

- biogas
- biometano
- eolico
- fotovoltaico
- efficienza energetica

# Relazione Geofisica

Progetto definitivo

Rifacimento dell'esistente impianto eolico di "Alia Sclafani"  
 Comuni di Alia, Sclafani Bagni, Valledolmo (PA)  
 Località "Serra Tignino – Serra Caverò"

N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	IT/EOL/E-REAL/PDF/A/RS/151-a
a	Emissione	M. Militello	R. Fria	M. Ognibene	26/06/2024

Via Ivrea, 70 (To) Italia  
 T +39 011.9579211  
 asja.tecnico@hyperpec.it



## INDICE

1. Premessa .....	3
1.1 Descrizione dell'intervento .....	3
1.2 Scopo del lavoro .....	4
2. Riferimenti Normativi .....	5
3. Inquadramento Geografico .....	6
4. Indagine Sismica Masw .....	7
4.1 Cenni sulla metodologia .....	7
4.2 Strumentazione masw e tecniche utilizzate .....	9
5. Caratterizzazione Sismica .....	11
5.1 Pericolosità Sismica di Base .....	12
5.2 Pericolosità Locale.....	16
5.3 Risultati Indagine Sismica Masw 1.....	19
5.4 Risultati Indagine Sismica Masw 2.....	20
5.5 Risultati Indagine Sismica Masw 3.....	21
5.6 Risultati Indagine Sismica Masw 4.....	22
5.7 Risultati Indagine Sismica Masw 5.....	23
5.8 Risultati Indagine Sismica Masw 6.....	24
5.9 Risultati Indagine Sismica Masw 7.....	25
5.10 Risultati Indagine Sismica Masw 8.....	26
5.11 Risultati Indagine Sismica Masw 9.....	27
5.12 Risultati Indagine Sismica Masw 10.....	28
5.13 Risultati Indagine Sismica Masw 11.....	29
6. Conclusioni.....	30

# 1. Premessa

La società Asja Ambiente Italia S.p.A. propone di realizzare negli agri dei comuni di Alia, Sclafani Bagni e Valledolmo (PA) con opere indispensabili per la sua connessione alla RTN il progetto di una centrale di produzione di energia da fonte eolica, con una potenza nominale di 55 MW.

La Società ha presentato a e-distribuzione S.p.A. ("il Gestore") la richiesta di adeguamento della connessione esistente di un impianto eolico per una potenza in immissione di 60,125 MW e 17 kV in prelievo; alla richiesta è stato assegnato Codice di tracciabilità 355352114.

In data 06/03/2024, il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG) alla Società Asja Ambiente Italia S.p.A.

Lo schema di connessione alla RTN, descritto nella STMG, prevede che l'impianto eolico debba essere allacciato alla rete AT con tensione nominale di 150 kV tramite il mantenimento della connessione esistente nella cabina primaria denominata SM Alia previa:

- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la cabina primaria Alia (ove dovrà essere realizzato uno stallo da 150 kV) e l'esistente stazione elettrica RTN di smistamento 150 kV denominata "Castronovo RT"

Il presente studio è stato condotto dallo scrivente Dott. Geol. Marcello Militello regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2809 Sez. A, al fine di determinare le caratteristiche sismiche dei terreni su cui insiste l'area in oggetto.

## 1.1 Descrizione dell'intervento

La costruzione dell'impianto eolico in oggetto prevede:

### **La dismissione di:**

- 30 Aerogeneratori Vestas V52-850kW (WTGs);
- cavidotti di collegamento tra aerogeneratori e la torre anemometrica fino alla sottostazione elettrica;
- strade e piazzole non riutilizzate nel nuovo impianto.

### **L'installazione di:**

- 11 Aerogeneratori da 5,0 MW cadauno (WTGs);
- 1 Torre Anemometrica di impianto (TA).
- la realizzazione e/o adeguamento di strade di collegamento per l'accesso ai punti macchina;
- la realizzazione di cavidotti di collegamento tra aerogeneratori e stazione elettrica utente;
- adeguamento dell'esistente stazione elettrica di trasformazione utente AT/MT.

## 1.2 Scopo del lavoro

Nel corso del presente lavoro verranno estrapolati tutti quei dati di carattere sismico, utili sia per un'opportuna scelta delle verifiche progettuali e di stabilità sia per definire la categoria suolo di fondazione.

Per assolvere all'incarico conferitogli, lo scrivente ha eseguito:

- ✓ Il sopralluogo preliminare, al fine di accertare la reale situazione dei luoghi e lo stato delle strutture ivi insediate.
- ✓ La ricerca bibliografica, allo scopo di ricostruire, sulla base degli studi svolti nei punti in cui sono ubicate le torri oggetto di dismissione, il quadro sismico e geologico generale della zona. Tali dati sono stati correlati con i risultati derivanti da una campagna di indagine geofisica effettuate dallo scrivente consistente in:
  - N. 11 sondaggi sismici del tipo MASW (identificata con le sigle Masw1-Masw11) ubicati nei punti in cui verranno costruite le nuove torri; queste indagini sono state ritenute indispensabili al fine di ottenere il parametro  $V_{seq}$  per la caratterizzazione del suolo di fondazione ai sensi delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 Gennaio 2018.

L'analisi dei risultati della campagna di indagine geofisica, eseguita in situ tra il 19 ed il 23 Gennaio 2024 ed allegate al presente lavoro, sono state correlate con i sondaggi e le indagini sismiche eseguite in passato nell'area di progetto.

Per l'ubicazione planimetrica delle indagini eseguiti si rimanda la visione alla cartografia allegata in calce.

## 2. Riferimenti Normativi

Il presente studio è stato realizzato seguendo le prescrizioni delle norme, i cui riferimenti sono di seguito riportati:

- Deliberazione n. 81 del 24 febbraio 2022. "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia;
- D.P. n° 09/2021 "Approvazione delle Norme di Attuazione del PAI"
- D.M. 17 Gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 (Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008);
- D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni; Circolare 2 febbraio 2009, n° 617 – istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- Norme Tecniche di cui al D.M. 11.03.88 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."; modificata dall'O.P.C.M. 3431 del 03/05/2005;
- Delibera della Giunta Regionale della Regione Siciliana n. 408 del 19/12/2003 - "Elenco dei comuni della Sicilia classificati sismici con i criteri della delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19 Dicembre 2003" pubblicato sulla GURS n.7 del 13/02/2004";

### 3. Inquadramento Geografico

La porzione di territorio oggetto di studio ricade nei territori comunali di Alia, Sclafani Bagni e Valledolmo (PA) e più precisamente in Località Serra Tignino – Serra Caverio a quote comprese tra 750 e 950 m. s.l.m.

Dal punto di vista Cartografico il sito ricade all'interno della Carta Ufficiale d'Italia edita dall'I.G.M.I. in scala 1:25.000 e in corrispondenza della Tavoletta IGM 259-II-NO denominata "Alia" e nelle sezioni n°621020 "Tignino" (Aerogeneratori da RAL01 a RAL11) e 621010 "Alia" (SSE) della Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000.

## 4. Indagine Sismica Masw

### 4.1 Cenni sulla metodologia

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc. Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- S-Trasversale: onda profonda di taglio;
- L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P, S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità. Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche.

L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza.

Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro. È possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno.

I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate. Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda.

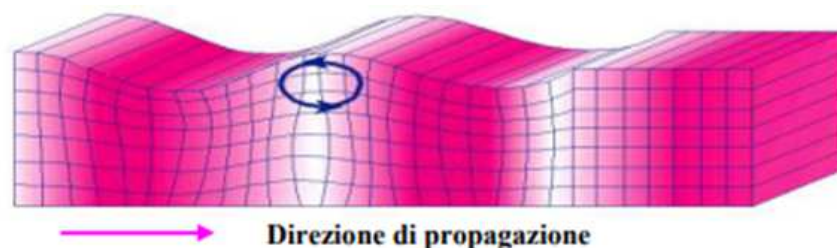
Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Il metodo si basa sul rilievo di onde di superficie (onde di Rayleigh); queste si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente e sono polarizzate in un piano verticale. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92V_s$ . In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92 V_s$ .

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

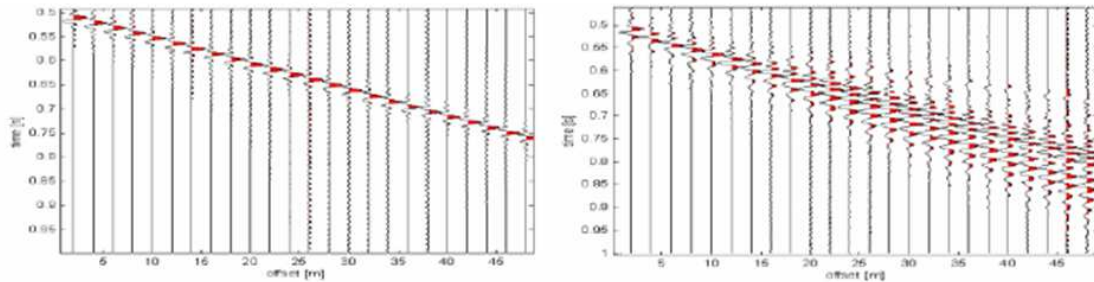


La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_s$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati.

Ciò consente, analizzando la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che dipende dall'inverso della lunghezza d'onda), di



determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.



Il metodo MASW consente in genere di valutare le velocità di fase in un intervallo di frequenze tra 5 Hz e 70 Hz, permettendo quindi di indagare i primi 30 - 50 metri di terreno, in funzione della rigidità del suolo.

Una volta misurata in situ la velocità di fase (o curva di dispersione apparente) delle onde superficiali essendo questa funzione della velocità delle onde di taglio  $V_s$  (oltre che della natura del terreno e degli spessori degli strati) è possibile risalire al valore di queste ultime attraverso un processo d'inversione, in genere attraverso una procedura automatica tramite software che variando opportunamente spessore degli strati e velocità  $V_s$  cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale della velocità di fase misurata in situ e la curva numerica elaborata.

In genere quando l'errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica è inferiore al 10% il profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  rappresenta una soluzione potenzialmente valida.

## 4.2 Strumentazione masw e tecniche utilizzate

La strumentazione utilizzata è composta da: un acquisitore a 24 canali della SARA Electronics Instruments® a 16 bit (registratore DOREMI), 16 geofoni a frequenza di 4.5 Hz e da un personal computer. Come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza di 8 kg battente su un piattello in pvc. L'indagine MASW è stata realizzata predisponendo uno stendimento lineare di 32 metri di lunghezza con 16 geofoni a 4.5 Hz equidistanziati di 2 metri. Per l'acquisizione dei dati sono state effettuate ripetute energizzazioni disposte alle estremità del profilo ad una distanza di 2 metri dal primo geofono come da schema allegato.



I dati sono stati elaborati tramite il software Easy Masw. L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "f-k" che analizza l'energia di propagazione

delle onde superficiali lungo la linea sismica. In questo grafico è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie.

Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione del modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

I risultati grafici dell'elaborazione sono allegati alla presente relazione.

## 5. Caratterizzazione Sismica

Il concetto di pericolosità sismica di un territorio nella normativa italiana è stato oggetto negli anni di numerose variazioni con l'approvazione, nel tempo, di diversi decreti ed ordinanze che, in pochi anni, hanno cambiato notevolmente i criteri di classificazione e quindi la definizione stessa di pericolosità sismica.

La classificazione sismica del territorio italiano fino al 2003 si basava su una serie di decreti del Ministero dei Lavori Pubblici, approvati tra il 1980 ed il 1984; secondo tali norme molte aree del territorio nazionale non erano classificate in quanto ritenute aree non-sismiche. A partire dall'O.P.C.M. n. 3274/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica" la zonizzazione sismica è stata estesa a tutto il territorio nazionale.

L'ordinanza 3274/03, operando su base comunale, classificava l'intero territorio di un comune secondo 4 differenti gradi di pericolosità sismica in funzione dell'accelerazione massima attesa al suolo  $a_g$  (accelerazione orizzontale su un suolo di categoria A) con il 10% di probabilità di

superamento in 50 anni, come da figura seguente:

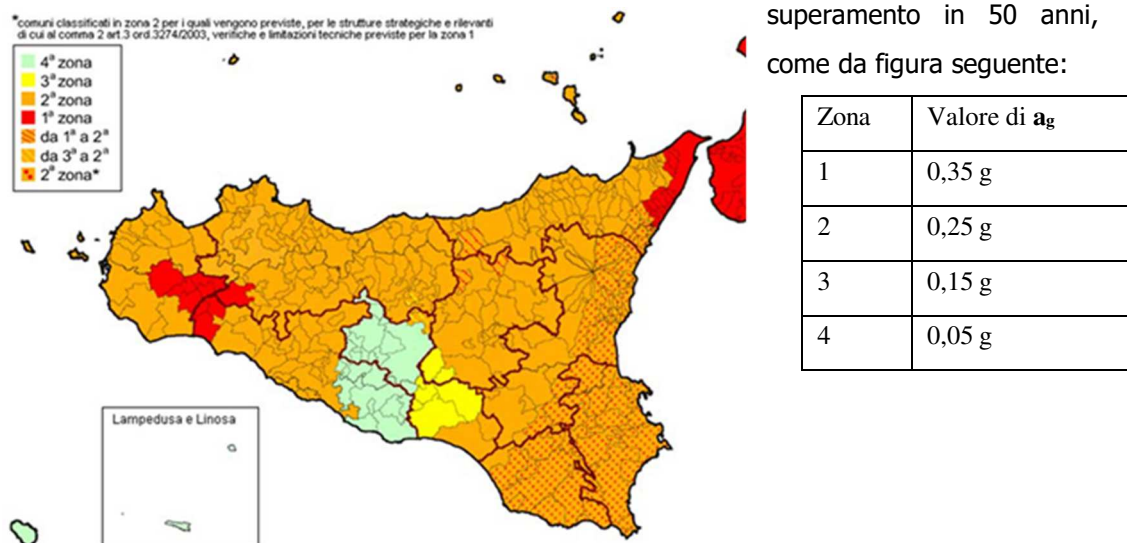


Figura 5.1 - Classificazione sismica comuni della Sicilia O.P.C.M. 3274/03

Tale impostazione, comunque innovativa, seppur con alcune modifiche e ridefinizioni dei criteri in alcune ordinanze successive (D.M. 159/2005 e O.P.C.M. 3519/06) rimane sostanzialmente immutata fino al D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni".

Il D.M. 14/01/2008, solitamente indicato anche come NTC-2008, presentava alcune caratteristiche decisamente innovative per quanto riguarda il concetto di pericolosità sismica di un territorio, in particolare la definizione di 3 parametri sismici al posto del solo  $a_g$ , e la loro valutazione numerica in funzione delle coordinate geografiche del sito e della classe d'uso dei manufatti in progetto, non più quindi a scala comunale.

La nuova impostazione portava di fatto ad una chiara distinzione tra due diversi concetti:

- la pericolosità sismica di base
- la pericolosità sismica locale.

Le vigenti norme in materia di costruzione, le NTC 2018, entrate in vigore il 17/01/2018 sostanzialmente lasciano immutata questa impostazione.

## 5.1 Pericolosità Sismica di Base

La pericolosità sismica di base rappresenta, sostanzialmente, la probabilità che un evento sismico si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità, ovvero la previsione probabilistica dello scuotimento del suolo in un sito in relazione ad un terremoto standard di riferimento; in pratica fornisce i valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo (PGA - peak ground acceleration) riferite ad una situazione ideale con suolo rigido ed omogeneo ( $V_s > 800$  m/s; categoria A nelle NTC 18).

Come accennato già con l'ordinanza O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 l'intero territorio italiano era stato riclassificato con l'individuazione di 4 categorie sismiche in funzione dei valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo riferite a suolo rigido ed omogeneo ( $V_s > 800$  m/s) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e con periodo di ritorno di 495 anni; tale classificazione è stata successivamente oggetto di un aggiornamento su base regionale per come riporta (Applicazioni dei criteri dell'Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri 28 Aprile 2006, n. 3519, Deliberazione della giunta Regionale 24/Febraio2022, n 81). Con il Decreto del Dirigente generale del DRPC Sicilia 11 marzo 2022, n. 64 è stata resa esecutiva la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana, redatta con i criteri dell'Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519, la cui proposta è stata condivisa dalla Giunta Regionale con la Deliberazione 24 febbraio 2022, n. 81, tenendo conto delle rettifiche riportate d'ufficio riguardo ai Comuni di Favara (AG) e Pantelleria (TP).

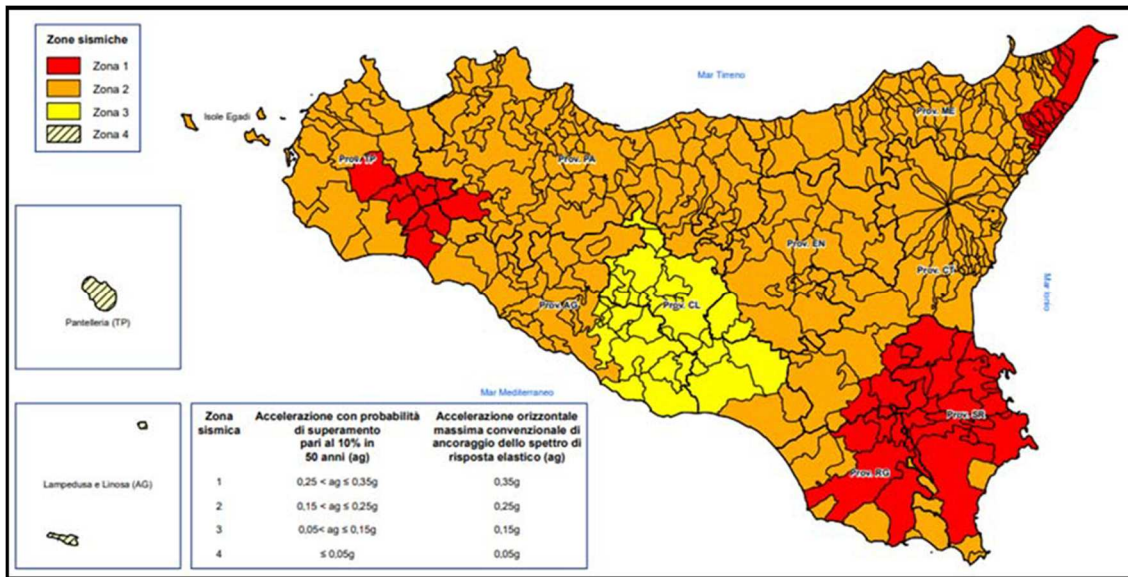


Figura 5.1.1 - Classificazione sismica comuni della Sicilia delib. della giunta Regionale 11/03/22, n. 64

In riferimento a tale macrozonazione sismica l'area in esame ricade in zona 2, ossia "Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti", con un'accelerazione orizzontale massima pari a  $ag=0,25g$  e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni che risulta  $0,15 \leq ag \leq 0,25g$ , così come il cavidotto e la stazione utente.

Dall'interrogazione del database è possibile valutare la serie dei principali terremoti che hanno interessato in passato il territorio Comunale con Intensità maggiore di 2.

I risultati sono riportati nella figura 5.1.2.

**Alia**

PlaceID IT\_66391  
 Coordinate (lat, lon) 37.778, 13.714  
 Comune (ISTAT 2015) Alia  
 Provincia Palermo  
 Regione Sicilia  
 Numero di eventi riportati 12

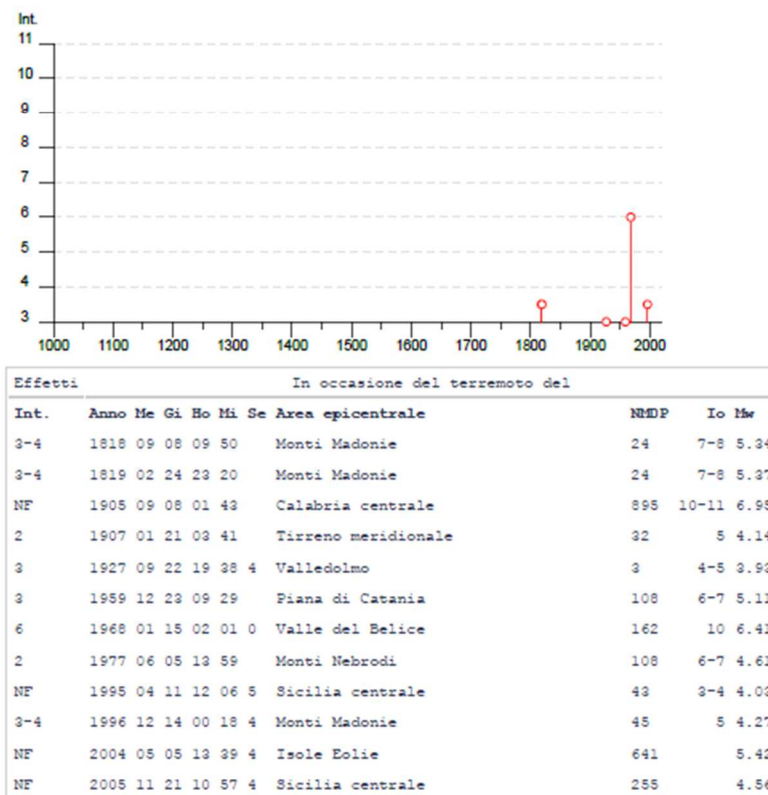


Figura 5.1.2 - Principali eventi sismici sul territorio comunale in epoca storica. Fonte INGV

L'evento più significativo a tutt'oggi risulta quello del 8 Settembre 1818, con epicentro nei Monti delle Madonie e con un'intensità sul territorio comunale ( $I_0$  - scala MCS) valutata in 7-8 e magnitudo 5.34 Mw.

Per l'accelerazione orizzontale di picco  $a_g$  attesa (in riferimento ad un suolo di categoria A con periodo di ritorno di 475) all'indirizzo web: <http://esse1-gis.mi.ingv.it> è disponibile una funzione che, consentendo la disaggregazione dei dati, permette di ottenere i valori della *Magnitudo* (M) e della *Distanza* (R) del *Terremoto di riferimento atteso* (in senso probabilistico).

Dall'interrogazione web-gis emergono valori di 5.15 per la magnitudo e di 31.8 km per la distanza. Nelle figure 5.1.3 e 5.1.4 sono riportati i risultati completi dell'interrogazione; si evidenziano nell'area valori di  $a_g$  compresi tra 0,050g e 0,075g, quindi in linea con l'intervallo previsto dall'O.P.C.M. 3274/03.

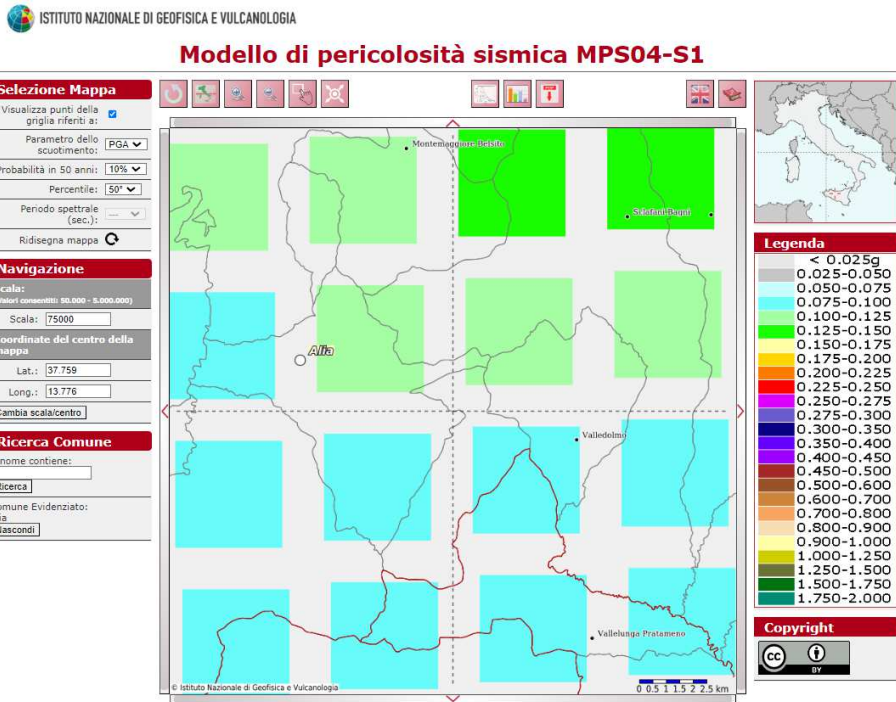


Figura 5.1.3 - Griglia per la valutazione dei valori di ag sul territorio. Fonte INGV

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 37.735 lon. 13.806 - id 46958)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.3900	10.4000	5.9000	2.7200	0.3040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	6.1000	14.2000	10.4000	5.9600	0.7590	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	1.9100	6.3700	6.2900	4.5900	0.6730	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.1670	1.8900	2.8500	2.6500	0.4500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.2940	1.2700	1.7800	0.3740	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0136	0.5150	1.1000	0.2650	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.1290	0.5220	0.1400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0086	0.1090	0.0530	0.0463	0.0711	0.0163	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0290	0.0902	0.2070	0.3390	0.0805	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0037	0.0655	0.2100	0.3800	0.0943	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0342	0.1720	0.3460	0.0897	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0134	0.1210	0.2730	0.0739	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.0658	0.1770	0.0499	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0328	0.1140	0.0337	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0138	0.0699	0.0218	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0048	0.0429	0.0144	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0255	0.0092	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0182	0.0074	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0122	0.0057	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.15	31.8	1.48

Figura 5.1.4 - Tabella dei valori di disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Fonte INGV

## 5.2 Pericolosità Locale

Lo studio sugli effetti di sito è un aspetto fondamentale nella valutazione e mitigazione del rischio sismico. Tale studio si effettua in termini di risposta sismica locale, partendo dal concetto di amplificazione del moto sismico che si origina dal basamento roccioso (definito bedrock sismico) e che si propaga all'interno di un deposito sino a raggiungere la superficie. Valutare questi effetti non è sempre del tutto facile anche perché, in molti casi, l'amplificazione è dovuta ai cosiddetti fenomeni di risonanza nei terreni stratificati posti al di sopra del bedrock, di riflessione e rifrazione delle onde sismiche nelle interfacce di discontinuità e tra mezzi a diversa densità, dove le onde vengono per così dire "intrappolate" e successivamente trasmesse allo strato più superficiale generando così onde di tipo Love e di Rayleigh. A questi, poi, si aggiunge l'effetto di focalizzazione del raggio sismico nelle zone morfologicamente più acclive. Sul territorio italiano la valutazione degli effetti della risposta sismica locale viene fatta sulla base delle vigenti norme tecniche per le costruzioni pubblicate in GU n.42 del 20/02/2018 - Suppl. Ordinario n. 8. In particolare per situazioni riconducibili alle categorie definite in Tab. 3.2.II di cui al § 3.2.2 si può fare riferimento ad un approccio semplificato basato sui valori di velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ , che costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo di cui al § 6.2.2. In tal caso si calcola la velocità equivalente con la seguente espressione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

con:  $h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo (in m),  $V_s$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esimo strato,  $N$  = Numero di strati,  $H$  = profondità del substrato sismico (in m), 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 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{Seq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.



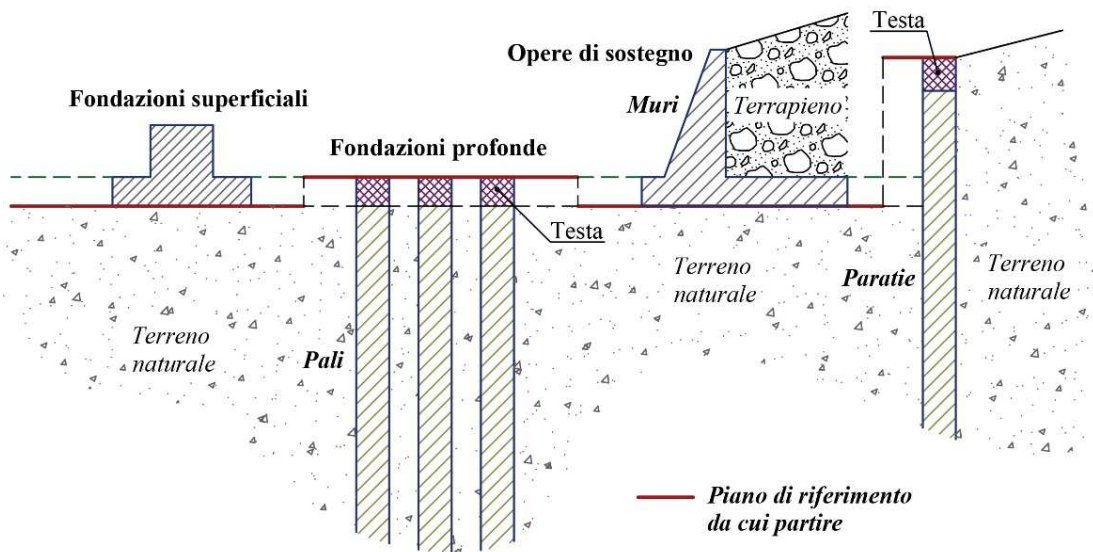


Figura 5.2.1: Schemi di riferimento richiamati al § 3.2.2 delle NTC 2018.

Mentre per tutti quei casi non rientranti è richiesta una specifica analisi della risposta sismica locale, così come previsto al § 7.11.3.

