

Figura 8.1.1: rappresentazione schematica di array per acquisizione di MASW

In riferimento all'indagine geofisica la prova MASW è stata acquisita con le seguenti caratteristiche:

- Numero geofoni: 24;
- Spaziatura dei geofoni: 2,5 metri;
- Frequenza geofoni: 4,5 Hz;
- Tempo di registrazione degli eventi: 2 s;
- Tempo di campionamento: $0,250 \times 10^{-3}$ s;
- offset minimo 2,5 – 5,0 – 7,5 metri

La metodologia "MASW" consente di eseguire un'analisi dei dati sismici in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della velocità delle onde S; inoltre di definire il parametro Vs30, utile per la classificazione dei terreni nelle categorie di suolo da utilizzare per la descrizione dell'azione sismica in sito.

Il profilo verticale delle velocità sismiche delle onde S (V_s) è ottenuto tramite l'inversione (considerando tanto il modo fondamentale che quelli superiori) delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

Ottenuto il sismogramma si determina lo spettro di velocità sul quale si identifica la curva di dispersione.

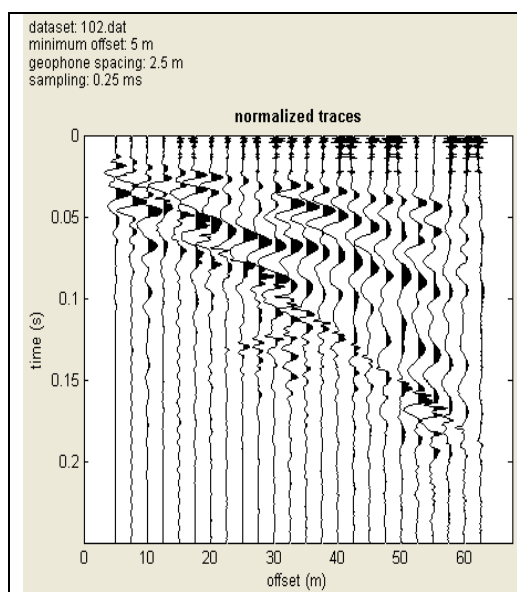


Figura 8.1.2: sismogramma

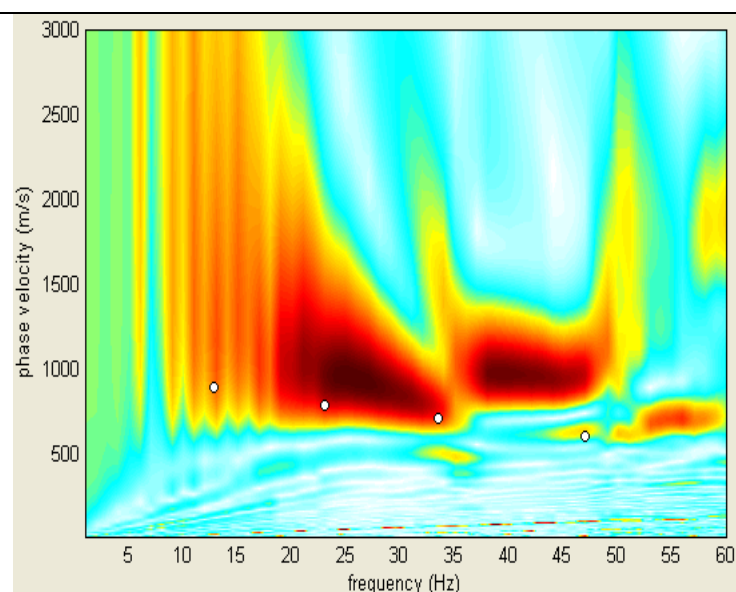
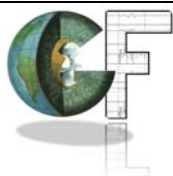


Figura 8.1.3 : spettro di velocità con curva di dispersione e picking



Il profilo verticale di V_s si ottiene con l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata" (cerchietti neri fig.8.1.3). Tale inversione è eseguita tramite l'utilizzo di algoritmi genetici che consentono di ottenere soluzioni affidabili ed una stima dell'attendibilità del modello ricavato in termini di deviazione standard.

