

IMPIANTO AGROVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA  
DA FONTE SOLARE DENOMINATO "STRECAPRETE" DI POTENZA  
NOMINALE PARI A 15,0 MVA E POTENZA INSTALLATA PARI A 16,396 MW

REGIONE BASILICATA  
PROVINCIA di POTENZA  
COMUNI DI VENOSA e MONTEMILONE

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:

Titolo:

R12

Relazione Geologica - Relazione  
geologico-tecnica - Studio  
geo-morfologico di dettaglio

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

R12\_RelazioneGeologica\_12

Progettazione:

Committente:



**Dott. Ing. Fabio CALCARELLA**

Via B. Ravenna, 14 - 73100 Lecce  
Mob. +39 340 9243575  
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu

**Stern PV 5 S.r.l.**

Largo Michele Novaro 1/A  
CAP 43121 - PARMA (PR)  
PEC - sternpv5srl@pec.it

Dott. Geol. Gianluca SELLERI  
Via Francesco Lo RE, 6  
73100 - LECCE  
Tel: +39 3929534082  
E-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com



*S. Stern PV 5*

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Novembre 2021	Prima emissione	STC	FC	Stern PV 5 srl

## Sommario

PREMESSA.....	1
1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E CARATTERI FISICI.....	1
2. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	2
3. CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	5
4. PERICOLOSITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA.....	6
5. SISMICITÀ.....	6
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	8
7. CATEGORIA DI SUOLO E CARATTERI FISICI E GEOTECNICI DEI TERRENI.....	9
8. CONCLUSIONI.....	13
9. ALLEGATO 1 – REPORT DELLE INDAGINI GEOFISICHE.....	13
<b>9.1 Sondaggi di sismica a rifrazione in onde P.....</b>	<b>14</b>
9.1.1 SOND1 (area impianto).....	15
9.1.2 SOND2 (area impianto).....	21
9.1.3 SOND3 (area impianto).....	26
<b>9.2 Sondaggi MASW.....</b>	<b>32</b>
<b>9.2.1 MASW 1.....</b>	<b>33</b>

## **PREMESSA**

Lo studio è stato redatto a supporto dell'intervento di realizzazione dell'impianto fotovoltaico denominato "Strecaprete" della potenza nominale di 15MW.

L'impianto ricade nei territori comunali di Venosa (PZ) e Montemilone (PZ), più precisamente in un'area collinare, denominata 'Piana di Boreano', che si estende ad una quota media di circa 350 m. s.l.m., compresa negli elementi 435150 e 452030 della CTR in scala 1:10000 della Regione Basilicata (Figura 1.1) In particolare, le aree di impianto più settentrionali ricadono nel comune di Montemilone, mentre l'area di impianto meridionale e l'area di sottostazione ricadono nel territorio comunale di Venosa.

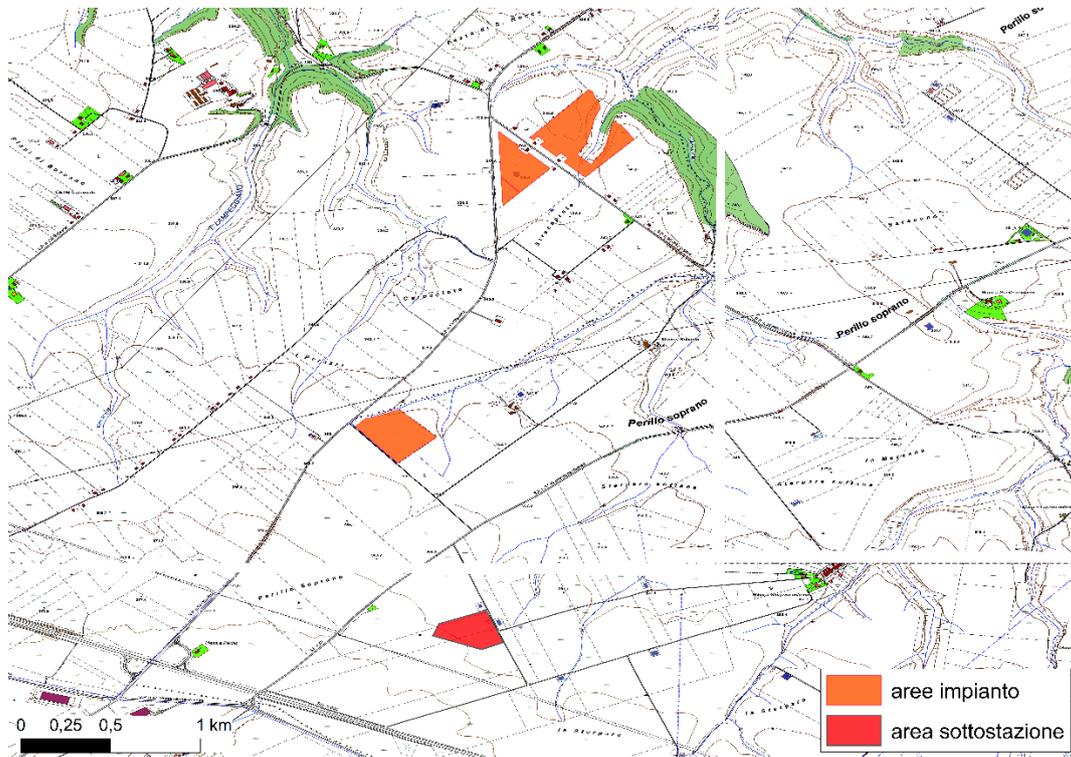
L'area è nel complesso pianeggiante e risulta incisa da aste fluviali del primo ordine che confluiscono verso Ovest nel torrente Lampeggiano e verso Est nella valle Cornuta, affluenti a propria volta dell'invaso artificiale di Locone.

### **1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E CARATTERI FISICI**

Il sito d'interesse ricade nei territori comunali di Venosa (PZ) e Montemilone (PZ), più precisamente in un'area collinare, denominata 'Piana di Boreano', che si estende ad una quota media di circa 350 m. s.l.m., compresa negli elementi 435150 e 452030 della CTR in scala 1:10000 della Regione Basilicata (Figura 2.1)

In particolare, le aree di impianto più settentrionali ricadono nel comune di Montemilone, mentre l'area di impianto meridionale e l'area di sottostazione ricadono nel territorio comunale di Venosa.

L'area di progetto, perlopiù pianeggiante, risulta incisa da aste fluviali del primo ordine che confluiscono verso Ovest nel torrente Lampeggiano e verso Est nella valle Cornuta, affluenti a propria volta dell'invaso artificiale di Locone.



*Figura 2.1 Stralcio della CTR con dettaglio dei siti di impianto e sottostazione*

## **2. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI**

L'area oggetto di studio ricade al limite tra il Foglio 187 "Melfi" (Area Sottostazione) ed il Foglio 175 "Cerignola" (Area Impianto) della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000). I caratteri geologico-strutturali a grande scala rientrano nel contesto geodinamico dell'Avanfossa Bradanica, bacino di sedimentazione plio-pleistocenico, compreso tra la catena appenninica meridionale ad ovest, ed il Gargano e le Murge ad est. In particolare, la suddetta area di sedimentazione è definita, ad occidente, da un margine interno, interessato da alti tassi di sedimentazione silicoclastica e costituito dai thrust attivi appenninici, che deformano unità prevalentemente terziarie, già accavallatesi sui depositi autoctoni di avanfossa (Pliocene), e ad oriente, da un margine esterno, caratterizzato, invece, da sedimentazione carbonatica.

Dal punto di vista litostratigrafico, le successioni affioranti nell'area appartengono al ciclo deposizionale della Fossa Bradanica, costituito da successioni silicoclastiche e carbonatiche, in rapporto regressivo e trasgressivo sui Calcari di Altamura e sui Flysch della Catena Appenninica.

I termini trasgressivi della successione, dovuti all'annegamento della rampa regionale e all'approfondimento batimetrico del bacino, sono rappresentati da notevoli spessori di sedimenti siltoso-argillosi con livelli sabbiosi (Argille Subappennine), all'interno dei quali si rinvencono isolati corpi ghiaiosi deltizi (Conglomerato di Serra del Cedro) associati a biocalcareniti e biocalciruditi intrabacinali e/o da calciruditi (Calcarenite di Gravina).

I termini regressivi, legati alla successiva fase di emersione dell'avanfossa, sono costituiti, invece, da unità sabbiose e conglomeratiche silicoclastiche e/o miste, di colmamento, che rappresentano la parte alta del ciclo sedimentario bradanico e poggiano stratigraficamente sulle Argille Subappennine con passaggio graduale e rapido o con contatto erosivo (Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Sabbie dello Staturo e Conglomerato di Irsina).

Alla scala sito-specifica si rileva che in corrispondenza delle Aree di Impianto il substrato geologico è rappresentato da conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni, talvolta fortemente cementatati e con intercalazioni di sabbie e arenarie (Pleistocene inferiore), mentre, in corrispondenza del Sito di Sottostazione il substrato è composto di conglomerati poligenici, perlopiù incoerenti o debolmente cementati con intercalazioni di lenti sabbiose (Pleistocene – Calabriano).

Dal punto di vista geologico-strutturale, l'area può essere inquadrata, a scala regionale, nell'ambito del sistema orogenico appenninico, costituito essenzialmente di tre domini: la Catena, rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano, l'Avanfossa e l'Avampaese, rappresentato dalla regione Apulo-Garganica.

L'attuale tettonica regionale può essere, dunque, interpretata come il risultato dei vari stati tensionali, riconducibili alle fasi di messa in posto della Catena, che si sono susseguiti a partire dall'Oligocene Superiore-Miocene inferiore, causando il progressivo accavallamento, da ovest verso est, di unità

mesozoico-paleogeniche e di unità sinorogeniche di Avanfossa.

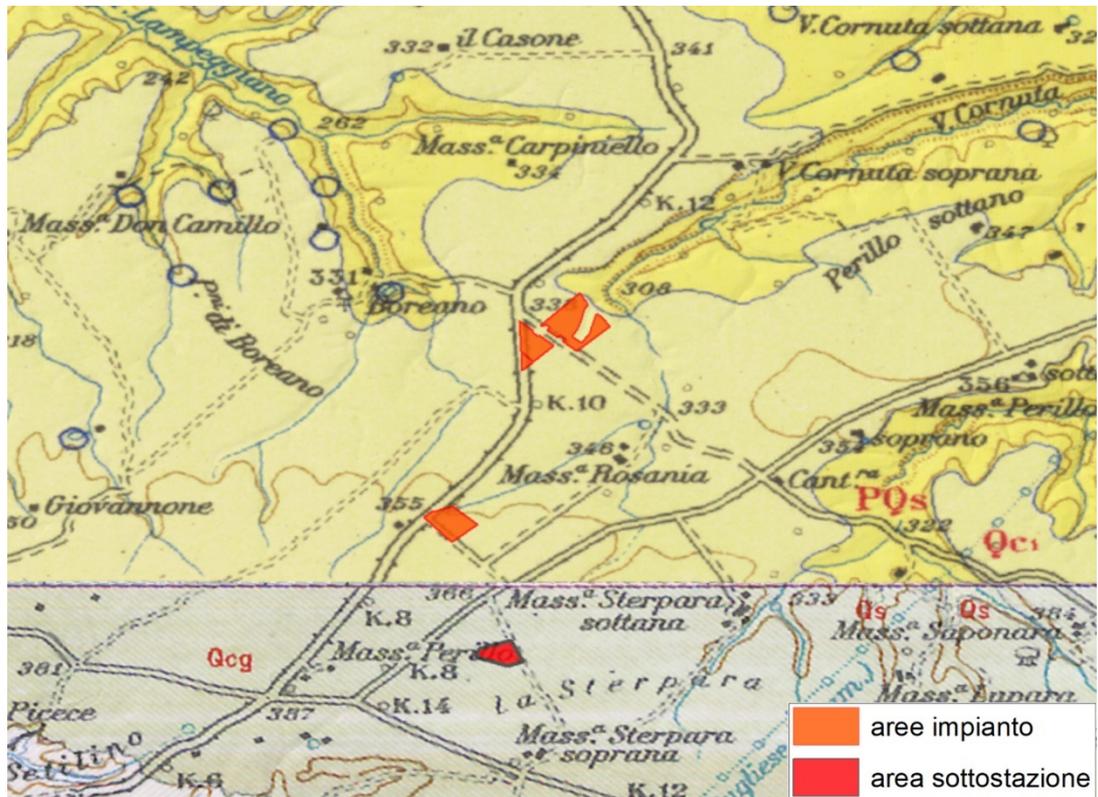


Figura 3.1 Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 (Fogli 175 'Cerignola' e 187 'Melfi').

Dal Pleistocene inferiore in poi, l'area è stata interessata da una serie di sollevamenti tettonici, post-deposizionali; in particolare, la presenza di una serie di faglie inverse, associate a pieghe che pongono a contatto terreni della catena Appenninica con quelli della Fossa Bradanica, indicano un'ultima fase compressiva avutasi al margine esterno della catena appenninica.

Le principali direttrici tettoniche osservabili in prossimità dell'area di sito possono essere riassunte in quattro gruppi principali: NW-SE, NE-SW, E-W, N-S.

La morfologia dell'area è condizionata principalmente dalle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni affioranti; il paesaggio, infatti, si presenta come un'estesa superficie sub-pianeggiante delimitata da incisioni, con pareti anche molto acclivi, che appaiono più pronunciate in corrispondenza dei cambi litologici, prevalentemente da litologie conglomeratiche a depositi sabbioso – arenacei.

Le aree di progetto si sviluppano su morfologie perlopiù pianeggianti, con pendenza media che non supera i 5°, se non in corrispondenza di ripide incisioni che solcano e bordano il plateau sommitale lungo tutte le direzioni. In particolare, l'area di impianto più settentrionale presenta significative variazioni locali di pendenza (da 3° a 15° circa), in corrispondenza delle profonde incisioni fluviali che la delimitano verso NE, le quali degradano verso l'abitato di Montemilone (Valle Cornuta).

Dall'analisi delle foto satellitari e della cartografia topografica, è stato possibile verificare che i pendii in studio non presentano evidenze significative di forme riconducibili a movimenti

gravitativi in atto o in preparazione, come riscontrabile anche dalla consultazione del vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale; i siti, infatti non ricadono in aree classificate come esposte a pericolosità e rischio da frana né interessate da fenomeni di alluvionamento.

Si evidenzia, inoltre, che, attualmente, il principale fattore di modellamento morfologico, oltre all'azione delle acque meteoriche, è dovuto alla coltivazione agricola dei terreni in oggetto.

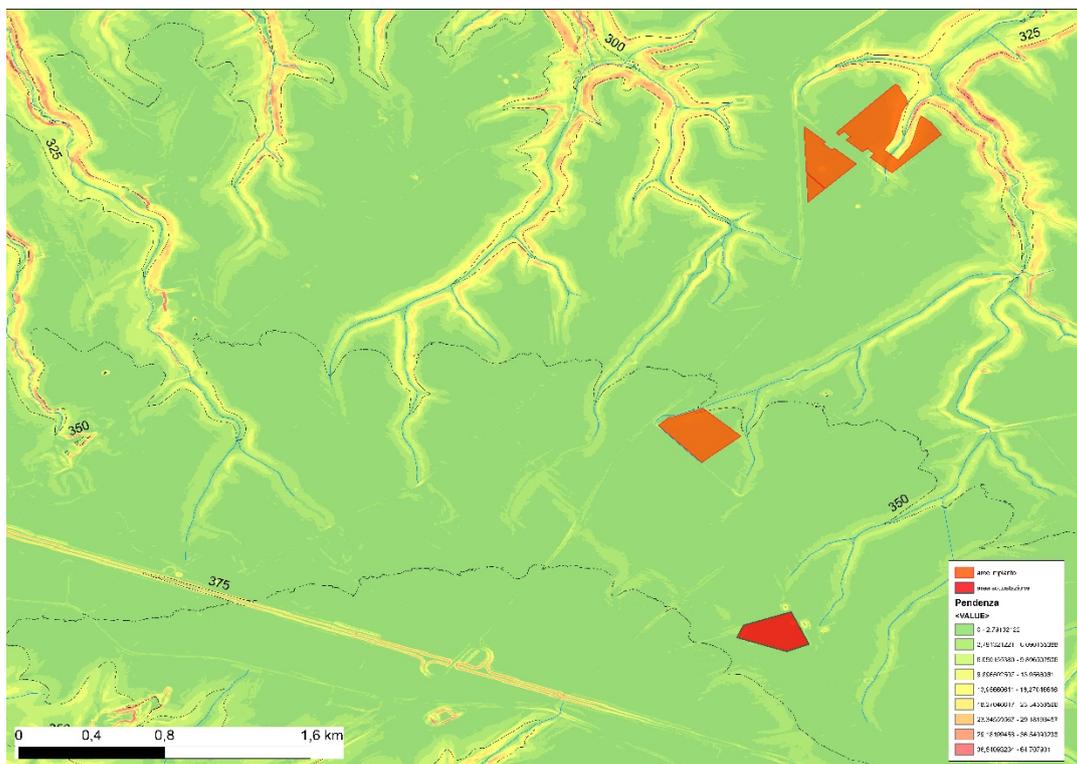


Figura 3.2 Carta delle Pendenze dell'area vasta di sito, con particolare del reticolo idrografico

### 3. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Sulla base delle diverse caratteristiche idrogeologiche (granulometria, grado di addensamento o consistenza, fratturazione e porosità) dei litotipi caratterizzanti l'area di sito è possibile individuare due distinti complessi idrogeologici.

