



MAGGIO 2023

## **BURANO SOLAR S.R.L.**

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
COLLEGATO ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 45 MW**

**COMUNE DI MANCIANO (GR)**

**Montagna**

## **PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

**Relazione Geologica E Geotecnica**

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

**Codice elaborato**

*2799\_5187\_MA\_VIA\_R04\_Rev0\_Relazione geologica e geotecnica.docx*

## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_5187_MA_VIA_R04_Rev0_Relazione geologica e geotecnica.docx	05/2023	Prima emissione	DL	CP	L. Conti

## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Michela Zurlo	Ingegnere	
Marco Corrù	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere strutturista	Ord. Ing. Siracusa A2216
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Sergio Alifano	Architetto	
Elisa Reposo	Ingegnere Ambientale	
Davide Loconte	Geologo – Geosystem Studio Associato di Geologia e Progettazione	Ordine Geologi Umbria n. 445
Bullì Trasmissioni srl– Ingegneria e Costruzioni	Progettazione Elettrica	
Andrea Fanelli	Perito Elettrotecnico	
Andrea Vatteroni	Dottore Agronomo - Valutazioni ambientali	Ordine Dott. Agr. For. Prov. PI, LU, MS - n. 580

### Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)



Cristina Rabozzi	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	Ordine Ingegneri Prov. SP - n. A 1324
Sara Cassini	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	
Michela Bortolotto	Architetto Pianificatore - Valutazioni paesaggistiche e analisi territoriali	Ord. Arch., Pianif., Paes. e Cons. Prov. PI - n. 1281
Alessandro Sergenti	Naturalista - Valutazioni d'incidenza	
Alessandro Costantini	Archeologo	Elenco Nazionale degli Archeologi – 1 Fascia - n. 3209
Francesco Borchi	Tecnico competente in acustica	ENTECA - n. 7919

**Montana S.p.A.**

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

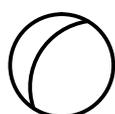
[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)



# COMUNE DI MANCIANO PROVINCIA DI GROSSETO

## STUDIO PRELIMINARE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA



**GEOSYSTEM**

Studio Associato di Geologia e Progettazione

Piazza del Commercio, 4

05018 ORVIETO (TR)

P.IVA 01390630554

e-mail - geosystem.ds@libero.it

pec geosistem@epap.sicurezzapostale.it

tel. - 0763.301029

mobile - 331.58.32.380

Geologo Davide Lo Conte

Timbro e firma



Timbro Aggiornamento Professionale Continuo



02				
01				
00	Luglio 2022	EMISSIONE	DL	SR
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	AUTORIZZATO

COD. DOCUMENTO

2298

**SOMMARIO**

1.	PREMESSA	2
2.	UBICAZIONE E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	2
3.	STUDIO GEOLOGICO	3
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
4.3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	6
4.1.1	DATI SULLA FRANOSITÀ STORICA DELL'AREA	7
4.1.2	DATI SULL'ALLUVIONAMENTO DELL'AREA	9
4.1.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	9
4.	MODELLAZIONE GEOLOGICA	11
5.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
5.2	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI SINTESI	11
5.	MICROZONAZIONE SISMICA	12
6.1	MODELLAZIONE SISMICA	12
6.2	SISMICITÀ STORICA	13
6.3.	AZIONE SISMICA	16
6.3.2.	VERIFICHE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	16
6.3.3.	PRESENZA DI FAGLIE SISMOGENETICHE ATTIVE	17
6.	CONCLUSIONI	17
	PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI	18
	APPENDICE A – REPORT INDAGINI GEOFISICHE	

## 1. PREMESSA

Su incarico della Montana Spa, viene elaborato il presente studio geologico, ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della normativa sismica vigente, relativo allo **“Studio Geologico preliminare per realizzazione impianto fotovoltaico nel comune di Manciano”** in Provincia di Grosseto.

Lo studio dell'area in esame è finalizzato al riconoscimento dell'assetto geolitologico-stratigrafico, geomorfologico e idrogeologico generale per valutarne l'idoneità delle opere in progetto rispetto alla stabilità geomorfologica del territorio.

Inoltre vengono forniti, sulla base di esperienze pregresse in aree limitrofe su terreni simili e dall'analisi delle prove eseguite in situ, i parametri fisico-meccanici da utilizzare per effettuare un adeguato dimensionamento delle strutture fondali per le opere previste in progetto.

Per le determinazioni di cui sopra sono stati eseguiti:

- Raccolta di dati bibliografici di natura geologica, idrogeologica e geotecnica relativi a studi precedenti svolti nell'area in oggetto.
- Rilevamento geologico e geomorfologico dettagliato di superficie dell'area di intervento e delle aree limitrofe al fine di individuare fenomeni di dissesto in atto o allo stato latente.
- Esecuzione di n. 2 indagine sismica di superficie con stendimento MASW
- Esecuzione di n. 2 indagine sismica di tipo passivo HVSR
- Esecuzione di n. 2 indagine di sismica di superficie a rifrazione
- Studio geologico- tecnico sulle problematiche progettuali-costruttive secondo quanto emerso dai punti precedenti.

Tutte le operazioni di campagna e la loro elaborazione sono state eseguite secondo il D.M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”, secondo il regolamento 19/01/2022, N. 1/R ed in riferimento alle Raccomandazioni e Direttive dell'A.G.I (Associazione Geotecnica Italiana).

Resta comunque inteso che in fase di progettazione definitiva dovranno essere eseguite ulteriori indagini geognostiche al fine di definire puntualmente il modello stratigrafico del sottosuolo e la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto di installazione.

Si allegano, alla presente relazione:

- Planimetria ubicazione indagini geognostiche;
- Appendice A – Indagini sismiche

## 2. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

L'area di intervento ricade nel Comune di Manciano, nella parte sud del territorio comunale ai confini con la Regione Lazio.



Fig. 1: Immagine satellitare – Fonte Google Earth

La zona, risulta altresì ricompresa nell'ambito della Tavoletta I.G.M. "Riminino" III N.E. del Foglio 136 della Carta d'Italia e dell'Elemento 343-120 "Riminino" della Carta Tecnica Regionale della Regione Toscana.

L'intervento riguarda lo studio preliminare di fattibilità geologica finalizzato alla realizzazione di un impianto Fotovoltaico.

### 3. STUDIO GEOLOGICO

#### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'assetto geologico dell'area di intervento è stato ricostruito mediante rilevamenti di superficie eseguiti nella zona in esame e tramite il raffronto con i dati ricavati con i dati ricavati dalla Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, Foglio 136 "Tuscania", tramite il raffronto con i dati ricavati dalle Carta Geologica DB Geologico della Regione Toscana e dall'analisi della Tavola 6.a.7 Carta Geologica del PRG Strutturale del Comune di Manciano.

L'area oggetto di studio ricade nell'ambito dei depositi quaternari rappresentati da terreni di origine sia marina che continentale. Tali sedimenti affiorano come nel nostro caso lungo tutta la fascia costiera della bassa toscana, sono in trasgressione sui terreni più antichi; in essi si passa gradualmente ad una formazione prevalentemente marina alla base della formazione costiera sub-continentale e continentale, con quantità sempre crescente e a luoghi con prevalenza di materiale di origine vulcanica verso l'alto.

I terreni affioranti nell'area di intervento, ben visibili dalle scarpate limitrofe l'area e che rappresentano l'impalcatura dell'immediato sottosuolo sono rappresentati, al di sotto di una copertura pedogenizzata di spessore inferiore al metro, per la maggior parte da una formazione sedimentaria costituita Ghiaie limose e dalla formazione delle Argille Plioceniche.

La formazione ghiaiosa è costituita da una miscela di ghiaia, sabbia e limo, Frazione fine abbondante.

Trattasi di depositi recenti Sedimenti fluviali all'interno degli alvei di piena ordinaria e depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati.

La formazione Argillosa è caratterizzata da Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere, nell'intorno dell'area è possibile anche trovare sedimenti piroclastici tipici dell'area vulsina.

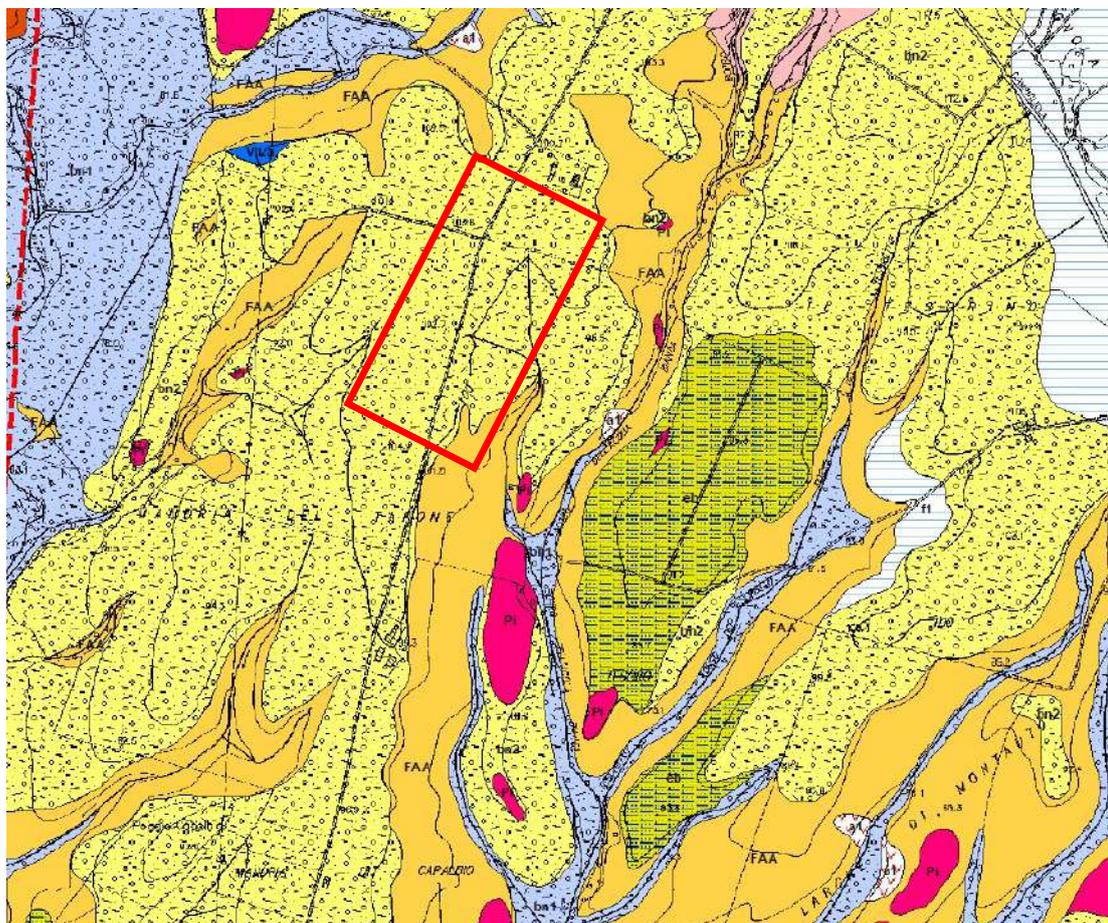


Fig. 2: Stralcio Carta Geologica PRG

## Depositi continentali Post-Villafranchiani

-  a1 Detrito derivante da movimenti fenomeni franosi
-  aa Detriti di falda e depositi di versante
-  b Depositi alluvionali attuali
-  b2 Depositi eluvio-colluviali
-  b4 Depositi da debris flow e mud flow
-  b6 Depositi eluviali
-  b7 Depositi colluviali
-  bn1 Depositi alluvionali terrazzati recenti (olocene)
-  bn2 Depositi alluvionali terrazzati antichi (Pleistocene)

## Legenda geologica

- |   |   |
|---|---|
|  eb Depositi palustri  |  SLE r Sabbie e arenarie (Tortoniano sup.-Messiniano inf)                      |
|  f1 Travertini e calcari continentali (Olocene pleistocene)                                    | <b>Depositi Marini Pre-Evaporitici Messiniani</b>   |
|  Pi depositi piroclastici (Pleistocene)   |  RAQa Argille e arenarie (Messiniano inf.)                                    |
| <b>Depositi continentali Rusciniiani Villafranchiani</b>  |  RAQc Conglomerati (Messiniano inf.)   |
|  VILa Sabbie e Conglomerati (Rusciano-Villafranchiano)                                       | <b>Depositi Marini del Miocene inferiore-medio</b>  |
| <b>Depositi Marini Pliocenici</b>   |  APN Arenaria di Manciano (Langhiano-Tortoniano inf.)                        |
|  FAA Argille e argille siltose grigio-azzurro localmente fossilifere (Zancleano-Piacenziano) | <b>Dominio Ligure</b>   |
|  FAA o Olistostromi di materiale ligure (Zancleano-Piacenziano)                              |  APA Argille a Palombini (cretaceo medio-sup)                                |
|  PLIb Conglomerati marini poligenici (Zancleano-Piacenziano)                                 |  APAb Argille a Palombini Argilliti litofacies arenacea (cretaceo medio-sup) |
|  PLIs Sabbie e arenarie gialle (Zancleano-Piacenziano)                                       |  OFI Oficalci  |
| <b>Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici-messiniani</b>   |  BRO Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche, (Giurassico sup)         |
|  FOS Argille del Torrente Fosci (Turoliano inf)  |  FIA Formazione di S. Fiora (Cretacico sup.-Paleocene)                       |
|  MES b Conglomerati poligenici (Turoliano sup.)  |  PTF Pietraforte Arenarie e siltiti. (Cretacico sup.)                        |
|  SLEc Conglomerati e paraconglomerati (Tortoniano sup.-Messiniano inf)                       |  PTFa Pietraforte Ruditi (Cicerchino) Cretacico sup.                         |
|  SLE m Marne sabbioso-siltose (Tortoniano sup.-Messiniano inf)                               |  AVA Argille varicolori (Cretacico inf.)                                     |

### 4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Sotto il punto di vista geomorfologico, la zona in esame si colloca ad una quota che va da 100 a 106 m slm, lungo una zona prevalentemente pianeggiante leggermente degradante verso est, in direzione dell'asta idrica secondaria denominata Botro dell'Acqua Bianca.

Tale asta si presenta incisa nel proprio alveo e si sviluppa con andamento regolare, sub-rettilineo in direzione Nord-Sud.

Nel dettaglio dell'area di studio la zona presenta una morfologia subpianeggiante posta lontano da rilievi e da elementi morfologici che possano far nutrire dubbi sulla stabilità.

Ad ulteriore conferma della stabilità del territorio in oggetto, come riportato nella "Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" del P.A.I a scala 1:10.000, edita dall'Autorità di bacino, per l'area in esame non vengono segnalati fenomeni di dissesto e processi morfogenetici di tipo evolutivo in atto e/o allo stato latente e dalla tavola 1.1.4 Arre Vulnerabili dal punto di vista Idrogeologico del P.T.P.G. della Provincia di Viterbo Assessorato ambiente e Pianificazione Territoriale.

Pertanto, l'assetto morfologico generale dell'area, nonché le caratteristiche di resistenza dei terreni in presenza, evidenziano una sostanziale stabilità dell'area e, nel dettaglio dell'opera, i lavori non interferiranno con la stabilità dell'area.

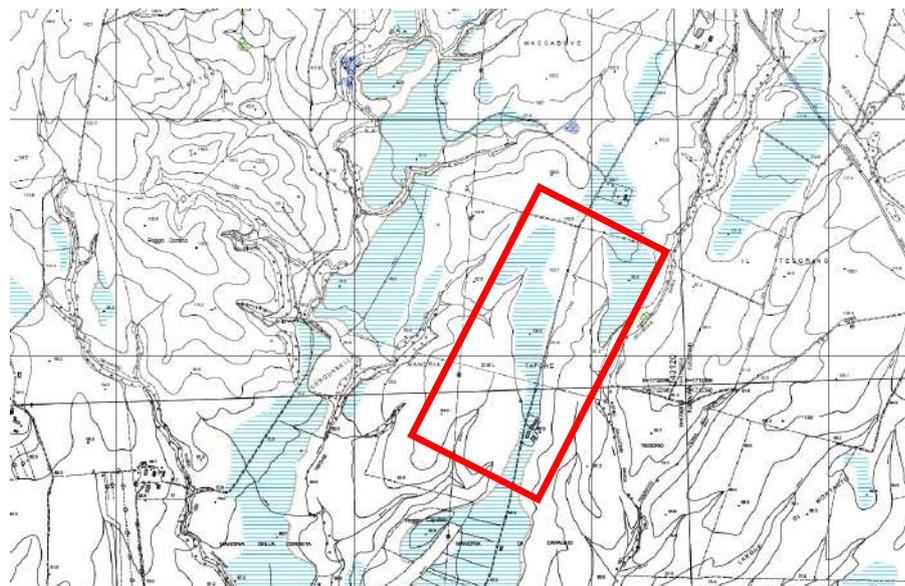


Tavola 6.c.7 Carta Geomorfologica PRG

### Legenda geomorfologica

#### Aree in dissesto e frane in atto (PTC Grosseto approvato con DCP 30 7/4/99)

-  Area interessata da dissesto diffuso
-  Frane areali
-  Frane puntuali

#### Frane Progetto CARG

-  Frana di crollo inattiva
-  Frana di scorrimento inattiva
-  Frana di colamento inattiva
-  Frana indeterminata inattiva
-  Frana indeterminata quiescente
-  Frana di colamento quiescente
-  Frana di scorrimento quiescente
-  Frana di crollo quiescente
-  Frana indeterminata attiva
-  Frana di colamento attiva
-  Frana di scorrimento attiva
-  Frana di crollo attiva

#### Elementi Geomorfologici

##### Puntuali

-  Cava attiva
-  Cava inattiva
-  Miniera inattiva
-  Sorgente inattiva
-  Sorgente
-  pozzo per acqua
-  pozzo per ricerca mineraria

##### Lineari

-  Orlo di scarpata di frana
-  Trincea di frana
-  Orlo di terrazzo
-  Traccia di paleoalveo
-  Orlo di scarpata di cava
-  Orlo di scarpata antropica

##### Poligonali

-  Forma di spianamento
  -  Conoide alluvionale
  -  Superficie di terrazzo
  -  Superficie di erosione
  -  Calanchi
  -  Dolina
  -  Superfici di sbancamento
  -  Lago di cava o di miniera
-  Spartiacque Fiora-Ombrone-Tafone

#### 4.1.1 DATI SULLA FRANOSITÀ STORICA DELL'AREA

Dal punto di vista della stabilità globale dell'area, all'interno della "Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" del P.A.I. edita dall'Autorità di Bacino, si può affermare che la zona non ricade all'interno delle aree a maggior rischio da frana.

La zona di interesse è esterna ad ogni tipo di perimetrazione.

Sull'area in generale non si riscontrano rotture di pendio importanti o scarpate recenti di erosione.

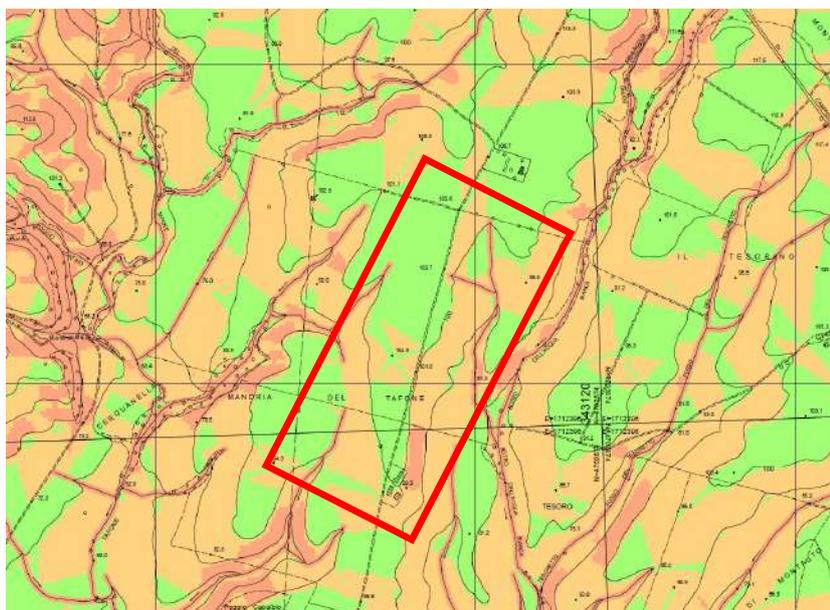


Tavola 6.f.7 Carta Pericolosità Geomorfologica PRG

**Legenda pericolosità geomorfologica**

Simbolo	26/R	PAI Ombrone	PAI Fiora
	G.4	PFME	PF4
	G.3	PFE	PF3
	G.2	non classificata	non classificata
	G.1	non classificata	non classificata

Perimetro UTOE

Spartiacque Fiora-Ombrone-Tafone

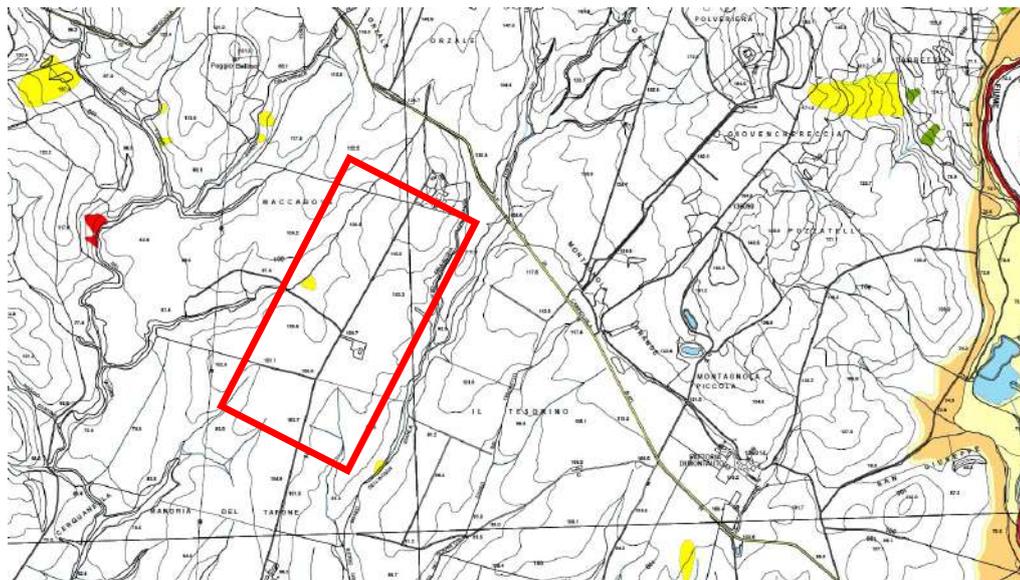


Tavola M8 Piano Intercomunale di Protezione Civile

**Legenda**

Confini comunali	<b>Idrografia</b>
Confini comunali comunali	Corsi d'acqua
provinciali	Specchi d'acqua
regionali	<b>Rischio idrogeologico</b>
<b>Strutture di interesse</b>	Moderato o nullo
Sede C.O.I.	Medio
Sede C.O.C.	Elevato
Sede secondaria C.O.C.	Molto elevato
Istituti scolastici	<b>D.T.M. (quote indicative)</b>
<b>Aree di protezione civile</b>	mt. 1700
Accoglienza	mt. 850
Ammassamento	mt. 0
Attesa	<b>Rischio idrogeologico</b>
<b>Associazioni di volontariato</b>	n.d.
Gruppo comunale Sorano	Crollo
Misericordie	Scivolamento rotaz. trasl.
Croce Rossa	Espansione
Croce d'Oro	Colamento rapido
<b>Strumenti di monitoraggio</b>	<b>Punti critici censiti</b>
Pluviometri	Aree da monitorare
Idrometri	Guadi

#### 4.1.2 DATI SULL'ALLUVIONAMENTO DELL'AREA

La zona in oggetto si trova ad una quota di circa 106 m slm, distante da zone con problematiche di tipo idraulico, pertanto si escludono possibilità di alluvionamento.