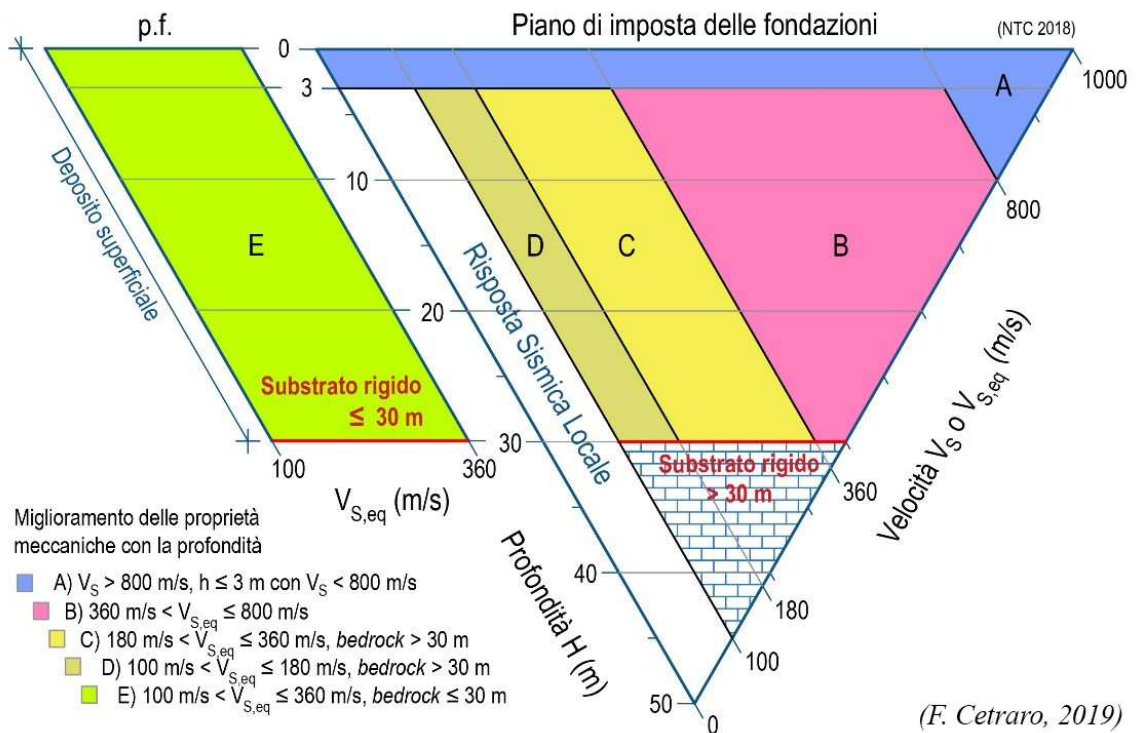


Figura 5.2.2: Diagramma categorie di sottosuolo secondo i riferimenti del § 3.2.2 delle NTC 2018.

Nella nuova normativa, l'azione sismica viene definita facendo riferimento ad un reticolo i cui punti sono riportati in termini di latitudine e longitudine, di fatto può presentare una discreta variabilità anche all'interno di uno stesso territorio molto ristretto; più nello specifico l'azione sismica viene definita in funzione dei parametri ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$ ) che, secondo differenti tempi di ritorno ( $T_R$ ), definiscono le forme spettrali e quindi la "pericolosità sismica di base" che assieme al fattore suolo ( $S$ ), legato agli effetti di amplificazione locale (stratigrafica e topografica), andrà in definitiva a caratterizzare la "risposta sismica locale".

Con riferimento al vigente D.M. 17/01/2018 al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base sono state innanzitutto individuate le coordinate baricentriche del sito tramite rilevatore satellitare (WGS 84) che risultano:

Lat: 37.759036°

Long: 13.776303°

Tali coordinate sono state poi convertite al datum ED50 mediante la procedura on-line fornita dal sito della geostru (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018>), ottenendo i seguenti valori:

Lat: 37.760099°

Long: 13.777148°

A partire da queste ultime coordinate sono stati ricavati i parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  per i vari periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascun Stato Limite, ipotizzando come tipologia un'opera ordinaria con  $VN = 50$  anni e classe d'uso I (Presenza occasionale di persone, edifici agricoli); risulta:

STATO LIMITE	$T_R$ (anni)	$A_g$ (g)	$F_o$ (-)	$T_c^*$ (s)
<b><i>SLO</i></b>	30	0.035	2.421	0.225
<b><i>SLD</i></b>	50	0.044	2.433	0.267
<b><i>SLV</i></b>	475	0.099	2.575	0.340
<b><i>SLC</i></b>	975	0.123	2.622	0.355

### 5.3 Risultati Indagine Sismica Masw 1

L'indagine sismica Masw 1 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_01. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 1 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

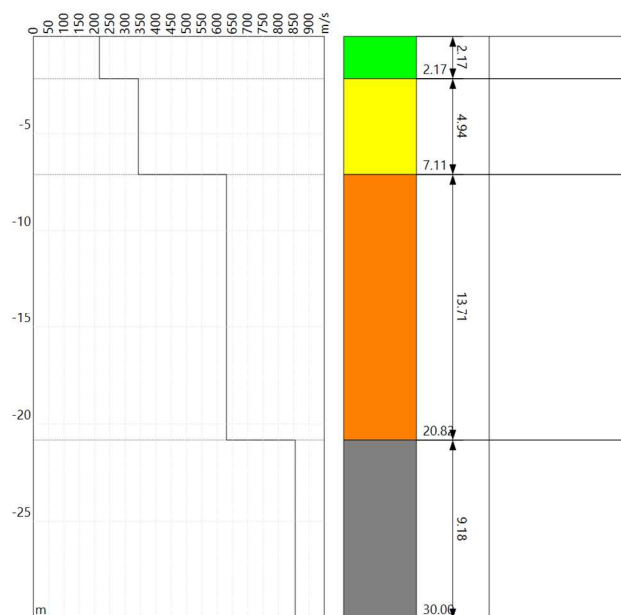
**Strato n°1:**  $V_s = 215.9$  m/s; spessore medio 2.17 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 342.9$  m/s; spessore medio oltre 4.94 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 630.7$  m/s; spessore medio 13.71 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 855.1$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{s,eq} = 450.59$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B.**

## 5.4 Risultati Indagine Sismica Masw 2

L'indagine sismica Masw 2 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_02. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 1 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

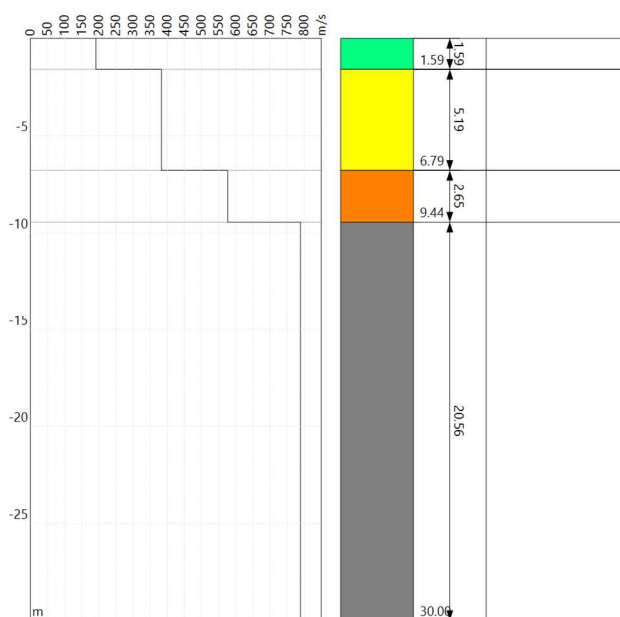
**Strato n°1:**  $V_s = 191.4$  m/s; spessore medio 1.59 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 382.9$  m/s; spessore medio oltre 5.19 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 576.6$  m/s; spessore medio 2.65 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 789.0$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{s,eq} = 570.89$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B.**

## 5.5 Risultati Indagine Sismica Masw 3

L'indagine sismica Masw 3 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_03. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 1 Hz e 50 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

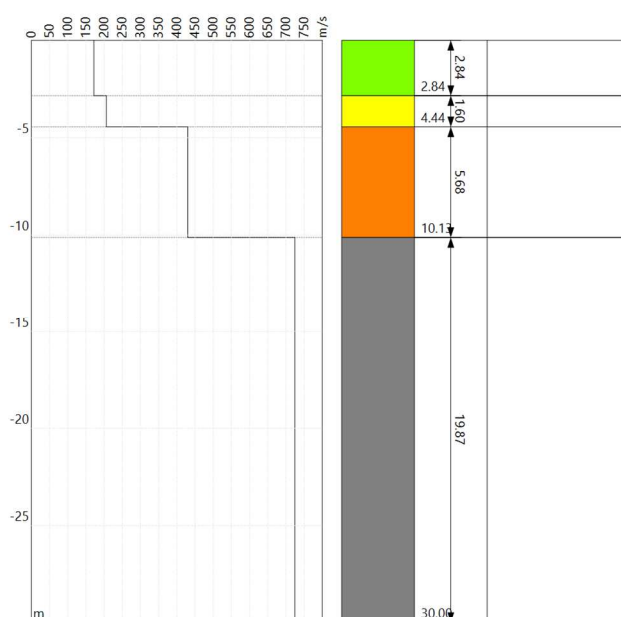
**Strato n°1:**  $V_s = 171.9$  m/s; spessore medio 2.84 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 206.3$  m/s; spessore medio oltre 1.60 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 429.8$  m/s; spessore medio 5.68 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 724.6$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{s,eq} = 461.91$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B.**

## 5.6 Risultati Indagine Sismica Masw 4

L'indagine sismica Masw 4 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_04. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

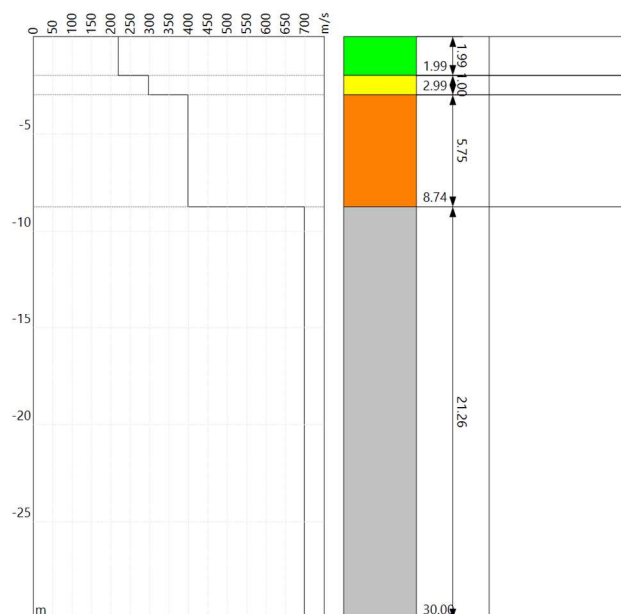
**Strato n°1:**  $V_s = 218.5$  m/s; spessore medio 1.99 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 296.5$  m/s; spessore medio oltre 1.00 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 398.4$  m/s; spessore medio 5.75 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 698.7$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{s,eq} = 523.23$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

## 5.7 Risultati Indagine Sismica Masw 5

L'indagine sismica Masw 5 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_05. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 10 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

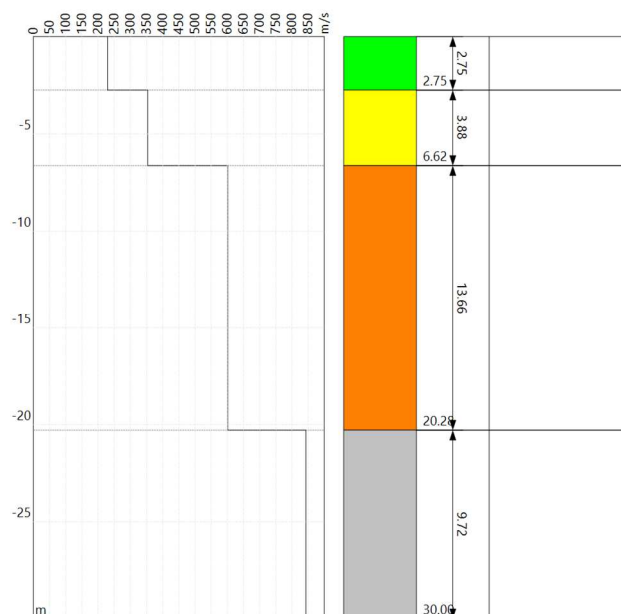
**Strato n°1:**  $V_s = 229.1$  m/s; spessore medio 2.75 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 353.9$  m/s; spessore medio oltre 3.88 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 601.4$  m/s; spessore medio 13.66 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 843.1$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{s,eq} = 444.24$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

## 5.8 Risultati Indagine Sismica Masw 6

L'indagine sismica Masw 6 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_06. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 10 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

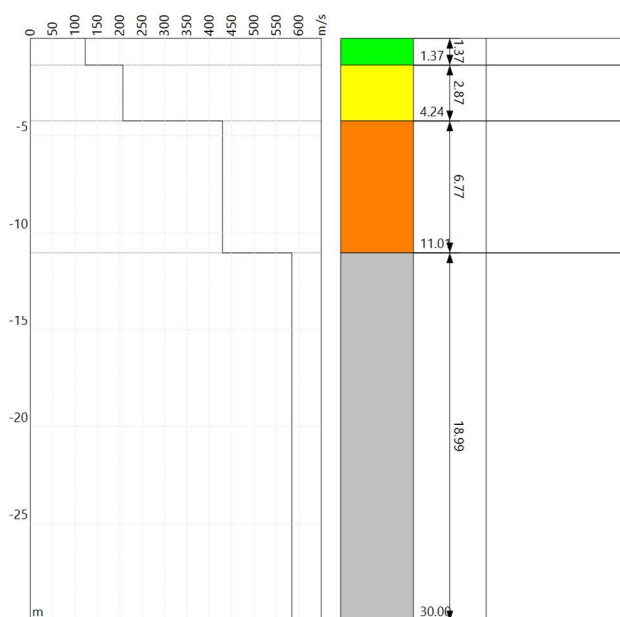
**Strato n°1:**  $V_s = 122.5$  m/s; spessore medio 1.37 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 206.8$  m/s; spessore medio oltre 2.87 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 429.2$  m/s; spessore medio 6.77 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 584.0$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{S,eq} = 408.87$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.



## 5.9 Risultati Indagine Sismica Masw 7

L'indagine sismica Masw 7 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_07. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 8 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

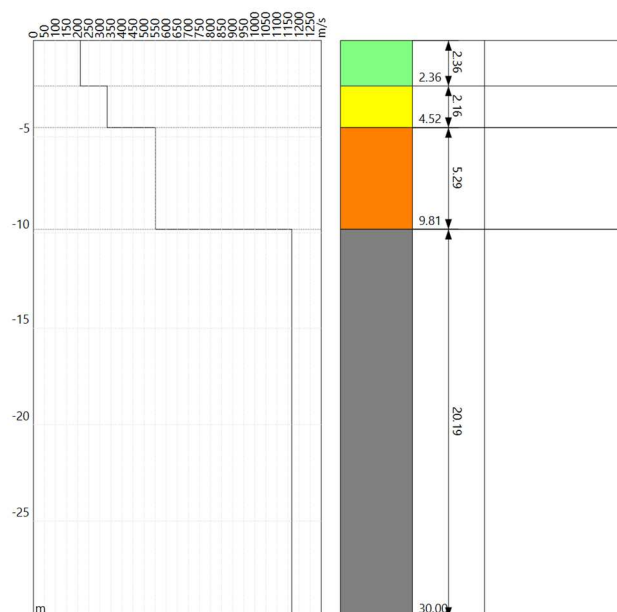
**Strato n°1:**  $V_s = 212.7$  m/s; spessore medio 2.36 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 333.3$  m/s; spessore medio oltre 2.16 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 551.4$  m/s; spessore medio 5.29 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 1166.5$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{S,eq} = 361.00$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

## 5.10 Risultati Indagine Sismica Masw 8

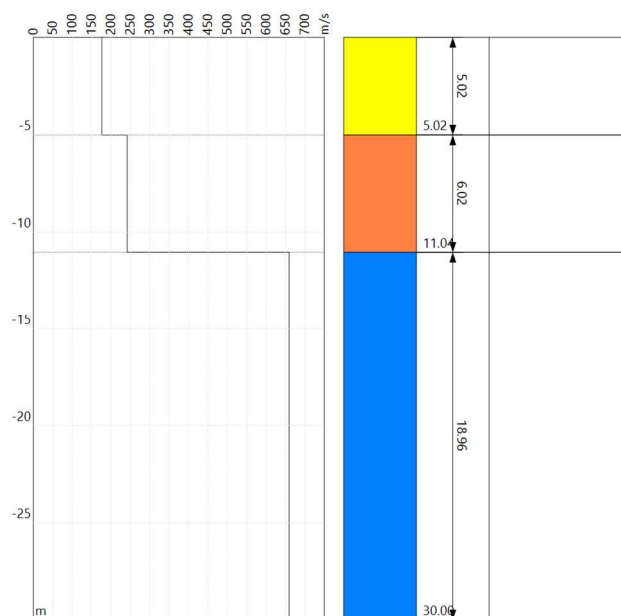
L'indagine sismica Masw 8 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_08. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 1 Hz e 55 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 3 sismostrati di seguito sintetizzati.

**Strato n°1:**  $V_s = 176.5$  m/s; spessore medio 5.02 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 241.9$  m/s; spessore medio oltre 6.02 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 659.2$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{S,eq} = 365.49$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B.**

## 5.11 Risultati Indagine Sismica Masw 9

L'indagine sismica Masw 9 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_09. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 10 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito sintetizzati.

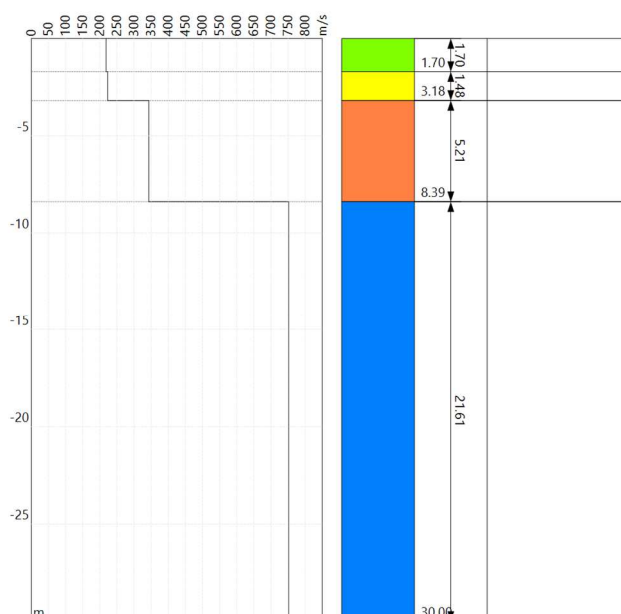
**Strato n°1:**  $V_s = 218.1$  m/s; spessore medio 1.70 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 222.7$  m/s; spessore medio oltre 1.48 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 343.2$  m/s; spessore medio 5.21 metri.

**Strato n°4:**  $V_s = 751.6$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{S,eq} = 513.82$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

## 5.12 Risultati Indagine Sismica Masw 10

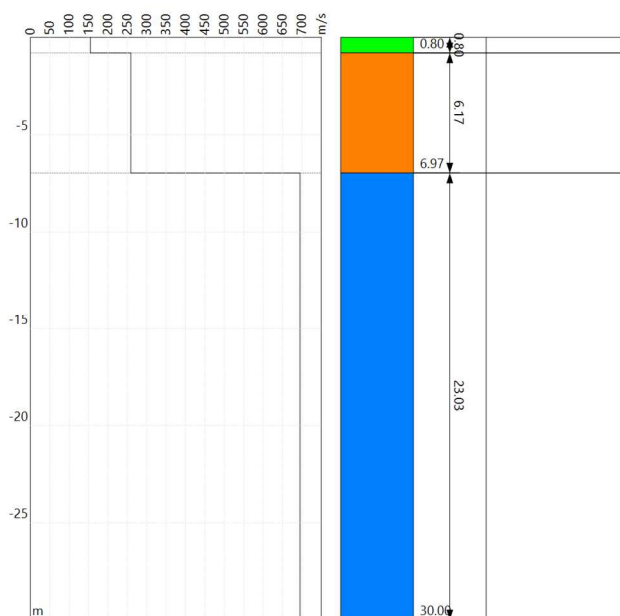
L'indagine sismica Masw 10 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_10. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 3 sismostrati di seguito sintetizzati.

**Strato n°1:**  $V_s = 154.3$  m/s; spessore medio 0.80 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 259.1$  m/s; spessore medio oltre 6.17 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 695.1$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{S,eq} = 482.90$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B.**

### 5.13 Risultati Indagine Sismica Masw 11

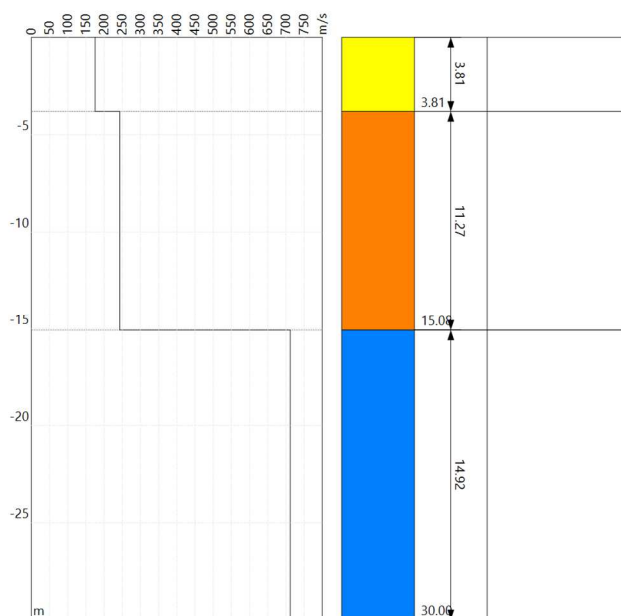
L'indagine sismica Masw 11 è stata eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RAL\_11. Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 1 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 3 sismostrati di seguito sintetizzati.

**Strato n°1:**  $V_s = 175.3$  m/s; spessore medio 3.81 metri.

**Strato n°2:**  $V_s = 242.8$  m/s; spessore medio oltre 11.27 metri.

**Strato n°3:**  $V_s = 712.0$  m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato,  **$V_{S,eq} = 336.74$  m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo C**.

## 6. Conclusioni

Ad evasione dell'incarico ricevuto nell'ambito del progetto per il "Rifacimento dell'esistente impianto eolico di "Alia Sclafani" Comuni di Alia, Sclafani Bagni, Valledolmo (PA) Località "Serra Tignino – Serra Caverò", è stato effettuato uno studio sismico finalizzato ad accertare la compatibilità sismica delle opere in progetto con il territorio in esame.

Lo studio è stato redatto in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 attraverso rilievi sismici di dettaglio estesi ad una fascia perimetrale esterna rispetto a quella di stretto interesse.

In particolare è stata eseguita una campagna di indagini di sito specifiche, così come disposto dall'art. 6.12.1 del N.T.C 2018, che hanno incluso tecniche di sismica masw, il cui numero è apparso congruo in funzione della copertura litologica dell'area di interesse e della fase progettuale.

Sulla base dei valori ricavati, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vseq, il sottosuolo in esame risulta classificabile come segue:

<b>INDAGINE SISMICA</b>		
<b>MASW</b>	<b>VS,eq</b>	<b>Categoria</b>
1	450.59 m/s	B
2	570.89 m/s	B
3	461.91 m/s	B
4	523.23 m/s	B
5	444.24 m/s	B
6	408.87 m/s	B
7	361.00 m/s	B
8	365.49 m/s	B
9	513.82 m/s	B
10	482.90 m/s	B
11	336.74 m/s	C

Palermo, Marzo 2024

Dott. Geol. Marcello Militello  
Ordine Regionale Geologi di

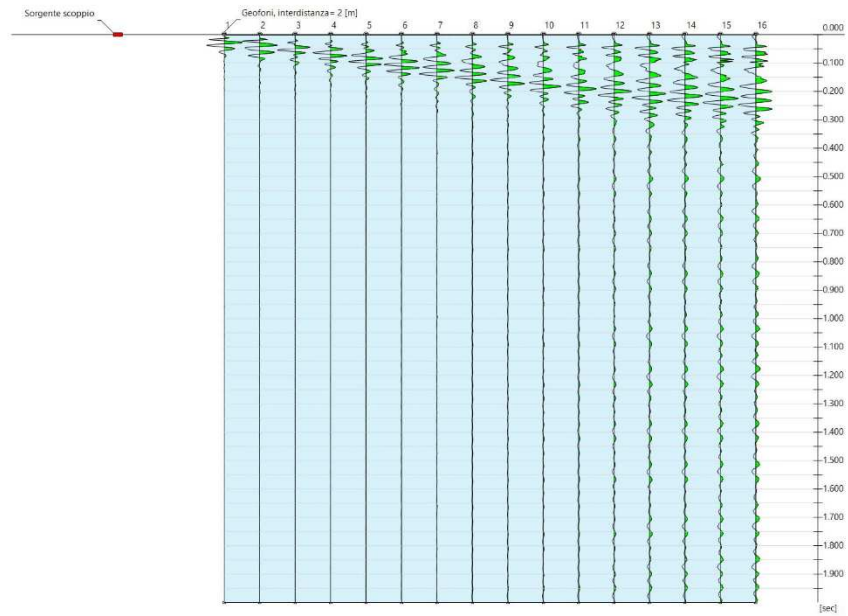


asja

## ANALISI SISMICA Mw1

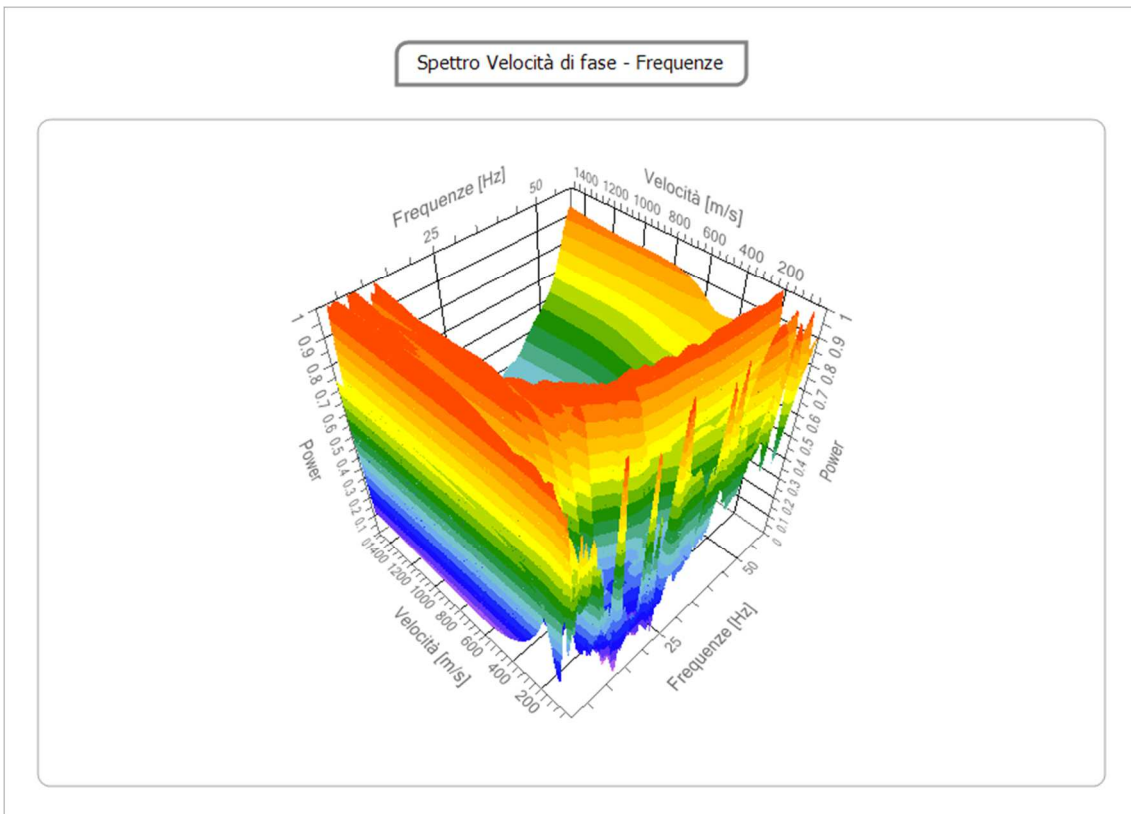
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