L'operazione di inversione è ottimizzata definendo uno spazio di ricerca i cui confini sono definiti da valori di V_s e spessori all'interno dei quali si cerca la soluzione. Tali assunzioni sono fatte sulla base delle conoscenze geologiche del sito e delle informazioni derivate dalla sismica a rifrazione.

Una volta fissati i limiti minimi e massimi dello spazio di ricerca, sono quindi impostati i parametri genetici che definiscono sia il numero di individui (ossia il numero di modelli che costituiscono la popolazione che si evolverà verso soluzioni sempre migliori) sia il numero di generazioni al passare delle quali sono esplorati modelli sempre migliori.

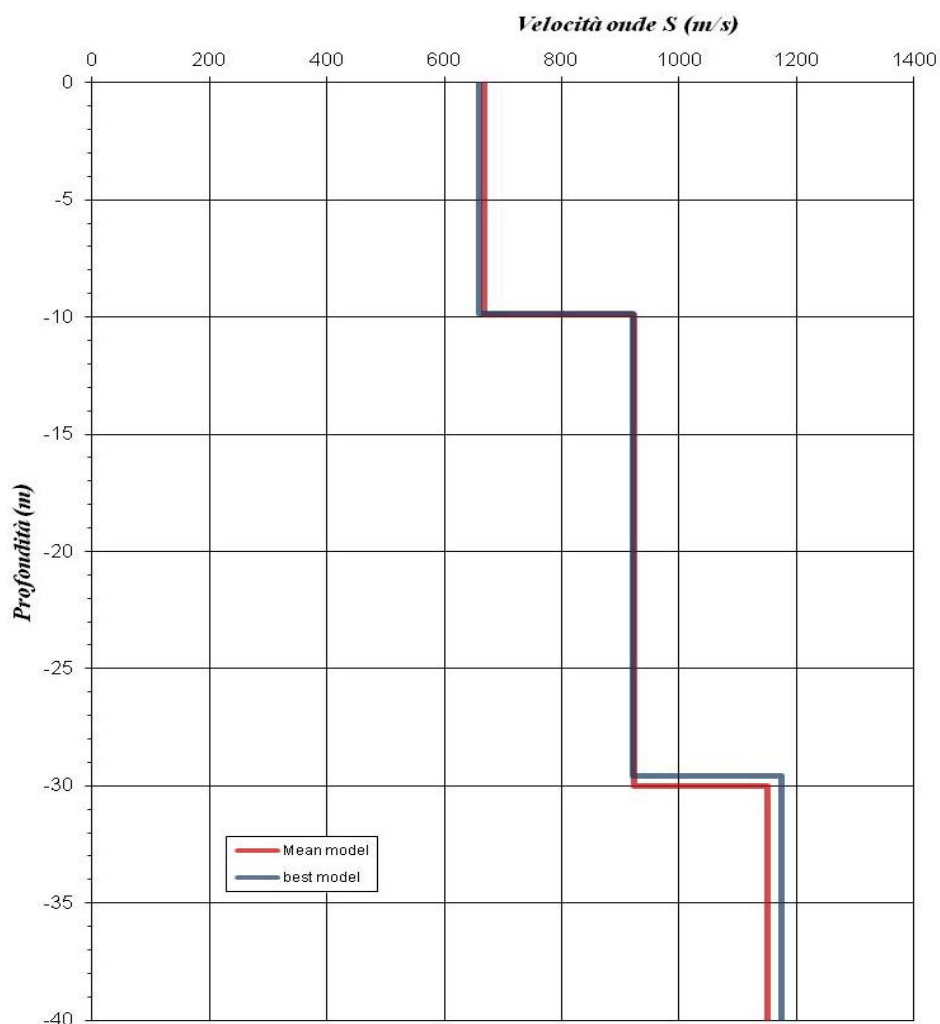
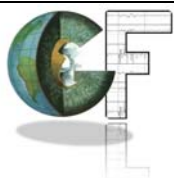


Figura 8.1.4: modello interpretativo



8.2 Onde superficiali ReMi

Il metodo di indagine ReMi (Refraction Microtremor) è basato sullo studio spettrale delle onde superficiali presenti in una registrazione sismica di microtremori naturali e/o artificiali a bassa frequenza, che si propagano all'interno del mezzo indagato.

Lo scopo della prova Re.Mi. consiste nel determinare il profilo di rigidezza del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh ed un successivo processo d'inversione, attraverso il quale è fornita una stima indiretta della distribuzione delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio).