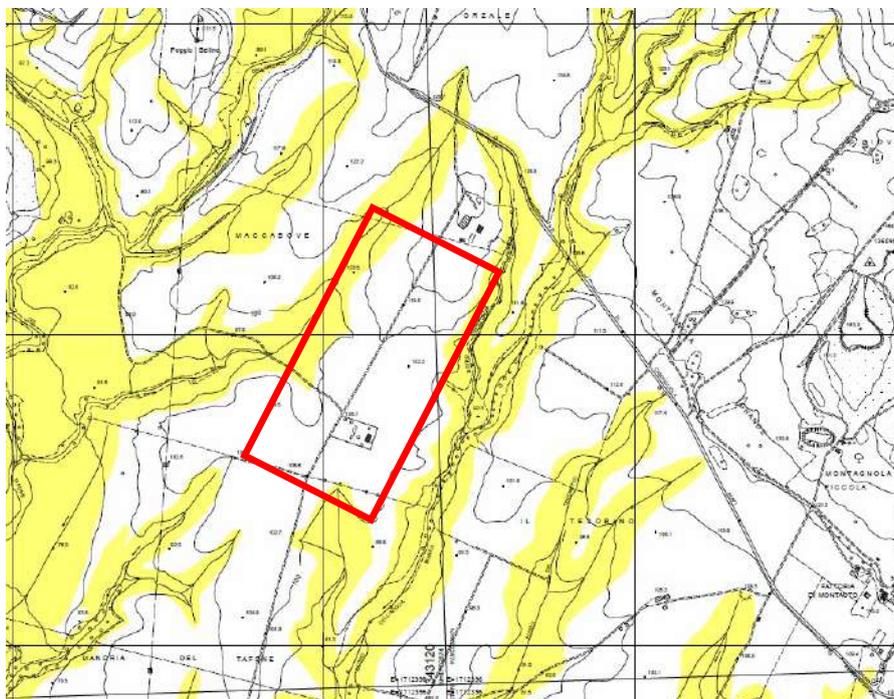
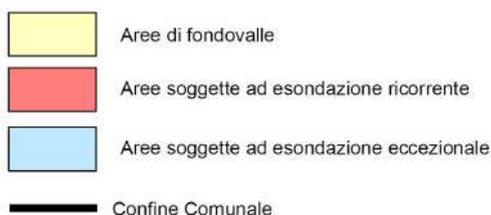


Tavola 6.d.d.7 Carta Pericolosità Idraulica PRG

#### Legenda



#### 4.1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il locale assetto idrogeologico è condizionato dalla presenza di un substrato costituito da sedimenti prevalentemente argillosi che rappresenta un orizzonte di sbarramento per le acque percolanti nelle sovrastanti unità stratigrafiche. Nell'ambito delle argille basali, talora, si riscontra una modesta circuitazione a carattere confinato nell'ambito di livelli a maggiore frazione sabbiosa. Lo spessore delle coperture alluvionali è poco da permettere l'instaurarsi di una falda.

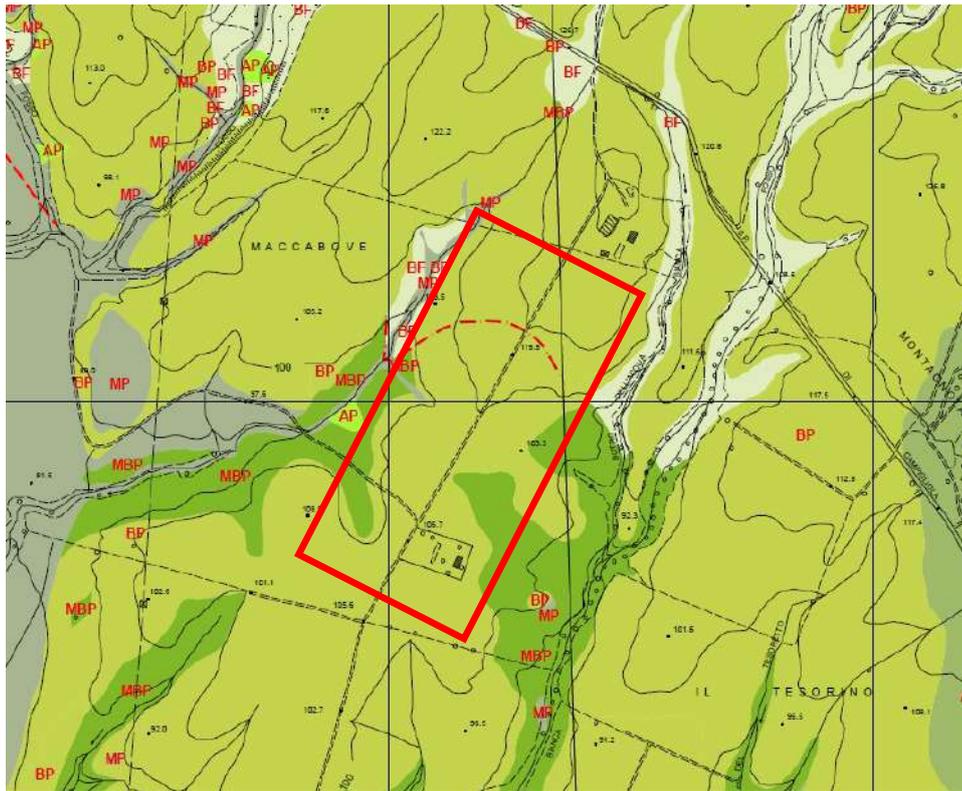


Tavola 6.e.7 Carta Pericolosità Idrogeologica PRG

## Legenda

	AP - permeabilità elevata per porosità (permeabilità primaria)		Area di protezione Terme di Saturnia
	AF - permeabilità elevata per fatturazione (permeabilità secondaria)		Area di rispetto Terme di Saturnia
	BP - permeabilità bassa per porosità (permeabilità primaria)		Sorgenti censite (elenco non esaustivo)
	BF - permeabilità bassa per fratturazione (permeabilità primaria)		Sorgenti termali
	MP - permeabilità media per porosità (permeabilità primaria)		Pozzo di concessione termale
	MF - permeabilità media per fatturazione (permeabilità secondaria)		Pozzo di ricerca termale
	MBP - permeabilità molto bassa per porosità (permeabilità primaria)		Pozzi censiti ad uso non potabile (elenco non esaustivo)
	contatto stratigrafico inconforme		Pozzi attualmente utilizzati ad uso potabile
	discordanza (Reg. Toscana)		Area favorevoli per il reperimento della risorsa idrica ad uso potabile
	contatto tettonico		Area di rispetto raggio 200 m da pozzi uso potabile
	contatto tettonico sottrattivo a basso angolo (Reg. Toscana)		Spartiacque Fiora-Ombrone-Tafone
	faglia		
	faglia diretta		
	contatto con area non rilevabile (mare, lago, ghiacciaio, strutture antropiche)		
	Aree non rilevabili (specchi d'acqua, aree urbanizzate)		

## 4. MODELLAZIONE GEOLOGICA

### 5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'intervento riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico

In considerazione delle informazioni già presenti, delle proprietà geomeccaniche dei materiali e della tipologia di intervento e della fase preliminare di studio, si è ritenuto sufficiente caratterizzare l'area da un punto di vista geotecnico basandosi su indagini pregresse eseguite in area limitrofa, mentre per la caratterizzazione sismica sono state eseguite n. 2 stese di sismica tipo Masw e Sismica a Rifrazione, insieme a n. 2 misure di sismica passiva HVSR di cui al par. 5.3.3.

### 5.2 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI SINTESI

Per l'analisi della costituzione del sottosuolo, come previsto dal D.M. 17/01/2018, si fa riferimento a quanto appurato in fase di rilievo geologico generale oltre che con dati derivanti da pregressi studi effettuati su terreni simili in aree limitrofe.

Nella zona investigata, al di sotto del terreno alterato superficiale, di spessore medio intorno a 0.6 m, seguito da un secondo strato di materiale sabbioso-limoso di spessore variabile da 3 a 5 m con un medio-basso grado di addensamento, per poi passare al substrato argilloso.

Non si esclude localmente la presenza di coperture superficiali di scarse caratteristiche geotecniche.

Per il calcolo dei parametri geotecnici di progetto si dovrà eventualmente tenere conto, in funzione dell'Approccio utilizzato, del coefficiente parziale  $\gamma_M$  secondo quanto riportato nella tab. 6.2 II.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma \phi'$	1.0	1.25
Coesione efficace	$C'_k$	$\gamma c'$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$C'_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

Da cui

**APPROCCIO1** Combinazione 1 (**A1+M1+R1**) e **APPROCCIO 2** Combinazione (**A1+M1+R3**)

Si hanno i seguenti parametri:

***C.1 Sabbie e limo poco addensate da 0 a -3.0 /-5.0 m***

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume $\gamma$	= 17.50 kN/mc	= 17.50 kN/mc
Coesione $c'$	= 0 kN/mq	= 0 kN/mq
Angolo attrito $\phi'$	= 25°	= 25°

***C.2 Argille sabbiose da -3.0/-5.0 m***

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume $\gamma$	= 18.50 kN/mc	= 18.50 kN/mc
Coesione $c'$	= 10 kN/mq	= 10 kN/mq
Coesione non drenata $C_u$	= 30 kN/mq	= 30 kN/mq
Angolo attrito $\phi'$	= 24°	= 24°

**APPROCCIO1** Combinazione 2 (**A1+M2+R2**)

***C.1 Sabbie e limo poco addensate da 0 a -3.0 /-5.0 m***

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume $\gamma$	= 17.50 kN/mc	= 17.50 kN/mc
Coesione $c'$	= 0 kN/mq	= 0 kN/mq
Angolo attrito $\phi'$	= 25°	= 20.45°

***C.2 Argille sabbiose da -3.0/-5.0 m***

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume $\gamma$	= 18.50 kN/mc	= 18.50 kN/mc
Coesione $c'$	= 10 kN/mq	= 8 kN/mq
Coesione non drenata $C_u$	= 30 kN/mq	= 21.43 kN/mq
Angolo attrito $\phi'$	= 24°	= 19.60°

## 5. MICROZONAZIONE SISMICA

### 6.1 MODELLAZIONE SISMICA

In sintesi le prove geofisiche effettuate mettono in evidenza dei terreni dalle proprietà fisico meccaniche che tendono a migliorare con la profondità, presentando un tasso di incremento maggiore dopo circa 3 metri dal piano campagna; tale risultato è confermato sia dalle prove MASW che Rifrazione.

Le prova MASW (MASW 2 e MASW 3) elaborate "diretta/inversa" hanno dato i seguenti risultati:

MASW st1  $V_{SEQ} - VS_{30}$ : 355 m/s

MASW st2  $V_{SEQ} - VS_{30}$ : 345 m/s

pertanto secondo la NTC18 la categoria di sottosuolo è "C". La categoria topografica risulta essere "T2"

Per l'approfondimento in merito alle indagini sismiche effettuate, con la definizione dei sismostrati incontrati e le loro velocità caratteristiche, si rimanda al paragrafo 6.3.3.

## 6.2 SISMICITÀ STORICA

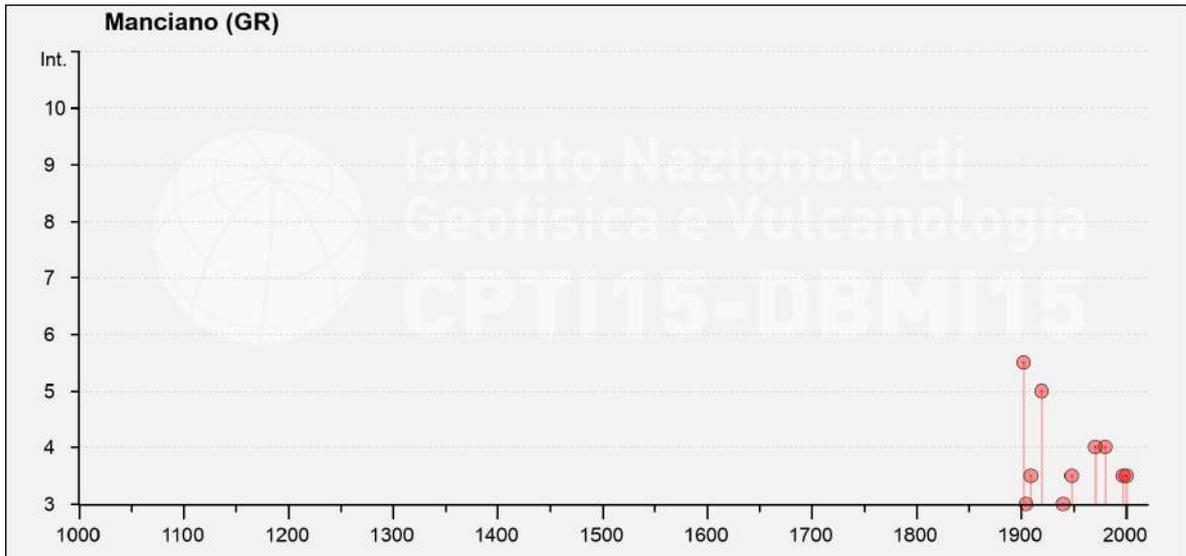
Il territorio comunale di Manciano ricade, in generale, all'interno dell'ampia zona sismogenetica n. 42, allungata parallelamente alla costa tirrenica, in direzione nord ovest – sud est, fino alla zona meridionale della provincia viterbese.

In generale il territorio non è stato interessato da eventi tellurici di notevole entità e non sembra essere sede di sorgenti sismogenetiche particolarmente attive.

I terremoti conosciuti, con maggiore intensità, sono il terremoto di Monte Amiata del 1902 e quello di Tuscania del 1971, classificati come V/VI grado della scala MCS, con pochi danni.

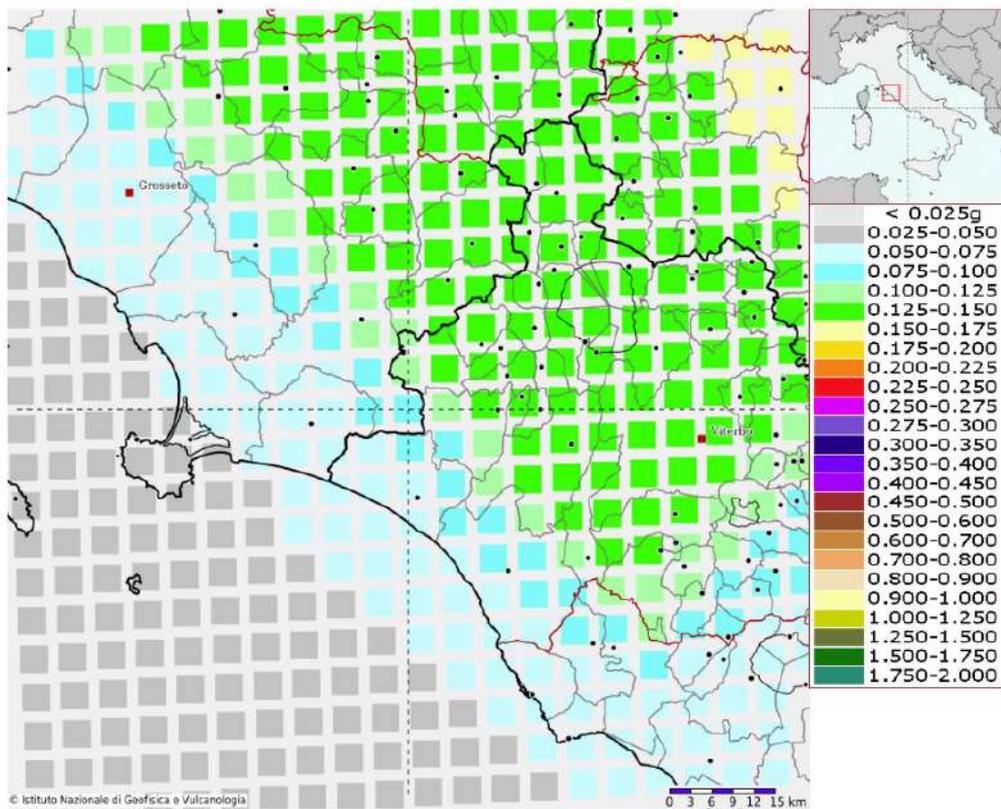
### Comune di Manciano numero eventi 21

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50
5-6	1902	12	17	05	21		Monte Amiata	30	6-7	4.83
NF	1904	09	07	11	30		Valle dell'Ombrone	27	5	4.31
3	1905	02	12	08	28		Monte Amiata	61	6	4.55
3-4	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
NF	1911	09	13	22	29	0	Chianti	115	7	5.08
2-3	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
NF	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38
5	1919	09	10	16	57		Val di Paglia	67	7-8	5.36
3	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	106	7-8	5.29
NF	1948	06	13	06	33	3	Alta Valtiberina	142	7	5.04
3-4	1948	11	03	11	40		Monte Amiata	16	6	4.82
4	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83
4	1980	09	08	19	41	1	Costa Grossetana	55	5-6	4.44
NF	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
NF	1987	01	22	05	10	5	Costa pisano-livornese	157	5-6	4.15
NF	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
3-4	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
NF	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
3-4	2000	04	01	18	08	0	Monte Amiata	68	6	4.52



Di seguito la mappa che rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 25835 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Informazioni sul nodo con ID: 25835 - Latitudine: 42.469 - Longitudine: 11.592



