

10_04_EO_ENL_PD_01_RG_4_00	02_04_2010	INDAGINE GEOFISICA COMBINATA DI SISMICA A RIFRAZIONE E MASW	ING. ALFONSO LUPARELLI	GEOL. GIUSEPPE LUPARELLI	
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

**PROGETTO:**  
**PARCO EOLICO "MARUGGIO - SAVA - TORRICELLA"**

**COMMITTENTE:**



**Enel Green Power**  
via Regina Margherita, 125  
00198 Roma

**TITOLO:**  
**- INDAGINE GEOFISICA COMBINATA DI SISMICA A RIFRAZIONE E MASW**

**PROJETTO engineering s.r.l.**  
società d'ingegneria  
amm.re unico  
Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Via dei Milite, 5  
74024 Manduria  
web site: [www.progetto.eu](http://www.progetto.eu)

Tel/fax: 099.9735188  
studio@progetto.eu  
P.IVA: 02658050733

**Studio LUPARELLI**

**TIMBRO:**

**SOSTITUISCE:**

**SOSTITUITO DA:**

**CARTA: A4**

**NOME FILE:**  
**10\_04\_EO\_ENL\_PD\_01\_RG\_4\_00**

**SCALA:**

**ELAB:**  
**RG.01**

## INDICE

Premessa .....	3
1. Pianificazione ed esecuzione dei lavori .....	4
1.1. Metodologie impiegate .....	4
1.1.1. Prospezione sismica a rifrazione .....	4
1.1.2. Prospezione sismica di tipo MA SW .....	5
2. Modalità di esecuzione dei rilievi: attività di campo .....	7
3. Risultati indagini geofisiche .....	10
3.1. Elaborazione indagini sismiche a rifrazione .....	10
3.2. Elaborazione indagine sismica di tipo MASW .....	15
4. Conclusioni .....	17

## INDICE DELLE TAVOLE

Tavola n. 1	Ubicazione del profilo S1 – macroarea n. 1
Tavola n. 2	Ubicazione del profilo S2 – macroarea n. 2
Tavola n. 3	Ubicazione del profilo S3 – macroarea n. 3
Tavola n. 4	Ubicazione del profilo S4 – macroarea n. 4
Tavola n. 5	Ubicazione del profilo S5 – macroarea n. 5

## ALLEGATI TECNICI

### Allegato 1 Report fotografico

Allegato 1.1	Report fotografico profilo S1
Allegato 1.2	Report fotografico profilo S2
Allegato 1.3	Report fotografico profilo S3
Allegato 1.4	Report fotografico profilo S4
Allegato 1.5	Report fotografico profilo S5

### Allegato 2 Dromocrone Onde P


Allegato 2.1	Dromocrone Onde P - S1
Allegato 2.2	Dromocrone Onde P - S2
Allegato 2.3	Dromocrone Onde P - S3
Allegato 2.4	Dromocrone Onde P - S4
Allegato 2.5	Dromocrone Onde P - S5

### **Allegato 3 Sezione sismostratigrafica**

Allegato 3.1	Sezione sismostratigrafica - S1
Allegato 3.2	Sezione sismostratigrafica - S2
Allegato 3.3	Sezione sismostratigrafica - S3
Allegato 3.4	Sezione sismostratigrafica - S4
Allegato 3.5	Sezione sismostratigrafica - S5

### **Allegato 4 Prospezione sismica di tipo MASW**

Allegato 4.1	Prospezione sismica tipo MASW - S1
Allegato 4.2	Prospezione sismica tipo MASW - S2
Allegato 4.3	Prospezione sismica tipo MASW - S3
Allegato 4.4	Prospezione sismica tipo MASW - S4
Allegato 4.5	Prospezione sismica tipo MASW - S5

	<b>ENEL GREEN POWER</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
	<b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella"	cod. elaborato SL/10/2010/A.1
		Pag. 3 di 17

## Premessa

Lo scrivente **Studio Luparelli**, su incarico conferito dalla Società d'ingegneria **PROJETTO Engineering s.r.l.** per conto della società proponente "**ENEL Green Power spa - AREA ITALIA SVILUPPO - Sviluppo Mercato Generazione Gestione Progetti e Supporto Tecnico**" ha eseguito il seguente la presente indagine geofisica al fine di approfondire lo stato conoscitivo, dal punto di vista geotecnico-stratigrafico, dei terreni di fondazione interessati dall'intervento di progetto.

**A tal proposito sono stati effettuati 5 profili sismici a rifrazione e 5 profili sismici di tipo MASW per ogni macroarea individuata nella relazione geologica generale.**

Le indagini geofisiche condotte nell'area di interesse hanno consentito la caratterizzazione sismica del terreno di fondazione attraverso il calcolo del "coefficiente di sottofondo Vs30" in virtù della normativa vigente. Inoltre, è stato possibile determinare le caratteristiche dinamiche dei litotipi investigati e i relativi moduli elastici, nonché definire in maniera più precisa le caratteristiche sismostratigrafiche del sottosuolo investigato.

## Studio Luparelli

Via Virgilio 11 – 72021 – Francavilla Fontana (Br)  
tel & fax 0831.84.49.51 email: segreteria@studioluparelli.it

	<b>ENEL GREEN POWER</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
	<b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella"	cod. elaborato SL/10/2010/A.1
		Pag. 4 di 17

## 1. Pianificazione ed esecuzione dei lavori

### 1.1. Metodologie impiegate

Nell'area studio sono state applicate due distinte metodologie d'indagine geofisica, di cui vengono evidenziati brevemente i fondamenti teorici.

#### 1.1.1. Prospezione sismica a rifrazione

La prospezione sismica considera i tempi di propagazione di onde elastiche che, generate al suolo, si propagano nel semispazio riflettendosi e rifrangendosi su eventuali superfici di discontinuità presenti.

Quando un'onda sismica incontra una superficie di separazione tra due mezzi con caratteristiche elastiche differenti, una parte dell'energia dell'onda si riflette nello stesso mezzo in cui si propaga l'onda incidente, e una parte si rifrange nel mezzo sottostante.

Le relazioni matematiche dei principi fisici della riflessione e rifrazione sono regolate dalle note leggi di Snell. La condizione necessaria per la riflessione e la rifrazione di un raggio sismico è la variazione del parametro impedenza sismica fra i 2 mezzi separati dalla superficie di discontinuità. L'impedenza sismica si determina attraverso il prodotto tra la velocità di propagazione dell'onda nel mezzo per la densità del materiale attraversato.

Ogni litotipo è caratterizzato da una particolare velocità di propagazione, determinata sperimentalmente attraverso prove di laboratorio o in situ. La velocità di propagazione delle onde sismiche nelle rocce dipende essenzialmente dai parametri elastici che sono influenzati, a loro volta, da numerosi fattori quali, ad esempio, la densità, la porosità, la tessitura, il grado di alterazione e/o di fratturazione, la composizione mineralogica, la pressione, il contenuto di fluidi, ecc.

Questi parametri rendono piuttosto ampio il campo di variabilità della velocità per uno stesso litotipo.

### **Studio Luparelli**

Via Virgilio 11 – 72021 – Francavilla Fontana (Br)  
tel & fax 0831.84.49.51 email: segreteria@studioluparelli.it

Per questo motivo, non sempre un orizzonte individuato con metodologie sismiche coincide con un orizzonte litologico.

Un impulso generato da una sorgente sismica in superficie genera un treno d'onde sismiche di varia natura; in fase di acquisizione e di elaborazione è possibile analizzare onde sismiche di volume o di superficie, a seconda delle modalità con cui esse si propagano nel sottosuolo.

In funzione del tipo di analisi delle onde sismiche investigate, è possibile distinguere fra la metodologia d'indagine sismica a rifrazione (analisi di onde di volume) e di tipo MASW (analisi di onde di superficie).

Disponendo un certo numero di sensori (geofoni) sul terreno lungo uno stendimento sismico e osservando il tempo di percorrenza delle onde per giungere ai sensori, è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche che attraversano i vari strati nel sottosuolo, consentendo una ricostruzione attendibile delle sue caratteristiche elastico-dinamiche.

### *1.1.2. Prospezione sismica di tipo MASW*

Il parametro  $V_{s30}$  rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità ed è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove  $h_i$  è lo spessore dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  è la velocità dello strato  $i$ -esimo

Tale parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolar modo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh, ossia onde di superficie generate dall'interazione tra onde di pressione (P) e le onde di taglio

verticali (Sv) ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo.

In presenza di un semispazio non omogeneo la loro velocità presenta dipendenza dalla frequenza, provocando dispersione della loro energia.

La dispersione è la deformazione di un treno d'onde nel sottosuolo dovuta ad una variazione di velocità di propagazione al variare della frequenza; per le onde di Rayleigh questa deformazione non si manifesta all'interno di un semispazio omogeneo e isotropo ma solo quando questi presenta una stratificazione.

Nelle nuove metodologie sismiche d'indagine dei sottosuolo si considerano le onde di superficie in quanto la percentuale di energia convertita è di gran lunga predominante rispetto alle onde P ed S; inoltre l'ampiezza di tali onde dipende da  $V_r$  - anziché da  $r$  (distanza dalla sorgente in superficie) come per le onde di volume.

La propagazione delle onde di Rayleigh, sebbene influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione anzitutto della  $V_s$ , che rappresenta un parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, che, a seguito di una trasformata di Fourier, restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio è possibile separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria ecc. Osservando lo spettro di frequenza è possibile evidenziare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della sua frequenza, come risultato del fenomeno della dispersione.

La metodologia Masw risulta particolarmente indicata in ambienti con spazature limitate e, a differenza della sismica a rifrazione, consente di individuare la presenza di inversioni di velocità con la profondità, associabili alla presenza di strati "lenti" al di sotto del bedrock roccioso.

Tuttavia, un limite di tale metodologia è che esso risente particolarmente del principio di indeterminazione e, fornendo un modello tuono -dimensionale del

	<b>ENEL GREEN POWER</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
	<b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella"	cod. elaborato SL/10/2010/A.1
		Pag. 7 di 17

sottosuolo, rende necessaria l'applicazione di altre metodologie d'indagine per fornire un modello geofisico-geologico più attendibile.

