

A.G.M. Service S.r.l.
PROSPEZIONI GEOFISICHE

*Via XVII Settembre, 4
SPOLETO (PG)
Tel & Fax: 0743.224856
e-mail: agmservice@libero.it*

COMUNE DI PERUGIA

Provincia di Perugia

Realizzazione di un nuovo impianto di digestione

anaerobica con motore a biogas da 999 kw

in località Pontevalleceppi

N.C.T. Comune di Perugia - Fg. n. 257 - Part n. 147

INDAGINE SISMICA MASW

Committente:

DISTILLERIE G. DI LORENZO

RELAZIONE GEOFISICA

Maggio 2011

INDICE

	<i>pagina</i>
PREMESSA	1
1. SISMICA MASW	2
1.1. PARAMETRO V_{s30}	3
1.2. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	5
1.3. METODOLOGIA OPERATIVA	6
1.4. METODOLOGIA INTERPRETATIVA.....	7
1.5. ESAME DEI RISULTATI	8

ALLEGATI:

PROFILO MASW

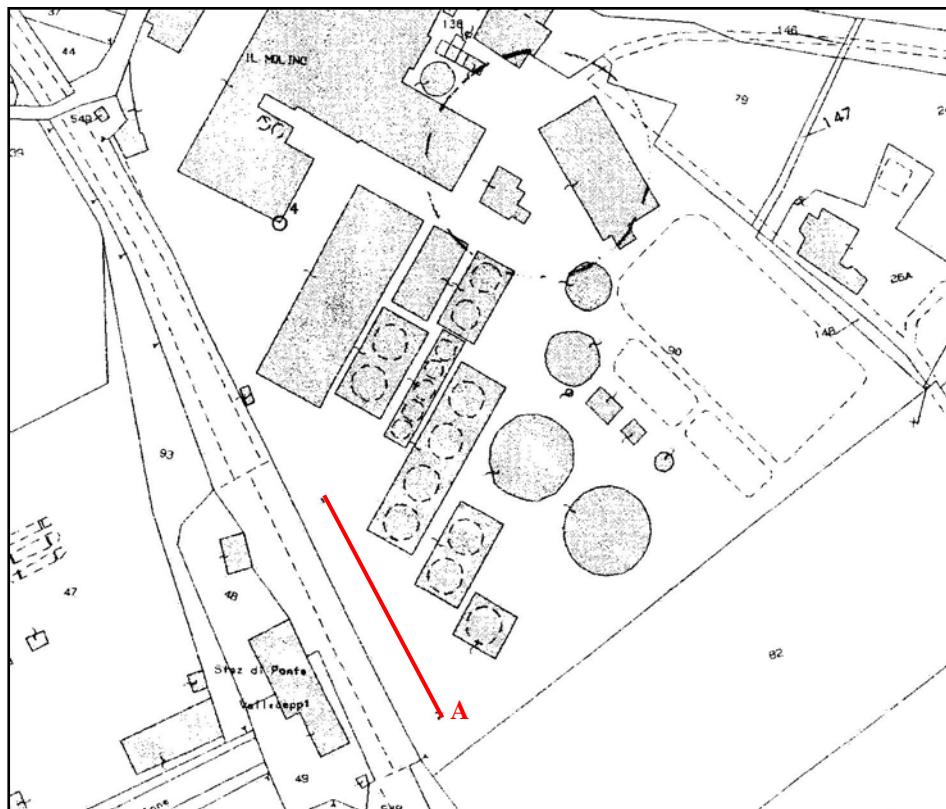
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PREMESSA

Dietro richiesta del *Dott. Geologo Giuseppe Pannone* e per conto delle *Distillerie G. di Lorenzo*, è stata eseguita un'indagine geofisica in località Pontevalleceppi, nel Comune di Perugia.

