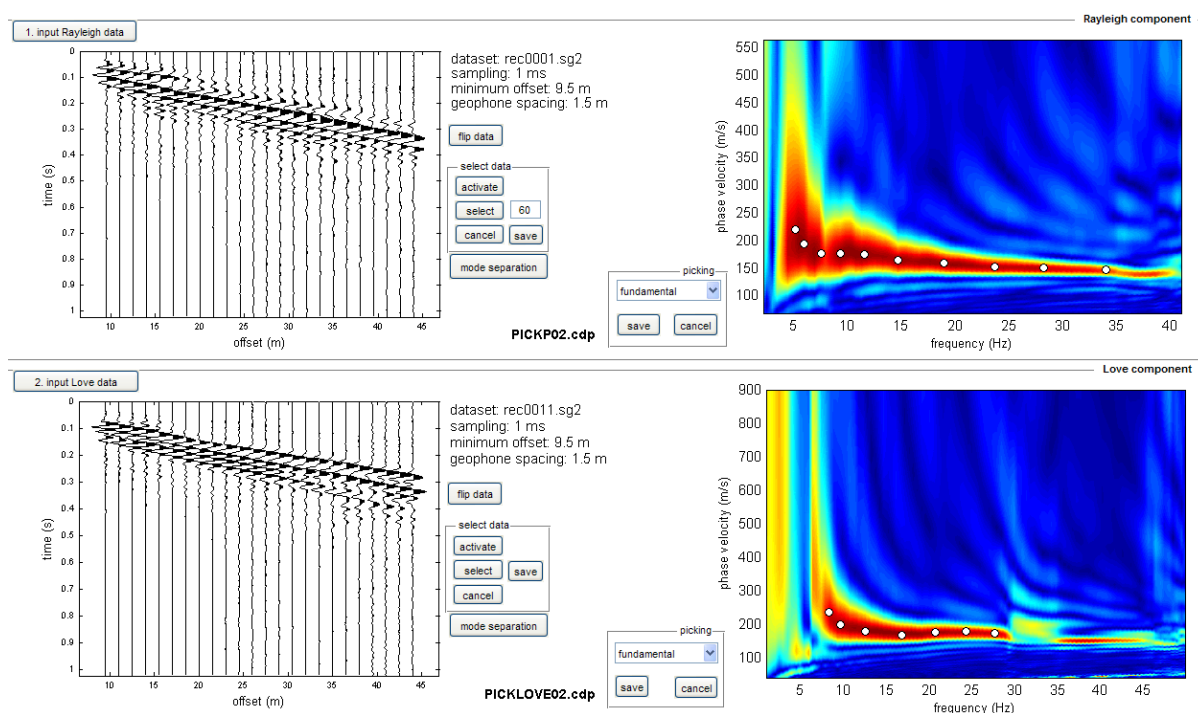


Figura 3.2: Picking della curva di dispersione congiunta (MASW ZVF+THF)

Le due fasi iterative di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'interprete poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico di inversione che lavora unicamente alla ricerca della soluzione matematicamente migliore, spesso non coincidente con la realtà fisica del sito.

I dati sono stati elaborati mediante il software commerciale "WinMASW ver. 6.0 Academy" prodotto dalla EliaSoft.

Il software presenterà come soluzione del processo d'inversione due modelli di Vs di cui:

- il modello "migliore" (in termini di minor misfit, cioè discrepanza tra curva osservata e calcolata);
- il modello medio calcolato secondo un'operazione statistica nota come MPPD (Dal Moro et al., 2007).

Come modello di Vs viene scelto modello medio, perché consigliato da bibliografia, anche se normalmente i due modelli non differiscono di molto.

3.4 Elaborazione dei dati– tecnica ESAC

I dati sono stati elaborati mediante il software commerciale “WinMASW ver. 6.0 Academy” prodotto dalla EliaSoft.

Dopo una verifica preliminare della qualità dei sismogrammi registrati nel dominio del tempo, sono stati eliminati i dati affetti da rumore polarizzato di origine antropica, e viene quindi effettuata un’analisi con il metodo ESAC.

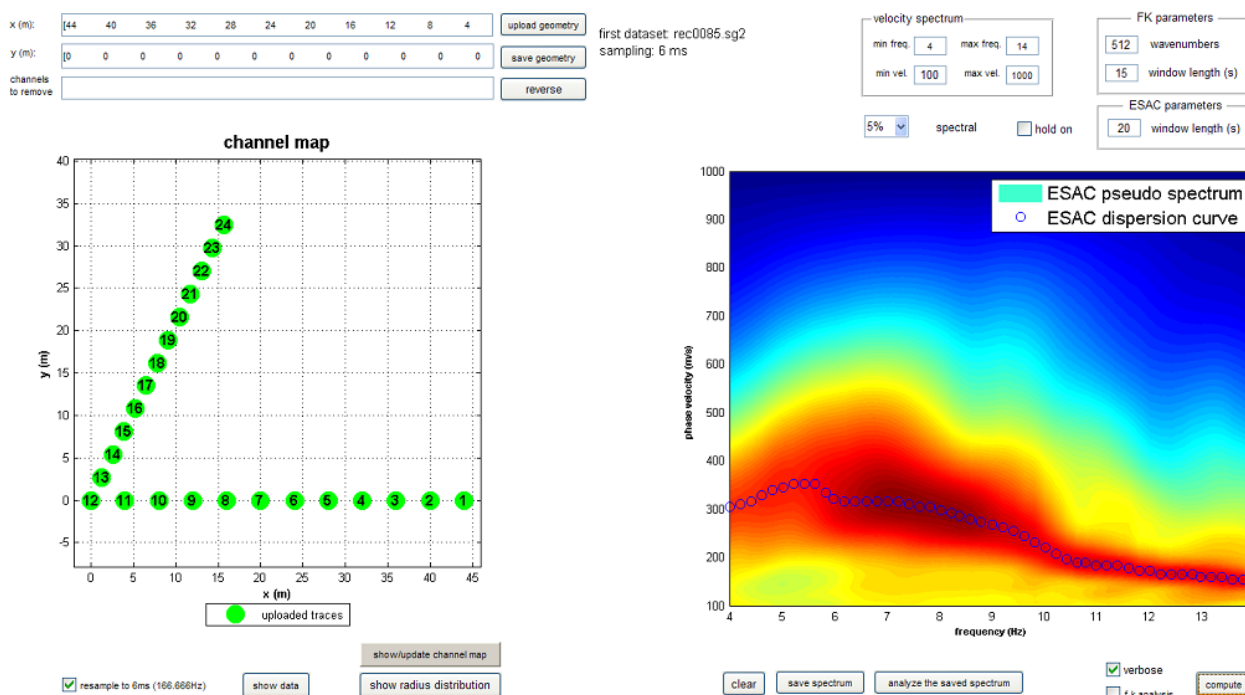


Figura 3.3: Schermata analisi ESAC software WinMASW

Per ogni stesa viene definita la giacitura geometrica, i parametri di analisi frequenziale, in modo da ottenere lo spettro e la curva di dispersione.

Per i risultati ottenuti, il software permette di valutare la qualità del dato visualizzando sia il confronto della correlazioni spaziali a varie frequenze rispetto alle funzioni di Bessel che meglio fittano i dati, così come riportate in esempio in Figura 3.4, che lo spettro di correlazione rispetto alla frequenza, così come riportato in esempio in Figura 3.5.

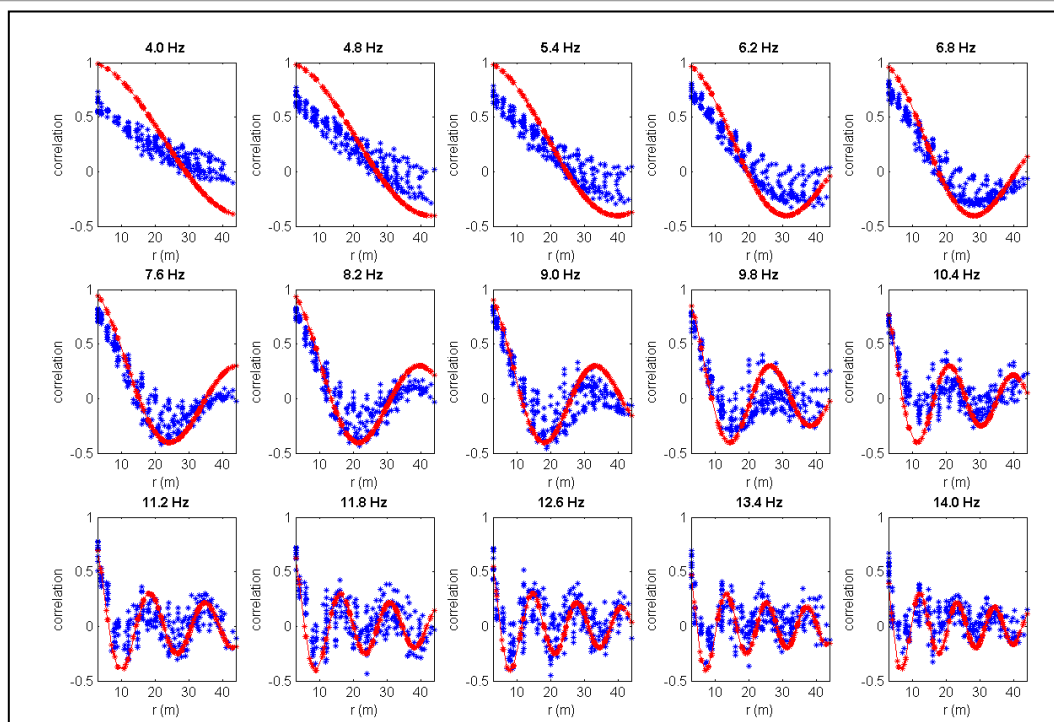


Figura 3.4: Correlazioni spaziali ottenute alle varie frequenze

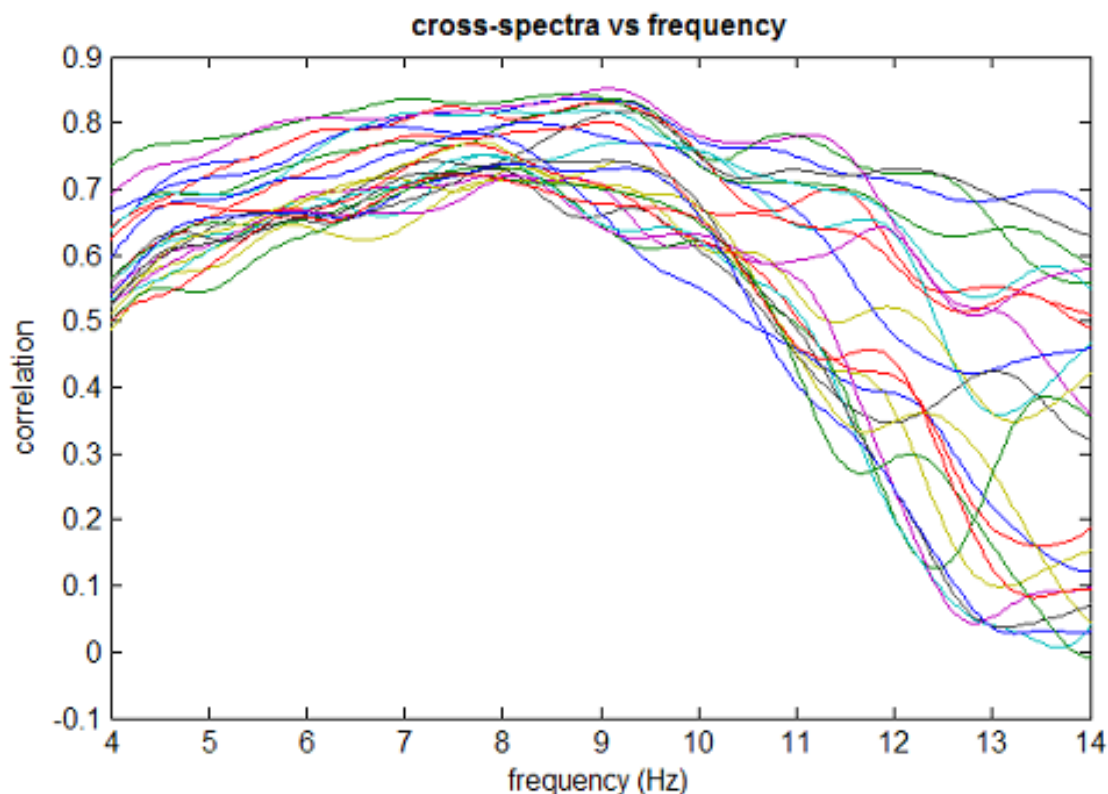


Figura 3.5: Spettro di correlazione rispetto alle frequenze

Il software restituisce una curva di dispersione che viene poi analizzata ed interpretata come fosse ottenuta da tecnica MASW.

3.5 Elaborazione dei dati microtremori – HVSR

Tutte le registrazioni di microtremori hanno avuto una durata di almeno 40 minuti, con lo strumento posizionato in posizione orizzontale, verificando la presenza di eventuali sorgenti puntuali di rumore antropico, e nel caso di giornate ventose, rimandando la misura a seguito di check negativo per la presenza di forte rumore di fondo.

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

1. le curve HVSR, ottenute col software Grilla in dotazione a TROMINO®, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), con parametri:
 - larghezza delle finestre d'analisi compresa fra 20 s e 60s in ragione dell'eventuale contesto di esecuzione delle misure e di potenziale rumore antropico;
 - lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
 - rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine / media a lungo termine) superiore ad 2;
 - rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1.

Come riportato nelle schede di dettaglio in allegato, di ogni misura di microtremore è stata evidenziata l'affidabilità e l'eventuale presenza di picco secondo i criteri SESAME, ed è stata classificata secondo i criteri della "Proposta per una classificazione delle misure HVSR" (Albarelli et al., 2010), si riporta di seguito la Tabella 3-14 di riepilogo dei risultati delle misure HVSR.

Tabella 3-2: Riepilogo risultati misure HVSR

ID	COD		FREQUENZA PICCO (Hz)	AMPIEZZA	CLASSE
1	01_HVSR	CETONA	5.72	2.42	B2
2	02_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
3	03_HVSR		19.06	2.47	A2
4	04_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
5	05_HVSR		4.92	2.44	A2
6	06_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
7	07_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
8	08_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
9	09_HVSR		19.00	3.71	A1
10	10_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
11	12_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
12	13_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
13	14_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
14	15_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
15	16_HVSR		1.66	1.98	A2
16	17_HVSR		2.41	2.20	A2
17	18_HVSR	LAMACCIA	3.91	2.22	A2
18	19_HVSR	PALAZZO	4.47	2.43	A2
19	20_HVSR	PIAZZE	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
20	21_HVSR		14.34	3.13	A2
21	22_HVSR		24.38	3.39	A1
22	23_HVSR		4.58	1.74	A2
23	24_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
24	25_HVSR		1.17	1.64	A2
25	26_HVSR		1.34	1.78	A2
26	28_HVSR		13.13	2.85	A2
27	29_HVSR		12.11	2.39	A2
28	30_HVSR		1.25	2.32	A2
29	31_HVSR		12.42	2.61	A2
30	34_HVSR	CAMPORSEVOLI	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
31	36_HVSR	VECCIANO	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
32	37_HVSR	MATERA	5.16	2	A2
33	38_HVSR	PALAZZOLO	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
34	39_HVSR	CASALE DEL PINO	16.56	2.45	A2
35	40_HVSR	PATARNIONE	2.03	2.03	A2

4 Glossario

V_p	Velocità di propagazione delle onde di pressione
V_s	Velocità di propagazione delle onde di taglio
V_{s30}	Velocità di propagazione delle onde di taglio, media nei primi 30 m
V_{sv}	Componente verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio
V_{sh}	Componente orizzontale della velocità di propagazione delle onde di taglio
V_a	Velocità apparente di propagazione delle onde elastiche
V_r	Velocità reale di propagazione delle onde elastiche
t	Tempo
f	Frequenza
H	Spessore dello strato
Onde P	Onde sismiche di pressione che sono le prime ad essere individuate in quanto le più veloci;
Onde S	Onde sismiche di taglio
Battuta S1	Prima battuta contro piastra per generazione onde S, con direzione ad esempio E-W;
Battuta S2	Seconda battuta contro piastra, con direzione coniugata rispetto ad S1, ad esempio W-E, per determinazione di first break delle onde S
FIRST BREAK	processo di interpretazione dei dati sismici per determinazione del primo arrivo delle onde sismiche, sia di tipo P che S;
ESAC.....	Extended Spatial AutoCorrelation
MASW	Multi-Channel Analysis Surface Waves
HVSR.....	Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo Nakamura rapporto spettrale tra le componenti del orizzontale e verticale dei microtremori
Inversione.....	Processo di fit per l'ottenimento di un modello sperimentale a partire da dati osservati, mediante il confronto iterativo delle differenze tra due serie di dati, definiti da un modello sperimentale (invertito) e da un modello diretto (sintetico).
MS	Microzonazione Sismica
MOPS	Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

5 Riferimenti normativi e bibliografici

5.1 Riferimenti normativi e specifiche tecniche

- [1] Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 “*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*”, e indicato anche con N.T.C. nel presente documento.
- [2] Indirizzi e Criteri di microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla conferenza delle Regioni e delle Province autonome;
- [3] Specifiche tecniche regionali: Allegato A alla DGRT n.261/2011, Appendice 1, Appendice 2
- [4] Istruzioni Tecniche per le indagini geologico-tecniche, geofisiche e geotecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana - Programma VEL Toscana – Del. GRT. n. 1343 del 18 dicembre 2000 e s.m.e.i.

5.2 Riferimenti bibliografici

- [5] Dal Moro G., 2008a, VS and VP Vertical Profiling and Poisson Ratio Estimation via Joint Inversion of Rayleigh Waves and Refraction Travel Times by means of Bi-Objective Evolutionary Algorithm, J. Appl. Geophysics (in stampa)
- [6] Dal Moro G., Pipan M., Forte E., Finetti I., 2003, Determination of Rayleigh wave dispersion curves for near surface applications in unconsolidated sediments, Proceedings SEG, 73st Annual Int. Mtg. (Dallas, Texas, Oct 2003)
- [7] Xia J., Miller R.D. and Park C.B.; 1999: Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion of Rayleigh waves. Geophysics. 64, 691-700.
- [8] Xia J., Miller R.D., Park C.B., Ivanov J., Tian G. and Chen C.; 2004: Utilization of high-frequency Rayleigh waves in near-surface geophysics. The Leading Edge, 23, 753-759.
- [9] Xia J., Miller R.D., Park C.B. and Tian G.; 2002: Determining Q of near-surface materials from Rayleigh waves. J. Appl. Geophys., 51, 121– 129.
- [10] Xia J., Miller R.D., Park C.B. and Tian G.; 2003: Inversion of high frequency surface waves with fundamental and higher modes. Jour. of Appl. Geophys., 52, 45–57.
- [11] Rix, G.J. and Lai, C.G. Model-Based Uncertainty in Surface Wave Inversion Proceedings, GeoCongress 2006, “Geotechnical Engineering in the Information Technology Age”, Atlanta, February 26-March 1, 2006. Paper Reference No. 11904.
- [12] Lai C.G., Wilmanski K. (Editors) Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks, CISM Lecture Notes No. 481, CISM-Springer Verlag, pp. 385, ISBN: 3-211-27740-4. CD with software programs for surface wave analysis is included.
- [13] Lai, C.G. “Chapter 3 – Surface Waves in Dissipative Media: Forward and Inverse Modelling” in Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks. Edited

-
- by C.G. Lai and K. Wilmanski, CISM Lecture Notes Vol. No. 481, Springer-Verlag, pp. 385, October 2005. ISBN: 3-211-27740-4. CD with software programs for surface wave analysis is included.
- [14] Rix, G.J. "Chapter 3 – Near-Surface Site Characterization Using Surface Waves" in Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks. Edited by C.G. Lai and K. Wilmanski, CISM Lecture Notes Vol. No. 481, Springer-Verlag, pp. 385, October 2005.
- [15] Lai, C.G., Foti, S., Rix, G.J. Propagation of Data Uncertainty in Surface Wave Inversion Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 10(2), pp. 219-228, July 2005.
- [16] Lai, C.G., Rix, G.J., Foti, S., Roma, V. Simultaneous Measurement and Inversion of Surface Wave Dispersion and Attenuation Curves Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 22, No. 9-12, pp. 923-930, October-December 2002.
- [17] Rix, G.J., Lai, C.G., Spang, A.W. In Situ Measurements of Damping Ratio Using Surface Waves Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol. 126, No.5, pp. 472-480, May 2000.
- [18] Lai, C.G., Foti, S., Godio, A., Rix, G.J., Sambuelli, L., Socco, V. Geotechnical Site Characterization Using Geophysical Techniques Italian Geotechnical Journal, RIG, Special Publication, No.3, pp. 99-118, September 2000.
- [19] Lai, C.G. Spectral Analysis of Surface Waves – Active Methods – Technical Recommendations Italian Geotechnical Journal, RIG, No.4, pp. 201-212. December 2000.
- [20] Lai, C.G., Rix, G.J. Inversion of Multi-Mode Effective Dispersion Curves Proceedings, 2nd International Symposium on Pre-Failure Deformation Characteristics of Geomaterials, IS Torino 99, Torino, Italy, September 26-29, 1999, Vol. I, pp. 411-418.
- [21] Lai, C.G., Rix, G.J. Simultaneous Inversion of Rayleigh Phase Velocity and Attenuation for Near- Surface Site Characterization Contract Report prepared for the National Science Foundation under Grant No. CMS-9402358, and the U.S. Geological Survey, Department of Interior, Report No. GIT-CEE/GEO-98-2, July, 1998, pp. 258.
- [22] Strobbia, C. Surface wave methods: acquisition, processing and inversion, Ph.D. Thesis, Politecnico di Torino, Italy, 2003.
- [23] Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. Quarterly Report of Railway Technical Research Institute. 30-1, pp 25-33.
- [24] Ibs-von Seht, M. y Wohlenberg, J. (1999). Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments. Bulletin of Seismological Society of America, Vol 89, pp 250-259.
- [25] Rohdewald, S., Burton, B., Sheehan, J., Doll, W., 2010, Processing of seismic refraction tomography data, SAGEEP short course notes, Keystone, Colorado.
- [26] Schuster, G.T., Quintus-Bosz, A., 1993, Wavepath eikonal travelttime inversion: Theory. Geophysics, Volume 58, 1314-1323.
- [27] Sheehan, J.R., Doll, W.E., Mandell, W., 2005, An evaluation of methods and available software
-

for seismic refraction tomography analysis, JEEG, Volume 10(1), 21-34.

- [28] Watanabe, T., Matsuoka, T., Ashida, Y., 1999, Seismic travelttime tomography using Fresnel volume approach, SEG Houston 1999 Meeting, Expanded Abstracts.
- [29] White, D.J., 1989, Two-dimensional seismic refraction tomography, Geophysical Journal, Volume 97, 223-245.
- [30] Zelt, 2010, SAGEEP 2011 Seismic refraction shootout: blind test of methods for obtaining velocitymodels from first-arrival travel times.
- [31] Semih, S. Tezcan, Ali, Keceli, Zuhul Ozdemir, 2006, Allowable bearing capacity of shallow foundations based on shear wave velocity, Geotechnical and Geological Engineering (2006) 24: 203–218
- [32] Terzaghi, K. and Peck, R. B. (1967) Soil Mechanics in Engineering Practice , 2nd edn, John Wiley and Sons, New York.
- [33] Turesson, A (2007), A comparison of methods for the analysis of compressional, shear, and surface wave seismic data, and determination of the shear modulus, Journal of Applied Geophysics, 61, Elsevier
- [34] Orlando, L. Pelliccioni, G., (2010), P and PS data to reduce the uncertainty in the reconstruction of near-surface alluvial deposits, Journal of Applied Geophysics, 42, Elsevier
- [35] Aki K. (1957), Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bullettin of the Earthquake Research Institute 35:415-456
- [36] Dal Moro G. et al., (2007), Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via genetic algorithms and posterior probability density evaluation, J.Appl.Geophysics, 61, 39-55
- [37] M. Ali Ak (2006), An Analytical Raypath approach to the Refraction Wavefront Method, Geophysical Prospecting, 38, 971-982

**ALLEGATO TECNICO 1 - SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTI,
SENSORI, SOFTWARE DI ACQUISIZIONE ED ANALISI**



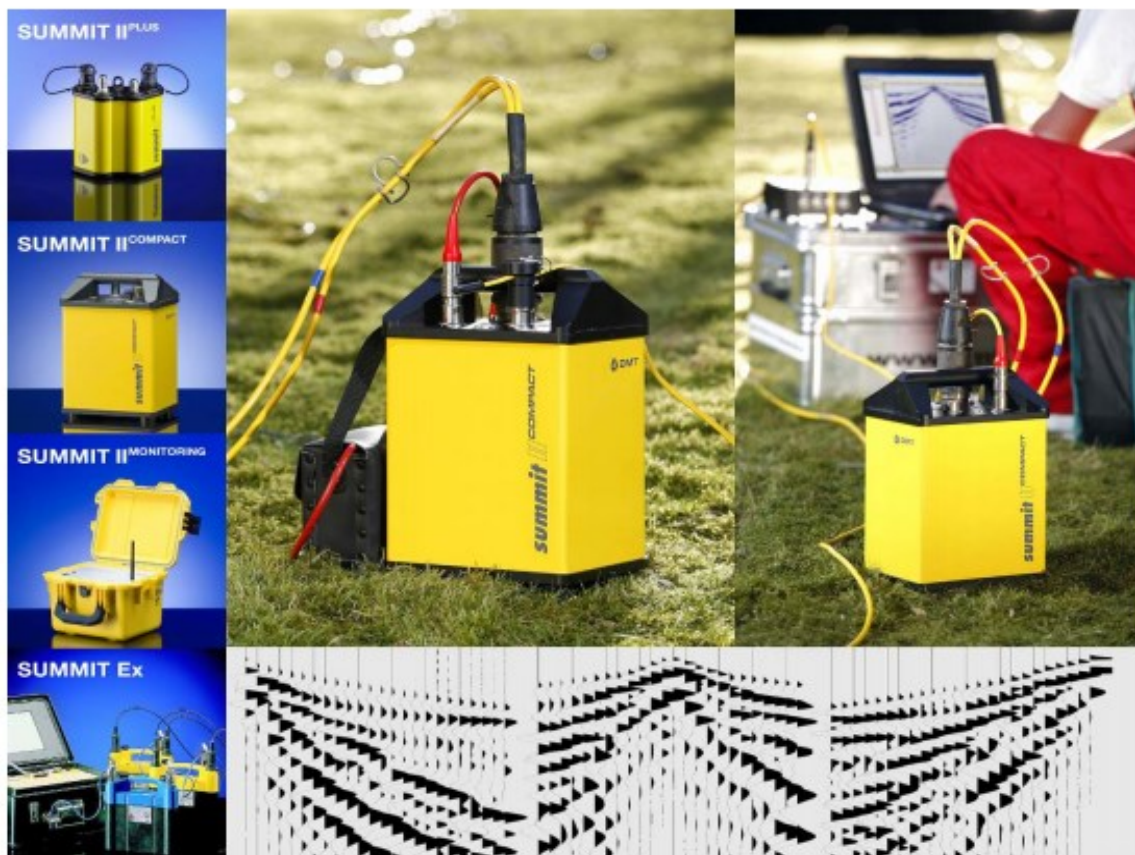
Summit II Compact

The Seismic 'Productivity System'!

The Summit II Compact is the most productive and robust seismic acquisition system for LVL measurements, borehole tomography, and VSP surveys: The twenty-four channel box in a solid metal casing with the Summit 'Plug & Trace' technology can be used in any environment for high speed production. The seismograph works as a stand alone system or several boxes can be linked together with the 'Snap-on' line cable to comprise a multi-channel seismic acquisition system.

Specialised for LVL and Engineering Seismics !

- Highest productivity due to its sophisticated system design
- For specialist applications such as LVL and engineering surveys
- Extremely robust, lightweight metal casing
- Supreme service via rapid reaction support hotline



Allegato 1. 1: Sismografo Summit

Technical Specifications			
Sample Interval	1/48, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8 ms	Analogue Anti-Alias Filter	7.2 kHz 6 dB/octave
Record Length	0.5 K samples, ..., 120 K samples	Analogue Low-Cut Filter	1 Hz 6 dB/octave
Preamp Gain	0 dB, 20 dB or 40 dB	Digital Anti-Alias Filter	0.8 x Nyquist
A/D Converter	24 bit delta sigma technology	Rejection at Nyquist Frequencies	-120 dB
Maximum Input Signal	2.0 Volt RMS 5.6 Volt peak to peak	Passband Ripple	+/- 0.05 dB
Input Impedance	20 kOhm	Built-In Test Functions	- Sine wave - Pulse - Instrument noise - Geophone step - Sweep transfer - Auto correlation - Cross correlation
Instantaneous Dynamic Range	≥ 120 dB @ 2 ms sampling interval	System Check	- Battery status - Equivalent input noise - Total harmonic distortion - Instantaneous dynamic range - Common mode rejection - Cross talk - Time accuracy
Equivalent Input Noise	Less than 0.3 µV RMS @ 2 ms sampling interval and 40 dB preamp gain	Geophone Check	- Impedance - Damping - Natural frequency - Noise - Leakage
Crosstalk	≥ 112 dB (between channels)	Subject to technical changes	
Total Harmonic Distortion	≤ 0.0008 %		
Common Mode Rejection Ratio	≥ 100 dB		
Gain Accuracy	Typical 1 % (between all channels)		
Time Accuracy	Typical 5 ppm (between all channels)		
Power Supply	+ 9 - 18 VDC @ 0.2 W / channel		
Dimensions	20.0 x 15.0 x 29.0 cm		
Weight	4.9 kg		

Environmental Specifications	
Operation Temperature	-30°C to + 70°C
Humidity Range	0 – 95 %
Case	Solid waterproof metal housing deployable in any surface environment

DMT GmbH & Co. KG
Exploration & Geosurvey

Am Technologiepark 1
45307 Essen, Germany

Phone +49 201-172-1970

Fax +49 201-172-1971

info.summit@dmf.de

www.summit-system.de

Member of TÜV NORD Group



Overall System Performance and Flexibility

Typical Shot Cycling Time

- 10 seconds @ 1 ms sampling rate
- 2 K trace length with 256 channels inclusive data storage; reduced by using multiple USB

Mobile System Control

- via easy to handle standard PC / Laptop

Cables

- Simple low cost two-conductor wire for Snap-on technology or alternatively configured four wire round cable

Connectors

- 55 pin plug input connector
- Snap-on connector or four-wired round cable
- USB 2.0

Allegato 1. 2: Specifiche tecniche Sismografo Summit

HORIZONTAL Geophones SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v.

Specifications		INPUT/OUTPUT, INC.		
	SM-6/U-B			
Frequency				
Natural frequency (f_n)	8 Hz	10 Hz	14 Hz	
Tolerance	±0.5 Hz	±5%	±5%	
Maximum tilt angle for specified f_n	20°	25°	25°	
Typical spurious frequency	150 Hz	170 Hz	190 Hz	
Distortion				
Distortion with 0.7 in/s p.p coil-to-case velocity	<0.2%	<0.2%	<0.2%	
Distortion measurement frequency	12 Hz	12 Hz	14 Hz	
Maximum tilt angle for distortion specification	15°	20°	20°	
Damping				
Open-circuit damping	0.315	0.25	0.18	
Damping calibration-shunt resistance	2,257 Ω	1,339 Ω	645 Ω	
Damping with shunt	0.6	0.6	0.6	
Tolerance with shunt	±5%	±5%	±5%	
Resistance				
Standard coil resistance	375 Ω	375 Ω	375 Ω	
Tolerance	±5%	±5%	±5%	
Sensitivity				
Open-circuit sensitivity	28.8 V/m/s	28.8 V/m/s	28.8 V/m/s	(0.73 V/in/s)
Tolerance	±5%	±5%	±5%	
$R_c B_c f_n$	6,000 Ω Hz	6,000 Ω Hz	6,000 Ω Hz	
Moving mass	11.1 g	11.1 g	11.1 g	(0.39 oz)
Maximum coil excursion p.p.	4 mm	4 mm	4 mm	(0.16 in)
Physical Characteristics				
Diameter	25.4 mm	25.4 mm	25.4 mm	(1 in)
Height	36 mm	36 mm	36 mm	(1.42 in)
Weight	81 g	81 g	81 g	(2.85 oz)
Operating temperature range	-40°C to +100°C	-40°C to +100°C	-40°C to +100°C	(-40°F to +212°F)
Limited Warranty Period*	2 years	2 years	2 years	
* Warranty excludes damage caused by high-voltage and physical damage to the element case.				
All parameters are specified at +20 °C in the vertical position unless otherwise stated.				

Allegato 1. 3: Specifiche tecniche geofoni orizzontali 10 Hz – SENSOR NEDERLAND

VERTICAL Geophones GEOSPACE GS-20DX 14 Hz**Specifications** (*All parameters are specified at a temperature of 22°C*)

- **FREQUENCY:**
- Natural Frequency (fn): 14Hz
- Tolerance: +/- 5%
- Max. tilt angle for specified fn: 10 degrees
- Typical spurious frequency: > 250Hz
- **DISTORTION:**
- Distortion: ≤ 0.22 +/- 10 %
- Distortion measurement frequency: 14Hz
- Max tilt angle for distortion specification: Vertical
- **COIL RESISTANCE:**
- Standard: 395ohm
- Tolerance: +/- 5%
- **SENSITIVITY:**
- Sensitivity: 0.28 V/m/s (0.698 V/in/s)
- Tolerance: +/- 7.5%
- Moving Mass: 11.2 g (0.395 oz)
- Maximum coil excursion p.p.: 1.52 mm (0.060 in)
- **PHYSICAL CHARACTERISTICS:**
- Diameter: 25.4 mm (1 in)
- Height: 33.0 mm (1.26 in)
- Weight: 86 g (3.03 oz)
- Operating temperature range: -45 Celcius to +100 Celcius

Allegato 1. 4: Specifiche tecniche geofoni verticali 14 Hz – GEOSPACE

VERTICAL Geophones RTC 4.5 Hz 395 – R.T. CLARK companies**Specifications** (*All parameters are specified at a temperature of 22°C*)

- **FREQUENCY:**
- Natural Frequency (fn): 4.5Hz
- Tolerance: +/- 0.5Hz
- Max. tilt angle for specified fn: 10 degrees
- Typical spurious frequency: > 160Hz
- **DISTORTION:**
- Distortion: <= 0.2%
- Distortion measurement frequency: 12Hz
- Max tilt angle for distortion specification: Vertical
- **COIL RESISTANCE:**
- Standard: 395ohm
- Tolerance: +/- 5%
- **SENSITIVITY:**
- Sensitivity: 22.0 V/m/s (0.698 V/in/s)
- Tolerance: +/- 7.5%
- Moving Mass: 11.2 g (0.395 oz)
- Maximum coil excursion p.p.: 1.52 mm (0.060 in)
- **PHYSICAL CHARACTERISTICS:**
- Diameter: 25.4 mm (1 in)
- Height: 33.0 mm (1.26 in)
- Weight: 86 g (3.03 oz)
- Operating temperature range: -45 Celcius to +100 Celcius

Allegato 1. 5: Specifiche tecniche geofoni verticali 4.5 Hz – RTC CLARK

TROMINO®

La nuova generazione di sistemi per sismica a stazione singola e analisi vibrazionali

Sembra mite, è dinamite!



TROMINO® è il primo strumento realmente 'tutto in uno' per la registrazione sismica a stazione singola passiva ed attiva e per il monitoraggio delle vibrazioni.

TROMINO® è dotato di*:

- 3 canali velocimetrici per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a $\pm 1.5 \text{ mm/s} \sim$)
- 3 canali velocimetrici per la registrazione di vibrazioni forti (fino a $\pm 5 \text{ cm/s} \sim$)
- 3 canali accelerometrici per monitoraggio di vibrazioni
- 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione)
- ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità
- modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie)

TROMINO® è la soluzione ideale negli ambiti

GEOLOGICO-TECNICO

- misura delle frequenze di risonanza dei suoli
- effetti di sito e microzonazione sismica (curve H/V, metodo di Nakamura)
- stratigrafia sismica passiva
- Vs30 da fit vincolato della curva H/V
- doppia risonanza suolo-struttura
- array sismici attivi o passivi tramite sincronizzazione di più unità via radio o GPS
- sismica a rifrazione a piccola-media scala per onde P e S, MASW, FTAN (**TROMINO®** + trigger)

INGEGNERISTICO

- misura dei modi di vibrazione delle strutture
- monitoraggio delle vibrazioni
- acquisizione sincronizzata da più unità via radio o GPS
- trasmissione di allarmi (superamento soglie)

Tromino Manager è il software per la gestione remota (via web) e via cavo di **TROMINO®**. **Tromino Manager** permette il salvataggio e la visualizzazione continua dei dati acquisiti in remoto, la segnalazione di allarmi (per superamenti di soglie) in diretta e via e-mail. **Tromino Manager** può segnalare allarmi anche relativi a reti di **TROMINO®** comunicanti via radio con un **TROMINO®** master.

TROMINO® opera nell'intervallo di frequenze 0.1 - 1024 Hz su tutti canali (fino a 32 kHz su 2 canali*) con conversione A/D > 24 bit equivalenti a 128 Hz.

Il tutto in un unico strumento **realmente portatile**:

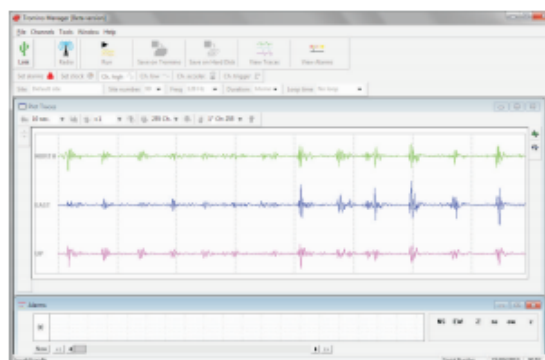
- nessun cavo esterno
- dimensioni minime (10 x 14 x 8 cm)
- peso minimo (~1 kg)

a **bassissimo consumo** (75 mW*):

- 2 batterie AA (1.5 V) garantiscono fino a oltre 100 h di registrazione in continua
- può essere alimentato da rete elettrica per monitoraggi prolungati

*specifiche variabili a seconda dei modelli

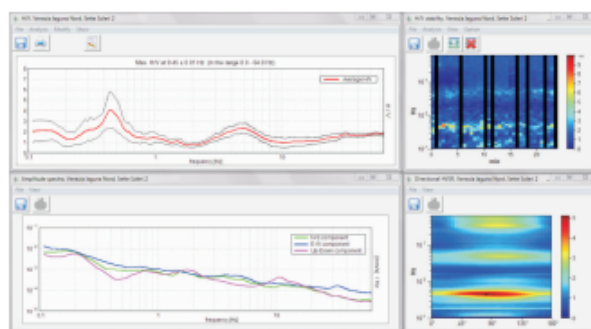
TROMINO® è un brevetto internazionale



Grilla è il software creato per archiviare, gestire, visualizzare ed analizzare le registrazioni di **TROMINO®**. **Grilla** è interattivo, di uso intuitivo e per ogni tipo di analisi produce un referto automatico.

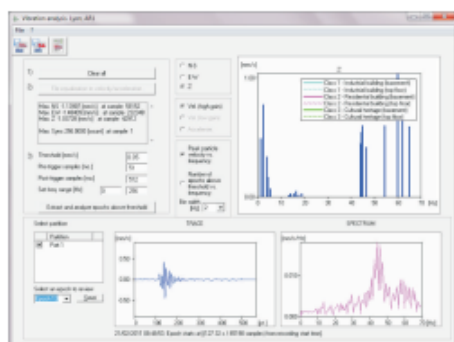
I diversi moduli di **Grilla** permettono di effettuare:

ANALISI H/V ESTESA. Analisi spettrale completa delle tracce, calcolo delle curve H/V per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo, procedure di pulizia dei tracciati nel dominio del tempo e della frequenza, test sulla significatività dei picchi secondo le linee guida europee, metodo del sito di riferimento, determinazione delle frequenze dei modi di vibrare delle strutture con rimozione dell'effetto di sottosuolo, analisi direzionale, confronto tra analisi e registrazioni diverse, numerosi altri strumenti matematici di analisi. Referto automatico con tabelle e illustrazioni.



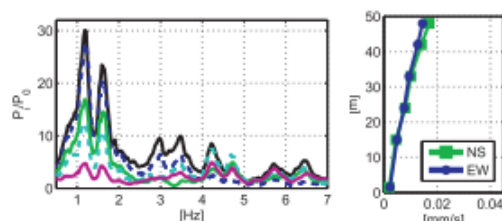
Modulo per analisi spettrale e H/V

ANALISI DI VIBRAZIONI. Modulo per l'estrazione di finestre temporali con segnale al di sopra di soglie date e per la loro analisi spettrale secondo le norme europee in materia di vibrazioni su strutture. Referto automatico con tabelle e illustrazioni.



Modulo per analisi di vibrazioni secondo le norme europee

ANALISI MODALE DELLE STRUTTURE. Modulo per il calcolo delle frequenze e delle forme dei modi di vibrazione delle strutture.

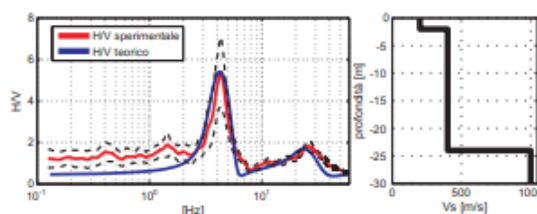


ID	Trace	Descr.	Cap.	Stat.	Ext.	Length	In [Hz] [BPS]
27	Forazione Cerna 18-0004	PROCT	36/05/11	11:38:41	11:38:42	28'0"	128
28	Forazione Cerna A	FORA Cerna A	36/05/11	12:51:46	12:52:54	8'19"	592
29	Forazione Cerna A	FORA Cerna A	36/05/11	12:48:13	12:50:36	1'58"	592
30	Forazione Cerna A	FORA Cerna A	36/05/11	11:45:07	12:05:46	19'30"	128
31	Loon	SWI area 2 solo Test	36/05/11	11:05:36	11:38:54	1'16"	592
32	Loon	SWI area 2 solo Test	36/05/11	11:05:36	11:38:54	1'16"	592
33	Loon	SWI area 2 solo Test	36/05/11	11:05:36	11:38:54	1'16"	592
34	Loon	AR1	10/08/09	10:46:46	10:54:25	7'30"	592
35	Loon	AR2	10/08/09	10:46:46	10:54:25	7'30"	592
36	Loon	AR3	10/08/09	10:46:46	10:54:25	7'30"	592

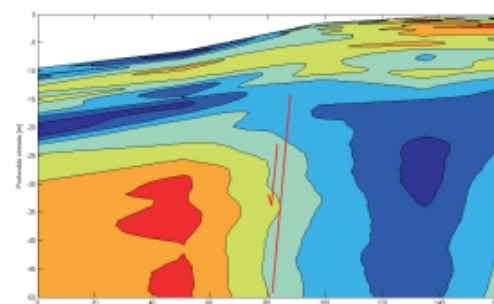
Database per la gestione integrata delle tracce di **TROMINO®** e **SoilSpy Rosina**

FIT VINCOLATO DI CURVE H/V PER PRODURRE PROFILI DI Vs E STIMA DEL Vs30. Strumento di modellazione di curve H/V teoriche basato su onde di superficie (Rayleigh e Love) a partire da modelli di sottosuolo inseriti dall'utente o in modo semiautomatico.

FIT CONGIUNTO DI CURVE H/V E CURVE DI DISPERSIONE. Modulo per il fit congiunto di curve H/V e spettri di velocità di fase delle onde di superficie (curve di dispersione) provenienti da indagini in array attivo (MASW ecc.) e passive (ReMi™, ESAC, SPAC ecc.). Consulta la brochure di Micromed **SoilSpy Rosina**.



Modulo per ricostruzione di un profilo di Vs a partire da fit vincolato della curva H/V



Esempio di stratigrafia sismica passiva

E per chi non ha ancora **TROMINO®**? **Grilla Paws** è la versione ridotta di **Grilla** per raccogliere in un database, gestire e analizzare registrazioni a stazione singola e multicanale acquisite con strumenti diversi di **TROMINO®** e **SoilSpy Rosina**.

micromed s.p.a.

Via Giotto, 2 - 31021
Mogliano Veneto (TV) - ITALY
Tel. +39 041 5937000
Fax. +39 041 5937011
e-mail: info@tromino.it
web: www.tromino.eu
www.micromed.eu



Distribuito da:

TRO.IT-4.00

www.tromino.eu

micromed

Allegato 1. 7: Tromino Microtremori

Rayfract® Seismic Refraction/Borehole Tomography software**Intelligent Resources Inc.****Subsurface velocity structure imaging for geotechnical engineering and exploration**

Rayfract® software allows reliable imaging of subsurface velocity with modelling of propagation of seismic first break energy. Import the seismic data and define the 2D profile geometry. Pick or import first breaks. Run our Smooth inversion method to objectively image velocity structure, even with extreme topography and strong lateral velocity variation. No assignment of traces to refractors required.

The initial 1D-gradient model is determined automatically from the travel time data, with our DeltatV (improved Wiechert-Herglotz) method. This method gives a good initial fit between modeled and picked times, even with velocity inversions.

The initial model is refined with WET Wavepath Eikonal Traveltime tomographic inversion, aka Fresnel Volume Tomography. While conventional ray tracing is limited to modeling just one ray per first break, WET models multiple signal propagation paths contributing to one first break. Our Eikonal solver used for traveltime field computation explicitly models diffraction besides refraction and transmission of seismic waves.

Rayfract® supports any surface-based 2D recording geometry, including roll-along seismic reflection lines. Add uphole refraction shots to constrain the WET tomography solution. Allows crosshole and multi-offset VSP survey interpretation.

Use our conventional Wavefront and Plus-Minus methods to obtain alternative interpretations, in case of true layering of the subsurface geology. Assign traces to refractors interactively or automatically.

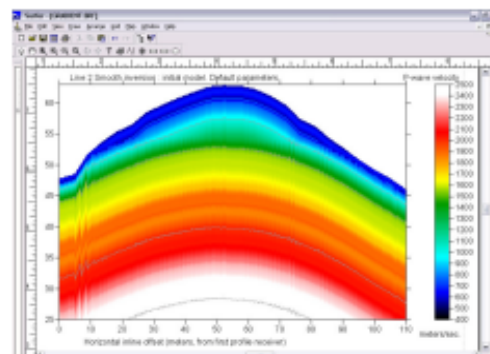
Specifications

- Requires Golden Software Surfer® 8, 9 or 10 for automatic plotting and interactive editing of tomography output
- Runs under Microsoft Windows® 2000, XP, Vista and Windows® 7 both 32 and 64-bit
- Max. 360 traces per shot, 500 shots per profile
- Define your own irregular receiver spread types
- Geometrics, ABEM, BISON, DMT SUMMIT, OYO, SEISMIC SOURCE COMPANY, SEISTRONIX SEG-2 data import
- Import ASCII, Interpex GREMIX, OYO SEISREFA, Rimrock PIK, EarthFX VIEWSEIS, W_GeoSoft WINSISM, OPTIM LLC SEISOPT, Geometrics SEISIMAGER, Tweeton GeoTomCG files with first break times and geometry
- Use overlapping receiver spreads to simulate one long spread. Use offset shots for depth penetration
- Build own model with Surfer®. Synthesize traveltime data by forward modeling propagation with Rayfract®
- Interpret P-wave and S-wave data for same line, and map dynamic Poisson's ratio with Surfer® Grid Math
- Interpret downhole VSP and crosshole surveys
- Min. / max. sample rate of 1 microsecond / 1 second
- Max. 20,000 samples per trace
- Handle Surfer® grid files with up to 640,000 nodes, up to 1,280,000 nodes with Pro Annual Subscription license
- Flexible trace display and frequency filtering
- Automatic & interactive first break picking
- Automatic, interactive assignment of traces to refractors
- Import/export picks & geometry from/to ASCII files
- Uses multiple CPU cores, for fast back-projection of residuals along Fresnel volumes, with SIRT algorithm
- Pro Annual Subscription license for long lines recorded with marine/land streamer. Uses all installed RAM, up to 64 GB.

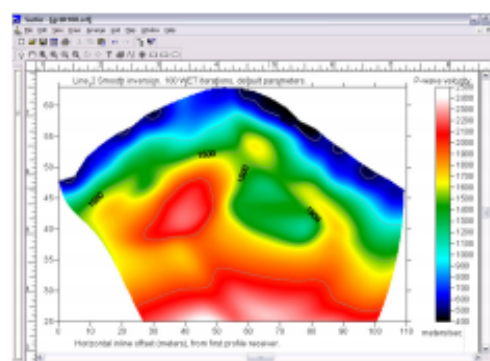
Copyright © 1996–2012 Intelligent Resources Inc. All rights reserved. Contact us at

Intelligent Resources Inc.
142 - 757 West Hastings Street
Vancouver B.C. V6C 1A1, Canada

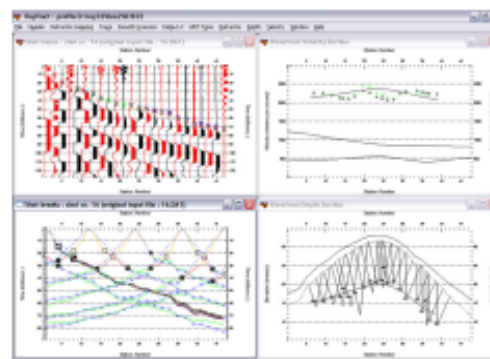
Phone 1 604 782-9845 Fax 1 604 408-8678
E-mail sales@rayfract.com Web http://rayfract.com



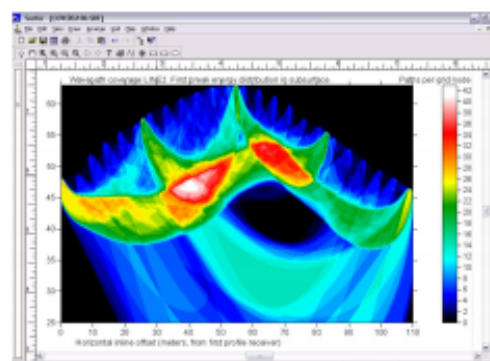
1D-gradient initial model : horizontally averaged DeltatV



Final WET inversion output, after 100 WET iterations



Conventional Wavefront interpretation. Note diving waves.



WET subsurface coverage with first break energy

Allegato 1. 8: Software Rayfract ver. 3.24 per tomografia sismica



SWAN (Surface waves analysis)

**Potente software per l'elaborazione di dati sismici – perfetto anche per la valutazione della V_{s30}**

SWAN è il software per analisi ed interpretazione di dati di natura sismica.

☒ **MASW e SASW** (Multi-Channel Analysis of Surface Waves - Spectral Analysis of Surface Waves)☒ **REM** (Refraction Microtremors)

La metodologia **MASW e SASW** permette una dettagliata ricostruzione della distribuzione delle velocità di propagazione delle onde superficiali (S e P) nei primi metri del sottosuolo; mentre, la tecnica **REM**, permette, a scapito di una minore accuratezza nei primi metri, di raggiungere profondità maggiori. Entrambe le metodologie di indagine sono molto convenienti sia sul lato economico sia sul tempo richiesto per effettuare le misure e le analisi.

SWAN si presta a diversi livelli di utilizzo, senza per questo compromettere la qualità dei risultati ottenuti. E' un potente strumento sia per chi si interessa ad approfondire le conoscenze in materia sismica, sfruttando l'utilità dei vari strumenti messi a disposizione; sia per il professionista che si vuole limitare ad una semplice e veloce interpretazione dei dati di campagna raccolti.

Principali caratteristiche del software sono:

☒ Analisi di sezioni bidimensionali del terreno su dati raccolti mediante acquisizioni multiple, ottenute tramite la traslazione dell'array dei ricevitori.

☒ Interfaccia grafica studiata per rendere semplice l'uso degli strumenti disponibili, come:

☒ L'impostazione dei parametri che definiscono il modello sintetico per l'inversione del modello del terreno in modalità interattiva.

☒ Picking dello spettro per l'estrazione delle curve di dispersione.

☒ Editing della curva di dispersione sperimentale.

☒ Algoritmi di calcolo completi, veloci ed efficienti:

☒ Calcolo spettro FK, PV, FX.

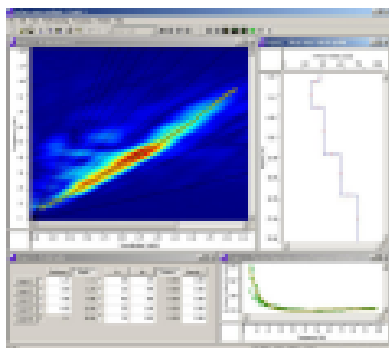
☒ Multiple finestre di windowing (boxcar, hamming, hanning, blackman,...).

☒ Parametrizzazione del modello sintetico del terreno fino a 30 strati.

☒ Controllo dei principali parametri dell'inversione (numero massimo delle iterazioni, tolleranza sui parametri, quantificazione del disturbo).

☒ Esportazione delle immagini nei più comuni formati grafici.

☒ Editing della curva di dispersione sperimentale.

**L'elaborazione dei dati di campagna si compone delle seguenti fasi:**

☒ Pre-processing, per:

☒ Pulizia da fenomeni di disturbo sul segnale utile, dovuto a sorgenti ambientali non controllabili.

☒ Assemblaggio di array virtuali, per ovviare alla limitazione del numero di geofoni disponibili in campagna.

☒ Analisi spettrale, mediante FFT, del sismogramma ottenuto, condotta mediante l'utilizzo di vari parametri matematici, che consentono di adattarsi alle esigenze dell'utente.

☒ Estrazione (manuale od automatica) della curva di dispersione sperimentale, e sua visualizzazione nel dominio della frequenza o della lunghezza d'onda.

☒ Generazione di una curva di dispersione, basata su modello sintetico del terreno, mediante la caratterizzazione, per ciascuno strato, dello spessore dello strato stesso, della velocità delle onde S, della velocità delle onde P, della densità del terreno.

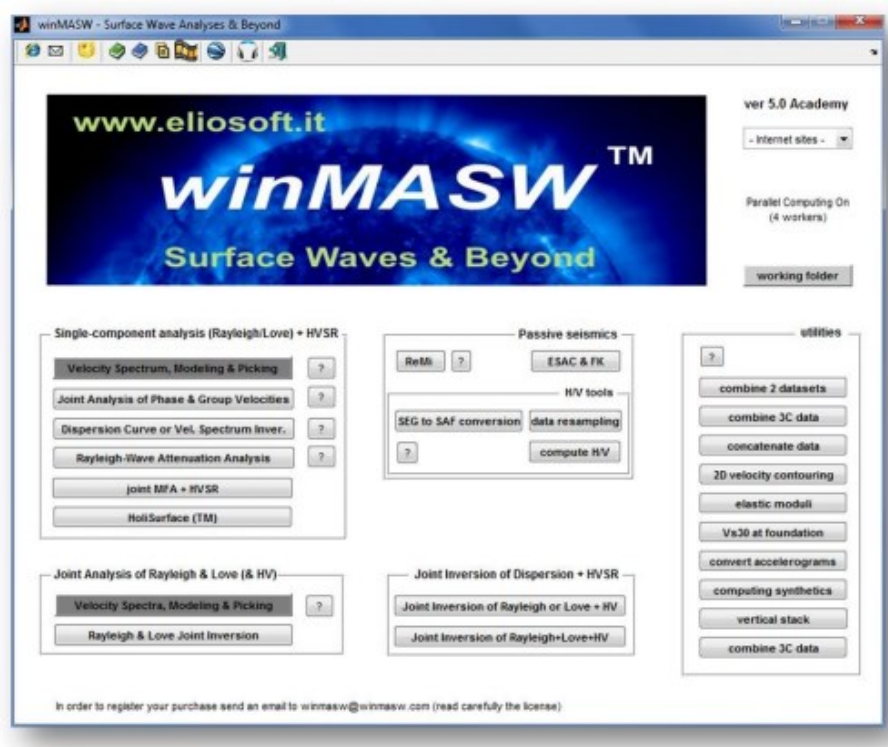
☒ Inversione del modello sintetico in modalità interattiva o automatica

(inversione basata sulle velocità delle onde S o sugli spessori degli strati).

☒ A seguito della interpretazione eseguita viene fornito anche il valore della V_{s30} del sito, consentendone la classificazione secondo le normative tecniche, attualmente in corso, in materia di progettazione antisismica.**Allegato 1. 9: Software Swan per tecnica MASW e REMI**



Software per la determinazione di spettri di velocità di fase (MASW, ReMi, ESAC e FK) e gruppo (MFA), la modellazione e l'inversione (anche multimodale) delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh e Love (anche congiuntamente), l'analisi delle curve di attenuazione delle onde di Rayleigh per la stima dei fattori di qualità Q, la stima del periodo proprio di sito da equazione della risonanza e determinazione e modellazione del rapporto spettrale H/V.



Il software *winMASW* consente di analizzare dati sismici per ricavare il profilo verticale della V_s (velocità delle onde di taglio) secondo i seguenti metodi:

- Analisi *MASW* (onde di Rayleigh & Love, anche congiuntamente)
- Analisi *ReMi*
- Analisi *ESAC* e *FK*
- *HVSR* (*Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio*) (si raccomanda la loro analisi congiuntamente ad analisi di dispersione)
- Modellazione 1D tempi onde rifratte
- Interfaccia grafica per la suite del Prof. Herrmann per la generazione di sismogrammi sintetici e conseguentemente: inversione degli spettri di velocità *full waveform* senza necessità di *picking* o interpretazione dei modi
- Analisi attenuazione onde di Rayleigh per stima fattori di qualità Q_s
- Interfaccia grafica per la generazione di sismogrammi sintetici (open-source codes del Prof. Herrmann)

Allegato 1. 10: Software WinMASW Academy 6.0 per tecnica MASW-REMI-ESAC e fattore di qualità



ITA / ENG

micromed
GEOPHYSICS

Home Azienda Contatti

Prodotti Training Eventi Applicazioni News Support

I nostri Prodotti

- Sismica e vibrazioni
- Geoelettrica
- Software
 - > Grilla
 - Tromino® Manager

GRILLA

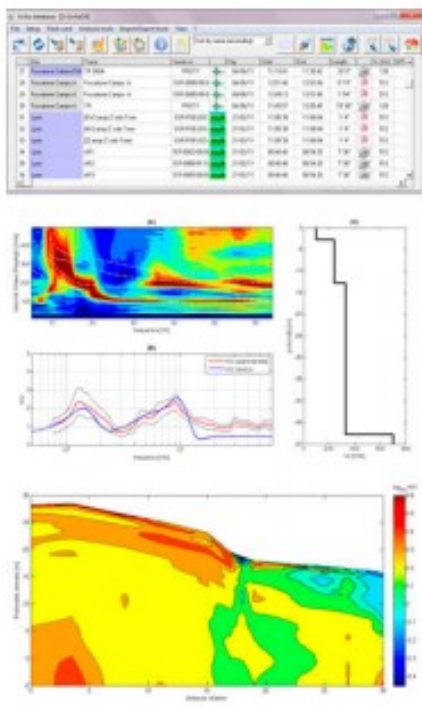
Grilla è il software per lo scaricamento dei dati di TROMINO® e SolSpy Rosina, per la loro archiviazione in un database e la loro analisi.

Grilla è articolato in moduli che consentono di effettuare:

- Analisi spettrali (nel tempo, nello spazio, direzionalità)
- Analisi H/V secondo linee guida internazionali e nazionali
- Fit vincolato della curva H/V per ottenere profili di Vs e classificazione sismica di sito
- Analisi multicanale di onde di superficie, sia Rayleigh che Love (SASW, MASW, ReMITM, ESAC, SPAC, altre correlazioni speciali)
- Fit delle curve di dispersione delle onde di superficie per profili di Vs e classificazione sismica di sito
- Fit congiunto delle curve H/V e di dispersione delle onde di superficie
- Analisi vibrazionali secondo UNI 9916, DIN 4150
- Piccola analisi modale delle strutture (frequenze dei modi di vibrare, deformate)

Grilla viene aggiornato costantemente seguendo lo stato dell'arte pubblicato sulle più accreditate riviste geofisiche peer-reviewed internazionali.

Grilla produce report automatici completi di immagini per le diverse analisi e permette l'importazione nel database e l'analisi anche di registrazioni di strumenti non proprietari.



