



SORGENIA RENEWABLES s.r.l.
Via A. Algardi n.4, 20148 Milano (MI)

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEL COMUNE DI FERRANDINA (MT),
IN LOCALITA' "SERRA SAN PIETRO" ED OPERE DI
CONNESSIONE NEL COMUNE DI GARAGUSO (MT)**



Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
tel (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Tecnico

Dott. Geol. Antonio De Carlo

Collaborazioni

Responsabile commessa

Dott. Ing. Danilo Pomponio

TAVOLA		TITOLO	COMMESSA		TIPOLOGIA	
A.2.9		INDAGINI SISMICHE	21062		D	
			CODICE ELABORATO			
			DC21062D-V33			
REVISIONE			SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
00			CODICE ELABORATO		CODICE ELABORATO	
			NOME FILE		SCALA	
FOGLIO		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l. e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	DC21062D-V33.doc			
1 / 1						
REV	DATA	MODIFICA	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
00	25/11/2022	Emissione	De Carlo	De Carlo	De Carlo	
01						
02						
03						
04						
05						

INDICE ANALITICO

1.	PREMESSA.....	2
2.	PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO MASW E RE.Mi.....	3
	2.1 Generalità	3
	2.2. Attrezzatura e metodologia utilizzata	4
	2.3. Processo di elaborazione dati.....	4
3.	ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	6
	3.1 Aerogeneratore A5.....	6
	3.1.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 1	6
	3.1.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 1	11
	3.1.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 1	12
	3.2 Aerogeneratore A6.....	13
	3.2.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 2	13
	3.2.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 2	18
	3.2.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 2	19
	3.3 Aerogeneratore A7.....	20
	3.3.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 3	20
	3.3.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 3	25
	3.3.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 3	26
	3.4 Aerogeneratore A3.....	27
	3.4.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 4	27
	3.4.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 4	32
	3.4.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 4	33
	3.5 Aerogeneratore A8.....	34
	3.5.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 5	34
	3.5.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 5	39
	3.5.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 5	40
	3.6 Sottostazione utente	41
	3.6.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 6	41
	3.6.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 6	46
	3.6.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 6	47

1. PREMESSA

La presente relazione illustra e sintetizza i risultati di una campagna di indagine geofisica costituita da una n. 6 prospezioni simiche attive di tipo MASW e passive di tipo Re.Mi, eseguite, nell'ambito del ***Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT), in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)*** su committenza della Società Sorgenia srl.

Gli stendimenti sono stati finalizzati all'acquisizione di dati di sismica attiva MASW, tuttavia sugli stessi sono stati anche registrati segnali in sismica passiva utili all'inversione mediante tecnica Re.Mi., in modo da ottenere, mediante tecniche diverse ed acquisizioni a diversa frequenza di campionamento, un modello rappresentativo del comportamento sismico del sottosuolo. In fase di pianificazione delle indagini infatti, è stato ritenuto opportuno l'acquisizione di segnali sismici con diverse tecniche geofisiche in modo da avere diversi set di dati ridondanti che riducano al minimo l'influenza del *noise* antropico o dei rumori generati da disturbi elettromagnetici e/o correnti vaganti, ed ottenere una curva di dispersione che identifichi in modo univoco l'andamento verticale delle onde sismiche di taglio nel sottosuolo.

Le indagini sono state eseguite con lo scopo di acquisire i dati necessari utili alla definizione del profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio) e di conseguenza del parametro $V_{s,eq}$, così come definito dal paragrafo 3.2.2 dell'Aggiornamento 2018 delle NTC. Il modello sismico monodimensionale costituisce infatti l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni locali di natura litologica).

Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni sito-specifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni in accordo alla normativa vigente (D.M. 17.01.2018 – L.R. 9/2011).

2. PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO MASW E RE.MI

2.1 Generalità

MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh). Più in dettaglio, le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (in genere mediante massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio) o da un cannoncino sismico e vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5Hz.

La metodologia Re.Mi (Refractor Microtremor), come la MASW, studia le proprietà dispersive delle onde superficiali (specificatamente le onde di Rayleigh). L'unica differenza tra le 2 metodologie è che, per la prova MASW la sorgente è nota (l'energizzazione delle onde è eseguita dagli operatori) mentre per la prova Re.Mi. la registrazione delle onde avviene in passivo, ovvero sono registrati per un tempo determinato i microtremori provenienti da sorgenti ignote e lontane.

Con entrambe le metodologie si acquisiscono pertanto onde di superficie (attive o passive) ed è possibile ottenere una stratigrafia delle onde S fornendo un valore del parametro $V_{S,eq}$ o in alternativa del V_{S30} .

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie sapendo che frequenze diverse e quindi lunghezze d'onda diverse – viaggiano a velocità diversa. Il principio di base quindi è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale (cioè della perturbazione sismica che si propaga) viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo. In particolare, le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini “sentono” gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale. Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte. L'andamento delle velocità di fase in funzione della frequenza (o della lunghezza d'onda) è detta *curva di dispersione* e fornisce informazioni sul profilo di velocità nel sottosuolo.

2.2. Attrezzatura e metodologia utilizzata

La strumentazione utilizzata è il sismografo SoilSpy Rosina della Micromed® S.P.A. dalle seguenti caratteristiche tecniche: campionamento 89 kHz per canale in modo continuo; conversione a/d 25 bit a 128 Hz; frequenze di output (fs) 256, 512, 1.024, 2.048, 4.096, 8.192, 16.384, 32.768 Hz; durata registrazione continua - nessun limite per fs < 2.048 Hz; dinamica 142 db; banda dc - 360 Hz; visualizzazione continua in tempo reale (per fs < 2.048 Hz).

L'attrezzatura è completata da 25 geofoni verticali e orizzontali "Geospace" con frequenza propria di 4,5 Hz, geofono trigger avente funzione di interruttore starter, cavo trigger montato su bobina e fucile sismico armato con cartucce industriali calibro 8 a carica ridotta e massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio.

Le indagini sono state svolte così come riportato in planimetria allegata, adottando la seguente configurazione geometrica e strumentale:

Numero di geofoni: 12

Spaziatura tra i geofoni: 2.0 m

Numero di offset: 3 rispettivamente a 5,0; 6,5 e 7,0 m dal primo geofono ed ultimo geofono

Lunghezza stendimento: 22 m

Intervallo di campionamento: 0.977 ms

Durata acquisizione: 1 s

Guadagno: 1 mV/digit (uguale per tutti i geofoni) senza AGC (Automatic Gain Control)

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *WinMasw Pro 4.4.8* della *Eliosoft* e il software *Grilla* della *Moho*. I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (.sgy format file).

2.3. Processo di elaborazione dati

L'analisi delle tracce acquisite in campagna e il processo di elaborazione dati consistono nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica adottata. Dallo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple). 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 di un 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.

Ottenuto il profilo di velocità delle onde sismiche di taglio, è stato possibile suddividere il sottosuolo in unità geosismiche caratterizzate dal medesimo comportamento sismico e dinamico; inoltre a partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_S (m/s) misurate con le prospezioni sismiche MASW e Re.Mi., ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (Kg/m^3) e del coefficiente di Poisson, rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato. La velocità delle onde P, così come i moduli ad essa correlati, sono stati ricavati indirettamente dalla velocità delle onde S mediante la seguente relazione e pertanto devono essere utilizzati nei calcoli ingegneristici con le dovute approssimazioni:

- Velocità delle onde P (V_P)

$$V_P = \sqrt{\frac{V_S^2 (2-2\mu)}{1-2\mu}}$$

Per ogni orizzonte sismico individuato sono stati inoltre calcolati i seguenti parametri dinamici con le seguenti relazioni:

- Modulo di taglio dinamico (G_0)

E' definito dalla seguente equazione:

$$G_0 = \gamma \cdot V_S^2$$

Dove γ = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

- Modulo di Young (E_d)

E' definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_P^2 \cdot \gamma \cdot (1+\mu) \cdot (1-2\mu)] / (1-\mu)$$

Con μ = coeff. di Poisson

Rigidità sismica (R_s)

$$R_s = \gamma V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

Modulo di incompressibilità dinamica (K - Bulk modulus)

E' definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_p^2 - 4/3 \cdot V_s^2]$$

3. ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

3.1 Aerogeneratore A5

3.1.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 1

Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna relativamente allo stendimento denominato MASW/Re.Mi. 1 e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale e dei modi superiori:

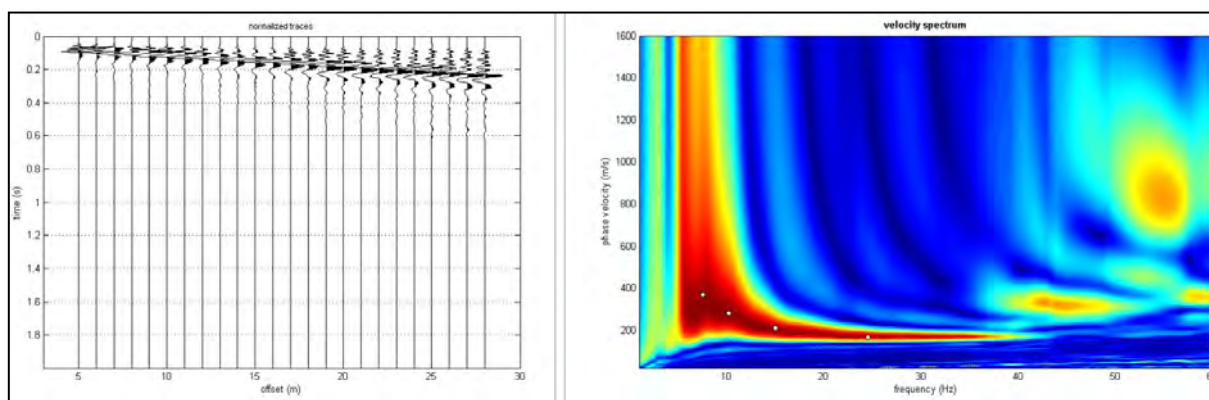


Fig. 1 Tracce sismiche acquisite e spettro di velocità (f-v) corrispondente

Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati della MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phase velocity-frequency (f-v) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfit evolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).

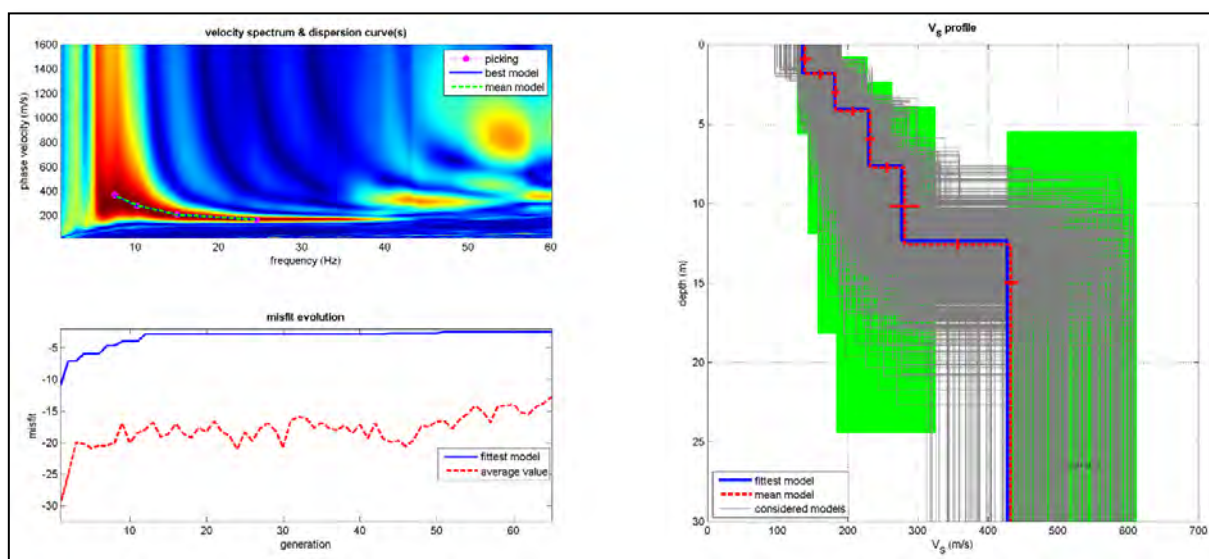


Fig. 2 Spettro di velocità, modello di fitting dell'inversione e profilo verticale di velocità delle onde S

Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già precedentemente detto, sono state acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale e del primo superiore da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:

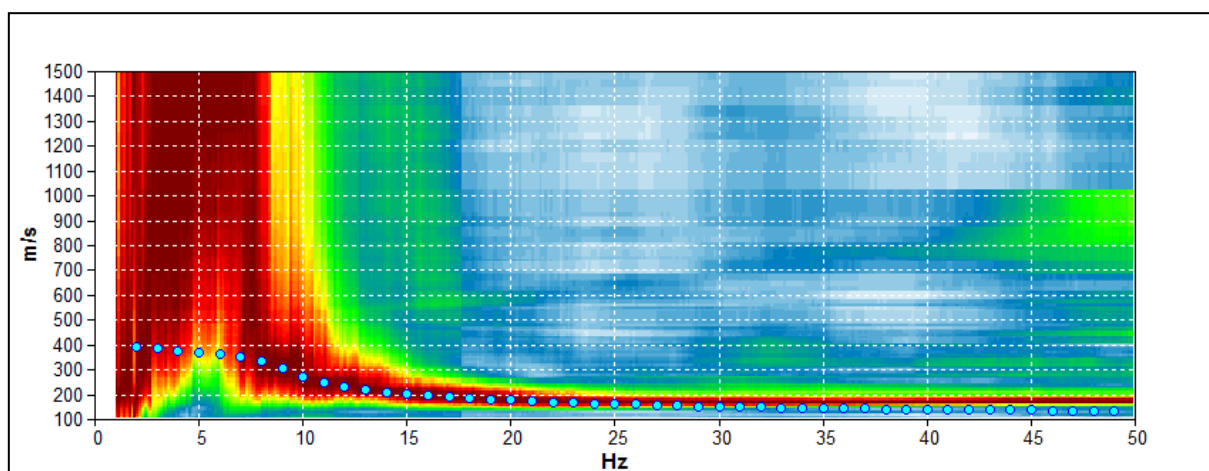


Fig. 3 Picking su spettro di velocità ottenuto con tecnica Re.Mi.

