



REGIONE BASILICATA  
 PROVINCIA DI MATERA  
 COMUNI DI MONTECAGLIOSO  
 E POMARICO



AUTORIZZAZIONE UNICA EX D.LGS. 387/2003

Progetto Definitivo  
 Parco eolico "Piana dell'Imperatore"

TITOLO ELABORATO

**A.2 Relazione geologica**

CODICE ELABORATO

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0355	A	R02	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione

SCALA

\_\_\_\_\_

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
luglio 2020	prima emissione	Dibiase	GDS	GMA

PROPONENTE

**FRI-EL**

**FRI-EL S.p.A.**  
 Piazza della Rotonda 2  
 00186 Roma (RM)  
 fri-elspa@legalmail.it  
 P. Iva 01652230218  
 Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTAZIONE

 **F4 ingegneria srl**  
 via Di Giura - Centro Direzionale, 85100 Potenza  
 Tel: +39 0971 1 944 797 - Fax: +39 0971 5 54 52  
 www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

 Società certificata secondo la norma UNI-EN ISO 9001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).



**Studio tecnico di geologia**  
 Geol. Antonio Dibiase

P.zza Padre P. Gallipoli, 9  
 75024 Montescaglioso (MT)  
 Tel/fax: +39 0835 40 49 61  
 dibi.antonio@tiscali.it



# 1. Premessa

Su incarico conferitomi dalla Società FRI-EL S.p.A., è stata condotta una indagine geologico-tecnica, al fine di accertare le condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni presenti a sud dell'abitato di Montescaglioso (MT) e Pomarico (MT), e precisamente in località "Piano dell'Imperatore", dove si intende realizzare un parco eolico composto da n. 8 aerogeneratori (*vedi: allegato A.16.a.7 "Carta Ubicazioni Indagini"*).

L'esame delle caratteristiche sopra elencate, permette di esprimere una serie di considerazioni sui terreni di sedime interessati dall'ubicazione delle macchine eoliche in modo da valutare le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche per il livello di una progettazione definitiva

L'indagine completa, estesa anche alle aree circostanti, è consistita in rilievi geologici, geomorfologici di dettaglio, in indagini geognostiche in sito e nella verifica idrogeologica della zona.

Il modello geologico dell'area di indagine, interessata dalle strutture in progetto è stato ottenuto dalle indagini indirette eseguite nell'area, i quali sono stati confrontati con quelli dalla bibliografia ufficiale e da dati in possesso dello scrivente rivenienti da precedenti indagini eseguite nelle vicinanze dell'area di stretto interesse.

La campagna di indagini geognostiche è consistita nell'esecuzione di:

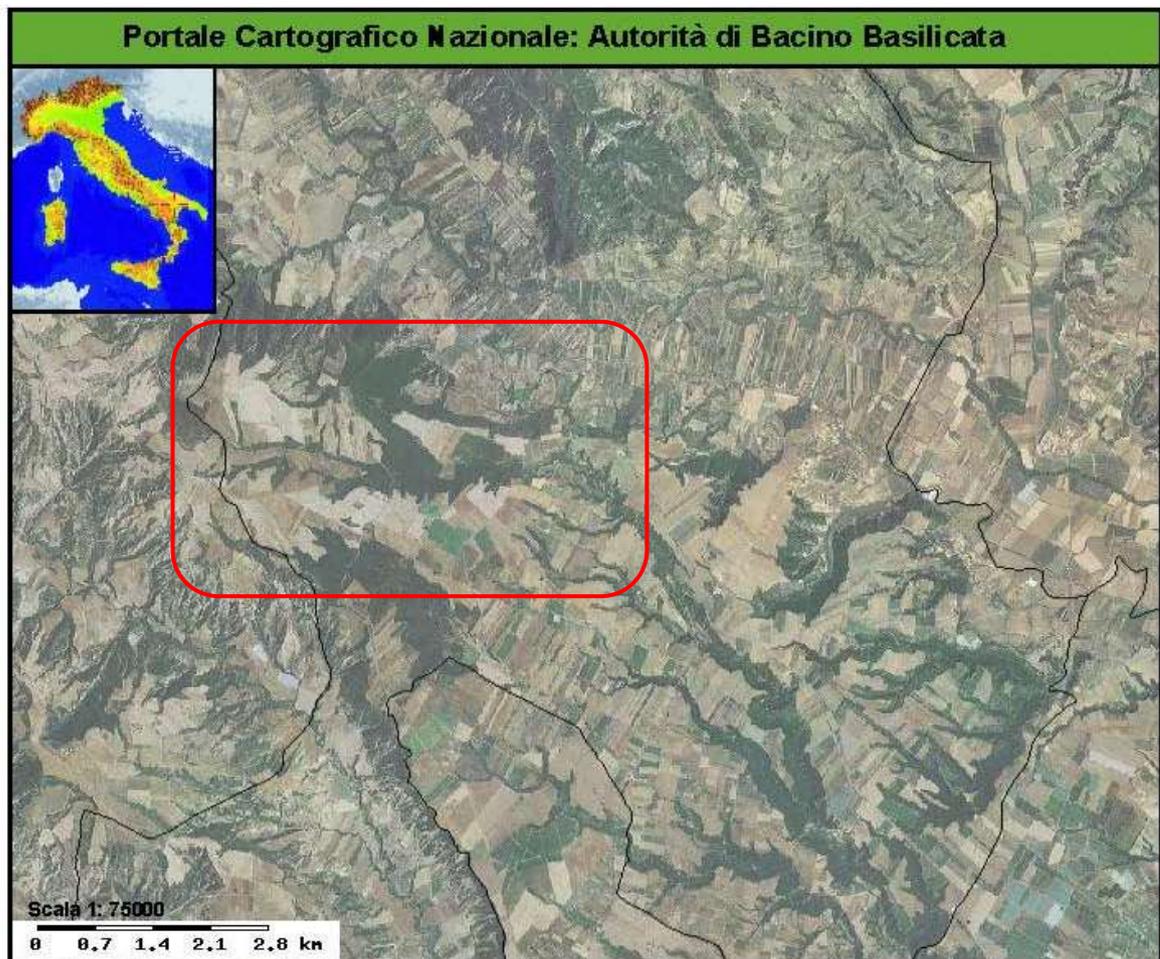
- n.8 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti in onde P;
- n. 8 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti con tecnica MASW.

I dati ottenuti dalla campagna di indagini geognostiche in sito sono riportati nel paragrafo n. 5, mentre, negli allegati sono restituiti i risultati dei rilievi geologici, geomorfologici ed idrogeologici. Infine nei seguenti paragrafi si riportano le considerazioni ottenute dal rilevamento di dettaglio.

## 2. Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico.

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, redatto ed adottato dall’Autorità di Bacino Interregionale della Basilicata, riporta nel territorio del Comune di Montescaglioso varie aree a Rischio Idrogeologico determinate dalla presenza di movimenti franosi o zone alluvionabili della valle del Fiume Bradano.

Dall’esame della Carta del Rischio, si evince che le zone interessate dall’ubicazione delle macchine eoliche non ricadono in zone vincolate per Rischio Idrogeologico, né in aree pericolose per la presenza di movimenti franosi. Di seguito si riporta uno stralcio della Carta del Rischio messa a disposizione dall’Autorità di Bacino della Basilicata sul sito [www.adb.basilicata.it](http://www.adb.basilicata.it) per la consultazione interattiva.



 Area di ubicazione degli aerogeneratori

frane

 Rischio R4  
 Rischio R2  
 Rischio P

 Rischio R3  
 Rischio R1  
 Rischio ASV

### 3. Inquadramento Geologico Tettonico Regionale

Il territorio comunale di Montescaglioso ricade nel Foglio n.201 “Matera” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100000, di cui di seguito si riporta uno stralcio.

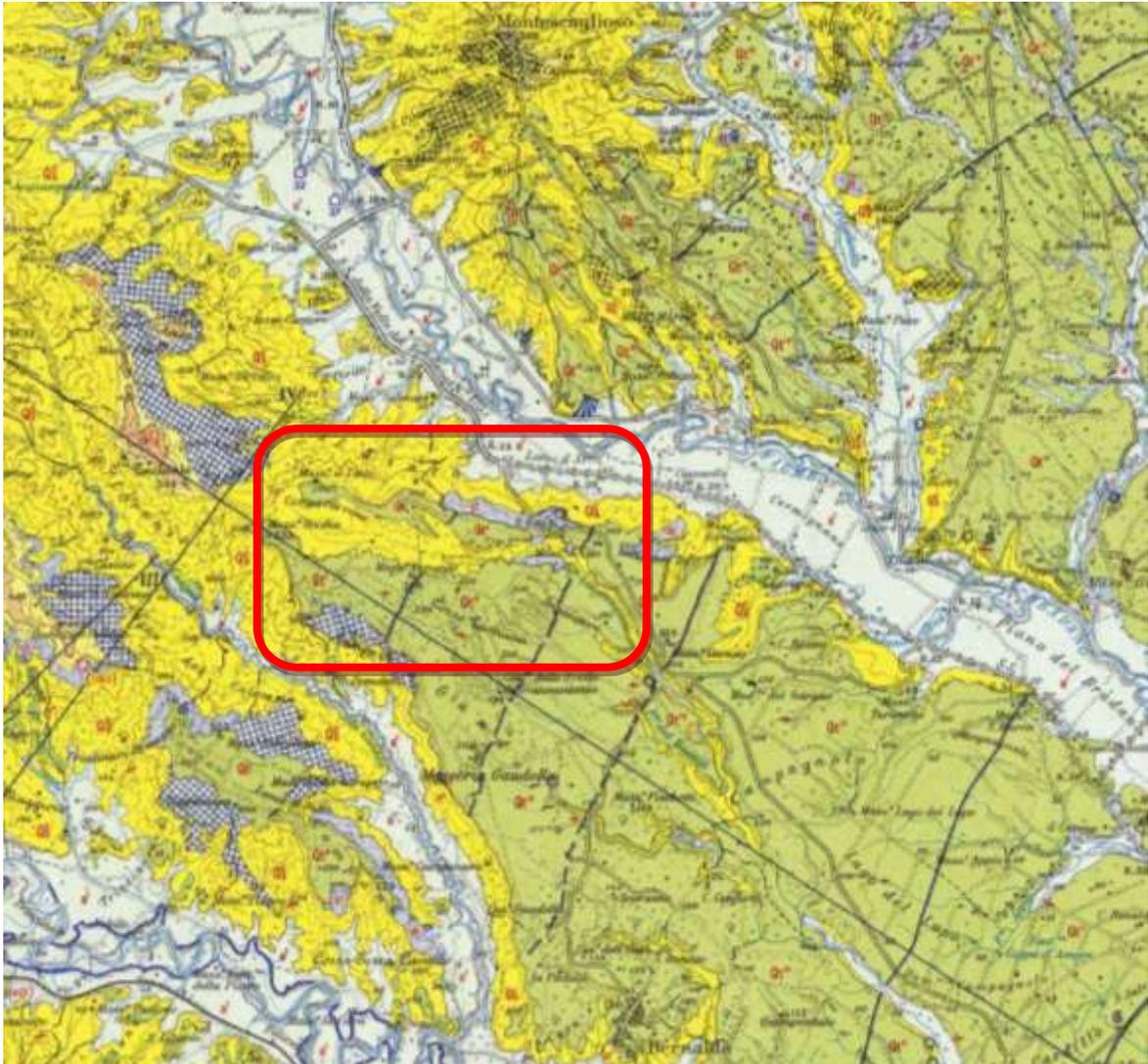
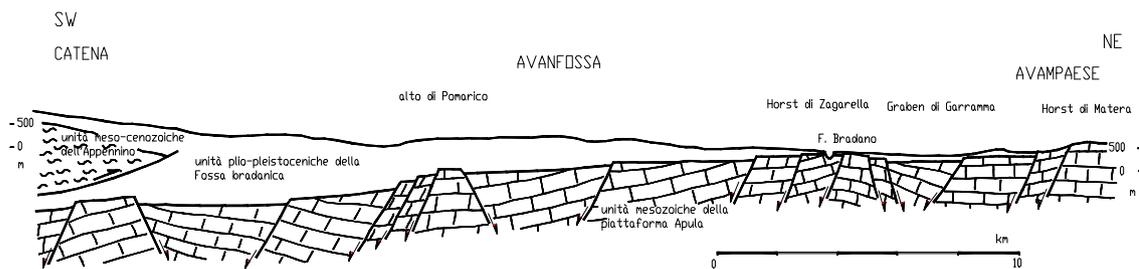


Figura. 1: Stralcio del Foglio n.188 Carta Geologica D' Italia scala 1:100000



Area Oggetto di Studio

Sulla base delle informazioni e dei dati relativi al “C.N.R.- Progetto Finalizzato Geodinamica – Sottoprogetto Neotettonica”, di seguito si riporta lo schema geologico-strutturale tipico del sistema Catena Appenninica - Avanfossa Bradaica - Avampaese Apulo:



Questa deformazione è indotta dalla subduzione verso ovest della placca apula, che determina la formazione di un margine attivo nel periodo compreso fra il limite Oligocene-Miocene e Quaternario a spese di un margine passivo evolutosi in precedenza (Prosser e Schiattarella, 1998)

Secondo Carbonoe et alii, (1990), in Italia meridionale possono essere individuati quattro elementi strutturali:

L'Avampaese Apulo rappresentato dalla parte di placca africana non ancora interessata dalla deformazione e affiorante essenzialmente nelle aree esterne pugliesi. Esso è costituito da una potente sequenza carbonatica mesozoico terziaria con coperture quaternarie marine.

L'Avanfossa Bradanica costituita dal segmento di Avanfossa Appenninica compresa fra l'Avampaese Apulo e il settore lucano della Catena Appenninica e riempita da una monotonica sequenza di sedimenti argilloso – sabbiosi plio-pleistocenici.

La Catena Apula costituita da una sequenza carbonatica giurassico-cretacea di ambiente neritico e affinità apula. E' sepolta sotto la Catena Appenninica e affiora come finestra tettonica del Monte Alpi, in Basilicata meridionale.

La Catena Appenninica rappresentata da un edificio a coltri di ricoprimento e da unità tettoniche attribuibili a diversi domini paleogeografici mesozoico terziari che poggiano tettonicamente sul substrato carbonatico apulo.

I terreni affioranti nelle aree racchiuse nello stralcio del Foglio n.201 "Matera" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000 sono attribuibili al ciclo deposizionale plio-pleistocenico noto in letteratura come Ciclo di sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica, serie trasgressiva e regressiva sui Calcari Cretacei di Altamura e sul Flysch della Catena Appenninica.

L'Avanfossa Bradanica è un elemento strutturale situato tra le Murge e gli Appennini; più precisamente per Avanfossa Bradanica s'intende il tratto di Avanfossa Plio-Quaternaria a sud del Fiume Ofanto mentre quello a nord è denominato Avanfossa Periadriatica.

Il basamento dell'Avanfossa è costituito dai calcari murgiani Cretacei che si immergono in profondità con una serie di faglie normali con direzione principale NO/SE e, in sottordine, in direzione ortogonale (NE/SO).

Il ciclo sedimentario completo dell'Avanfossa Bradanica, composto da una trasgressione ed una regressione, dà luogo al riempimento totale del bacino.

Nella zona in esame affiorano solo i materiali inerenti la regressione marina, infatti, i sedimenti cartografati si presentano a struttura tabulare con contatti esclusivamente stratigrafici in concordanza angolare o in leggera discordanza (sabbie-conglomerati e argille-sabbie).

In gran parte del bacino sedimentario, le inclinazioni sono contenute entro pochi gradi, con accentuazione sui margini della fossa, soprattutto sui murgiani appenninici.

Il sollevamento regionale, fase tardiva degli eventi tettonici che hanno caratterizzato i bacini di provenienza dei terreni flyscioidi appenninici, nell'area in esame può essere collocato in un'epoca tardo Calabrianiana con emersione, anche a più riprese, dei sedimenti terrigeni. L'assenza di elementi caratteristici delle azioni tettoniche, quali pieghe, scagliosità, intensa fratturazione ecc., fa pensare ad un movimento verticale positivo (distensivo) dell'intera area.

Le leggere inclinazioni di strato sono connesse o a motivi deposizionali (conformazione del fondo del bacino) o a leggere differenziazioni nell'ambito del sollevamento.

In alcuni casi, i sedimenti terrigeni di riempimento del bacino sono interessati da faglie normali di piccolo rigetto per effetto del riaggiustamento strutturale a seguito del sollevamento regionale.

I terreni rilevati si distinguono sia da un punto di vista chimico-mineralogico che granulometrico in ordine alle aree di provenienza ed alle modalità di trasporto.

La sedimentazione nei lati del bacino dell'Avanfossa, murgiano ed appenninico, differiscono solo per i termini di apertura del ciclo sedimentario: sul primo troviamo le Calcareniti di Gravina in discordanza angolare sui calcari cretacei di Altamura, con una notevole corrispondenza tra litologia e morfologia; sul secondo vi sono il Sabbione di Garaguso e i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano, due formazioni del tutto analoghe, anche se in letteratura sono riportate con nomi differenti. Poiché il territorio di Montescaglioso ricade nella zona orientale del bacino, zona più prossima all'avanpaese apulo, allora il termine di

apertura della serie sedimentaria dell'Avanfossa Bradanica è costituito dalle Calcareniti di Gravina seguite o spesso in eteropia di facies dalle Argille subappennine.