L'acquisizione dei dati è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo; vedi figura 8.2.1) disposta sul terreno con array lineare da 24 geofoni.

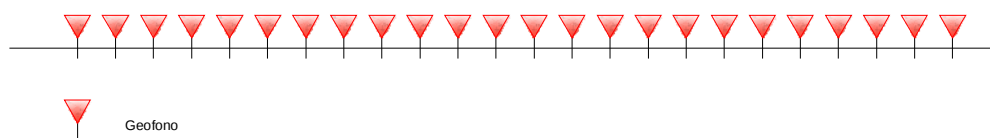
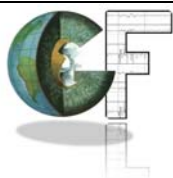


Figura 8.2.1: rappresentazione schematica di array per acquisizione ReMi

In riferimento all'indagine geofisica la prova Re.Mi. è stata acquisita con le seguenti caratteristiche:

- Numero geofoni: 24;
- Spaziatura dei geofoni: 2,5 metri;
- Frequenza geofoni: 4,5 Hz;
- Tempo di registrazione degli eventi: 30 s;
- Tempo di campionamento: 2×10^{-3} s;
- n° 8 registrazioni.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f), che studia l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni (orizzontale e verticale) lungo la linea sismica, e nel rappresentarne poi lo spettro di potenza su un grafico p-f (fig. 8.2.2).



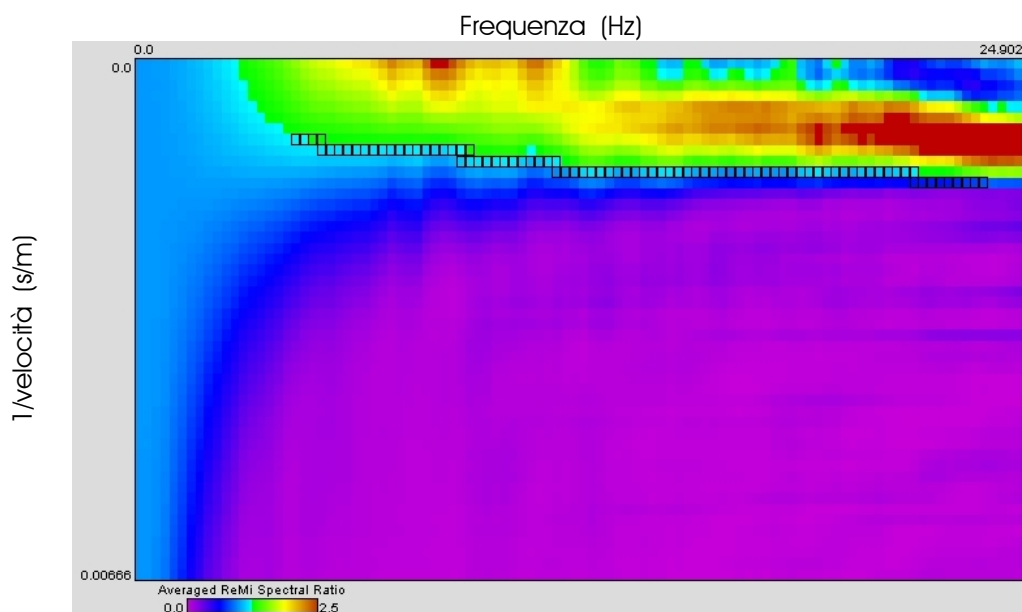


Figura 8.2.2: grafico p-f spettro di velocità con picking della curva di dispersione

Nell'immagine sono evidenziati gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase con una potenza rilevante, e ciò consente un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh in quanto queste presentano un carattere dispersivo rispetto a quelle riconducibili ad altre modalità e tipi d'onda.

Sullo spettro di frequenza si identificano i valori di slowness (inverso della velocità di fase) con i rispettivi valori di frequenza (fig. 8.2.2). I valori di picking sono riportati su di un diagramma periodo-velocità di fase (fig. 8.2.3) sui quali è sovrapposta la curva di dispersione al fine di ottimizzare il modello interpretativo.

