

<b>M.A.E. Molisana Apparecchiature Elettroniche s.r.l C.FISC: 00231680943 P.IVA: 00231680943</b>	<b>Via: Zona Industriale Fresilina, snc 86095 Frosolone (IS) -  Tel: - Fax: Email: support@mae-srl.it Web:</b>
--	--

	<b>Data: febbraio 2012</b>
	<b>Il committente Comune di Roma</b>
	<b>IL Tecnico</b>
	<b>Il Progettista</b>
<b>Indagine geofisica tramite tecnica MASW</b>	

# Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

## Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

## Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

## Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

## Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

**Modi di vibrazione**

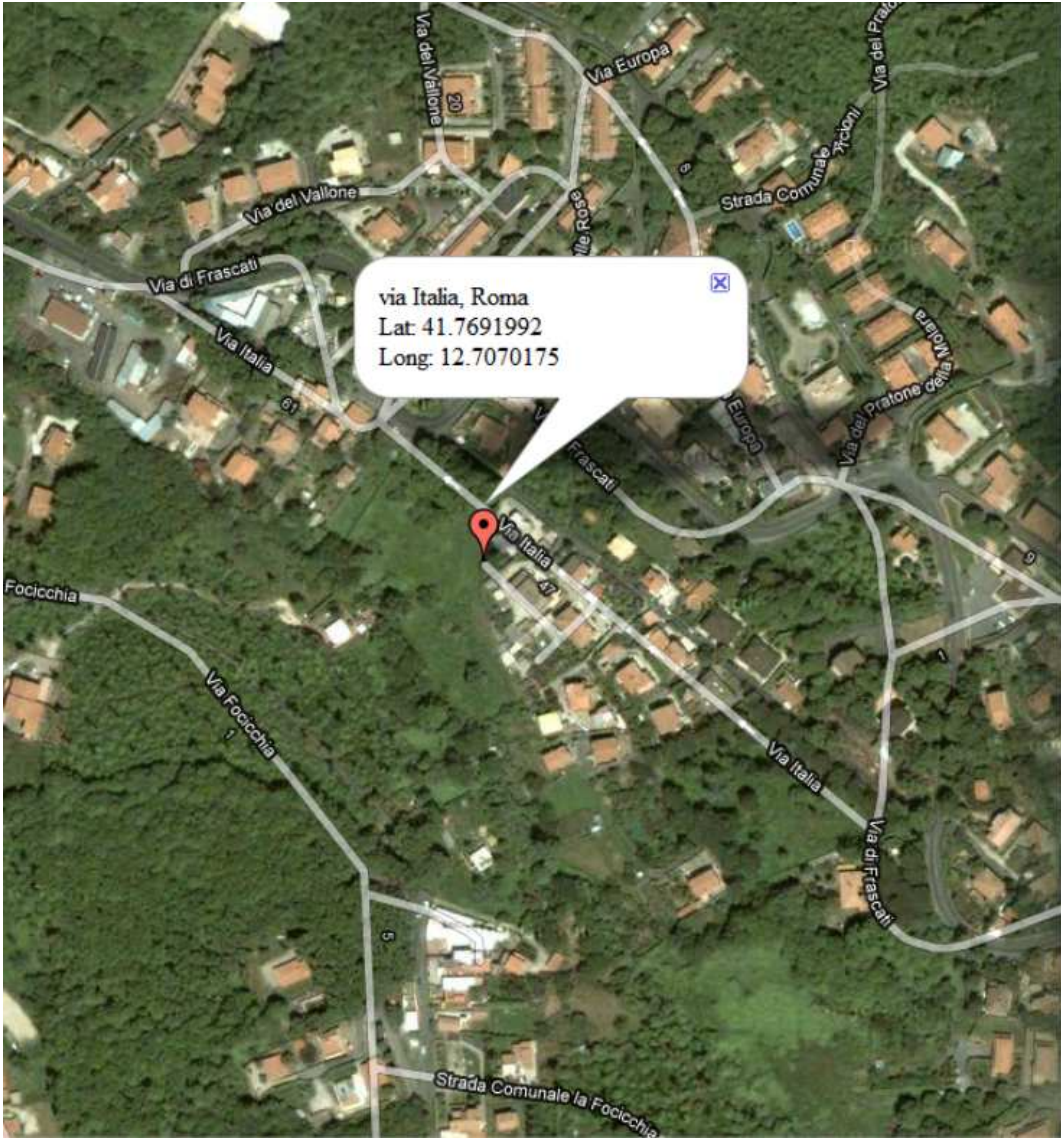
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