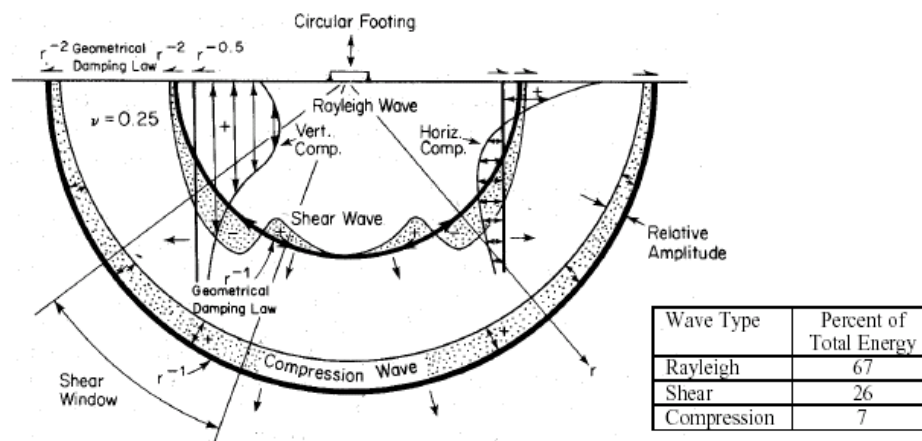
Come richiesto dal tecnico incaricato, è stato eseguito un profilo sismico *MASW*, al fine di caratterizzare da un punto di vista geofisico il sottosuolo dell'area su cui è in corso uno studio geologico a corredo del progetto di realizzazione di un nuovo impianto di digestione anaerobica con motore a biogas da 999 kw.

L'ubicazione dell'indagine e del relativo punto di battuta è riportata nella planimetria sottostante (estratto N.C.T. Comune di Perugia - Fg. n. 257 - Part. n. 147), alla scala 1: 2.000.



1. SISMICA MASW

Il rilievo geofisico è basato sull'impiego della tecnica MASW (multichannel analysis of surface waves), per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio (V_s), tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con *algoritmi genetici*.



I vantaggi dell'uso di questa metodologia geofisica rispetto ai metodi tradizionali sono:

1. Particolarmente indicato per suoli altamente attenuanti ed ambienti rumorosi;
2. Non limitato (a differenza del metodo a rifrazione) dalla presenza di inversioni di velocità in profondità;
3. Buona risoluzione (a differenza del metodo a riflessione);
4. Permette la ricostruzione della distribuzione verticale della velocità delle onde di taglio (S), fondamentale per la caratterizzazione geotecnica del sito.

Inoltre:

- La percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%);
- L'ampiezza delle *surface waves* dipende da \sqrt{r} e non da r come per le *body waves*.

1.1. PARAMETRO V_{S30}

È il parametro geofisico che rappresenta meglio la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo

Il parametro V_{S30} rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità.

È calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove:

V_i : velocità delle onde S dello strato i-esimo

h_i : spessore in metri dello strato i-esimo

N: numero di strati presenti nei primi 30 metri

In base al valore della V_{S30} si identificano le seguenti 5 categorie del suolo di fondazione:

- **SUOLO A:** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} **superiori a 800 m/sec**, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- **SUOLO B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} **compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec** (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- **SUOLO C:** Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di

V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);

- **SUOLO D:** Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di **V_{s30} inferiori a 180 m/s** (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina);

- **SUOLO E:** Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/sec.

Il parametro V_{s30} può essere acquisito mediante:

- Prove in foro (down-hole, cross-hole);
- Profili sismici (riflessione o rifrazione);
- Modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh (Profili MASW, SASW, ReMi).

1.2. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali della PASI di Torino, modello 16SG24, con processore Pentium IV, display VGA a colori in LCD-TFT 10.4" Touch Screen, trattamento del segnale a 16 bit, trattamento di dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione.

I guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento.

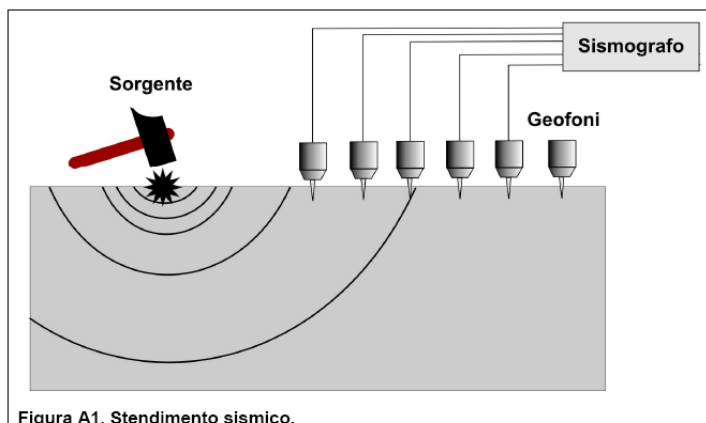


Sismografo PASI 16S24

Il trigger è dato da un geofono starter esterno, con possibilità di pre-trigger (0-10 ms); per la prova sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz ed una sorgente energizzante costituita da una massa battente da 10 Kg.