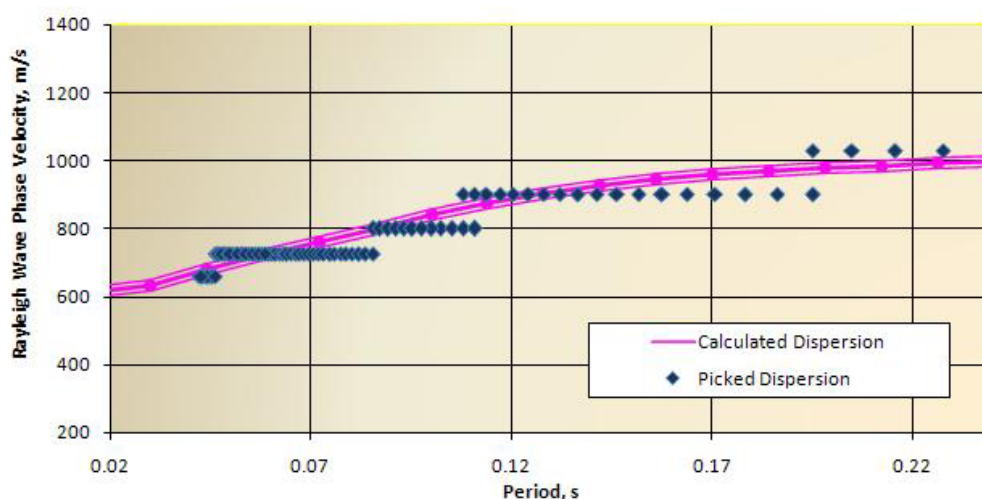
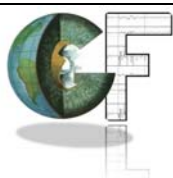


Figura 8.2.3: Diagramma periodo – velocità di fase



Variando la geometria del modello interpretativo ed i valori di velocità delle onde "S" si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione, rappresentata con il colore magenta nella figura 8.2.3. Raggiunto un buon fitting con i valori sperimentali si ottiene il modello interpretativo finale (fig. 8.2.4).

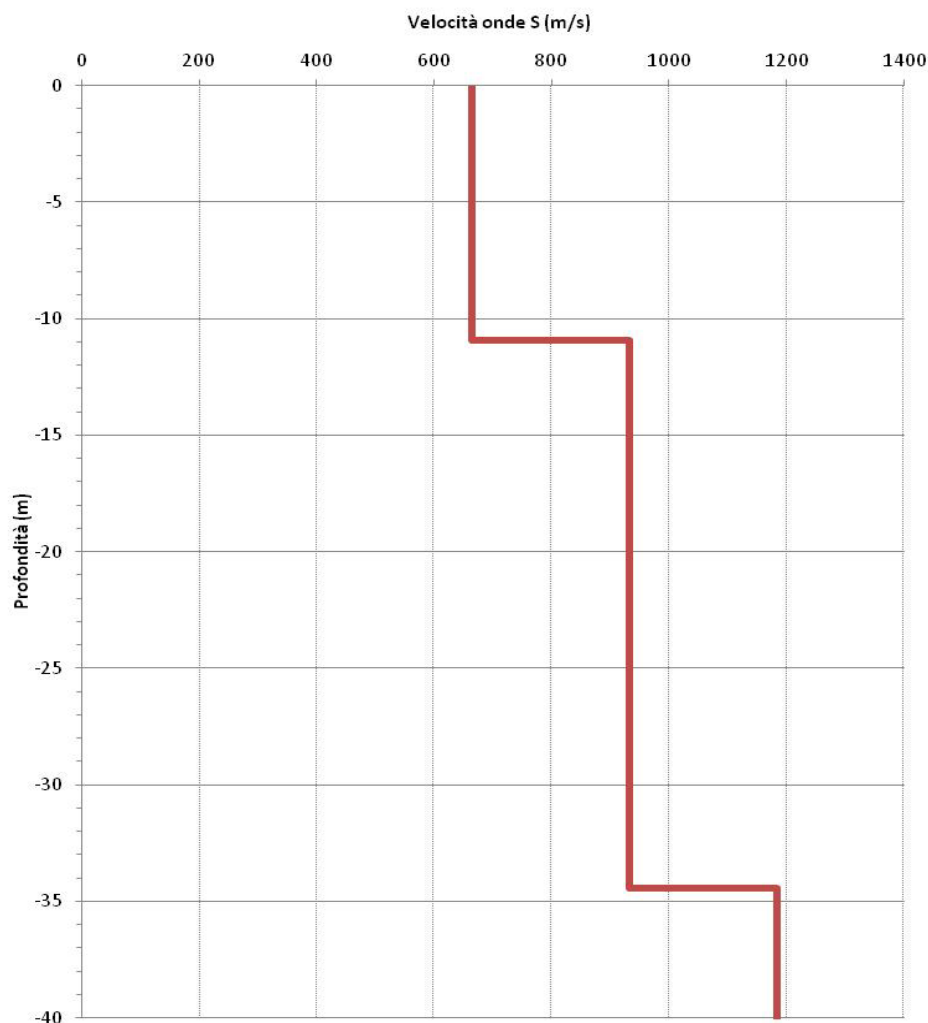
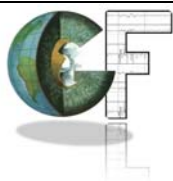