Micromed S.p.A.
via Giotto, 2 - 31021 | Mogliano Veneto (TV) - ITALY
info@tromino.it | Partita IVA 03906850262
Site Vers. 3.2 | 01/07/2011





© 2011 Micromed S.p.A. | credits
home | azienda | contatti
prodotti | news | download

Allegato 1. 11: Software grilla per analisi microtremori

**ALLEGATO TECNICO 2 – RISULTATI OTTENUTI DALLE STESE
SISMICHE A RIFRAZIONE, PROVE MASW, ESAC**

- I. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 32_SR ONDE P – SISMOGRAMMI -
TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

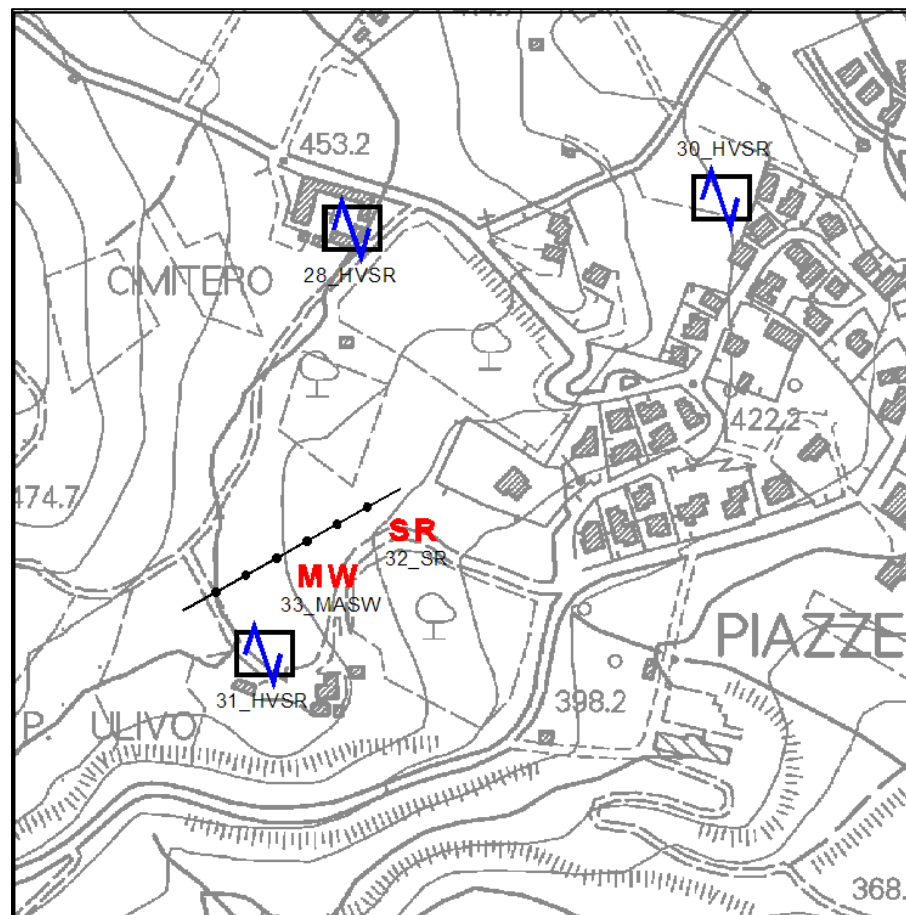


Fig. I-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

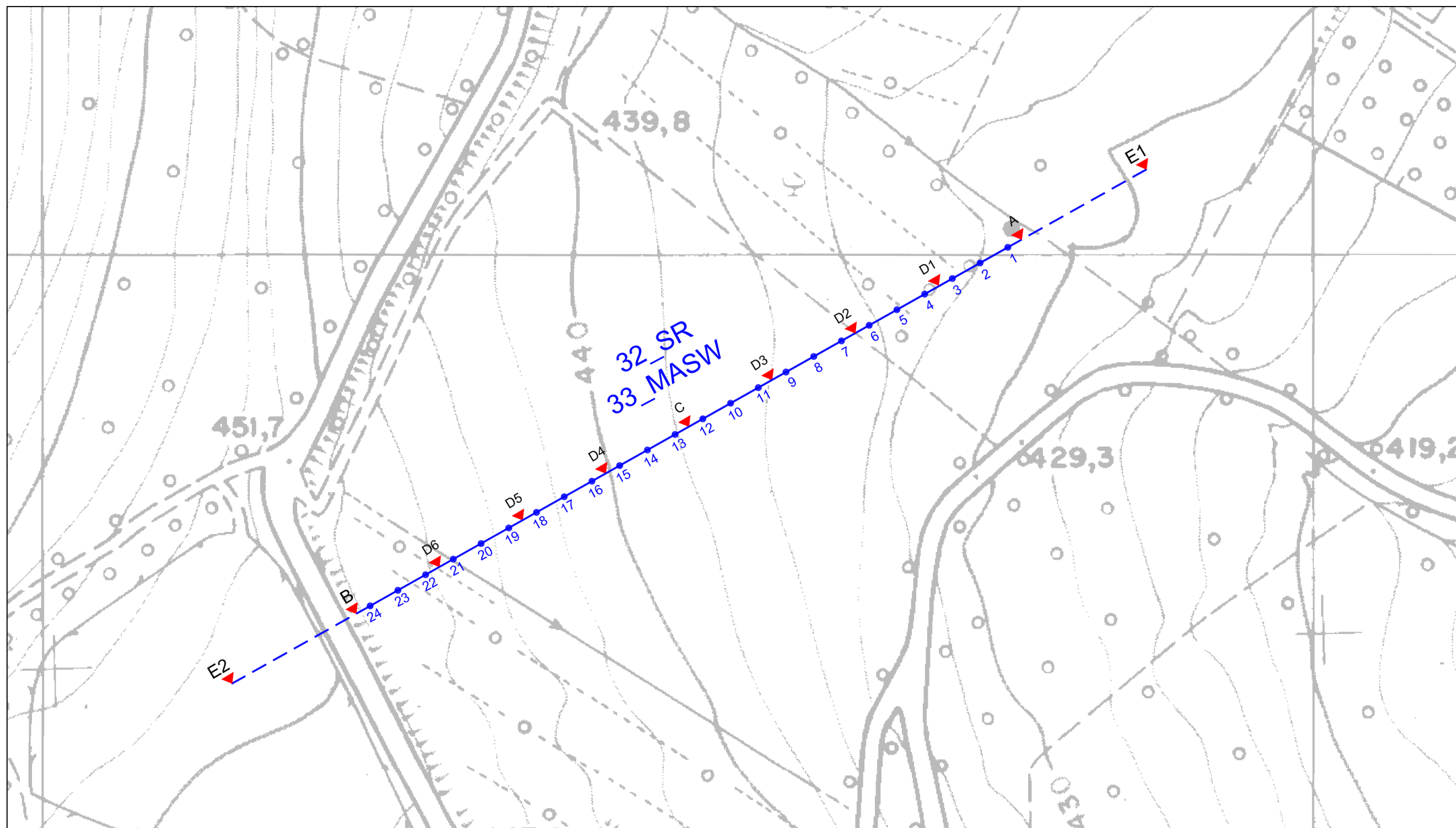
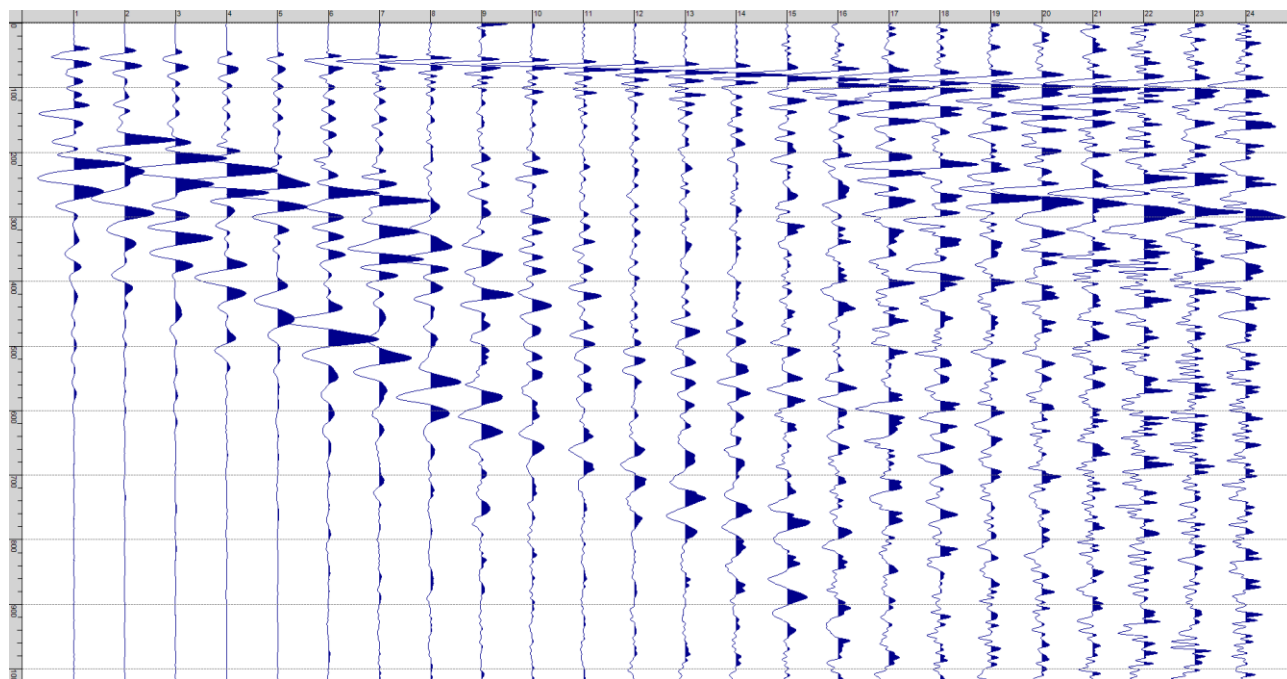
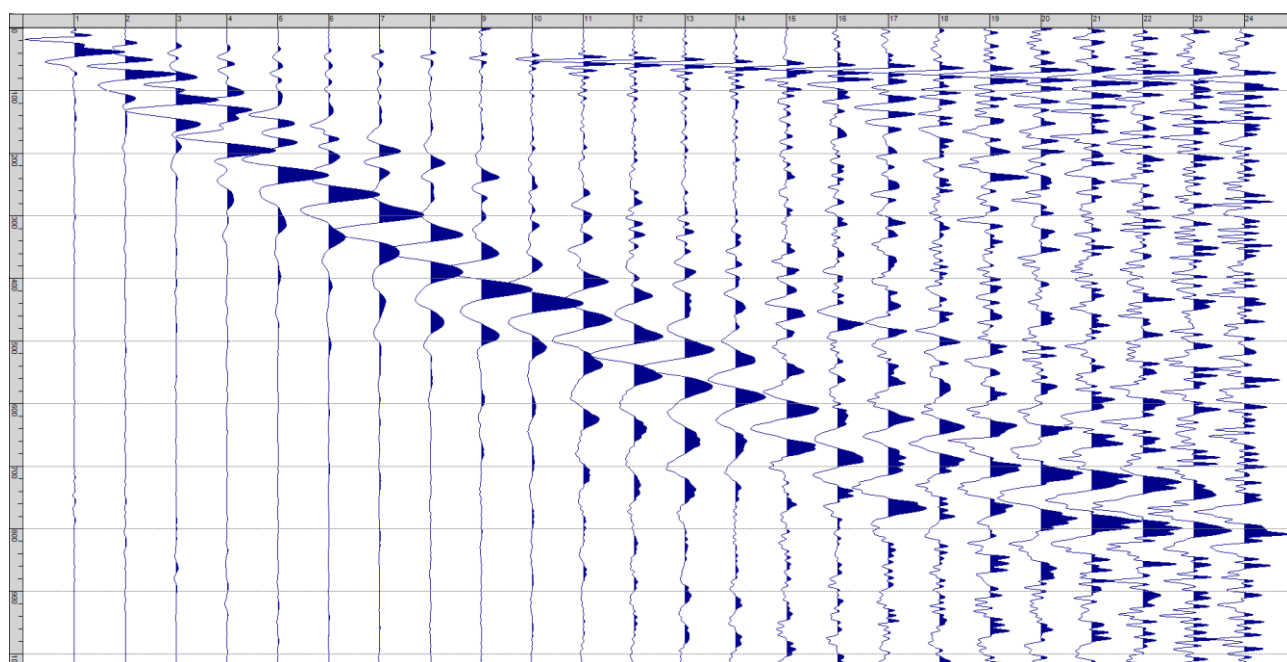


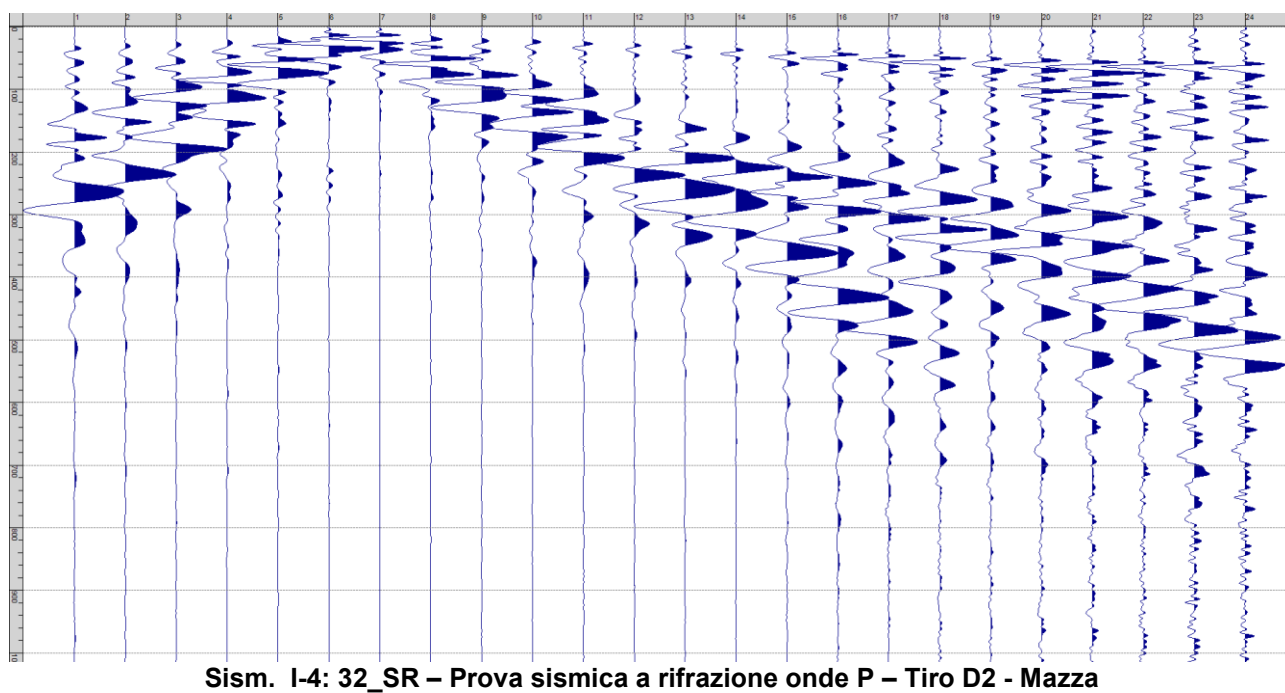
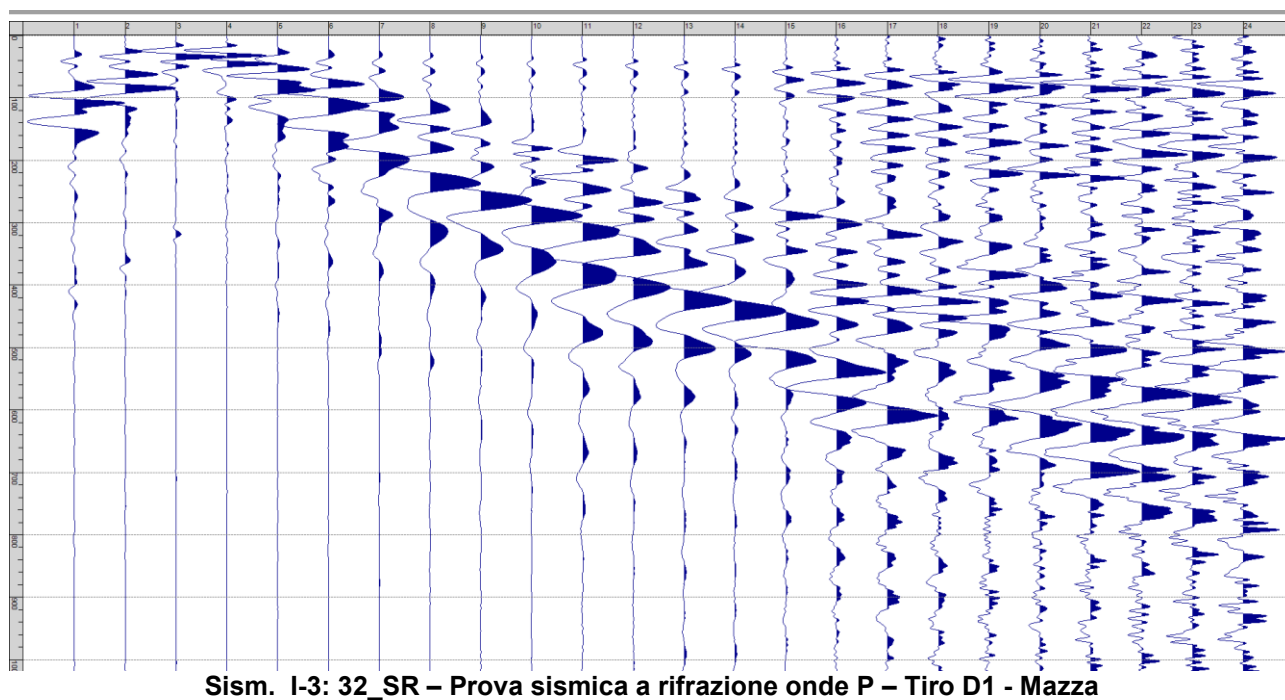
Fig. I-2: Inquadramento scala 1:500

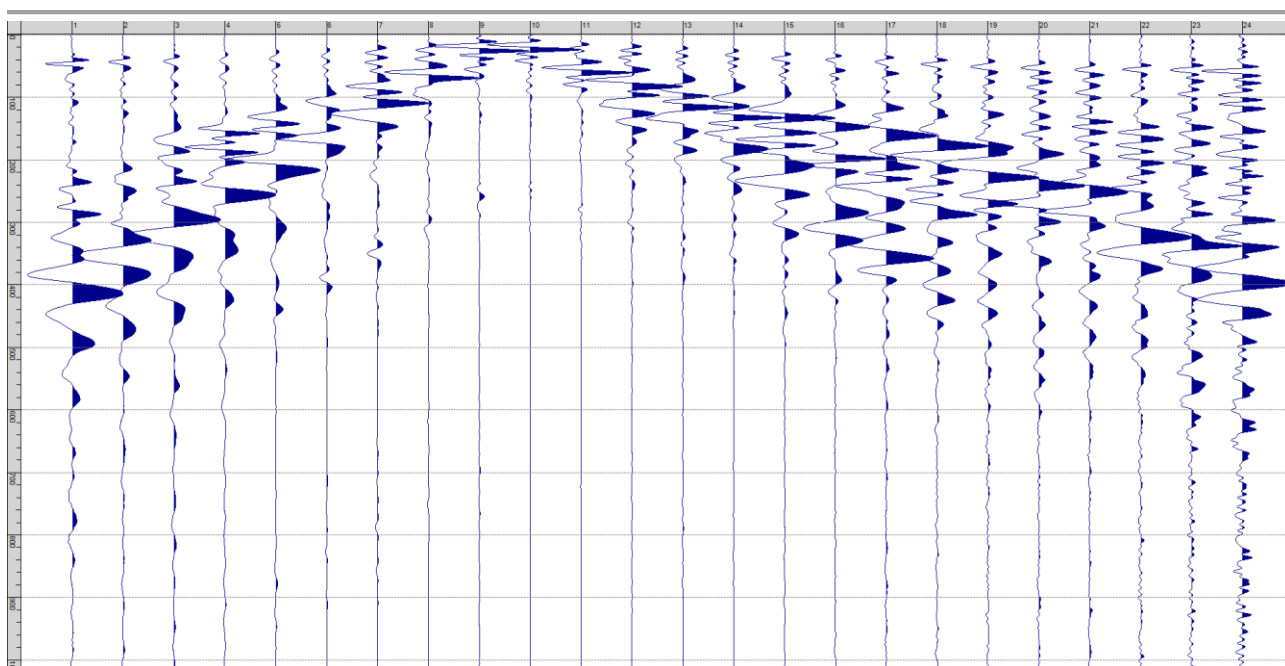


Sism. I-1: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza

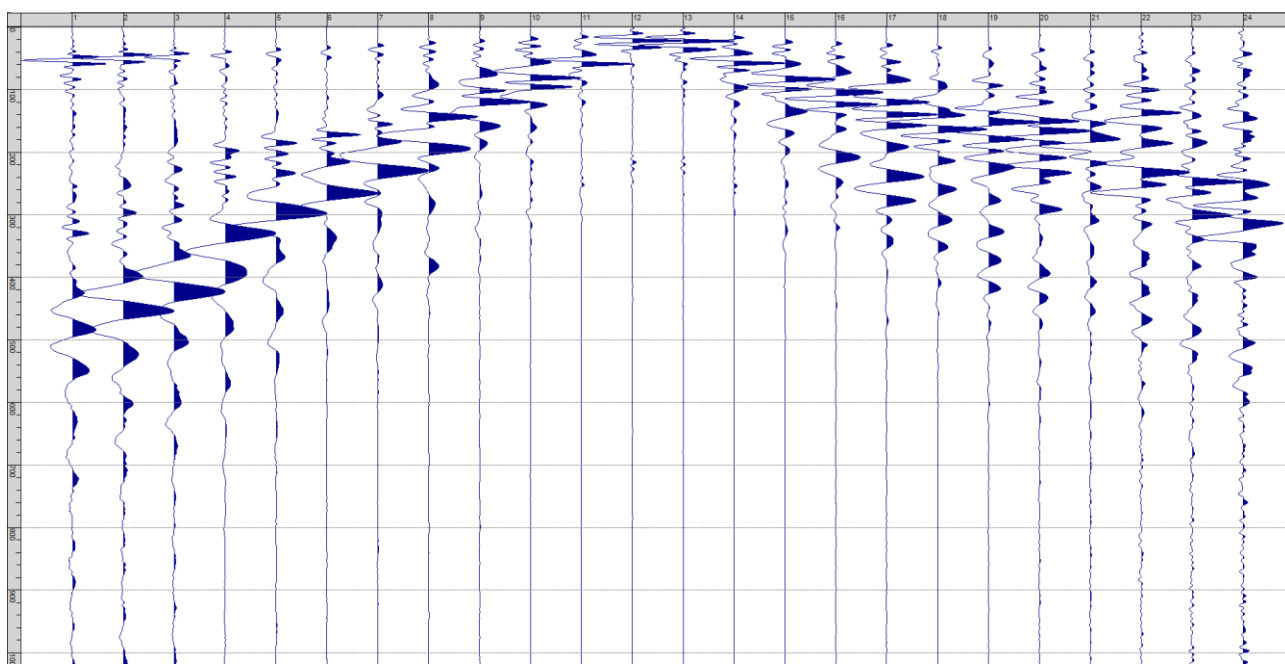


Sism. I-2: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A - Mazza

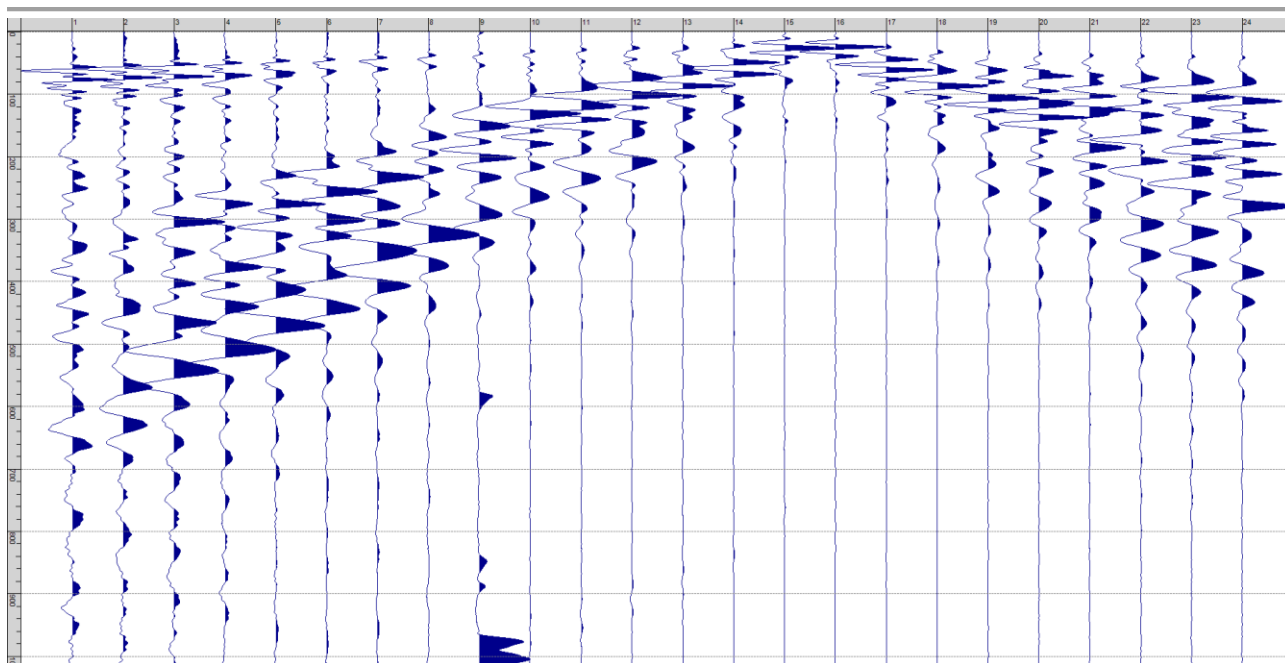




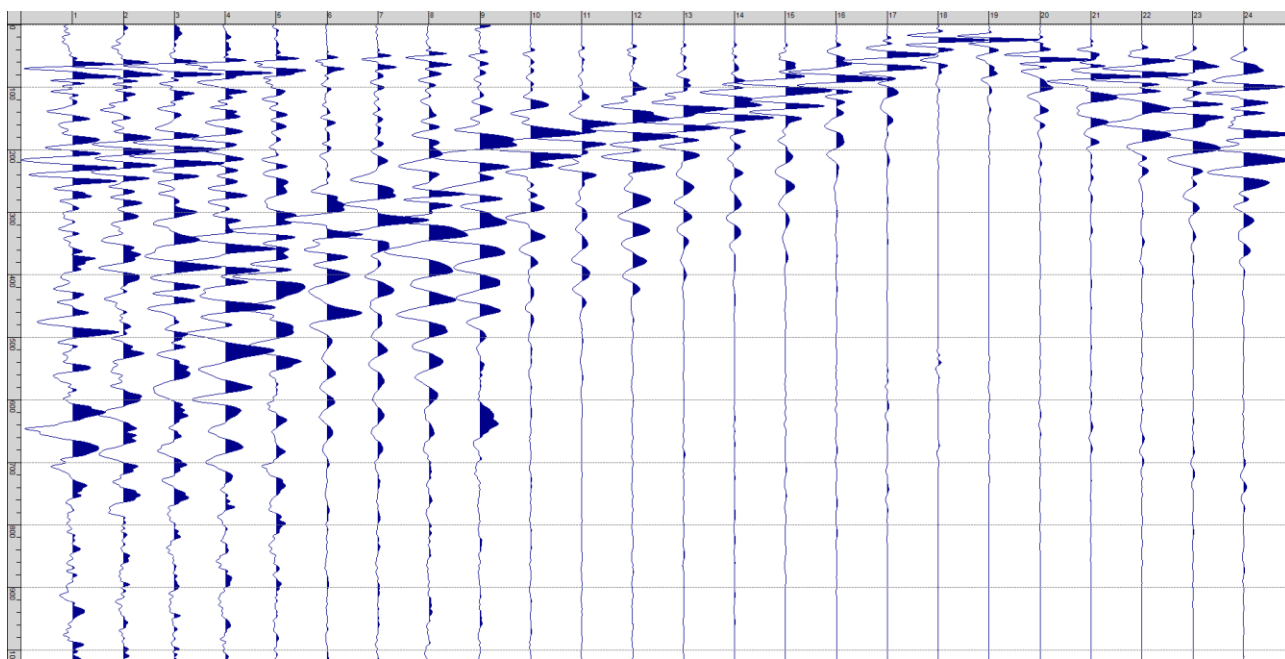
Sism. I-5: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



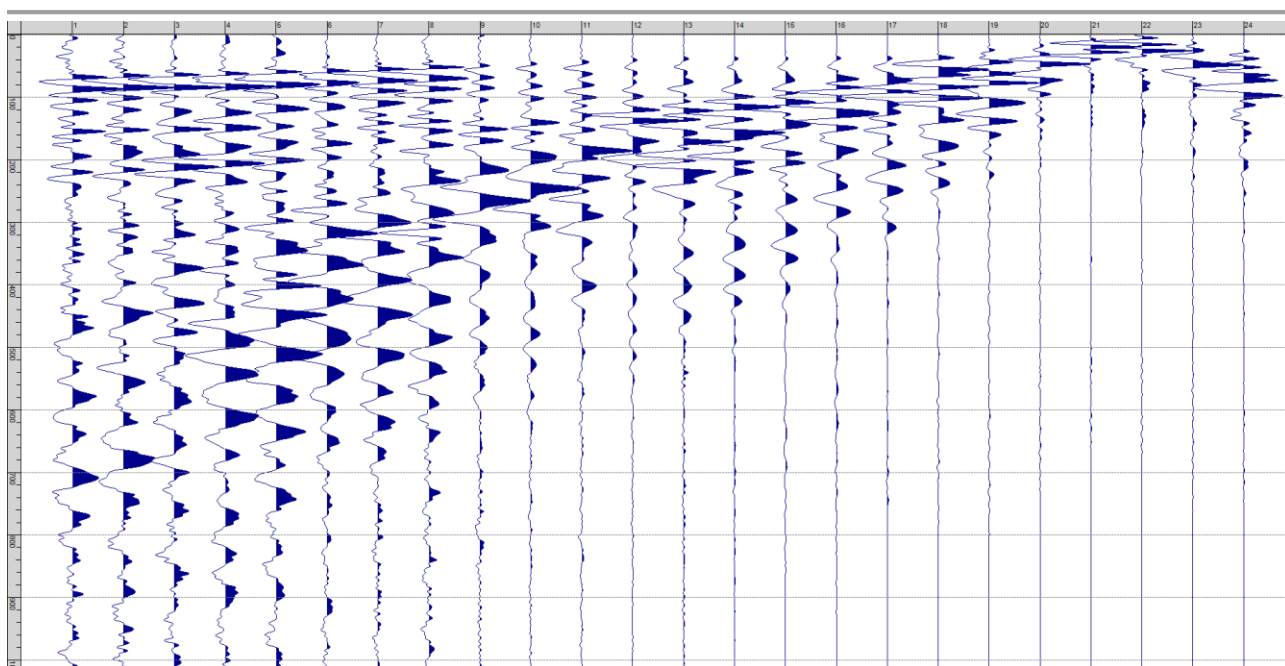
Sism. I-6: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



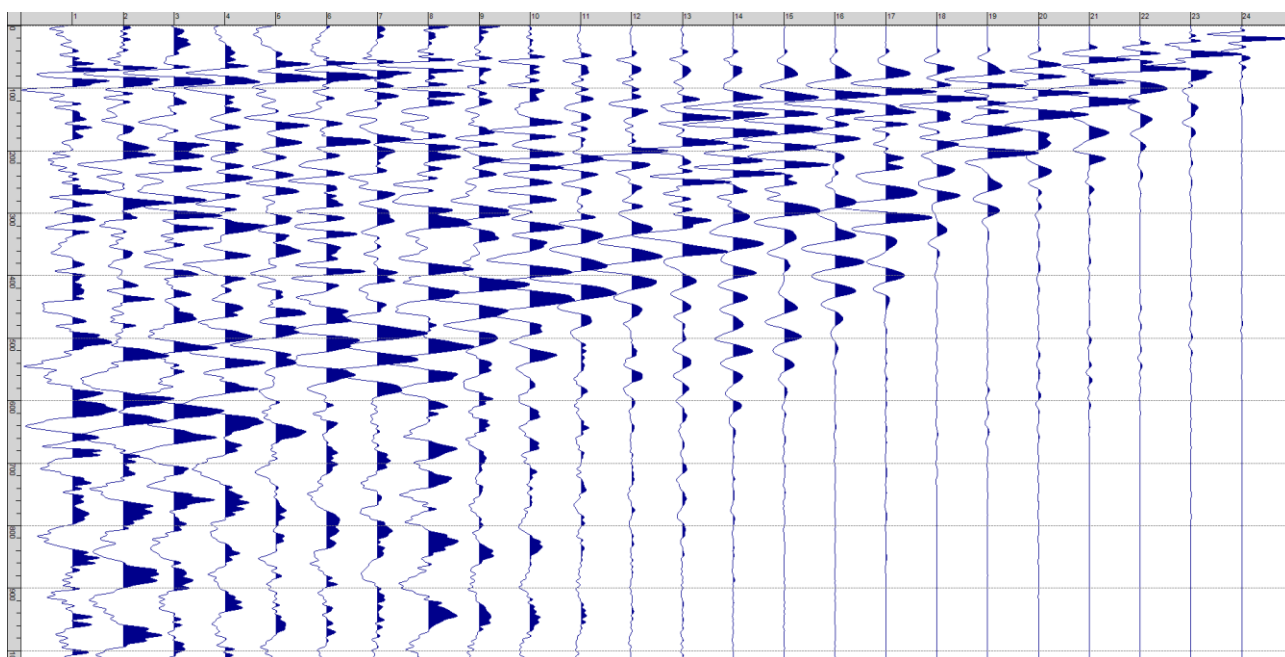
Sism. I-7: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 - Mazza



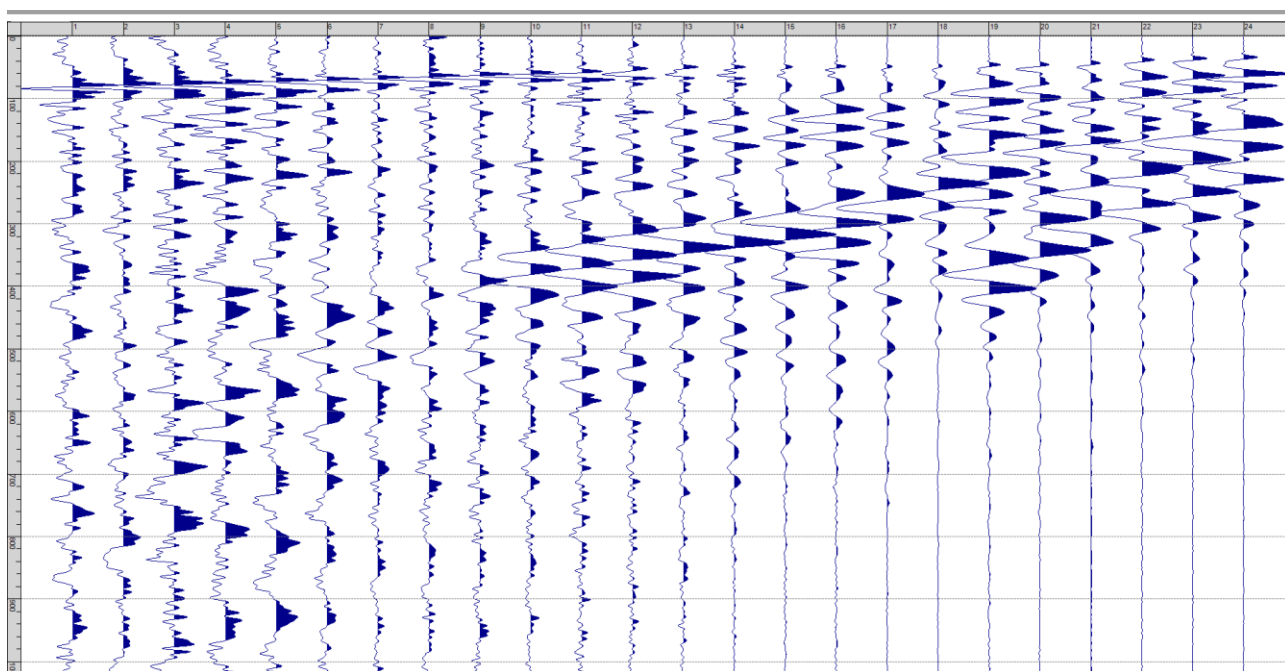
Sism. I-8: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. I-9: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 - Mazza



Sism. I-10: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B - Mazza



Sism. I-11: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. I-1: Stesa sismica 32_SR ONDE P - Schema dettagliato

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]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
DISTANZA PARZIALI [m]	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
QUOTA [m]	431.5	432.0	432.5	433.0	433.5	434.0	434.5	435.0	435.5	436.0	436.7	437.3	438.0	438.7	439.3	440.0	441.0	442.0	443.0	444.0	445.0	446.0	446.3	446.5

Tab. I-2: Stesa sismica 32_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)

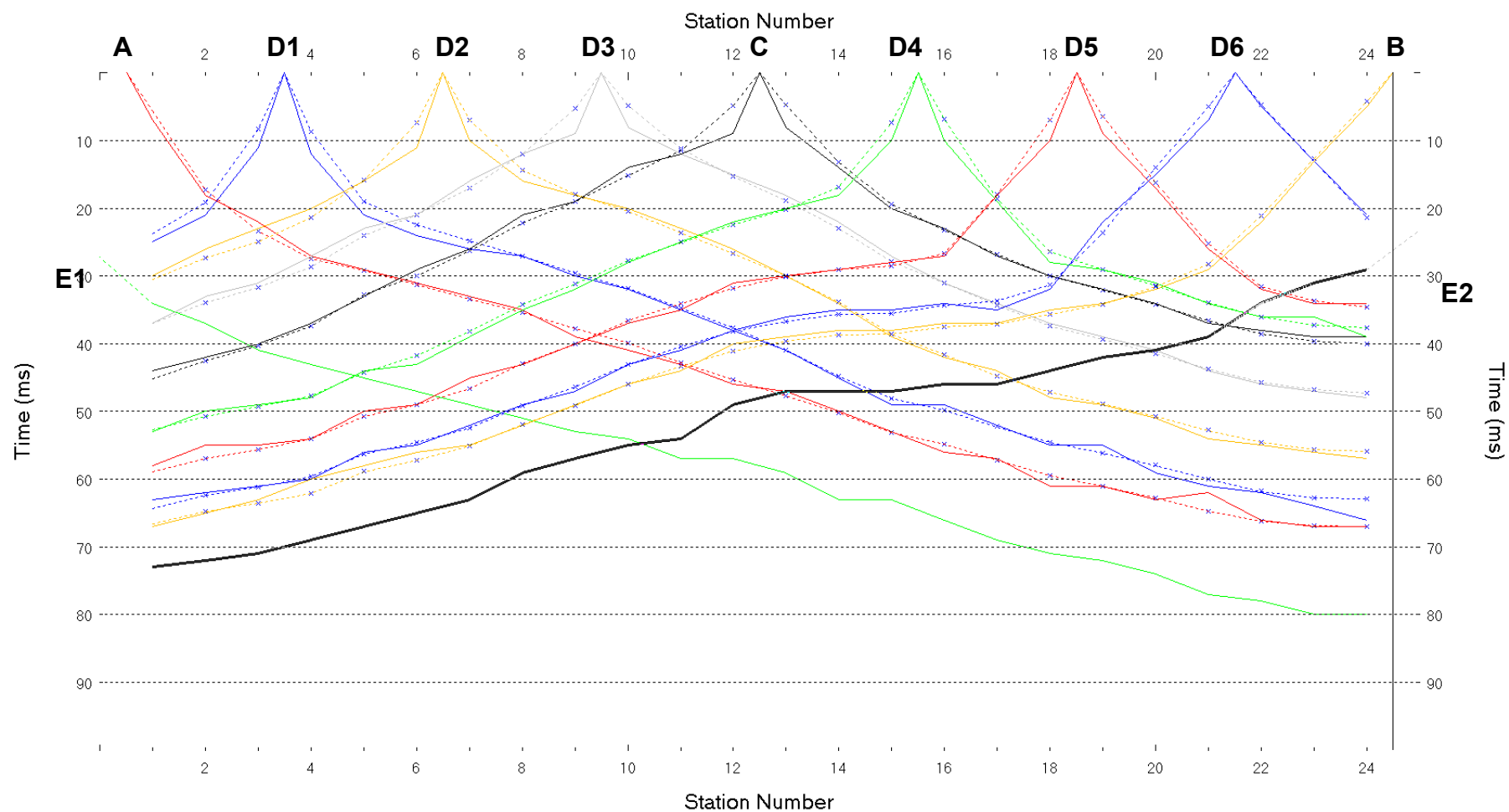
	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-25.00	-2.49	12.49	27.49	42.49	57.48	72.48	87.45	102.45	117.46	140.00
QUOTA [m]	430.0	431.3	432.7	434.2	435.7	437.7	439.7	442.5	445.5	447.0	452.0

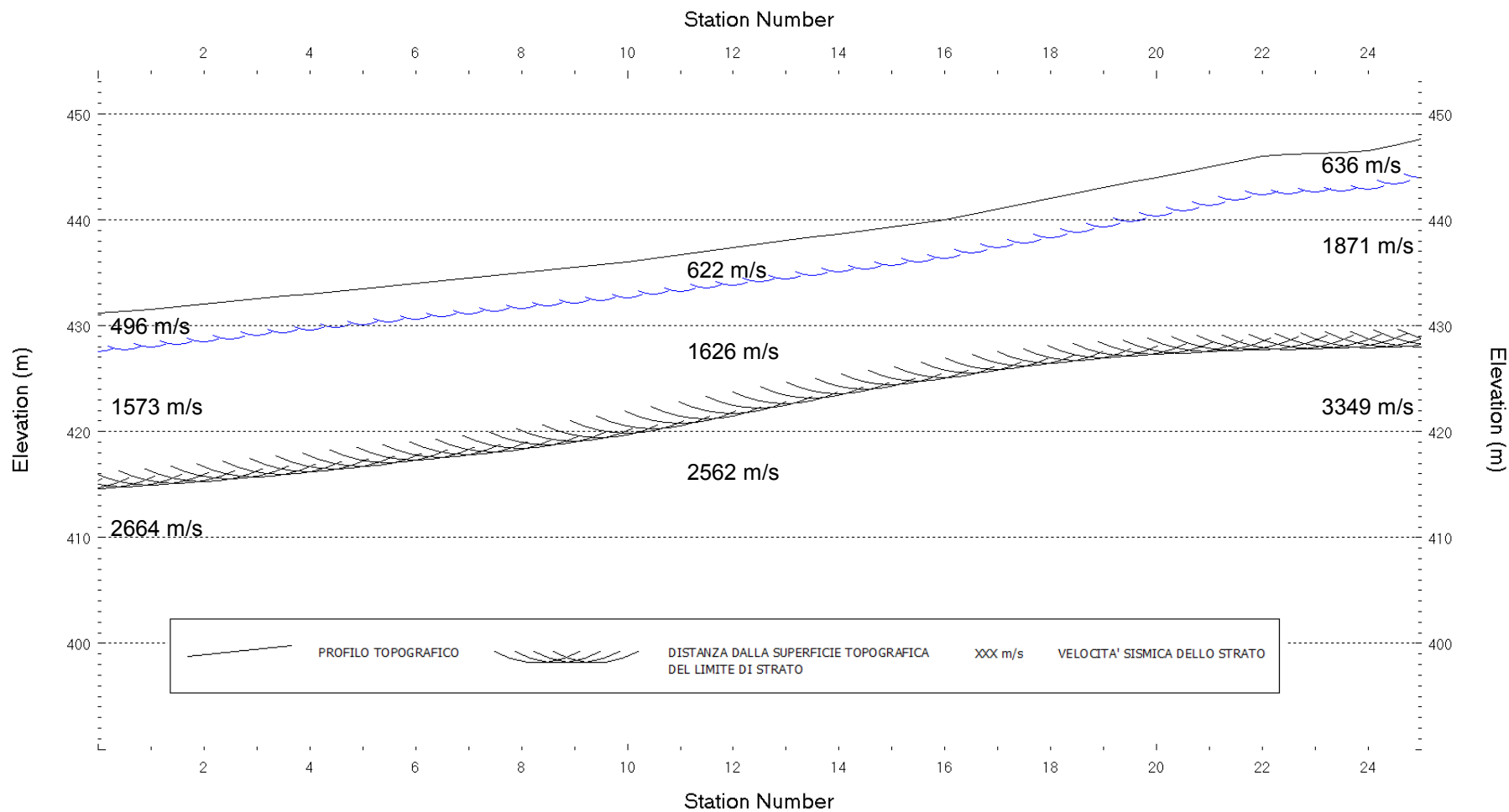
Tab. I-3: Stesa sismica 32_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	34	7	25	30	37	44	53	58	63	67	73
2	5	37	18	21	26	33	42	50	55	62	65	72
3	10	41	22	11	23	31	40	49	55	61	63	71
4	15	43	27	12	20	27	37	48	54	60	60	69
5	20	45	29	21	16	23	33	44	50	56	58	67
6	25	47	31	24	11	21	29	43	49	55	56	65
7	30	49	33	26	10	16	26	39	45	52	55	63
8	35	51	35	27	16	12	21	35	43	49	52	59
9	40	53	39	30	18	9	19	32	40	47	49	57
10	45	54	41	32	20	8	14	28	37	43	46	55
11	50	57	43	35	23	12	12	25	35	41	44	54
12	55	57	46	38	26	15	9	22	31	38	40	49
13	60	59	47	41	30	18	8	20	30	36	39	47
14	65	63	50	45	34	22	14	18	29	35	38	47
15	70	63	53	49	39	27	20	10	28	35	38	47
16	75	66	56	49	42	31	23	10	27	34	37	46
17	80	69	57	52	44	34	27	19	18	35	37	46
18	85	71	61	55	48	37	30	28	10	32	35	44
19	90	72	61	55	49	39	32	29	9	22	34	42
20	95	74	63	59	51	41	34	31	17	15	32	41
21	100	77	62	61	54	44	37	34	26	7	29	39
22	105	78	66	62	55	46	38	36	32	5	22	34
23	110	80	67	64	56	47	39	36	34	13	13	31
24	115	80	67	66	57	48	39	39	34	21	5	29

Tab. I-4: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	431.50	496	427.85	1573	414.85	2664
1.5	2.5	431.75	495	428.14	1587	415.02	2639
2	5	432.00	494	428.42	1610	415.21	2614
2.5	7.5	432.25	494	428.69	1635	415.42	2589
3	10	432.50	494	428.96	1656	415.64	2564
3.5	12.5	432.75	497	429.22	1677	415.89	2541
4	15	433.00	499	429.48	1697	416.15	2520
4.5	17.5	433.25	506	429.74	1710	416.41	2502
5	20	433.50	512	429.99	1718	416.67	2487
5.5	22.5	433.75	526	430.25	1720	416.93	2473
6	25	434.00	540	430.51	1712	417.20	2461
6.5	27.5	434.25	556	430.77	1694	417.46	2451
7	30	434.50	573	431.03	1673	417.74	2444
7.5	32.5	434.75	588	431.29	1649	418.02	2443
8	35	435.00	603	431.55	1624	418.32	2452
8.5	37.5	435.25	618	431.81	1596	418.64	2466
9	40	435.50	633	432.06	1571	418.99	2482
9.5	42.5	435.75	641	432.31	1552	419.36	2498
10	45	436.00	649	432.54	1545	419.77	2512
10.5	47.5	436.34	647	432.85	1550	420.21	2525
11	50	436.67	644	433.16	1566	420.68	2538
11.5	52.5	437.00	633	433.46	1594	421.15	2551
12	55	437.33	622	433.75	1626	421.63	2562
12.5	57.5	437.67	606	434.05	1659	422.11	2574
13	60	438.00	590	434.35	1692	422.57	2586
13.5	62.5	438.34	572	434.65	1726	423.03	2597
14	65	438.67	554	434.96	1763	423.47	2608
14.5	67.5	439.00	537	435.27	1797	423.90	2616
15	70	439.33	519	435.59	1827	424.30	2622
15.5	72.5	439.67	514	435.91	1851	424.69	2629
16	75	440.00	509	436.25	1865	425.05	2639
16.5	77.5	440.50	519	436.74	1871	425.41	2655
17	80	441.00	528	437.24	1871	425.76	2679
17.5	82.5	441.50	540	437.74	1871	426.09	2708
18	85	442.00	552	438.24	1871	426.39	2743
18.5	87.5	442.50	566	438.74	1871	426.65	2781
19	90	443.00	580	439.24	1871	426.86	2822
19.5	92.5	443.50	596	439.74	1871	427.05	2866
20	95	444.00	611	440.24	1871	427.20	2915
20.5	97.5	444.50	625	440.74	1871	427.32	2969
21	100	445.00	639	441.24	1871	427.43	3023
21.5	102.5	445.50	637	441.74	1871	427.52	3078
22	105	446.00	635	442.24	1871	427.60	3133
22.5	107.5	446.13	635	442.37	1871	427.67	3187
23	110	446.25	635	442.49	1871	427.73	3241
23.5	112.5	446.38	636	442.62	1871	427.78	3296
24	115	446.50	636	442.74	1871	427.82	3349

**Fig. I-3: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:600**

**Fig. I-4: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:600**

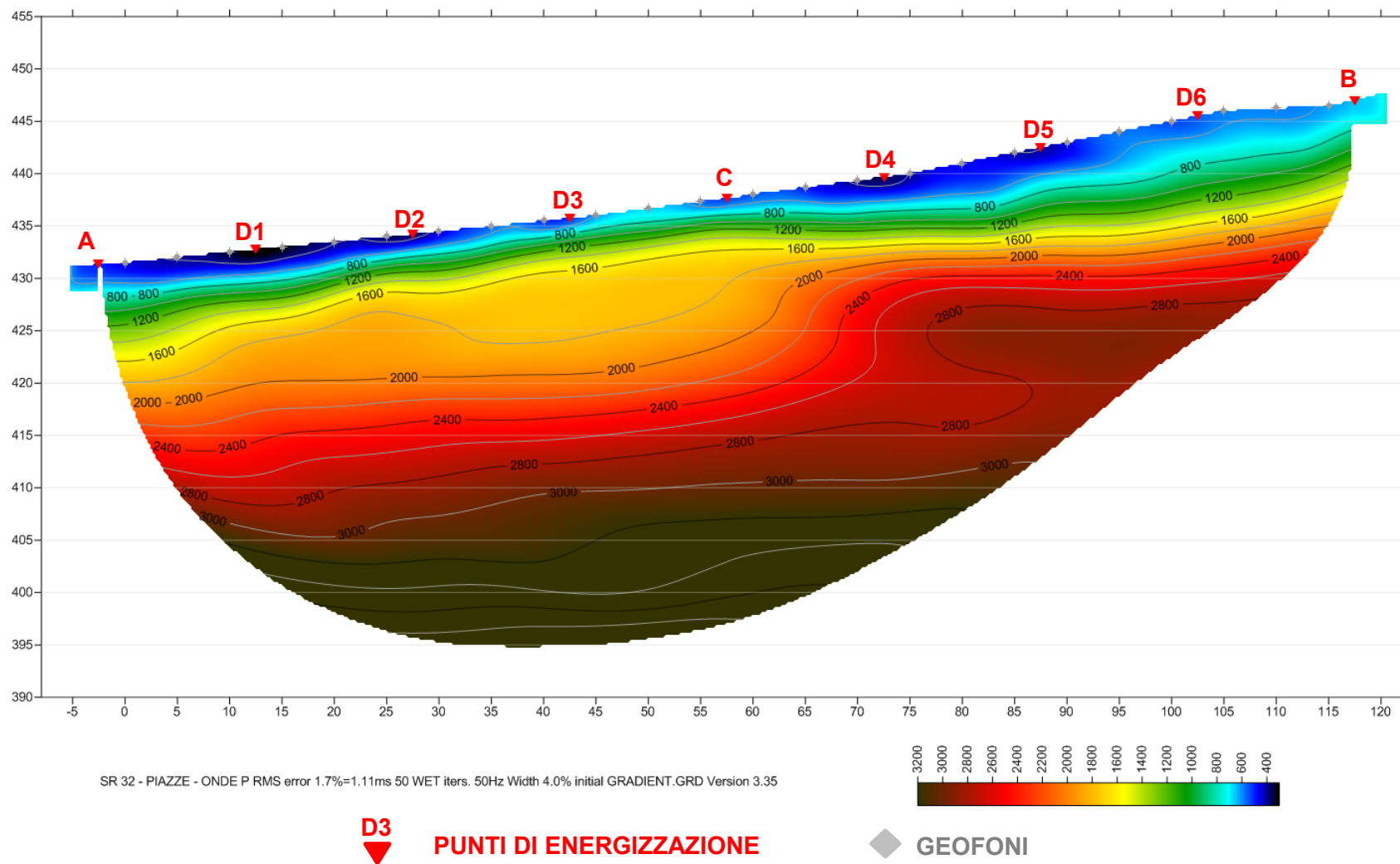


Fig. I-5: Stesa sismica 32_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:600

**II. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 32_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

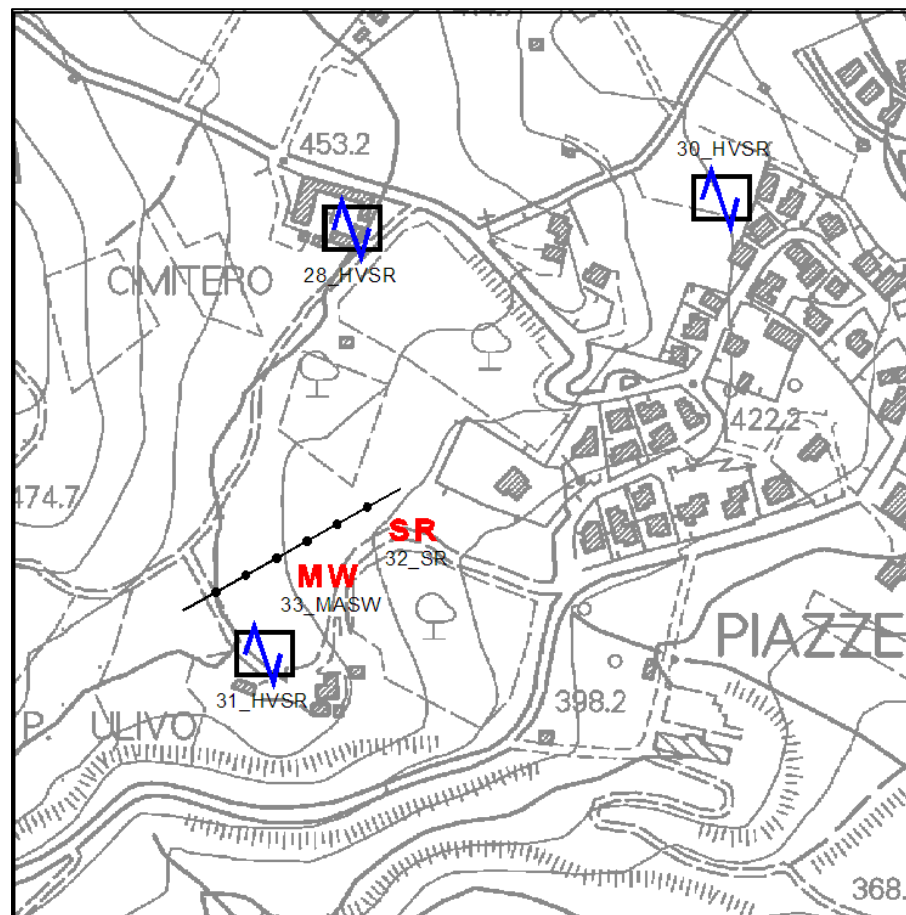


Fig. II-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

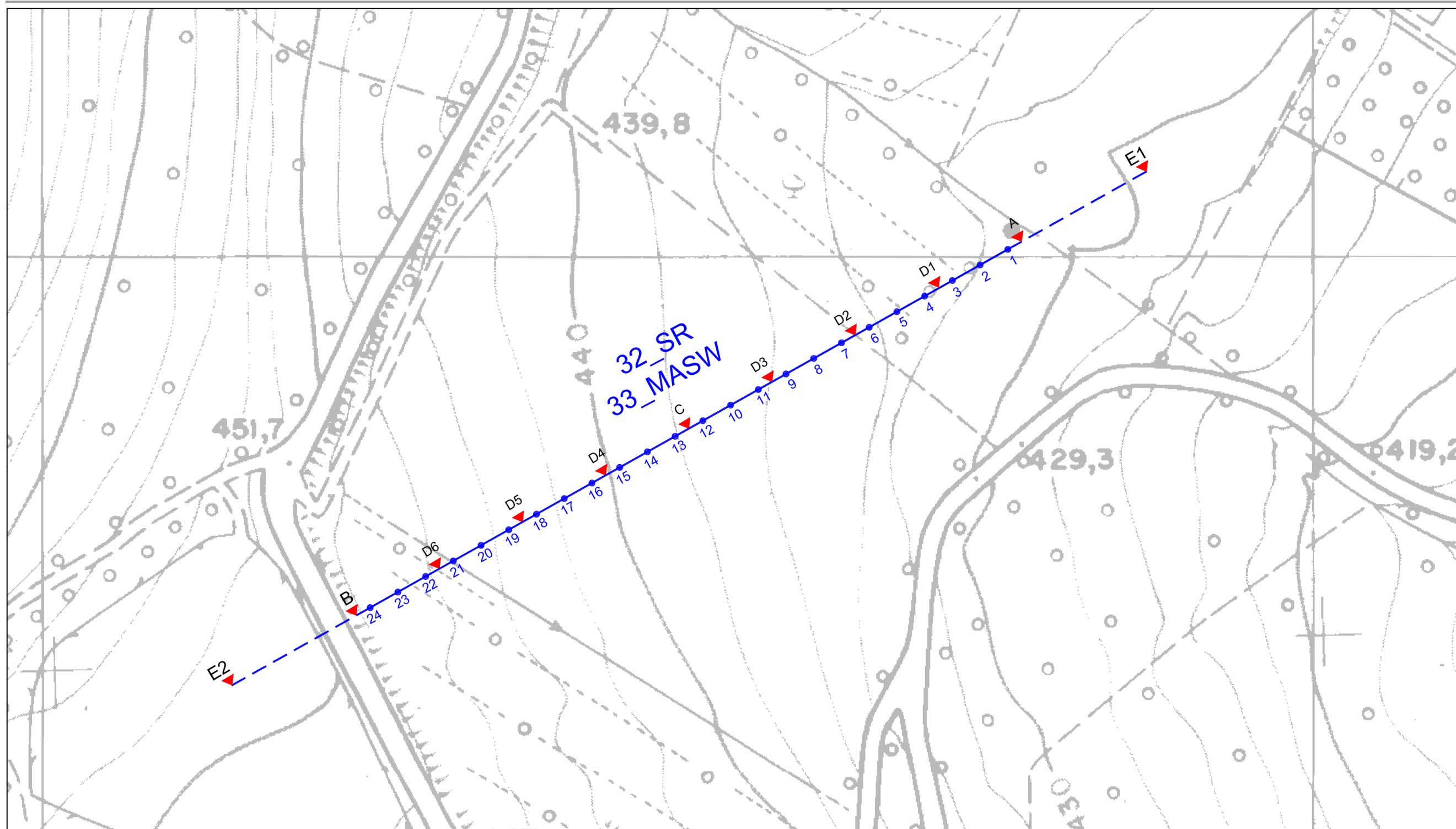
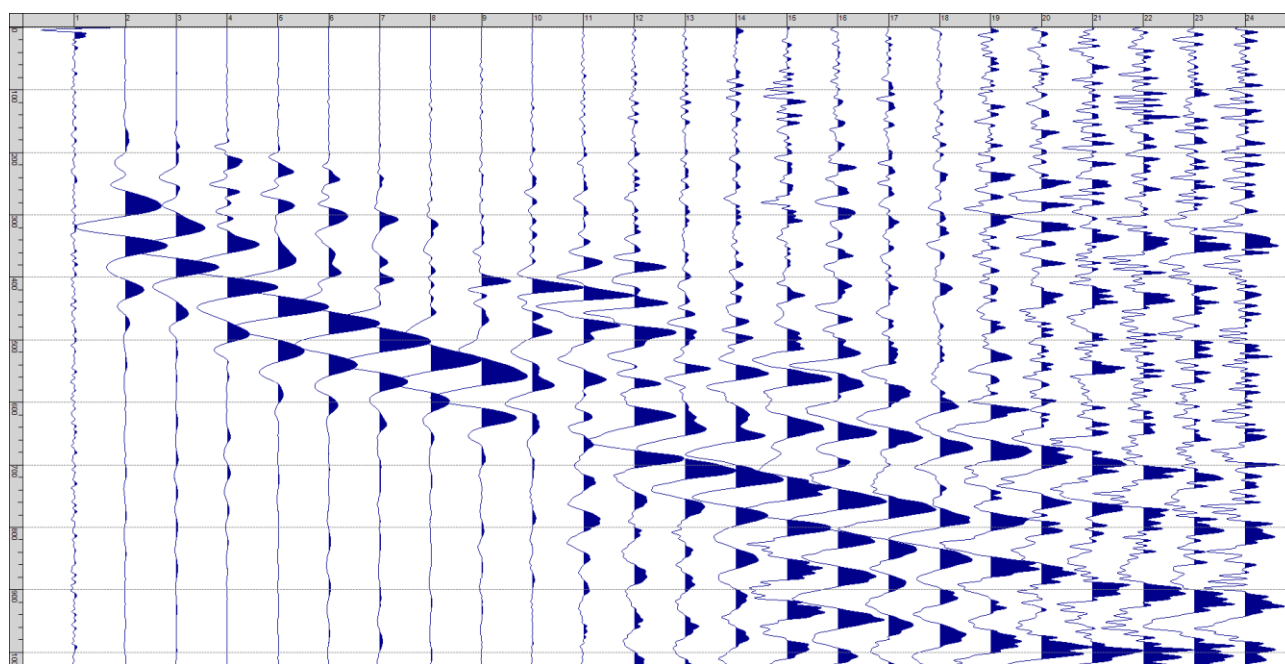
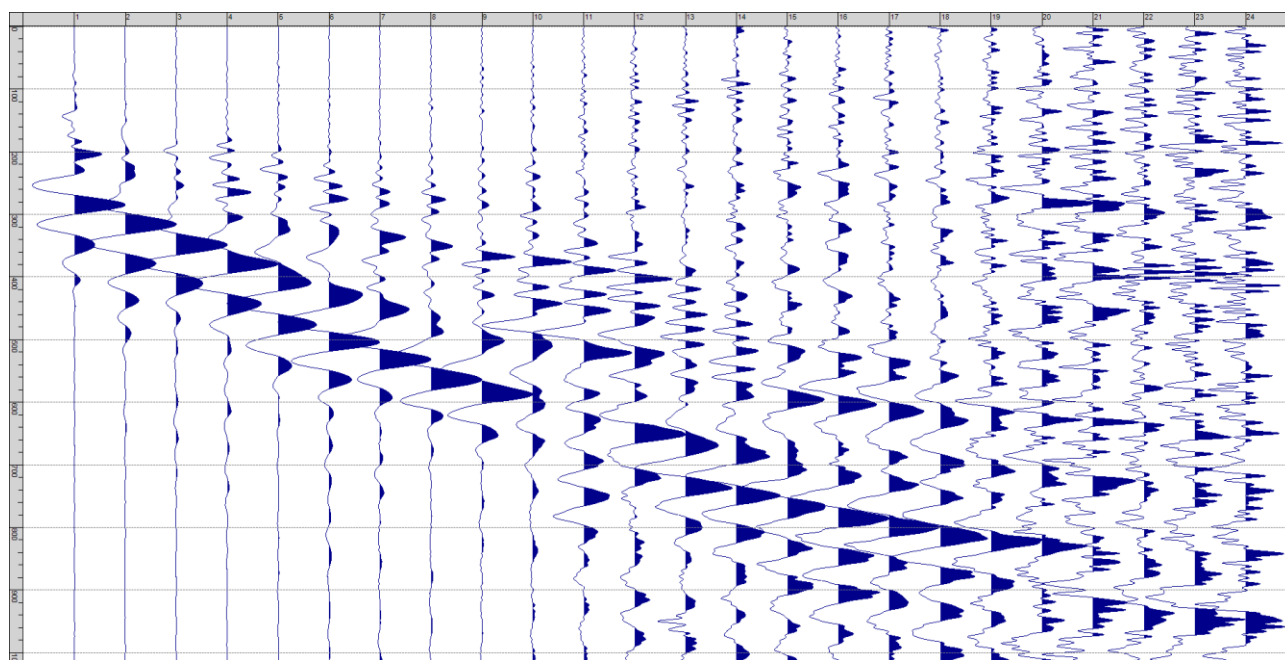