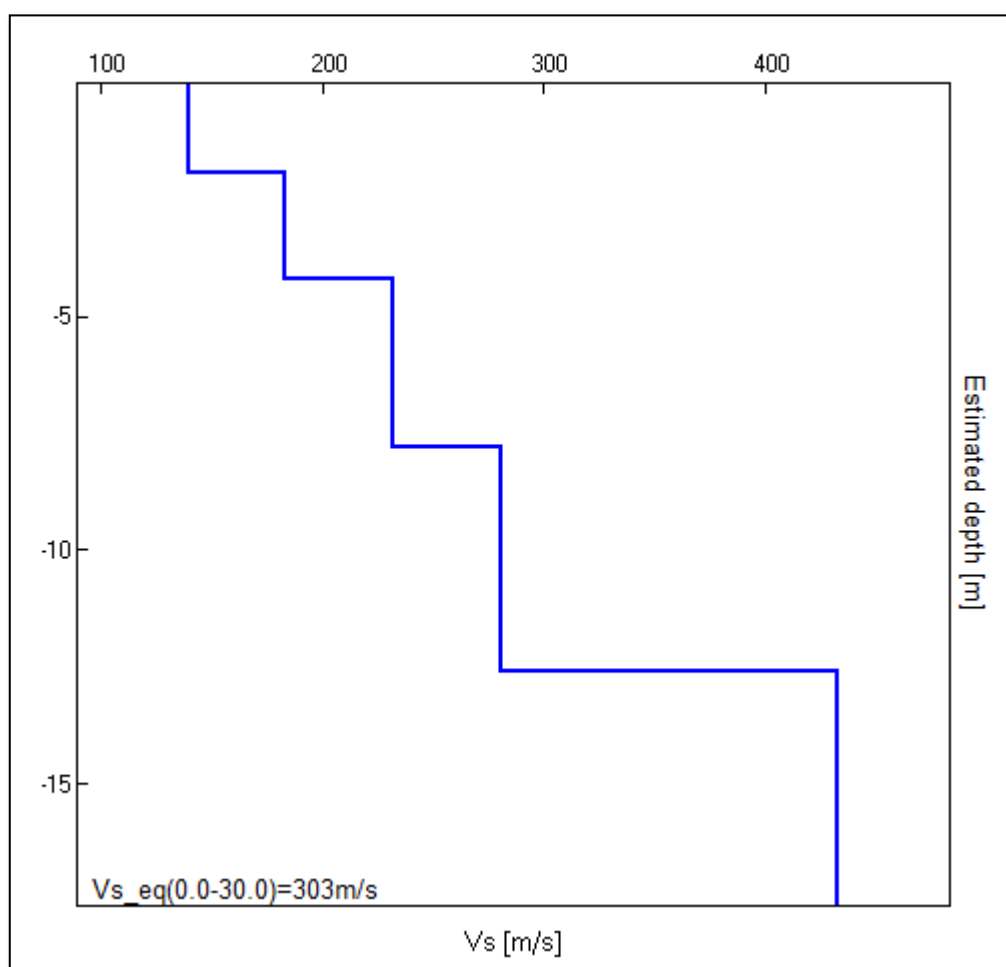


Fig. 4 Profilo di velocità e $V_{s,eq}$ nell'intervallo 0-30 m (V_{s30})

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una $V_{s,eq}$ di **303 m/s** nell'intervallo 0-30 m (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m):

Spessore (m)	V_s (m/s)
1.90	139
2.30	183
3.60	232
4.80	281
semi-spazio	433

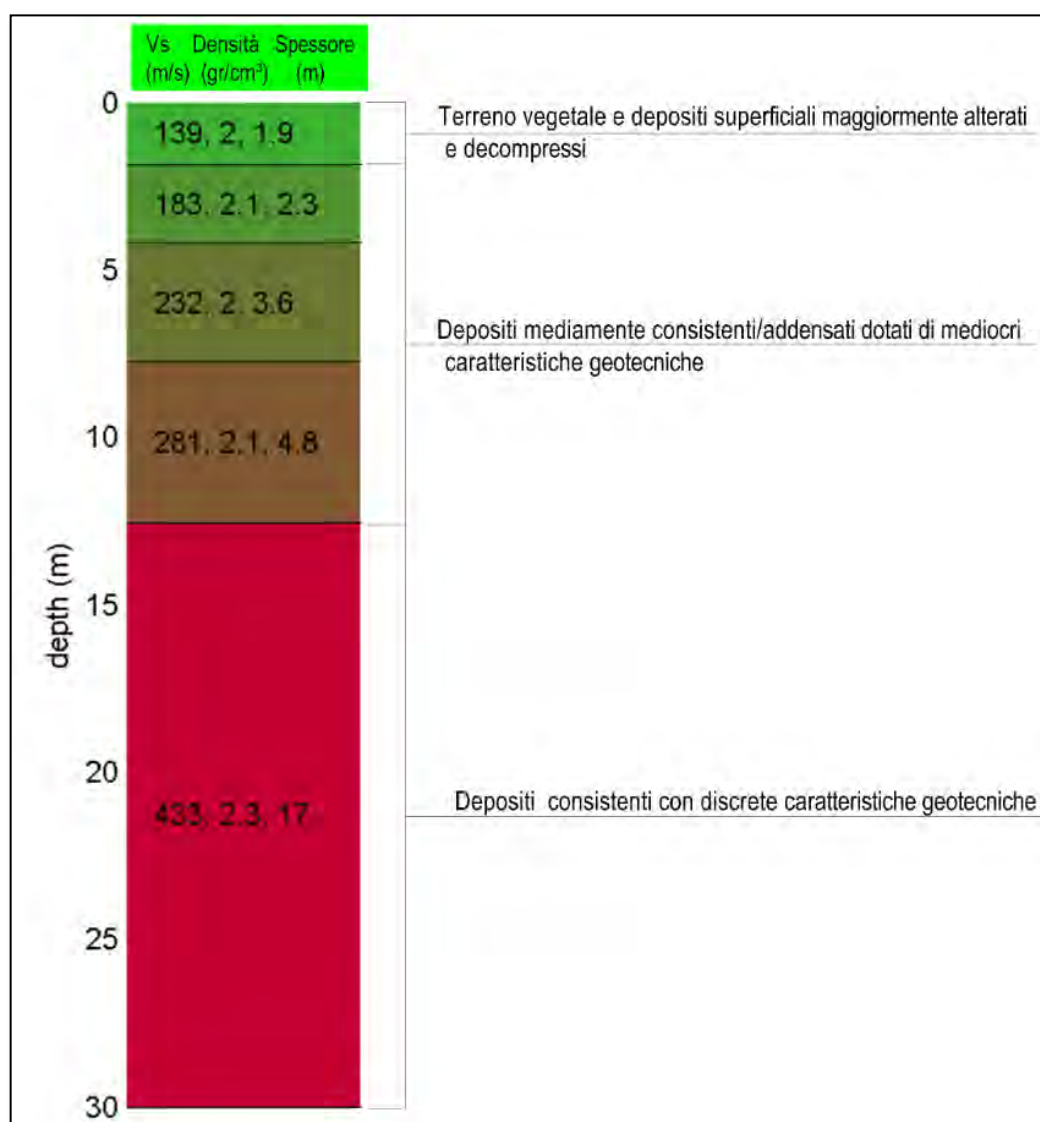


Fig. 5 Sismostratigrafia del sottosuolo fino alla profondità di 30 m dal p.c.

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 1,90 m, con velocità delle onde S di 139 m/s, riferibili nel contesto litologico del profilo sismico investigato a terreno vegetale e a depositi superficiali maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 10,70 m, con velocità delle onde S comprese tra 183 e 281 m/s, riferibili a terreni mediamente consistenti/addensati, con mediocri caratteristiche geotecniche;

- Segue, a profondità maggiori di 12,60 m e fino alla profondità di 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 433 m/s riferibile depositi consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s) determinate con la prospezione sismica MASW - Re.Mi. e adottando opportuni valori del peso di volume γ (Kg/m³) e del coefficiente di Poisson μ , rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ gr/cm ³	μ (-)	E _d Kg/cm ²	R T/m ² *s	G ₀ Kg/cm ²	K Kg/cm ²
I°	1.90	511	139	1.80	0.46	1016	250	348	4231
II°	10.70	1239	243	1.90	0.48	3321	462	1122	27674
III°	-	1820	433	2.00	0.47	11024	866	3750	61246

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s); **γ** = densità (g/cm³); **μ** = coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm²); **R**= rigidità sismica (T/m²*s); **G₀**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm²); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm²)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della $V_{s,eq}$ (e dei moduli dinamici) nell'intervallo 0-30 m, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m. Il parametro **$V_{s,eq}$** è risultato per il modello medio pari a **303 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{s,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 1	303	"C"

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14 gennaio 2008) il sito in esame, a partire dal p.c., rientra quindi nella categoria **C** ovvero:

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

3.1.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 1

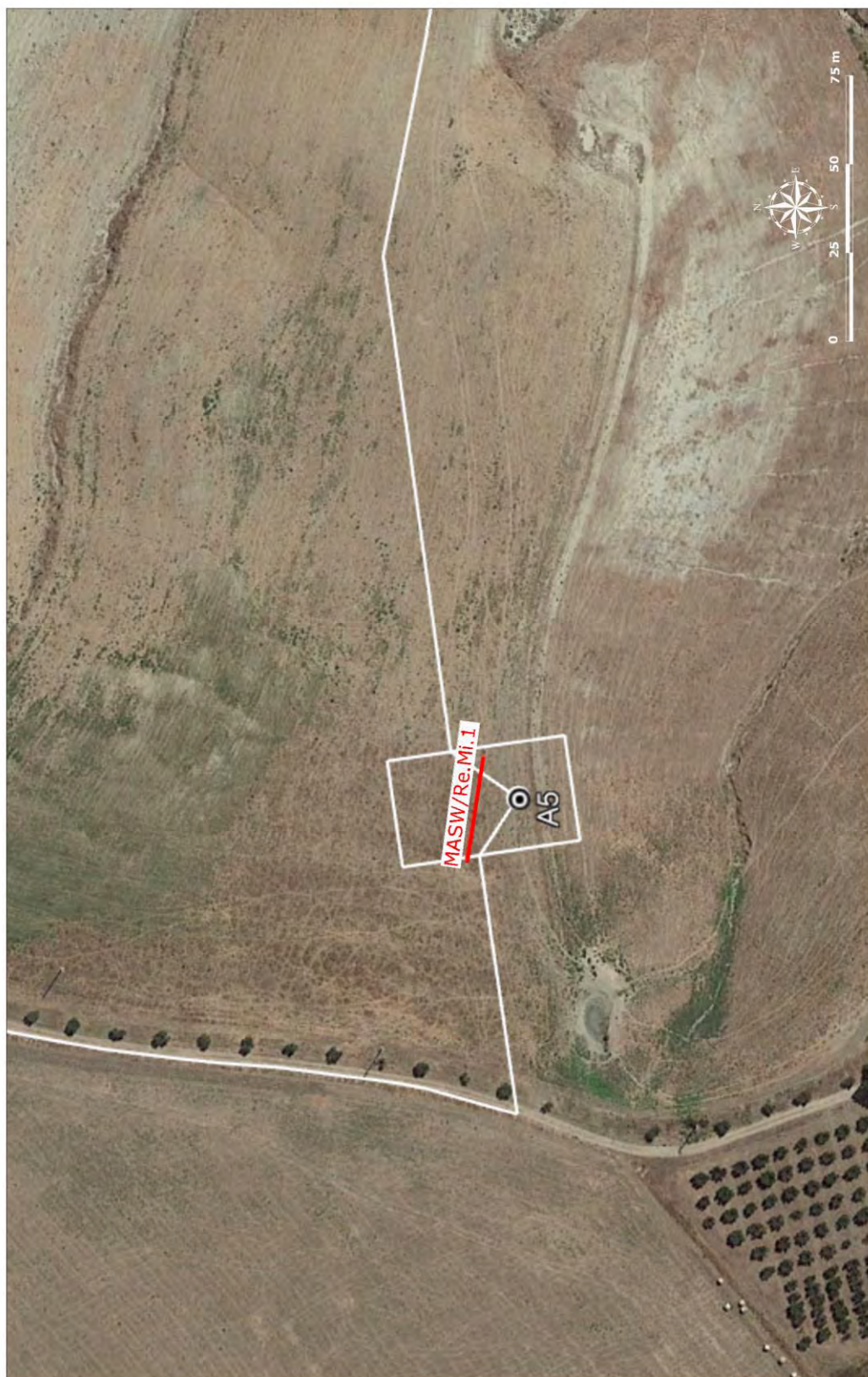


Foto 1 e 2: Fasi di acquisizione della prospezione sismica MASW/Re.Mi. 1

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

3.1.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 1



LEGENDA:	<u>MASW/Re.Mi.</u>	Prospezione sismica	MASW e Re.Mi.
Coordinate (UTM WGS84 33N)	A: 616058 m E	4478692 m N	B: 616087 m E 4478689 m N
Data:	28 Ottobre 2022		