Le Argille Subappennine costituiscono la gran parte del riempimento dell'Avanfossa Bradanica, esse sono di colore grigio-azzurre, costituite da quasi tutti i minerali argillosi, ricche in microforaminiferi, con rapporto bentos/plancton elevato indicativo di un ambiente di sedimentazione di piattaforma continentale, dove giungevano abbondanti apporti clastici molto fini. L'età è riferibile al Pleistocene Inferiore.

In continuità di sedimentazioni con le Argille Subappennine troviamo le Sabbie di Monte Marano formazione clastica sabbiosa silicatico-calcareo calcareo-silicatica con strutture sedimentarie come lamine incrociate bioturbazioni, lenti di ghiaia indicative di ambiente marino-litorale. Le scarse faune permettono di datarla Pleistocene inferiore. Il passaggio da argille a sabbie indica l'evoluzione da ambiente di piattaforma a nefritico-litorale.

Le Sabbie di Monte Marano passo poi gradualmente al Conglomerato d'Irsina che presenta anch'esso le caratteristiche di deposito litorale nefritico per gran parte del suo spessore e continentale nella parte più alta.

Nella zona di stretto interesse, non affiorano i depositi sabbiosi e conglomeratici di chiusura dell'Avanfossa Bradanica, ma affiorano terreni che hanno maggiormente risentito del rimaneggiamento in ambiente di spiaggia (alta energia) e dato origine alla formazione dei sette ordini di terrazzi marini che ricoprono l'intera fascia ionica come di Depositi Marini Terrazzati.

La conformazione del sito è tale che le parti superiori dei versanti morfologicamente tabulari, presentano tutti gli aspetti tipici dei materiali di terrazzo marino, quali granulometria assortita (conglomerati, sabbie, limi argillosi), frequenti variazioni di spessore (stratificazione incrociata) e forte alterazione chimica con ossidazione spinta fino alla ferrettizzazione.

Al di sotto dei conglomerati immersi in matrice sabbiosa rossastra affiora uno strato prettamente sabbioso di colore giallo ocre con livelli arenacei cementati e livelli di alterazione chimica superficiale.

Questi depositi poggiano in trasgressione sui terreni argilloso limosi di colore grigio-azzurro.

La superficie di trasgressione è individuabile nella parte mediana dei versanti evidenziata spesso da una netta variazione di pendenza dovuta alle differenti caratteristiche di erodibilità dei terreni.

L'area di sedime di tutti gli aerogeneratori in progetto, è costituita da terreni ghiaioso sabbiosi e terreni sabbiosi appartenenti ai Depositi Terrazzati Marini (*vedi: allegato A.16.a.8 “Carta Geologica” e allegato A.16.a.11. “Sezione Geologica”*).

Gli ordini di terrazzo interessati dall'ubicazione degli aerogeneratori sono quelli più antichi e dunque presenti a quote più alte rispetto all'attuale linea di costa.

### 3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.

La stratigrafia tipo dei terreni interessati dall'ubicazione degli aerogeneratori in progetto, come evidenziato nell'allegato *A.16.a.8 “Carta Geologica” e allegato A.16.a.11. “Sezione Geologica”*, vede l'affioramento dall'alto verso il basso dei seguenti terreni:

- Ghiaia eterometrica immersa in matrice sabbiosa di colore giallo – rossastro, composto da ciottoli di varia natura che si presentano arrotondati ed appiattiti con un diametro variabile da pochi millimetri ad alcuni centimetri. All'interno dello strato sono presenti molte lenti sabbiose di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro e lo spessore totale dello strato varia da minimo 10 m a massimo 18 m. Tale strato costituisce la parte alta dei Depositi Marini Terrazzati che prosegue verso il basso con la presenza di sabbie ghiaiose limose.
- Sabbia ghiaiose limosa sciolta o poco addensata composta da una granulometria medio-fine e con presenza di ciottoli di piccole dimensioni sub-arrotondati ed appiattiti. Questo strato costituisce la parte basso dei terrazzi marini e presenta uno spessore medio di circa 10 m. Al suo interno sono spesso presenti lenti ghiaiose concentrate spesso nella parte alta al contatto con le sovrastanti ghiaie.
- Con contatto netto, i Depositi Marini Terrazzati passano verso il basso alle Argille Subappennine, composte da argille limose marnose di colore grigio-azzurre.

## 4. Geomorfologia ed Idrogeologia

L'aspetto morfologico, come ogni altro luogo, è direttamente influenzato da diversi fattori che concorrono all'alterazione, disgregazione e demolizione dei materiali affioranti.

I fattori principali sono il clima (piovosità, venti dominanti, ecc.), l'esposizione rispetto al Nord, la presenza di vegetazione e l'azione antropica (urbanizzazione, scavi, riporti).

Questi agiscono, in maniera più o meno importante e quasi sempre in concomitanza, sui terreni che offrono una minore o maggiore resistenza; la natura litologica, la stratificazione e la consistenza dei terreni agiscono da controllo sull'evoluzione morfologica, determinandone la velocità d'avanzamento.

Per tale motivo, nella stessa area, è possibile osservare diversi stadi d'evoluzione, in relazione alle aree d'affioramento dei vari litotipi.

Nel caso specifico, come evidenziato nell'allegato **A.16.a.9 “Carta Geomorfologica”**, l'area d'interesse è composta da pianori leggermente inclinati verso la linea di costa attuale su cui affiorano depositi marini in terrazzi interrotti lateralmente da fossi poco profondi.

Gli aerogeneratori sono ubicati su n. tre pianori che appartengono ad altrettanti ordini di terrazzo disposti a quote diverse. Il terrazzo più antico e quindi di quota superiore (ordine I) si estende nella zona di loc.<sup>a</sup> “ Il Tinto” e presenta una quota media di 290 m s.l.m., il terrazzo intermedio (ordine II) ricade in loc.<sup>a</sup> “ Mass.<sup>a</sup> San Vito Soprano e Cozzo Pannucci” e presenta una quota media di 230 m s.l.m., infine, il terrazzo di ordine III ricade in loc.a “Fosso Tenente e Fosso Lavardarello” e presenta una quota media di 190 m s.l.m.

Al passaggio da un terrazzo all'altro sono presenti scarpate naturali circa parallele all'attuale linea di costa, esse sono riconoscibili grazie al salto di quota presente tra un pianoro e l'altro, ma non precisamente individuabili poiché erose dagli agenti esogeni.

La continuità laterale dei pianori è interrotta dalla presenza di numerosi fossi solcati da torrenti quasi sempre in secca che presentano valli ampie poco profonde con fondo composto dalle argille marnose e spalle in cui affiorano i terreni granulari dei Depositi terrazzati. Proprio sulle spalle a luoghi si instaurano fenomeni di erosione superficiale creando zone di coperture detritiche.

Dal punto di vista idrogeologico, le acque di precipitazione che raggiungono il suolo sono ripartite in aliquota di scorrimento superficiale e d'infiltrazione nel sottosuolo, secondo il grado di permeabilità dei terreni affioranti (vedi: *Allegato A.16.a.9. "Carta Geomorfologica"*).

Pertanto, in corrispondenza degli affioramenti argillosi impermeabili, le acque seguono traiettorie superficiali con produzione di fossi aventi un'asta principale, un ventaglio di testata e profilo del fondo piuttosto pendente in costante arretramento; invece, in corrispondenza di terreni granulari molto permeabili le acque si infiltrano andando ad alimentare le falde freatiche.

Nel caso specifico, come evidenziato nell'allegato *A.16.a.10 "Carta Idrogeologica"*, le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione sub-superficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.

Proprio al contatto tra i terreni granulari superiori e le argille inferiori si riscontra la presenza di sorgenti come indicato nell'allegato *A.16.a.10 "Carta Idrogeologica"*, dove, inoltre, sono evidenziati le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti e l'ubicazione di pozzi di emungimento.

## 5. Indagini Geognostiche

Nell'area oggetto di studio come indicato nell'elaborato **A.16.a.7 “ Carta Ubicazione Indagini”**, sono stati eseguiti n. 8 stendimenti sismici a rifrazione condotti in Onde P per la verifica delle caratteristiche elastomeccaniche dei terreni e n. 8 stendimenti sismici a rifrazione condotti con tecnica MASW per la determinazione del valore  $V_{s30}$ .

Inoltre, sono stati consultati alcuni lavori eseguiti dal sottoscritto nell'area oggetto di studio “Mass.<sup>a</sup> San Vito Soprano” in cui sono state eseguite delle indagini geognostiche come sondaggi meccanici a rotazione ed analisi geotecniche su campioni indisturbati prelevati durante la terebrazione.

### 5.1. SONDAGGI MECCANICI A ROTAZIONE CONSULTATI

In località Mass.a San Vito Soprano il sottoscritto, nell'anno 2006, ha eseguito delle indagini dirette, come sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo e prelievo di campioni indisturbati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio, per la costruzione di un capannone industriale.

La zona di ubicazione del capannone rientra nell'area del parco eolico in progetto e i terreni di sedime dello stesso sono molto simili a quelli di sedime degli aerogeneratori in progetto, soprattutto a quelli ricadenti sul Ordine II di Terrazzo Marino.

In tale indagine la stratigrafia della zona risulta essere composta dall'alto verso il basso dai seguenti affioramenti:

- Da 0.0 m a -1.0 m – Terreno vegetale areato di natura sabbiosa ghiaiosa.
- Da -1.0 m a – 5.0 m – Sabbia limosa ghiaiosa di colore rossastro con lenti conglomeratiche di modesto spessore.
- Da – 5.0 m a -15.0 m – Ghiaia eterometrica immersa in matrice sabbiosa limosa con ciottoli sub arrotondati ed appiattiti.
- Da -15 m a -23.0 m – Sabbia limosa debolmente ghiaiosa con piccoli ciottoli subarrotondati ed appiattiti.
- Da -23.0 m a -30.0 m – Argilla limosa marnosa di colore grigio-azzurra.

## COLONNE STRATIGRAFICHE

Sondaggio N. 1

Terebrazione.: da metri 0.00 a metri 20 .00

Tipo di perforazione: Rotazione con Carotaggio Continuo "CS"

Committente: Sig.ra Cifarelli Camilla

Località: San Vito - Montescaglioso (MT)

Data Inizio: 30/06/2006 Data Fine: 360/06/2006

Legenda:  
 Prove S.P.T.: - PA Punta aperta  
 - PC punta chiusa  
 Campioni: - I Indisturbati -  
 - R rimaneggiati  
 Piezometri: - TA Tubo aperto -  
 - C Cella di Casagrande  
 Perforazione: - CS Carotaggio Semplice  
 - CD Carotiere Doppio  
 - EC Elica Continua

Prof. m.	Stratigrafia	Descrizione Litologia	Prof. m.	Campioni		Carotaggio %				Falda	S.P.T.		Pocket Test		Vane Test		Piezometro		
				Prof. m.	Tipo	40	60	80	100		Prof. m.	Valore	Prof. m.	kg/cm <sup>2</sup>	Prof. m.	kg/cm <sup>2</sup>	Prof. m.	Tipo	
1		Terreno agrario limoso-sabbioso di colore marrone.	1.20																
2		Alternanza di livelli limoso-argilloso-sabbiosi di colore marrone con livelli limoso-sabbiosi-ghioiosi. I ciottoli di piccole dimensioni e di varia natura sono sub-arrotondati ed appiattiti.	3.60																
3																			
4																			
5		Ghiaia eterometrica immersa in matrice sabbiosa giallastra. I ciottoli si presentano di varia natura sub-arrotondati ed appiattiti.	6.70																
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11		Sabbia medio-fine sciolta o poco ad-densata con rari ciottoli di piccole di-mensioni sub-arrotondati ed appiattiti.	11.50																
12																			
13																			
14																			
15																			
16			8.50																
17																			
18																			
19																			
20																			
20	F.F. - mertri 20.00																		
21																			
22																			

## Foto Cassette Catalogatrici



Foto: cassa n.1 da 0.00 m a -5.00 m



Foto: cassa n.2 da -5.00 m a -10.00 m



Foto: cassa n.3 da -10.00 m a -15.00 m



Foto: cassa n.4 da -15.00 m a -20.00 m



Foto: Postazione Sondaggio 1

Sondaggio N. 2

Terebrazione.: da metri 0.00 a metri 15 .00

Tipo di perforazione: Rotazione con Carotaggio Continuo "CS"

Committente: Sig.ra Cifarelli Camilla

Località: San Vito - Montescaglioso (MT)

Data Inizio: 30/06/2006 Data Fine: 36/06/2006

Legenda:  
 Prove S.P.T.: - PA Punta aperta  
 - PC punta chiusa  
 Campioni: - I Indisturbati -  
 - R rimaneggiati  
 Piezometri: - TA Tubo aperto -  
 - C Cella di Casagrande  
 Perforazione: - CS Carotaggio Semplice  
 - CD Carotiere Doppio  
 - EC Elica Continua

Prof. m.	Stratigrafia	Descrizione Litologia	Prof. m.	Campioni		Carotaggio %				Falda	S.P.T.		Pocket Test		Vane Test		Piezometro		
				Prof. m.	Tipo	40	60	80	100		Prof. m.	Valore	Prof. m.	kg/cm <sup>2</sup>	Prof. m.	kg/cm <sup>2</sup>	Prof. m.	Tipo	
1		Terreno agrario limoso-sabbioso di colore marrone.	1.30																
2		Alternanza di livelli limoso-argilloso-sabbiosi di colore marrone con livelli limoso-sabbiosi-ghioiosi. I ciottoli di piccole dimensioni e di varia natura sono sub-arrotondati ed appiattiti.	1.30																
3																			
4																			
5																			
6																			
7		Ghiaia eterometrica immersa in matrice sabbiosa giallastra. I ciottoli si presentano di varia natura sub-arrotondati ed appiattiti.	4.80																
8																			
9																			
10																			
11		Sabbia medio-fine sciolta o poco adensata con rari ciottoli di piccole dimensioni sub-arrotondati ed appiattiti.	11.00																
12																			
13																			
14																			
15																			
16	F.F. - metri 15.00																		
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			

## Foto Cassette Catalogatrici



Foto: cassa n.1 da 0.00 m a -5.00 m



Foto: cassa n.2 da -5.00 m a -10.00 m



Foto: cassa n.3 da -10.00 m a -15.00 m



Foto: Postazione Sondaggio 1

Sondaggio N. 3

Terebrazione.: da metri 0.00 a metri 15 .00

Tipo di perforazione: Rotazione con Carotaggio Continuo "CS"

Committente: Sig.ra Cifarelli Camilla

Località: San Vito - Montescaglioso (MT)

Data Inizio: 30/06/2006 Data Fine: 36/06/2006

Legenda:  
 Prove S.P.T.: - PA Punta aperta  
 - PC punta chiusa  
 Campioni: - I Indisturbati -  
 - R rimaneggiati  
 Piezometri: - TA Tubo aperto -  
 - C Cella di Casagrande  
 Perforazione: - CS Carotaggio Semplice  
 - CD Carotiere Doppio  
 - EC Elica Continua

Prof. m.	Stratigrafia	Descrizione Litologia	Prof. m.	Campioni		Carotaggio %				Falda	S.P.T.		Pocket Test		Vane Test		Piezometro	
				Prof. m.	Tipo	40	60	80	100		Prof. m.	Valore	Prof. m.	kg/cm <sup>2</sup>	Prof. m.	kg/cm <sup>2</sup>	Prof. m.	Tipo
0.80		Terreno agrario limoso-sabbioso di colore marrone.	0.80															
1																		
2																		
3																		
4																		
5		Alternanza di livelli limoso-argilloso-sabbiosi di colore marrone con livelli limoso-sabbiosi-ghioiosi. I ciottoli di piccole dimensioni e di varia natura sono sub-arrotondati ed appiattiti.	8.10															
6																		
7																		
8																		
9			8.90															
10		Ghiaia eterometrica immersa in matrice sabbiosa giallastra. I ciottoli si presentano di varia natura sub-arrotondati ed appiattiti.	2.60															
11																		
12																		
13																		
14																		
15		Sabbia medio-fine sciolta o poco adensata con rari ciottoli di piccole dimensioni sub-arrotondati ed appiattiti.	3.50															
15			15.00															
15.50			15.50															
16		F.F. - metri 15.50																
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		

## Foto Cassette Catalogatrici



Foto: cassa n.1 da 0.00 m a -5.00 m



Foto: cassa n.2 da -5.00 m a -10.00 m



Foto: cassa n.3 da -10.00 m a -15.00 m



Foto: Postazione Sondaggio 1

## 5.2. PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE CONDOTTA IN ONDE P

Tenendo conto delle caratteristiche geolitologiche dell'area indagata, l'indagine geognostica mediante sismica a rifrazione, utilizzando i parametri su indicati, si rileva particolarmente utile poiché consente di indagare in dettaglio i primi 15 metri dal piano campagna e fornisce utili informazioni a carattere areale sullo spessore e sulla consistenza dei litotipi presenti.

La correlazione con le altre indagini, eseguite nell'ambito della stessa campagna, consente inoltre di definire i rapporti di giacitura, ed i caratteri geotecnica di massima, degli stessi.

Gli strumenti capaci di registrare movimenti nel terreno sono detti sismometri o geofoni. Essi saranno necessariamente posti sulla superficie del terreno.

Solitamente, si hanno sismogrammi di diversi geofoni, posti a diversa distanza dalla sorgente: questi possono essere stampati in funzione del tempo e della distanza, in quelle che vengono definite "registrazioni di scoppio" (shot records). La variazione Tempo / Distanza è detta "scostamento" (moveout).