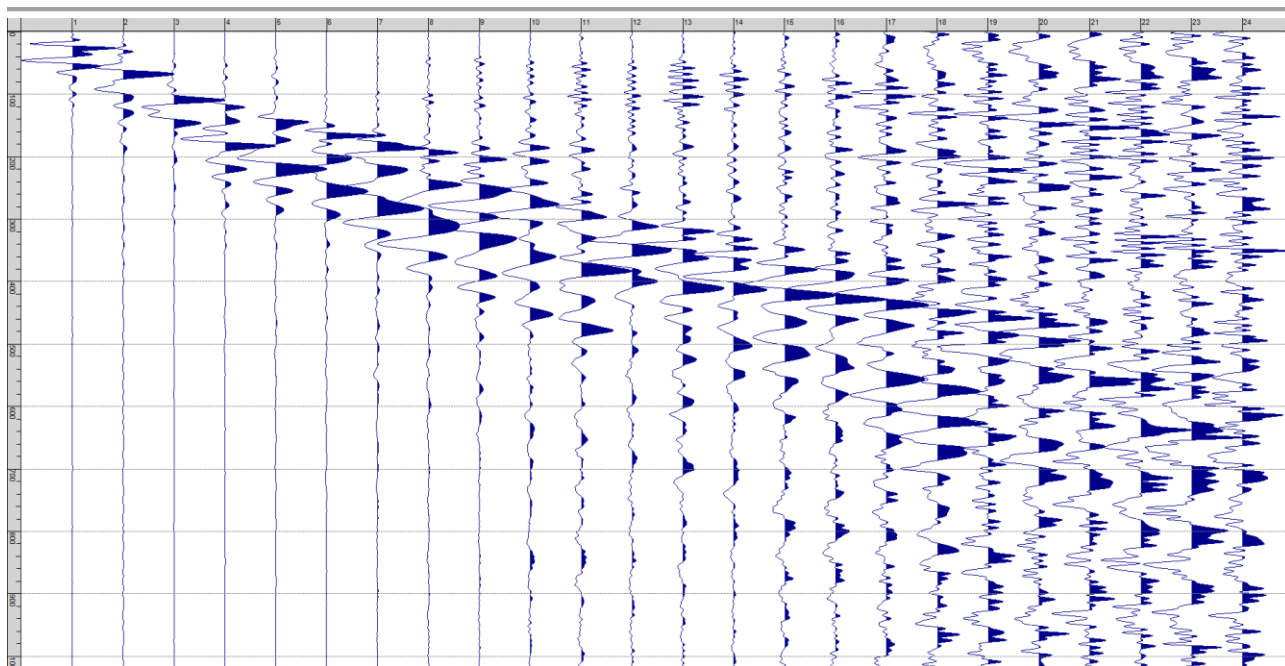
Fig. II-2: Inquadramento scala 1:500



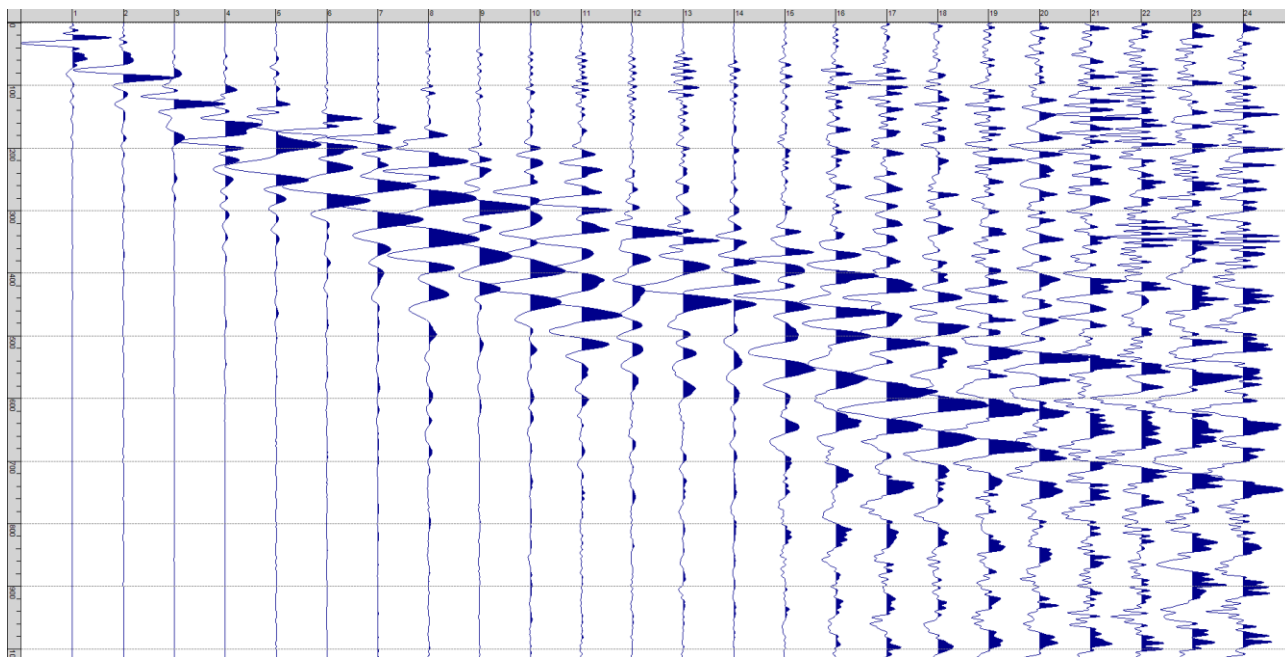
Sism. II-1: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



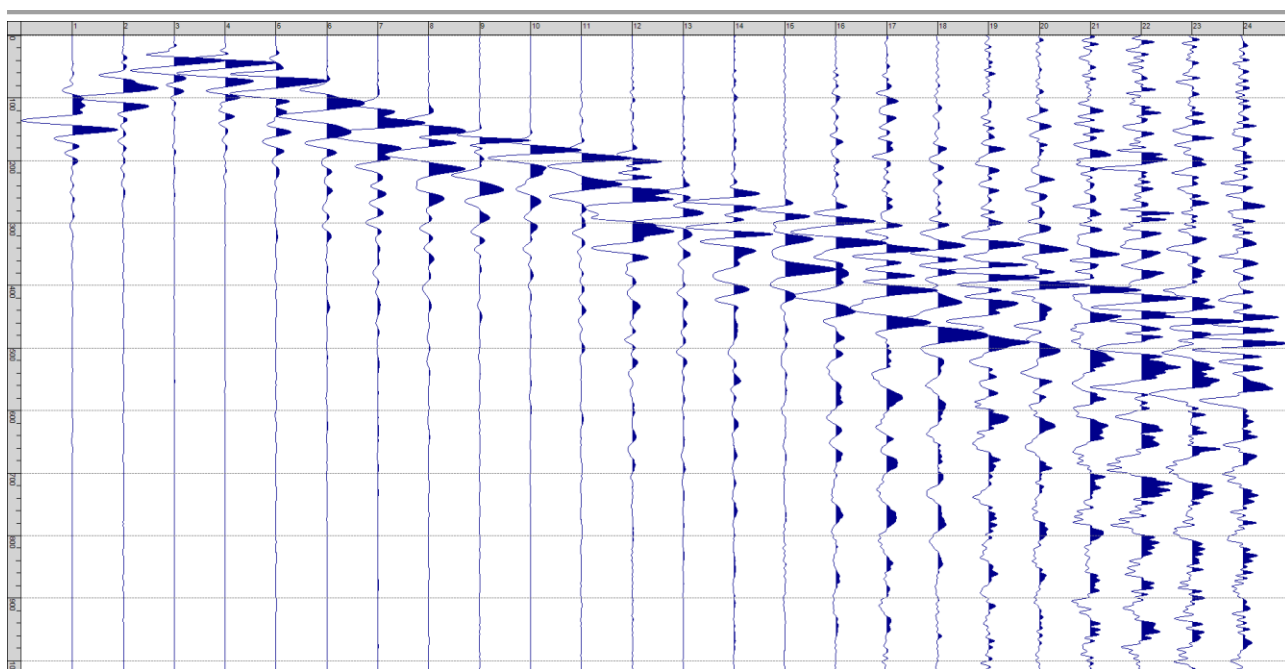
Sism. II-2: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



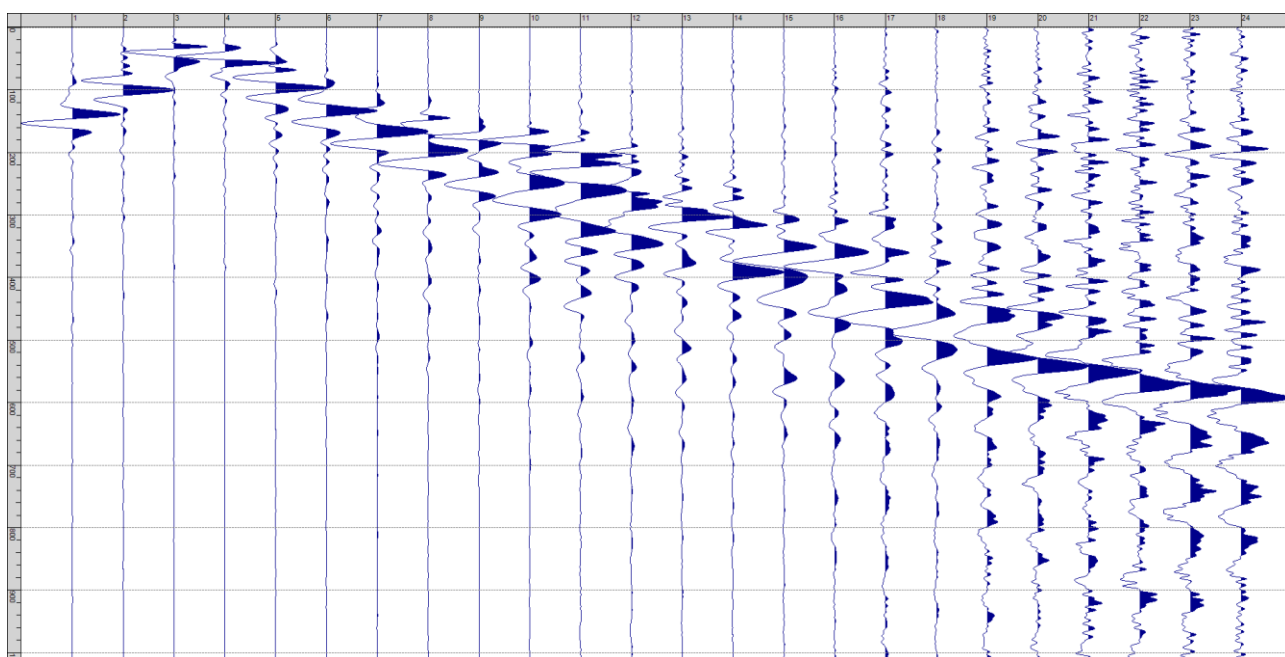
Sism. II-3: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



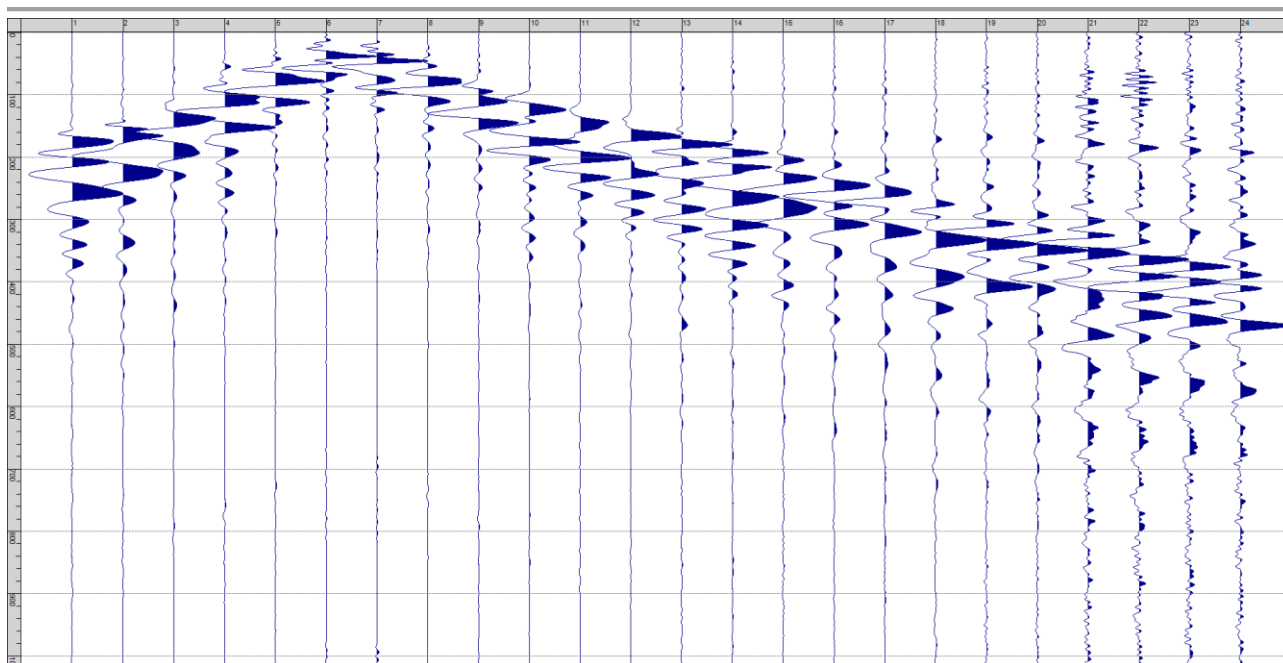
Sism. II-4: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



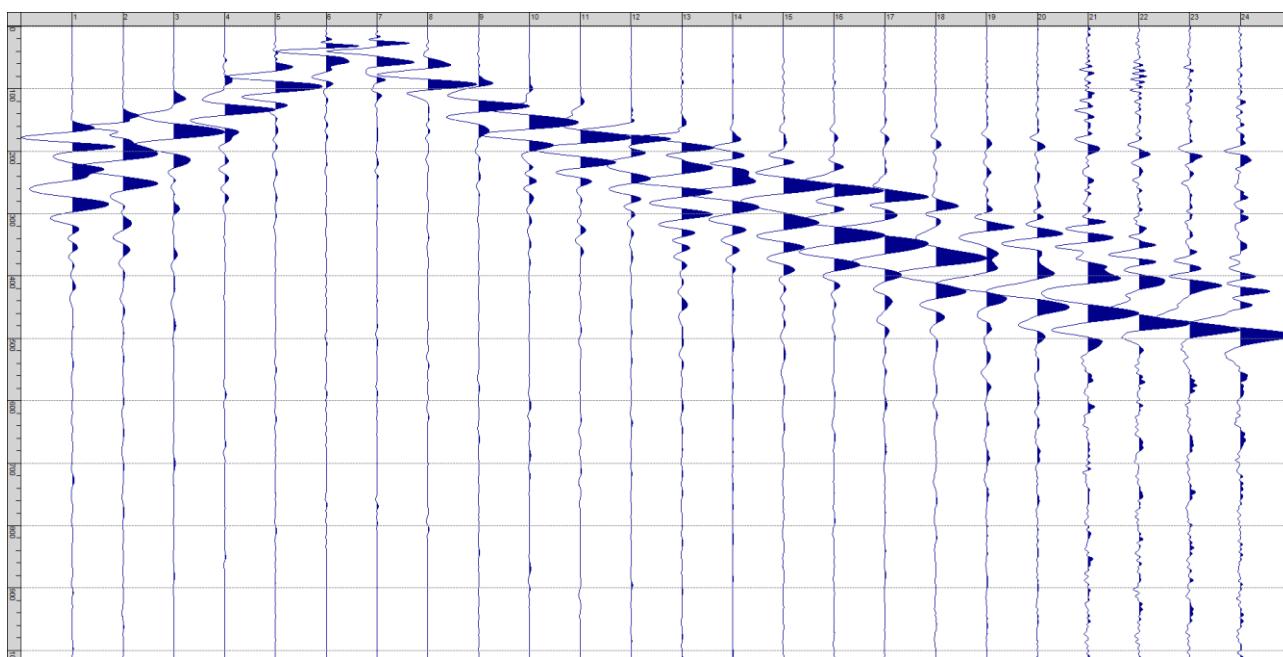
Sism. II-5: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



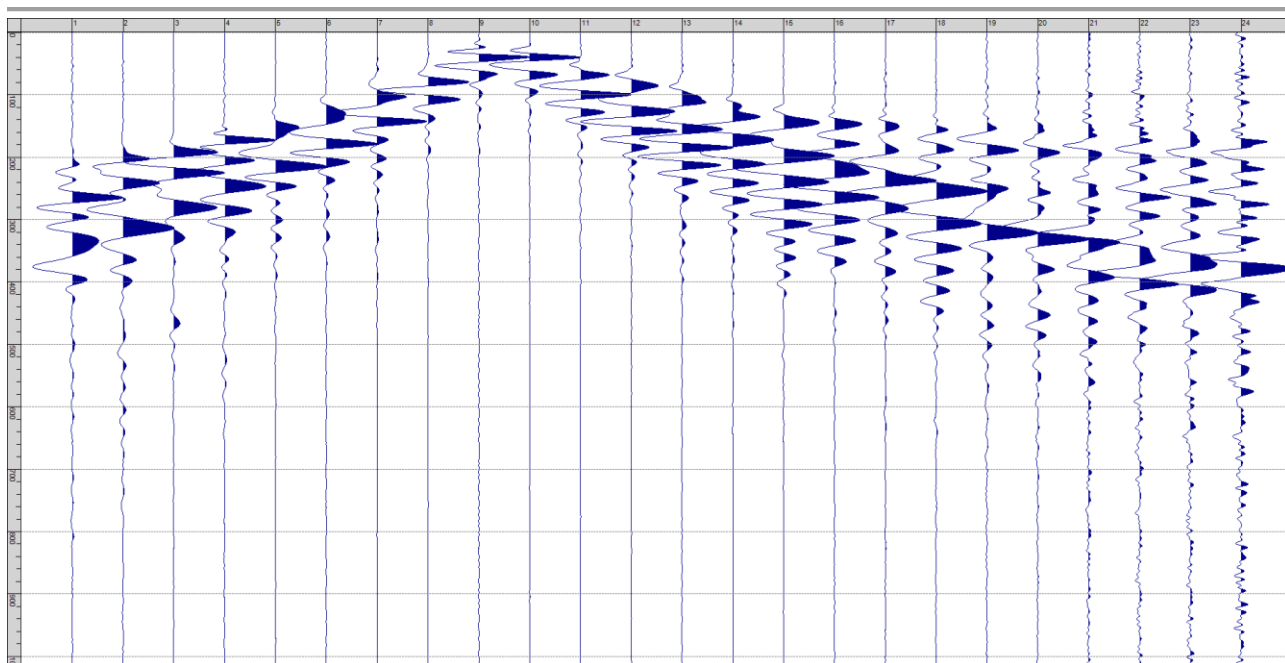
Sism. II-6: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



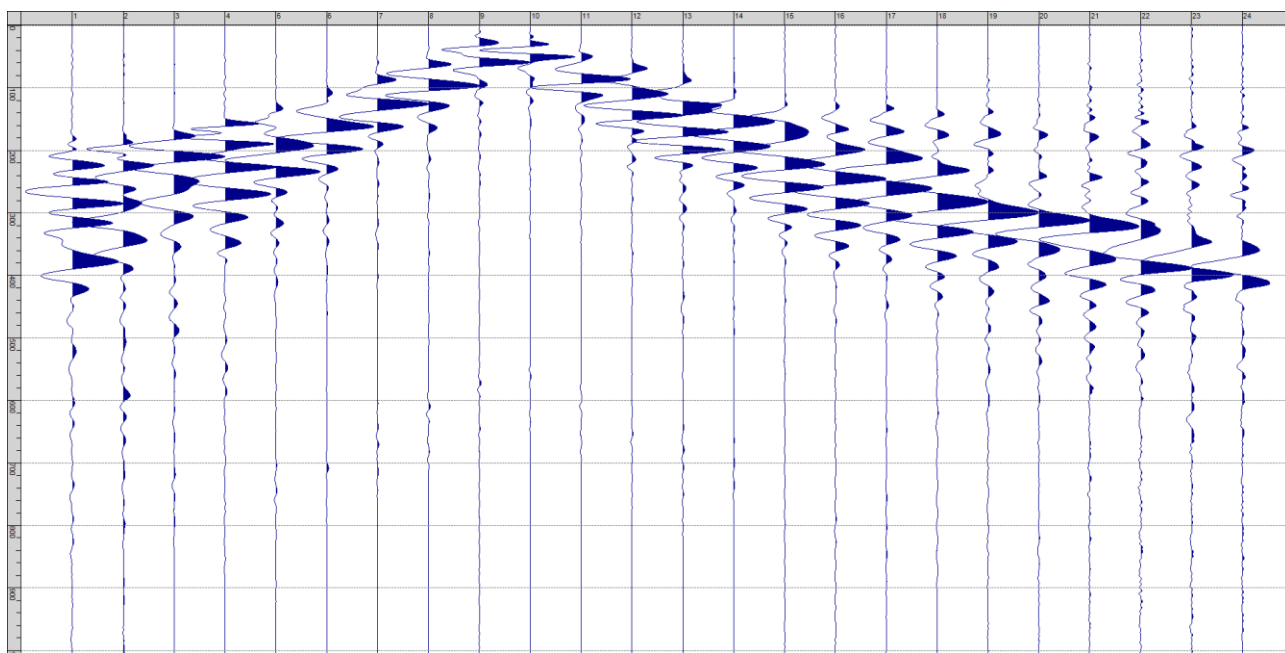
Sism. II-7: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



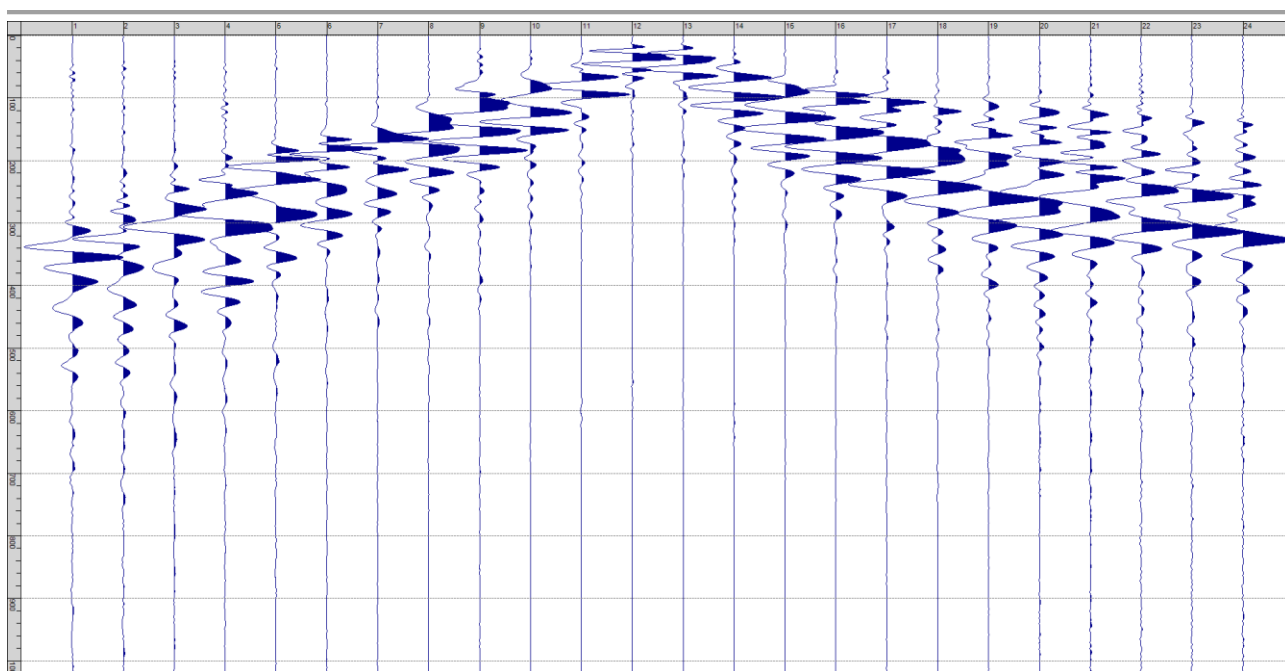
Sism. II-8: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



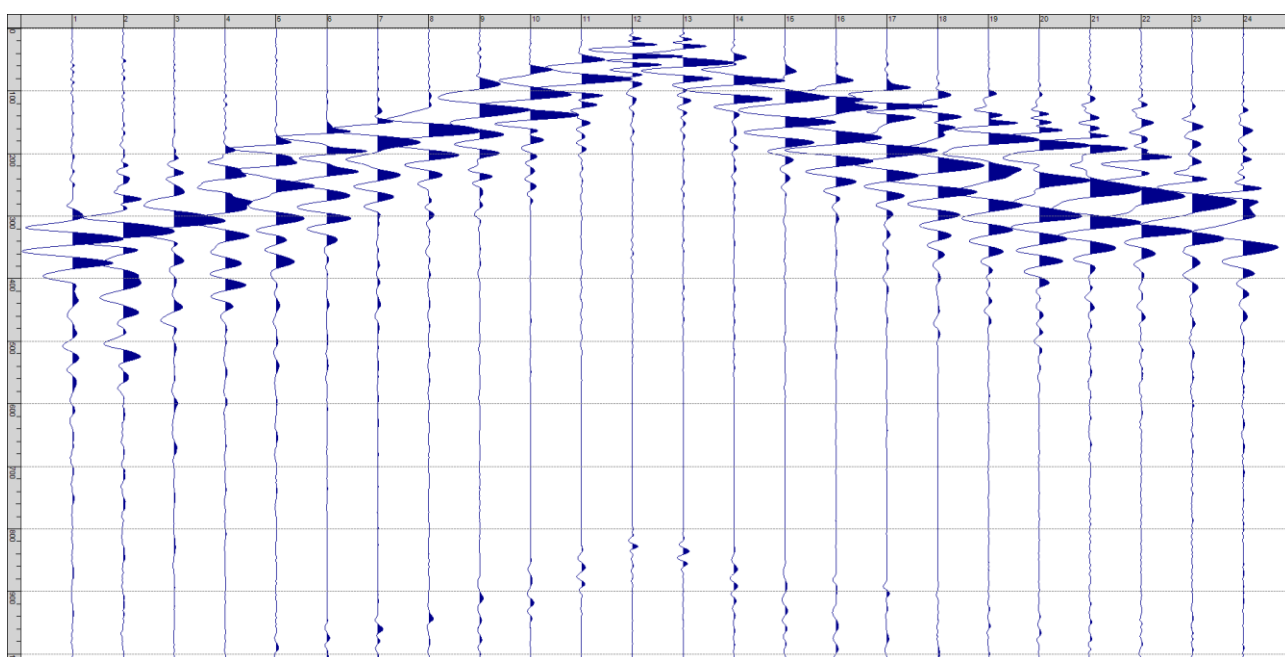
Sism. II-9: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



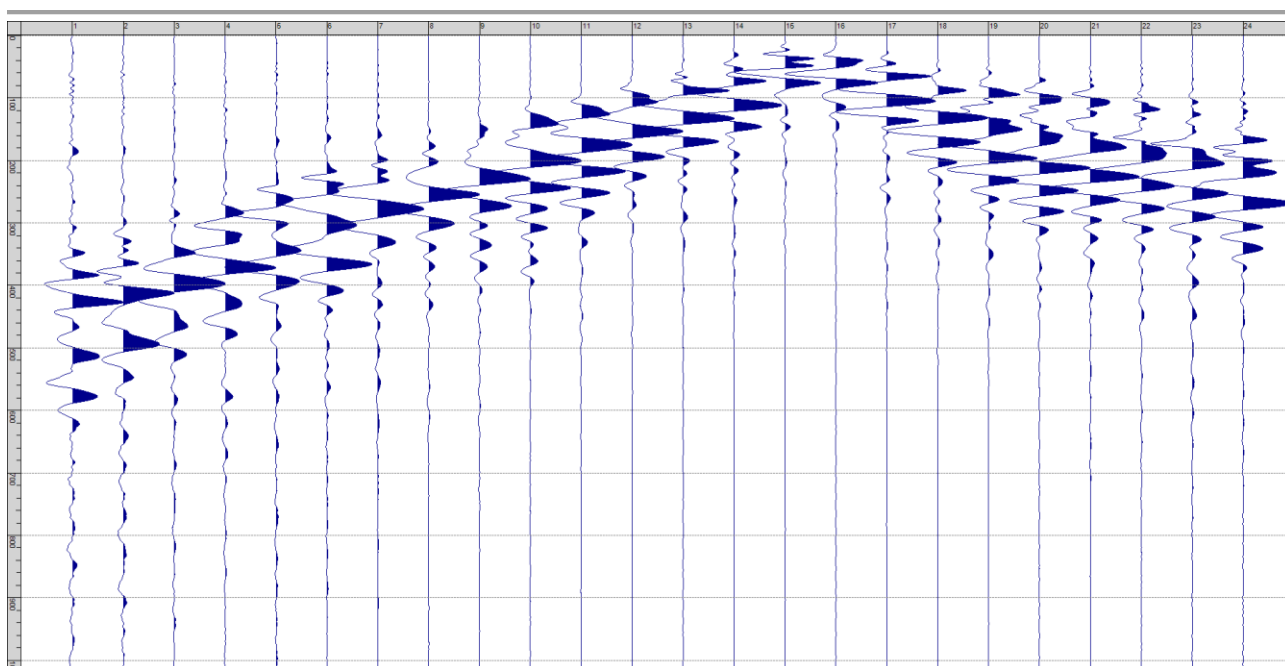
Sism. II-10: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



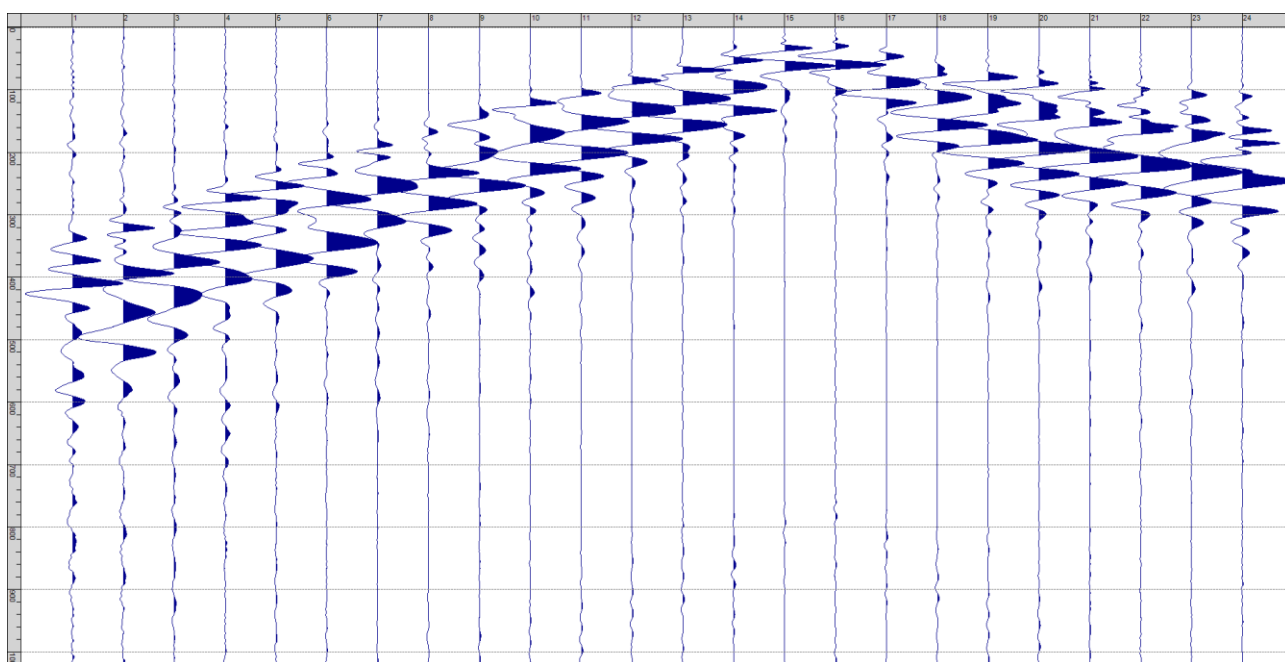
Sism. II-11: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



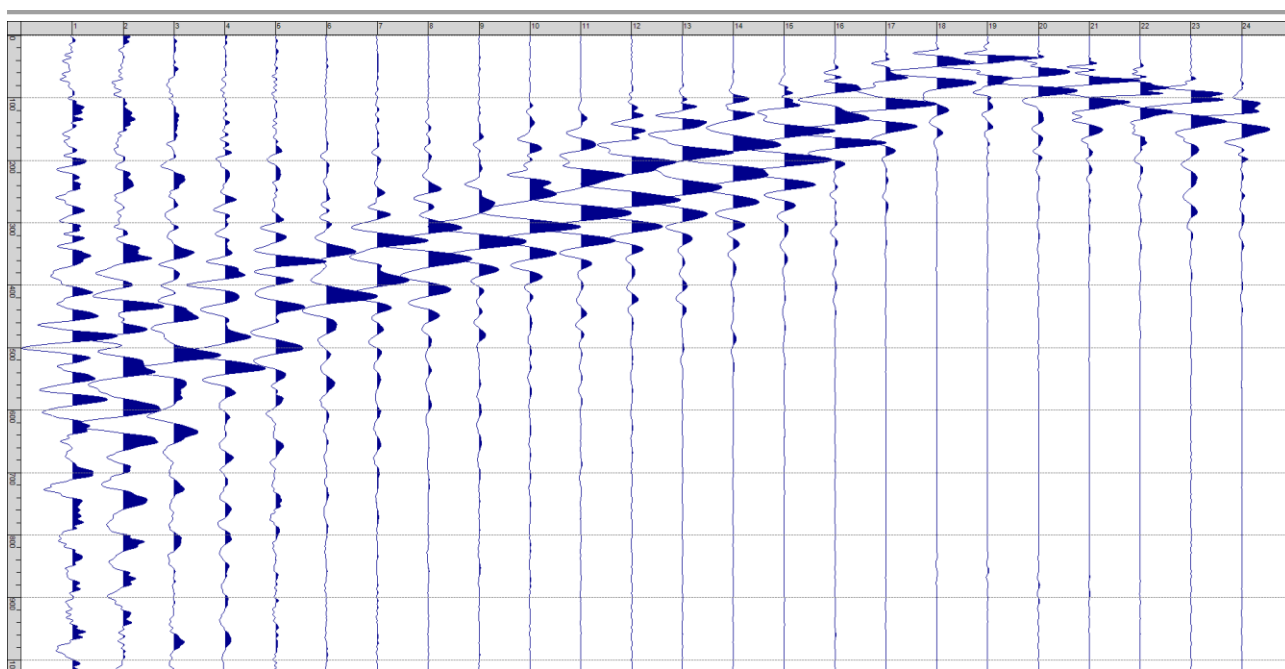
Sism. II-12: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



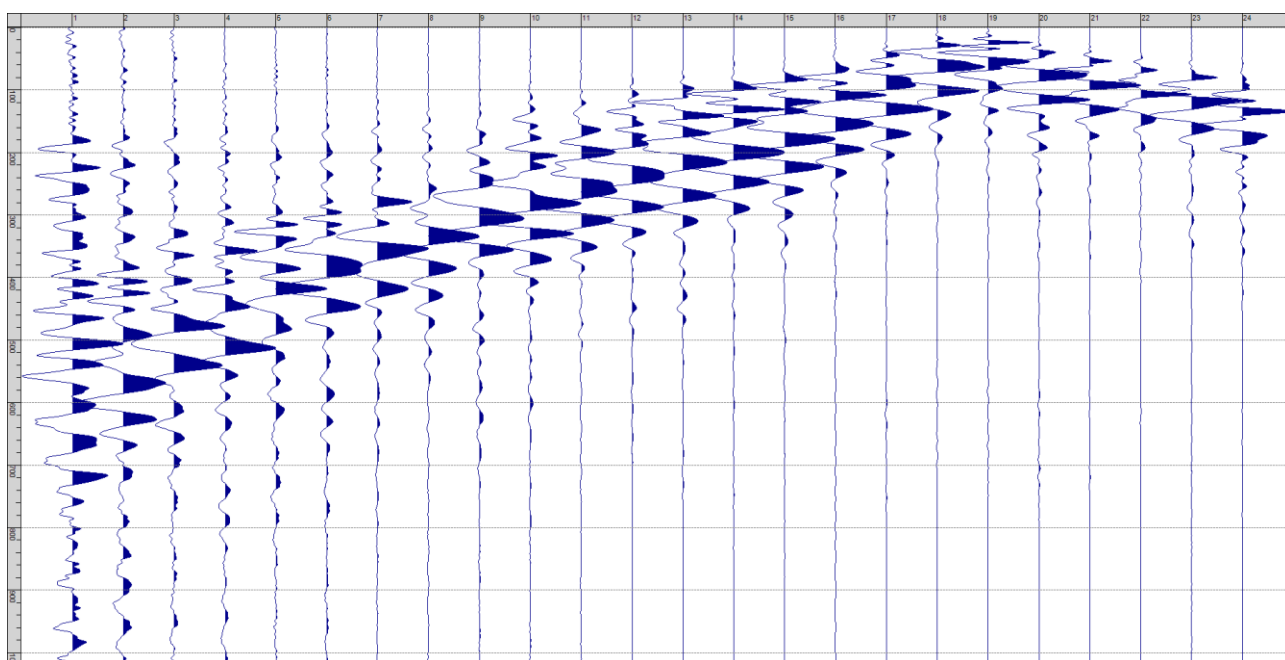
Sism. II-13: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



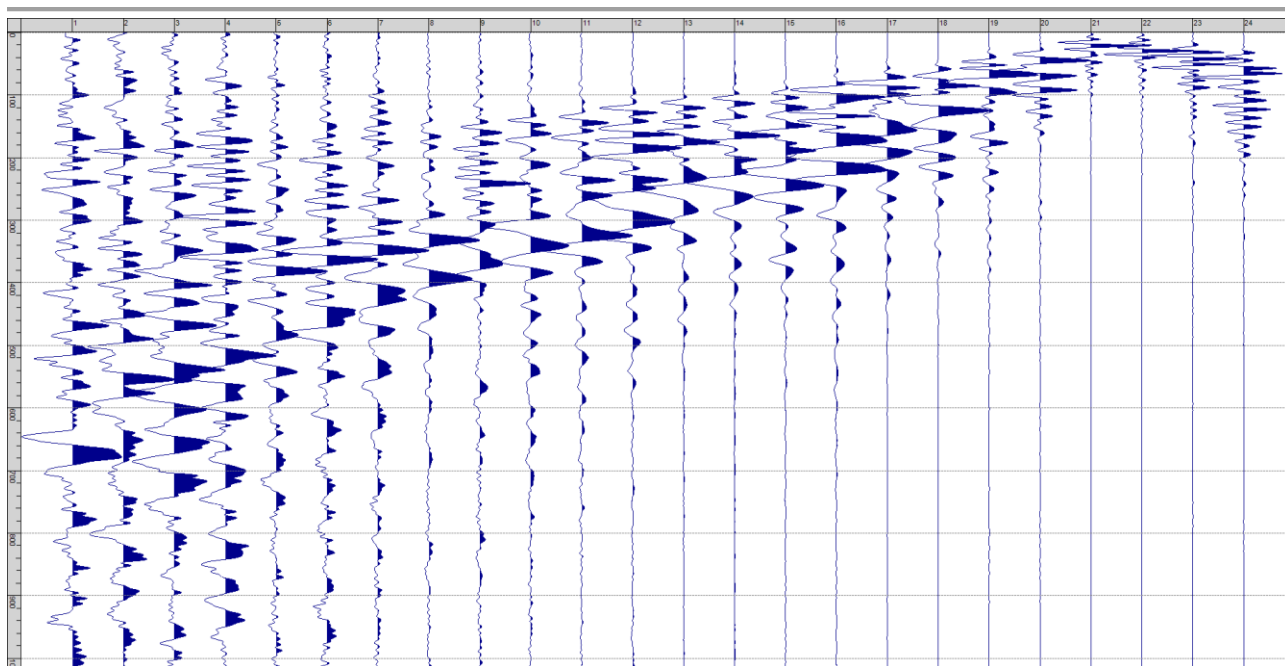
Sism. II-14: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



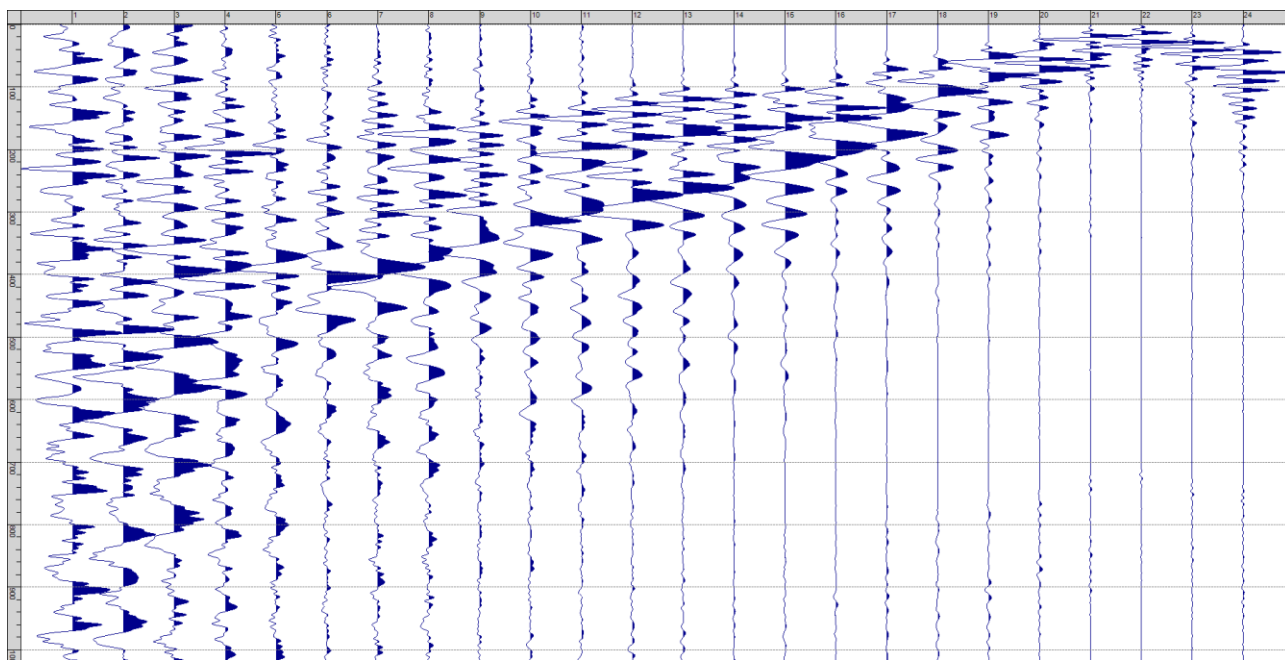
Sism. II-15: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



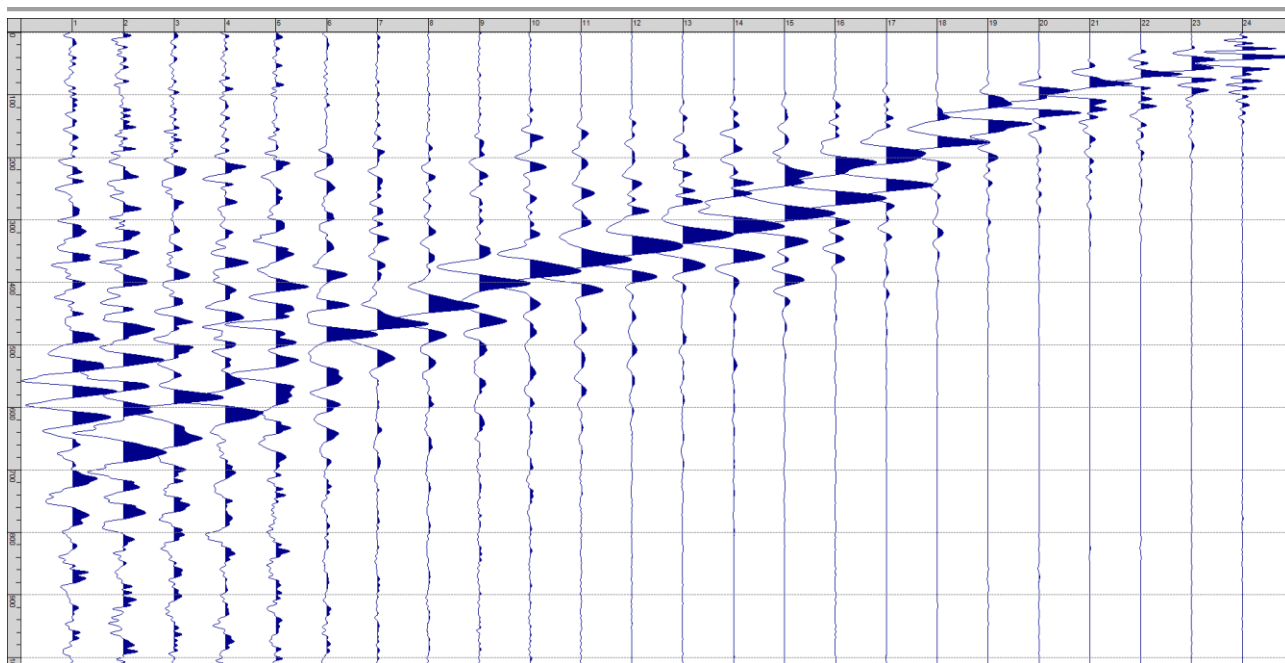
Sism. II-16: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



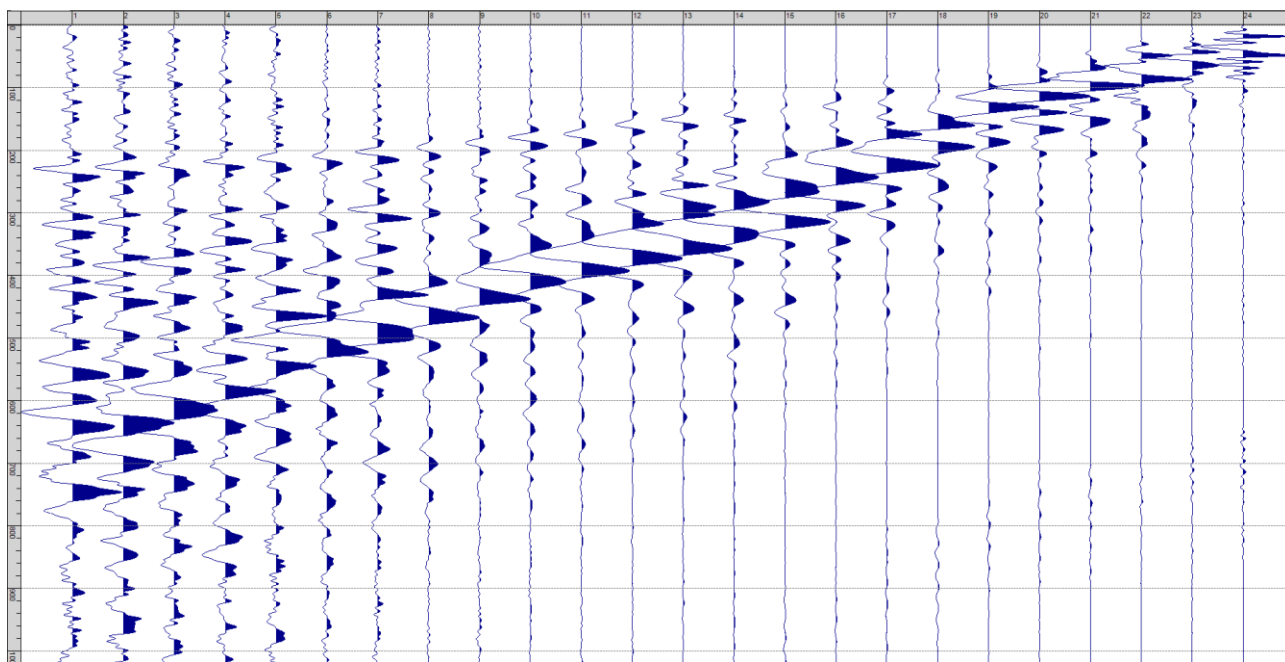
Sism. II-17: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



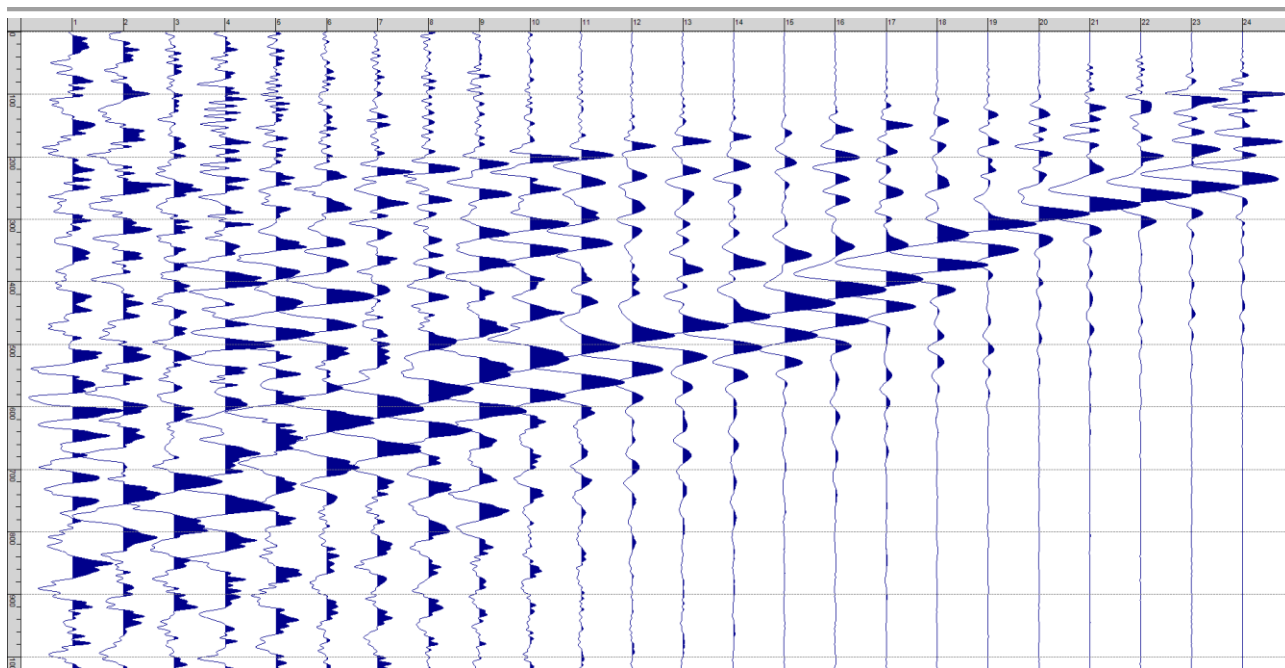
Sism. II-18: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



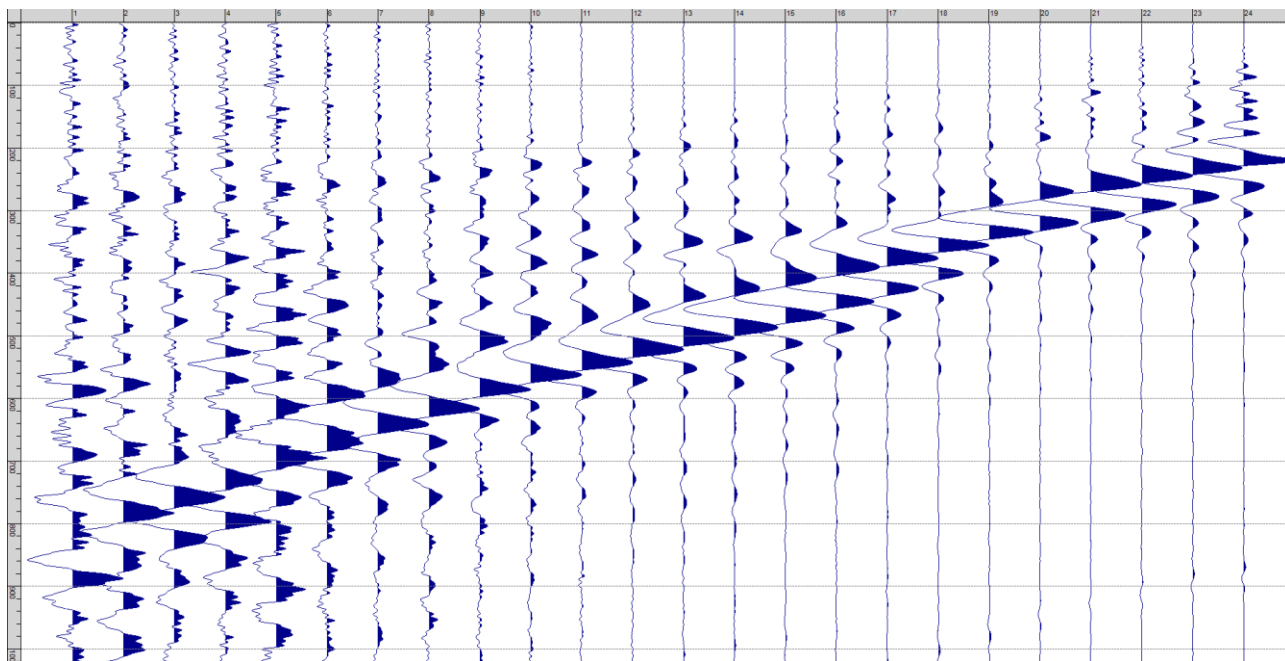
Sism. II-19: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. II-20: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. II-21: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. II-22: 32_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. II-1: Stesa sismica 32_SR ONDE SH - Schema dettagliato

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]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
DISTANZA PARZIALI [m]	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
QUOTA [m]	431.5	432.0	432.5	433.0	433.5	434.0	434.5	435.0	435.5	436.0	436.7	437.3	438.0	438.7	439.3	440.0	441.0	442.0	443.0	444.0	445.0	446.0	446.3	446.5

Tab. II-2: Stesa sismica 32_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)

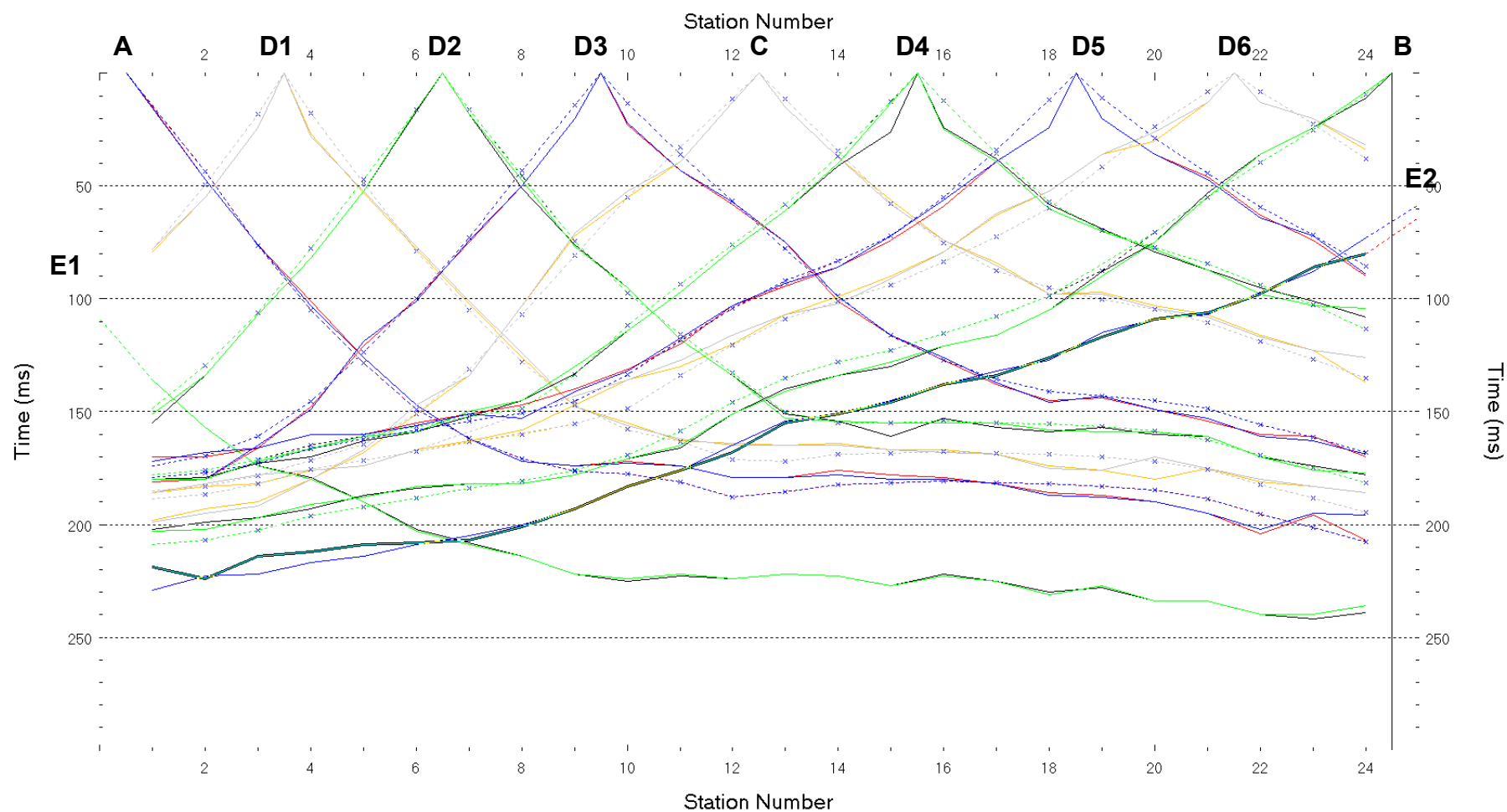
	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-25.00	-2.49	12.49	27.49	42.49	57.48	72.48	87.45	102.45	117.46	140.00
QUOTA [m]	430.0	431.3	432.7	434.2	435.7	437.7	439.7	442.5	445.5	447.0	452.0

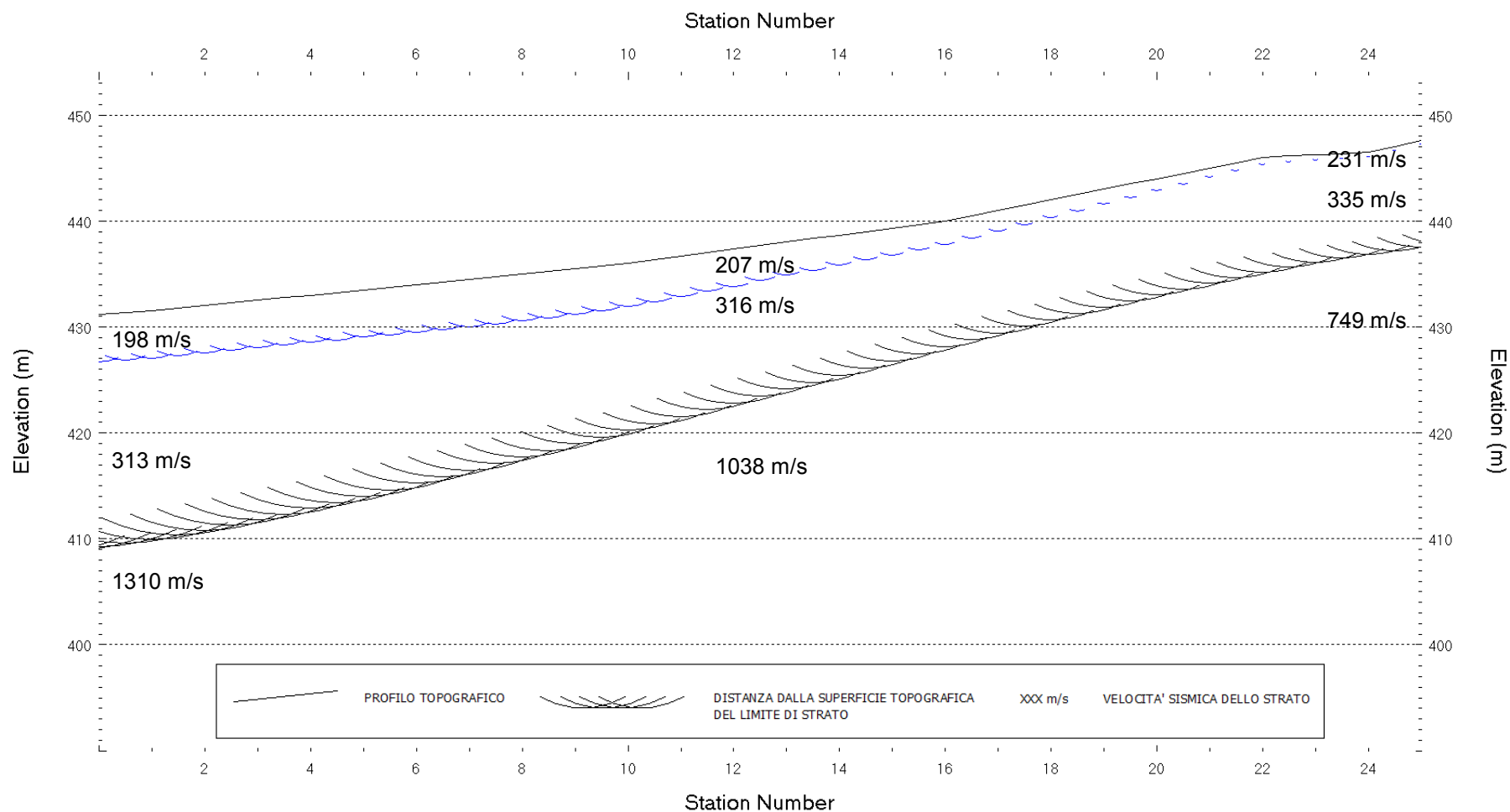
Tab. II-3: Stesa sismica 32_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	136	15	79	155	181	198	180	170	186	202	219
2	5	157	47	55	134	180	193	179	170	183	199	224
3	10	174	76	24	107	166	190	173	166	182	197	214
4	15	179	101	27	82	148	180	170	160	176	193	212
5	20	190	126	53	52	121	168	163	160	174	187	209
6	25	202	147	78	17	100	151	159	155	167	184	208
7	30	208	162	102	18	75	134	152	151	163	182	207
8	35	214	172	126	51	50	103	145	147	158	182	201
9	40	222	174	148	76	20	72	133	140	147	178	193
10	45	225	172	155	95	23	55	114	131	136	171	183
11	50	223	174	163	118	43	39	97	120	130	166	176
12	55	224	179	164	134	58	13	78	103	120	151	168
13	60	222	179	165	151	75	15	61	-1000	107	140	155
14	65	223	176	164	154	101	37	41	86	99	134	151
15	70	227	178	167	161	116	56	26	74	90	130	146
16	75	222	179	167	153	127	74	24	59	79	121	138
17	80	225	182	169	157	138	84	38	39	63	116	134
18	85	230	186	174	159	145	98	58	24	52	105	126
19	90	228	187	176	157	144	97	69	20	36	88	117
20	95	234	190	180	160	149	103	79	36	30	75	109
21	100	234	195	175	161	154	107	87	46	13	53	106
22	105	240	204	181	170	160	116	95	63	13	36	98
23	110	242	196	183	174	161	123	101	74	20	24	86
24	115	239	207	186	178	170	137	108	90	34	11	80

