


GENERAL INDEX

GENERAL INDEX.....	2
1 INTRODUZIONE	3
2 INDAGINE DI SISMICA A RIFRAZIONE	4
2.1 Cenni sulla sismica a rifrazione.....	4
2.2 Strumentazione e tecniche utilizzate	7
3 INDAGINE DI SISMICA MASW	8
3.2 Cenni sulla metodologia di indagine	8
3.3 Strumentazione e tecniche utilizzate	10
4 RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE	11
4.1 Prospezione sismica a rifrazione Rz1	11
4.2 Prospezione sismica a rifrazione Rz2	19
4.3 Prospezione sismica a rifrazione Rz3	27
4.4 Prospezione sismica a rifrazione Rz4	37
4.5 Prospezione sismica a rifrazione Rz5	46
4.6 Prospezione sismica a rifrazione Rz6	55
5 RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA MASW	64
5.1 Indagine sismica MASW1	64
5.2 Indagine sismica MASW2	65
5.3 Indagine sismica MASW3	66
5.4 Indagine sismica MASW4	67
5.5 Indagine sismica MASW5	68
5.6 Indagine sismica MASW6	69
6 CONCLUSIONI	71

Allegati

- Ubicazioni indagini su stralcio planimetrico in scala Tavola 5

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)</p>	
--	---	--

1. INTRODUZIONE

La Società EDPR SICILIA WIND Con sede in Milano (MI) Via Roberto Lepetit 8/10 CAP 20124 intende Realizzare nel Comune di Piana degli Albanesi e Monreale (PA), un impianto eolico denominato "La Montagnola" della potenza di 42 MW da realizzare nel Comune di Piana degli Albanesi e Monreale (PA) in località "La Montagnola" e "Cozzo Cannella".

Il presente studio è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti e in accordo al DM del 17/01/2018 e con attività di rilevamento geologico e geolitologico di dettaglio, sia dei terreni direttamente interessati, sia di quelli dell'immediato intorno nonché da quanto è stato possibile reperire dalla letteratura esistente su alcuni lavori di carattere geologico effettuati nell'area sempre dallo scrivente.

Sono state inoltre, consultate le carte tematiche relative alla Pericolosità e del Rischio Geomorfologico del P.A.I. (Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico) edite dalla Regione Sicilia con decreto Art.1 180/98.

Scopo dello studio è quello di fornire ai progettisti e alla committenza, un quadro dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico, ed ambientale dell'area al fine di evidenziare la stabilità d'insieme e puntuale del sito nonché fornire dati utili per determinare le condizioni di edificabilità in rapporto alle proprietà geomeccaniche dei terreni di fondazione, nonché evidenziare le eventuali criticità da un punto di vista geologico ed ambientale, facendo delle considerazioni puntuali tra lo stato dell'attuale assetto geomorfologico e quello futuro quando si andranno a realizzare le suddette opere.

La caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica dei terreni di fondazione è stata ottenuta da un rilevamento geologico - strutturale di dettaglio sia dell'area che andrà ad essere occupata dalle strutture in progetto e sia quella dell'immediato intorno, oltre ad una prova penetrometrica DPM che ha permesso di ricavare dati utili sia relativamente sub-strato in posto e sia alle caratteristiche geomeccaniche del sito.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del D.M. 17/01/2018, il piano di indagini in fase definitiva ha previsto la realizzazione di n°6 stendimenti per indagine di sismica a rifrazione e n°6 stese sismiche per indagini di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) al fine di valutare sia la stratigrafia del sito e ricavare il parametro VSeq.

L'ubicazione delle indagini sono rappresentate tramite la carta delle indagini (Tav. 5) allegata alla fine del presente lavoro.

Dette indagini sono state realizzate in data 16/05/2021.



2. INDAGINE DI SISMICA A RIFRAZIONE

2.1. CENNI SULLA SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione, consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattore). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti. Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda λ , comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde λ , equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità. Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione:

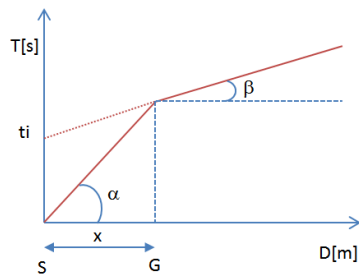
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

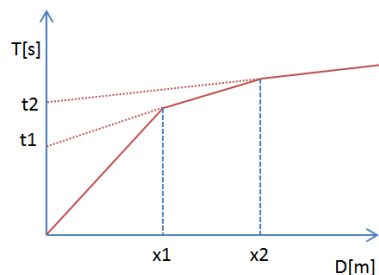
L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi- distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come:

$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



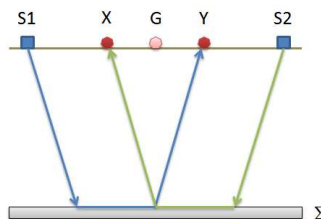
La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.



Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980. Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto



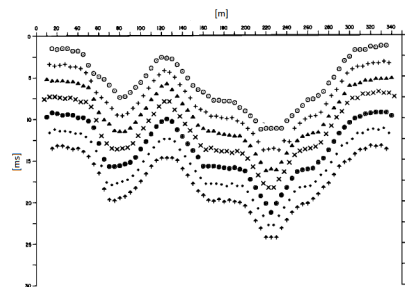
all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori. Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione:

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$

dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S_1 a X e dalla sorgente S_2 a Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S_1 ed S_2 , esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X e Y , non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento. Il calcolo della funzione T_v viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare. Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo. Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicerchenze di raggio h . Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20° .

2.2. STRUMENTAZIONE E TECNICHE UTILIZZATE

Le indagini sono state eseguite utilizzando il sismografo digitale della Sara electronic instruments® dotato di un sistema di acquisizione fino a 24 canali e convertitore A/D a 24 bit. La prova è stata realizzata mediante uno stendimento lineare, lungo un terreno di copertura, con n°16 trasduttori di velocità verticali (geofoni) con frequenza di vibrazione propria di 4,5Hz dotati di memoria e convertitori a/d in grado di digitalizzare il segnale già in corrispondenza del cavo (sismografo Do.Re.Mi); i canali a sua volta sono collegati ad un'unità di testa collegata ad un personal computer portatile. L'attrezzatura risulta, inoltre, dotata di un sistema di trigger che consiste in un geofono indipendente posto a fianco della piastra di battuta, che dà il segnale di start al sismografo; Nello stendimento i geofoni sono stati posizionati ad una distanza intergeofonica di 3 metri mentre l'acquisizione è stata effettuata con un tempo di registrazione $T = 256 \text{ ms}$ ed un intervallo di campionamento $\Delta t = 250 \mu\text{s}$. Per l'energizzazione è stata usata una mazza da 8 kg ed un piattello in PVC 20x20 cm; in tutto sono state effettuate numero 3 energizzazioni. Per ottenere una traccia con un buon rapporto segnale/rumore, sono state eseguite tre energizzazioni per ogni punto di battuta rispettivamente, tra l'8° e il 9° geofono. Inoltre ulteriori 2 battute poste a 4 metri dall'ultimo e dal primo geofono come da schema riportato in figure 2.2.1.

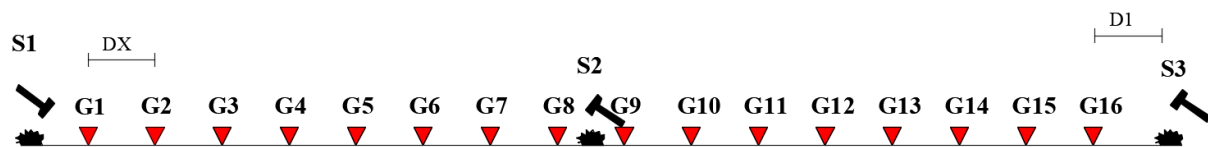



Fig. 2.2.1: Geometria tipo dello stendimento sismico Rz1.

Per l'ubicazione su stralcio planimetrico vedi la carta delle indagini.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)	
--	---	--

3. INDAGINE DI SISMICA MASW

3.1. CENNI SULLA METODOLOGIA DI INDAGINE MASW

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.

E' 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.

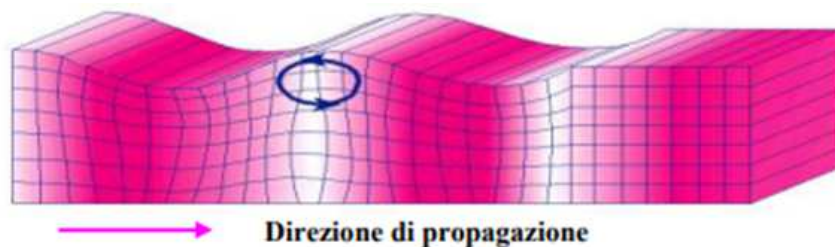
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle 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.

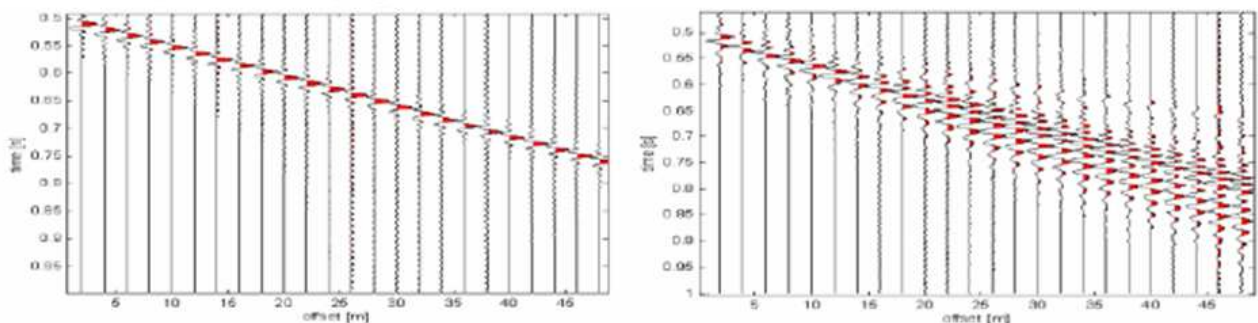
Il metodo si basa sul rilievo di onde di superficie (onde di Rayleigh); queste si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente e sono polarizzate in un piano verticale. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico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



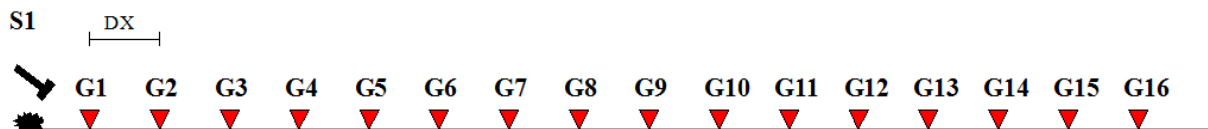
Il metodo MASW consente in genere di valutare le velocità di fase in un intervallo di frequenze tra 5 Hz e 70 Hz, permettendo quindi di indagare i primi 30 - 50 metri di terreno, in funzione della rigidità del suolo.

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 stati e velocità Vs 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 Vs rappresenta una soluzione potenzialmente valida.

3.2. 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 16 metri di lunghezza con 16 geofoni a 4.5 Hz equidistanziati di 3 metri. Per l'acquisizione dei dati sono state effettuate ripetute energizzazioni disposte alle estremità del profilo ad una distanza di 4 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.

4. RISULTATI DELLE INDAGINI DI SIMICA A RIFRAZIONE

La metodologia utilizzata nella prospezione di sismica a rifrazione consta di diverse fasi di elaborazione. Preliminarmente, sono stati individuati nei sismogrammi i primi arrivi corrispondenti alle onde dirette e rifratte. Dopo aver rilevato i tempi dei primi arrivi sono state tracciate le dromocrone nel diagramma distanza-tempo. Per la ricostruzione del modello sismostratigrafico è stato utilizzato il software Easy Refract, adottando il Metodo Reciproco Generalizzato (GRM), che si basa sulla ricerca, nel diagramma tempi-distanze, di una distanza intergeofonica XY ottimale; tale che i raggi generati in punti opposti arrivino al geofono posto in X e quello posto in Y a partire dallo stesso punto del rifrattore.

4.1 Prospezione sismica a rifrazione Rz1

Il modello di terreno ricavato dal processo di elaborazione della sismica a rifrazione Rz1 ha messo in evidenza la presenza, nei primi 12-14 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. Tale interfaccia si presenta con aspetto lievemente ondulato ma nell'insieme con andamento sub-parallelo rispetto alla traccia della superficie topografica con un leggero assottigliamento degli spessori verso l'inizio dello stendimento giustificato da una differenza di quota tra il primo ed il sedicesimo geofono. In definitiva sono stati quindi individuati n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche V_p sensibilmente differenti (Fig. 4.2.1). Tale indagine è stata effettuata in prossimità dell'installazione dell'Aerogeneratore A6.

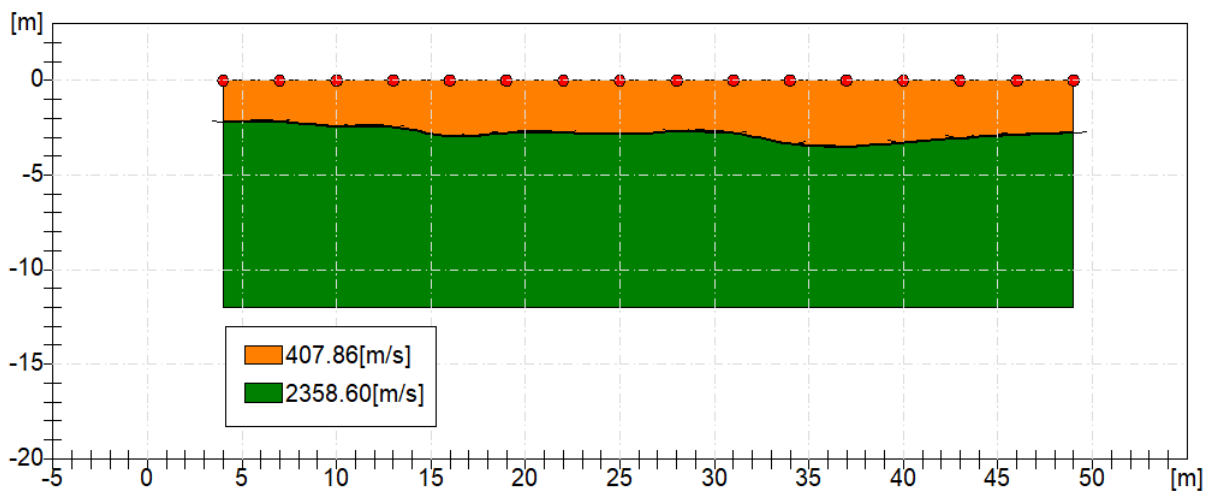


Fig. 4.2.1: Sismostratigrafia desunta dall'indagine Rz1.

Il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde di compressione V_p nell'ordine di 407,86 m/s, indicative di un livello sciolto arenato tipico del terreno agrario ed una porzione alterata costituito da argille e limi sabbiosi destrutturati e alterati. Lo spessore è variabile ed è valutabile mediamente nell'ordine di 2,5-3 metri e tende leggermente ad assottigliarsi verso l'inizio dello stendimento. Il secondo sismostrato è caratterizzato da una velocità V_p dell'ordine di 2358,60 m/s, valore compatibile con deposito di orto-paraconglomerati polimitici rossastri e giallastri cui si alternano a luoghi arenarie e sabbie grossolane ciottolose a consistenza media che migliorano sempre di più con la profondità. Lo spessore risulta comunque indefinito.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito (Tab.4.1.1):


	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)</p>	
--	---	--

Tabella 4.1.1 – Sintesi dei risultati dell'indagine sismica Rz1.

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
1	Da 0 a -2,5-3	195.93	Terreno Agrario e porzione alterata sub-superficiale
2	Da 2,5-3.0 a 10-12	1133,03	ortoparaconglomerati polimittici rossastri e giallastri cui si alternano a luoghi arenarie e sabbie grossolane ciottolose.

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE Rz1

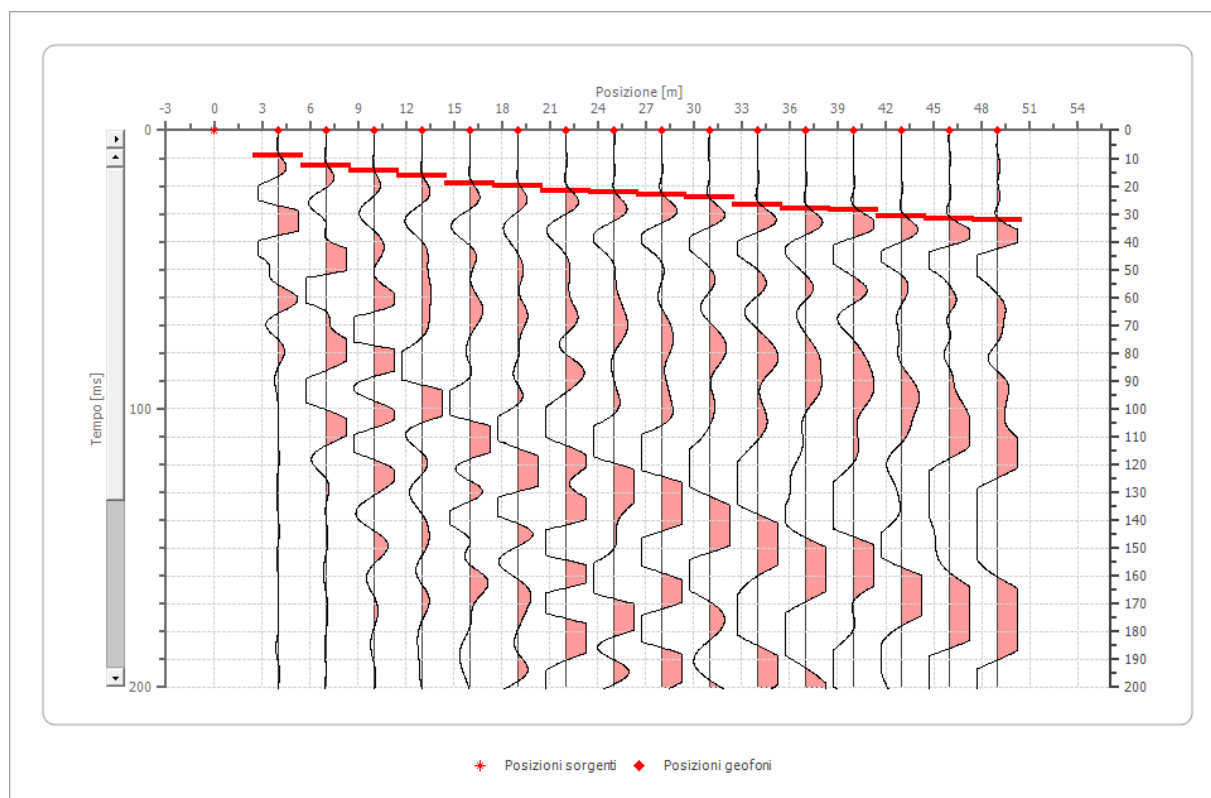
POSIZIONE DEGLI SCOPPI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	0.00	Rz1-0.drm
26.50	0.00	Rz1-26.5.drm
53.00	0.00	Rz1-53.drm

Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	4.0	0.0
2	7.0	0.0
3	10.0	0.0
4	13.0	0.0
5	16.0	0.0
6	19.0	0.0
7	22.0	0.0
8	25.0	0.0
9	28.0	0.0
10	31.0	0.0
11	34.0	0.0
12	37.0	0.0
13	40.0	0.0
14	43.0	0.0
15	46.0	0.0
16	49.0	0.0

GEOMETRIE SCOPPI E UBICAZIONE DEI GEOFONI
Dati battute
Battuta 1

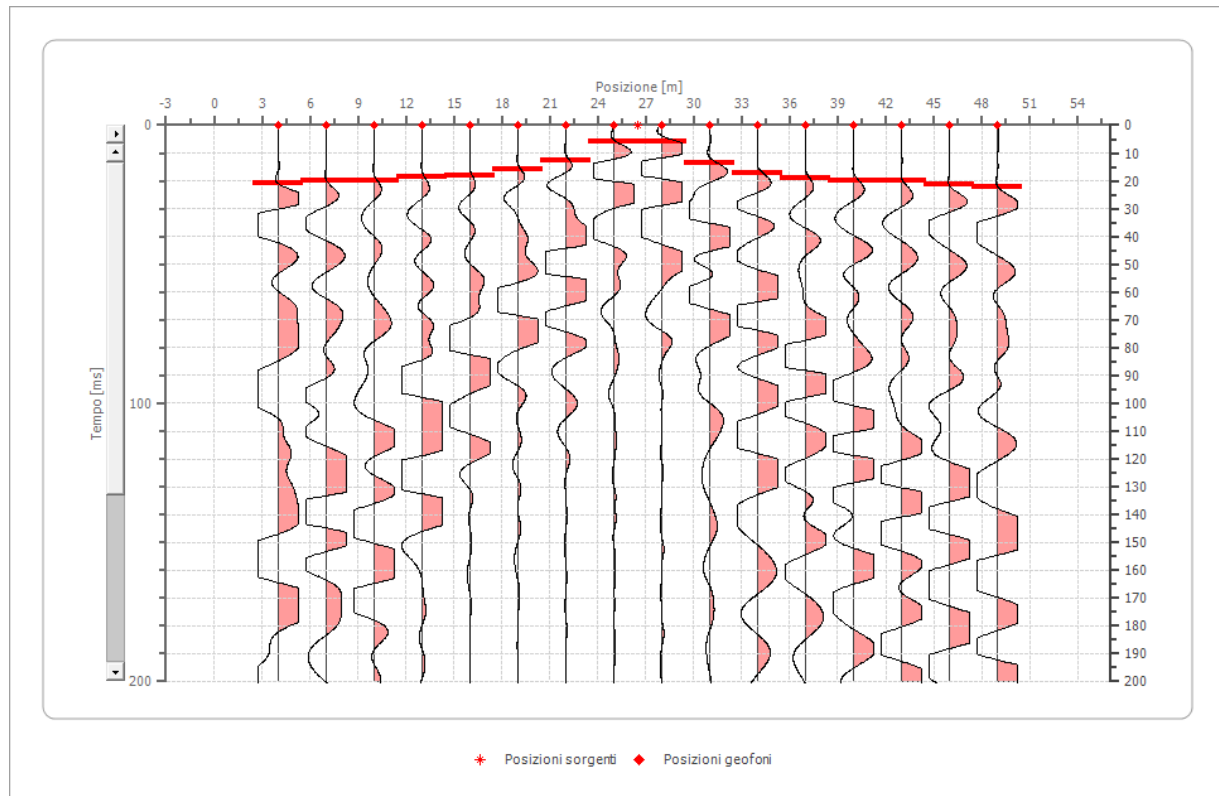
 Posizione sorgente X 0 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	8.8959
7.0	12.5589
10.0	14.6520
13.0	16.2219
16.0	18.8383
19.0	20.0000
22.0	21.9780
25.0	22.4000
28.0	23.0246
31.0	24.0712
34.0	26.6876
37.0	28.2575
40.0	28.7807
43.0	30.8739
46.0	31.9205
49.0	32.4000

Battuta 2

Posizione sorgente X 26,5 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

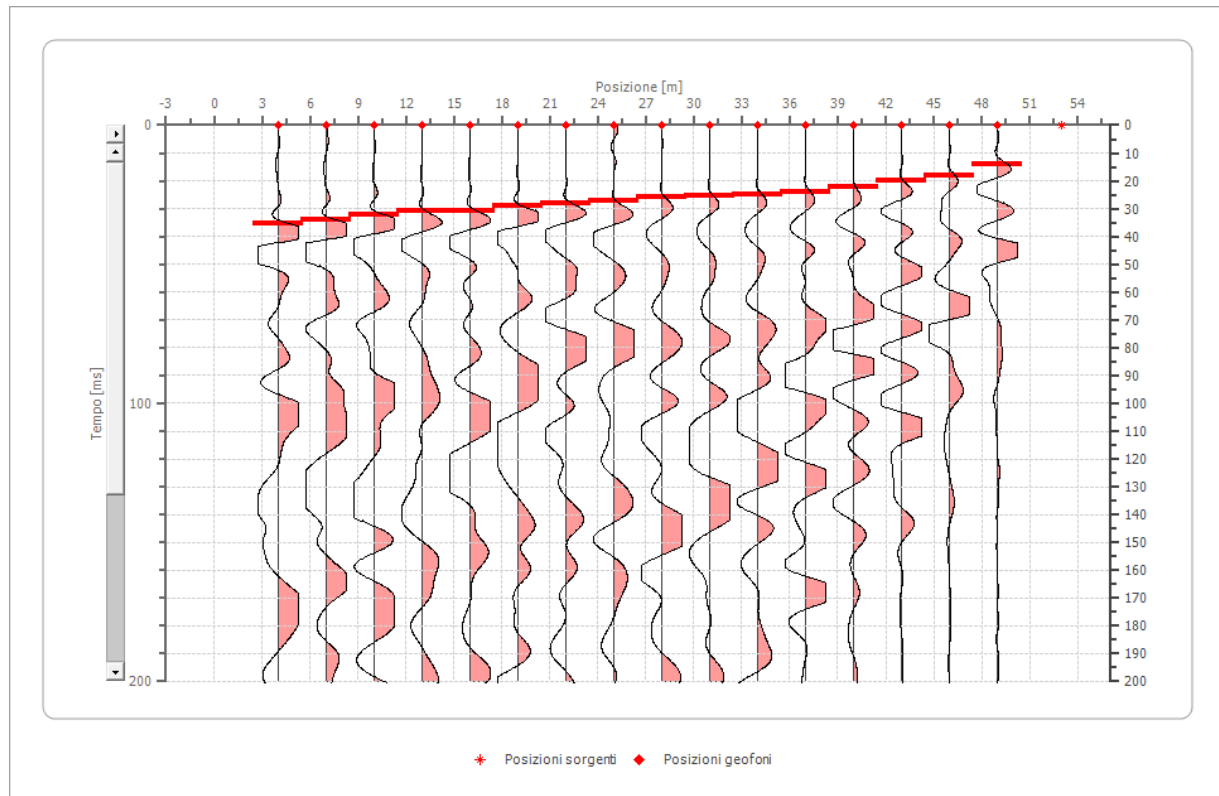


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	20.8617
7.0	20.0000
10.0	20.0000
13.0	18.5941
16.0	18.1406
19.0	15.8730
22.0	12.6984
25.0	5.8957
28.0	5.8957
31.0	13.6054
34.0	17.2336
37.0	19.0476
40.0	20.0000
43.0	20.0000
46.0	21.2000
49.0	22.2000

Battuta 3

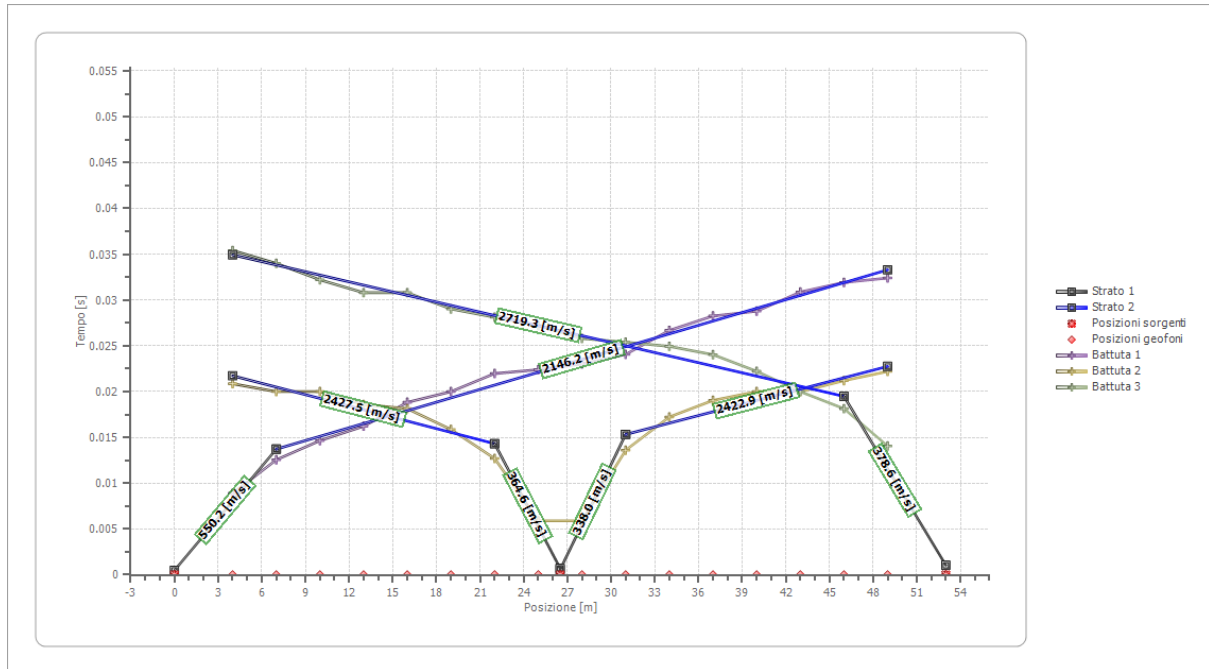
Posizione sorgente X 53 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

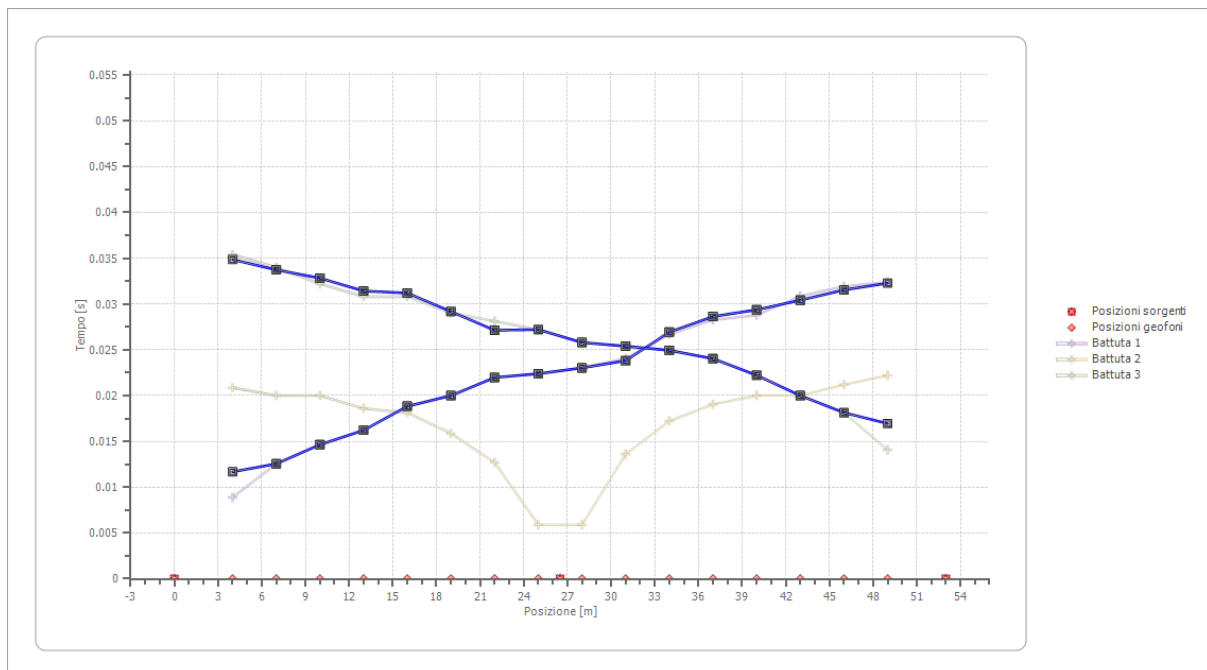


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	35.4000
7.0	34.0000
10.0	32.1995
13.0	30.8000
16.0	30.8000
19.0	29.0249
22.0	28.1179
25.0	27.2109
28.0	25.8000
31.0	25.3968
34.0	24.9433
37.0	24.0363
40.0	22.2222
43.0	20.0000
46.0	18.1406
49.0	14.0590

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 4.0 [m]	2.2	--
G= 7.0 [m]	2.2	--
G= 10.0 [m]	2.4	--
G= 13.0 [m]	2.5	--
G= 16.0 [m]	3.0	--
G= 19.0 [m]	2.8	--
G= 22.0 [m]	2.8	--
G= 25.0 [m]	2.9	--
G= 28.0 [m]	2.7	--
G= 31.0 [m]	2.8	--
G= 34.0 [m]	3.3	--
G= 37.0 [m]	3.5	--
G= 40.0 [m]	3.3	--
G= 43.0 [m]	3.0	--
G= 46.0 [m]	2.9	--
G= 49.0 [m]	2.8	--
Velocità [m/sec]	407.9	2358.6
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

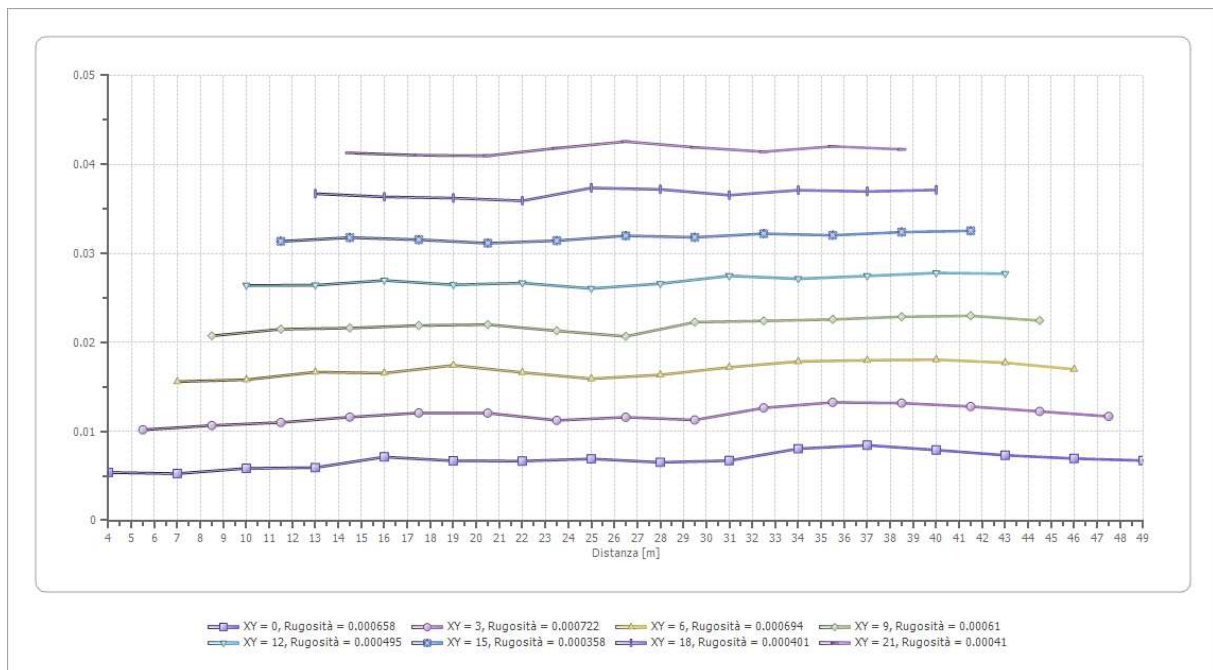
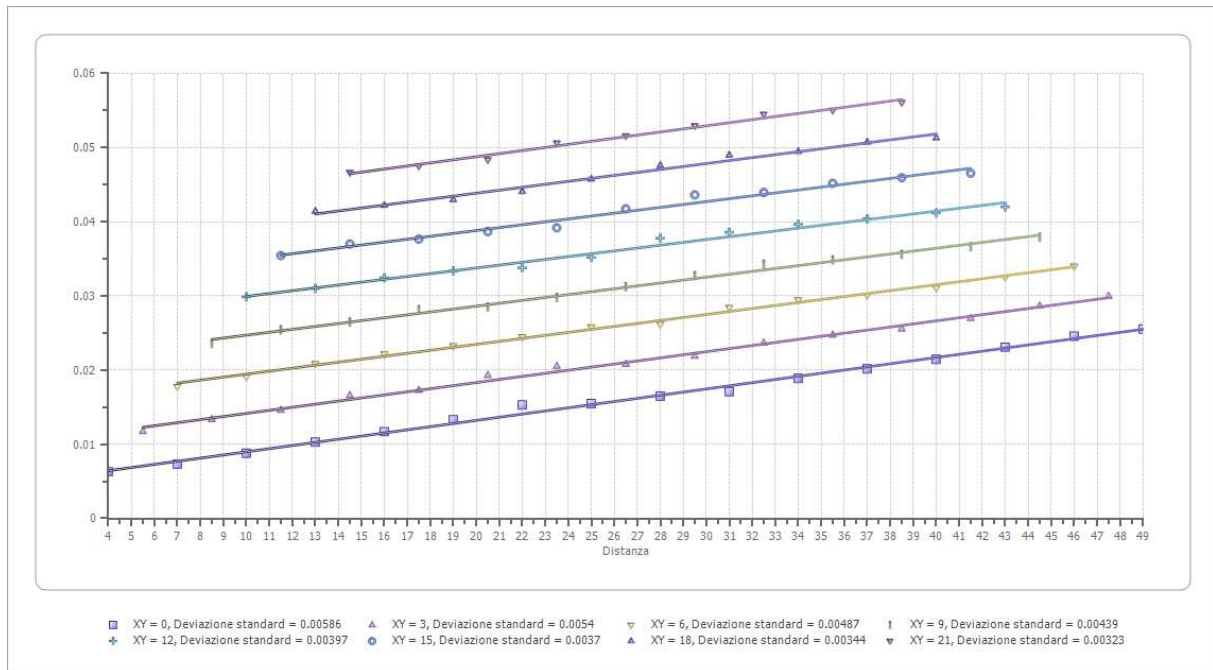
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1700.00	2100.00
Vp [m/s]	407.86	2358.60
Vs [m/s]	195.93	1133.03
G0 [MPa]	65.26	2695.91
Ed [Mpa]	282.79	11682.29
M0 [MPa]	217.53	8986.37
Ey [Mpa]	176.20	7278.96

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



4.2 Prospezione sismica a rifrazione Rz2

Il modello di terreno ricavato dal processo di elaborazione della sismica a rifrazione Rz2 ha messo in evidenza la presenza, nei primi 12-14 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. Tale interfaccia si presenta con aspetto sub-parallelo rispetto alla traccia della superficie topografica con un leggero assottigliamento degli spessori verso il centro dello stendimento. In definitiva sono stati quindi individuati n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche V_p differenti (Fig. 4.2.1). Tale indagine è stata effettuata in prossimità dell'istallazione dell'Aerogeneratore A2.