1.3. METODOLOGIA OPERATIVA

Per acquisire un set di dati per l'indagine MASW è necessario effettuare uno stendimento di geofoni, allineati con una sorgente ad impatto verticale (massa battente o esploditore minibang).



Il profilo è stato eseguito utilizzando 24 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 2,0 metri.

I punti di battuta sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo (punto "A" sulla planimetria), a distanze rispettivamente di 4,0 e 8,0 m dal geofono n. 1.

La scelta delle 2 battute è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali, a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

1.4. METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Il software *WinMASW* consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers*) acquisiti in campagna, in modo tale da poter ricavare il profilo verticale delle Vs (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato è ottenuto tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global-search methods* o *soft computing*).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare, basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza, che l'utente deve necessariamente fornire.

Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale, che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale; in caso contrario, il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza.

E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (*search space*) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

Quella finale viene infine proposta, con una stima della sua attendibilità (*deviazioni standard*), attenuata grazie all'impiego di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza del software utilizzato è quindi proprio quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie, arricchiti da una stima dell'attendibilità.

1.5 ESAME DEI RISULTATI

Elaborando i dati acquisiti, è stato possibile identificare 4 sismostrati principali, aventi le seguenti caratteristiche:

Strato	1	2	3	4
Profondità (m)	da 0,0 a 1,4	da 1,4 a 4,7	da 4,7 a 9,0	da 9,0 a 30,0
Spessore (m)	1,4	3,3	4,3	21,0
Vs (m/sec)	157	225	533	969

Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S portano alla determinazione di un $V_{s30} = 562 \text{ m/sec}$, calcolato a partire dalla quota del piano campagna.