**Analisi spettrale**

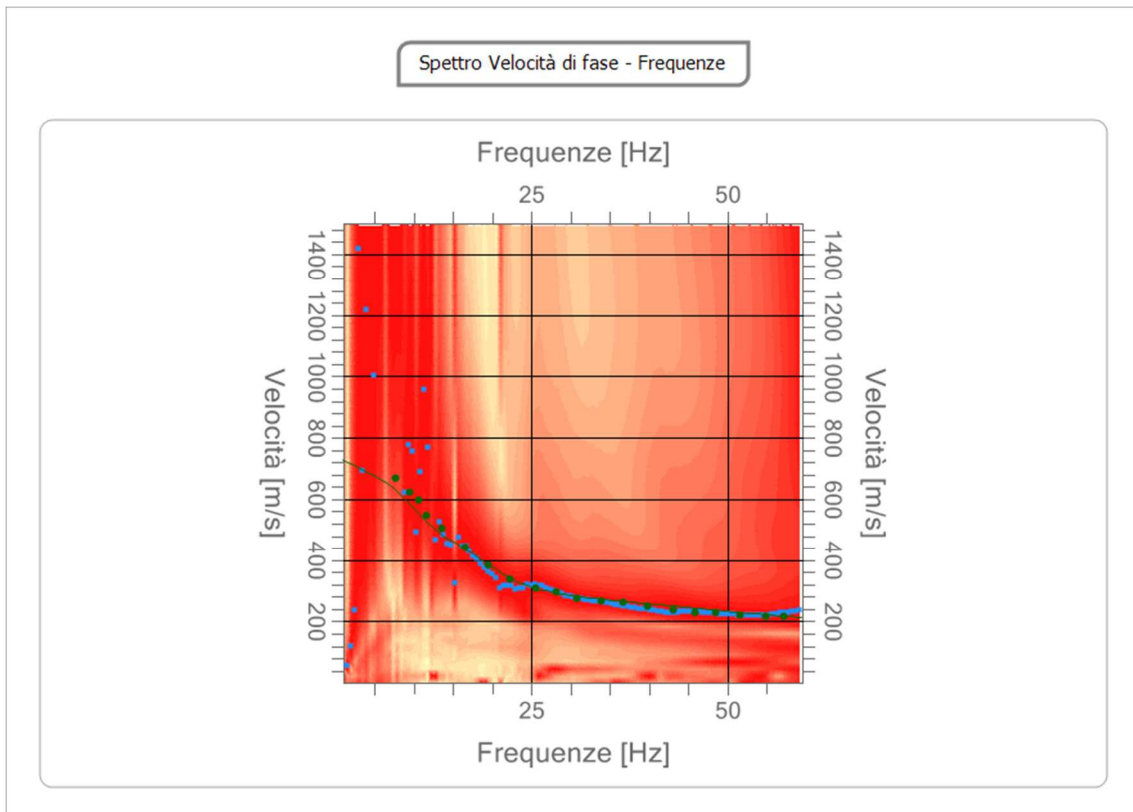
<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	1500
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1





**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.5	623.7	0
2	11.6	548.1	0
3	7.8	666.8	0
4	10.7	597.7	0
5	13.6	507.0	0
6	16.5	441.4	0
7	19.4	383.5	0
8	22.2	339.1	0
9	25.5	307.9	0
10	28.1	294.6	0
11	30.7	276.8	0
12	33.9	267.9	0
13	36.6	263.4	0
14	39.7	249.8	0
15	43.1	236.7	0
16	45.9	227.9	0
17	48.5	227.9	0
18	51.6	219.0	0
19	54.9	214.5	0
20	57.2	218.3	0



**Inversione**

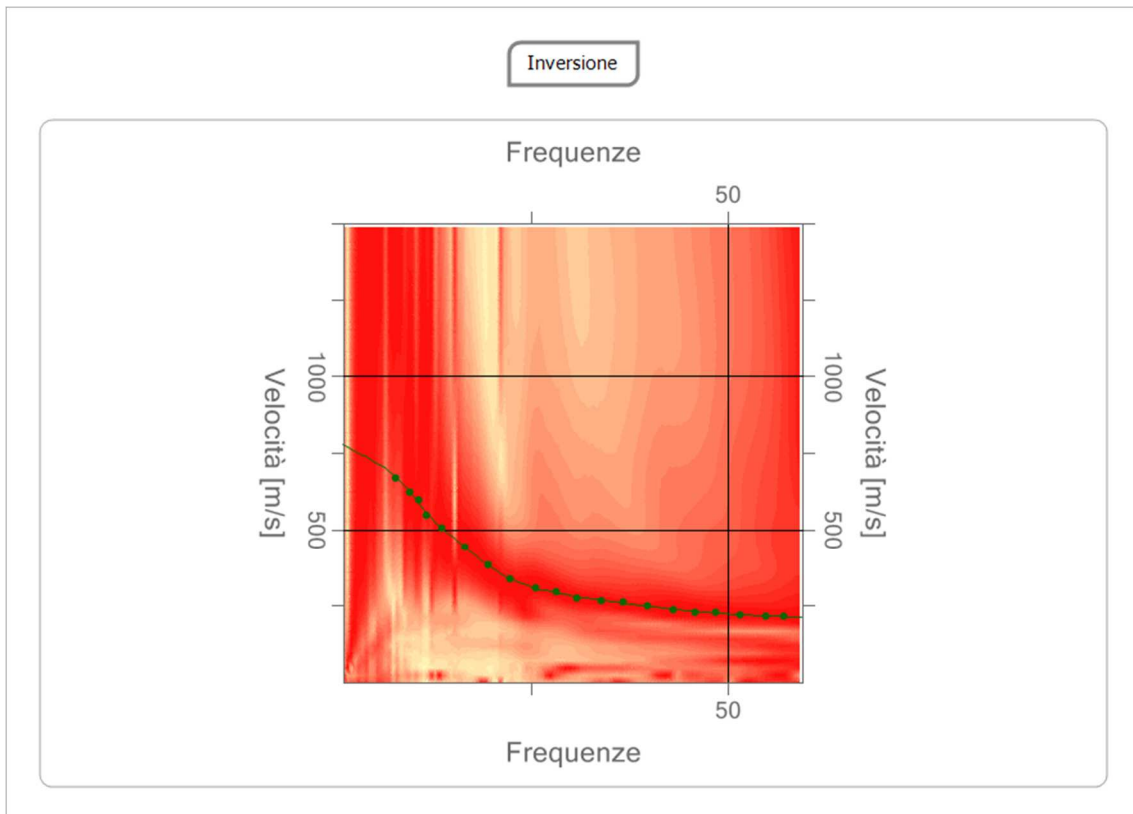
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.17	2.17	1700.0	0.30	No	404.0	215.9
2	7.11	4.94	1800.0	0.30	No	641.4	342.9
3	20.82	13.71	1900.0	0.30	No	1179.9	630.7
4	oo	oo	2100.0	0.30	No	1599.8	855.1

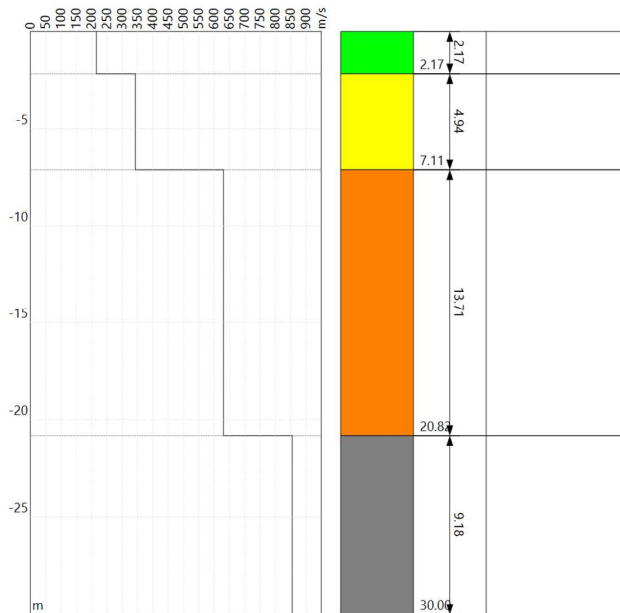
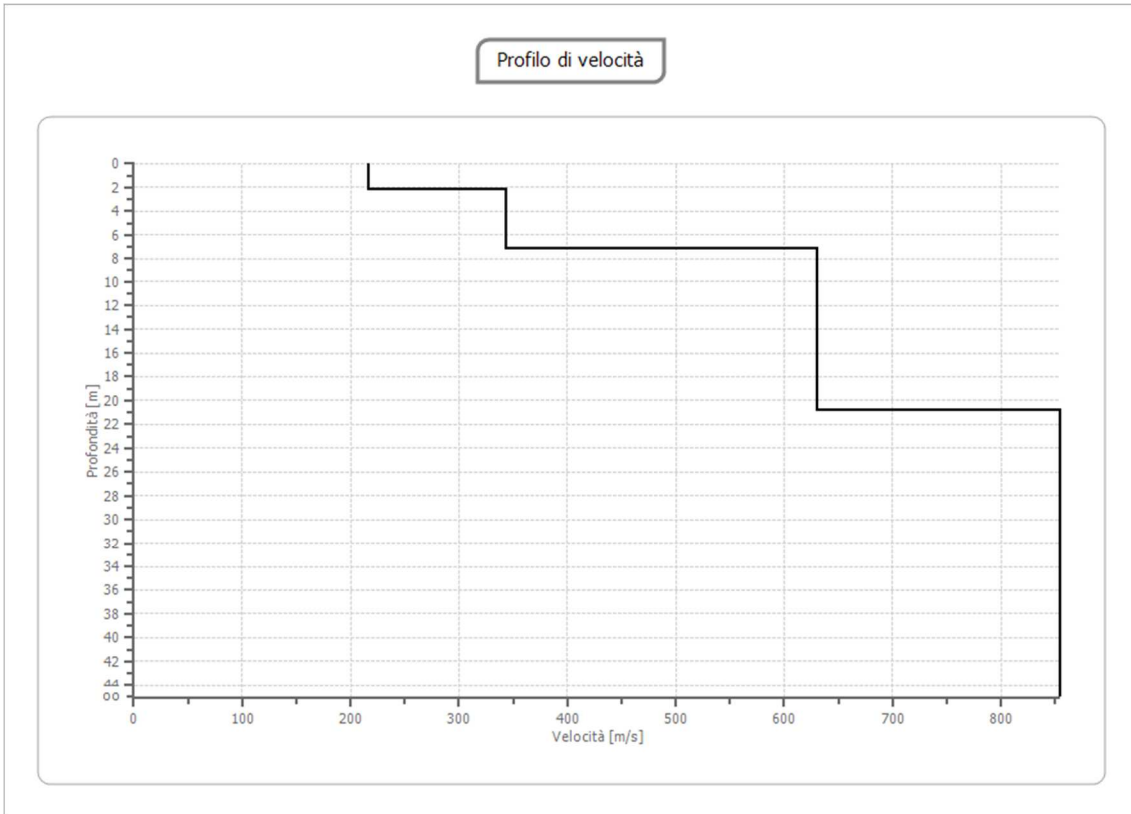
Percentuale di errore

0.011%

Fattore di disadattamento della soluzione

0.011





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=20.82 m)</b>	450.59
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

## Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.17	2.17	215.94	403.99	1700.00	0.30	79.27	277.46	171.76	206.11	N/A	1118.08
2	7.11	4.94	342.86	641.43	1800.00	0.30	211.59	740.58	458.46	550.15	N/A	N/A
3	20.82	13.71	630.69	1179.91	1900.00	0.30	755.76	2645.17	1637.48	1964.98	N/A	N/A
4	oo	oo	855.13	1599.80	2100.00	0.30	1535.61	5374.64	3327.16	3992.59	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

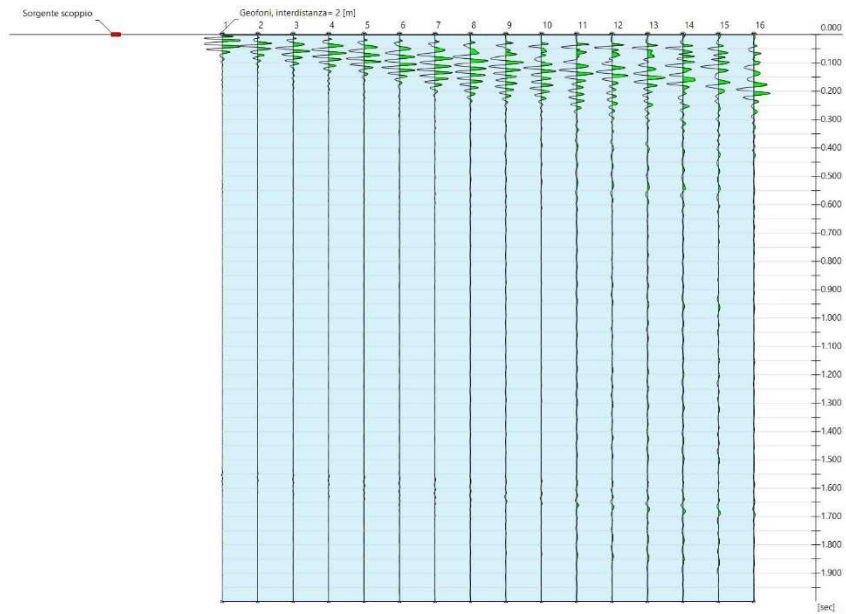
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw2

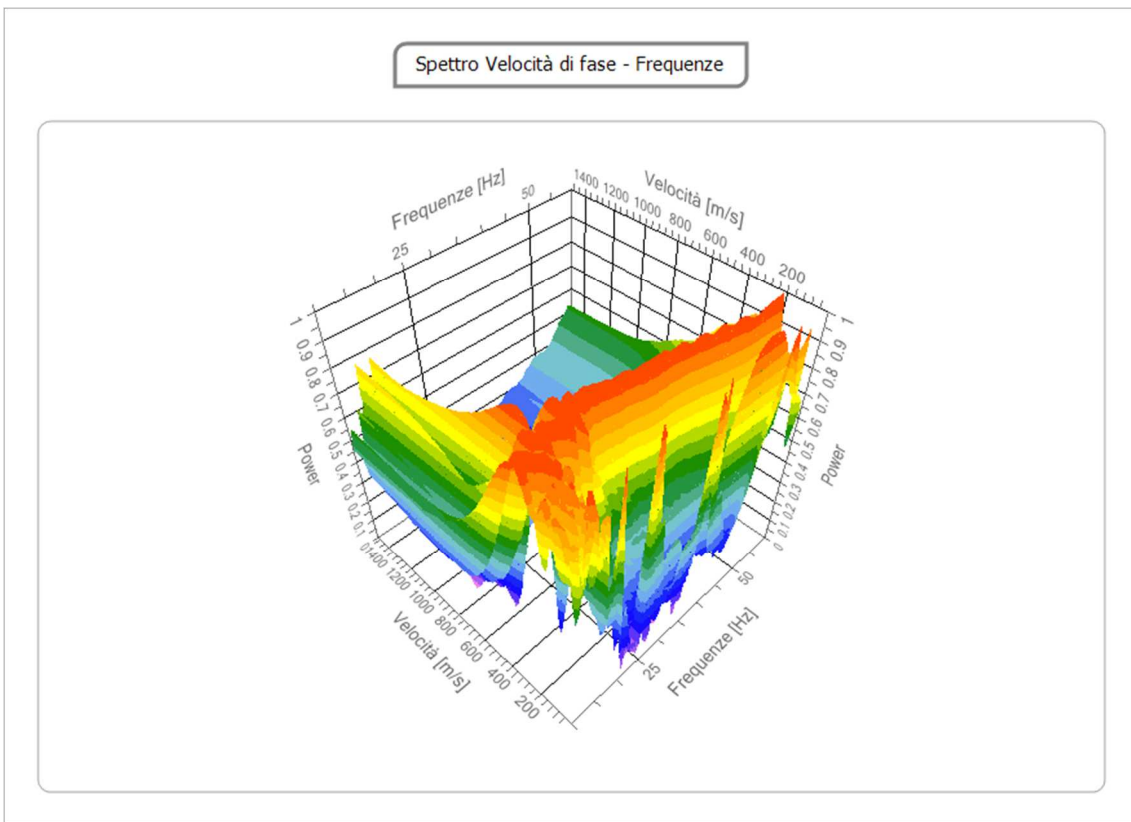
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



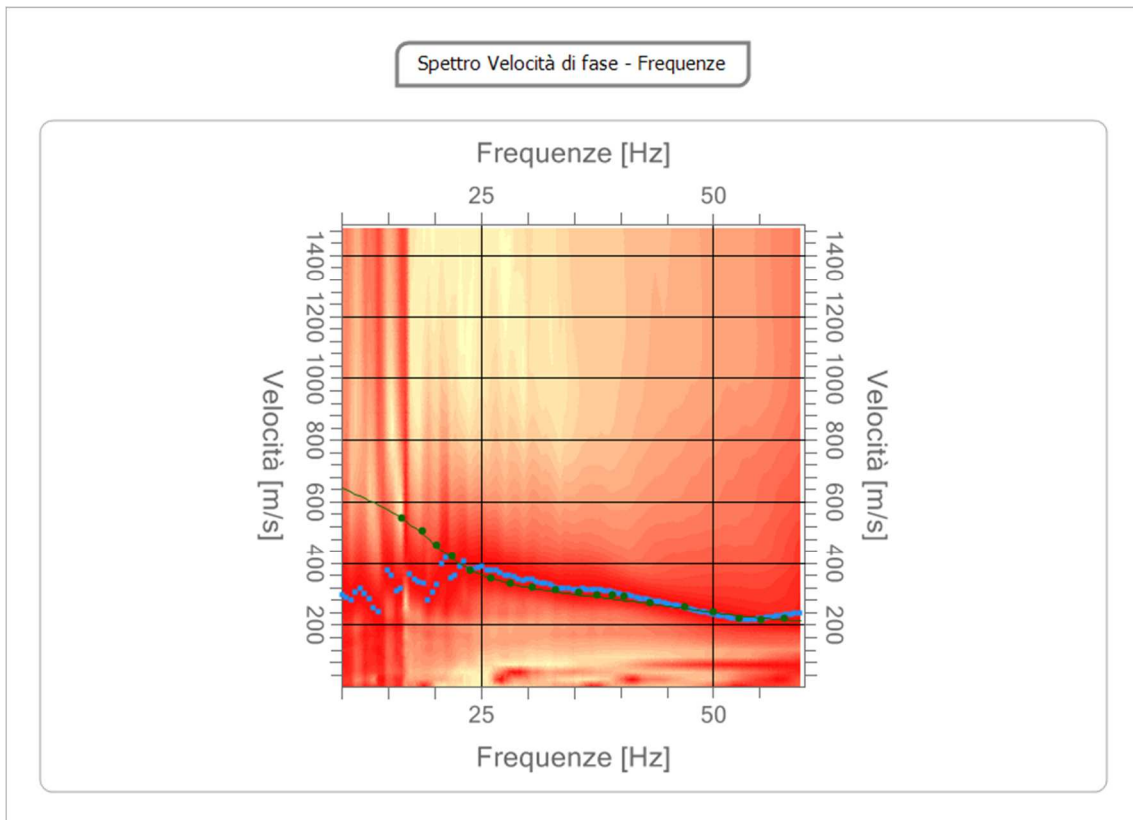
### Analisi spettrale

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 10  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1500  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1



**Curva di dispersione**

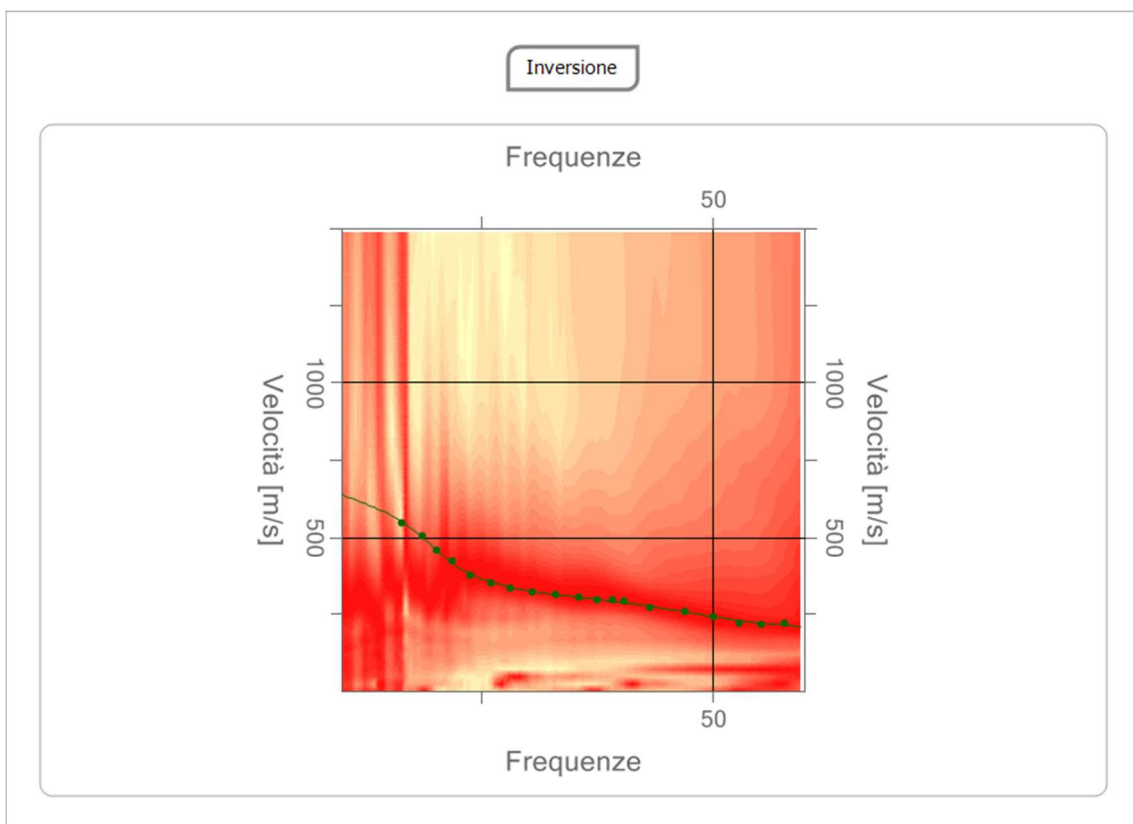
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	16.5	548.1	0
2	18.7	503.6	0
3	20.2	459.2	0
4	21.8	423.6	0
5	23.9	374.6	0
6	26.1	352.4	0
7	28.2	334.6	0
8	30.5	319.2	0
9	33.0	311.4	0
10	35.5	303.7	0
11	39.1	294.6	0
12	40.4	290.4	0
13	46.9	259.0	0
14	43.3	272.3	0
15	50.1	241.2	0
16	37.5	294.6	0
17	52.7	222.4	0
18	55.2	214.7	0
19	57.7	220.2	0



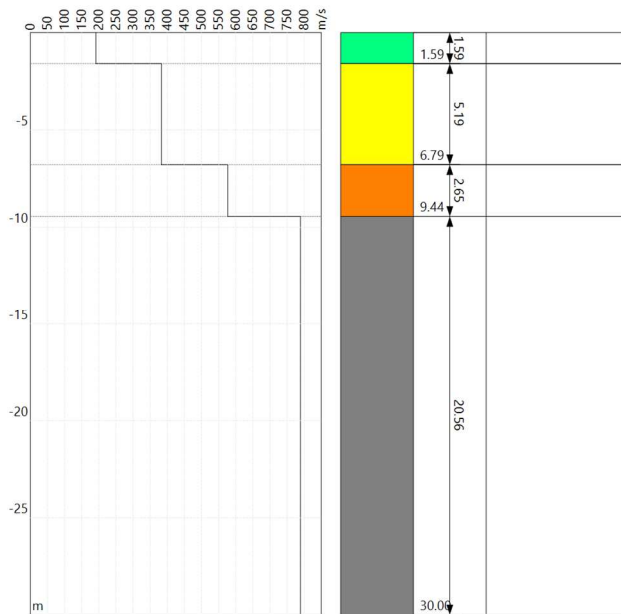
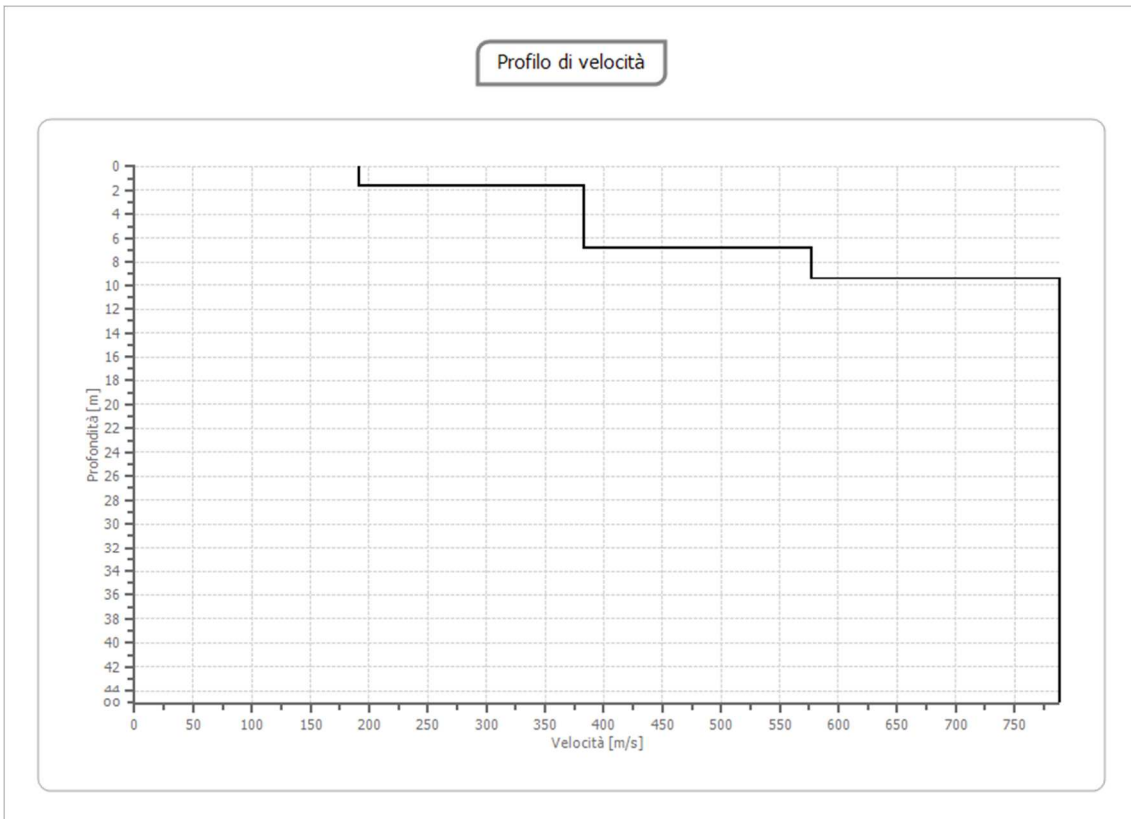
**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.59	1.59	1700.0	0.30	No	358.1	191.4
2	6.79	5.19	1800.0	0.30	No	716.4	382.9
3	9.44	2.65	1900.0	0.30	No	1078.8	576.6
4	oo	oo	2000.0	0.30	No	1476.1	789.0

Percentuale di errore 0.012%  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.014







## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	570.89
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

## Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.59	1.59	191.39	358.06	1700.00	0.30	62.27	217.95	134.92	161.90	N/A	609.60
2	6.79	5.19	382.94	716.42	1800.00	0.30	263.96	923.86	571.91	686.30	N/A	N/A
3	9.44	2.65	576.64	1078.79	1900.00	0.30	631.78	2211.22	1368.85	1642.62	N/A	N/A
4	oo	oo	789.01	1476.10	2000.00	0.30	1245.08	4357.77	2697.67	3237.20	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

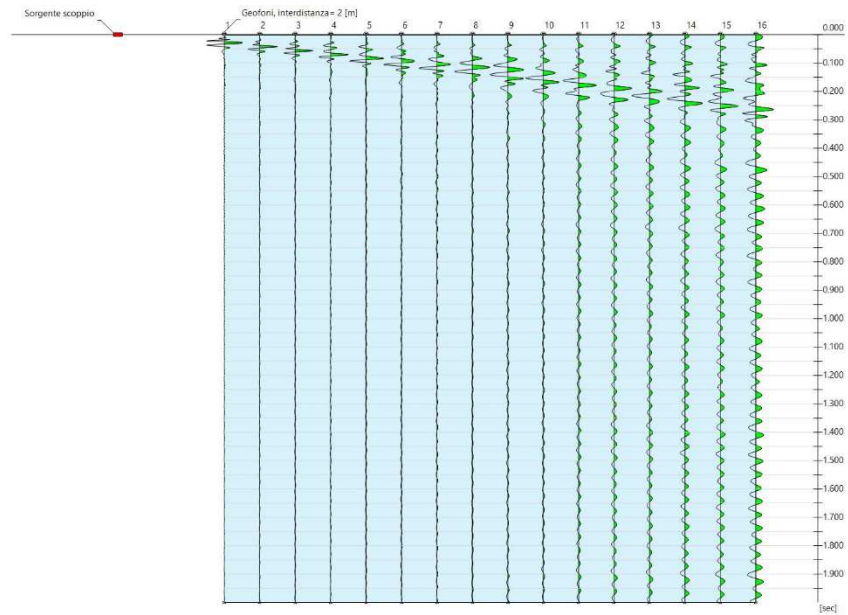
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw3