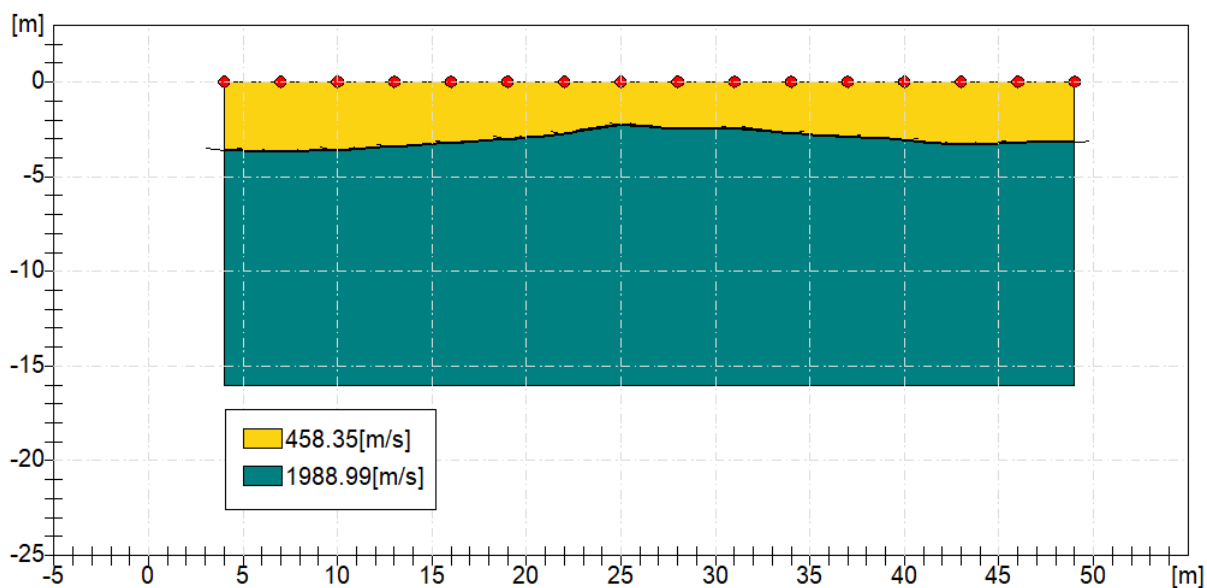


Fig. 4.2.1: Sismostratigrafia desunta dall'indagine Rz2.

Il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde di compressione V_p nell'ordine di 458,35 m/s, indicative di un livello sciolto areato tipico del terreno agrario ed una porzione alterata costituito da argille e limi sabbiosi destrutturati e alterati. Lo spessore è variabile ed è valutabile mediamente nell'ordine di 3,0-3,5 metri e tende leggermente ad assottigliarsi verso il centro dello stendimento. Il secondo sismostrato è caratterizzato da una velocità V_p dell'ordine di 1988,99 m/s, valore compatibile con sedimenti argillosi giallo rossastri e peliti sabbiosi a consistenza media che migliora sempre di più con la profondità. Lo spessore risulta comunque indefinito.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito (Tab.4.2.1):


	PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)	
--	--	--

Tabella 4.2.1 – Sintesi dei risultati dell'indagine sismica Rz2.

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
1	Da 0 a -3,0-3,5	220.19	Terreno Agrario e porzione alterata sub-superficiale
2	Da 3,0-3.5 a 10-12	n.d.	Sedimenti argillosi giallo rossastri e peliti sabbiosi.

Geometria geofoni

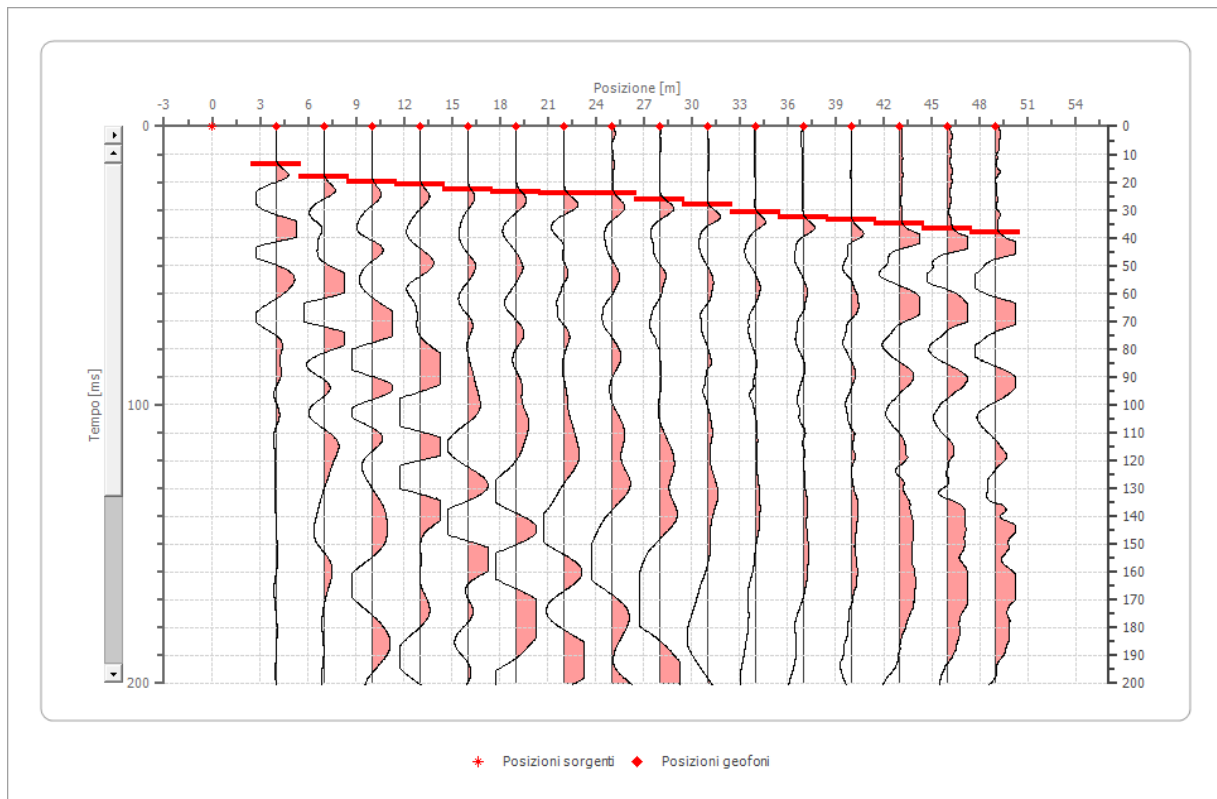
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	4.0	0.0
2	7.0	0.0
3	10.0	0.0
4	13.0	0.0
5	16.0	0.0
6	19.0	0.0
7	22.0	0.0
8	25.0	0.0
9	28.0	0.0
10	31.0	0.0
11	34.0	0.0
12	37.0	0.0
13	40.0	0.0
14	43.0	0.0
15	46.0	0.0
16	49.0	0.0

GEOMETRIE SCOPPI E UBICAZIONE DEI GEOFONI

Dati battute

Battuta 1

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

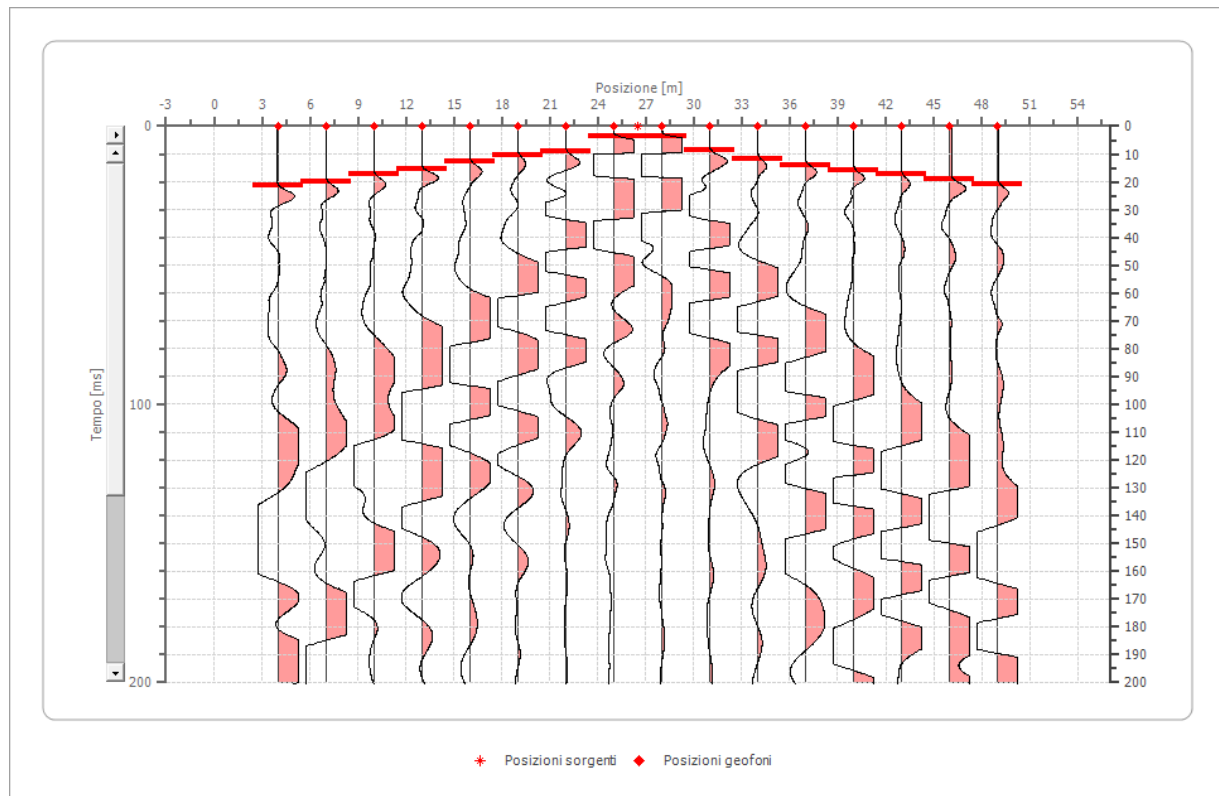


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	13.6054
7.0	18.1406
10.0	19.9546
13.0	20.8617
16.0	22.6757
19.0	23.5828
22.0	24.0363
25.0	24.0000
28.0	26.3039
31.0	28.2000
34.0	30.8000
37.0	32.8000
40.0	33.4000
43.0	35.0000
46.0	36.8000
49.0	38.0000

Battuta 2

Posizione sorgente X 27 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

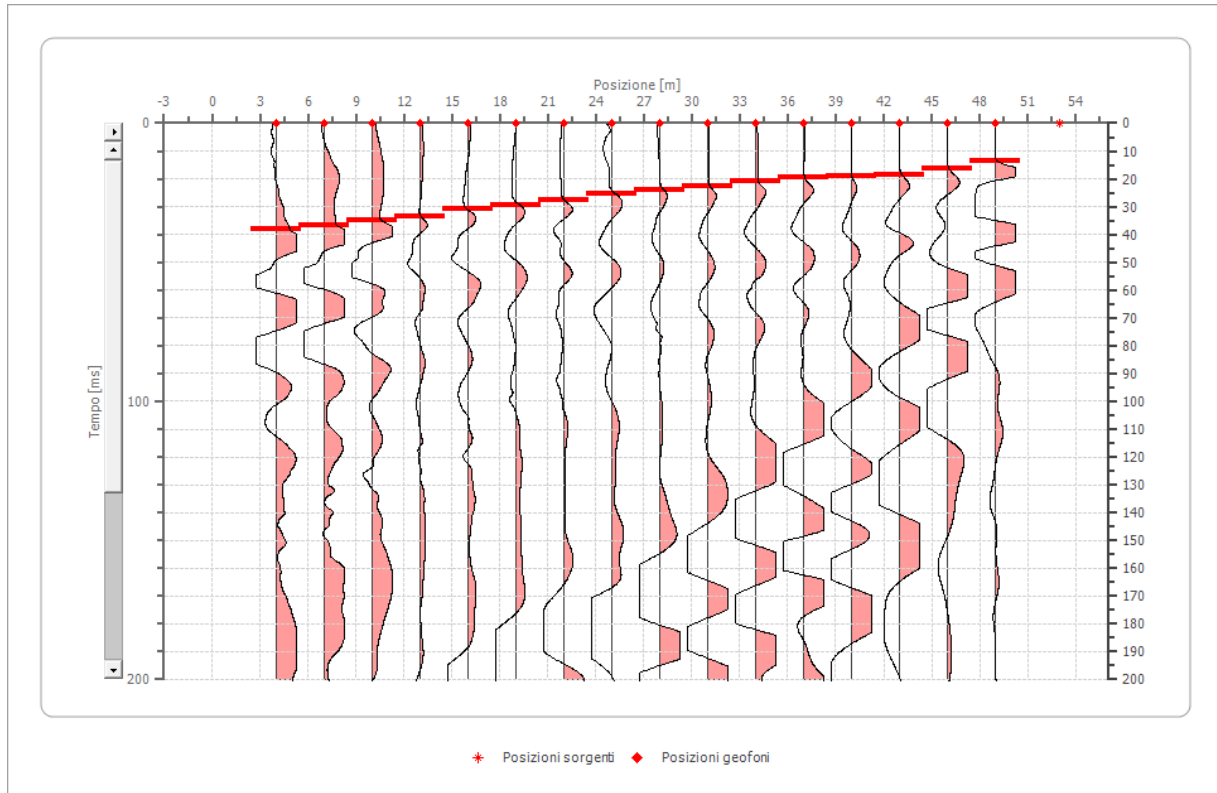


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	21.3152
7.0	19.9546
10.0	17.2336
13.0	15.4195
16.0	12.6984
19.0	10.4308
22.0	9.0703
25.0	3.6281
28.0	3.6281
31.0	8.6168
34.0	11.7914
37.0	14.0590
40.0	15.8730
43.0	17.2336
46.0	19.0476
49.0	20.8617

Battuta 3

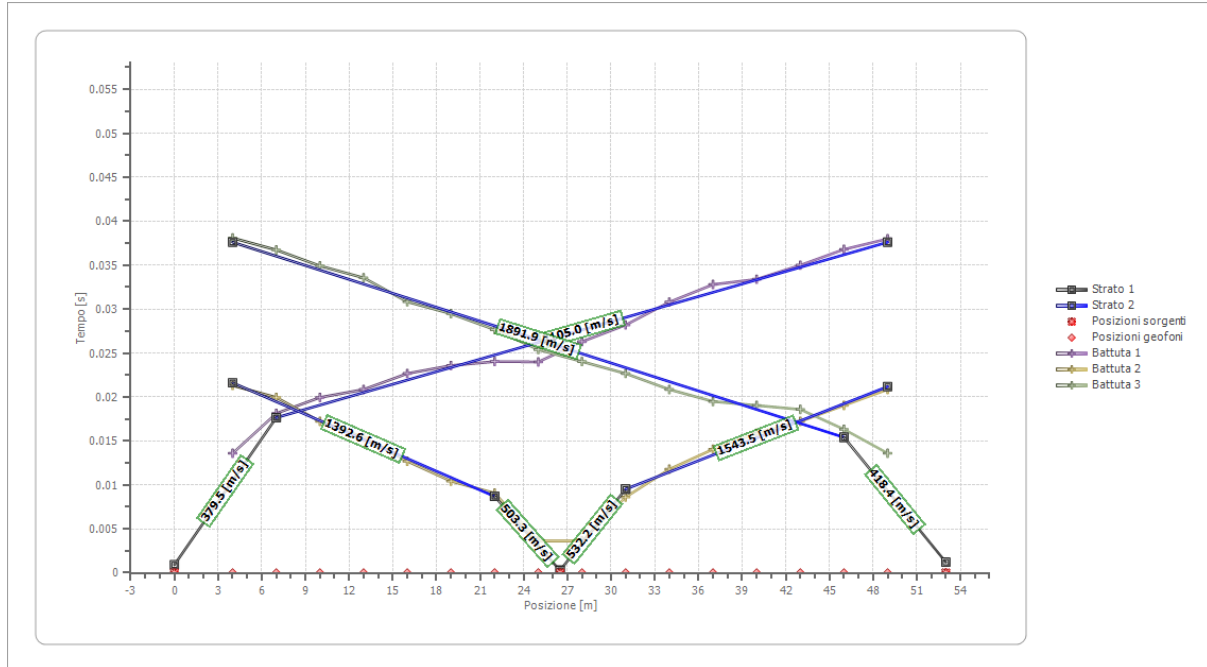
Posizione sorgente X 53 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

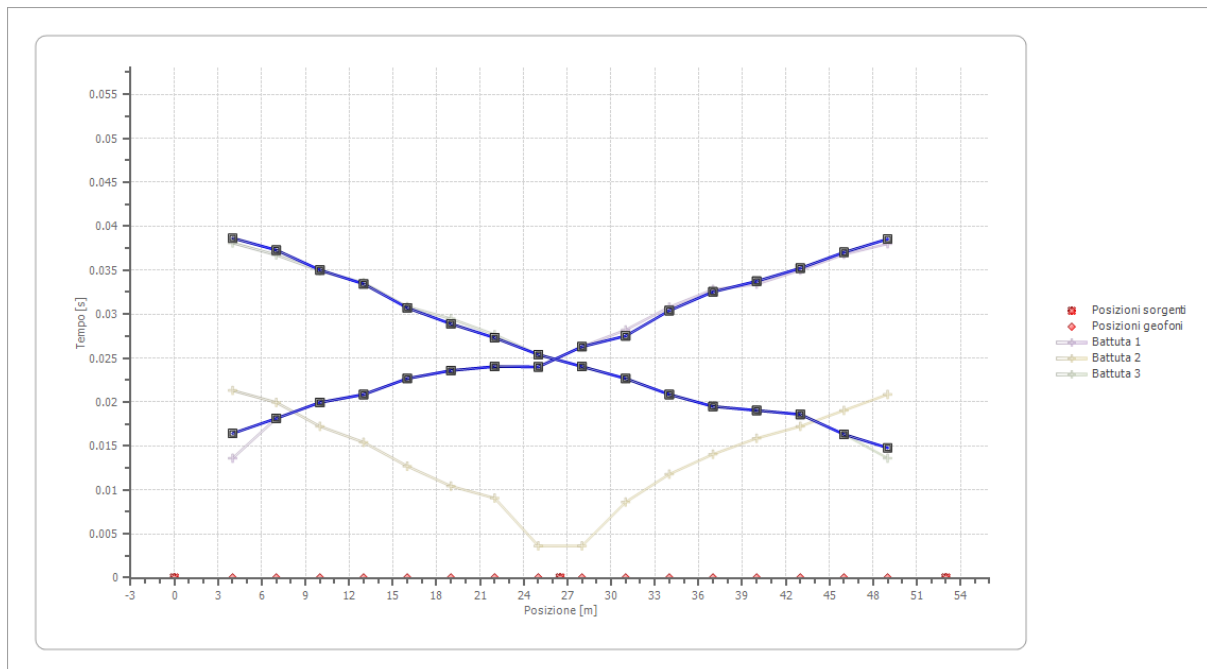


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	38.0952
7.0	36.7347
10.0	34.9206
13.0	33.5601
16.0	30.8390
19.0	29.4785
22.0	27.6644
25.0	25.3968
28.0	24.0363
31.0	22.6757
34.0	20.8617
37.0	19.5011
40.0	19.0476
43.0	18.5941
46.0	16.3265
49.0	13.6054

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 4.0 [m]	3.6	--
G= 7.0 [m]	3.7	--
G= 10.0 [m]	3.6	--
G= 13.0 [m]	3.4	--
G= 16.0 [m]	3.2	--
G= 19.0 [m]	3.0	--
G= 22.0 [m]	2.7	--
G= 25.0 [m]	2.3	--
G= 28.0 [m]	2.5	--
G= 31.0 [m]	2.5	--
G= 34.0 [m]	2.7	--
G= 37.0 [m]	2.9	--
G= 40.0 [m]	3.1	--
G= 43.0 [m]	3.3	--
G= 46.0 [m]	3.2	--
G= 49.0 [m]	3.2	--
Velocità [m/sec]	458.4	1989.0
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

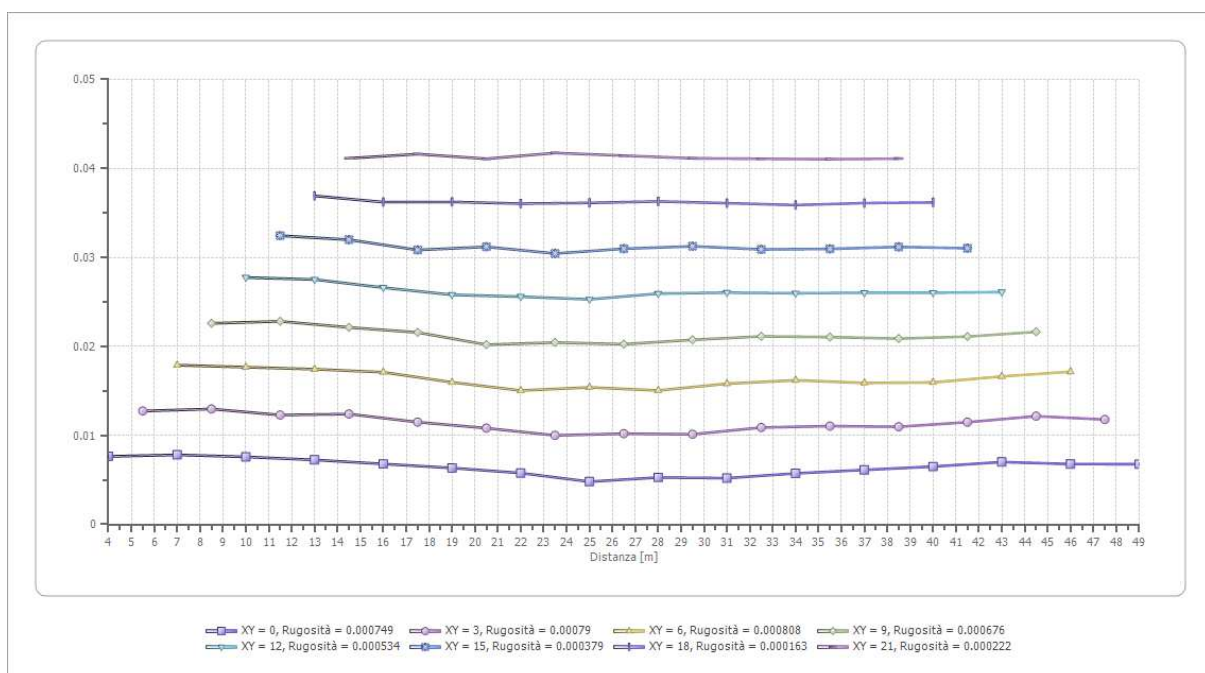
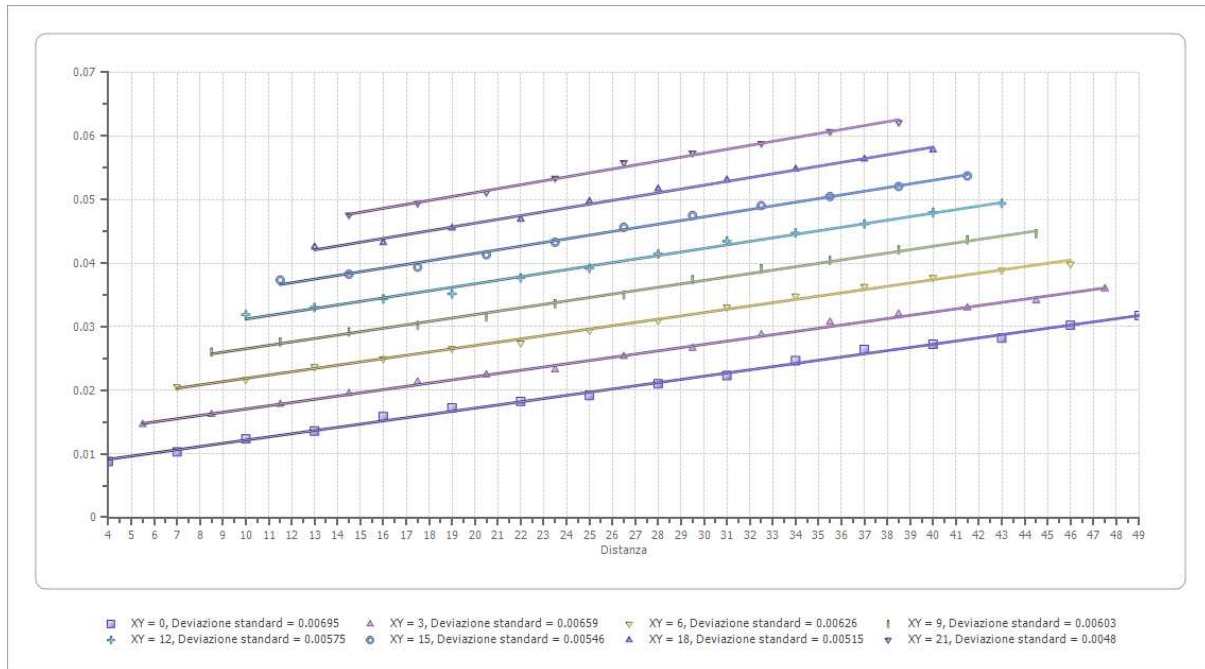
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.50
Densità [kg/m ³]	1800.00	1900.00
Vp [m/s]	458.35	1988.99
Vs [m/s]	220.19	0.00
G0 [MPa]	87.27	0.00
Ed [Mpa]	378.16	7516.53
M0 [MPa]	290.89	7516.53
Ey [Mpa]	235.62	NaN

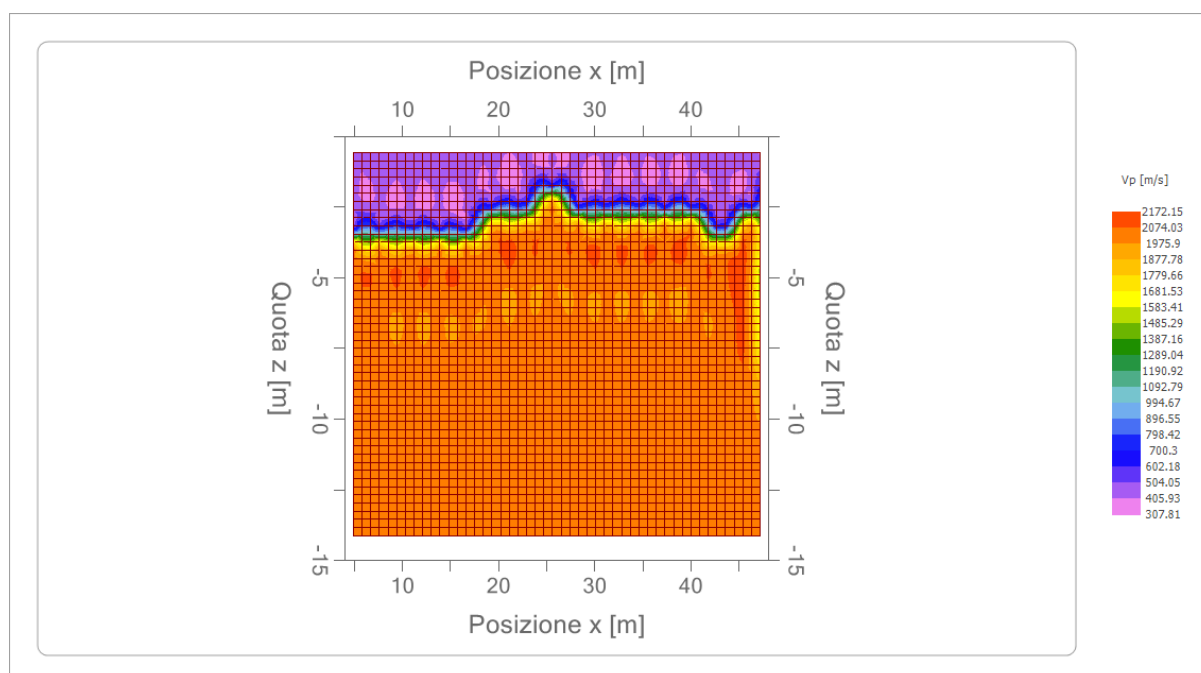
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





4.3 Prospezione sismica a rifrazione Rz3

Il modello di terreno ricavato dal processo di elaborazione della sismica a rifrazione Rz3 ha messo in evidenza la presenza, nei primi 12-14 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. Tale interfaccia si presenta con aspetto sub-parallelo rispetto alla traccia della superficie topografica con un leggero assottigliamento degli spessori verso il l'inizio dello stendimento dovuto ad una leggera differenza di quota tra il primo ed il sedicesimo geofono. In definitiva sono stati quindi individuati n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche V_p differenti (Fig. 4.3.1). Tale indagine è stata effettuata in prossimità dell'istallazione dell'Aerogeneratore A3.