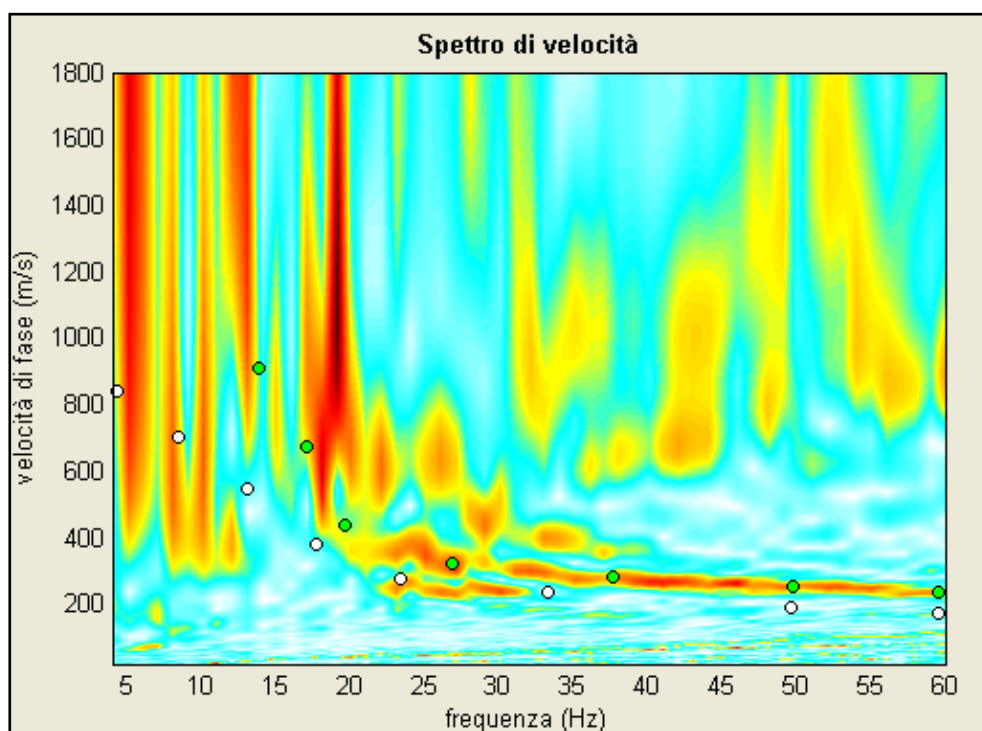
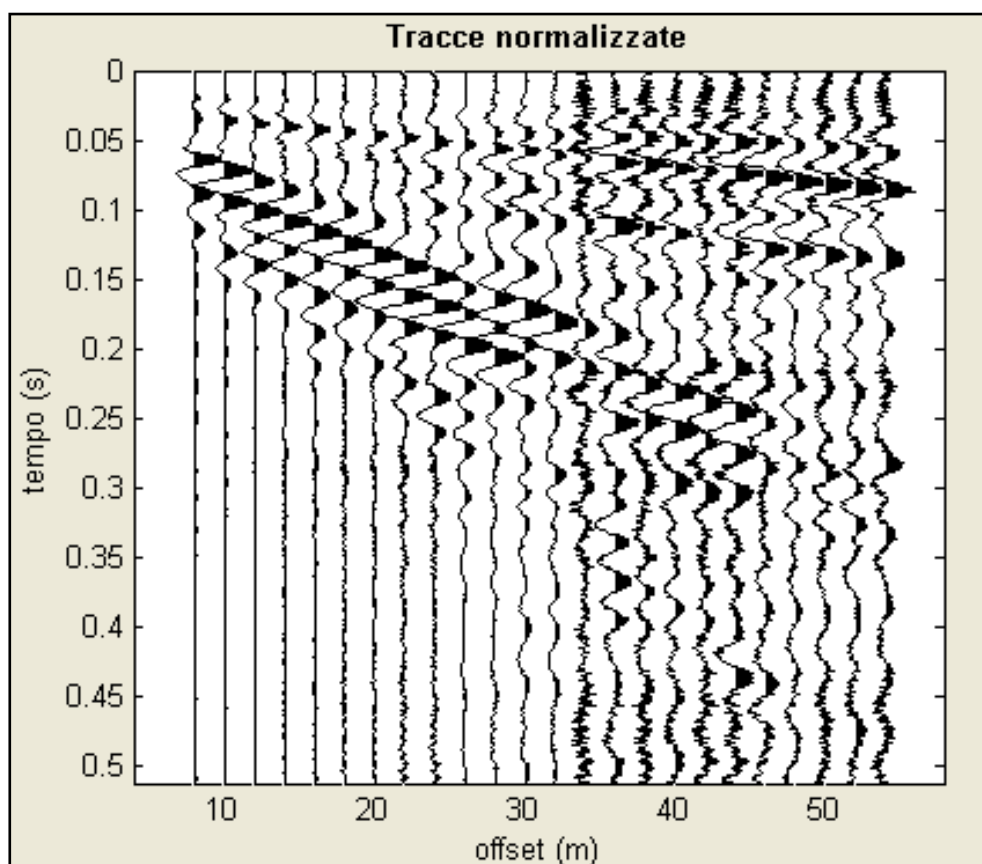
Tuttavia, data la presenza di depositi di copertura con spessore inferiore a 20 m, con caratteristiche dei suoli di Tipo C ($V_{s \text{ a } 9,0 \text{ m}} = 284 \text{ m/sec}$), poggianti su un substrato di riferimento con $V_s > 800 \text{ m/sec}$, in base alla vigente normativa, si indica per il sito in esame un possibile **Suolo di Tipo E**.

Si resta a disposizione per eventuali o ulteriori chiarimenti.