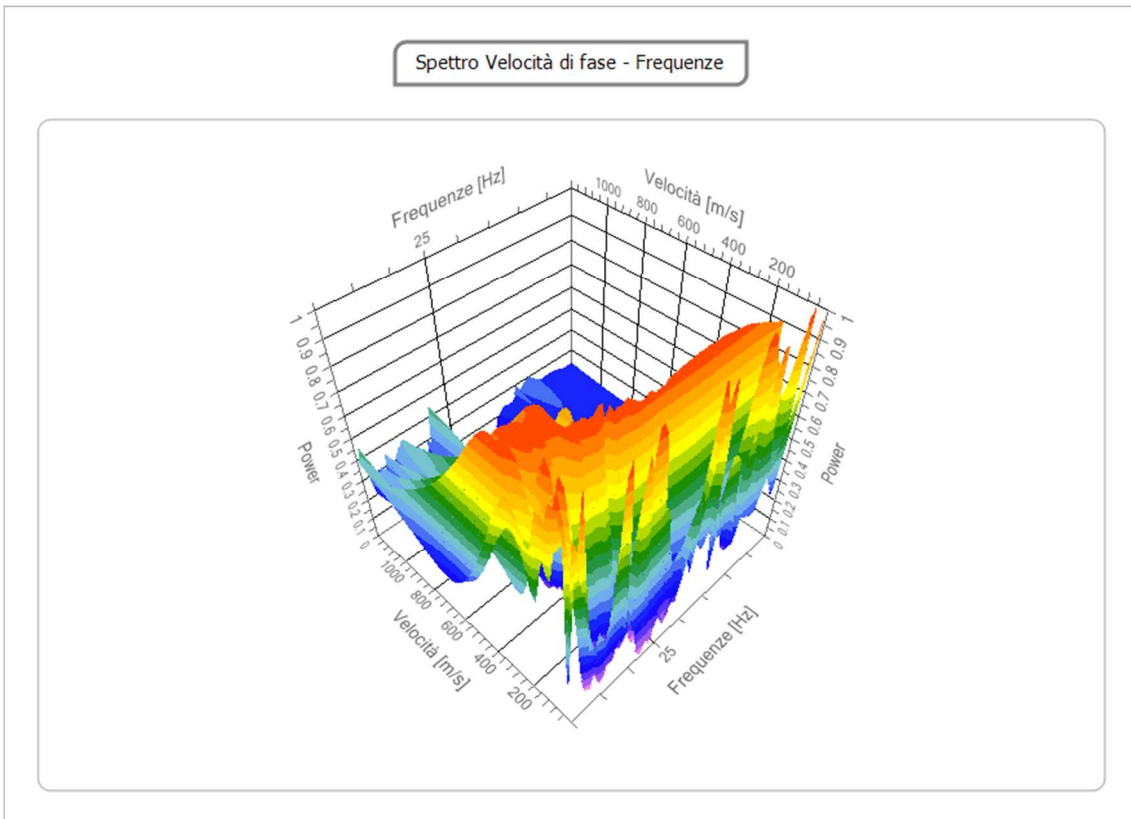
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



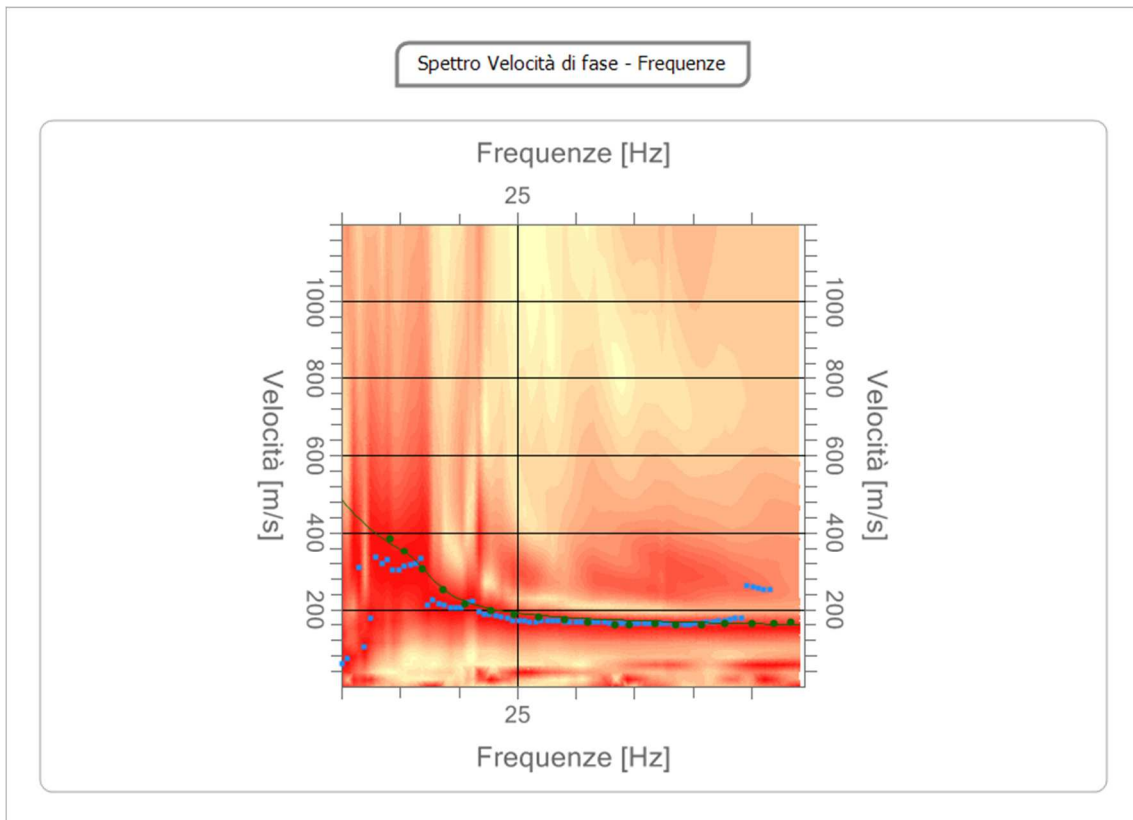
### Analisi spettrale

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 10  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 50  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1



**Curva di dispersione**

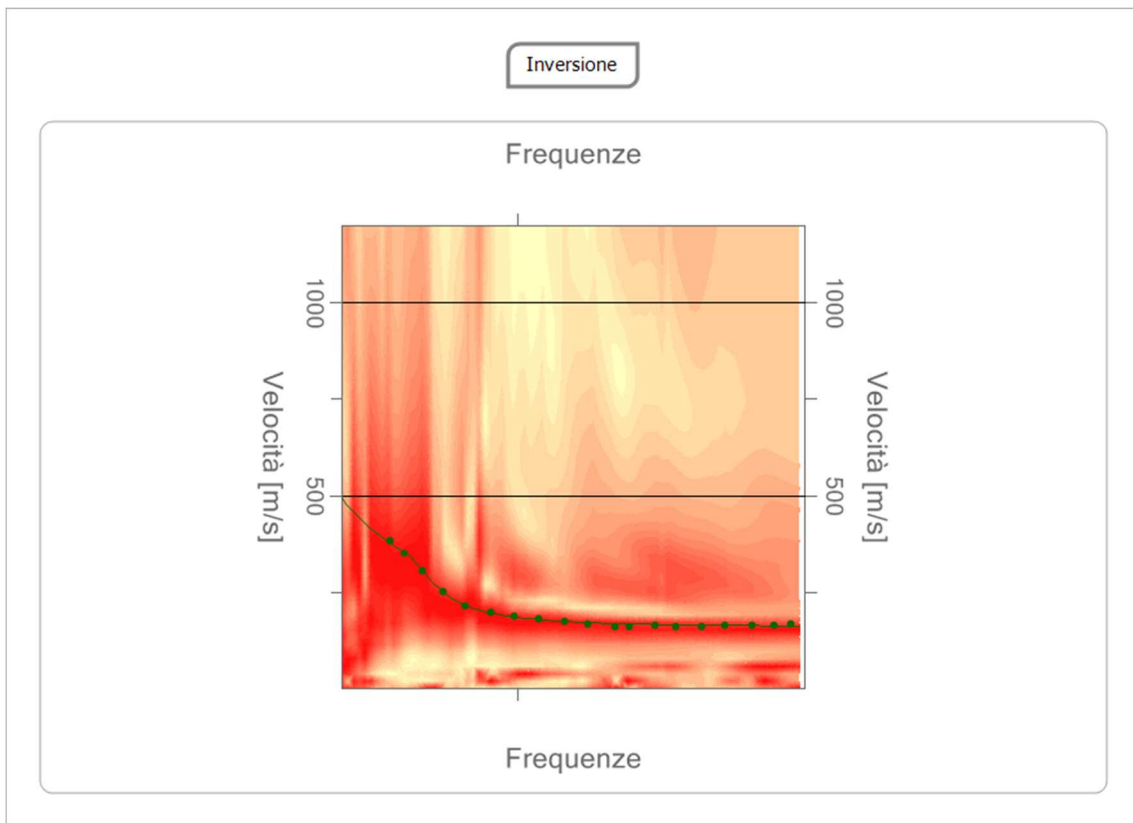
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	14.1	385.2	0
2	15.4	349.7	0
3	16.9	303.4	0
4	18.7	250.1	0
5	20.6	214.5	0
6	22.8	196.7	0
7	24.8	186.0	0
8	26.9	178.9	0
9	29.0	171.8	0
10	31.0	168.2	0
11	33.4	161.1	0
12	34.5	161.1	0
13	36.8	164.7	0
14	38.5	161.1	0
15	40.7	161.1	0
16	42.7	164.7	0
17	45.1	164.7	0
18	47.0	164.7	0
19	48.4	168.2	0

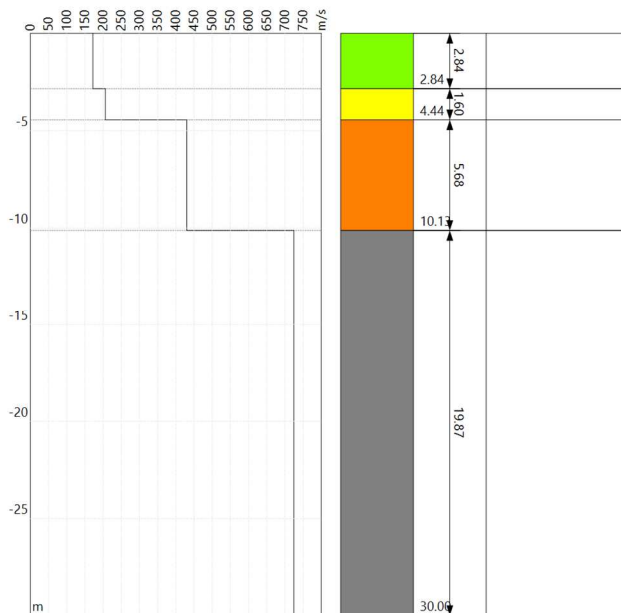
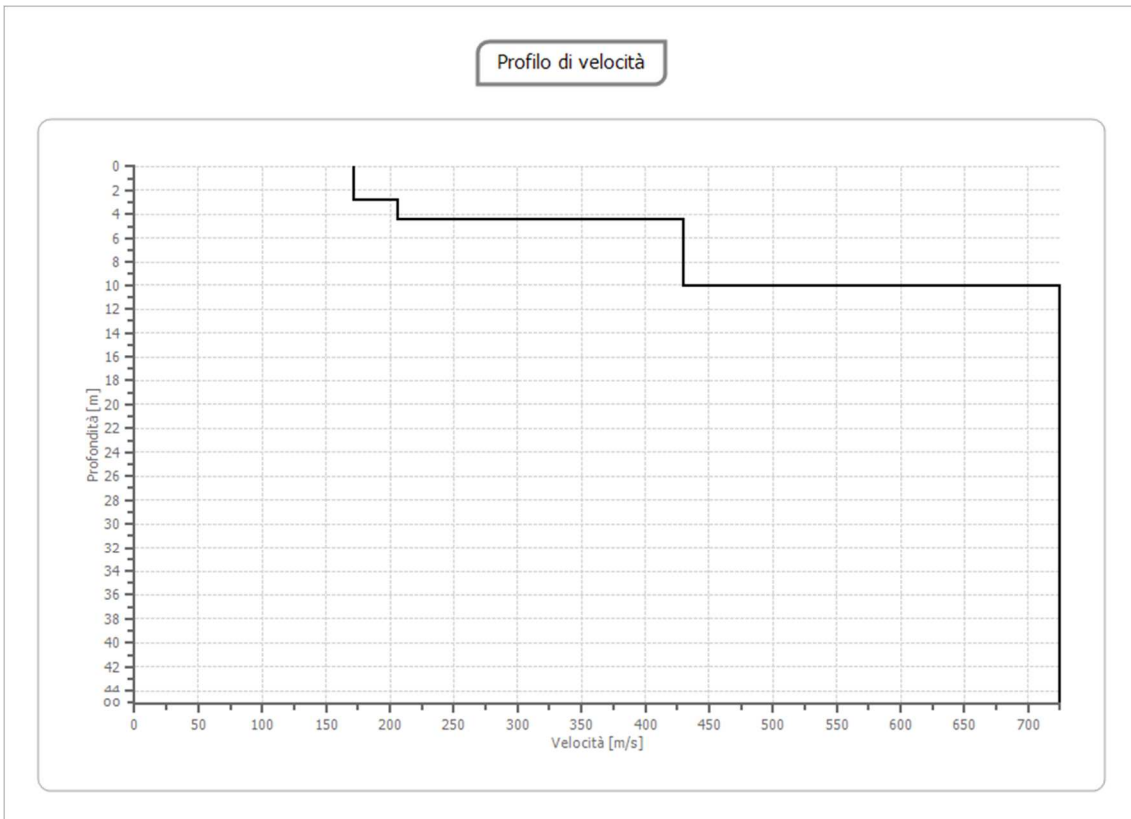


**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.84	2.84	1700.0	0.30	No	321.6	171.9
2	4.44	1.60	1800.0	0.30	No	385.9	206.3
3	10.13	5.68	1900.0	0.30	No	804.1	429.8
4	oo	oo	2000.0	0.30	No	1355.6	724.6

Percentuale di errore 0.024 %  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.018





**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	461.91
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**Altri parametri geotecnici**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.84	2.84	171.92	321.63	1700.00	0.30	50.25	175.86	108.86	130.64	N/A	355.55
2	4.44	1.60	206.25	385.86	1800.00	0.30	76.57	268.00	165.90	199.08	N/A	887.67
3	10.13	5.68	429.79	804.06	1900.00	0.30	350.96	1228.38	760.42	912.51	N/A	N/A
4	oo	oo	724.60	1355.60	2000.00	0.30	1050.09	3675.32	2275.20	2730.24	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

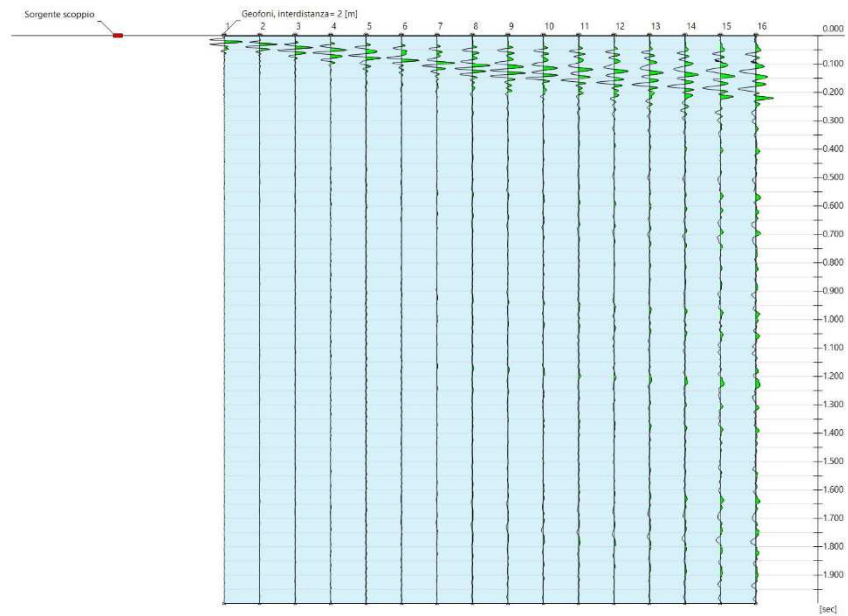
Ey: Modulo di Young;



## ANALISI SISMICA Mw4

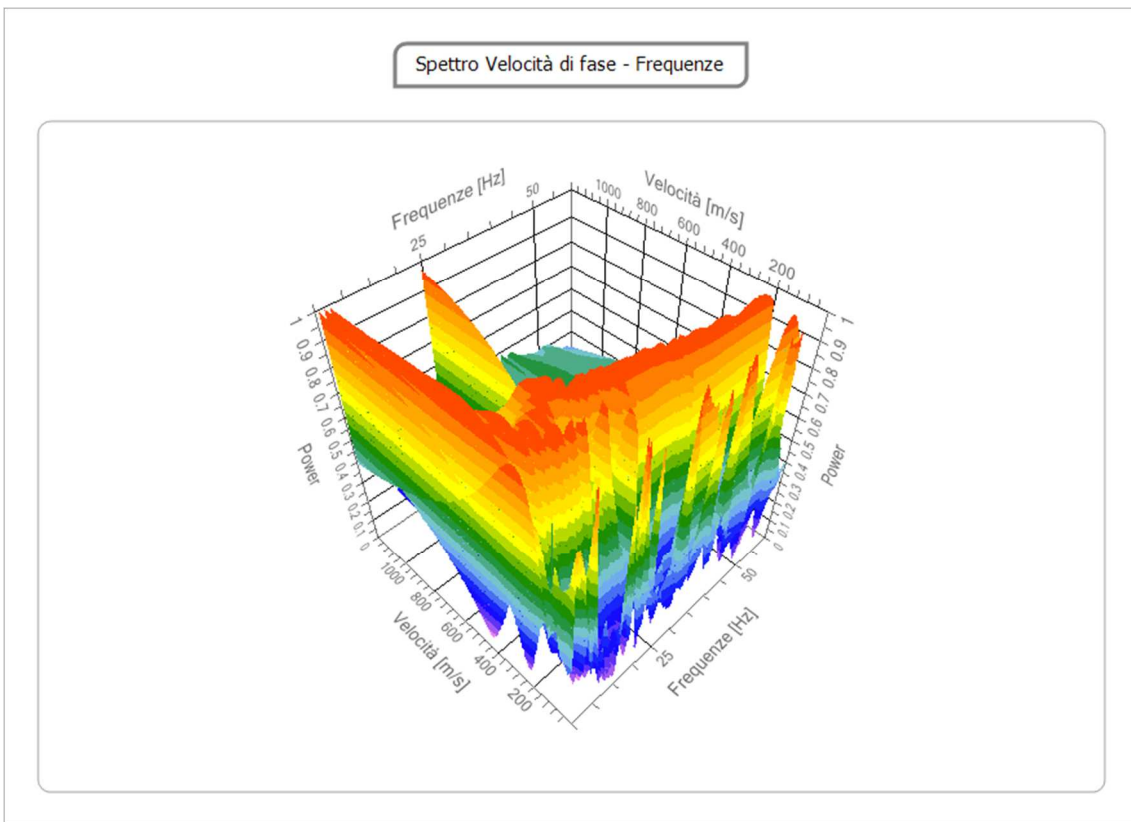
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



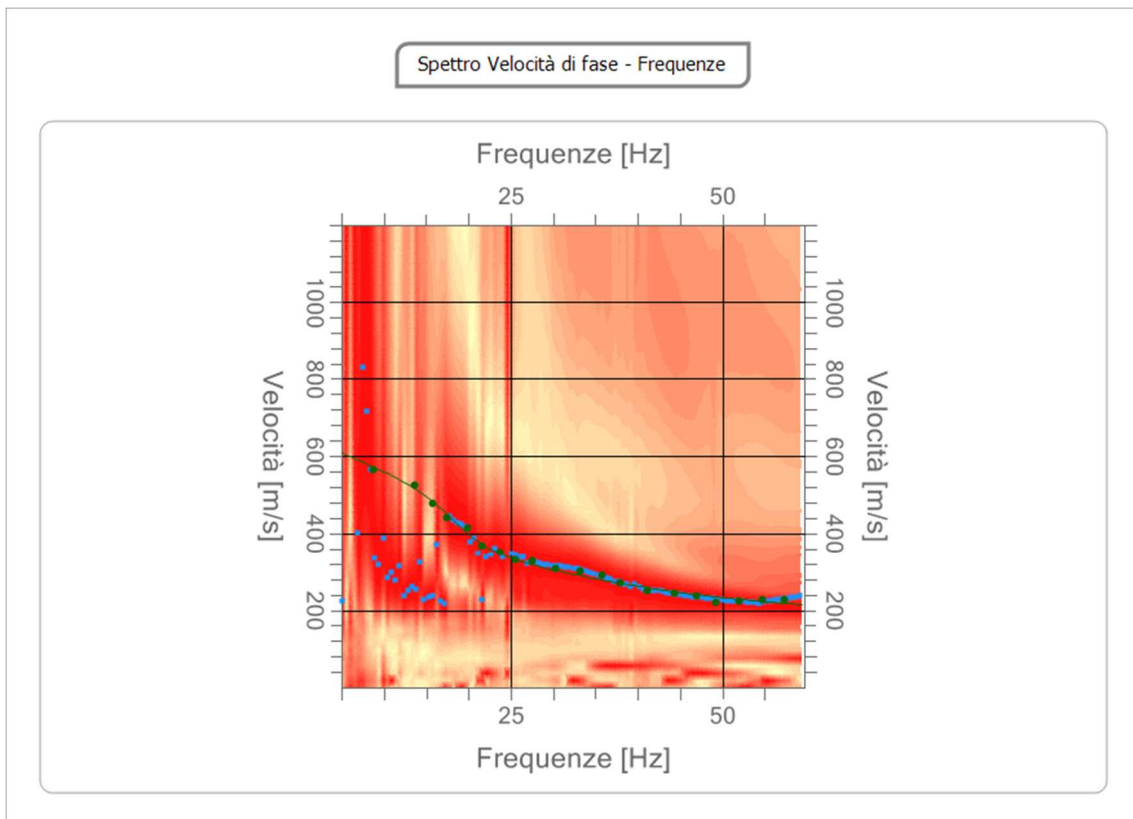
### Analisi spettrale

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 5  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1



**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.7	566.7	0
2	17.5	442.2	0
3	19.9	413.7	0
4	15.7	477.8	0
5	13.6	524.0	0
6	21.6	367.5	0
7	23.7	349.7	0
8	25.6	331.9	0
9	27.6	325.8	0
10	30.3	307.0	0
11	33.2	299.9	0
12	35.8	289.2	0
13	37.9	271.4	0
14	41.1	251.7	0
15	44.3	242.9	0
16	46.9	235.8	0
17	49.3	221.0	0
18	52.0	223.9	0
19	54.7	227.7	0
20	57.4	226.4	0



**Inversione**

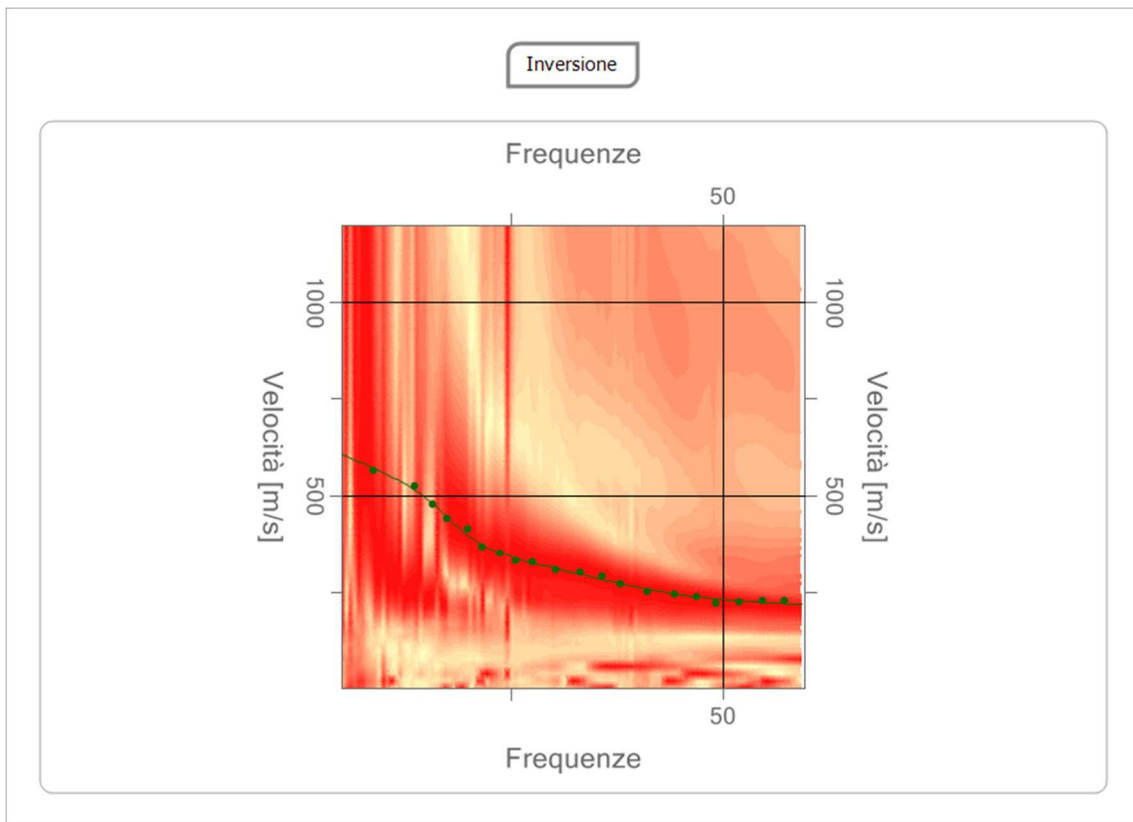
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.99	1.99	1700.0	0.30	No	408.8	218.5
2	2.99	1.00	1800.0	0.30	No	554.7	296.5
3	8.74	5.75	1900.0	0.30	No	745.3	398.4
4	oo	oo	2000.0	0.30	No	1307.1	698.7

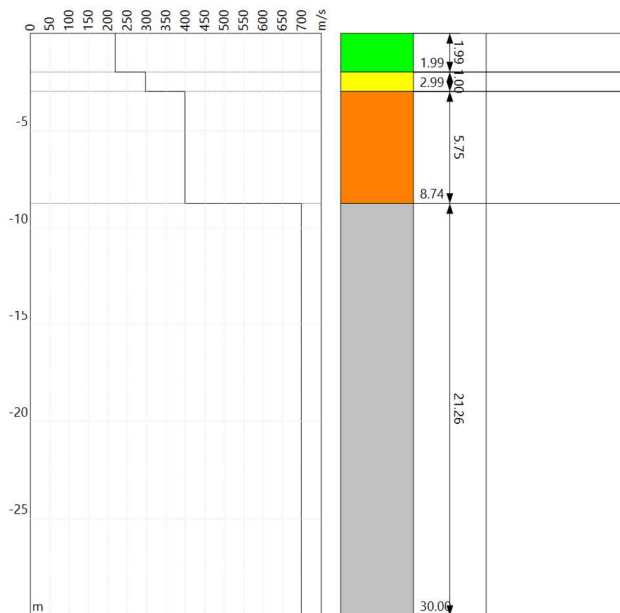
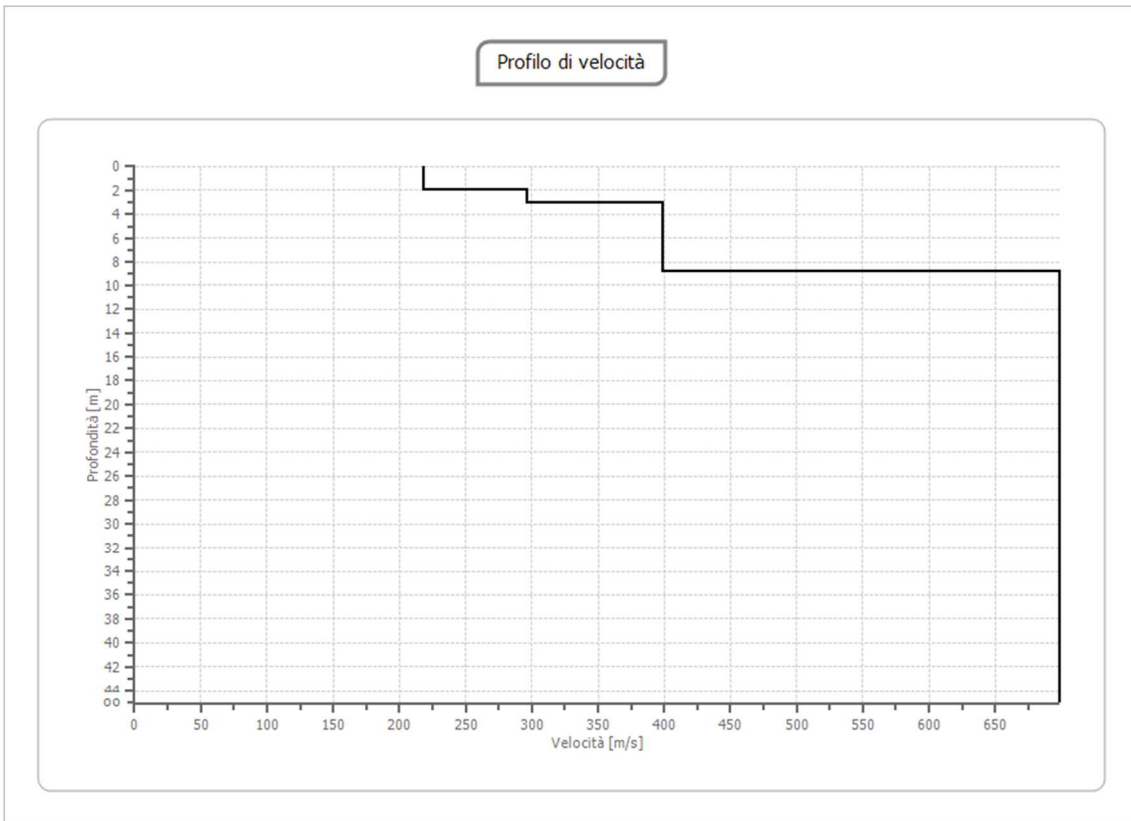
Percentuale di errore