Il primo complesso (coefficiente di permeabilità dell'ordine di  $K = 10^{-7}$ ;  $10^{-9}$  m/s) comprende i depositi argilloso-siltosi, in cui la circolazione appare nulla o trascurabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori. Il complesso litologico in questione, dunque, può essere considerato impermeabile o scarsamente permeabile, in quanto anche la permeabilità dei livelli maggiormente sabbiosi risulta controllata dalle frazioni argillose a comportamento plastico.

Il secondo complesso, invece, comprende i litotipi a granulometria più grossolana, cioè i depositi sabbiosi e quelli conglomeratici (affioranti nell'area di progetto), caratterizzati da un coefficiente di permeabilità dell'ordine di  $K = 10^{-4}$ ;  $10^{-5}$  m/s.

Tali litotipi sono da considerarsi mediamente permeabili, in quanto, anche se contraddistinti da alta porosità primaria, risultano caratterizzati da granulometria assortita con grado di addensamento o di litificazione non trascurabile che tende ad aumentare con la profondità.

Contrariamente, sono da considerarsi maggiormente permeabili i livelli superficiali maggiormente alterati e caratterizzati, dunque, da maggiore porosità che favorisce l'instaurarsi di una circolazione idrica superficiale.

In conclusione, le formazioni sabbiose e sabbioso-conglomeratiche, maggiormente permeabili, garantiscono l'infiltrazione di acqua che tende ad accumularsi in corrispondenza del contatto col substrato argilloso, impermeabile, a profondità comprese tra i 50 e i 70 m dal p.c., laddove lo spessore del complesso più permeabile assume spessore massimo.

#### **4. PERICOLOSITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA**

Si è proceduto a verificare la compatibilità delle opere di progetto con i vincoli imposti dal PAI vigente. Il Piano di Bacino è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato.

Con riferimento alla pericolosità geomorfologica dalla consultazione della cartografia allegata al Piano si evince che nel perimetro delle aree di impianto e della sottostazione non insistono perimetrazioni a rischio R4; analogamente con riferimento alla pericolosità idraulica si osserva che sia l'area di impianto che il sito della sottostazione elettrica sono liberi da vincoli (5.1).

#### **5. SISMICITÀ**

L'area di progetto è da considerarsi tettonicamente attiva poiché interessata da terremoti di varia intensità nel corso dei secoli passati, come si può evincere dalla consultazione di varie pubblicazioni di carattere sismologico, tra le quali il Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (CFTI – INGV); a tal proposito si citano, tra gli altri, il terremoto del 1456 con epicentro a Venosa e intensità di VIII grado della scala MCS (Guidoboni & Comastri, 2005) e il terremoto di Melfi del 1851 di Magnitudo equivalente pari a 6.3 (CFTI – INGV).



Figura 5.1 Stralcio del PAI vigente

Tra gli eventi sismici i cui effetti hanno interessato l'area in oggetto negli ultimi decenni si registrano, invece, i terremoti del 1930 e del 1980, con epicentro in Irpinia.

La consultazione del database DISS, relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5.5, mostra che l'area vasta, in cui ricade il sito di progetto, risulta bordata da potenziali faglie sismogenetiche, sia lungo il margine settentrionale che lungo quello meridionale.

In particolare, immediatamente a sud rispetto all'area di progetto si registra la presenza della sorgenti composite ITCS089 'Rapolla – Spinazzola' e ITCS084 'Mirabella Eclano-Monteverde', caratterizzate, da cinematismi prevalenti di tipo *strike-slip* laterale – obliquo destro e direzione, rispettivamente, E-O e NO-SE.

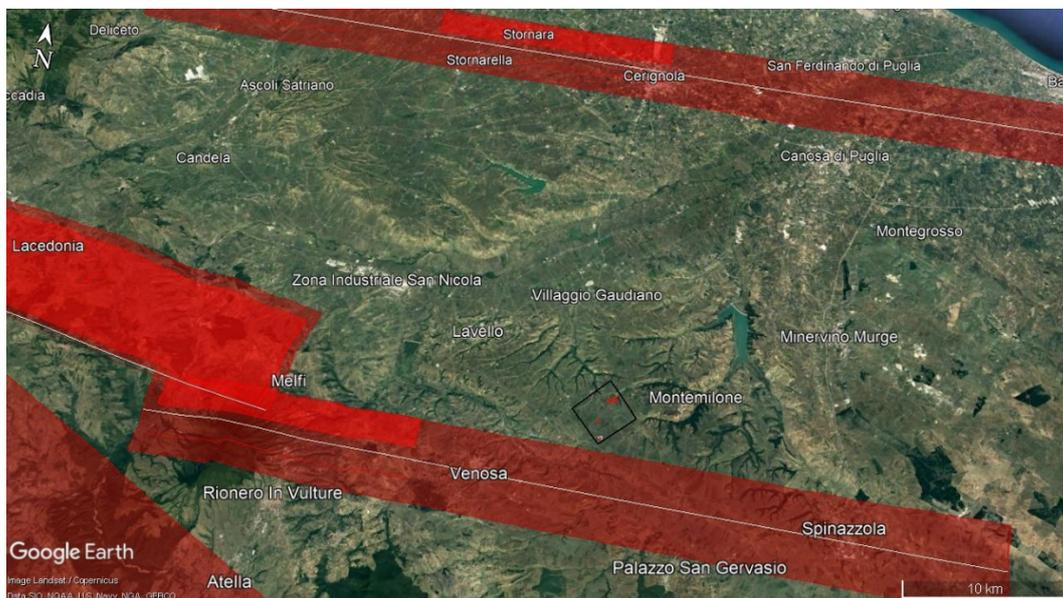
Rientrano nelle suddette fasce di sorgenti composite, le sorgenti singole ITIS081 'Melfi' (profondità stimata: 12.0 - 22.8 Km; Slip rate: 0.1- 0.5 mm/anno; magnitudo massima 6.3; ultimo evento: 17 agosto 1851) e ITIS088 'Bisaccia' (profondità stimata: 1.5 - 15.0 Km; Slip rate: 0.1- 1.0 mm/anno; magnitudo massima 6.7; ultimo evento: 23 luglio 1930).

Al margine settentrionale dell'area si registra, invece, la presenza della sorgente composta ITCS004 'Castelluccio dei Sauri-Trani' (profondità stimata: 1.5 - 15.0 Km; Slip rate: 0.1- 1.0 mm/anno; magnitudo massima 6.7; ultimo evento: 23 luglio 1930). appartenente al sistema *strike-slip* obliquo-laterale destro, immergente verso Nord, che interessa l'intero avampaese adriatico.

Relativamente alla vigente zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), si rileva che il sito ricade all'interno della zona 925 'Ofanto', in cui sono attesi

terremoti piuttosto profondi ( $P = 12-20$  km) e di elevata magnitudo ( $M_{max} = 6.83$ ), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente trascorrenti

In ultimo si rileva che il database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) riporta la presenza di vari elementi tettonici attivi lungo il margine settentrionale e occidentale dell'area vasta, a distanza di diversi chilometri dal sito di interesse, che potenzialmente potrebbero creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche.



*Figura 6.1: Localizzazioni delle potenziali sorgenti di terremoti con  $M > 5,5$  prossime al sito di interesse, in nero (Database of Individual Seismogemetic Sources)*

## 6. CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni), "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" disciplinava la classificazione sismica dei comuni d'Italia.

Secondo tale normativa i comuni di Venosa (PZ) e Montemilone (PZ) ricadevano in Zona simica 2, ossia in un'area con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti.

In seguito a tale classificazione, effettuata per ognuno dei comuni d'Italia, è stato emanato un nuovo provvedimento che prevede l'adozione delle stime di pericolosità sismica contenute nel Progetto S1 dell'INGV-DPC. Detto studio è stato condotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che ha prodotto, per l'intera comunità nazionale, uno strumento scientificamente valido ed avanzato, nonché utilizzabile nell'immediato in provvedimenti normativi.

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.

Attraverso la consultazione delle mappe di pericolosità sismica, tramite supporto WebGIS, si rileva che nell'area di progetto i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi nell'intervallo 0,175 – 0,200  $a_g$  (accelerazione massima del suolo).

## 7. CATEGORIA DI SUOLO E CARATTERI FISICI E GEOTECNICI DEI TERRENI

Il DM 17 gennaio 2018 prescrive che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi o, in alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del D.M., si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ .

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al paragrafo 6.2.2 del D.M..

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

- $h_i$ : spessore dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{s,i}$ : velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;
- $N$ : numero di strati;
- $H$ : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30,00 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30,00$  metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2 II. Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al paragrafo 3.2.3 delle norme.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Per il caso di studio, allo scopo di ricostruire un dettagliato modello geologico e geotecnico del sito di interesse, è stata condotta una campagna di indagini sismiche, consistita in:

- n. 3 sondaggi di sismica a rifrazione in onde P (SOND. 1, SOND. 2, SOND. 3);
- n. 3 sondaggi di sismica di tipo MASW (MASW 1, MASW 2 e MASW 3)

Le indagini effettuate sono ubicate come riportato nella figura successiva.



*Figura 8.1 Stralcio topografico con ubicazione dei profili di indagine sismica (in bianco).*

I risultati ottenuti sono sintetizzati di seguito. Si consulti invece l'allegato alla presente relazione per la disamina completa dei dati rilevati.

#### SOND1 e MASW1

Il sondaggio a rifrazione ha permesso di riconoscere la sovrapposizione di 3 strati con caratteristiche geotecniche differenti; il primo ha  $V_p$  pari a 379,6 m/s ed una potenza variabile da 2 a 3,4 m. Al di sotto di questa profondità la  $V_p$  assume il valore di 1253 m/s. Il letto di questo secondo sismostrato si rinviene tra 7,7 e 12,4 m; al di sotto si rinviene il terzo sismostrato individuato che ha  $V_p$  pari a 1973,6 m/s. I valori di  $V_p$ , dunque, indicano la presenza di terreni non litoidi; la parte più superficiale è caratterizzata da scarso addensamento e debole coesione.

L'indagine MASW ha restituito invece la seguente successione sismostratigrafica:

	<b>V<sub>s</sub></b>	<b>Profondità del letto dello strato</b>
Strato 1	225,30	2,21
Strato 2	757,4	9,8
Strato 3	1053,59	14,81
Strato 4	1377,04	27,30
Strato 5	1812,27	indefinita

Si registra quindi una costante crescita di  $V_s$ . Utilizzando i valori di  $V_s$  normalizzata, attraverso alcune note relazioni empiriche, è possibile determinare alcuni parametri fisici e geotecnici dei terreni investigati

	P <sub>v</sub> (kN/mc)	Angolo di attrito	Coesione non drenata (KPa)*
Strato 1	16.65937689	> 35	122.00
Strato 2	22.55795785	> 35	> 300
Strato 3	24.49832352	> 35	> 300
Strato 4	26.19419731	> 35	> 300

\* Dickenson 1990

Per la determinazione della categoria di suolo, essendo stato individuato il bedrock a 9,8 m dal p.c. si calcola  $V_s$  eq che risulta pari a 494,14 m/s rispetto al piano campagna e si ottiene una attribuzione del suolo alla categoria B.

#### SOND2 e MASW2

Il sondaggio a rifrazione ha permesso di riconoscere la sovrapposizione tra 2 strati il primo con  $v_p$  pari a 417,46 m/s e il secondo con  $V_p$  pari a 1734,53 m/s. Il contatto tra i due si trova a profondità variabile da 2,7 a 3,3 m. I valori di  $V_p$  indicano anche in questo sito la presenza in affioramento di terreni non litoidi, di natura granulare con scarso addensamento o debolmente coesivi. L'indagine MASW ha restituito invece la seguente successione sismostratigrafica:

	<b>V<sub>s</sub></b>	<b>Profondità del letto dello strato</b>
Strato 1	183,67	1,53
Strato 2	701,11	7,44
Strato 3	674,19	10,95
Strato 4	588,96	22,91
Strato 5	1122,78	28,23
Strato 6	800,01	indefinito

L'indagine riconosce la presenza del bedrock con Vs maggiore di 800 m/s a 22,91 m dal p.c., ma anche una modesta inversione di Vs. Utilizzando i valori di Vs normalizzata, attraverso alcune note relazioni empiriche, è possibile determinare alcuni parametri fisici e geotecnici dei terreni investigati

	Pv (kN/mc)	Angolo di attrito	Coesione non drenata (KPa)*
Strato 1	15.83	>35	79.36
Strato 2	22.13	>35	> 300
Strato 3	21.91	>35	> 300
Strato 4	21.18	>35	> 300

\* Dickenson 1990

Per la determinazione della categoria di suolo, essendo stato individuato il bedrock a 22,91 m dal p.c. (considerando poco significativa l'inversione della Vs), si calcola Vs eq che risulta pari a 498 m/s rispetto al piano campagna e si ottiene una attribuzione del suolo alla categoria B.

#### SOND3 e MASW3

Queste indagini sono state realizzate nel sito dove sorgerà la sottostazione elettrica.

Il sondaggio a rifrazione ha permesso di riconoscere la sovrapposizione tra 4 strati. Il primo ha Vp pari a 442,8 m/s ed uno spessore compreso tra 0 e 3,2 m, Al di sotto di esso si rinviene il secondo sismostrato che ha Vp pari a 956,7 m/s; il suo letto è tra 1,8 e 5,8 m di profondità. Al di sotto di questa superficie c'è un mezzo con Vp pari a 1198 m/s il cui letto è a 5,1 – 11,3 m dal piano campagna. Oltre tale profondità la Vp cresce e si rinviene il quarto sismostrato avente Vp pari a 1374,2. I valori di Vp indicano anche in questo sito, almeno fino a 10-11 m dal p.c., la presenza di terreni non litoidi. L'indagine MASW ha restituito la seguente successione sismostratigrafica:

	Vs	Profondità del letto dello strato
Strato 1	317	1.87
Strato 2	348.53	4.47
Strato 3	160.22	7.98
Strato 4	872	10.11
Strato 5	579.13	34.03
Strato 6	1620.70	indefinita

L'indagine riconosce la presenza del bedrock con Vs maggiore di 800 m/s a 34 m dal p.c., ma anche una modesta inversione di Vs tra 10,11 e 34,03 m. Utilizzando i valori di Vs normalizzata, attraverso alcune note relazioni empiriche, è possibile determinare alcuni parametri fisici e geotecnici dei terreni investigati

	Pv (kN/mc)	Angolo di attrito	Coesione non drenata (KPa)*
Strato 1	18.14400977	>35	250.38
Strato 2	18.57926363	>35	> 300
Strato 3	15.29845726	29	59.53
Strato 4	23.36671044	>35	> 300

\* Dickenson 1990

Per la determinazione della categoria di suolo, essendo stato individuato il bedrock a profondità superiore a 30 m dal p.c. si calcola Vs 30 e considerando poco significativa l'inversione della Vs tra 10 e 34 m dal p.c. si ottiene un valore pari a 416,35 m e quindi una attribuzione del suolo alla categoria B.

## 8. CONCLUSIONI

Le indagini ed i rilevamenti condotti hanno permesso di ricostruire i caratteri geologico-stratigrafici e geotecnici dei terreni affioranti nei siti di progetto e che fungeranno da sedime per le opere di fondazione previste, inoltre sono stati riconosciuti anche i caratteri geomorfologici, idrogeologici e di sismicità dei siti e di area vasta e verificate le condizioni di pericolosità geologica rispetto a quanto riportato nel PAI e rilevato in situ.

In conclusione dello studio condotto, dunque, sulla base del quadro d'insieme ricostruito e delle evidenze sitospecifiche, è possibile affermare che non sussistono fattori di natura geologica, nel senso ampio di tale termine, che possono rappresentare un pregiudizio alla realizzazione delle opere previste in progetto e queste ultime, di contro, non costituiscono un elemento antropico capace di alterare i processi di dinamica ambientale in atto e/o modificare le condizioni attuali di sicurezza geomorfologica ed idraulica del territorio.

## 9. ALLEGATO 1 – REPORT DELLE INDAGINI GEOFISICHE

Il metodo di esplorazione sismica sfrutta la propagazione delle onde meccaniche nel sottosuolo e quindi permette di caratterizzare le proprietà elastiche dei terreni; la tecnica di base consiste nel generare delle onde meccaniche mediante sorgenti poste in punti opportunamente scelti sulla superficie topografica e nel misurare i tempi impiegati dalle perturbazioni elastiche per raggiungere i geofoni, anch'essi opportunamente posizionati sulla superficie topografica.

In particolare, l'esplorazione eseguita con il metodo della rifrazione si basa sull'analisi del tempo d'arrivo dell'onda diretta e delle onde di testa; queste ultime sono onde rifratte che si determinano

nel caso in cui la velocità di propagazione delle onde è crescente con la profondità quando l'angolo di incidenza è critico. Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione"), le più veloci fra le diverse onde elastiche, oppure la velocità di propagazione delle onde trasversali (onde SH o "di taglio").