3.2 Aerogeneratore A6

3.2.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 2

Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna relativamente allo stendimento denominato MASW/Re.Mi 2. e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale e dei modi superiori:

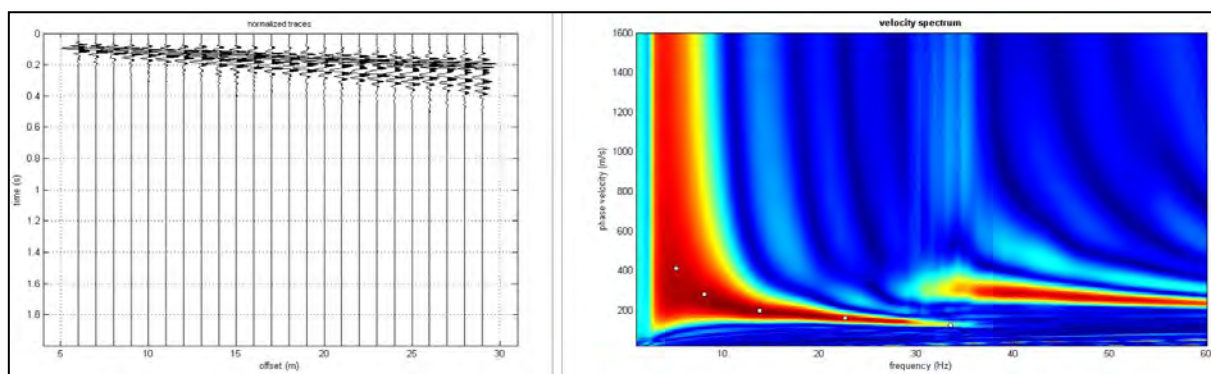


Fig. 6 Tracce sismiche acquisite e spettro di velocità (f-v) corrispondente

Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati della MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phase velocity-frequency (f-v) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfit evolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).

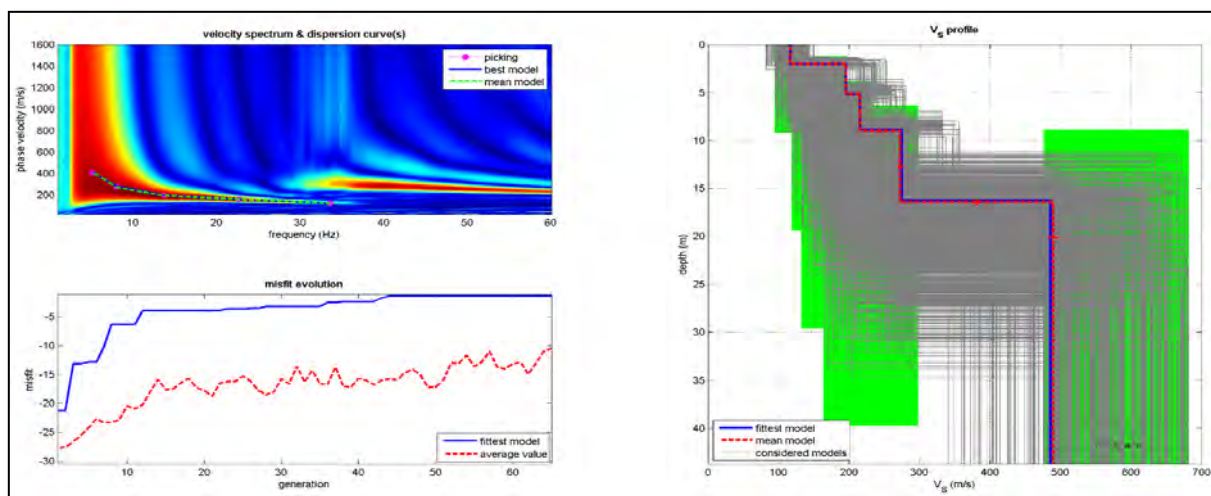


Fig. 7 Spettro di velocità, modello di fitting dell'inversione e profilo verticale di velocità delle onde S

Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già precedentemente detto, sono state acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale e del primo superiore da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:

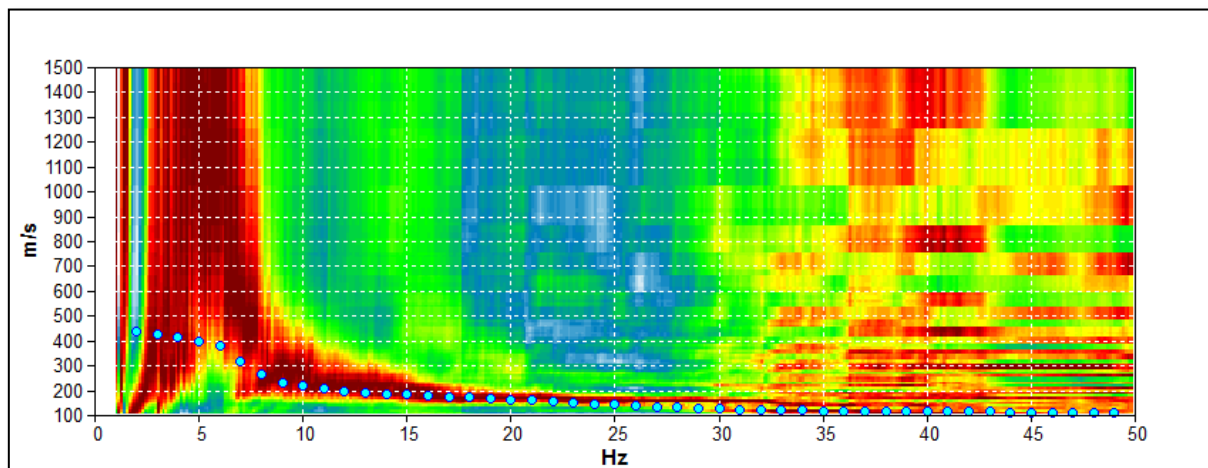


Fig. 8 Picking su spettro di velocità ottenuto con tecnica Re.Mi.

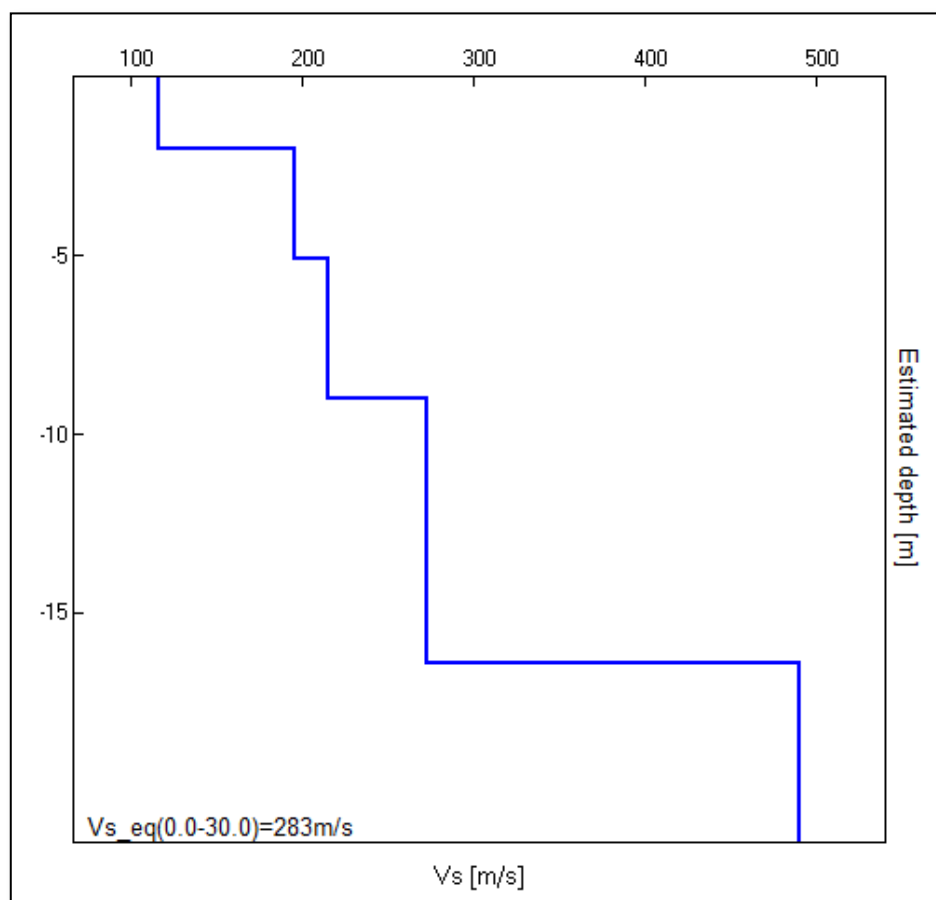


Fig. 9 Profilo di velocità e $V_{s,eq}$ nell'intervallo 0-30 m (V_{s30})

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$V_{s,eq}$ di 283 m/s** nell'intervallo 0-30 m (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m):

Spessore (m)	V_s (m/s)
2.00	117
3.10	196
3.90	216
7.40	273
semi-spazio	490

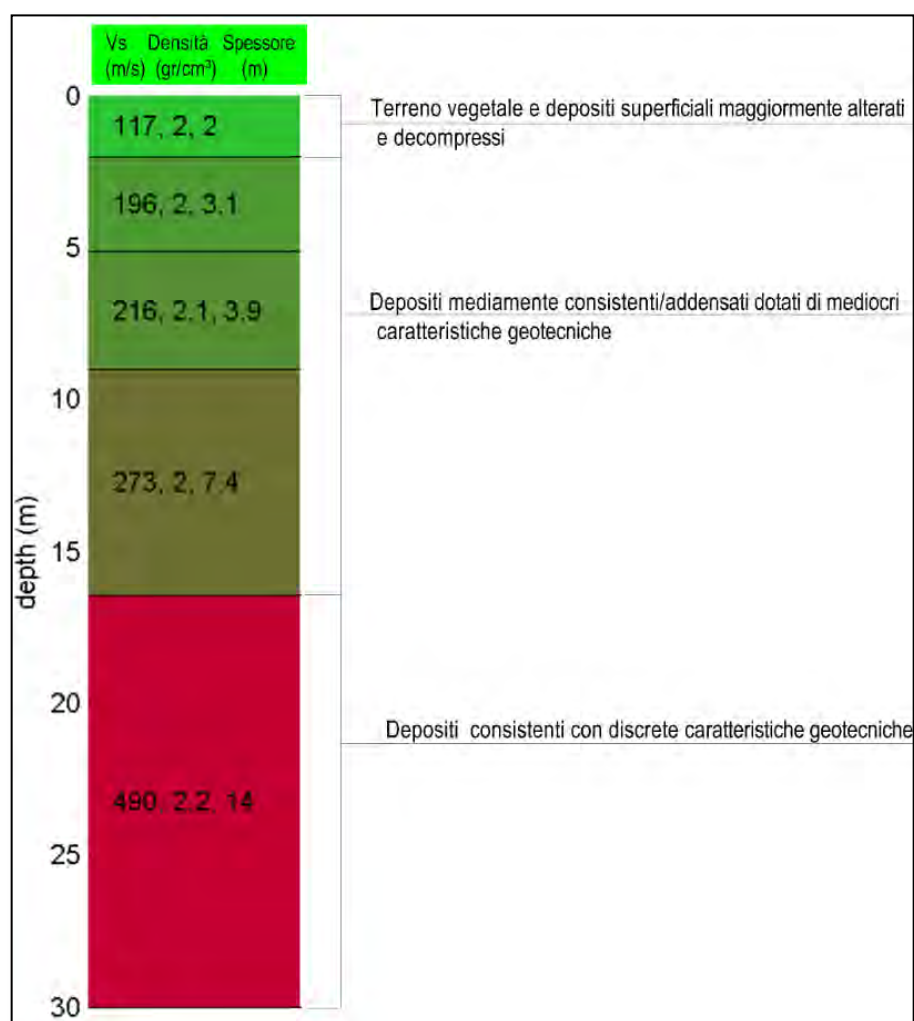


Fig. 10 Sismostratigrafia del sottosuolo fino alla profondità di 30 m dal p.c.