0.032%

Fattore di disadattamento della soluzione

0.020





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	523.23
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

## Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.99	1.99	218.52	408.81	1700.00	0.30	81.18	284.12	175.88	211.06	N/A	1186.76
2	2.99	1.00	296.52	554.73	1800.00	0.30	158.26	553.91	342.90	411.48	N/A	N/A
3	8.74	5.75	398.39	745.31	1900.00	0.30	301.55	1055.43	653.36	784.03	N/A	N/A
4	oo	oo	698.70	1307.15	2000.00	0.30	976.36	3417.26	2115.44	2538.53	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

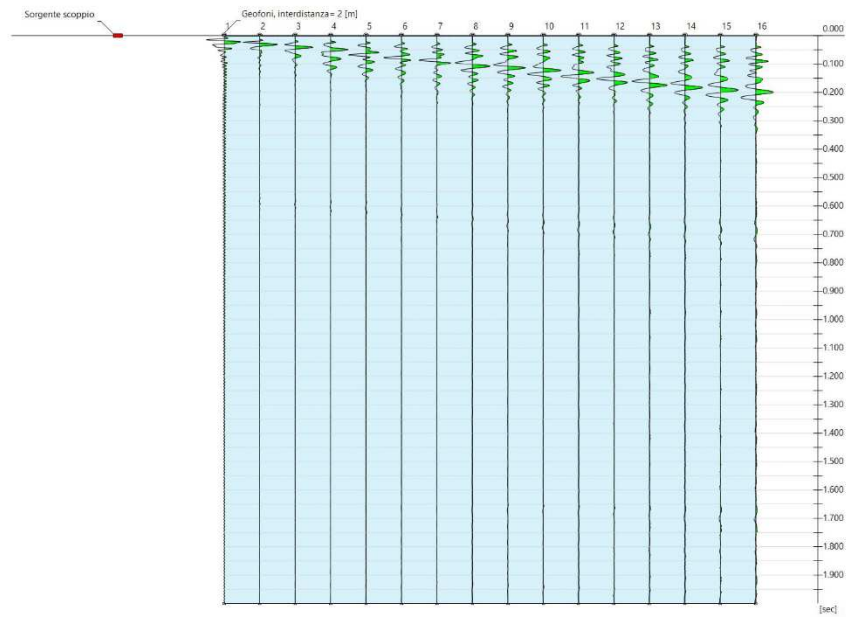
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw5

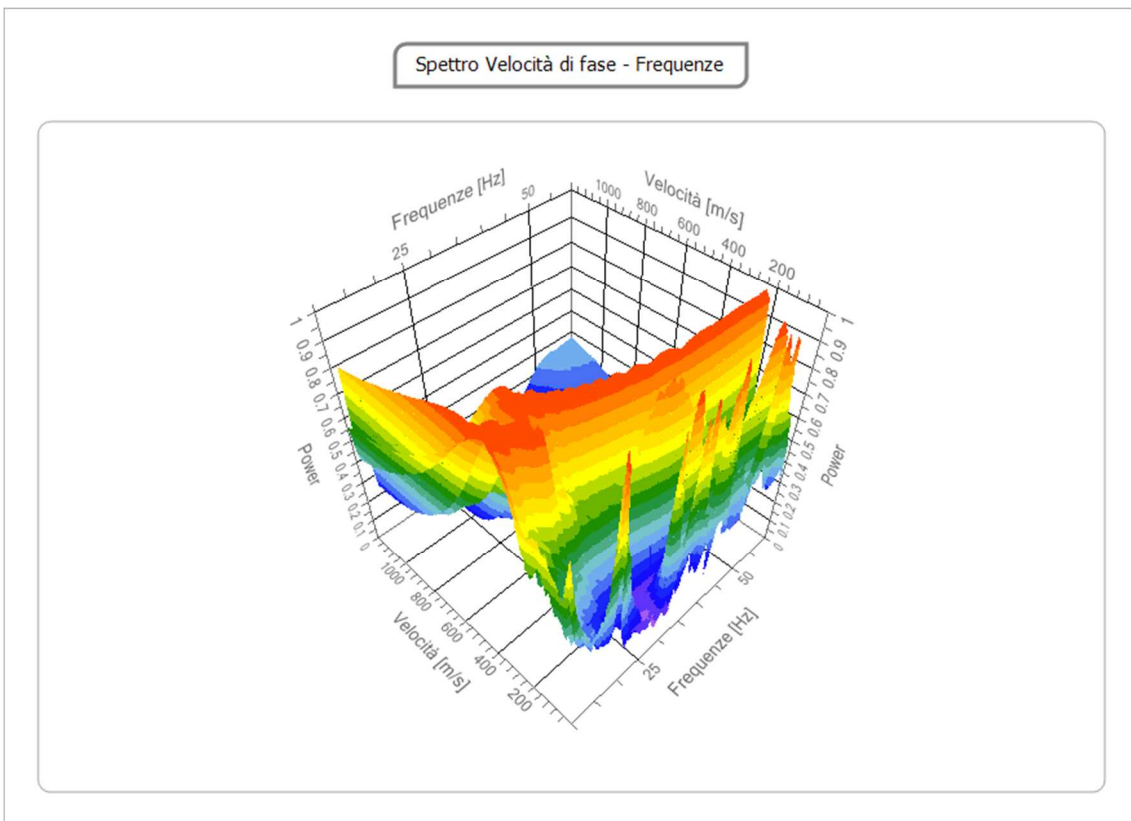
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2000.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2.0
<b>Periodo di</b> <b>campionamento</b> [msec]	1.00



### Analisi spettrale

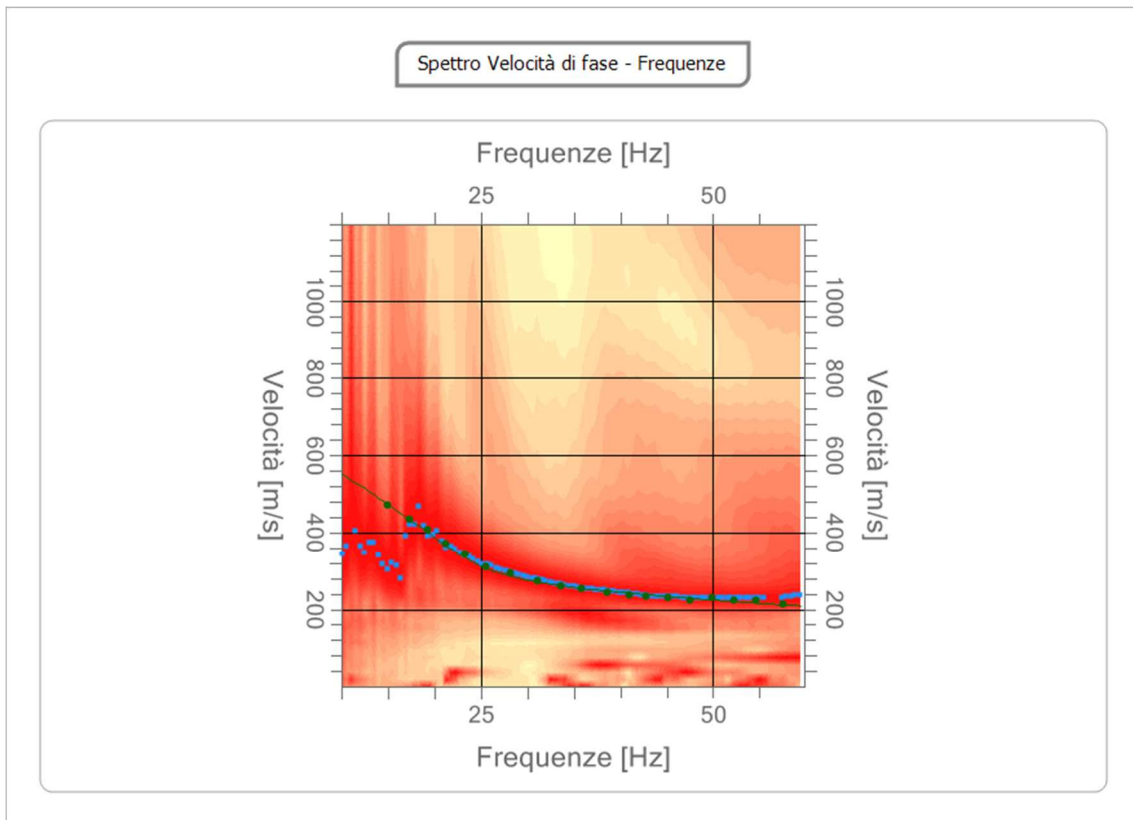
**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 10  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1





**Curva di dispersione**

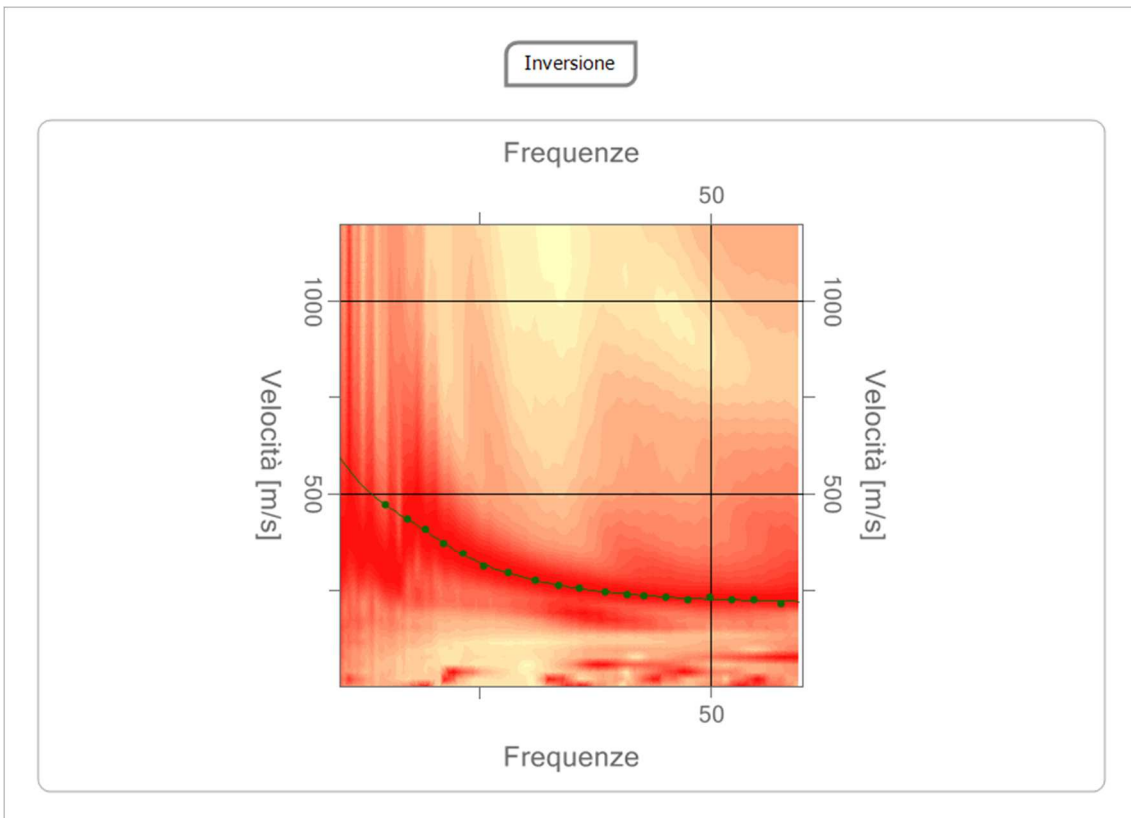
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	14.9	470.6	0
2	17.2	435.1	0
3	19.3	406.6	0
4	21.2	371.0	0
5	23.3	342.6	0
6	25.5	310.5	0
7	28.2	292.7	0
8	31.1	275.0	0
9	33.6	260.7	0
10	35.9	253.6	0
11	38.5	242.9	0
12	40.9	235.8	0
13	42.8	232.3	0
14	45.2	228.7	0
15	47.5	225.1	0
16	49.9	228.7	0
17	52.3	225.1	0
18	54.6	225.1	0
19	57.6	214.5	0

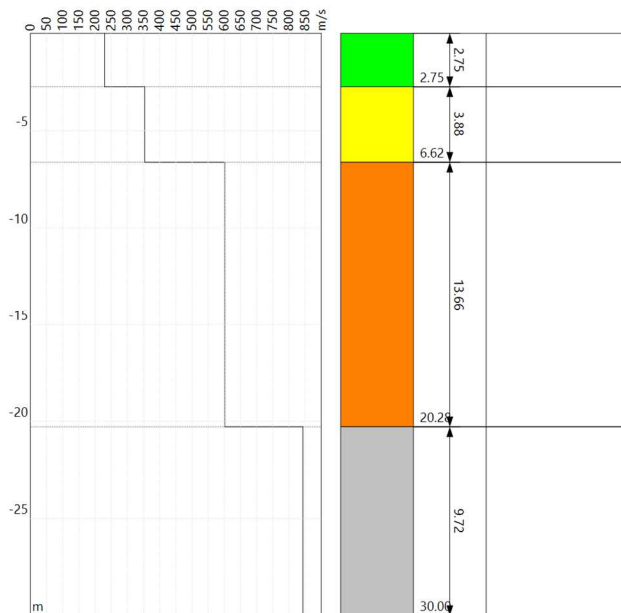
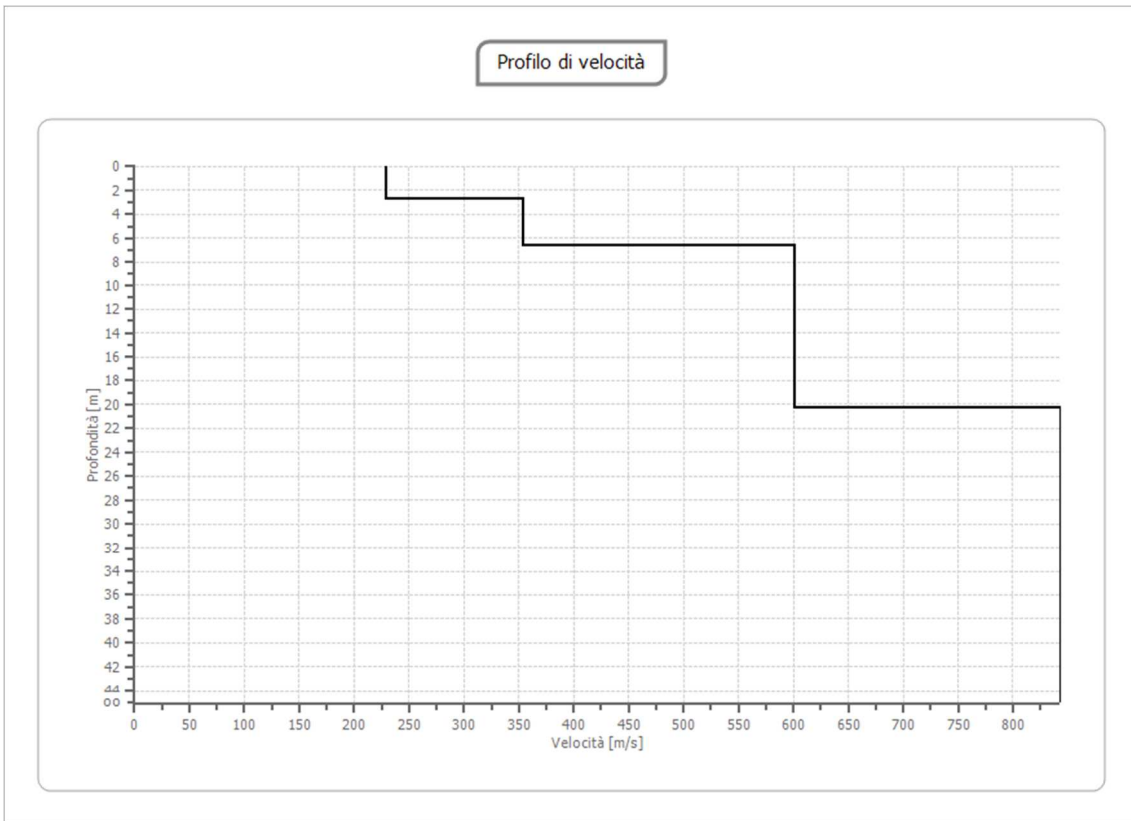


**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.75	2.75	1700.0	0.30	No	428.6	229.1
2	6.62	3.88	1800.0	0.30	No	662.1	353.9
3	20.28	13.66	1900.0	0.30	No	1125.2	601.4
4	oo	oo	2000.0	0.30	No	1577.3	843.1

Percentuale di errore 0.007 %  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.010





**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=20.28 m)</b>	444.24
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**Altri parametri geotecnici**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.75	2.75	229.11	428.63	1700.00	0.30	89.24	312.33	193.35	232.01	N/A	1505.40
2	6.62	3.88	353.90	662.08	1800.00	0.30	225.44	789.03	488.45	586.14	N/A	N/A
3	20.28	13.66	601.45	1125.21	1900.00	0.30	687.31	2405.58	1489.17	1787.00	N/A	N/A
4	oo	oo	843.09	1577.27	2000.00	0.30	1421.59	4975.56	3080.11	3696.13	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

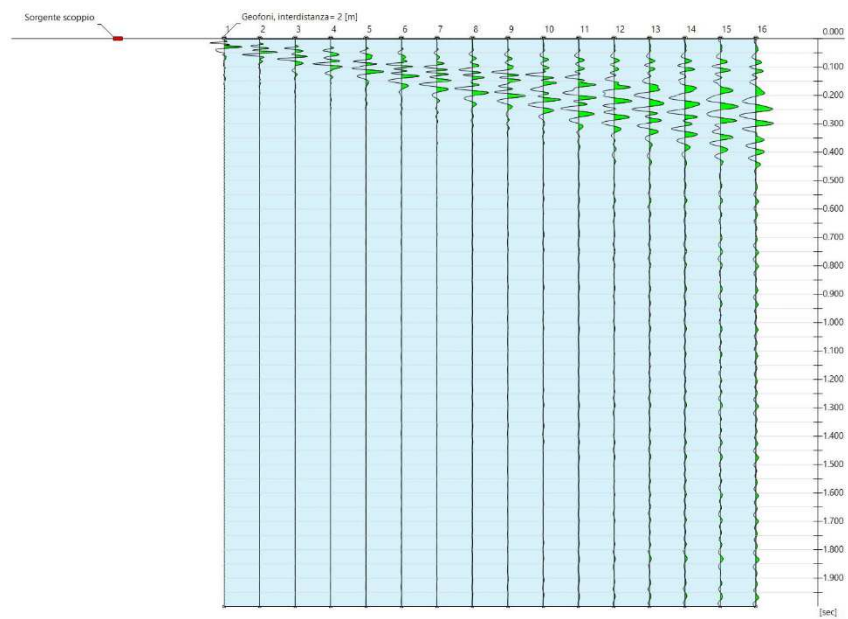
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw6

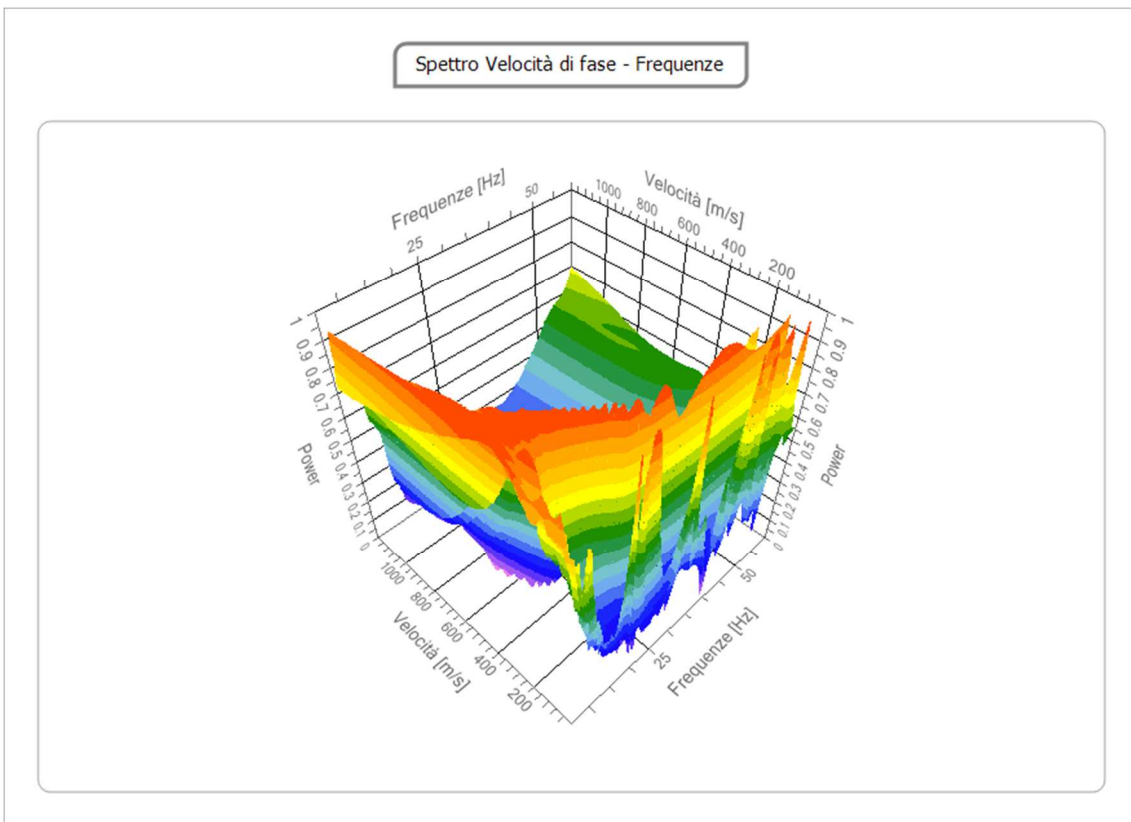
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



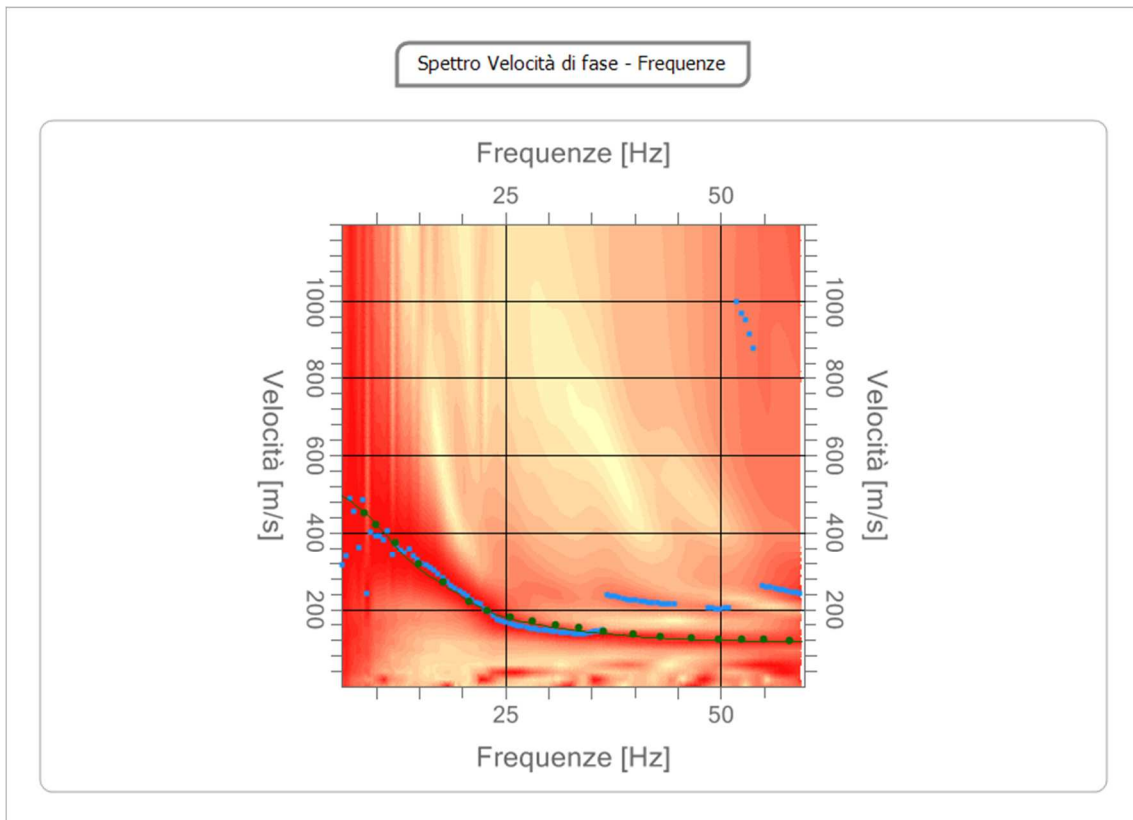
### Analisi spettrale

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 6  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1



**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.6	452.8	0
2	10.0	420.8	0
3	12.2	375.2	0
4	14.9	318.5	0
5	17.8	271.4	0
6	20.8	221.6	0
7	22.9	196.8	0
8	25.5	179.8	0
9	28.2	168.3	0
10	30.8	159.3	0
11	33.5	153.1	0
12	36.4	143.3	0
13	39.8	136.2	0
14	43.0	129.1	0
15	46.6	125.5	0
16	49.7	122.0	0
17	52.4	122.0	0
18	54.9	122.0	0
19	58.0	118.4	0



**Inversione**

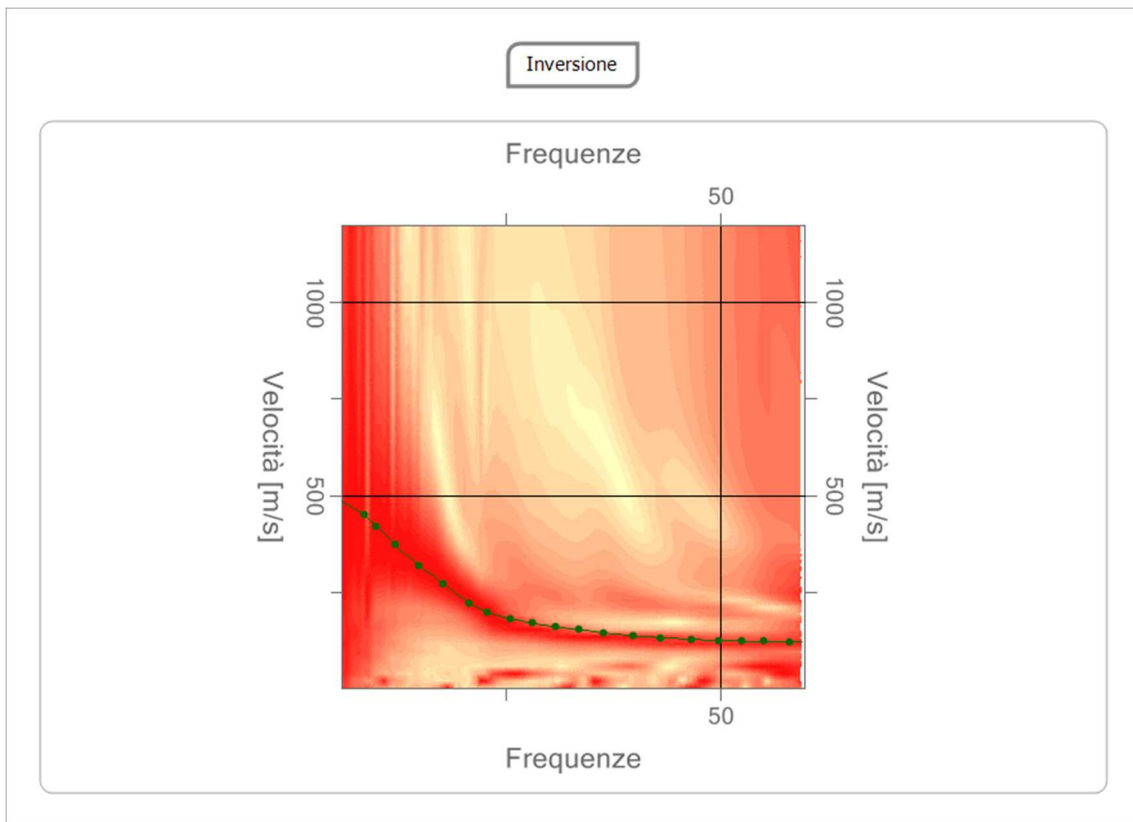
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.37	1.37	1700.0	0.30	No	229.1	122.5
2	4.24	2.87	1800.0	0.30	No	386.8	206.8
3	11.01	6.77	1900.0	0.30	No	803.0	429.2
4	oo	oo	2000.0	0.30	No	1092.6	584.0