Per quanto riguarda l'indagine sismica di tipo MASW la lunghezza dello stendimento non rappresenta un parametro direttamente correlabile alla profondità d'investigazione in quanto viene eseguita un'analisi spettrale del segnale sismico acquisito.

In tal caso, la profondità d'investigazione dipende principalmente dal contenuto in frequenza del segnale prodotto dalla sorgente sismica e dalle caratteristiche sismiche di sito, quali numero di strati, velocità di propagazione delle onde P ed S e dalla densità.

## **2. Modalità di esecuzione dei rilievi: attività di campo**

Preliminarmente all'acquisizione dei dati geofisici, è stato condotta una fase operativa riguardante l'organizzazione e l'approntamento delle indagini in sito.

In fase di approntamento delle indagini, sono state valutate opportunamente spaziature geofoniche per quanto concerne l'indagine sismica a rifrazione e MASW. La scelta di tali parametri risulta di notevole importanza in funzione della profondità d'investigazione e della risoluzione desiderata.

### **Indagine sismica a rifrazione**

Per quanto riguarda l'indagine sismica a rifrazione, i profili sismici indicati nella cartografia delle ubicazioni allegata come S1A – S1B, S2A – S2B, S3A – S3B, S4A – S4B, S5A – S5B è stato eseguito utilizzando una spaziatura intergeofonica pari a 4 metri, per una lunghezza totale dello stendimento di 4 metri.

La profondità d'investigazione è legata principalmente alla lunghezza dello stendimento e alle caratteristiche elastiche del sottosuolo investigato che

### **Studio Luparelli**

Via Virgilio 11 – 72021 – Francavilla Fontana (Br)  
tel & fax 0831.84.49.51 email: segreteria@studioluparelli.it



consentono o meno la propagazione dell'energia sismica prodotta, e quindi delle onde sismiche generate in superficie.

Per l'esecuzione del profilo sismico è stata utilizzata la tecnica degli scoppi coniugati, in cui vengono eseguiti uno scoppio centrale (indicato con E), due scoppi interni simmetrici ( indicati con C e D) e due scoppi esterni simmetrici (indicati con A e B) per l'individuazione ottimale della geometria della superficie del rifrattore.

Per gli scoppi esterni è stato utilizzato un offset (distanza fra il punto di scoppio ed il primo geofono ricevitore) di 2 metri.


In fase di acquisizione, sono stati sommati sismogrammi dopo 4 -5 battute, al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore.

La strumentazione utilizzata è un sismografo della PASI, modello "16SG12, comprendente 12 canali e acquisizione computerizzata dei dati, durata dell'acquisizione pari a 128 msec e frequenza di campionamento di 250 psec.

Il modello "16SG12" rappresenta una strumentazione combinata in grado di fungere sia da sismografo che da un georesistivimetro, in quanto l'unità centrale dell'apparato contiene anche la componente hardware necessaria per le acquisizioni di resistività. E' stata utilizzata una sorgente del tipo "mazza battente" di peso pari a 10 Kg, ad impatto verticale su piastra per la generazione delle onde longitudinali P. I rilevatori adoperati sono geofoni verticali a 10 Hz per la ricezione delle onde sismiche generate in superficie. Tali sensori sono dei velocimetri, ossia dei rilevatori del movimento del terreno per effetto della generazione dell'impulso sismico in superficie.

### **Indagine sismica di tipo MASW**

La tecnica MASW prevede l'utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione (massa battente di peso pari a 10 Kg) e la registrazione simultanea di 12 o più canali, utilizzando geofoni a bassa frequenza. Infatti l'esigenza di analizzare con elevato dettaglio basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz e corrispondenti a maggiori profondità d'investigazione) richiede la necessità di

	<b>ENEL GREEN POWER</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
	<b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella"	cod. elaborato SL/10/2010/A.1
		Pag. 9 di 17

utilizzare geofoni ad asse verticale con frequenza di taglio non superiore a 4,5 Hz.

I profili sismici di tipo MASW, indicati in cartografia allegata con M1A — M1B, M2A — M2B, M3A — M3B, M4A — M4B, M5A — M5B e consistono in stendimenti di lunghezza totale 44 metri, utilizzando 12 geofoni aventi spaziatura costante pari a 4 metri, offset di scoppio pari a 2 metri, durata dell'acquisizione di circa 1 secondo e tempo di campionamento pari a 1 millisecondo.

Contrariamente a quanto richiesto nell'indagine sismica a rifrazione, il segnale sismico acquisito nella tecnica MASW deve includere tutto il treno d'onda superficiale e pertanto la durata dell'acquisizione deve essere definita in modo da contenere tutto il segnale e non troncato nelle ultime tracce.

Per quanto concerne il tempo di campionamento, mentre nella sismica a rifrazione si utilizza un tempo di campionamento più basso per ricostruire con dettaglio i primi arrivi dell'onda sismica, nell'indagine sismica Masw è sufficiente un campionamento più ampio per ricostruire tutto il segnale sismico.

Inoltre, lo stesso segnale viene acquisito senza applicazione di filtri e incrementi del segnale.

	<b>ENEL GREEN POWER</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
	<b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella"	cod. elaborato SL/10/2010/A.1
		Pag. 10 di 17

### 3. Risultati indagini geofisiche

#### 3.1. Elaborazione indagini sismiche a rifrazione

Dal sismogramma sperimentale sono stati letti i tempi di arrivo dei "first -break" attraverso l'utilizzo del software SISMOPC per la costruzione delle relative dromocrone (diagrammi tempo-distanza), mostrate in allegato.

L'interpretazione delle dromocrone, anche questa eseguita con processi computerizzati, è stata effettuata attraverso il software INTERSISM della Geo&Soft che utilizza come tecnica di interpretazione il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M.), ideato da Palmer (1980).

E' stato possibile, così, ottenere la sezione sismostratigrafica del profilo mostrata in allegato e indicata in dettaglio:

#### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA S1 – MACROAREA 1**

da m 0.00 a m -1,20 dal p.c. - SISMOSTRATO A –  $V_p \approx 705$  m/s;

da m -1,20 a m -5.50 dal p.c. - SISMOSTRATO B -  $V_p \approx 1230$  m/s;

> di m -5.50 dal p.c. - SISMOSTRATO C  $V_p \approx 1951$  m/s

Nel profilo sismico si evidenzia la presenza di tre sismostrati, uno superficiale con velocità  $V_p$  media di 750 m/s e spessore variabile fra 1.00 m e 1.20 m dal p.c; tale sismostrato è attribuibile a paleosuolo.

Il sismostrato intermedio, caratterizzato da  $V_p$  media di 1230 m/s rinvenuto sino ad una profondità di -5.50 m dal p.c. è associabile alla presenza di un litotipo calcarenitico a grana fine.

Il sismostrato profondo, avente  $V_p$  media di 1951 m/s, è attribuibile ad un litotipo calcareo stratificato in banchi.

### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA S2 – MACROAREA 2**

da m 0.00 a m -3.00 dal p.c. - SISMOSTRATO A –  $V_p \approx 300$  m/s;

da m -3.00 a m -6.00 dal p.c. - SISMOSTRATO B -  $V_p \approx 1090$  m/s;

> di m -6.00 dal p.c. - SISMOSTRATO C  $V_p \approx 1772$  m/s

Nel profilo sismico si evidenzia la presenza di tre sismostrati, uno superficiale con velocità  $V_p$  media di 300 m/s e spessore di 3,00 m dal p.c; tale sismostrato è attribuibile a depositi di colmata di natura lateritico - sabbiosa.

Il sismostrato intermedio, caratterizzato da  $V_p$  media di 1090 m/s rinvenuto fino ad una profondità di -6,00 m dal p.c. è associabile alla presenza di un litotipo calcarenitico a medio – grossolana.

Il sismostrato profondo, avente  $V_p$  media di 1772 m/s, è attribuibile ad un litotipo calcareo stratificato in banchi.

### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA S3 – MACROAREA 3**

da m 0.00 a m -1.00 dal p.c. - SISMOSTRATO A –  $V_p \approx 612$  m/s;

da m -1.00 a m -9.00 dal p.c. - SISMOSTRATO B -  $V_p \approx 952$  m/s;

> di m -9.00 dal p.c. - SISMOSTRATO C  $V_p \approx 2250$  m/s

Nel profilo sismico si evidenzia la presenza di tre sismostrati, uno superficiale con velocità  $V_p$  media di 612 m/s e spessore di 1.00 m dal p.c; tale sismostrato è attribuibile a terreno vegetale misto sabbia.

Il sismostrato intermedio, caratterizzato da  $V_p$  media di 952 m/s rinvenuto fino ad una profondità di -9.00 m dal p.c. è associabile alla presenza di un litotipo calcarenitico a grana grossa.

Il sismostrato profondo, avente  $V_p$  media di 2250 m/s, è attribuibile ad un litotipo calcareo compatto.

#### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA S4 – MACROAREA 4**

da m 0.00 a m -1.50 dal p.c. - SISMOSTRATO A –  $V_p \approx 950$  m/s;

da m -1.50 a m -8.00 dal p.c. - SISMOSTRATO B -  $V_p \approx 2400$  m/s;

> di m -8.00 dal p.c. - SISMOSTRATO C  $V_p \approx 3373$  m/s

Nel profilo sismico si evidenzia la presenza di tre sismostrati, uno superficiale con velocità  $V_p$  media di 950 m/s e spessore di 1.50 m dal p.c.; tale sismostrato è attribuibile ad una crosta sedimentaria ben cementata.

Il sismostrato intermedio, caratterizzato da  $V_p$  media di 2400 m/s rinvenuto fino ad una profondità di -8.00 m dal p.c. è associabile alla presenza di un litotipo calcareo in banchi.

Il sismostrato profondo, avente  $V_p$  media di 3373 m/s, è attribuibile ad un litotipo calcareo compatto.

#### **SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA S5 – MACROAREA 5**

da m 0.00 a m -2.50 dal p.c. - SISMOSTRATO A –  $V_p \approx 550$  m/s;

da m -2.50 a m -8.00 dal p.c. - SISMOSTRATO B -  $V_p \approx 1194$  m/s;

> di m -8.00 dal p.c. - SISMOSTRATO C  $V_p \approx 1951$  m/s

Nel profilo sismico si evidenzia la presenza di tre sismostrati, uno superficiale con velocità  $V_p$  media di 550 m/s e spessore di 2,50 m dal p.c.; tale sismostrato è attribuibile ad un affioramento sedimentario debolmente cementato.