Arrivi con ampio scostamento sono fortemente inclinati nella registrazione di scoppio e viceversa; dalle registrazioni di scoppio è quindi possibile distinguere l'arrivo delle diverse onde sismiche (dirette, riflesse, rifratte).

A piccole distanze (offset) il primo arrivo è delle onde dirette: questo arrivo ha grande ampiezza e lo scostamento è costante a tutte le distanze.

A maggiori distanze il primo arrivo comincia ad essere quello dell'onda rifratta. Questo arrivo è caratterizzato da piccola ampiezza d'onda e da scostamento costante ma minore di quello dell'onda diretta.

L'ultimo arrivo ad ogni geofono è quello dell'onda riflessa: il suo scostamento tende ad aumentare con la distanza secondo una funzione iperbolica.

Il diagramma che rappresenta i tempi di propagazione delle onde sismiche in funzione della distanza del punto di emissione si definisce "curva di propagazione" o "dromocrona" ("travel time curve"). Definirne l'andamento è compito primario nell'interpretazione di sismica a rifrazione.

Ciò che essenzialmente conta, per il metodo a rifrazione, è identificare il tempo di arrivo della prima onda in ogni geofono ("first break picking"). Questa distinzione non è sempre agevole.

I due segmenti relativi all'arrivo delle onde dirette, prima, e delle rifratte frontali poi, non sono sempre facilmente distinguibili. Il punto di ginocchio, il punto cioè a partire dal

quale si verifica la variazione di inclinazione, è detto distanza critica ("cross-over distance"). E', quindi, importante osservare che la scelta dei primi arrivi deve essere considerata già come parte dell'interpretazione dei dati più che della raccolta; l'operatore dovrà perciò aver cura di verificare direttamente sul sito che il rapporto segnale/rumore sia accettabile, ed eventualmente ripetere l'acquisizione.

I metodi di interpretazione per la sismica a rifrazione possono essere raggruppati in tre classi principali:

- (1) Metodi dei Tempi di intercetta (ITM - Intercept-Time Methods)
- (2) Metodi dei Tempi di ritardo o Reciproci (DTM - Delay Time Method)
- (3) Metodi di Ray tracing

Il livello di calcoli richiesto è progressivamente maggiore da metodo a metodo. I metodi ITM richiedono essenzialmente una calcolatrice. I metodi DTM variano dalla versione più semplice a quella generalizzata, e richiedono l'uso di un personal computer. I metodi basati sul Ray Tracing richiedono risorse di calcolo decisamente più elevate e non saranno presi in esame in questo contesto.

#### I metodi ITM - Time-Intercept Methods.

La dromocrona, o curva distanza-tempo, nel caso di un rilevamento sismico per rifrazione è espressa su un grafico dall'equazione di una retta.

In presenza di stratificazioni piane ed orizzontali l'inclinazione delle rette dei primi arrivi è uguale al reciproco della velocità di propagazione nel mezzo 1 ( $V_1$ ) o nella discontinuità o secondo mezzo ( $V_2$ ). Dai diagrammi di queste rette possiamo determinare lo spessore dello strato superiore.

In base alla potenza dello strato superiore, infatti, si avrà una retta con uguale inclinazione (essendo questa legata solo alle velocità) ma con un punto di ginocchio diversamente posizionato: più è potente lo strato superiore, maggiore sarà il tempo impiegato dall'onda frontale rifratta per generarsi e tornare in superficie, dunque varierà la distanza di ricezione delle onde dirette e delle rifratte frontali.

Le equazioni per gli strati piani inclinati sono utilizzate nel metodo GRM (Palmer-1980).

#### Metodi del Reciproco (Reciprocal methods)

I metodi reciproci includono più di 20 metodi di interpretazione, compresi i metodi basati sui tempi di ritardo, i quali possono o non possono richiedere la misura di un tempo reciproco.

Il tempo reciproco è il tempo di corsa lungo il rifrattore da una sorgente di energizzazione ad un'altra.

Esistono diverse versioni di questi metodi che si differenziano per alcuni fattori di correzione. In generale si ipotizza una superficie di contatto non eccessivamente inclinata ed una velocità del rifrattore costante.

#### Metodo del Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method - GRM)

Il metodo reciproco generalizzato è stato sviluppato per sormontare alcune imperfezioni dei metodi più semplici, i quali sono messi in difficoltà dalla presenza di superfici, topografiche o del sottosuolo, particolarmente accidentate.

Il metodo di Palmer utilizza due funzioni: la funzione di analisi-velocità e la funzione tempo-profondità.

#### La funzione Analisi Velocità

La particolarità del metodo è l'uso degli arrivi diretti ed inversi a due geofoni, posti ad una distanza XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto di emersione dal rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

Il valore di questa funzione è riferito al punto mediano G fra X ed Y.

Producendo i grafici dei tempi di percorso in relazione alla posizione dei geofoni è possibile derivare la velocità V2 del rifrattore, indipendentemente dall'inclinazione e dalla topografia. Ciò che influenza il calcolo è dunque la scelta dei geofoni XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto d'uscita sul rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

#### La funzione Tempo-Profondità

Il metodo GRM prevede ora la creazione di funzioni tempo-profondità per ciascun geofono. Facendo riferimento alla figura precedente la funzione generalizzata tempo-profondità è definita dall'equazione:

#### Calcolo del valore di XY ottimale

La valutazione della distanza XY ottimale può essere ottenuta utilizzando le velocità e gli spessori di strato precedentemente determinati: se sono noti gli spessori e le velocità di ciascuno strato, il valore XY per ogni strato può essere calcolato direttamente, quindi applicando un procedimento iterativo è possibile determinare tali valori automaticamente e con notevole precisione.

#### Metodo del Ray Tracing

I programmi basati su questa metodologia partono solitamente da una prima interpretazione effettuata con uno dei metodi precedentemente descritti, quindi viene calcolato il tempo di arrivo previsto ad un geofono in base ad un modello iniziale.

La complessità del calcolo aumenta in funzione del modello utilizzato. Il calcolo è eseguito in forma iterativa fino a convergenza, che nei modelli più complessi deve a volte essere forzata.

Dopo aver determinato i tempi di arrivo ai geofoni occorre correggere il modello così da far coincidere, per quanto possibile, i tempi calcolati ed i tempi osservati, quindi si procede nuovamente con il calcolo dei tempi di percorso basati sul modello corretto.

Per l'esecuzione delle indagini in oggetto è stato impiegato il seguente apparato di acquisizione:

- Sismografo a 12/24 canali - modello Echo 12/24 2002 Seismic unit;
- Computer portatile Acer Treavel Mate 220, Processore da 1.13 Ghz;
- N° 2 Cavi Geofonici da 12 Geofoni (OYO Geospace);
- Attrezzatura per l'energizzazione in superficie costituito da un esplositore a cartucce industriali cal.8 .
- Utilizzo di una massa battente da 8 Kg.

Il modello sismico a rifrazione permette la costruzione di dromocrone (tempi verso distanze) dalle quali è possibile calcolare velocità e profondità di interfacce profonde.

I tempi rifratti si riferiscono ad onde sismiche che incidono con “angolo critico” le superfici di separazione di due mezzi a velocità differenti (ad esempio  $V_2$  e  $V_1$  con  $V_2 > V_1$ ). Queste onde possono propagarsi lungo tale interfaccia e tornare in superficie fornendo informazioni sugli spessori, variazioni degli stessi, sulle velocità dei due mezzi e sulla pendenza dell'interfaccia.

Di seguito sono riportate, per ciascun profilo eseguito, le dromocrone, i fronti d'onda e le sismostratigrafie interpretate e vengono descritti i risultati delle prove eseguite.

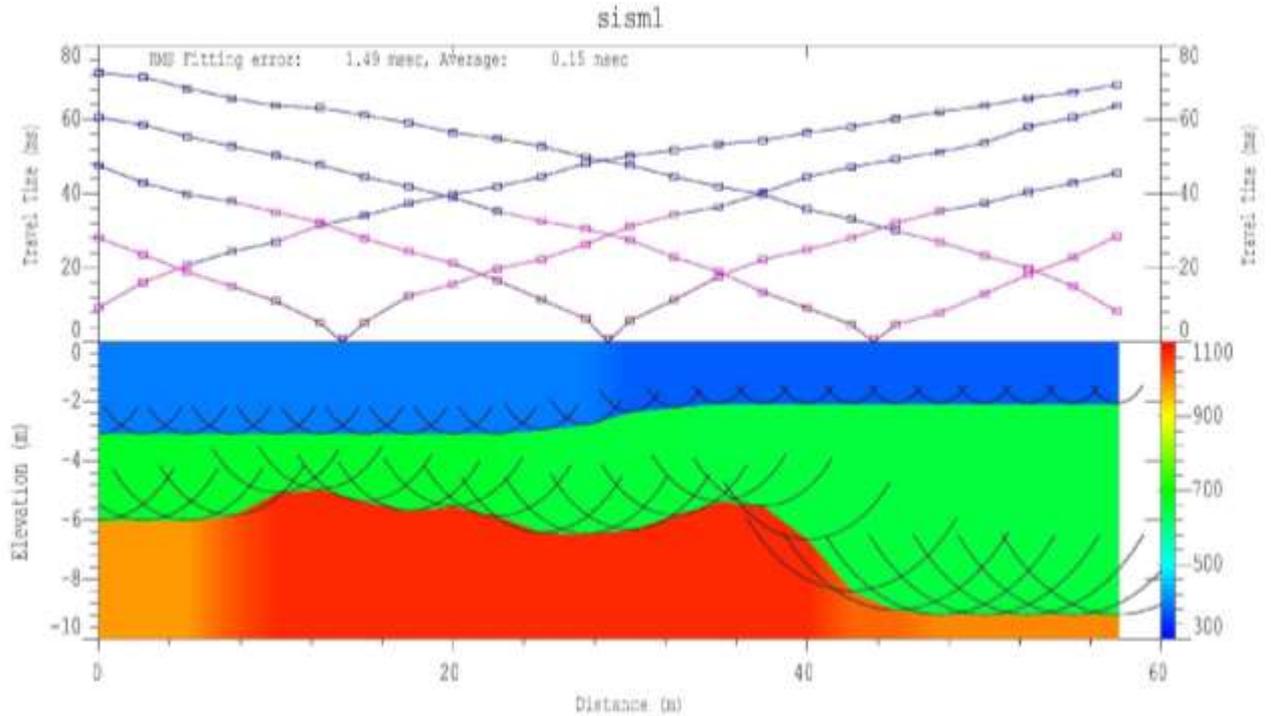
### **5.2.1 PROFILO SISMICO 1**

Nel profilo sismico 1 sono stati riconosciuti tre orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 2,00 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 382,95$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medio-basse, infatti può essere correlato ad uno strato composto da depositi di copertura alterati ed arenati.

Il secondo sismostrato, presente fino alla profondità di 9.00 metri circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 655,88$  m/s.. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medie ed è correlabile a depositi sabbiose ghiaiose.

L'ultimo sismostrato presente fino alla massima profondità d'indagine (circa 12.0 m) è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 1035.59$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi ghiaioso sabbiosi.



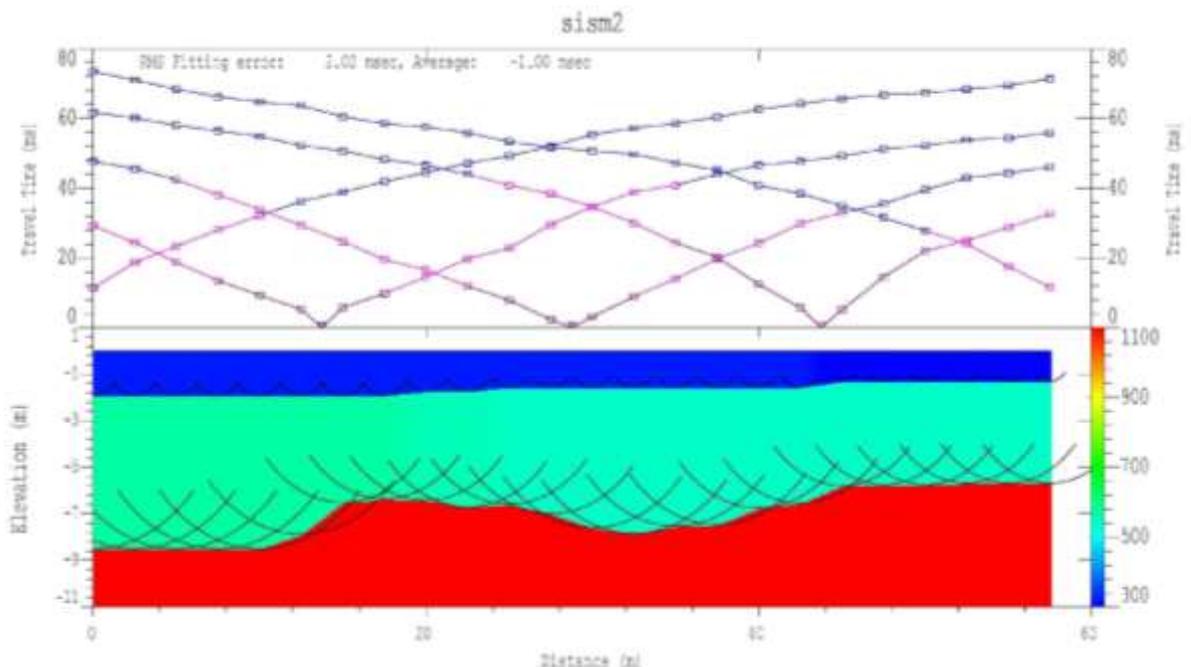
### 5.2.2 PROFILO SISMICO 2

Nel profilo sismico 2 sono stati riconosciuti tre orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 1.50 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 310.95$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medio-basse, infatti può essere correlato ad uno strato composto da depositi di copertura alterati ed arenati.

Il secondo sismostrato, presente fino alla profondità di 8.00 metri circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 552.07$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medie ed è correlabile a depositi sabbiose ghiaiose.

L'ultimo sismostrato presente fino alla massima profondità d'indagine (circa 12.0 m) è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 1245.23$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi ghiaioso sabbiosi.

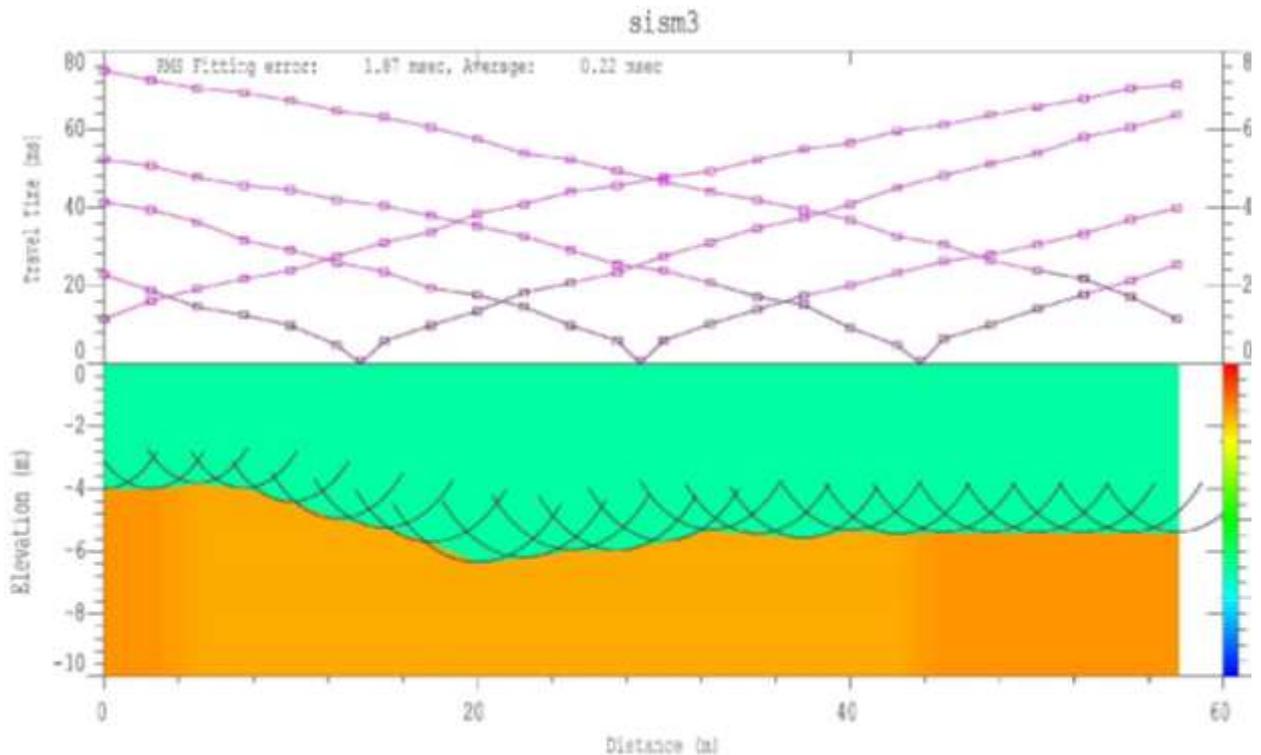


### 5.2.3 PROFILO SISMICO 3

Nel profilo sismico 3 sono stati riconosciuti due orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 4.00 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 571.00$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medie, infatti può essere correlato ad uno strato di depositi sabbiosi ghiaiosi.

L'ultimo sismostrato, presente fino alla massima profondità d'indagine raggiunta pari a 11.0 m circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 943.20$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi conglomeratico sabbiose compatti.