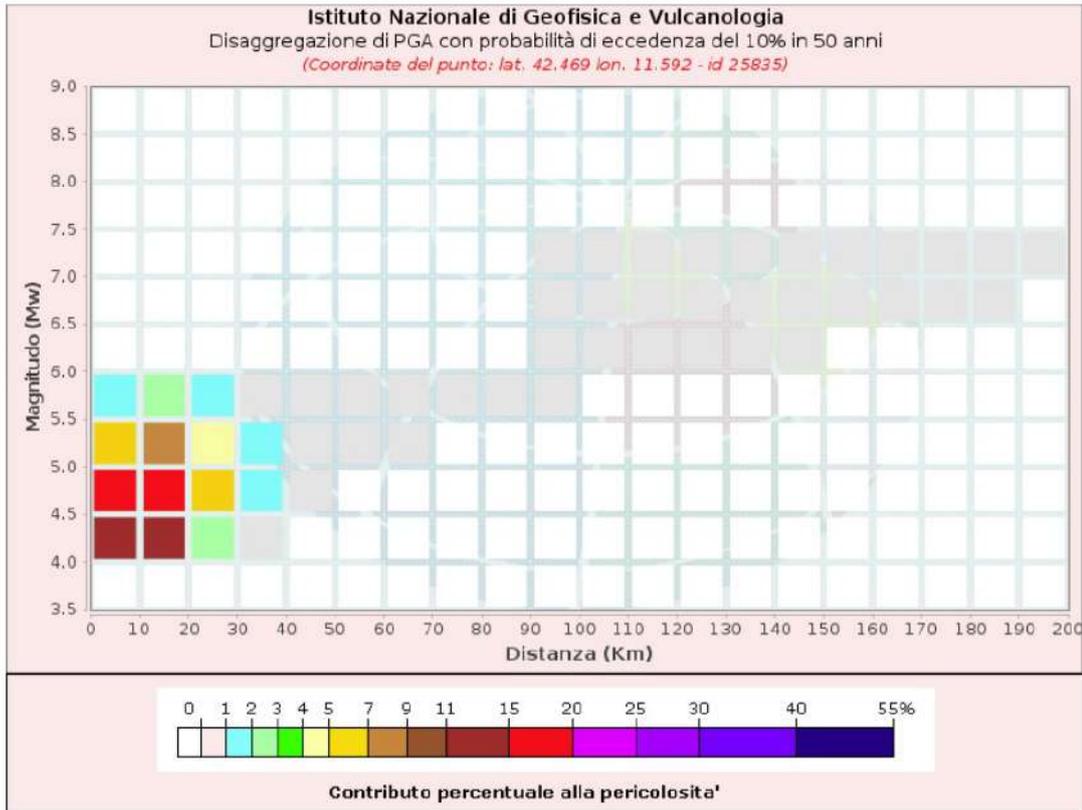


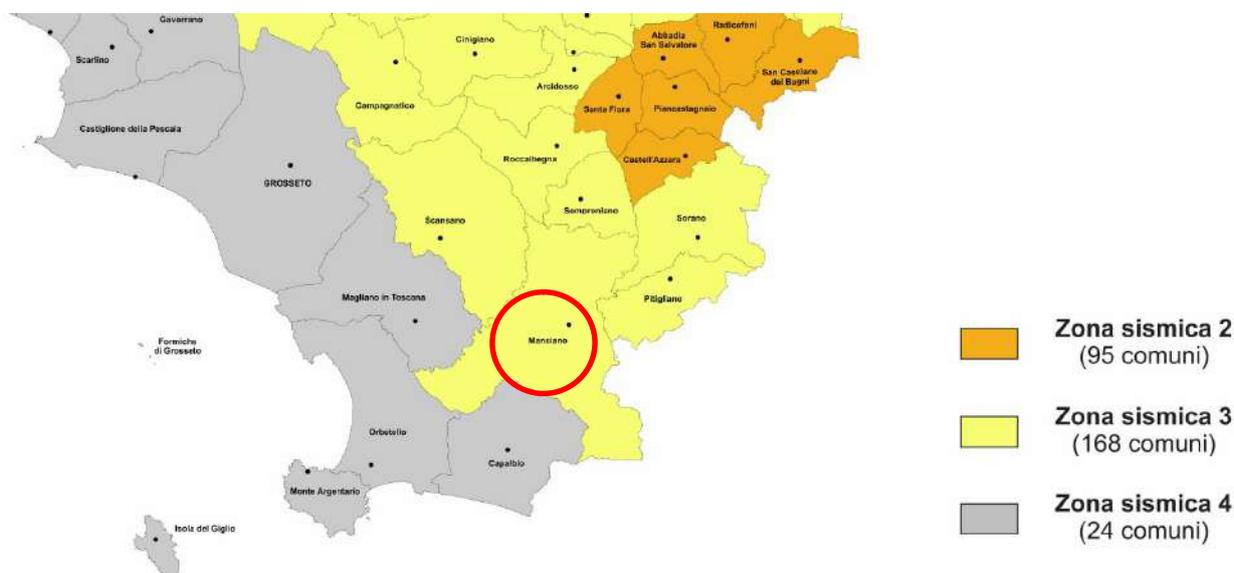
Grafico di disaggregazione: Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

### 6.3. AZIONE SISMICA

Di seguito è riportata la zona sismica per il territorio comunale di Manciano, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 421 del 26 maggio 2014.

**Zona sismica 3** Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.



Le tre le prospezione sismiche tipo Masw hanno riportato valori per cui possiamo classificare il suolo di tipo

- C: nella stesa **St1** posizionata a nord
- C: nelle stese **St2** posizionata a sud

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Le indagini hanno dimostrato un generale aumento delle velocità di propagazione, e non si notano picchi significativi di frequenza fondamentale di sito.

#### 6.3.2. VERIFICHE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Ai sensi delle NTC18 si ha la necessità di verificare se possono sussistere le condizioni di possibile fenomeni di liquefazione dei terreni presenti; nel caso specifico tali verifiche non sono dovute in quanto come prescrive la normativa, le stesse possono essere omesse qualora si manifestino determinate condizioni come

l'assenza di una falda idrica con soggiacenza media stagionale superiore ai 15 metri come avviene nel sito in esame.

### **6.3.3. PRESENZA DI FAGLIE SISMOGENETICHE ATTIVE**

Per la stabilità geologico-tecnica del sito in esame si è anche focalizzata l'attenzione nel verificare la presenza di faglie sismogenetiche attive che potessero originare rotture in superficie: sia il rilevamento di campagna, sia la lettura della bibliografia e cartografia geologica dell'area permettono di escludere la presenza di faglie attive che possano originare fratture superficiali che rendano instabile e pericoloso il sito per le opere in progetto.

## **6. CONCLUSIONI**

L'area in esame non è interessata da fenomeni di dissesto gravitativo né da potenziali fenomeni di alluvionamento.

L'area di intervento ricade parte nel Comune di Manciano, nella parte meridionale del territorio della provincia di Grosseto

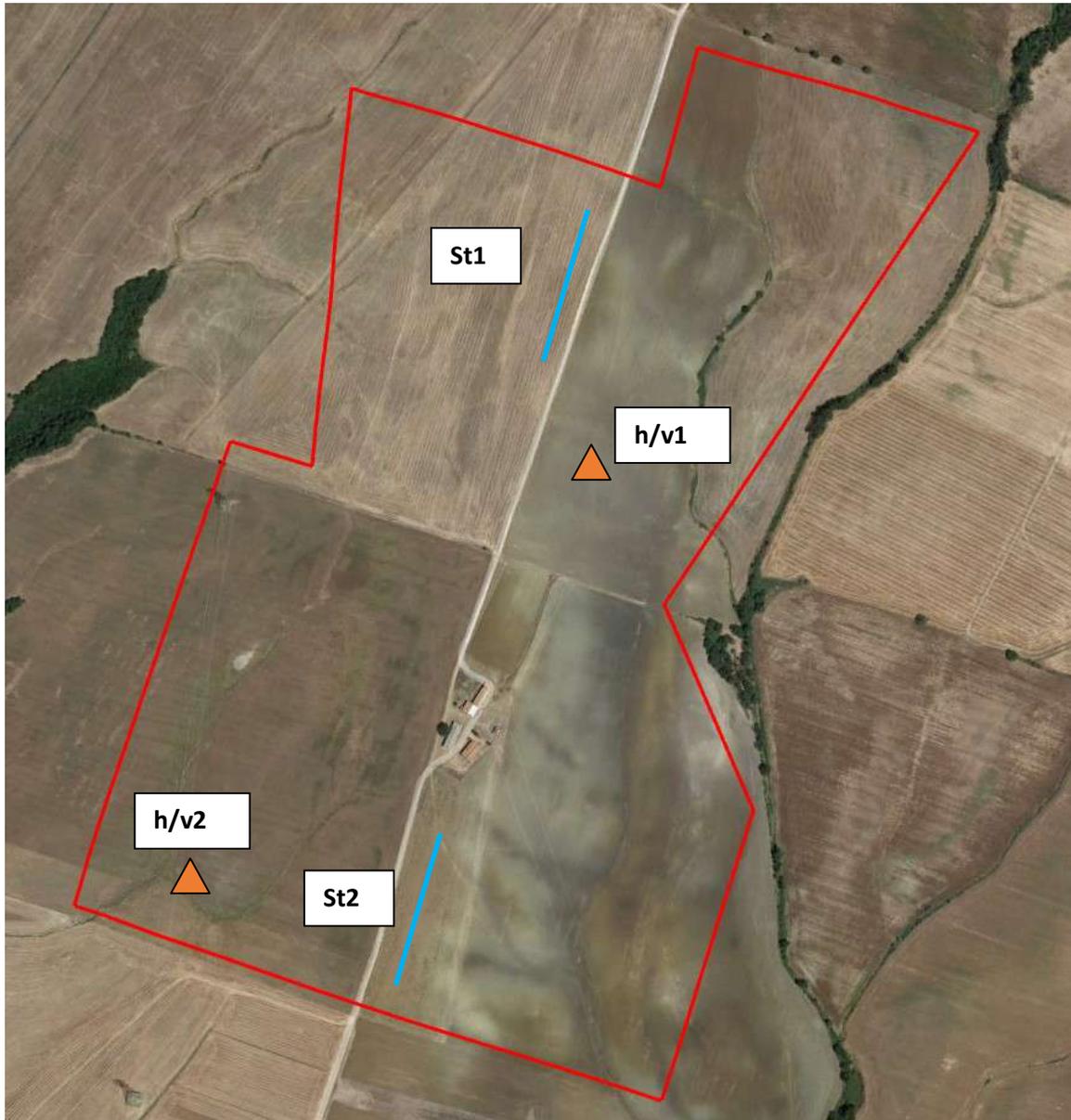
Come evidente dallo stralcio della Carta Idrogeologica del PRG S, la falda libera presenta una soggiacenza di oltre 15 m; non si riscontrano, pertanto, i presupposti per fenomeni legati al galleggiamento.

Nella zona investigata ritroviamo da materiale sabbioso-limoso e dalla formazione delle Argille Plioceniche che si susseguono in serie stratigrafica.

Nella successive fasi della progettazione dovranno essere effettuate indagini geognostiche di dettaglio per ogni singolo intervento edilizio al fine di definire il locale modello geotecnico, e verificare puntualmente l'eventuale presenza di coltri o materiale alterato.

Pertanto, conformemente a quanto previsto dalle NTA dei PRG, dal D.M. 11/03/88 e dal D.M. 17/01/2018, si ritengono fattibili gli interventi previsti in progetto ritenendo i suddetti interventi compatibili con l'assetto geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi.

### PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI



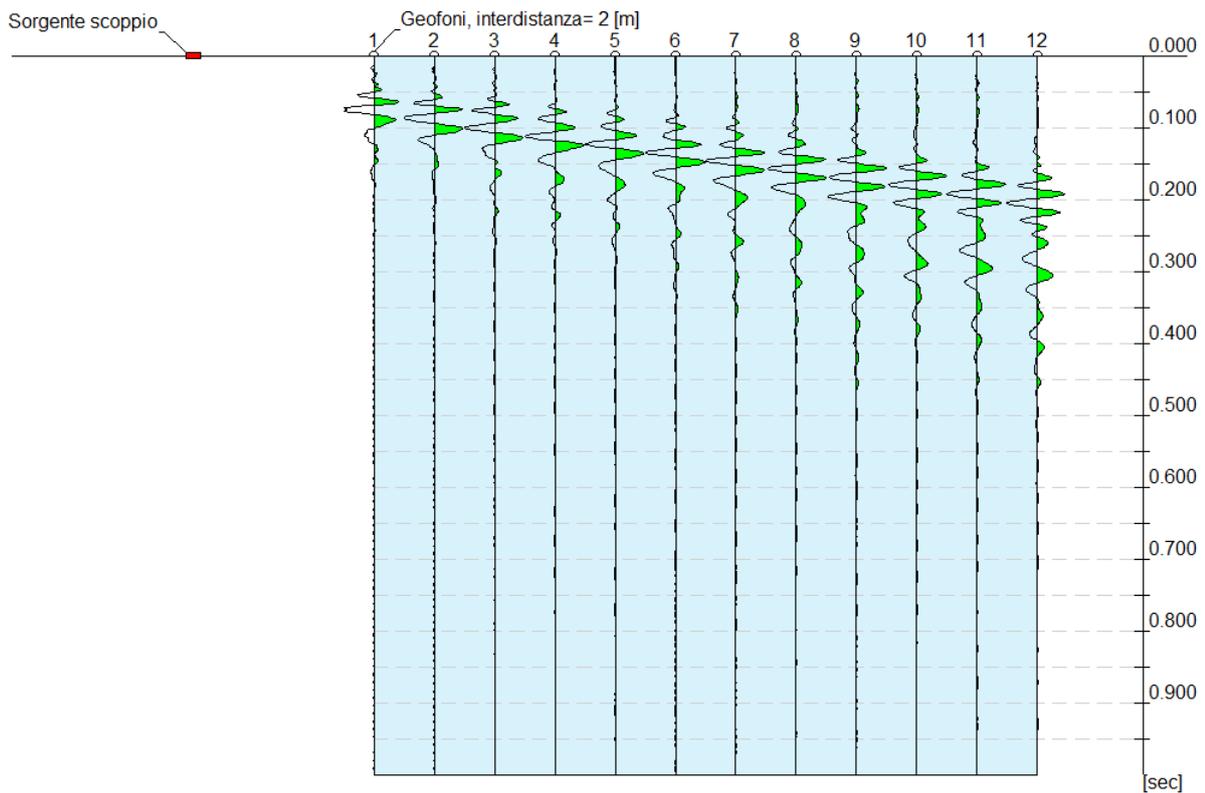
— St2 Indagine sismica tipo rifrazione e masw

▲ Indagine sismica passiva HVSR

## **APPENDICE A – REPORT INDAGINI GEOFISICHE**

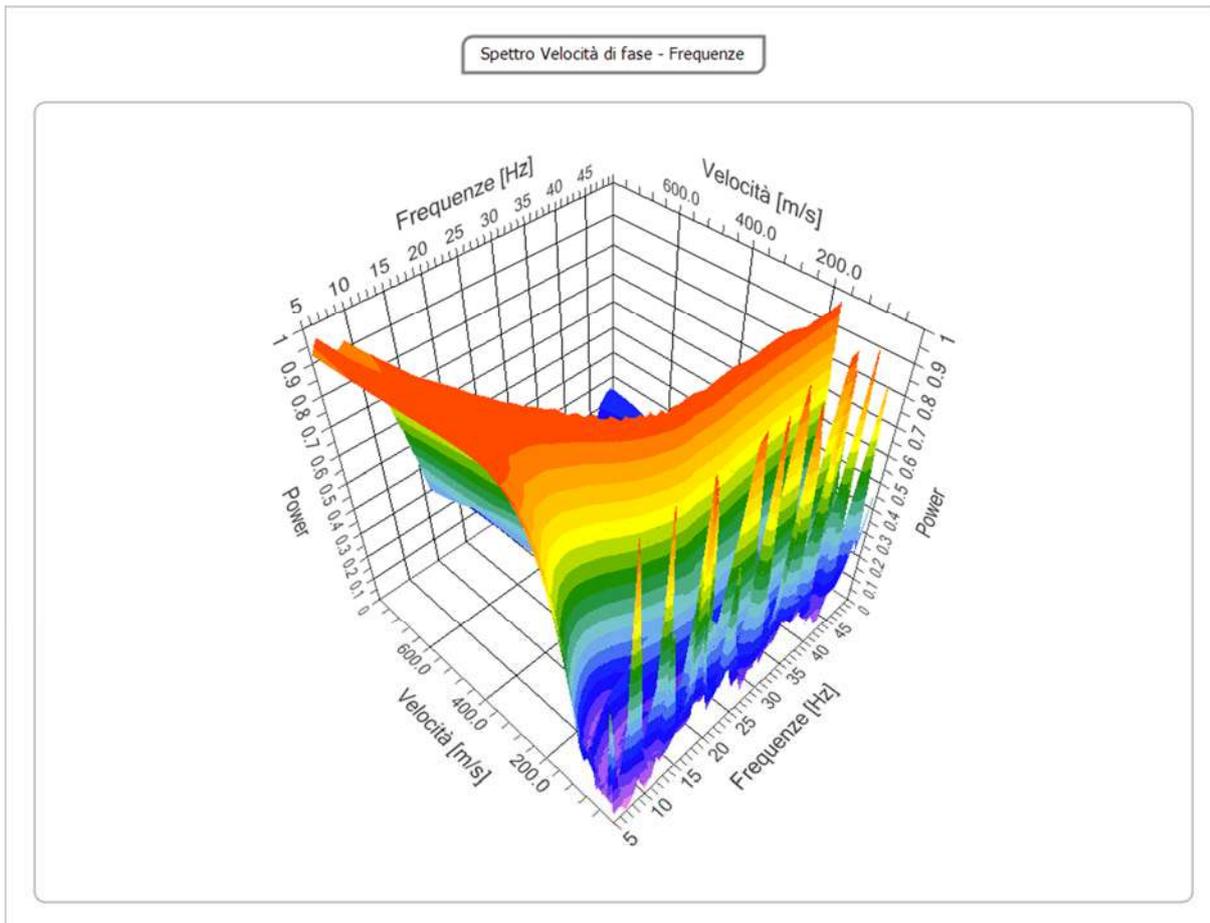
## RISULTATI PROVA MASW St1

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	1000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



## Analisi spettrale

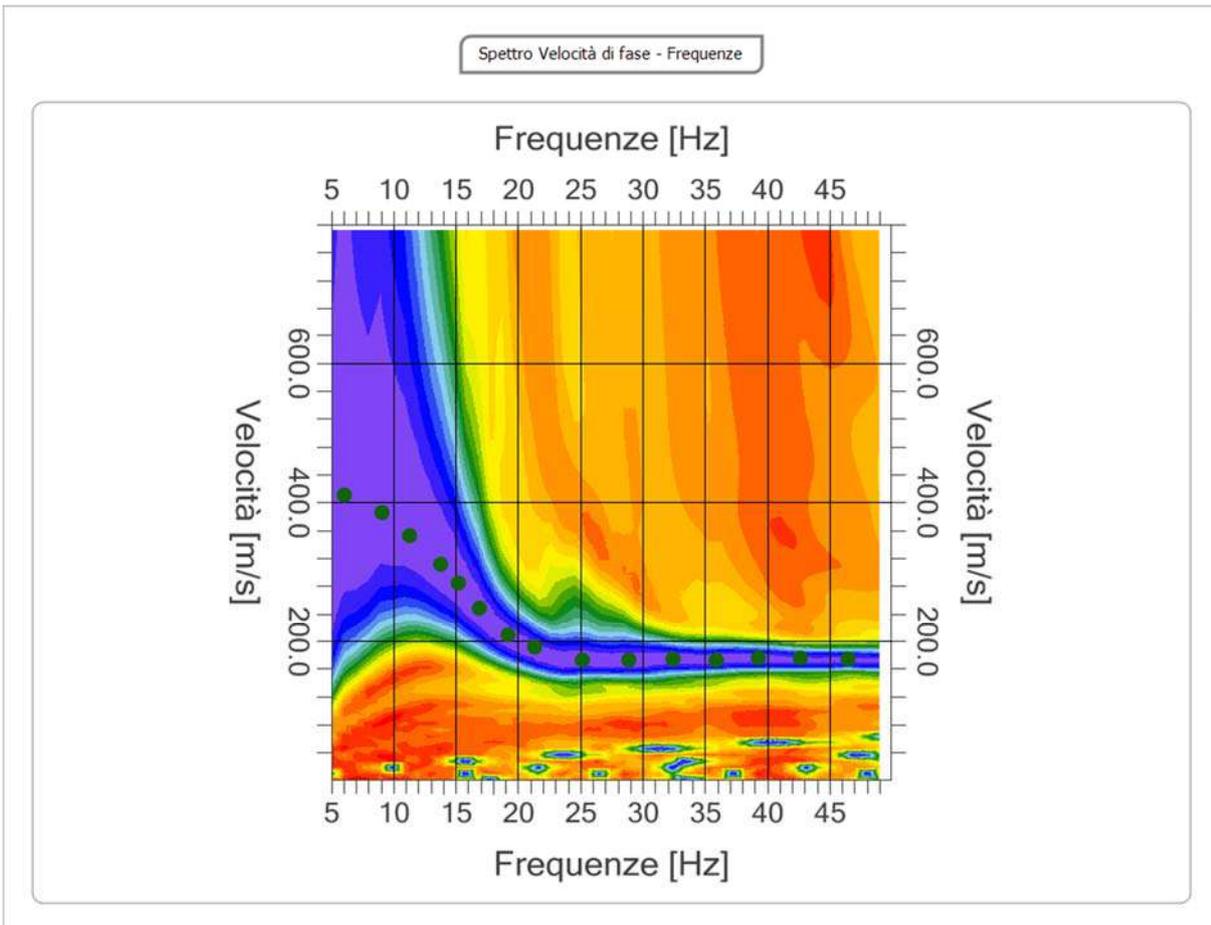
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	50
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.0	411.2	0
2	9.1	384.8	0
3	11.3	351.9	0
4	13.8	310.7	0
5	15.2	284.4	0
6	16.9	248.1	0

7	19.2	208.6	0
8	21.3	190.5	0
9	25.1	172.3	0
10	28.9	172.3	0
11	32.5	174.0	0
12	35.9	172.3	0
13	39.2	175.6	0
14	42.7	175.6	0
15	46.5	174.0	0