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine geofisica non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs. Il metodo sfrutta il fenomeno della dispersione delle onde di superficie (Reyleigh e Love); queste vengono registrate durante la loro propagazione lungo lo stendimento di geofoni e sono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La teoria del metodo parte dalla considerazione che 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 sfruttata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali ed in particolare per la costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Vs). Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare una proprietà critica per molti studi geotecnici: la rigidità superficiale.

L'intero processo di indagine comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali, la costruzione di una curva di dispersione (sul grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza), l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

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

## **9.1 Sondaggi di sismica a rifrazione in onde P**

Nello specifico, i 4 sondaggi sono stati realizzati con 24 geofoni verticali con spaziatura di 2.5 m.

Sono stati realizzati cinque scoppi interfacciati tra di loro, indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5, tra i quali gli scoppi 1 e 5 sono esterni allo stendimento, ad una distanza di 2.5 m dagli estremi, mentre gli scoppi 2, 3 e 4 sono interni allo stendimento.

Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il software Easy Refract.

I risultati delle indagini svolte sono stati restituiti come sezioni multistrato e come mappe di velocità; questo ultimo metodo in particolare ha permesso di ottenere un'immagine in sezione del sottosuolo in termini di variazione del valore di  $V_p$  (rispetto alla classica rappresentazione di sezioni multistrato, ognuno caratterizzato da uno specifico valore di  $V_p$ , questa tecnica permette di individuare, con un elevato potere risolutivo, anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche offrendo la possibilità di ricostruire geometrie complesse del sottosuolo non risolvibili con i metodi tradizionali di interpretazione e restituzione).

L'operazione di picking è stata preceduta dal filtraggio delle tracce acquisite. Si riportano di seguito i dati sperimentali ed i risultati della inversione.

La strumentazione utilizzata per i rilievi è un sismografo DoReMi della SARA electronic instruments. Questo è una strumentazione a trasmissione digitale del segnale che garantisce la massima flessibilità di utilizzo in tutte le indagini geofisiche, concepito con una architettura innovativa. Il sismografo modulare è, infatti, distribuito lungo il cavo sismico e la strumentazione è quindi costituita da più unità indipendenti, ognuna contenente tutta l'elettronica necessaria, distribuite lungo tutto lo stendimento e controllate attraverso un pc. I geofoni verticali utilizzati per l'indagine sono della SARA electronic instruments da 4.5Hz. L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg ed una piastra di metallo.

### 9.1.1 SONDI (area impianto)

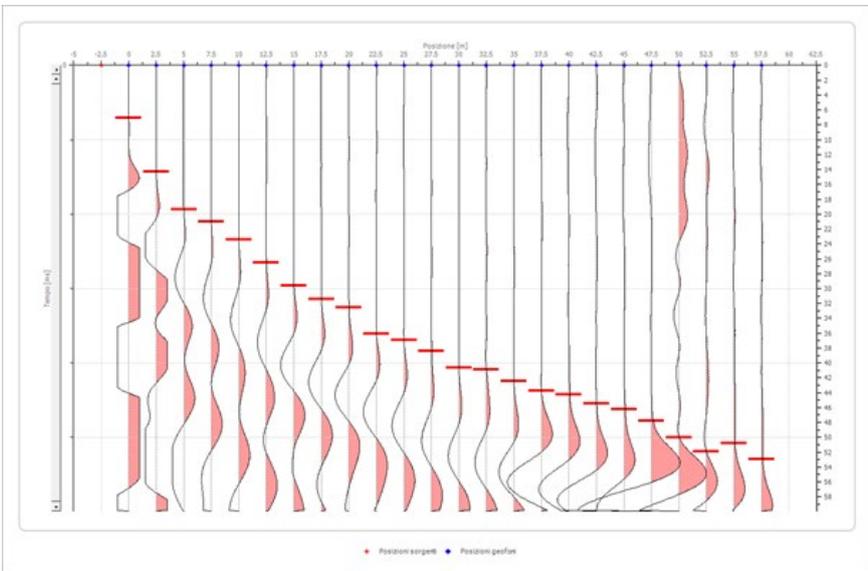
Il profilo è lungo 60.0 m. Si riporta di seguito la geometria dei geofoni.

	Posizione X [m]
1	0.0
2	2.5
3	5.0
4	7.5
5	10.0
6	12.5
7	15.0
8	17.5
9	20.0
10	22.5

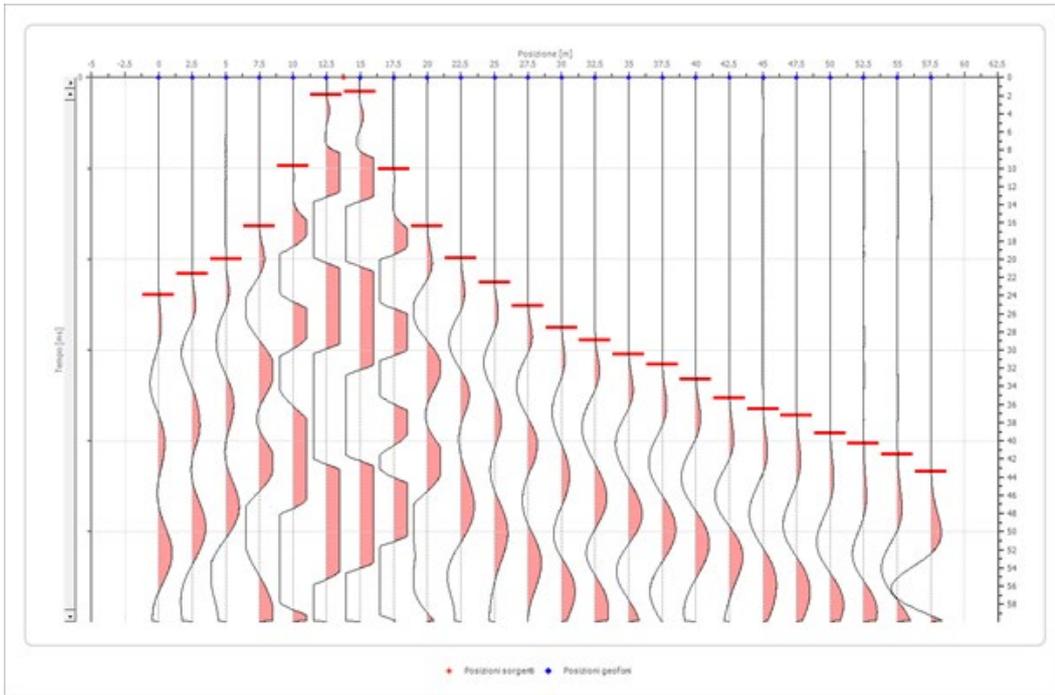
11	25.0
12	27.5
13	30.0
14	32.5
15	35.0
16	37.5
17	40.0
18	42.5
19	45.0
20	47.5
21	50.0
22	52.5
23	55.0
24	57.5

Si riportano, di seguito, le tracce relative alle singole energizzazioni:

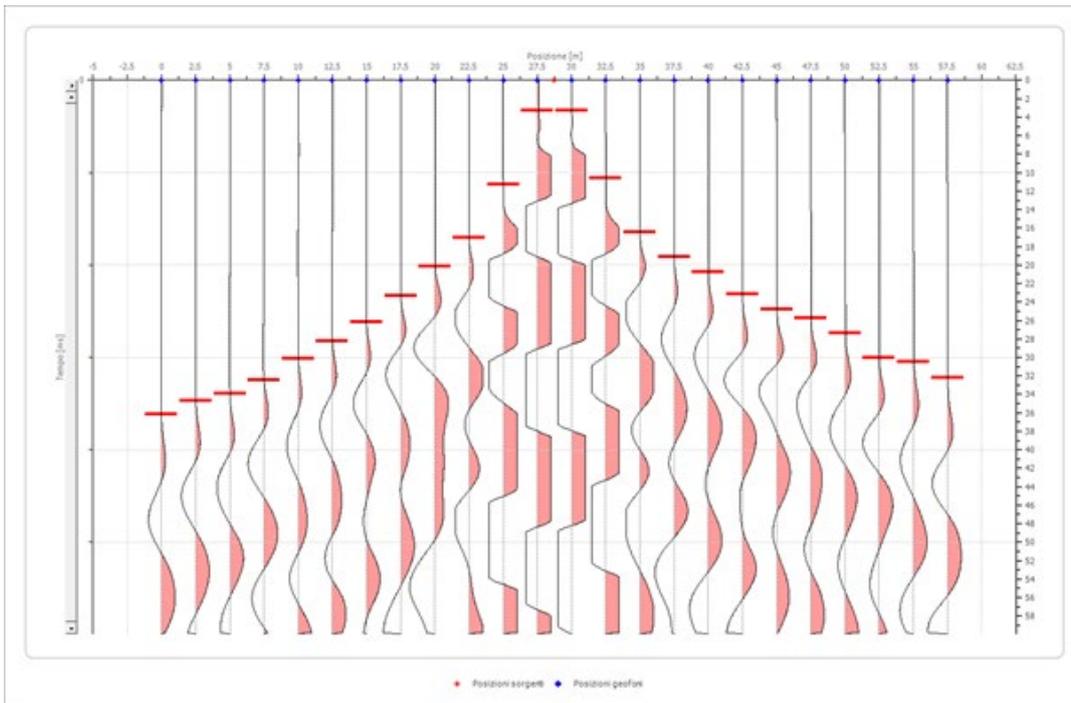
Scoppio 1



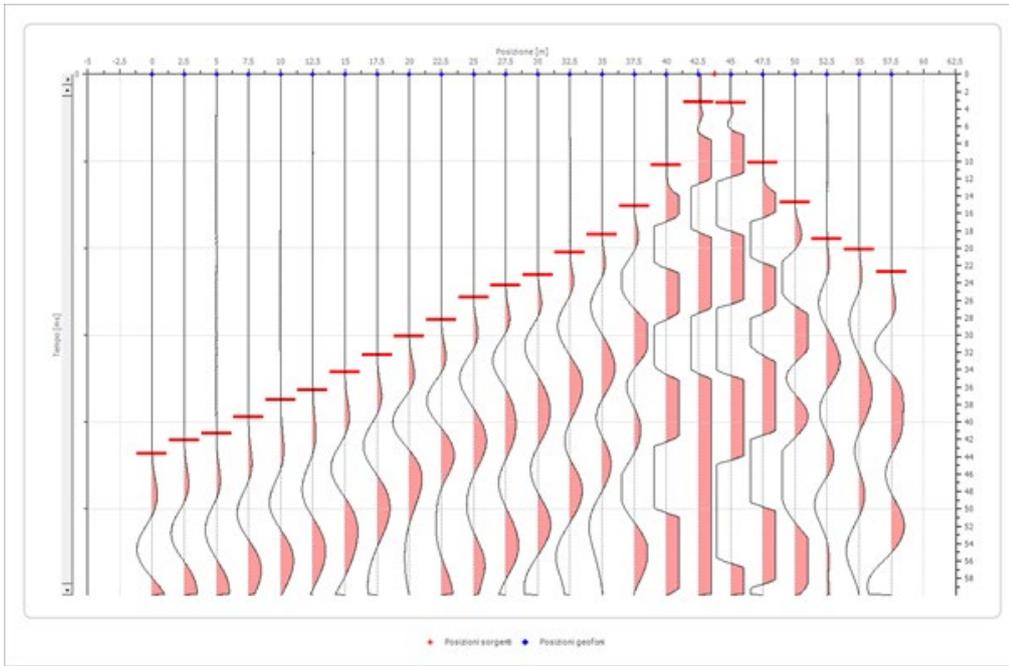
Scoppio 2



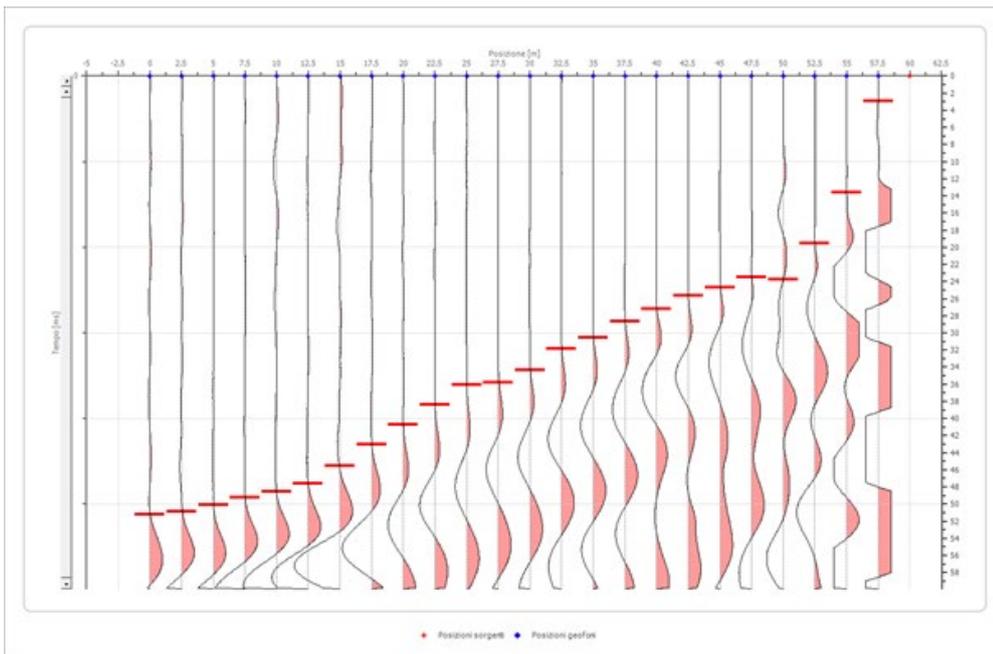
Scoppio 3



Scoppio 4



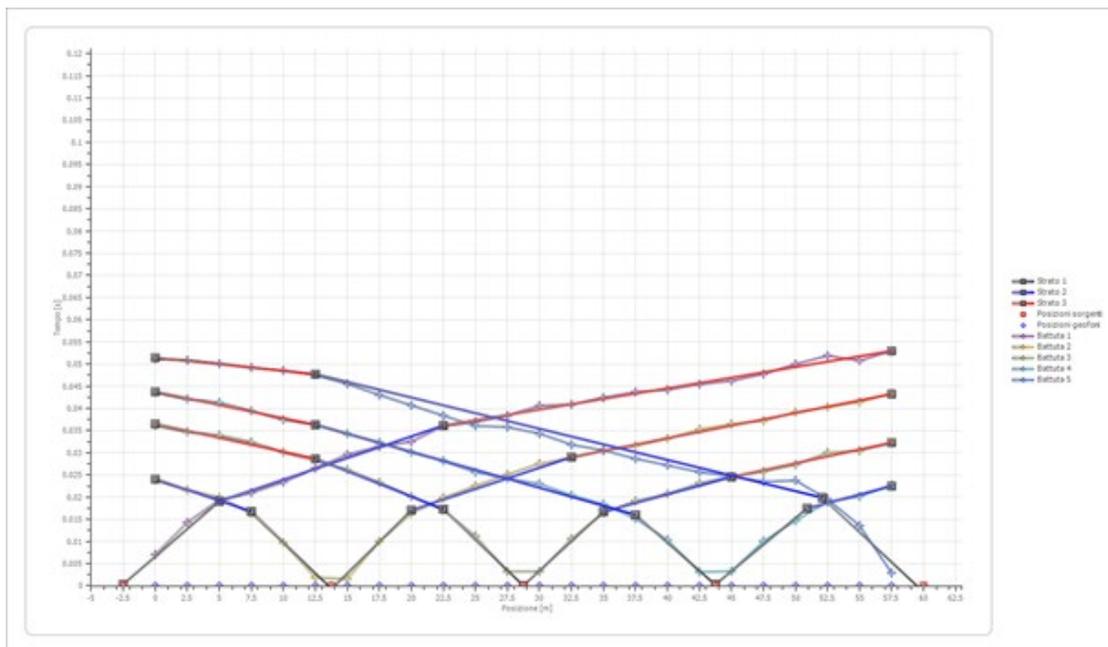
### Scoppio 5



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]				
0.0	7.0588	23.8881	36.1550	43.6155	51.2195
2.5	14.2898	21.5925	34.7202	42.1090	50.8752
5.0	19.3687	19.9426	33.9311	41.3199	50.1004
7.5	21.0043	16.3558	32.4247	39.4548	49.2396
10.0	23.4146	9.7561	30.1291	37.4462	48.5509
12.5	26.5136	1.8651	28.2640	36.3702	47.6040

15.0	29.6126	1.5782	26.1836	34.2898	45.5380
17.5	31.4204	10.0430	23.3142	32.2812	43.0416
20.0	32.5395	16.3558	20.1578	30.1291	40.7174
22.5	36.0689	19.8709	17.0732	28.1923	38.3931
25.0	36.9297	22.5251	11.2626	25.6098	36.0689
27.5	38.3931	25.1076	3.2281	24.2468	35.8106
30.0	40.6313	27.5466	3.2281	23.0273	34.3472
32.5	40.8895	28.9096	10.6169	20.4448	31.8508
35.0	42.4390	30.4878	16.4275	18.4362	30.5595
37.5	43.7303	31.5638	19.1535	15.1363	28.6657
40.0	44.2468	33.2138	20.7317	10.4017	27.2023
42.5	45.4519	35.2941	23.1707	3.1564	25.6528
45.0	46.2267	36.5136	24.7489	3.2999	24.7059
47.5	47.7762	37.2310	25.7532	10.1148	23.5007
50.0	50.0143	39.1679	27.3314	14.7059	23.7590
52.5	51.9082	40.3156	30.0574	18.9383	19.5409
55.0	50.7891	41.4634	30.4878	20.1578	13.6011
57.5	52.9412	43.4003	32.2095	22.7403	2.9268