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 2,00 m, con velocità delle onde S di 117 m/s, riferibili nel contesto litologico del profilo sismico investigato a terreno vegetale e a depositi superficiali maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 14,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 196 e 273 m/s, riferibili a terreni mediamente consistenti/addensati, con mediocri caratteristiche geotecniche;

- Segue, a profondità maggiori di 16,40 m e fino alla profondità di 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 490 m/s riferibile depositi consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s) determinate con la prospezione sismica MASW - Re.Mi. e adottando opportuni valori del peso di volume γ (Kg/m³) e del coefficiente di Poisson μ , rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ gr/cm ³	μ (-)	E _d Kg/cm ²	R T/m ² *s	G ₀ Kg/cm ²	K Kg/cm ²
I°	2.00	430	117	1.80	0.46	719	211	246	2998
II°	14.40	1229	241	1.90	0.48	3266	458	1104	27221
III°	-	2060	490	2.00	0.47	14118	980	4802	78433

Vp= velocità onde P (m/s); Vs= velocità onda S (m/s); γ = densità (g/cm³); μ = coeff. di Poisson; E_d= Modulo di Young dinamico (Kg/cm²); R= rigidità sismica (T/m²*s); G₀=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm²); K=Modulo di incompressibilità (Kg/cm²)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della $V_{s,eq}$ (e dei moduli dinamici) nell'intervallo 0-30 m, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m. Il parametro $V_{s,eq}$ è risultato per il modello medio pari a **283 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{s,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 2	283	"C"

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14 gennaio 2008) il sito in esame, a partire dal p.c., rientra quindi nella categoria **C** ovvero:

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

3.2.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 2



Foto 3 e 4: Fasi di acquisizione della prospezione sismica MASW/Re.Mi. 2

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

3.2.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 2



LEGENDA:	<u>MASW/Re.Mi.</u>	Prospezione sismica MASW e Re.Mi.	Data:
Coordinate (UTM WGS84 33N)	A: 616911 m E 4479513 m N	B: 616936 m E 4479495 m N	28 Ottobre 2022

3.3 Aerogeneratore A7

3.3.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 3

Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna relativamente allo stendimento denominato MASW/Re.Mi. 3. e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale e dei modi superiori:

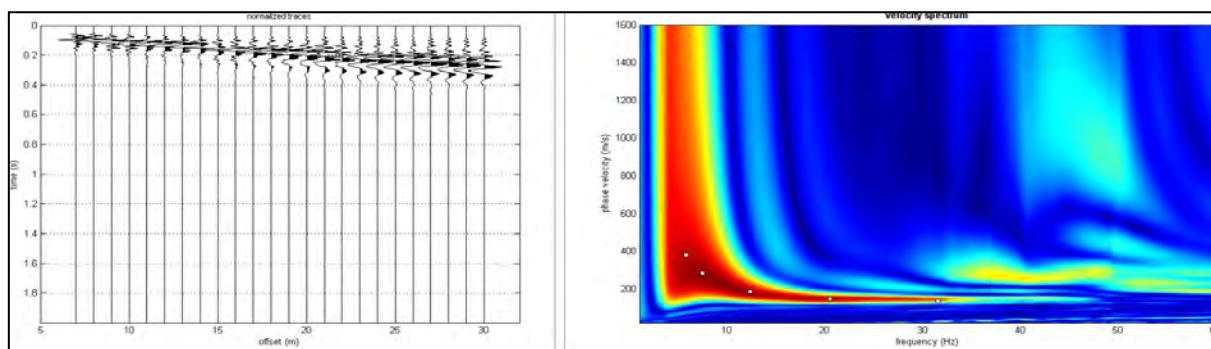


Fig. 11 Tracce sismiche acquisite e spettro di velocità (f-v) corrispondente

Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati della MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phase velocity-frequency (f-v) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfit evolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).

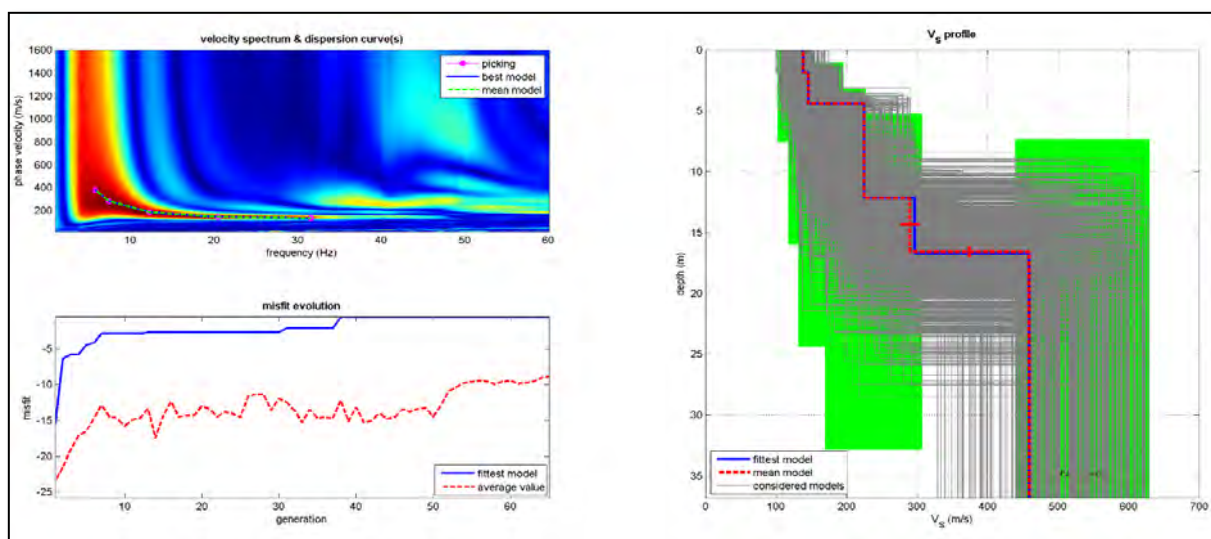


Fig. 12 Spettro di velocità, modello di fitting dell'inversione e profilo verticale di velocità delle onde S

Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già precedentemente detto, sono state acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale e del primo superiore da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:

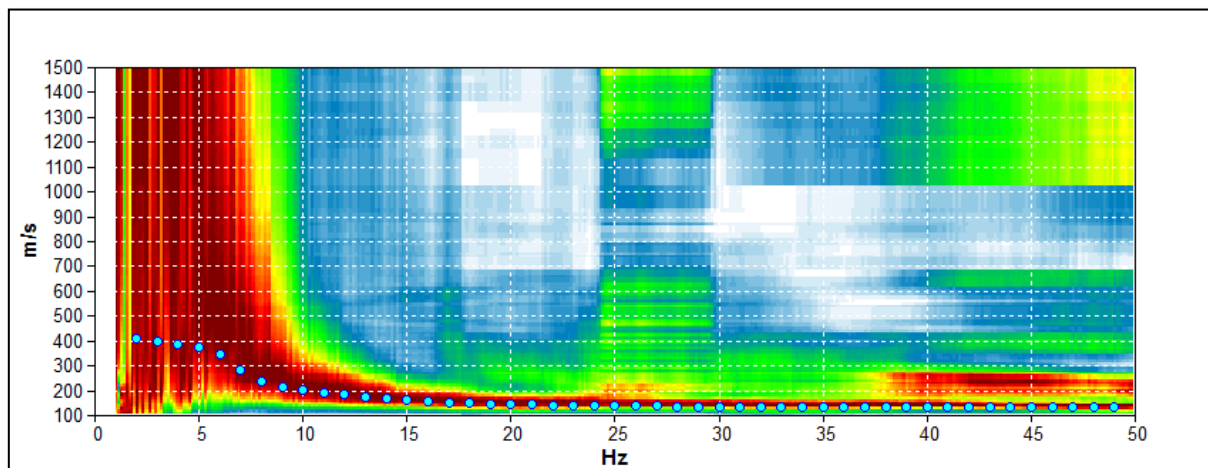


Fig. 13 Picking su spettro di velocità ottenuto con tecnica Re.Mi.

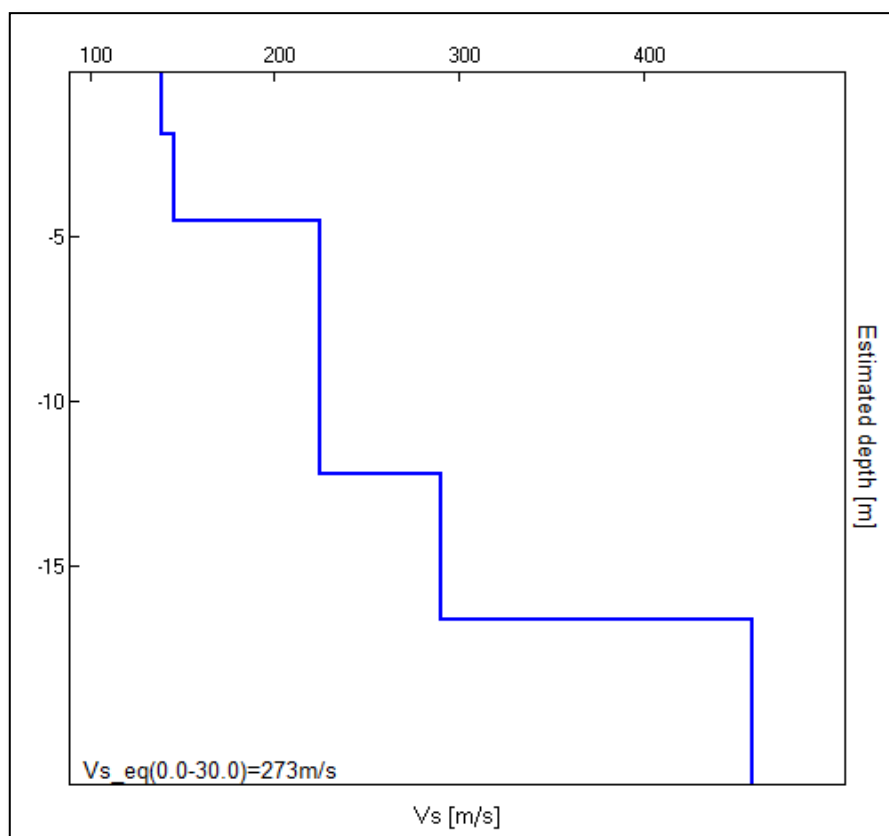


Fig. 14 Profilo di velocità e $V_{s,eq}$ nell'intervallo 0-30 m (V_{s30})

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una $V_{s,eq}$ di **273 m/s** nell'intervallo 0-30 m (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m):

Spessore (m)	V_s (m/s)
1.90	139
2.60	146
7.70	225
4.40	290
semi-spazio	459

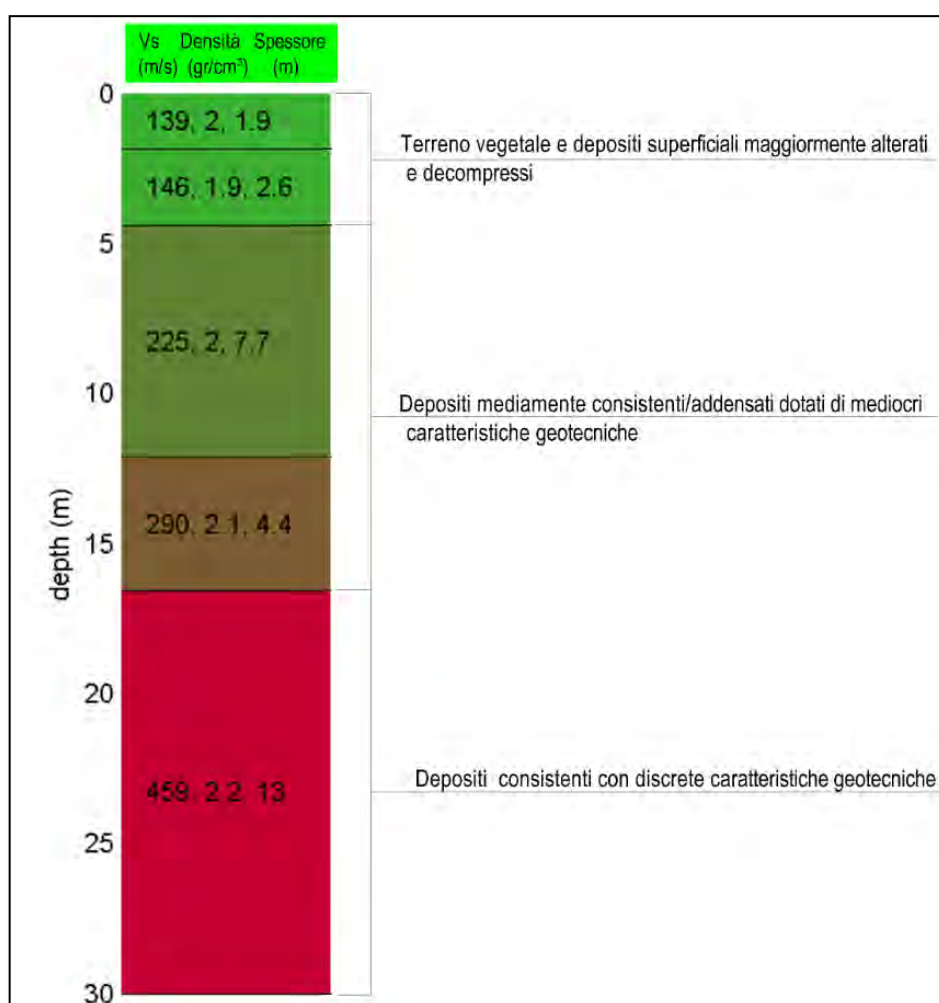


Fig. 15 Sismostratigrafia del sottosuolo fino alla profondità di 30 m dal p.c.