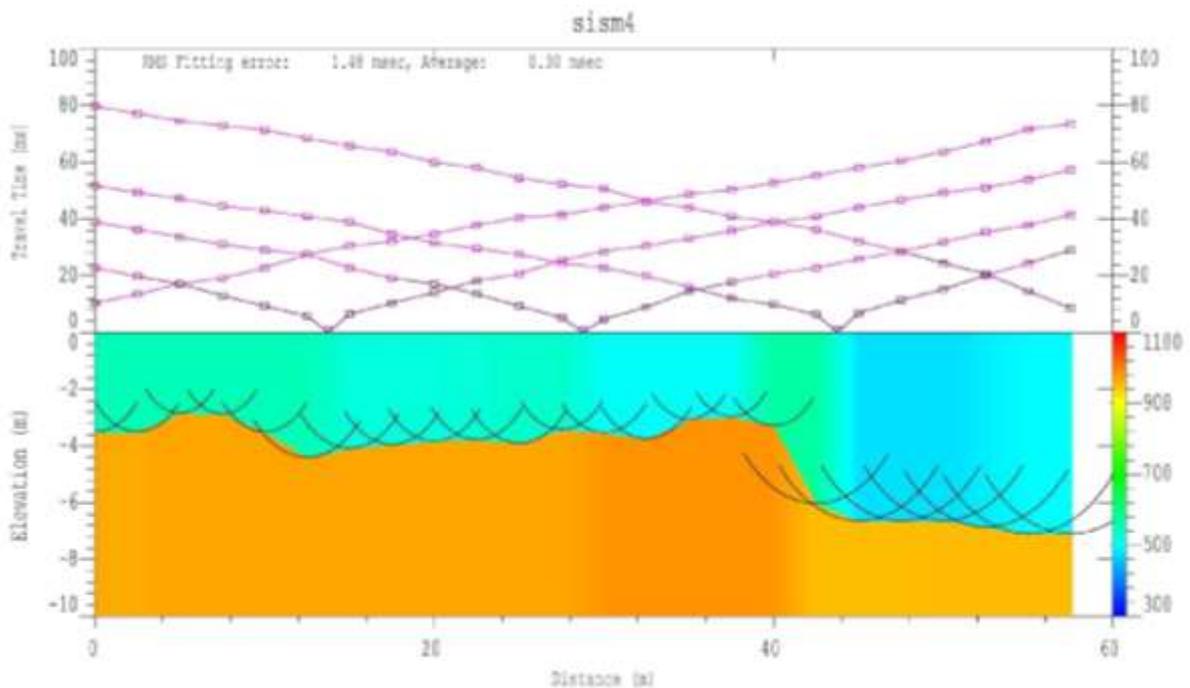


#### 5.2.4 PROFILO SISMICO 4

Nel profilo sismico 4 sono stati riconosciuti due orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 5,00 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 523.42$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medie, infatti può essere correlato ad uno strato di depositi sabbiosi ghiaiosi.

L'ultimo sismostrato, presente fino alla massima profondità d'indagine raggiunta pari a 11.0 m circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 966.25$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi conglomeratico sabbiose compatti.



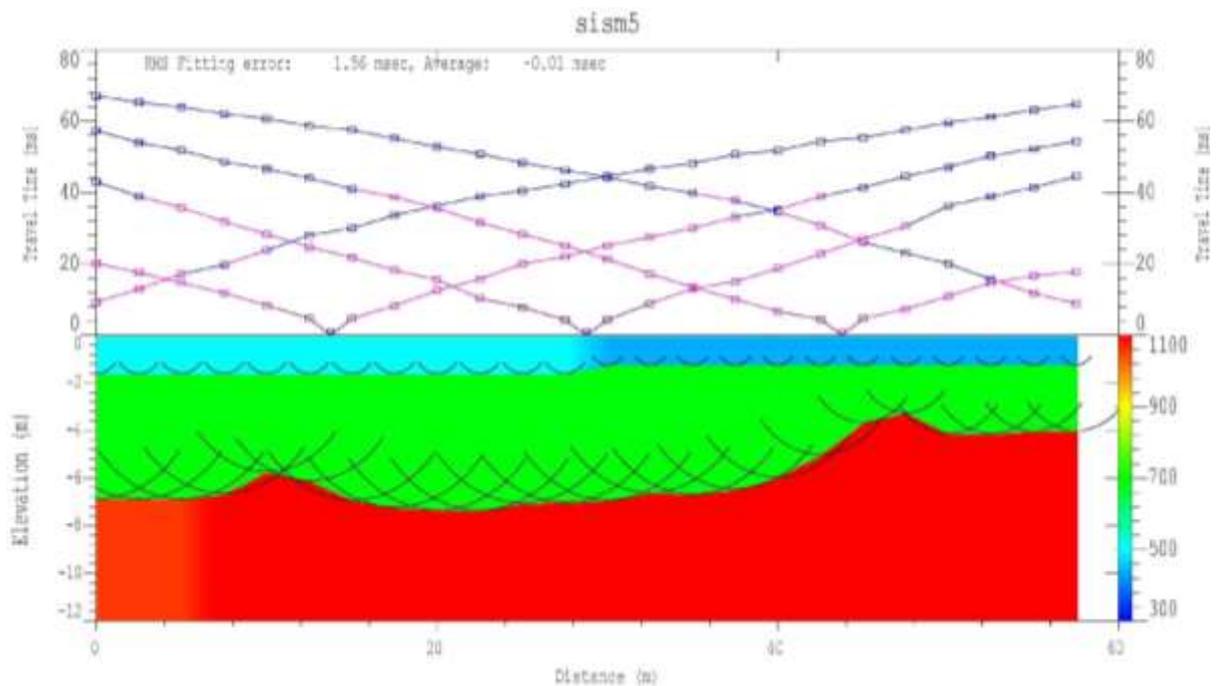
### 5.2.5 PROFILO SISMICO 5

Nel profilo sismico 5 sono stati riconosciuti tre orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 1.70 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 467.70$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medio-basse, infatti può essere correlato ad uno strato composto da depositi di copertura alterati ed arenati di natura ghiaiosa sabbiosa.

Il secondo sismostrato, presente fino alla profondità di 6.00 metri circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 693.00$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medie ed è correlabile a depositi sabbiose ghiaiose.

L'ultimo sismostrato presente fino alla massima profondità d'indagine (circa 12.0 m) è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 1104.90$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi ghiaioso sabbiosi.

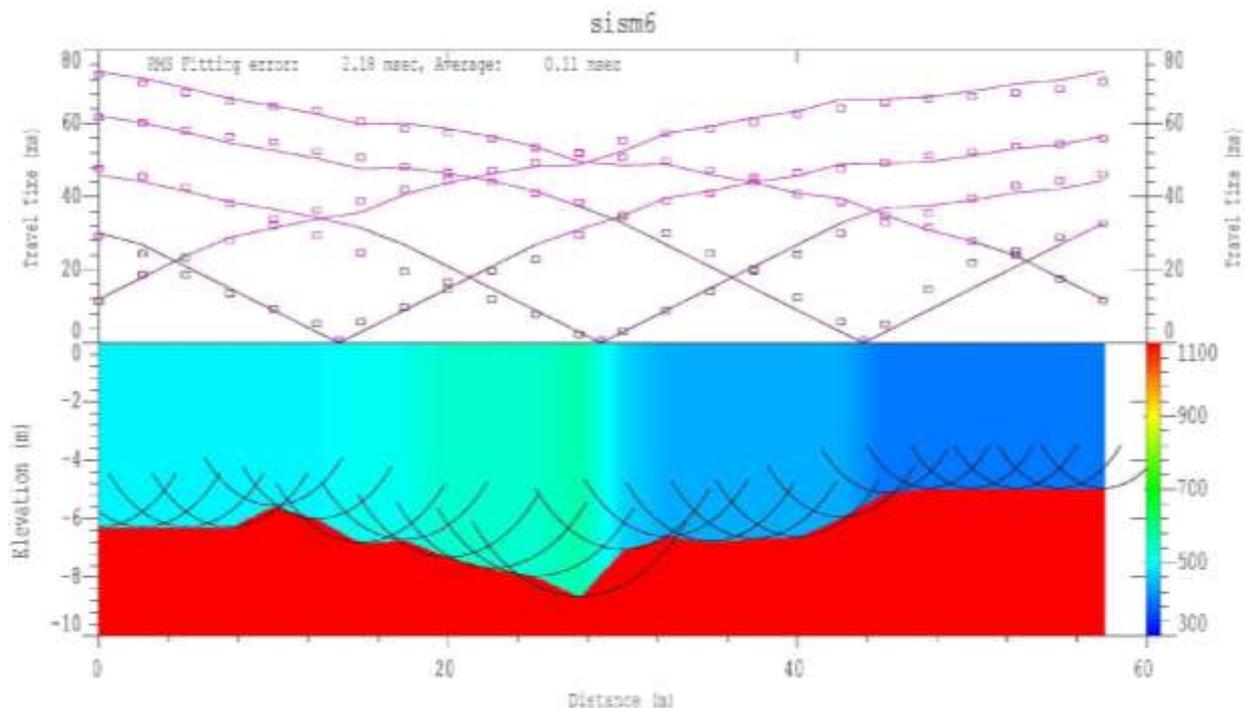


### 5.2.6 PROFILO SISMICO 6

Nel profilo sismico 6 sono stati riconosciuti due orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 6.00 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 463.10$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medie, infatti può essere correlato ad uno strato di depositi sabbiosi ghiaiosi.

L'ultimo sismostrato, presente fino alla massima profondità d'indagine raggiunta pari a 11.0 m circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 1198.94$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi conglomeratico sabbiose compatti.

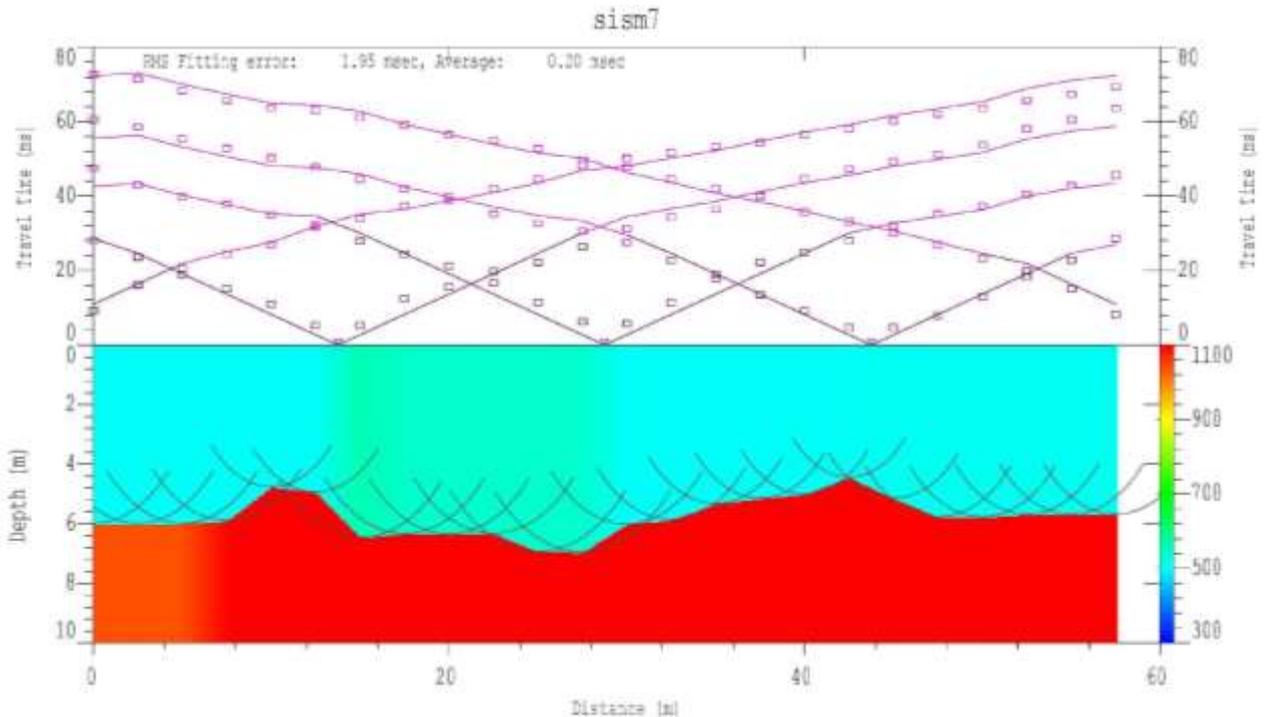


### 5.2.7 PROFILO SISMICO 7

Nel profilo sismico 7 sono stati riconosciuti due orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 6.50 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 515.40$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medie, infatti può essere correlato ad uno strato di depositi sabbiosi ghiaiosi.

L'ultimo sismostrato, presente fino alla massima profondità d'indagine raggiunta pari a 11.0 m circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 1106.20$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi conglomeratico sabbiose compatti.



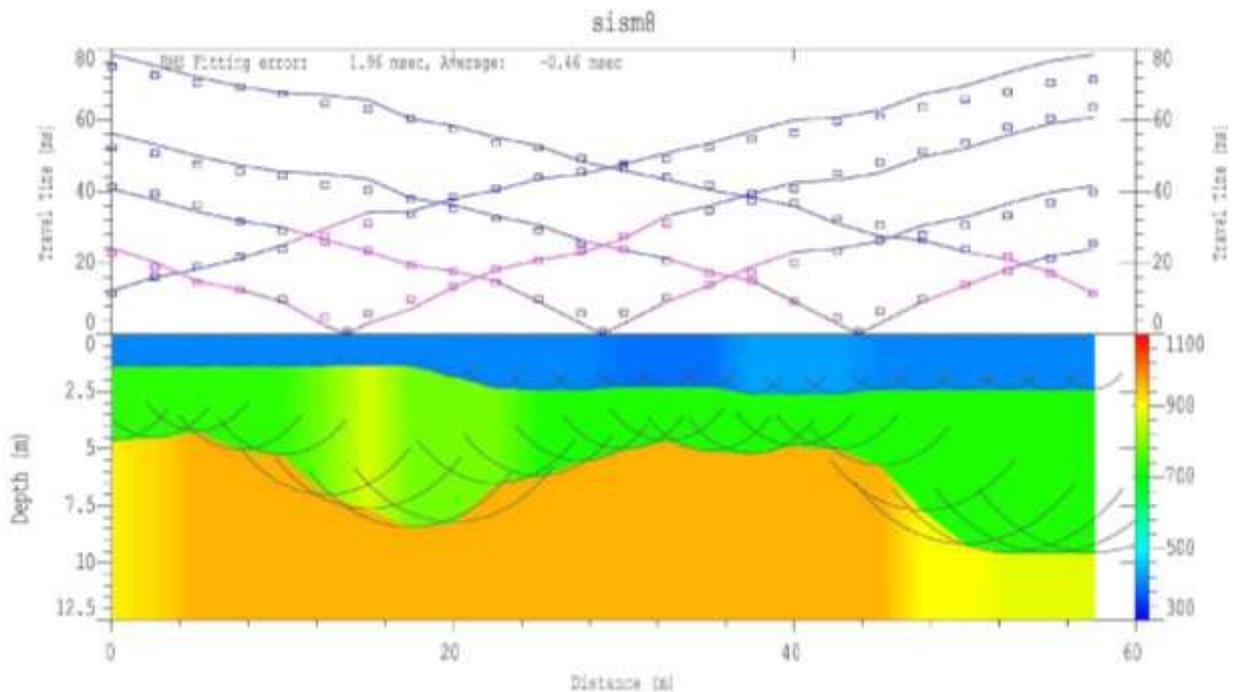
### 5.2.8 PROFILO SISMICO 8

Nel profilo sismico 8 sono stati riconosciuti tre orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

In particolare è stato individuato un orizzonte superficiale di spessore variabile tra 0,00 – 2,00 metri circa in cui le velocità delle onde sismiche di compressione hanno un valore medio  $V_{pm} = 405.40$  m/s. Tale sismostrato è caratterizzato da proprietà elasto-meccaniche medio-basse, infatti può essere correlato ad uno strato composto da depositi di copertura alterati ed arenati.

Il secondo sismostrato, presente fino alla profondità di 7.50 metri circa, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 724.59$  m/s.. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medie ed è correlabile a depositi sabbiose ghiaiose.

L'ultimo sismostrato presente fino alla massima profondità d'indagine (circa 12.0 m) è caratterizzato da velocità delle onde sismiche longitudinali  $V_{pm} = 941.65$  m/s. Esso presenta proprietà elasto-meccaniche medio-alte ed è correlabile a depositi ghiaioso sabbiosi.



### 5.3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE CONDOTTA CON TECNICA MASW

Tenendo conto delle caratteristiche geolitologiche dell'area indagata, l'indagine geognostica mediante sismica MASW, utilizzando i parametri su indicati, si rileva particolarmente utile poiché consente di indagare in dettaglio i primi 30 metri dal piano campagna e fornisce utili informazioni sullo spessore e sulla consistenza dei litotipi presenti.

La correlazione con le altre indagini, eseguite nell'ambito della stessa campagna, consente inoltre di definire i rapporti di giacitura, ed i caratteri geotecnica di massima, degli stessi.

Tale indagine si è resa necessaria in ottemperanza all'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 e del D.M. 14 Gennaio 2008, che attribuisce alle diverse località del Territorio Nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo e propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque (A – B – C – D – E) categorie di suolo (più altre due speciali: S1 e S2), sulla base della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno ( $V_{s30}$ ).