**Inversione**

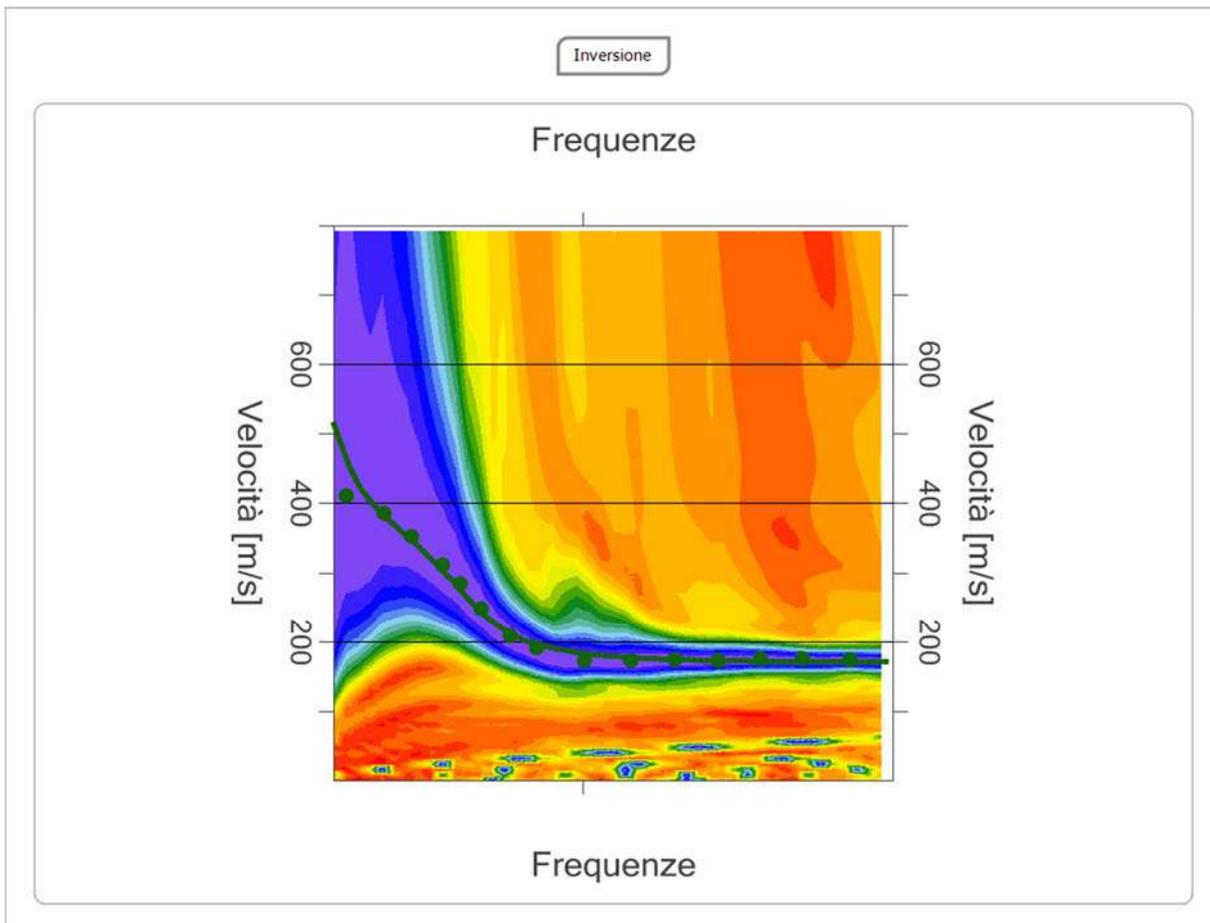
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]
1		4.44	4.44	179.9
2		10.35	5.91	343.2
3		17.15	6.80	435.8
4		25.03	7.88	477.1
5		33.93	8.90	475.4
6		∞	∞	702.4

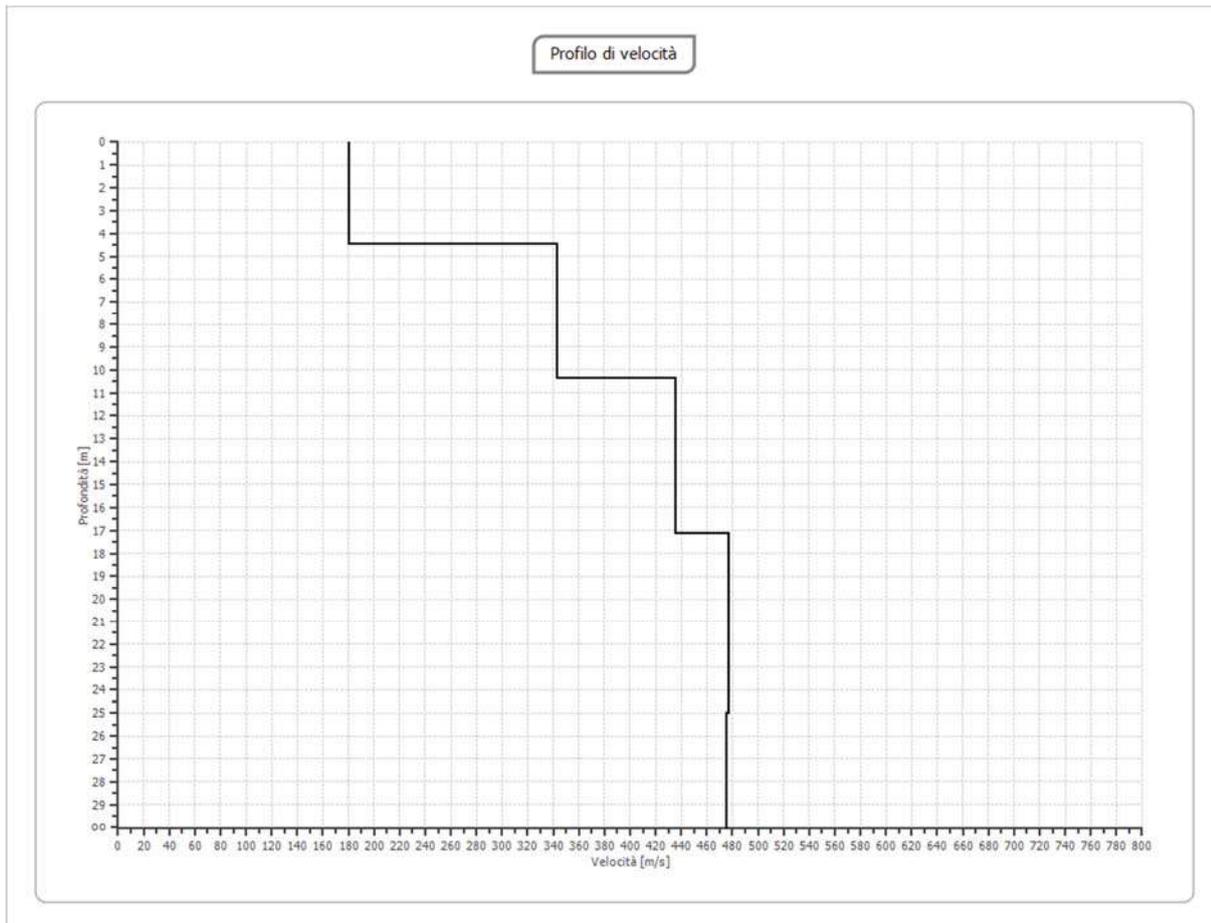
Percentuale di errore

0.368 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.043



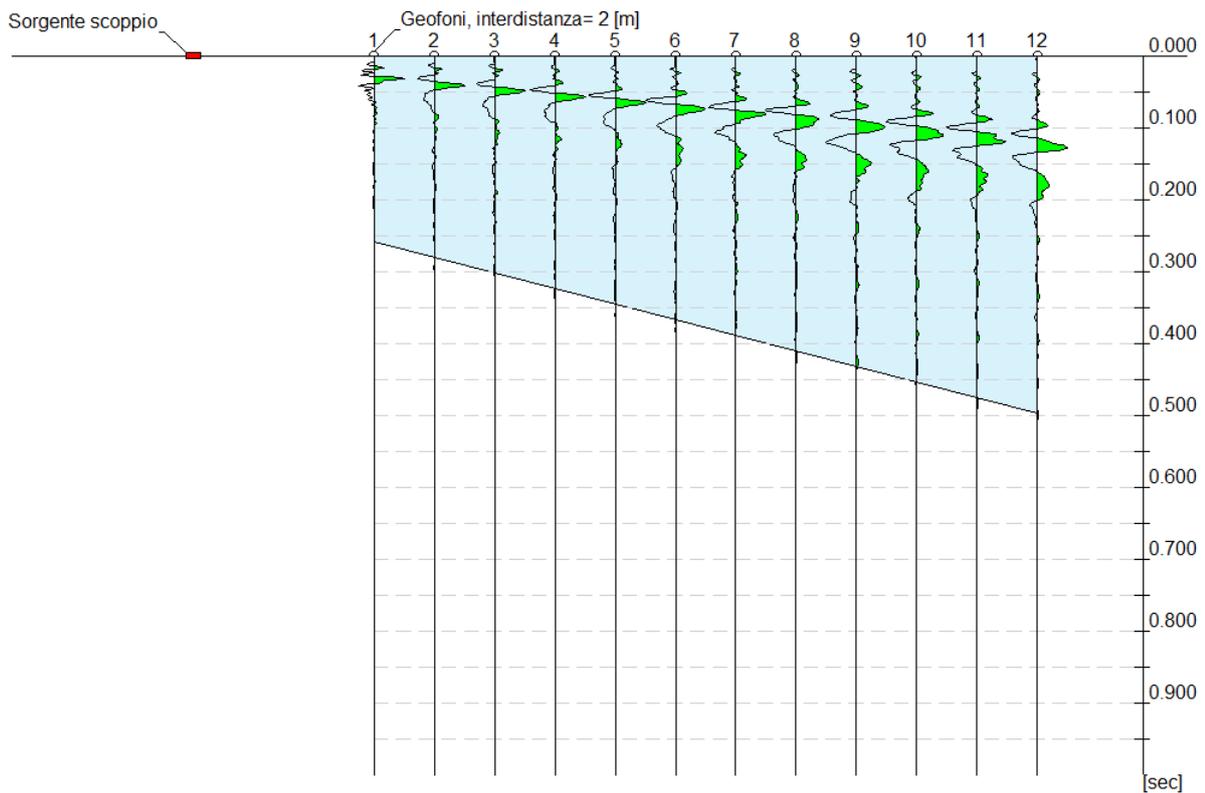


### Risultati

Profondità piano di posa	0.00
[m]	
VsEQ - Vs30 [m/sec]	355
Categoria del suolo	C

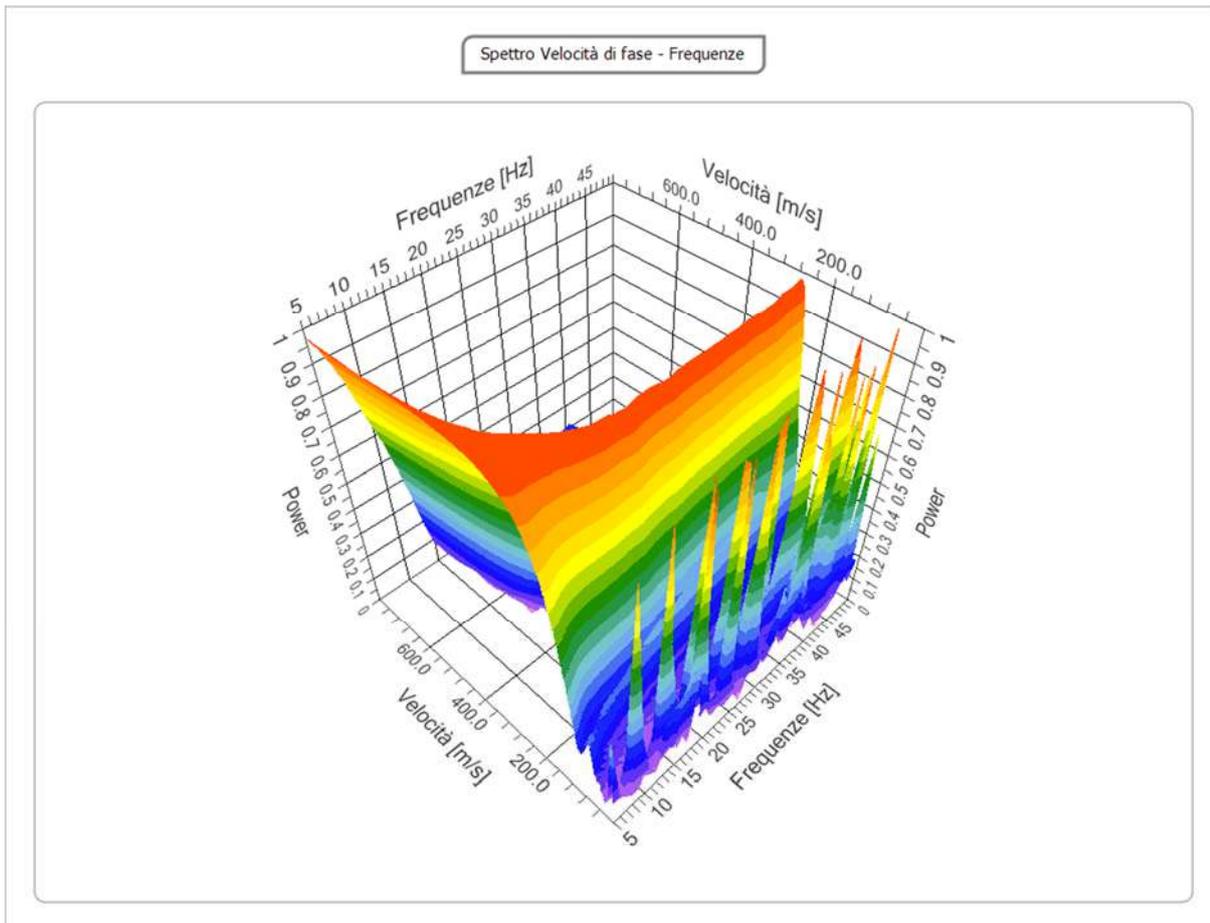
## RISULTATI PROVA MASW 2 St2

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	1000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



## Analisi spettrale

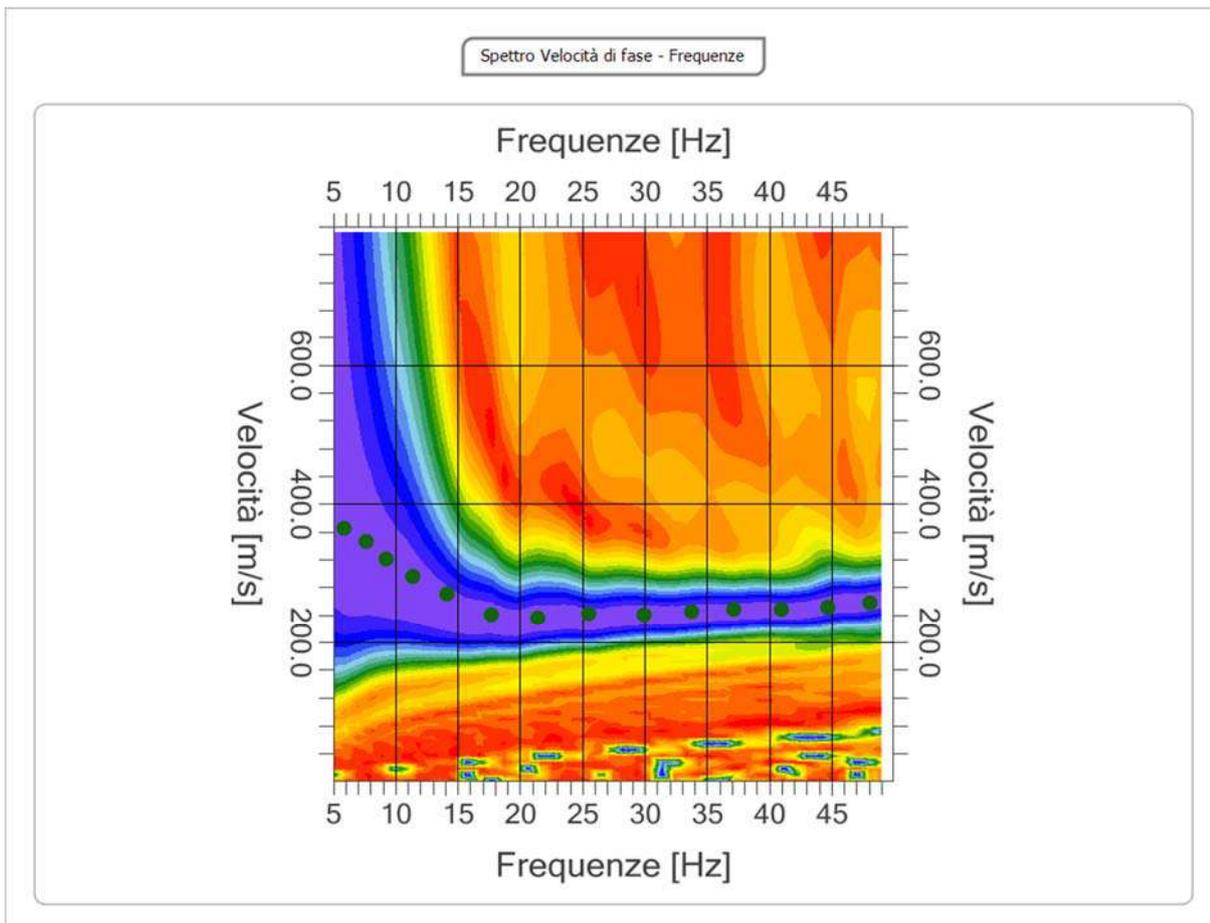
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	50
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.8	365.1	0
2	7.7	345.3	0
3	9.3	320.6	0
4	11.4	295.9	0
5	14.1	269.5	0
6	17.7	239.9	0

7	21.4	234.9	0
8	25.5	241.5	0
9	30.0	239.9	0
10	33.8	244.8	0
11	37.1	248.1	0
12	40.9	248.1	0
13	44.7	251.4	0
14	48.1	258.0	0



**Inversione**

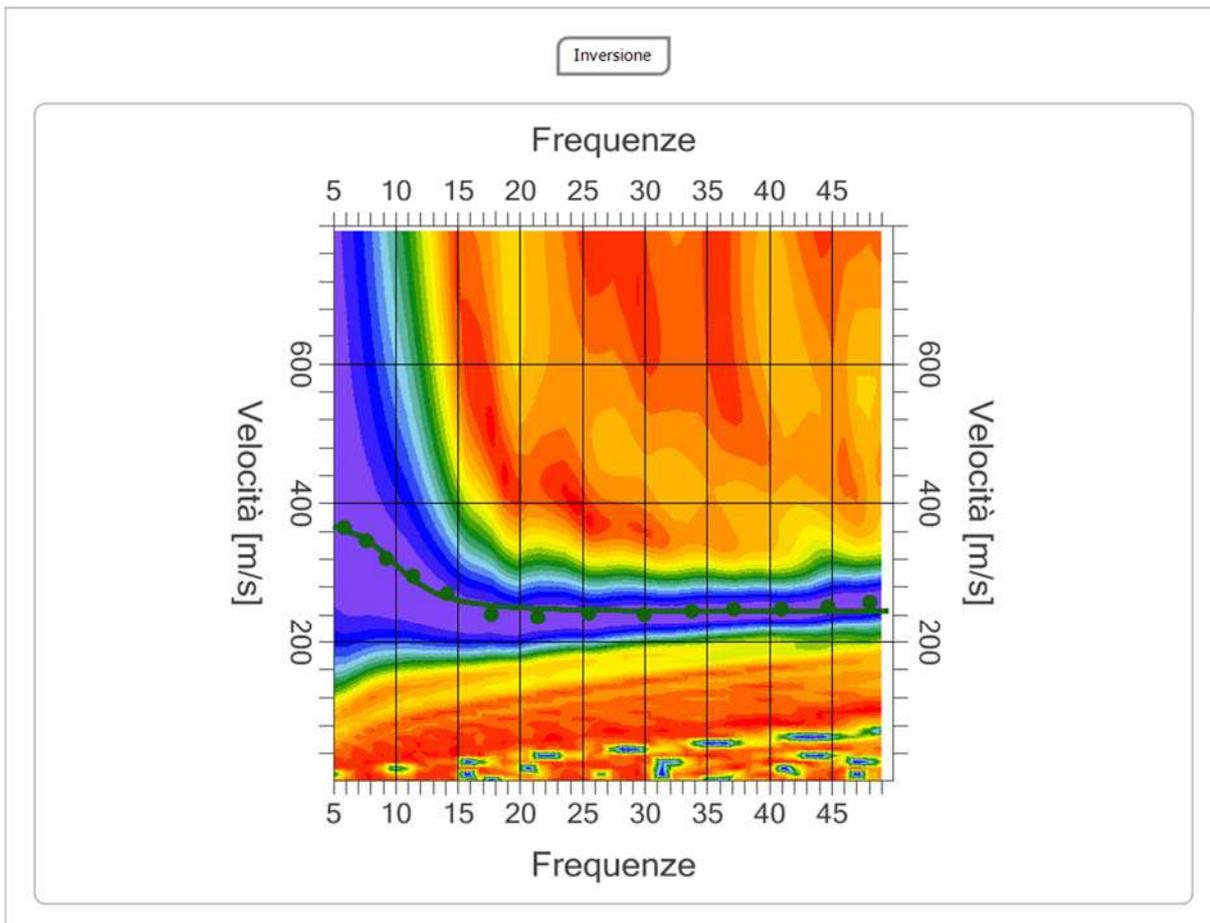
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]
1		4.90	4.90	259.7
2		10.77	5.86	260.6
3		16.08	5.31	425.5
4		24.03	7.95	415.3
5		31.08	7.05	416.3
6		∞	∞	418.7