Tab. II-4: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	431.50	198	426.94	313	409.89	1310
1.5	2.5	431.75	198	427.19	313	410.30	1292
2	5	432.00	198	427.44	313	410.73	1275
2.5	7.5	432.25	198	427.69	313	411.20	1259
3	10	432.50	199	427.94	313	411.70	1241
3.5	12.5	432.75	199	428.19	313	412.23	1226
4	15	433.00	200	428.44	313	412.79	1216
4.5	17.5	433.25	200	428.69	313	413.36	1214
5	20	433.50	200	428.94	313	413.94	1213
5.5	22.5	433.75	201	429.19	313	414.54	1211
6	25	434.00	201	429.44	313	415.15	1208
6.5	27.5	434.25	202	429.69	313	415.77	1203
7	30	434.50	204	429.94	313	416.39	1198
7.5	32.5	434.75	204	430.21	313	417.02	1193
8	35	435.00	205	430.49	312	417.65	1187
8.5	37.5	435.25	206	430.79	311	418.28	1180
9	40	435.50	206	431.12	309	418.91	1173
9.5	42.5	435.75	206	431.47	309	419.54	1164
10	45	436.00	207	431.84	309	420.18	1155
10.5	47.5	436.34	207	432.30	309	420.81	1142
11	50	436.67	208	432.78	310	421.45	1129
11.5	52.5	437.00	207	433.27	310	422.09	1113
12	55	437.33	207	433.77	311	422.74	1096
12.5	57.5	437.67	207	434.28	312	423.40	1077
13	60	438.00	206	434.79	314	424.05	1057
13.5	62.5	438.34	207	435.29	316	424.71	1038
14	65	438.67	207	435.78	319	425.37	1014
14.5	67.5	439.00	209	436.26	322	426.03	988
15	70	439.33	211	436.72	323	426.70	963
15.5	72.5	439.67	214	437.20	325	427.37	937
16	75	440.00	216	437.67	327	428.04	912
16.5	77.5	440.50	218	438.31	329	428.70	889
17	80	441.00	220	438.94	331	429.37	869
17.5	82.5	441.50	223	439.58	332	430.02	850
18	85	442.00	225	440.22	334	430.63	831
18.5	87.5	442.50	227	440.85	336	431.23	814
19	90	443.00	229	441.49	338	431.80	798
19.5	92.5	443.50	230	442.13	339	432.37	785
20	95	444.00	231	442.76	340	432.93	774
20.5	97.5	444.50	231	443.39	339	433.49	765
21	100	445.00	231	444.02	337	434.04	759
21.5	102.5	445.50	231	444.63	336	434.58	755
22	105	446.00	231	445.24	335	435.10	752
22.5	107.5	446.13	231	445.46	335	435.58	750
23	110	446.25	231	445.67	335	436.02	750
23.5	112.5	446.38	231	445.86	335	436.43	750
24	115	446.50	231	446.04	335	436.81	749

**Fig. II-3: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Dromocrone – Scala 1:600**

**Fig. II-4: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:600**

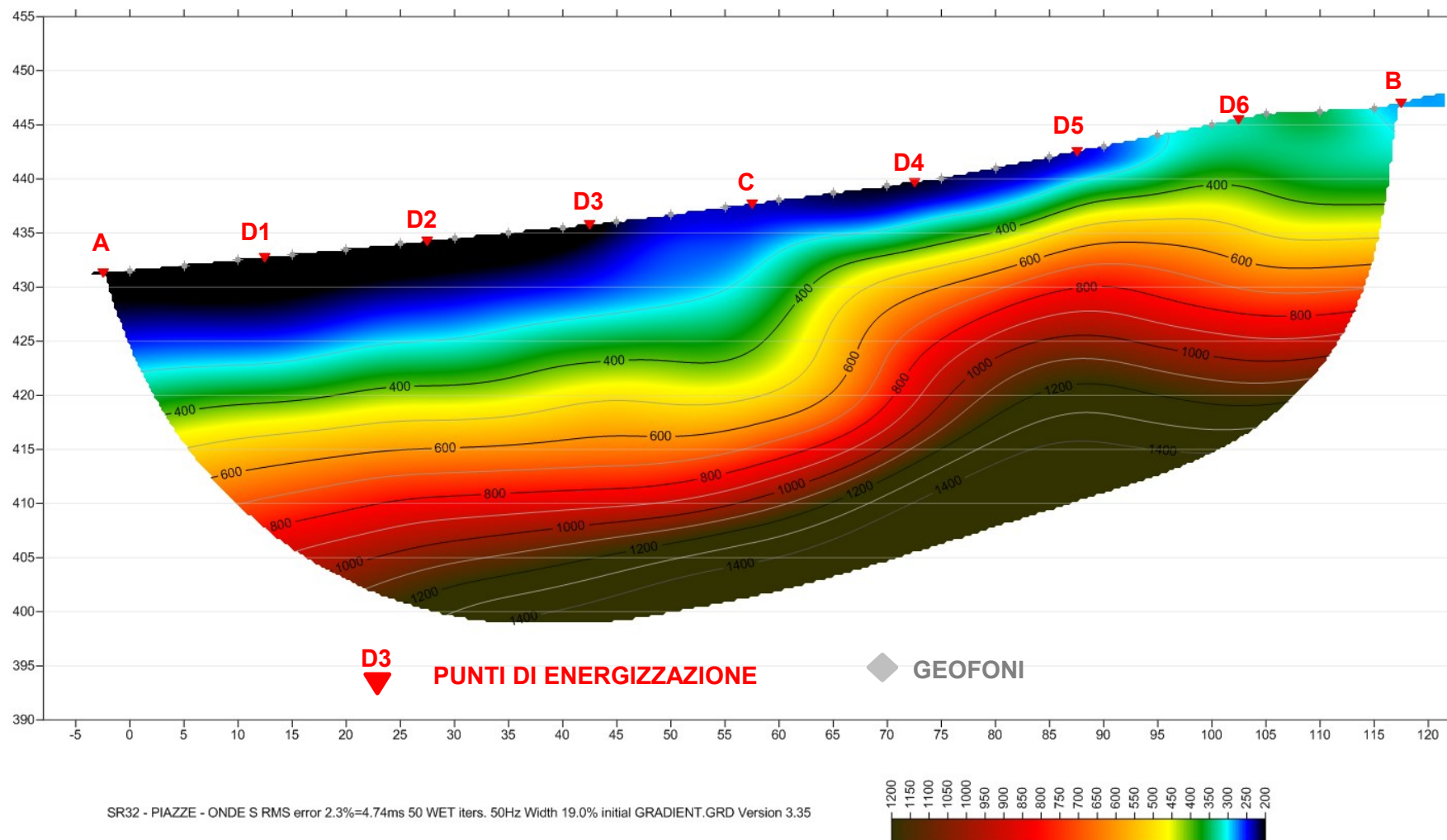


Fig. II-5: Stesa sismica 32_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:600

**III. ALLEGATO GRAFICO: 11_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE -
SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

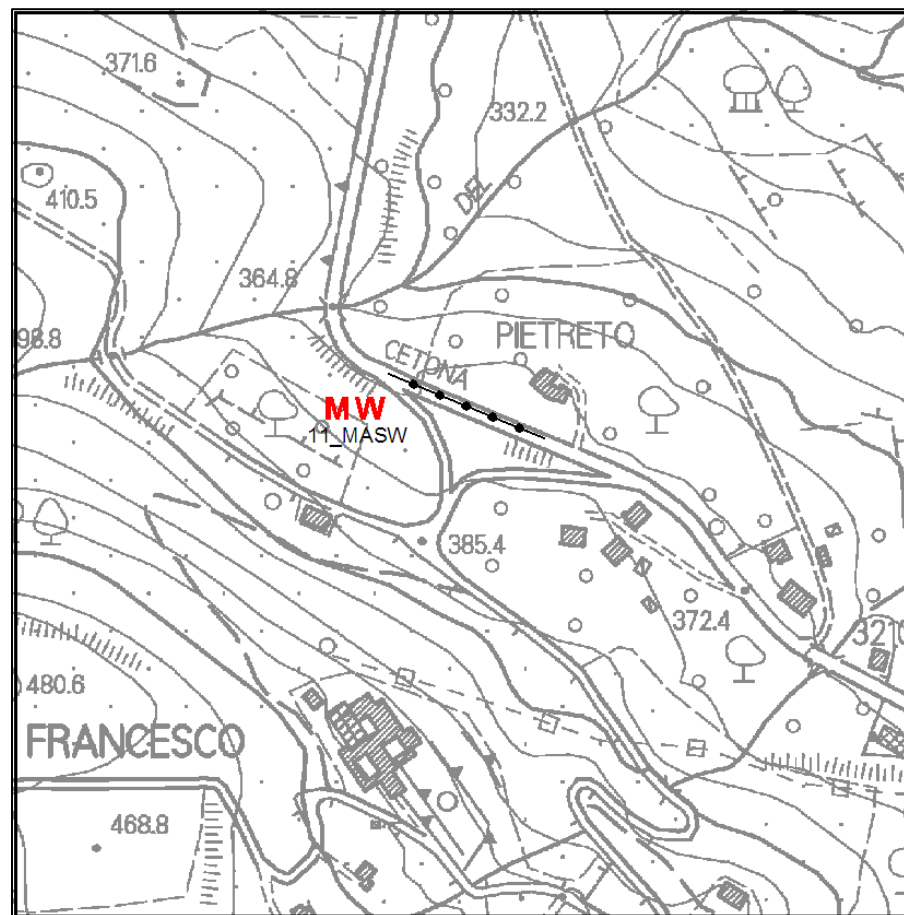
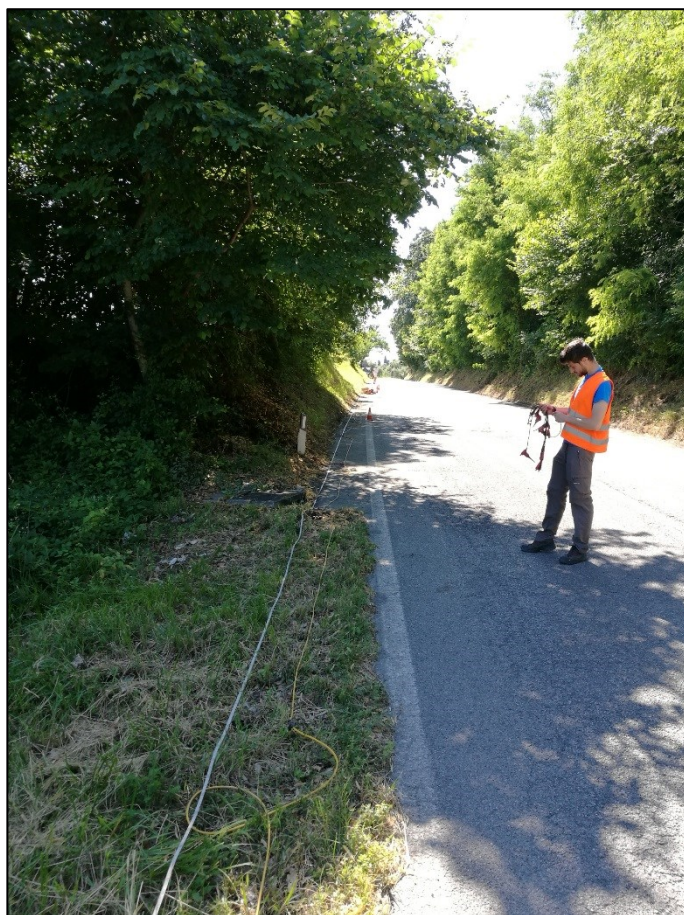


Fig. III-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

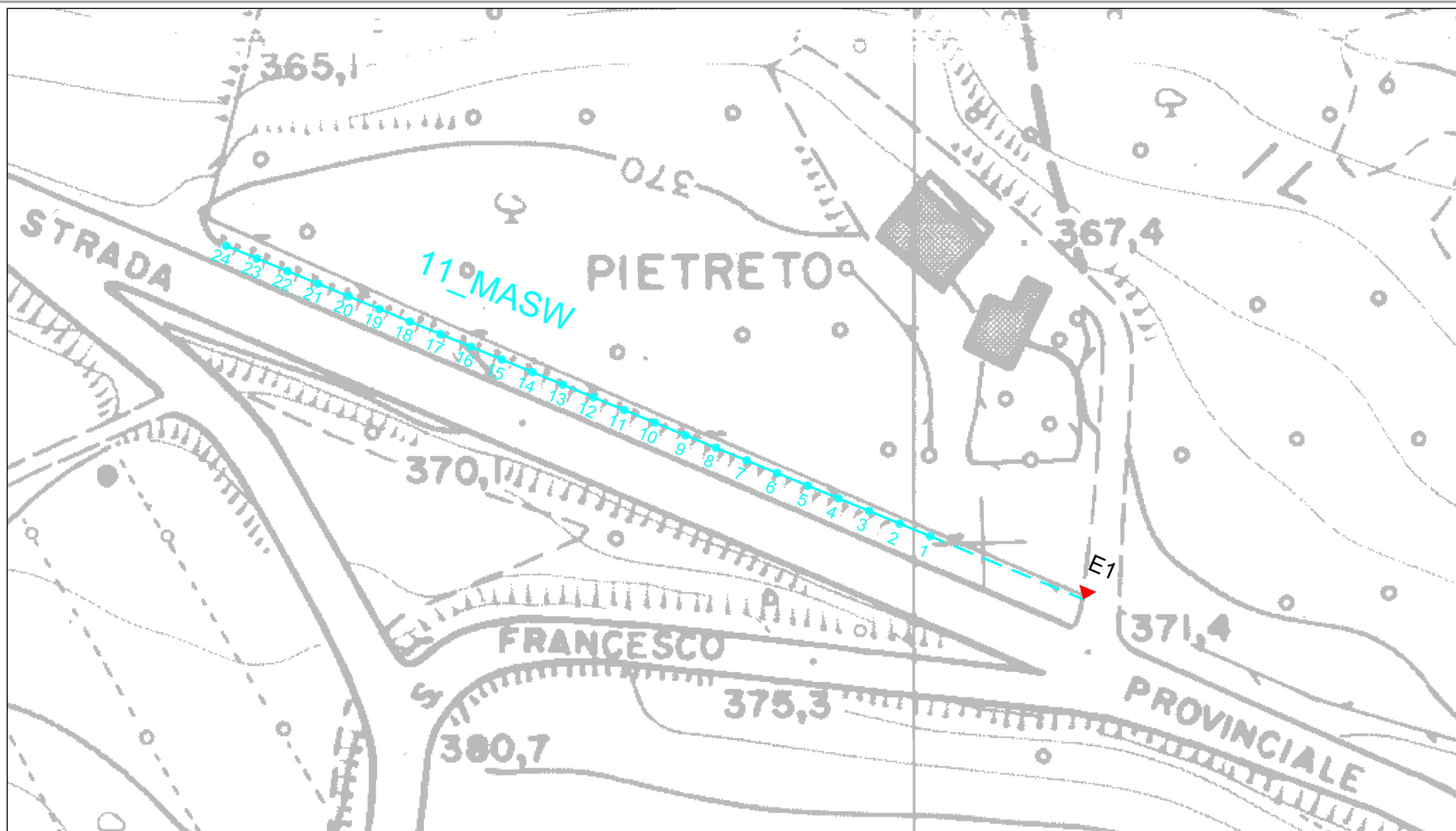


Fig. III-1: Inquadramento scala 1:500

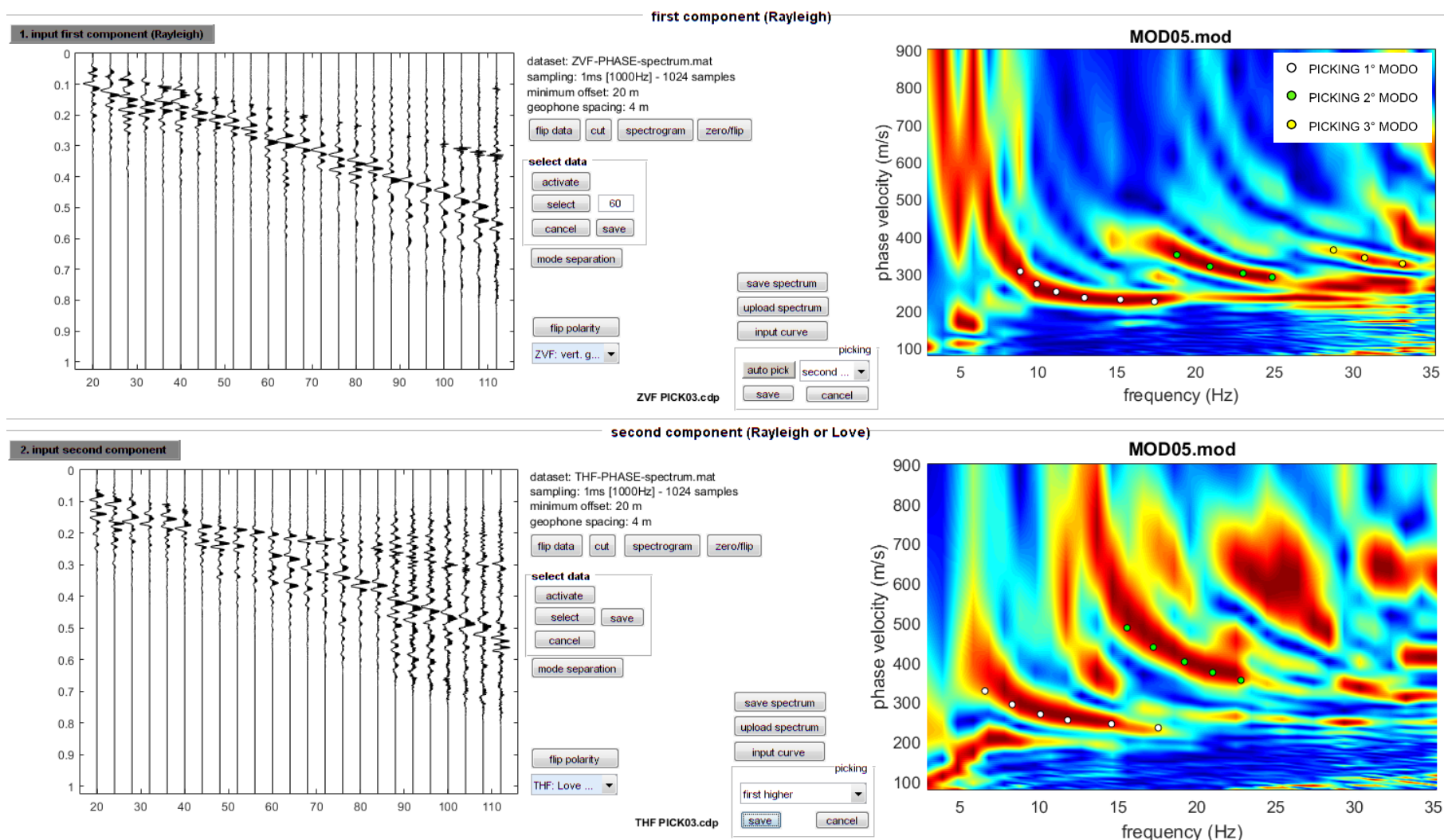
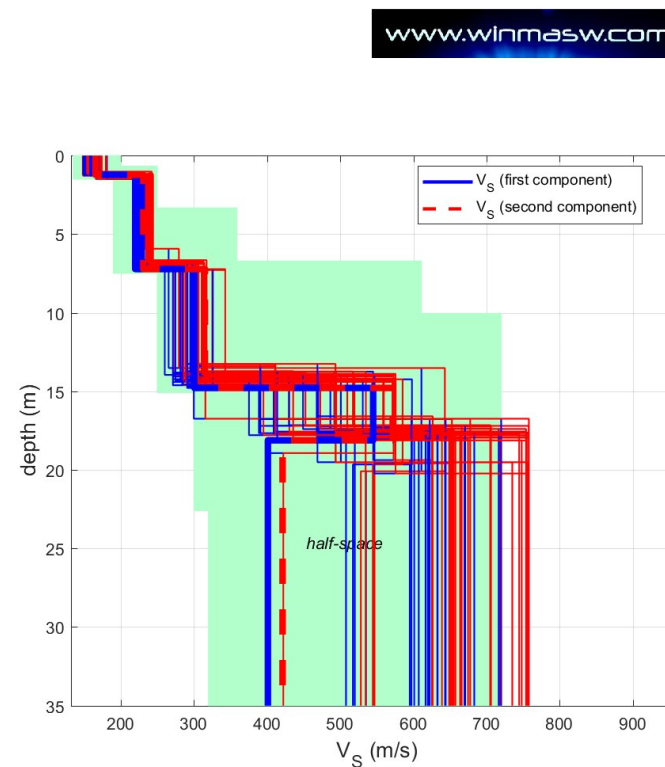
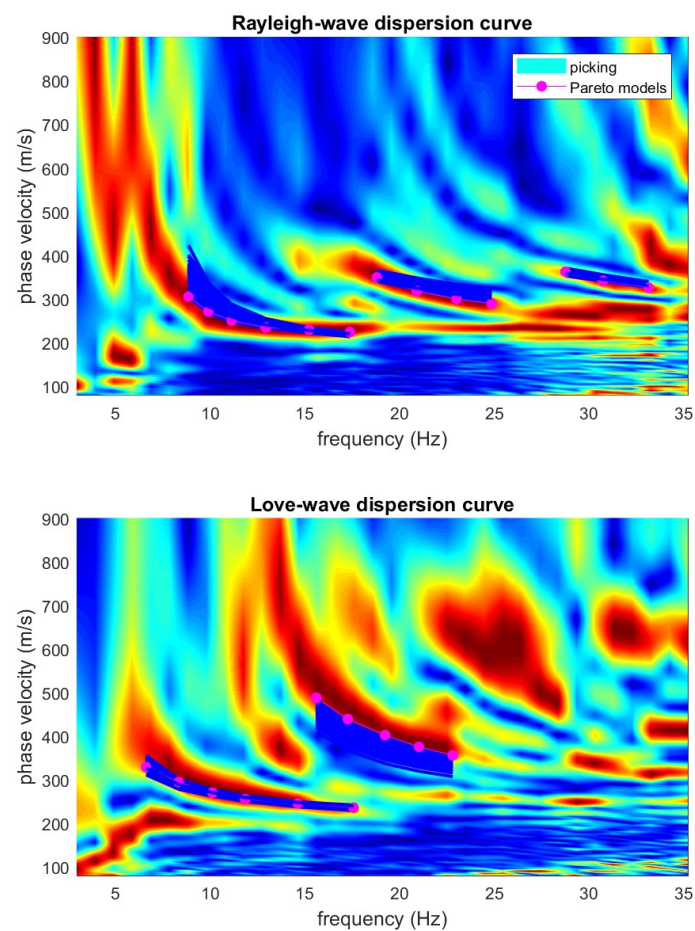


Fig. III-2: 11_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking



Rayleigh dataset: ZVF-PHASE-spectrum.mat
 Love dataset: THF-PHASE-spectrum.mat
 Rayleigh wave dispersion curve: ZVF PICK03.cdp
 Love wave dispersion curve: THF PICK03.cdp

Fig. III-3: 11_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
1.23	1.23	162	167	393	1830	0.40
7.11	5.88	228	240	555	1910	0.40
14.15	7.04	291	307	691	1960	0.39
17.83	3.68	487	511	1111	2080	0.38
-	-	641	672	1647	2170	0.41

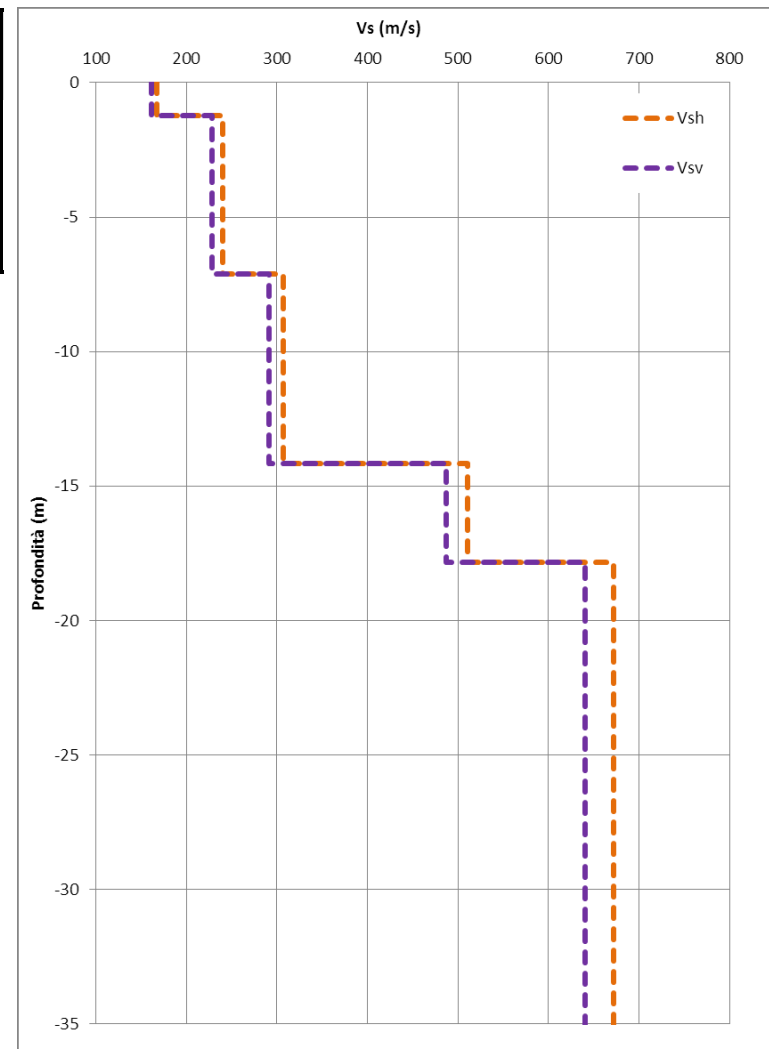


Fig. III-4: 11_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model)

**IV. ALLEGATO GRAFICO: 27_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE -
SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

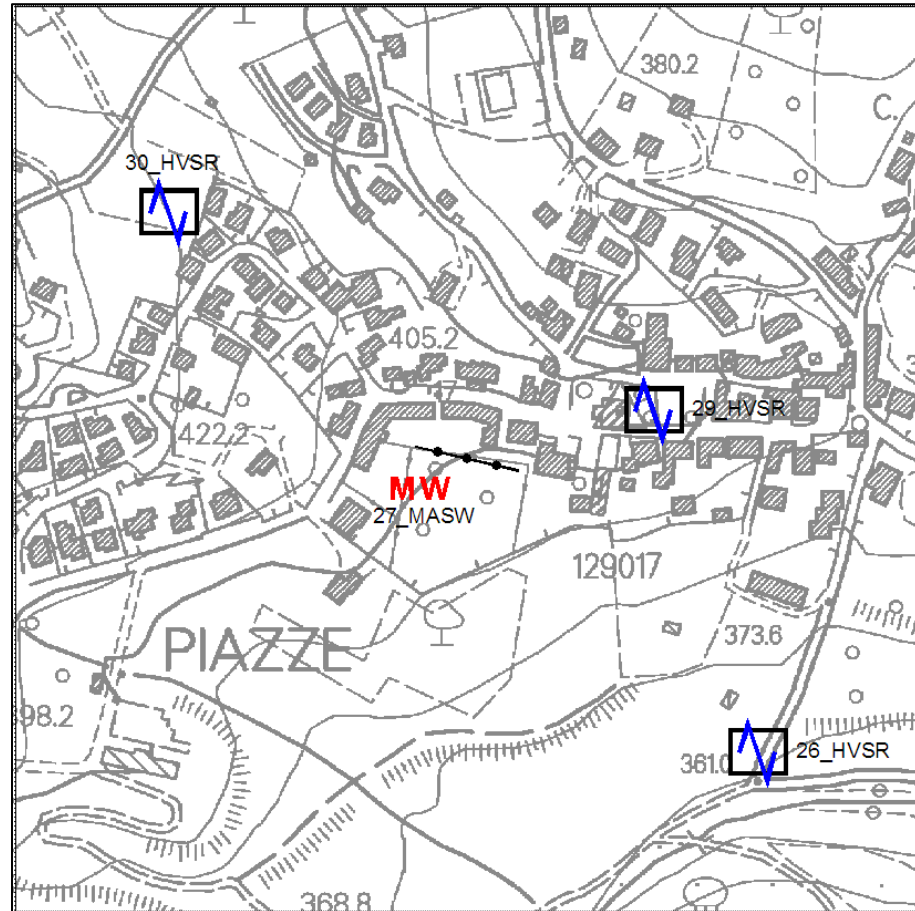


Fig. IV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

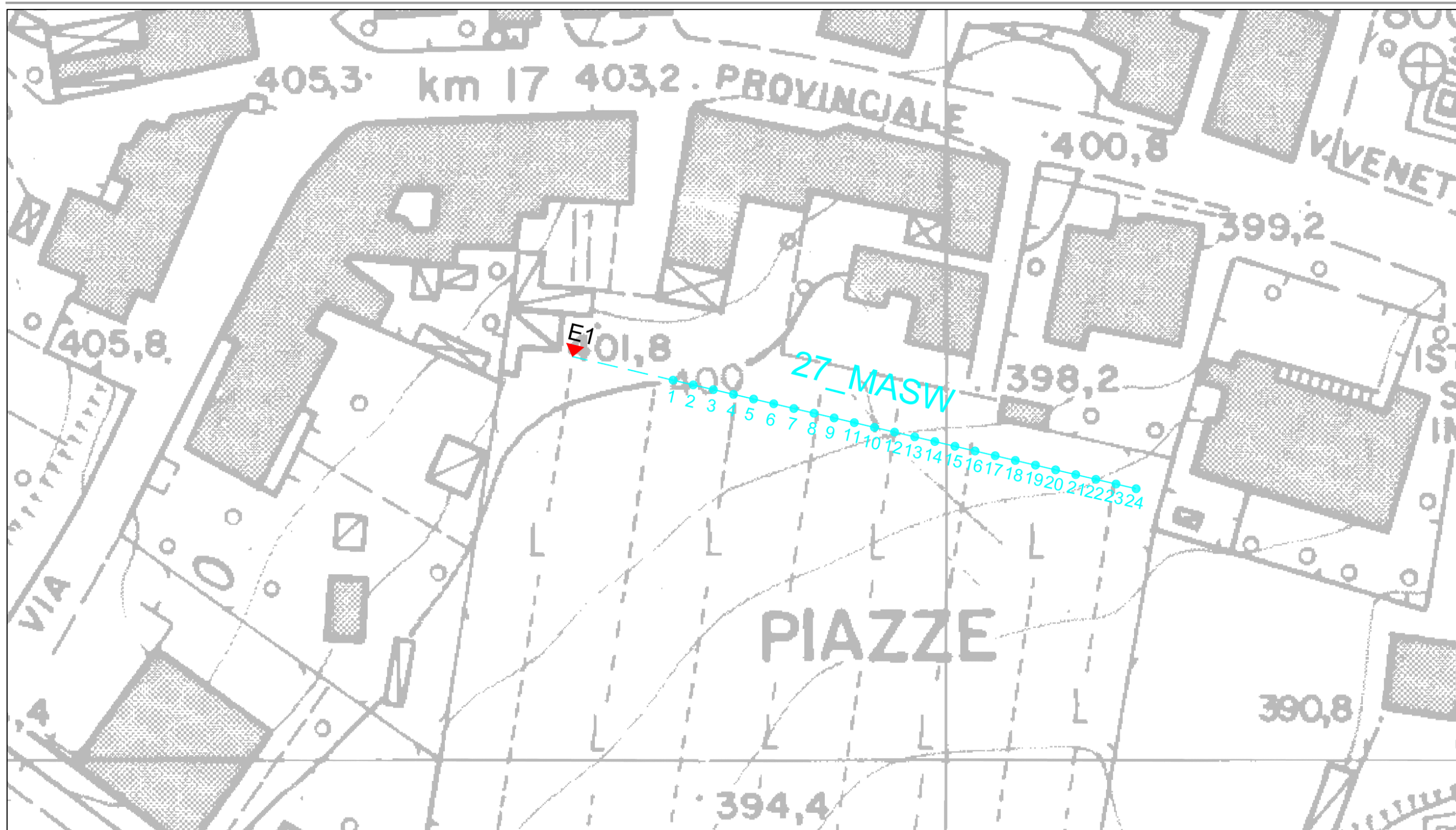


Fig. IV-1: Inquadramento scala 1:500

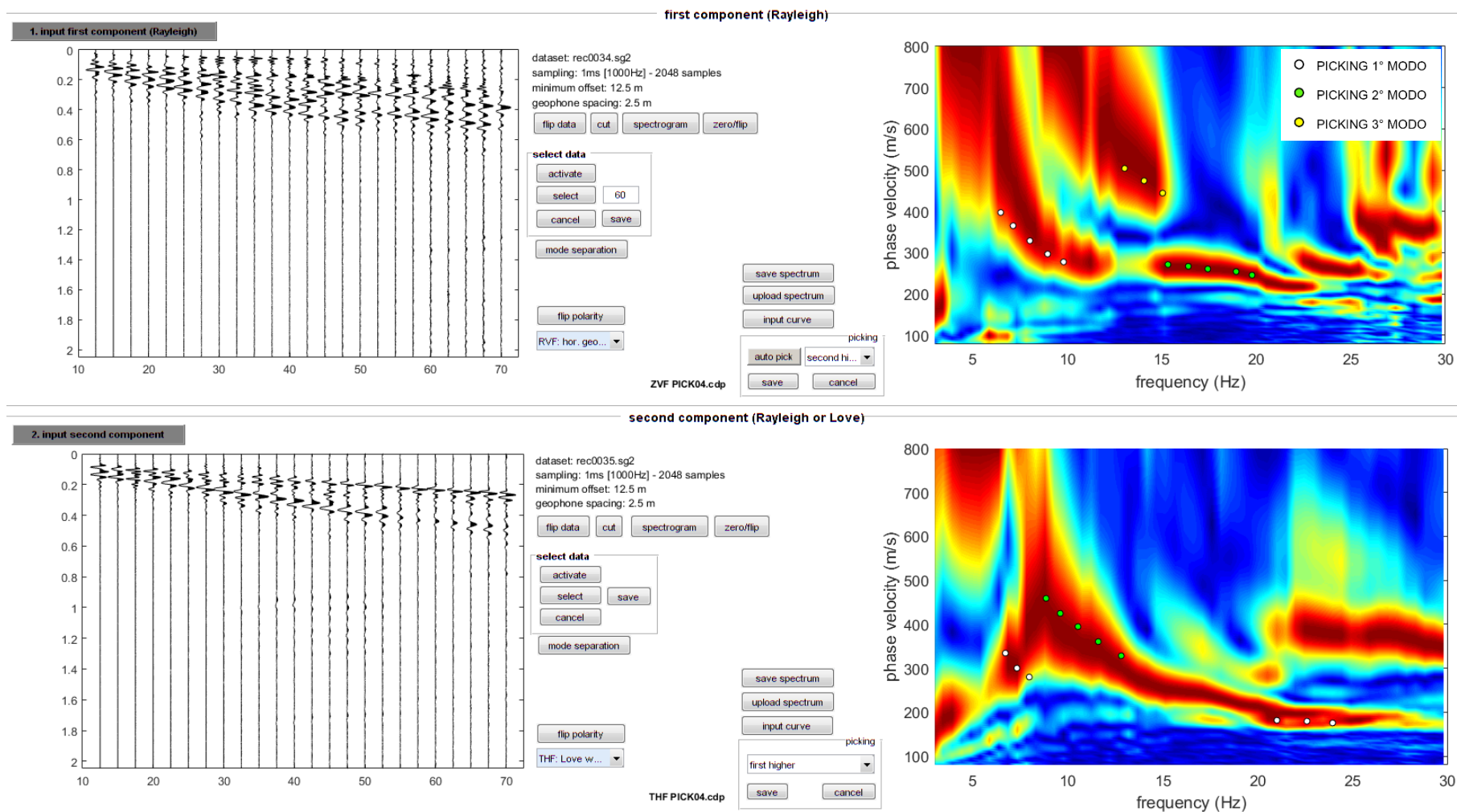
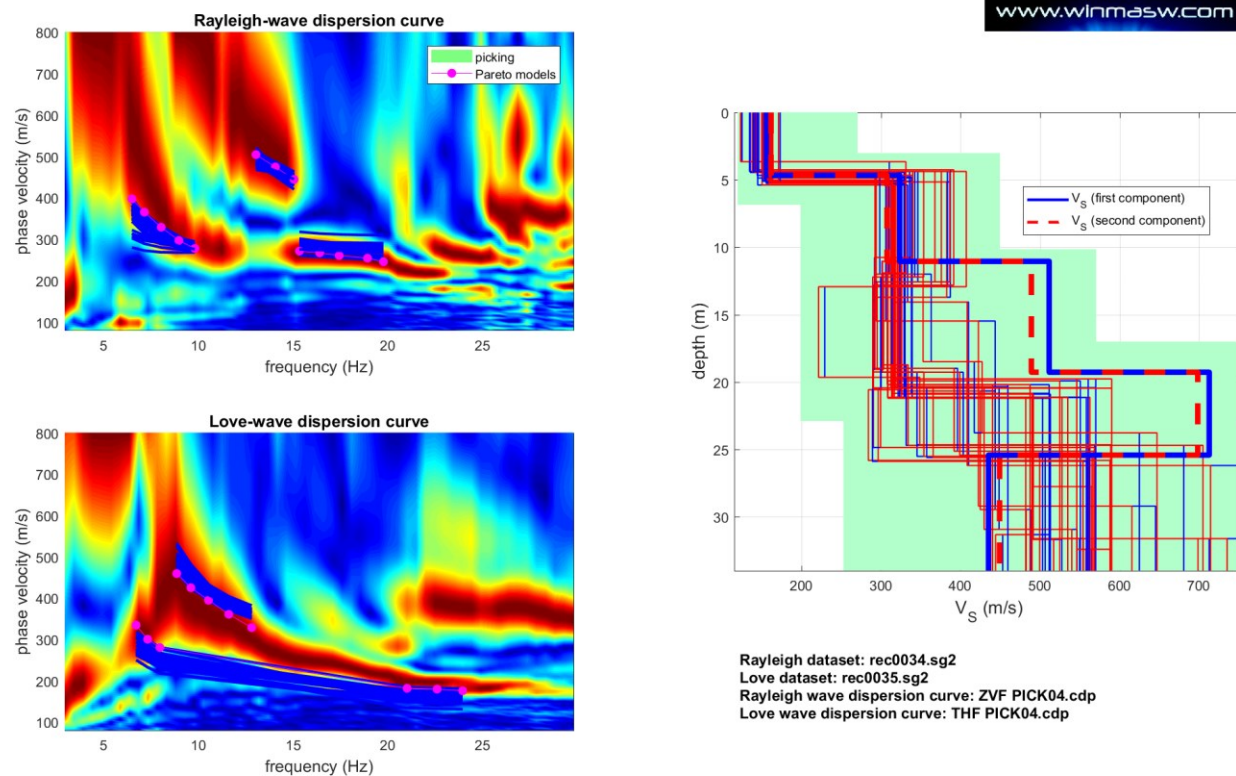


Fig. IV-2: 27_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking

**Fig. IV-3: 27_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model**

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
4.75	4.75	149	153	369	1810	0.40
17.52	12.77	336	330	754	1980	0.38
28.25	10.73	441	429	1148	2080	0.41
37.74	9.49	518	516	1222	2090	0.39
-	-	548	559	1210	2090	0.37

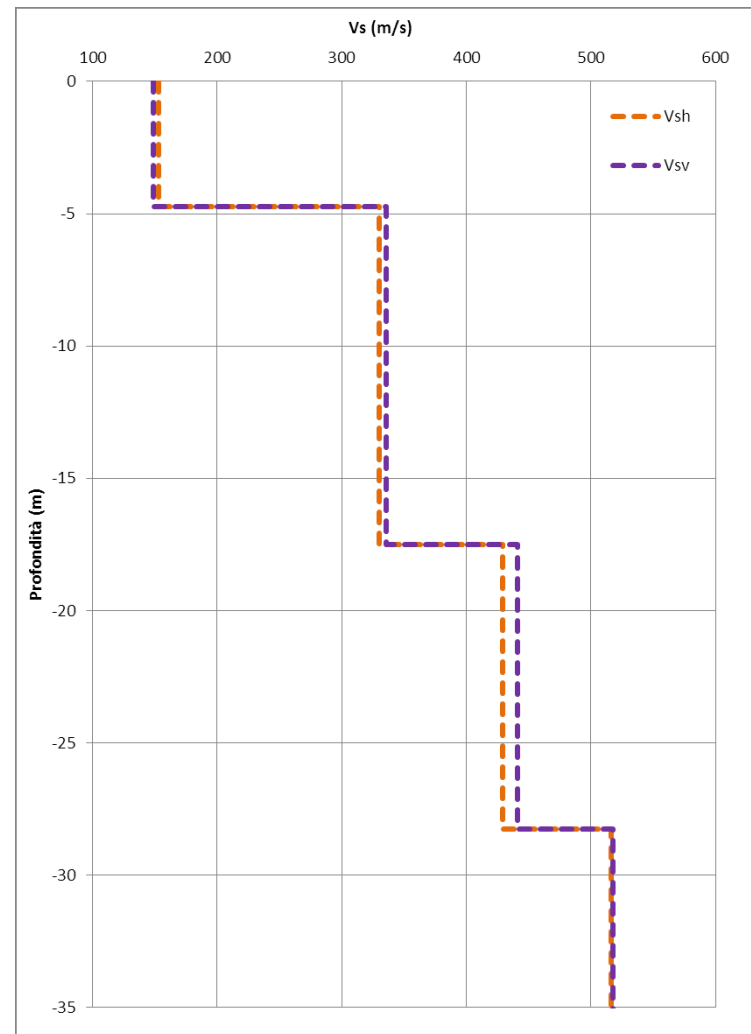


Fig. IV-4: 27_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model)

**V. ALLEGATO GRAFICO: 33_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE -
SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

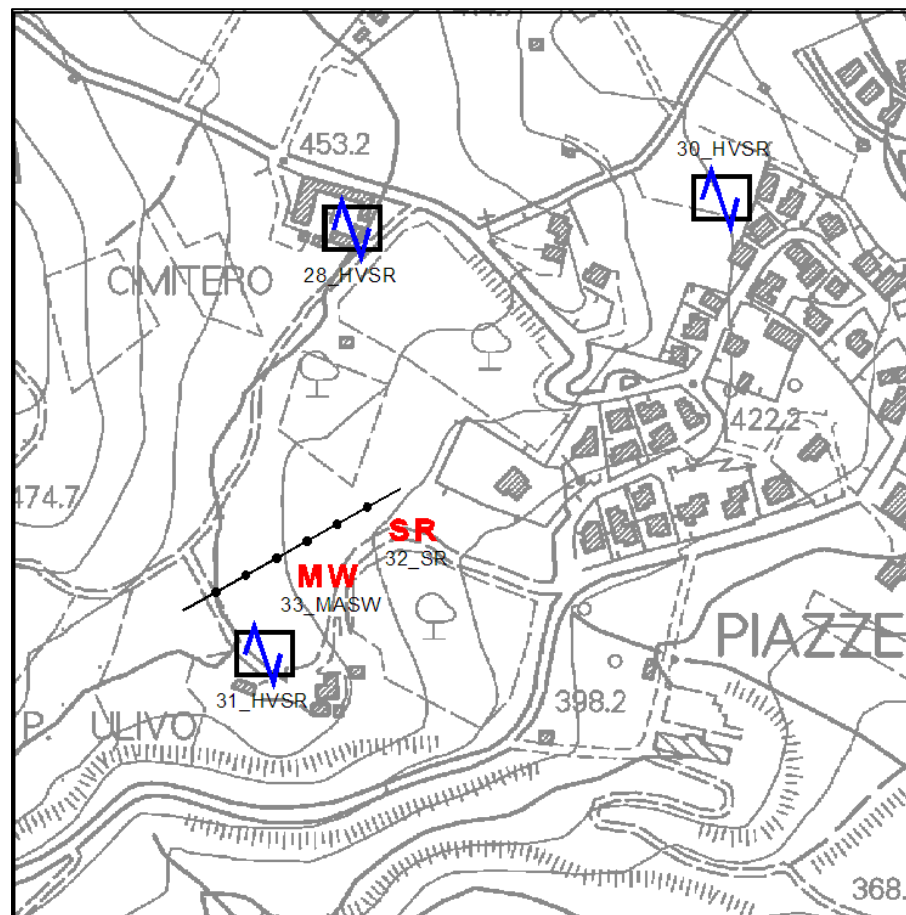


Fig. V-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

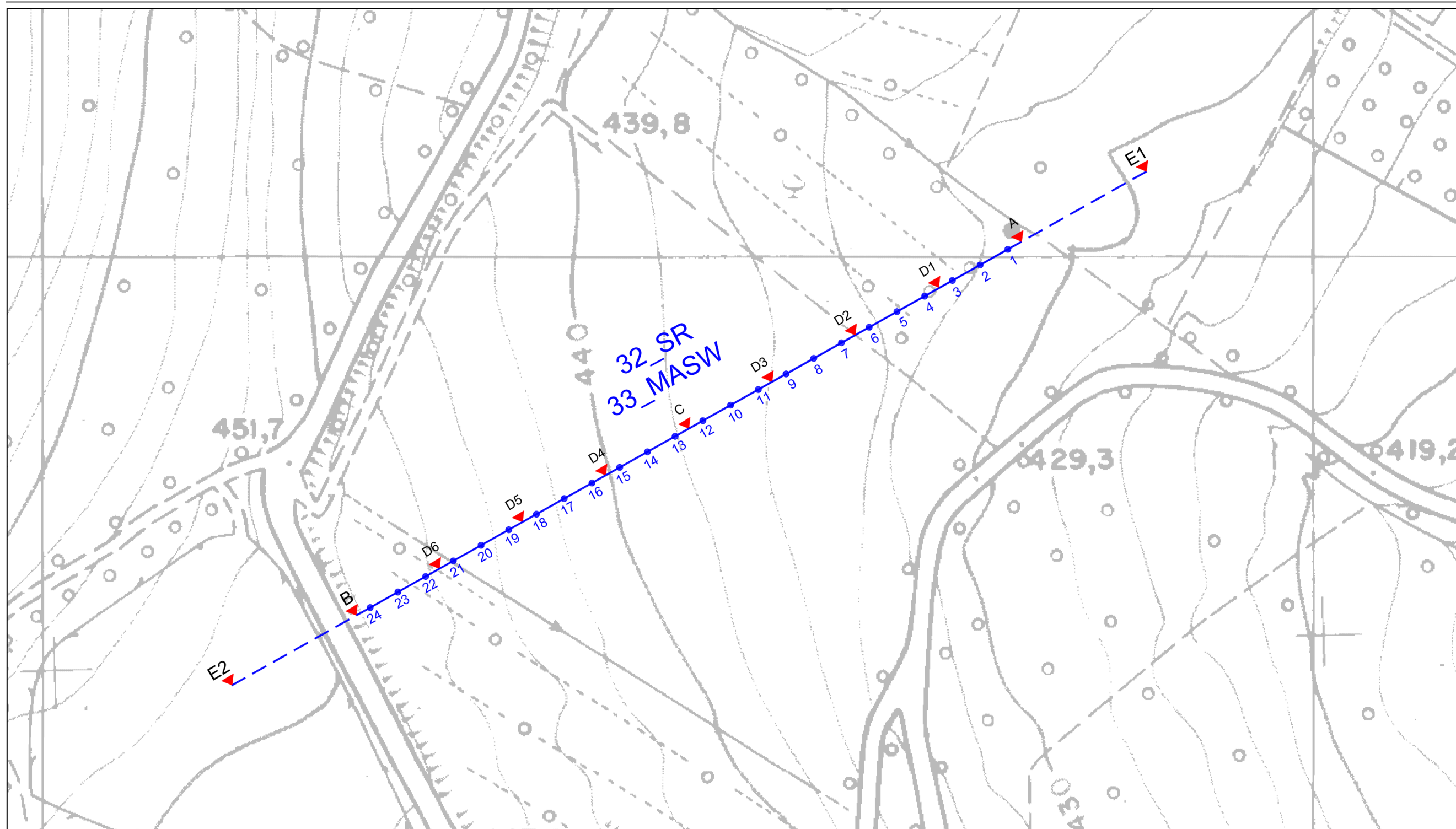


Fig. V-1: Inquadramento scala 1:500

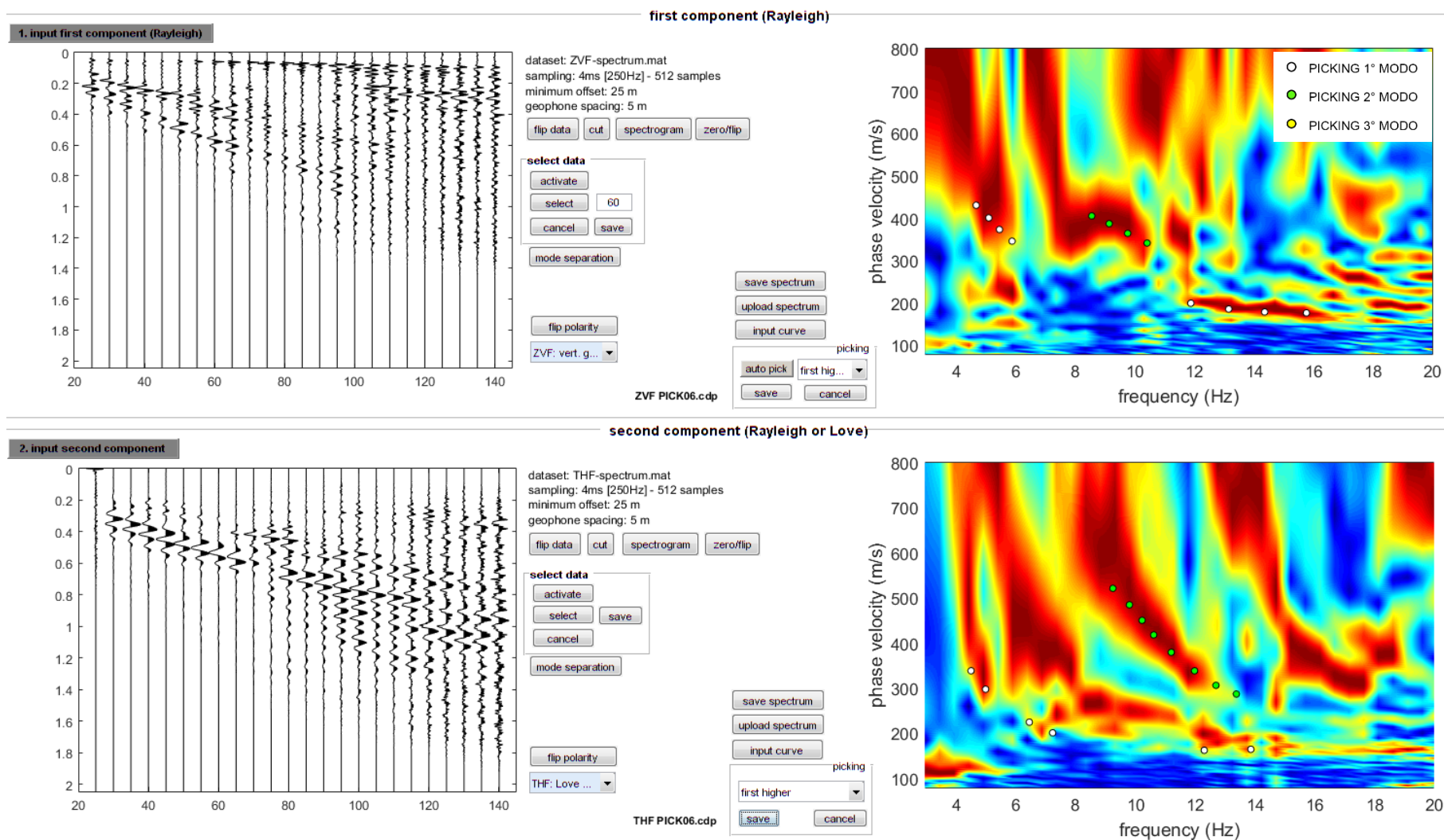


Fig. V-2: 33_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking

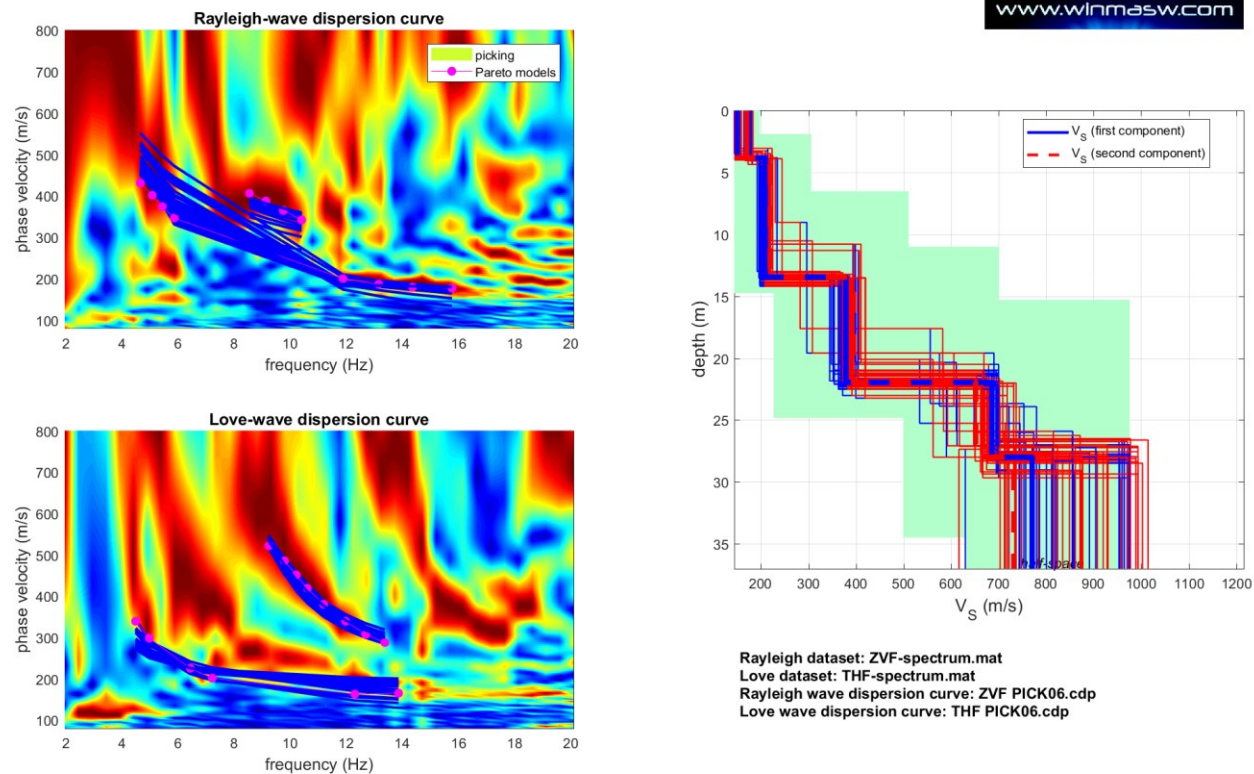


Fig. V-3: 33_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
3.84	3.84	171	165	411	1840	0.40
13.22	9.38	203	212	577	1920	0.43
21.66	8.44	367	383	1005	2050	0.42
27.35	5.69	677	664	1494	2150	0.37
-	-	876	865	2051	2230	0.39

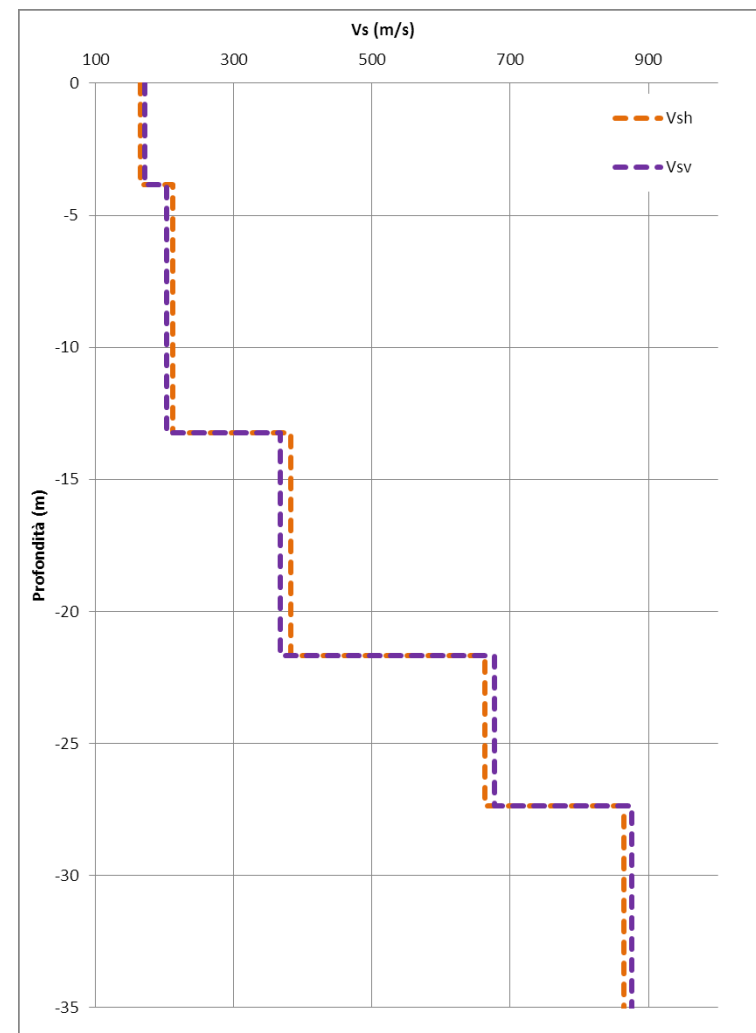


Fig. V-4: 33_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model)