Per tale ragione nel presente lavoro è stato applicato il metodo di prospezione sismica del tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) che attraverso lo studio delle Onde Superficiali registrate in campagna, permette di determinare la  $V_s$  nei primi 30 metri di profondità.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle Onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase ri-

spetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

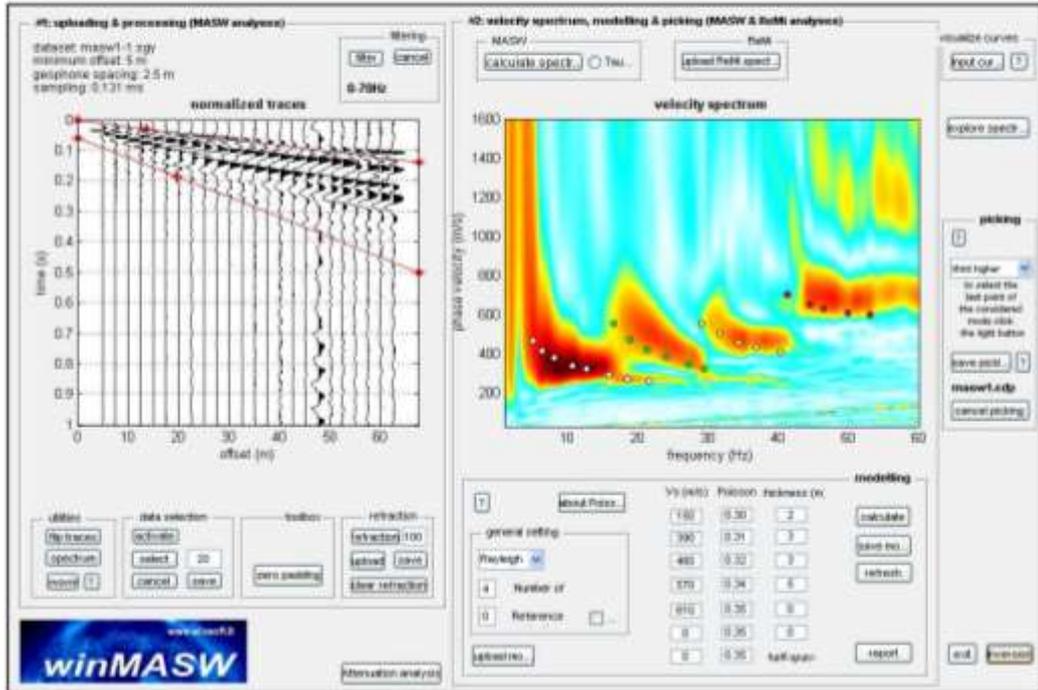
Pel l'esecuzione delle indagini in oggetto è stato impiegato il seguente apparato di acquisizione:

- Sismografo a 24 canali - modello Echo 12/24 2002 Seismic unit;
- Computer portatile Acer Treavel Mate 220, Processore da 1.13 Ghz;
- N.2 Cavi Geofonici a 12 Takes-out con spaziatura 5 m;
- N.24 Geofoni verticali a 4,5 hz (OYO Geospace);
- Distanza intergeofonica 2,5 m;
- Utilizzo di una massa battente da 8 Kg.

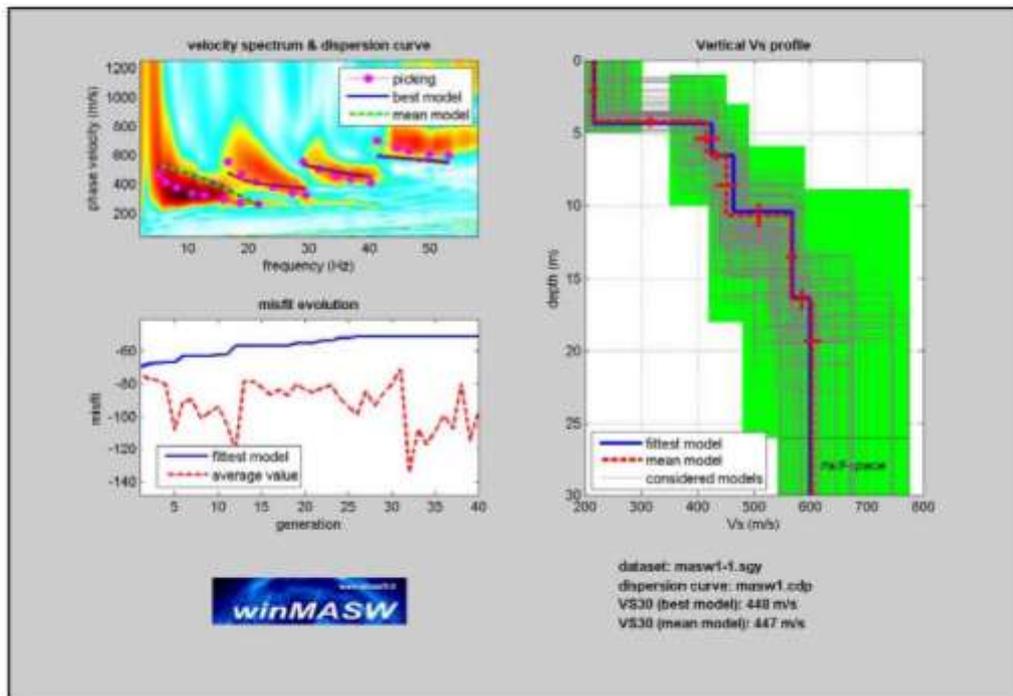
Di seguito si riportano, per ciascun stendimento eseguito, la sismo stratigrafia, lo spettro di velocità. Il profilo in Onde S e la stratigrafia con indicazione dei parametri sismici strato per strato, inoltre, si riporta la classificazione sismica in relazione al valore del Vs30 ricavato.

### 5.3.1 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 1

#### SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



#### PICCHING E PROFILO ONDE S

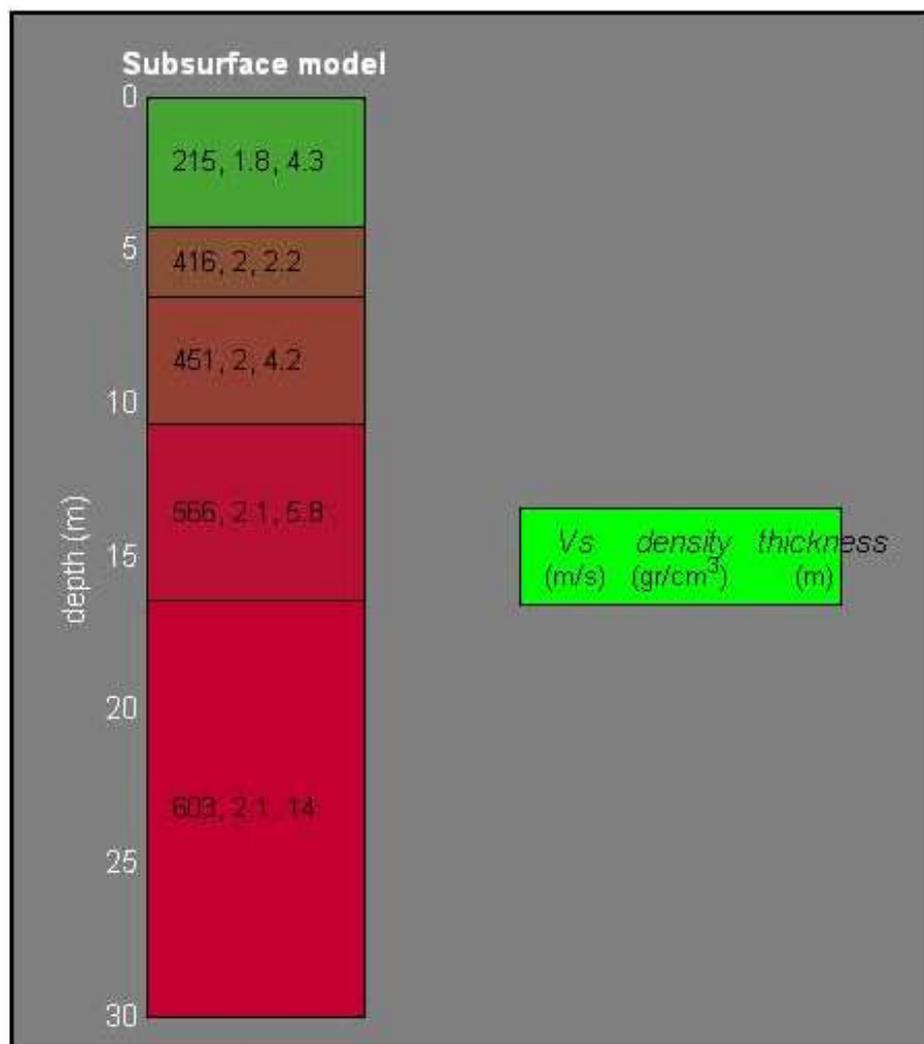


<b>Mean model</b>
Vs (m/s): 215, 416, 451, 566, 603
Standard deviations (m/s): 7, 21, 19, 10, 15
Thickness (m): 4.3, 2.2, 4.2, 5.8
Standard deviations (m/s): 0.3, 0.3, 0.8, 0.7

**VS30 (m/s): 447**

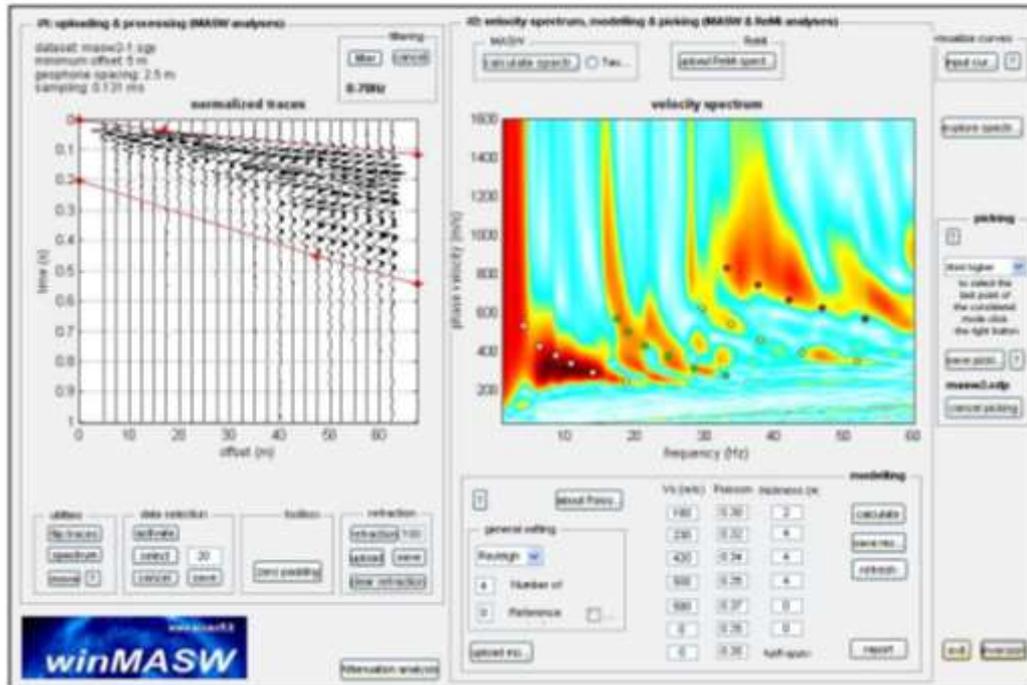
B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

**STRATIGRAFIA**

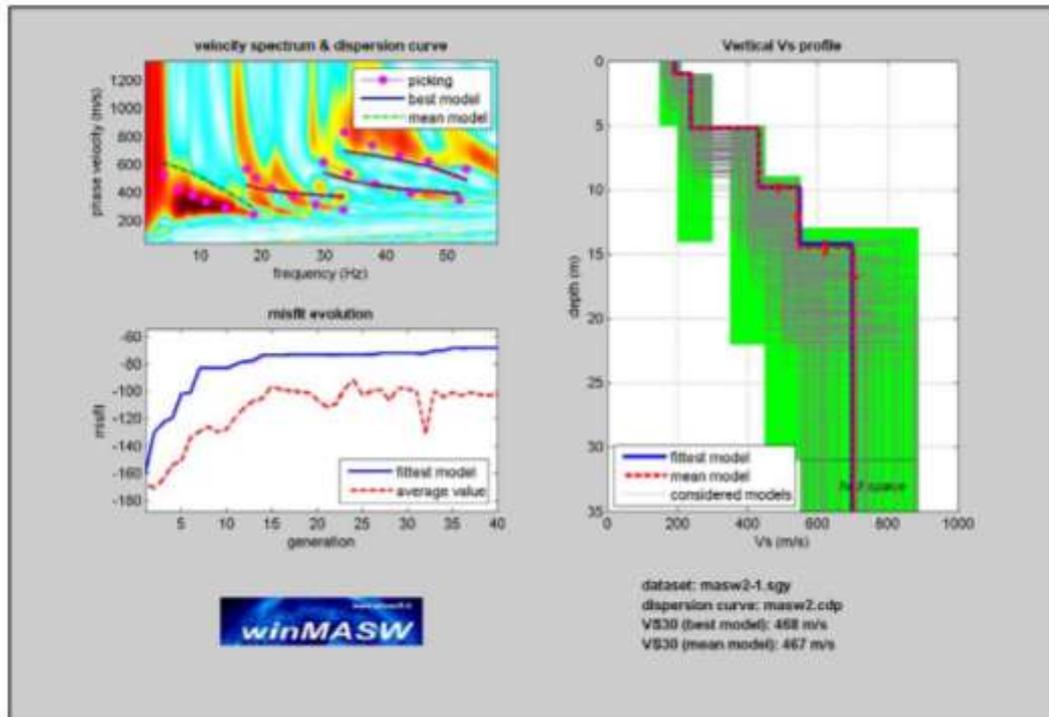


5.3.2 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 2

SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



PICCHING E PROFILO ONDE S

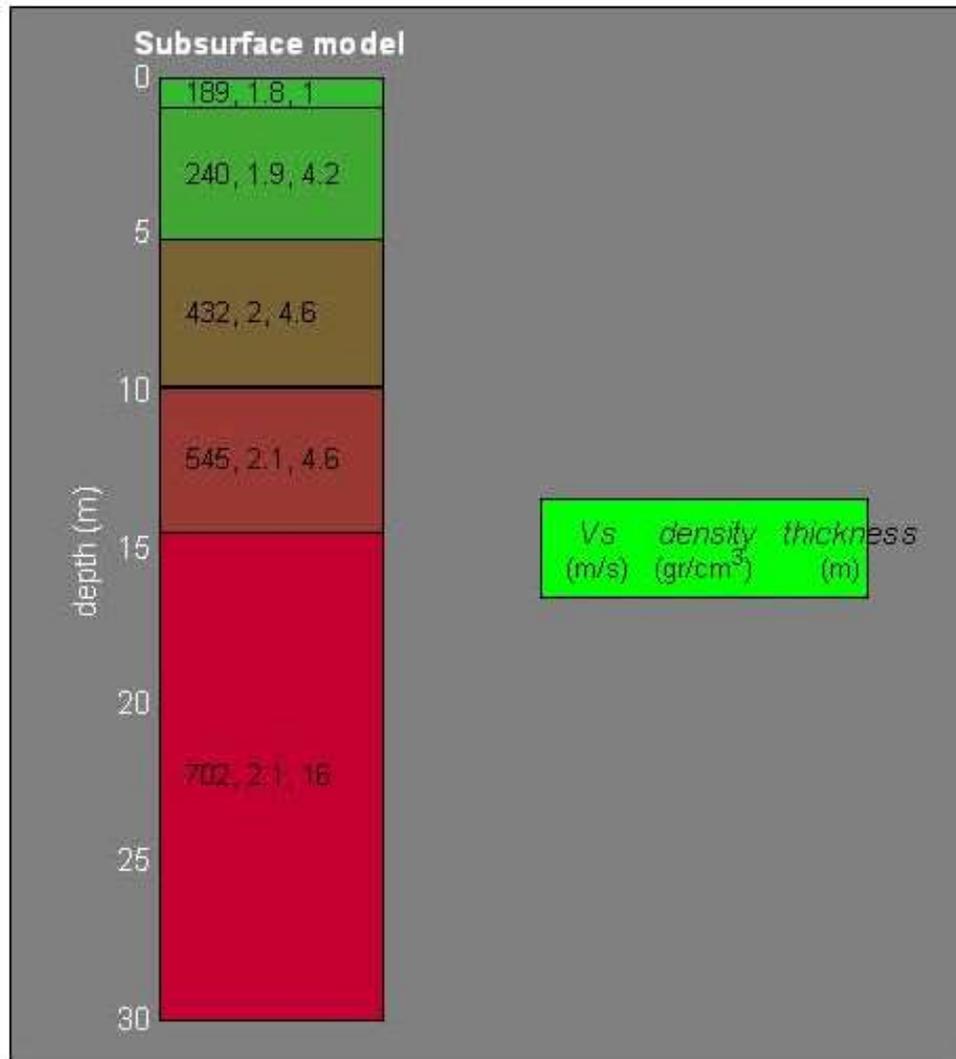


<b>Mean model</b>
Vs (m/s): 189, 240, 432, 545, 702
Standard deviations (m/s): 6, 5, 3, 10, 13
Thickness (m): 1.0, 4.2, 4.6, 4.6
Standard deviations (m/s): 0.0, 0.1, 0.4, 0.6