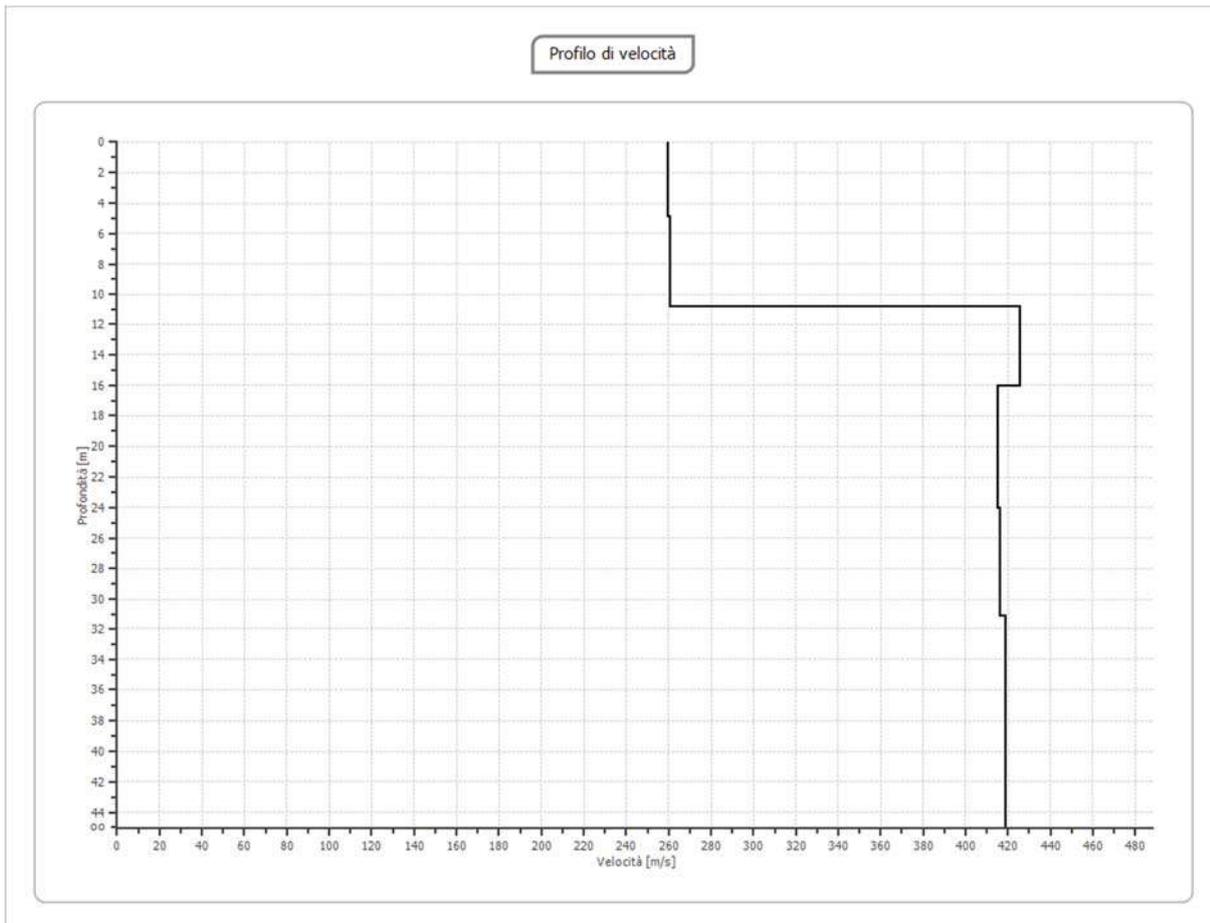
Percentuale di errore

0.069 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.029





### Risultati

Profondità piano di posa	0.00
[m]	
VsEQ - Vs30 [m/sec]	345
Categoria del suolo	C

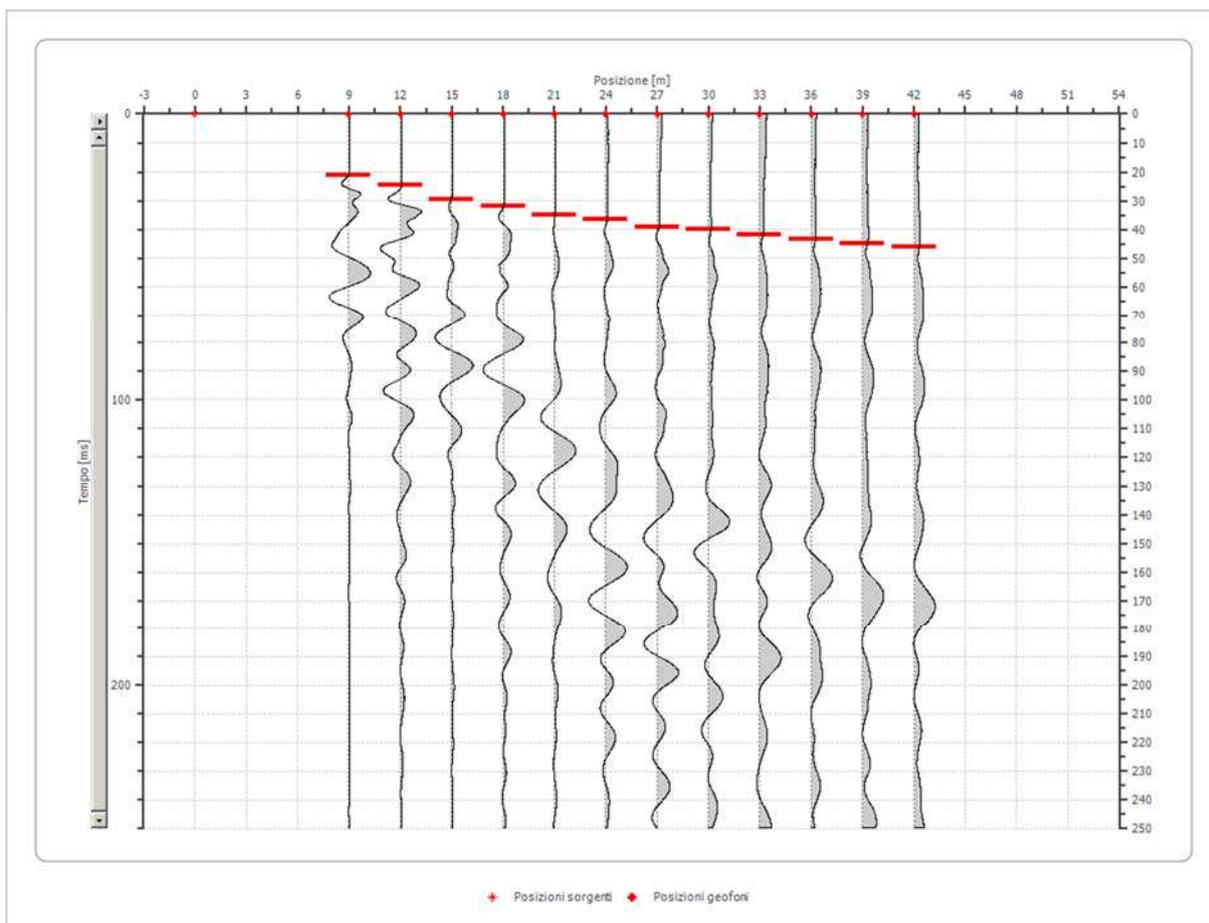
**RISULTATI PROVA RIFRAZIONE St1****Geometria geofoni**

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	9.0	0.0
2	12.0	0.0
3	15.0	0.0
4	18.0	0.0
5	21.0	0.0
6	24.0	0.0
7	27.0	0.0
8	30.0	0.0
9	33.0	0.0
10	36.0	0.0
11	39.0	0.0
12	42.0	0.0

**Dati battute****Battuta 1**

Posizione sorgente X      0 [m]

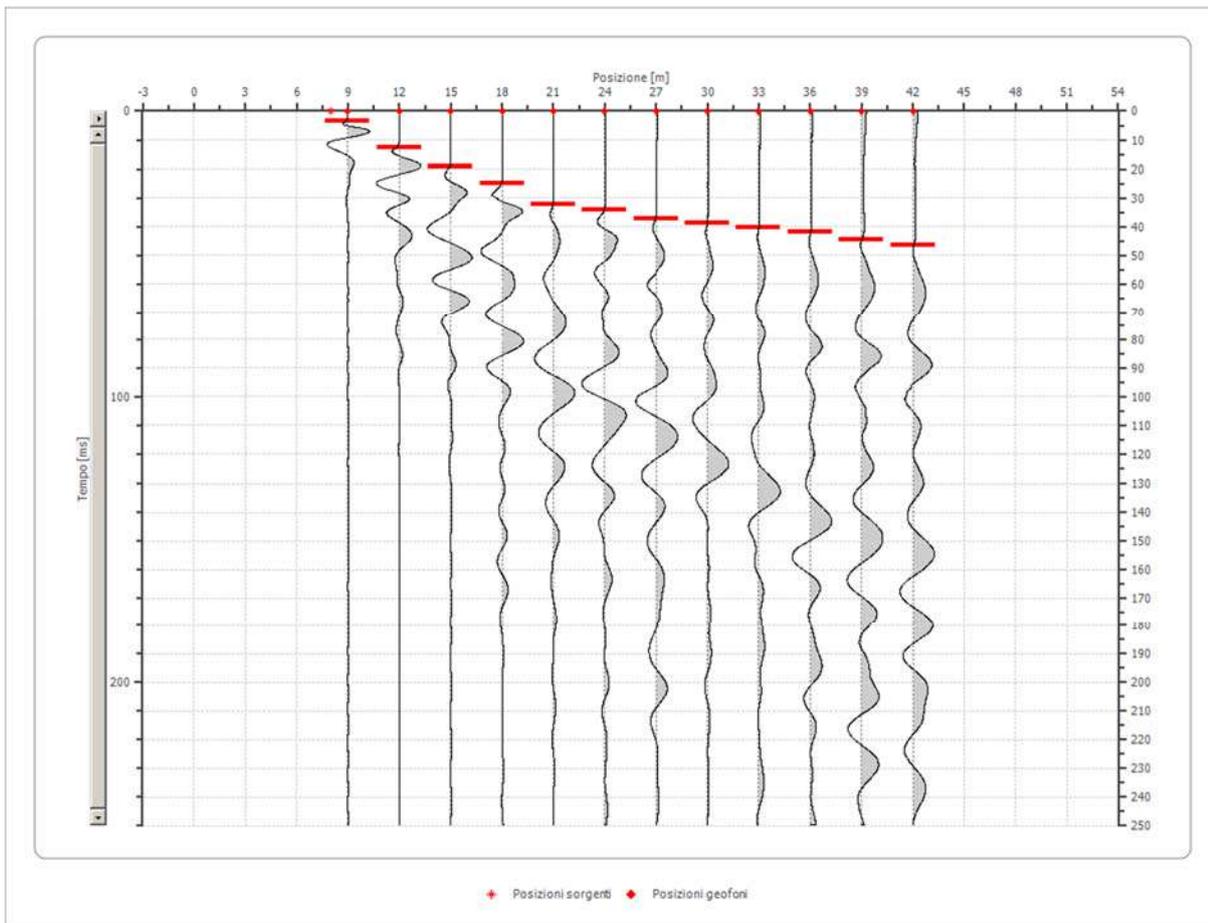
Posizione sorgente Z      0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	21.1214
12.0	24.5776
15.0	29.5699
18.0	31.8740
21.0	34.9462
24.0	36.4823
27.0	39.1705
30.0	39.9386
33.0	41.8587
36.0	43.3948
39.0	44.9309
42.0	46.0829

## Battuta 2

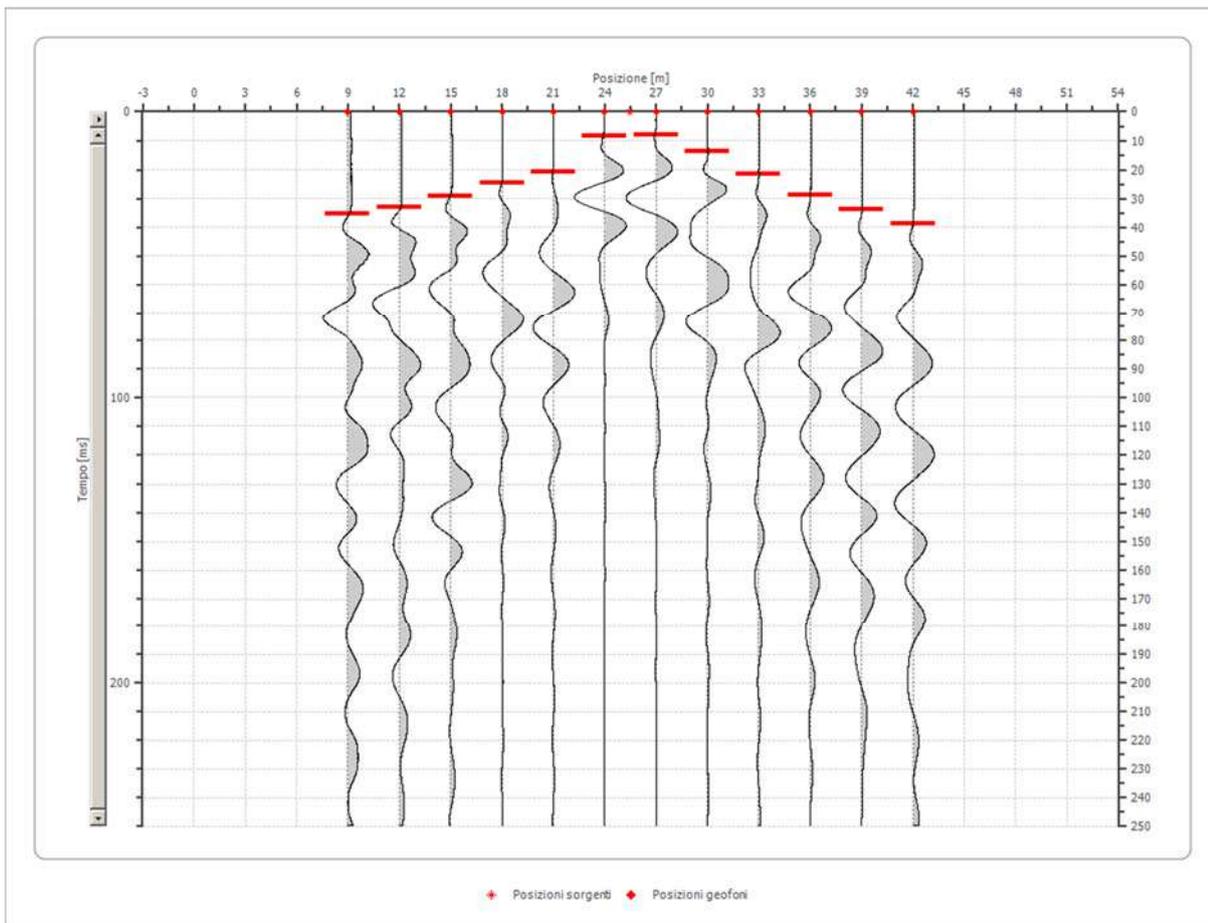
Posizione sorgente X      8 [m]  
 Posizione sorgente Z      0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	3.4562
12.0	12.6728
15.0	19.2012
18.0	24.9616
21.0	32.2581
24.0	34.1782
27.0	37.2504
30.0	38.7865
33.0	40.3226
36.0	41.8587
39.0	44.5469
42.0	46.4670

## Battuta 3

Posizione sorgente X            26 [m]  
 Posizione sorgente Z            0 [m]

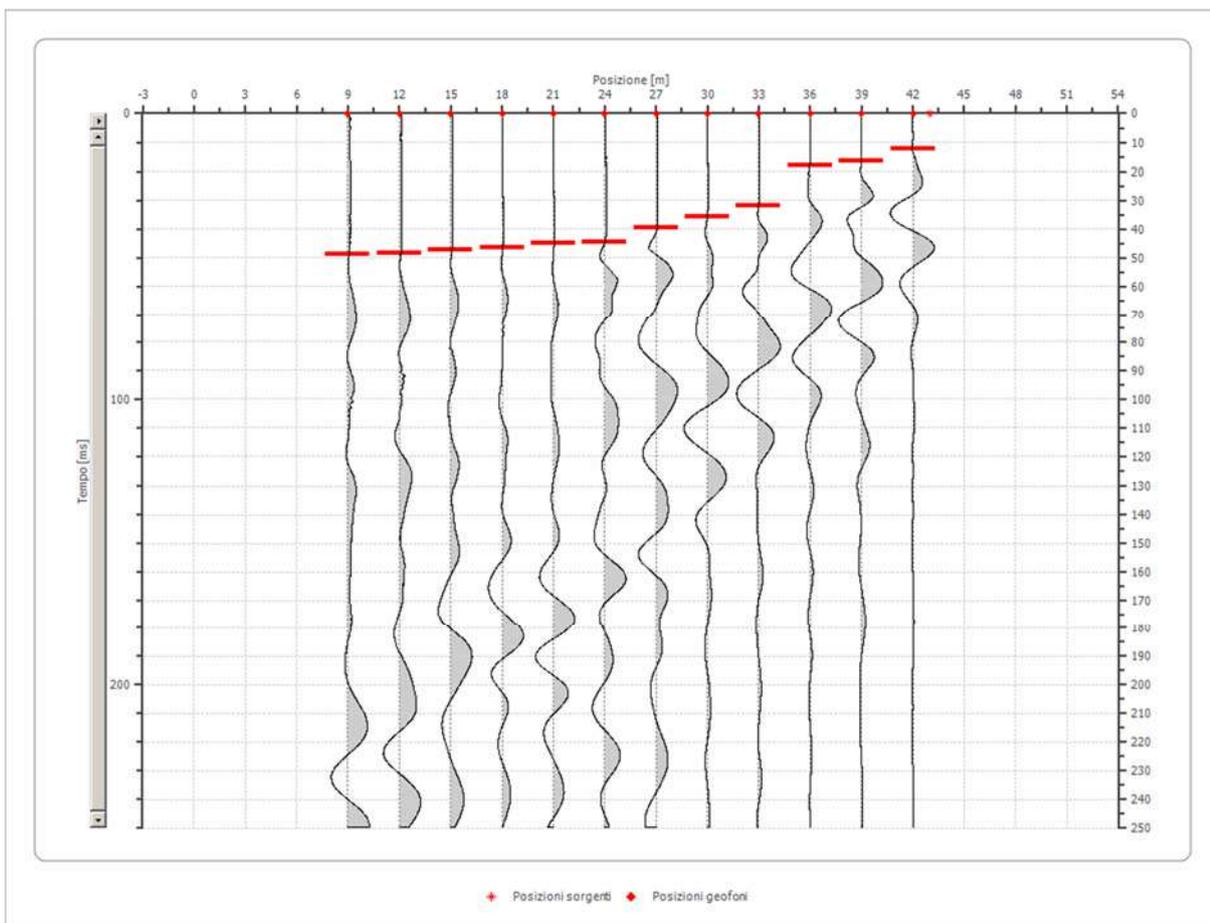


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	35.3303
12.0	33.0261
15.0	29.1859

18.0	24.5776
21.0	20.7373
24.0	8.4485
27.0	8.0645
30.0	13.8249
33.0	21.5054
36.0	28.8018
39.0	33.7942
42.0	38.7865

Battuta 4

Posizione sorgente X            43 [m]  
 Posizione sorgente Z            0 [m]



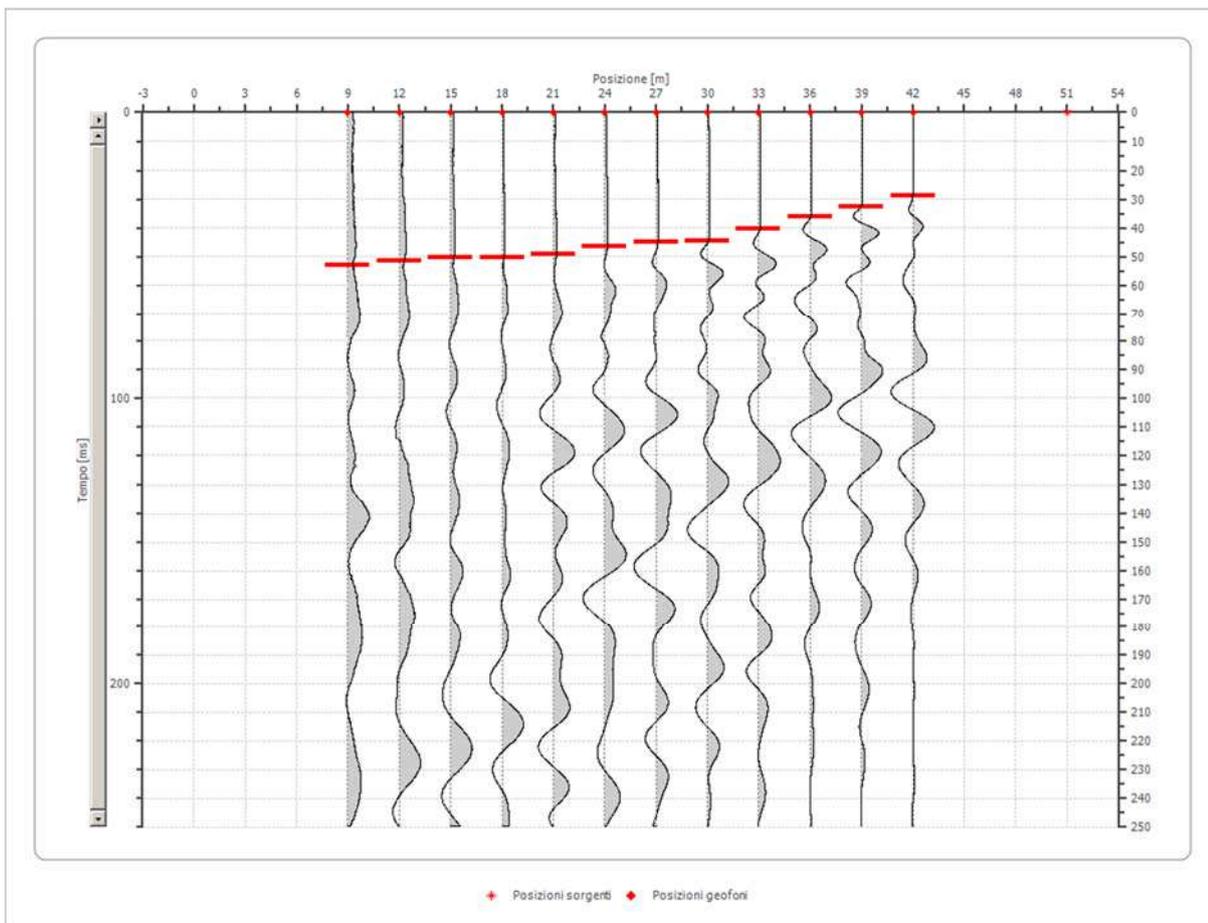
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	48.7711
12.0	48.3871