Il sismostrato intermedio, caratterizzato da  $V_p$  media di 1194 m/s rinvenuto fino ad una profondità di -8,00 m dal p.c. è associabile alla presenza di un litotipo calcarenitico cementato a grana media.

Il sismostrato profondo, avente  $V_p$  media di 1951 m/s, è attribuibile ad un litotipo calcareo stratificato in banchi.

I valori delle Vs sono stati ricavati dall' indagine sismica di tipo MASW, consentendo la determinazione dei principali parametri elastici, con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm<sup>2</sup>, mentre il modulo di Poisson rappresenta un numero adimensionale. Il peso di volume (g/cm<sup>3</sup>) è stato ricavato da una relazione empirica che lega tale parametro alla velocità di propagazione delle onde P longitudinali.

### Macroarea n. 1

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	$\nu$	E (kg/cm <sup>2</sup> )	G (kg/cm <sup>2</sup> )	K (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (kg/cm <sup>3</sup> )
1°	705	442	0,176	7433	3160	3826	1,58
2°	1230	721	0,238	23932	9664	15239	1,82
3°	1951	1126	0,250	66140	26450	44142	2,04

### Macroarea n. 2

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	$\nu$	E (kg/cm <sup>2</sup> )	G (kg/cm <sup>2</sup> )	K (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (kg/cm <sup>3</sup> )
1°	300	138	0,366	680	249	844	1,280253
2°	1090	222	0,478	2628	889	20244	1,767551
3°	1772	505	0,456	15122	5194	57024	1,995865

### Macroarea n. 3

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	$\nu$	E (kg/cm <sup>2</sup> )	G (kg/cm <sup>2</sup> )	K (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (kg/cm <sup>3</sup> )
1°	612	293	0,351	3622	1340	4061	1,53
2°	952	457	0,350	9834	3642	10947	1,7
3°	2250	1079	0,351	67992	25170	75886	2,1

#### Macroarea n. 4

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	v	E (kg/cm <sup>2</sup> )	G (kg/cm <sup>2</sup> )	K (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (kg/cm <sup>3</sup> )
1°	950	456	0,350	9786	3624	10896	1,7
2°	2400	1152	0,350	78743	29157	87674	2,15
3°	3373	1616	0,351	168801	62471	188867	2,3

#### Macroarea n. 5

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	v	E (kg/cm <sup>2</sup> )	G (kg/cm <sup>2</sup> )	K (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (kg/cm <sup>3</sup> )
1°	550	264	0,350	2861	1059	3186	1,48
2°	1194	500	0,394	12858	4613	20155	1,8
3°	1951	900	0,365	46126	16898	56878	2,04

### 3.2. Elaborazione indagine sismica di tipo MASW

La fase di elaborazione si è sviluppata in due fasi:

1. determinazione della curva di dispersione e la valutati one dello spettro di velocità;
2. inversione della curva di dispersione interpretata, mediante picking di un modo dell'onda di Rayleigh e successiva applicazione di algoritmi genetici.

La sovrapposizione delle curve teoriche e sperimentali fornisce un para metro abbastanza indicativo sull'attendibilità del modello geofisico risultante.

Per l'inversione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software WinMasw 2.0 della Eliosoft.

La curva di dispersione ed il sismogramma sperimentale nonché la relativa set tione elaborata sono mostrate in figura allegata.

Nel profilo sismico si evidenzia la presenza alcuni sismo strati, aventi velocità di propagazione crescente all'aumentare della profondità d'investigazione.

I risultati dell'indagine MASW risultano essere compatibili.

Le **Vs30** calcolate per i singoli profili e macroaree sono le seguenti:

<b>Macro area n. 1</b>	<b>Vs30 = 996 m/s</b>
<b>Macro area n. 2</b>	<b>Vs30 = 338 m/s</b>
<b>Macro area n. 3</b>	<b>Vs30 = 775 m/s</b>
<b>Macro area n. 4</b>	<b>Vs30 = 1344 m/s</b>
<b>Macro area n. 5</b>	<b>Vs30 = 682 m/s</b>

Il calcolo del coefficiente di sottofondo (Vs30) permette di classificare il terreno di fondazione oggetto del profilo MASW in una delle cinque categorie di suolo di fondazione in ottemperanza del D.M. 14.09.2005; D.M. 14.01.2008.



<b>Categoria</b>	<b>Descrizione del profilo stratigrafico</b>	<b>Parametro Vs30</b>
A	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m</i>	<b>&gt; 800</b>
B	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	<b>360 – 800</b>
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri	<b>180 – 360</b>
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	<b>&lt; 180</b>
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800m/s	

Per tale ragione si evidenzia che il terreno oggetto dell'indagine geofisica è classificato nella seguente maniera:

<b>Macro area n. 1</b>	<b>Vs30 = 996 m/s</b>	<b>Classe A</b>
<b>Macro area n. 2</b>	<b>Vs30 = 338 m/s</b>	<b>Classe B</b>
<b>Macro area n. 3</b>	<b>Vs30 = 775 m/s</b>	<b>Classe B</b>
<b>Macro area n. 4</b>	<b>Vs30 = 1344 m/s</b>	<b>Classe A</b>
<b>Macro area n. 5</b>	<b>Vs30 = 682 m/s</b>	<b>Classe B</b>

	<b>ENEL GREEN POWER</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
	<b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella"	cod. elaborato SL/10/2010/A.1
		Pag. 17 di 17

## 4. Conclusioni

Lo scrivente **Studio Luparelli**, su incarico conferito dalla Società d'ingegneria **PROJETTO Engineering s.r.l.** per conto della società proponente "**ENEL Green Power spa - AREA ITALIA SVILUPPO** - Sviluppo Mercato Generazione Gestione Progetti e Supporto Tecnico" ha eseguito il seguente la presente indagine geofisica al fine di approfondire lo stato conoscitivo, dal punto di vista geotecnico-stratigrafico, dei terreni di fondazione interessati dall'intervento di progetto.

**A tal proposito sono stati effettuati 5 profili sismici a rifrazione e 5 profili sismici di tipo MASW per ogni macroarea individuata nella relazione geologica generale.**

L'indagine sismica combinata ha permesso di definire le caratteristiche elastodinamiche dei litotipi interessati dalle strutture in fondazione e di fornire un modello geologico del sottosuolo.

Inoltre, come richiede la normativa vigente, è stato determinato il parametro Vs30 e classificato il terreno oggetto di studio.