**VS30 (m/s): 467**

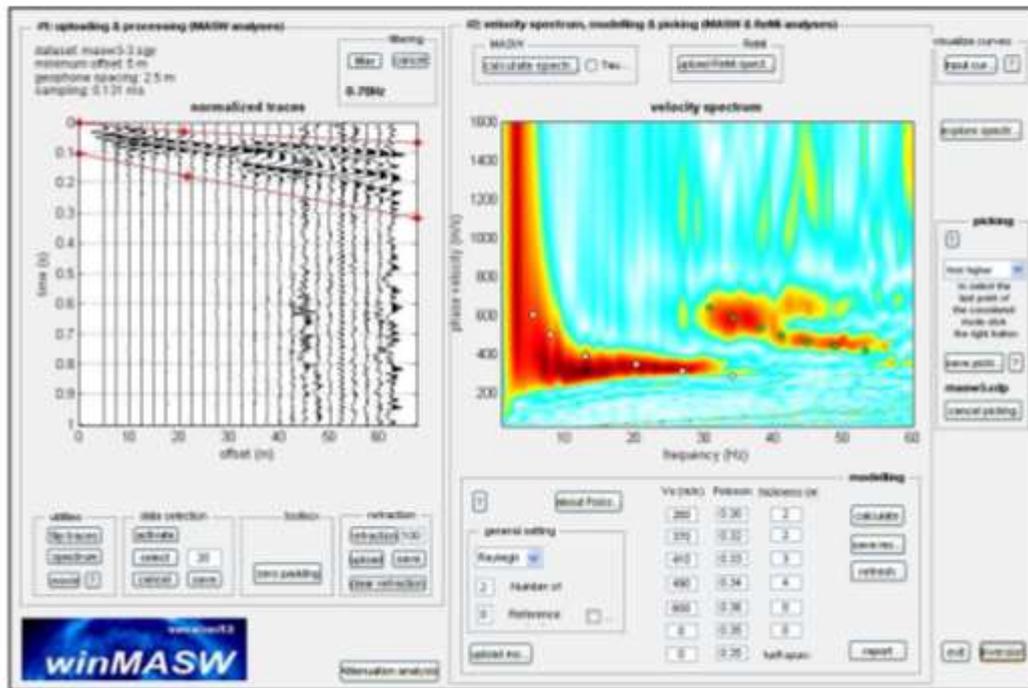
B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

**STRATIGRAFIA**

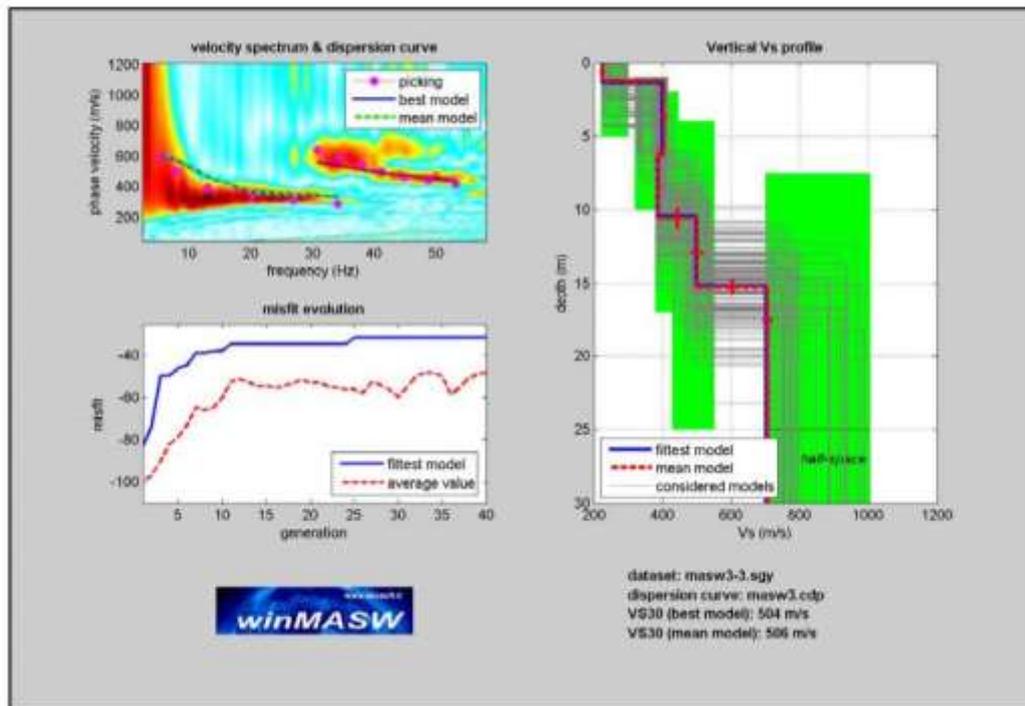


5.3.3 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 3

SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



PICCHING E PROFILO ONDE S

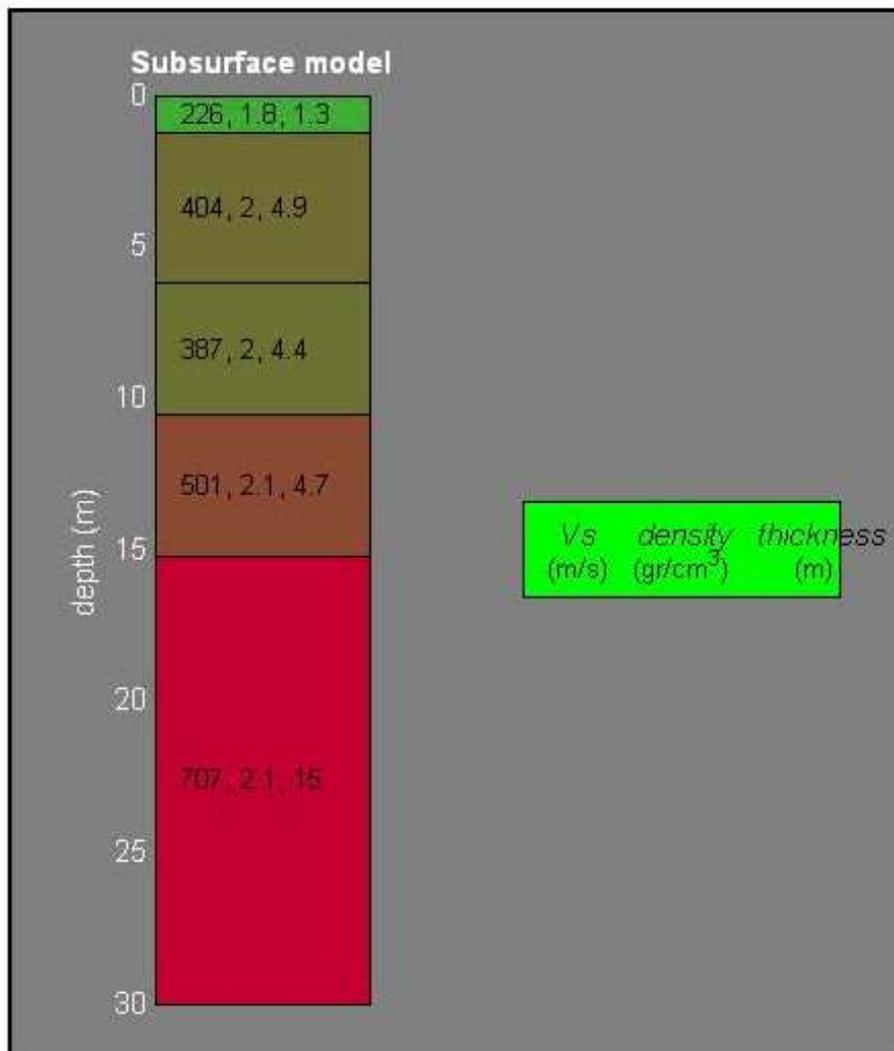


<b>Mean model</b>
Vs (m/s): 226, 404, 387, 501, 707
Standard deviations (m/s): 8, 7, 7, 17, 15
Thickness (m): 1.3, 4.9, 4.4, 4.7
Standard deviations (m/s): 0.2, 0.2, 0.7, 0.5

**VS30 (m/s): 506**

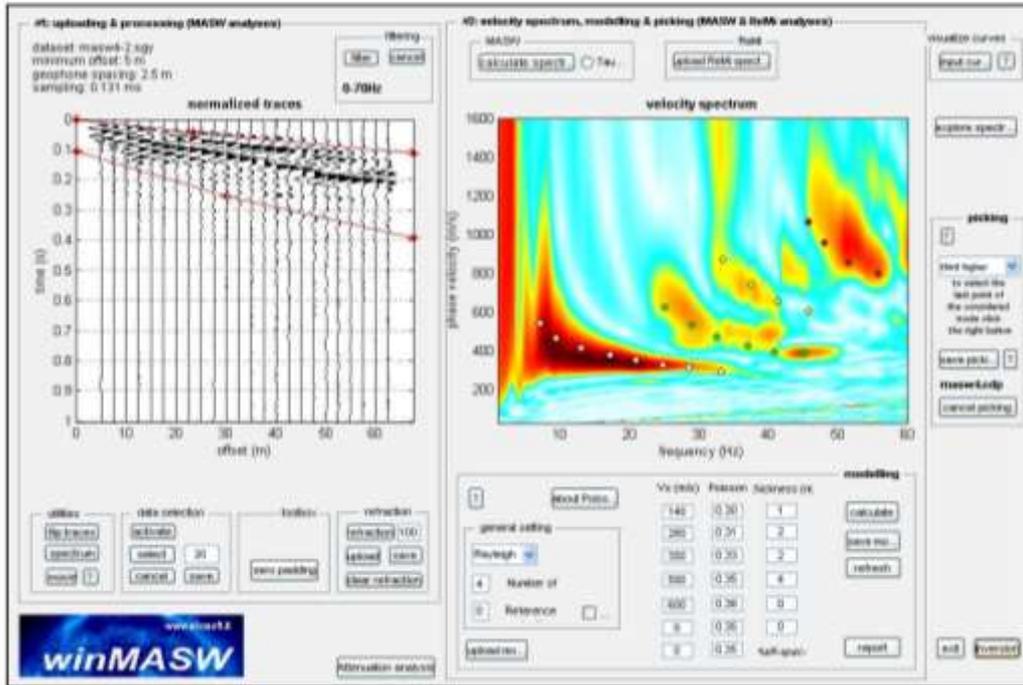
B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

**STRATIGRAFIA**

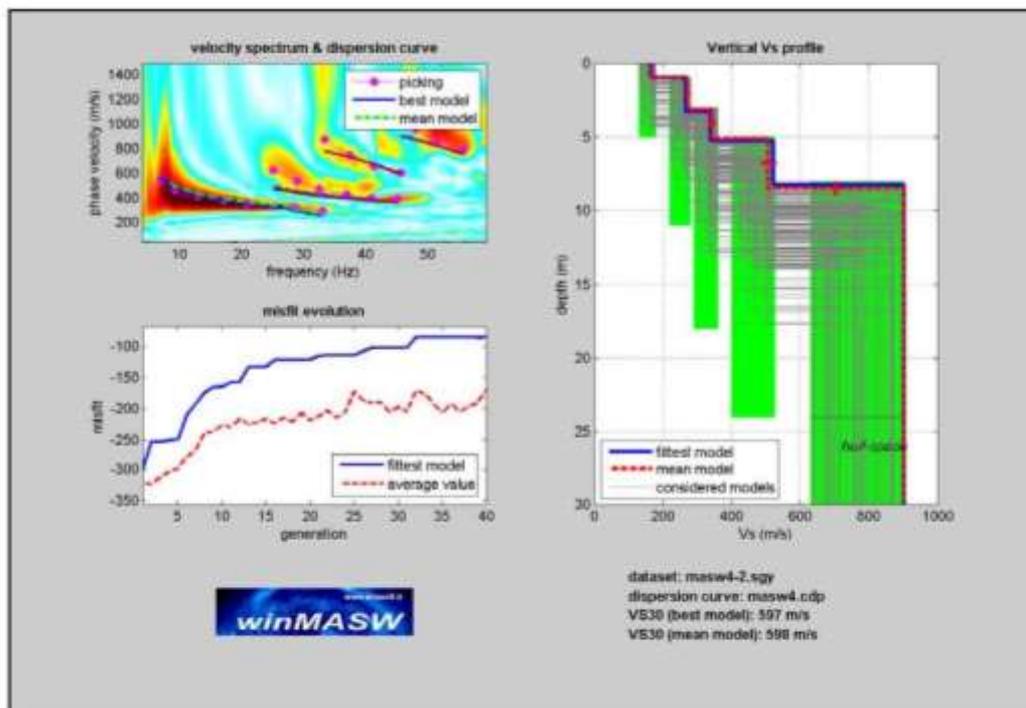


5.3.4 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 4

SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



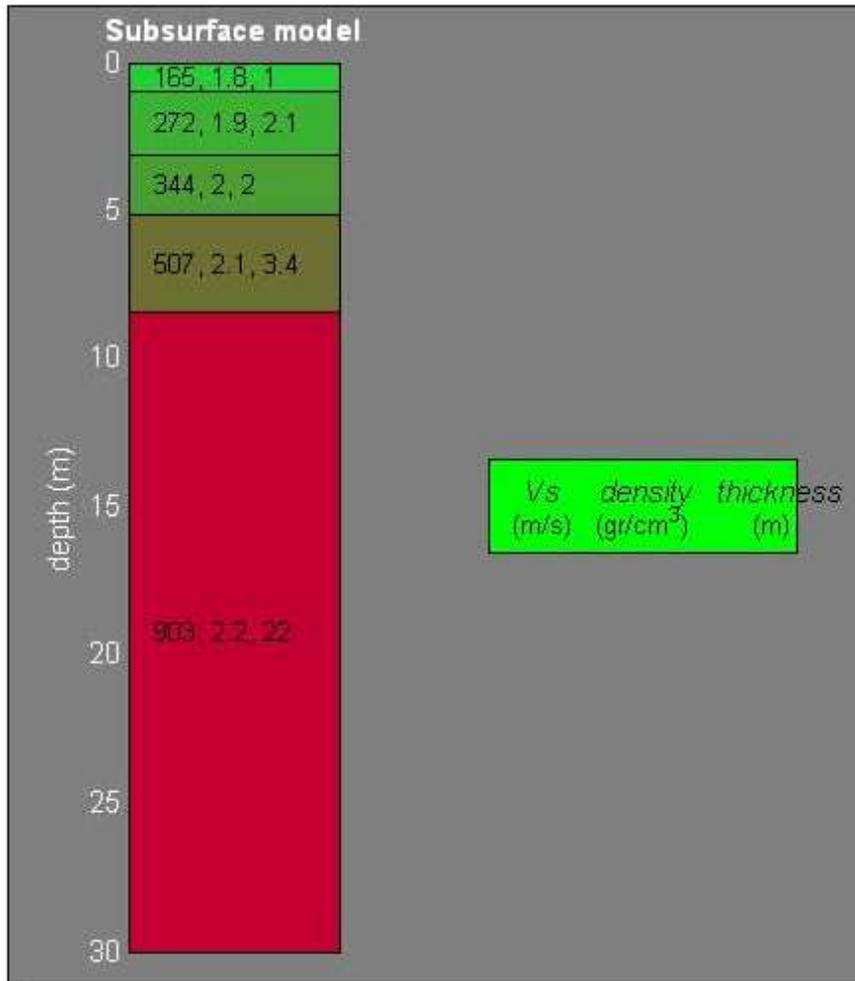
PICCHING E PROFILO ONDE S



<b>Mean model</b>
Vs (m/s): 165, 272, 344, 507, 903
Standard deviations (m/s): 2, 7, 9, 22, 0
Thickness (m): 1.0, 2.1, 2.0, 3.4
Standard deviations (m/s): 0.0, 0.1, 0.0, 0.4