**VI. ALLEGATO GRAFICO: 35_MASW ANALISI MASW ZVF, THF E ESAC -
SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

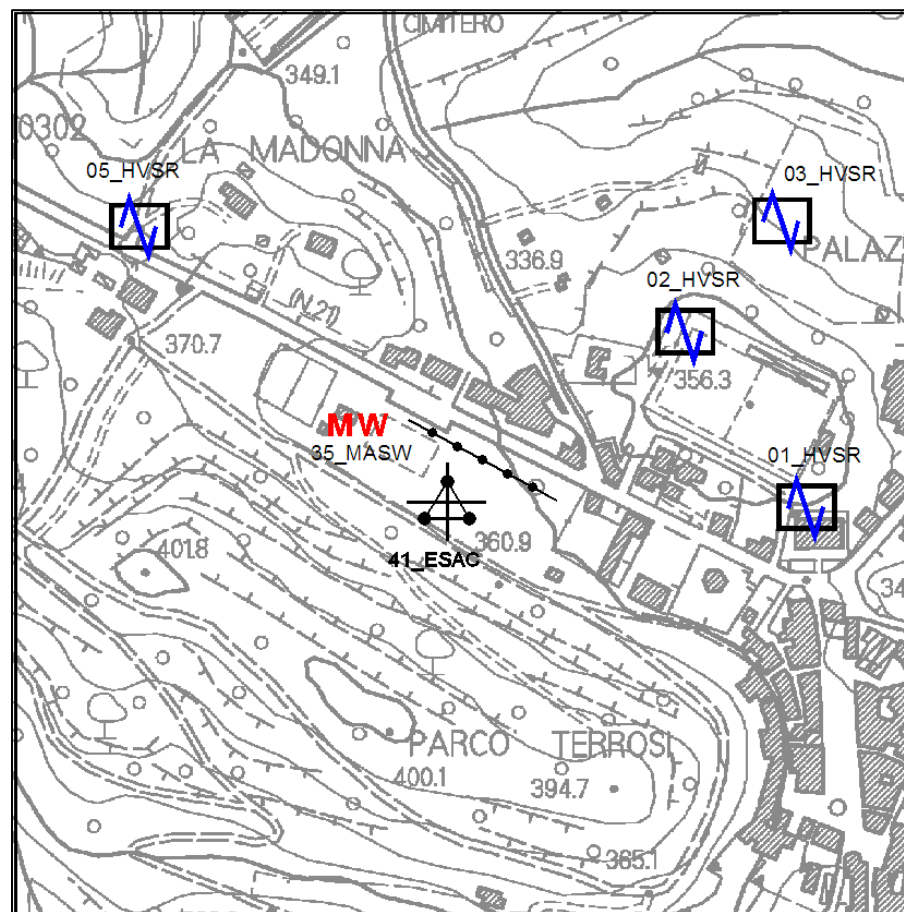


Fig. VI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

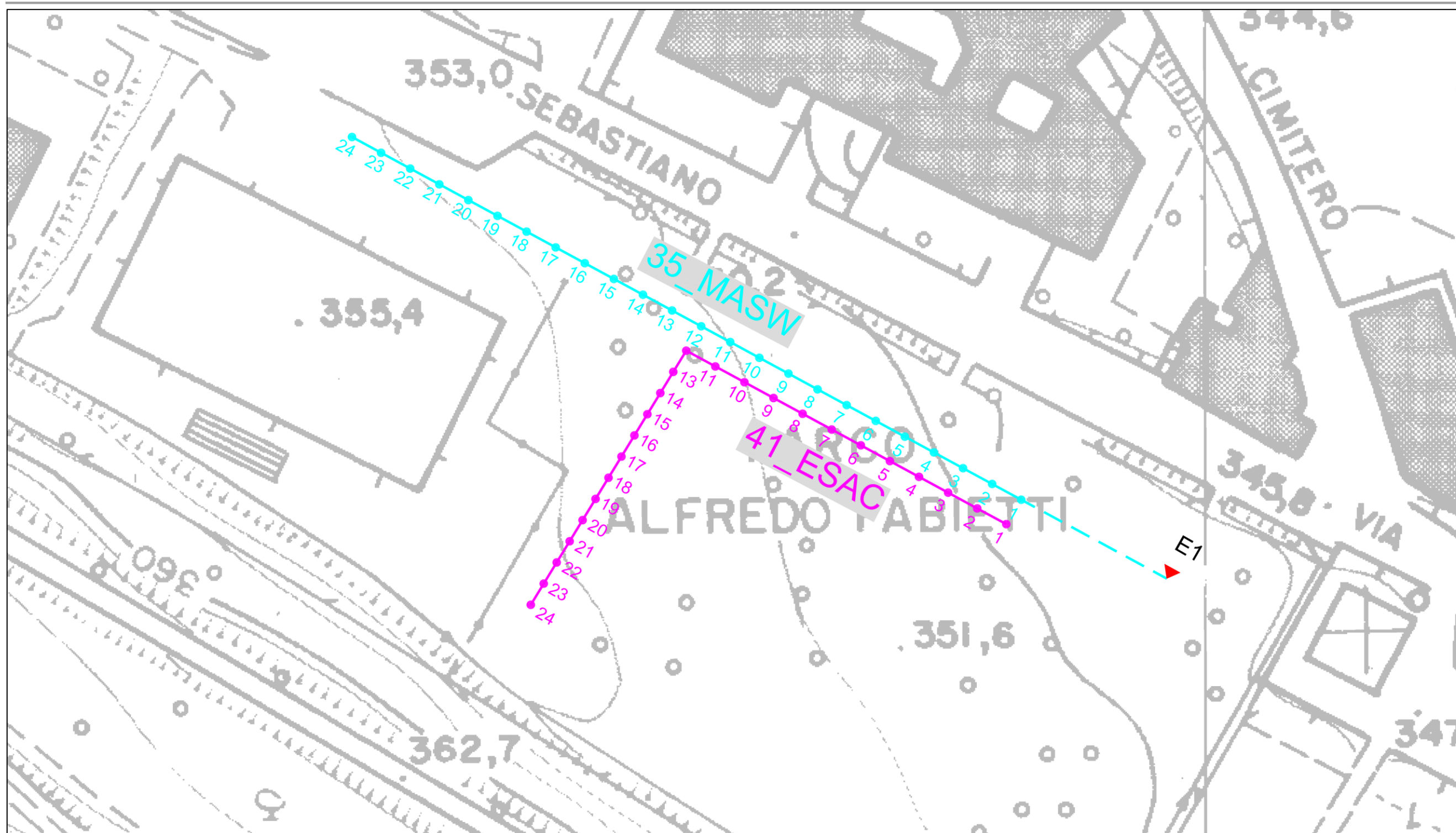


Fig. VI-1: Inquadramento scala 1:500

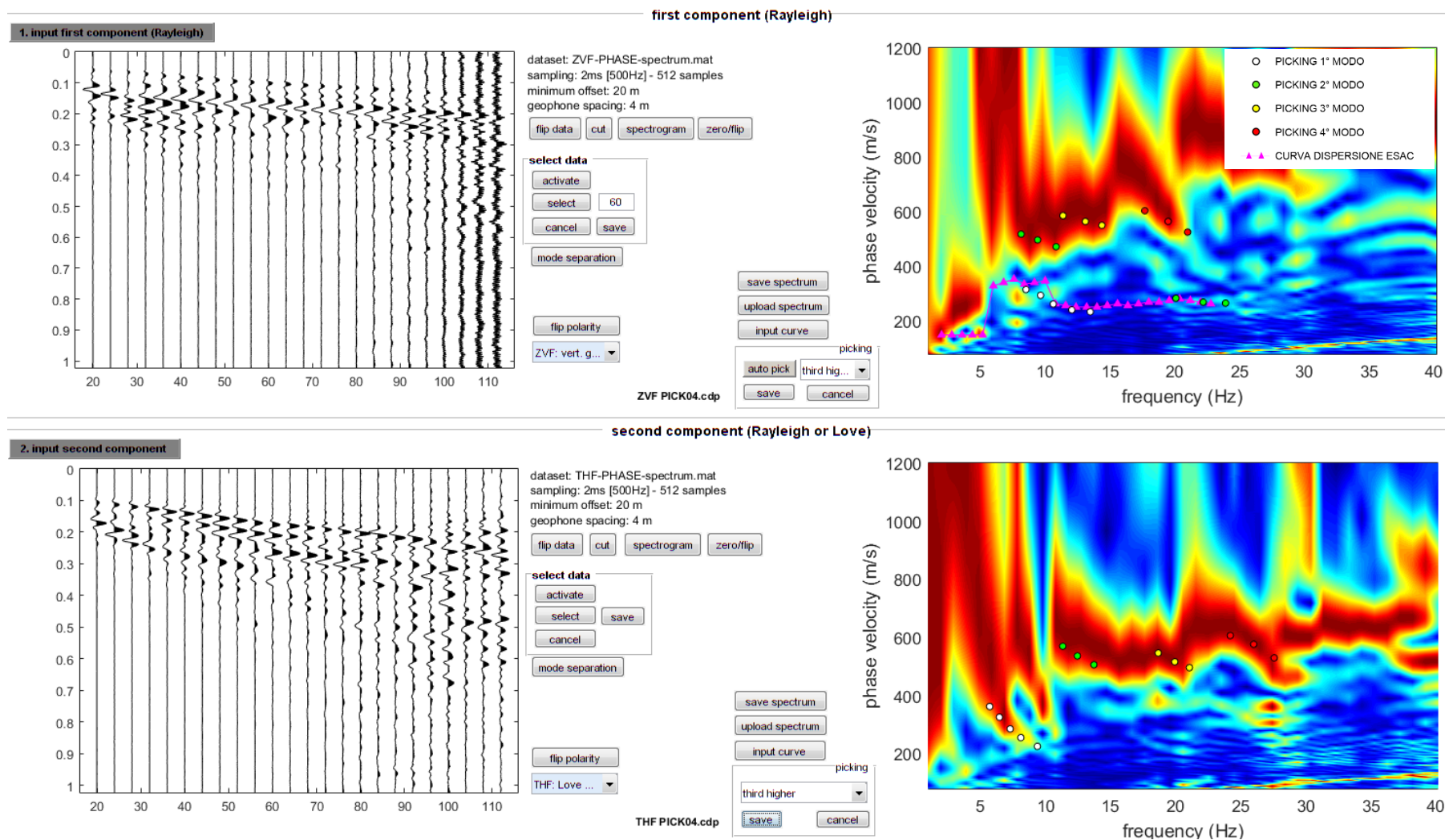


Fig. VI-2: 35_MASW – Analisi MASW ZVF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking

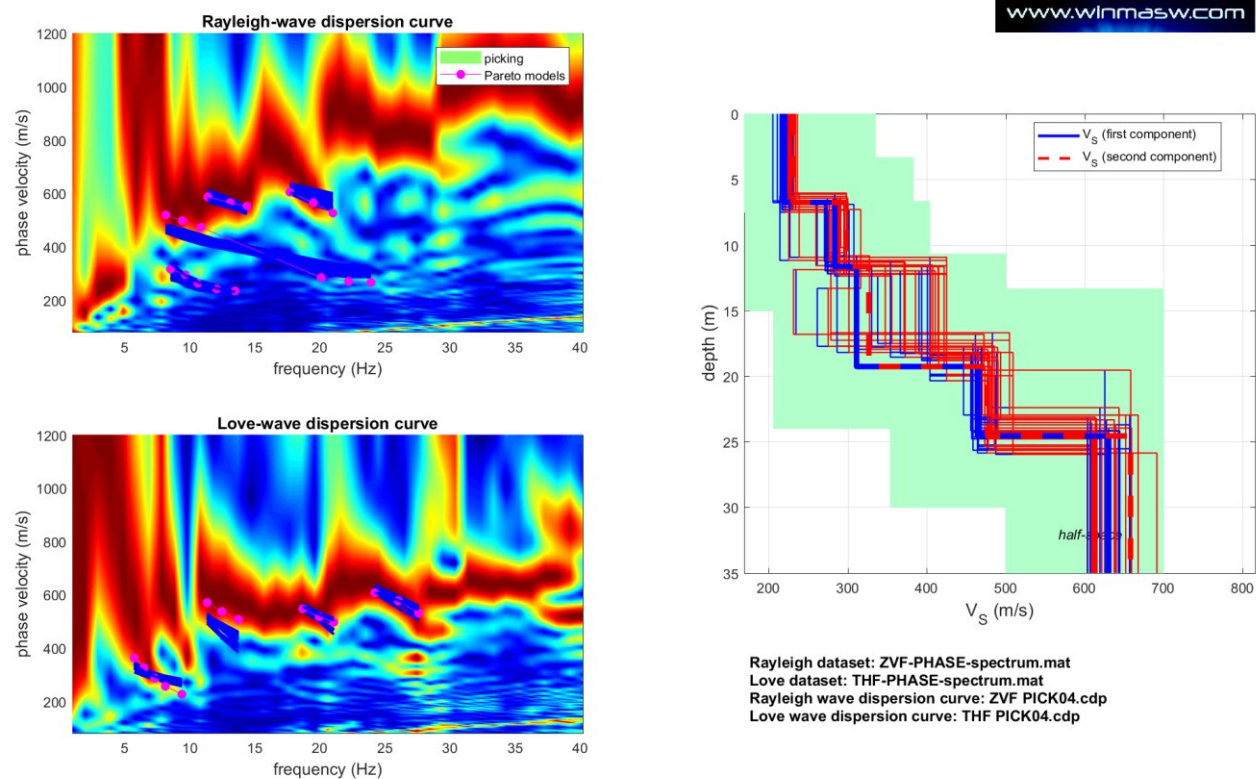


Fig. VI-3: 35_MASW – Analisi MASW ZVF – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
6.75	6.75	217	225	606	1930	0.43
11.56	4.81	275	285	696	1970	0.41
18.57	7.01	358	373	831	2010	0.39
24.11	5.54	466	485	1090	2070	0.39
-	-	625	630	1552	2160	0.40

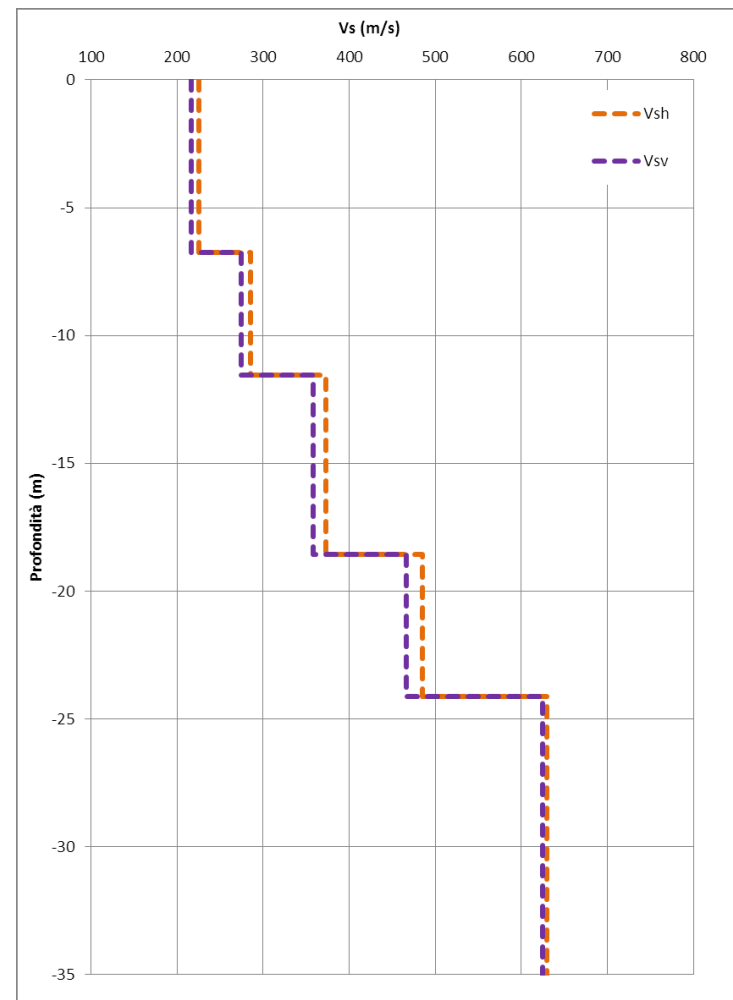


Fig. VI-4: 35_MASW- Analisi MASW ZVF - Profili di velocità (Mean Model)

**VII. ALLEGATO GRAFICO: 42_MASW ANALISI MASW ZVF E THF-
SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

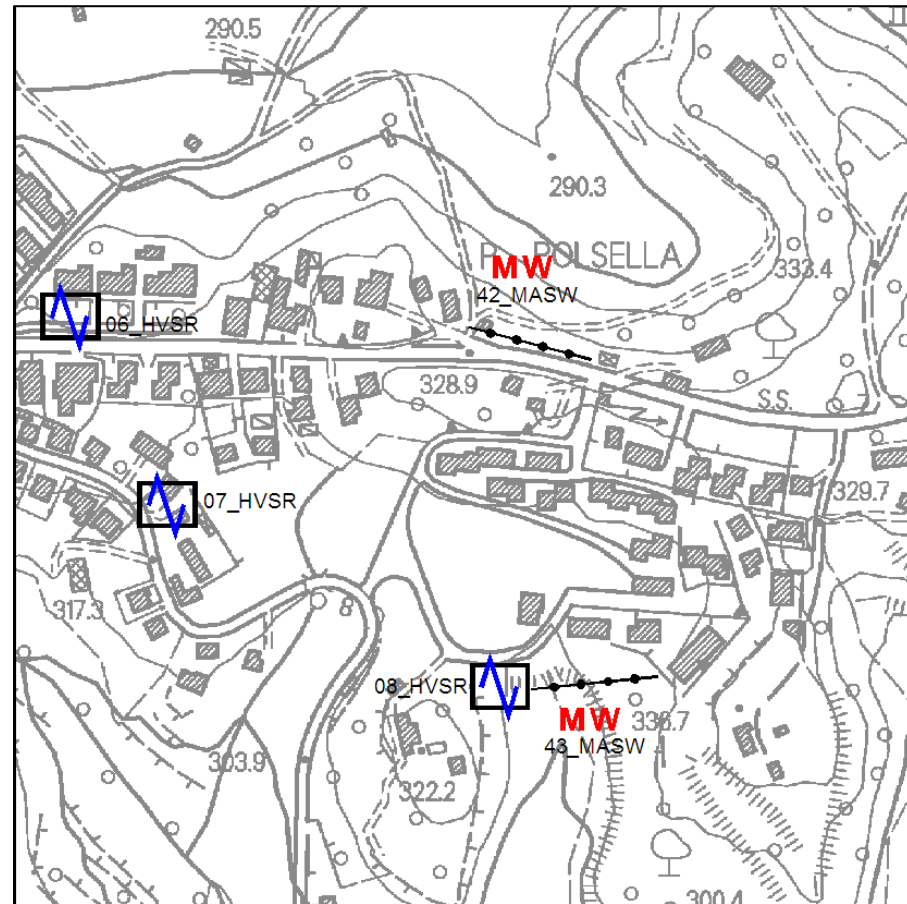


Fig. VII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

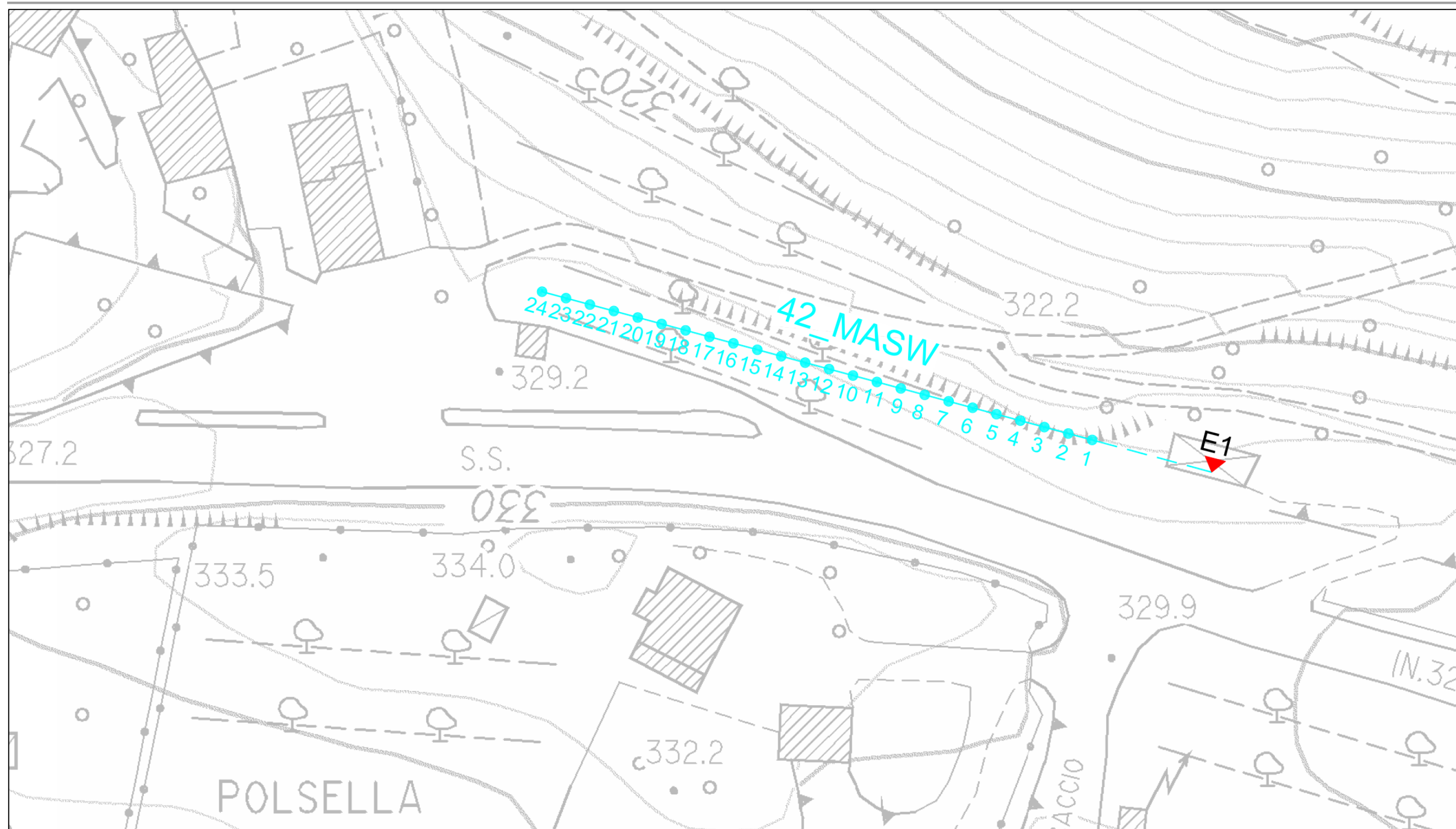


Fig. VII-1: Inquadramento scala 1:500

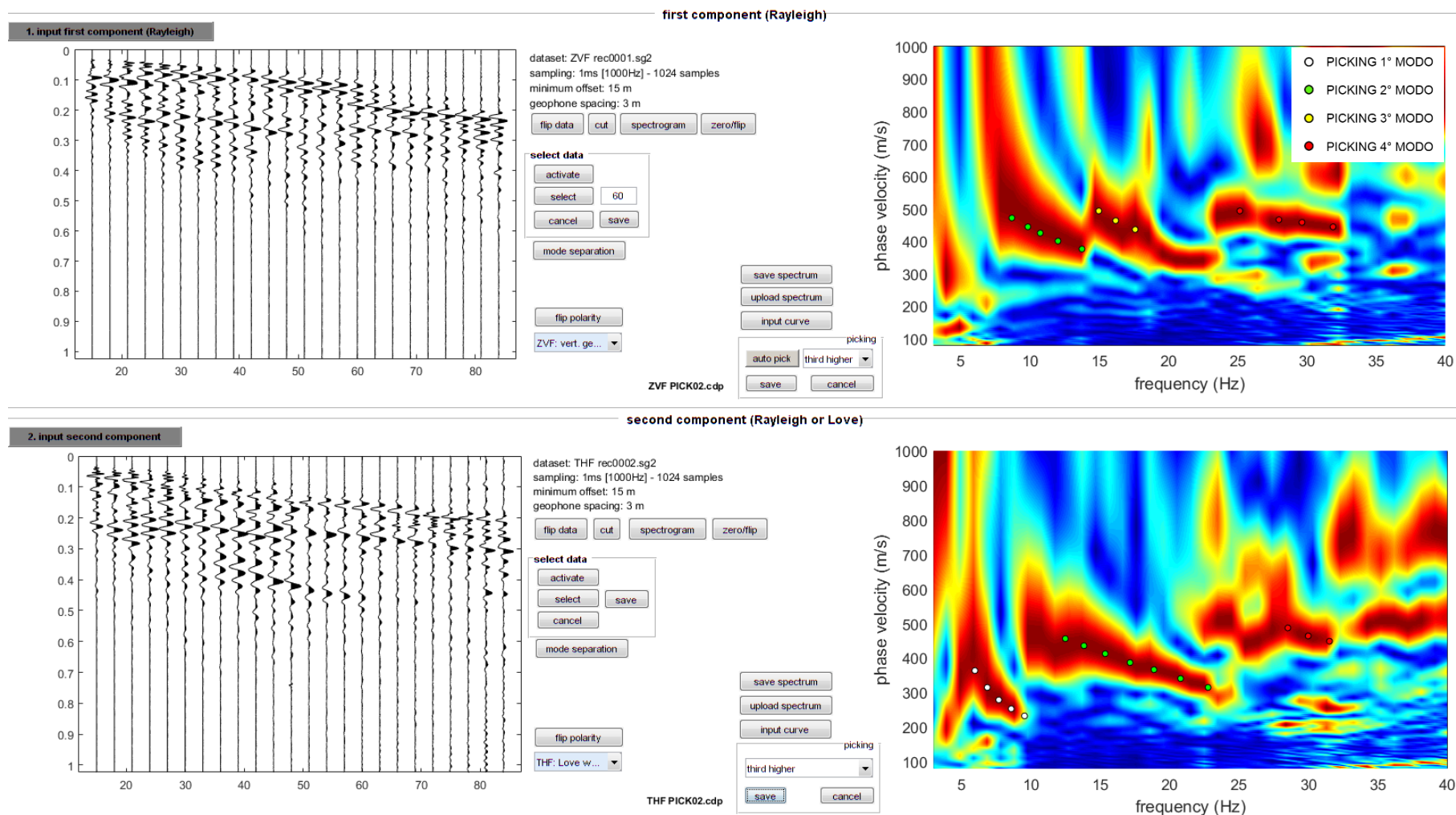


Fig. VII-2: 42_MASW – Analisi MASW ZVF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking

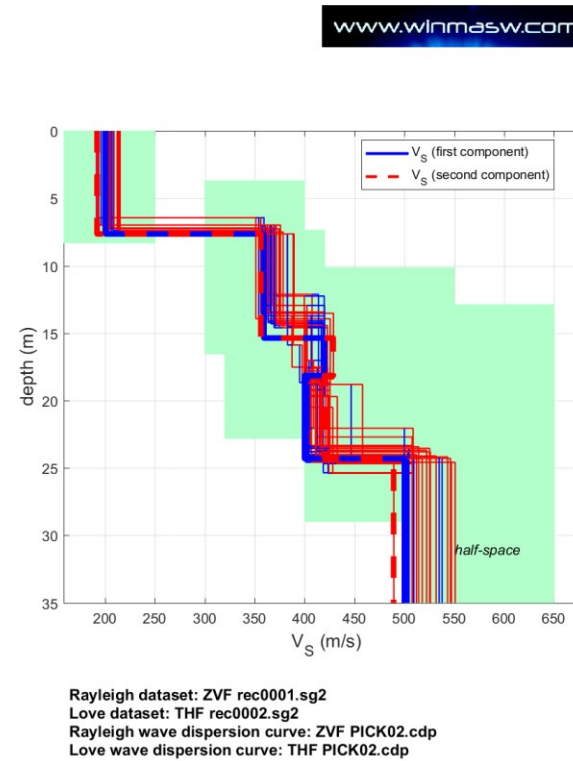
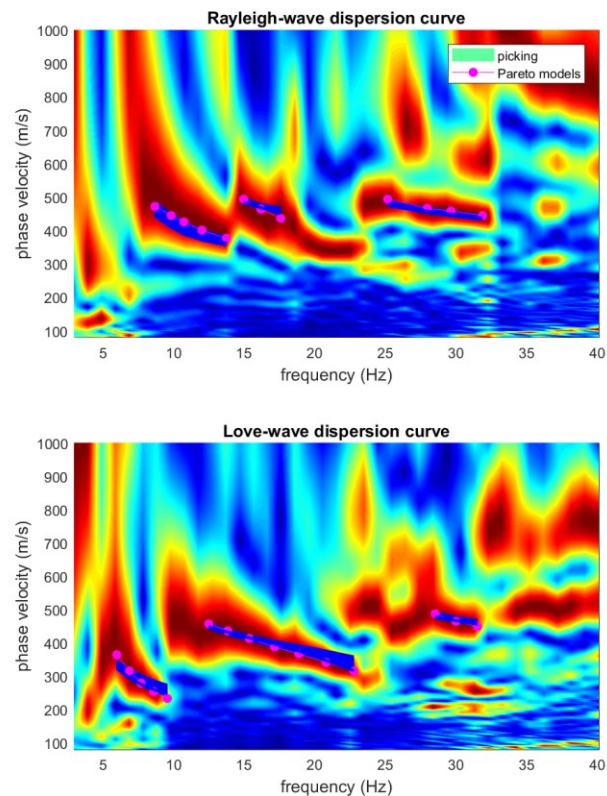


Fig. VII-3: 42_MASW – Analisi MASW ZVF – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
7.2	7.2	202	202	530	1900	0.42
13.89	6.69	367	373	1012	2060	0.42
18.59	4.7	418	408	1088	2070	0.41
24.03	5.44	409	420	1010	2060	0.40
-	-	508	518	1365	2130	0.42

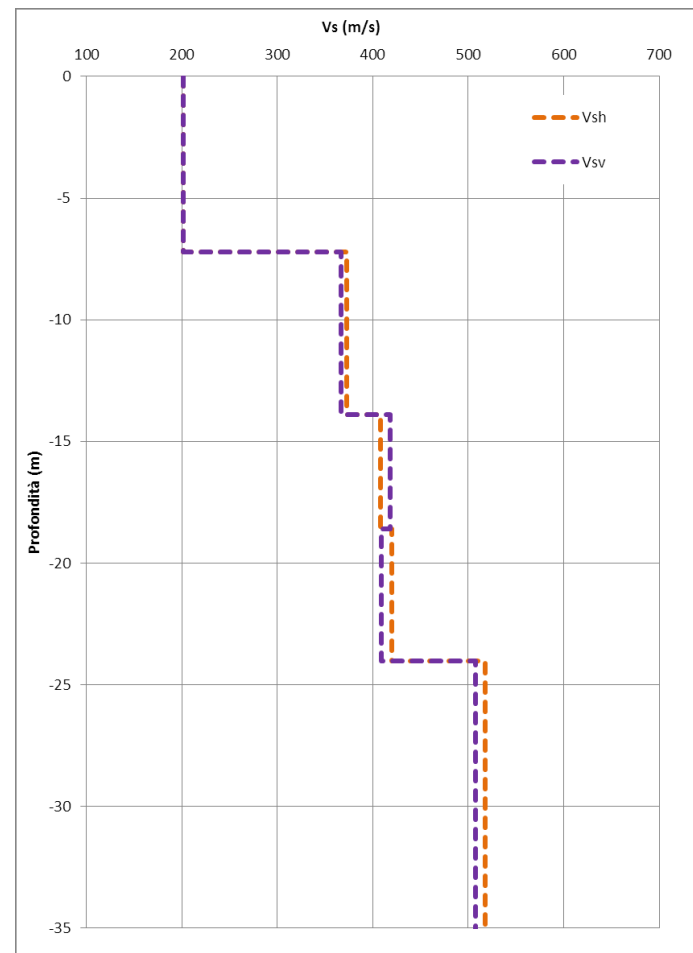


Fig. VII-4: 42_MASW- Analisi MASW ZVF - Profili di velocità (Mean Model)

**VIII. ALLEGATO GRAFICO: 43_MASW ANALISI MASW ZVF E THF-
SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

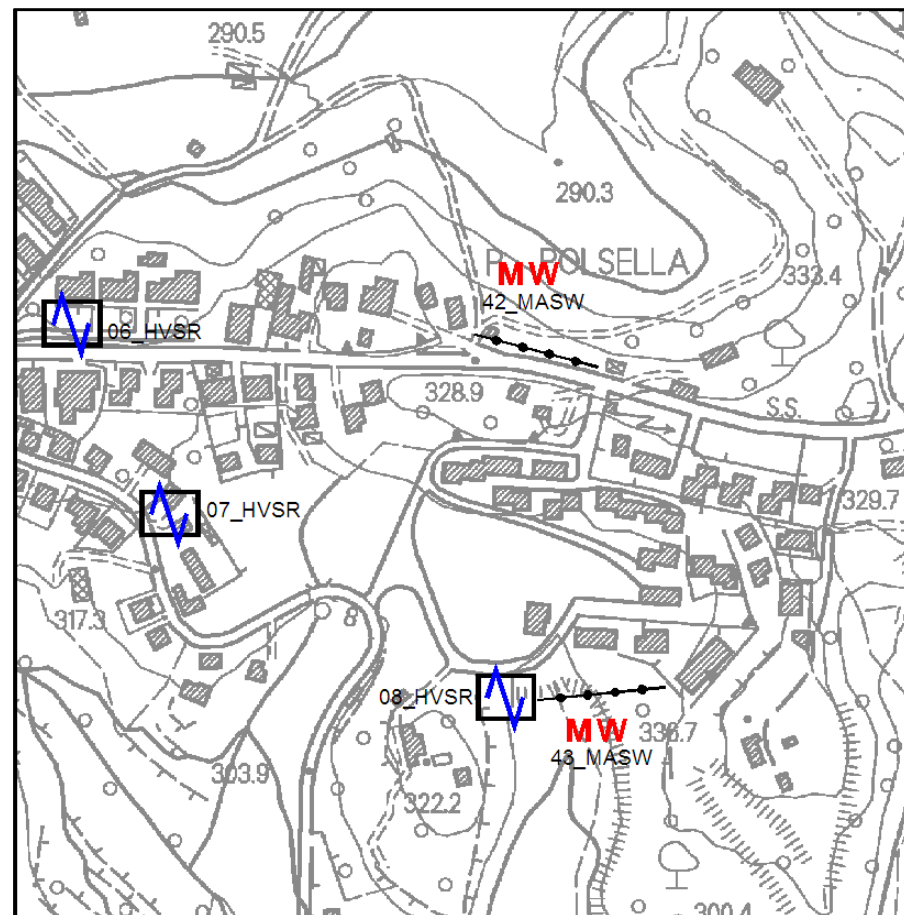


Fig. VIII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

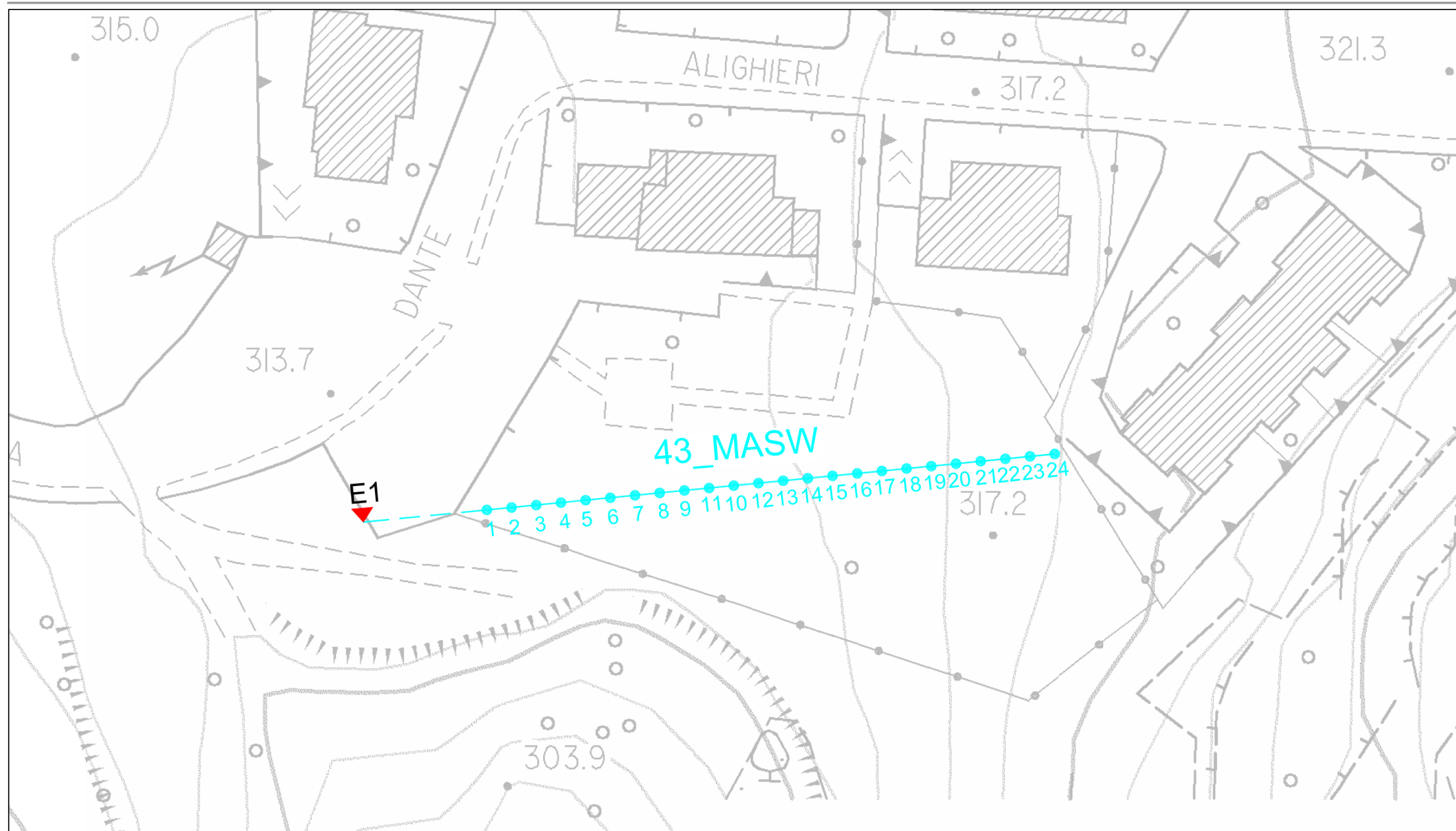


Fig. VIII-1: Inquadramento scala 1:500

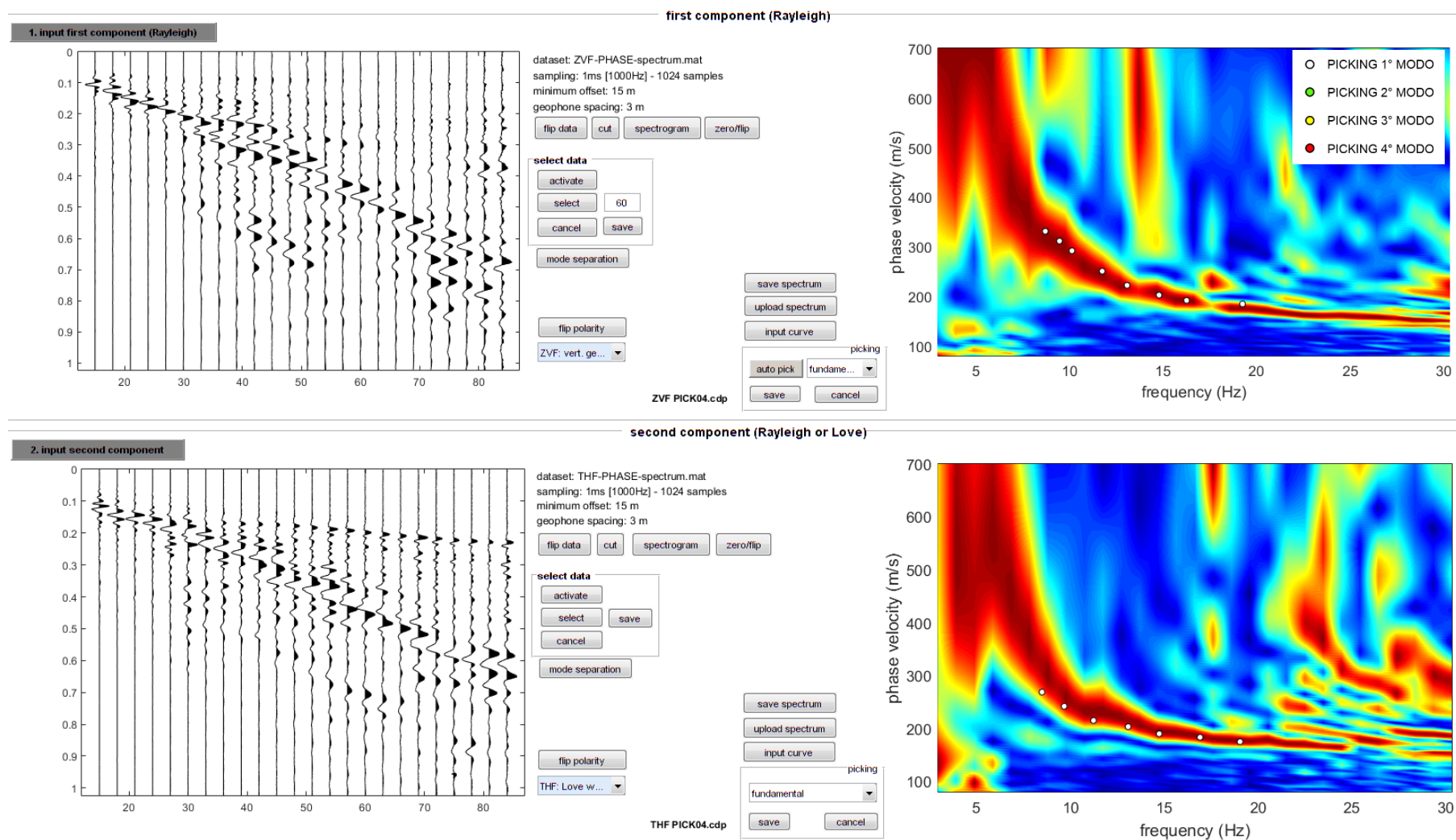


Fig. VIII-2: 43_MASW – Analisi MASW ZVF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking

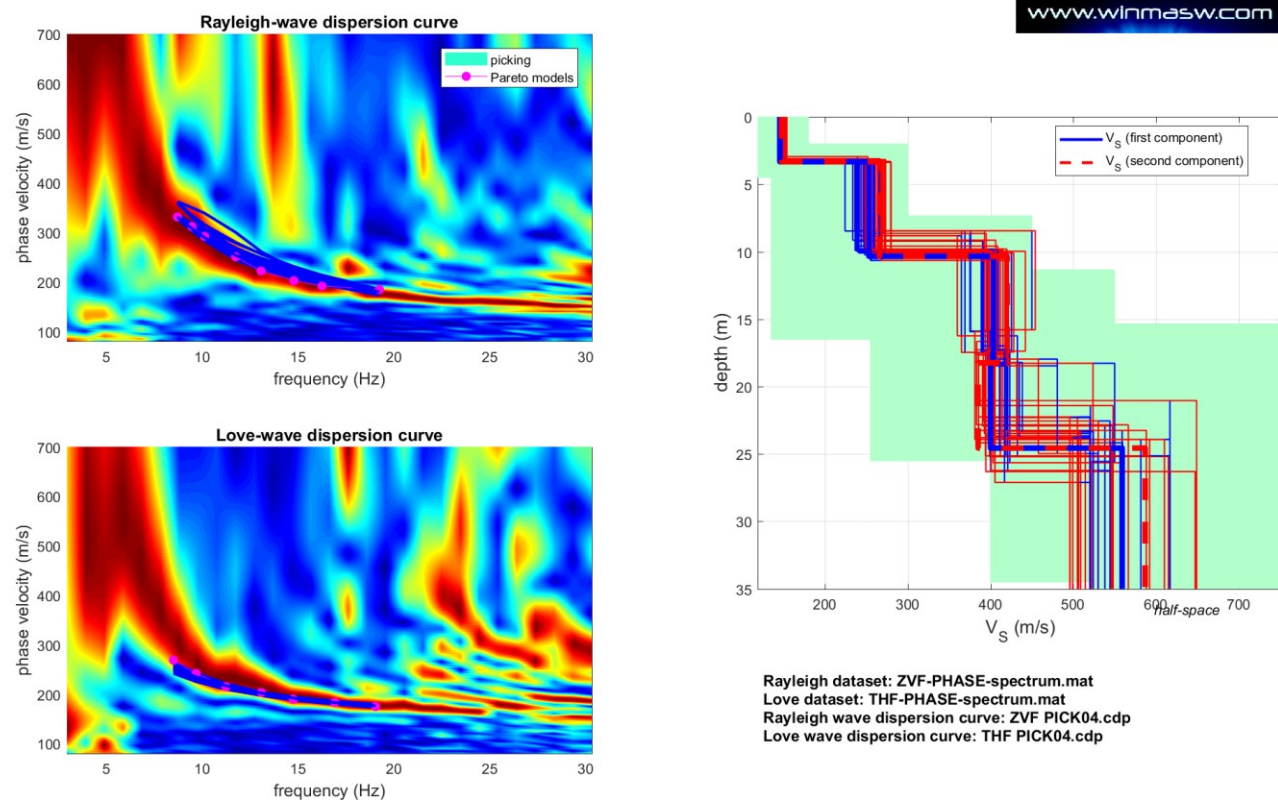


Fig. VIII-3: 43_MASW – Analisi MASW ZVF – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
3.19	3.19	147	150	342	1790	0.39
9.83	6.64	249	261	596	1930	0.39
17.5	7.67	399	411	996	2050	0.40
24.02	6.52	423	408	971	2050	0.38
-	-	546	543	1364	2130	0.40

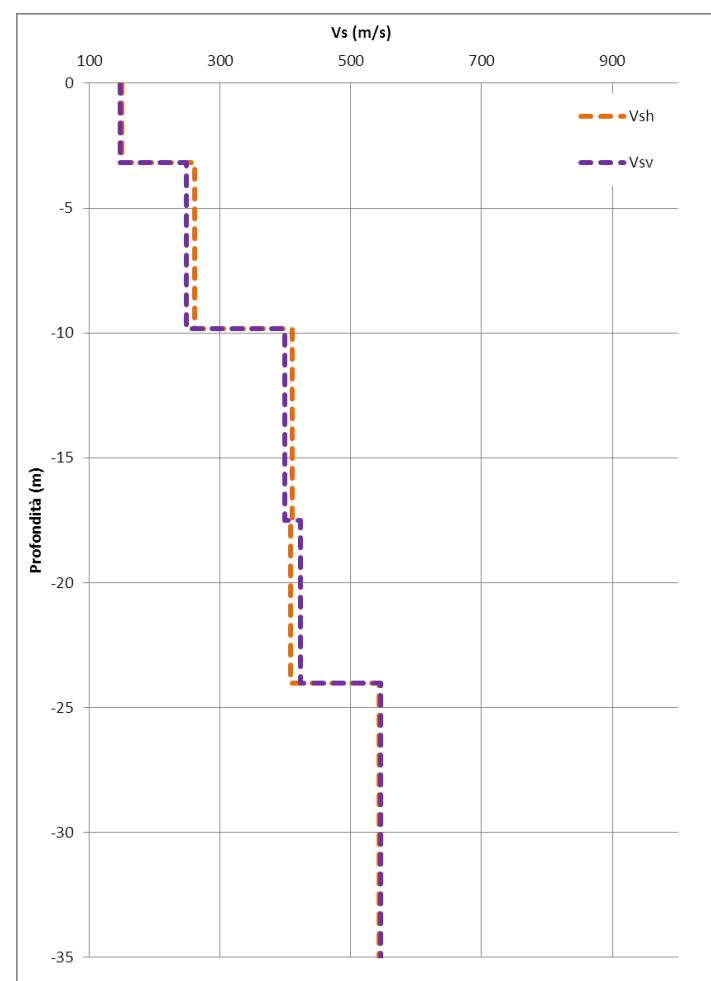


Fig. VIII-4: 43_MASW- Analisi MASW ZVF - Profili di velocità (Mean Model)

**IX. ALLEGATO GRAFICO: 41_ESAC - ANALISI ESAC - SISMOGRAMMI –
GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE**

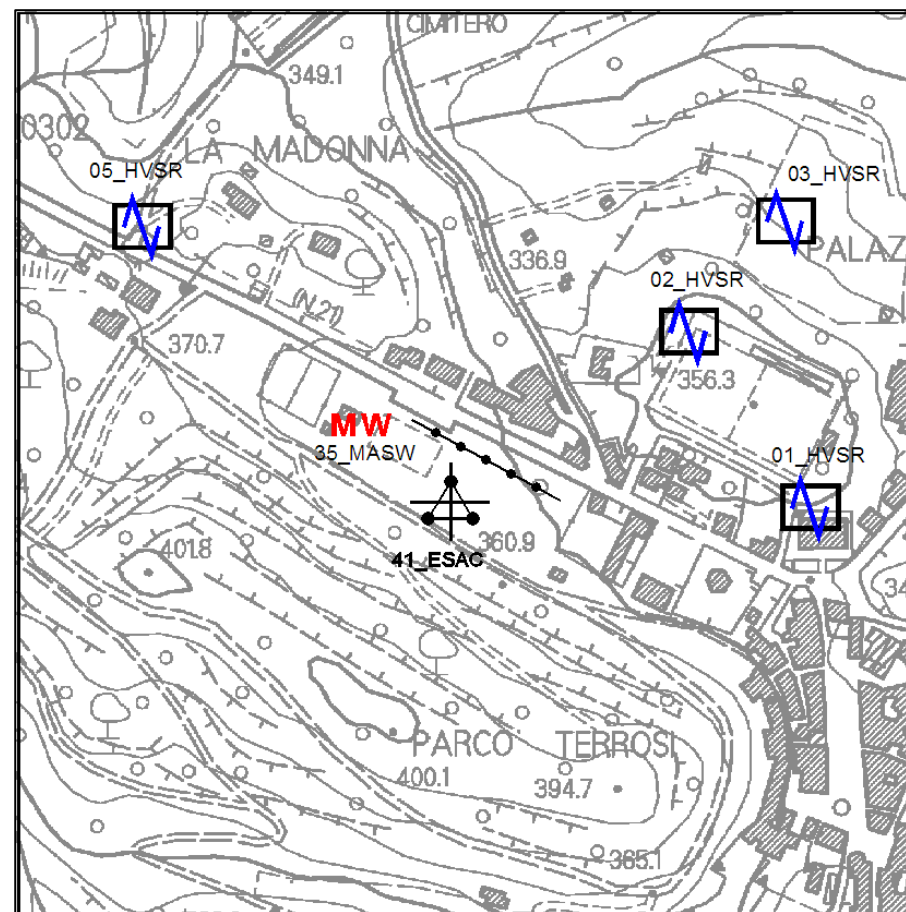


Fig. IX-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

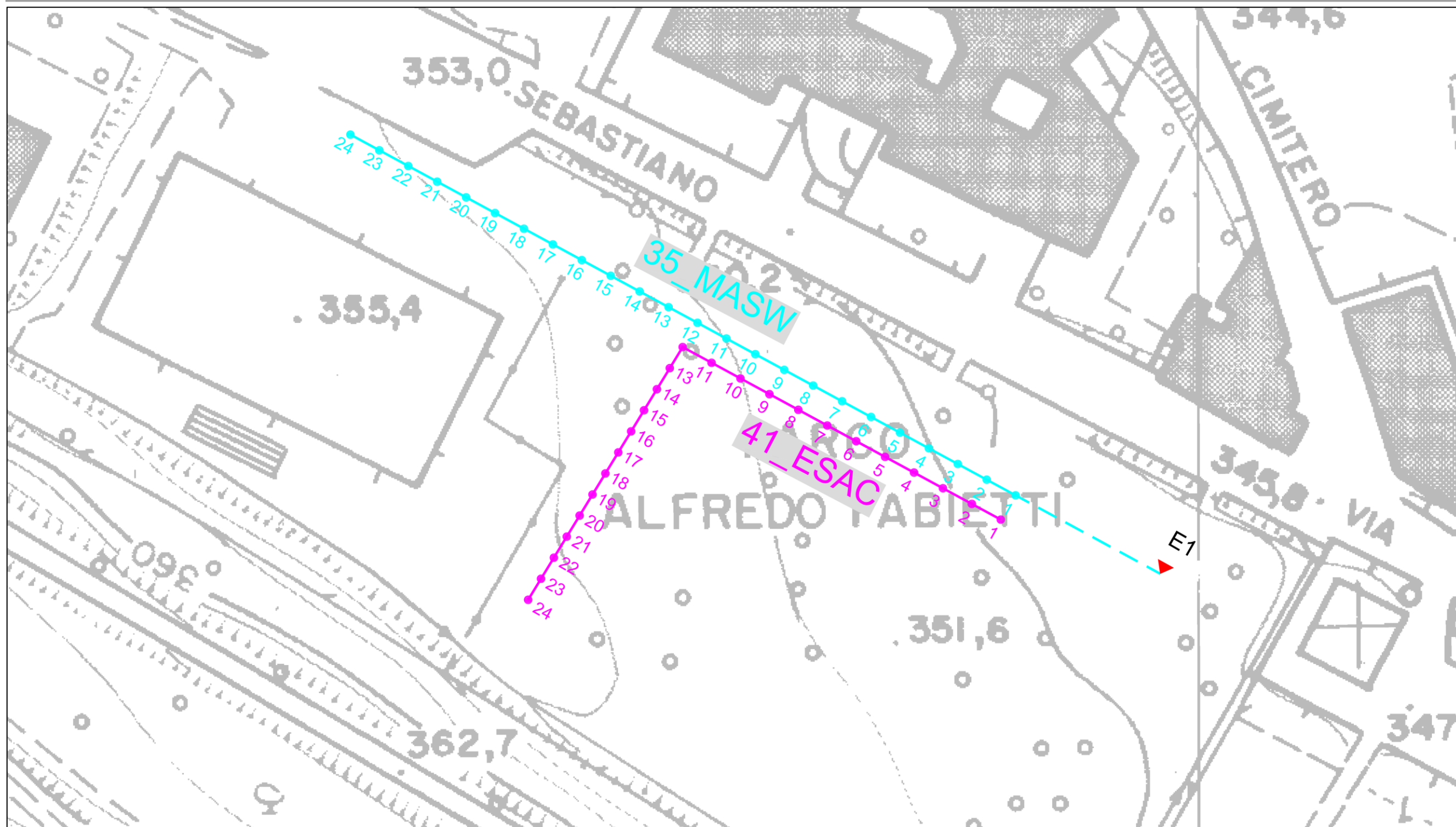


Fig. IX-2: Inquadramento scala 1:500



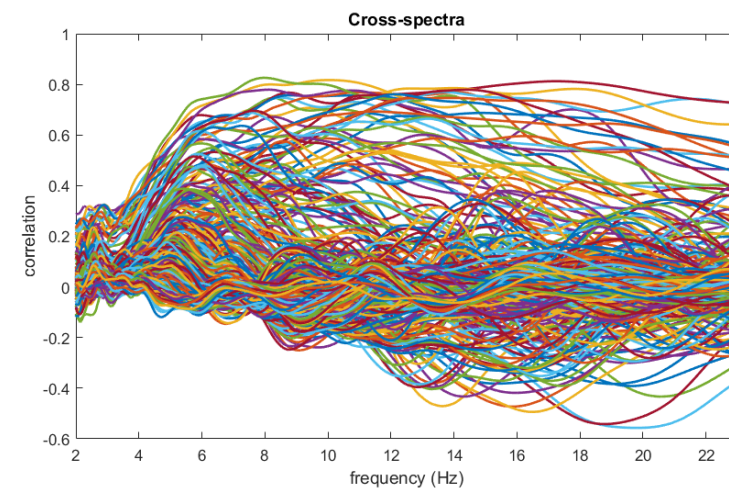
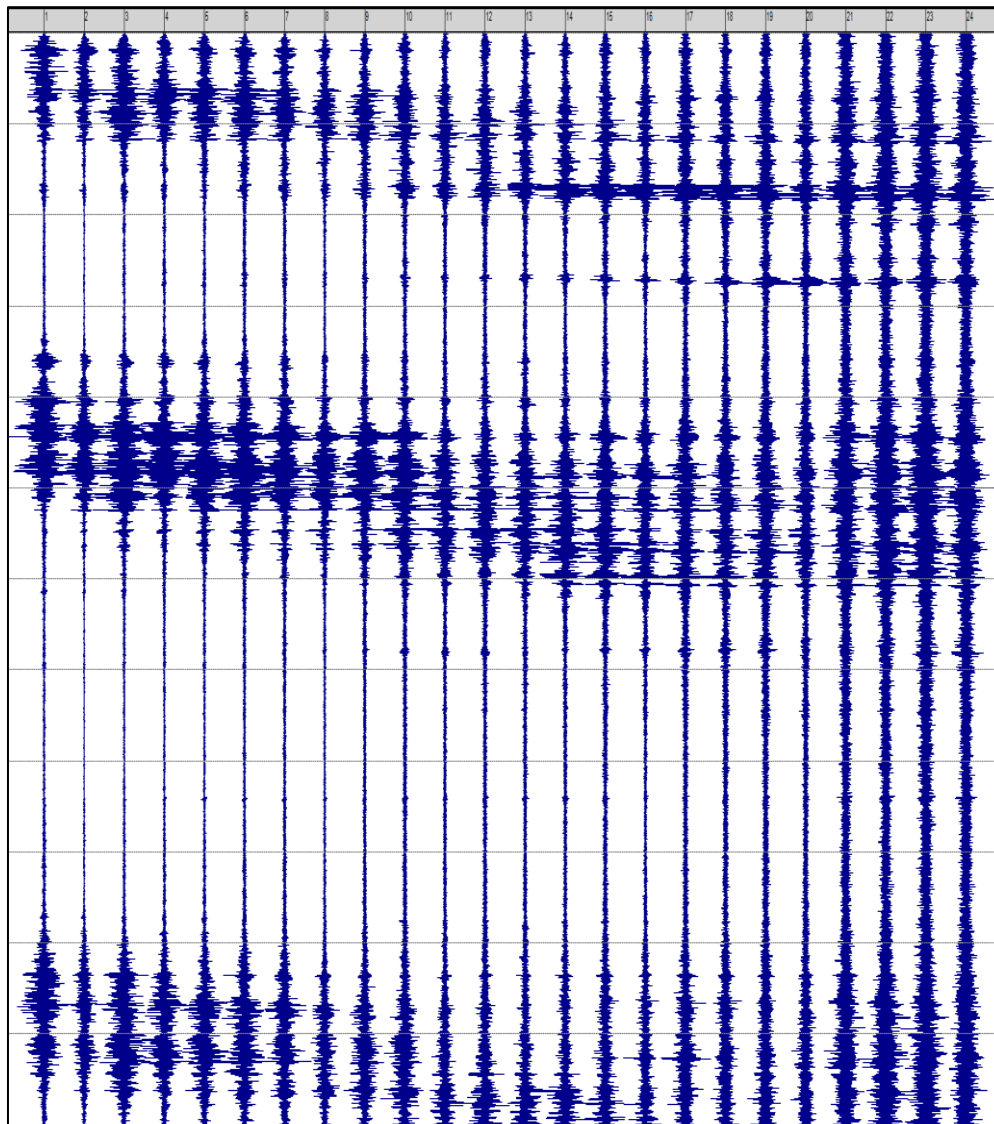


Fig. IX-4: 41_ESAC – Array sismico ESAC – Sismogramma e grafico correlazione spettro/frequenza

**ALLEGATO TECNICO 3 – ACQUISIZIONI MICROTREMORI – RAPPORTO
SPETTRALE H/V – SPETTRO DELLE SINGOLE COMPONENTI – CRITERI
DI AFFIDABILITÀ SESAME – CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA
ALBARELLO ET ALII**

 Riepilogo risultati misure HVSR

ID	COD		FREQUENZA PICCO (Hz)	AMPIEZZA	CLASSE
1	01_HVSR	CETONA	5.72	2.42	B2
2	02_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
3	03_HVSR		19.06	2.47	A2
4	04_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
5	05_HVSR		4.92	2.44	A2
6	06_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
7	07_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
8	08_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
9	09_HVSR		19.00	3.71	A1
10	10_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
11	12_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
12	13_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
13	14_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
14	15_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
15	16_HVSR		1.66	1.98	A2
16	17_HVSR		2.41	2.20	A2
17	18_HVSR	LAMACCIA	3.91	2.22	A2
18	19_HVSR	PALAZZO	4.47	2.43	A2
19	20_HVSR	PIAZZE	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
20	21_HVSR		14.34	3.13	A2
21	22_HVSR		24.38	3.39	A1
22	23_HVSR		4.58	1.74	A2
23	24_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
24	25_HVSR		1.17	1.64	A2
25	26_HVSR		1.34	1.78	A2
26	28_HVSR		13.13	2.85	A2
27	29_HVSR		12.11	2.39	A2
28	30_HVSR		1.25	2.32	A2
29	31_HVSR		12.42	2.61	A2
30	34_HVSR	CAMPORSEVOLI	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
31	36_HVSR	VECCIANO	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
32	37_HVSR	MATERA	5.16	2	A2
33	38_HVSR	PALAZZOLO	LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
34	39_HVSR	CASALE DEL PINO	16.56	2.45	A2
35	40_HVSR	PATARNIONE	2.03	2.03	A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 01
CETONA

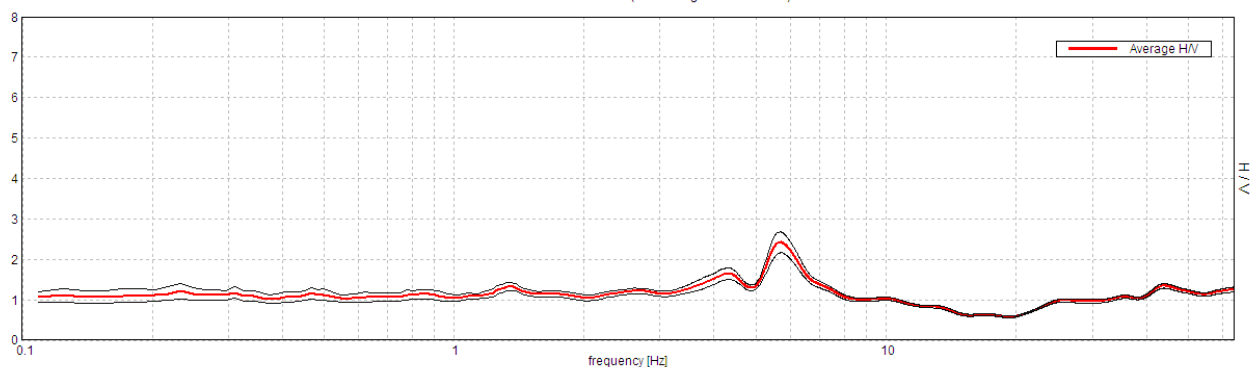
Stazione	01
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°57.9545 N
Coordinate Long.	11°54.0160 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	60 (100% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



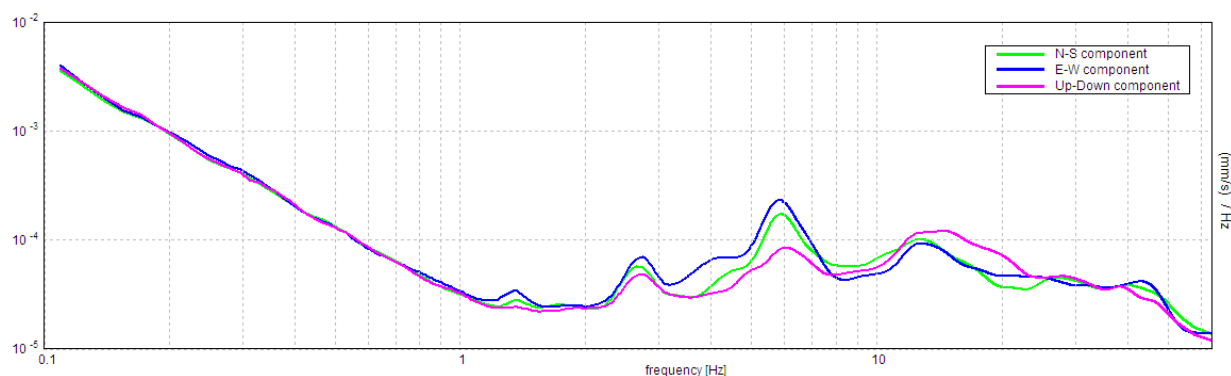
Frequenza del picco H/V max (f_0)	5.72 ± 2.04 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.42

RAPPORTO SPETTRALE H/V

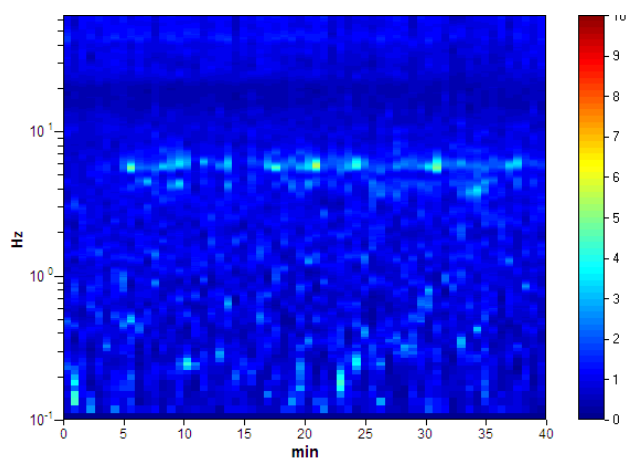
Max. H/V at 5.72 ± 2.04 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).