**Francavilla Fontana (Br), 22 Marzo 2010**

Dott.  
**Giuseppe Luparelli**  
Geologo

**Allegato A.1.1.1**

**Report fotografico profilo S1**











**Allegato A.1.1.2**

**Report fotografico profilo S2**



















**Allegato A.1.1.3 Report fotografico profilo S3**









**Allegato A.1.1.4 Report fotografico profilo S4**

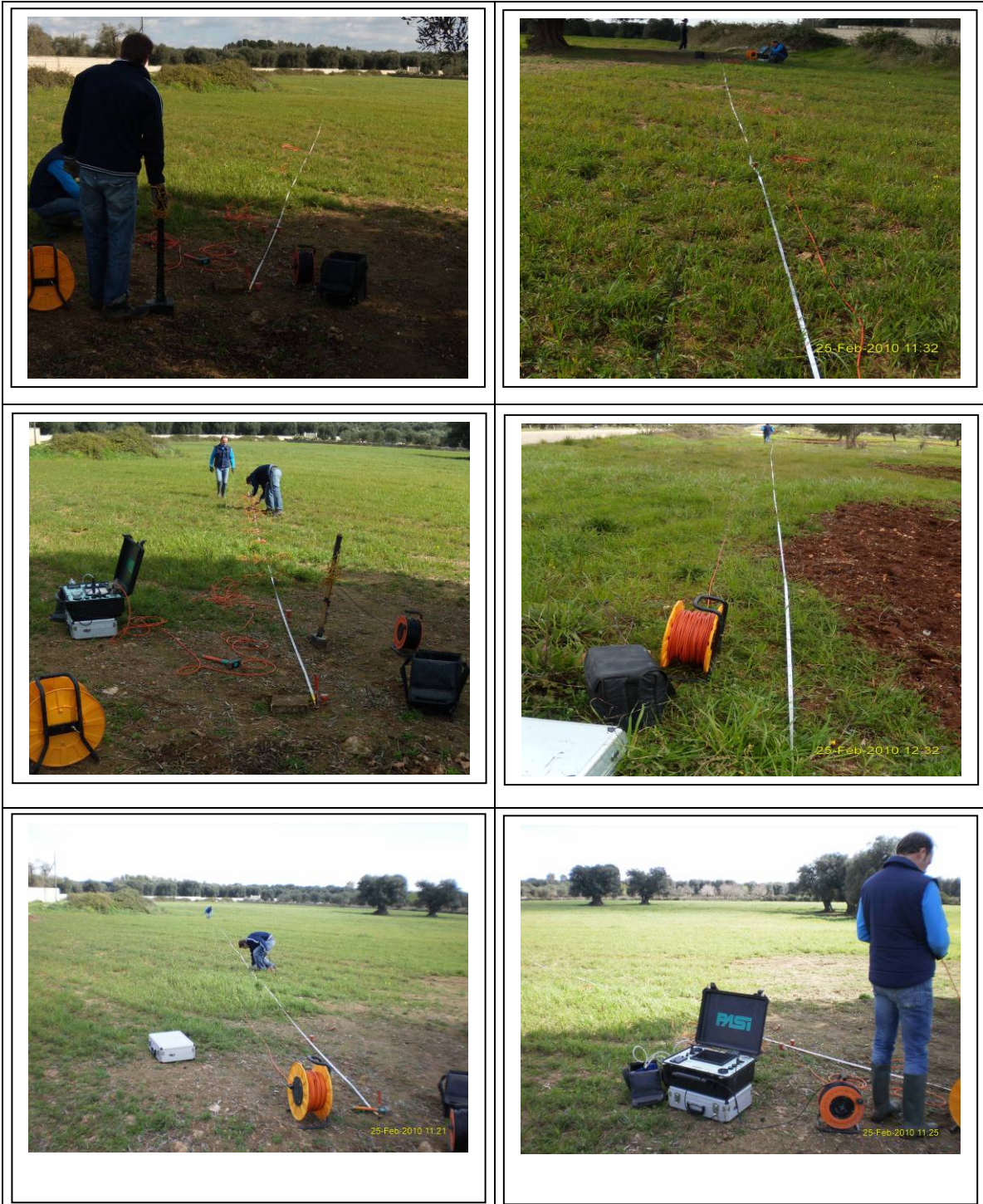









**Allegato A.1.1.5 Report fotografico profilo S5**







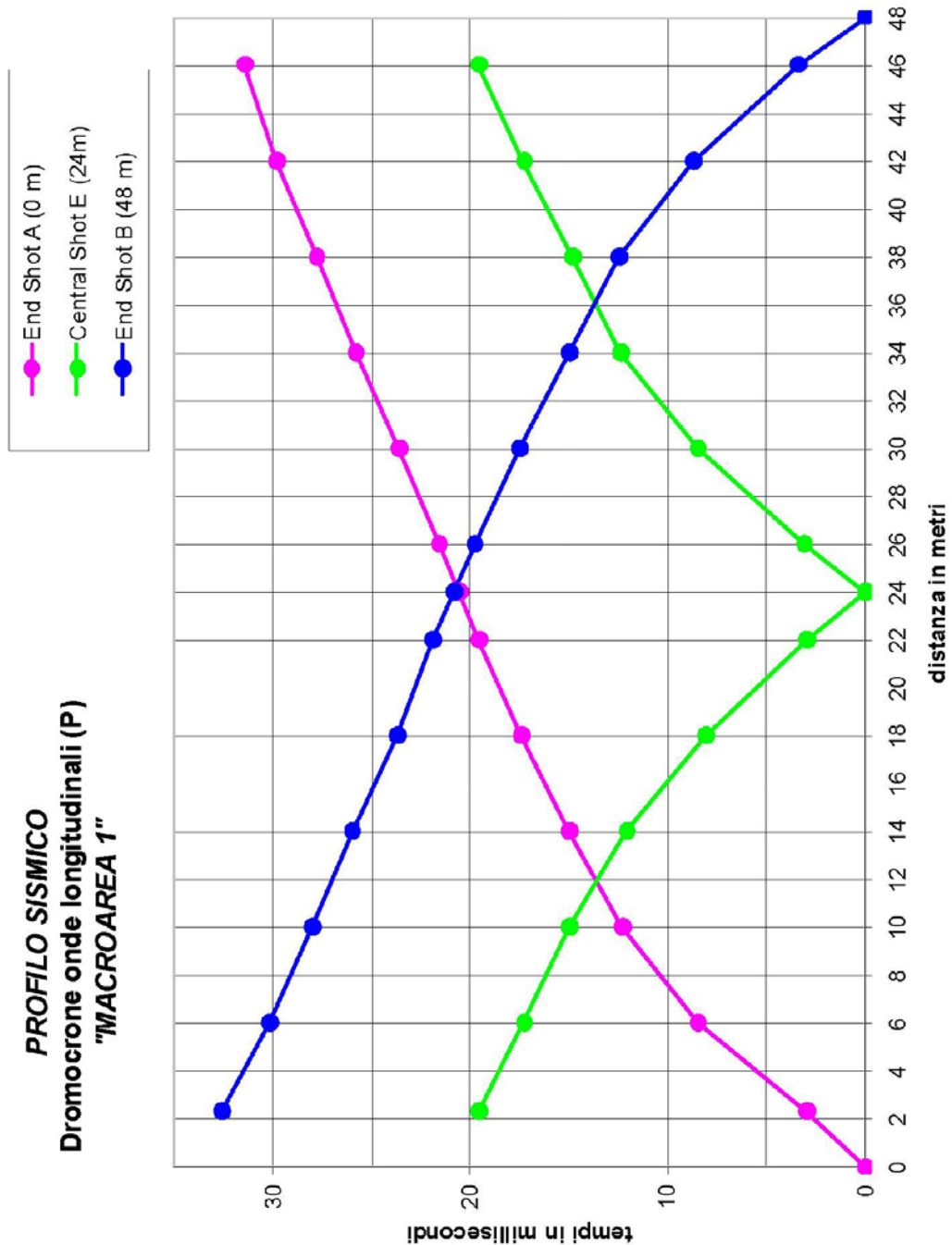
## **Allegato 1.1.1      Report fotografico**

	<b>ENEL GREEN POWER</b> <b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato <b>“Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella”</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
		cod. elaborato SL/10/2010/A.1.2
		Pag. 1 di 5