Percentuale di errore

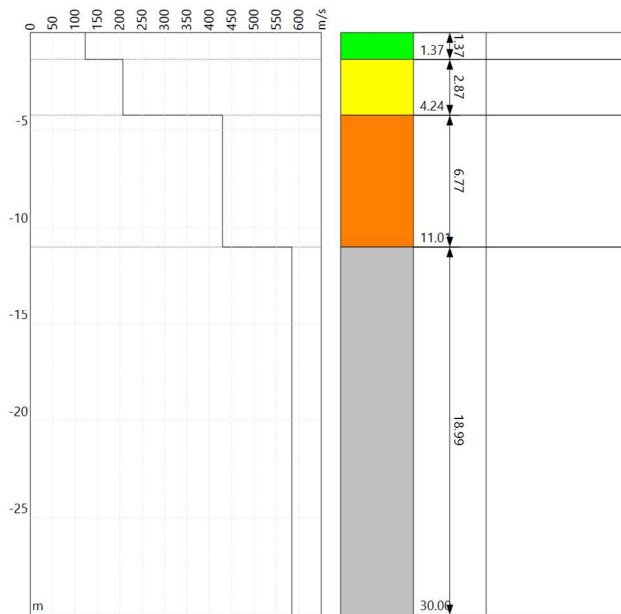
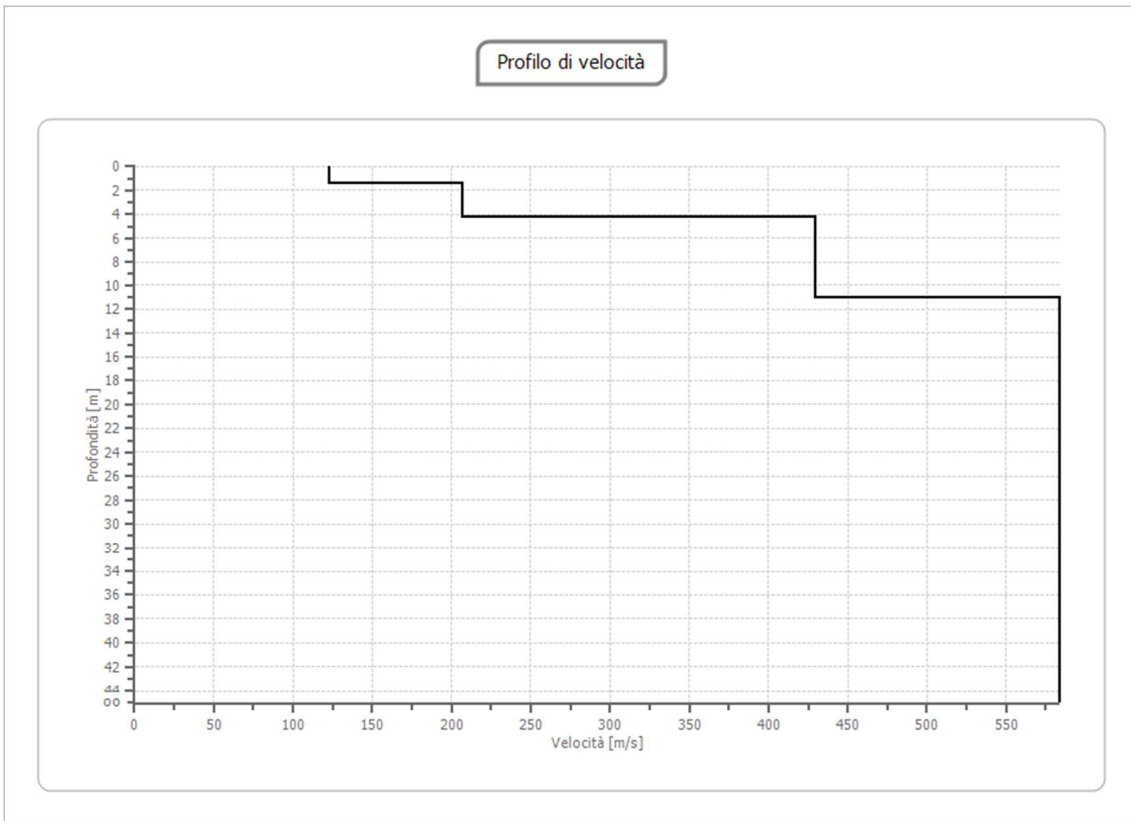
0.003%

Fattore di disadattamento della soluzione

0.007







**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	408.87
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**Altri parametri geotecnici**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.37	1.37	122.46	229.10	1700.00	0.30	25.49	89.22	55.23	66.28	44	64.64
2	4.24	2.87	206.76	386.81	1800.00	0.30	76.95	269.33	166.73	200.07	N/A	898.75
3	11.01	6.77	429.24	803.04	1900.00	0.30	350.07	1225.25	758.49	910.18	N/A	N/A
4	oo	oo	584.03	1092.62	2000.00	0.30	682.18	2387.64	1478.07	1773.68	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

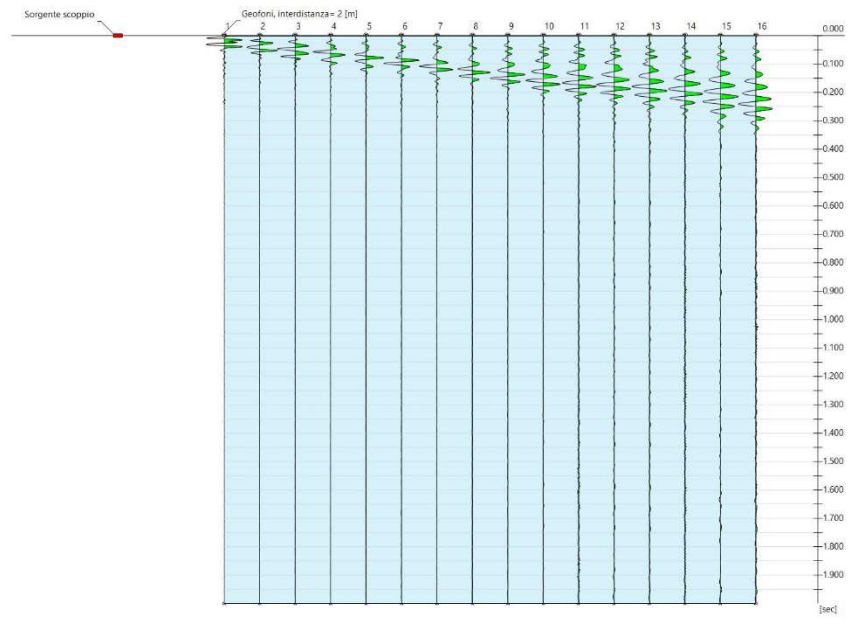
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw7

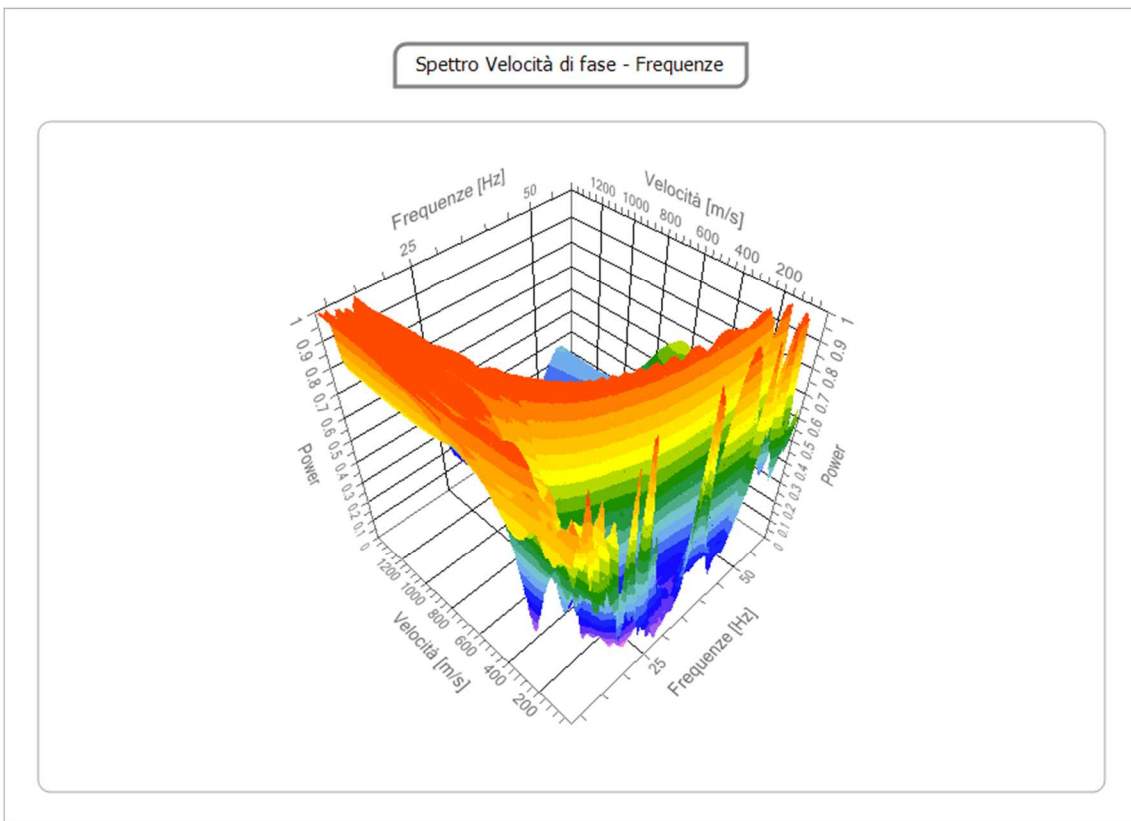
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



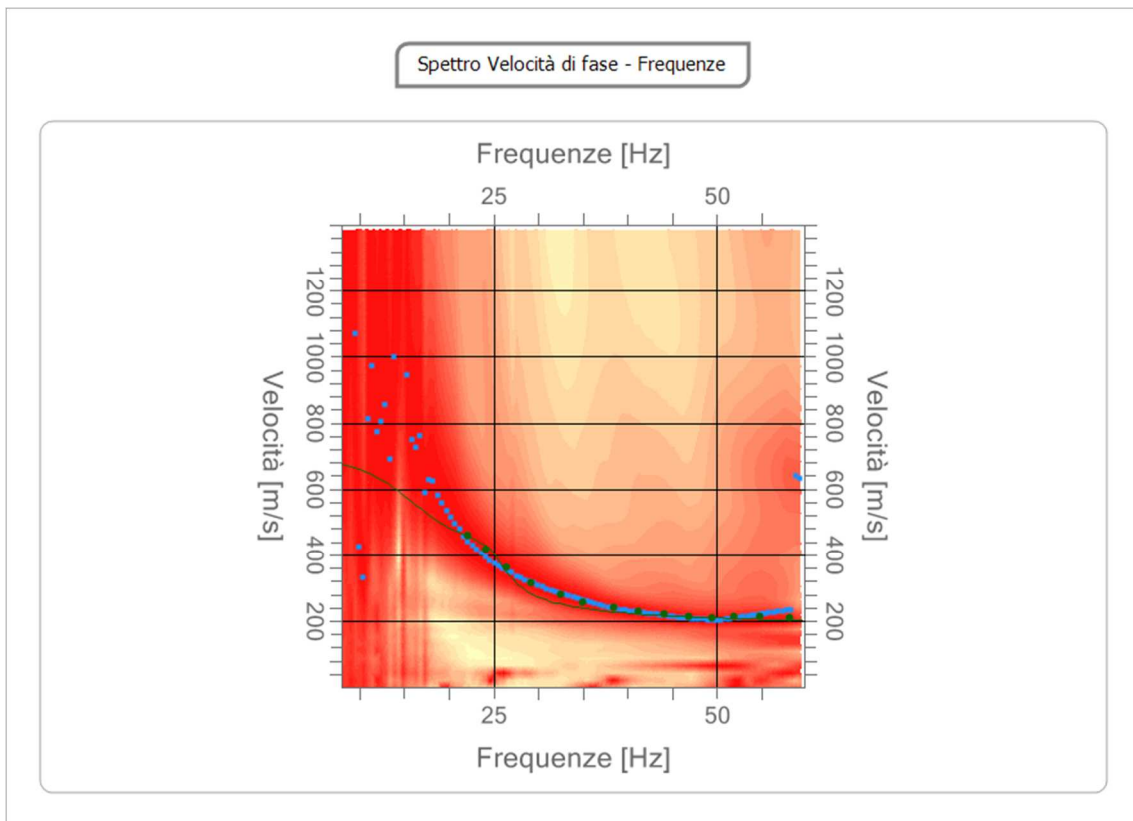
**Analisi spettrale**

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	8
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	1400
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	22.1	461.8	0
2	24.1	416.1	0
3	26.4	362.2	0
4	29.2	316.5	0
5	32.6	279.1	0
6	35.0	258.4	0
7	38.4	241.8	0
8	41.2	229.3	0
9	44.1	221.0	0
10	46.9	212.7	0
11	49.5	208.6	0
12	51.9	212.7	0
13	54.8	212.7	0
14	58.1	208.6	0



**Inversione**

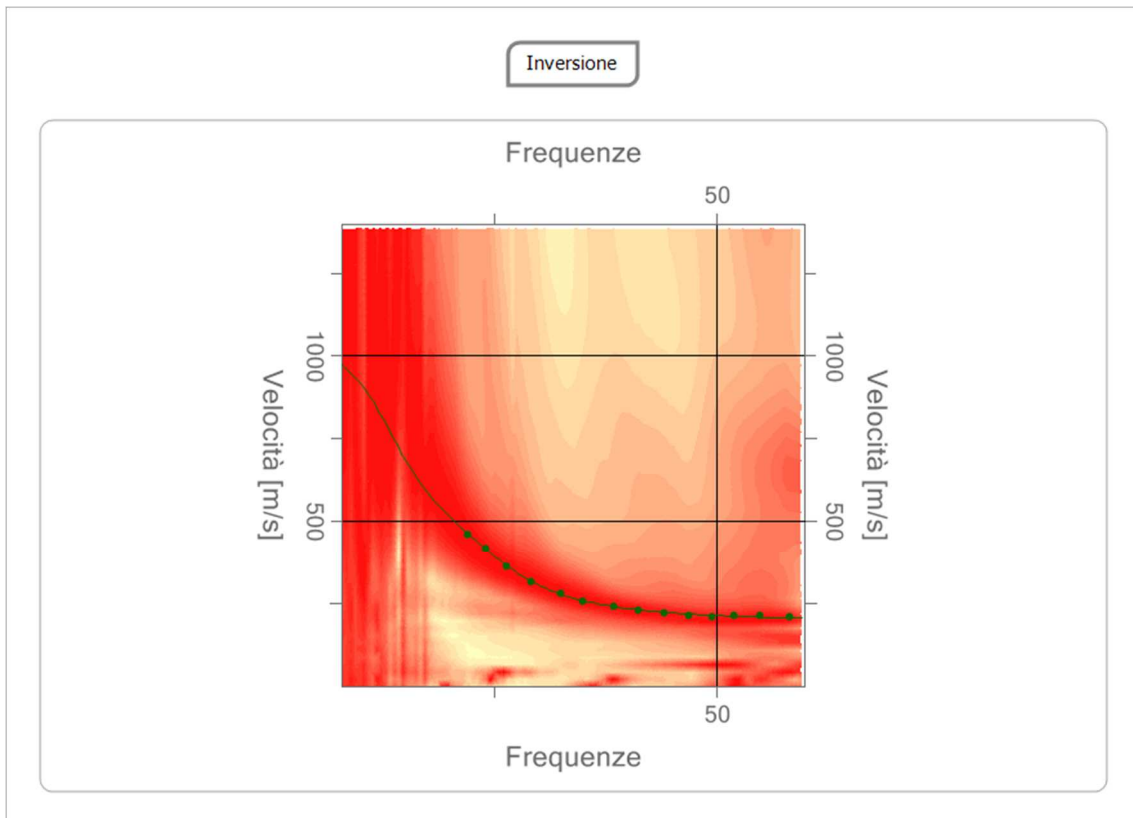
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.36	2.36	1700.0	0.30	No	397.9	212.7
2	4.52	2.16	1800.0	0.30	No	623.6	333.3
3	9.81	5.29	1900.0	0.30	No	1031.6	551.4
4	oo	oo	2000.0	0.30	No	2182.2	1166.5

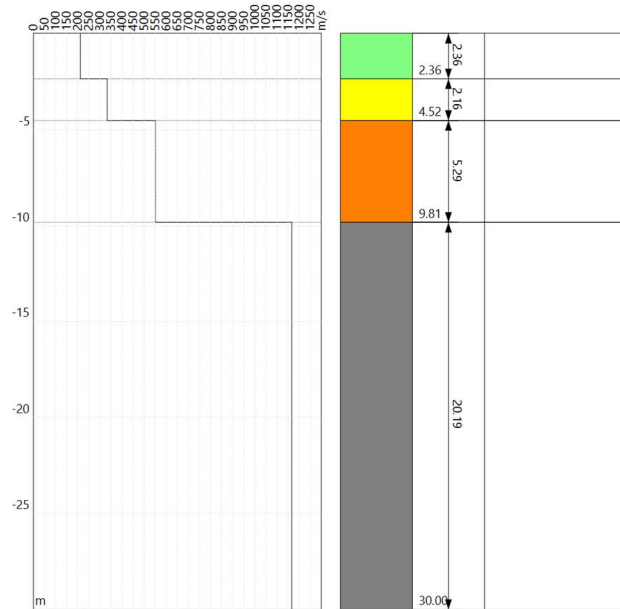
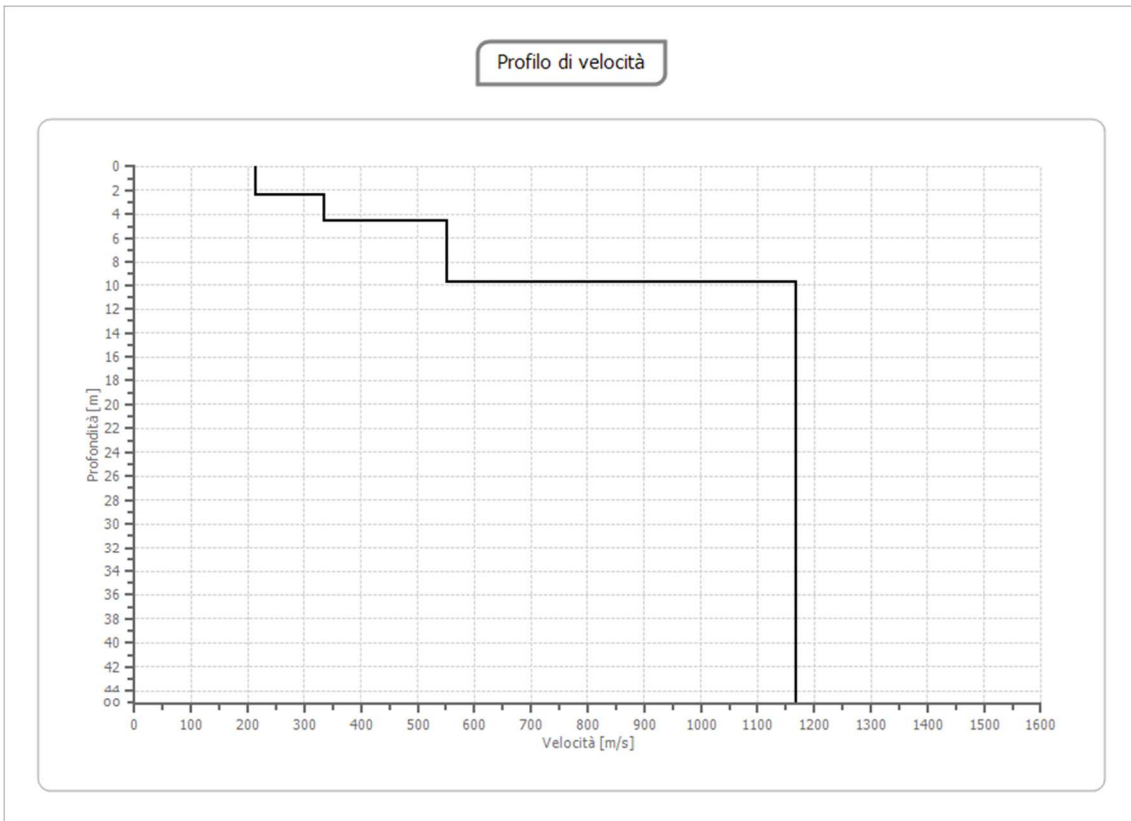
Percentuale di errore

0.009%

Fattore di disadattamento della soluzione

0.012





**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=9.81 m)</b>	361.00
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**Altri parametri geotecnici**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.36	2.36	212.69	397.90	1700.00	0.30	76.90	269.16	166.62	199.95	N/A	1035.93
2	4.52	2.16	333.33	623.61	1800.00	0.30	200.00	700.00	433.33	520.00	N/A	N/A
3	9.81	5.29	551.44	1031.65	1900.00	0.30	577.76	2022.16	1251.81	1502.18	N/A	N/A
4	oo	oo	1166.46	2182.25	2000.00	0.30	2721.26	9524.40	5896.06	7075.26	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

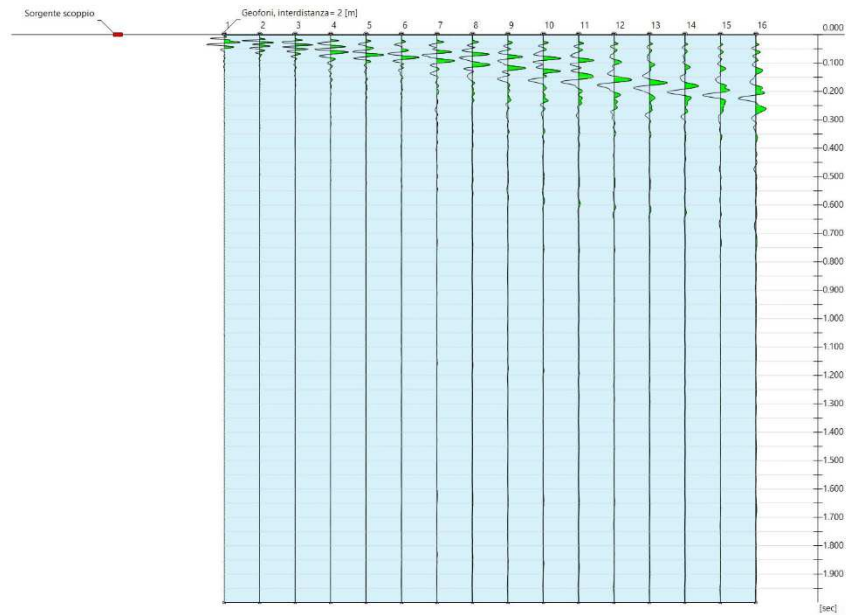
Ey: Modulo di Young;



## ANALISI SISMICA Mw8

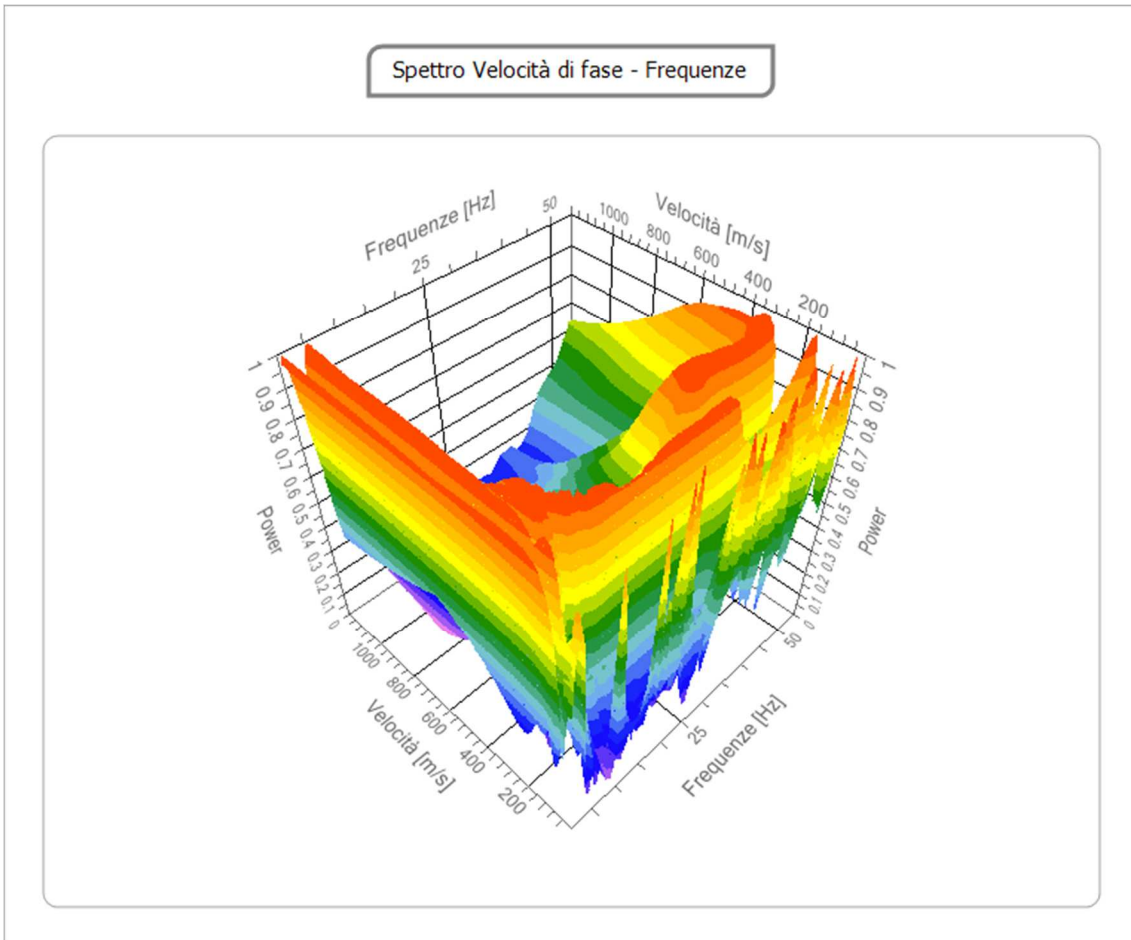
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



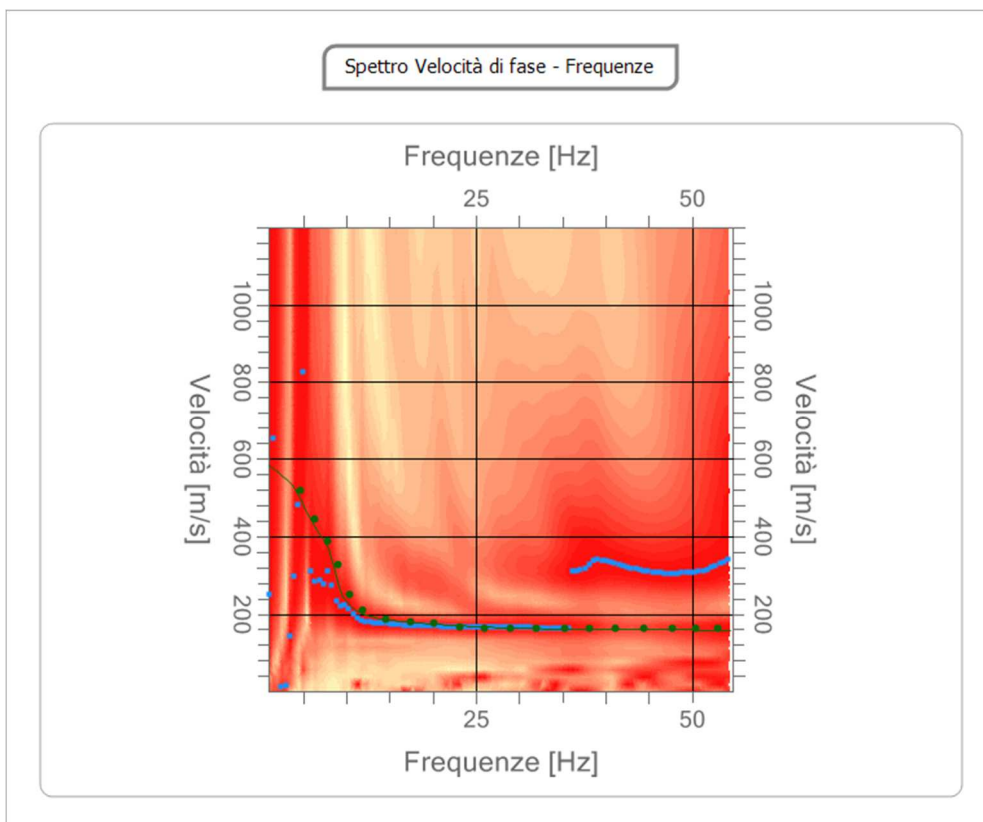
### Analisi spettrale

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 1  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 55  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1