### Dromocrone



### Interpretazione con metodo G.R.M

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	3.4	7.7	--
G= 2.5 [m]	3.2	8.4	--
G= 5.0 [m]	3.2	9.0	--
G= 7.5 [m]	2.8	10.1	--
G= 10.0 [m]	2.4	11.0	--
G= 12.5 [m]	2.2	11.8	--
G= 15.0 [m]	2.4	11.1	--
G= 17.5 [m]	2.2	11.5	--
G= 20.0 [m]	2.0	12.4	--
G= 22.5 [m]	2.2	11.6	--

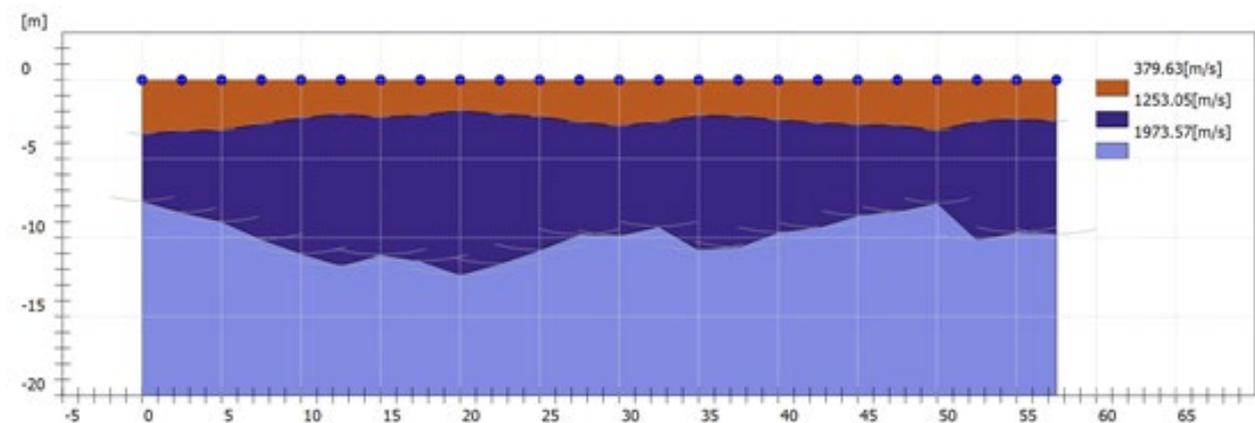
G= 25.0 [m]	2.3	10.8	--
G= 27.5 [m]	2.7	9.8	--
G= 30.0 [m]	2.9	9.9	--
G= 32.5 [m]	2.7	9.3	--
G= 35.0 [m]	2.3	10.8	--
G= 37.5 [m]	2.3	10.6	--
G= 40.0 [m]	2.5	9.7	--
G= 42.5 [m]	2.7	9.4	--
G= 45.0 [m]	2.8	8.6	--
G= 47.5 [m]	2.9	8.3	--
G= 50.0 [m]	3.2	7.8	--
G= 52.5 [m]	2.6	10.1	--
G= 55.0 [m]	2.5	9.7	--
G= 57.5 [m]	2.6	9.8	--
Velocità [m/sec]	379.6	1253.0	1973.6

### Parametri geotecnici

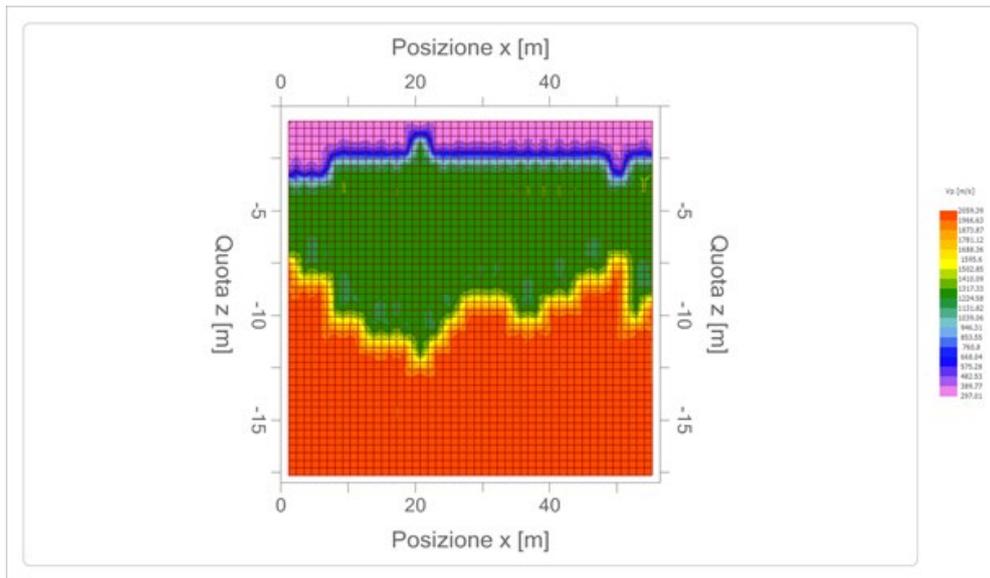
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.25	0.25	0.25
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1576.34	1977.81	2156.10
Vp [m/s]	379.63	1253.05	1973.57
Vs [m/s]	219.18	723.45	1139.44
G0 [MPa]	86.47	942.08	2336.99
Ed [Mpa]	259.42	2826.23	7010.97
M0 [MPa]	172.94	1884.15	4673.98
Ey [Mpa]	216.18	2355.19	5842.47

G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young.

### Sismostrati



### Mappa di velocità



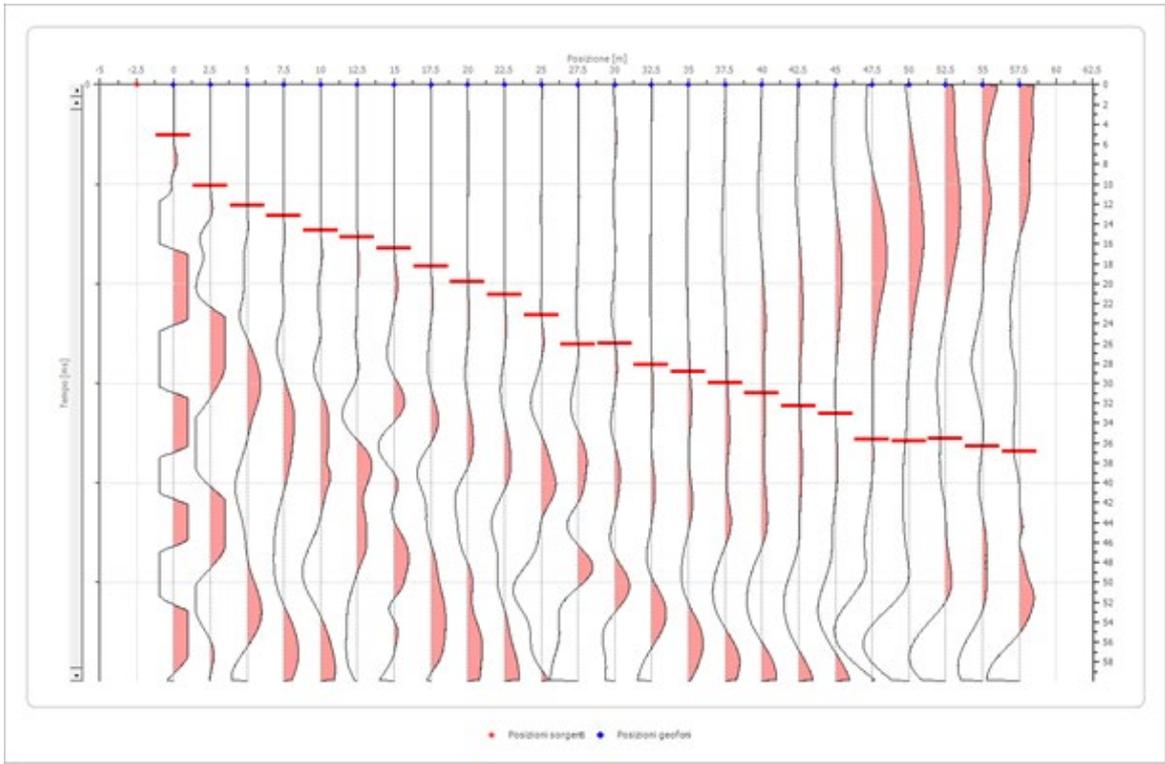
### 9.1.2 SOND2 (area impianto)

Il profilo è lungo 60.0 m. Si riporta di seguito la geometria dei geofoni.

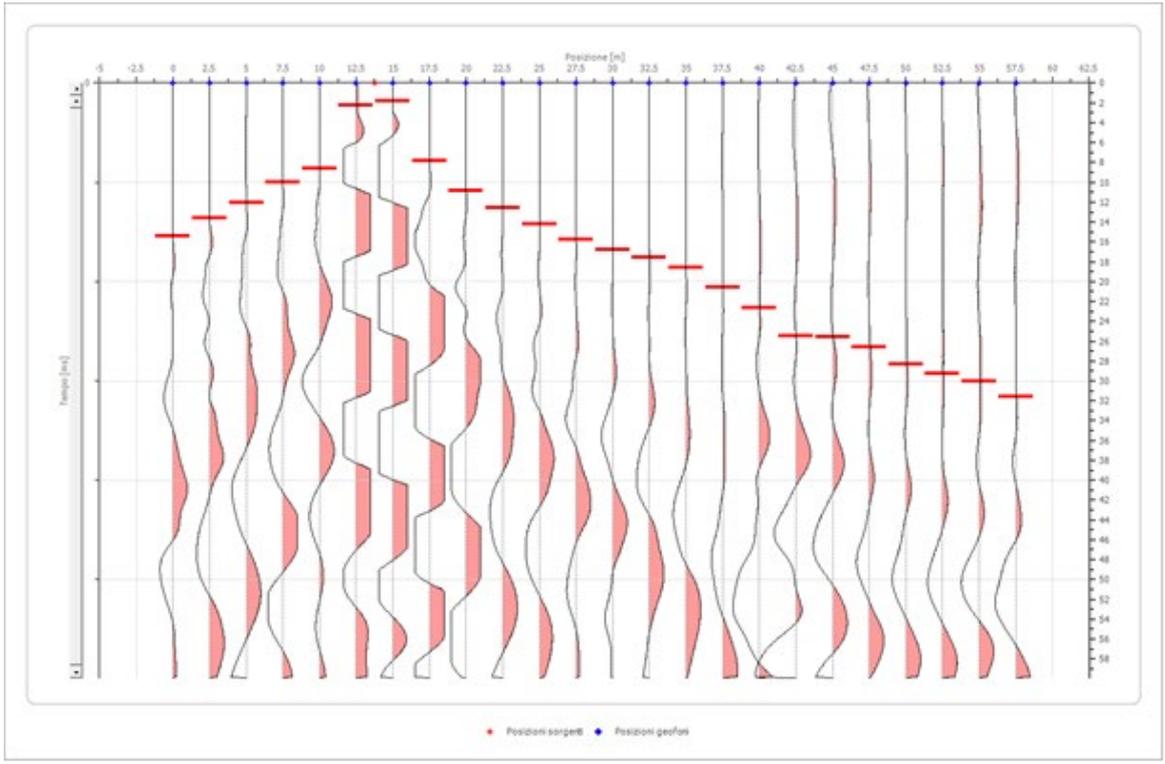
	Posizione X [m]
1	0.0
2	2.5
3	5.0
4	7.5
5	10.0
6	12.5
7	15.0
8	17.5
9	20.0
10	22.5
11	25.0
12	27.5
13	30.0
14	32.5
15	35.0
16	37.5
17	40.0
18	42.5
19	45.0
20	47.5
21	50.0
22	52.5
23	55.0
24	57.5

Si riportano, di seguito, le tracce relative alle singole energizzazioni:

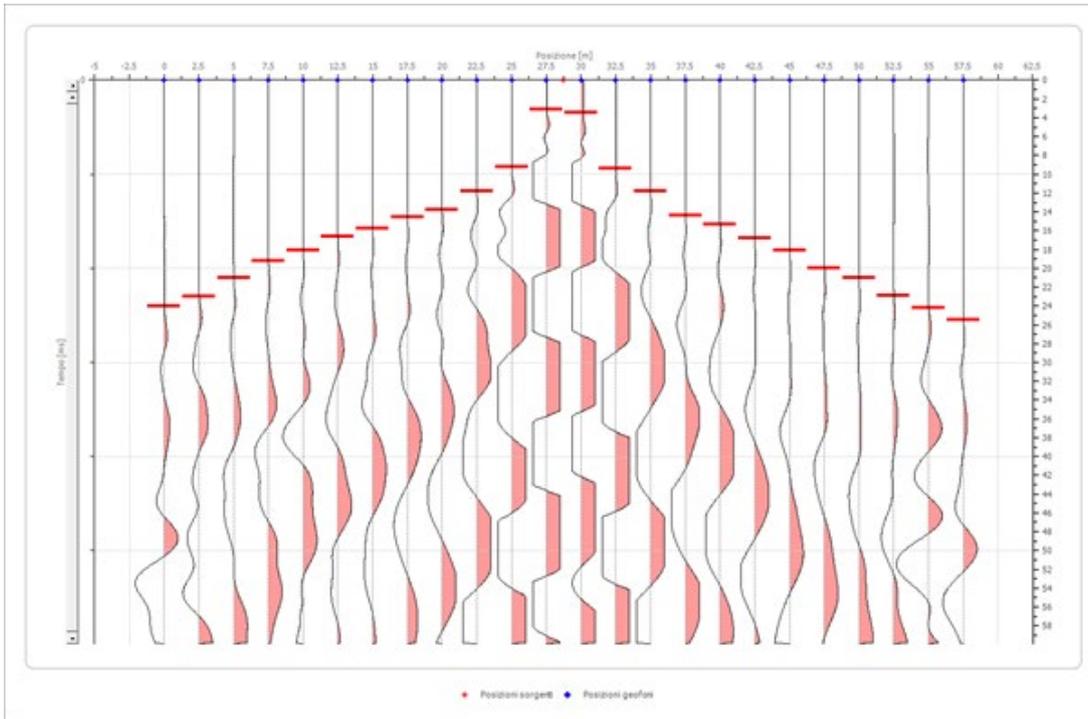
Scoppio 1



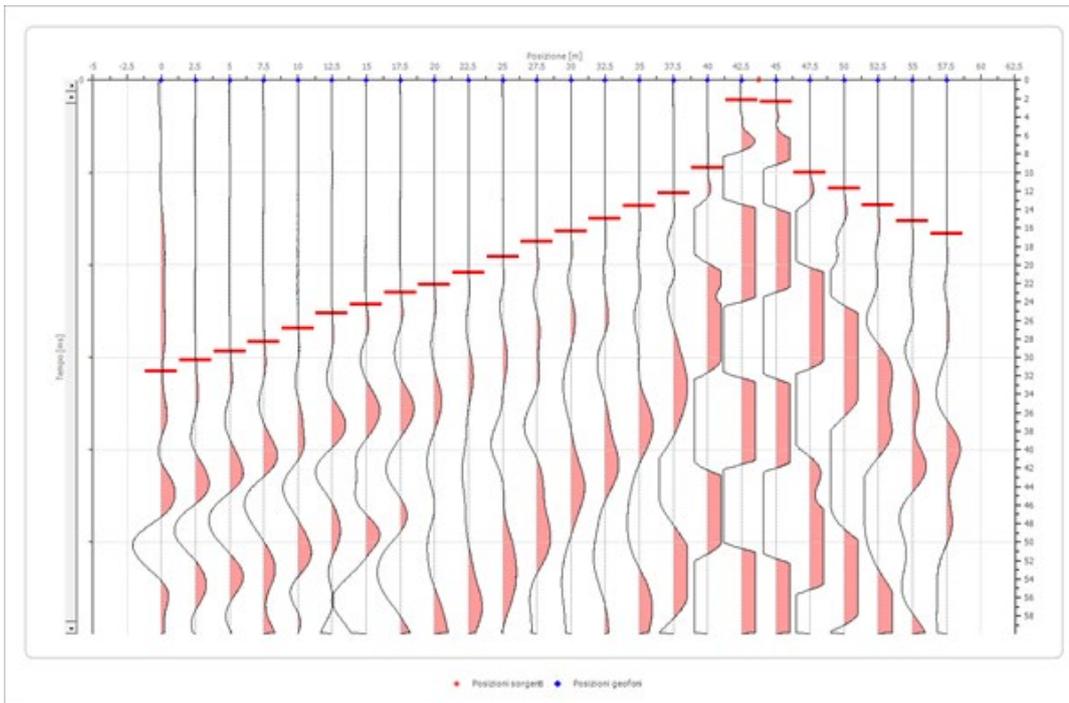
Scoppio 2



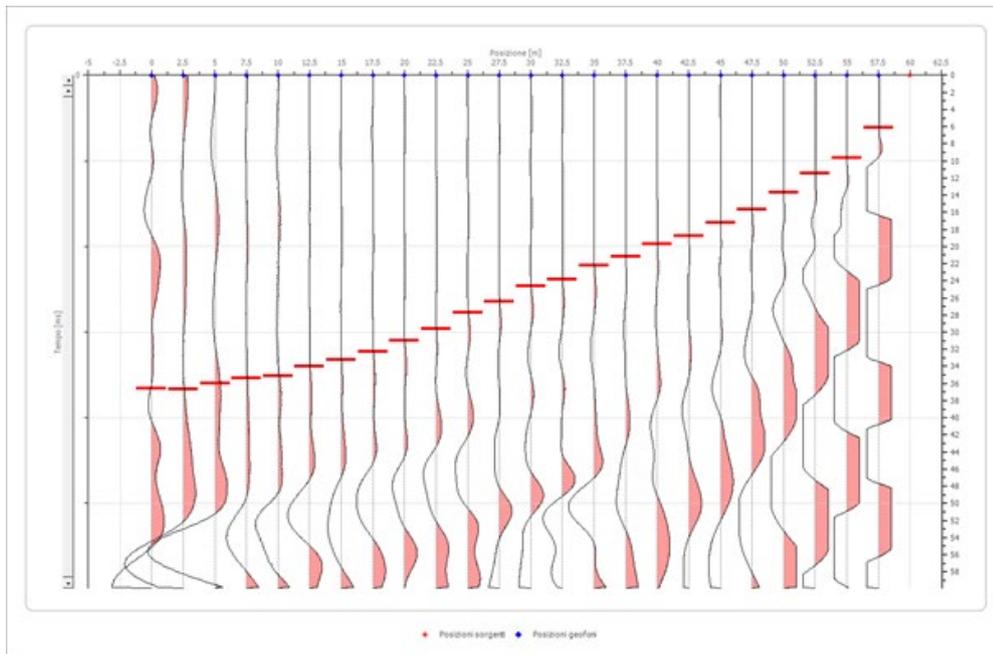
Scoppio 3



Scoppio 4

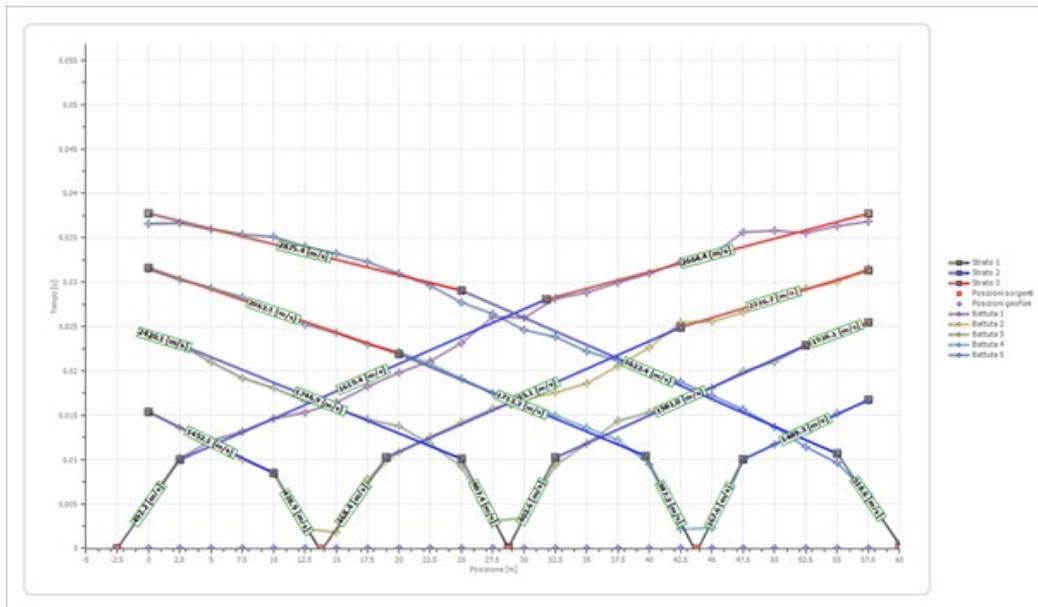


Scoppio 5



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]				
0.0	5.0789	15.4089	24.0172	31.5065	36.5854
2.5	10.1578	13.6011	22.9842	30.3013	36.6714
5.0	12.1377	12.0516	21.0043	29.3544	35.9828
7.5	13.1707	9.9857	19.1966	28.3214	35.3802
10.0	14.6341	8.6083	18.0775	26.8580	35.1220
12.5	15.3228	2.2382	16.6141	25.2224	34.0029
15.0	16.4419	1.8077	15.7532	24.2755	33.2281
17.5	18.2496	7.8336	14.5481	22.9842	32.2812
20.0	19.7991	10.8465	13.7733	22.1234	30.9900
22.5	21.0904	12.5681	11.7934	20.8321	29.6126
25.0	23.1564	14.2037	9.2109	19.1105	27.7188
27.5	26.0832	15.7532	3.0990	17.4749	26.4275
30.0	25.9971	16.7862	3.4433	16.3558	24.6198
32.5	28.1492	17.5610	9.3831	14.9785	23.8450
35.0	28.8379	18.5940	11.7934	13.6011	22.2095
37.5	29.9570	20.5739	14.3759	12.2238	21.1765
40.0	30.9900	22.6399	15.3228	9.4692	19.7131
42.5	32.2812	25.4806	16.7862	2.1521	18.7661
45.0	33.0560	25.5667	18.0775	2.3242	17.2166
47.5	35.6384	26.5997	19.9713	9.9857	15.6671
50.0	35.8106	28.3214	21.0043	11.7073	13.6872
52.5	35.5524	29.2683	22.8981	13.5151	11.4491
55.0	36.3271	30.0430	24.1894	15.2367	9.6413
57.5	36.8436	31.5925	25.4806	16.6141	6.1119

Dromocrone



### Interpretazione con metodo G.R.M

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 0.0 [m]	2.0	7.2	--
G= 2.5 [m]	1.7	8.7	--
G= 5.0 [m]	1.7	9.1	--
G= 7.5 [m]	1.5	10.0	--
G= 10.0 [m]	1.6	9.9	--
G= 12.5 [m]	1.0	11.6	--
G= 15.0 [m]	1.0	11.5	--
G= 17.5 [m]	1.2	10.9	--
G= 20.0 [m]	1.2	10.5	--
G= 22.5 [m]	1.2	10.8	--
G= 25.0 [m]	1.1	10.2	--
G= 27.5 [m]	1.3	9.4	--
G= 30.0 [m]	1.1	10.1	--
G= 32.5 [m]	1.1	10.0	--
G= 35.0 [m]	1.2	9.4	--
G= 37.5 [m]	1.4	8.6	--
G= 40.0 [m]	1.3	9.1	--
G= 42.5 [m]	1.7	7.9	--
G= 45.0 [m]	1.7	7.4	--
G= 47.5 [m]	1.8	7.5	--
G= 50.0 [m]	1.7	7.9	--
G= 52.5 [m]	1.6	7.2	--
G= 55.0 [m]	1.8	6.6	--
G= 57.5 [m]	1.7	6.8	--
Velocità [m/sec]	434.1	1576.6	2459.2
Descrizione			

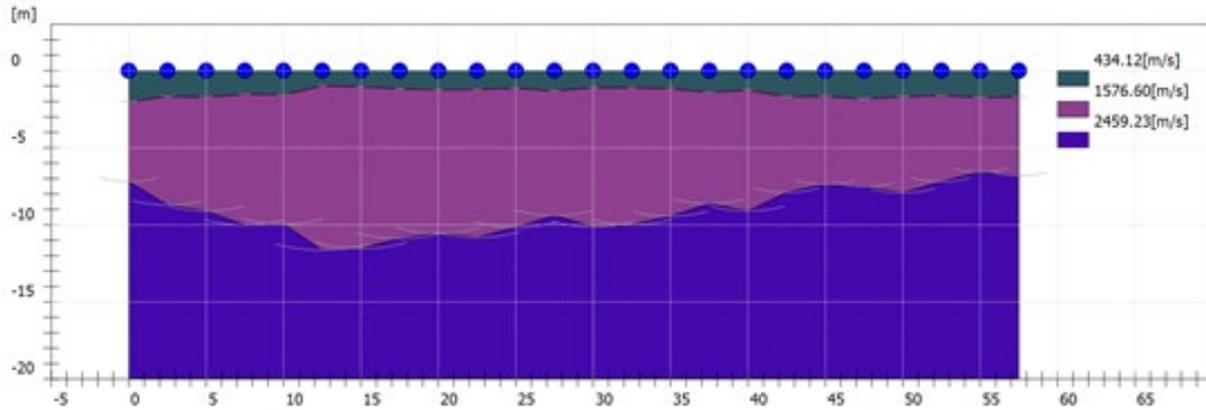
### Parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.25	0.25	0.30

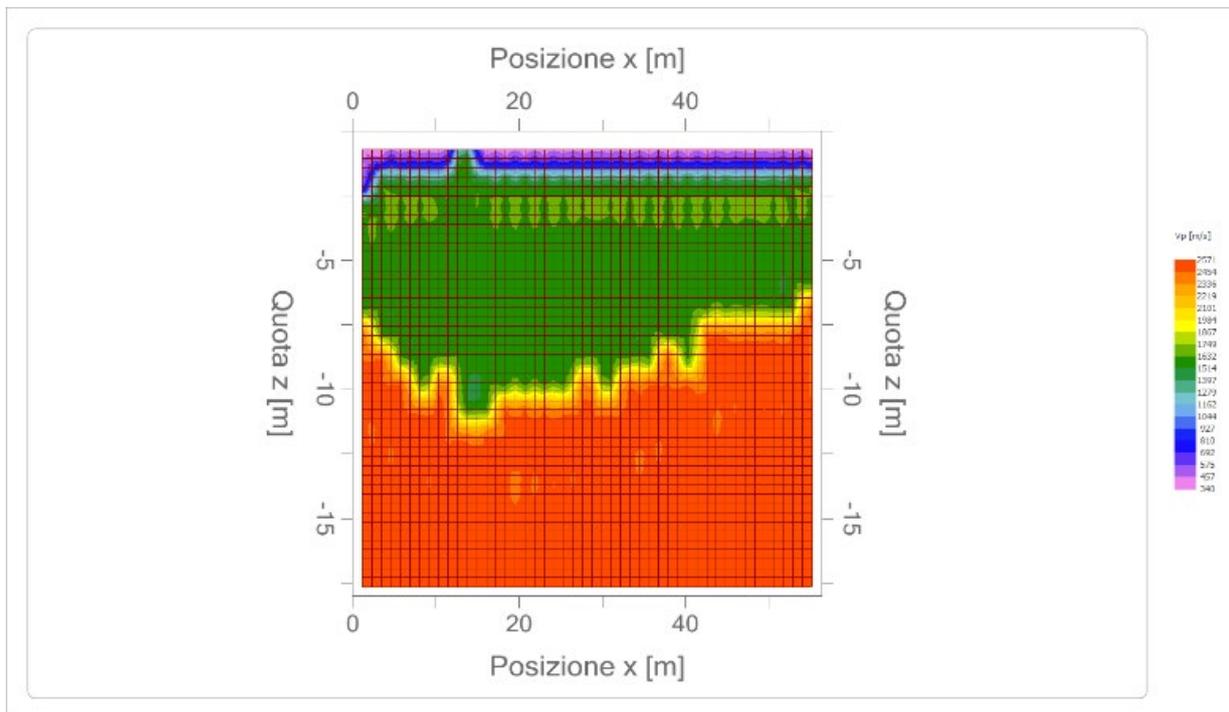
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1617.02	2066.03	2248.13
Vp [m/s]	434.12	1576.60	2459.23
Vs [m/s]	250.64	910.25	1314.51
G0 [MPa]	113.07	1491.41	3110.30
Ed [Mpa]	339.22	4474.23	10886.06
M0 [MPa]	226.15	2982.82	7775.76
Ey [Mpa]	282.69	3728.52	8086.79

G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young.

### Sismostrati



### Mappa di velocità



### 9.1.3 SOND3 (area impianto)

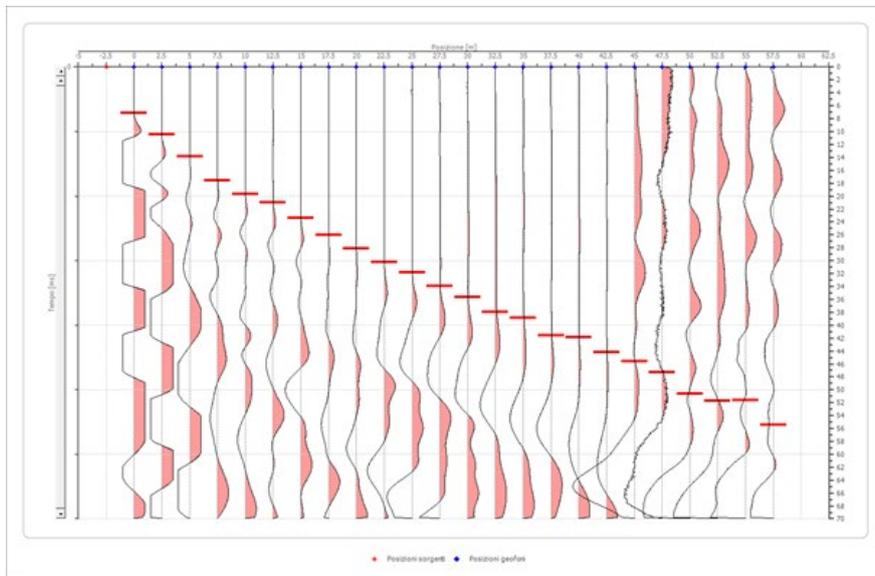
Il profilo è lungo 60.0 m. Si riporta di seguito la geometria dei geofoni.

	Posizione X
--	-------------

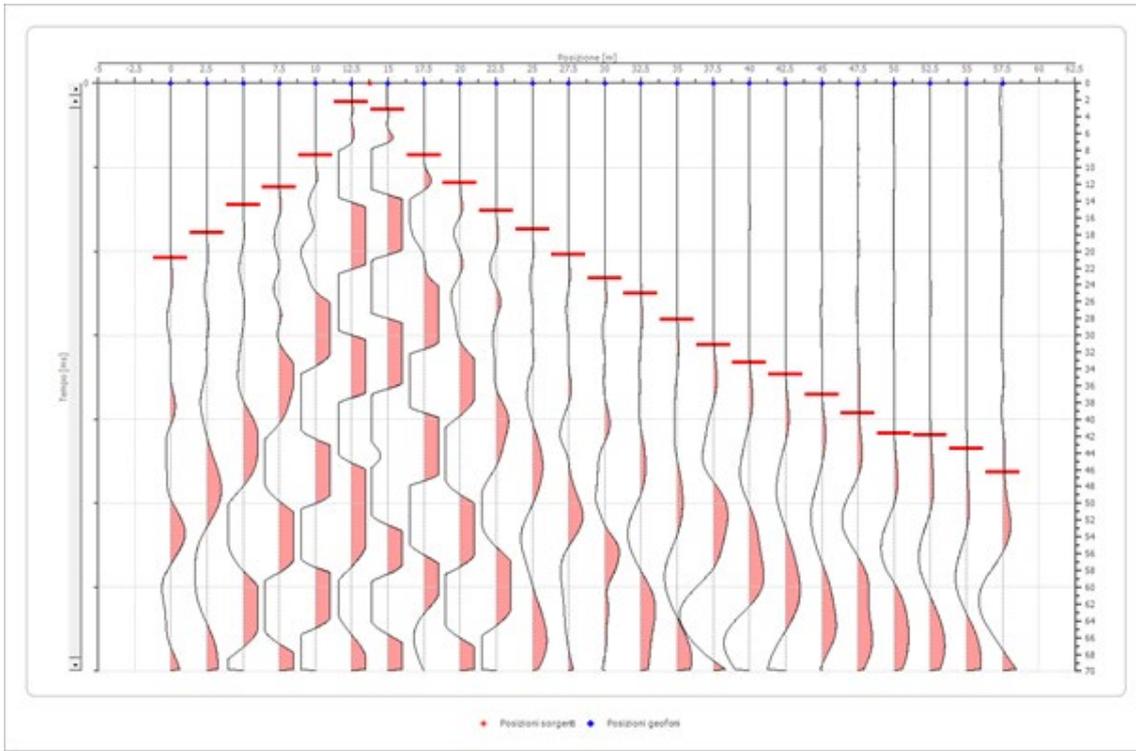
	[m]
1	0.0
2	2.5
3	5.0
4	7.5
5	10.0
6	12.5
7	15.0
8	17.5
9	20.0
10	22.5
11	25.0
12	27.5
13	30.0
14	32.5
15	35.0
16	37.5
17	40.0
18	42.5
19	45.0
20	47.5
21	50.0
22	52.5
23	55.0
24	57.5

Si riportano, di seguito, le tracce relative alle singole energizzazioni:

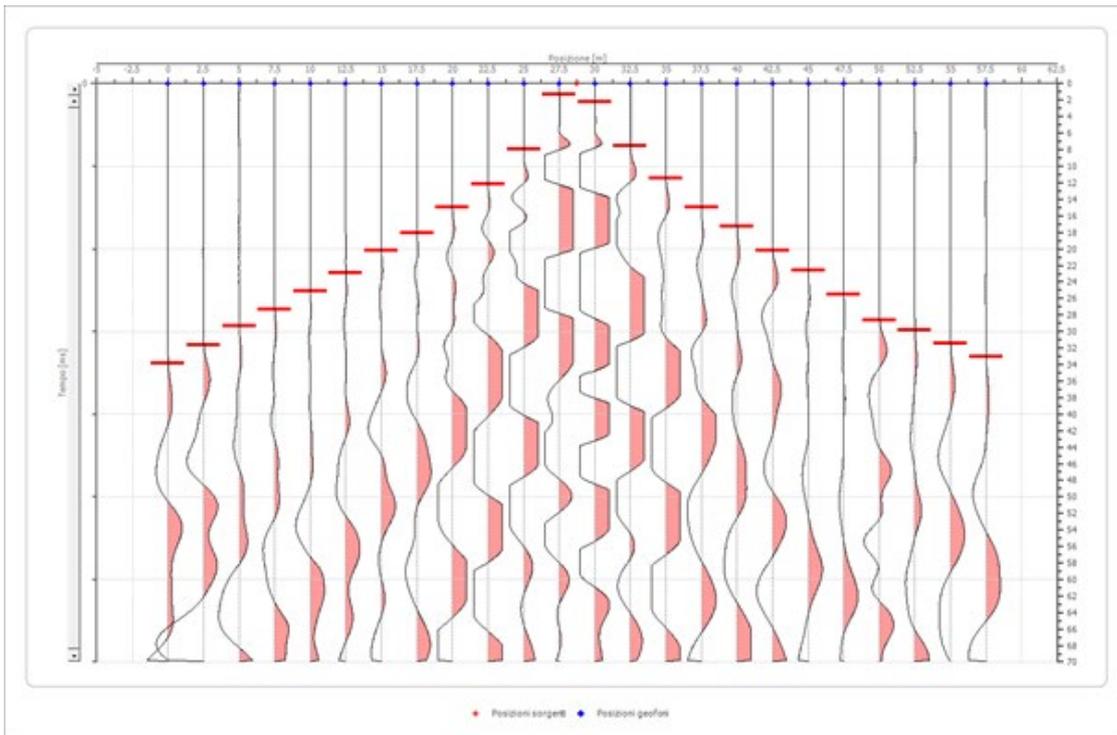
Scoppio 1



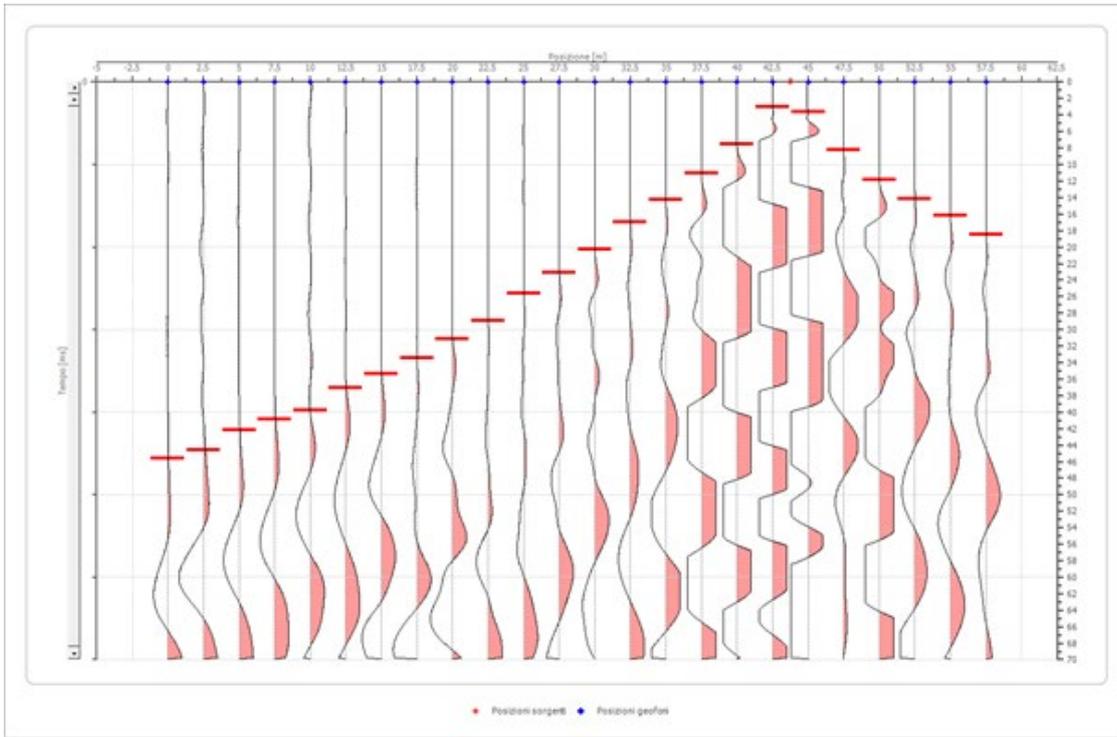
Scoppio 2



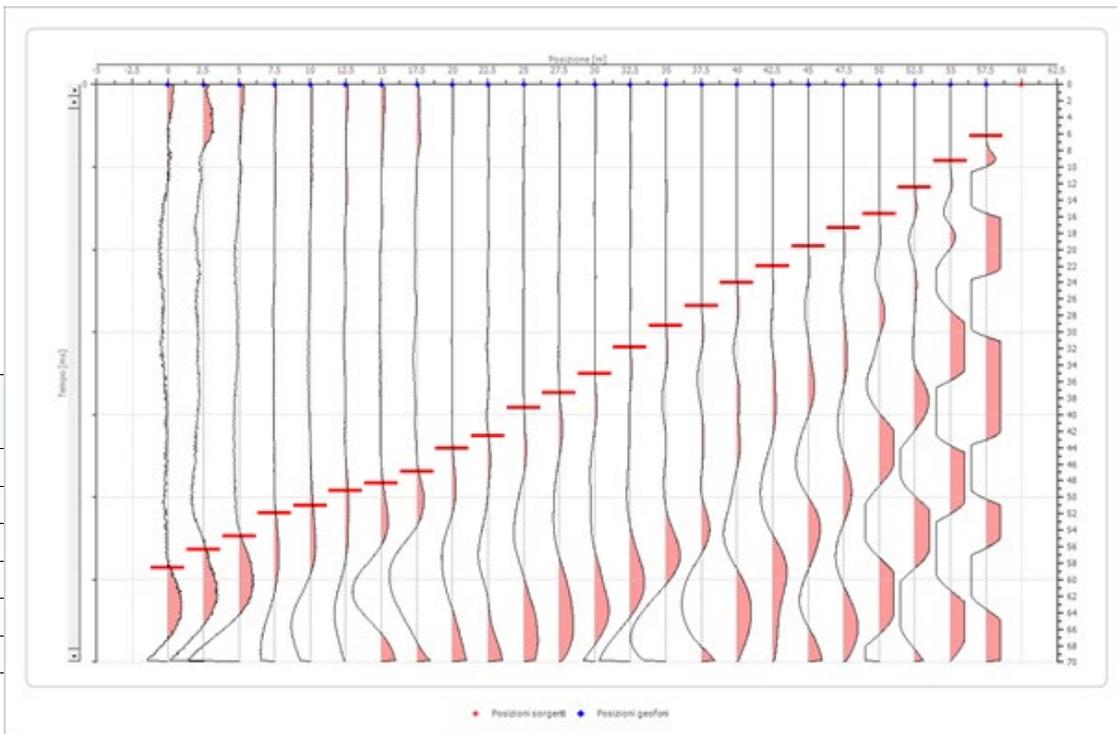
Scoppio 3



Scoppio 4

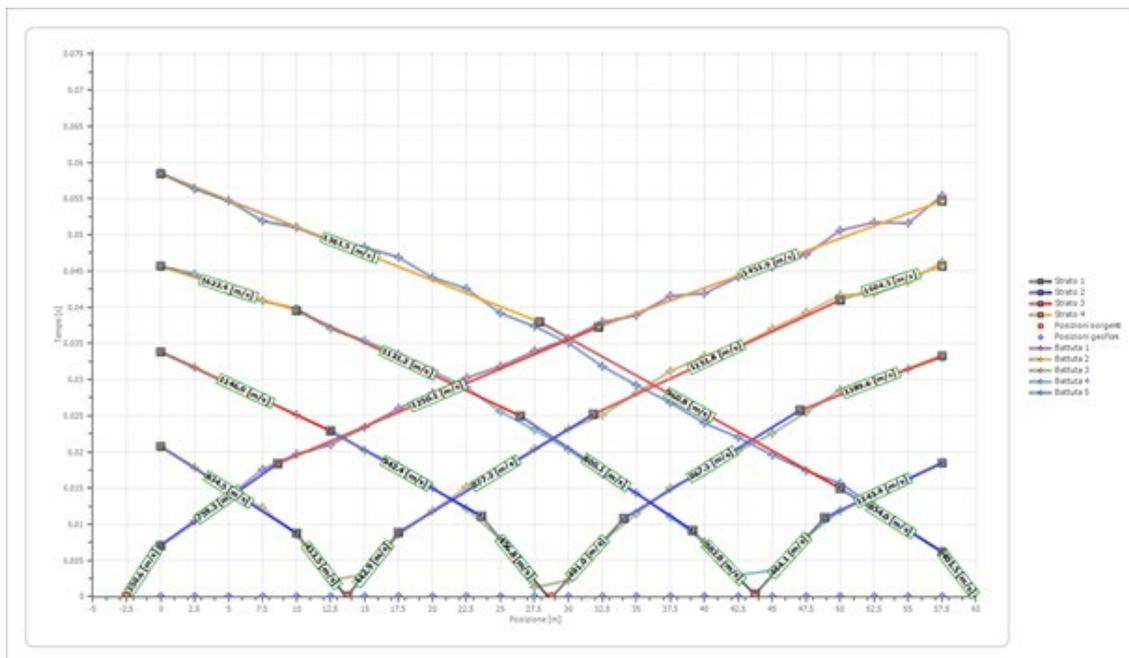


Scoppio 5



15.0	23.4003	3.0990	20.2296	35.3802	48.3070
17.5	26.0115	8.5222	18.0775	33.4864	46.9010
20.0	28.1205	11.8795	14.9785	31.1621	44.0890
22.5	30.2296	15.1506	12.1377	28.9240	42.5825
25.0	31.8364	17.3888	7.9197	25.5667	39.1679
27.5	33.9455	20.4017	1.2912	23.0703	37.3601
30.0	35.6528	23.1564	2.2382	20.3156	35.0502
32.5	37.9627	25.0502	7.5753	16.9584	31.8364
35.0	38.8666	28.1492	11.4491	14.2898	29.2253
37.5	41.5782	31.1621	14.9785	11.0187	26.8149
40.0	41.8795	33.2281	17.3027	7.5753	24.0029
42.5	44.1894	34.6055	20.1435	3.0129	21.9943
45.0	45.5954	37.0158	22.5538	3.6155	19.5839
47.5	47.3027	39.2539	25.4806	8.2640	17.3745
50.0	50.6169	41.6643	28.5796	11.8795	15.6671
52.5	51.7217	41.8364	29.8709	14.2037	12.4534
55.0	51.6212	43.4720	31.4204	16.1836	9.2396
57.5	55.4376	46.3128	33.0560	18.5079	6.2267

### Dromocrone



### Interpretazione con metodo G.R.M

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
G= 0.0 [m]	2.7	2.7	6.9	--
G= 2.5 [m]	2.8	2.8	6.6	--
G= 5.0 [m]	2.8	2.8	6.3	--
G= 7.5 [m]	3.2	3.2	4.3	--
G= 10.0 [m]	2.9	2.9	6.5	--
G= 12.5 [m]	1.5	3.6	10.1	--
G= 15.0 [m]	1.5	4.4	10.6	--

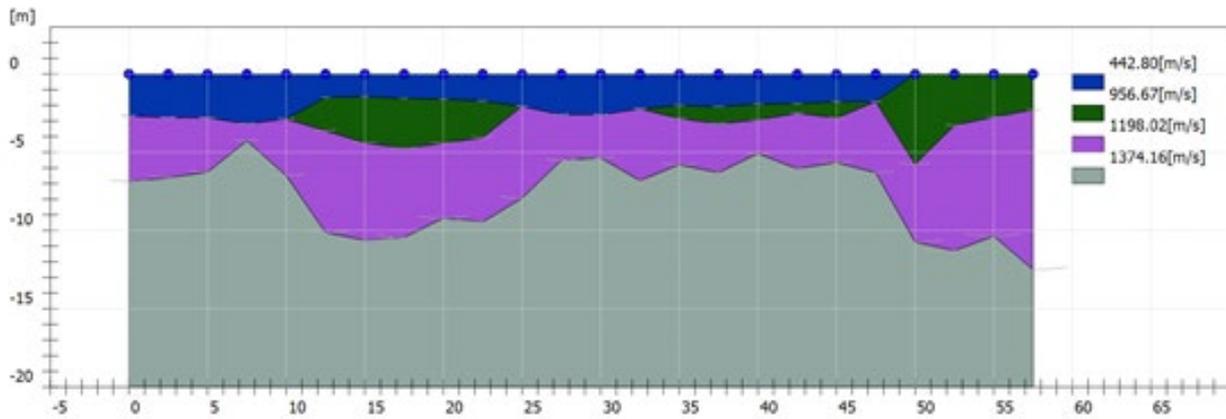
G= 17.5 [m]	1.6	4.7	10.4	--
G= 20.0 [m]	1.6	4.4	9.2	--
G= 22.5 [m]	1.7	4.1	9.5	--
G= 25.0 [m]	2.1	2.1	7.9	--
G= 27.5 [m]	2.6	2.6	5.5	--
G= 30.0 [m]	2.6	2.6	5.4	--
G= 32.5 [m]	2.2	2.2	6.8	--
G= 35.0 [m]	2.0	2.8	5.8	--
G= 37.5 [m]	2.1	3.2	6.3	--
G= 40.0 [m]	1.9	2.9	5.1	--
G= 42.5 [m]	1.9	2.5	6.1	--
G= 45.0 [m]	1.8	2.8	5.7	--
G= 47.5 [m]	1.8	1.8	6.3	--
G= 50.0 [m]	0.0	5.8	10.7	--
G= 52.5 [m]	0.0	3.3	11.3	--
G= 55.0 [m]	0.0	2.8	10.4	--
G= 57.5 [m]	0.0	2.3	12.5	--
Velocità [m/sec]	442.8	956.7	1198.0	1374.2
Descrizione				

#### Parametri geotecnici

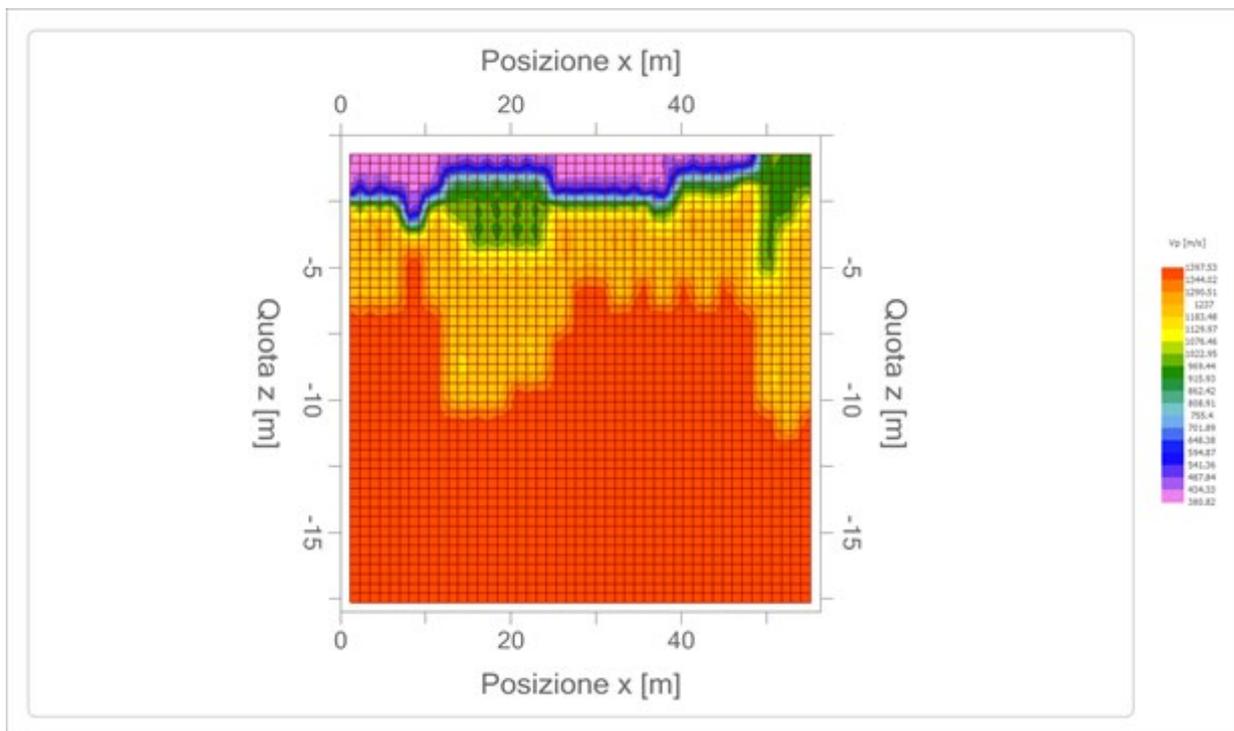
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
Coefficiente Poisson	0.25	0.25	0.25	0.30
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1623.12	1878.95	1961.00	2012.79
Vp [m/s]	442.80	956.67	1198.02	1374.16
Vs [m/s]	255.65	552.34	691.68	734.52
G0 [MPa]	117.65	549.14	861.16	971.14
Ed [Mpa]	352.94	1647.41	2583.47	3398.99
M0 [MPa]	235.29	1098.27	1722.32	2427.85
Ey [Mpa]	294.11	1372.84	2152.89	2524.96

G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young.