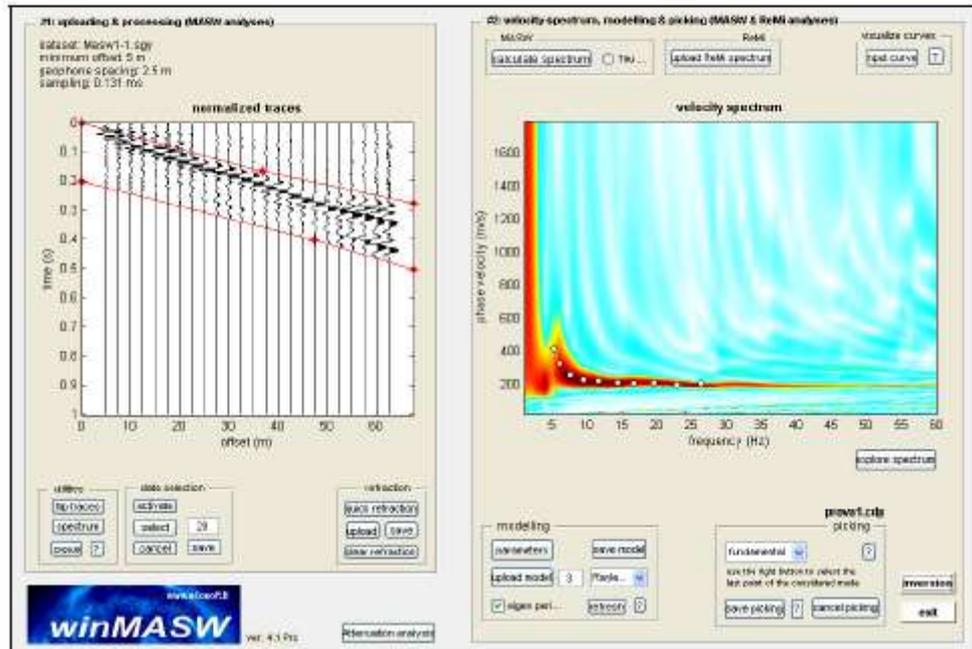
**VS30 (m/s): 598**

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

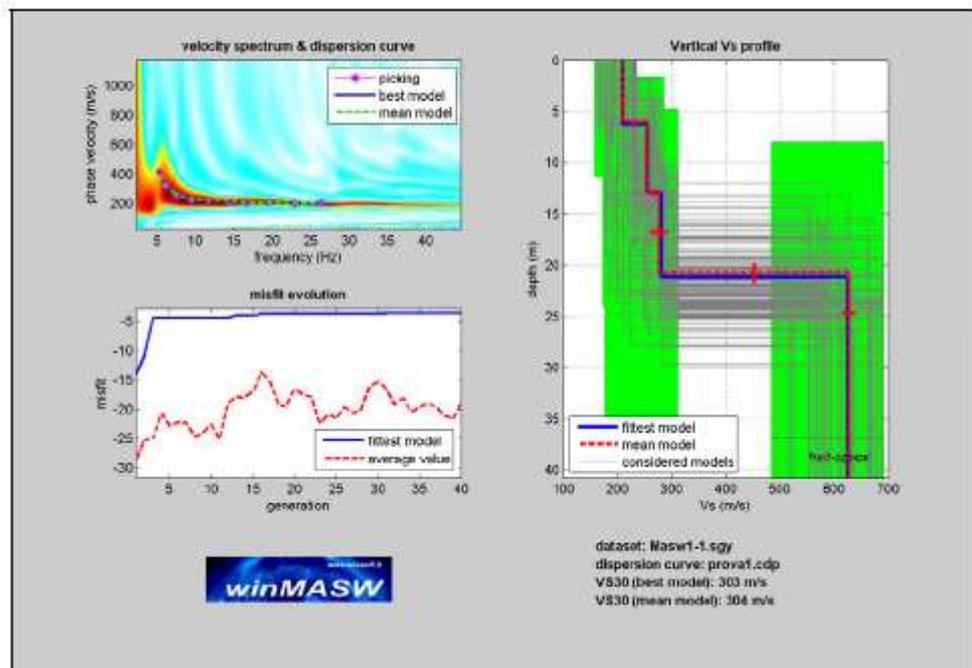


### 5.3.5 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 5

#### SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



#### PICKING E PROFILO ONDE S

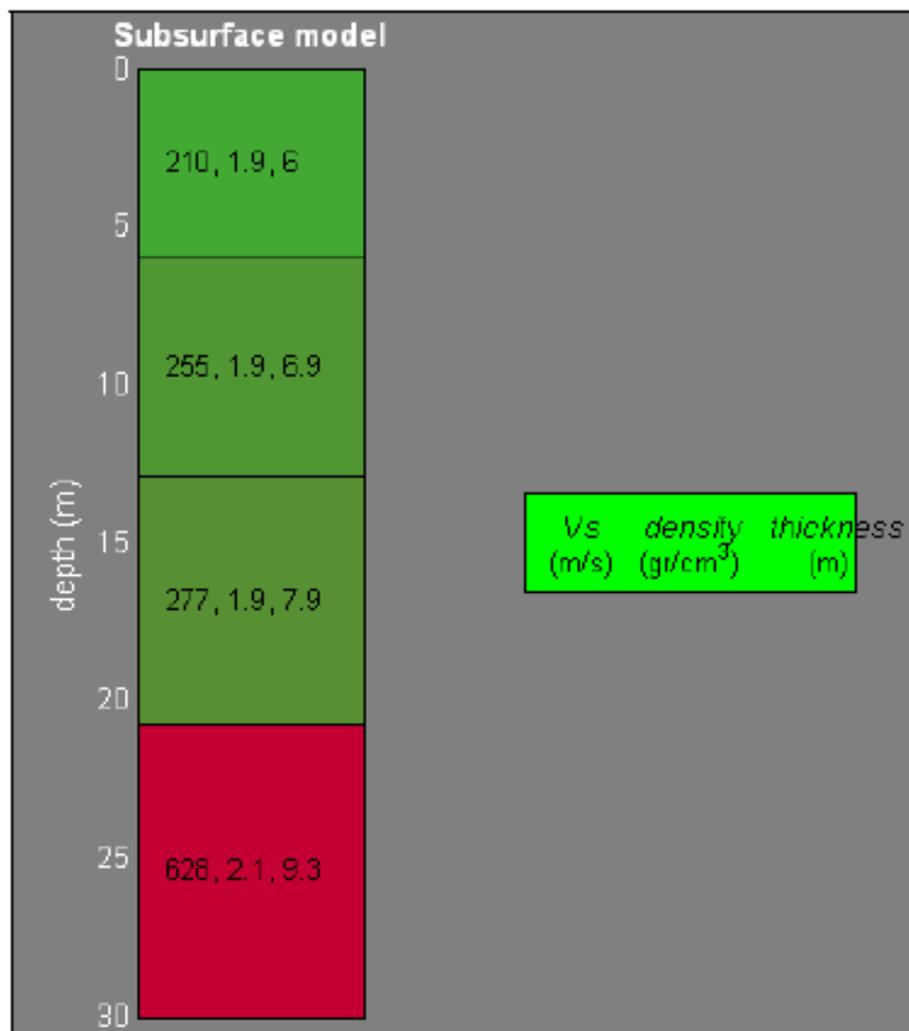


<b>Mean model</b>
Vs (m/s): 159, 269, 245, 945
Standard deviations (m/s): 1, 6, 10, 22, 0
Thickness (m): 2.0, 2.9, 2.9, 3.
Standard deviations (m/s): 0.0, 0.1, 0.0, 0.4

*VS30 (m/s): 568*

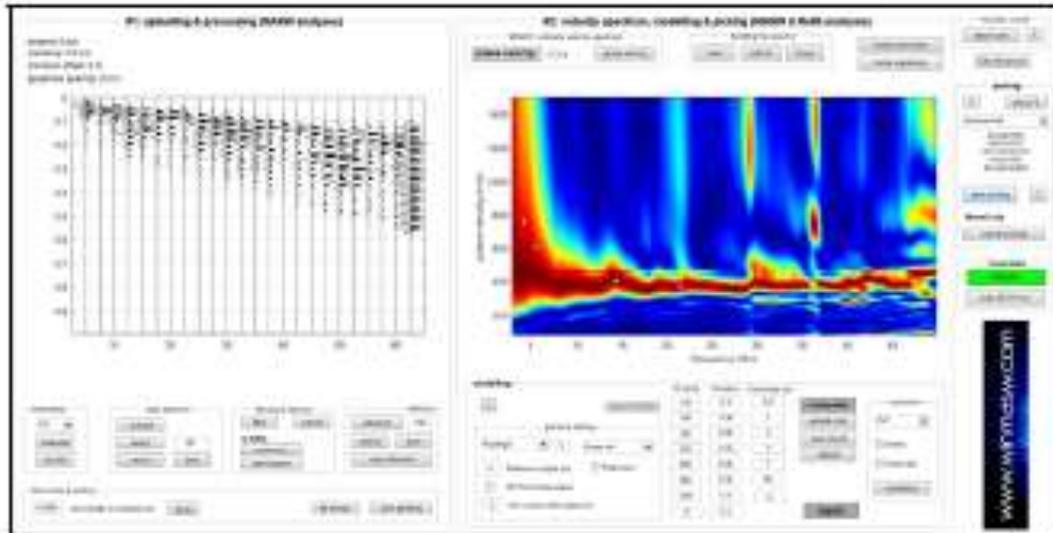
B - Rocce Tenere e depositi terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 >50 nei terreni a grana grossa e cu30 >250 kPa nei terreni a grana fina).

**STRATIGRAFIA**

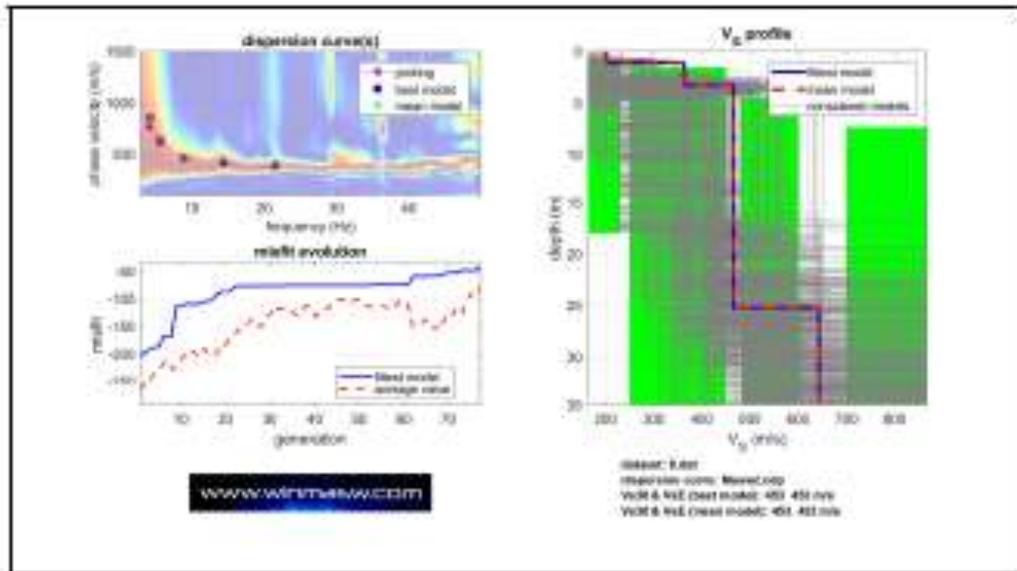


5.3.6 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 6

SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



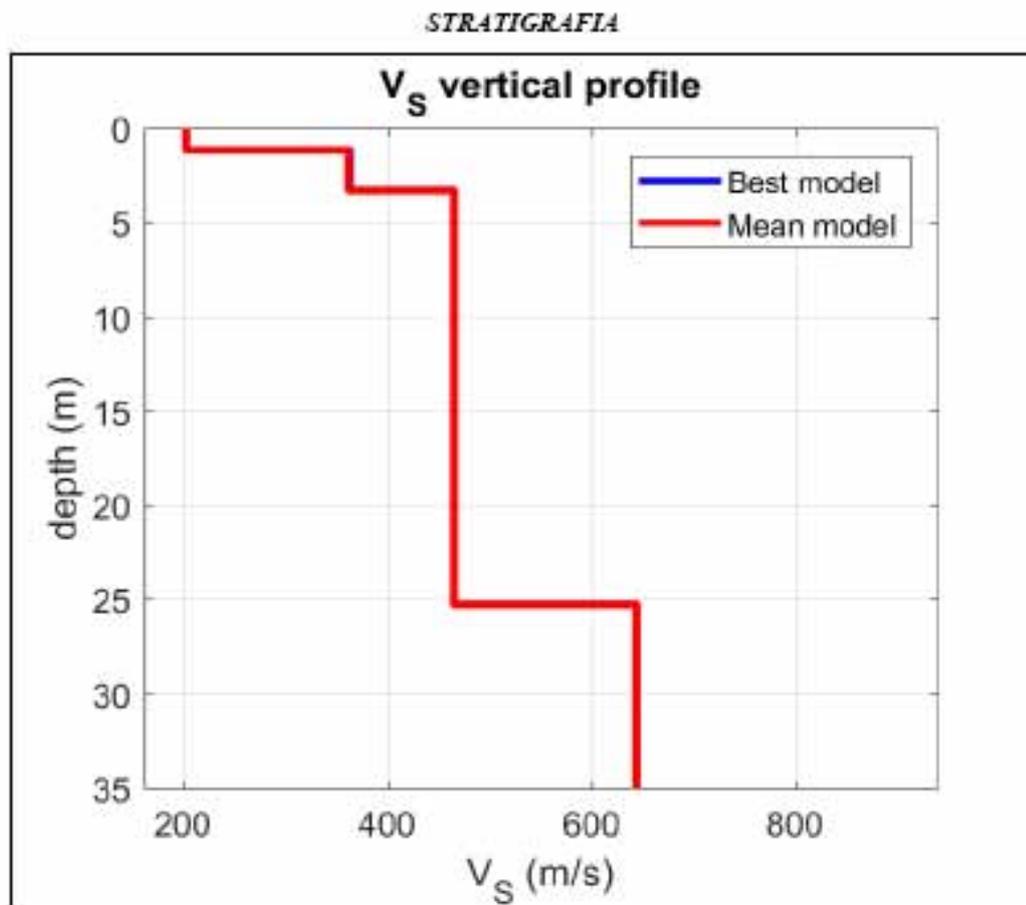
FICHING E PROFILO ONDE S



Subsurface Model
Vs (m/s): 203, 363, 465, 644
Standard deviations (m/s): 5, 9, 3, 1
Thickness (m): 1.1, 2.1, 22.0
Standard deviations (m/s): 0.0, 0.0, 0.1

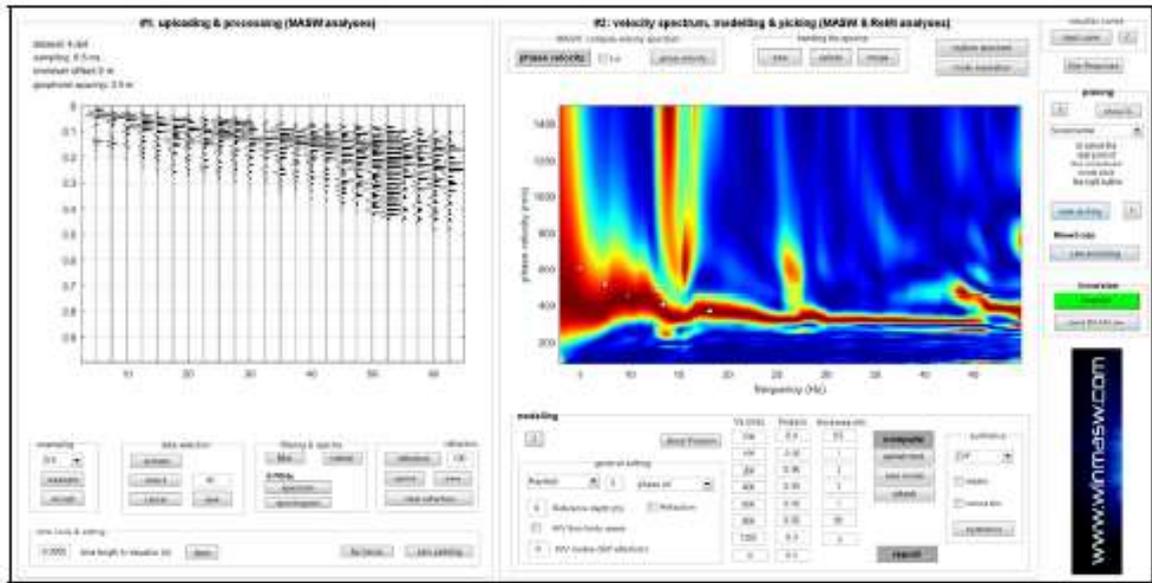
VS30 (m/s): 453,00

B - Rocce Tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 >50 nei terreni a grana grossa e cu30 >250 kPa nei terreni a grana fina).