## **Allegato A.1.2 Dromocrone Onde P**

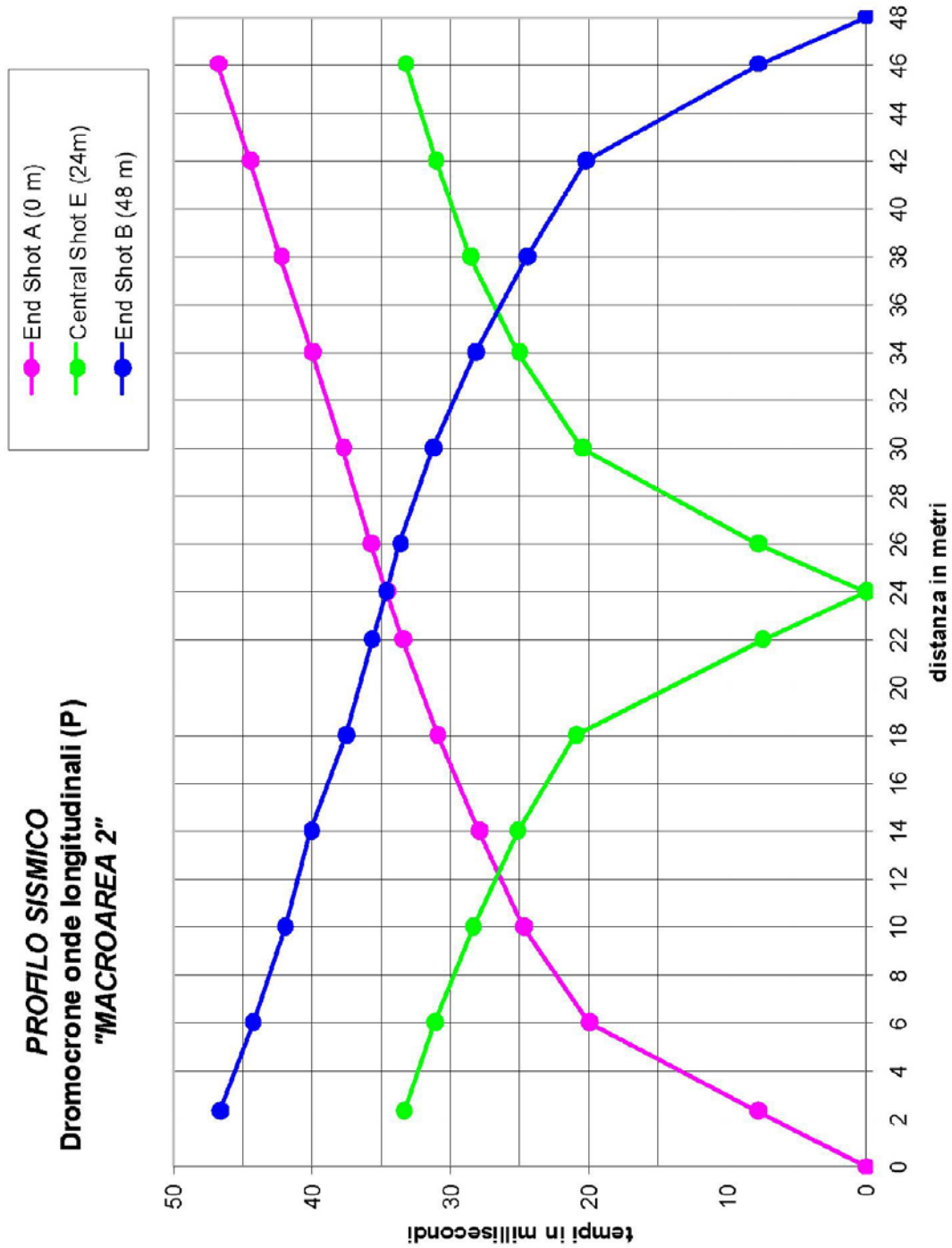
Allegato 2.1

Dromocrone Onde P - S1



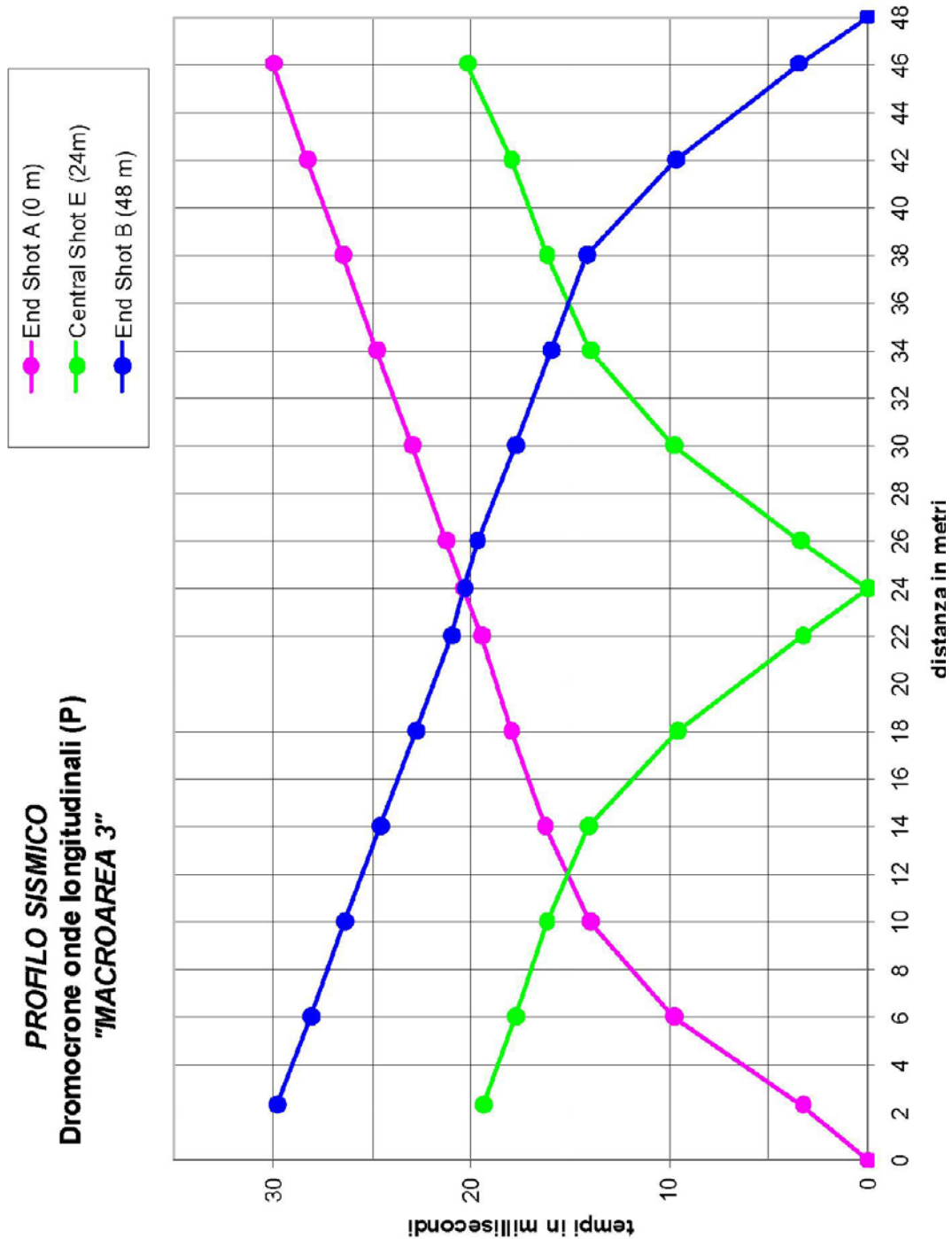
Allegato 2.2

Dromocrone Onde P - S2



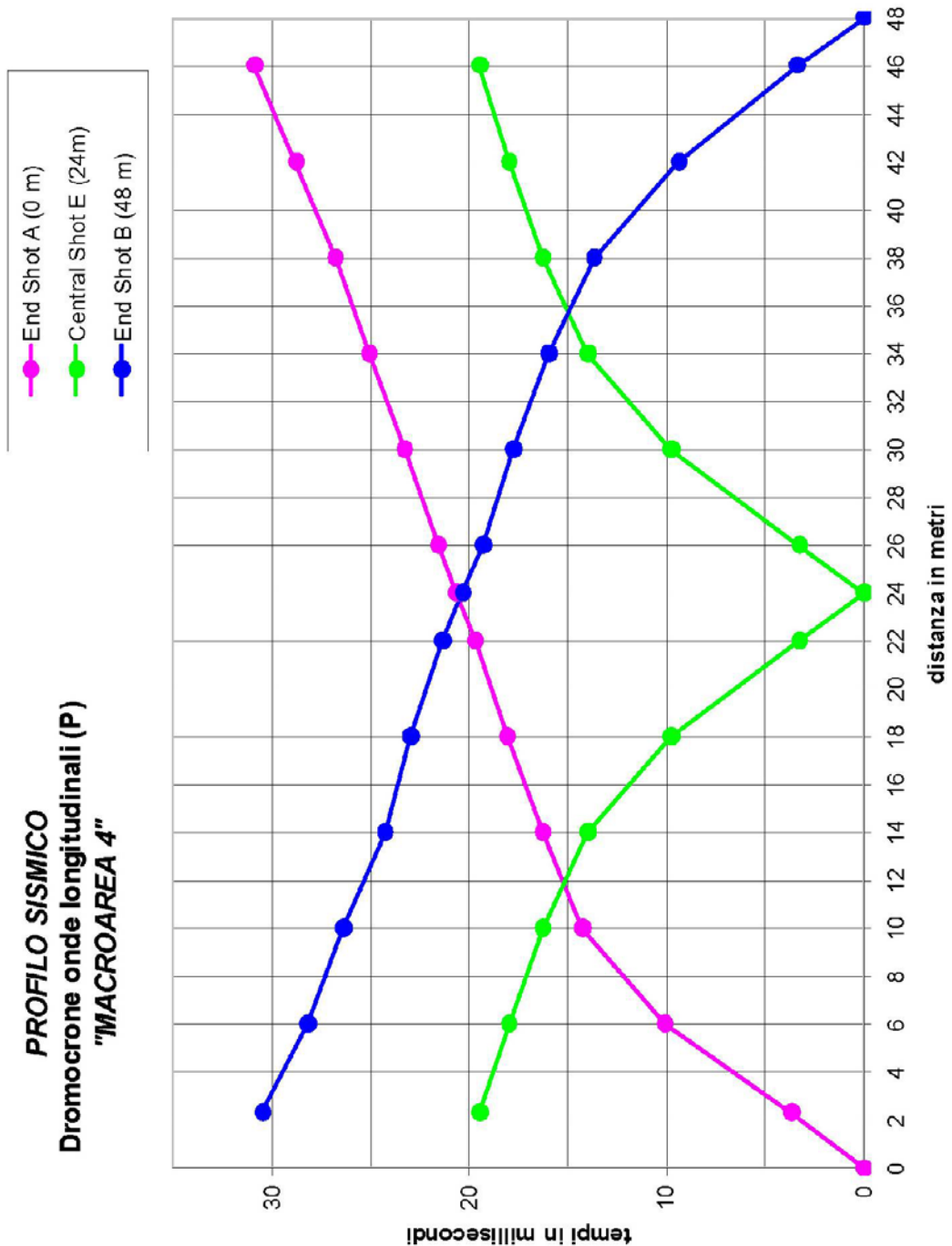
Allegato 2.3

Dromocrone Onde P - S3



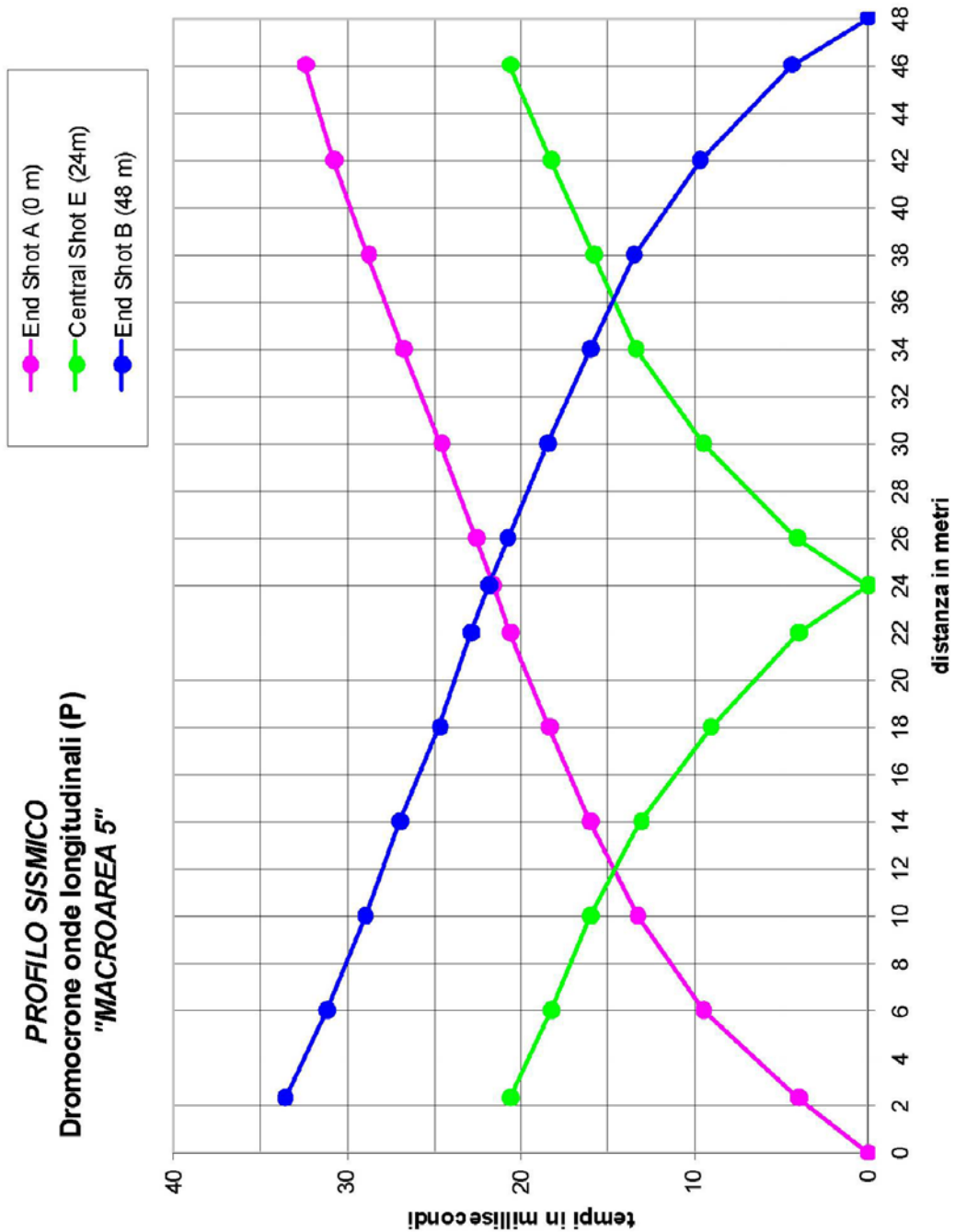
Allegato 2.4


Dromocrone Onde P - S4



Allegato 2.5

Dromocrone Onde P - S5



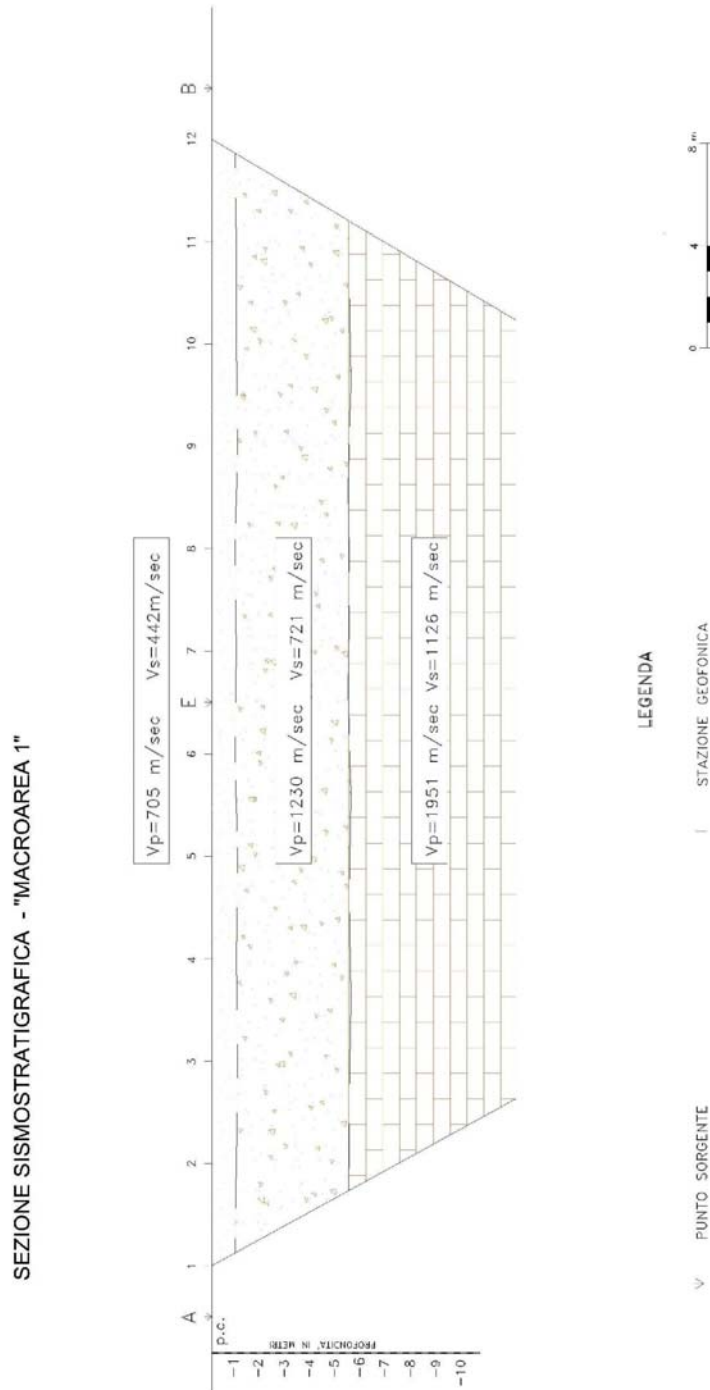
	<b>ENEL GREEN POWER</b> <b>INDAGINI GEOFISICHE IN SITO</b> - Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw a corredo del progetto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato <b>“Parco Eolico Sava – Maruggio – Torricella”</b>	Rev. 0 del 22/03/2010
		cod. elaborato SL/10/2010/A.1.3
		Pag. 1 di 5

## **Allegato A.1.3 Sezione sismostratigrafica**



Allegato 3.1

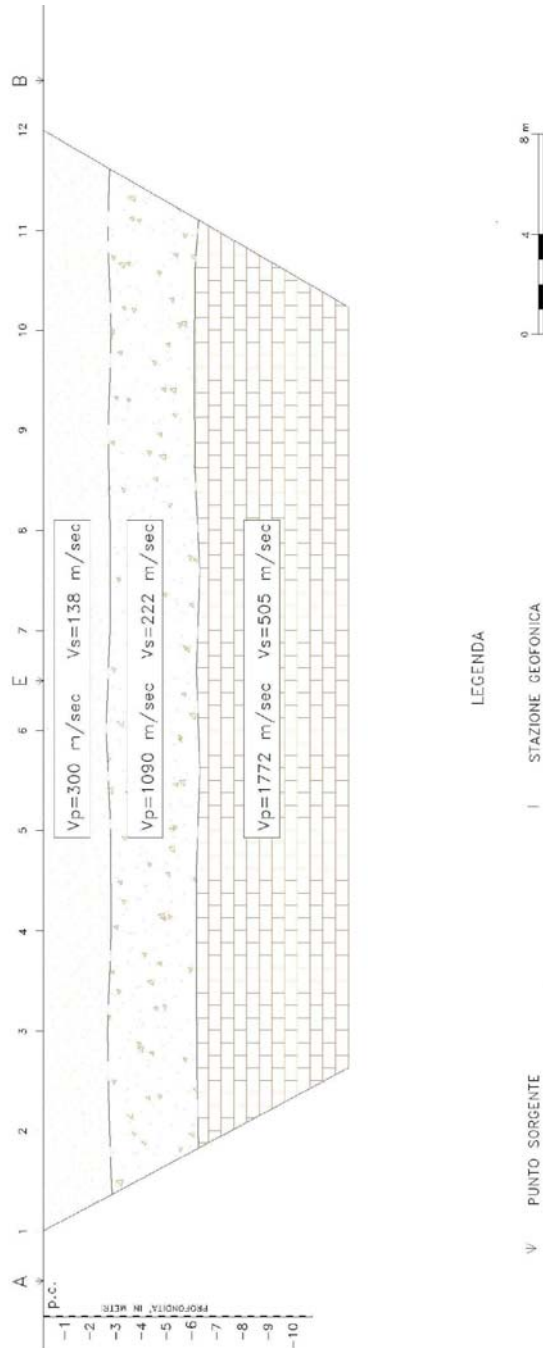
Sezione sismostratigrafica - S1



Allegato 3.2

Sezione sismostratigrafica - S2

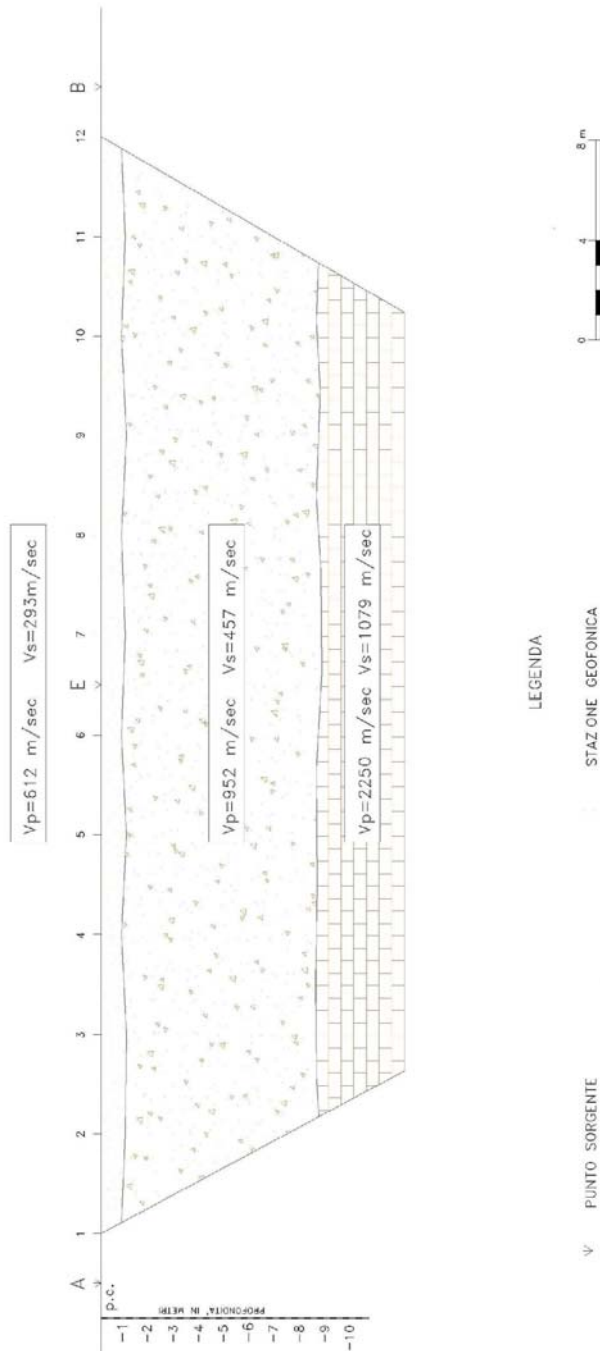
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - "MACROAREA 2"



Allegato 3.3

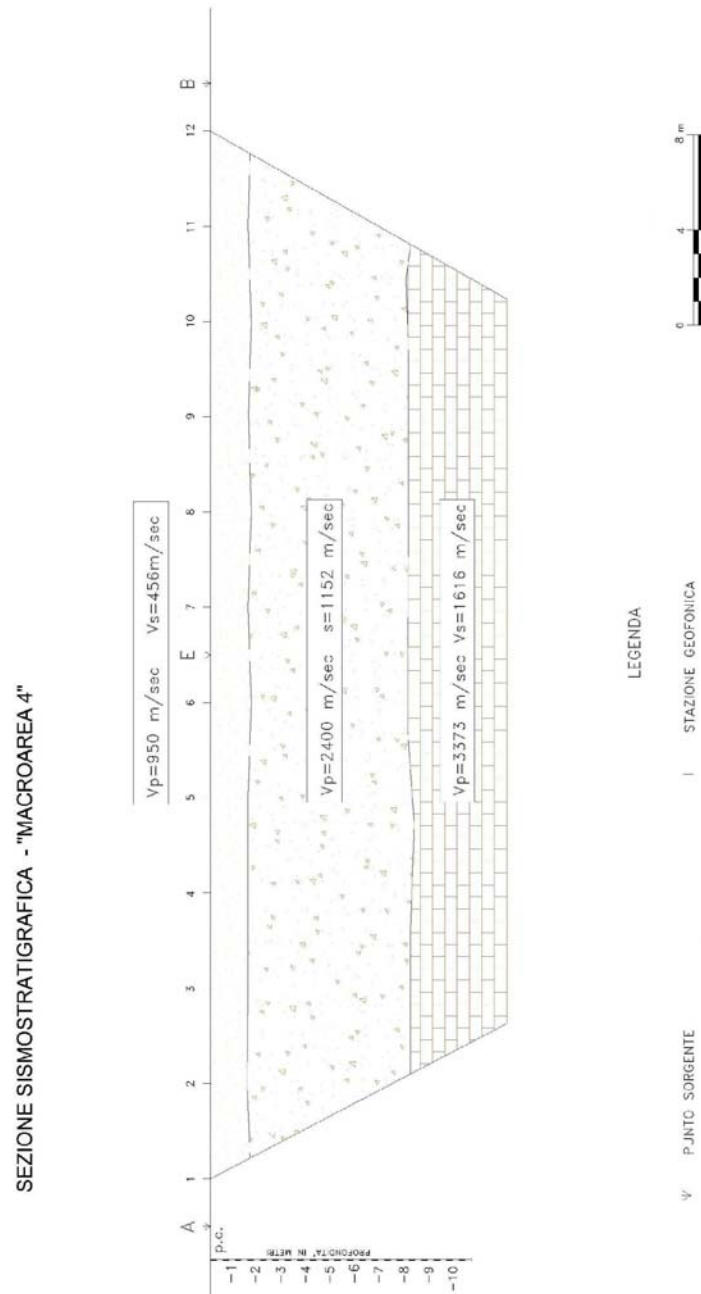
Sezione sismostratigrafica - S3

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - "MACROAREA 3"