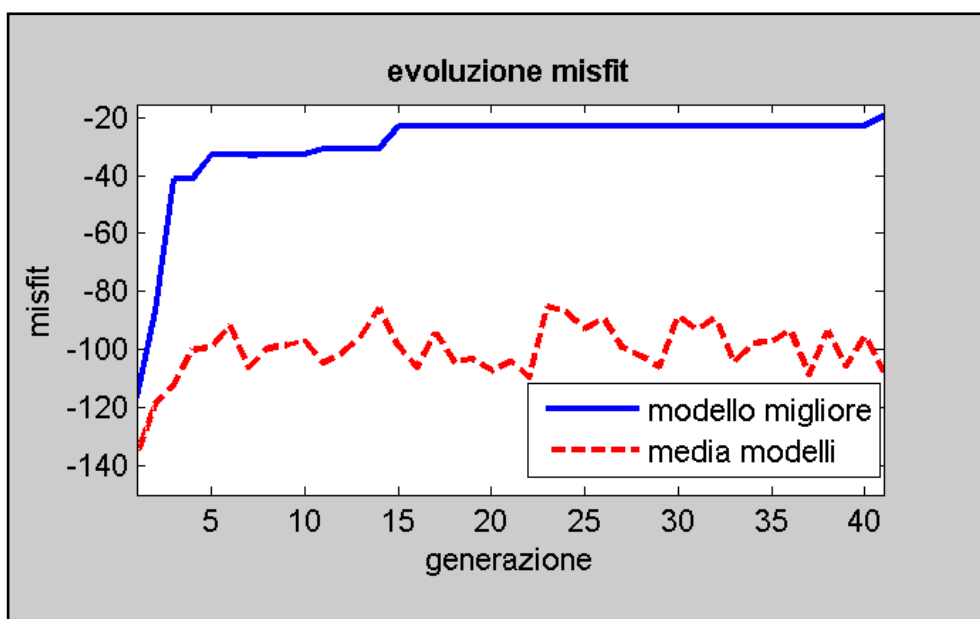
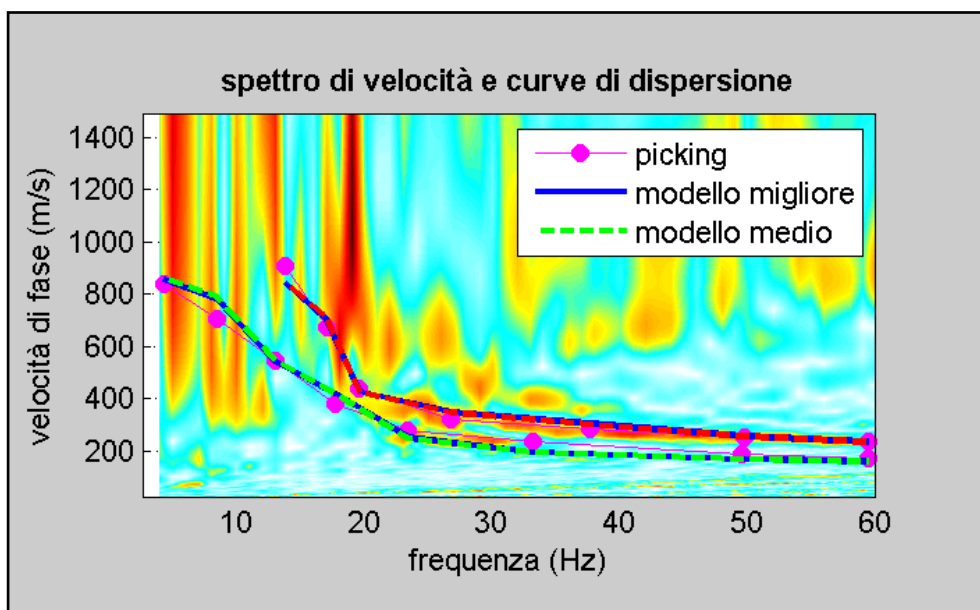
Spoletto, Maggio 2011