#### Sismostrati



Mappa di velocità



## 9.2 Sondaggi MASW

I 3 sondaggi MASW sono stati realizzati sugli stendimenti dei sondaggi in onde P; l'acquisizione è stata realizzata invece con 24 geofoni orizzontali della SARA electronic da 4,5 Hz, spaziati di 2,5 m ed orientati con asse di oscillazione solidale allo stendimento. Per ogni sondaggio è stato realizzato uno scoppio esterno allo stendimento, ad una distanza di 10 m dall'ultimo geofono.

Anche in questo caso la strumentazione utilizzata per i sondaggi è il sismografo DoReMi della SARA electronic instruments, L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg.

In questo modo è stata rilevata la componente orizzontale dell'onda di Rayleigh (questo accorgimento può facilitare il riconoscimento del modo fondamentale sul grafico Velocità di fase / Frequenza). I dati raccolti sono stati elaborati con i software GEOPSY e DINVER con la finalità di

determinare attraverso il profilo di velocità delle onde di taglio Vs sia la geometria del sottosuolo che anche il tipo di suolo secondo le normative tecniche nazionali ed internazionali.

### 9.2.1 MASW 1

Lo stendimento è coincidente con il sondaggio a rifrazione SONDI

Tracce

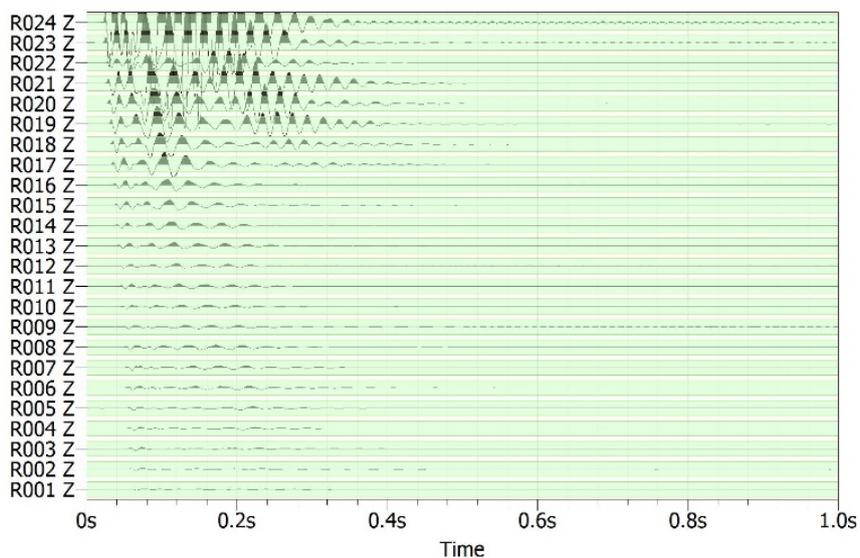
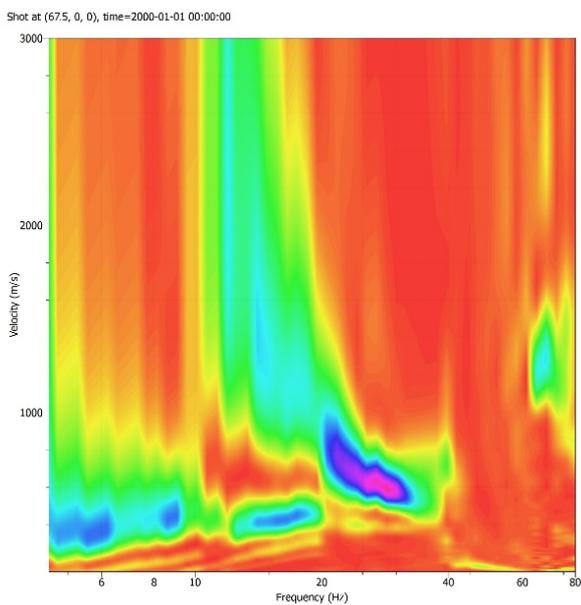
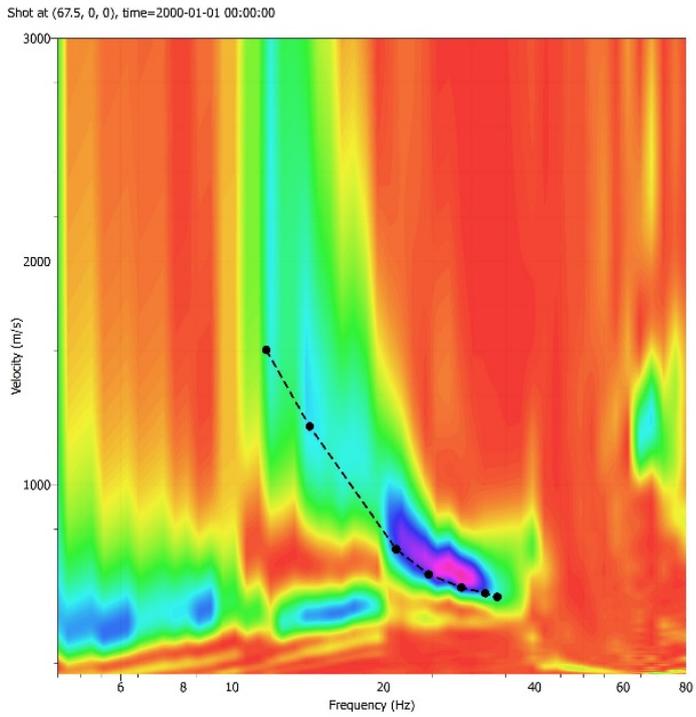


Grafico velocità di fase – frequenza

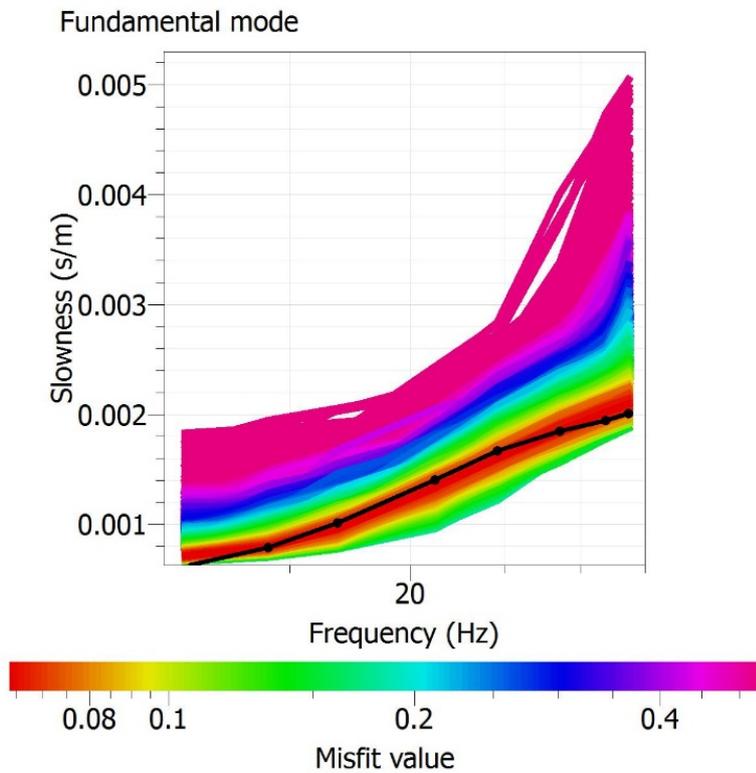


Curve di dispersioni sperimentali

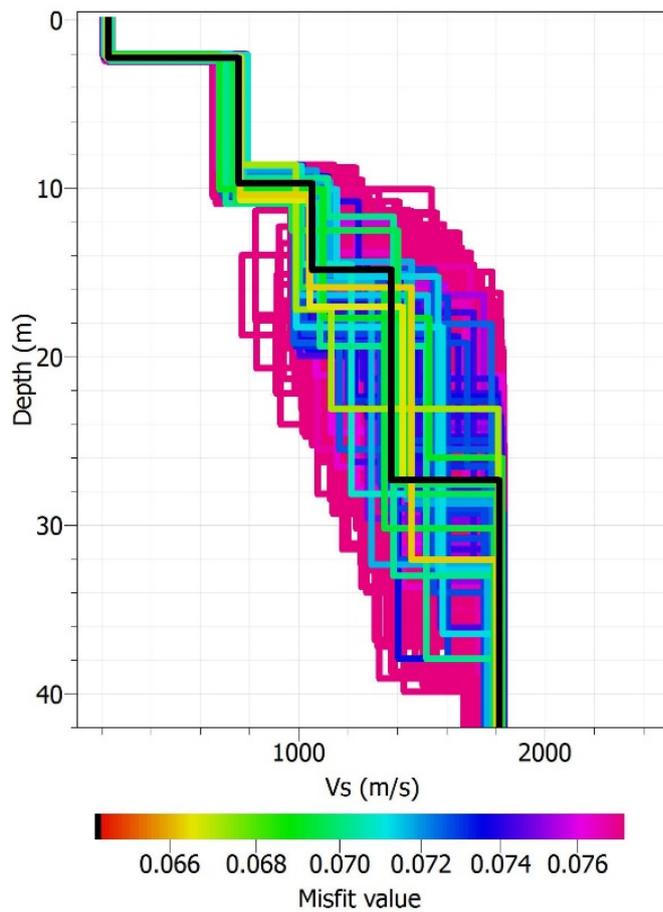


L'inversione è stata sviluppata considerando il modo fondamentale.

Curve di dispersione sintetiche



Profili di  $V_s$



La traccia nera indica il modello con il misfit più basso.

Modello di sottosuolo

Vs	Profondità del letto dello strato
225.30	2.21
757.40	9.80
1053.59	14.81
1377.04	27.30
1812.27	indefinita

### 9.2.2 MASW 2

Lo stendimento è coincidente con il sondaggio a rifrazione SOND2

Tracce

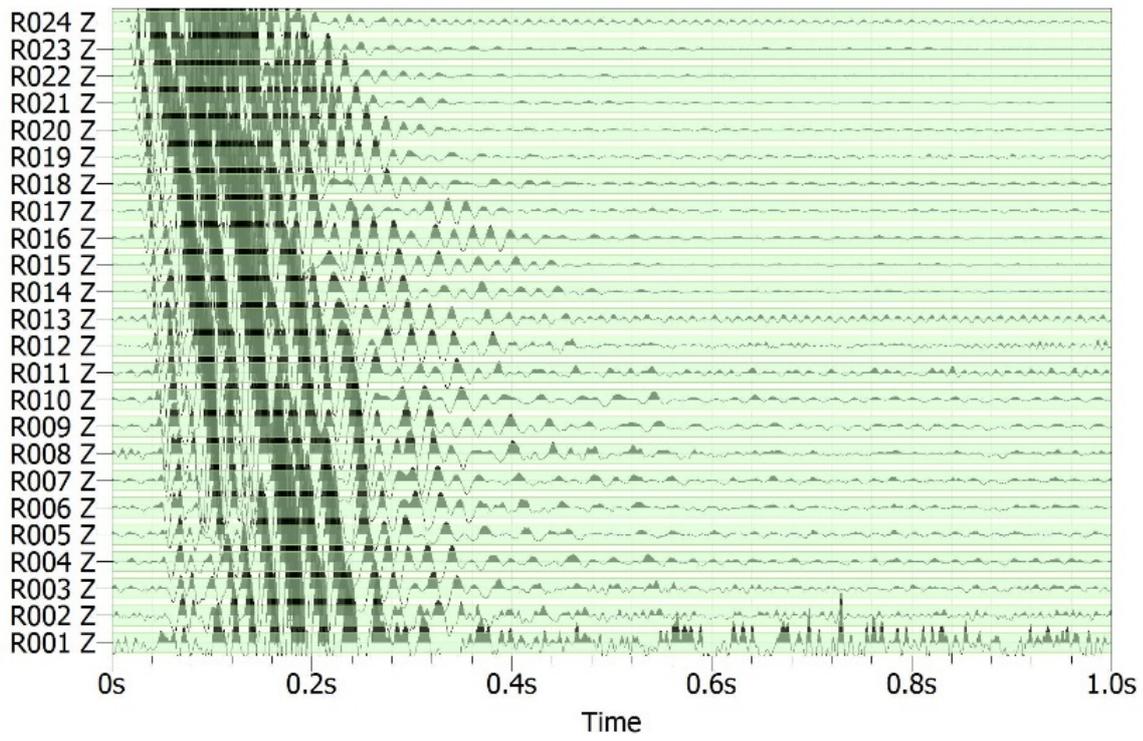
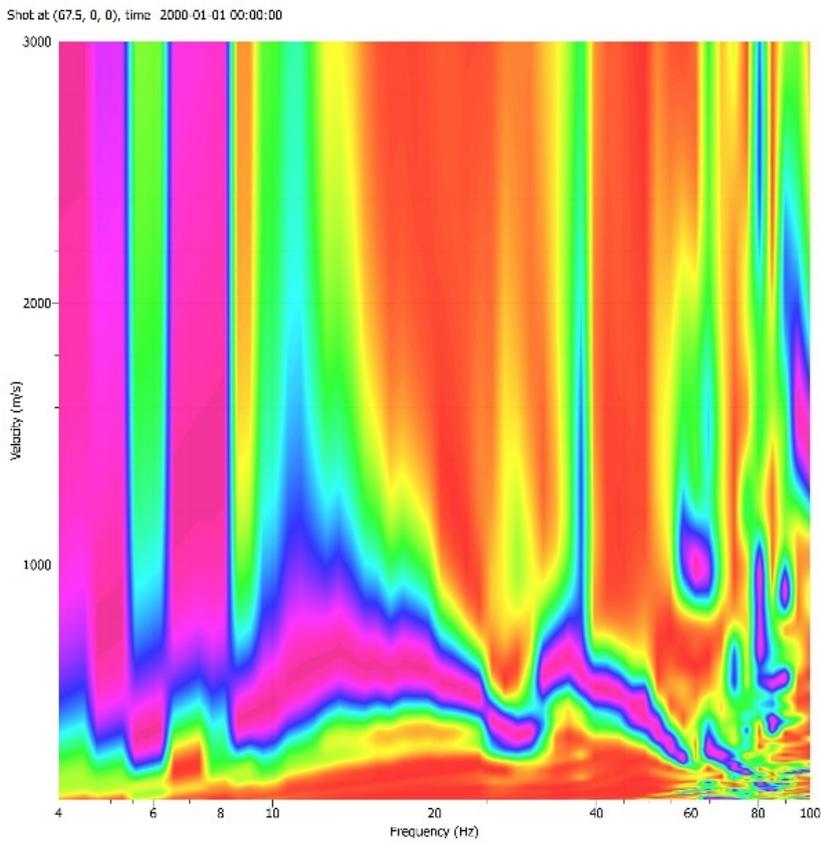
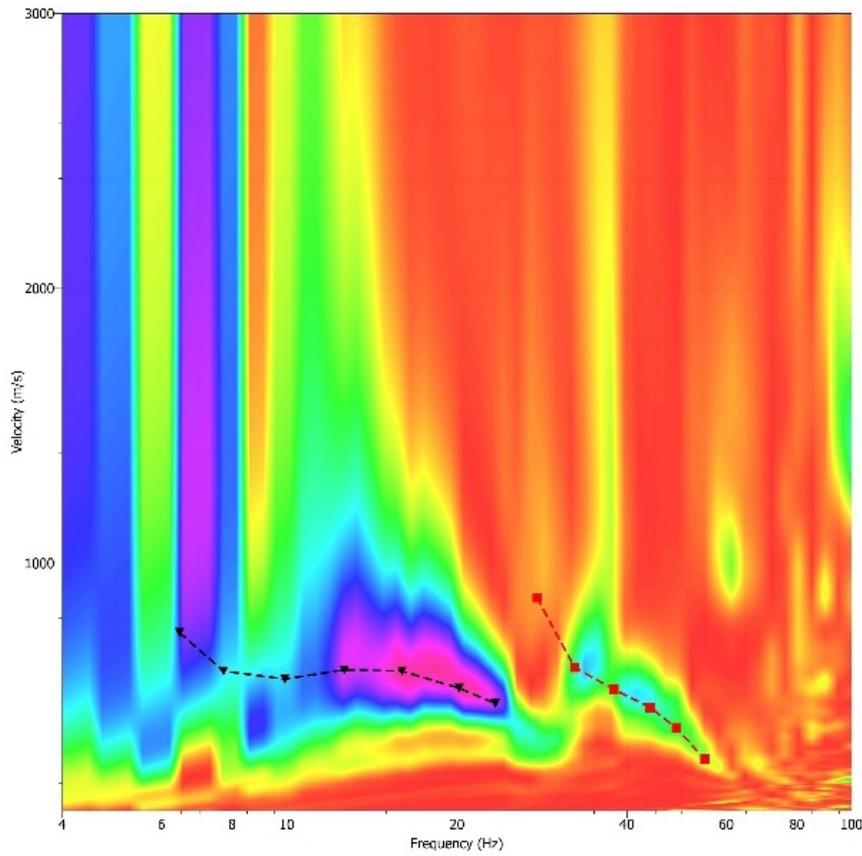