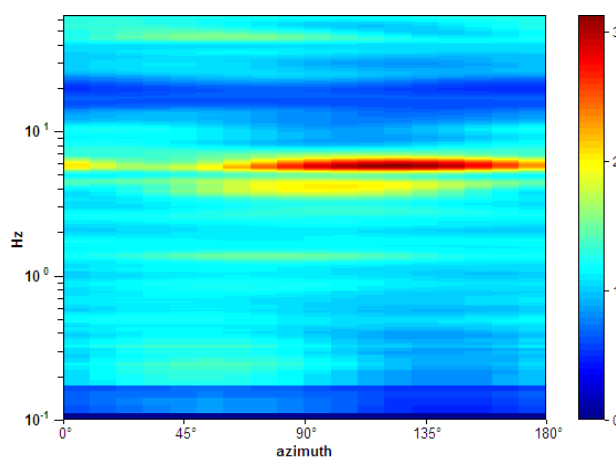
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 5.72 ± 2.04 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.72 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$13725.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 550 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.328 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.42 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.35635 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.03789 < 0.28594$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2567 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 100%	SI
ISOTROPIA		NO
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

B2

Per frequenze comprese fra 10 e 25 Hz il rapporto H/V è minore di 1 (probabile inversione di velocità)

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 02
CETONA

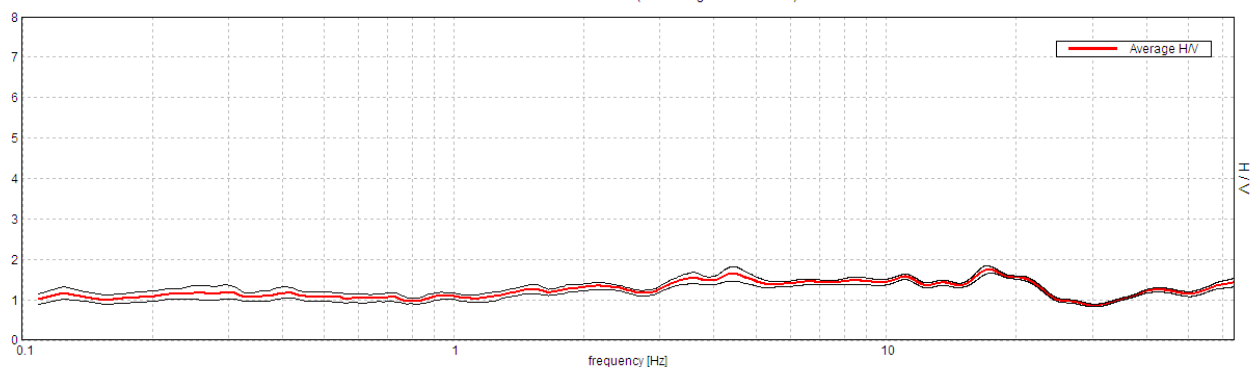
Stazione	02
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°57.7508 N
Coordinate Long.	11°54.0208 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	52 (87% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



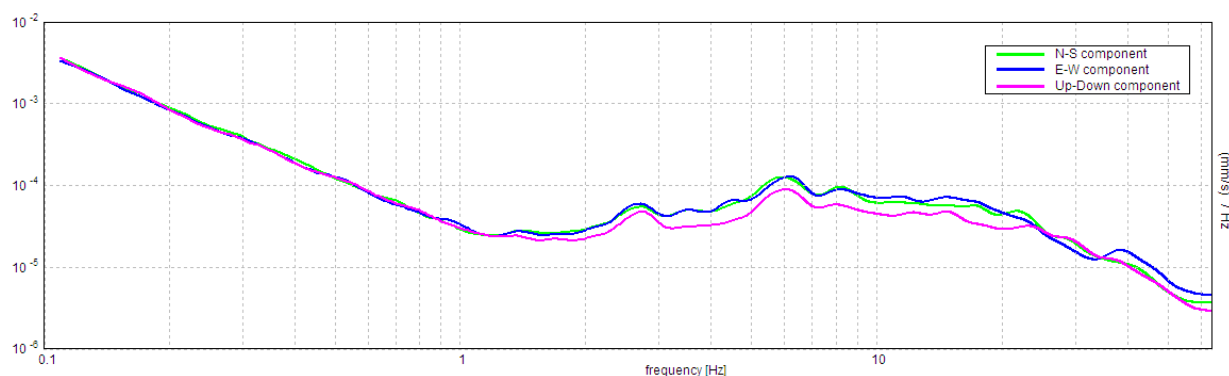
Frequenza del picco H/V max (f_0)	17.19 ± 8.76 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.75

RAPPORTO SPETTRALE H/V

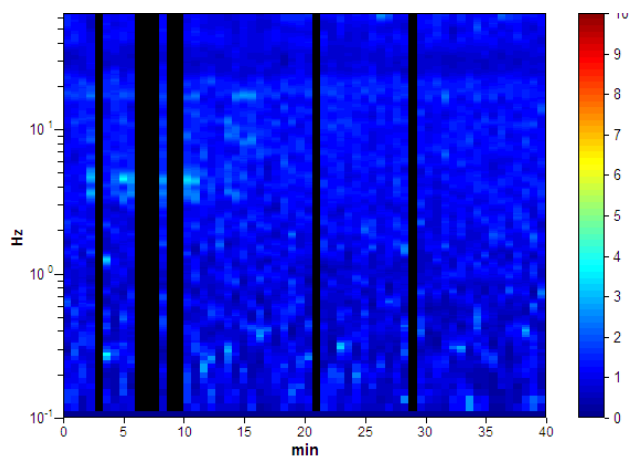
Max. H/V at 17.19 ± 8.76 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



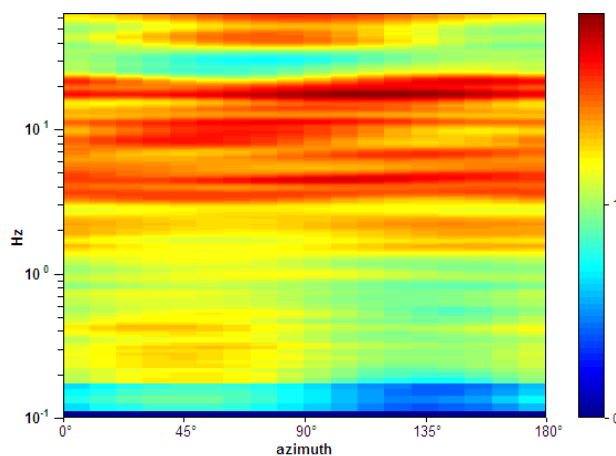
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 17.19 ± 8.76 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$17.19 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$35750.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1651 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	29.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.75 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.50994 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$8.76467 < 0.85938$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0968 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 87%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 03
CETONA

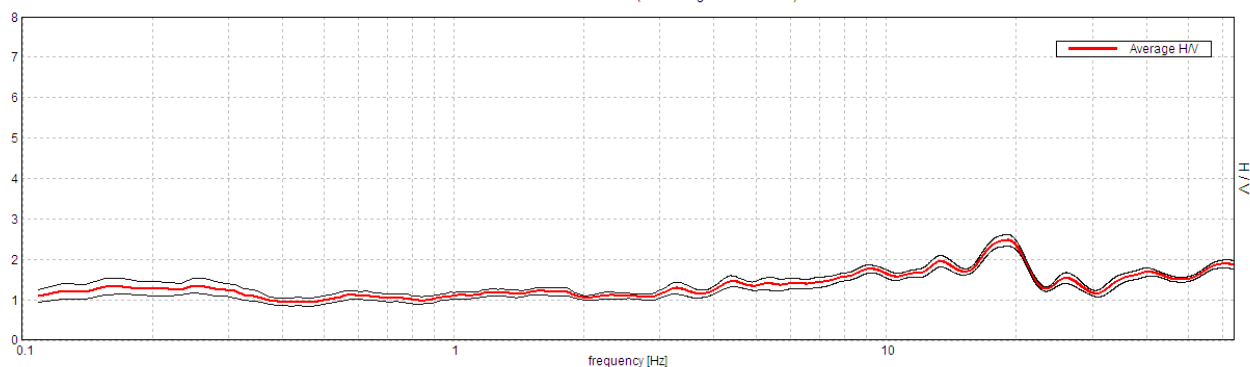
Stazione	03
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°58.0560 N
Coordinate Long.	11°53.9972 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	51 (85% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



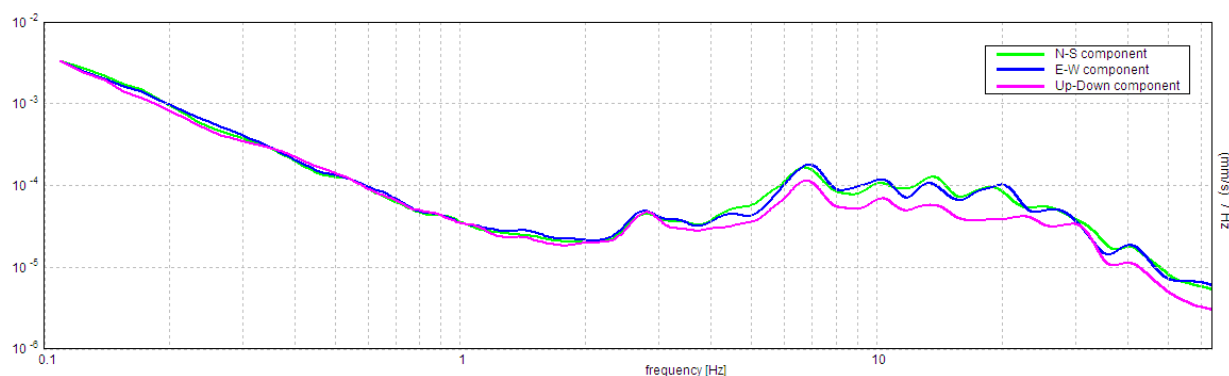
Frequenza del picco H/V max (f_0)	19.06 ± 2.77 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.47

RAPPORTO SPETTRALE H/V

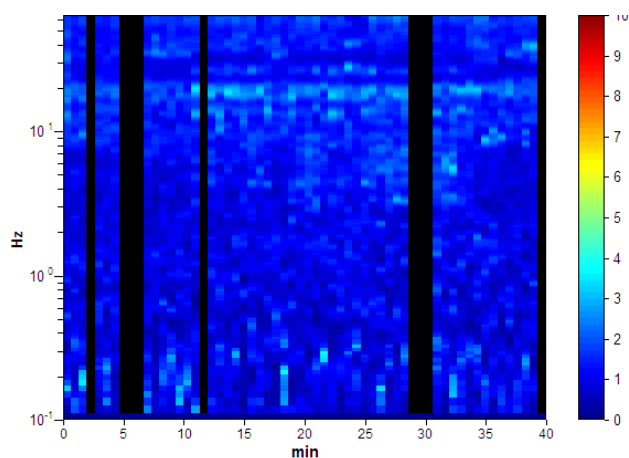
Max. H/V at 19.06 ± 2.77 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



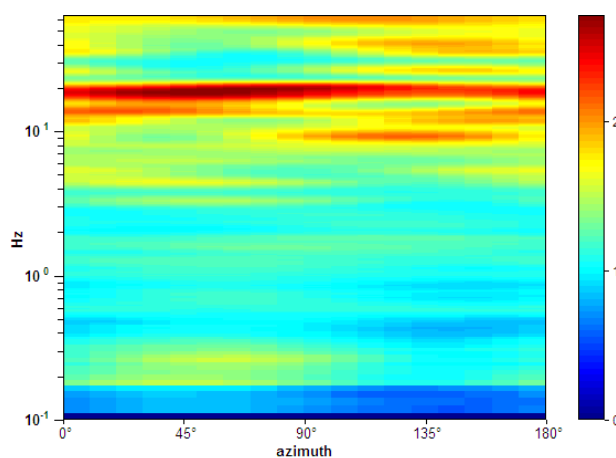
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 19.06 ± 2.77 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$19.06 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$38887.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1831 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	29.203 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.47 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14509 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.76587 < 0.95313$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1451 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 85%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 04
CETONA

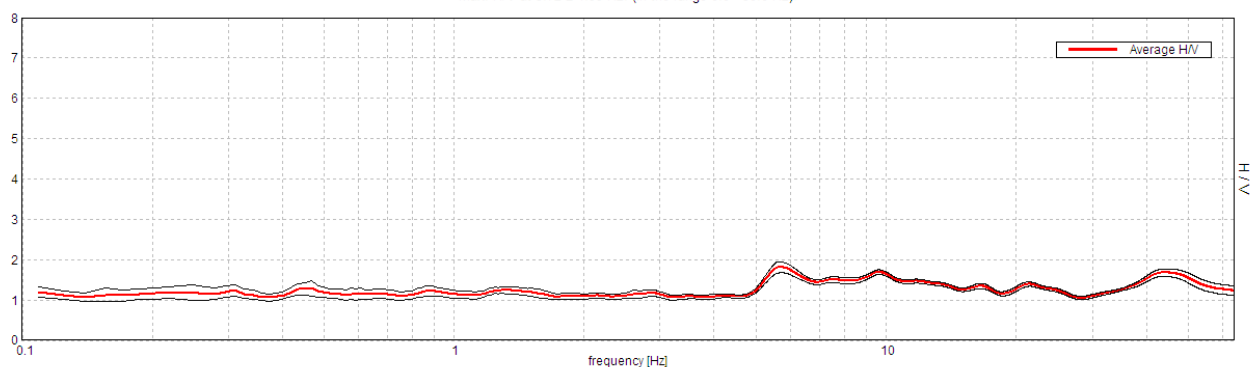
Stazione	04
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°58.1580 N
Coordinate Long.	11°53.7666 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	57 (95% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



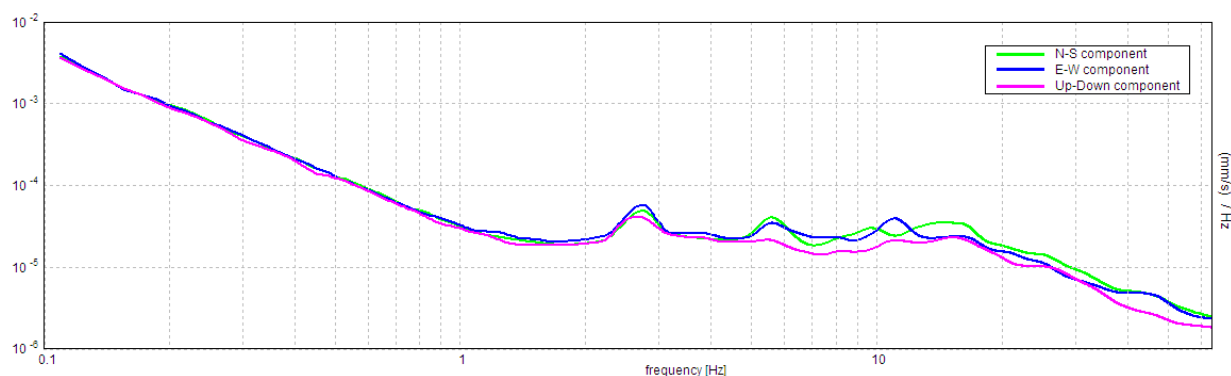
Frequenza del picco H/V max (f_0)	5.72 ± 1.99 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.81

RAPPORTO SPETTRALE H/V

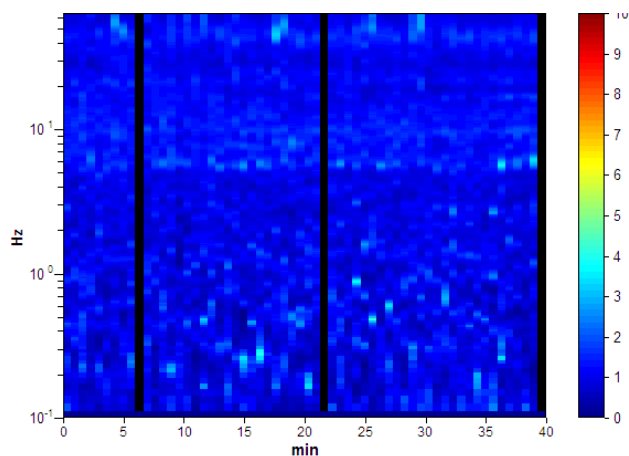
Max. H/V at 5.72 $\pm$ 1.99 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



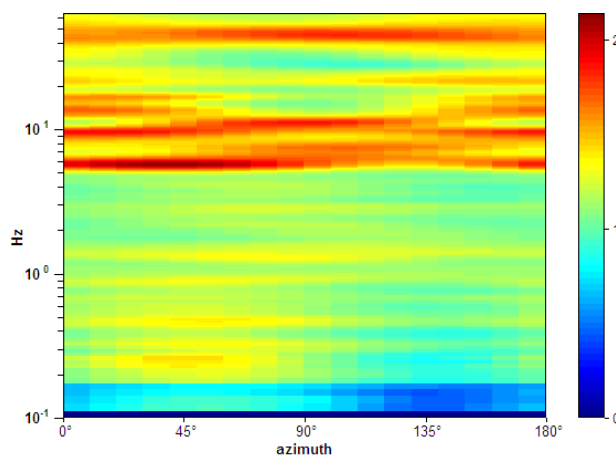
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 5.72 ± 1.99 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.72 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$13038.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 550 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.81 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.34861 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.99362 < 0.28594$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1342 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 95%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 05
CETONA

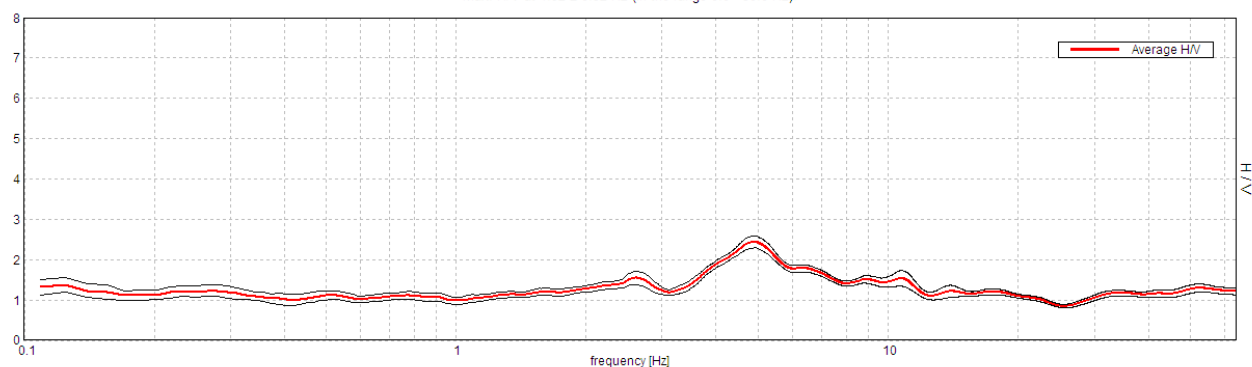
Stazione	05
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°58.0618 N
Coordinate Long.	11°53.6907 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	56 (92% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



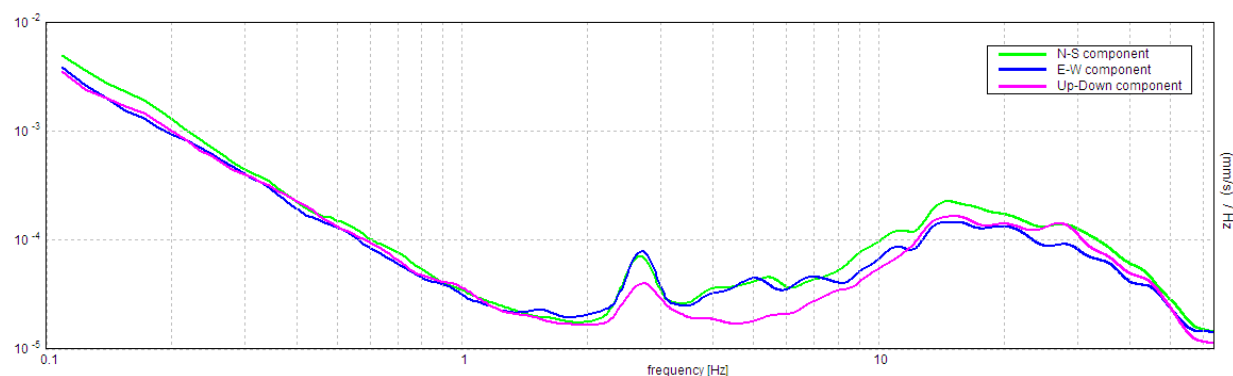
Frequenza del picco H/V max (f_0)	4.92 ± 0.32 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.44

RAPPORTO SPETTRALE H/V

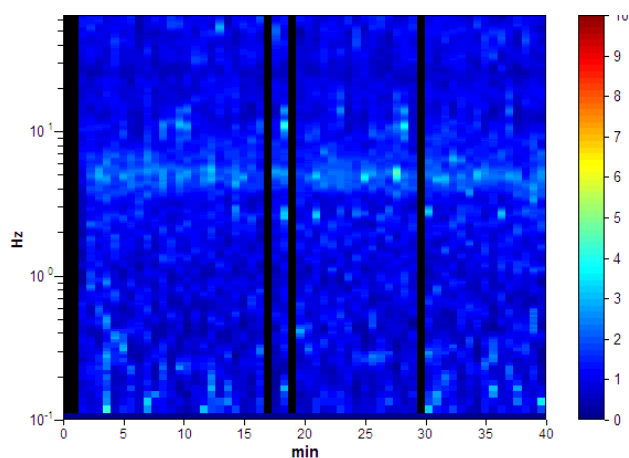
Max. H/V at 4.92 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).



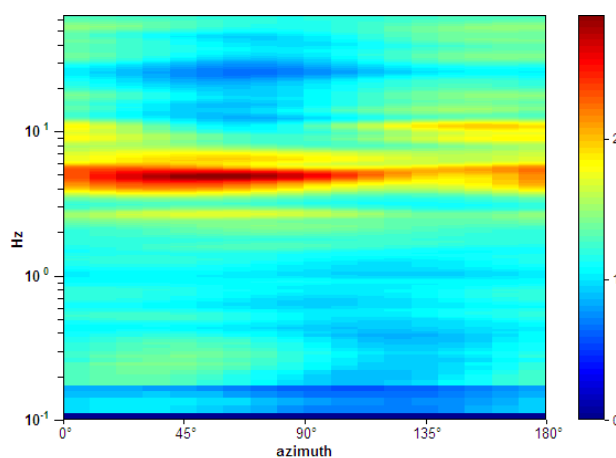
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 4.92 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.92 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10828.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 474 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.203 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.44 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06542 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.322 < 0.24609$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1456 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 85%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 06
CETONA

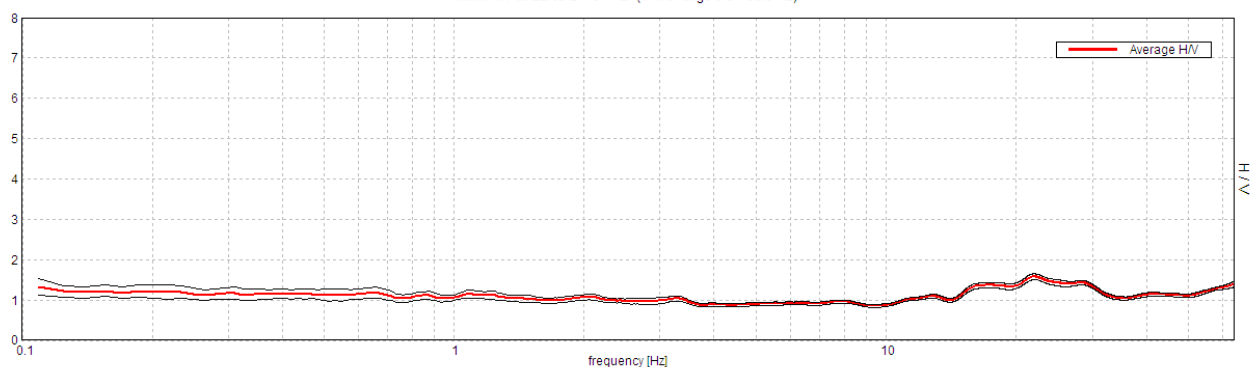
Stazione	06
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°58.3854 N
Coordinate Long.	11°54.3202 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	53 (88% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



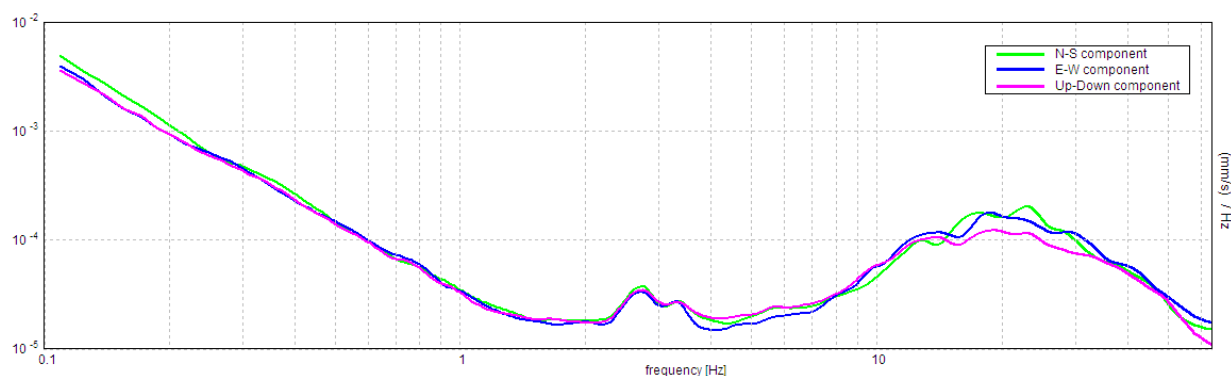
Frequenza del picco H/V max (f_0)	22.03 ± 7.87 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.58

RAPPORTO SPETTRALE H/V

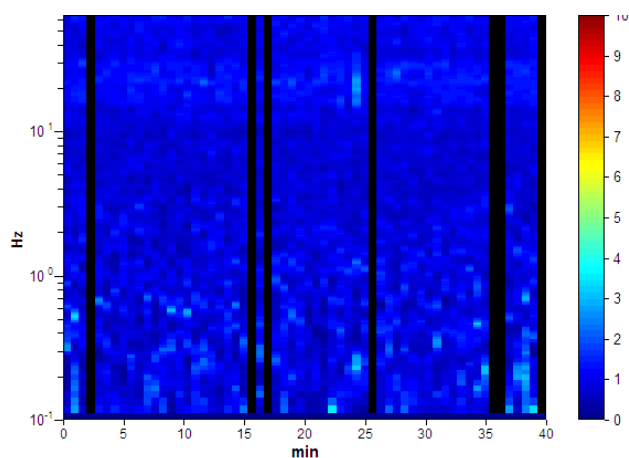
Max. H/V at 22.03 ± 7.87 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



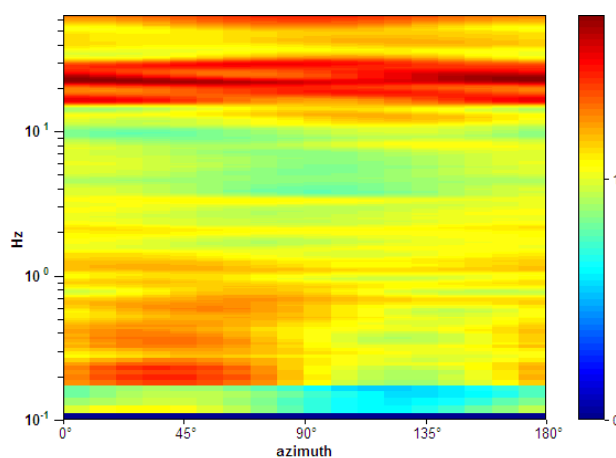
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 22.03 ± 7.87 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$22.03 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$46706.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 2116 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.58 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.35732 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$7.87211 < 1.10156$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0719 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 88 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 07
CETONA

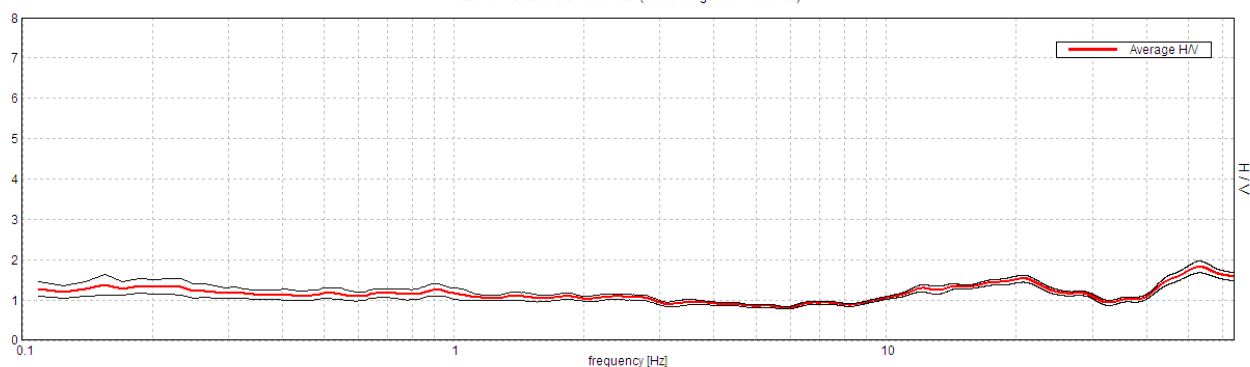
Stazione	07
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°57.9617 N
Coordinate Long.	11°54.2750 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	52 (87% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



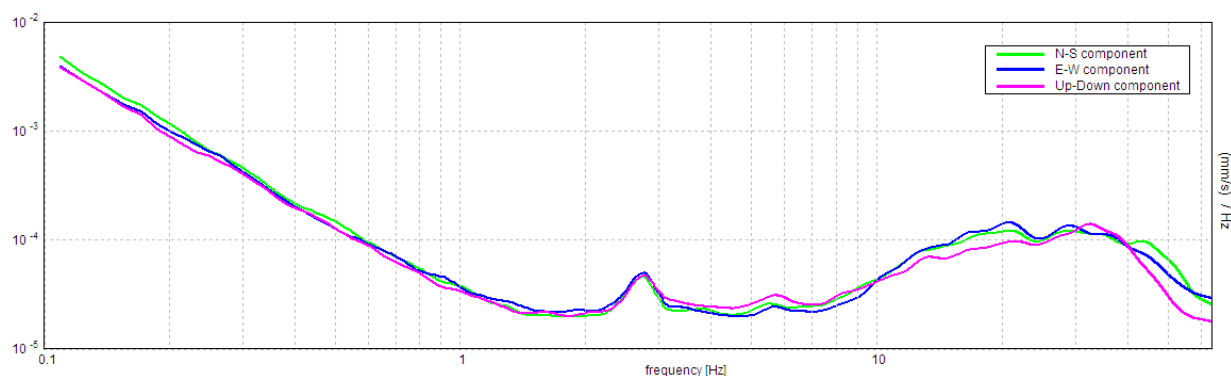
Frequenza del picco H/V max (f_0)	20.78 ± 10.57 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.53

RAPPORTO SPETTRALE H/V

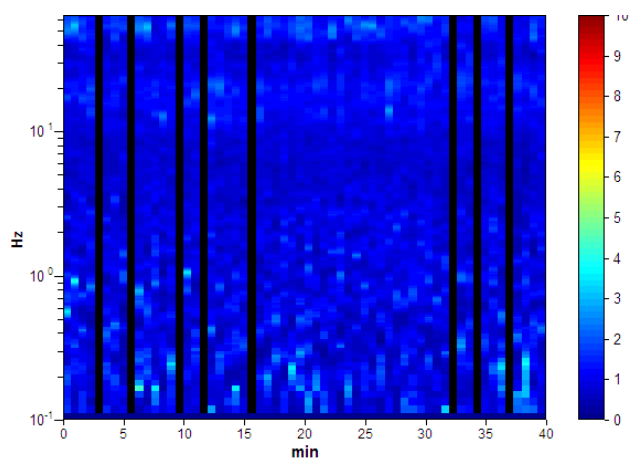
Max. H/V at 20.78 ± 10.57 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



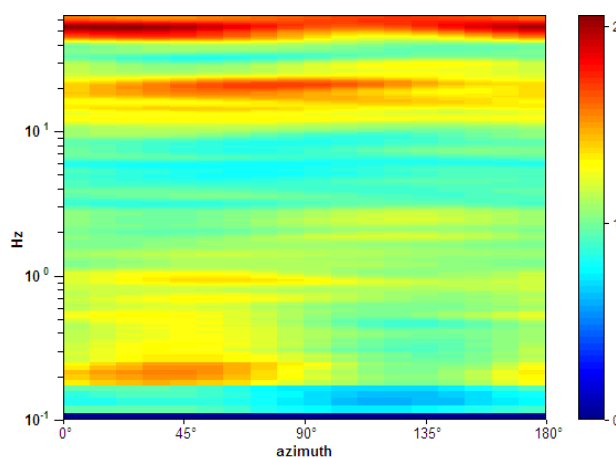
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 20.78 ± 10.57 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$20.78 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$43225.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1996 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.53 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.50844 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$10.56605 < 1.03906$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0859 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 87 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 08
CETONA

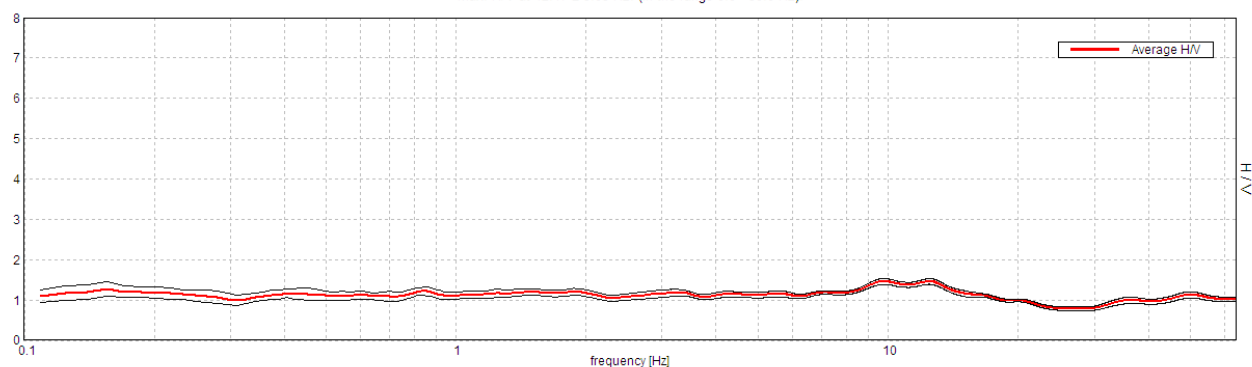
Stazione	08
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°57.8960 N
Coordinate Long.	11°54.4464 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	60 (100% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



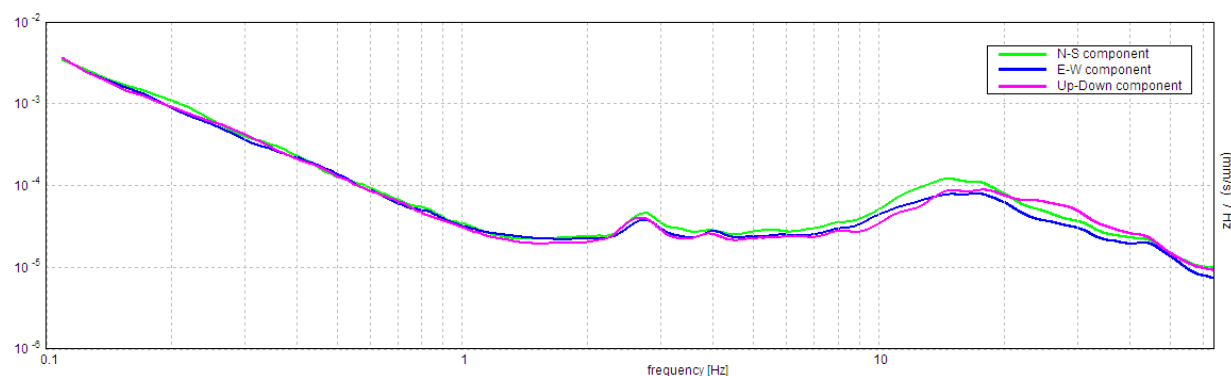
Frequenza del picco H/V max (f_0)	12.47 ± 5.03 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.46

RAPPORTO SPETTRALE H/V

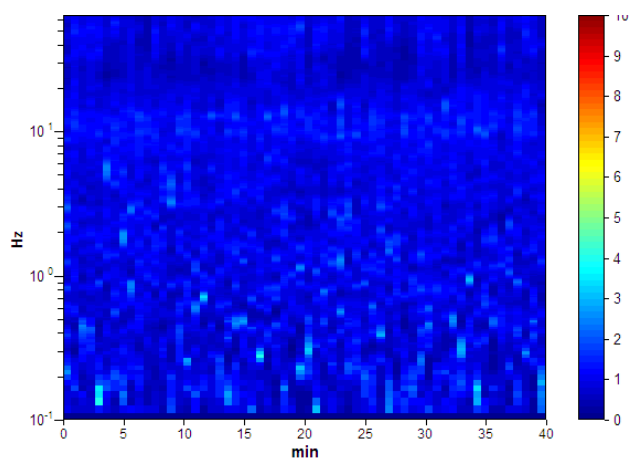
Max. H/V at 12.47 ± 5.03 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



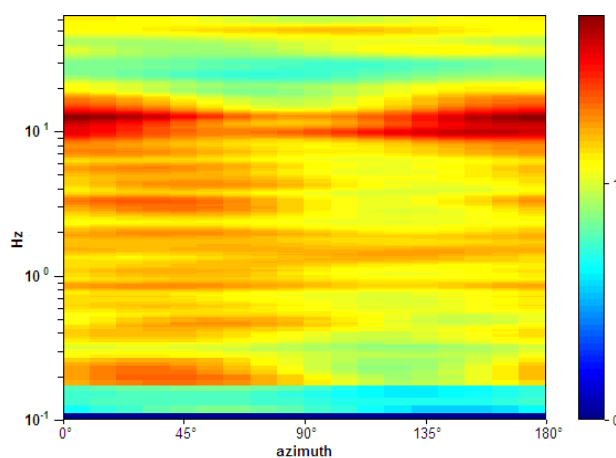
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 12.47 ± 5.03 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$12.47 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$29925.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1198 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.46 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.40317 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$5.02703 < 0.62344$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0733 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 100 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 09
CETONA

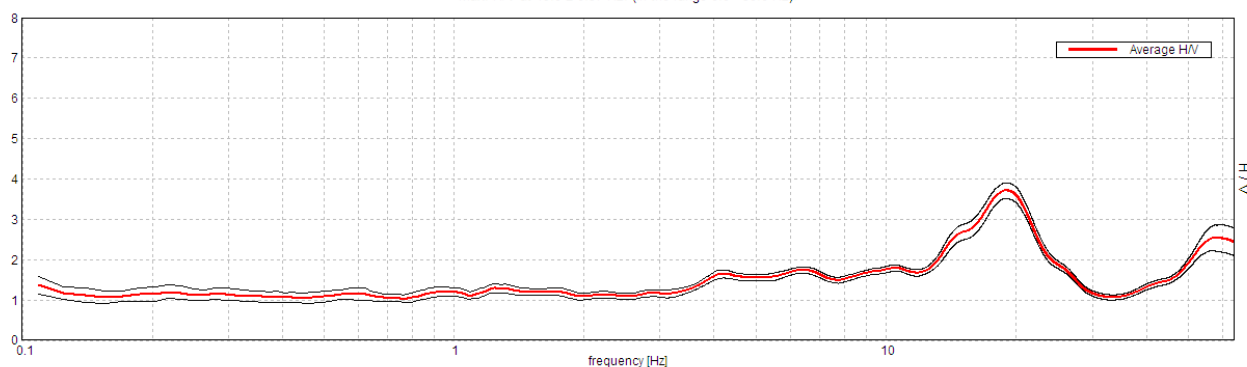
Stazione	09
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°57.9303 N
Coordinate Long.	11°54.8311 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	52 (87% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



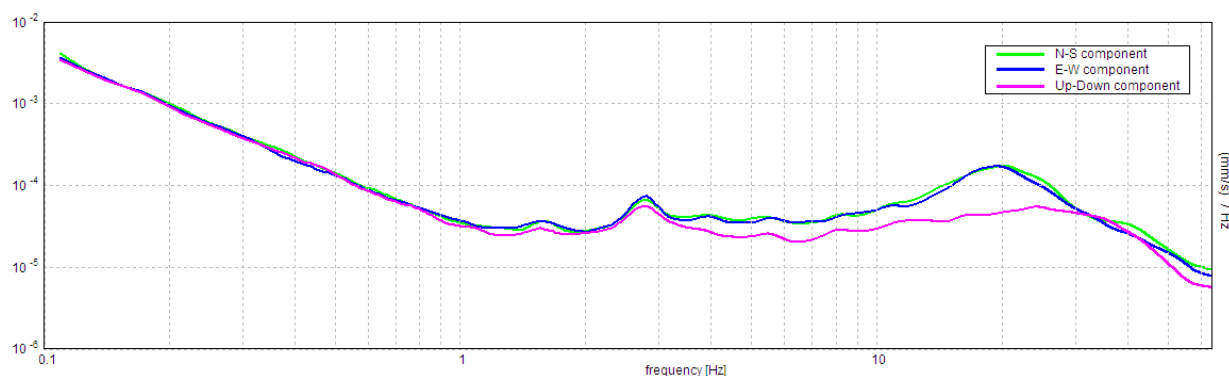
Frequenza del picco H/V max (f_0)	19.0 ± 0.37 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	3.71

RAPPORTO SPETTRALE H/V

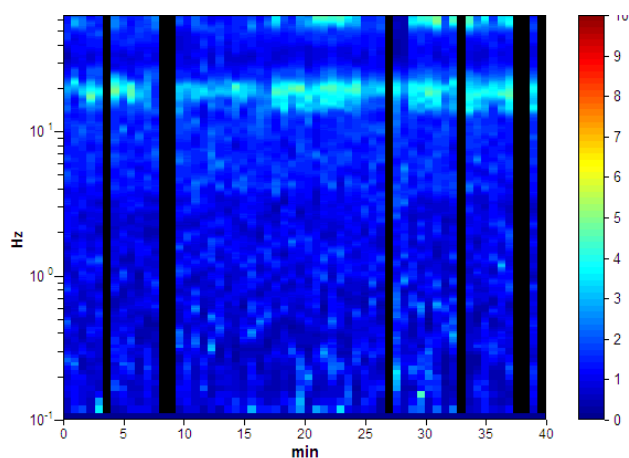
Max. H/V at 19.0 ± 0.37 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



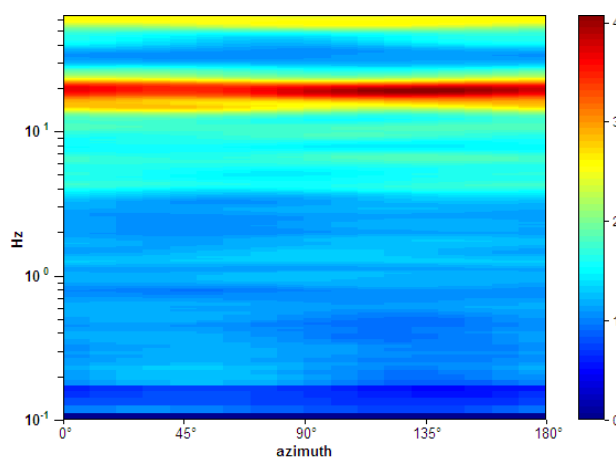
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 19.0 ± 0.37 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$19.00 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$39520.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1825 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	12.844 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.109 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.71 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01937 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.36804 < 0.95$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1952 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 87%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A1

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 10
CETONA

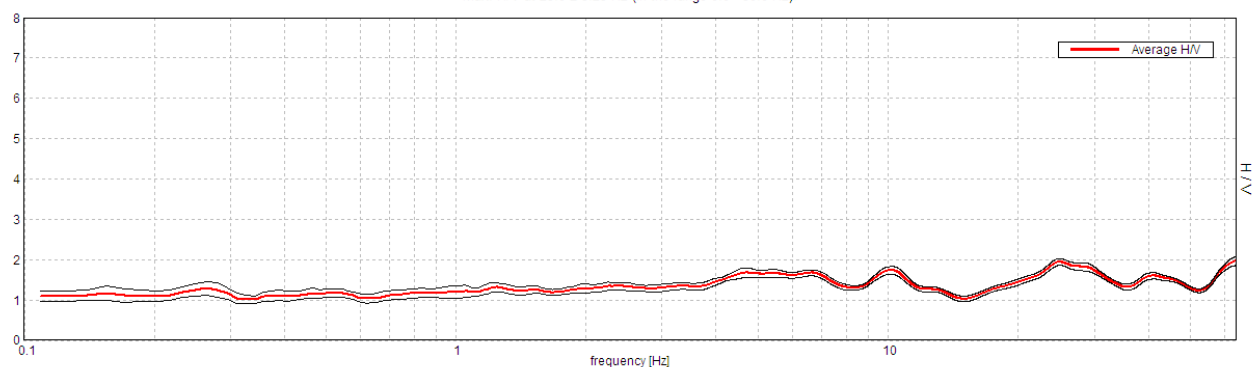
Stazione	10
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°58.1292 N
Coordinate Long.	11°55.0164 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	57 (95% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



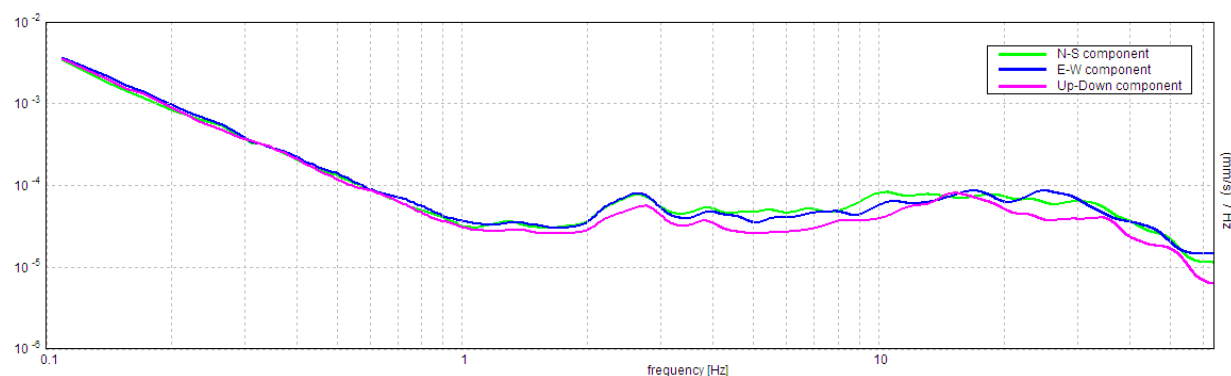
Frequenza del picco H/V max (f_0)	25.0 ± 5.25 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.94

RAPPORTO SPETTRALE H/V

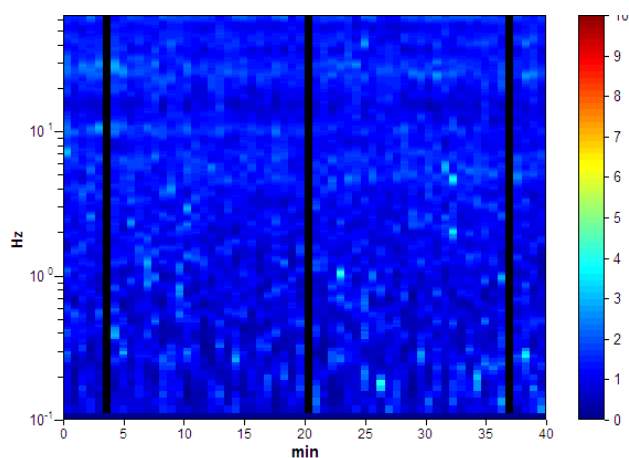
Max. H/V at 25.0 ± 5.25 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).



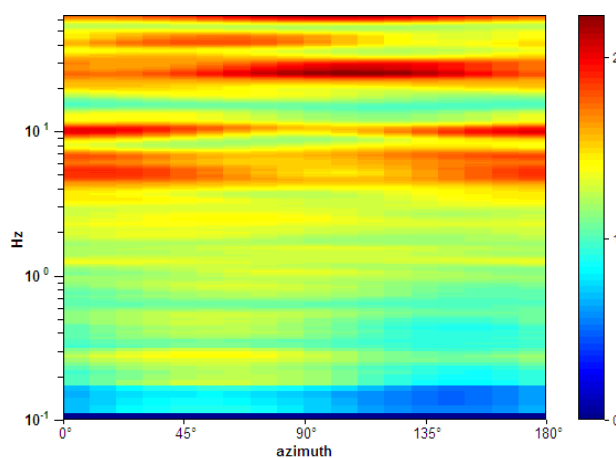
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 25.0 ± 5.25 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$25.00 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$57000.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 2401 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.94 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.20997 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$5.24914 < 1.25$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0819 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 95 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 12
CETONA

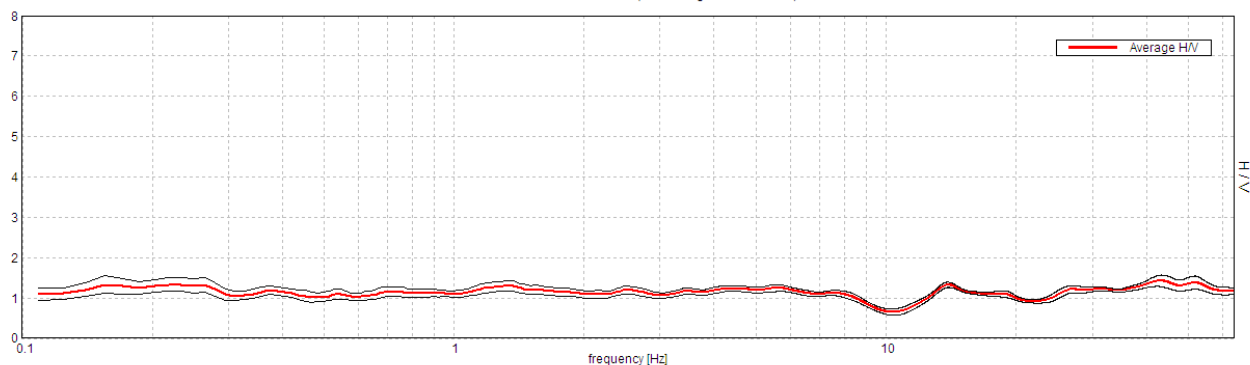
Stazione	12
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	02/06/18
Coordinate Lat.	42°58.2078 N
Coordinate Long.	011°55.4186 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	60 s
Numero di finestre analizzate	39 (98% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



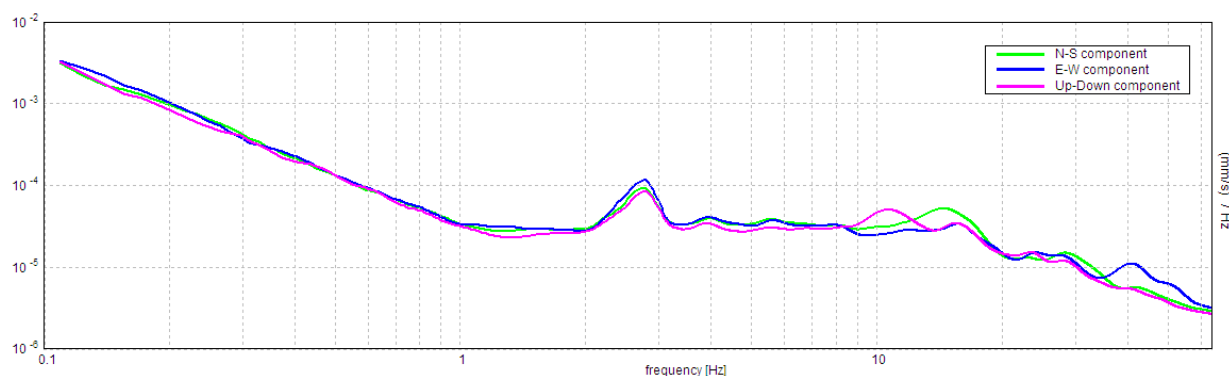
Frequenza del picco H/V max (f_0)	0.22 ± 15.75 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.34

RAPPORTO SPETTRALE H/V

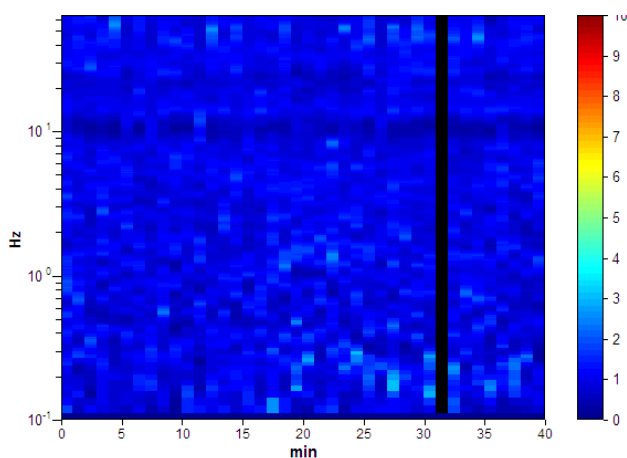
Max. H/V at 0.22 ± 15.75 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



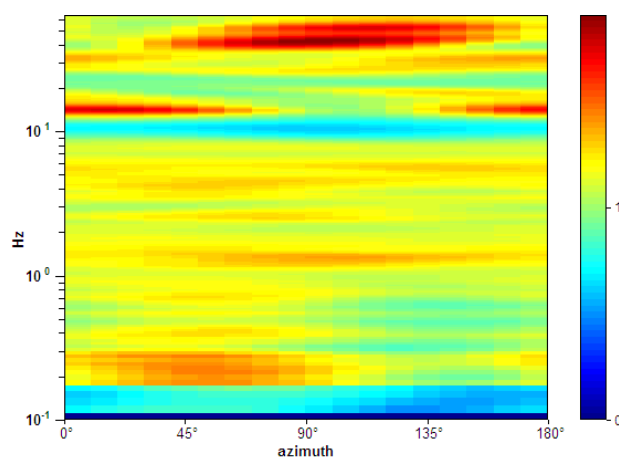
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 0.22 ± 15.75 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.17$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$511.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 22 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.34 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 71.99946 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$15.74988 < 0.04375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.176 < 2.5$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 98 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**CETONA 13
CETONA**

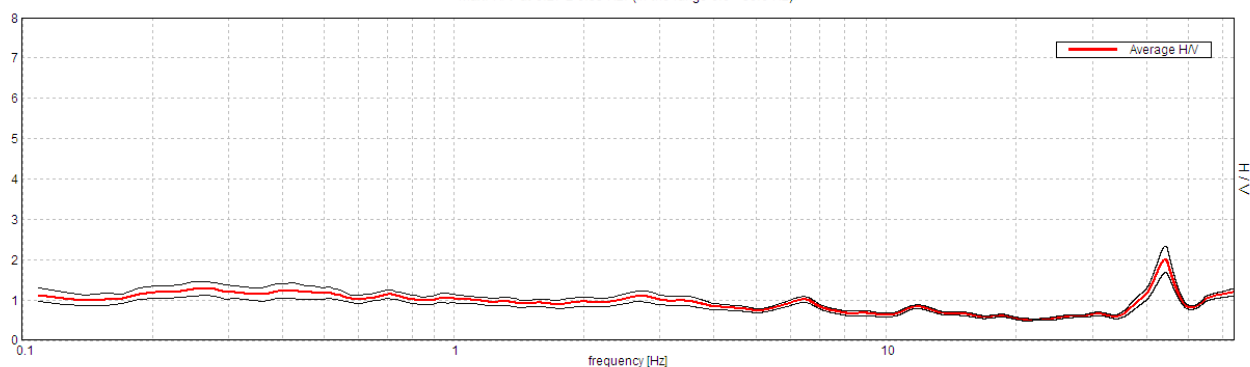
Stazione	13
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°57.9478 N
Coordinate Long.	11°54.2742 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	60 s
Numero di finestre analizzate	36 (90% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Asfalto



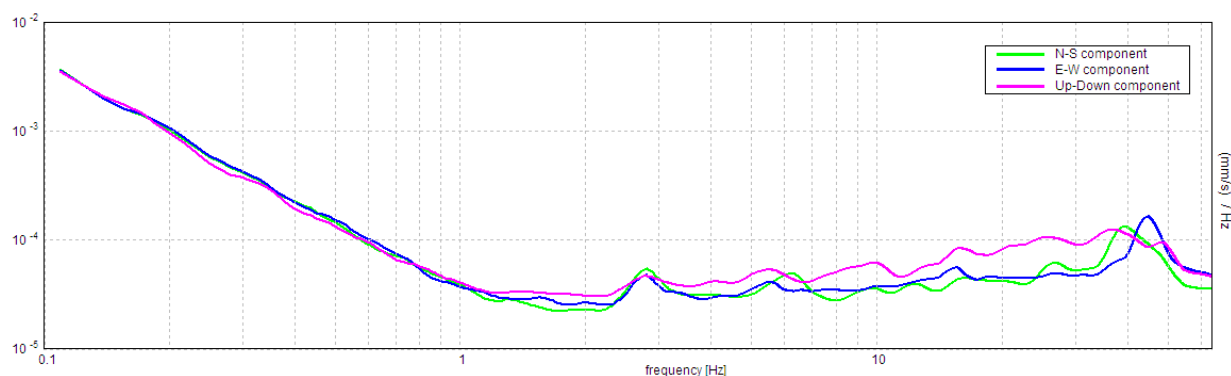
Frequenza del picco H/V max (f_0)	0.27 ± 0.53 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.29

RAPPORTO SPETTRALE H/V

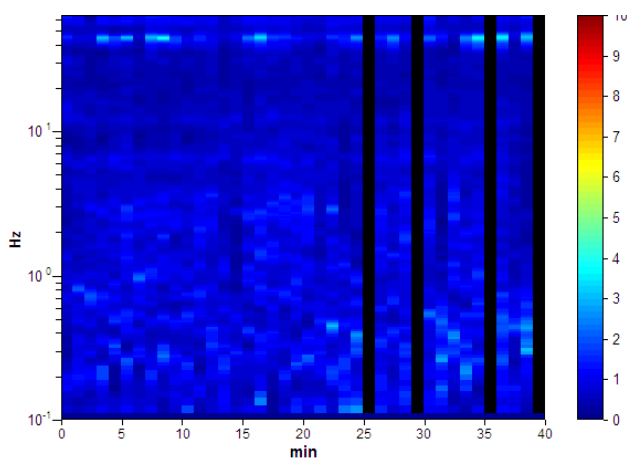
Max. H/V at 0.27 ± 0.53 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



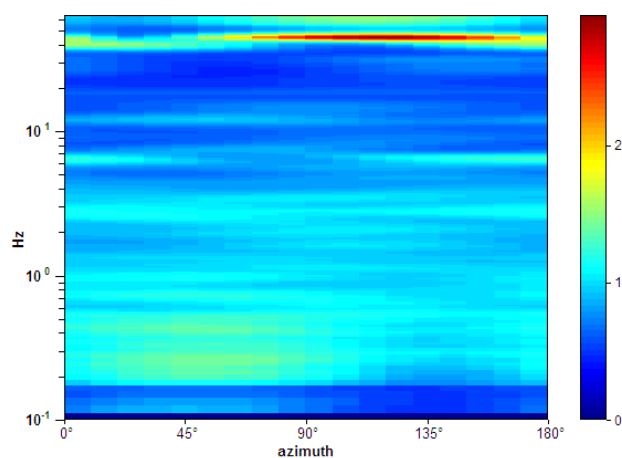
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 0.27 ± 0.53 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.27 > 0.17$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$573.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 26 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.29 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.98507 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.52728 < 0.05313$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1675 < 2.5$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 90 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

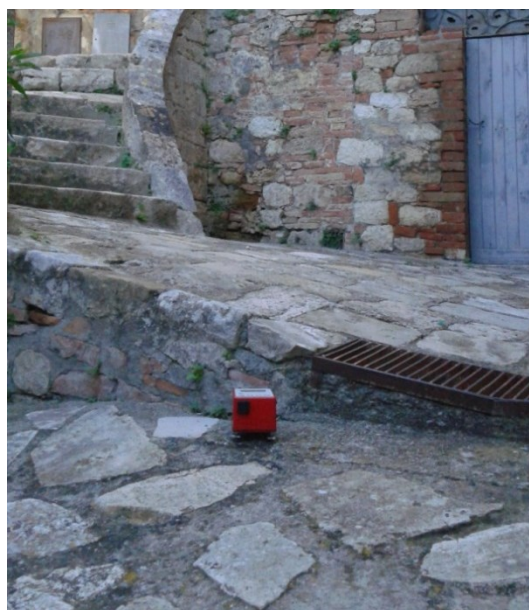
La misura non presenta picchi significativi