	15.0	47.2350
	18.0	46.4670
	21.0	44.9309
	24.0	44.5469
	27.0	39.5545
	30.0	35.7143
	33.0	31.8740
	36.0	18.0492
	39.0	16.5131
	42.0	12.2888

## Battuta 5

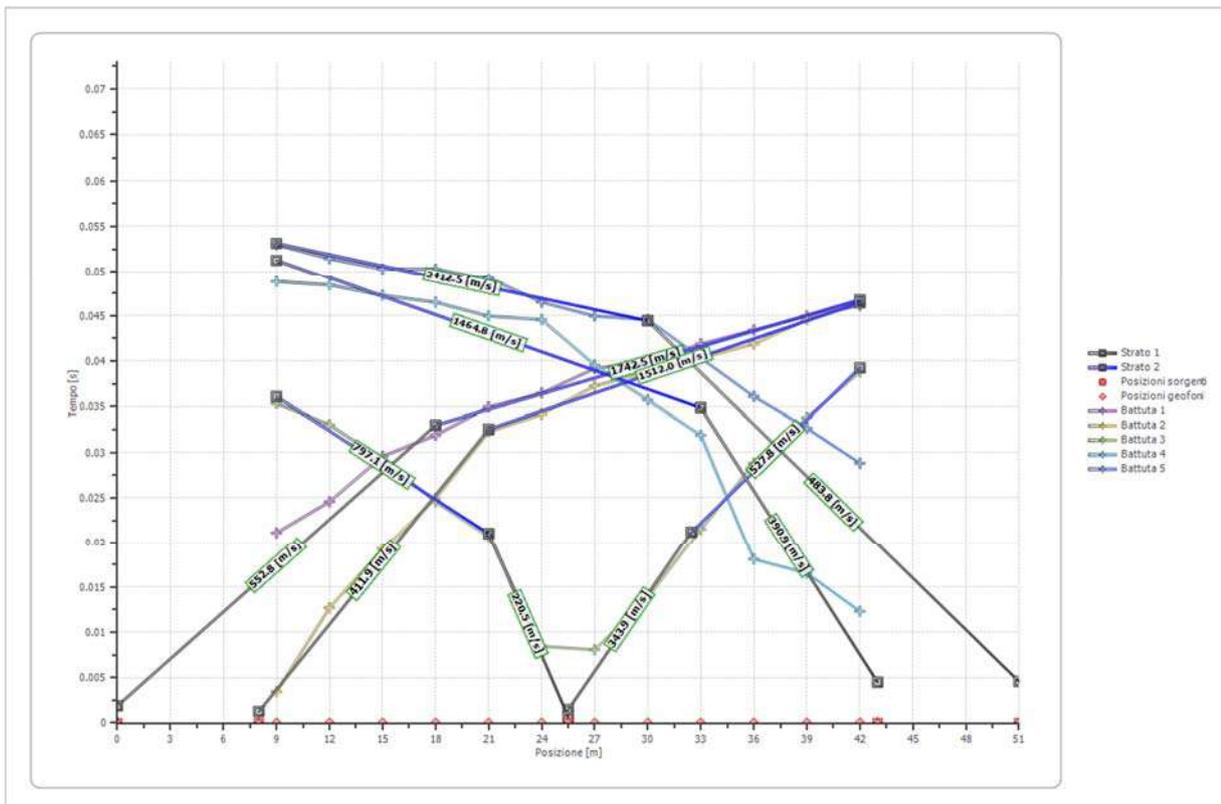
Posizione sorgente X      51 [m]

Posizione sorgente Z      0 [m]

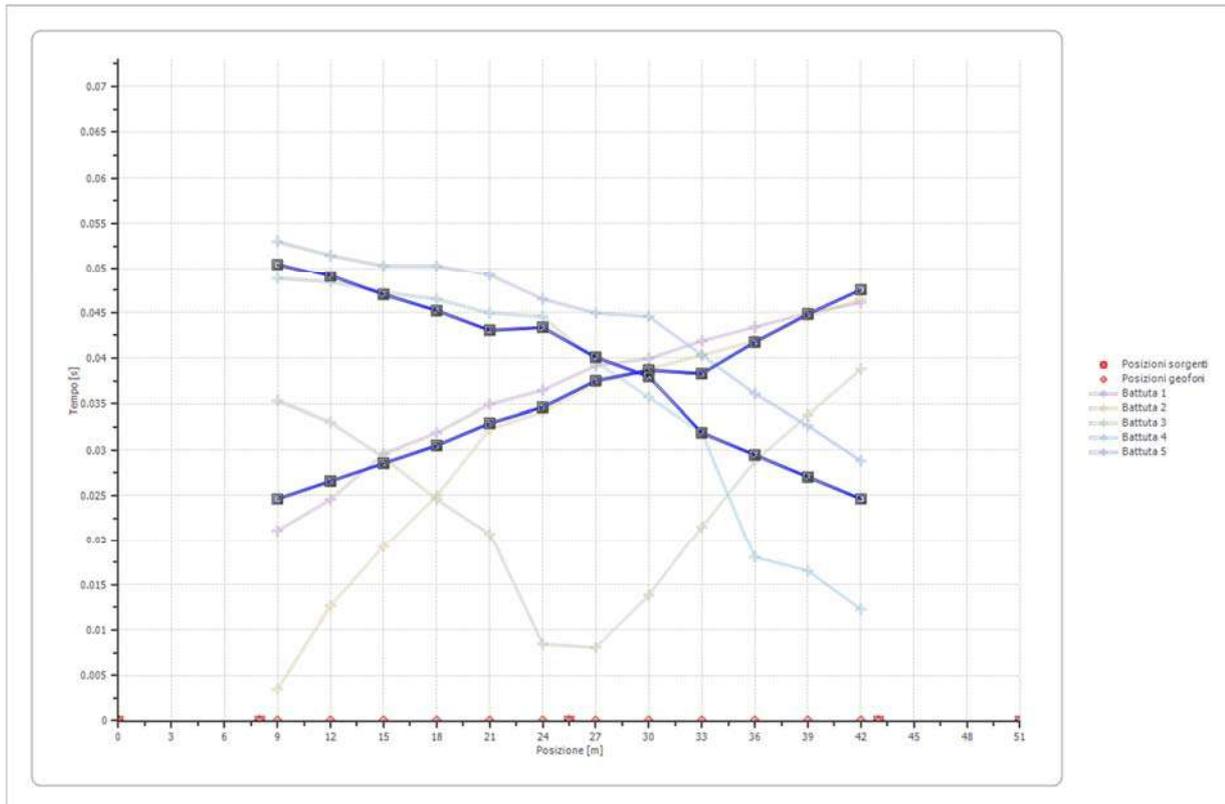


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	52.9954
12.0	51.4593
15.0	50.3072
18.0	50.3072
21.0	49.1551
24.0	46.4670
27.0	44.9309
30.0	44.5469
33.0	40.3226
36.0	36.0983
39.0	32.6421
42.0	28.8018

**Dromocrone**



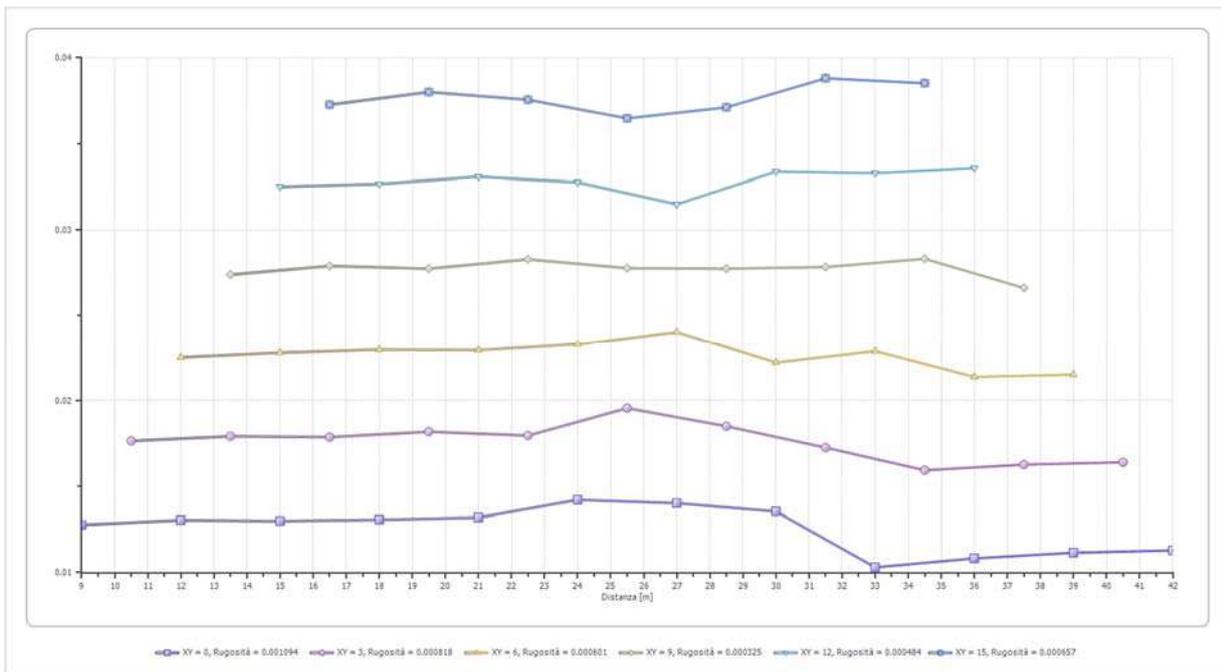
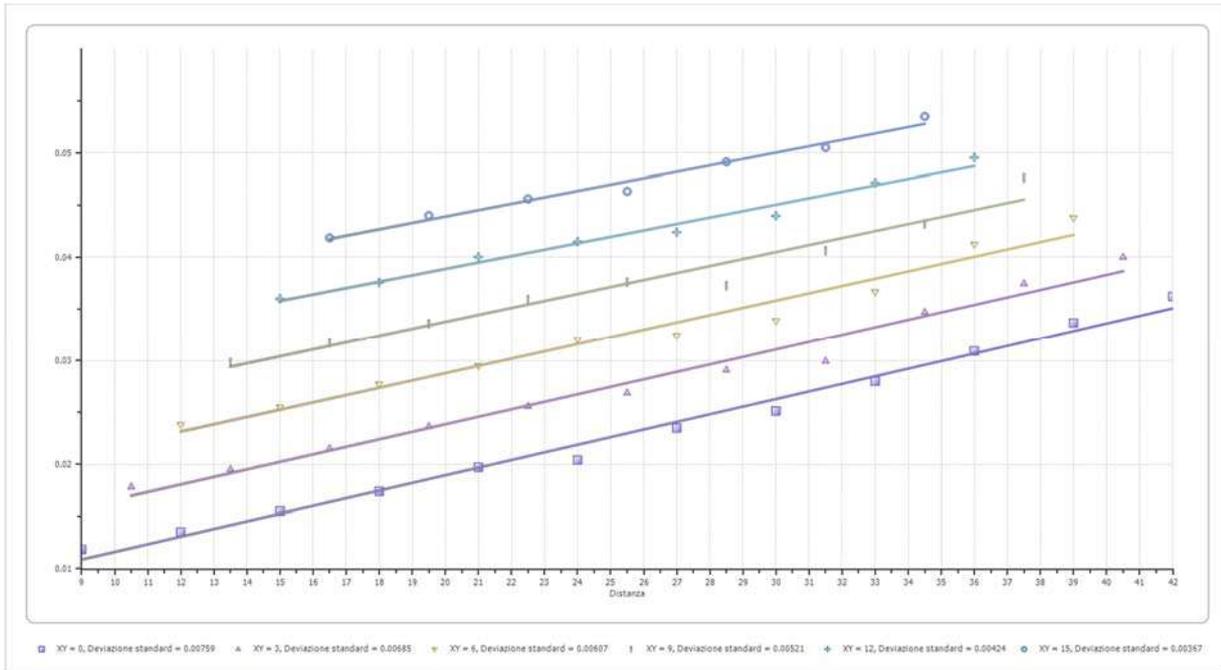
## Dromocrone traslate

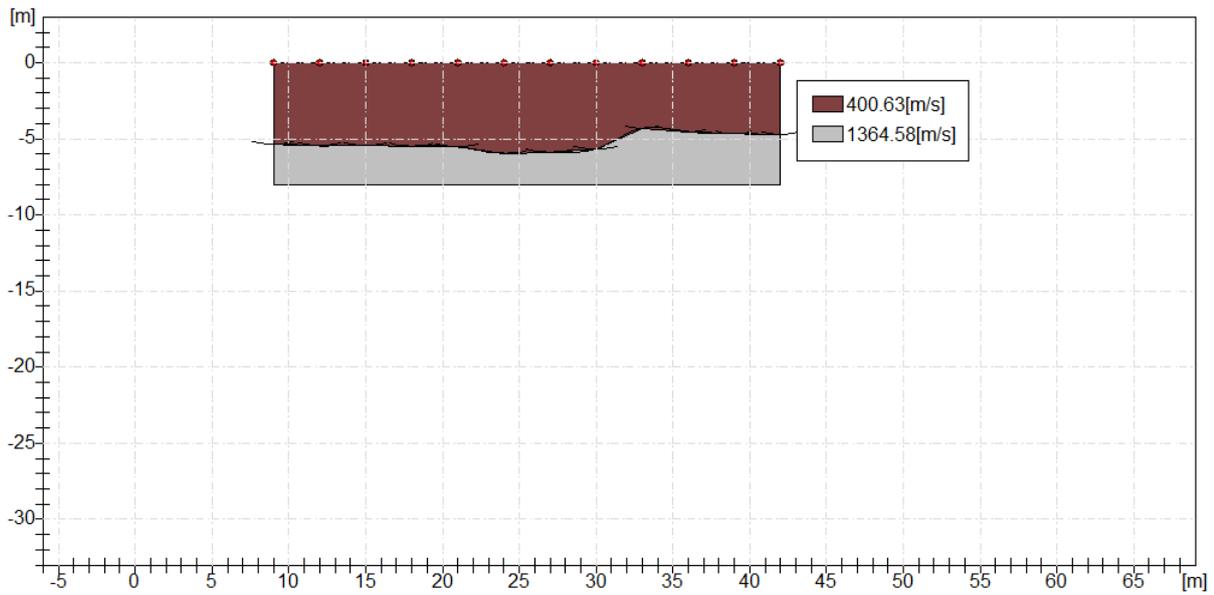


## Interpretazione col metodo G,.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 9.0 [m]	5.4	--
G= 12.0 [m]	5.5	--
G= 15.0 [m]	5.4	--
G= 18.0 [m]	5.5	--
G= 21.0 [m]	5.5	--
G= 24.0 [m]	6.0	--
G= 27.0 [m]	5.9	--
G= 30.0 [m]	5.7	--
G= 33.0 [m]	4.3	--
G= 36.0 [m]	4.5	--
G= 39.0 [m]	4.7	--
G= 42.0 [m]	4.7	--
Velocità [m/sec]	400.6	1364.6
Descrizione		





## RISULTATI PROVA RIFRAZIONE St2

### Geometria geofoni

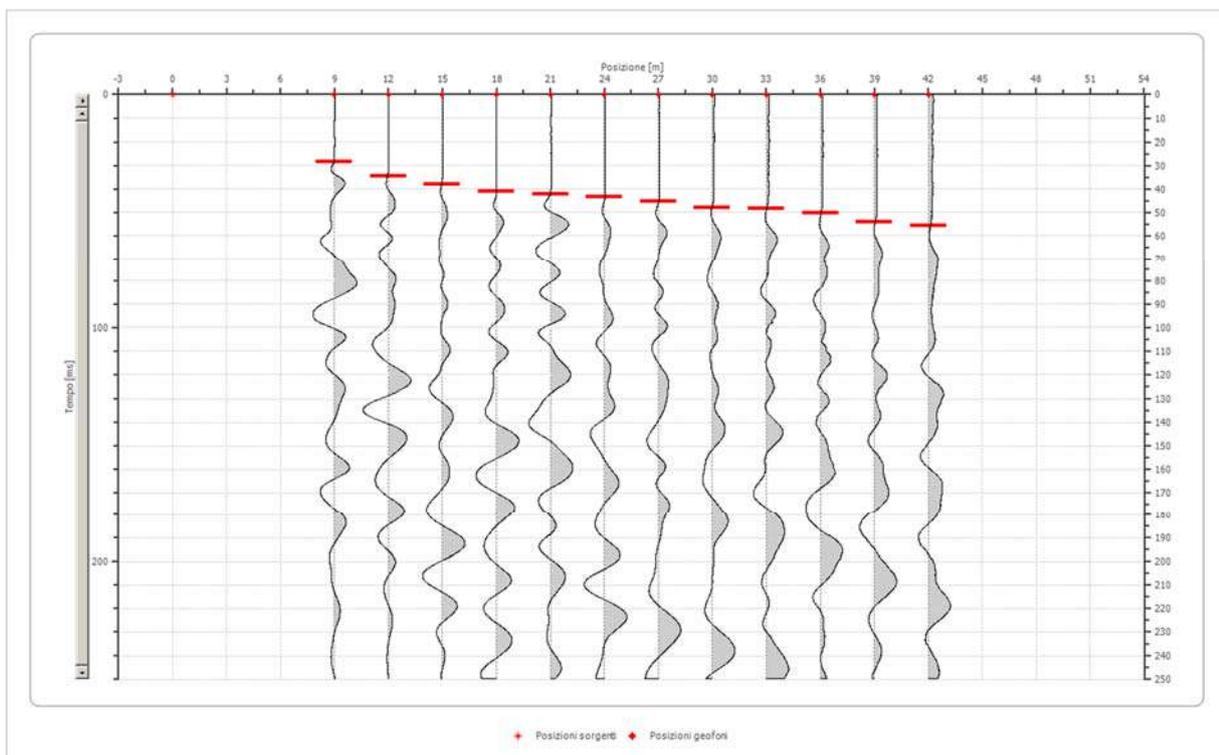
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	9.0	0.0
2	12.0	0.0
3	15.0	0.0
4	18.0	0.0
5	21.0	0.0
6	24.0	0.0
7	27.0	0.0
8	30.0	0.0
9	33.0	0.0
10	36.0	0.0
11	39.0	0.0
12	42.0	0.0

### Dati battute

#### Battuta 1

Posizione sorgente X            0 [m]

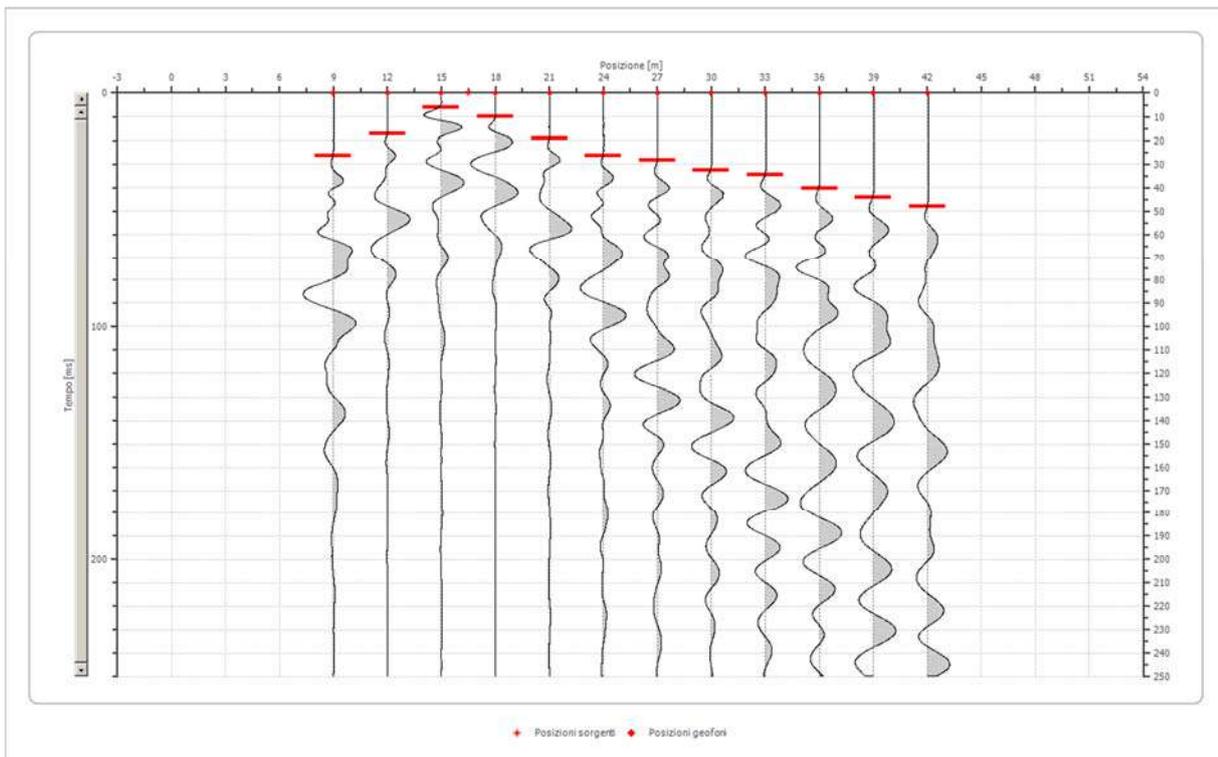
Posizione sorgente Z            0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	28.4178
12.0	34.5622
15.0	38.0184
18.0	41.0906
21.0	42.2427
24.0	43.3948
27.0	45.3149
30.0	48.0031
33.0	48.3871
36.0	50.3072
39.0	54.1475
42.0	55.6836