Allegato 3.4

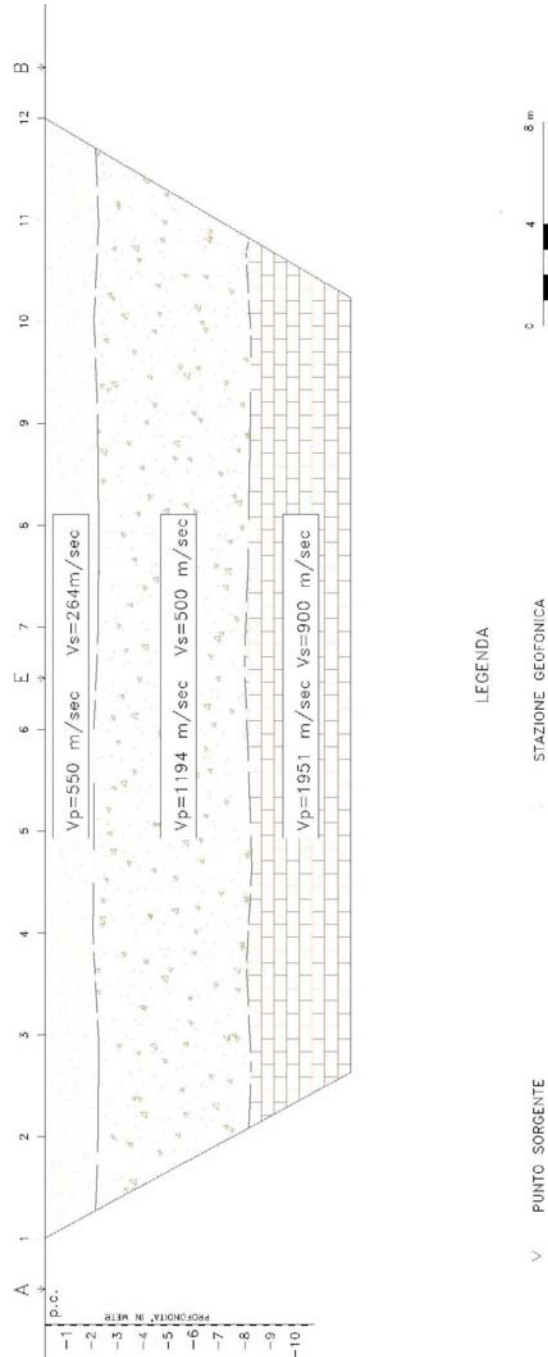
Sezione sismostratigrafica - S4



Allegato 3.5

Sezione sismostratigrafica - S5

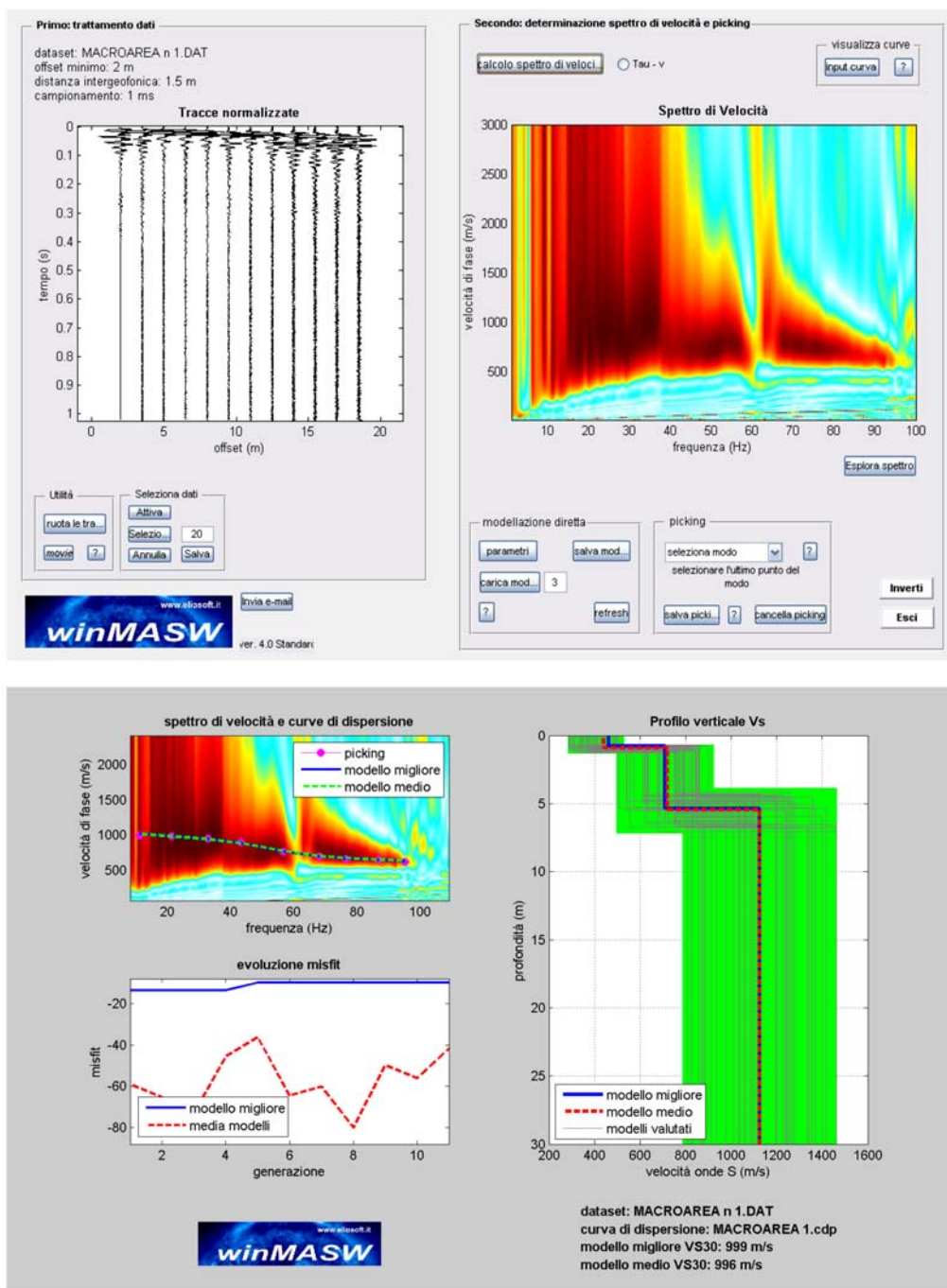
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - "MACROAREA 5"



## **Allegato A.1.4 Prospezione sismica di tipo MASW**

Allegato 4.1

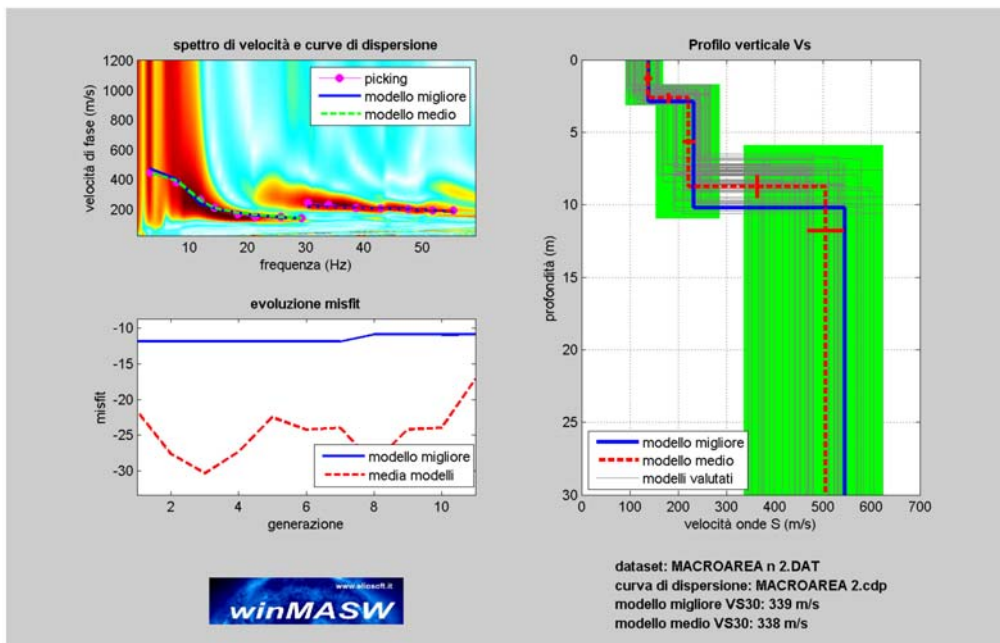
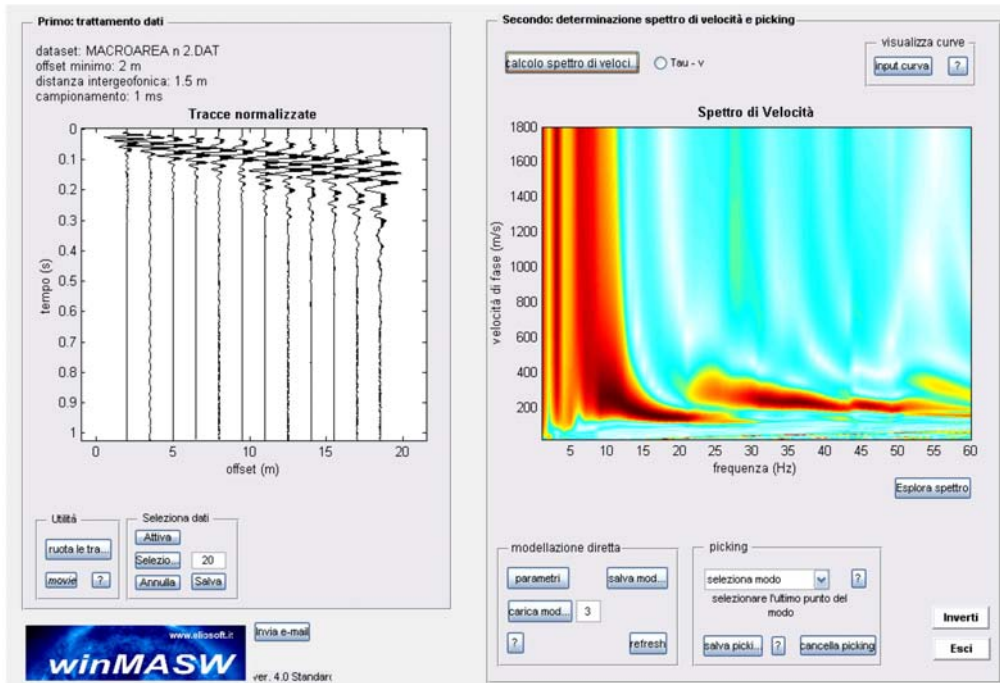
Prospezione sismica tipo MASW - S1