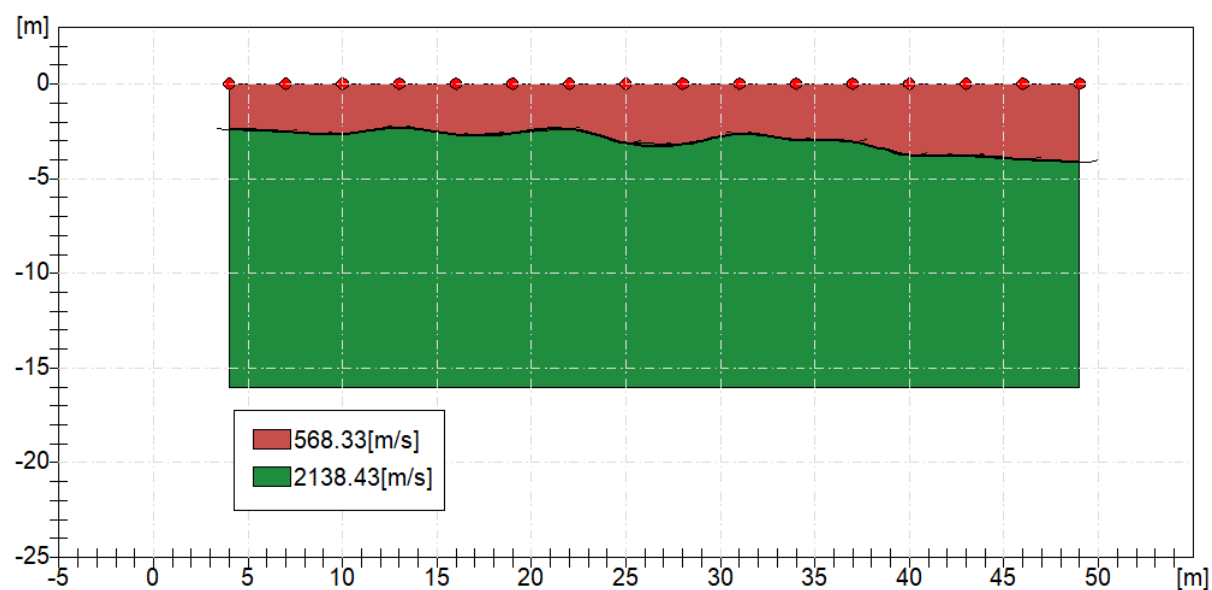



Fig. 4.3.1: Sismostratigrafia desunta dall'indagine Rz3.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)	
--	---	--

Il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde di compressione V_p nell'ordine di 568,33m/s, indicative di un livello sciolto areato tipico del terreno agrario ed una porzione alterata costituito da argille e limi sabbiosi destrutturati e alterati. Lo spessore è variabile ed è valutabile mediamente nell'ordine di 3,0-3,5 metri e tende leggermente ad assottigliarsi verso l'inizio dello stendimento. Il secondo sismostrato è caratterizzato da una velocità V_p dell'ordine di 2138,43 m/s, valore compatibile con sedimenti argillosi giallo rossastri e peliti sabbiosi a consistenza media che migliora sempre di più con la profondità. Lo spessore risulta comunque indefinito.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito (Tab.4.3.1):

Tabella 4.3.1 – Sintesi dei risultati dell'indagine sismica Rz3.

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
1	Da 0 a -3,0-3,5	273.02	Terreno Agrario e porzione alterata sub-superficiale
2	Da 3,0-3.5 a 10-12	1052.89	Sedimenti argillosi giallo rossastri e peliti sabbiosi.

Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	4.0	0.0
2	7.0	0.0
3	10.0	0.0
4	13.0	0.0
5	16.0	0.0
6	19.0	0.0
7	22.0	0.0
8	25.0	0.0
9	28.0	0.0
10	31.0	0.0
11	34.0	0.0
12	37.0	0.0
13	40.0	0.0
14	43.0	0.0
15	46.0	0.0
16	49.0	0.0

GEOMETRIE SCOPPI E UBICAZIONE DEI GEOFONI**Geometria geofoni**

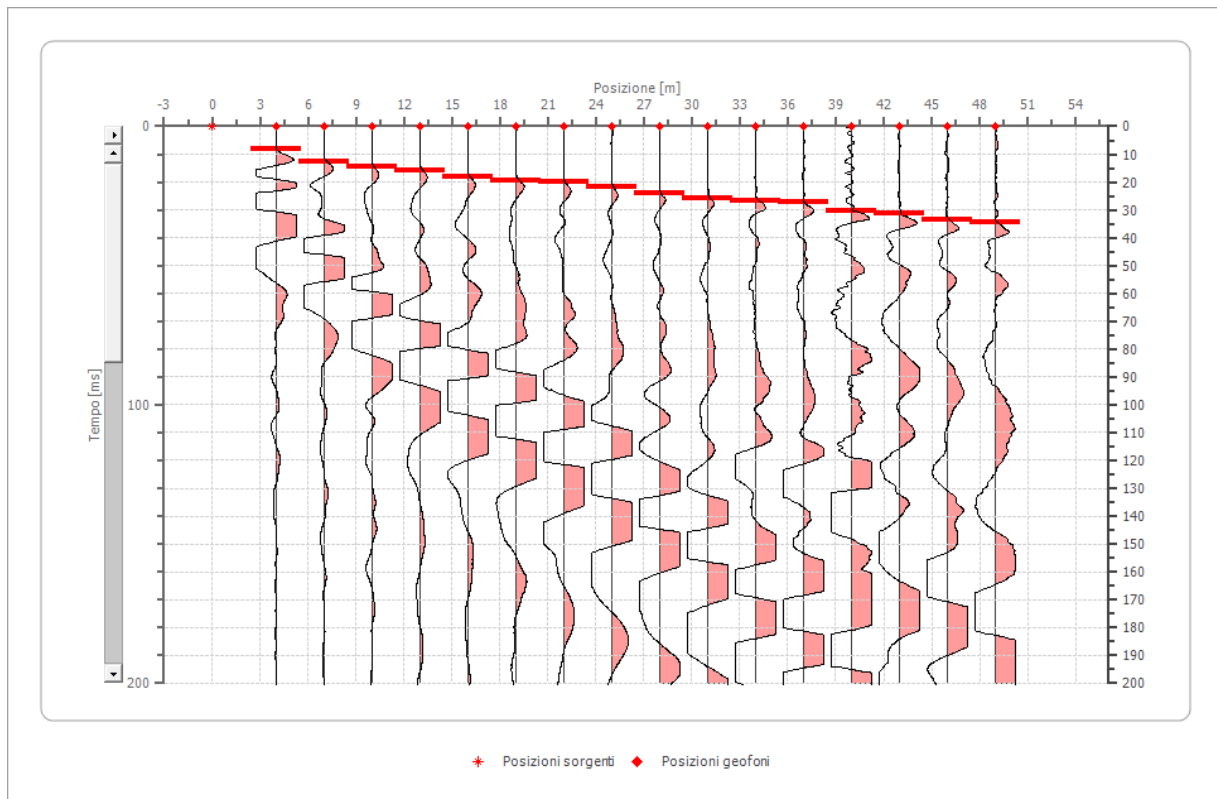
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	4.0	0.0
2	7.0	0.0
3	10.0	0.0
4	13.0	0.0
5	16.0	0.0
6	19.0	0.0
7	22.0	0.0
8	25.0	0.0
9	28.0	0.0
10	31.0	0.0
11	34.0	0.0
12	37.0	0.0
13	40.0	0.0
14	43.0	0.0
15	46.0	0.0
16	49.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	8.3726
7.0	12.5589
10.0	14.6520
13.0	15.6986
16.0	18.3150
19.0	19.3616
22.0	20.0000
25.0	21.9780
28.0	24.0712
31.0	25.6410
34.0	26.6876
37.0	27.2000
40.0	30.3506
43.0	31.3972
46.0	33.4903

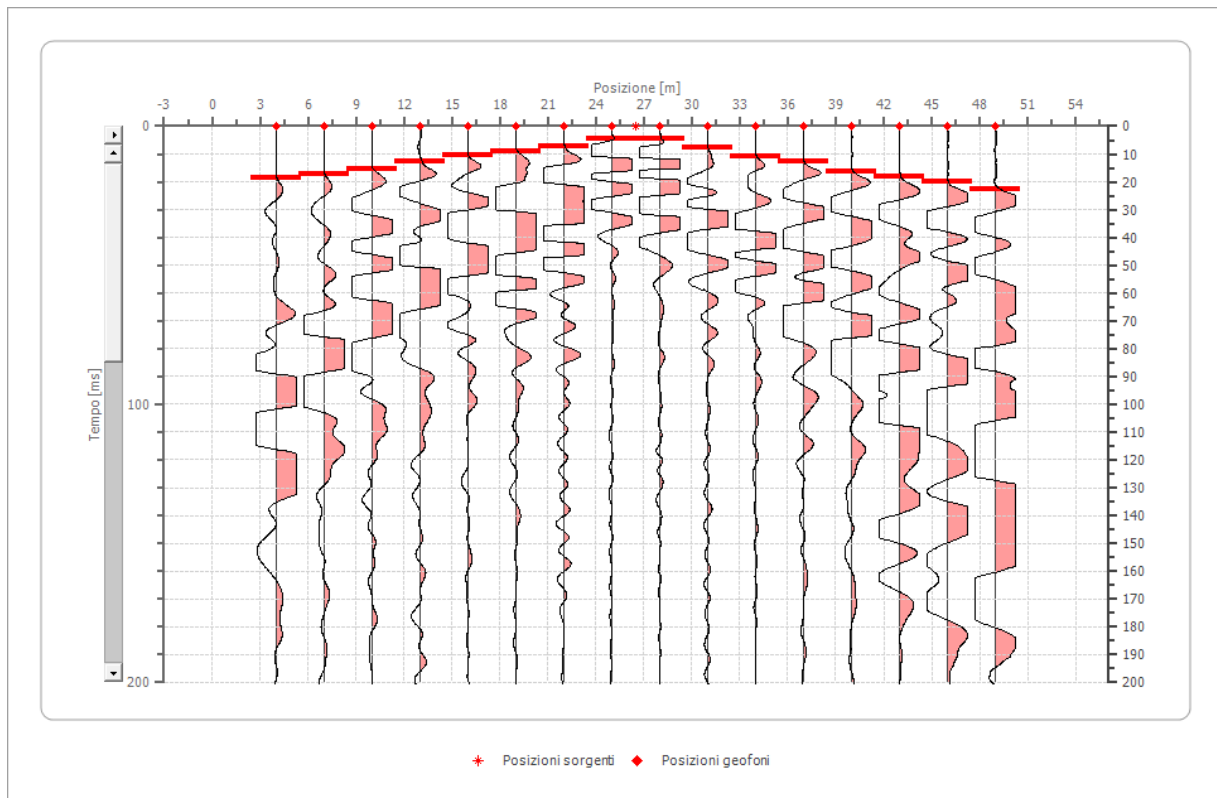
49.0

34.5369

Battuta 2

Posizione sorgente X 27 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



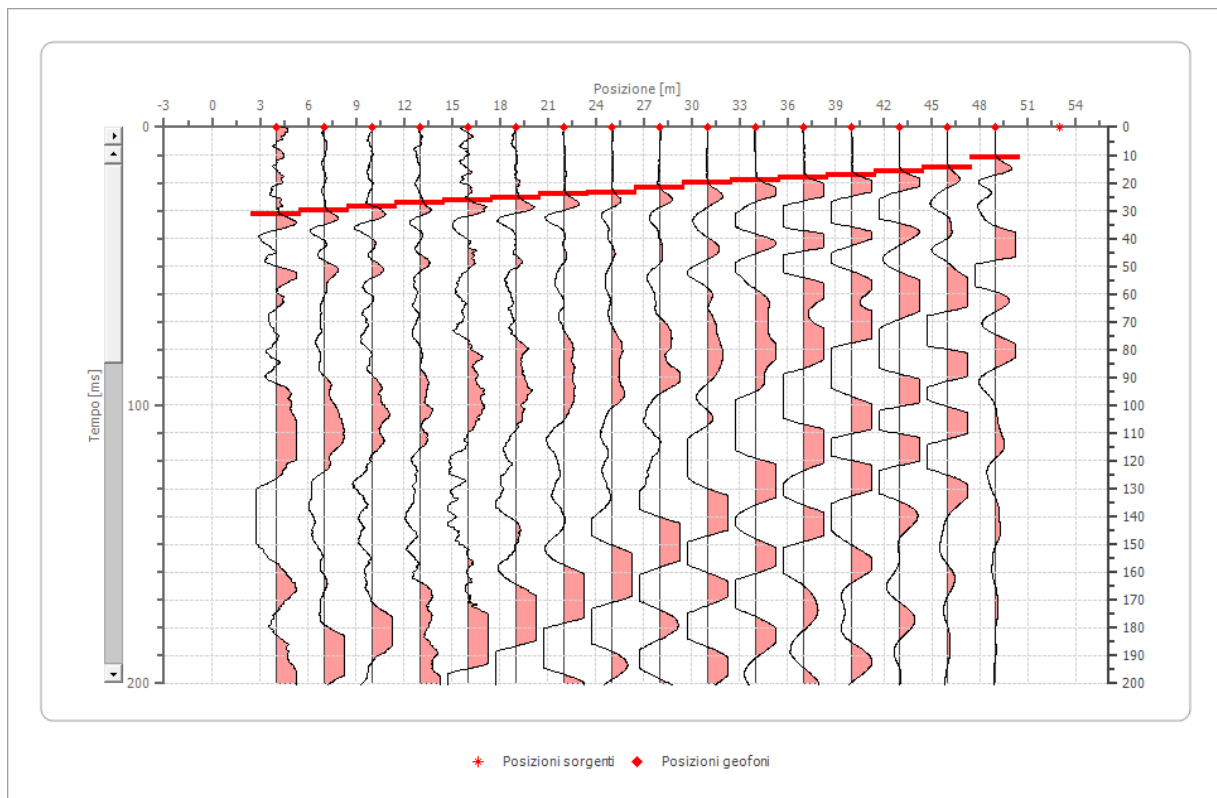
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	18.5034
7.0	17.4150
10.0	15.5102
13.0	12.5170
16.0	10.6122
19.0	8.9796
22.0	7.3469
25.0	4.3537
28.0	4.3537
31.0	7.8912
34.0	10.8844

37.0	12.7891
40.0	16.3265
43.0	18.2313
46.0	20.1361
49.0	22.5850

Battuta 3

Posizione sorgente X 53 [m]

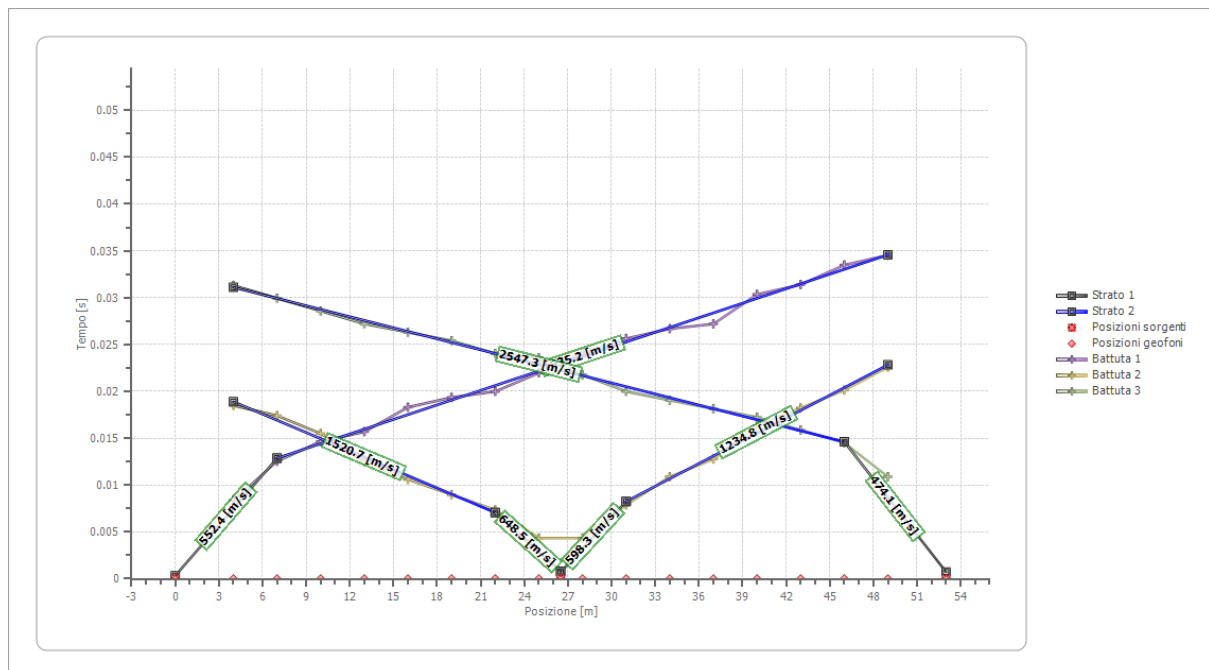
Posizione sorgente Z 0 [m]

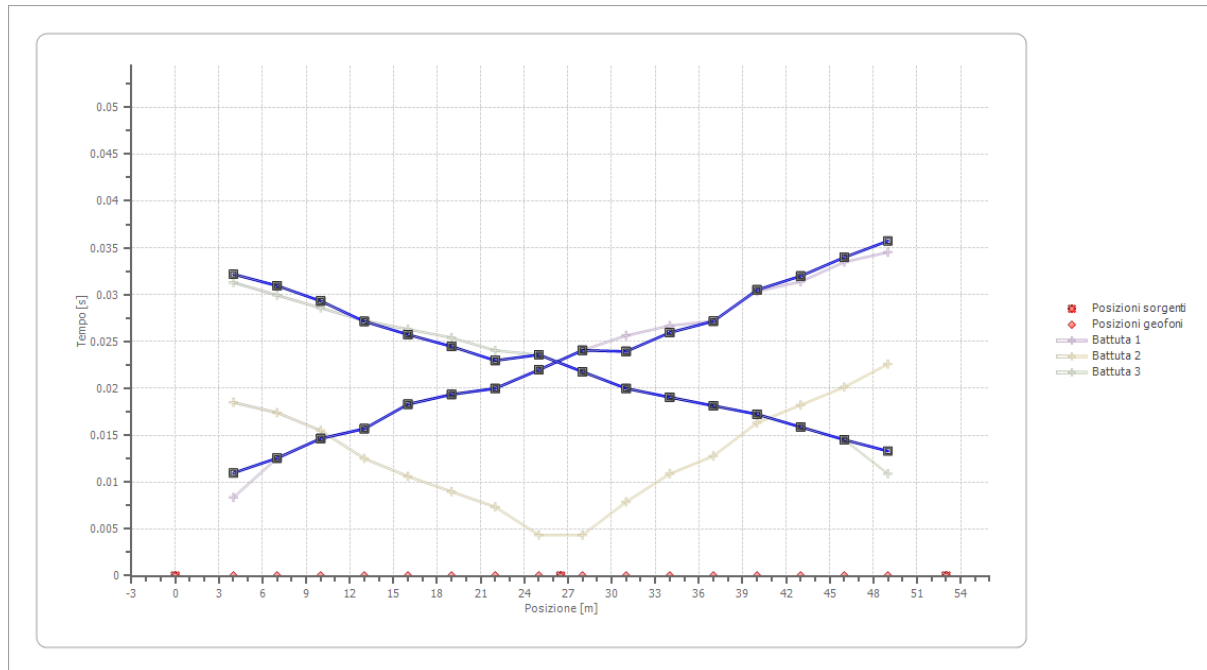


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	31.3050
7.0	29.9439
10.0	28.5829
13.0	27.2218
16.0	26.3144
19.0	25.4070

22.0	24.0459
25.0	23.5922
28.0	21.7774
31.0	20.0000
34.0	19.0552
37.0	18.1478
40.0	17.2405
43.0	15.8794
46.0	14.5183
49.0	10.8887

Dromocrone



Dromocrone traslate

Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 4.0 [m]	2.4	--
G= 7.0 [m]	2.5	--
G= 10.0 [m]	2.6	--
G= 13.0 [m]	2.3	--
G= 16.0 [m]	2.7	--
G= 19.0 [m]	2.6	--
G= 22.0 [m]	2.4	--
G= 25.0 [m]	3.1	--
G= 28.0 [m]	3.2	--
G= 31.0 [m]	2.6	--
G= 34.0 [m]	3.0	--
G= 37.0 [m]	3.0	--
G= 40.0 [m]	3.8	--
G= 43.0 [m]	3.8	--
G= 46.0 [m]	4.0	--

G= 49.0 [m]	4.1	--
Velocità [m/sec]	568.3	2138.4
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

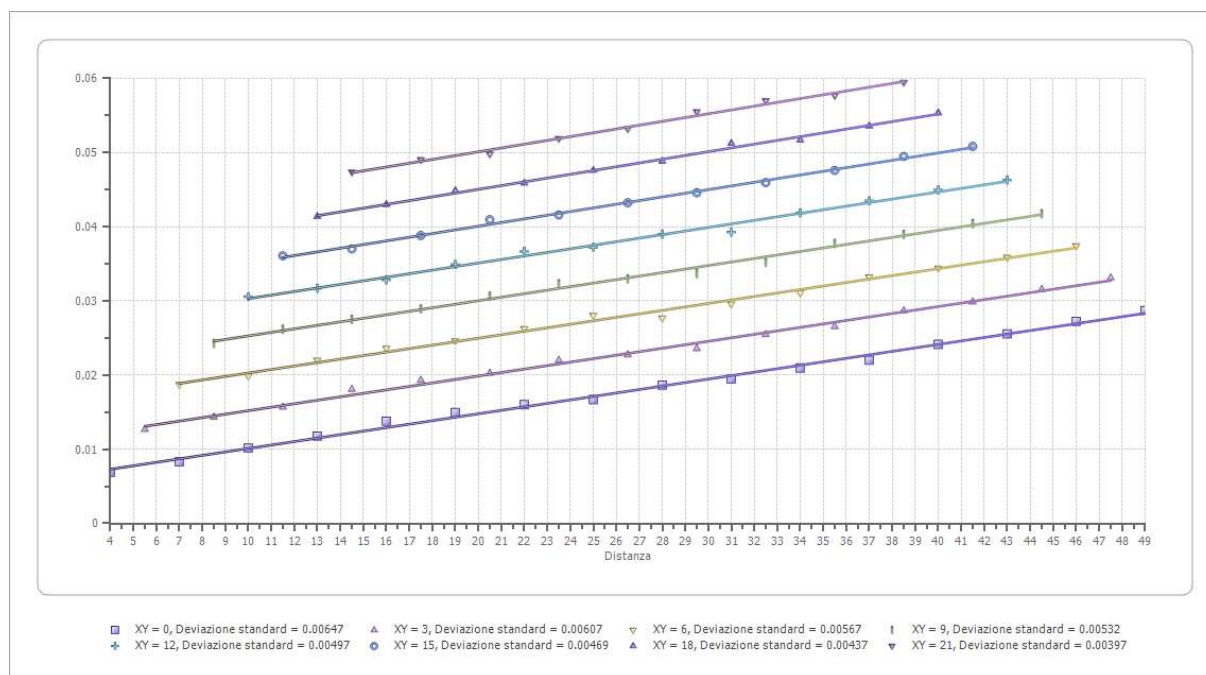
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.34
Densità [kg/m ³]	1700.00	1900.00
Vp [m/s]	568.33	2138.43
Vs [m/s]	273.02	1052.89
G0 [MPa]	126.72	2106.30
Ed [Mpa]	549.10	8688.49
M0 [MPa]	422.39	6582.19
Ey [Mpa]	342.13	5644.88

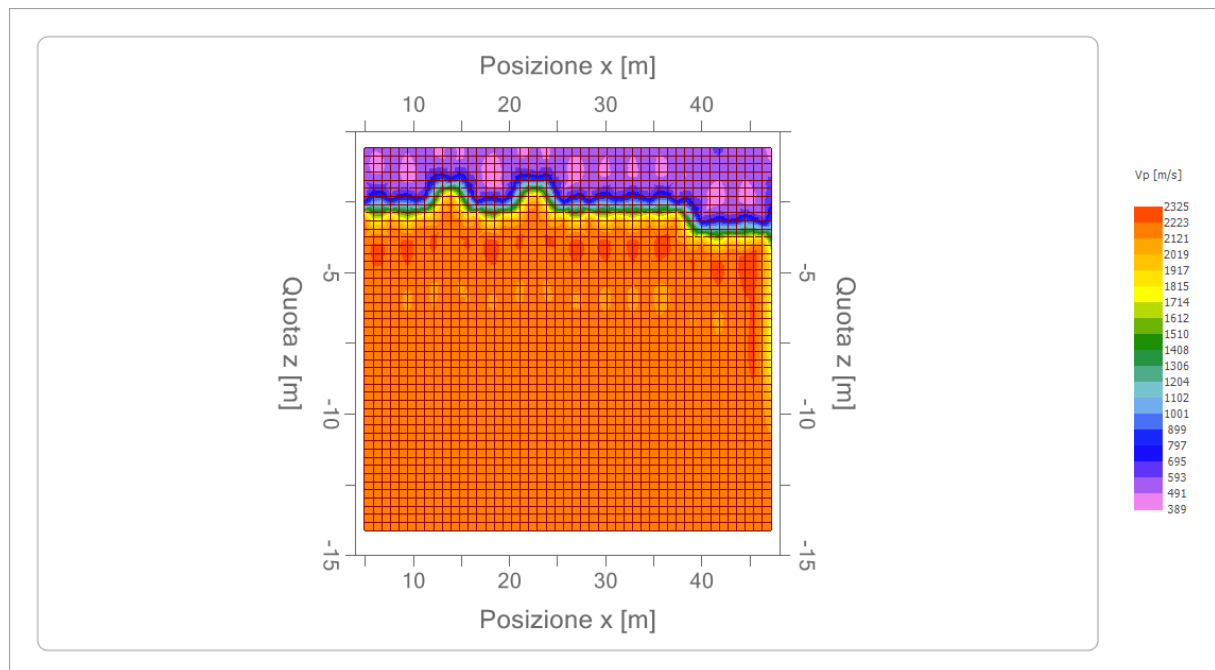
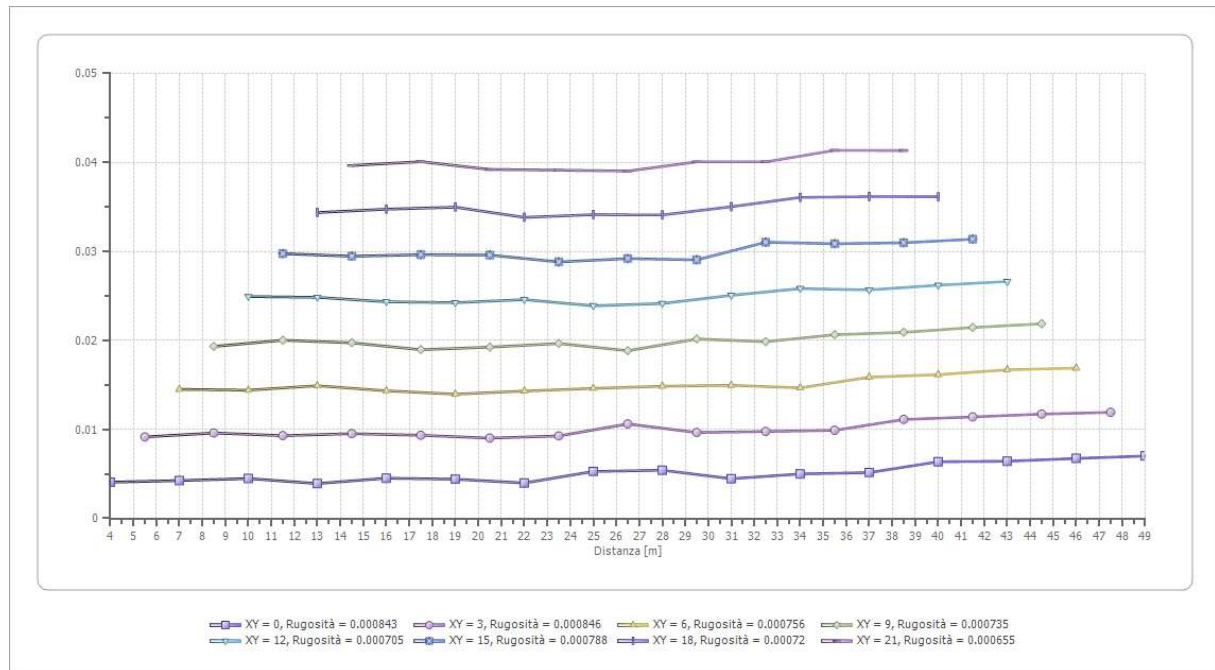
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





4.4 Prospezione sismica a rifrazione Rz4

Il modello di terreno ricavato dal processo di elaborazione della sismica a rifrazione Rz4 ha messo in evidenza la presenza, nei primi 12-14 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. Tale interfaccia si presenta con aspetto sub-parallelo rispetto alla traccia della superficie topografica. In definitiva sono stati quindi individuati n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche V_p differenti (Fig. 4.4.1). Tale indagine è stata effettuata in prossimità dell'installazione dell'Aerogeneratore A4.

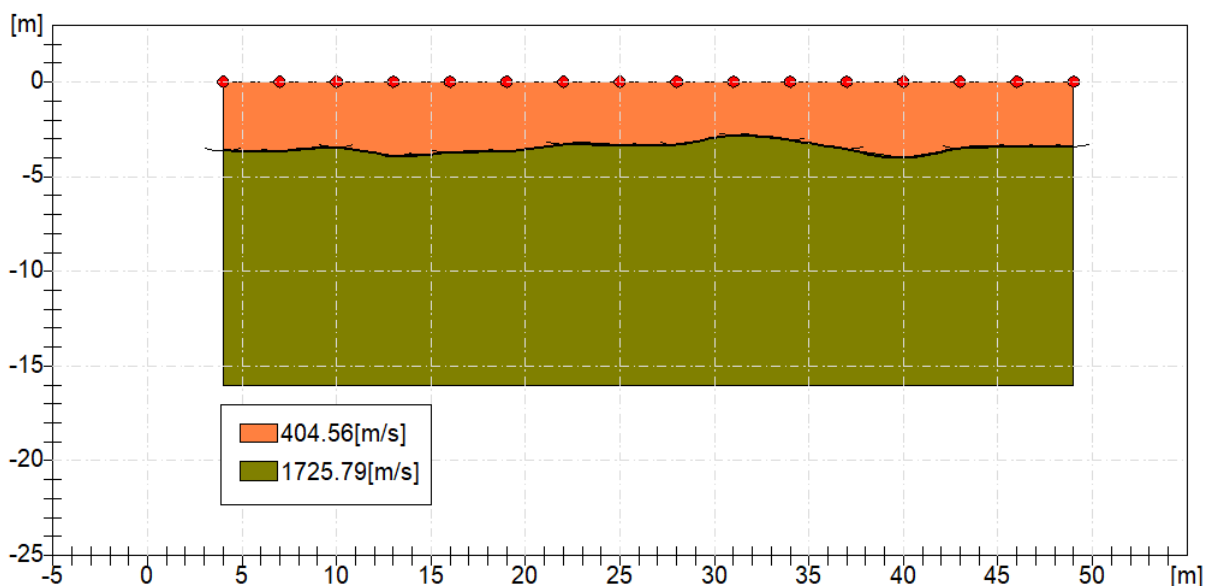



Fig. 4.4.1: Sismostratigrafia desunta dall'indagine Rz4.

Il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde di compressione V_p nell'ordine di 404,56m/s, indicative di un livello sciolto arenato tipico del terreno agrario ed una porzione alterata costituito da argille e limi sabbiosi destrutturati e alterati. Lo spessore è variabile ed è valutabile mediamente nell'ordine di 3,5-4,0 metri e tende leggermente ad assottigliarsi verso l'inizio dello stendimento. Il secondo sismostrato è caratterizzato da una velocità V_p dell'ordine di 1725,79 m/s, valore compatibile con sedimenti pelitici e pelitici-argillosi con intercalazioni di livelli arenacei. Lo spessore risulta comunque indefinito.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito (Tab.4.4.1):

Tabella 4.4.1 – Sintesi dei risultati dell'indagine sismica Rz4.

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
1	Da 0 a -3,5-4,0	194.35	Terreno Agrario e porzione alterata sub-superficiale

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)</p>	
--	---	--

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
2	Da 3,4-4.0 a 10-12	849.72	Sedimenti pelitici e pelitici-argillosi con intercalazioni di livelli arenacei.