A.G.M. Service S.r.l.
Dott. Geologo Marco Tulli

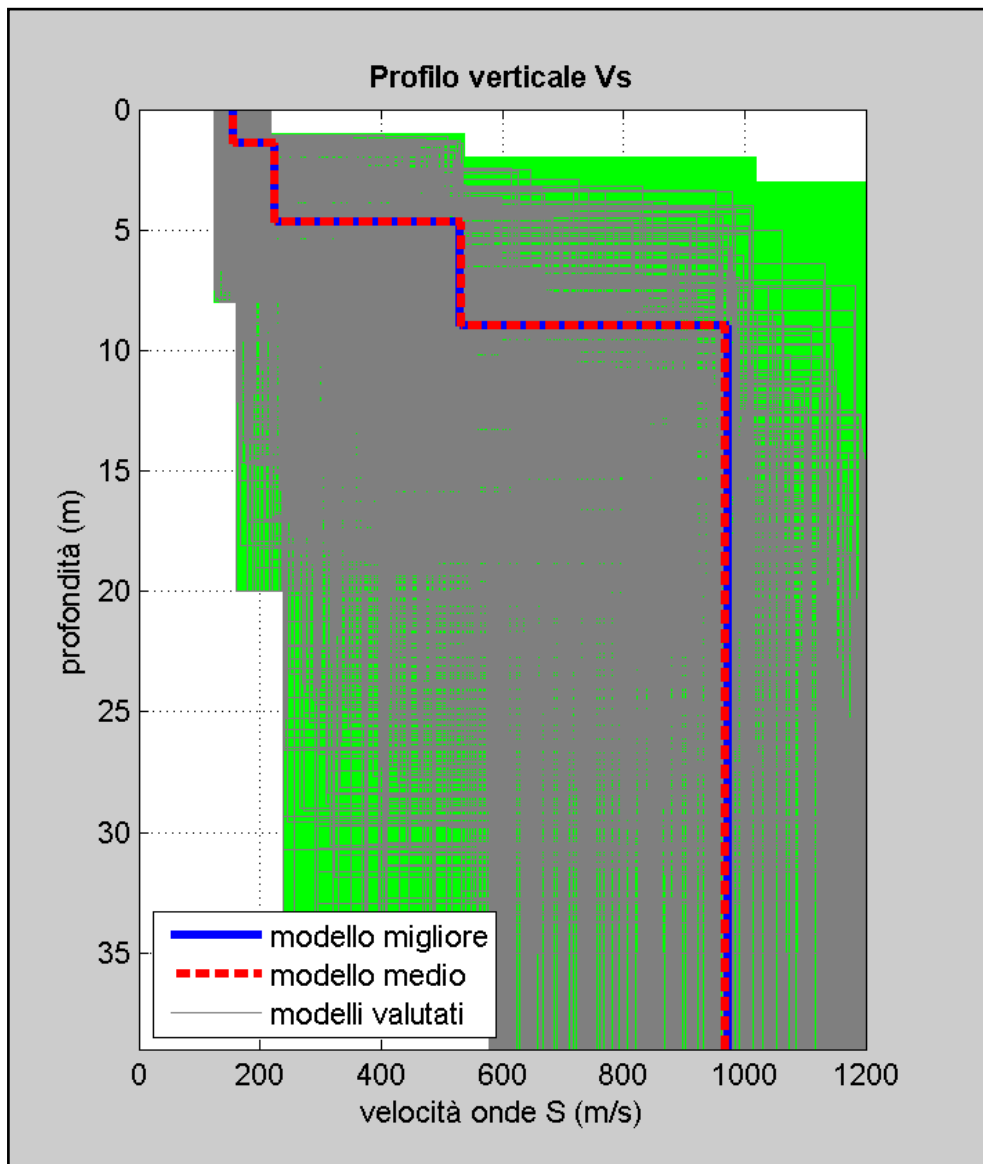
PROFILO SISMICO MASW



PROFILO SISMICO MASW



PROFILO SISMICO MASW



Strato	1	2	3	4
Profondità (m)	da 0,0 a 1,4	da 1,4 a 4,7	da 4,7 a 9,0	da 9,0 a 30,0
Spessore (m)	1,4	3,3	4,3	21,0
Vs (m/sec)	157	225	533	969

Parametro **Vs 30 = 562 m/sec**

(calcolato sulla base del modello medio, a partire dalla quota del piano campagna)

Possibile suolo: **Suolo Tipo E**

(Depositi di copertura con spessore inferiore a 20 m, con caratteristiche dei suoli di Tipo C ($V_{S-9,0m} = 284$ m/sec), poggianti su un substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/sec)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