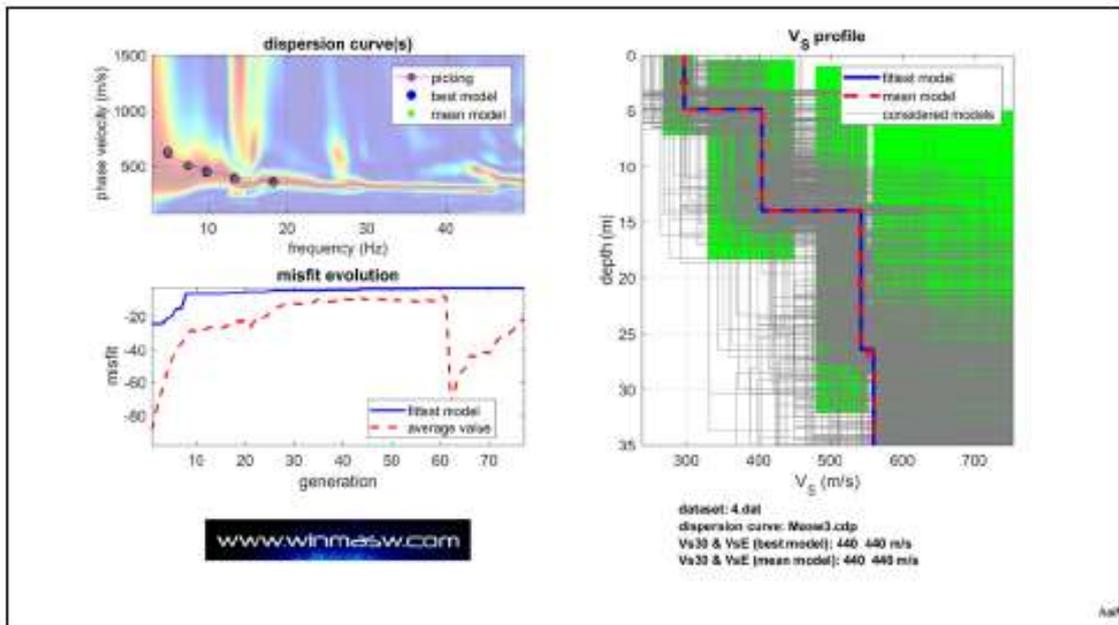


5.3.7 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 7

SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



PICKING E PROFILO ONDE S

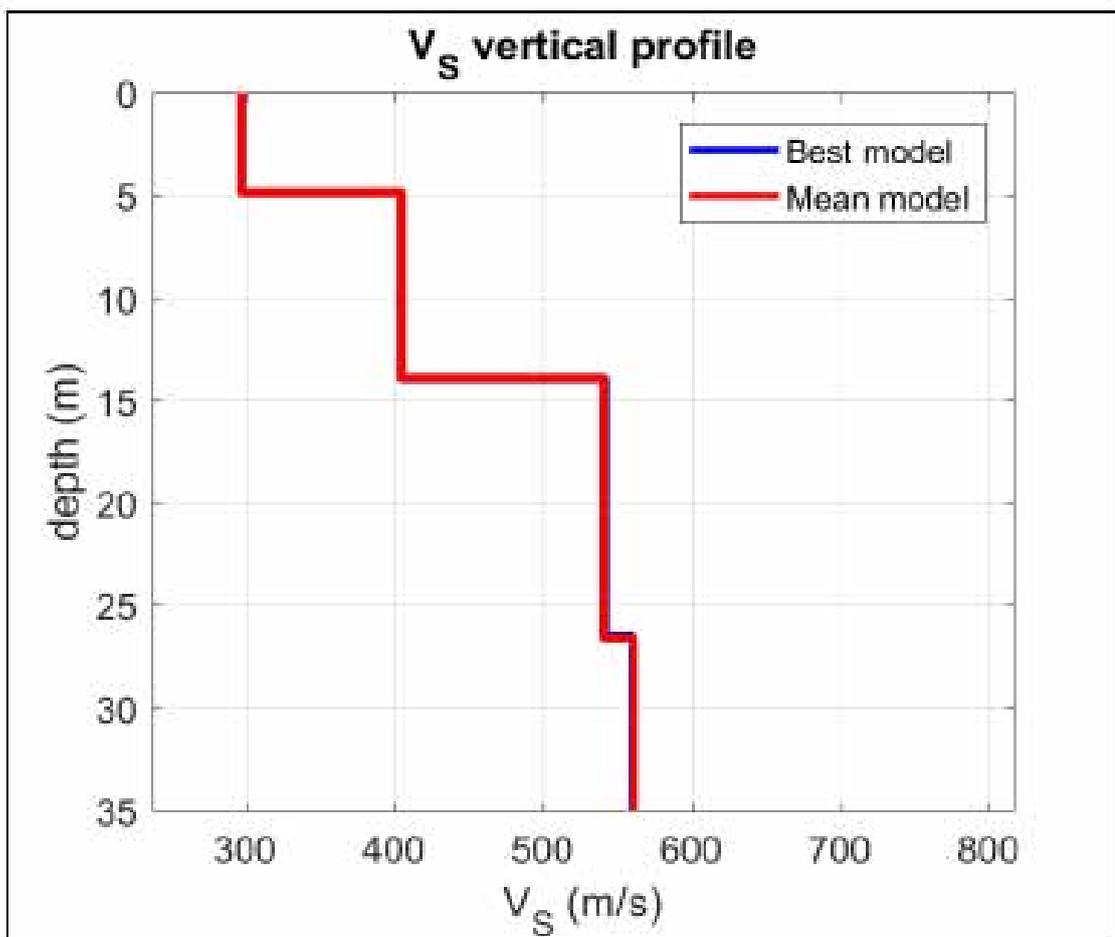


<b>Subsurface Model</b>
Vs (m/s): 297, 405, 542, 560
Standard deviations (m/s): 7, 3, 4, 2
Thickness (m): 4.9, 9.1, 12.5
Standard deviations (m/s): 0.0, 0.1, 0.5

VS30 (m/s): 440,00

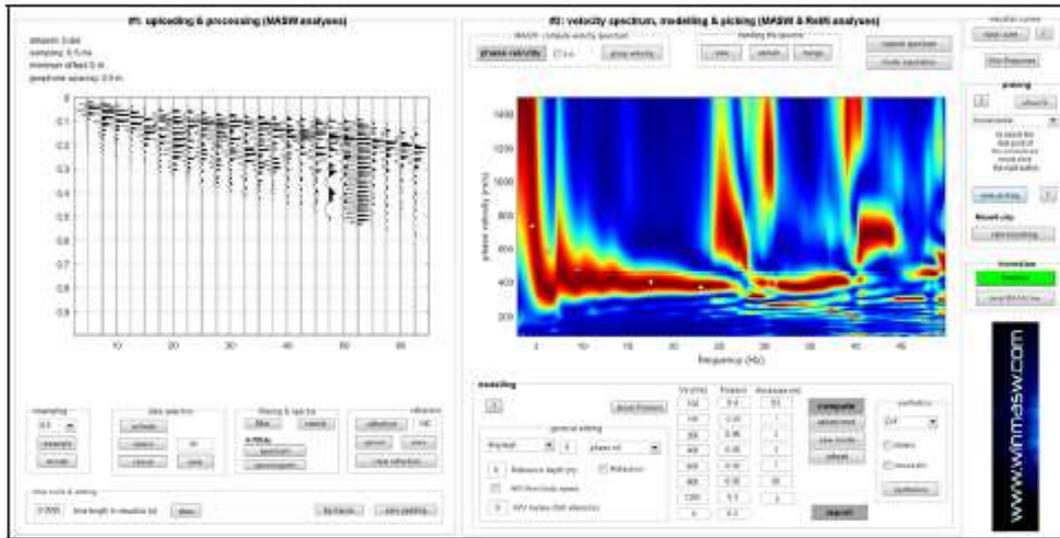
B - Rocce Tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 >50 nei terreni a grana grossa e cu30 >250 kPa nei terreni a grana fina).

**STRATIGRAFIA**

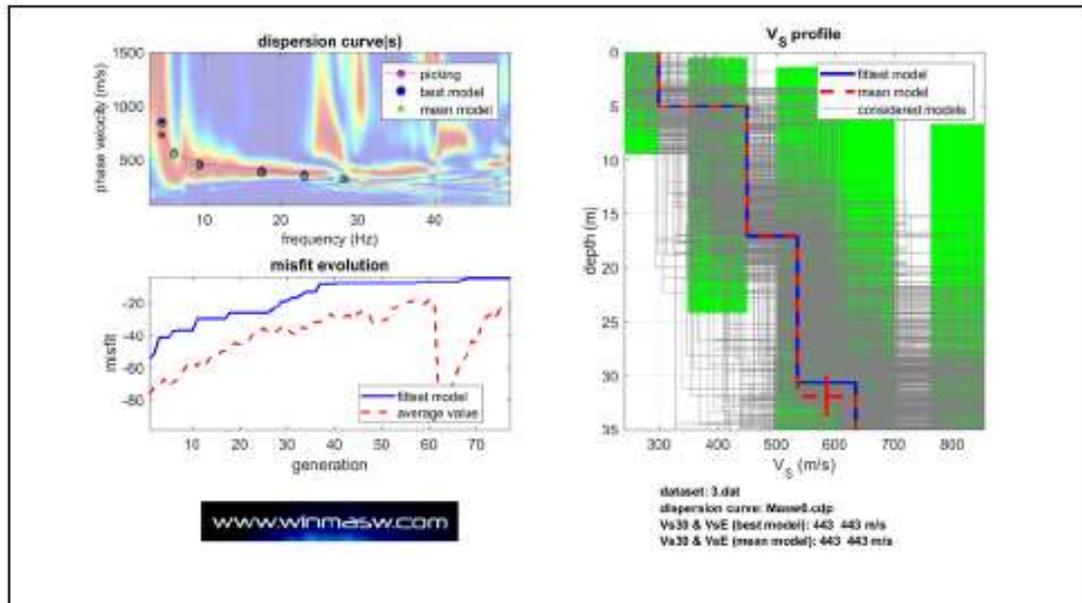


5.3.8 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 8

SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA'



PICCHING E PROFILO ONDE S

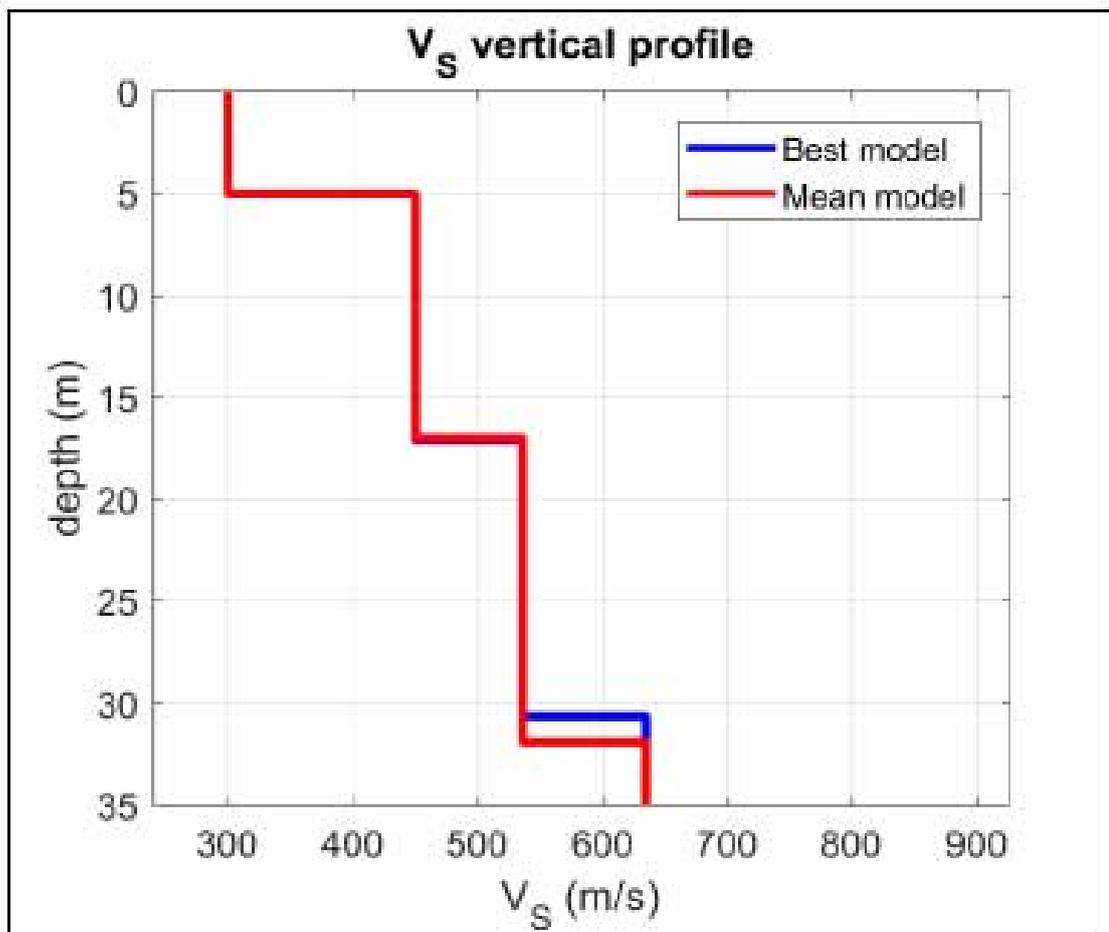


<b>Subsurface Model</b>
Vs (m/s): 300, 450, 536, 635
Standard deviations (m/s): 0, 0, 0, 0
Thickness (m): 5.0, 12.1, 13.6
Standard deviations (m/s): 0.0, 0.2, 1.9

VS30 (m/s): 443,00

B - Rocce Tenere e depositi terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 >50 nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

STRATIGRAFIA



La velocità delle onde S registrata nei n. 8 profili sismici condotti con tecnica MASW, mostrano una variabilità della risposta sismica del terreno individuando spesso 3/4 strati con caratteristiche elasto-meccaniche differenti. Comunque in tutti gli stendimenti eseguiti il valore del  $V_{S30}$  è compreso tra 360 m/s e 800 m/s facendo ricadere in terreno investigato nella **categoria B** *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità”*.

## 6. Considerazioni sui terreni di fondazione

I terreni affioranti nelle zone interessate dagli aerogeneratori, in relazione ai dati rilevanti dal presente studio e dalle indagini geognostiche eseguite, possono essere classificati come terreni granulari di natura ghiaiosa e sabbiosa sovrastanti i terreni argillosi-limosi delle Argille subappennine.

Tutte le macchine eoliche saranno ubicate sui terreni appartenenti ai depositi Marini Terrazzati, le cui caratteristiche tecniche per il livello della progettazione attuale possono essere indicativamente definiti dai parametri che seguono.

**OVVIAMENTE LA DEFINIZIONE PRECISA DEI PARAMETRI GEOTECNICI, POTRA' ESSERE DEFINITA SOLAMENTE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA, ALLORQUANDO LE TEREBAZIONI SARANNO ESEGUITE SU OGNI SINGOLA AREA DI UBICAZIONE DELL'AEROGENERATORE CON IL PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI SU CUI ESEGUIRE LE ANALISI GEOTECNICHE SPECIFICHE.**

Ad ogni modo, di seguito vengono indicati i parametri geotecnici dei terreni sabbiosi intermedii e terreni argillosi limosi sottostanti.

### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni ghiaiosi superficiali appartenenti ai Depositi Marini Terrazzati**

- |   |                           |                            |
|---|---------------------------|----------------------------|
| □ | Peso di volume naturale   | $g = 1.99 \text{ g/cm}^3$  |
| □ | Peso di volume saturo     | $g' = 2.10 \text{ g/cm}^3$ |
| □ | Angolo di attrito interno | $\phi = 33^\circ$          |
| □ | Coesione                  | $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$ |
| □ | Modulo Edometrico         | $Me = 250 \text{ Kg/cm}^2$ |

**- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni sabbiosi intermedi appartenenti Depositi Marini Terrazzati**

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale   | $g = 1.95 \text{ g/cm}^3$  |
| <input type="checkbox"/> Peso di volume saturo     | $g' = 2.05 \text{ g/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 28^\circ$          |
| <input type="checkbox"/> Coesione                  | $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$ |
| <input type="checkbox"/> Modulo Edometrico         | $Me = 20 \text{ Kg/cm}^2$  |

**- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni argillosi limosi di base appartenenti alle Argille Subappennine**

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale   | $g = 2.04 \text{ g/cm}^3$  |
| <input type="checkbox"/> Peso di volume saturo     | $g' = 2.12 \text{ g/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 21^\circ$          |
| <input type="checkbox"/> Coesione                  | $c = 0.20 \text{ kg/cm}^2$ |
| <input type="checkbox"/> Modulo Edometrico         | $Me = 45 \text{ Kg/cm}^2$  |

## 7. Considerazioni conclusive

I lavori in progetto prevedono la costruzione di n. 8 aerogeneratori disposti interamente sui terreni ghiaiosi sabbiosi appartenenti ai Depositi Marini Terrazzati di ordine I, II e III.

Il presente studio è stato finalizzato alla verifica delle condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'intera area sulla quale si prevede l'ubicazione delle macchine eoliche in progetto, inoltre, le indagini geognostiche eseguite hanno consentito una prima specifica definizione della geometria dei corpi affioranti al fine di definire i corretti rapporti stratigrafici tra i corpi geologici affioranti.

In relazione alle indagini sismiche eseguite, prospezione sismica a rifrazione condotta in Onde P e stendimento sismico a rifrazione masw, risulta una classificazione dei terreni di tipo ***B - Rocce Tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 >50 nei terreni a grana grossa e cu30 >250 kPa nei terreni a grana fina).***

In conclusione, dalle risultanze ottenute riportate nella presente relazione, sulla base degli elementi a disposizione derivanti dai rilievi geologici, morfologici, idrogeologici di superficie, dalle indagini geognostiche eseguite e dai dati di bibliografia vagliati, si evince che l'area in esame, da un punto di vista della fattibilità geologico-tecnica è idonea alla realizzazione degli interventi previsti, e pertanto si formula parere positivo per la messa in esercizio del parco eolico in progetto.

Montescaglioso li, 09 giugno 2020

Il Geologo  
Dott. Antonio Dibiase



# INDICE

1. Premessa .....	1
2. Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico. ....	2
3. Inquadramento Geologico Tettonico Regionale .....	3
3.1 Geologia dell'area oggetto di studio. ....	7
4. Geomorfologia ed Idrogeologia .....	8
5. Indagini Geognostiche.....	10
5.1. Sondaggi meccanici a rotazione Consultati .....	10
5.2. Prospezione sismica a rifrazione condotta in Onde P .....	12
5.2.1 PROFILO SISMICO 1 .....	15
5.2.2 PROFILO SISMICO 2 .....	17
5.2.3 PROFILO SISMICO 3 .....	18
5.2.4 PROFILO SISMICO 4 .....	19
5.2.5 PROFILO SISMICO 5 .....	20
5.2.6 PROFILO SISMICO 6 .....	21
5.2.7 PROFILO SISMICO 7 .....	22
5.2.8 PROFILO SISMICO 8 .....	23
5.3 Prospezione sismica a rifrazione condotta con tecnica MASW .....	24
5.3.1 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 1.....	26
5.3.2 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 2.....	28
5.3.3 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 3.....	30
5.3.4 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 4.....	32
5.3.5 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 5.....	34
5.3.6 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 6.....	36
5.3.7 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 7.....	38
5.3.8 STENDIMENTO SISMICA A RIFARZIONE MASW 8.....	40
6. Considerazioni sui terreni di fondazione.....	43
7. Considerazioni conclusive.....	45