Geometria geofoni

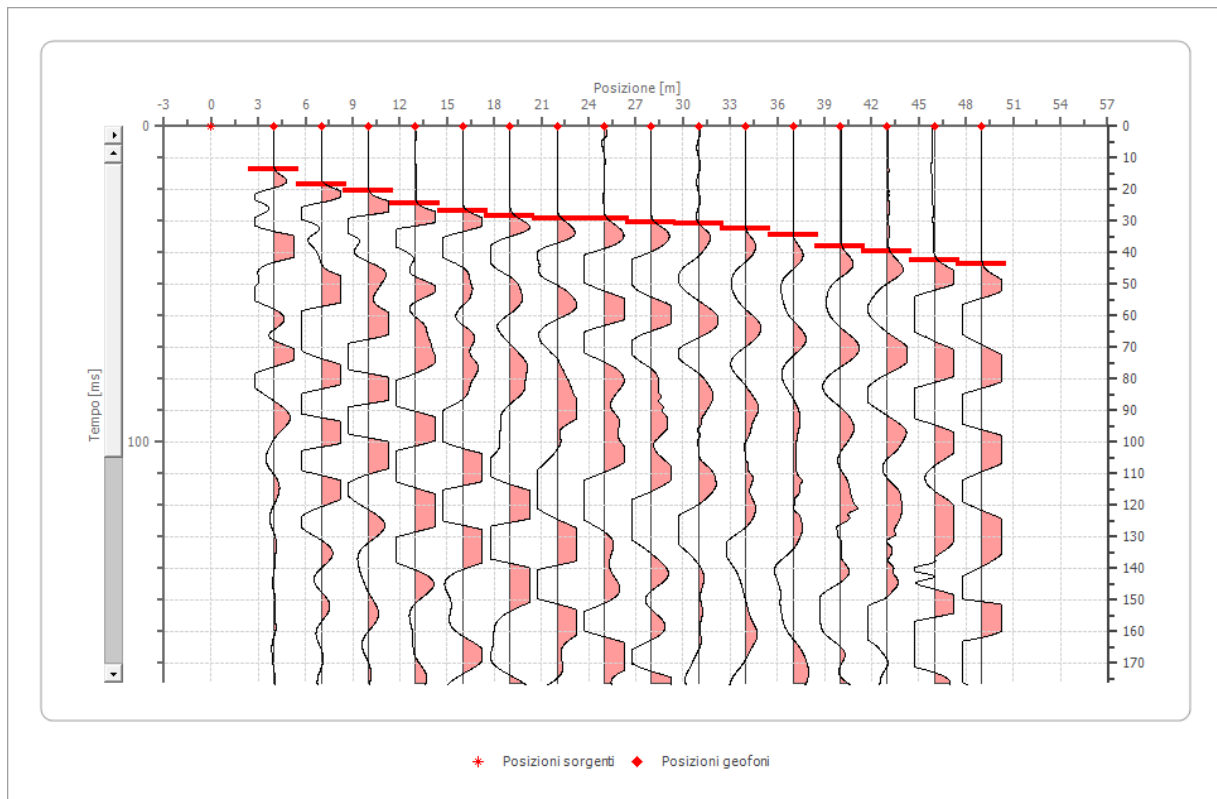
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	4.0	0.0
2	7.0	0.0
3	10.0	0.0
4	13.0	0.0
5	16.0	0.0
6	19.0	0.0
7	22.0	0.0
8	25.0	0.0
9	28.0	0.0
10	31.0	0.0
11	34.0	0.0
12	37.0	0.0
13	40.0	0.0
14	43.0	0.0
15	46.0	0.0
16	49.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	13.6054
7.0	18.3150
10.0	20.4082
13.0	24.5945
16.0	26.6876
19.0	28.2575
22.0	29.3040
25.0	29.3040
28.0	30.3506
31.0	30.8739
34.0	32.6000
37.0	34.4000
40.0	38.0000
43.0	39.6000
46.0	42.6000

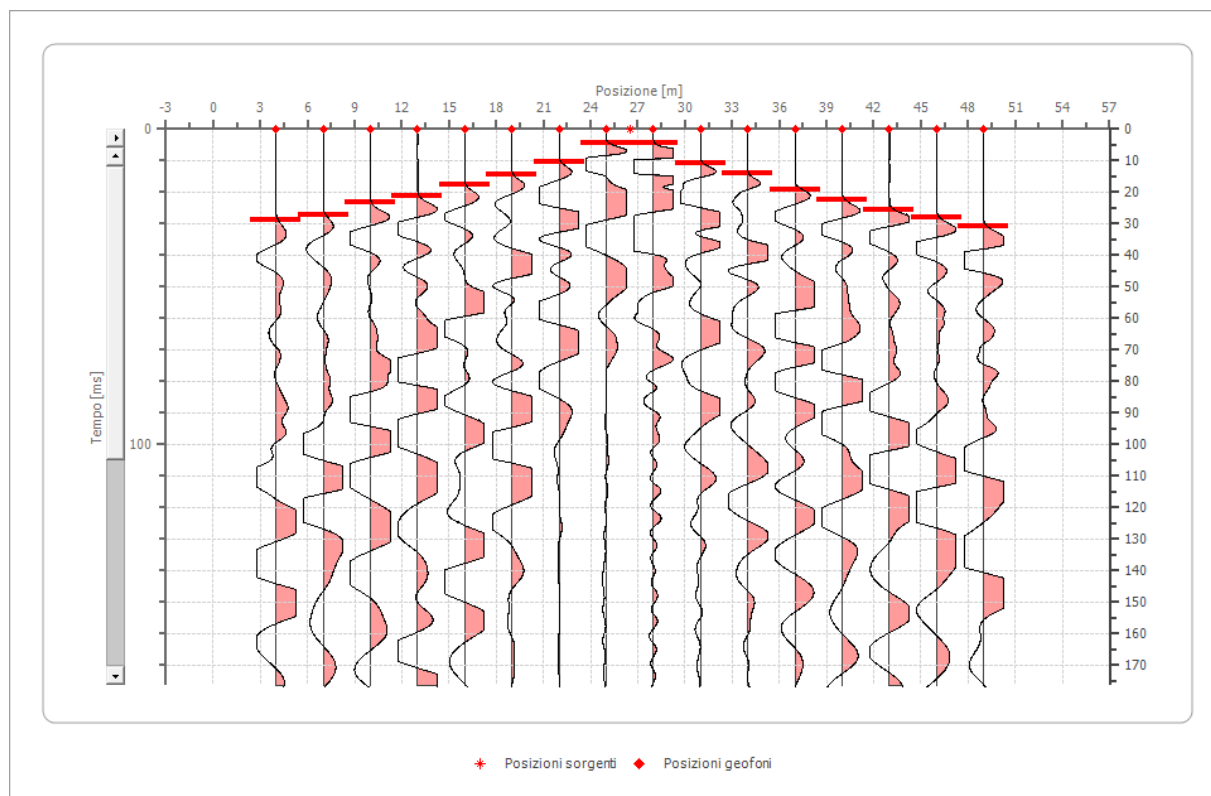
49.0

43.6000

Battuta 2

Posizione sorgente X 27 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



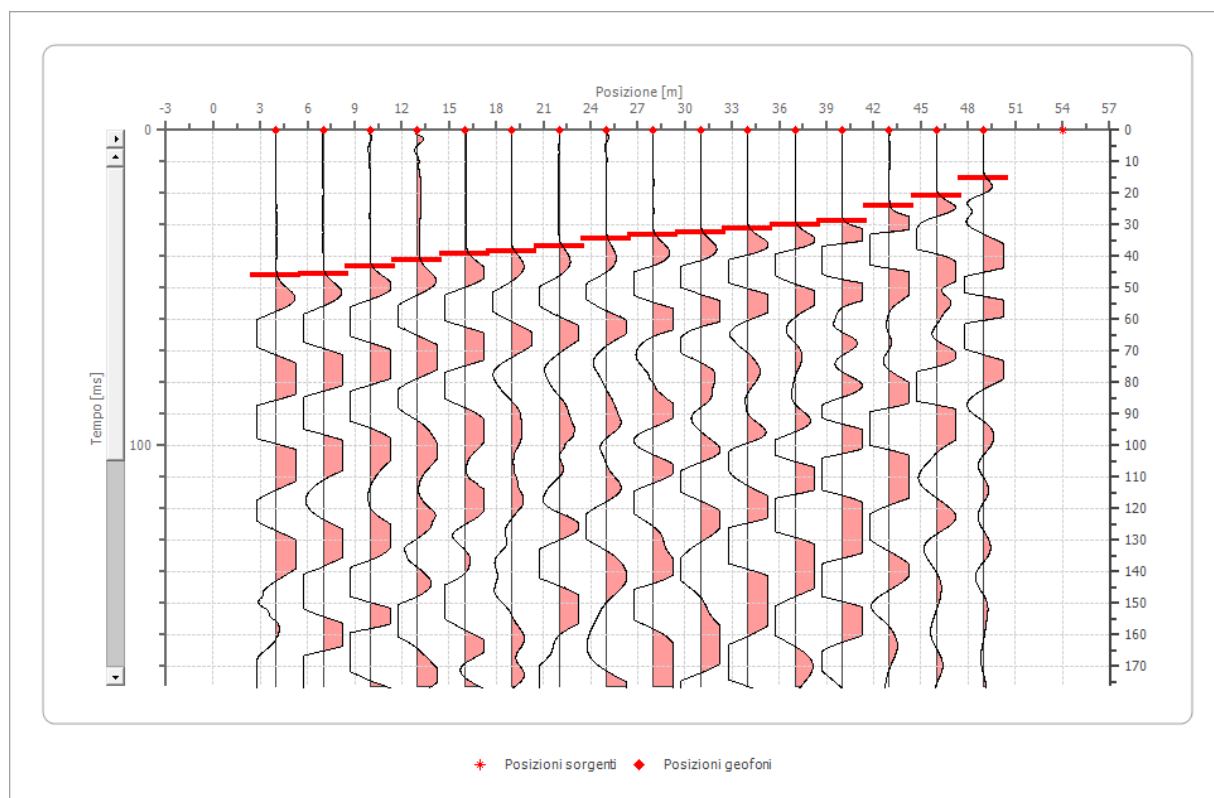
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	28.8115
7.0	27.2109
10.0	23.2093
13.0	21.2085
16.0	17.6070
19.0	14.4058
22.0	10.4042
25.0	4.4018
28.0	4.4018
31.0	10.8043

34.0	14.0056
37.0	19.2077
40.0	22.4090
43.0	25.6102
46.0	28.0112
49.0	30.8123

Battuta 3

Posizione sorgente X 54 [m]

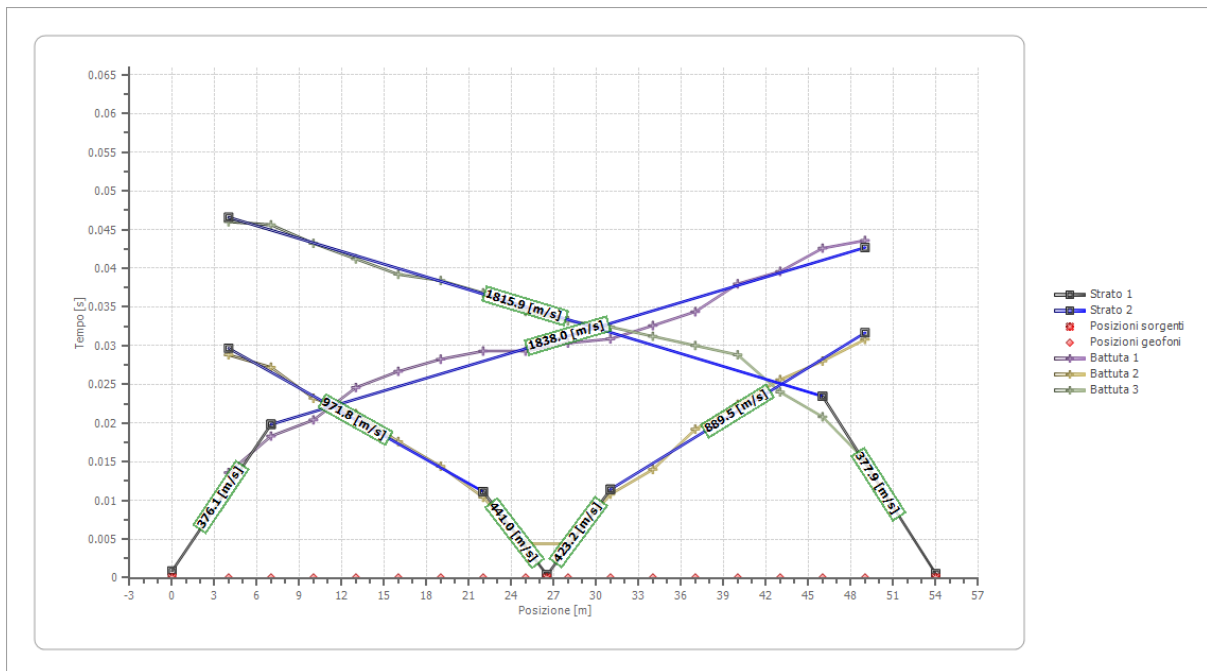
Posizione sorgente Z 0 [m]

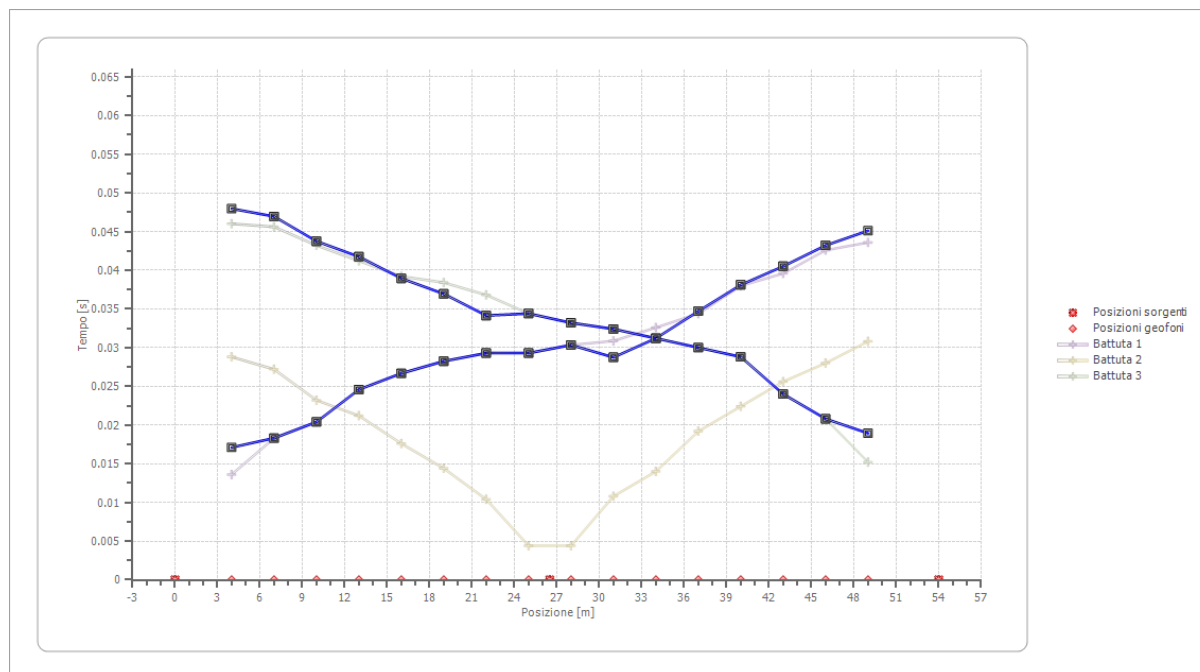


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	46.0184
7.0	45.6182
10.0	43.2173
13.0	41.2165
16.0	39.2157

19.0	38.4154
22.0	36.8147
25.0	34.4138
28.0	33.2133
31.0	32.4130
34.0	31.2125
37.0	30.0120
40.0	28.8115
43.0	24.0096
46.0	20.8083
49.0	15.2061

Dromocrone



Dromocrone traslate

Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 4.0 [m]	3.6	4.5
G= 7.0 [m]	3.7	4.8
G= 10.0 [m]	3.4	4.6
G= 13.0 [m]	3.9	6.4
G= 16.0 [m]	3.7	6.2
G= 19.0 [m]	3.7	6.2
G= 22.0 [m]	3.3	6.8
G= 25.0 [m]	3.3	6.1
G= 28.0 [m]	3.3	6.3
G= 31.0 [m]	2.8	5.9
G= 34.0 [m]	3.1	6.8
G= 37.0 [m]	3.6	6.9
G= 40.0 [m]	4.0	8.8
G= 43.0 [m]	3.5	9.2
G= 46.0 [m]	3.4	10.2

G= 49.0 [m]	3.4	10.6
Velocità [m/sec]	404.6	1725.8
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

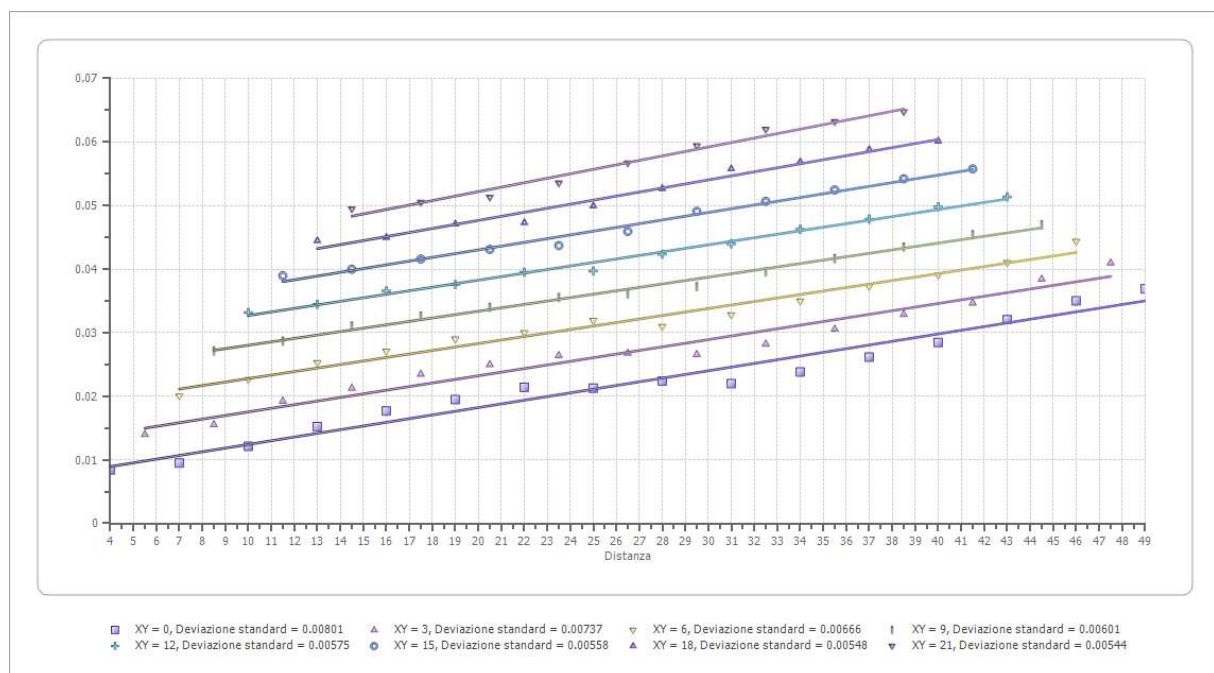
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.34
Densità [kg/m ³]	1800.00	1900.00
Vp [m/s]	404.56	1725.79
Vs [m/s]	194.35	849.72
G0 [MPa]	67.99	1371.85
Ed [Mpa]	294.61	5658.86
M0 [MPa]	226.62	4287.02
Ey [Mpa]	183.56	3676.55

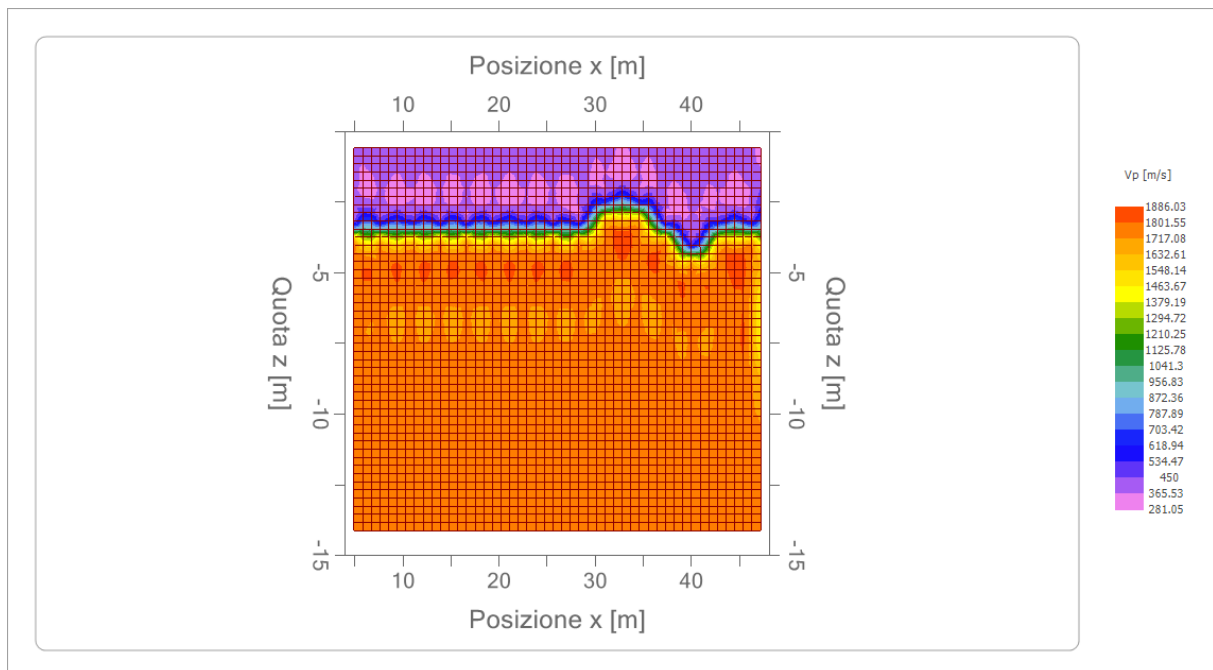
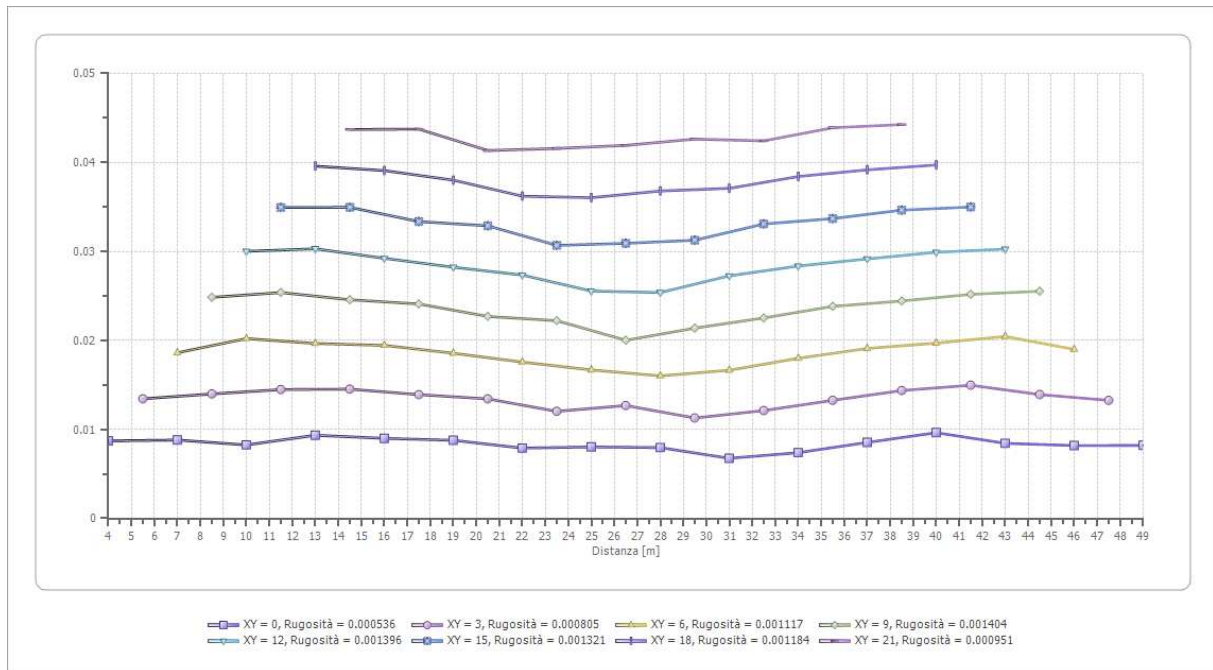
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





4.5 Prospezione sismica a rifrazione Rz5

Il modello di terreno ricavato dal processo di elaborazione della sismica a rifrazione Rz5 ha messo in evidenza la presenza, nei primi 12-14 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. Tale interfaccia si presenta con aspetto lievemente ondulato ma nel complesso sub-parallelo rispetto alla traccia della superficie topografica. In definitiva sono stati quindi individuati n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche V_p differenti (Fig. 4.5.1). Tale indagine è stata effettuata in prossimità dell'istallazione dell'Aerogeneratore A5.

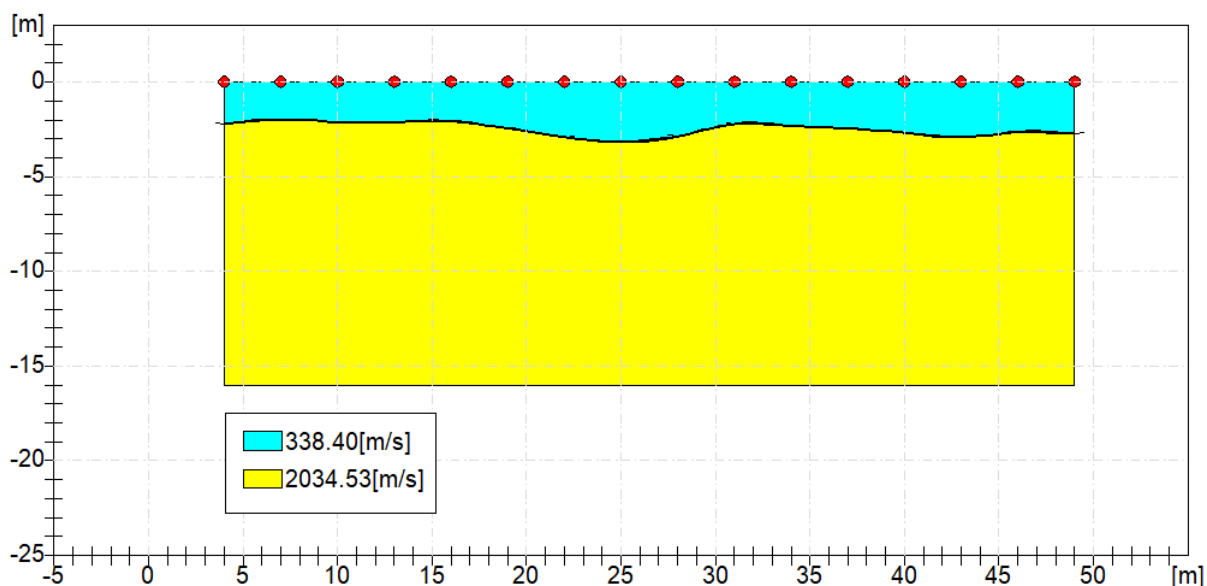



Fig. 4.5.1: Sismostratigrafia desunta dall'indagine Rz5.

Il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde di compressione V_p nell'ordine di 338,40m/s, indicative di un livello sciolto arenato tipico del terreno agrario ed una porzione alterata costituito da argille e limi sabbiosi destrutturati e alterati. Lo spessore è variabile ed è valutabile mediamente nell'ordine di 2,5-3,0 metri. Il secondo sismostrato è caratterizzato da una velocità V_p dell'ordine di 2034,53 m/s, valore compatibile con i conglomerati grano-sostenuti della Formazione Terravecchia. Lo spessore risulta comunque indefinito.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito (Tab.4.5.1):

Tabella 4.5.1 – Sintesi dei risultati dell'indagine sismica Rz5.

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
1	Da 0 a -2,5-3,0	162.56	Terreno Agrario e porzione alterata sub-superficiale

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)	
--	--	--

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
2	Da 2,5-3.0 a 10-12	977.35	Conglomerati grano- sostenuti della Formazione Terravecchia.

Geometria geofoni

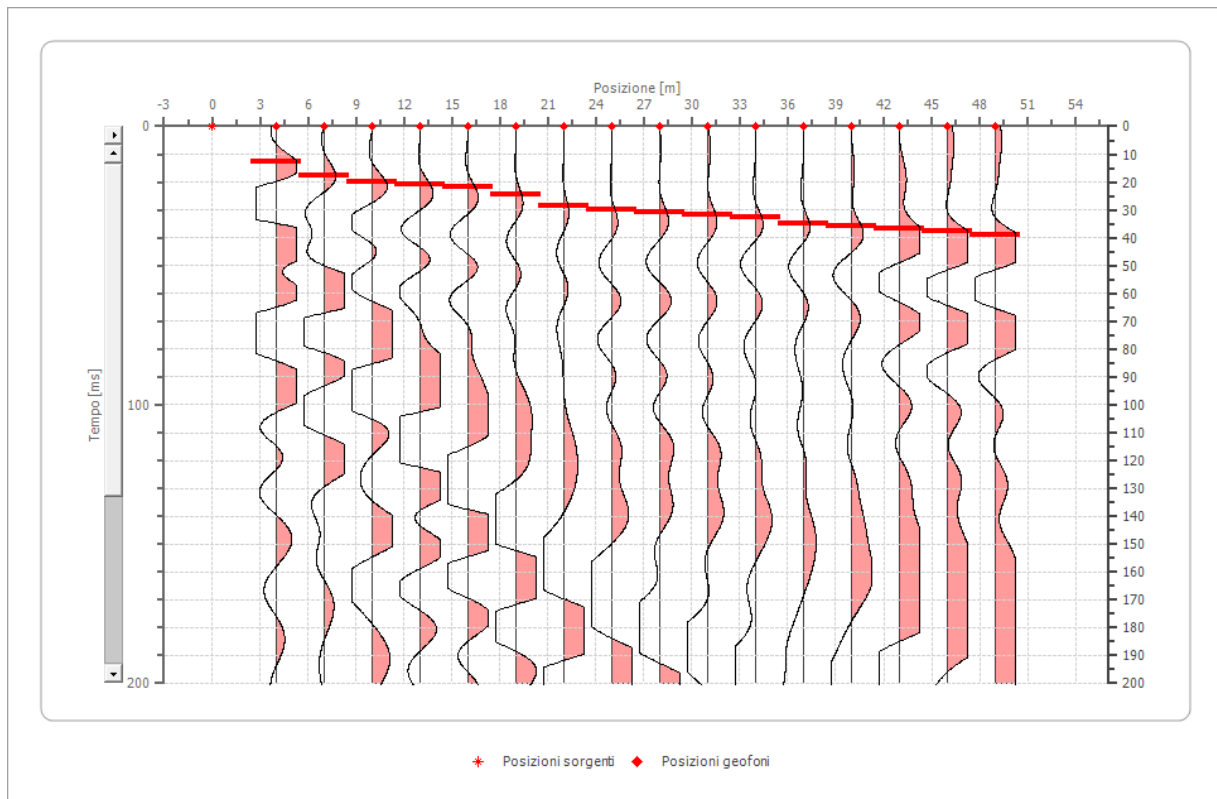
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	4.0	0.0
2	7.0	0.0
3	10.0	0.0
4	13.0	0.0
5	16.0	0.0
6	19.0	0.0
7	22.0	0.0
8	25.0	0.0
9	28.0	0.0
10	31.0	0.0
11	34.0	0.0
12	37.0	0.0
13	40.0	0.0
14	43.0	0.0
15	46.0	0.0
16	49.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	12.9252
7.0	17.6871
10.0	19.7279
13.0	21.0884
16.0	21.8000
19.0	24.4898
22.0	28.5714
25.0	29.9320
28.0	30.8390
31.0	31.9728
34.0	32.6000
37.0	34.8000
40.0	35.8000
43.0	36.7347
46.0	37.6417

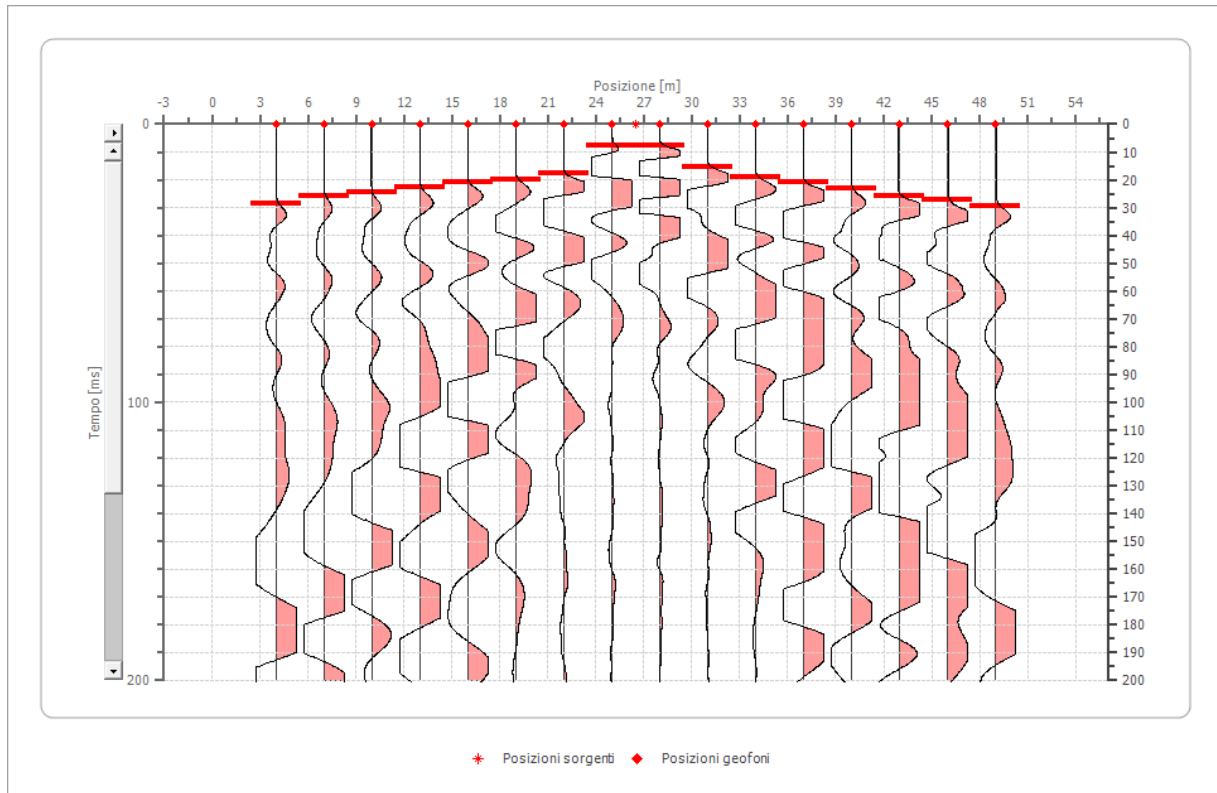
49.0

39.0023

Battuta 2

Posizione sorgente X 27 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



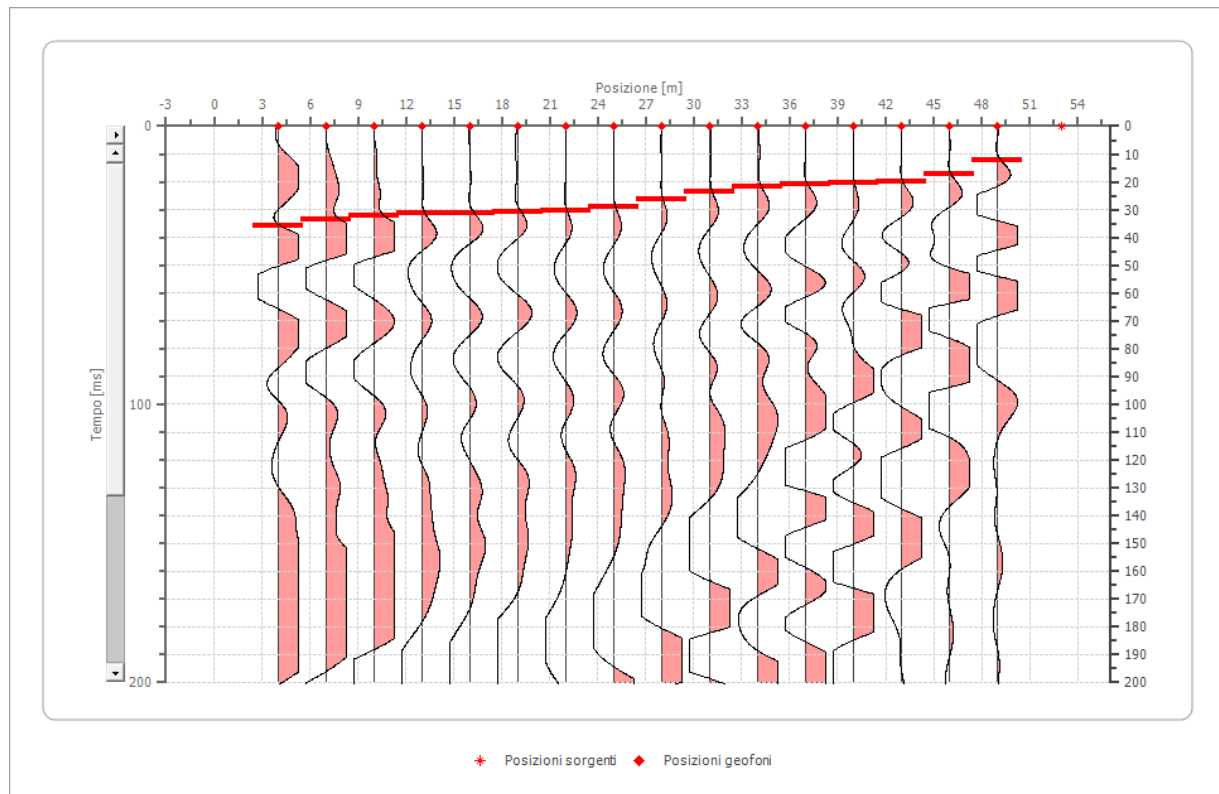
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	28.5714
7.0	25.8503
10.0	24.4898
13.0	22.6757
16.0	20.8617
19.0	19.9546
22.0	17.6871
25.0	7.7098
28.0	7.7098
31.0	15.4195