**Curva di dispersione**

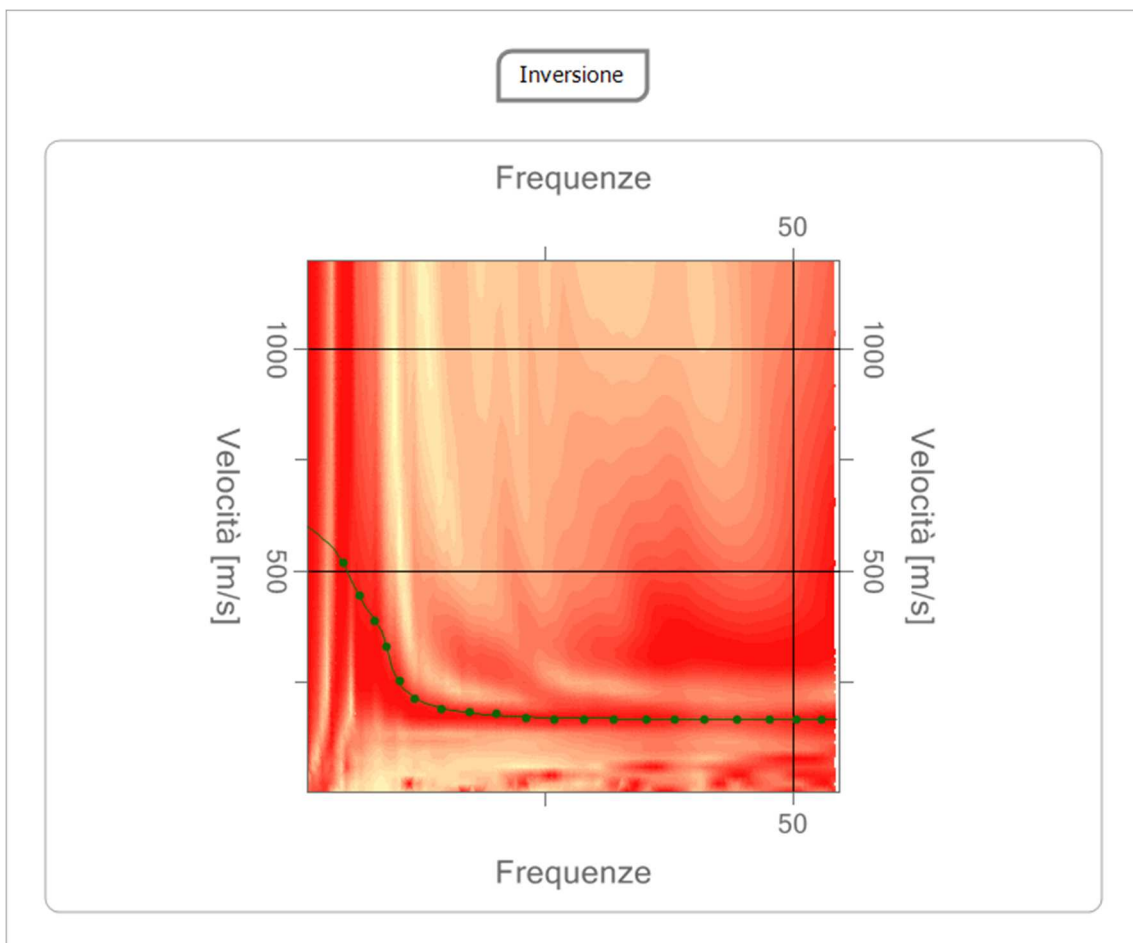
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.7	516.9	0
2	6.3	445.7	0
3	7.9	388.8	0
4	9.0	328.3	0
5	10.4	250.1	0
6	11.8	210.9	0
7	14.5	186.0	0
8	17.4	178.9	0
9	20.1	175.3	0
10	23.2	168.2	0
11	26.0	164.7	0
12	29.1	164.7	0
13	31.9	164.7	0
14	35.3	164.7	0
15	38.1	164.7	0
16	41.2	164.7	0
17	44.5	164.7	0
18	47.7	164.7	0
19	50.4	164.7	0
20	53.0	164.7	0

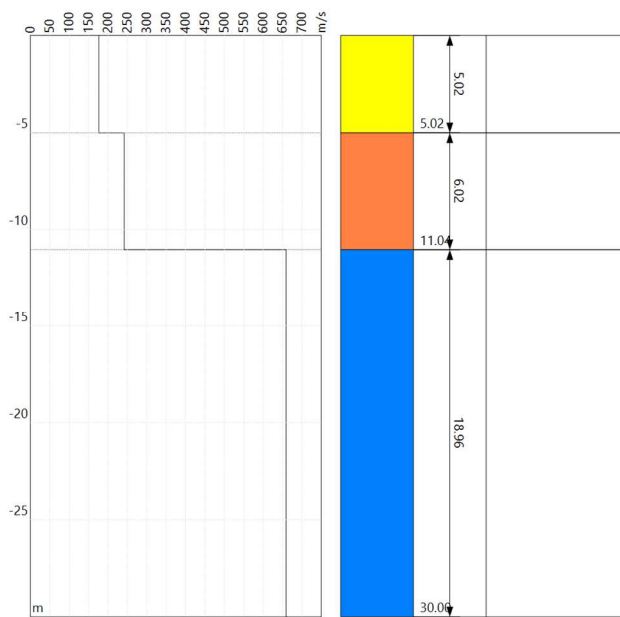
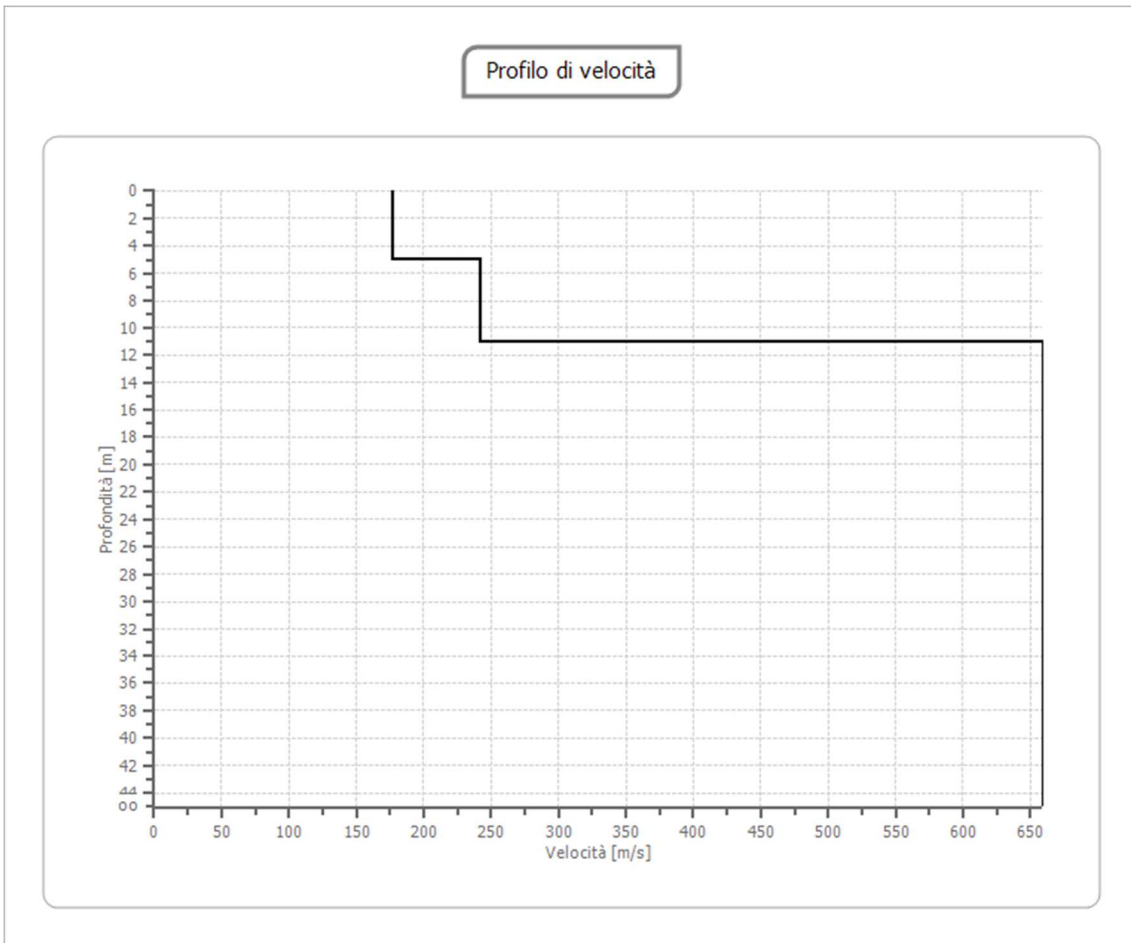


**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	5.02	5.02	1700.0	0.30	No	330.2	176.5
2	11.04	6.02	1800.0	0.30	No	452.5	241.9
3	oo	oo	1900.0	0.30	No	1233.3	659.2

Percentuale di errore 0.007 %  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.010





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	365.49
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

## Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	5.02	5.02	176.50	330.20	1700.00	0.30	52.96	185.36	114.75	137.70	86	405.80
2	11.04	6.02	241.85	452.47	1800.00	0.30	105.29	368.51	228.13	273.75	N/A	1975.99
3	oo	oo	659.24	1233.33	1900.00	0.30	825.74	2890.09	1789.10	2146.92	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

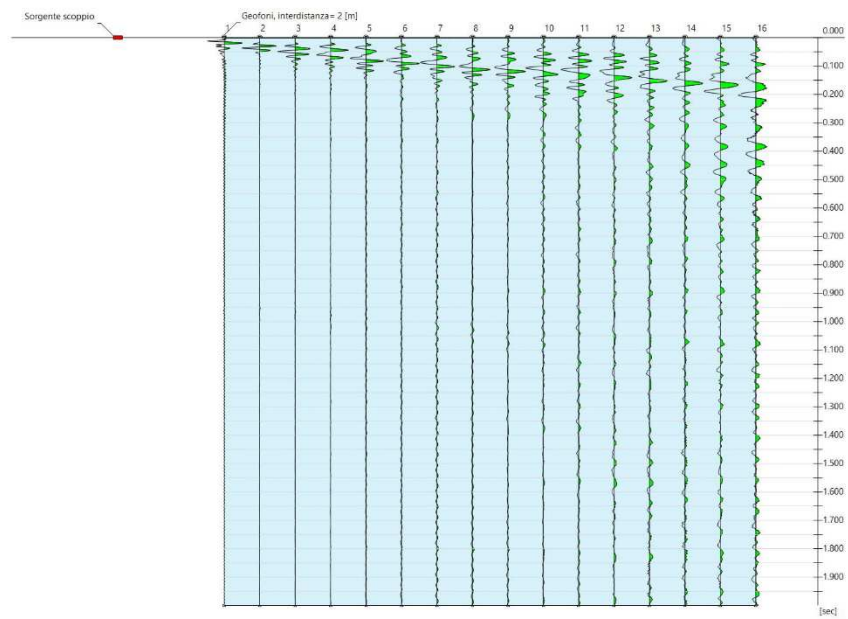
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw9

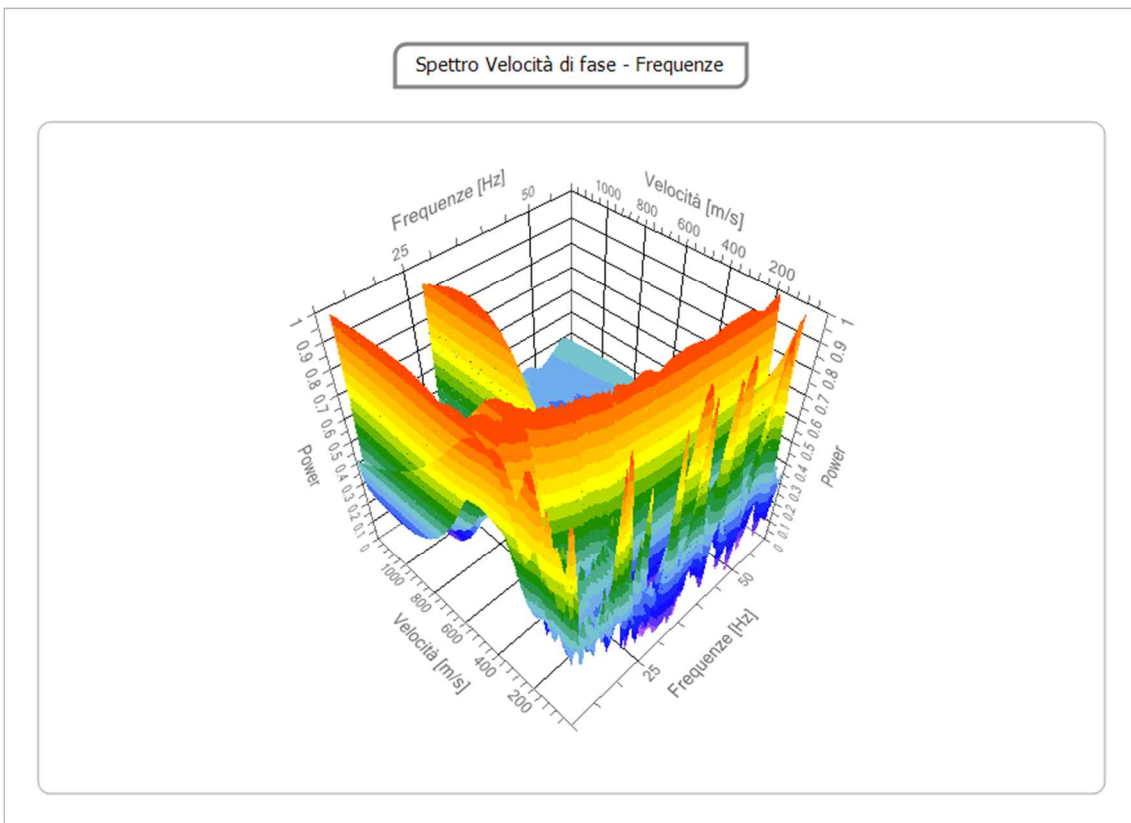
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



### Analisi spettrale

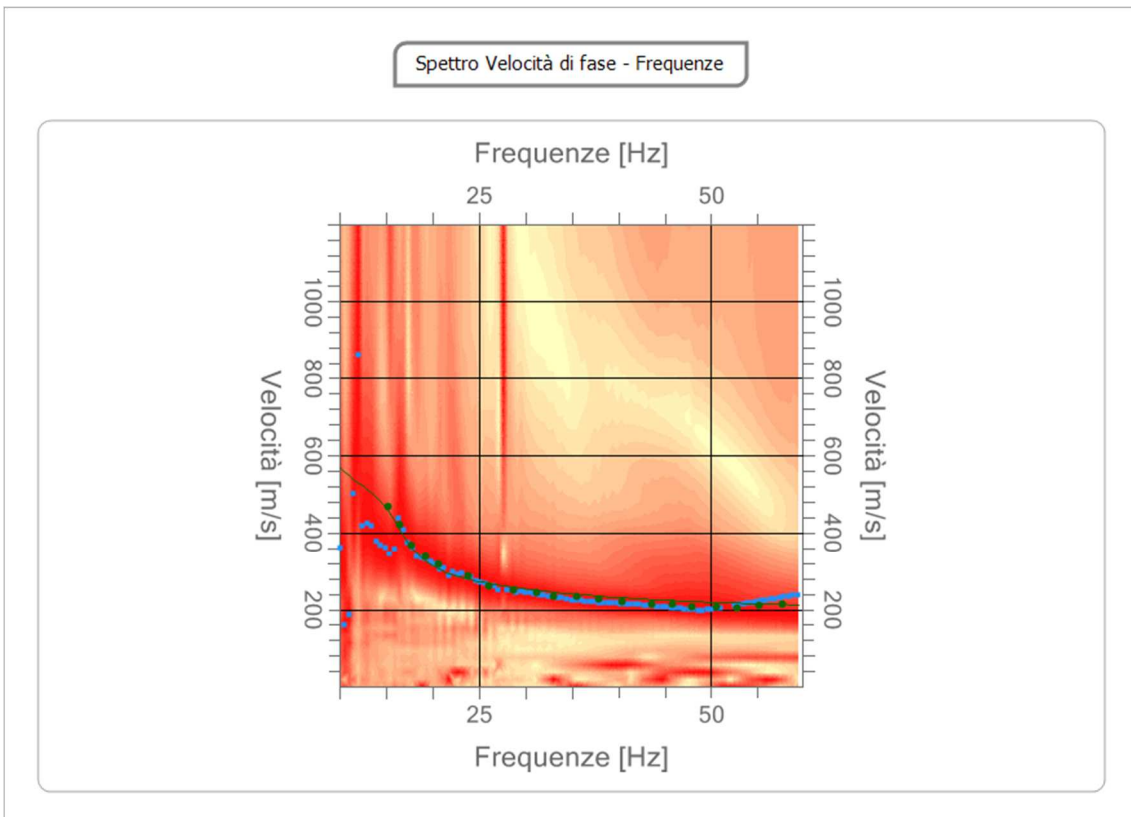
**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 10  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1





**Curva di dispersione**

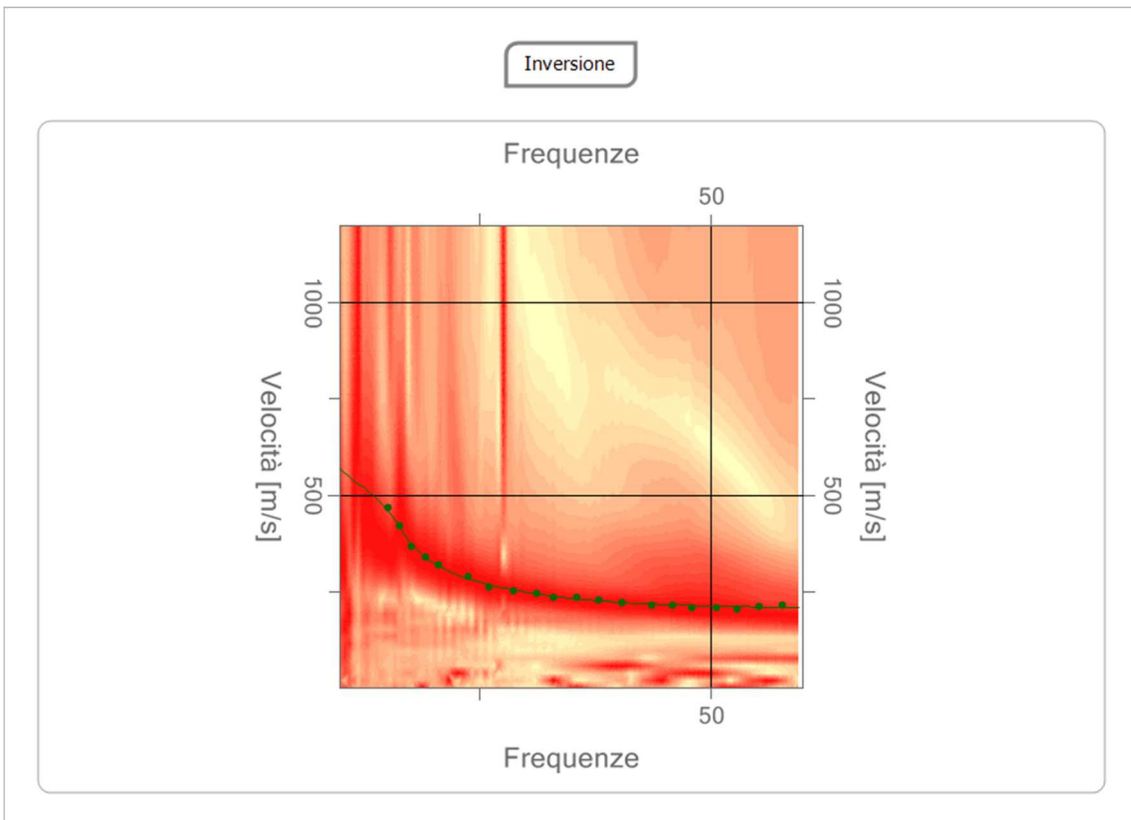
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	16.5	420.8	0
2	15.2	467.1	0
3	17.7	367.5	0
4	19.3	339.0	0
5	20.7	316.8	0
6	23.9	285.6	0
7	26.1	260.7	0
8	28.8	250.1	0
9	31.3	242.9	0
10	33.0	234.9	0
11	35.5	232.7	0
12	37.9	227.4	0
13	40.4	218.6	0
14	43.5	214.5	0
15	45.8	214.5	0
16	48.0	207.4	0
17	50.5	207.4	0
18	52.7	203.0	0
19	55.2	211.1	0
20	57.7	214.7	0

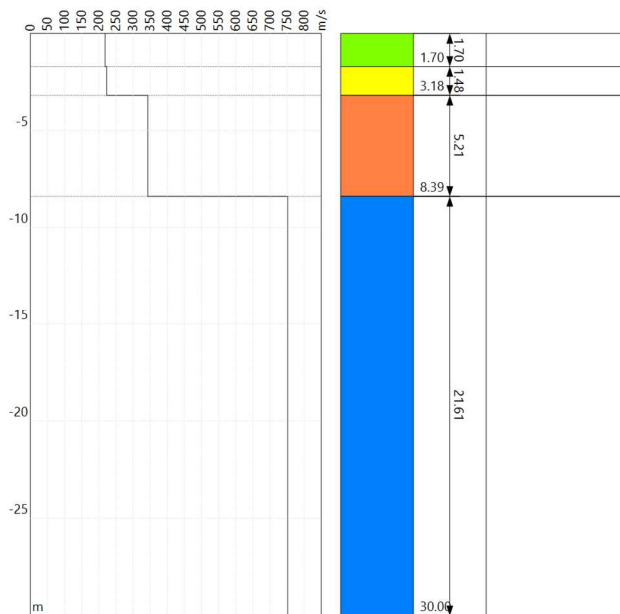
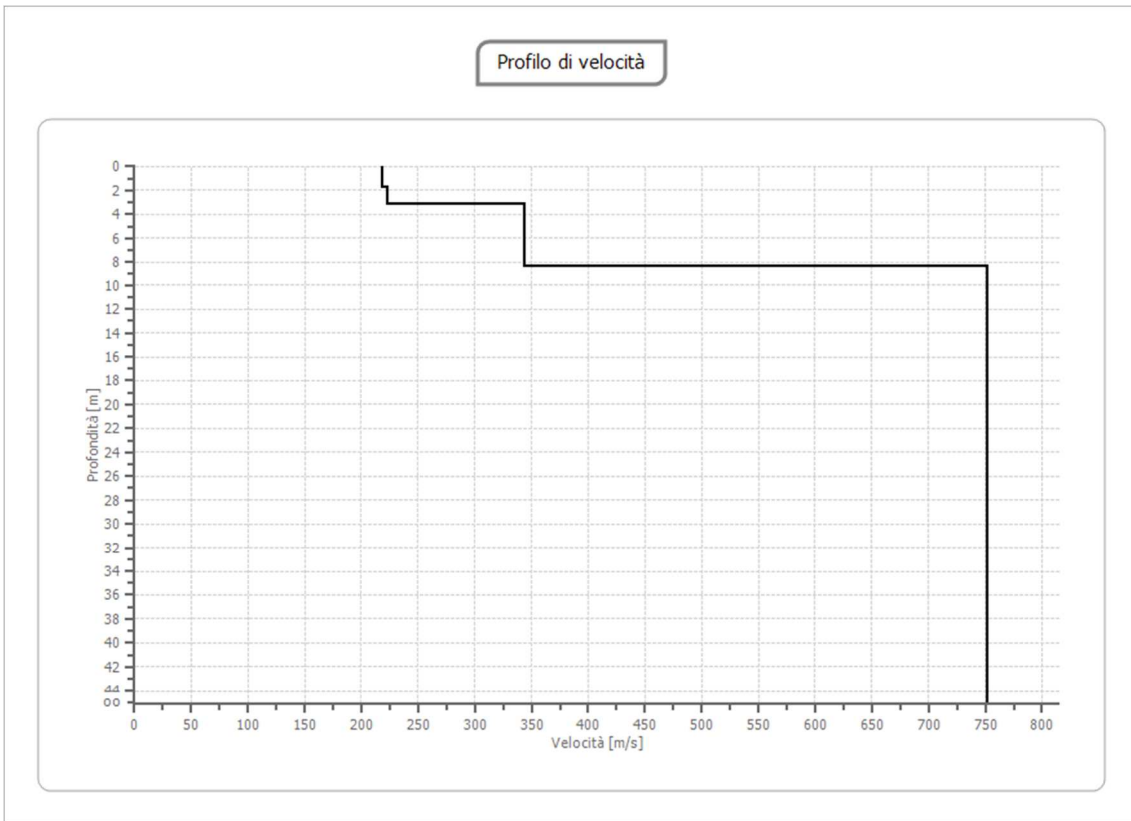


**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.70	1.70	1700.0	0.30	No	408.0	218.1
2	3.18	1.48	1800.0	0.30	No	416.6	222.7
3	8.39	5.21	1900.0	0.30	No	642.0	343.2
4	∞	∞	2000.0	0.30	No	1406.2	751.6

Percentuale di errore 0.025 %  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.017





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	513.82
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

#### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.70	1.70	218.08	407.99	1700.00	0.30	80.85	282.98	175.18	210.21	N/A	1174.84
2	3.18	1.48	222.69	416.62	1800.00	0.30	89.26	312.43	193.41	232.09	N/A	1305.04
3	8.39	5.21	343.17	642.00	1900.00	0.30	223.75	783.12	484.79	581.75	N/A	N/A
4	oo	oo	751.62	1406.16	2000.00	0.30	1129.87	3954.55	2448.06	2937.67	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

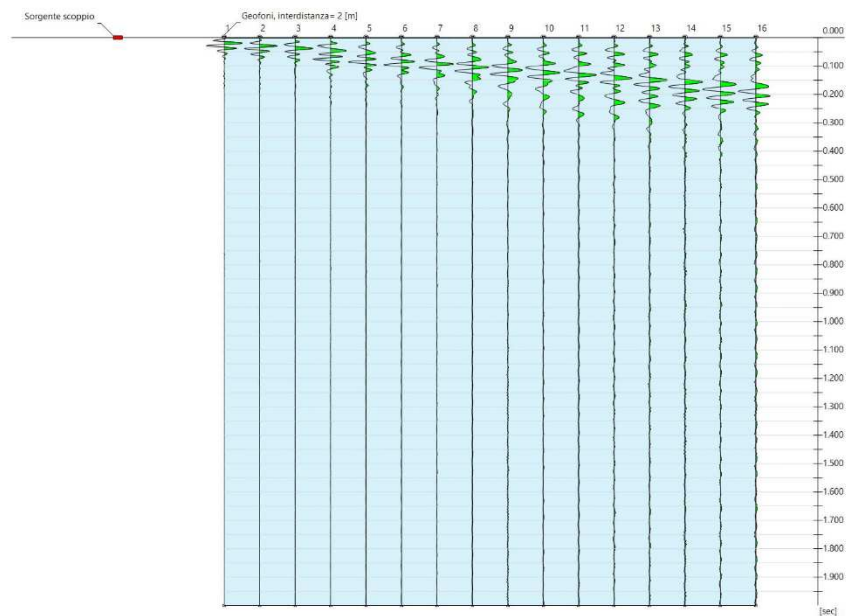
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw10

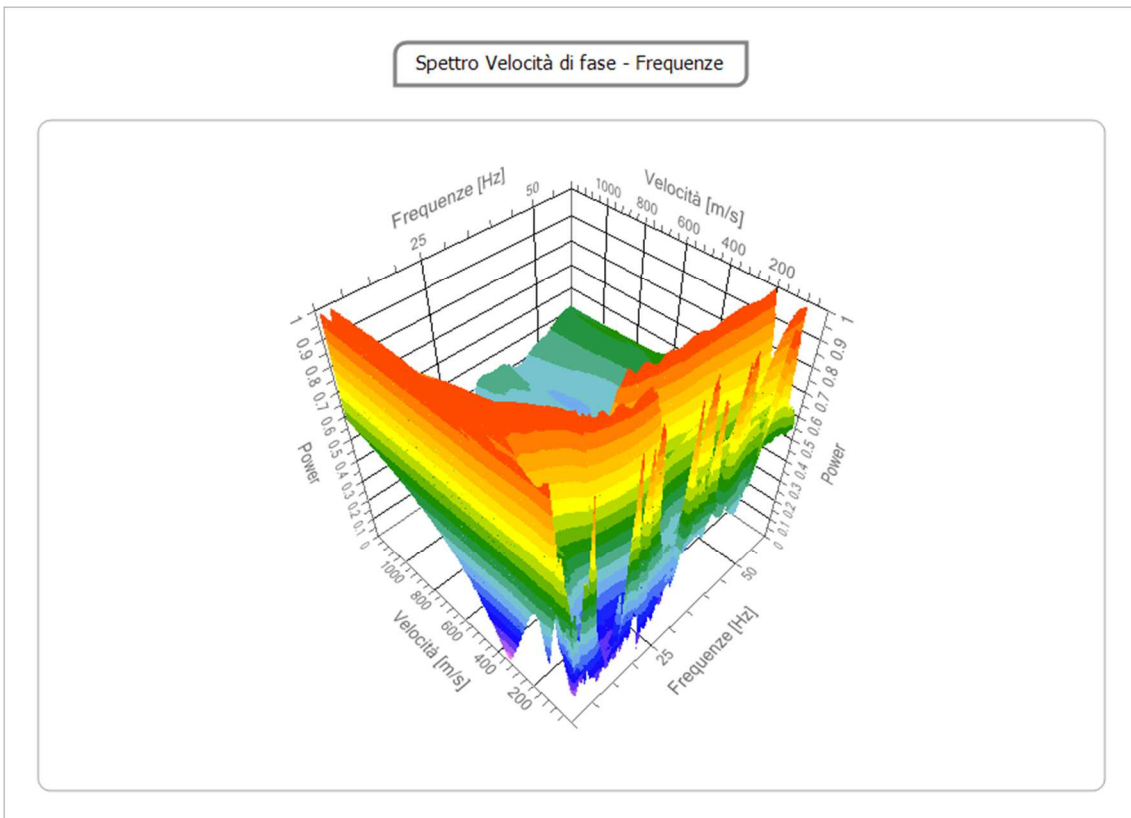
### Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione</b>	2000.0
<b>[msec]</b>	
<b>Interdistanza geofoni</b>	2.0
<b>[m]</b>	
<b>Periodo di</b>	1.00
<b>campionamento</b>	
<b>[msec]</b>	