Per frequenze superiori a 7 Hz il rapporto H/V è inferiore a 1 (probabile inversione di velocità)

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 14
CETONA

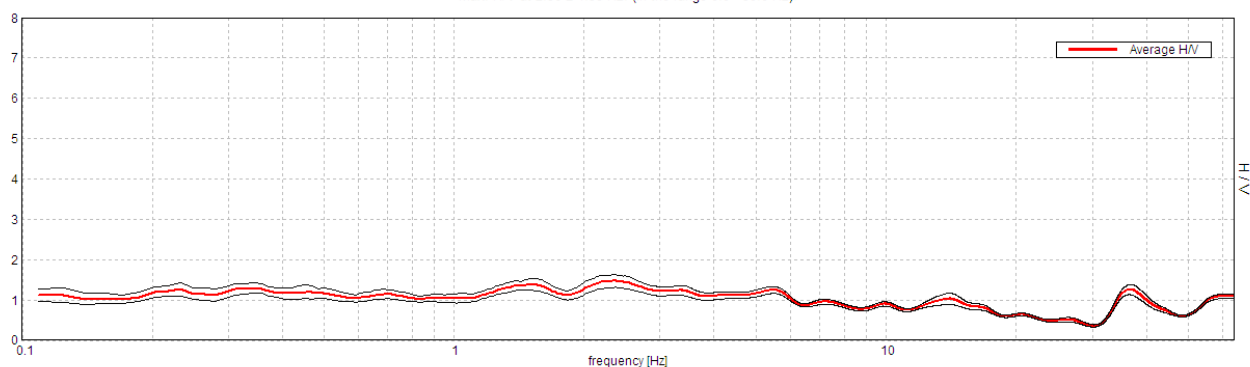
Stazione	14
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42° 57.734 N
Coordinate Long.	11° 54.067 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	52 (87% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Lastricato



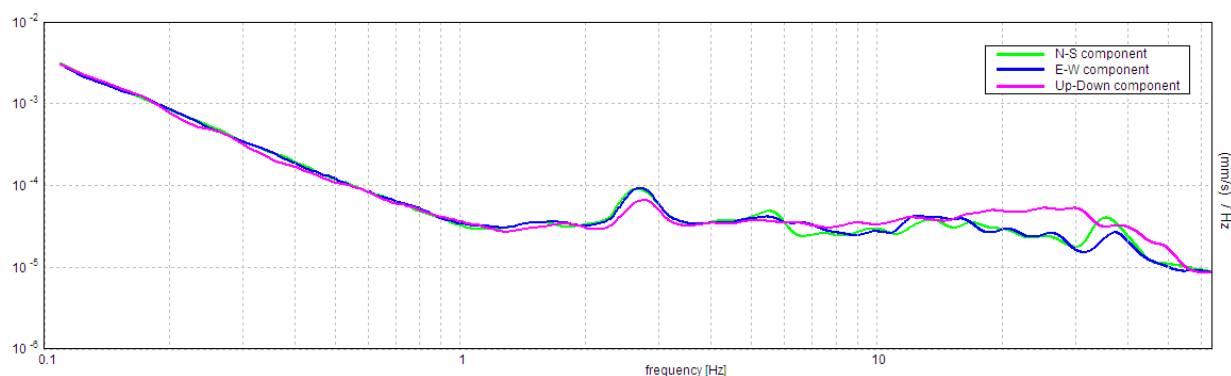
Frequenza del picco H/V max (f_0)	2.36 ± 1.58 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.47

RAPPORTO SPETTRALE H/V

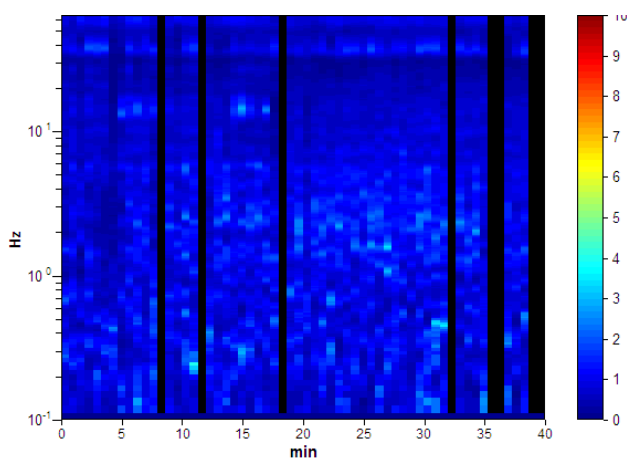
Max. H/V at 2.36 ± 1.58 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



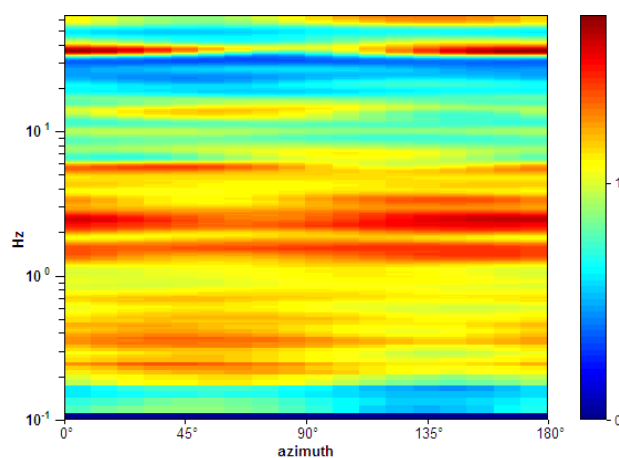
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 2.36 ± 1.58 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.36 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4907.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 228 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.47 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.66822 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.57659 < 0.11797$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1559 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 87 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**CETONA 15
CETONA**

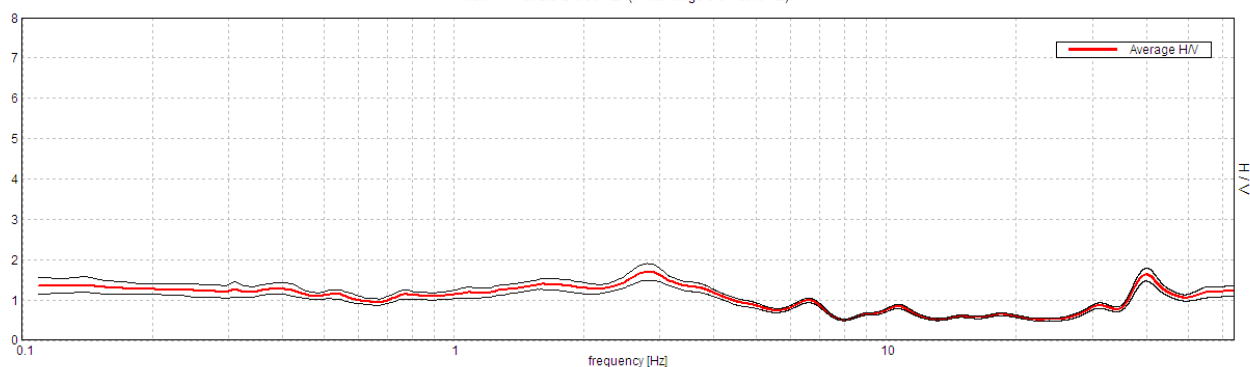
Stazione	15
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42° 57.705 N
Coordinate Long.	11° 54.130 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	57 (95% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Lastricato



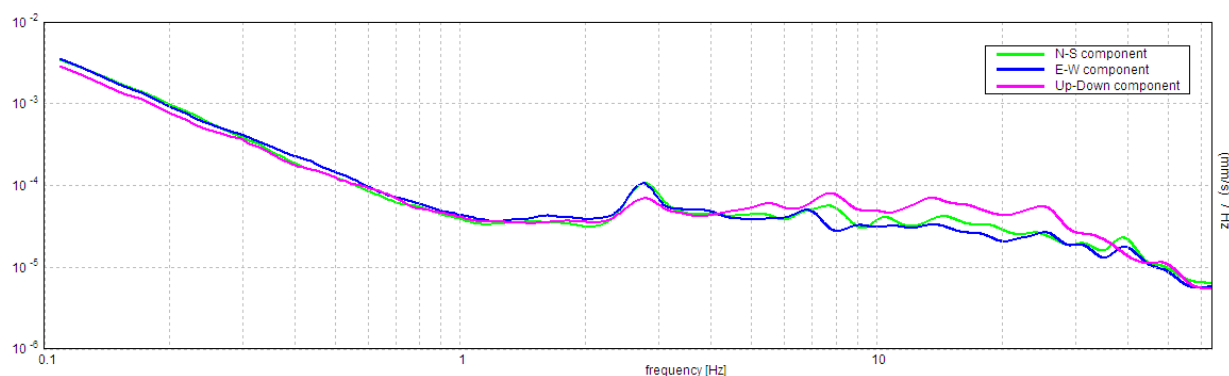
Frequenza del picco H/V max (f_0)	2.8 ± 0.89 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.70

RAPPORTO SPETTRALE H/V

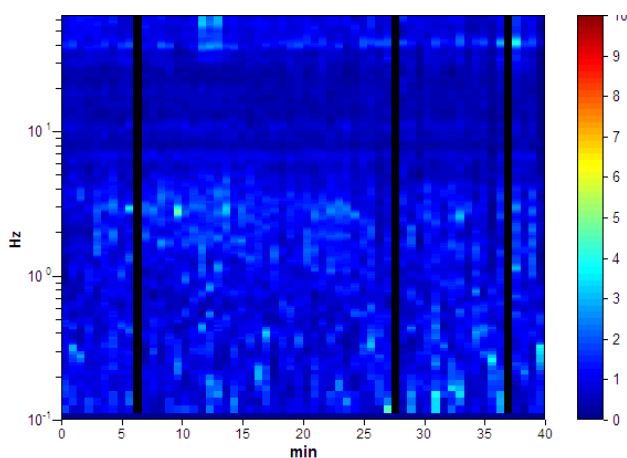
Max. H/V at 2.8 ± 0.89 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



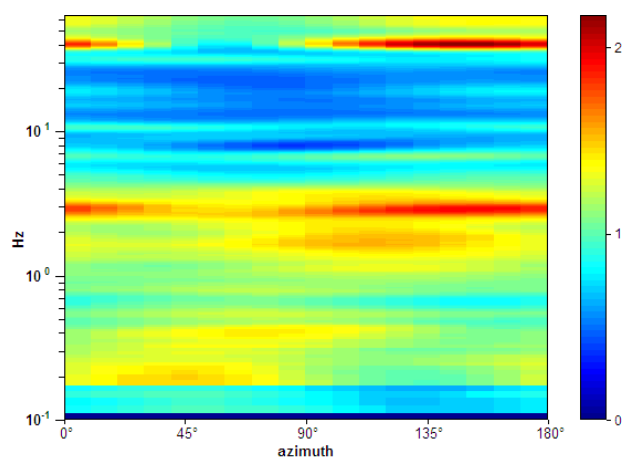
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 2.8 ± 0.89 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.80 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6376.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 270 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.047 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.70 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.3188 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.89165 < 0.13984$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2089 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 95 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

Per frequenze superiori a 7 Hz il rapporto H/V è inferiore a 1 (probabile inversione di velocità)

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 16
CETONA

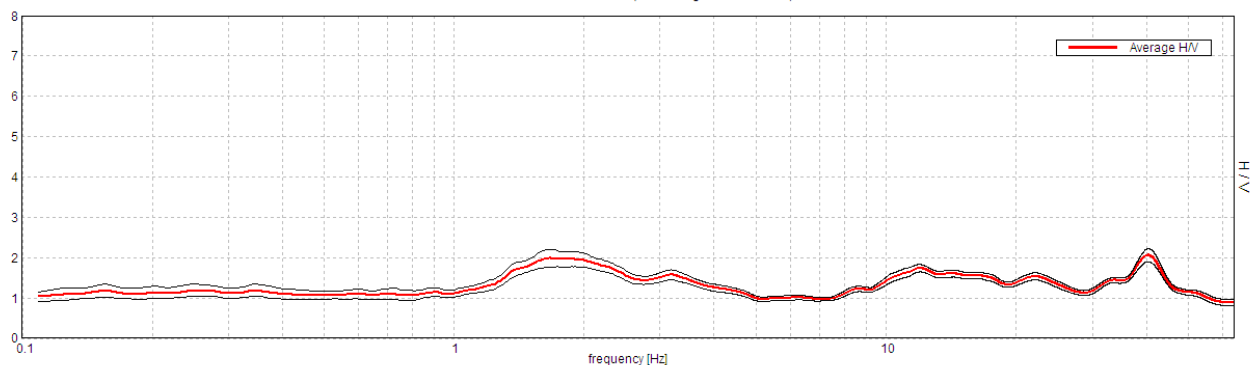
Stazione	16
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42° 57.745 N
Coordinate Long.	11° 54.135 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	52 (87% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Lastricato



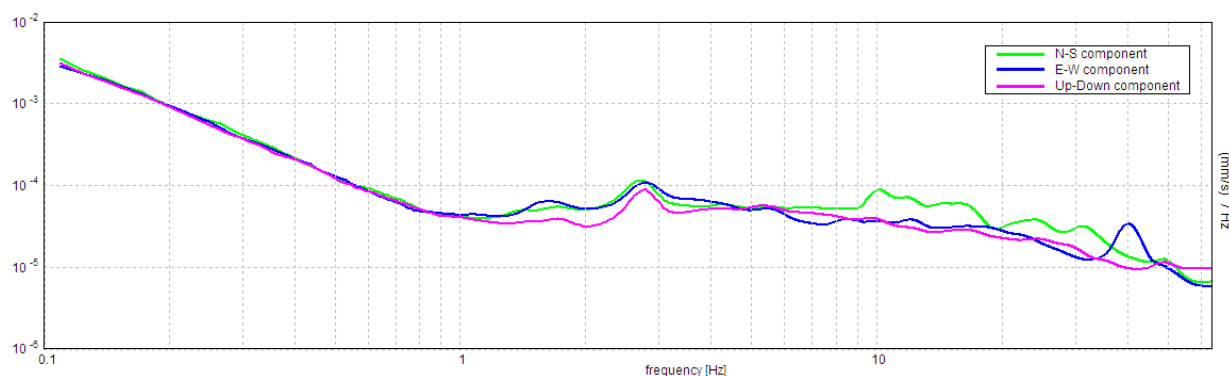
Frequenza del picco H/V max (f_0)	1.66 ± 0.11 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.98

RAPPORTO SPETTRALE H/V

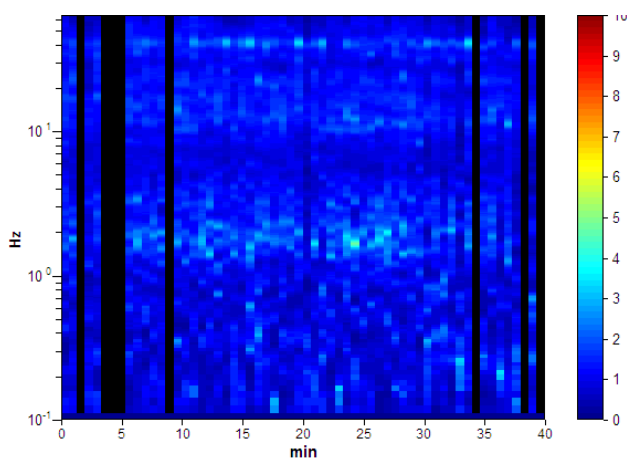
Max. H/V at 1.66 $\pm$ 0.11 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



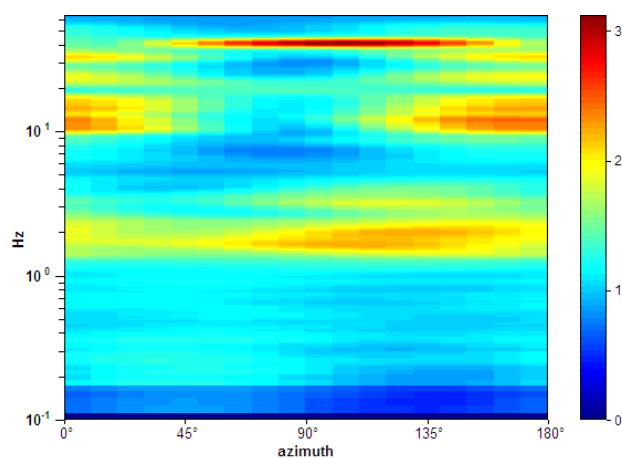
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 1.66 ± 0.11 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.66 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3445.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 160 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.98 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0676 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11196 < 0.16563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.219 < 1.78$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 87 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CETONA 17
CETONA

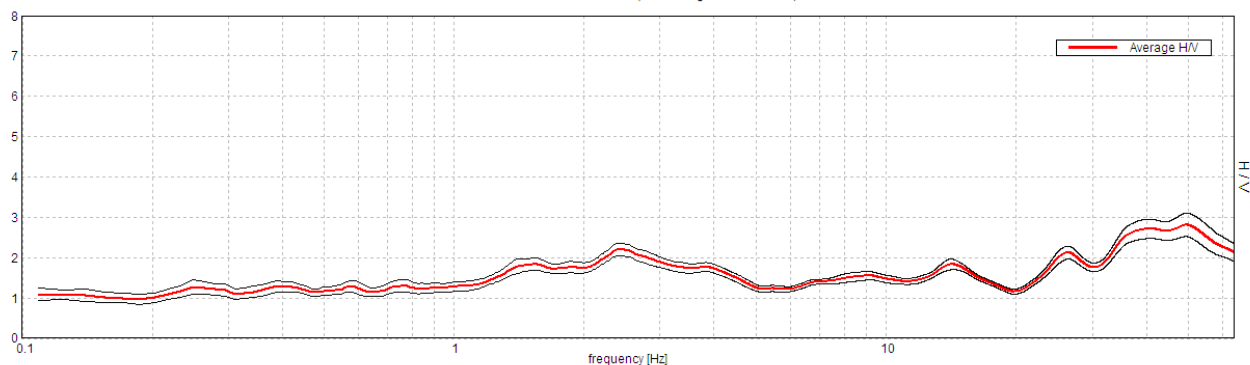
Stazione	17
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°58.3007 N
Coordinate Long.	011°55.3078 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	55 (92% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



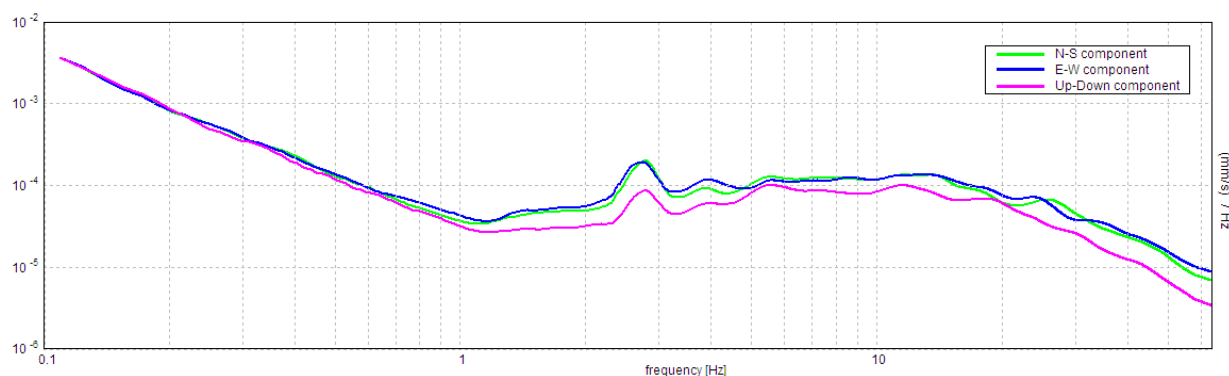
Frequenza del picco H/V max (f_0)	2.41 ± 18.78 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.20

RAPPORTO SPETTRALE H/V

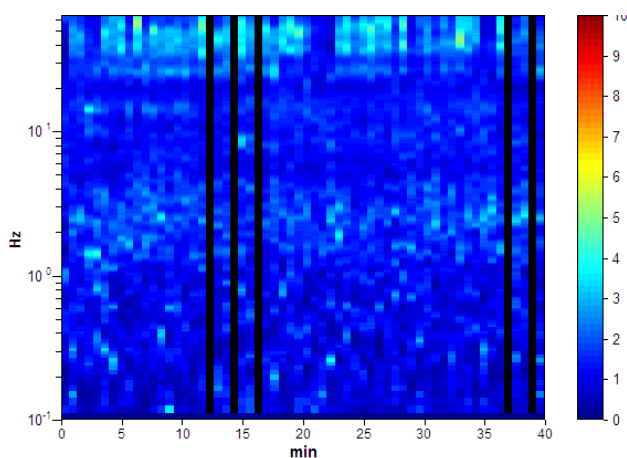
Max. H/V at 2.41 ± 18.78 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



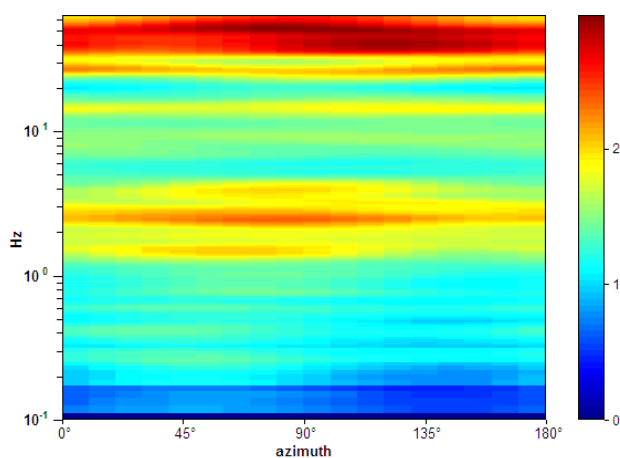
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 2.41 ± 18.78 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.41 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5293.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 232 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.20 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 7.80653 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$18.78446 < 0.12031$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1604 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	$\% (\sum L_w / \text{durata registrazione}) = 92 \%$	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**LAMACCIA 18
LAMACCIA**

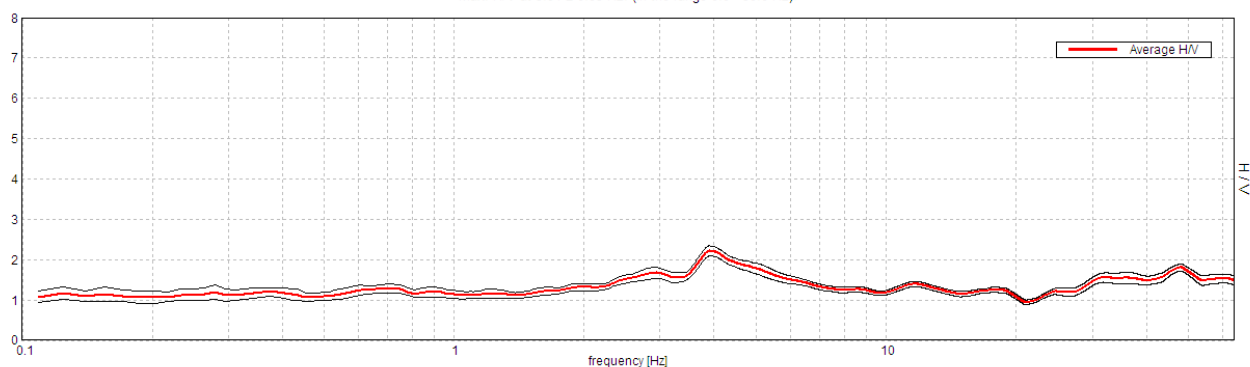
Stazione	18
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°58.5746 N
Coordinate Long.	11°54.9533 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	58 (97% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



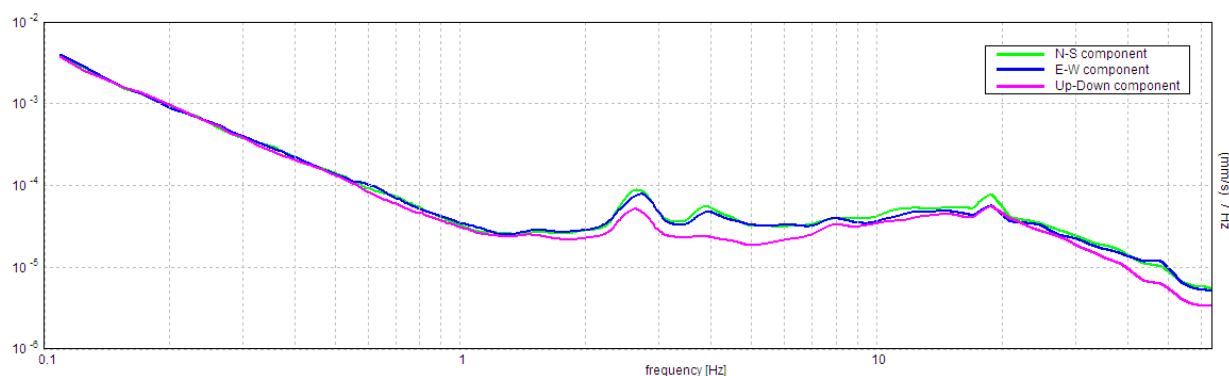
Frequenza del picco H/V max (f_0)	3.91 ± 0.83 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.22

RAPPORTO SPETTRALE H/V

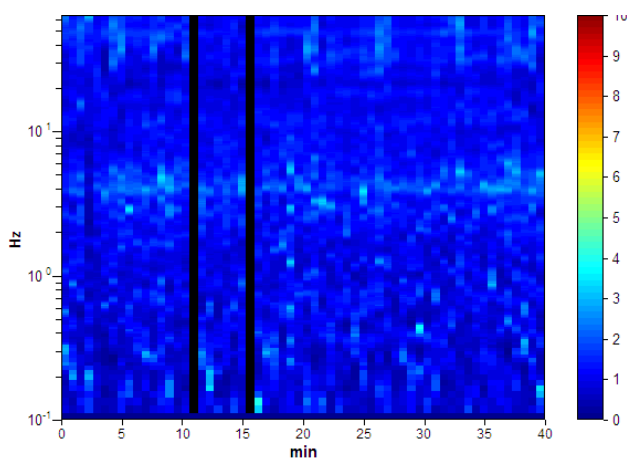
Max. H/V at 3.91 ± 0.83 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



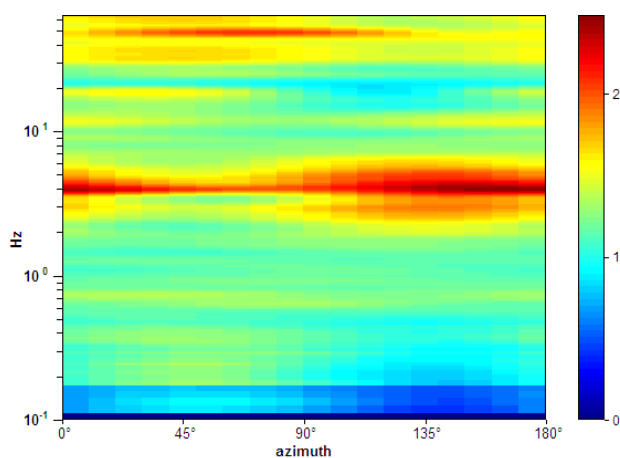
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 3.91 ± 0.83 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.91 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$9062.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 376 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.22 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.21356 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.83422 < 0.19531$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1283 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 97 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PALAZZO 19
PALAZZO

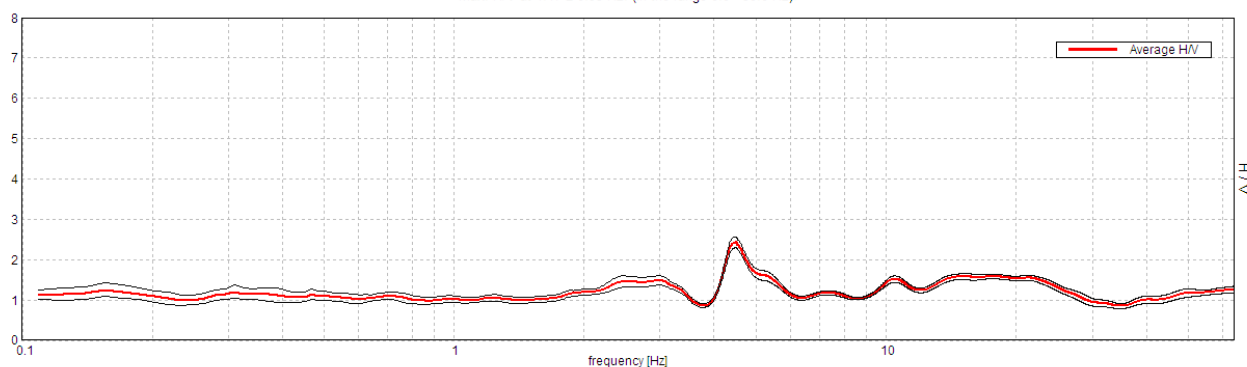
Stazione	19
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°58.7239 N
Coordinate Long.	11°55.8910 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	56 (93% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



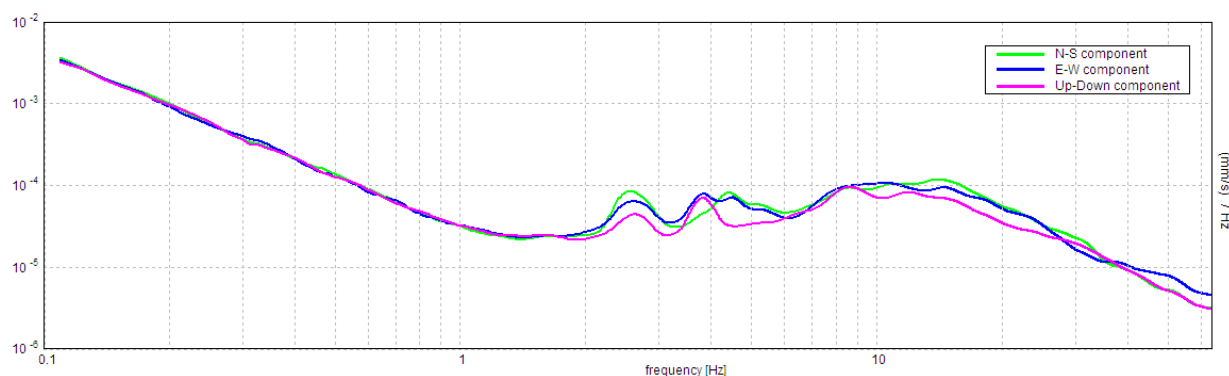
Frequenza del picco H/V max (f_0)	4.47 ± 0.95 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.43

RAPPORTO SPETTRALE H/V

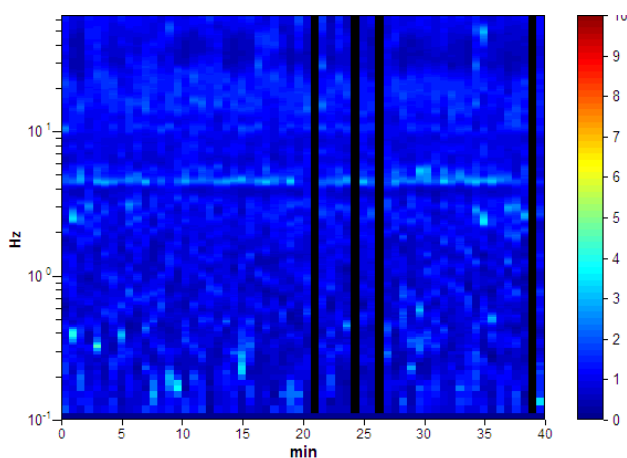
Max. H/V at 4.47 ± 0.95 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



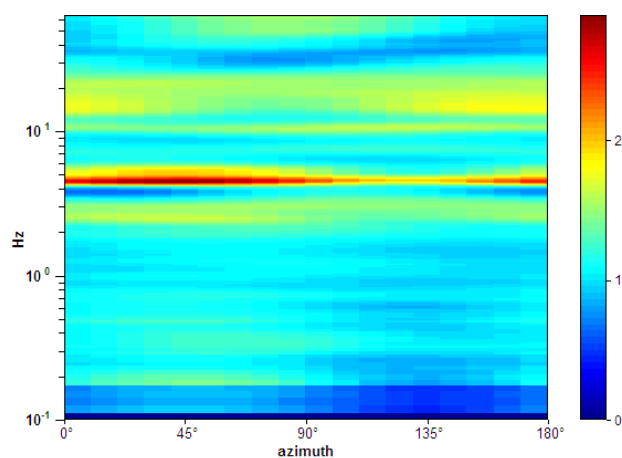
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 4.47 ± 0.95 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.47 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10010.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 430 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.063 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.43 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.21311 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.95233 < 0.22344$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1358 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 93 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**PIAZZE 20
PIAZZE**

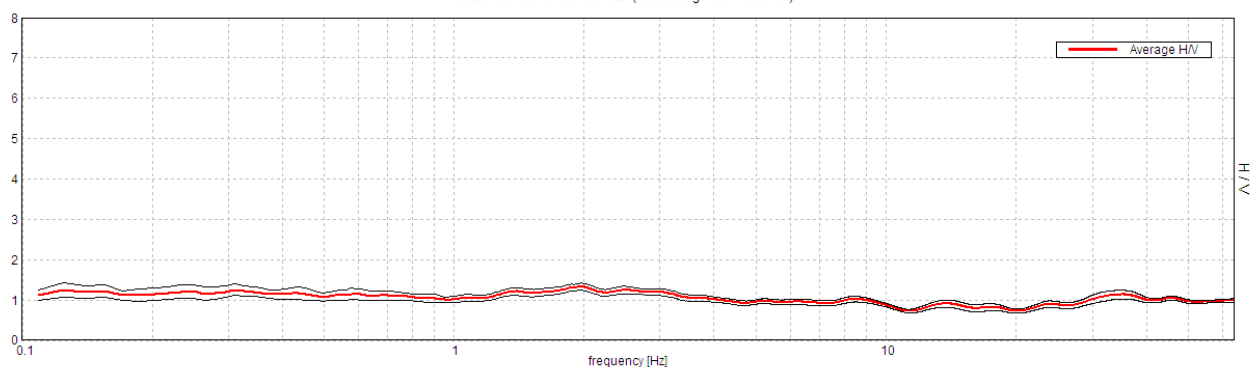
Stazione	20
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.1748 N
Coordinate Long.	011°55.7912 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	60 (100% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



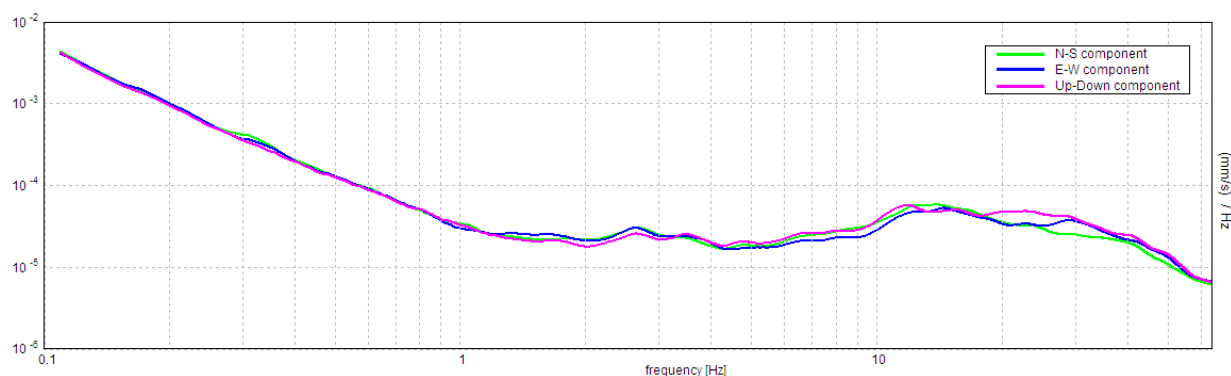
Frequenza del picco H/V max (f_0)	1.97 ± 1.35 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.33

RAPPORTO SPETTRALE H/V

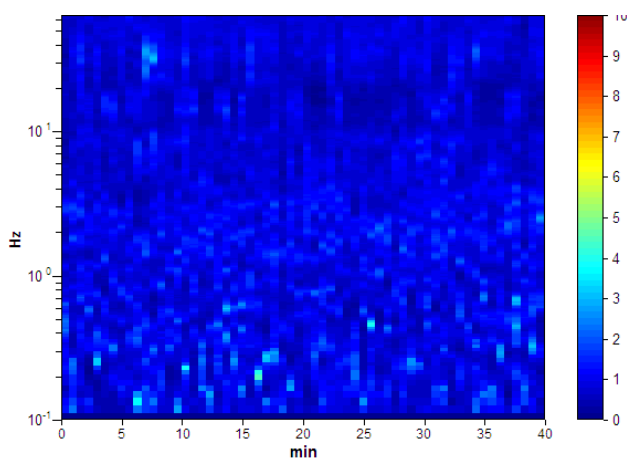
Max. H/V at 1.97 ± 1.35 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



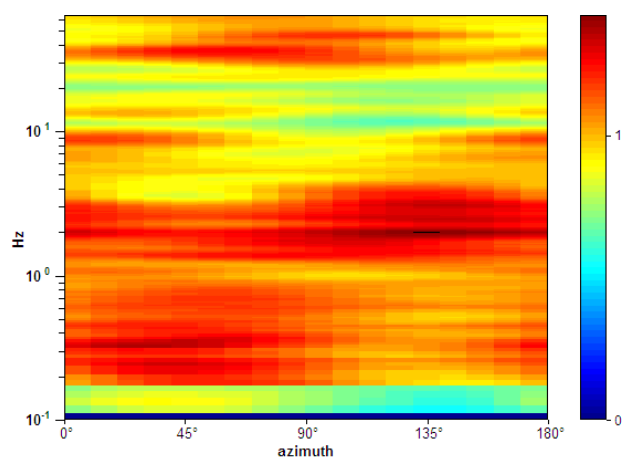
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 1.97 ± 1.35 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.97 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4725.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 190 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.33 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.68415 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.34692 < 0.19688$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0872 < 1.78$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 100 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PIAZZE 21
PIAZZE

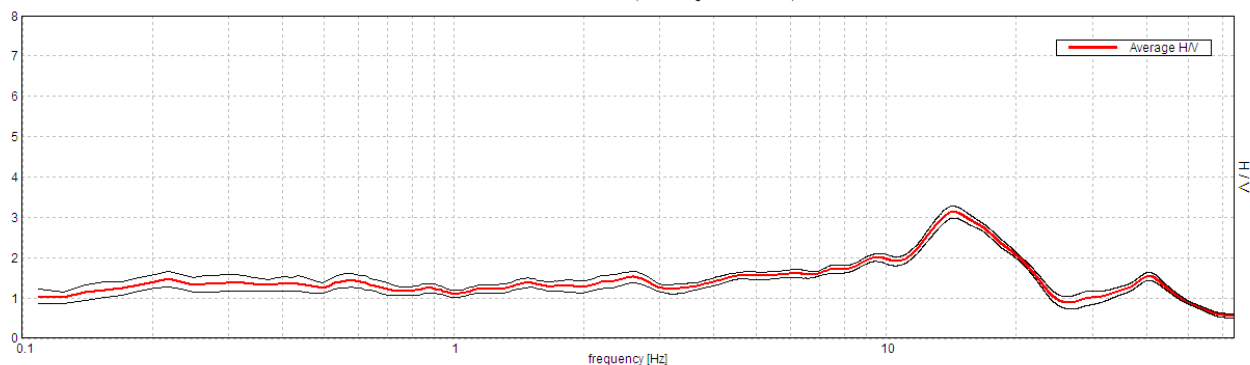
Stazione	21
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.2955 N
Coordinate Long.	11°55.6157E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	51 (85% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



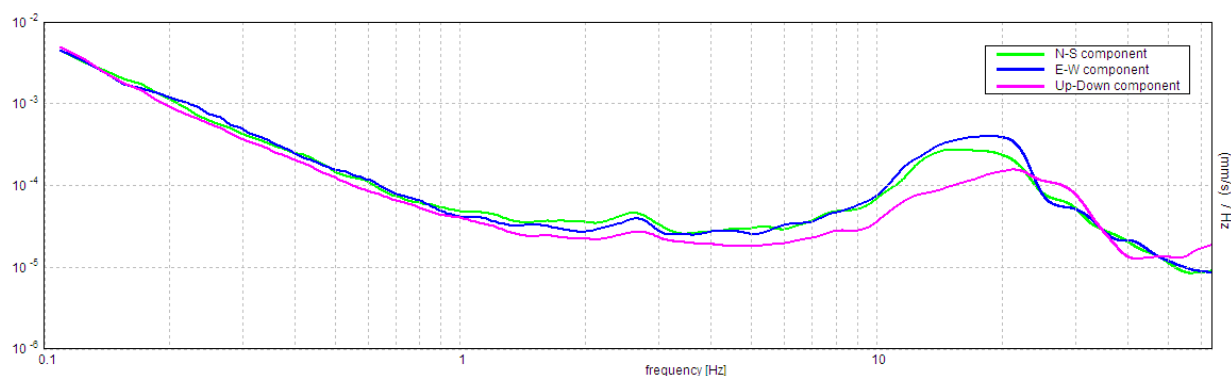
Frequenza del picco H/V max (f_0)	14.34 ± 0.95 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	3.13

RAPPORTO SPETTRALE H/V

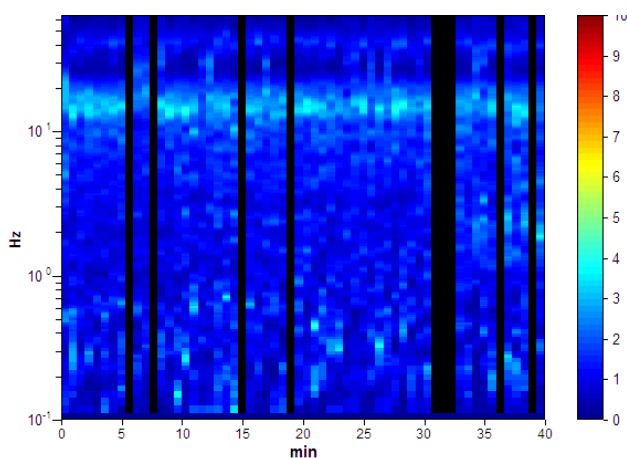
Max. H/V at 14.34 ± 0.95 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).



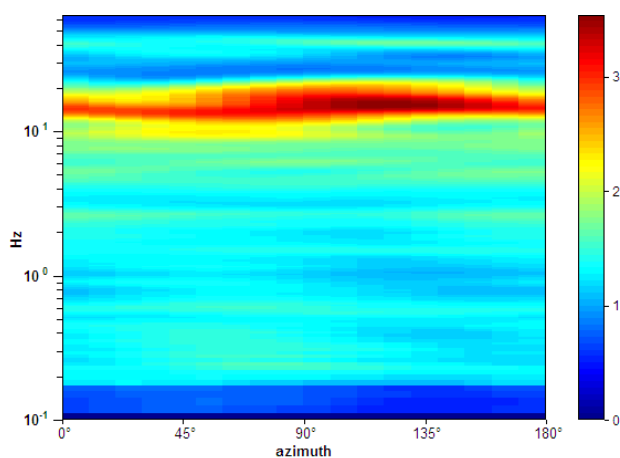
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 14.34 ± 0.95 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$14.34 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$29261.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1378 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.547 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	22.172 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.13 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06656 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.95466 < 0.71719$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1473 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 85 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PIAZZE 22
PIAZZE

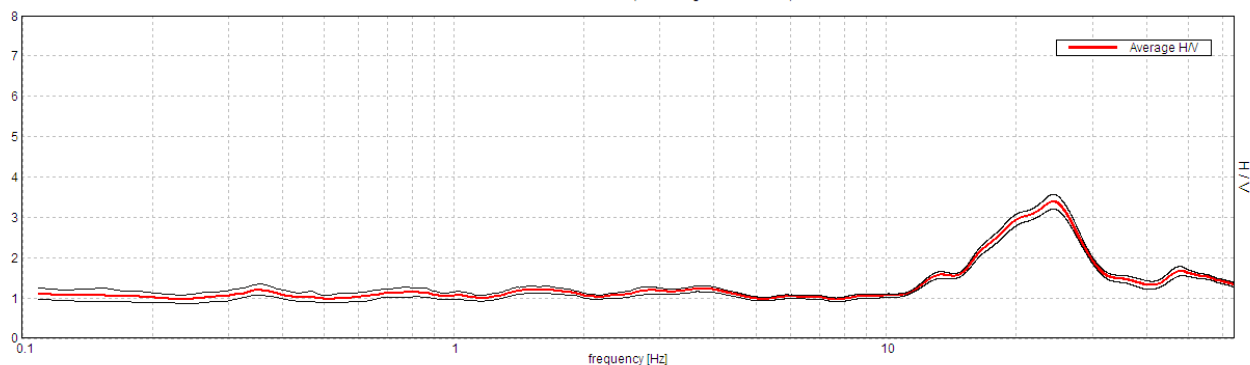
Stazione	22
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.3181 N
Coordinate Long.	011°55.4668 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	53 (88% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



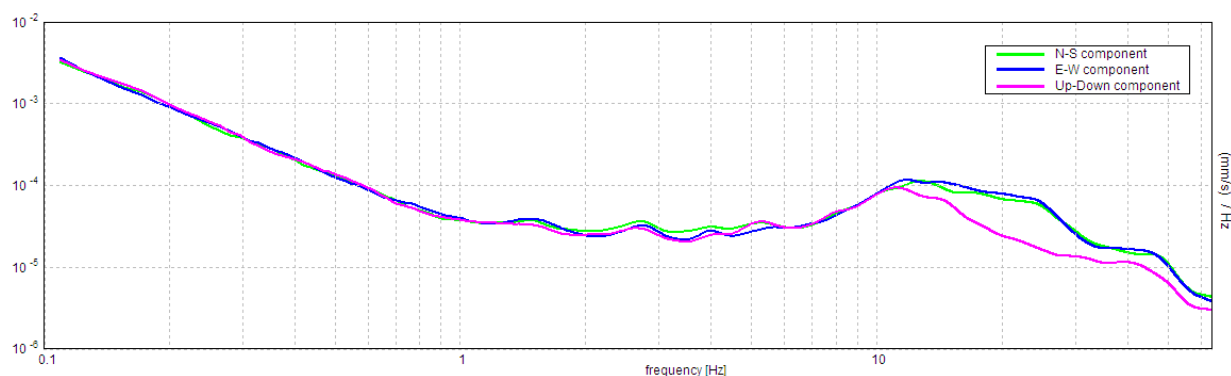
Frequenza del picco H/V max (f_0)	24.38 ± 0.3 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	3.39

RAPPORTO SPETTRALE H/V

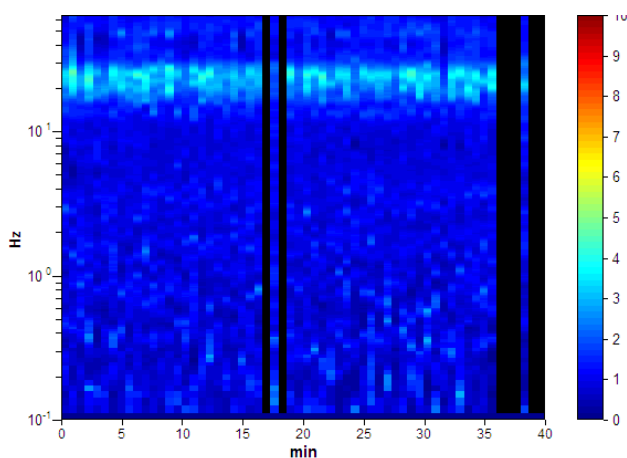
Max. H/V at 24.38 ± 0.3 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



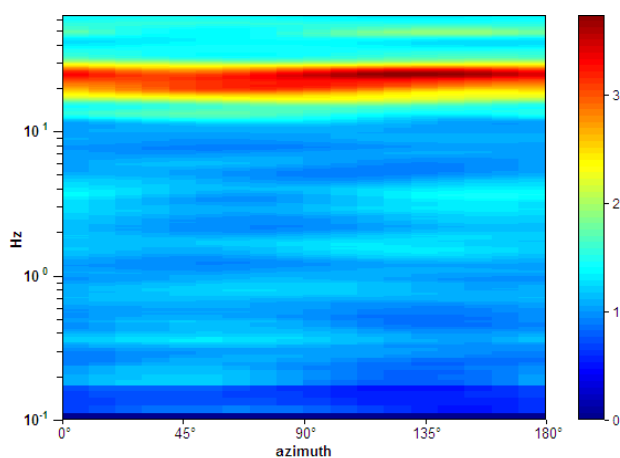
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 24.38 ± 0.3 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$24.38 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$51675.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 2341 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	15.266 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	31.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.39 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01221 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.29771 < 1.21875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1824 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 88 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A1

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**PIAZZE 23
PIAZZE**

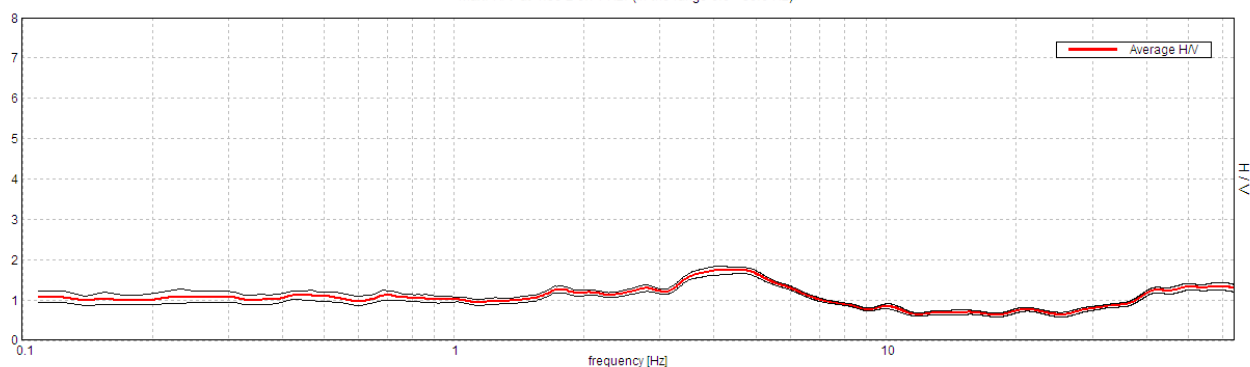
Stazione	23
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.4132 N
Coordinate Long.	11°55.2789 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	58 (97% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



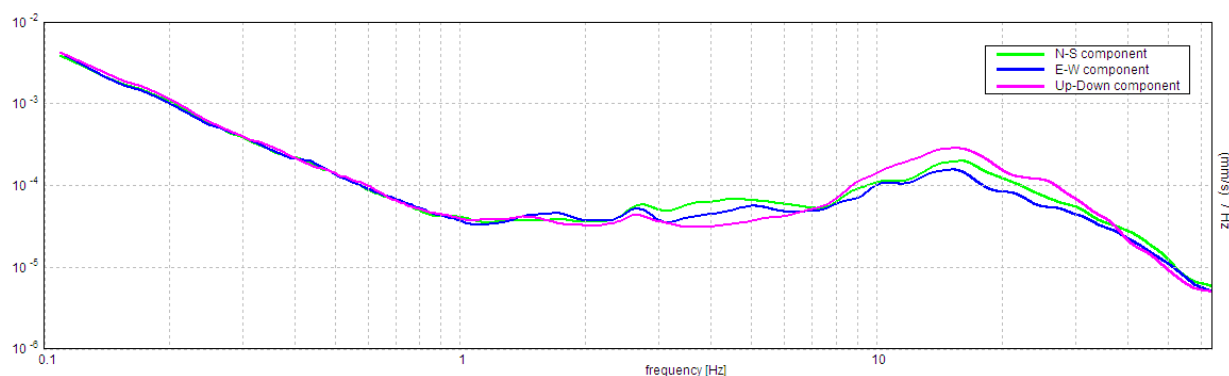
Frequenza del picco H/V max (f_0)	4.58 ± 0.74 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.74

RAPPORTO SPETTRALE H/V

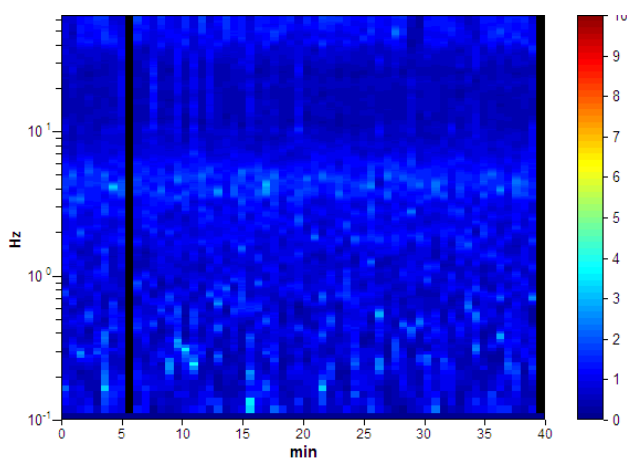
Max. H/V at 4.58 $\pm$ 0.74 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



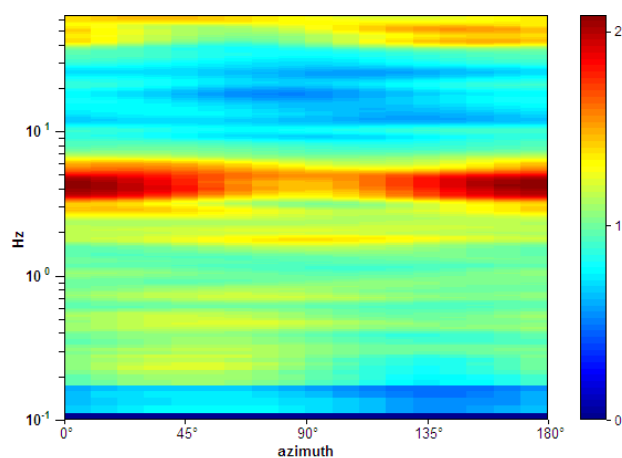
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 4.58 ± 0.74 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.58 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10621.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 440 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.74 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16246 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.74377 < 0.22891$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0777 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 97 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

Per frequenze superiori a 8 Hz il rapporto H/V è inferiore a 1 (probabile inversione di velocità)

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PIAZZE 24
PIAZZE

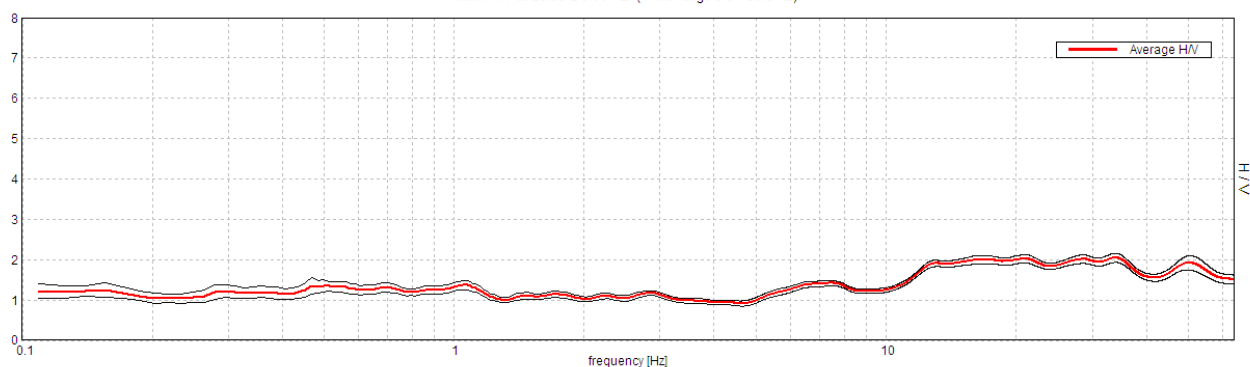
Stazione	24
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.3687 N
Coordinate Long.	11°55.2123 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	56 (93% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



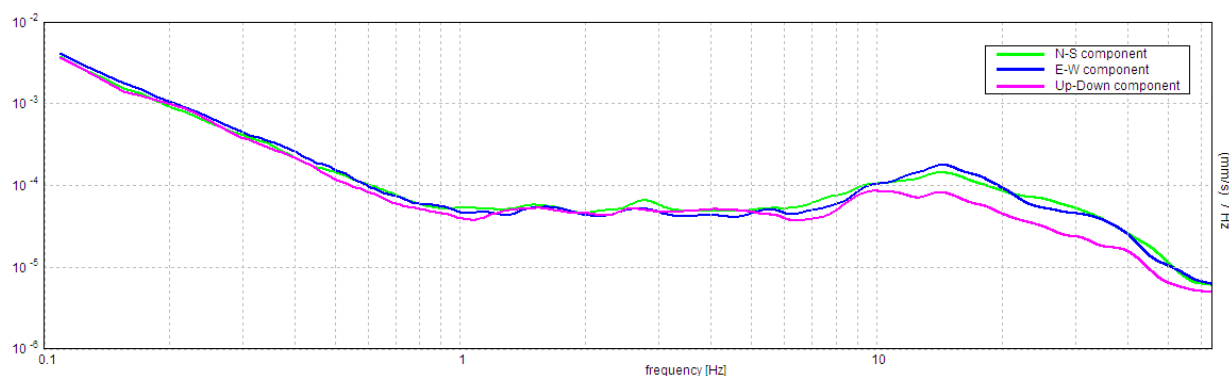
Frequenza del picco H/V max (f_0)	28.59 ± 5.89 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.02

RAPPORTO SPETTRALE H/V

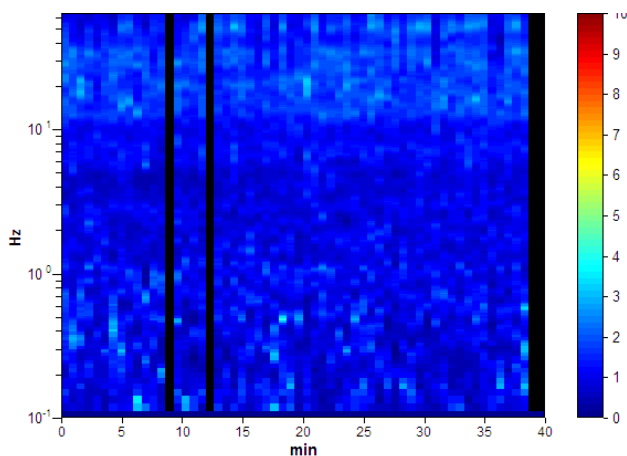
Max. H/V at 28.59 ± 5.89 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



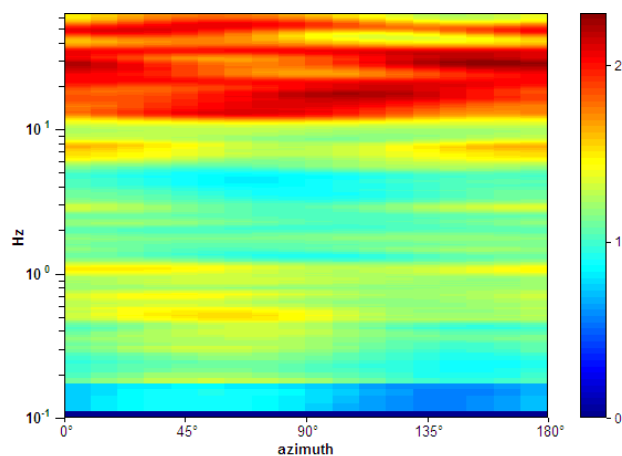
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 28.59 ± 5.89 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$28.59 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$64050.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 2746 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.02 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.20593 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$5.88825 < 1.42969$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1054 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 93 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**PIAZZE 25
PIAZZE**

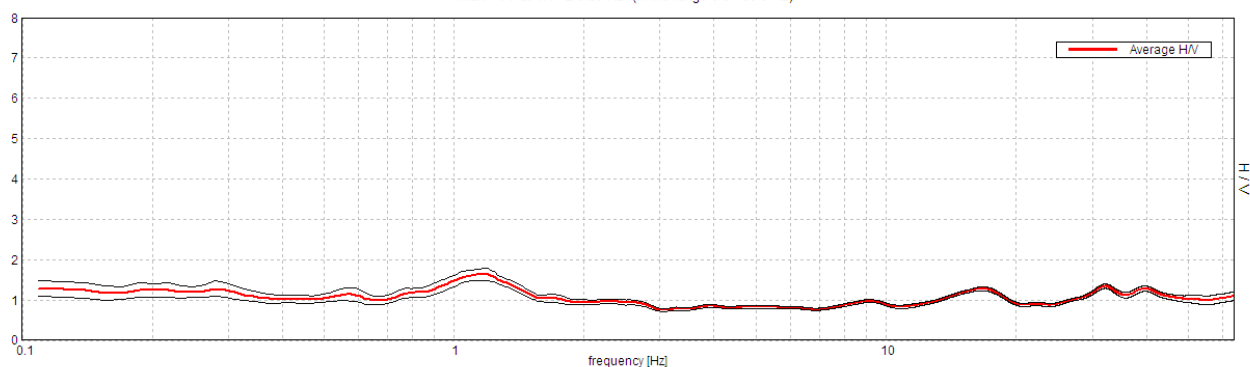
Stazione	25
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.2703 N
Coordinate Long.	11°55.1853 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	58 (97% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



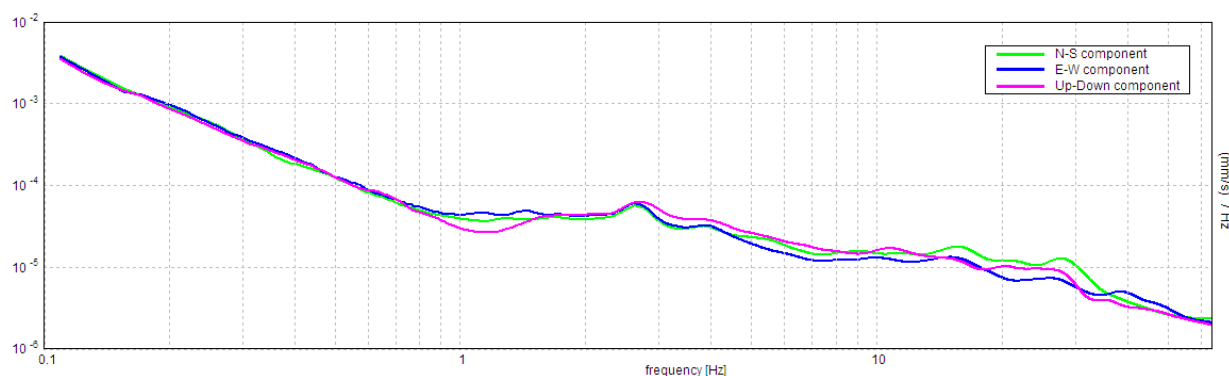
Frequenza del picco H/V max (f_0)	1.17 ± 0.39 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.64