34.0	19.0476
37.0	20.8617
40.0	23.1293
43.0	25.8503
46.0	27.2109
49.0	29.4785

Battuta 3

Posizione sorgente X 53 [m]

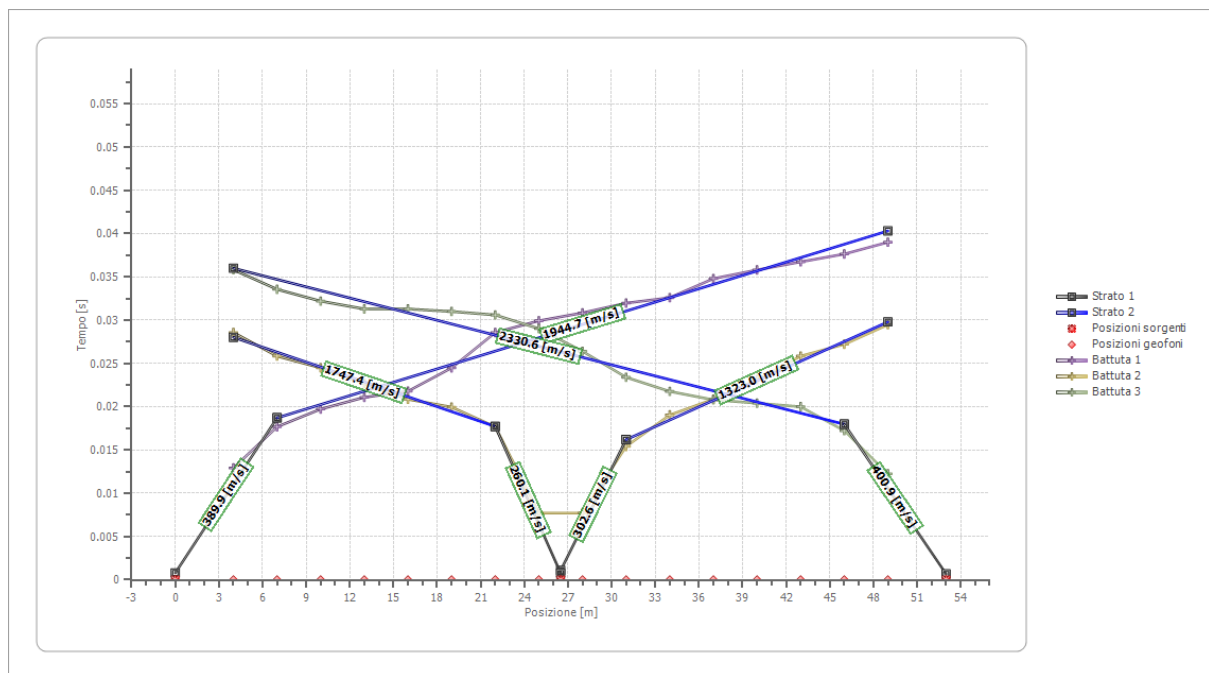
Posizione sorgente Z 0 [m]

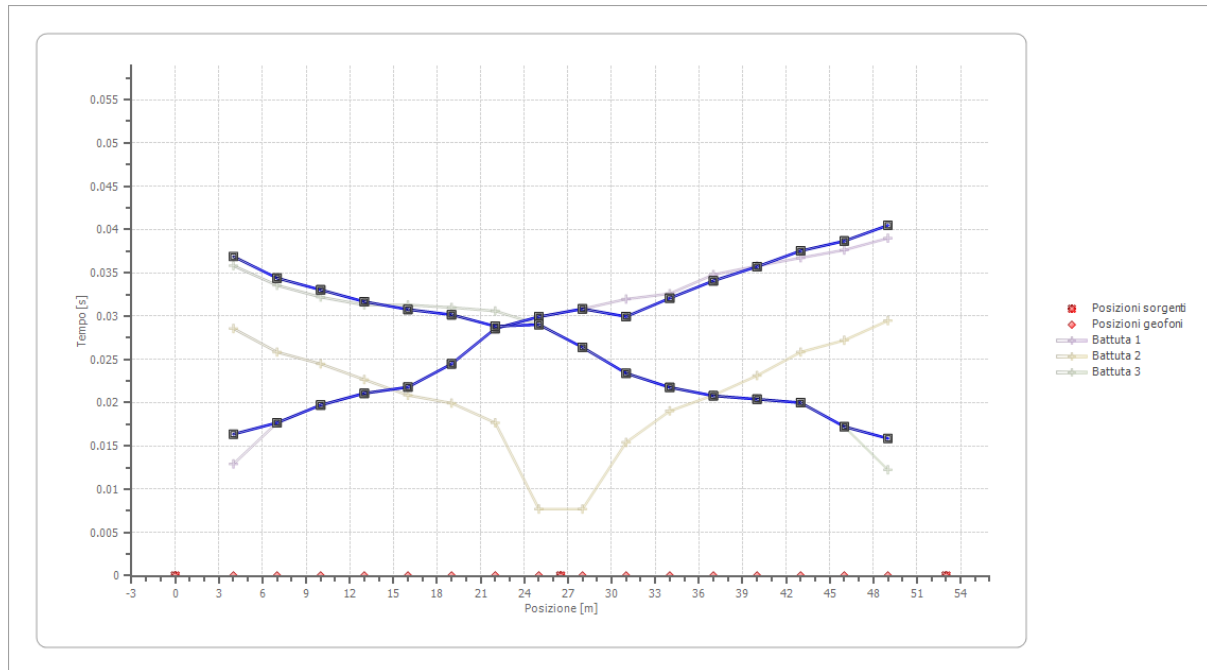


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	35.8277
7.0	33.5601
10.0	32.1995
13.0	31.2925
16.0	31.2925

19.0	31.0000
22.0	30.6000
25.0	29.0249
28.0	26.4000
31.0	23.4000
34.0	21.7687
37.0	20.8000
40.0	20.4082
43.0	20.0000
46.0	17.2336
49.0	12.2449

Dromocrone



Dromocrone traslate

Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 4.0 [m]	2.2	--
G= 7.0 [m]	2.0	--
G= 10.0 [m]	2.1	--
G= 13.0 [m]	2.1	--
G= 16.0 [m]	2.1	--
G= 19.0 [m]	2.4	--
G= 22.0 [m]	2.9	--
G= 25.0 [m]	3.2	--
G= 28.0 [m]	2.9	--
G= 31.0 [m]	2.2	--
G= 34.0 [m]	2.3	--
G= 37.0 [m]	2.5	--
G= 40.0 [m]	2.7	--
G= 43.0 [m]	2.9	--
G= 46.0 [m]	2.7	--

G= 49.0 [m]	2.7	--
Velocità [m/sec]	338.4	2034.5
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

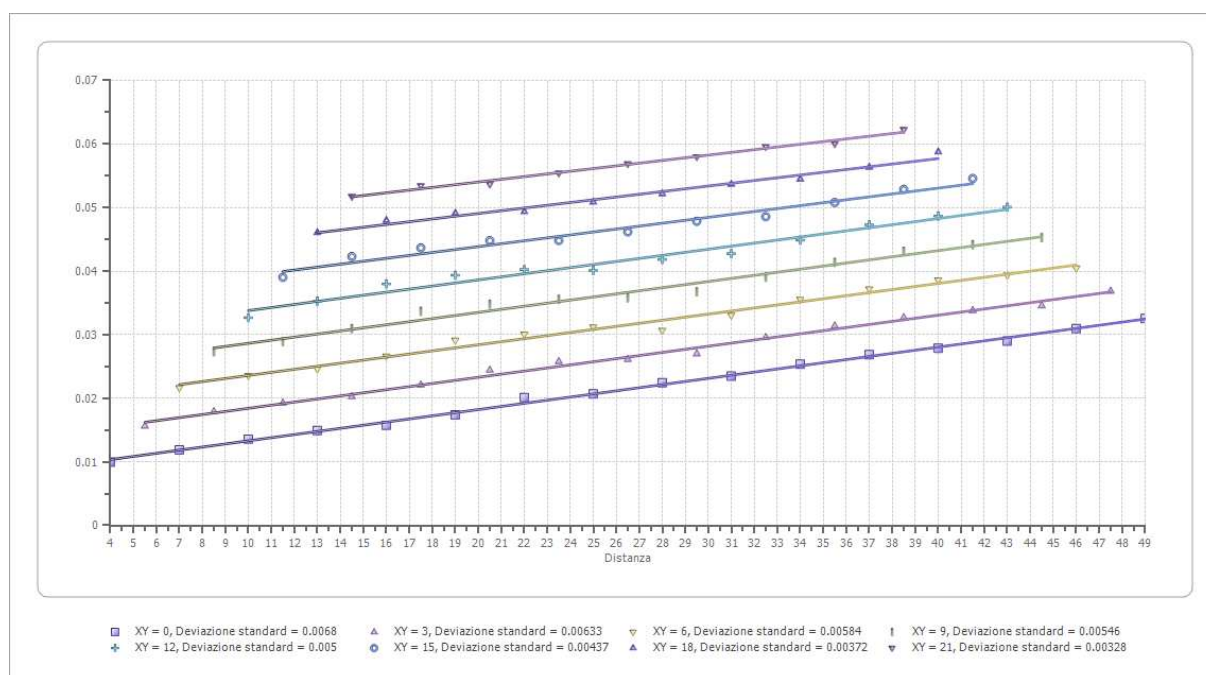
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1700.00	1800.00
Vp [m/s]	338.40	2034.53
Vs [m/s]	162.56	977.35
G0 [MPa]	44.92	1719.40
Ed [Mpa]	194.67	7450.73
M0 [MPa]	149.75	5731.33
Ey [Mpa]	121.30	4642.38

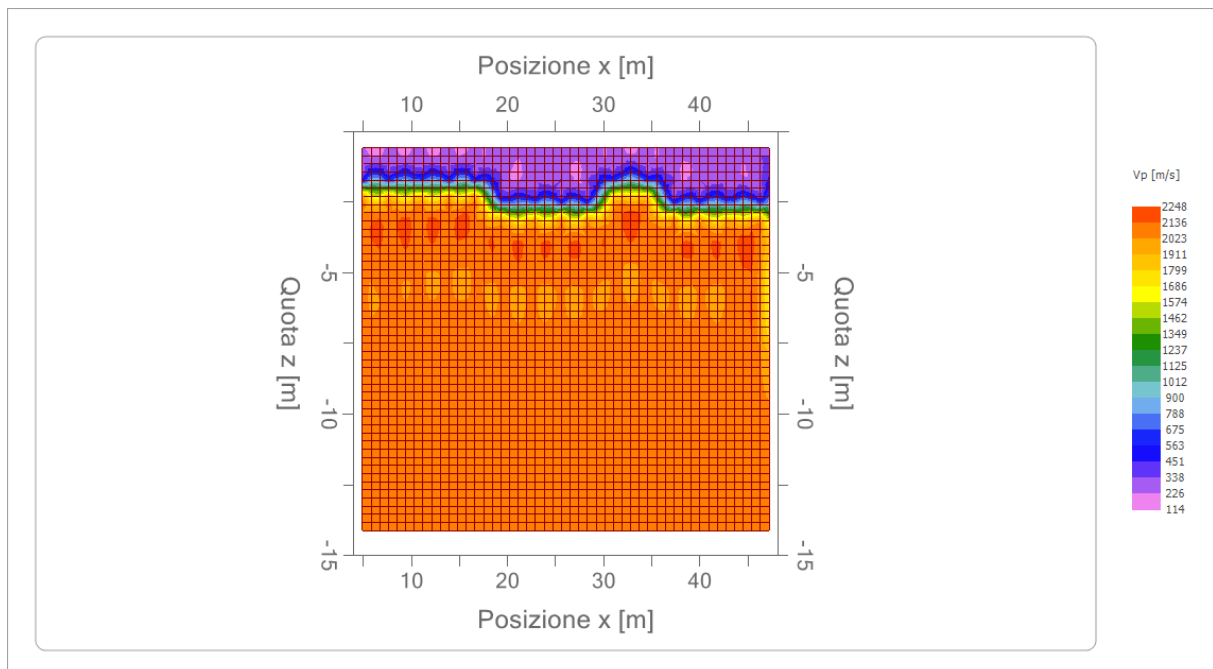
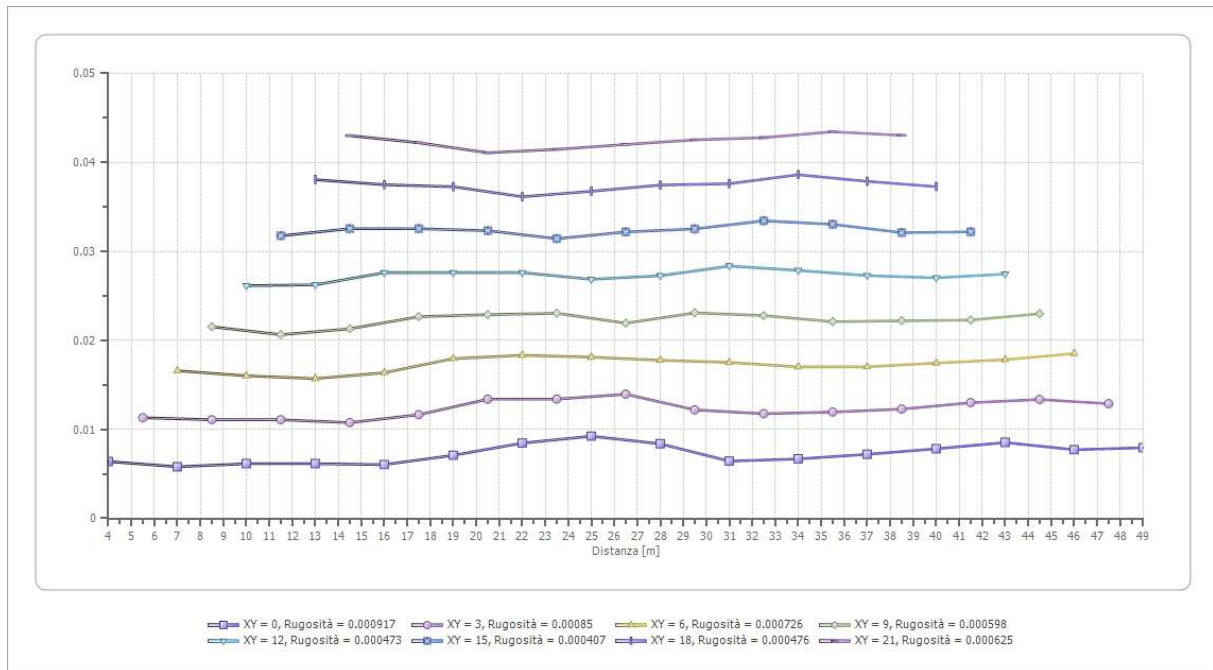
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





4.6 Prospezione sismica a rifrazione Rz6

Il modello di terreno ricavato dal processo di elaborazione della sismica a rifrazione Rz6 ha messo in evidenza la presenza, nei primi 12-14 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. Tale interfaccia si presenta con aspetto lievemente ondulato ma nell'insieme con andamento sub-parallelo rispetto alla traccia della superficie topografica. In definitiva sono stati quindi individuati n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche V_p sensibilmente differenti (Fig. 4.6.1). Tale indagine è stata effettuata in prossimità dell'installazione dell'Aerogeneratore A1.

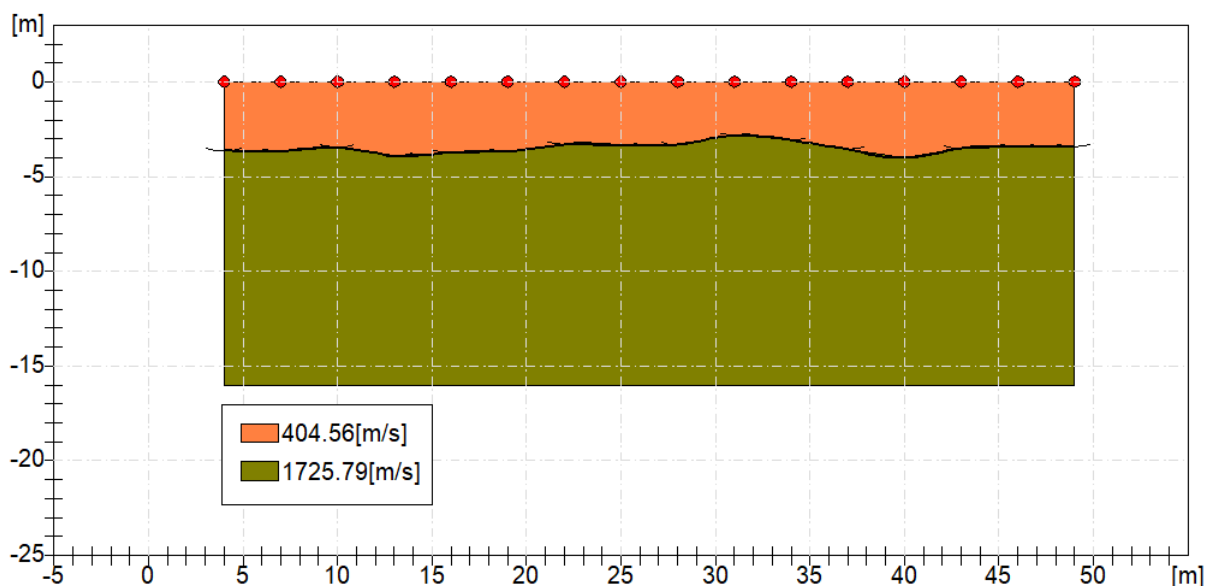



Fig. 4.6.1: Sismostratigrafia desunta dall'indagine Rz6.

Il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde di compressione V_p nell'ordine di 404,56 m/s, indicative di un livello sciolto areato tipico del terreno agrario ed una porzione alterata costituito da argille e limi sabbiosi destrutturati e alterati. Lo spessore è variabile ed è valutabile mediamente nell'ordine di 3,5-4 metri. Il secondo sismostrato è caratterizzato da una velocità V_p dell'ordine di 1725,79 m/s, valore compatibile con deposito di orto-paraconglomerati polimittici rossastri e giallastri cui si alternano a luoghi arenarie e sabbie grossolane ciottolose a consistenza media che migliorano sempre di più con la profondità. Lo spessore risulta comunque indefinito.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito (Tab.4.6.1):

Tabella 4.6.1 – Sintesi dei risultati dell'indagine sismica Rz6.

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	V_s	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
1	Da 0 a -3,5-4	194.35	Terreno Agrario e porzione alterata sub-superficiale

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)	
--	---	--

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vs	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
2	Da 3,5-4.0 a 10-12	849.72	ortoparaconglomerati polimittici rossastri e giallastri cui si alternano a luoghi arenarie e sabbie grossolane ciottolose.

Geometria geofoni

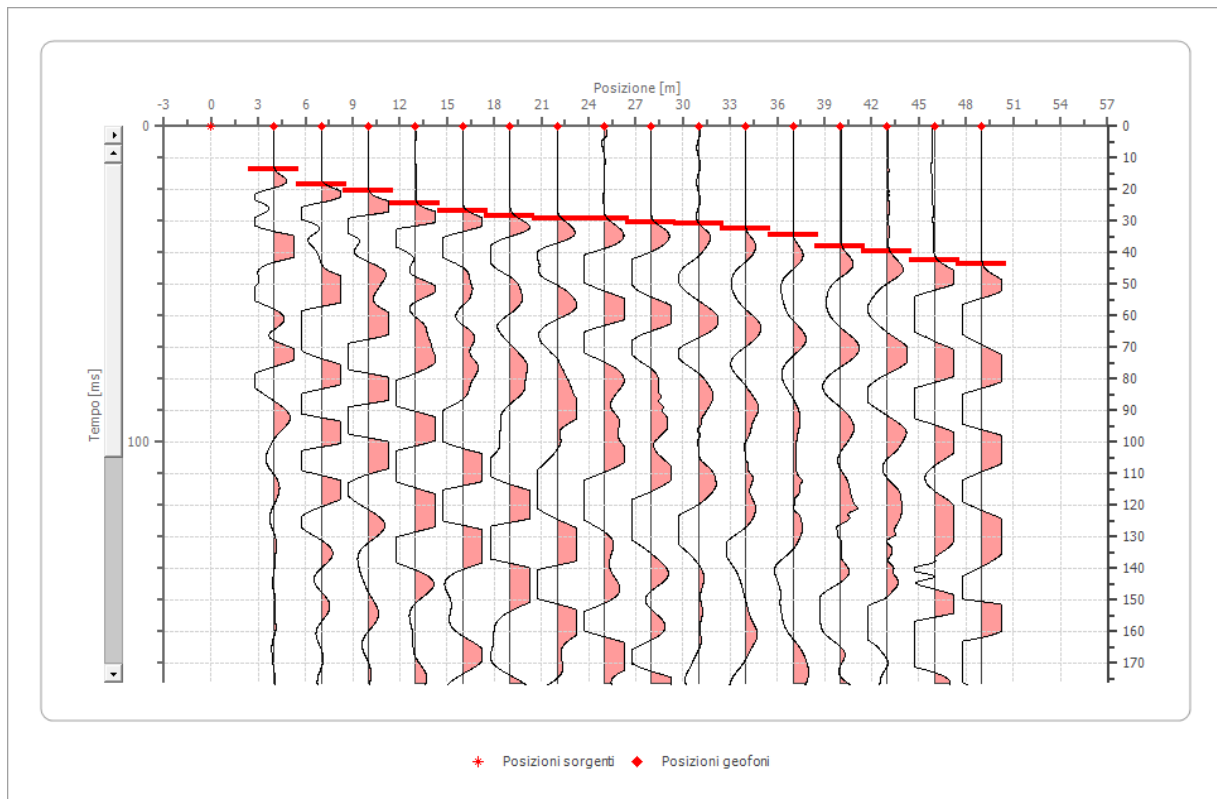
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	4.0	0.0
2	7.0	0.0
3	10.0	0.0
4	13.0	0.0
5	16.0	0.0
6	19.0	0.0
7	22.0	0.0
8	25.0	0.0
9	28.0	0.0
10	31.0	0.0
11	34.0	0.0
12	37.0	0.0
13	40.0	0.0
14	43.0	0.0
15	46.0	0.0
16	49.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	13.6054
7.0	18.3150
10.0	20.4082
13.0	24.5945
16.0	26.6876
19.0	28.2575
22.0	29.3040
25.0	29.3040
28.0	30.3506
31.0	30.8739
34.0	32.6000
37.0	34.4000
40.0	38.0000
43.0	39.6000
46.0	42.6000

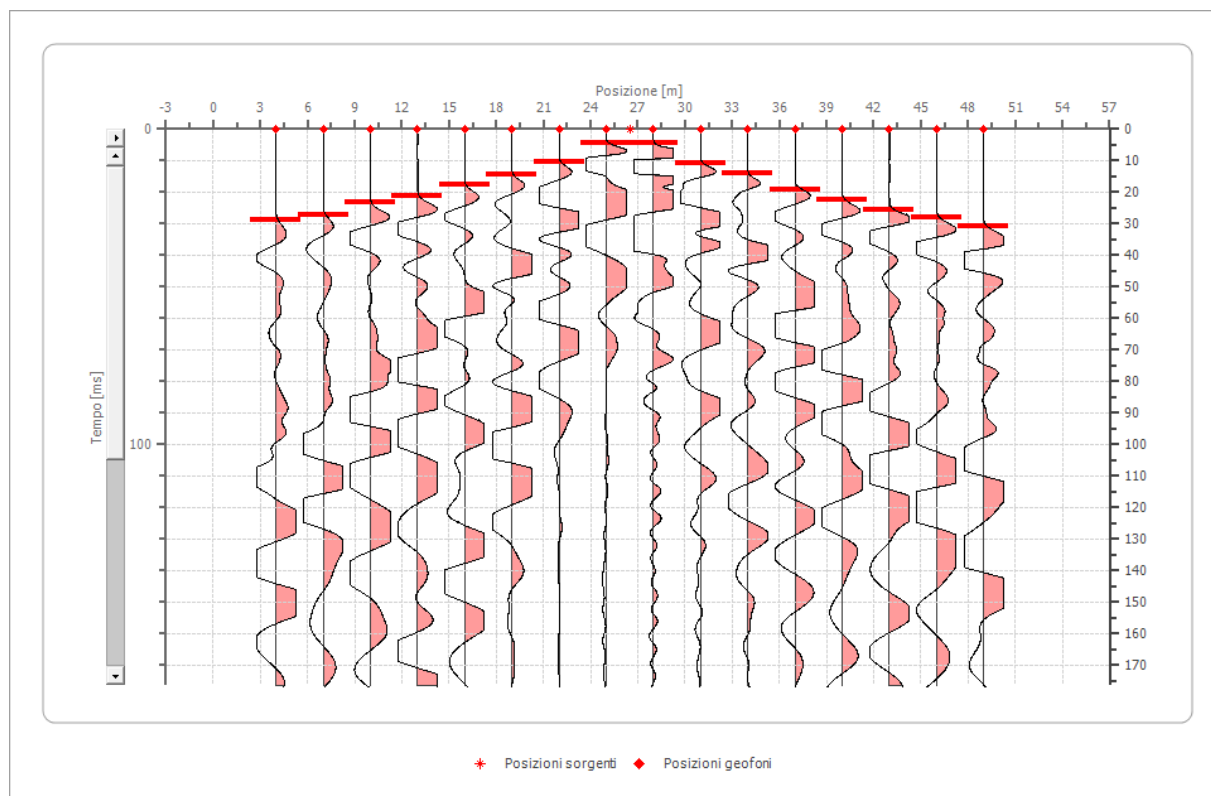
49.0

43.6000

Battuta 2

Posizione sorgente X 27 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



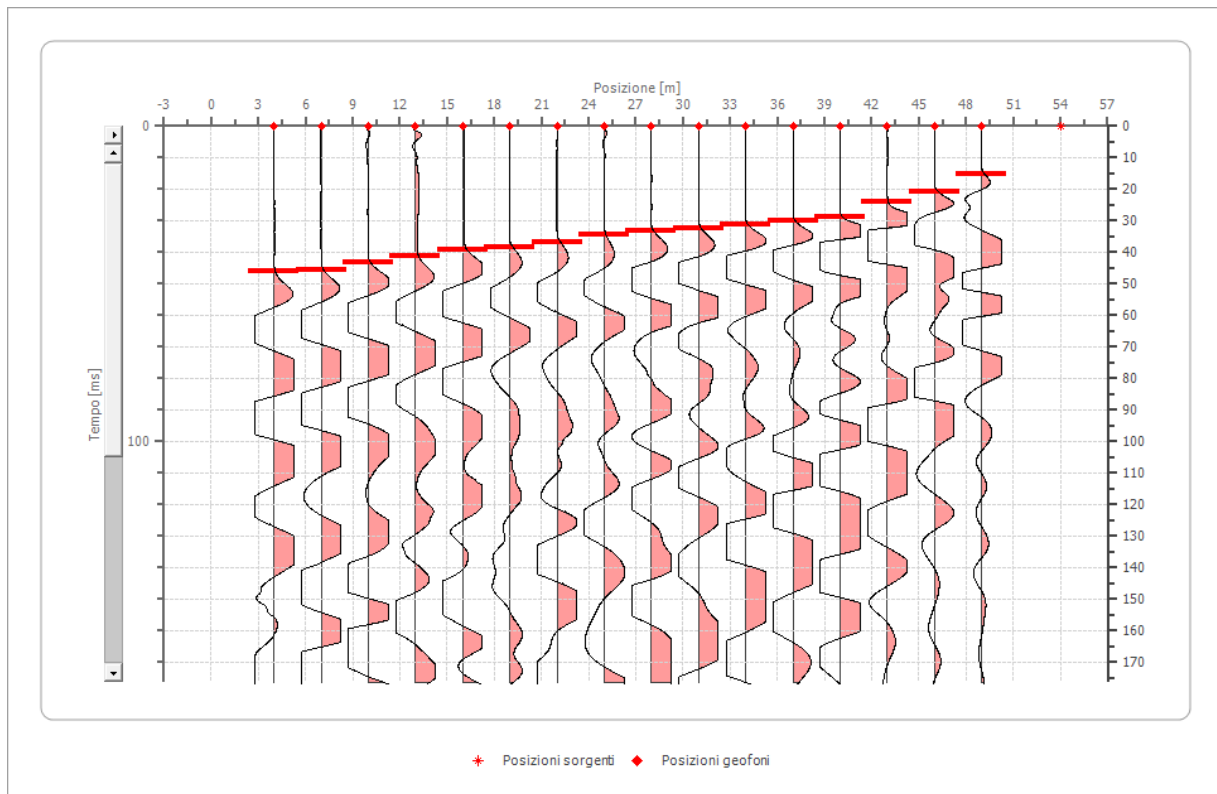
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	28.8115
7.0	27.2109
10.0	23.2093
13.0	21.2085
16.0	17.6070
19.0	14.4058
22.0	10.4042
25.0	4.4018
28.0	4.4018
31.0	10.8043

34.0	14.0056
37.0	19.2077
40.0	22.4090
43.0	25.6102
46.0	28.0112
49.0	30.8123

Battuta 3

Posizione sorgente X 54 [m]

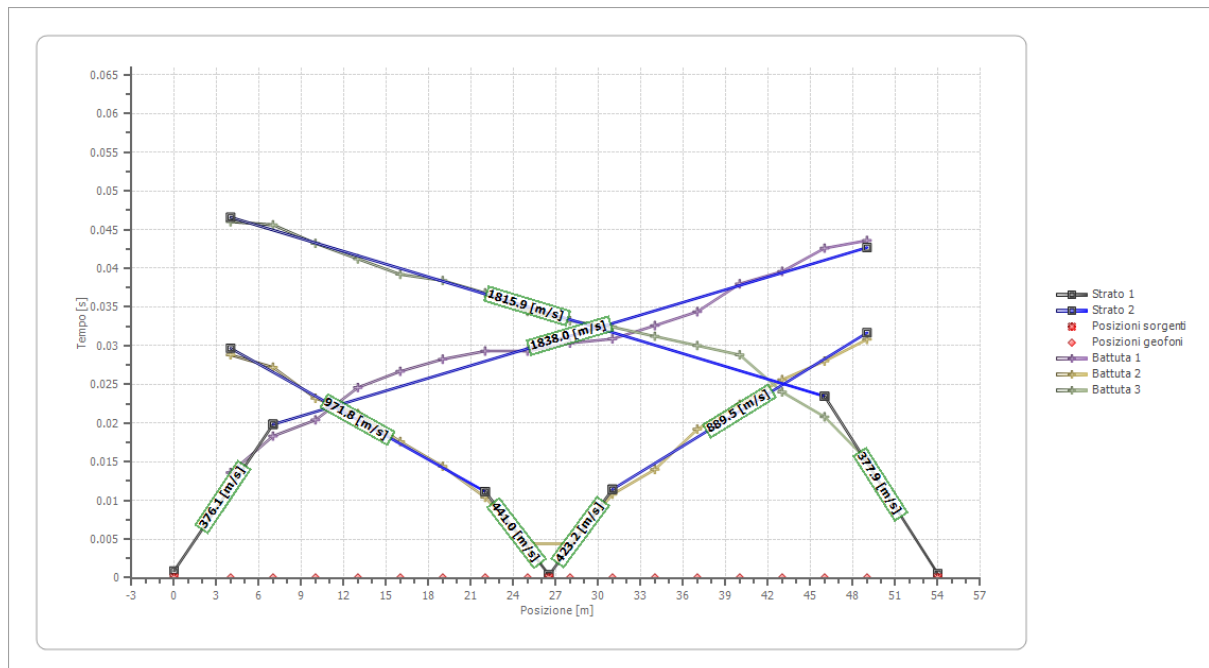
Posizione sorgente Z 0 [m]