Grafico velocità di fase – frequenza



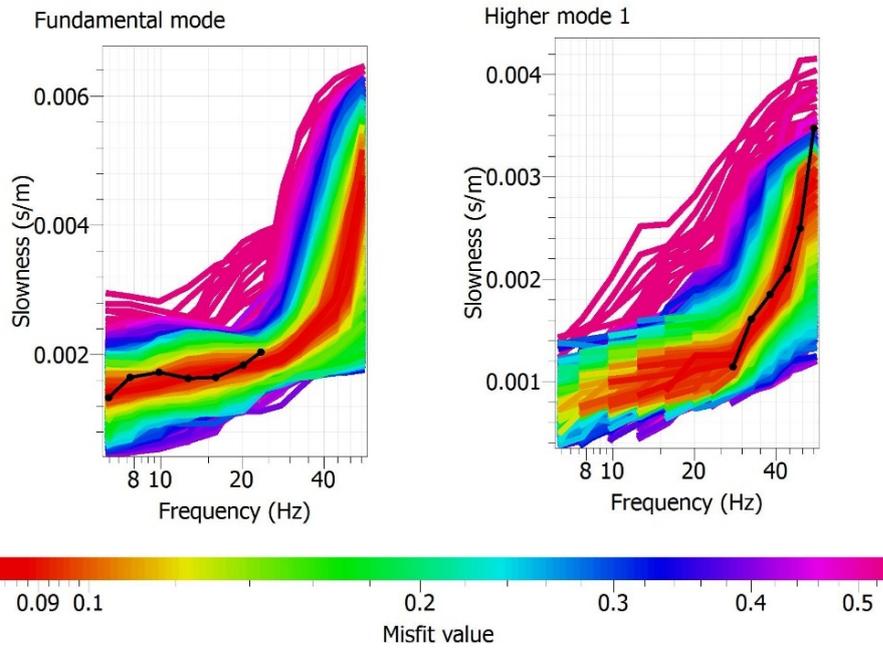
Curve di dispersione sperimentali

Shot at (67.5, 0, 0), time=2000-01-01 00:00:00

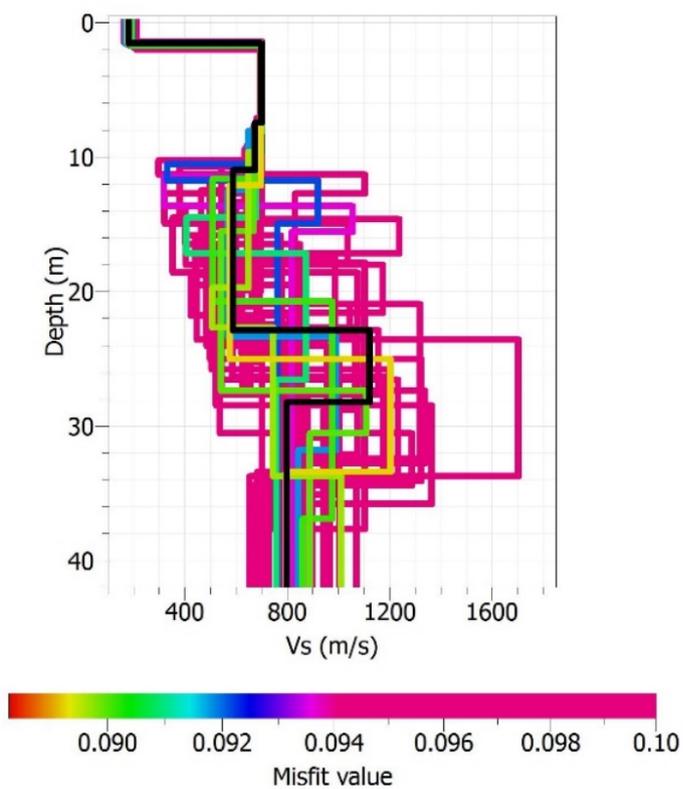


L'inversione è stata sviluppata considerando il modo fondamentale ed il primo modo superiore.

Curve di dispersione sintetiche



Profili di  $V_s$



La traccia nera indica il modello con il misfit più basso.

Modello di sottosuolo

$V_s$	Profondità del letto dello strato
183.67	1.53
701.11	7.44
674.19	10.95
588.96	22.91
1122.78	28.23
800.01	indefinito

### 9.2.3 MASW 3

Lo stendimento è coincidente con il sondaggio a rifrazione SOND3

Tracce

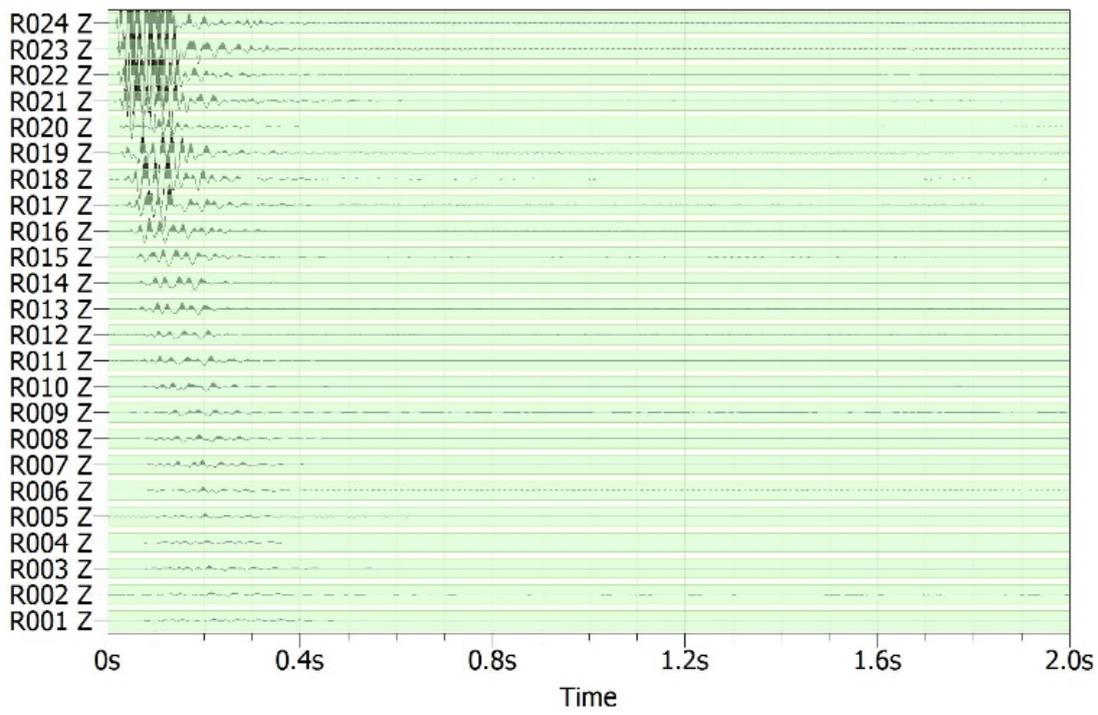
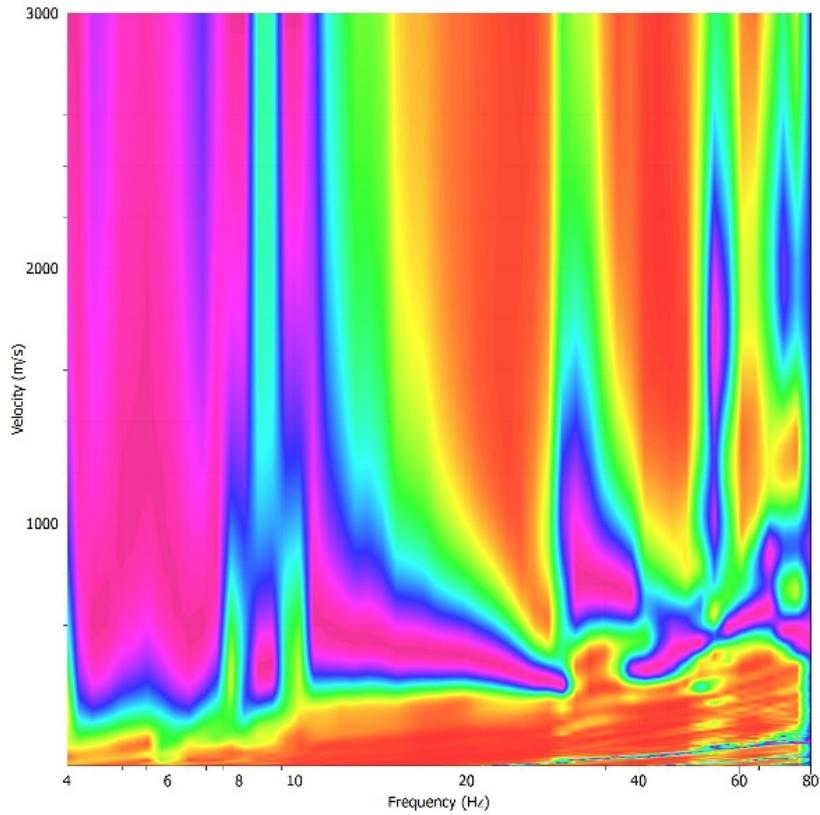


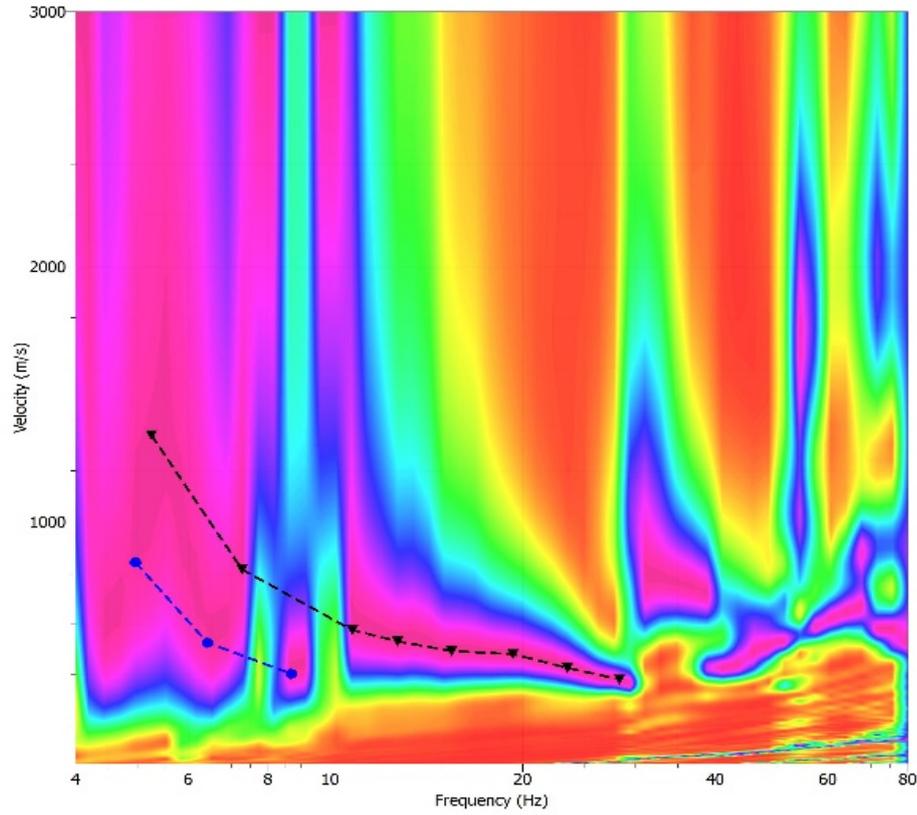
Grafico velocità di fase – frequenza

Shot at (67.5, 0, 0), time=2000-01-01 00:00:00



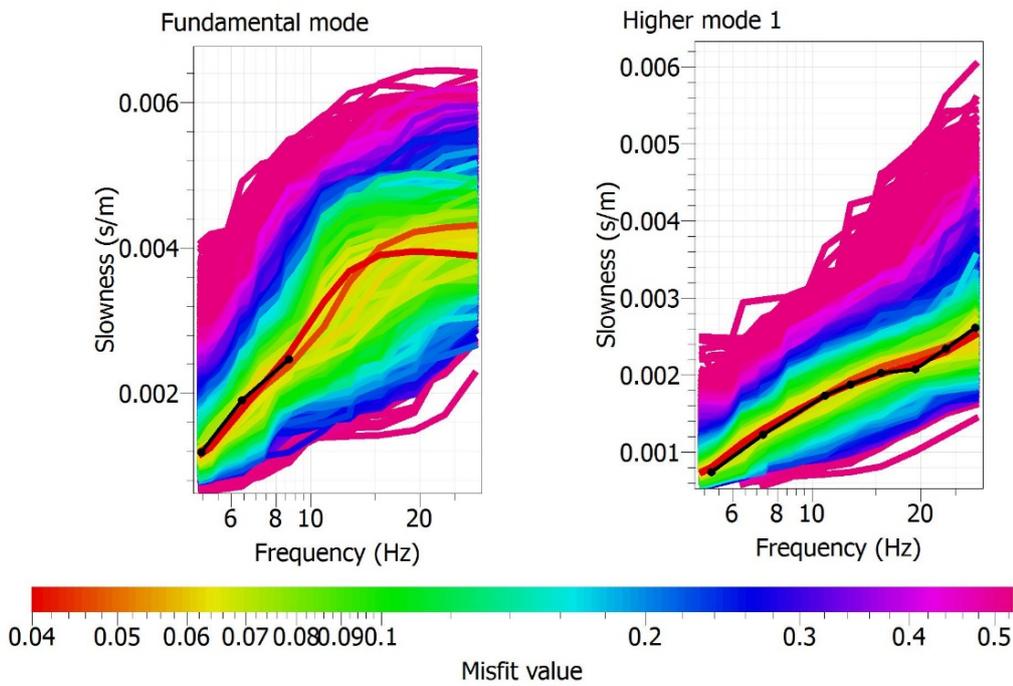
Curve di dispersione sperimentali

Shot at (67.5, 0, 0), time=2000-01-01 00:00:00

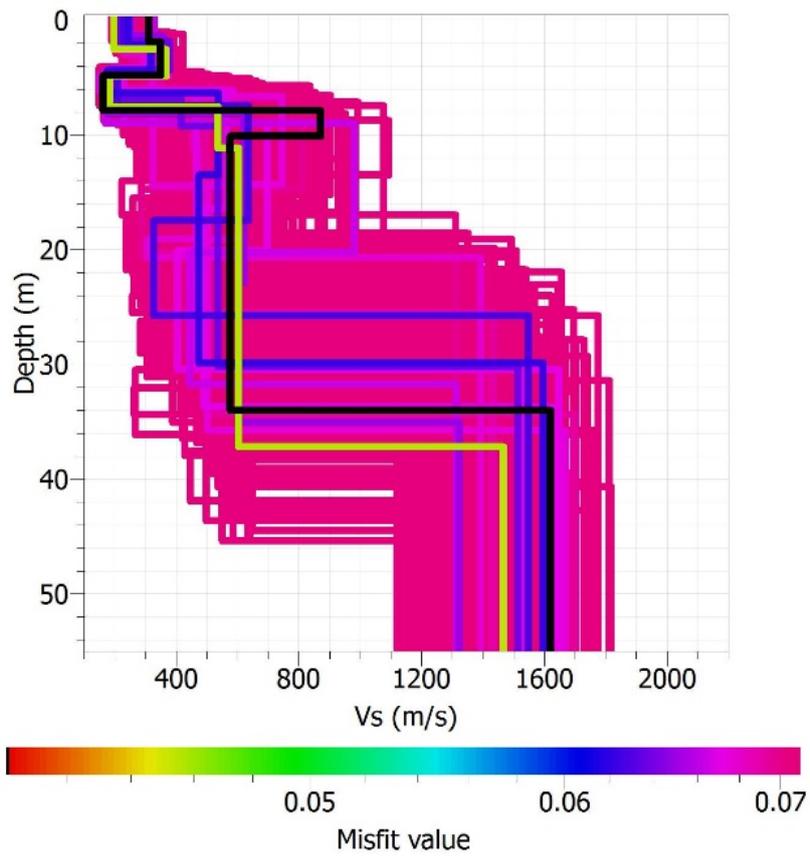


L'inversione è stata sviluppata considerando il modo fondamentale ed il primo modo superiore

Curve di dispersione sintetiche



Profili di  $V_s$



La traccia nera indica il modello con il misfit più basso.

Modello di sottosuolo

Vs	Profondità del letto dello strato
317.00	1.87
348.53	4.47
160.22	7.98
872.00	10.11
579.13	34.03
1620.70	indefinita