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,50 m, con velocità delle onde S compresa tra 139 e 146 m/s, riferibili nel contesto litologico del profilo sismico investigato a terreno vegetale e a depositi superficiali maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 12,10 m, con velocità delle onde S comprese tra 225 e 290 m/s, riferibili a terreni mediamente consistenti/addensati, con mediocri caratteristiche geotecniche;
- Segue, a profondità maggiori di 16,60 m e fino alla profondità di 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 459 m/s riferibile depositi consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s) determinate con la prospezione sismica MASW - Re.Mi. e adottando opportuni valori del peso di volume γ (Kg/m³) e del coefficiente di Poisson μ , rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ gr/cm ³	μ (-)	E _d Kg/cm ²	R T/m ² *s	G ₀ Kg/cm ²	K Kg/cm ²
I°	4.50	525	143	1.80	0.46	1075	257	368	4478
II°	12.10	1270	249	1.90	0.48	3487	473	1178	29058
III°	-	1929	459	2.00	0.47	12388	918	4214	68822

Vp= velocità onde P (m/s); Vs= velocità onda S (m/s); γ = densità (g/cm³); μ = coeff. di Poisson; E_d= Modulo di Young dinamico (Kg/cm²); R= rigidità sismica (T/m²*s); G₀=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm²); K=Modulo di incompressibilità (Kg/cm²)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della $V_{s,eq}$ (e dei moduli dinamici) nell'intervallo 0-30 m, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m. Il parametro $V_{s,eq}$ è risultato per il modello medio pari a **273 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{s,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 3	273	"C"

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14 gennaio 2008) il sito in esame, a partire dal p.c., rientra quindi nella categoria **C** ovvero:

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

3.3.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 3



Foto 5 e 6: Fasi di acquisizione della prospezione sismica MASW/Re.Mi. 3

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

3.3.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 3



LEGENDA:	<u>MASW/Re.Mi.</u>	Prospezione sismica MASW e Re.Mi.	Data:
Coordinate (UTM WGS84 33N)	A: 618469 m E 4478063 m N	B: 618461 m E 4478092 m N	28 Ottobre 2022

3.4 Aerogeneratore A3

3.4.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 4

Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna relativamente allo stendimento denominato MASW/Re.Mi. 4. e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale e dei modi superiori:

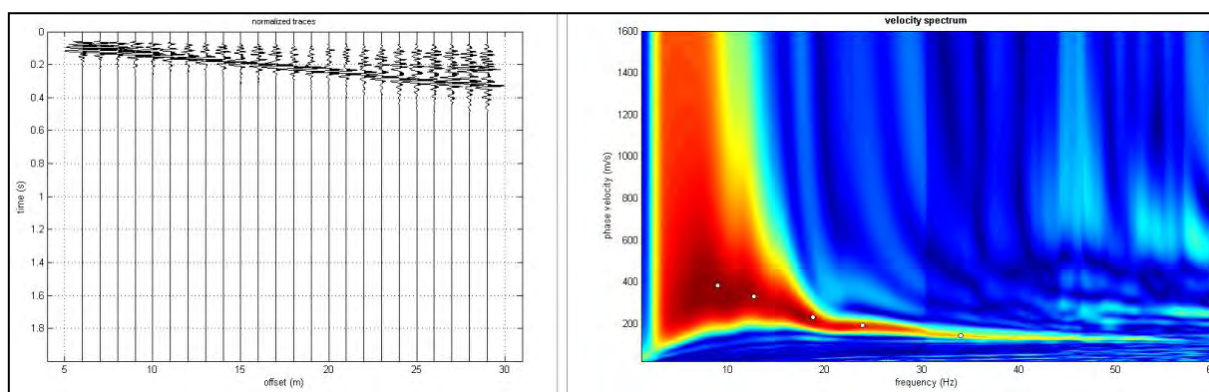


Fig. 16 Tracce sismiche acquisite e spettro di velocità (f-v) corrispondente

Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati della MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phase velocity-frequency (f-v) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfit evolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).

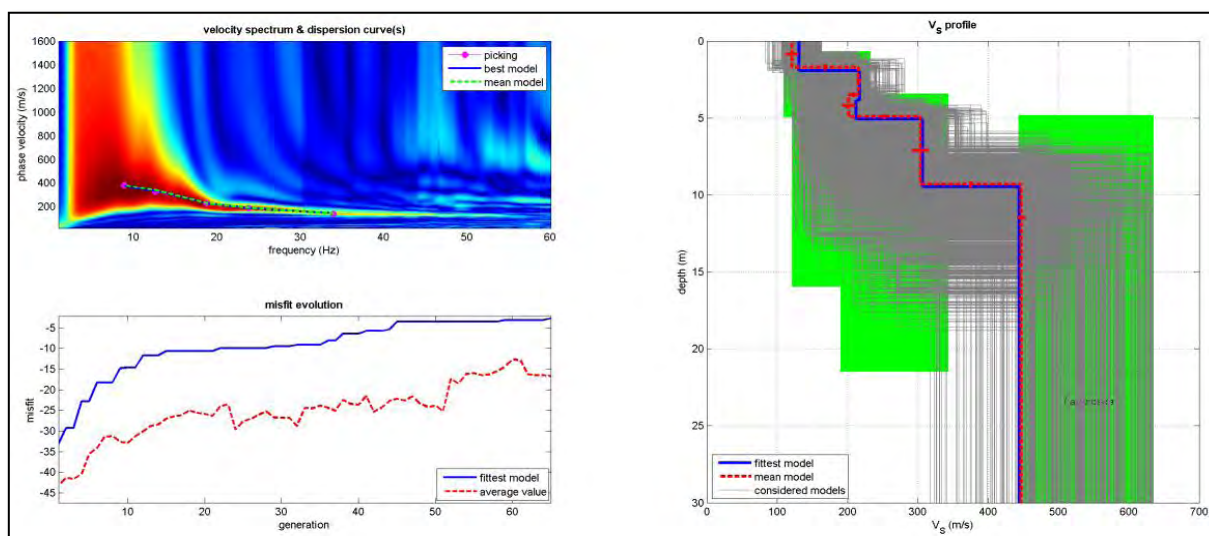


Fig. 17 Spettro di velocità, modello di fitting dell'inversione e profilo verticale di velocità delle onde S

Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già precedentemente detto, sono state acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale e del primo superiore da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:

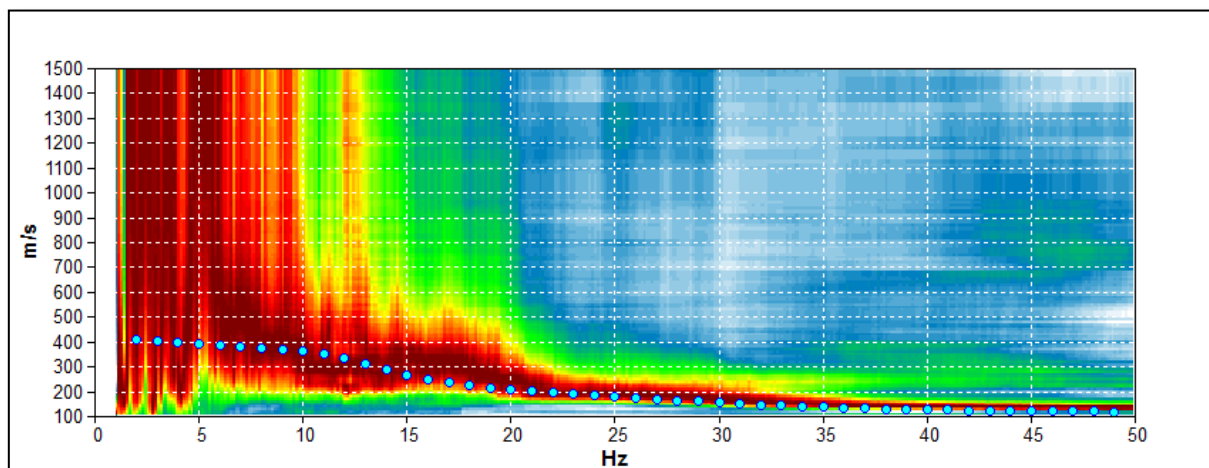


Fig. 13 Picking su spettro di velocità ottenuto con tecnica Re.Mi.

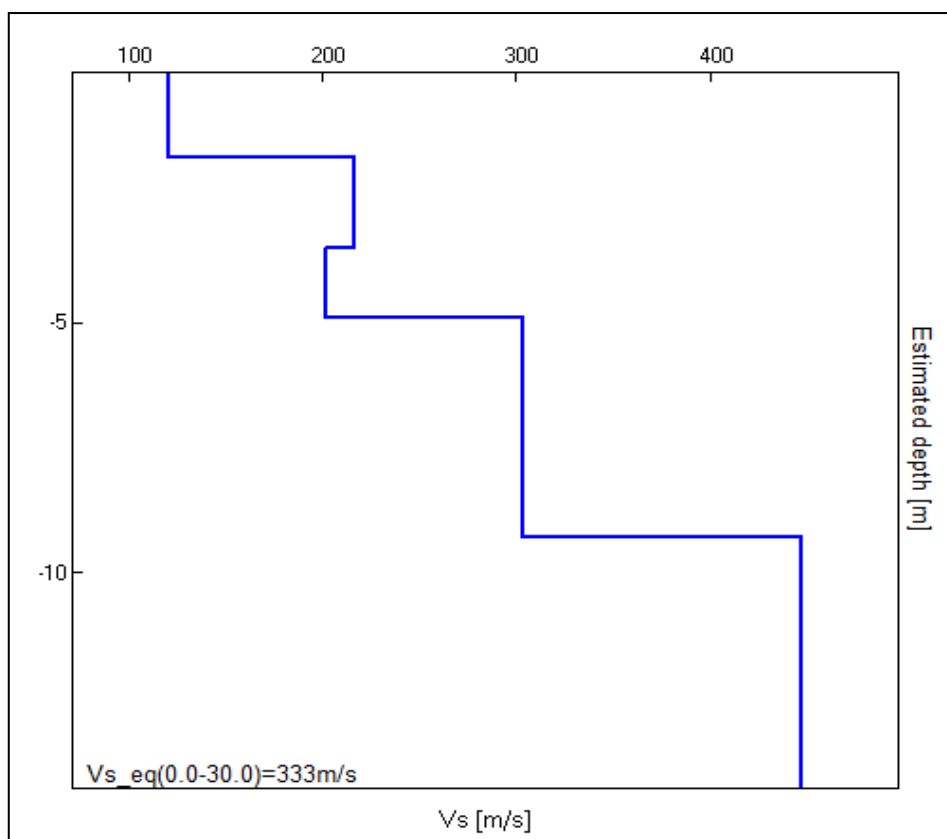


Fig. 14 Profilo di velocità e $V_{s,eq}$ nell'intervallo 0-30 m (V_{s30})

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una $V_{s,eq}$ di **333 m/s** nell'intervallo 0-30 m (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m):