RAPPORTO SPETTRALE H/V

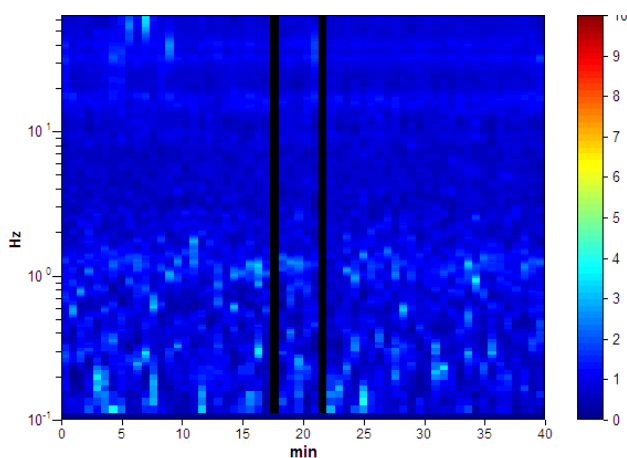
Max. H/V at 1.17 ± 0.39 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



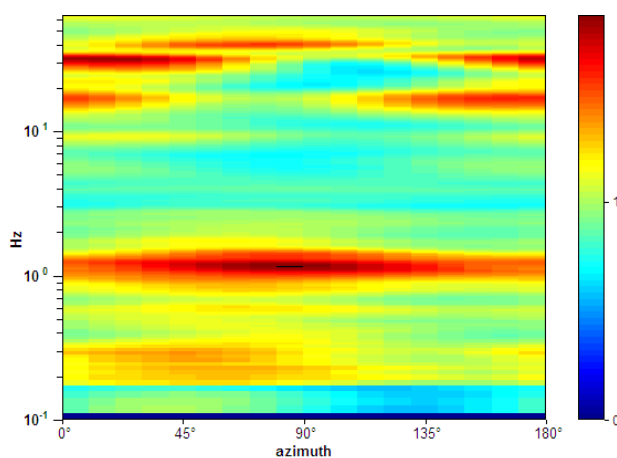
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 1.17 ± 0.39 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.17 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2718.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 114 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.64 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.33183 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.38886 < 0.11719$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1482 < 1.78$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 97 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**PIAZZE 26
PIAZZE**

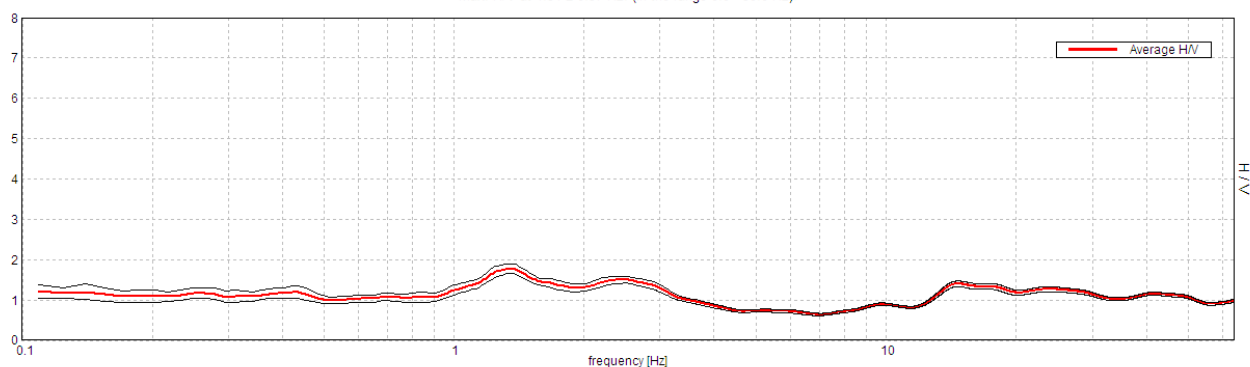
Stazione	26
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.3282 N
Coordinate Long.	011°55.0310 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	56 (93% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



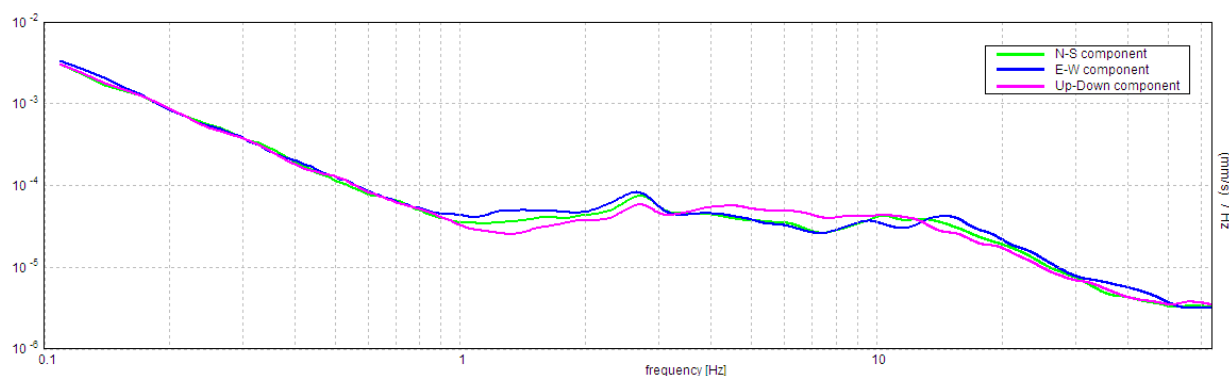
Frequenza del picco H/V max (f_0)	1.34 ± 0.37 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.78

RAPPORTO SPETTRALE H/V

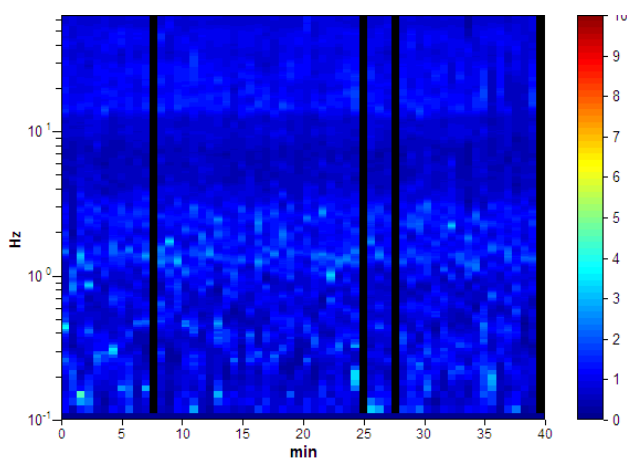
Max. H/V at 1.34 ± 0.37 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



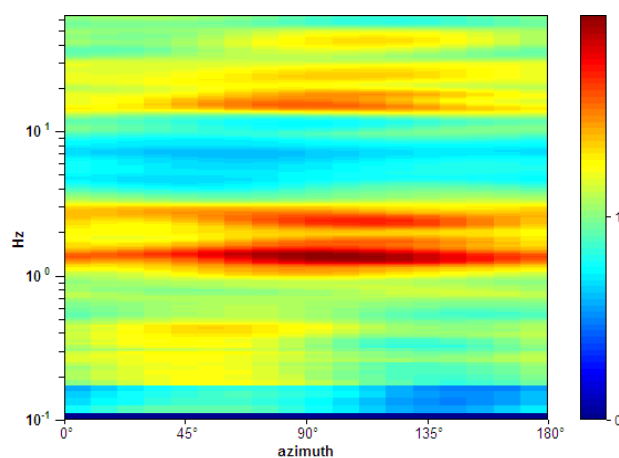
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 1.34 ± 0.37 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.34 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3010.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 130 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.859 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.78 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.27341 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.3674 < 0.13438$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1199 < 1.78$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 93 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

Per frequenze comprese fra 4 e 9 Hz il rapporto H/V è inferiore a 1 (probabile inversione di velocità)

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**PIAZZE 28
PIAZZE**

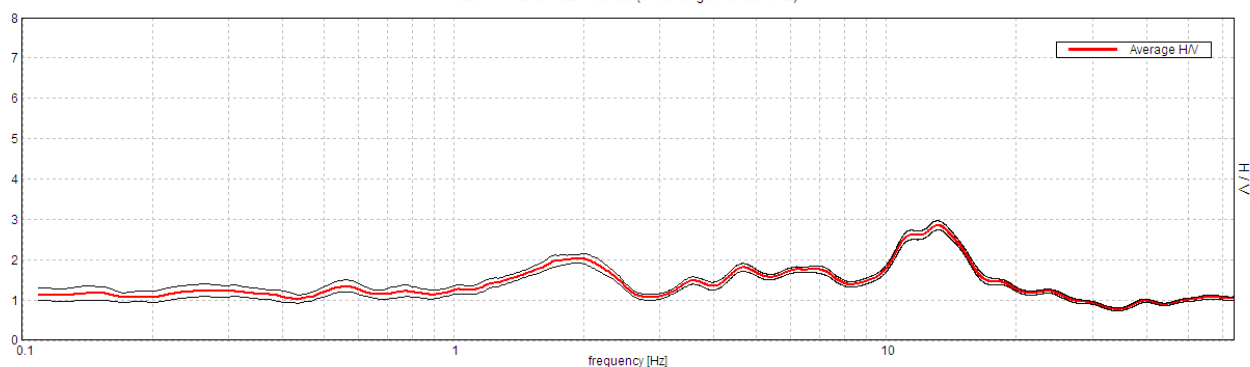
Stazione	28
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	03/06/18
Coordinate Lat.	42°54.5199 N
Coordinate Long.	11°54.5710 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	58 (97% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



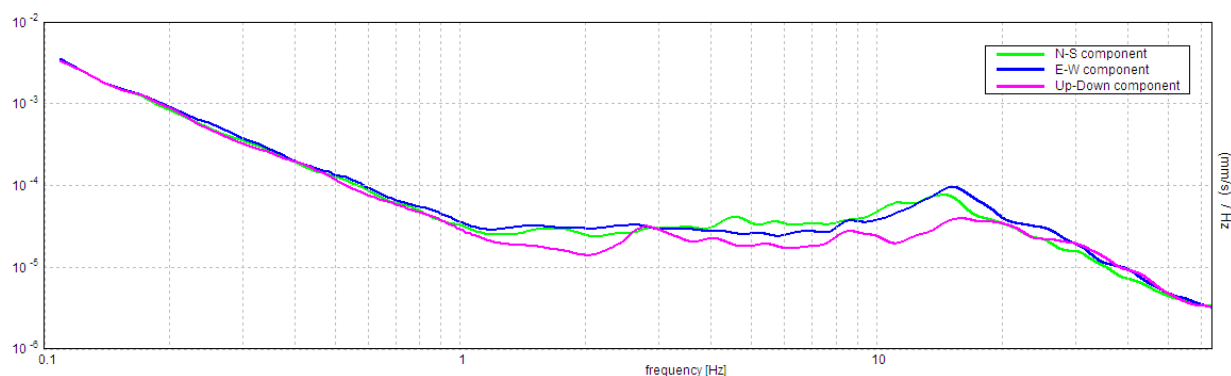
Frequenza del picco H/V max (f_0)	13.13 ± 1.65 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.85

RAPPORTO SPETTRALE H/V

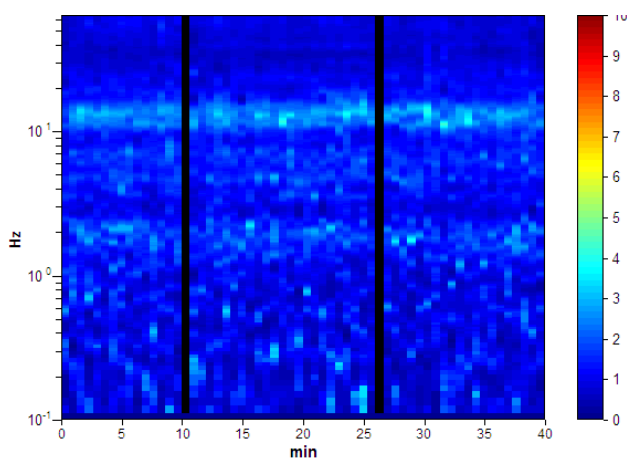
Max. H/V at 13.13 ± 1.65 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



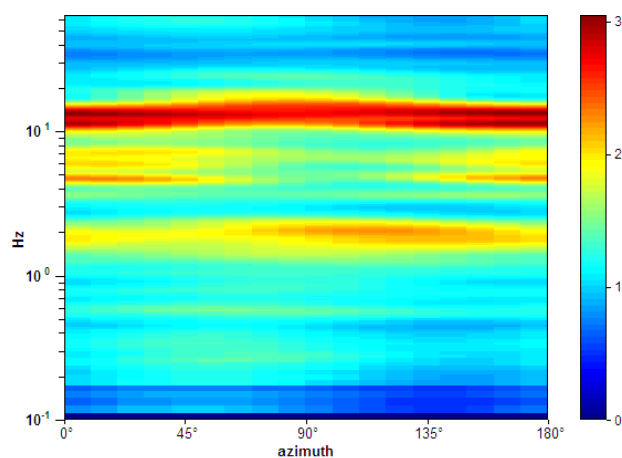
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 13.13 ± 1.65 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$13.13 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$30450.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1261 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.734 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	18.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.85 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.12601 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.65387 < 0.65625$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1128 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 97 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

Presenza di un secondo picco a circa 2 Hz con valore del rapporto H/V di circa 2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PIAZZE 29
PIAZZE

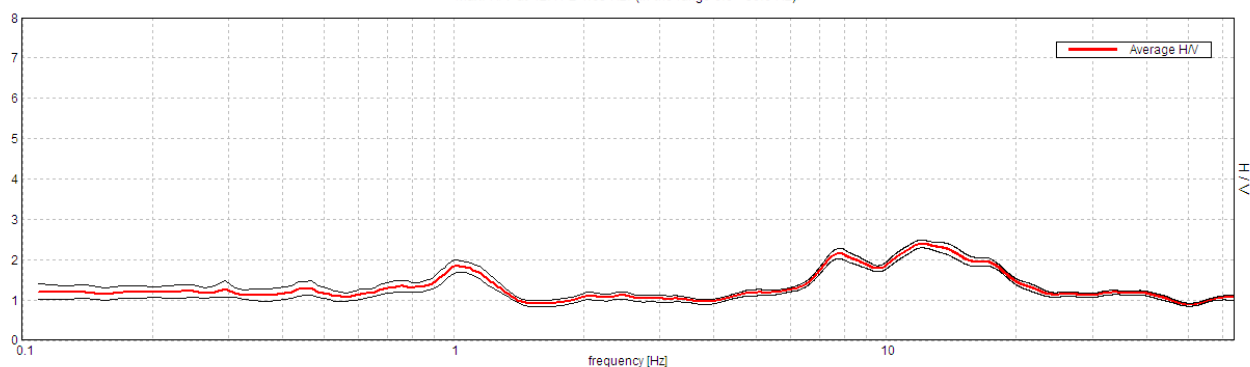
Stazione	29
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°54.4475 N
Coordinate Long.	11°54.9760 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	53 (88% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



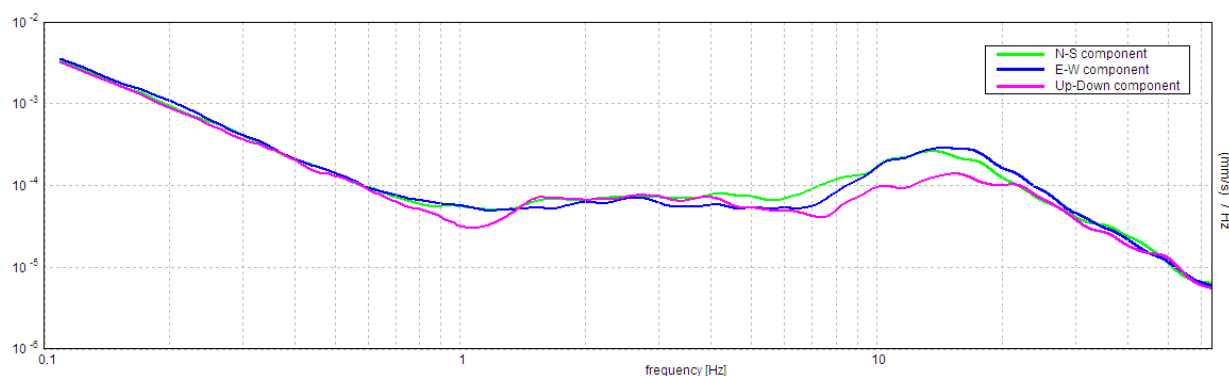
Frequenza del picco H/V max (f_0)	12.11 ± 1.65 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.39

RAPPORTO SPETTRALE H/V

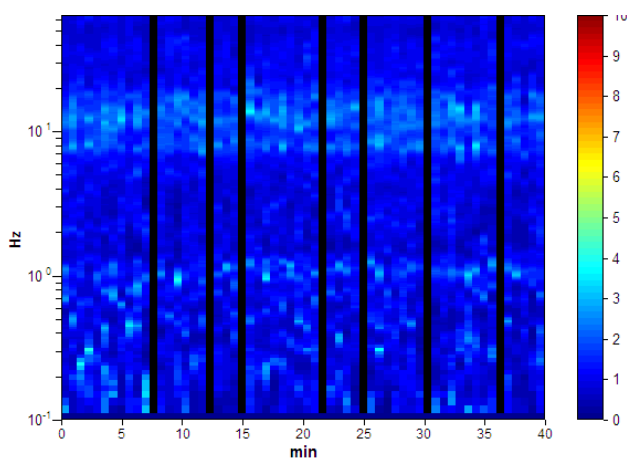
Max. H/V at 12.11 ± 1.65 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



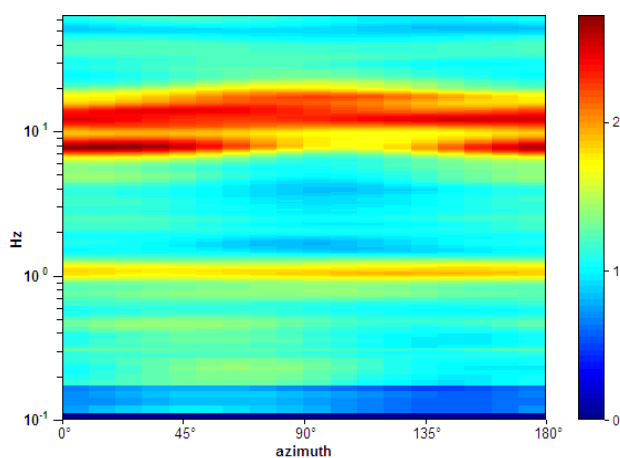
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 12.11 ± 1.65 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$12.11 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$25671.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1164 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.609 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	22.953 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.39 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13624 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.64983 < 0.60547$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0977 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 88 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

Presenza di un secondo picco a circa 1 Hz con valore del rapporto H/V di circa 2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PIAZZE 30
PIAZZE

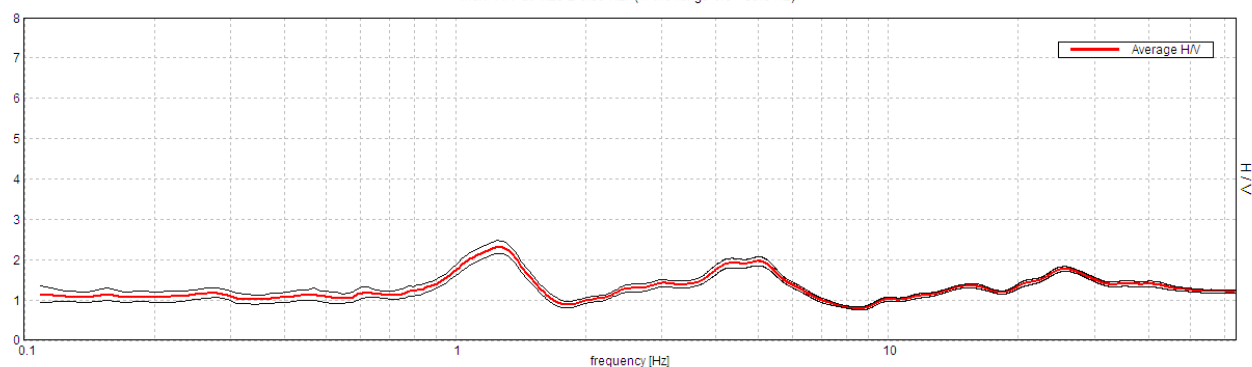
Stazione	30
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°54.5117 N
Coordinate Long.	11°54.7501 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	57 (95% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



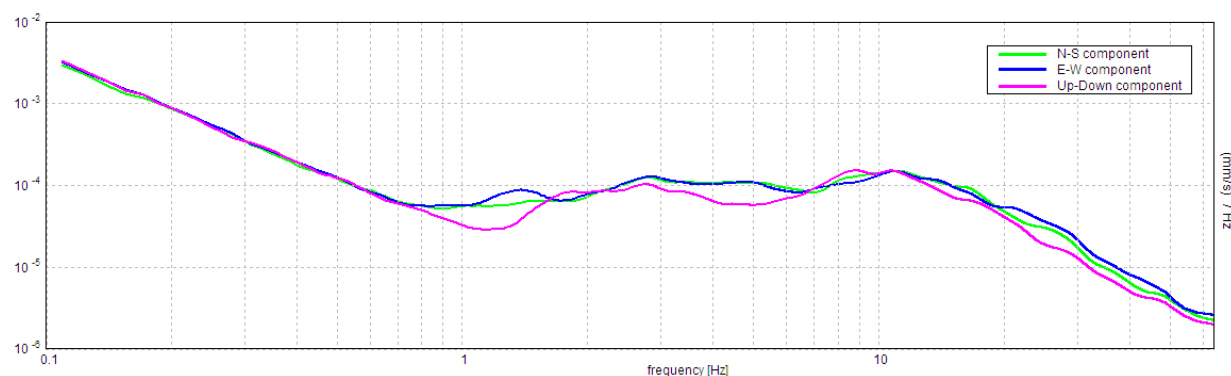
Frequenza del picco H/V max (f_0)	1.25 ± 0.59 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.32

RAPPORTO SPETTRALE H/V

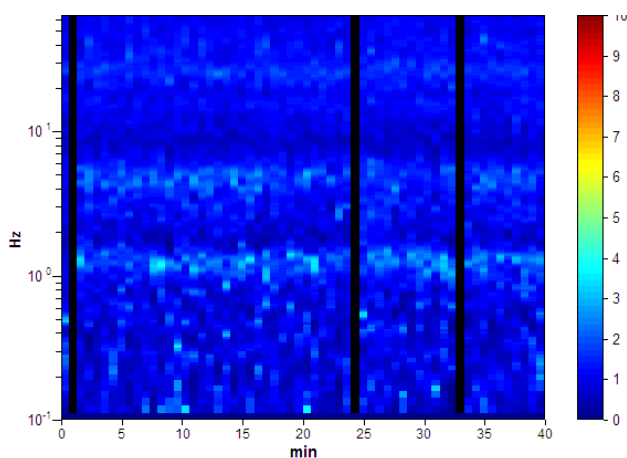
Max. H/V at 1.25 ± 0.59 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



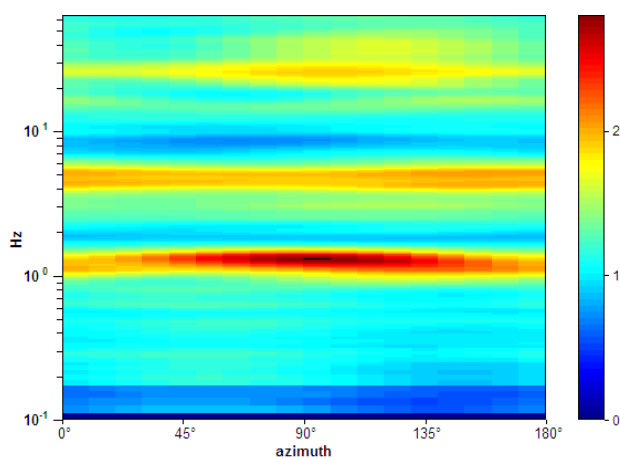
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 1.25 ± 0.59 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2850.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 121 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.75 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.32 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.46848 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.5856 < 0.125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1616 < 1.78$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 95 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

Presenza di un secondo picco fra 4 e 5 Hz con valore del rapporto H/V di circa 2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PIAZZE 31
PIAZZE

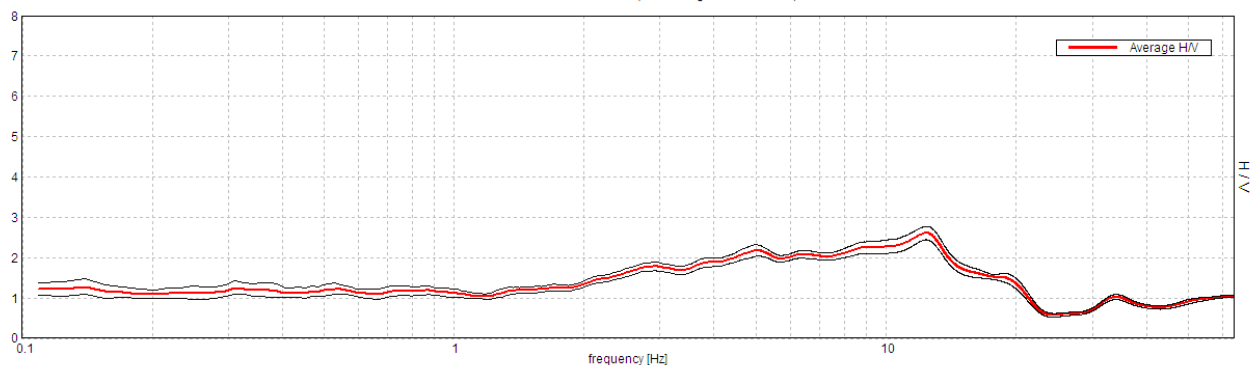
Stazione	31
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°54.3636 N
Coordinate Long.	11°54.5286 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	57 (95% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



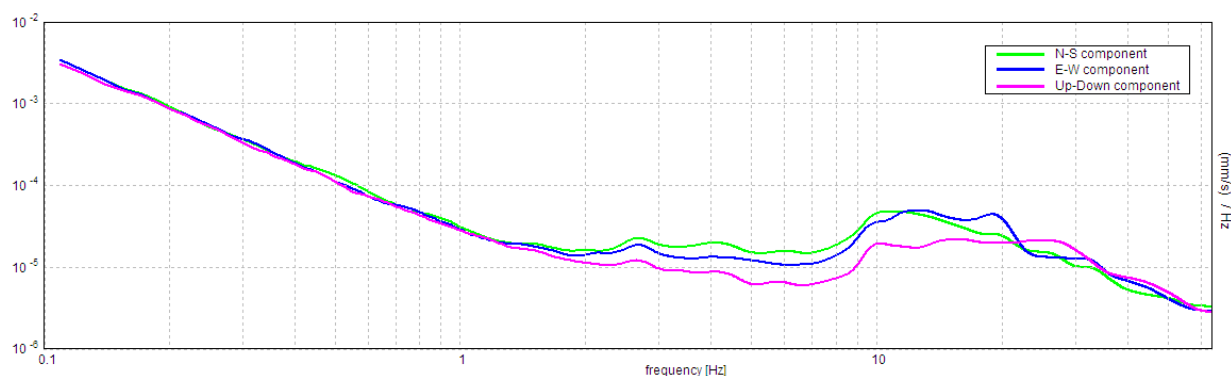
Frequenza del picco H/V max (f_0)	12.42 ± 1.02 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.61

RAPPORTO SPETTRALE H/V

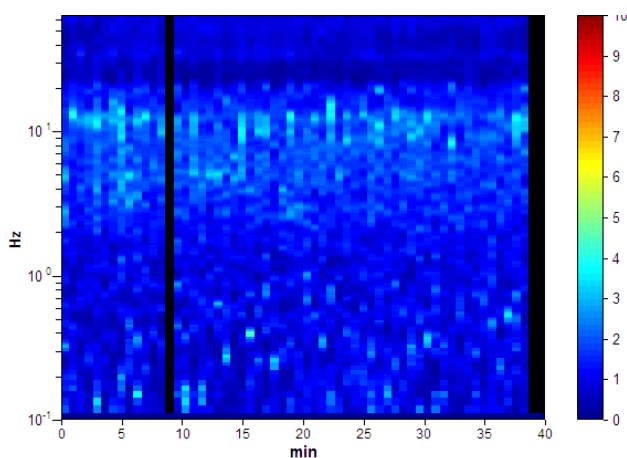
Max. H/V at 12.42 ± 1.02 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



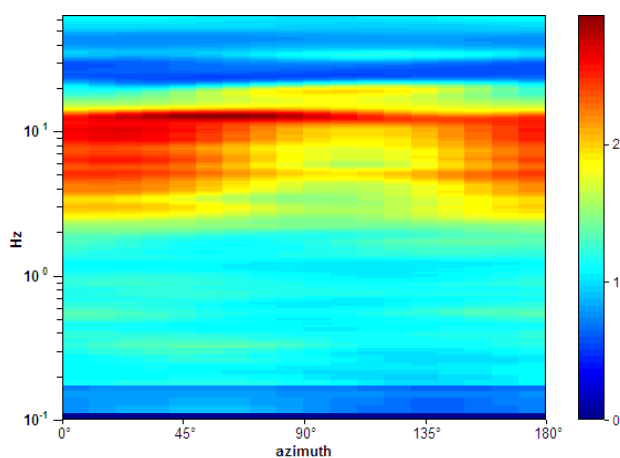
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 12.42 ± 1.02 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$12.42 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$28321.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1194 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.234 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.61 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08222 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.02131 < 0.62109$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1665 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 95 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

CAMPORSEVOLI 34
CAMPORSEVOLI

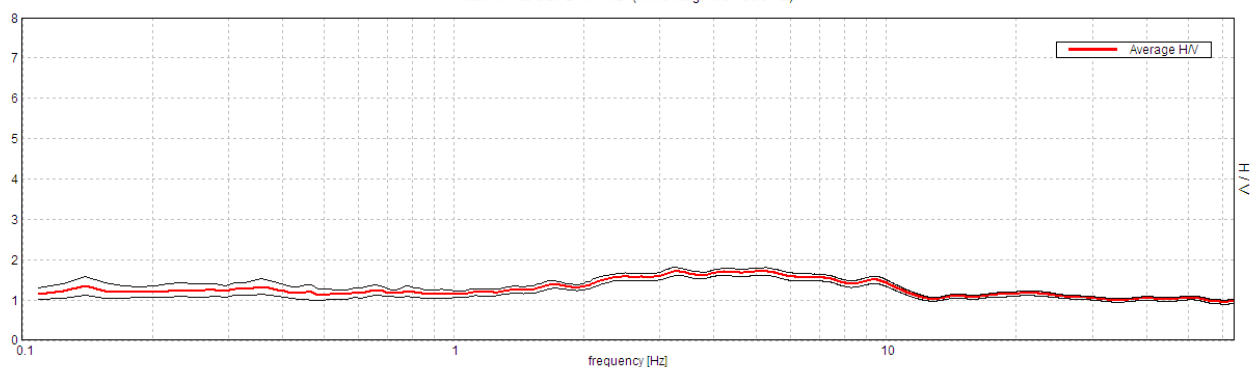
Stazione	34
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°54.7589 N
Coordinate Long.	11°53.8043 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	56 (93% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



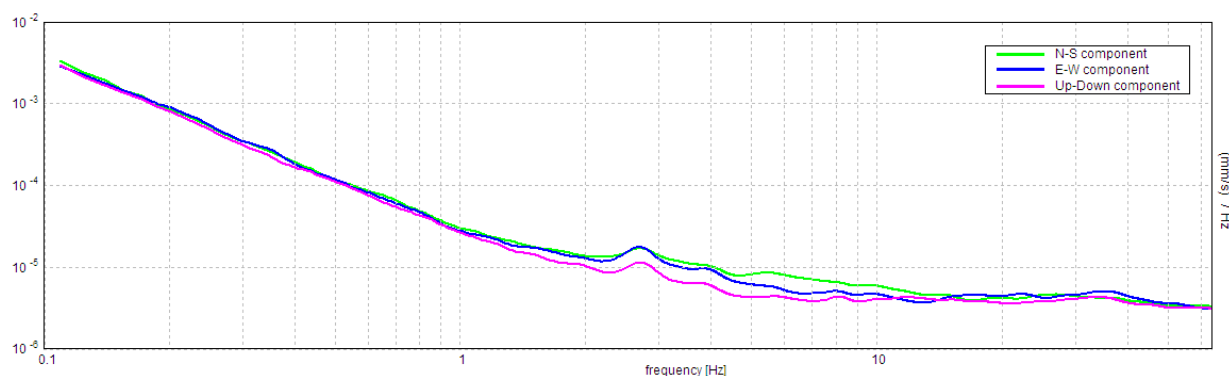
Frequenza del picco H/V max (f_0)	3.27 ± 1.74 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.71

RAPPORTO SPETTRALE H/V

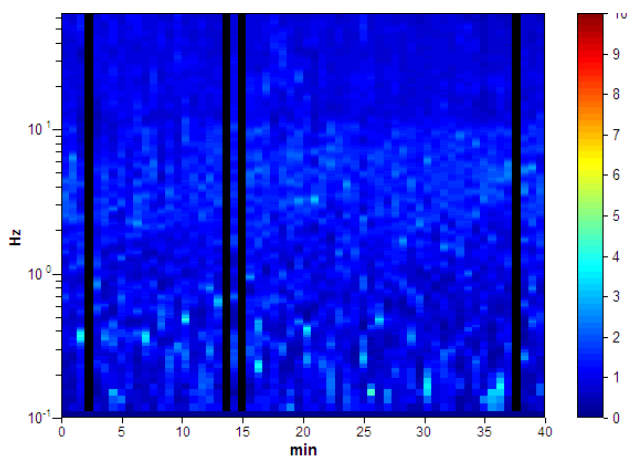
Max. H/V at 3.27 ± 1.74 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



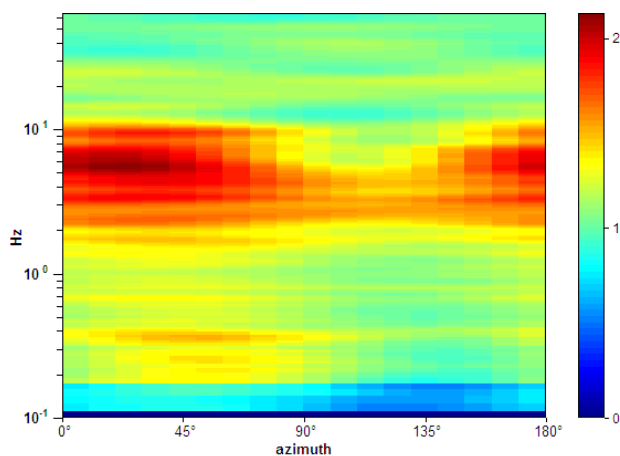
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 3.27 ± 1.74 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.27 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$7315.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 314 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.71 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.5313 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.73504 < 0.16328$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1066 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 93 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

VECCIANO 36
VECCIANO

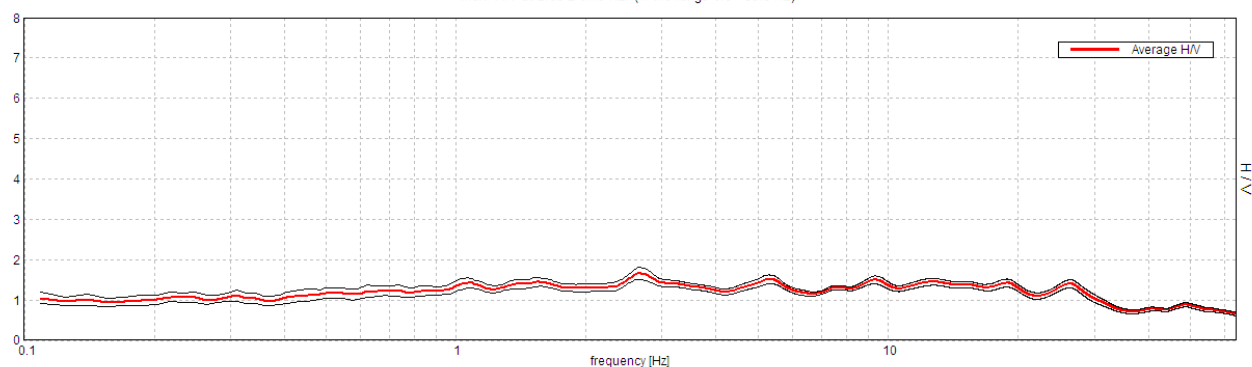
Stazione	36
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°54.9359 N
Coordinate Long.	11°55.5466 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	54 (90% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



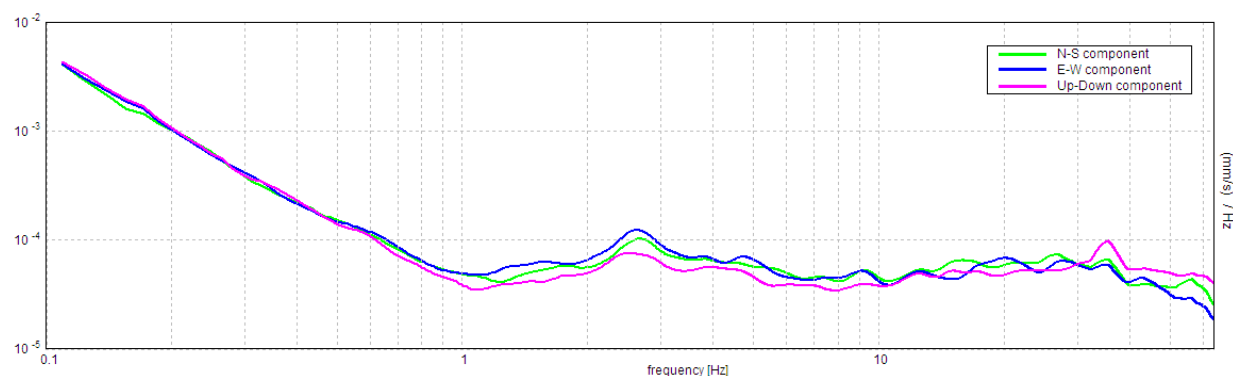
Frequenza del picco H/V max (f_0)	2.66 ± 6.49 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.66

RAPPORTO SPETTRALE H/V

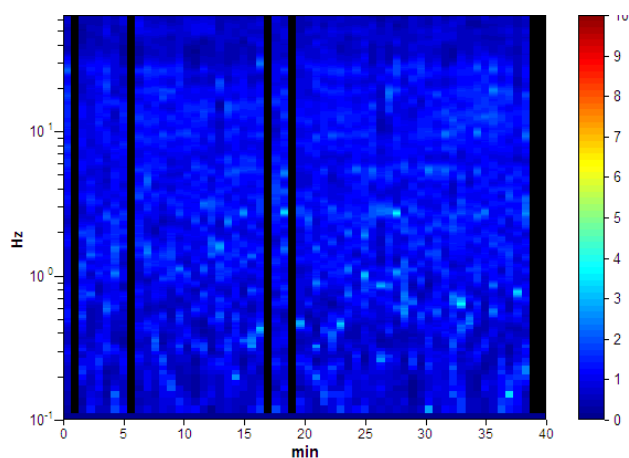
Max. H/V at 2.66 ± 6.49 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



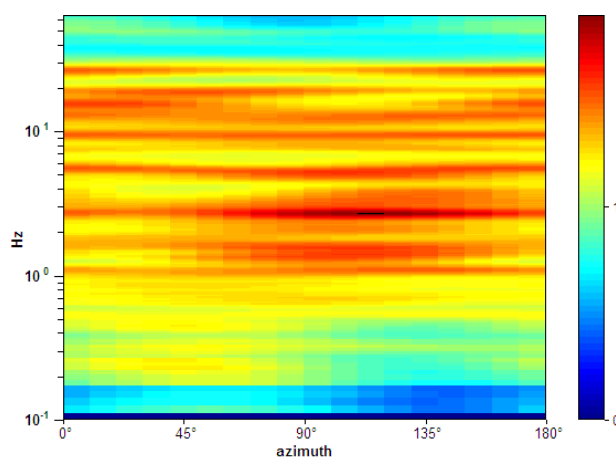
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 2.66 ± 6.49 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.66 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5737.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 256 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.66 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 2.44377 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$6.49126 < 0.13281$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1549 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 90%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**MATERA 37
MATERA**

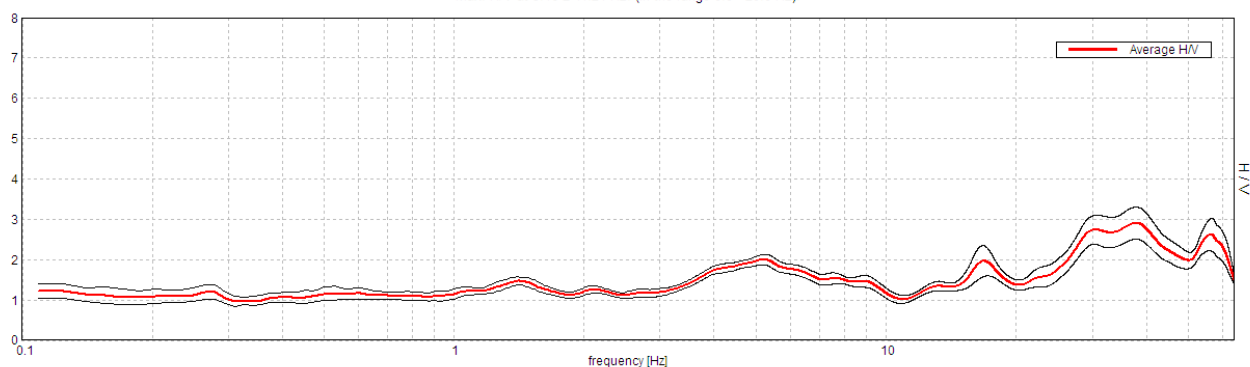
Stazione	37
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°55.0633 N
Coordinate Long.	11°55.0604 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	60 s
Numero di finestre analizzate	33 (82% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



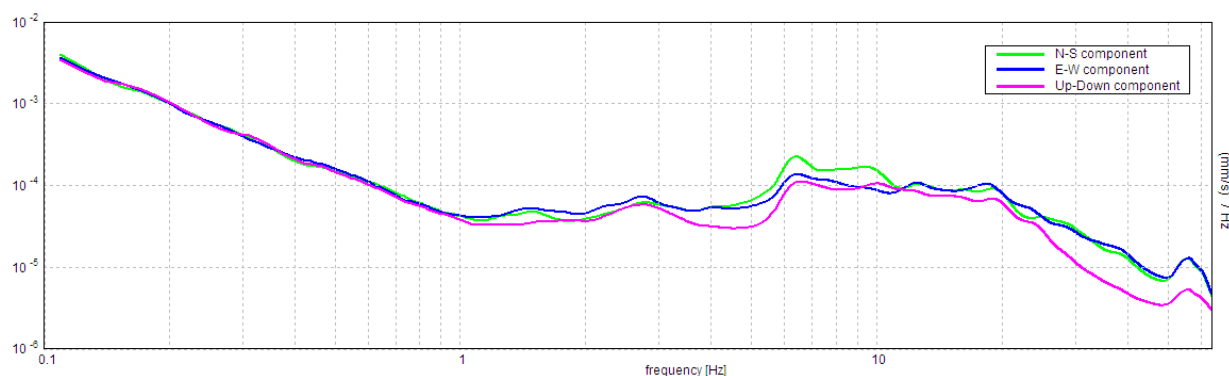
Frequenza del picco H/V max (f_0)	5.16 ± 11.21 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.00

RAPPORTO SPETTRALE H/V

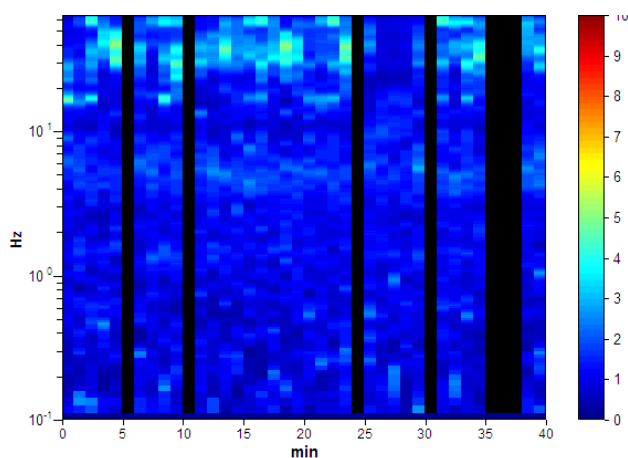
Max. H/V at 5.16 ± 11.21 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



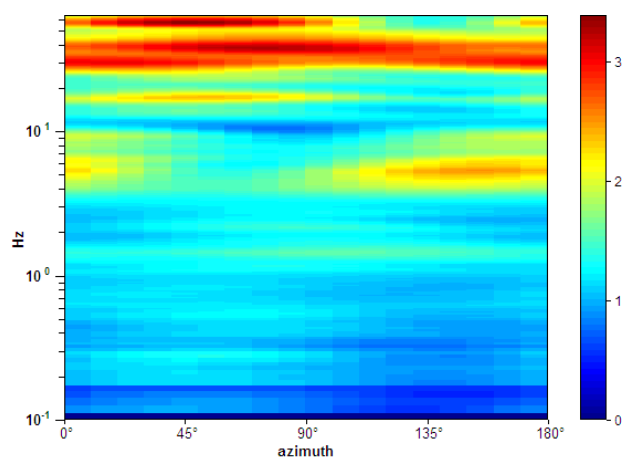
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 5.16 ± 11.21 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.16 > 0.17$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10209.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 496 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.00 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 2.17471 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$11.21335 < 0.25781$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1218 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 82 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PALAZZOLO 38
PALAZZOLO

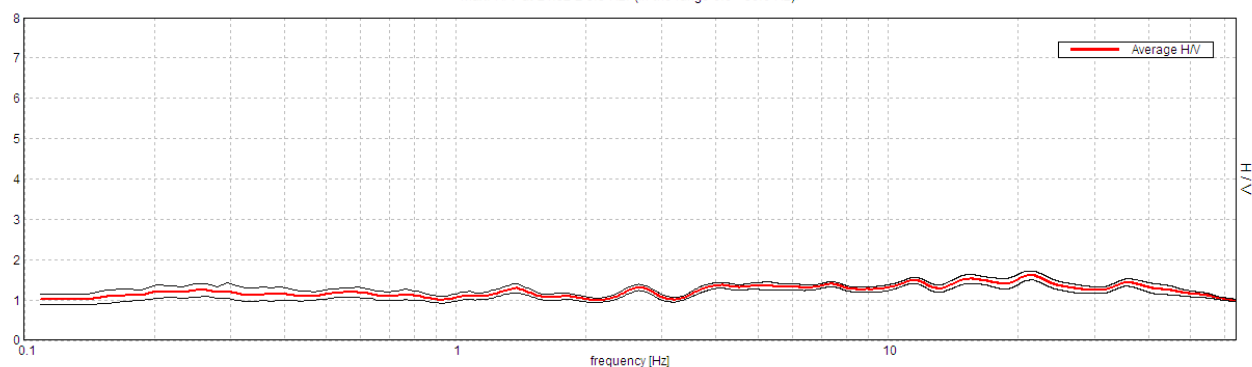
Stazione	38
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°55.2723 N
Coordinate Long.	11°55.2107 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	53 (88% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



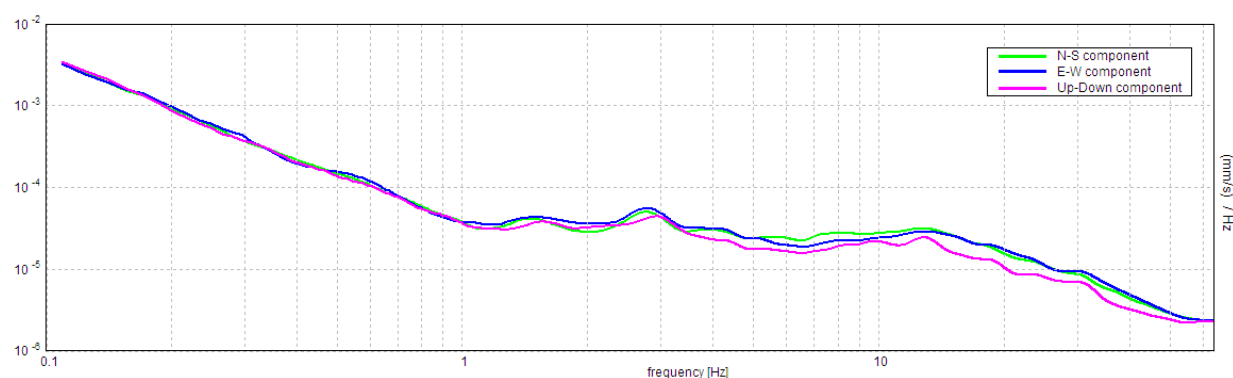
Frequenza del picco H/V max (f_0)	21.52 ± 3.5 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.61

RAPPORTO SPETTRALE H/V

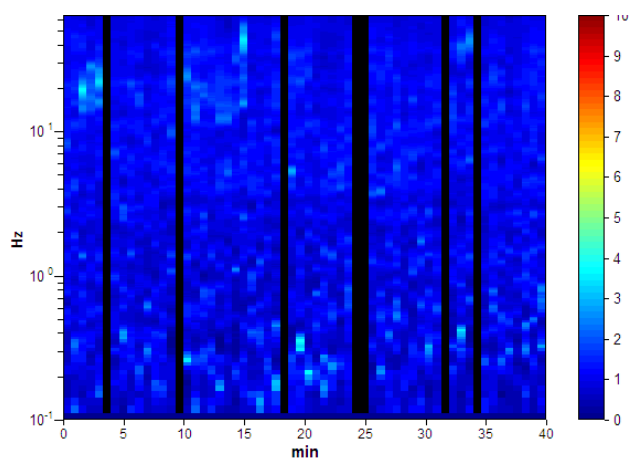
Max. H/V at 21.52 ± 3.5 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



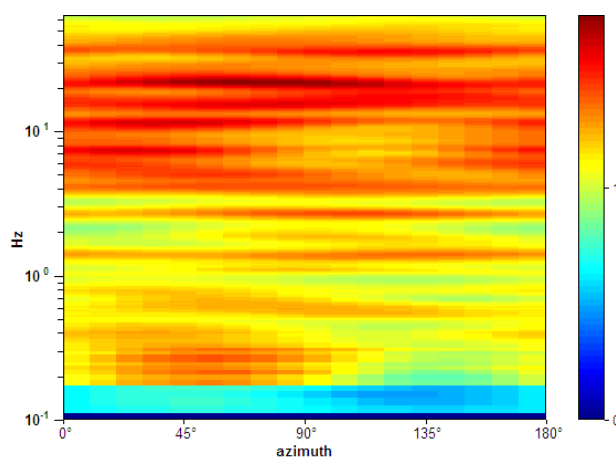
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 21.52 ± 3.5 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$21.52 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$45613.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 2066 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.61 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16269 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.50044 < 1.07578$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1128 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 88 %	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

**MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO
COMUNE DI CETONA (SI)**

**CASALE DEL PINO 39
CASALE DEL PINO**

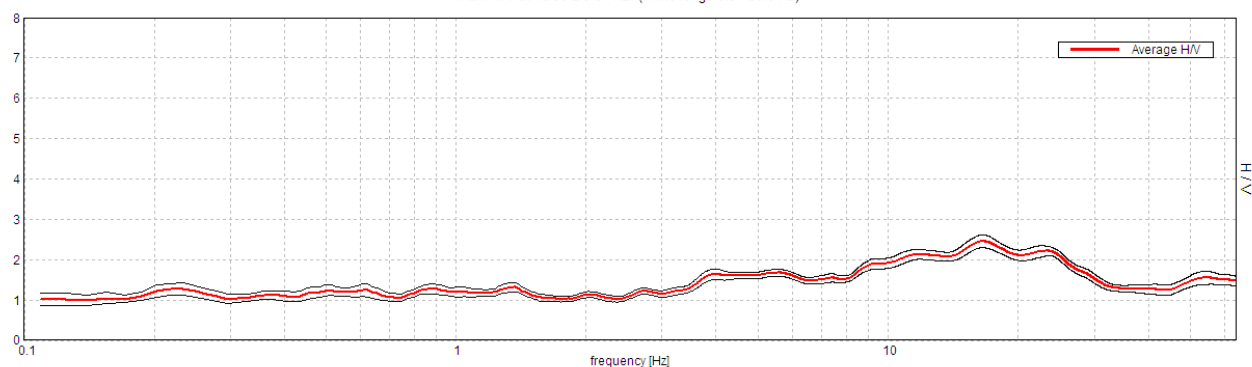
Stazione	39
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°56.6582 N
Coordinate Long.	11°55.4222 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	56 (93% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



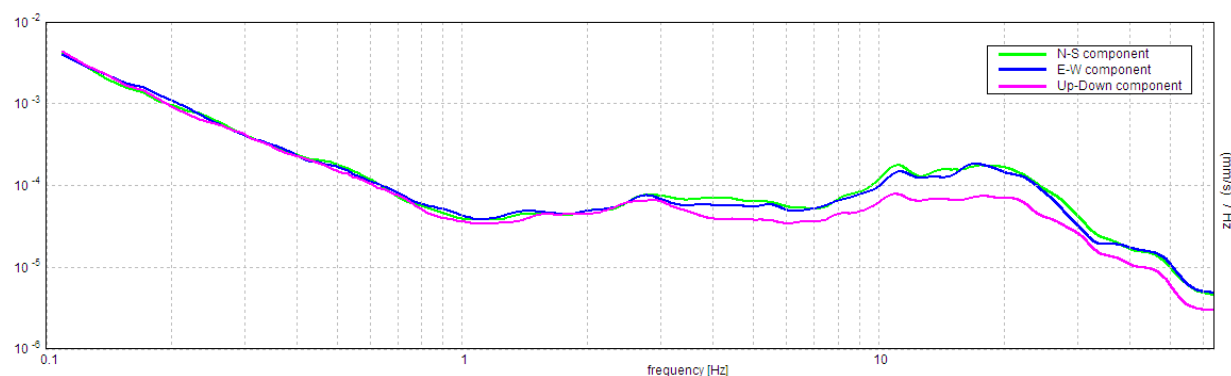
Frequenza del picco H/V max (f_0)	16.56 $\pm$ 5.01 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.45

RAPPORTO SPETTRALE H/V

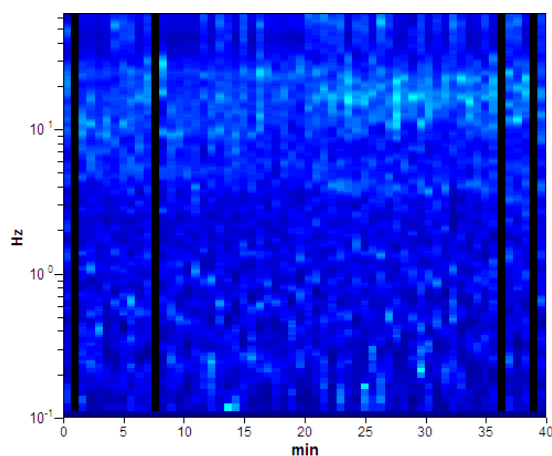
Max. H/V at 16.56 $\pm$ 5.01 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



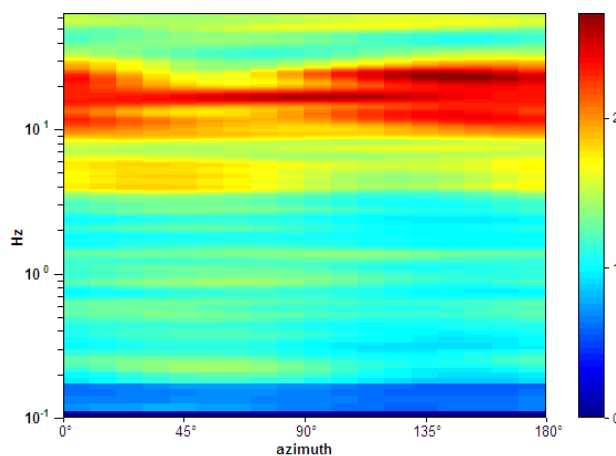
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 16.56 ± 5.01 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$16.56 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$37100.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1591 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.45 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.30241 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$5.00865 < 0.82813$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1583 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 93%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO COMUNE DI CETONA (SI)

PATARNIONE 40
PATARNIONE

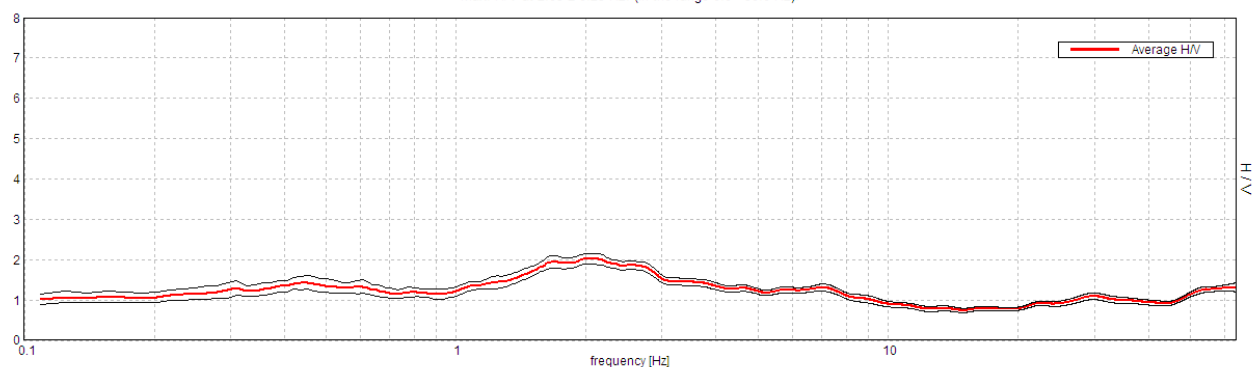
Stazione	40
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	04/06/18
Coordinate Lat.	42°57.1683 N
Coordinate Long.	11°54.0853 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	55 (93% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



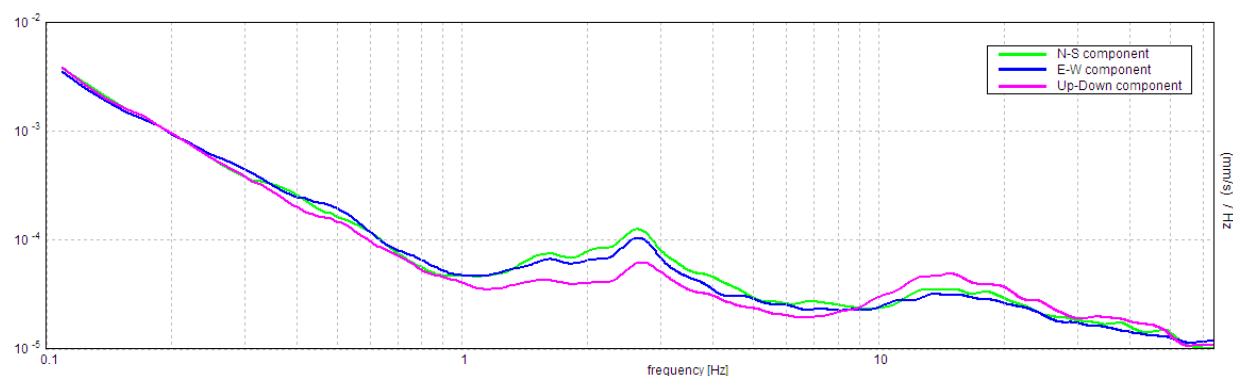
Frequenza del picco H/V max (f_0)	2.03 ± 0.23 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.03

RAPPORTO SPETTRALE H/V

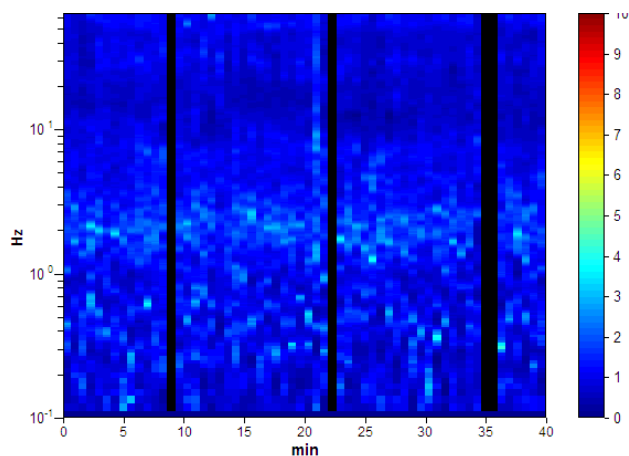
Max. H/V at 2.03 ± 0.23 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



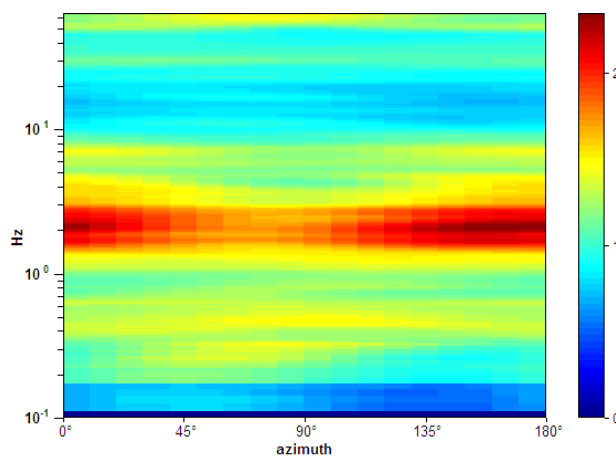
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 19.06 ± 2.77 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.03 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4550.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 196 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.03 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11233 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.22816 < 0.10156$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1306 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione) = 93%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2