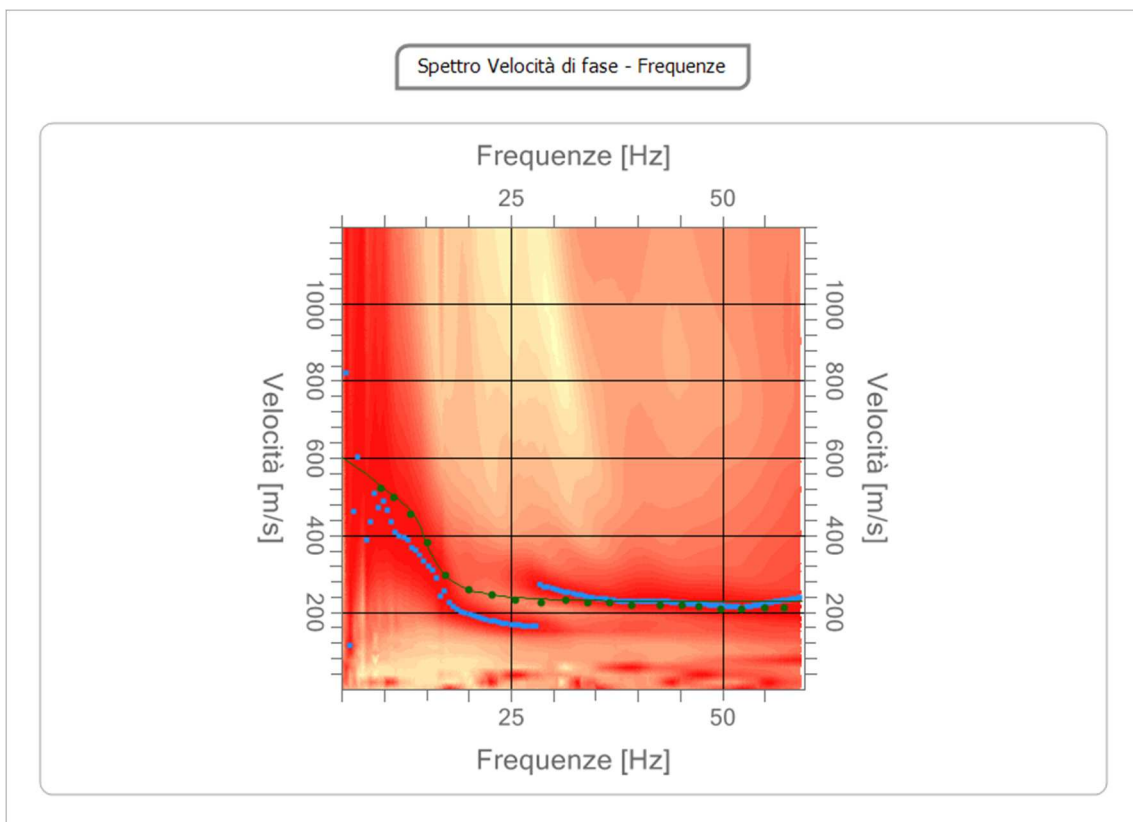
### Analisi spettrale

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 5  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1



**Curva di dispersione**

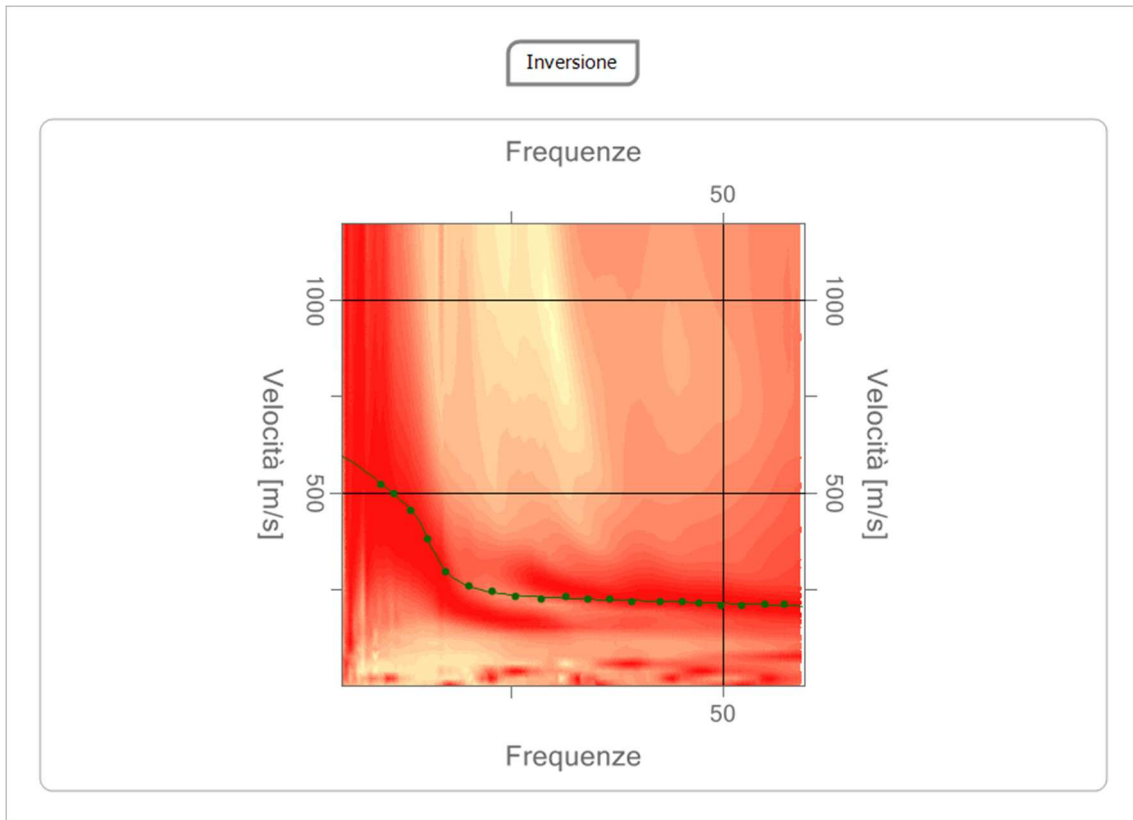
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.2	499.1	0
2	9.7	520.4	0
3	13.1	456.4	0
4	15.2	381.7	0
5	17.3	292.7	0
6	20.1	257.2	0
7	22.9	242.9	0
8	25.6	228.7	0
9	28.5	225.1	0
10	31.5	228.7	0
11	34.0	225.1	0
12	36.6	225.1	0
13	39.2	218.0	0
14	42.6	218.0	0
15	47.2	214.5	0
16	45.2	218.0	0
17	49.8	207.4	0
18	52.2	207.4	0
19	55.0	210.9	0
20	57.4	209.4	0



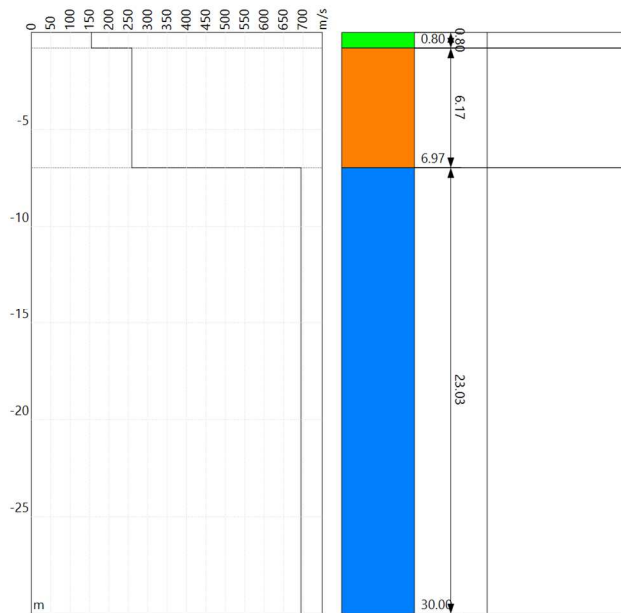
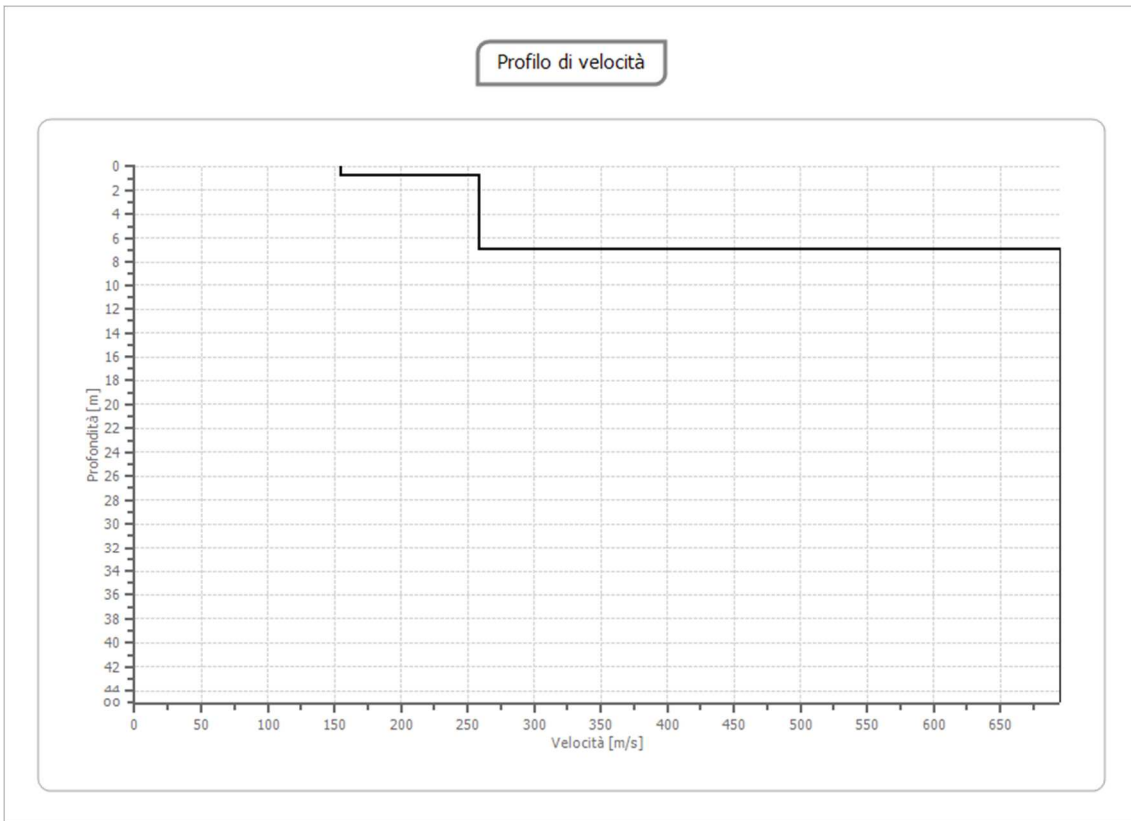
**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	0.80	0.80	1700.0	0.30	No	288.7	154.3
2	6.97	6.17	1800.0	0.30	No	484.7	259.1
3	∞	∞	1800.0	0.30	No	1300.5	695.1

Percentuale di errore 0.010 %  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.012







**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	482.90
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**Altri parametri geotecnici**

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densit à [kg/m c]	Coeffi ciente Poisso n	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	0.80	0.80	154.3 4	288.7 4	1700. 00	0.30	40.50	141.7 3	87.74	105.2 9	N/A	206.7 8
2	6.97	6.17	259.0 7	484.6 8	1800. 00	0.30	120.8 1	422.8 5	261.7 6	314.1 2	N/A	2791. 71
3	oo	oo	695.1 4	1300. 49	1800. 00	0.30	869.8 0	3044. 29	1884. 56	2261. 47	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

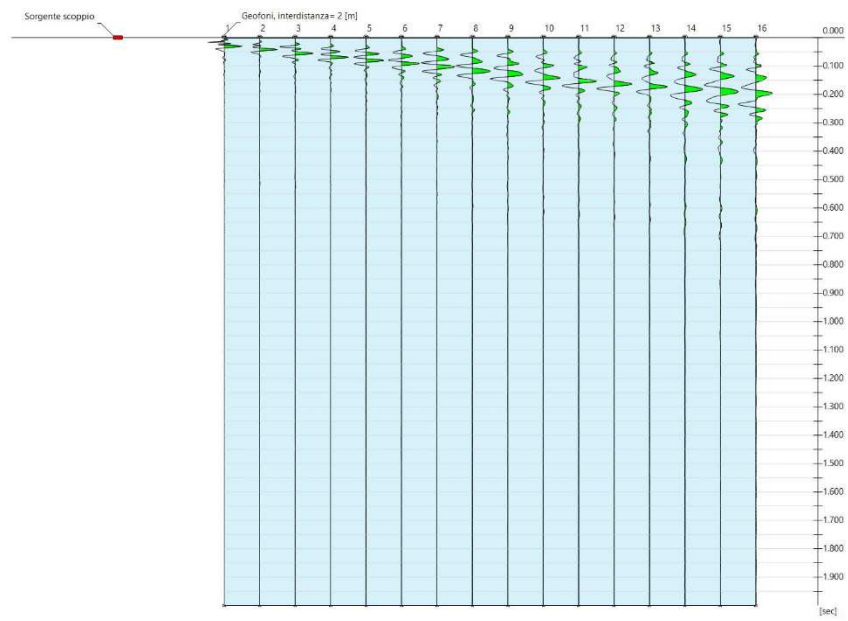
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## ANALISI SISMICA Mw11

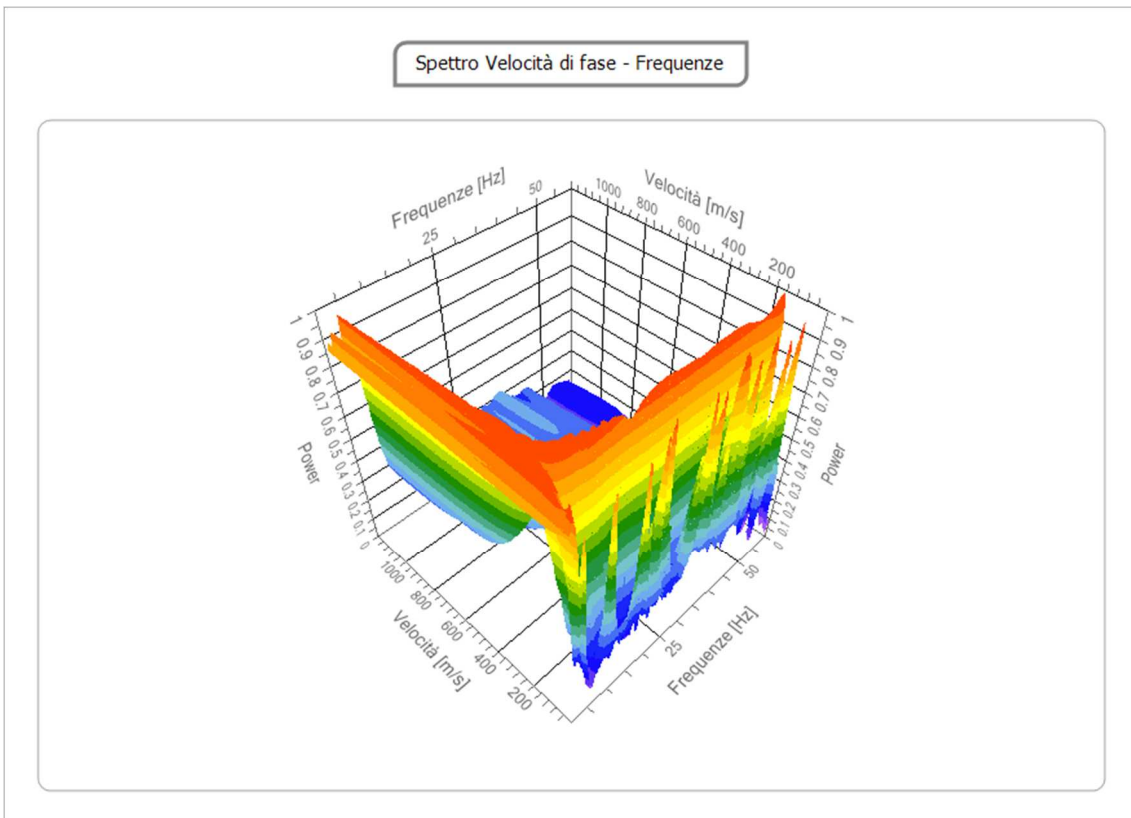
### Tracce

<b>N. tracce</b>	<b>16</b>
<b>Durata acquisizione</b>	<b>2000.0</b>
<b>[msec]</b>	
<b>Interdistanza geofoni</b>	<b>2.0</b>
<b>[m]</b>	
<b>Periodo di</b>	<b>1.00</b>
<b>campionamento</b>	
<b>[msec]</b>	



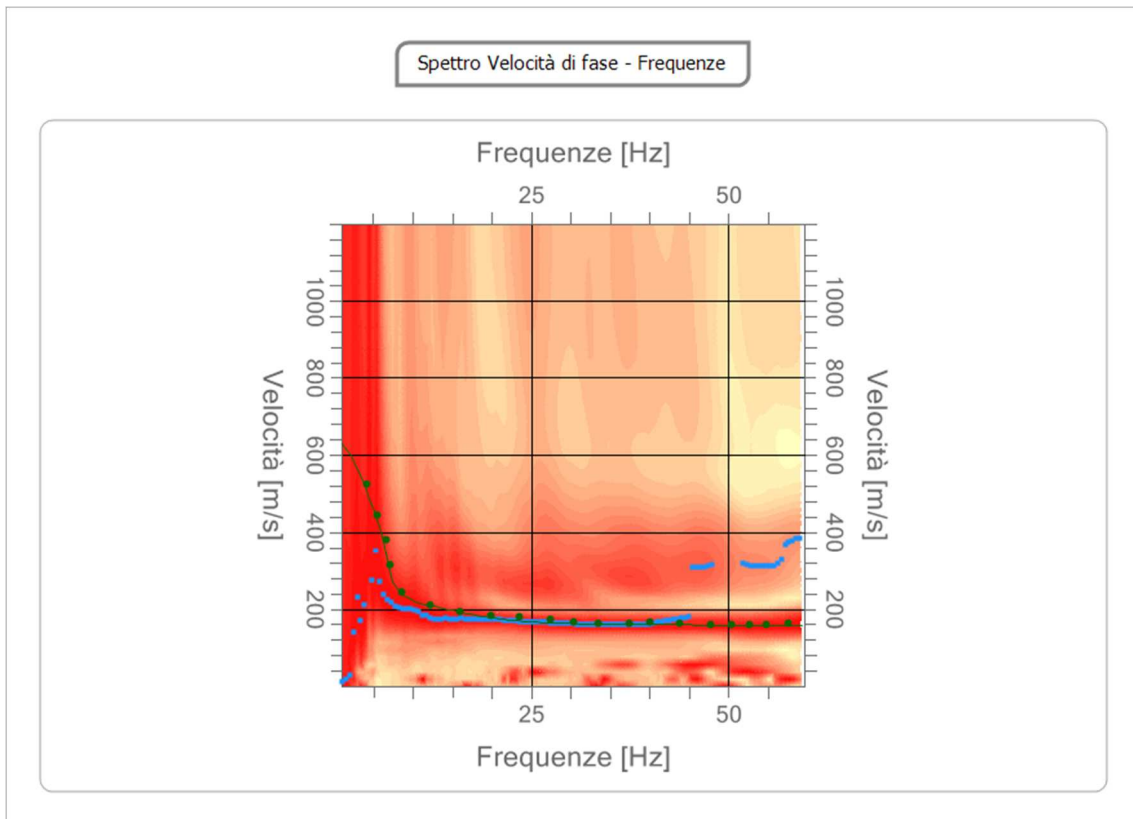
### Analisi spettrale

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** 1  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** 1200  
**Intervallo velocità [m/sec]** 1



**Curva di dispersione**

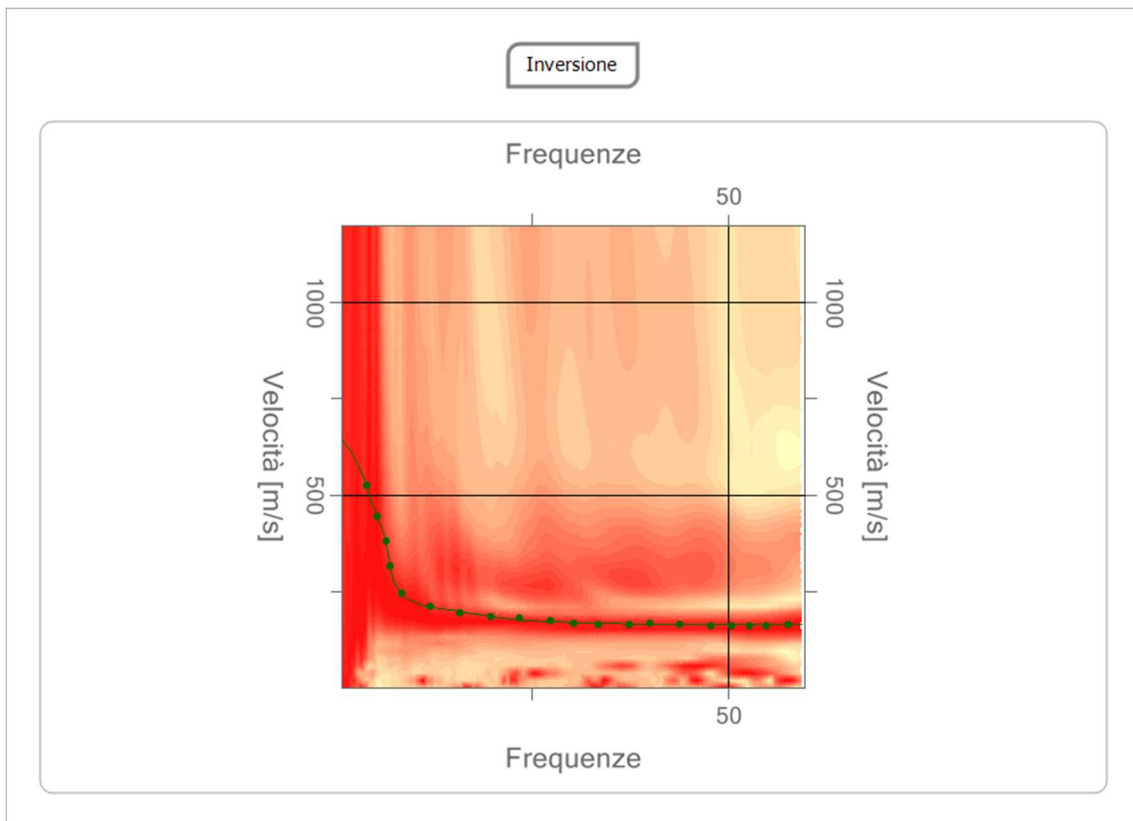
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.1	524.0	0
2	5.5	445.7	0
3	6.6	381.7	0
4	8.7	242.9	0
5	12.1	210.9	0
6	7.1	314.1	0
7	20.0	182.5	0
8	23.4	178.9	0
9	27.4	171.8	0
10	16.0	193.1	0
11	30.4	168.2	0
12	43.8	164.7	0
13	33.5	164.7	0
14	37.3	164.7	0
15	40.1	168.2	0
16	47.8	161.1	0
17	50.4	161.1	0
18	52.6	161.1	0
19	54.7	161.1	0
20	57.5	164.7	0

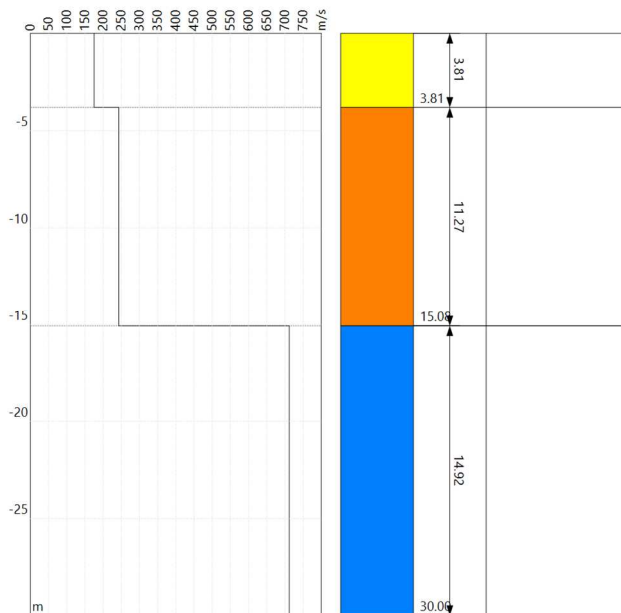
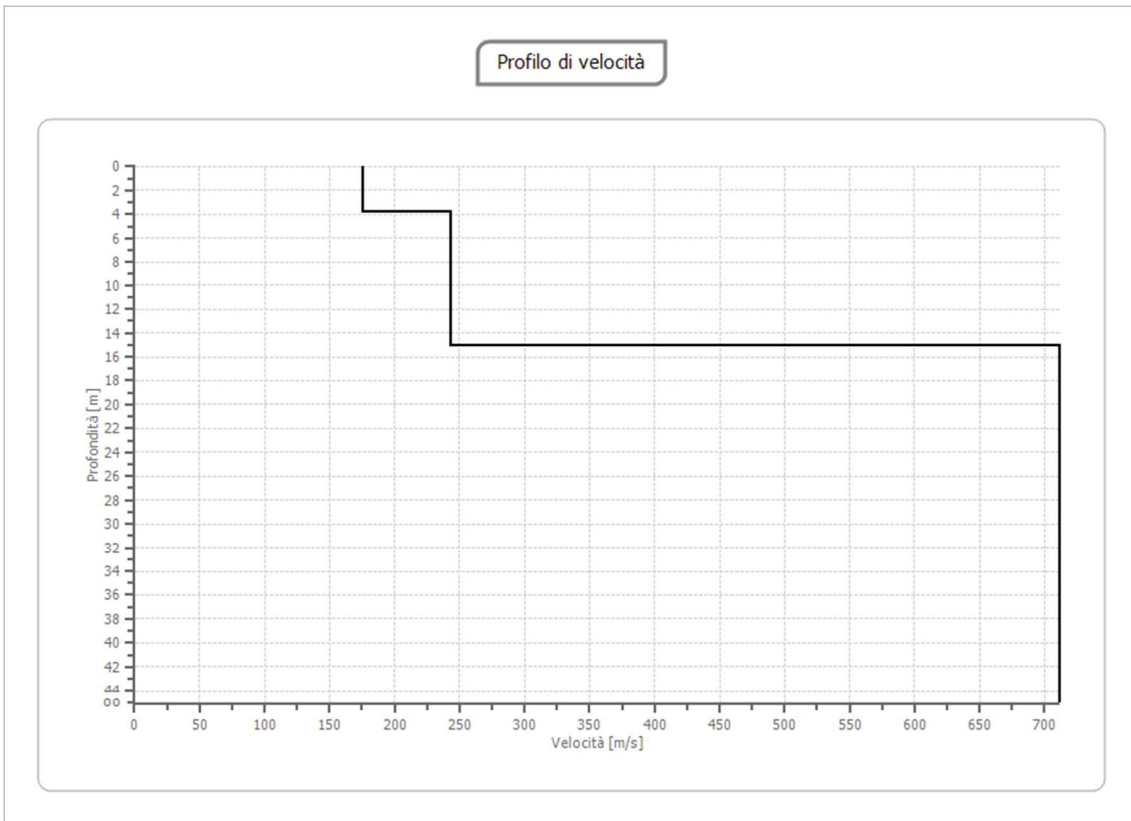


**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.81	3.81	1700.0	0.30	No	327.9	175.3
2	15.08	11.27	1800.0	0.30	No	454.3	242.8
3	oo	oo	1800.0	0.30	No	1332.0	712.0

Percentuale di errore 0.006 %  
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.011





**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	336.74
<b>Categoria del suolo</b>	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

**Altri parametri geotecnici**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.81	3.81	175.28	327.92	1700.00	0.30	52.23	182.81	113.17	135.80	N/A	391.91
2	15.08	11.27	242.82	454.28	1800.00	0.30	106.13	371.47	229.96	275.95	N/A	2016.04
3	oo	oo	712.00	1332.04	1800.00	0.30	912.51	3193.79	1977.11	2372.53	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINE SISMICA MASW1



INDAGINE SISMICA MASW2



INDAGINE SISMICA MASW3



INDAGINE SISMICA MASW4



INDAGINE SISMICA MASW5



INDAGINE SISMICA MASW6



INDAGINE SISMICA MASW7



INDAGINE SISMICA MASW8



INDAGINE SISMICA MASW9



INDAGINE SISMICA MASW10










INDAGINE SISMICA MASW11

## **PLANIMETRIA INDAGINI ESEGUITE**



Tavola 1: Planimetria Indagini Sismiche  
Scala 1:5.000

- LEGENDA**
-  Aerogeneratori
  -  Aerogeneratori in progetto
  -  Cavditotti interati
  -  Cavditotto MT
  -  Stazione elettrica Uteno (esistente)
  -  Stazione STN Alia (esistente)
  -  Area di Impianto (fase di Esercizio)
  -  Piazzola di Esercizio
  -  Anemometro di impianto
  -  Nuove strade in progetto o da adeguare
  -  Area di ingombro
  -  Indagine sismica Nisov