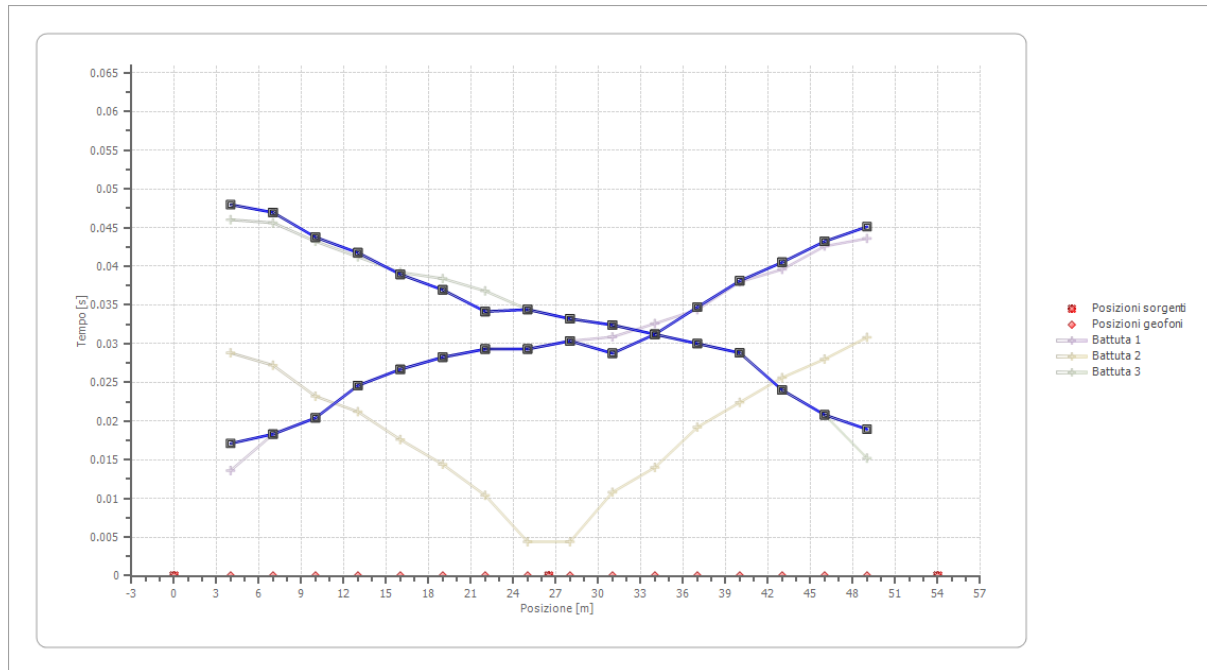


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
4.0	46.0184
7.0	45.6182
10.0	43.2173
13.0	41.2165
16.0	39.2157

19.0	38.4154
22.0	36.8147
25.0	34.4138
28.0	33.2133
31.0	32.4130
34.0	31.2125
37.0	30.0120
40.0	28.8115
43.0	24.0096
46.0	20.8083
49.0	15.2061

Dromocrone



Dromocrone traslate

Interpretazione col metodo G,.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 4.0 [m]	3.6	4.5
G= 7.0 [m]	3.7	4.8
G= 10.0 [m]	3.4	4.6
G= 13.0 [m]	3.9	6.4
G= 16.0 [m]	3.7	6.2
G= 19.0 [m]	3.7	6.2
G= 22.0 [m]	3.3	6.8
G= 25.0 [m]	3.3	6.1
G= 28.0 [m]	3.3	6.3
G= 31.0 [m]	2.8	5.9
G= 34.0 [m]	3.1	6.8
G= 37.0 [m]	3.6	6.9
G= 40.0 [m]	4.0	8.8

G= 43.0 [m]	3.5	9.2
G= 46.0 [m]	3.4	10.2
G= 49.0 [m]	3.4	10.6
Velocità [m/sec]	404.6	1725.8
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

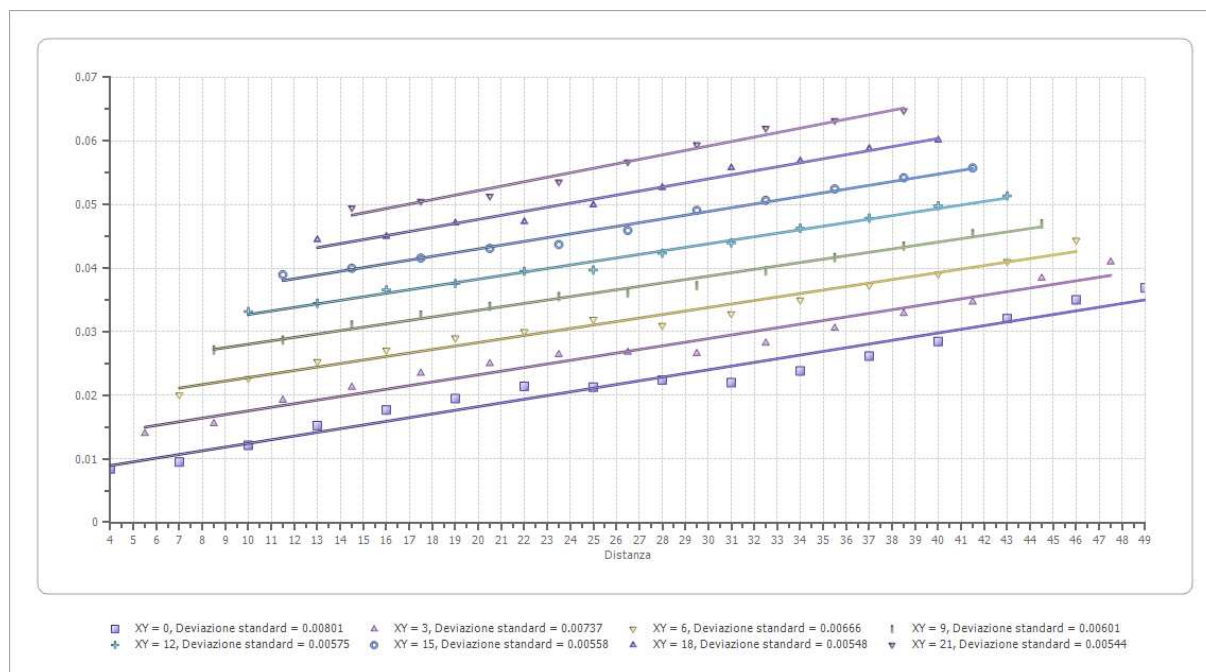
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.34
Densità [kg/m ³]	1800.00	1900.00
Vp [m/s]	404.56	1725.79
Vs [m/s]	194.35	849.72
G0 [MPa]	67.99	1371.85
Ed [Mpa]	294.61	5658.86
M0 [MPa]	226.62	4287.02
Ey [Mpa]	183.56	3676.55

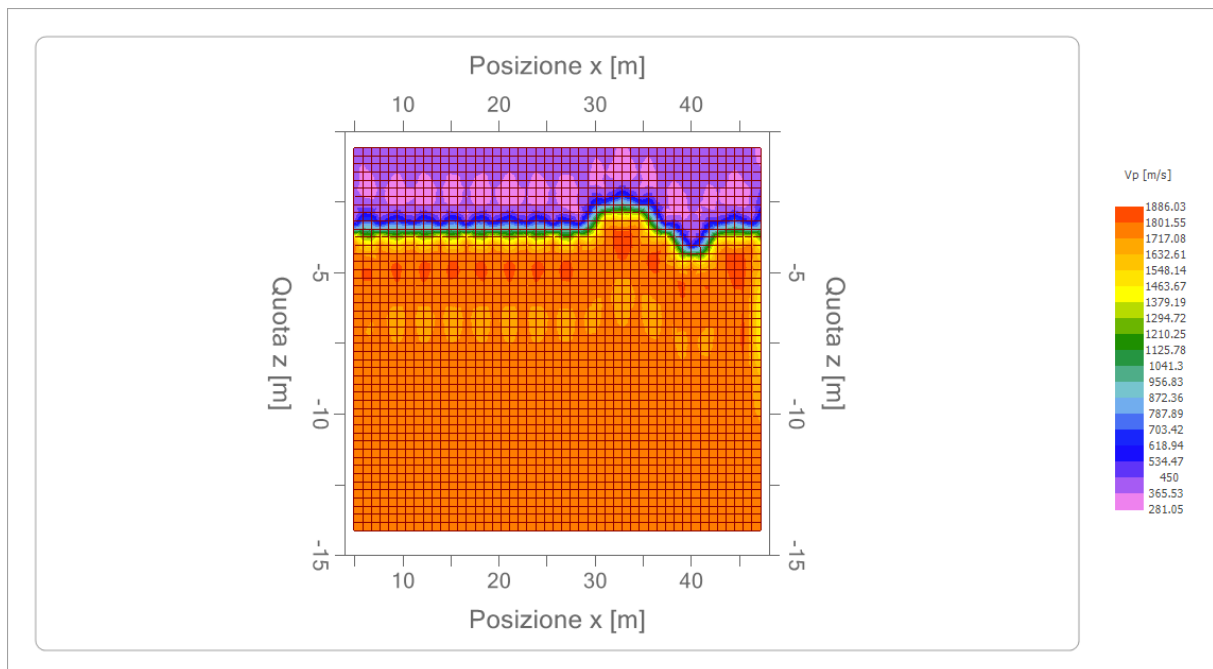
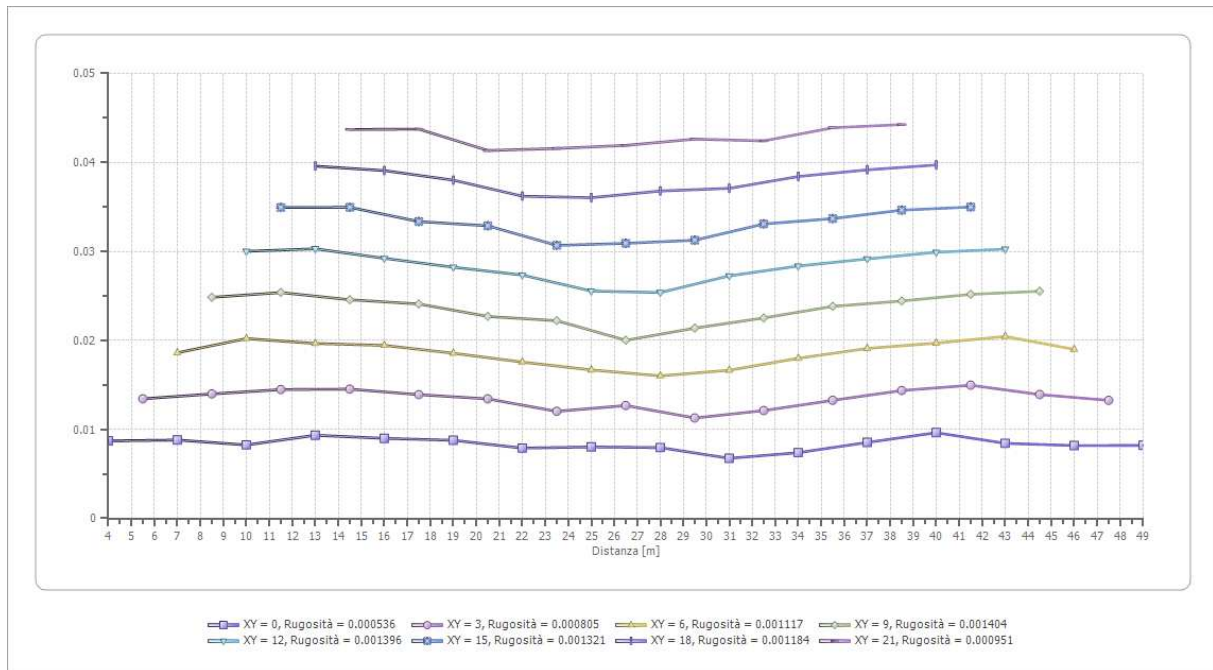
G0: Modulo di deformazione al taglio;


Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





 edp renewables	PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)	
--	--	--

5. RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA MASW

Le indagini geofisiche eseguite, hanno consentito, dunque, di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde di taglio al fine di valutare il valore del parametro $V_{S,eq}$ e quindi stabilire la categoria di appartenenza del sottosuolo come da D.M. 17/01/2018. Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato; successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, richiamata dal DM 17/01/2018, è stato possibile classificare tali terreni. La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza. Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di V_{seq} attraverso la seguente espressione:

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 $V_{S,eq}$ 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.

5.1. INDAGINE SISMICA MASW1

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 70 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. I risultati dell'inversione hanno fornito i seguenti valori della velocità delle onde S.

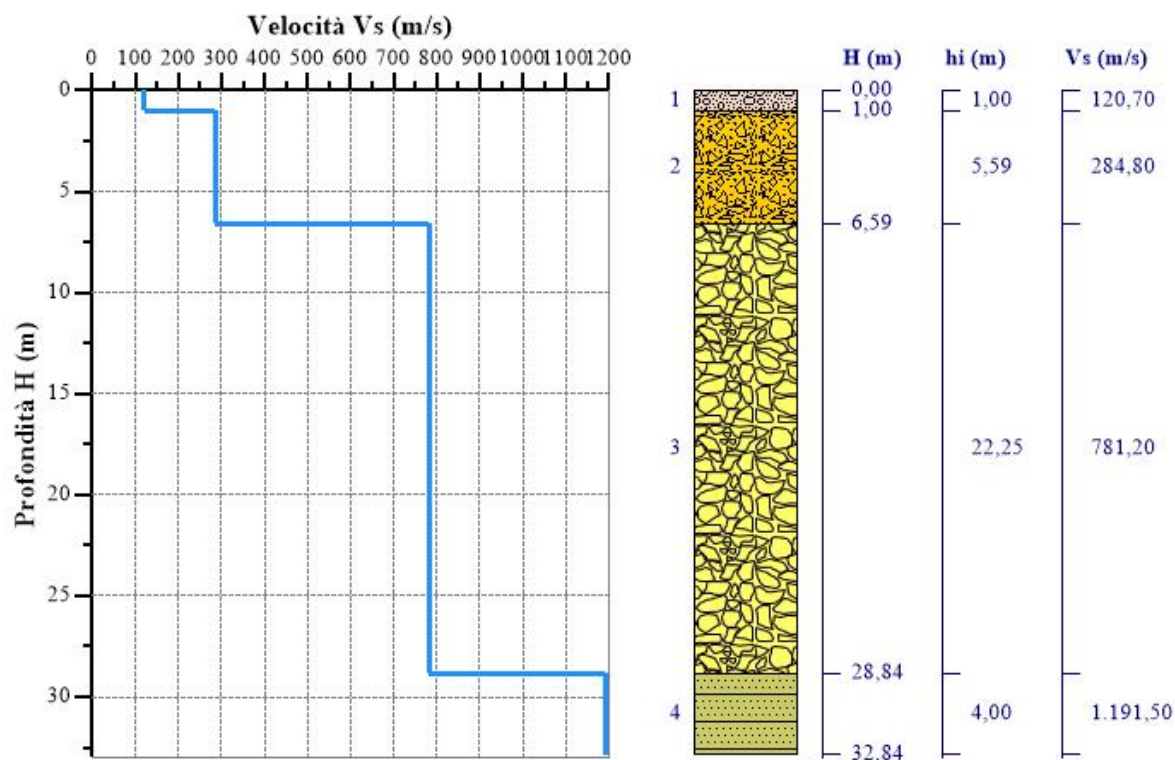
Strato n°1: $V_s = 120.7$ m/s; spessore medio 1,0 metro.

Strato n°2: $V_s = 284.8$ m/s; spessore medio oltre 5,59 metri.

Strato n°3: $V_s = 781.2$ m/s; spessore medio 22,25 metro.

Strato n°4: $V_s = 1191.5$ 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, **$V_{s,eq} = 511,40\text{m/s}$** , unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B** e **Categoria topografica T2**.

5.2. INDAGINE SISMICA MASW2

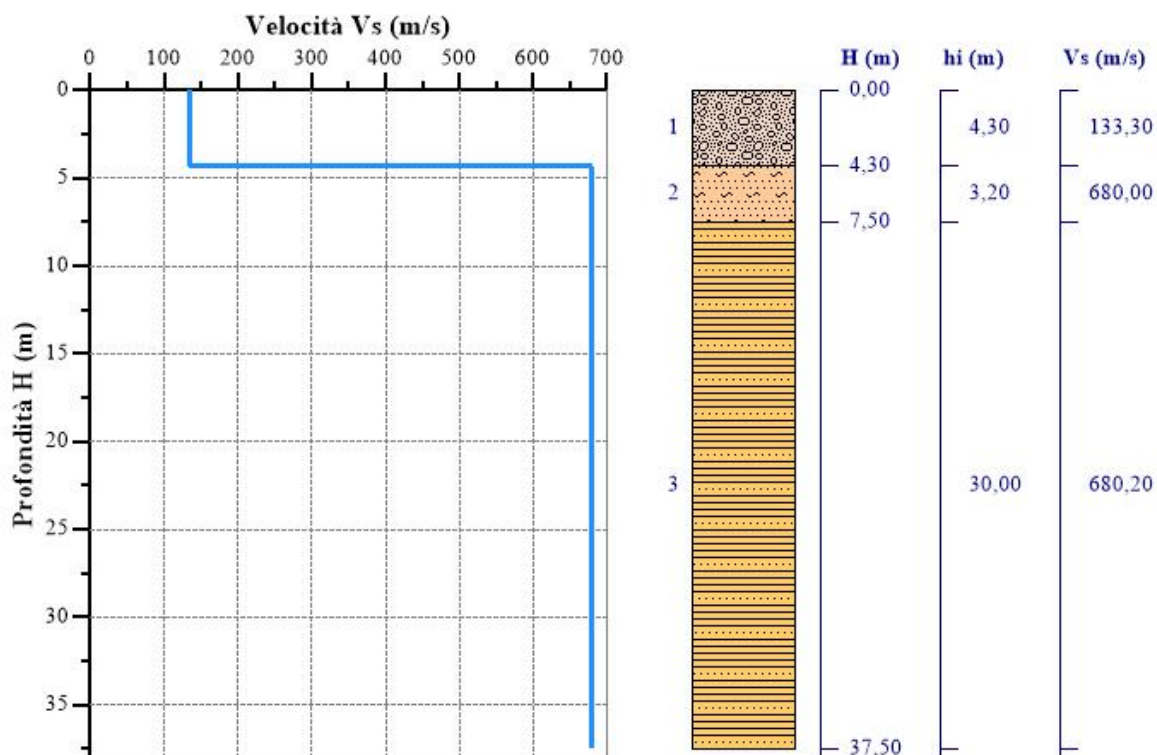
Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 6 Hz e 50 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; 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 3 sismostrati. I risultati dell'inversione hanno fornito i seguenti valori della velocità delle onde S.

Strato n°1: $V_s = 133.3\text{m/s}$; spessore medio 4,3 metri.

Strato n°2: $V_s = 680.0\text{m/s}$; spessore medio oltre 3.20metri.

Strato n°3: $V_s = 680.2\text{m/s}$; 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, **$V_{S,eq} = 428,31\text{m/s}$** , unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B** e **Categoria topografica T3**.

5.3. INDAGINE SISMICA MASW3

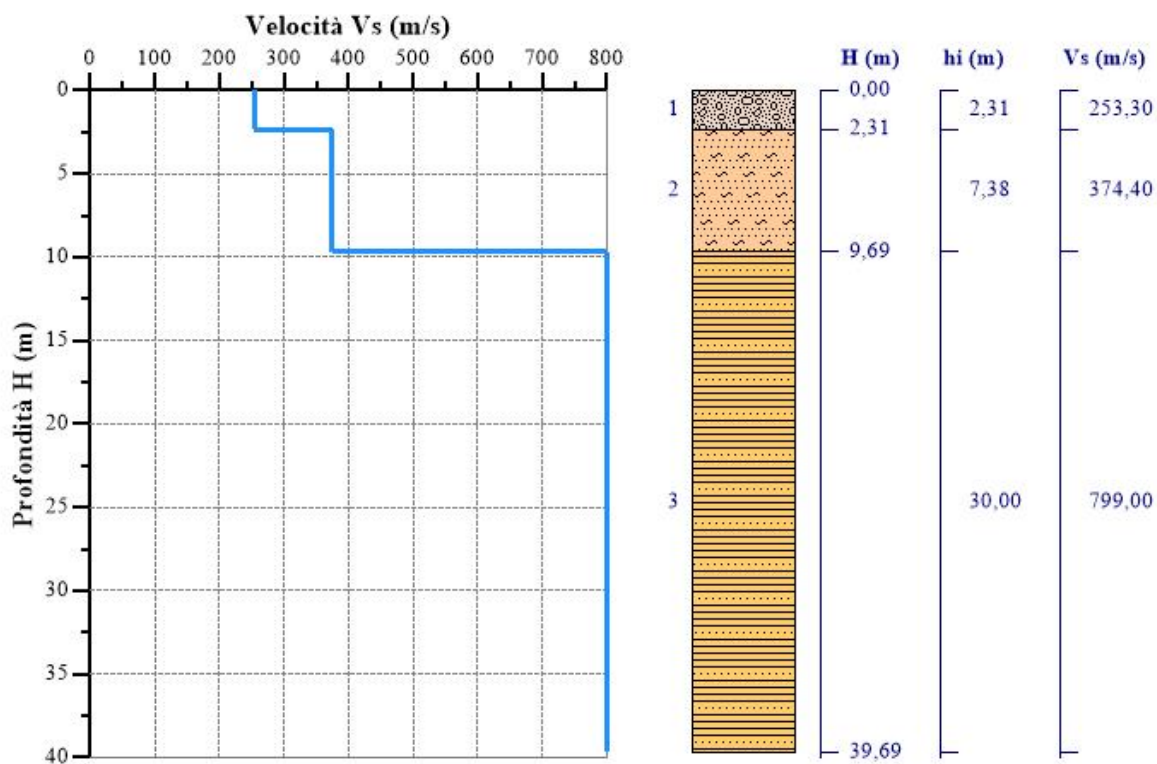
Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 6 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; 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. I risultati dell'inversione hanno fornito i seguenti valori della velocità delle onde S.

Strato n°1: $V_s = 253.3\text{m/s}$; spessore medio 2.31metri.

Strato n°2: $V_s = 374.4\text{m/s}$; spessore medio oltre 7.38metri.

Strato n°3: $V_s = 799.0\text{m/s}$; 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, **$V_{S,eq} = 552,99\text{m/s}$** , unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B** e **Categoria topografica T2**.

5.4. INDAGINE SISMICA MASW4

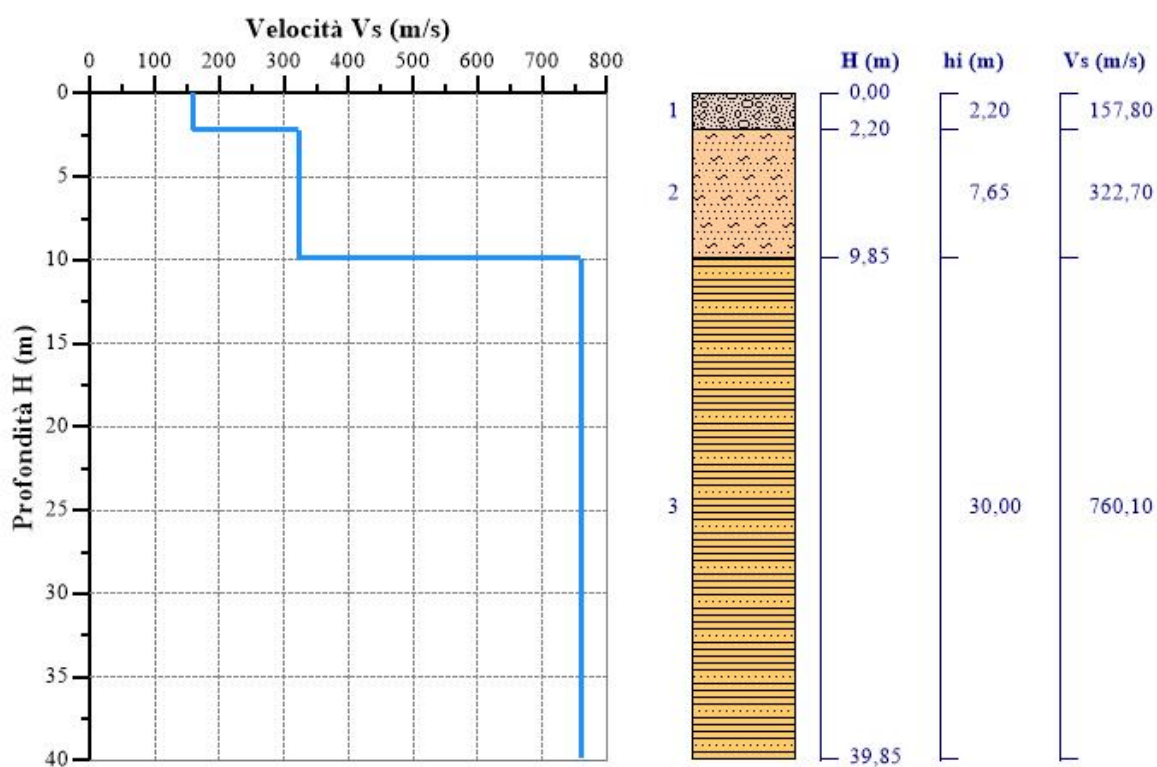
Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 4 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; 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. I risultati dell'inversione hanno fornito i seguenti valori della velocità delle onde S.

Strato n°1: $V_s = 157.8\text{m/s}$; spessore medio 2.20 metri.

Strato n°2: $V_s = 322.7\text{m/s}$; spessore medio oltre 7.65metri.

Strato n°3: $V_s = 760.1\text{m/s}$; 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, **$V_{S,eq} = 467,60\text{m/s}$** , unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B** e **Categoria topografica T2**.

5.5. INDAGINE SISMICA MASW5

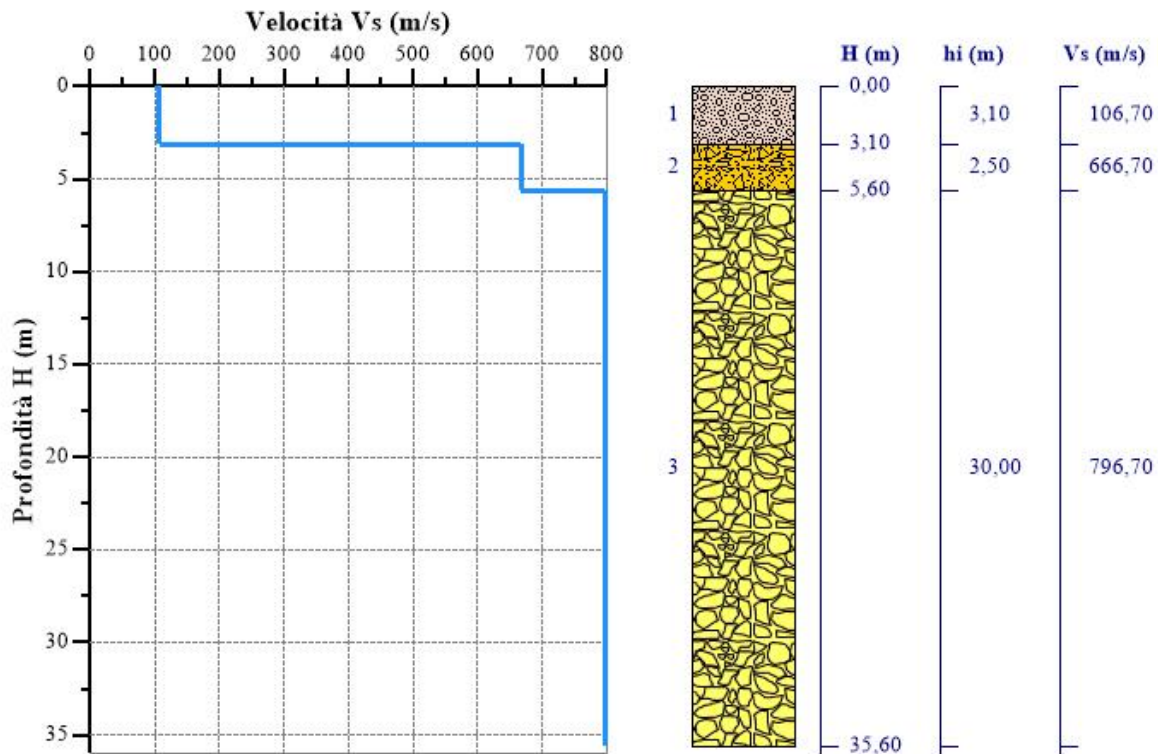
Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 70 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; 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. I risultati dell'inversione hanno fornito i seguenti valori della velocità delle onde S.

Strato n°1: Vs = 106.7m/s; spessore medio 3.10 metri.

Strato n°2: Vs = 666.7m/s; spessore medio oltre 2.50 metri.

Strato n°3: Vs = 796.7m/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, **$V_{S,eq} = 472,97\text{m/s}$** , unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B** e **Categoria topografica T2**.

5.6. INDAGINE SISMICA MASW6

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 4 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. I risultati dell'inversione hanno fornito i seguenti valori della velocità delle onde S.

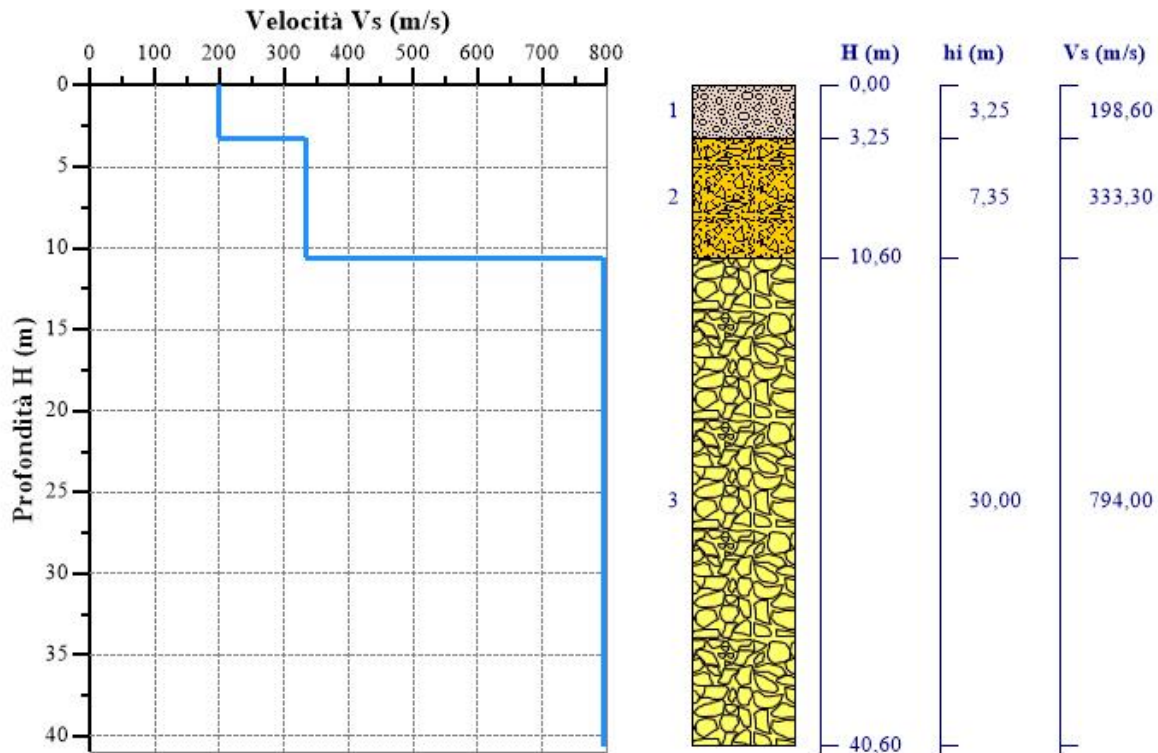
Strato n°1: Vs = 198.6m/s; spessore medio 3.25metri.


Strato n°2: Vs = 333.3m/s; spessore medio oltre 7.35metri.

Strato n°3: Vs = 794.0m/s; spessore oltre 30 metri.

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, $V_{S,eq} = 477,33\text{m/s}$, 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** e **Categoria topografica T2**.



	PROGETTO IMPIANTO EOLICO Piana degli Albanesi (PA)	
--	---	--

6. CONCLUSIONI

Le indagini eseguite hanno consentito di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche geofisiche dei terreni interessati, in particolare è stato possibile fornire alcuni dati sia sull'andamento stratigrafico del sottosuolo nei primi 10 – 12 metri sia sulle velocità delle onde sismiche di compressione e di taglio.

Sulla base delle elaborazioni effettuate sono stati individuati, in ciascuna delle sei indagini di sismica a rifrazione, due sismostrati interfacciati da una superficie di discontinuità con aspetto lievemente ondulato e andamento sub-parallelo rispetto alla traccia sulla superficie topografica. In particolare i risultati delle indagini effettuate in corrispondenza degli aerogeneratori di futura realizzazione, hanno messo in evidenza la presenza, nei primi 10-12 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. I modelli sismo-stratigrafici rispecchiano abbastanza fedelmente le caratteristiche geologiche dell'area. In particolare per gli aerogeneratori A1, A5, A6 e A7, riscontriamo una discontinuità sismica intorno ai 3-5 metri dal p.c. che può essere ricondotta ai depositi conglomeratici (orto e paraconglomerati) polimittici rossastri e giallastri della Formazione Terravecchia. Questi ultimi risultano ricoperti da un sismo-strato poco consistente alterato e destrutturato riconducibile ad un terreno di copertura eluviale a prevalente matrice limosa e argillosa e caratterizzato da velocità delle onde di compressione V_p nell'ordine di 350-400 m/s. Per gli aerogeneratori A2, A3 e A4 si riscontra un livello sciolto areato tipico del terreno agrario ed una porzione alterata costituito da argille-sabbiose destrutturata con spessore nell'ordine di 2,5-4 metri. Il secondo sismostrato è caratterizzato da velocità V_p compatibili con sedimenti argillosi e pelitico sabbiosi a consistenza media che migliora sempre di più con la profondità. Lo spessore risulta comunque indefinito.

Le sei indagini di sismica MASW eseguite, hanno consentito, inoltre, di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde di taglio al fine di valutare il valore del parametro **VS,eq** e quindi stabilire la categoria di appartenenza del sottosuolo come da D.M. 17/01/2018.