Spessore (m)	V_s (m/s)
1.70	121
1.80	216
1.40	202
4.40	304
semi-spazio	447

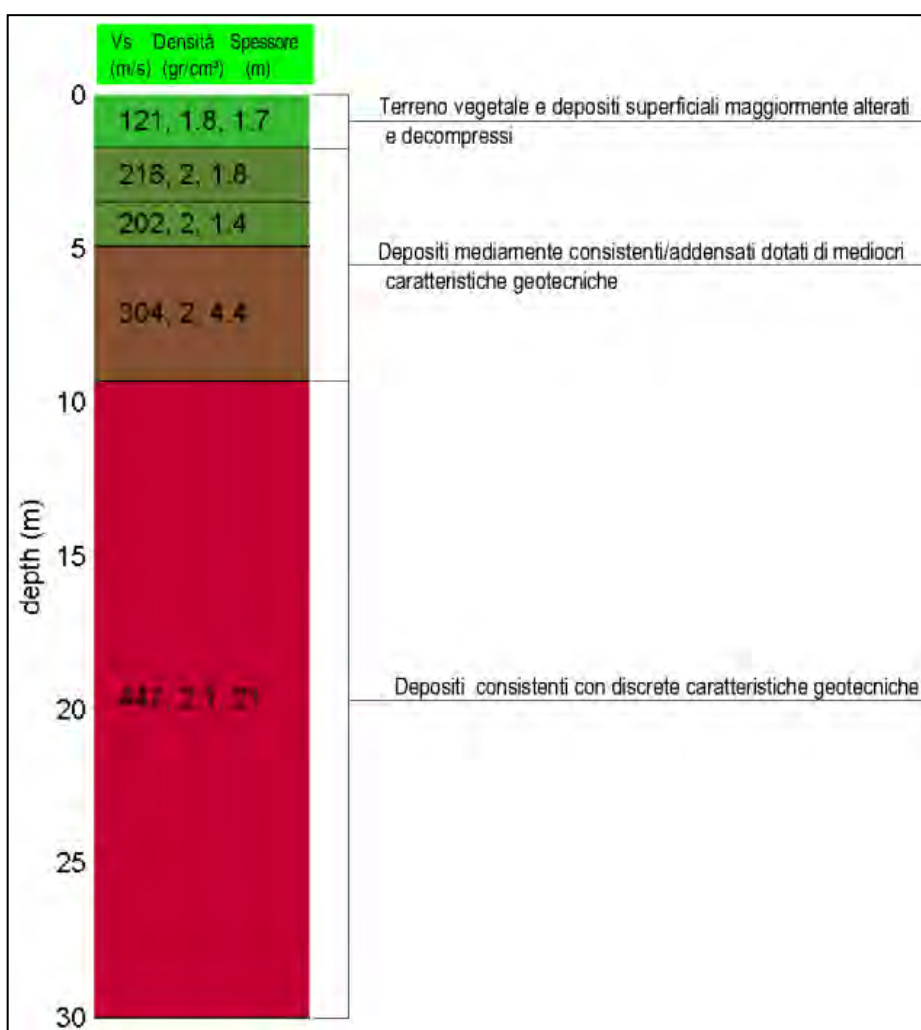


Fig. 15 Sismostratigrafia del sottosuolo fino alla profondità di 30 m dal p.c.

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 1,70 m, con velocità delle onde S di 121 m/s, riferibili nel contesto litologico del profilo sismico investigato a terreno vegetale e a depositi superficiali maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 7,60 m, con velocità delle onde S comprese tra 216 e 304 m/s, riferibili a terreni mediamente consistenti/addensati, con mediocri caratteristiche geotecniche;
- Segue, a profondità maggiori di 16,60 m e fino alla profondità di 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 447 m/s riferibile depositi consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s) determinate con la prospezione sismica MASW - Re.Mi. e adottando opportuni valori del peso di volume γ (Kg/m³) e del coefficiente di Poisson μ , rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ gr/cm ³	μ (-)	E _d Kg/cm ²	R T/m ² *s	G ₀ Kg/cm ²	K Kg/cm ²
I°	1.70	445	121	1.80	0.46	770	218	264	3206
II°	7.60	1346	264	1.90	0.48	3920	502	1324	32664
III°	-	1879	447	2.00	0.47	11749	894	3996	65271

Vp= velocità onde P (m/s); Vs= velocità onda S (m/s); γ = densità (g/cm³); μ = coeff. di Poisson; E_d= Modulo di Young dinamico (Kg/cm²); R= rigidità sismica (T/m²*s); G₀=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm²); K=Modulo di incompressibilità (Kg/cm²)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della $V_{s,eq}$ (e dei moduli dinamici) nell'intervallo 0-30 m, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m. Il parametro $V_{s,eq}$ è risultato per il modello medio pari a **333 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{s,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 4	333	"C"

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14 gennaio 2008) il sito in esame, a partire dal p.c., rientra quindi nella categoria **C** ovvero:

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

3.4.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 4



Foto 7 e 8: Fasi di acquisizione della prospezione sismica MASW/Re.Mi. 4

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

3.4.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 4



LEGENDA:	MASW/Re.Mi.	Prospezione sismica	MASW e Re.Mi.	Data:	28 Ottobre 2022
Coordinate (UTM WGS84 33N)	A: 617216 m E	4477189m N	B: 617239 m E	4477208 m N	

3.5 Aerogeneratore A8

3.5.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 5

Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna relativamente allo stendimento denominato MASW/Re.Mi. 5 e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale e dei modi superiori:

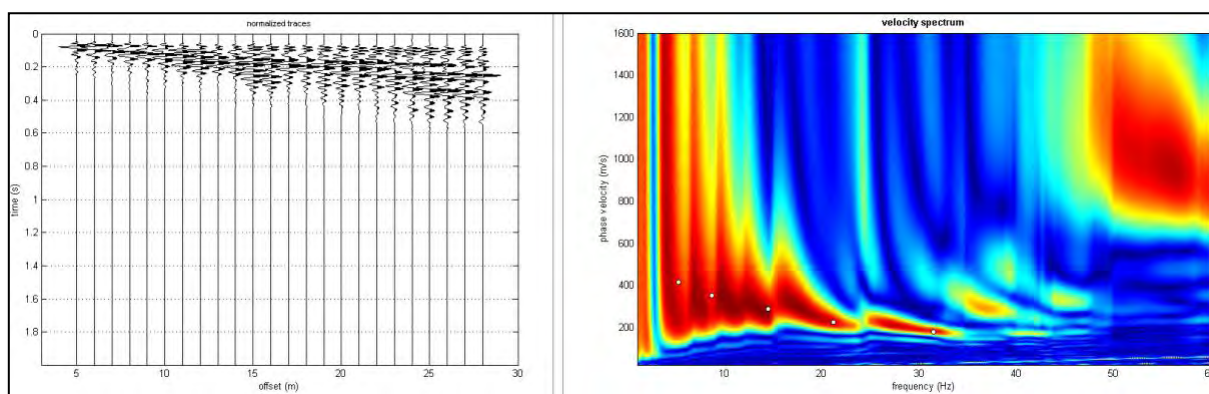


Fig. 16 Tracce sismiche acquisite e spettro di velocità (f-v) corrispondente

Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati della MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phase velocity-frequency (f-v) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfit evolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).

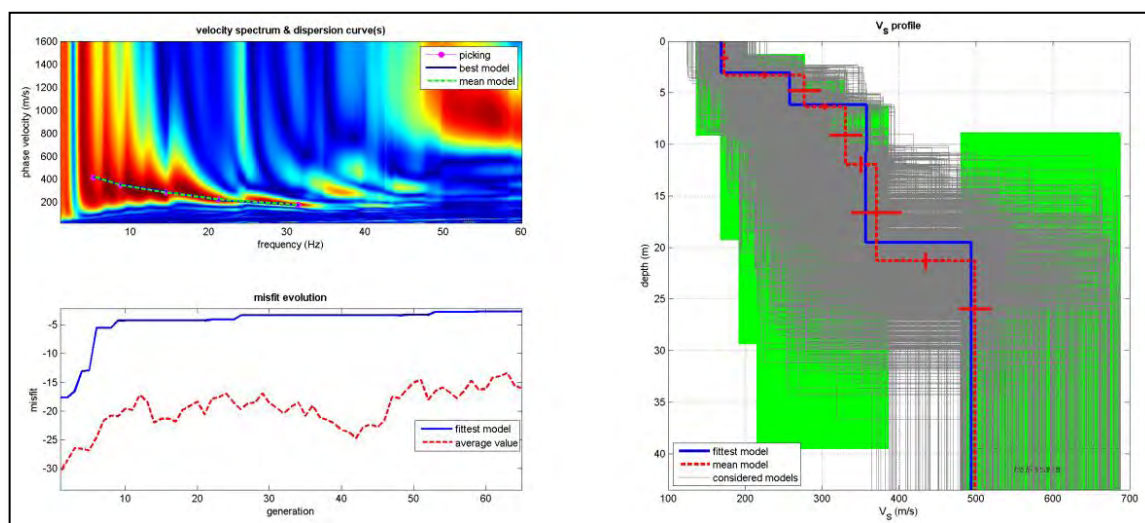


Fig. 17 Spettro di velocità, modello di fitting dell'inversione e profilo verticale di velocità delle onde S

Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già precedentemente detto, sono state acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale e del primo superiore da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:

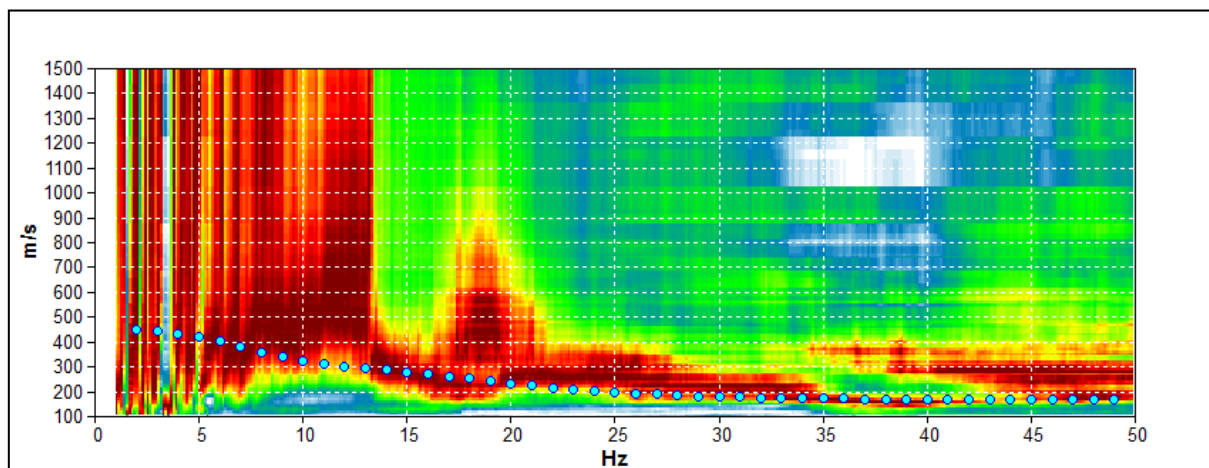


Fig. 18 Picking su spettro di velocità ottenuto con tecnica Re.Mi.

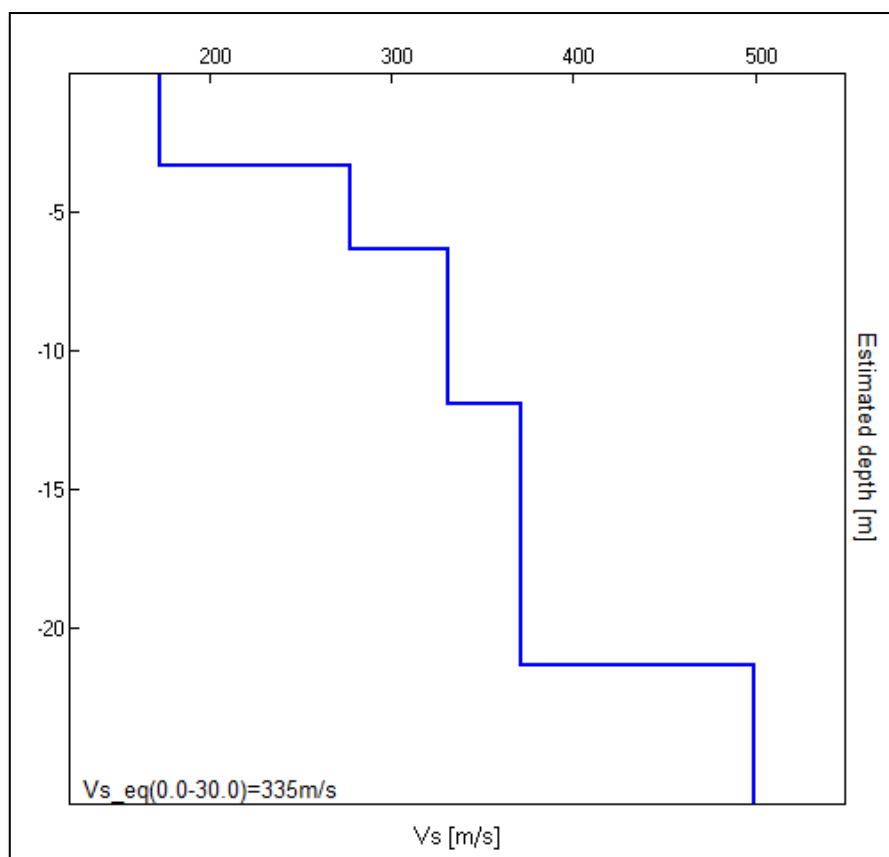


Fig. 19 Profilo di velocità e Vs,eq nell'intervallo 0-30 m (V_{s30})

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una $V_{s,eq}$ di **335 m/s** nell'intervallo 0-30 m (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m):