Figura 4.2.4: modello interpretativo



9. RISULTANZE OTTENUTE

9.1 Profilo sismico tomografico a rifrazione

In generale la prospezione sismica a rifrazione ha permesso di rappresentare il sottosuolo con un modello di distribuzione della velocità delle onde "P" che si correla bene con le prove geofisiche eseguite nell'area di indagine.

Il modello geofisico ottenuto, evidenzia un assetto stratigrafico che può essere sintetizzato secondo una successione rappresentata da tre orizzonti sismici, definibili in funzione della velocità sismica e del gradiente di velocità sismica e disposti nella seguente successione sismostratigrafica:

Strato A: strato superficiale caratterizzato da velocità sismica inferiore a 600 m/s, associabile a terreni superficiali areati o poco consistenti. Si presenta non continuo e con spessori variabili ma comunque inferiore a 2 m.

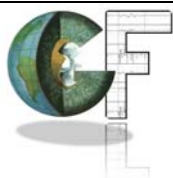
Strato B: strato caratterizzato da velocità superiori a 600 m/s, che tende ad aumentare con la profondità con un gradiente elevato e costante. Tale strato può rappresentare un substrato sismico compatto che si può associare a livelli lapidei.

9.2 Rilievo con metodologia MASW

L'interpretazione delle prove MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente le seguenti successioni:

PROVA MASW					
Best model			Mean model		
Profondità da P.C (m)		Velocità Onde S (m/s)	Profondità da P.C (m)		Velocità Onde S (m/s)
0	9,8	660	0	9,9	667
9,8	29,6	922	9,9	30,0	923
29,6	40	1173	30,0	40	1150
Vs30 = 818 m/s			Vs30 = 819 m/s		

La prova MASW realizzate evidenziano che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana, in classe **A**.



9.3 Rilievo con metodologia ReMi

L'interpretazione delle prove Re.Mi. , relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

ReMi		
Profondità da P.C (m)		Velocità Onde S (m/s)
0	10,9	664
10,9	34,4	932
34,4	40	1184

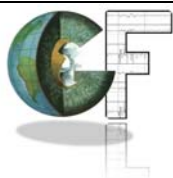
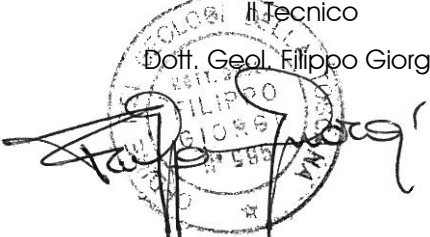
Per questo terreno il valore di Vs30 (calcolato da p.c.) risulta pari a **814 m/s**.

La prova Re.Mi. realizzata evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana, in classe **A**.

In definitiva, le prove realizzate evidenziano che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana, in classe **A** – *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.*

Siena , Marzo 2014

Il Tecnico
Dott. Geol. Filippo Giorgi



STUDIO DI GEOLOGIA GIORGI FILIPPO

Sede: Strada d'Istieto n. 6 – 53100 SIENA
Tel: +39 0577 378209 - Fax: +39 0577 378209
e-mail: filippo.giorgi@studiogf.eu
www.studiogf.eu

C.F.: GRGFPP70S30I726P – P.IVA: 01327030522