**Profondità di indagine**

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

## Dati generali

<b>Committente</b>	Comune di Roma
<b>Operatore prova</b>	Dott. Mario Rossi
<b>Zona</b>	via Italia, Roma
<b>Data della prova</b>	30/11/2010 04.44
<b>Latitudine</b>	41.7692
<b>Longitudine</b>	12.7070

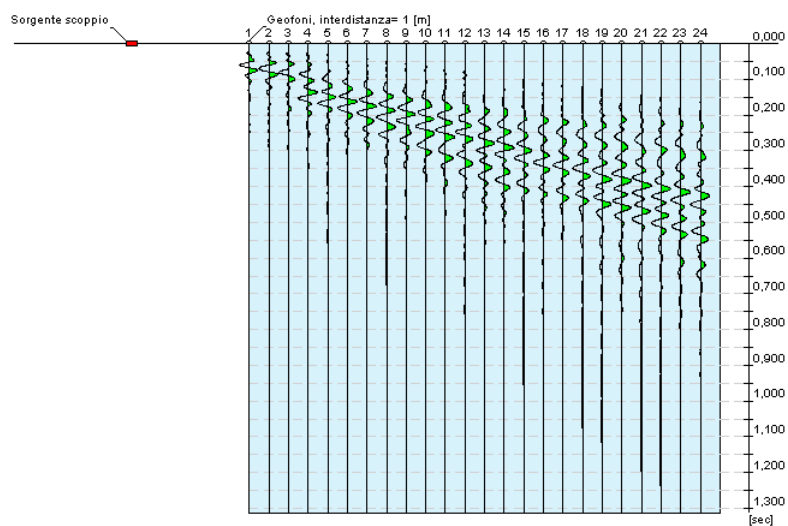


via Italia, Roma  
Lat: 41.7691992  
Long: 12.7070175

## Tracce

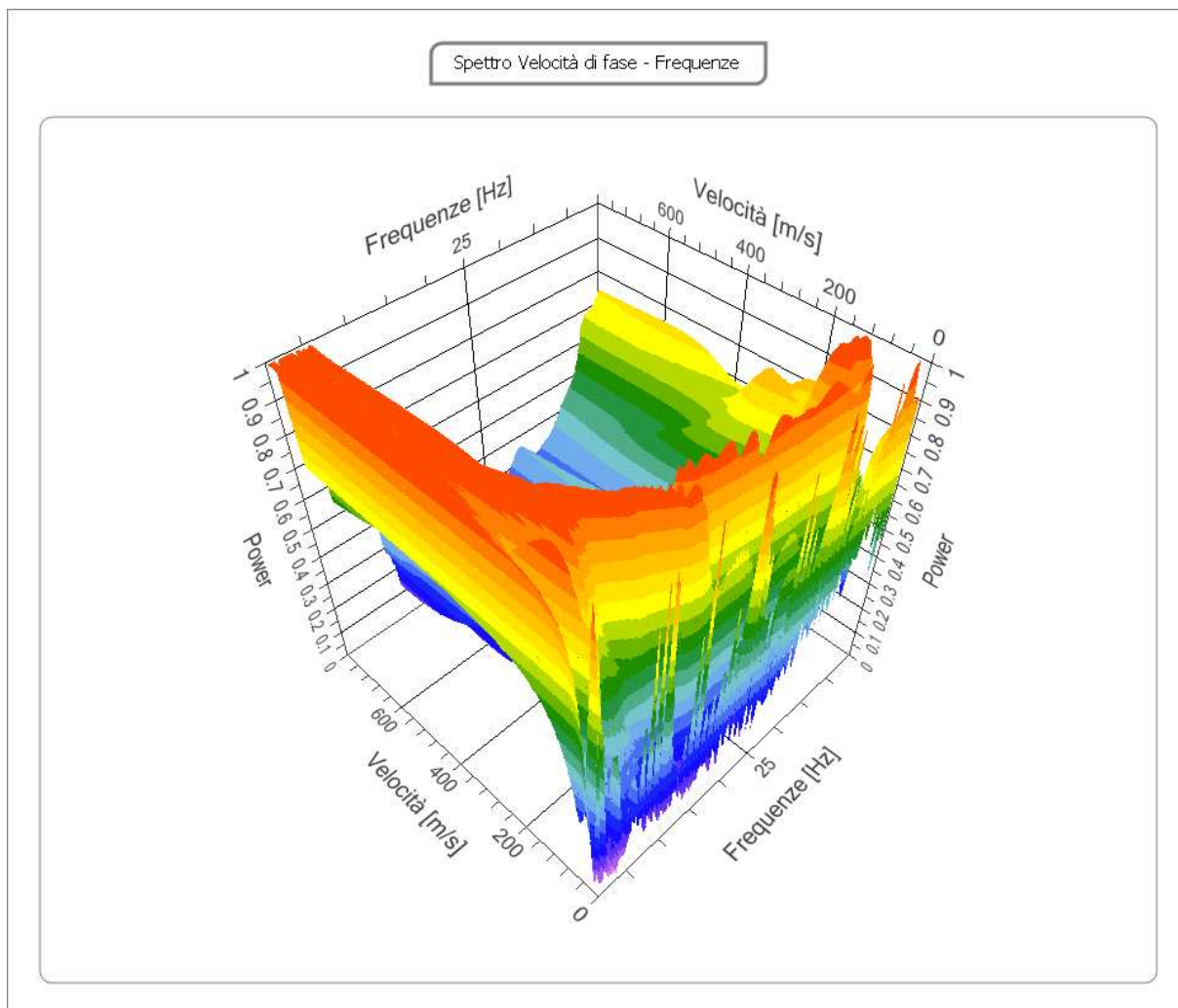
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1315.5
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