Spessore (m)	V_s (m/s)
3.30	173
3.00	277
5.60	331
9.40	371
semi-spazio	499

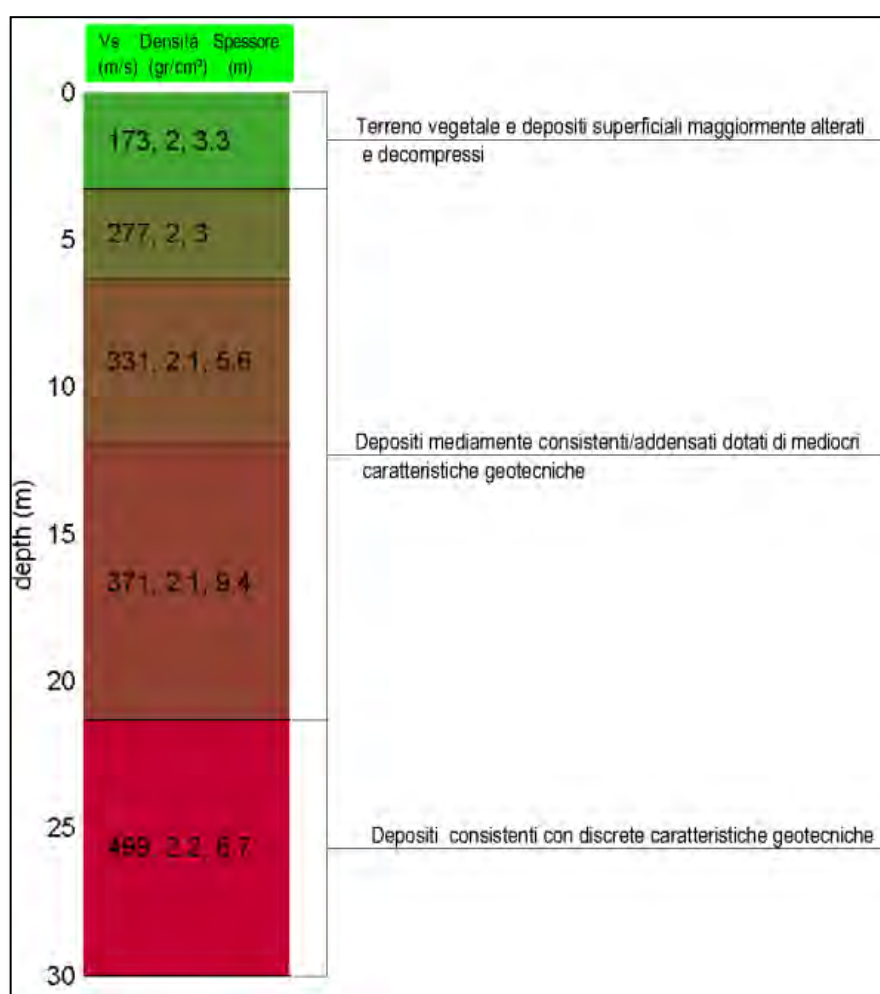


Fig. 20 Sismostratigrafia del sottosuolo fino alla profondità di 30 m dal p.c.

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 3,30 m, con velocità delle onde S di 171 m/s, riferibili nel contesto litologico del profilo sismico investigato a terreno vegetale e a depositi superficiali maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 18,00 m, con velocità delle onde S comprese tra 331 e 371 m/s, riferibili a terreni mediamente consistenti/addensati, con mediocri caratteristiche geotecniche;
- Segue, a profondità maggiori di 21,30 m e fino alla profondità di 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 499 m/s riferibile depositi consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s) determinate con la prospezione sismica MASW - Re.Mi. e adottando opportuni valori del peso di volume γ (Kg/m³) e del coefficiente di Poisson μ , rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ gr/cm ³	μ (-)	E _d Kg/cm ²	R T/m ² *s	G ₀ Kg/cm ²	K Kg/cm ²
I°	3.30	636	173	1.80	0.46	1573	311	539	6554
II°	18.00	1749	343	1.90	0.48	6617	652	2235	55138
III°	-	2097	499	2.00	0.47	14641	998	4980	81340

Vp= velocità onde P (m/s); Vs= velocità onda S (m/s); γ = densità (g/cm³); μ = coeff. di Poisson; E_d= Modulo di Young dinamico (Kg/cm²); R= rigidità sismica (T/m²*s); G₀=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm²); K=Modulo di incompressibilità (Kg/cm²)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della $V_{s,eq}$ (e dei moduli dinamici) nell'intervallo 0-30 m, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m. Il parametro $V_{s,eq}$ è risultato per il modello medio pari a **335 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{s,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 5	335	"C"

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14 gennaio 2008) il sito in esame, a partire dal p.c., rientra quindi nella categoria **C** ovvero:

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

3.5.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 5

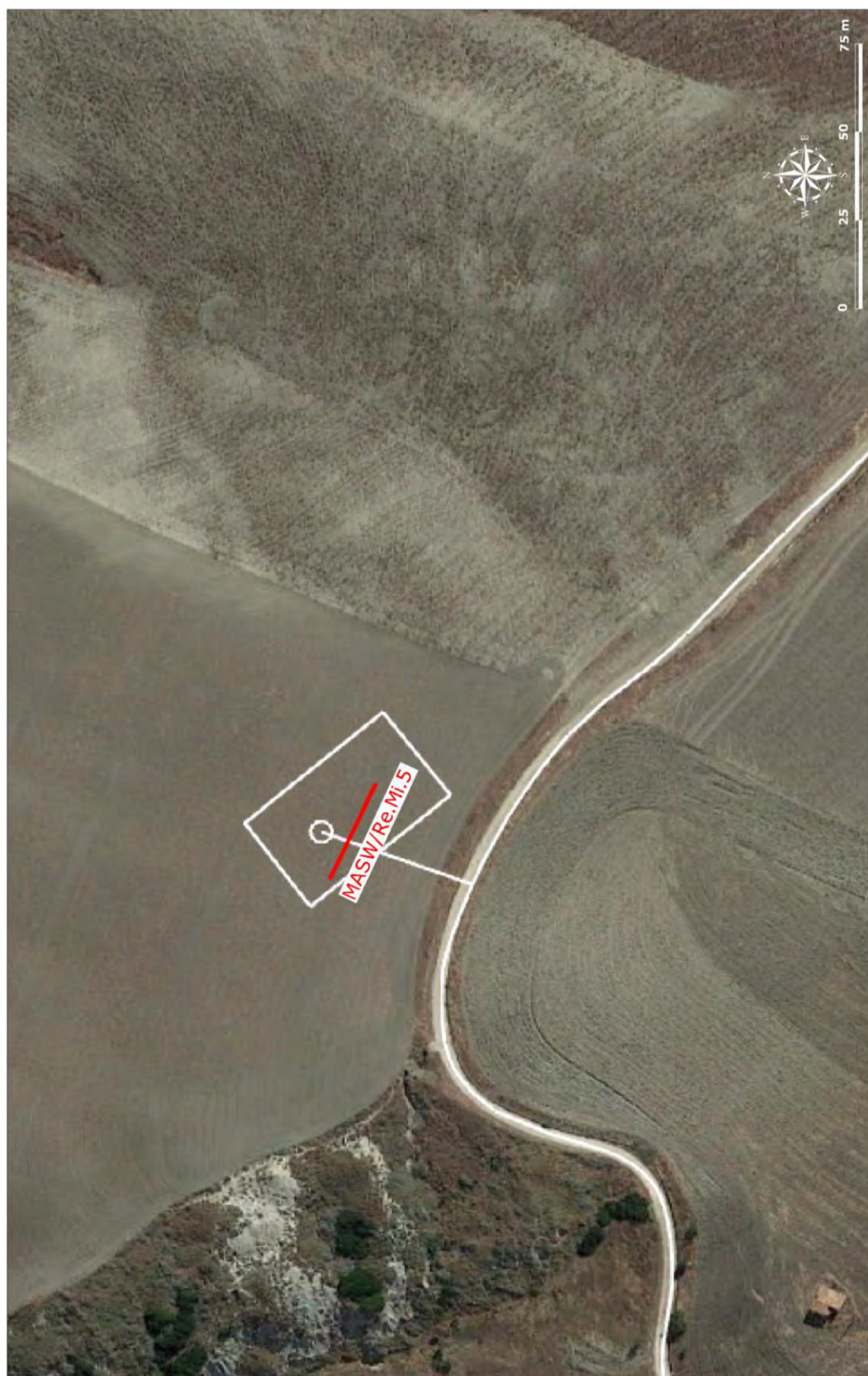


Foto 9 e 10: Fasi di acquisizione della prospezione sismica MASW/Re.Mi. 5

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

3.5.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 5



LEGENDA:	<u>MASW/Re.Mi.</u>	Prospezione sismica	MASW e Re.Mi.	Data:	28 Ottobre 2022
Coordinate (UTM WGS84 33N)	A: 619243 m E	4477445 m N	B: 619271 m E	4477443 m N	

3.6 Sottostazione utente

3.6.1 Prospezione sismica MASW/Re.Mi. 6

Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna relativamente allo stendimento denominato MASW/Re.Mi. 6 e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale e dei modi superiori:

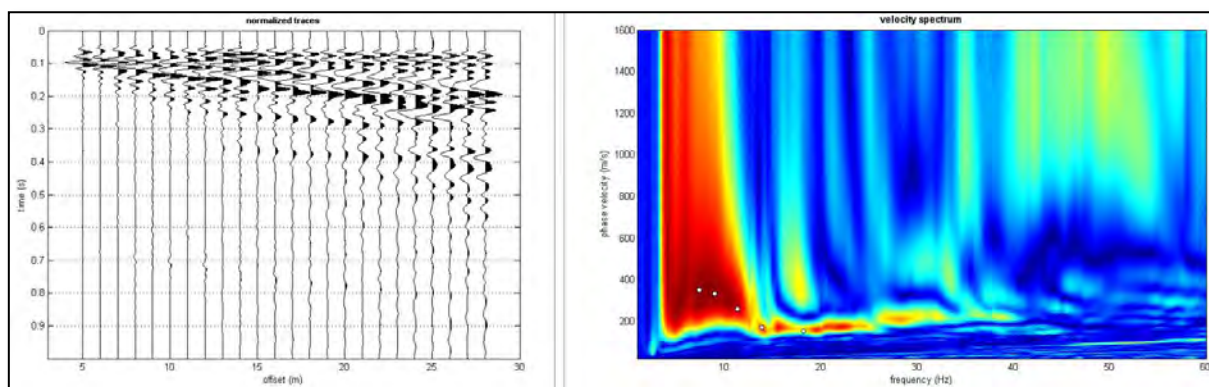


Fig. 21 Tracce sismiche acquisite e spettro di velocità (f-v) corrispondente

Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati della MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phase velocity-frequency (f-v) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfit evolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).

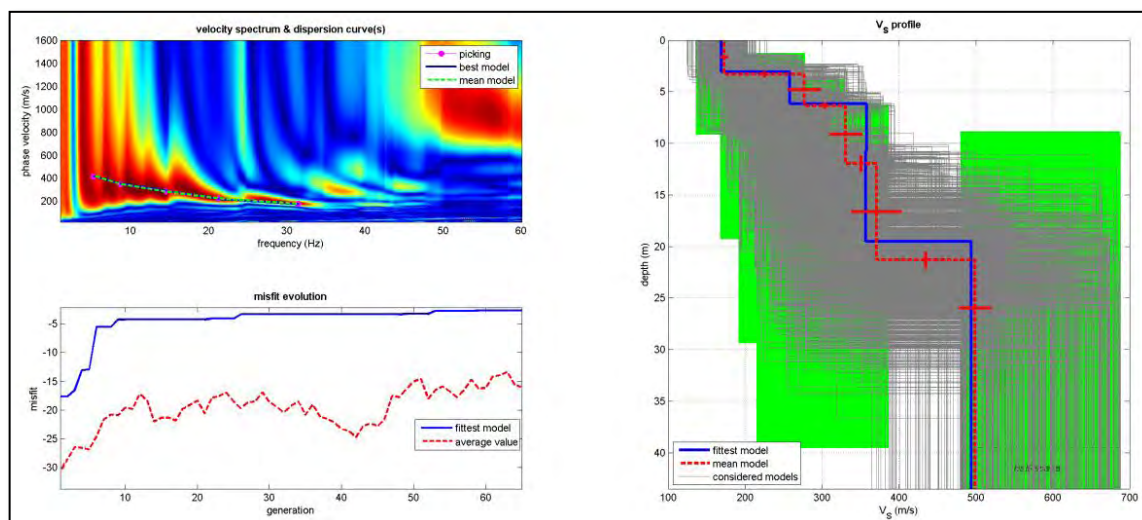


Fig. 22 Spettro di velocità, modello di fitting dell'inversione e profilo verticale di velocità delle onde S

Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già precedentemente detto, sono state acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale e del primo superiore da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:

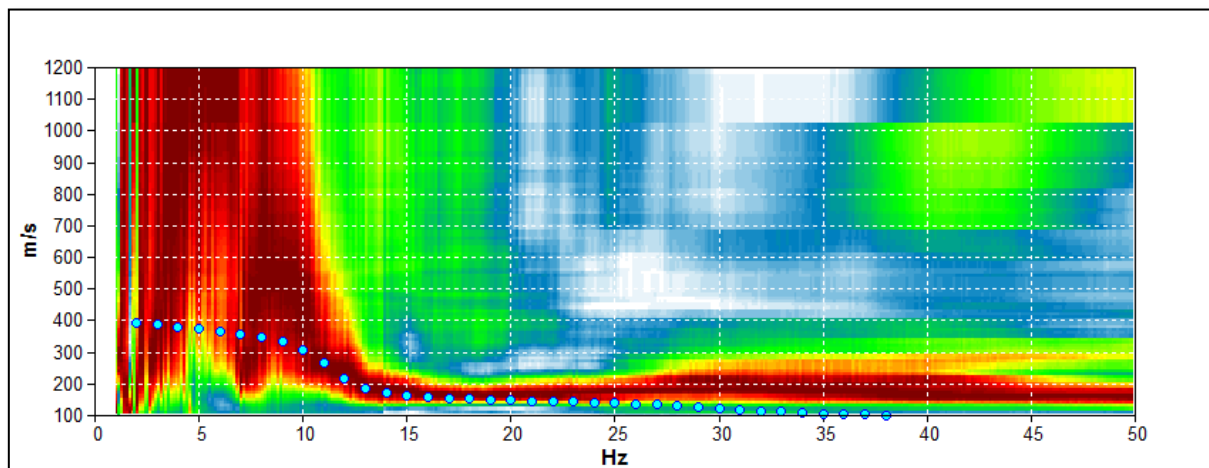


Fig. 23 Picking su spettro di velocità ottenuto con tecnica Re.Mi.