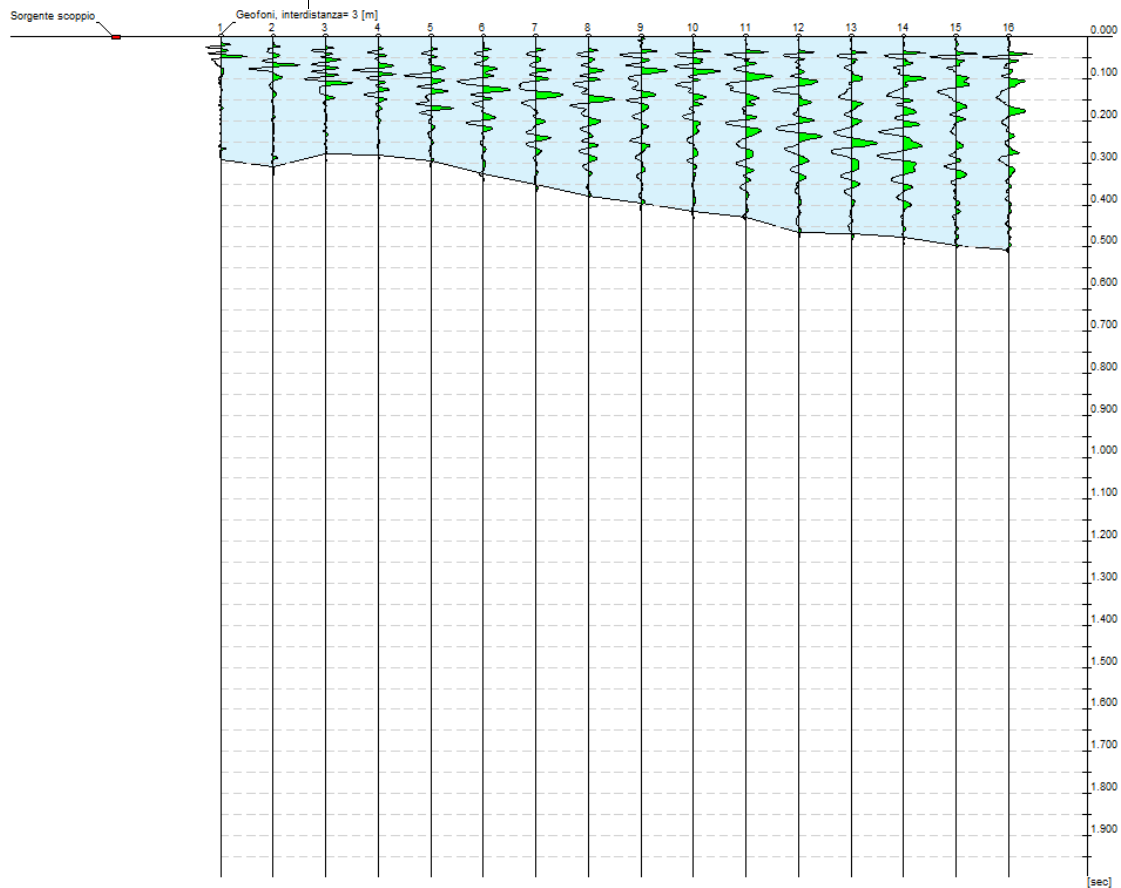
Sulla base dei valori ricavati, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle $V_{s,eq}$, il sottosuolo in esame risulta classificabile come **sottosuolo di tipo B** ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto 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." (D.M. 17/01/2018).

Palermo, Luglio 2021

Il Tecnico Redattore
 Geol. Michele Ognibene

INTERPRETAZIONI DEI DATI
ANALISI INDAGINE SISMICA MASW 1

N. tracce | 16
Durata acquisizione [msec] | 2000.0
Interdistanza geofoni [m] | 3.0
Periodo di campionamento [msec] | 1.00



Configurazione Indagine MASW

Frequenza minima elaborazione [Hz]	di	7
Frequenza massima elaborazione [Hz]	di	60
Velocità minima elaborazione [m/sec]	di	1
Velocità massima elaborazione [m/sec]	di	800

elaborazione [m/sec]

Intervallo velocità [m/sec] | 1

Numero geofoni 16: Spaziatura geofoni 3,0 m; Lunghezza stendimento geofonico 48,0 m; Distanza punto di shot dai geofoni 4 m; Lunghezza complessiva 53 m.

Per il campionamento delle onde di rayleigh sono stati eseguiti n.2 shots, entrambi agli estremi dell'array geofonico a distanza di 4 metri dai geofoni estremi. Per l'elaborazione si è ritenuto scegliere lo shot più vicino al geofono n. 16 in virtù di una migliore qualità del segnale campionato.

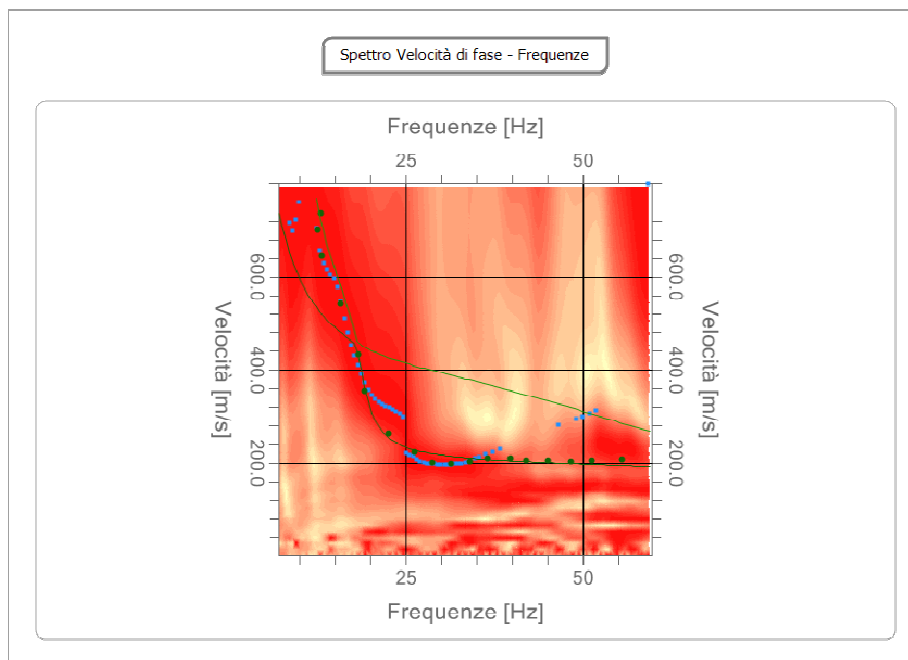
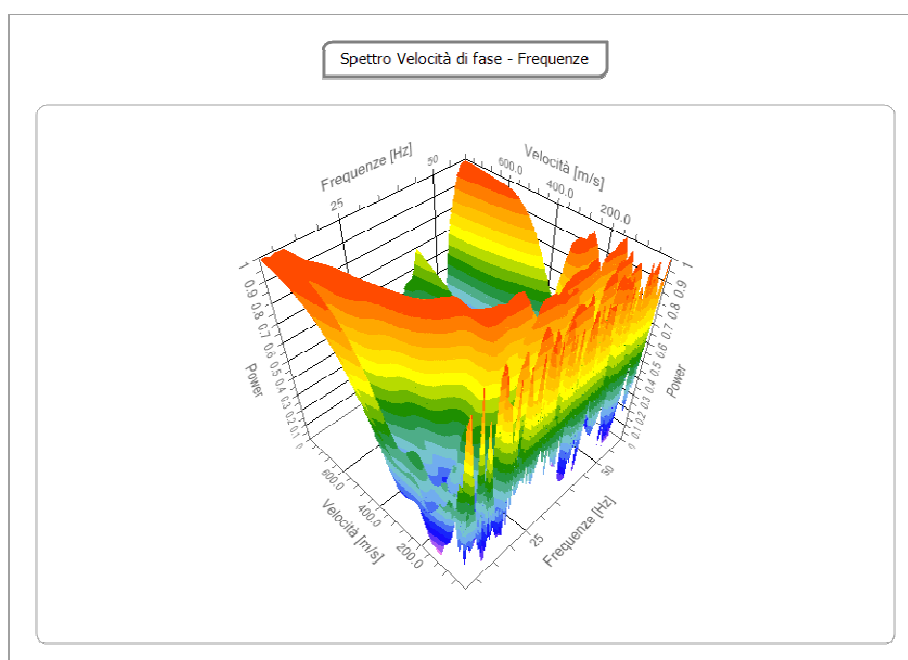


Diagramma di "dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale



Spettro velocità di fase - Frequenze in 3D
Curva di dispersione

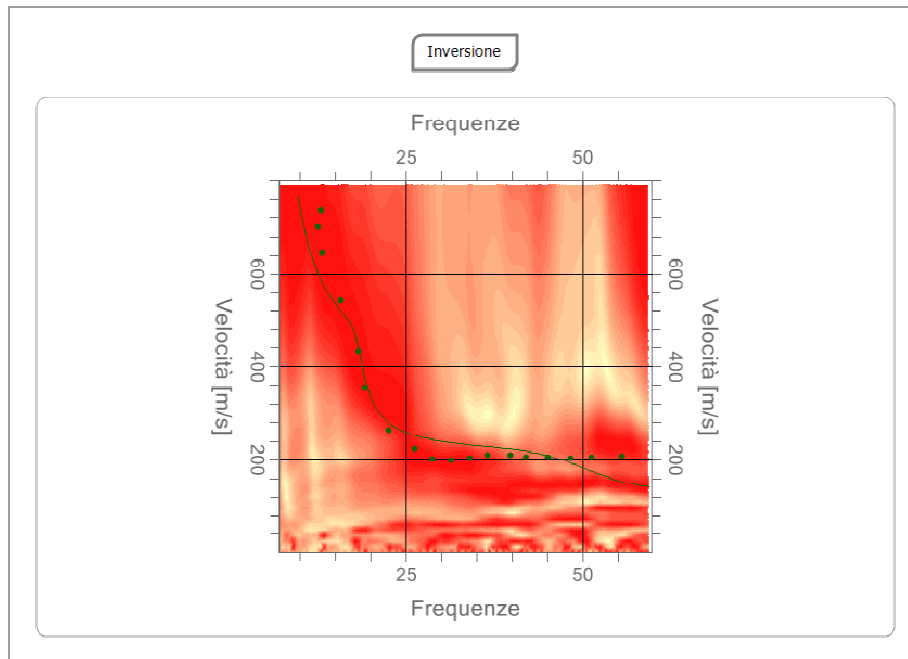
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	12.9	736.0	0
2	12.5	700.4	0
3	13.1	645.4	0
4	15.7	541.2	0
5	18.3	433.2	0
6	19.2	354.3	0
7	22.5	264.2	0
8	26.2	223.1	0
9	28.8	201.6	0
10	31.4	198.5	0
11	34.0	202.9	0
12	36.6	209.9	0
13	39.7	209.6	0
14	42.1	204.9	0
15	45.0	204.9	0
16	48.3	202.5	0
17	51.3	204.9	0
18	55.5	207.3	0

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	1700.0	0.35	No	251.2	120.7
2	6.59	5.59	1800.0	0.34	No	578.4	284.8
3	28.84	22.25	2100.0	0.30	No	1461.5	781.2
4	oo	oo	2300.0	0.33	No	2365.4	1191.5

Percentuale di errore 1.804%

Fattore di disadattamento della soluzione 0.129



Curva caratteristica modello Inversione

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.00	1.00	120.66	251.18	1700.00	0.35	24.75	107.26	74.25	66.83	58	60.02
2	6.59	5.59	284.76	578.36	1800.00	0.34	145.96	602.10	407.48	391.18	N/A	4489.68
3	28.84	22.25	781.19	1461.48	2100.00	0.30	1281.55	4485.42	2776.69	3332.03	N/A	N/A
4	oo	oo	1191.5	2365.43	2300.00	0.33	3265.30	12869.1 3	8515.40	8685.71	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

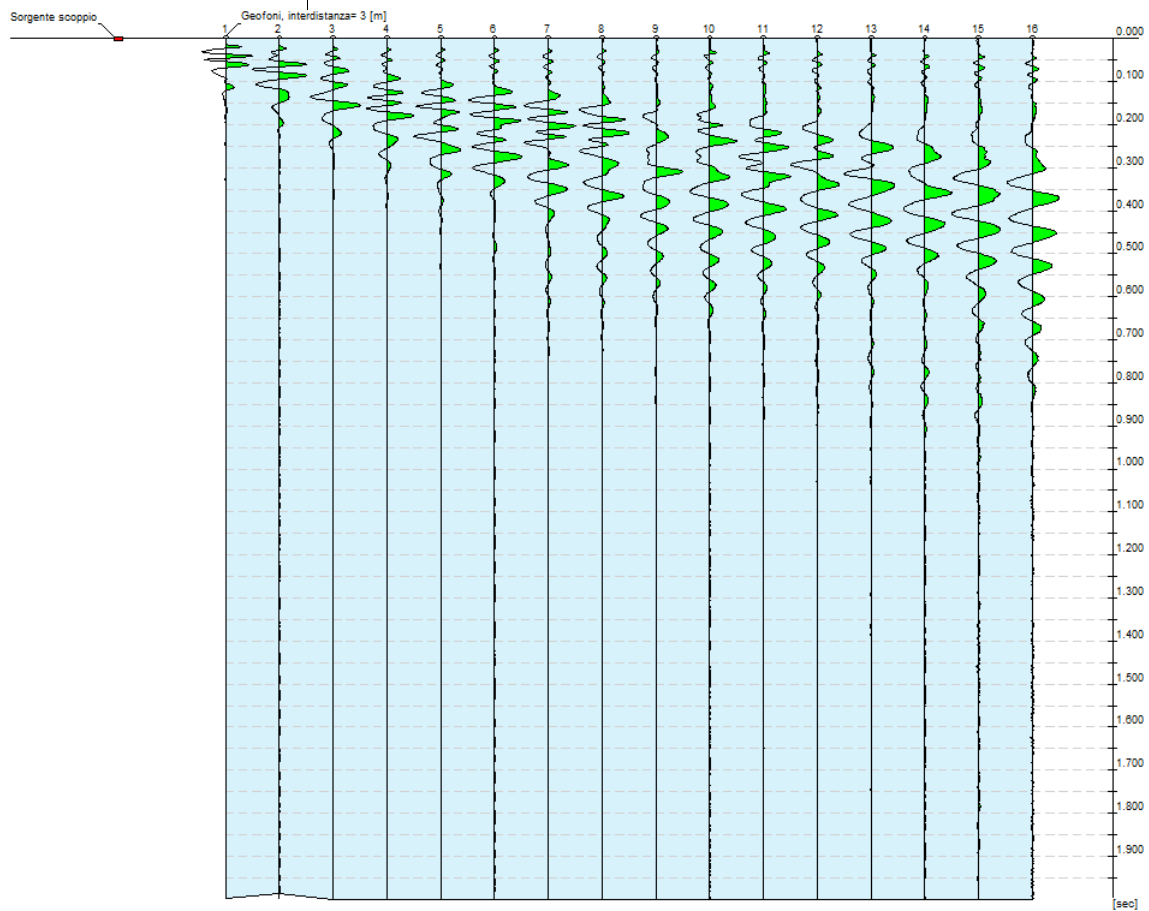
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ed: Modulo edometrico;

Ey: Modulo di Young;

ANALISI INDAGINE SISMICA MASW 2

N. tracce 16
Durata acquisizione [msec] 2000.0
Interdistanza geofoni [m] 3.0
Periodo di campionamento [msec] 1.00


Configurazione Indagine MASW

Frequenza minima elaborazione [Hz]	di	5
Frequenza massima elaborazione [Hz]	di	50
Velocità minima elaborazione [m/sec]	di	1
Velocità massima elaborazione [m/sec]	di	700
Intervallo velocità [m/sec]	di	1

Numero geofoni 16: Spaziatura geofoni 3,0 m; Lunghezza stendimento geofonico 48,0 m; Distanza punto di shot dai geofoni 4 m; Lunghezza complessiva 53 m.

Per il campionamento delle onde di rayleigh sono stati eseguiti n.2 shots, entrambi agli estremi dell'array geofonico a distanza di 4 metri dai geofoni estremi. Per l'elaborazione si è ritenuto scegliere lo shot più vicino al geofono n. 16 in virtù di una migliore qualità del segnale campionato.

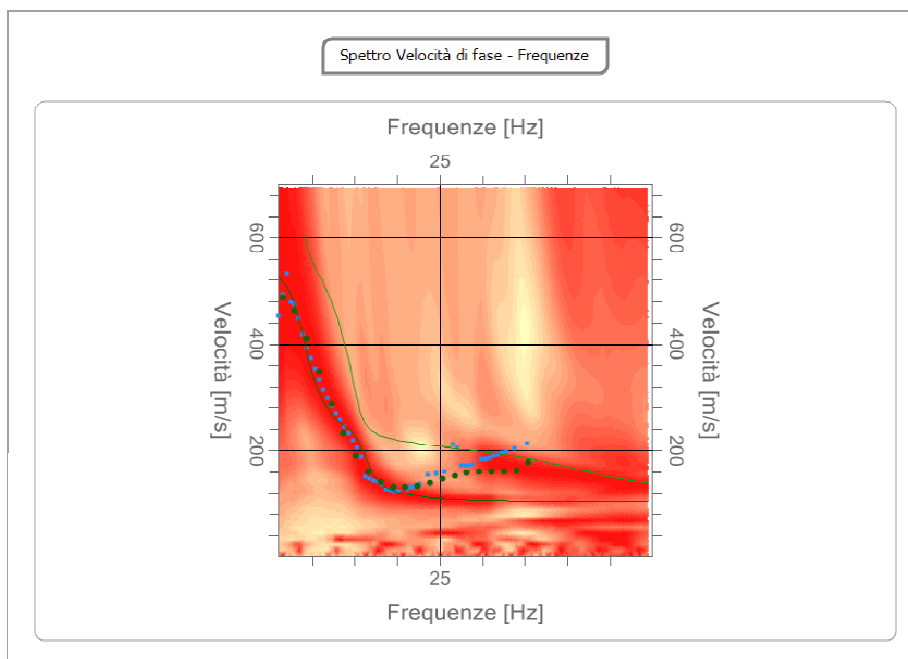
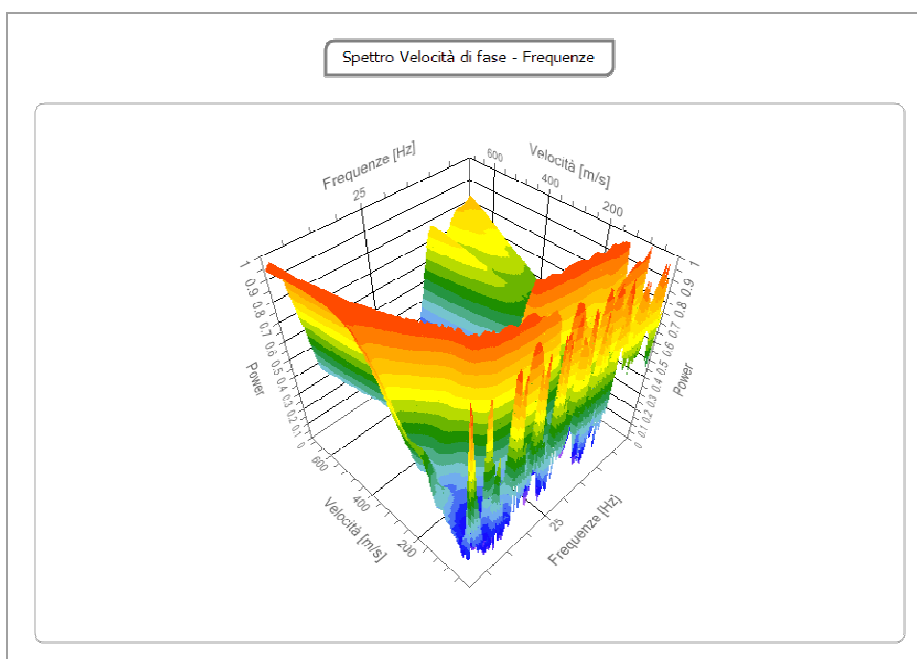


Diagramma di "dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale



Spettro velocità di fase - Frequenze in 3D

Curva di dispersione

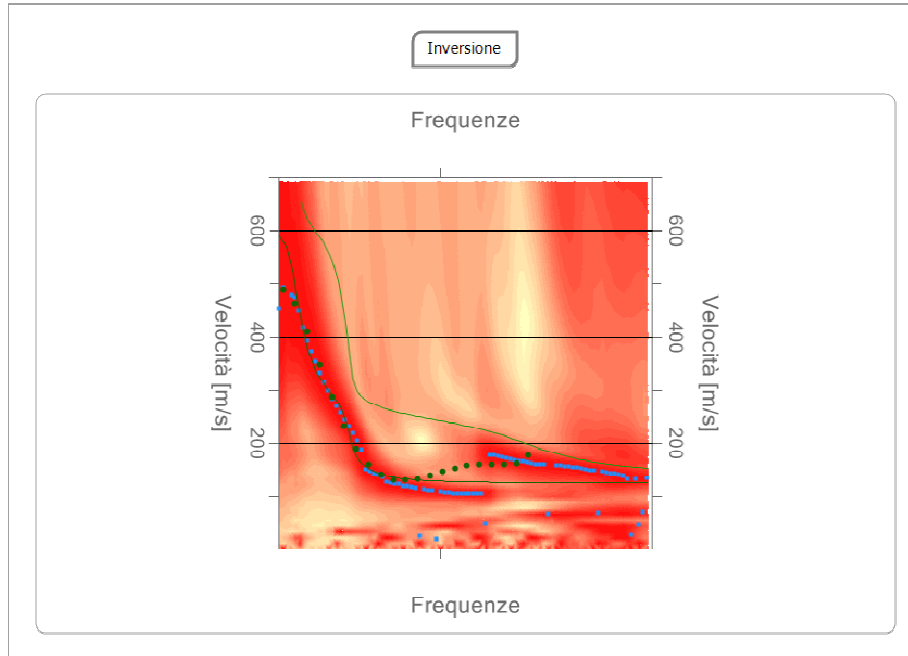
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.5	488.4	0
2	7.9	463.0	0
3	9.4	409.8	0
4	10.8	347.1	0
5	12.3	286.1	0
6	13.7	232.9	0
7	15.2	190.3	0
8	16.6	159.3	0
9	18.1	139.6	0
10	19.5	130.3	0
11	21.0	129.8	0
12	22.4	133.1	0
13	23.9	138.8	0
14	25.3	145.7	0
15	26.8	152.3	0
16	28.2	157.4	0
17	29.7	160.0	0
18	31.1	160.2	0
19	32.6	159.5	0
20	34.0	162.4	0
21	35.5	177.1	0

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4.30	4.30	1700.0	0.35	No	277.5	133.3
2	7.51	3.20	1800.0	0.34	No	1381.1	680.0
3	oo	oo	1900.0	0.33	No	1350.4	680.2

Percentuale di errore 1.763 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.143



Curva caratteristica modello Inversione

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.30	4.30	133.32	277.53	1700.00	0.35	30.22	130.94	90.65	81.59	20	99.09
2	7.51	3.20	680.00	1381.09	1800.00	0.34	832.32	3433.32	2323.56	2230.62	N/A	N/A
3	oo	oo	680.20	1350.36	1900.00	0.33	879.07	3464.59	2292.49	2338.34	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

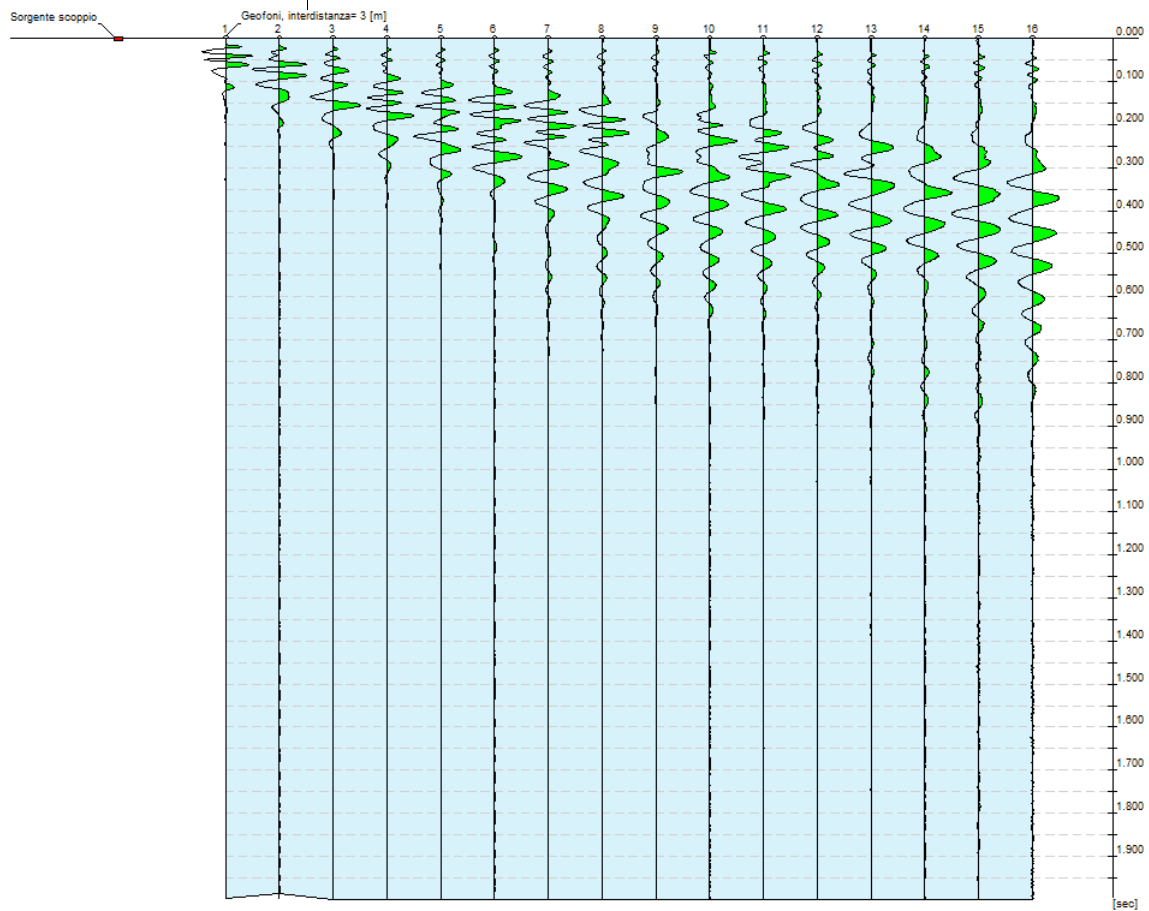
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ed: Modulo edometrico;

Ey: Modulo di Young;

ANALISI INDAGINE SISMICA MASW 3

N. tracce 16
Durata acquisizione [msec] 2000.0
Interdistanza geofoni [m] 3.0
Periodo di campionamento [msec] 1.00



Configurazione Indagine MASW

Frequenza minima elaborazione [Hz]	di	6
Frequenza massima elaborazione [Hz]	di	60
Velocità minima elaborazione [m/sec]	di	1
Velocità massima elaborazione [m/sec]	di	800
Intervallo velocità [m/sec]	di	1

Numero geofoni 16: Spaziatura geofoni 3,0 m; Lunghezza stendimento geofonico 48,0 m; Distanza punto di shot dai geofoni 4 m; Lunghezza complessiva 53 m.

Per il campionamento delle onde di rayleigh sono stati eseguiti n.2 shots, entrambi agli estremi dell'array geofonico a distanza di 4 metri dai geofoni estremi. Per l'elaborazione si è ritenuto scegliere lo shot più vicino al geofono n. 16 in virtù di una migliore qualità del segnale campionato.

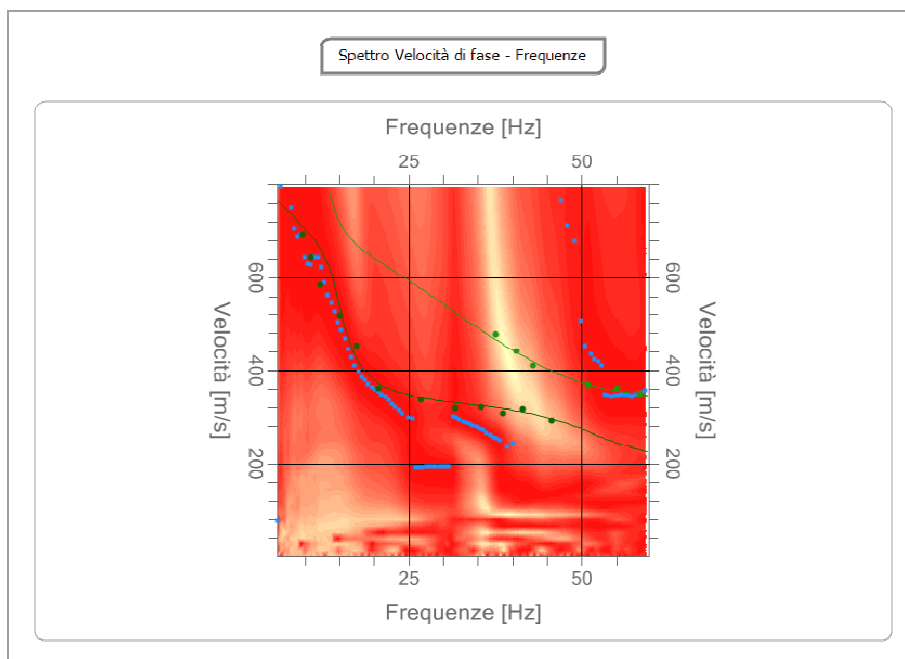
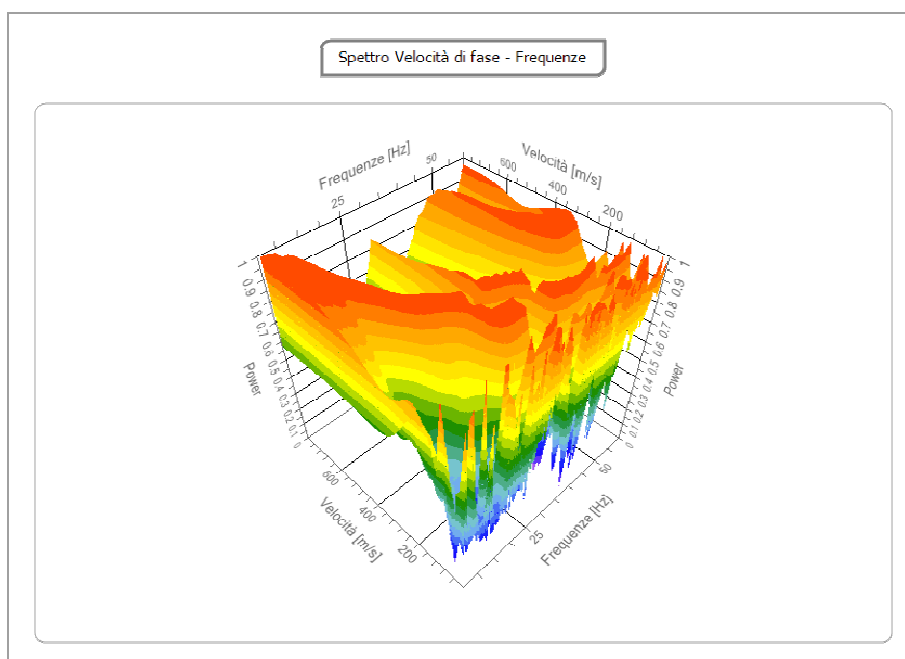


Diagramma di "dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale



Spettro velocità di fase - Frequenze in 3D

Curva di dispersione

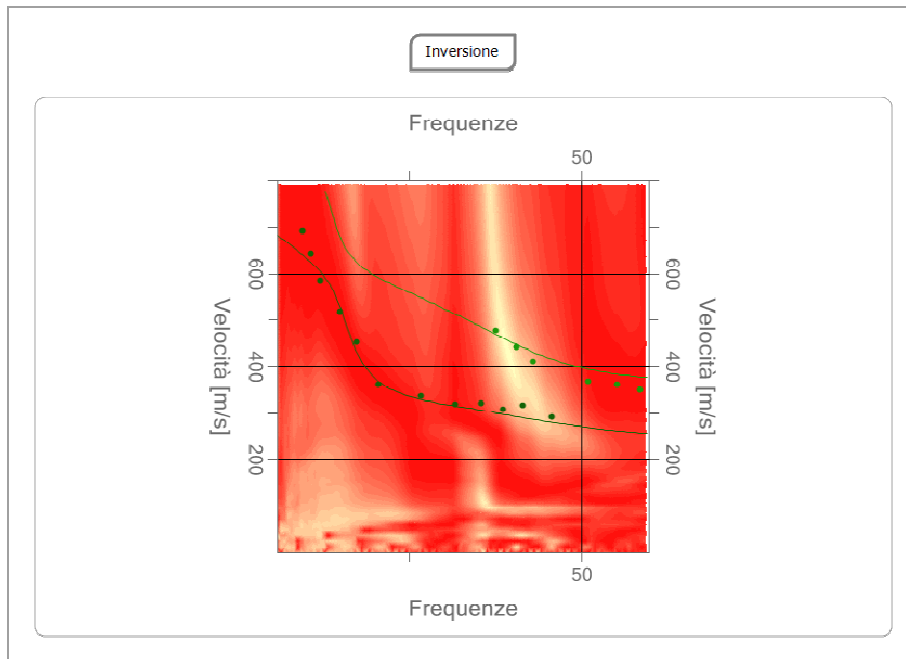
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.7	690.9	0
2	10.9	643.5	0
3	12.2	585.5	0
4	15.1	517.9	0
5	17.5	453.4	0
6	20.7	361.4	0
7	26.7	337.7	0
8	31.7	318.7	0
9	35.5	321.1	0
10	37.6	477.6	1
11	38.7	306.8	0
12	40.6	442.0	1
13	41.5	316.2	0
14	43.0	411.2	1
15	45.7	292.6	0
16	50.9	368.5	1
17	55.1	361.4	1
18	58.4	349.5	1

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unitario volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.31	2.31	1800.0	0.35	No	527.4	253.3
2	9.70	7.38	1800.0	0.34	No	760.5	374.4
3	oo	oo	1900.0	0.33	No	1586.2	799.0

Percentuale di errore 0.229 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.048



Curva caratteristica modello Inversione

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.31	2.31	253.33	527.36	1800.00	0.35	115.52	500.59	346.56	311.90	N/A	2494.46
2	9.70	7.38	374.45	760.50	1800.00	0.34	252.38	1041.05	704.55	676.37	N/A	N/A
3	oo	oo	799.00	1586.21	1900.00	0.33	1212.96	4780.50	3163.21	3226.48	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

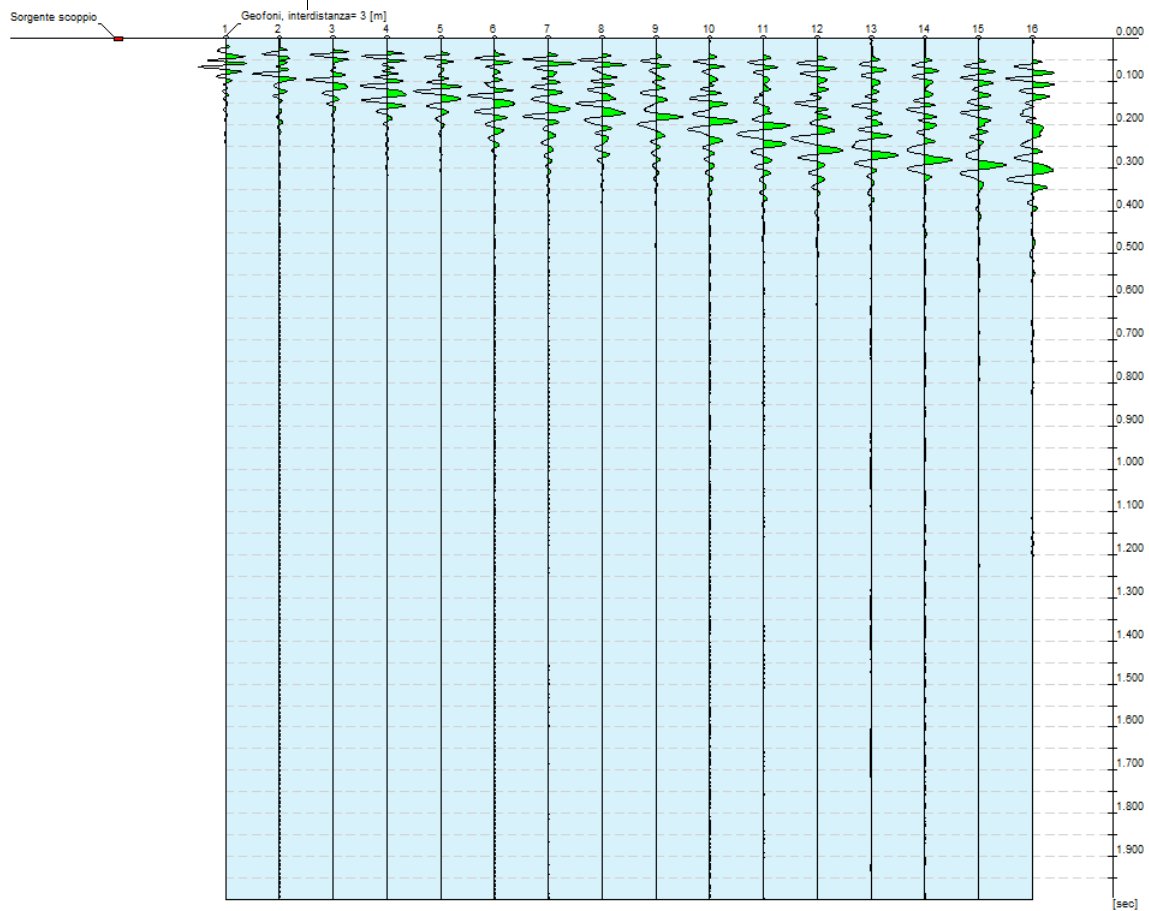
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ed: Modulo edometrico;

Ey: Modulo di Young;

ANALISI INDAGINE SISMICA MASW 4

N. tracce 16
Durata acquisizione [msec] 2000.0
Interdistanza geofoni [m] 3.0
Periodo di campionamento [msec] 1.00


Configurazione Indagine MASW

Frequenza minima elaborazione [Hz]	di	4
Frequenza massima elaborazione [Hz]	di	60
Velocità minima elaborazione [m/sec]	di	1
Velocità massima elaborazione [m/sec]	di	720
Intervallo velocità [m/sec]		1

Numero geofoni 16: Spaziatura geofoni 3,0 m; Lunghezza stendimento geofonico 48,0 m; Distanza punto di shot dai geofoni 4 m; Lunghezza complessiva 53 m.