Committente: Comune di Roma  
Operatore prova: Dott. Mario Rossi  
Data della prova: 30/11/2010  
Latitudine: 41,7692°, Longitudine: 12,7070°



## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	45
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



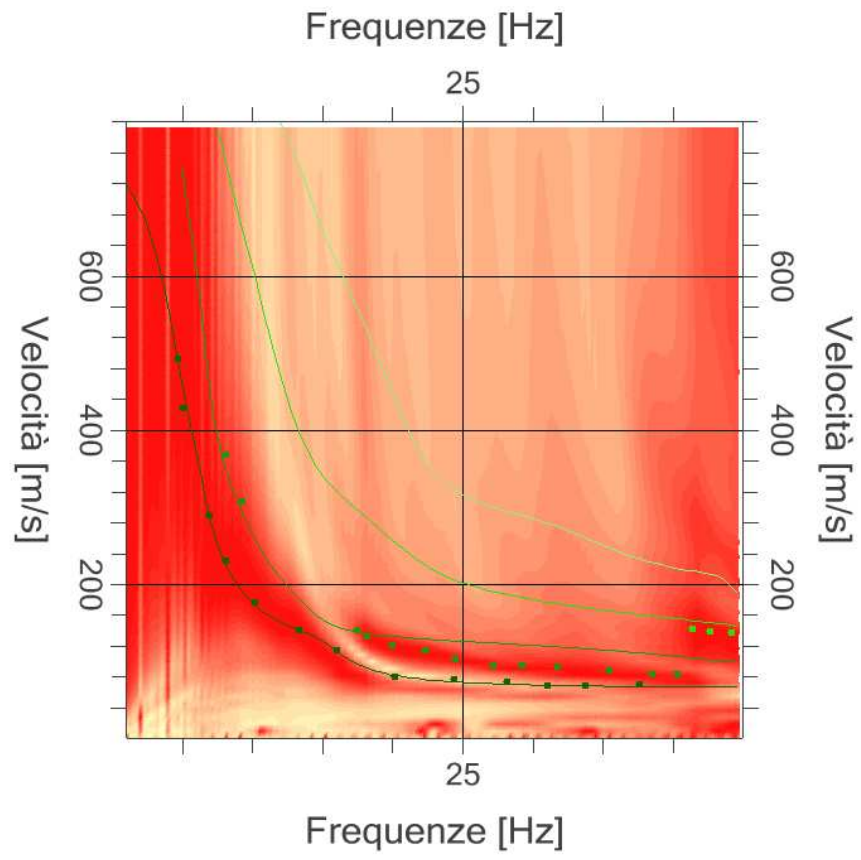
### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.7	491.7	0
2	5.0	427.8	0
3	6.9	288.6	0
4	8.2	367.6	1
5	8.2	230.4	0
6	9.3	307.4	1