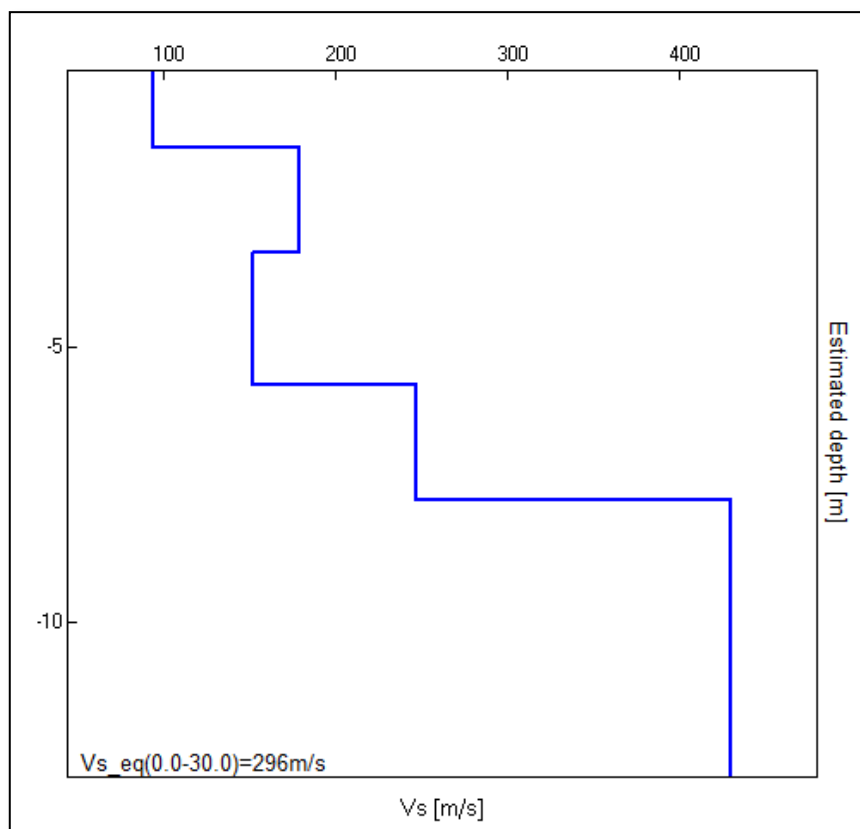


Fig. 24 Profilo di velocità e $V_{s,eq}$ nell'intervallo 0-30 m (V_{s30})

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una $V_{s,eq}$ di **296 m/s** nell'intervallo 0-30 m (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m):

Spessore (m)	V_s (m/s)
1.40	1.40
1.90	1.90
2.40	2.40
2.10	2.10
semi-spazio	1.40

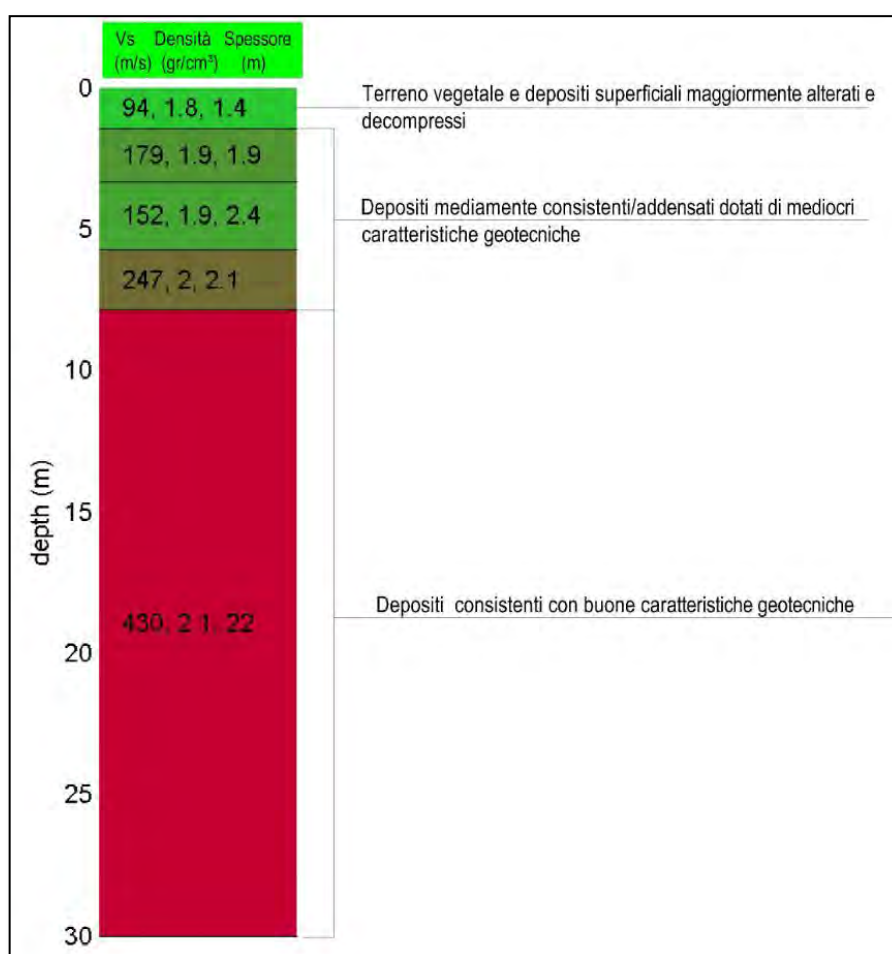


Fig. 55 Sismostratigrafia del sottosuolo fino alla profondità di 30 m dal p.c.

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 1,40 m, con velocità delle onde S di 94 m/s, riferibili nel contesto litologico del profilo sismico investigato a terreno vegetale e depositi superficiali maggiormente alterati e decompressi dotati di scarse caratteristiche geotecniche;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 6,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 152 e 247 m/s, riferibili a terreni mediamente consistenti/addensati, con mediocri caratteristiche geotecniche;
- Segue, a profondità maggiori di 7,80 m e fino alla profondità di 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 430 m/s riferibile depositi consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s) determinate con la prospezione sismica MASW - Re.Mi. e adottando opportuni valori del peso di volume γ (Kg/m³) e del coefficiente di Poisson μ , rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ gr/cm ³	μ (-)	E _d Kg/cm ²	R T/m ² *s	G ₀ Kg/cm ²	K Kg/cm ²
I°	1.40	345	94	1.80	0.46	464	169	159	1935
II°	6.40	974	191	1.90	0.48	2052	363	693	17097
III°	-	1807	430	2.00	0.47	10872	860	3698	60401

Vp= velocità onde P (m/s); Vs= velocità onda S (m/s); γ = densità (g/cm³); μ = coeff. di Poisson; E_d= Modulo di Young dinamico (Kg/cm²); R= rigidità sismica (T/m²*s); G₀=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm²); K=Modulo di incompressibilità (Kg/cm²)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della $V_{s,eq}$ (e dei moduli dinamici) nell'intervallo 0-30 m, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m. Il parametro $V_{s,eq}$ è risultato per il modello medio pari a **296 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{s,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 6	296	"C"

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14 gennaio 2008) il sito in esame, a partire dal p.c., rientra quindi nella categoria **C** ovvero:

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

3.6.2 Rapporto fotografico MASW/Re.Mi. 6

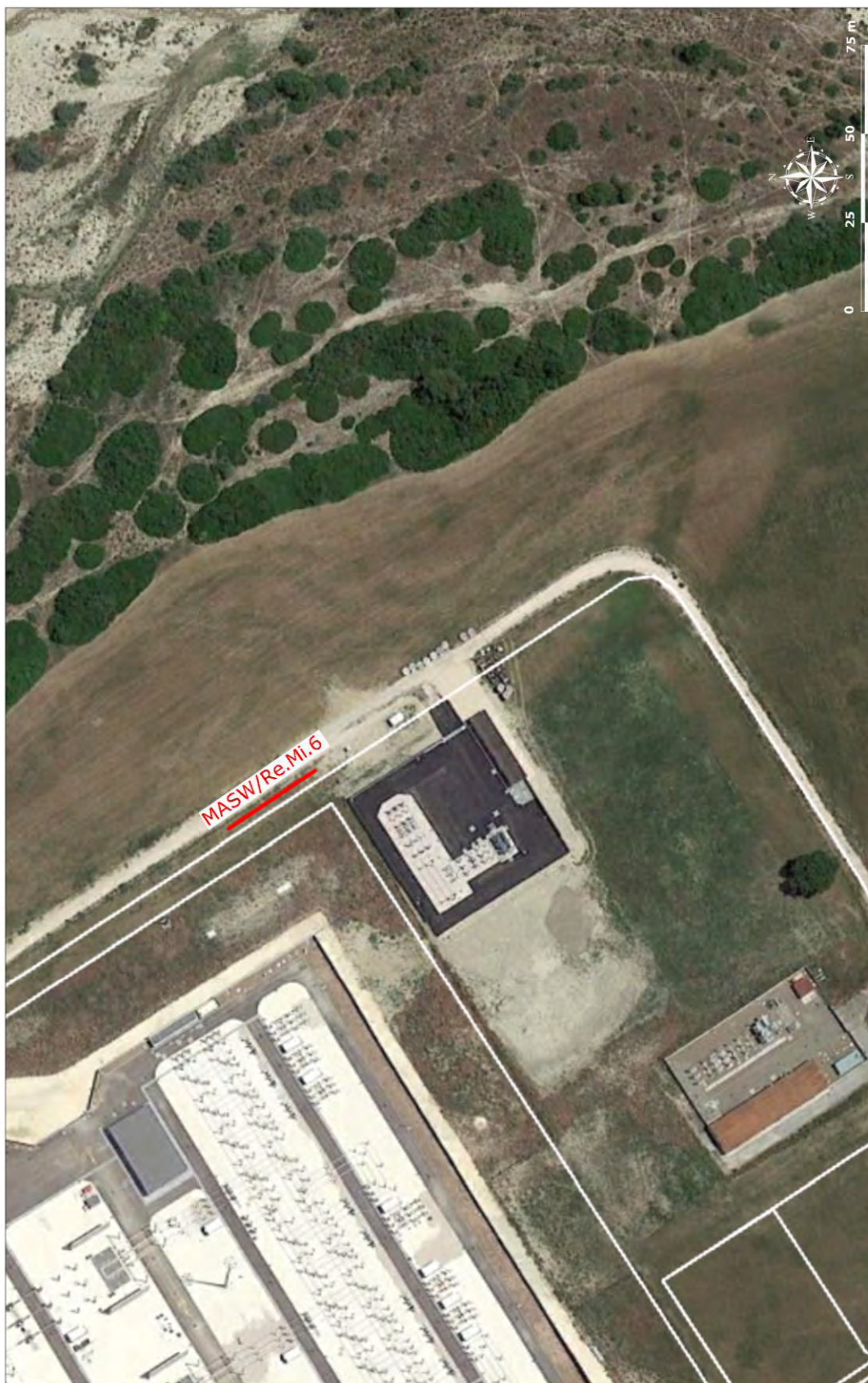


Foto 11 e 12: Fasi di acquisizione della prospezione sismica MASW/Re.Mi. 6

- INDAGINI GEOFISICHE -

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico ricadente nel Comune di Ferrandina (MT),
in località "Serra San Pietro" ed opere di connessione nel Comune di Garaguso (MT)

3.6.3 Ubicazione indagini MASW/Re.Mi. 6



LEGENDA:	<u>MASW/Re.Mi.</u>	Prospezione sismica MASW e Re.Mi.	Data:	28 Ottobre 2022
Coordinate (UTM WGS84 33N)	A: 608853 m E 4486350 m N	B: 608871 m E 4486325 m N		