Allegato 4.2

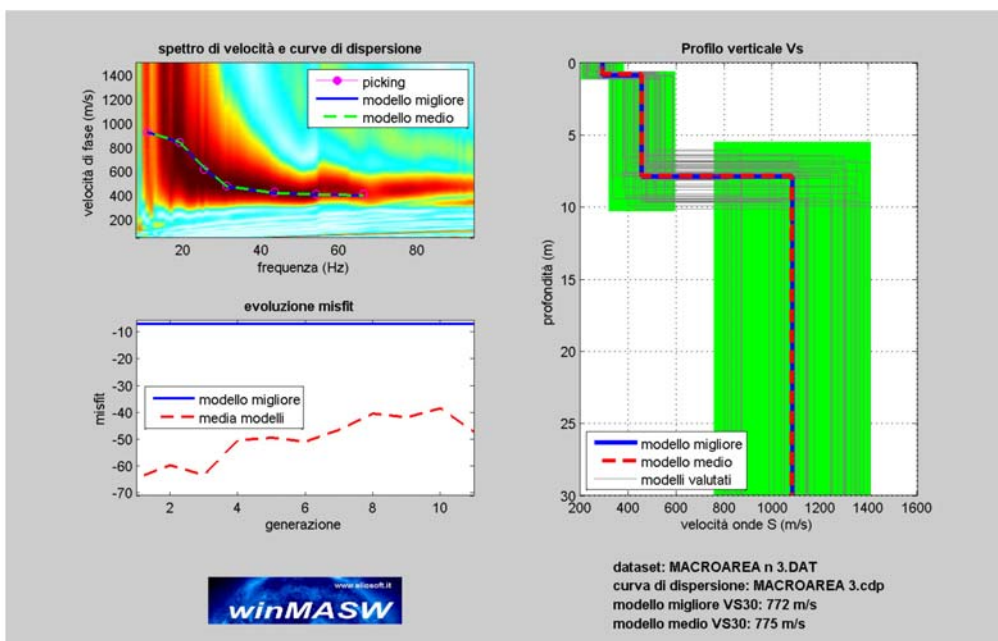
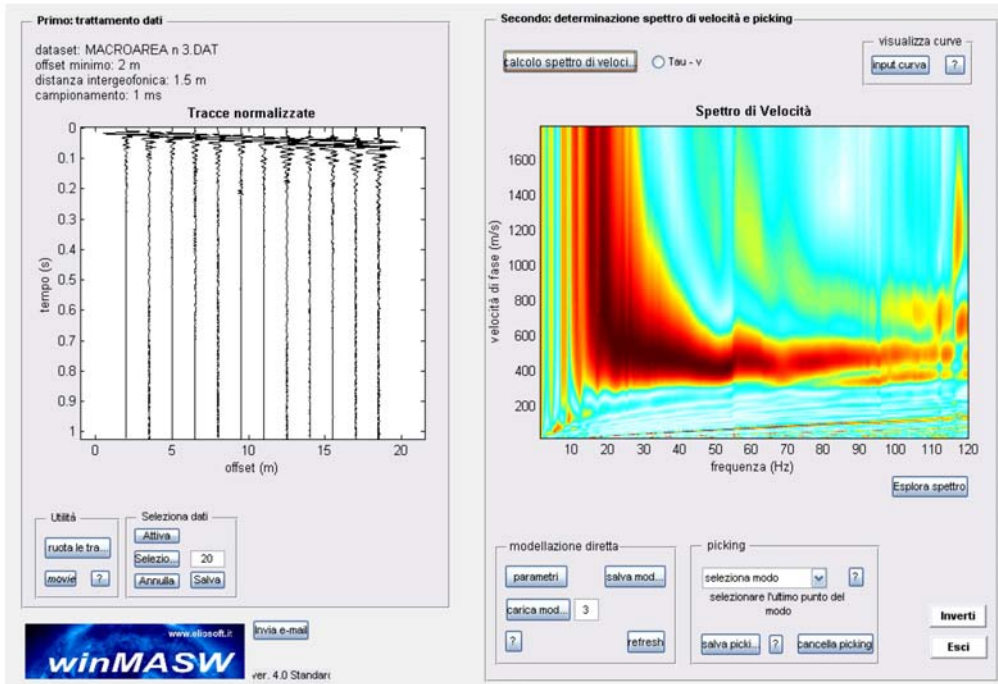
Prospezione sismica tipo MASW - S2





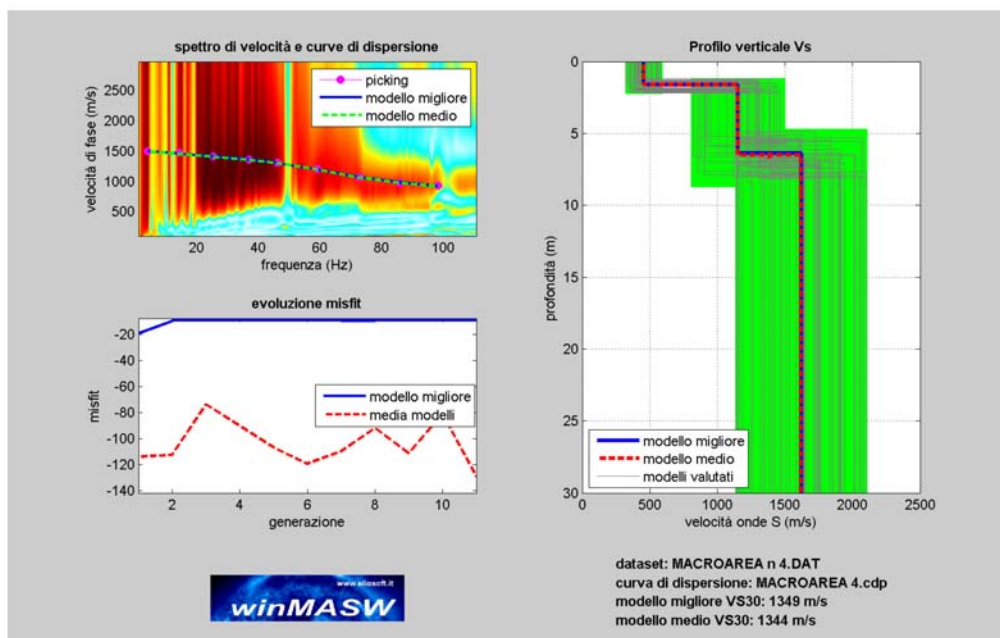
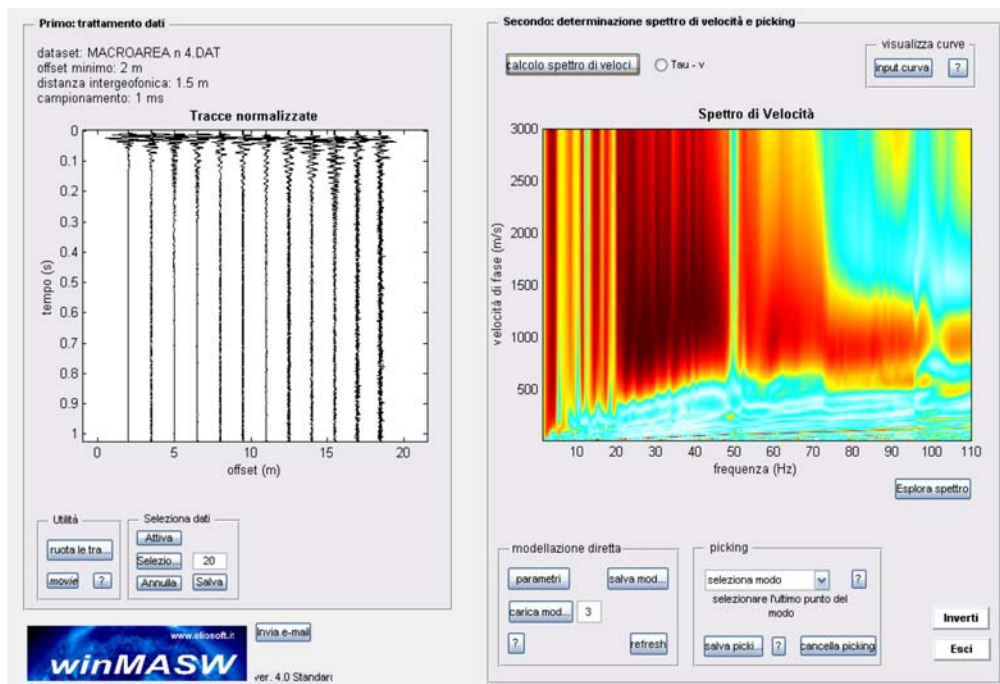
Allegato 4.3

Prospezione sismica tipo MASW - S3



Allegato 4.4

Prospezione sismica tipo MASW - S4



Allegato 4.5      Prospezione sismica tipo MASW - S5