7	10.2	175.8	0
8	13.3	140.1	0
9	16.0	113.8	0
10	17.5	140.1	1
11	18.2	132.6	1
12	20.0	121.3	1
13	20.2	80.0	0
14	22.4	113.8	1
15	24.4	76.2	0
16	24.5	102.5	1
17	27.2	95.0	1
18	28.2	72.4	0
19	29.3	95.0	1
20	31.1	68.7	0
21	31.8	93.1	1
22	33.8	68.7	0
23	35.5	87.5	1
24	37.7	70.6	0
25	38.5	83.3	1
26	40.3	83.3	1
27	41.5	141.6	2
28	42.7	138.2	2
29	44.2	136.5	2

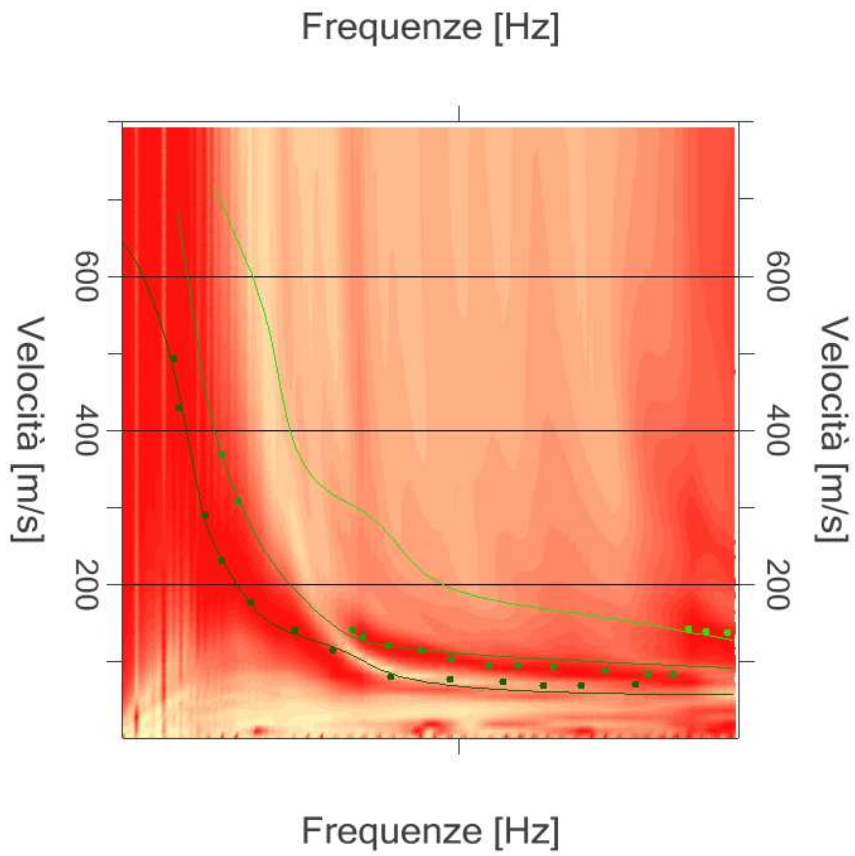
Spettro Velocità di fase - Frequenze



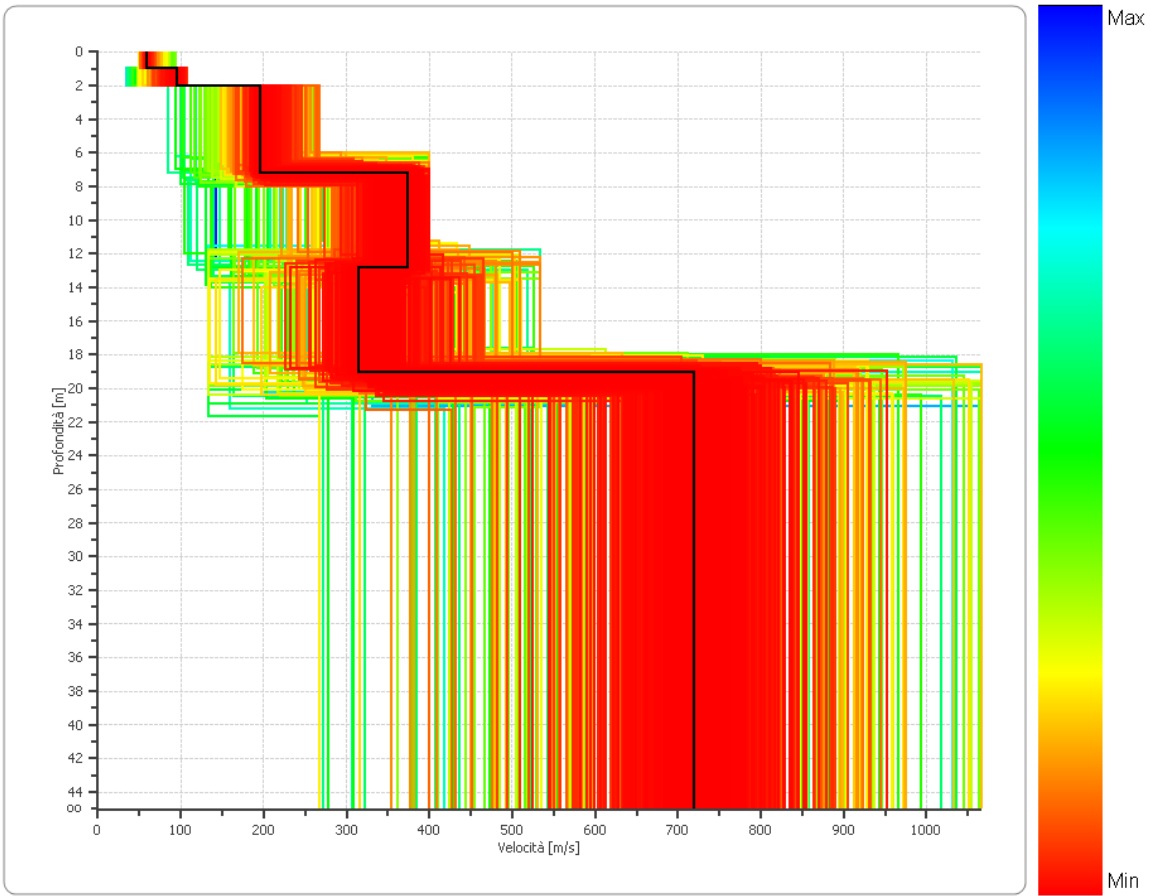
### Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturato per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.00	1.00	1800.0	0.3	No	110.8	59.2
2		2.00	1.00	1800.0	0.3	No	178.2	95.3
3		7.17	5.17	1800.0	0.3	No	364.8	195.0
4		12.80	5.64	1800.0	0.3	No	699.1	373.7
5		19.05	6.25	1800.0	0.3	No	589.4	315.0
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1344.6	718.7

Inversione



Profilo di velocità



## Risultati

<b>Profondità piano di posa</b>	0.00
[m]	
<b>Vs30 [m/sec]</b>	288.36
<b>Categoria del suolo</b>	C

Suolo di tipo C: Depositi 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 Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc ]	Coeff. Poisson	G0 [kPa]	Ed [kPa]	M0 [kPa]	Ey [kPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.00	1.00	59.20	110.76	1800.00	0.30	6309.39	22082.88	13670.36	16404.43	1	1.68
2	2.00	1.00	95.27	178.23	1800.00	0.30	16336.80	57178.79	35396.40	42475.67	4	18.31
3	7.17	5.17	195.00	364.82	1800.00	0.30	68448.13	239568.47	148304.30	177965.14	78	669.70
4	12.80	5.64	373.69	699.11	1800.00	0.30	251359.72	879759.05	544612.76	653535.27	N/A	N/A
5	19.05	6.25	315.05	589.40	1800.00	0.30	178660.48	625311.74	387097.77	464517.26	N/A	N/A
6	oo	oo	718.71	1344.59	1800.00	0.30	929792.01	325427.233	201454.965	241745.926	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

# Indice

Dati generali .....	4
Tracce .....	6
Analisi spettrale .....	7
Curva di dispersione .....	8
Inversione .....	11
Risultati .....	14
Altri parametri geotecnici .....	14
Indice .....	16