## Battuta 2

Posizione sorgente X            17 [m]  
 Posizione sorgente Z            0 [m]

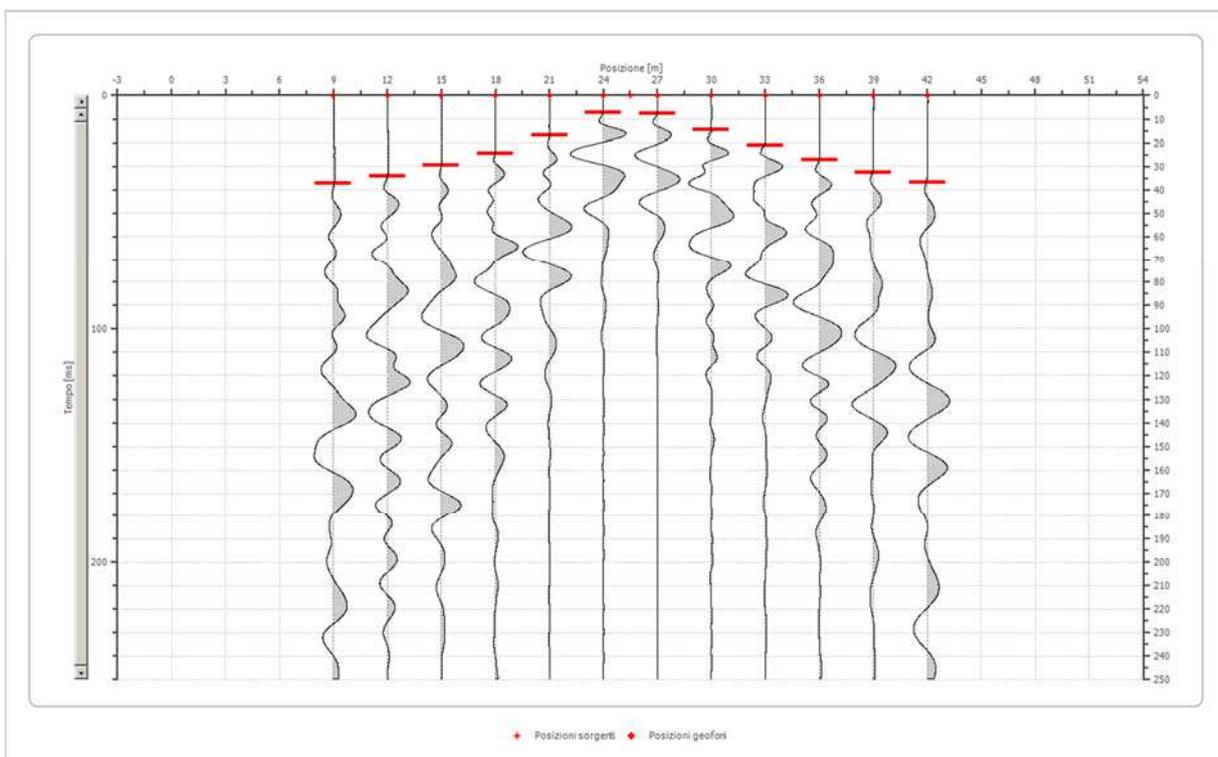


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	26.4977
12.0	17.2811
15.0	6.1444
18.0	9.9846
21.0	19.2012
24.0	26.4977
27.0	28.4178
30.0	32.6421
33.0	34.5622
36.0	40.3226
39.0	44.1628
42.0	48.0031

## Battuta 3

Posizione sorgente X            26 [m]

Posizione sorgente Z            0 [m]

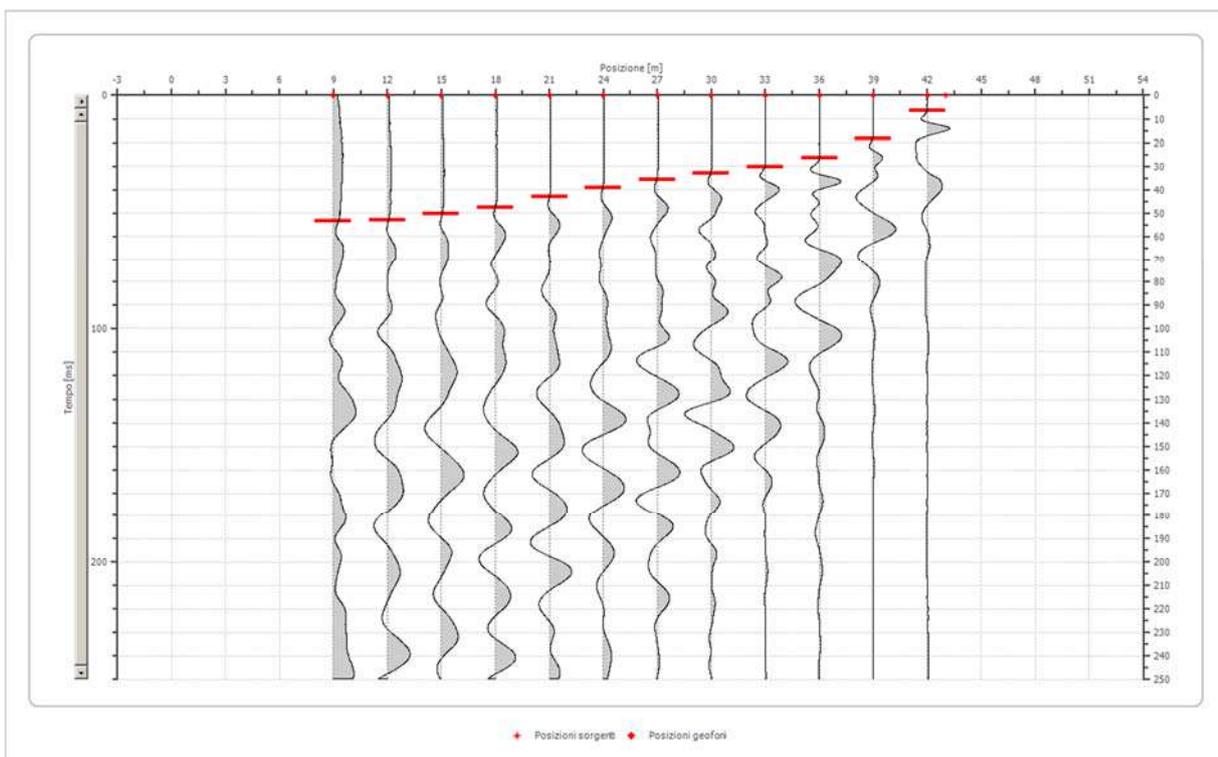


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	37.2504
12.0	34.1782
15.0	29.5699
18.0	24.5776
21.0	16.8971
24.0	7.2965
27.0	7.6805
30.0	14.5929
33.0	21.1214
36.0	27.2657
39.0	32.6421
42.0	36.8664

## Battuta 4

Posizione sorgente X            43 [m]

Posizione sorgente Z            0 [m]

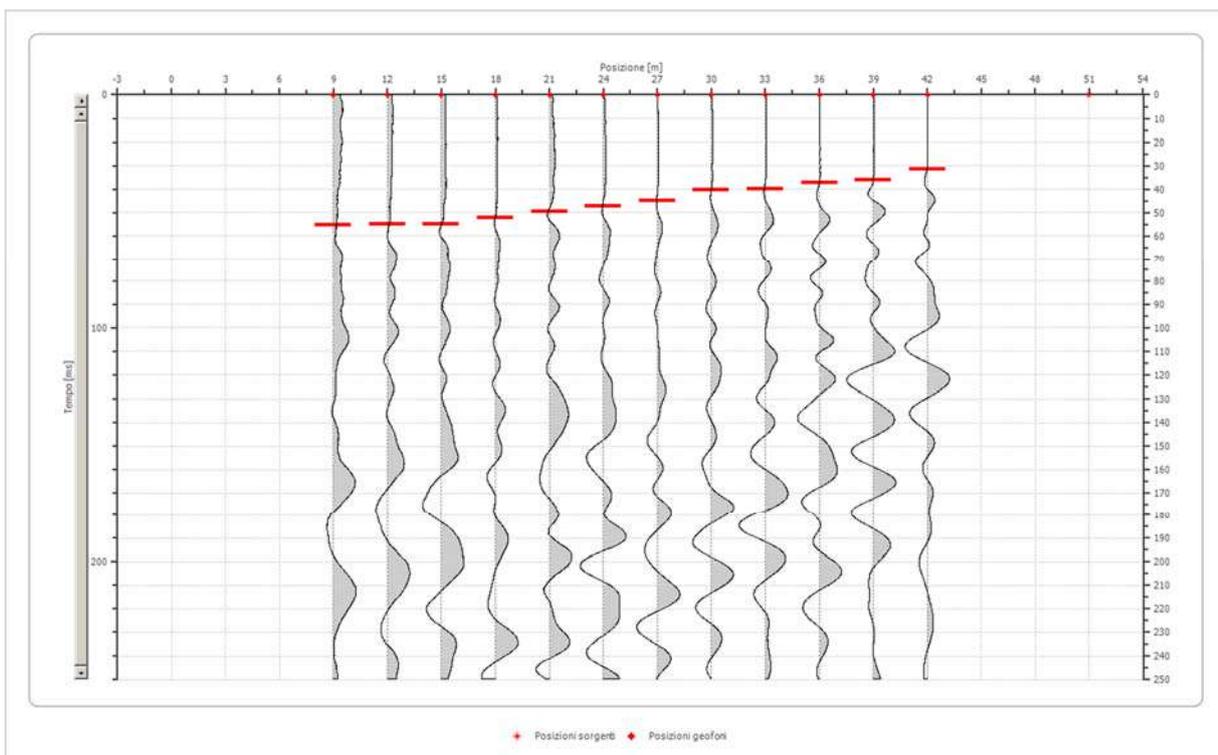


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	53.3794
12.0	52.9954
15.0	50.3072
18.0	47.6190
21.0	43.0108
24.0	39.1705
27.0	35.7143
30.0	33.0261
33.0	30.3379
36.0	26.4977
39.0	18.4332
42.0	6.5284

## Battuta 5

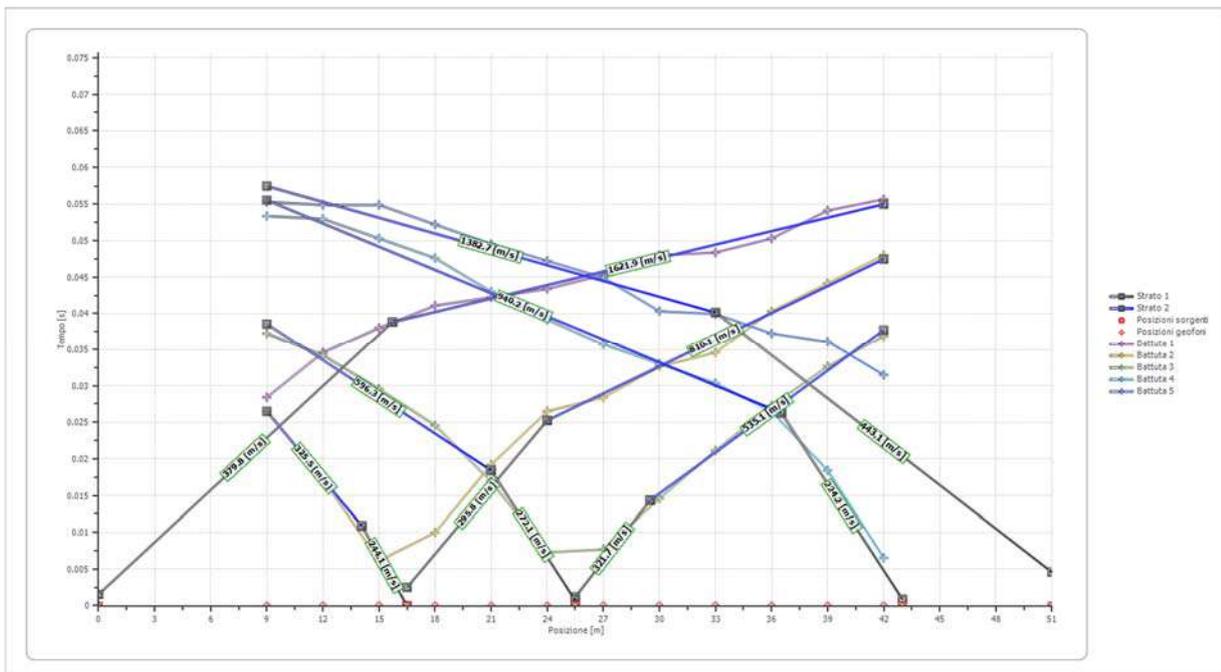
Posizione sorgente X            51 [m]

Posizione sorgente Z            0 [m]

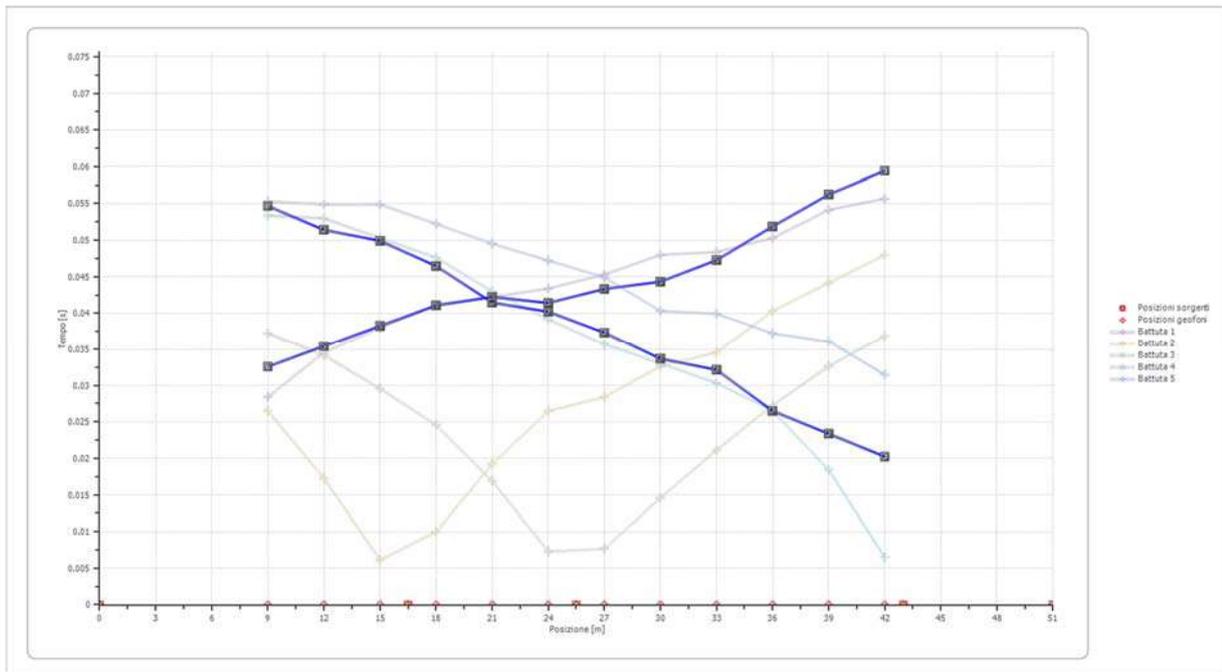


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
9.0	55.2995
12.0	54.9155
15.0	54.9155
18.0	52.2273
21.0	49.5392
24.0	47.2350
27.0	44.9309
30.0	40.3226
33.0	39.9386
36.0	37.2504
39.0	36.0983
42.0	31.4900

**Dromocrone**



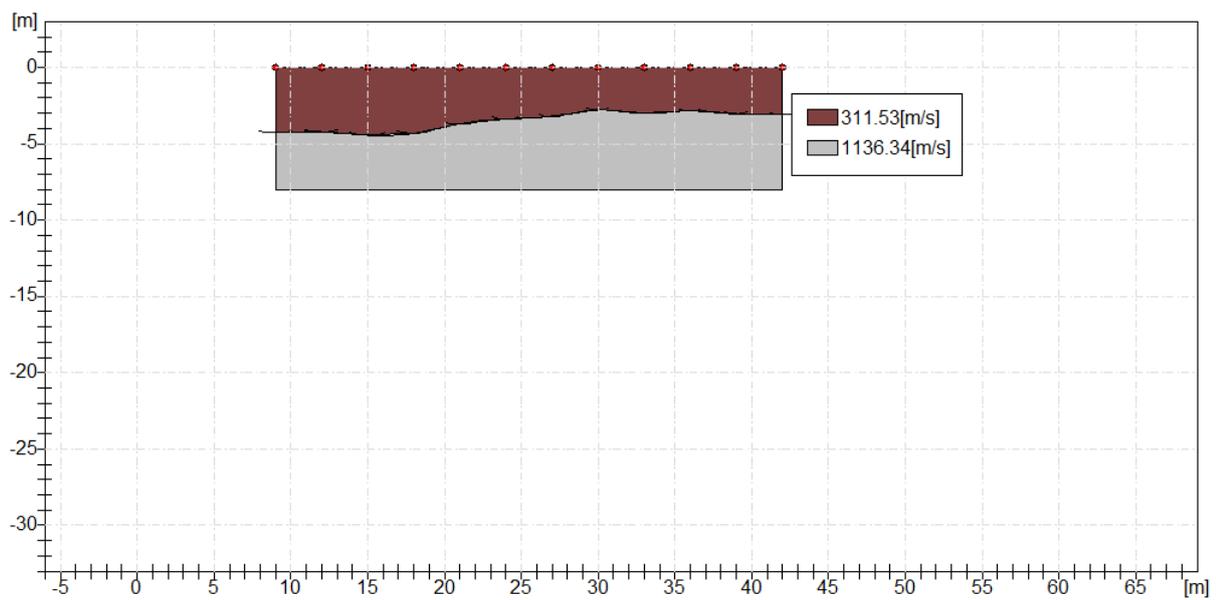
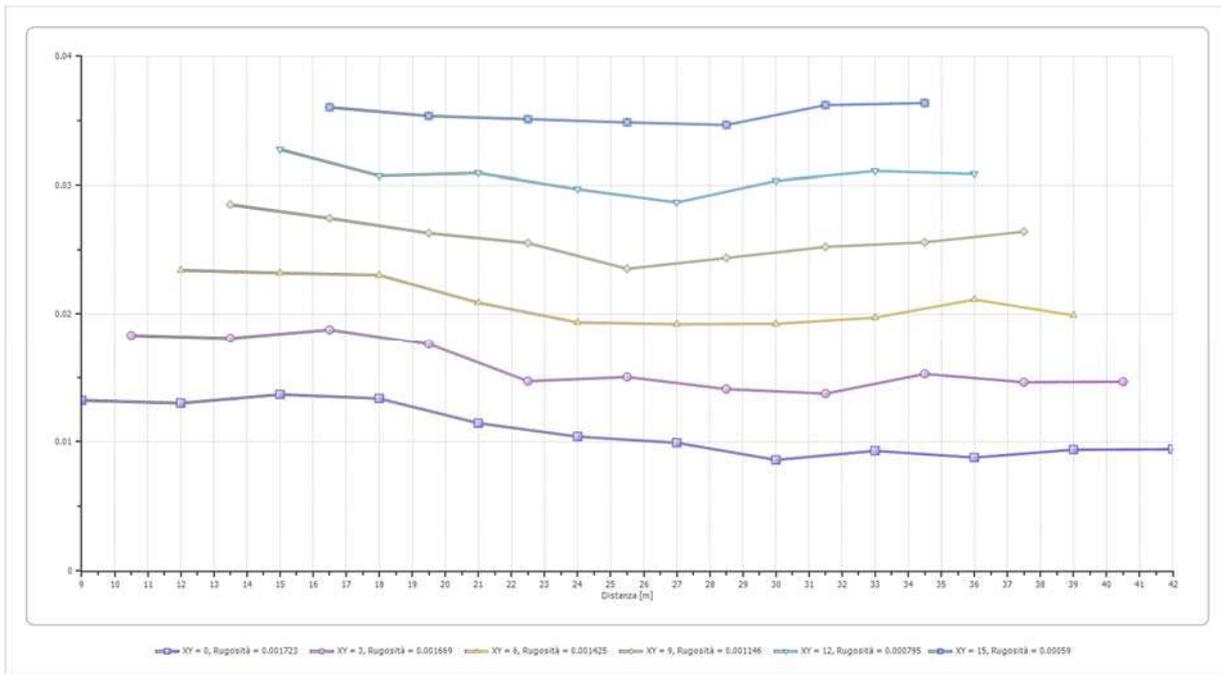
## Dromocrone traslate