Per il campionamento delle onde di rayleigh sono stati eseguiti n.2 shots, entrambi agli estremi dell'array geofonico a distanza di 4 metri dai geofoni estremi. Per l'elaborazione si è ritenuto scegliere lo shot più vicino al geofono n. 16 in virtù di una migliore qualità del segnale campionato.

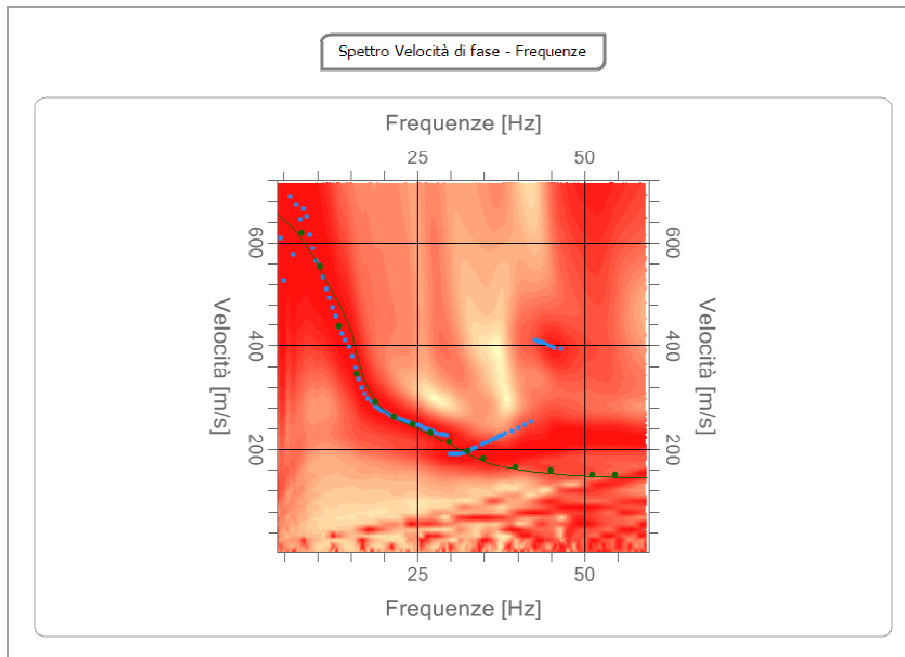
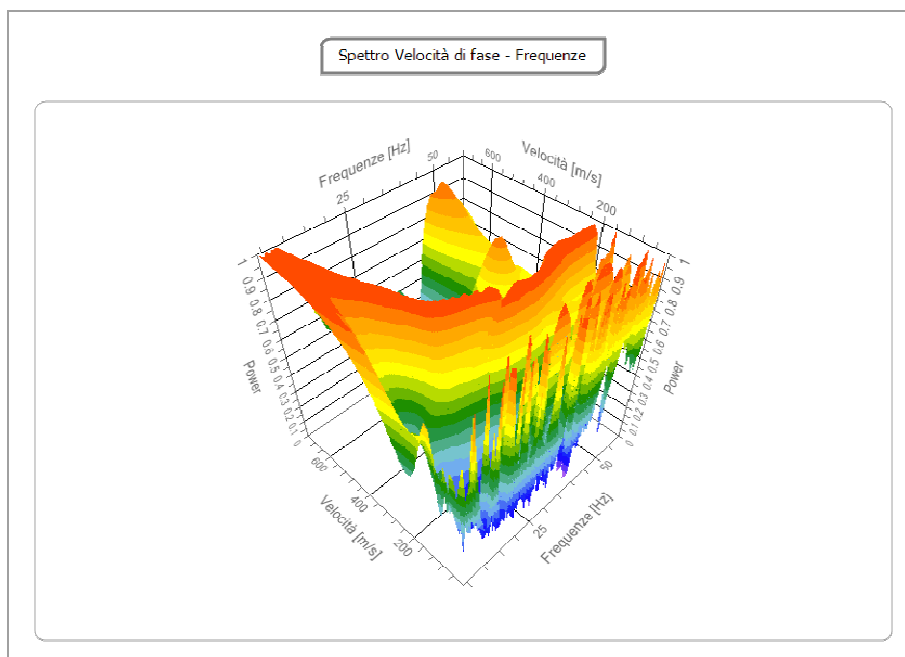


Diagramma di "dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale



Spettro velocità di fase - Frequenze in 3D

Curva di dispersione

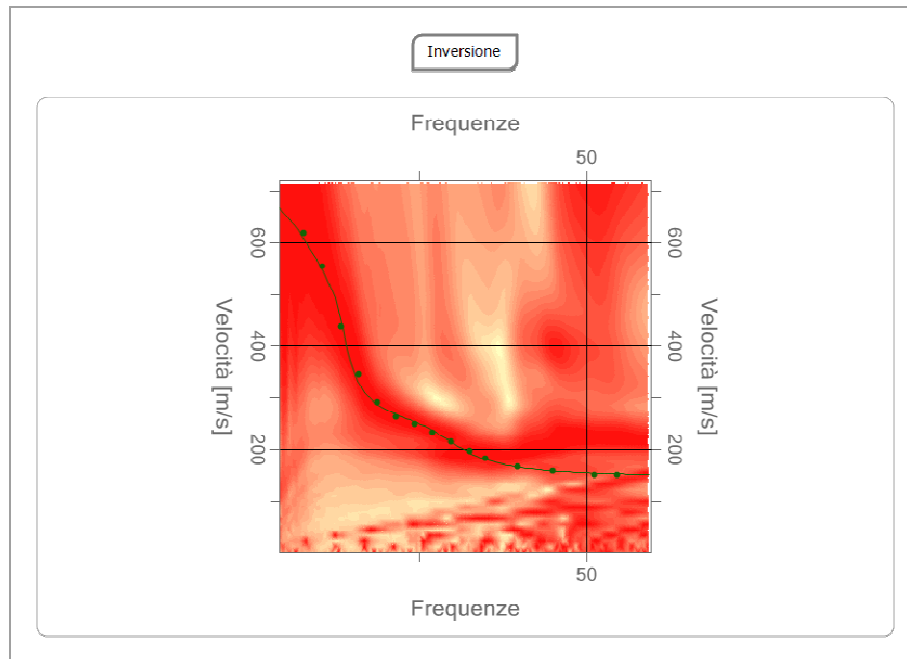
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.7	618.5	0
2	10.4	555.0	0
3	13.2	438.2	0
4	16.0	345.7	0
5	18.7	290.2	0
6	21.5	262.9	0
7	24.2	248.0	0
8	27.0	233.1	0
9	29.7	214.0	0
10	32.5	197.3	0
11	34.9	182.4	0
12	39.7	167.4	0
13	45.0	158.9	0
14	51.2	150.3	0
15	54.5	150.3	0

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.20	2.20	1700.0	0.35	No	328.4	157.8
2	9.85	7.65	1800.0	0.34	No	655.4	322.7
3	oo	oo	2000.0	0.33	No	1509.0	760.1

Percentuale di errore 0.064 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.022



Curva caratteristica modello Inversione

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	2.20	2.20	157.77	328.42	1700.00	0.35	42.31	183.36	126.94	114.25	N/A	230.92
2	9.85	7.65	322.69	655.39	1800.00	0.34	187.43	773.17	523.26	502.33	N/A	N/A
3	oo	oo	760.10	1508.99	2000.00	0.33	1155.51	4554.08	3013.40	3073.67	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

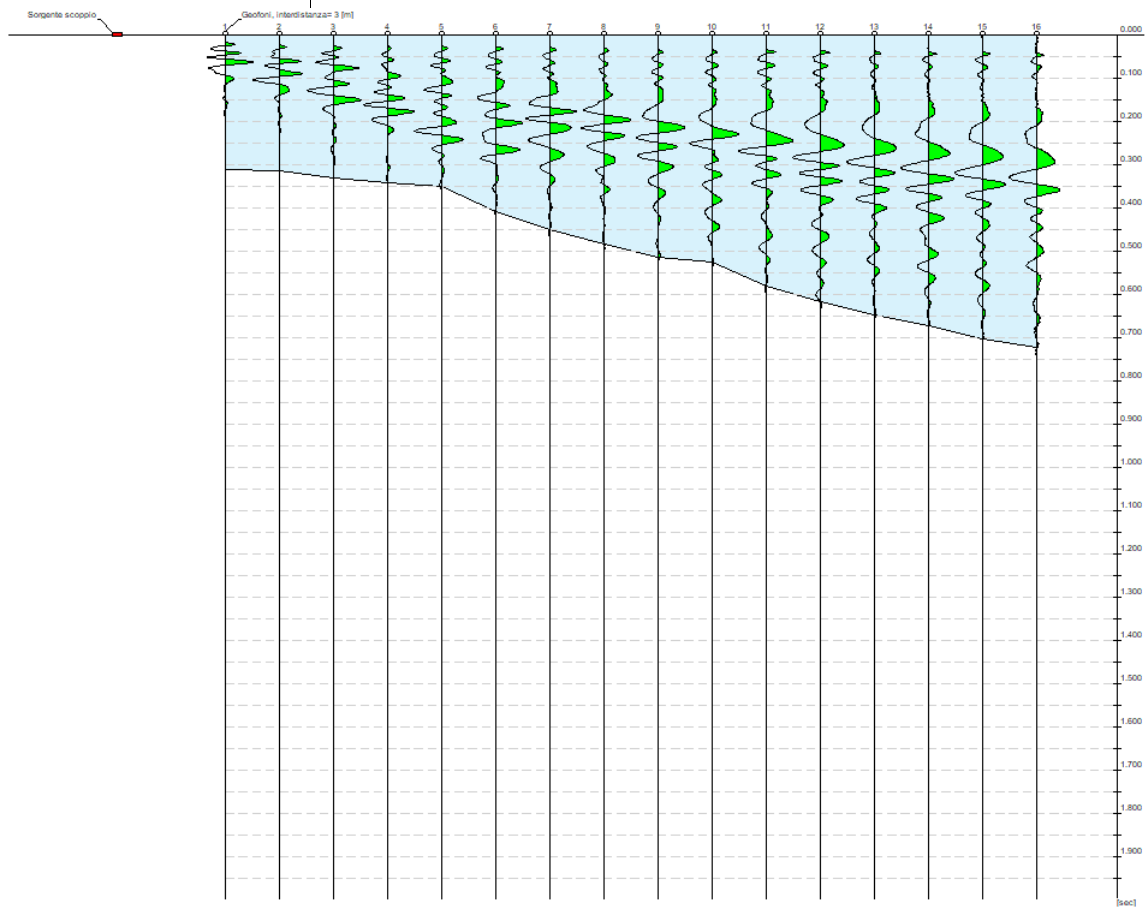
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ed: Modulo edometrico;

Ey: Modulo di Young;

ANALISI INDAGINE SISMICA MASW 5

N. tracce 16
Durata acquisizione [msec] 2000.0
Interdistanza geofoni [m] 3.0
Periodo di campionamento [msec] 1.00


Configurazione Indagine MASW

Frequenza minima elaborazione [Hz]	di	4
Frequenza massima elaborazione [Hz]	di	60
Velocità minima elaborazione [m/sec]	di	1
Velocità massima elaborazione [m/sec]	di	800
Intervallo velocità [m/sec]		1

Numero geofoni 16: Spaziatura geofoni 3,0 m; Lunghezza stendimento geofonico 48,0 m; Distanza punto di shot dai geofoni 4 m; Lunghezza complessiva 53 m.

Per il campionamento delle onde di rayleigh sono stati eseguiti n.2 shots, entrambi agli estremi dell'array geofonico a distanza di 4 metri dai geofoni estremi. Per l'elaborazione si è ritenuto scegliere lo shot più vicino al geofono n. 16 in virtù di una migliore qualità del segnale campionato.

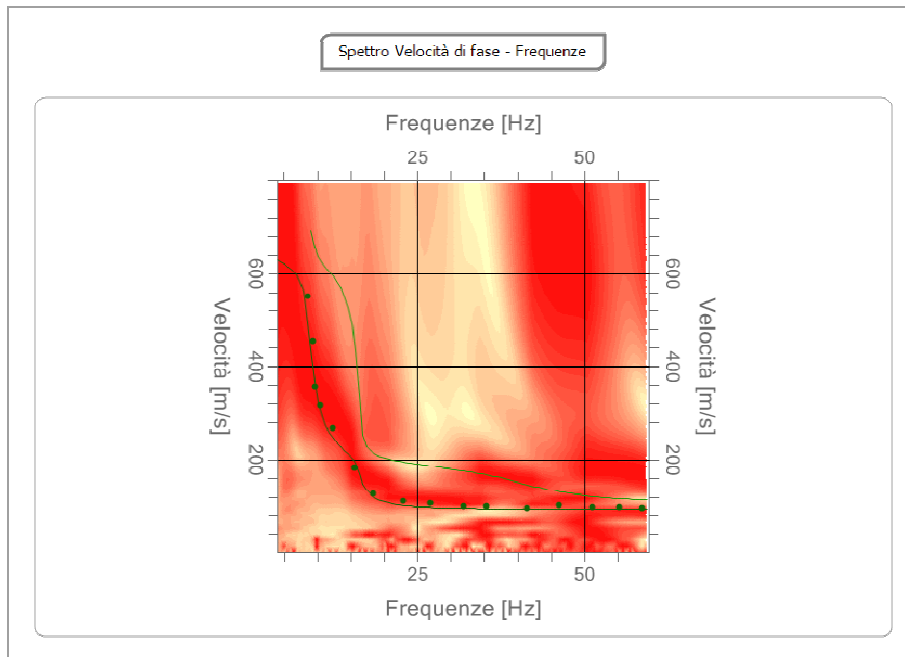
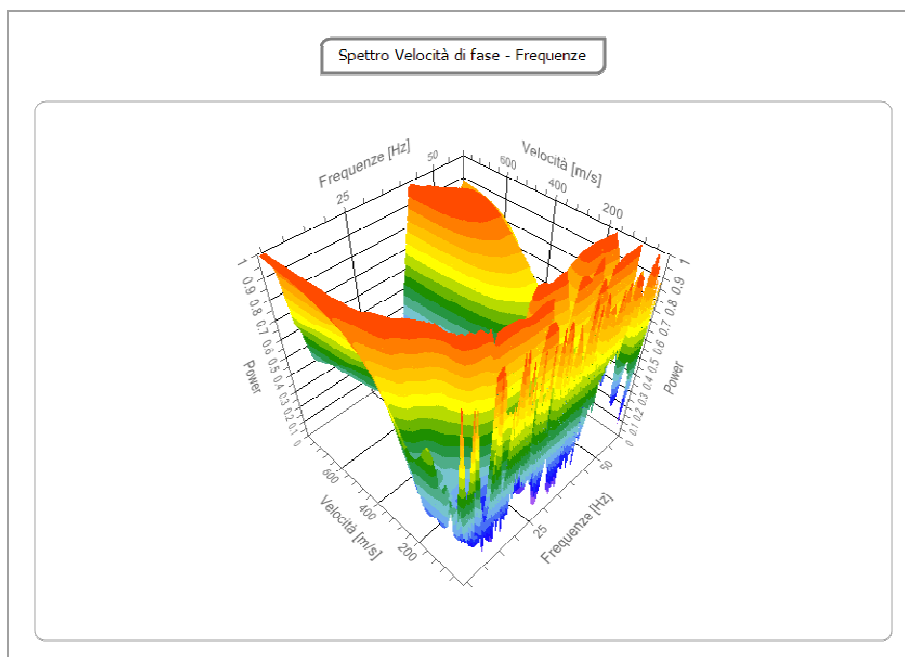


Diagramma di "dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale



Spettro velocità di fase - Frequenze in 3D

Curva di dispersione

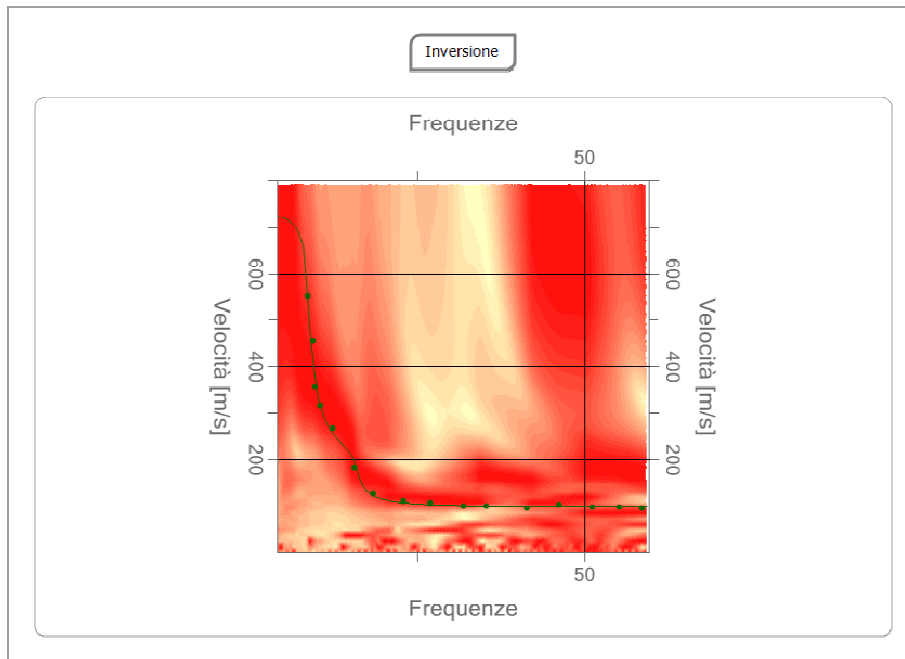
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.6	551.1	0
2	9.3	456.2	0
3	9.6	356.6	0
4	10.4	316.3	0
5	12.3	266.5	0
6	15.6	183.6	0
7	18.4	126.7	0
8	22.8	112.4	0
9	27.0	107.8	0
10	31.9	100.6	0
11	35.4	100.6	0
12	46.3	102.9	0
13	41.3	95.8	0
14	51.2	98.2	0
15	55.2	98.2	0
16	58.7	95.8	0

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.10	3.10	1700.0	0.35	No	222.0	106.7
2	5.60	2.50	1800.0	0.35	No	1387.8	666.7
3	oo	oo	1900.0	0.34	No	1618.1	796.7

Percentuale di errore 0.248 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.041



Curva caratteristica modello Inversione

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.10	3.10	106.66	222.02	1700.00	0.35	19.34	83.80	58.02	52.21	8	32.29
2	5.60	2.50	666.67	1387.78	1800.00	0.35	800.00	3466.67	2400.00	2160.00	N/A	N/A
3	oo	oo	796.70	1618.11	1900.00	0.34	1206.00	4974.74	3366.74	3232.07	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

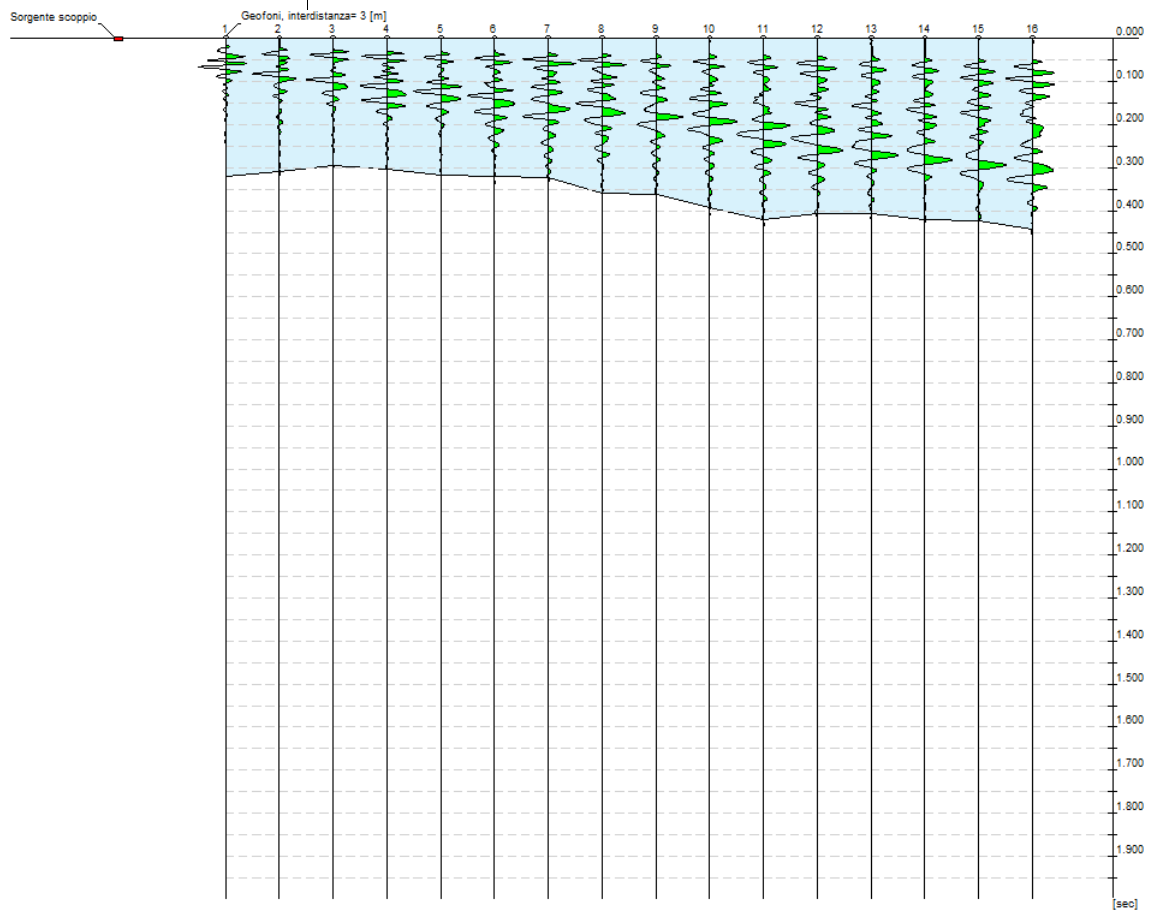
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ed: Modulo edometrico;

Ey: Modulo di Young;

ANALISI INDAGINE SISMICA MASW 6

N. tracce | 16
Durata acquisizione [msec] | 2000.0
Interdistanza geofoni [m] | 3.0
Periodo di campionamento [msec] | 1.00


Configurazione Indagine MASW

Frequenza minima elaborazione [Hz]	di	4
Frequenza massima elaborazione [Hz]	di	60
Velocità minima elaborazione [m/sec]	di	1
Velocità massima elaborazione [m/sec]	di	1200
Intervallo velocità [m/sec]		1

Numero geofoni 16: Spaziatura geofoni 3,0 m; Lunghezza stendimento geofonico 48,0 m; Distanza punto di shot dai geofoni 4 m; Lunghezza complessiva 53 m.

Per il campionamento delle onde di rayleigh sono stati eseguiti n.2 shots, entrambi agli estremi dell'array geofonico a distanza di 4 metri dai geofoni estremi. Per l'elaborazione si è ritenuto scegliere lo shot più vicino al geofono n. 16 in virtù di una migliore qualità del segnale campionato.

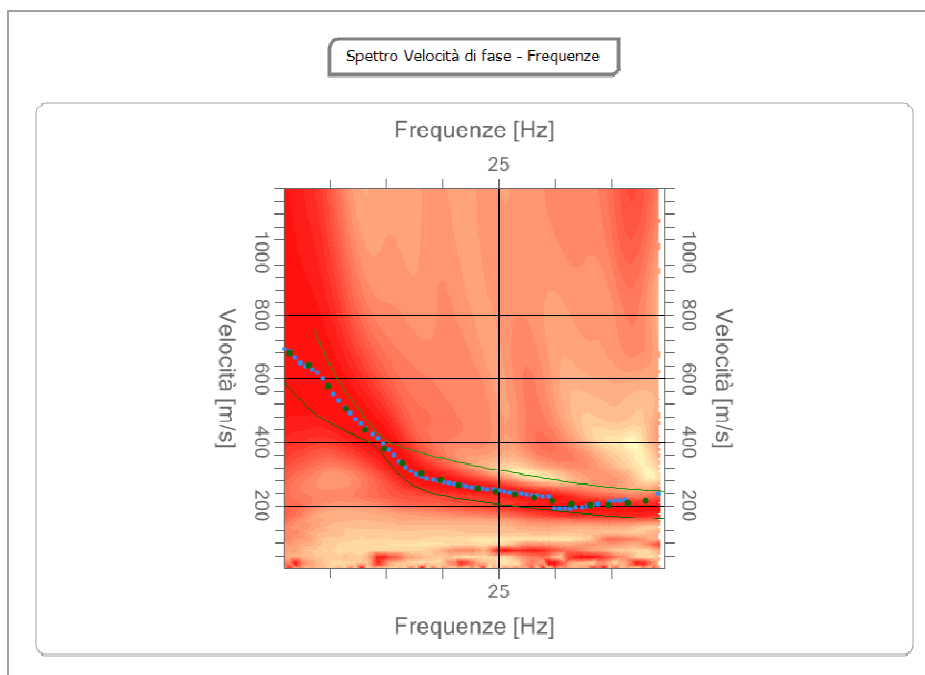
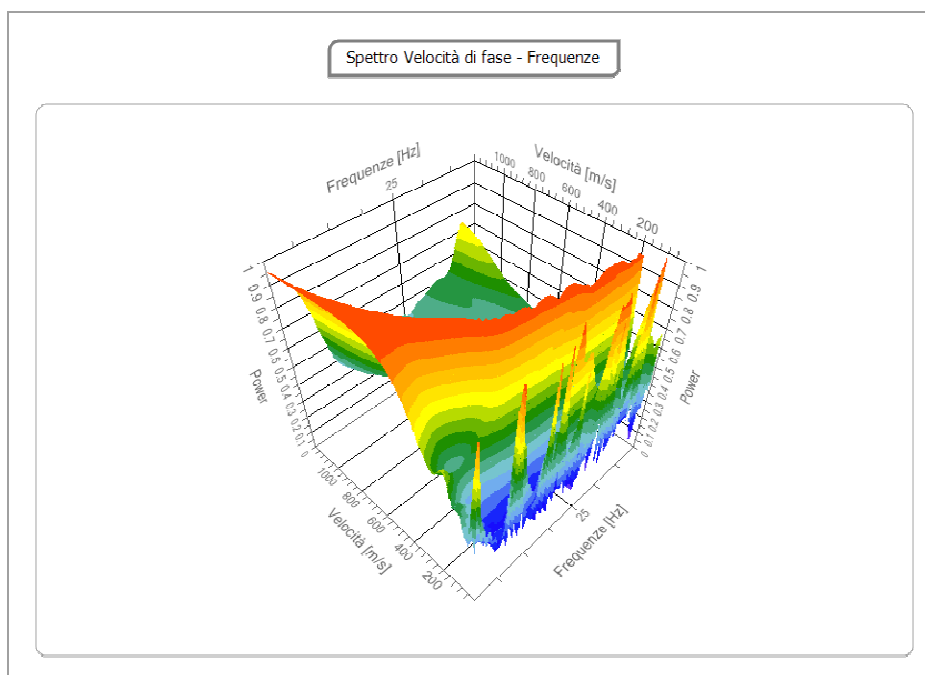


Diagramma di "dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale



Spettro velocità di fase - Frequenze in 3D

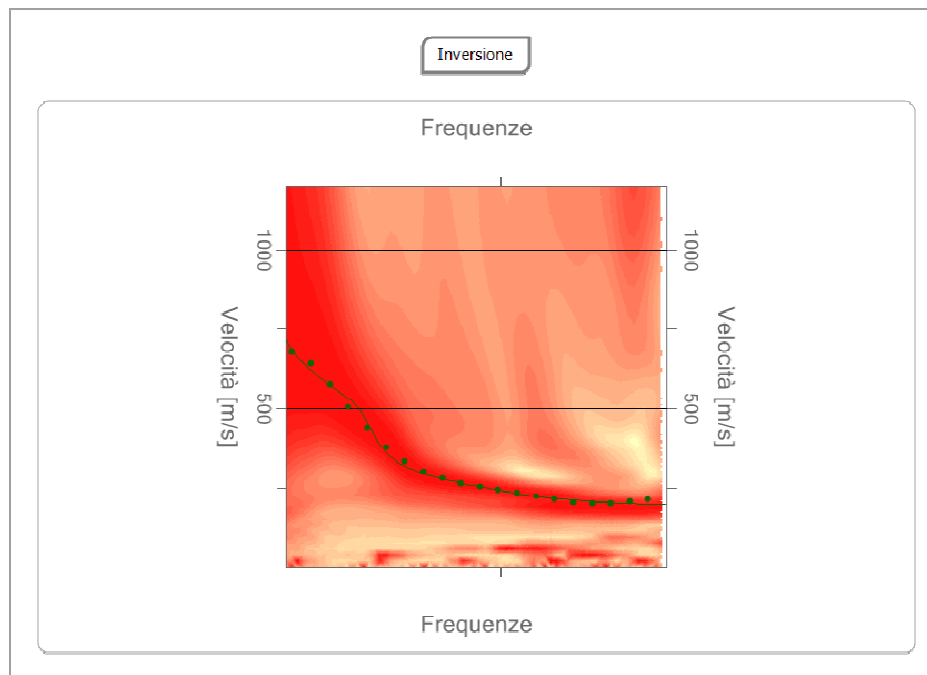
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.6	678.9	0
2	8.2	641.5	0
3	9.9	577.0	0
4	11.5	504.6	0
5	13.2	436.5	0
6	14.9	379.1	0
7	16.5	334.5	0
8	18.2	302.2	0
9	19.8	279.9	0
10	21.5	264.5	0
11	23.2	253.0	0
12	24.8	242.9	0
13	26.5	232.8	0
14	28.1	222.3	0
15	29.8	212.1	0
16	31.5	203.9	0
17	33.1	199.9	0
18	34.8	201.0	0
19	36.4	205.9	0
20	38.1	214.4	0

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.25	3.25	1700.0	0.35	No	413.4	198.6
2	10.60	7.35	1800.0	0.35	No	693.9	333.3
3	61.07	50.47	1900.0	0.35	No	1652.9	794.0
4	oo	oo	2100.0	0.33	No	2051.2	1033.2

Percentuale di errore 0.099 %
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.032



Curva caratteristica modello Inversione

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.25	3.25	198.57	413.36	1700.00	0.35	67.03	290.47	201.10	180.99	N/A	733.57
2	10.60	7.35	333.33	693.89	1800.00	0.35	200.00	866.67	600.00	540.00	N/A	N/A
3	61.07	50.47	794.03	1652.90	1900.00	0.35	1197.91	5190.95	3593.73	3234.36	N/A	N/A
4	∞	∞	1033.21	2051.17	2100.00	0.33	2241.81	8835.36	5846.28	5963.21	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ed: Modulo edometrico;

Ey: Modulo di Young;

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz1 e Mw1.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz2 e Mw2.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz3 e Mw3.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz4 e Mw4.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz5 e Mw5.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz6 e Mw6.