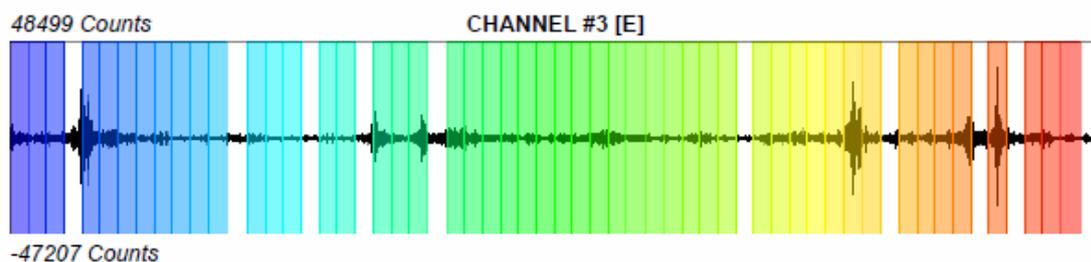
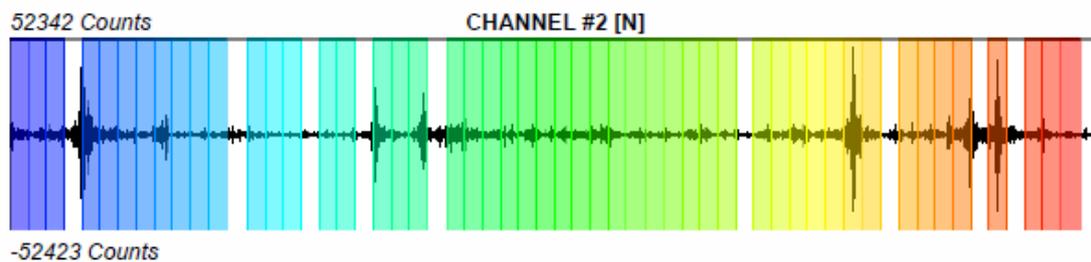
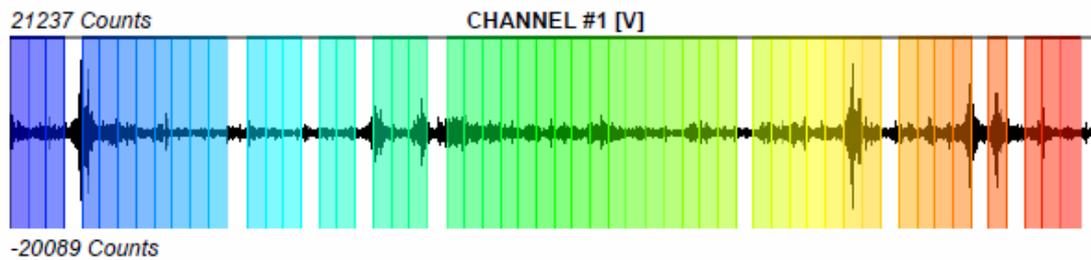
## Interpretazione col metodo G,,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 9.0 [m]	4.3	--
G= 12.0 [m]	4.2	--
G= 15.0 [m]	4.4	--
G= 18.0 [m]	4.3	--
G= 21.0 [m]	3.7	--
G= 24.0 [m]	3.4	--
G= 27.0 [m]	3.2	--
G= 30.0 [m]	2.8	--
G= 33.0 [m]	3.0	--
G= 36.0 [m]	2.8	--
G= 39.0 [m]	3.0	--
G= 42.0 [m]	3.1	--
Velocità [m/sec]	311.5	1136.3
Descrizione		



H/V1

**SIGNAL AND WINDOWING***Sampling frequency:* 300 Hz*Recording start time:* 2022/02/01 11:10:41*Recording length:* 20.02 min*Windows count:* 50*Average windows length:* 20*Signal coverage:* 83.26%

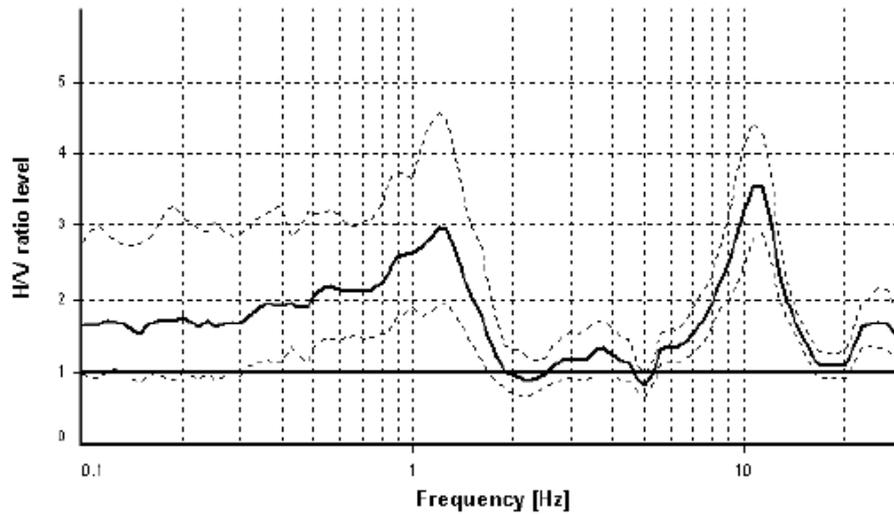
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 10%)

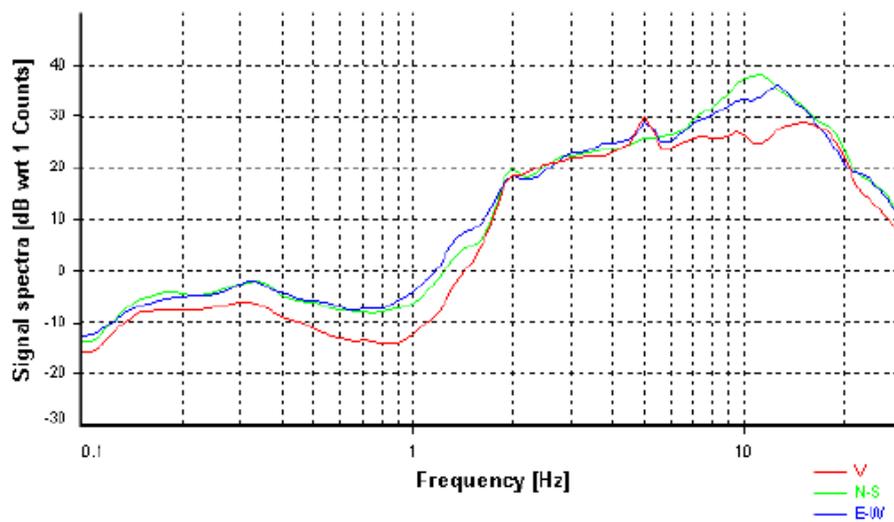
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

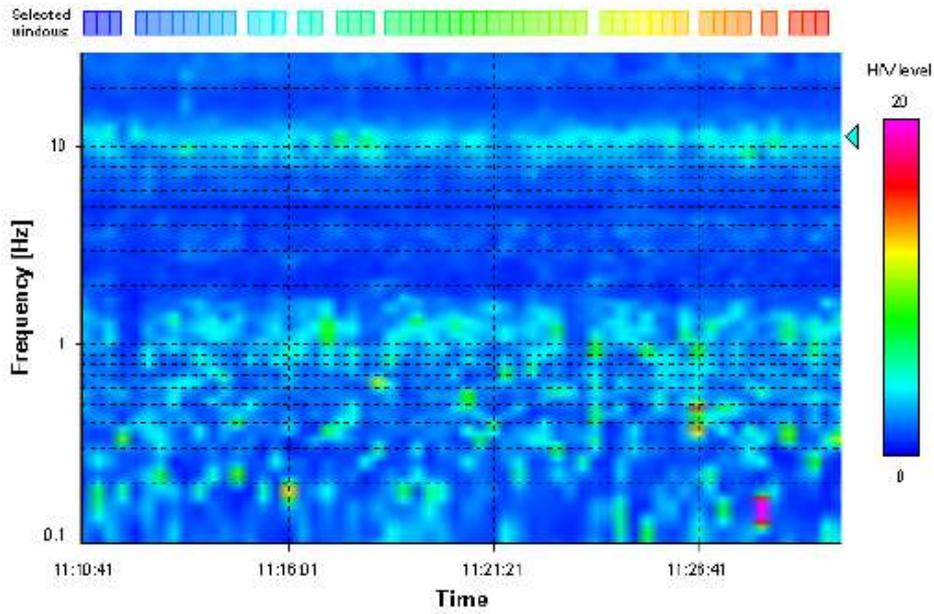
### HVSR average



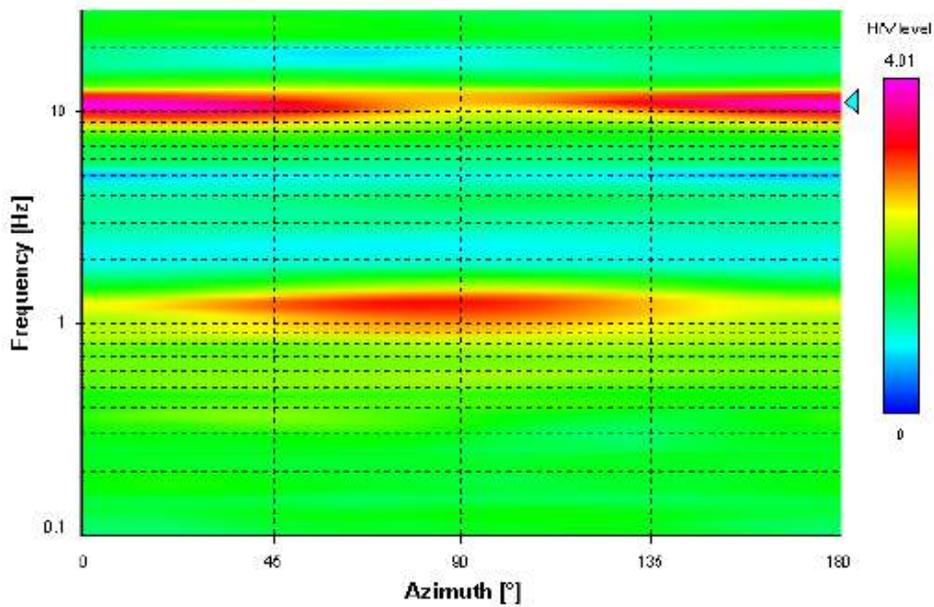
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (20 seconds windows)



### HVSR directional analysis



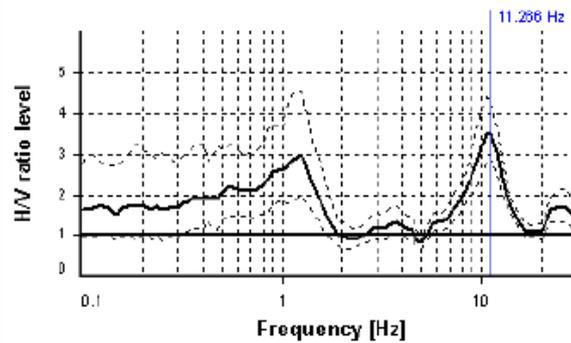
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

11.266 Hz

**$A_0$  amplitude = 3.540**

**Average  $f_0 = 10.811 \pm 0.586$**



HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	50 valid windows (length > 0.89 s) out of 50	OK
$n_c(f_0) > 200$	11265.67 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 25	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	7.52674 Hz	OK
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	14.18544 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.54 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	5.6% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.58631 >= 0.56328	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.21786 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

## H/V2

## SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

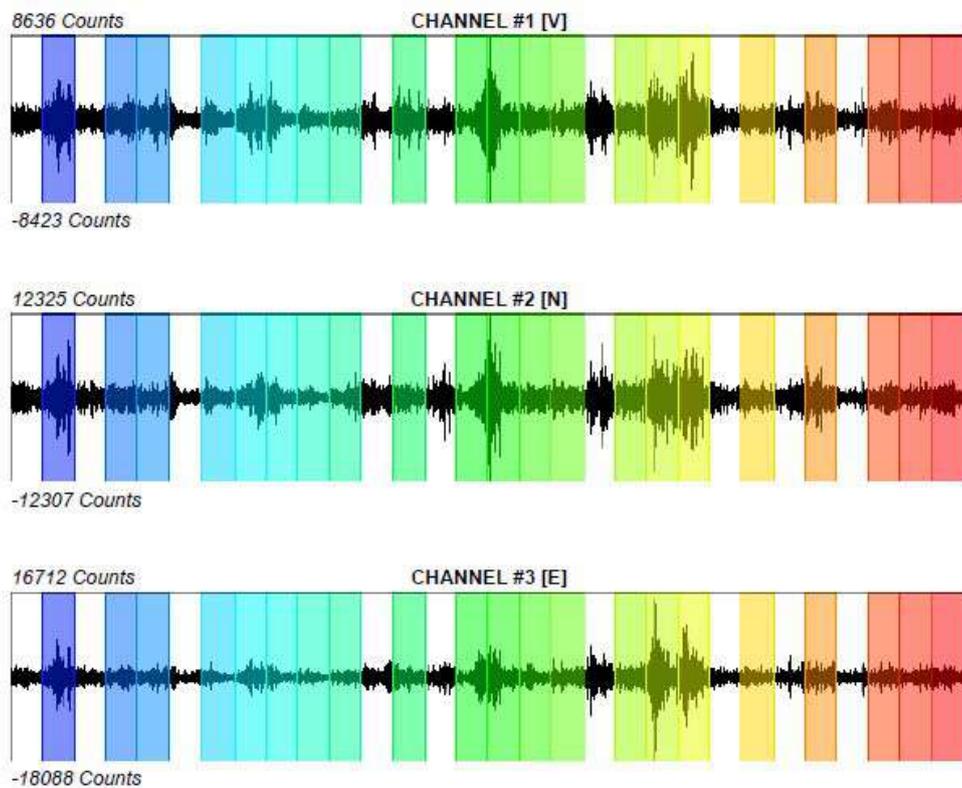
Recording start time: 2022/02/01 12:43:39

Recording length: 10.02 min

Windows count: 21

Average windows length: 20

Signal coverage: 69.88%



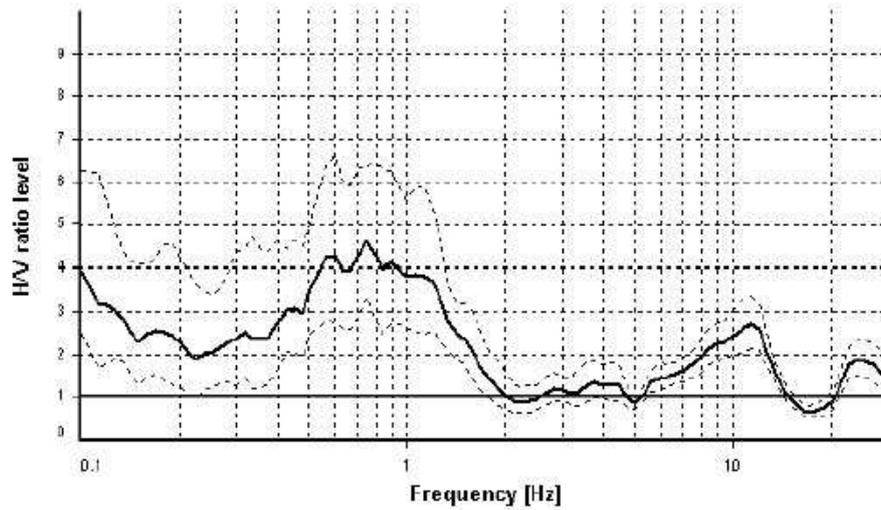
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 10%)

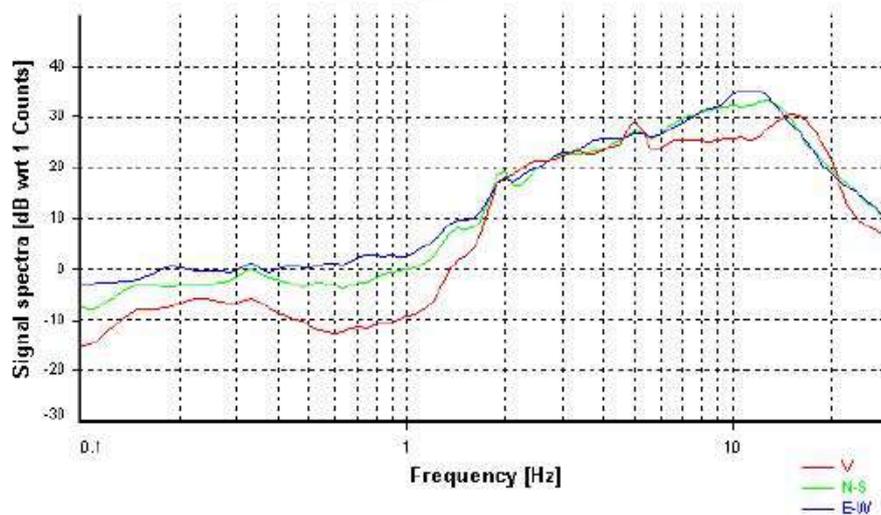
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

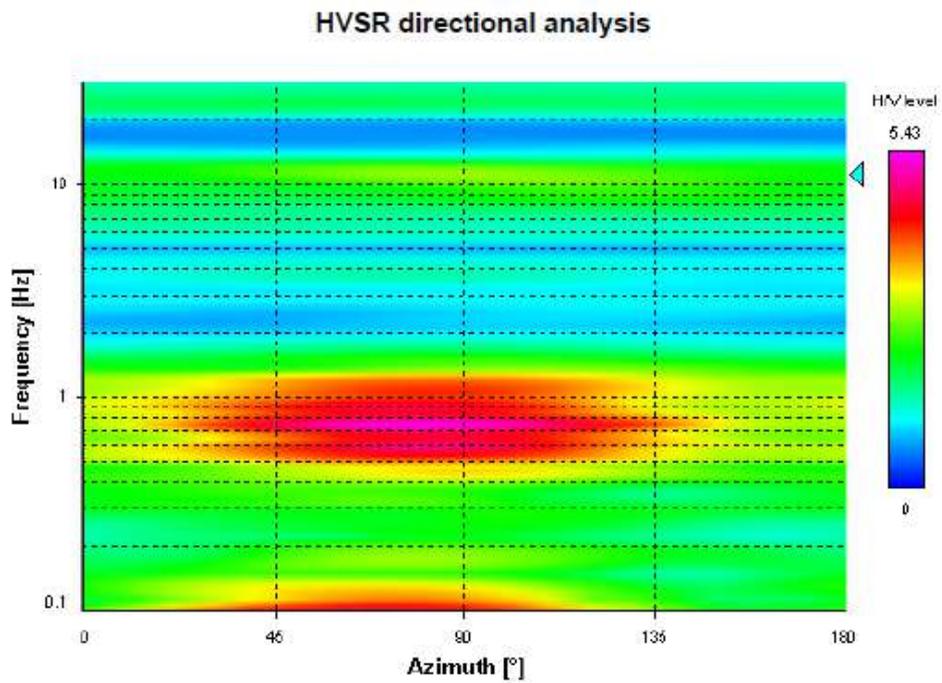
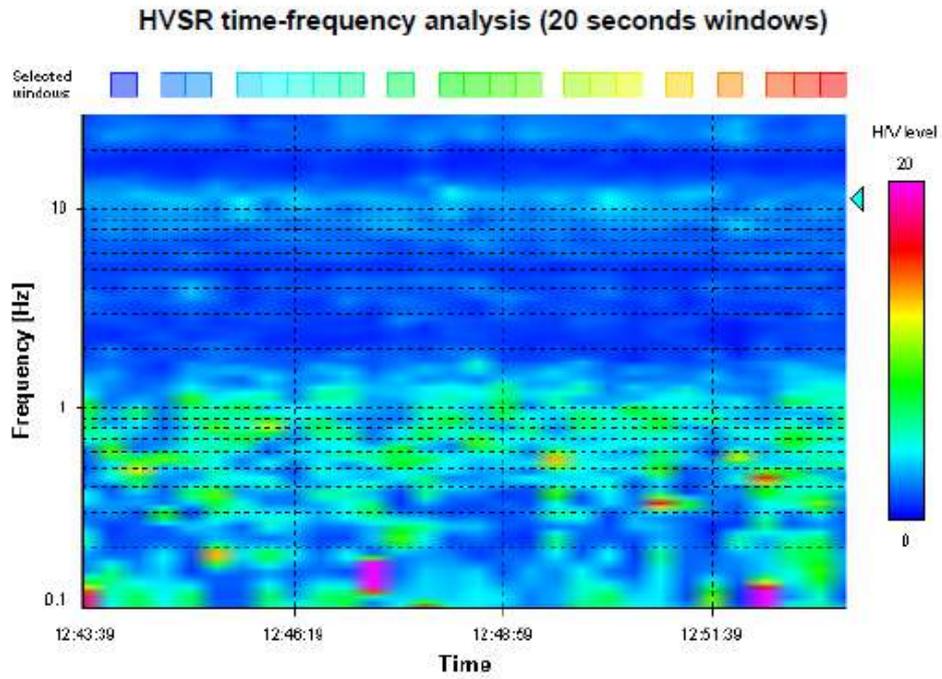
*Instrumental correction:* Disabled

### HVSR average



### Signal spectra average

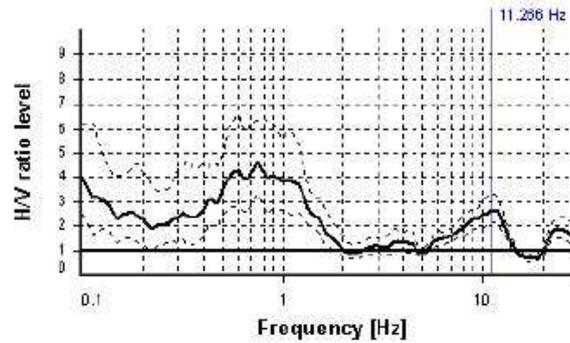




## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**  
**11.266 Hz**

**$A_0$  amplitude = 2.684**  
**Average  $f_0 = 11.013 \pm 1.046$**



HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	21 valid windows (length > 0.89 s) out of 21	OK
$n_c(f_0) > 200$	4731.58 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 25	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HVV}(f) < A_0/2$	5.32695 Hz	OK
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HVV}(f') < A_0/2$	14.18544 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.68 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{HVV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.04607 >= 0.56328	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.25771 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK