

All.n.7

GAD – PEC RI12

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW



# 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

Data della prova: **10/01/2013**

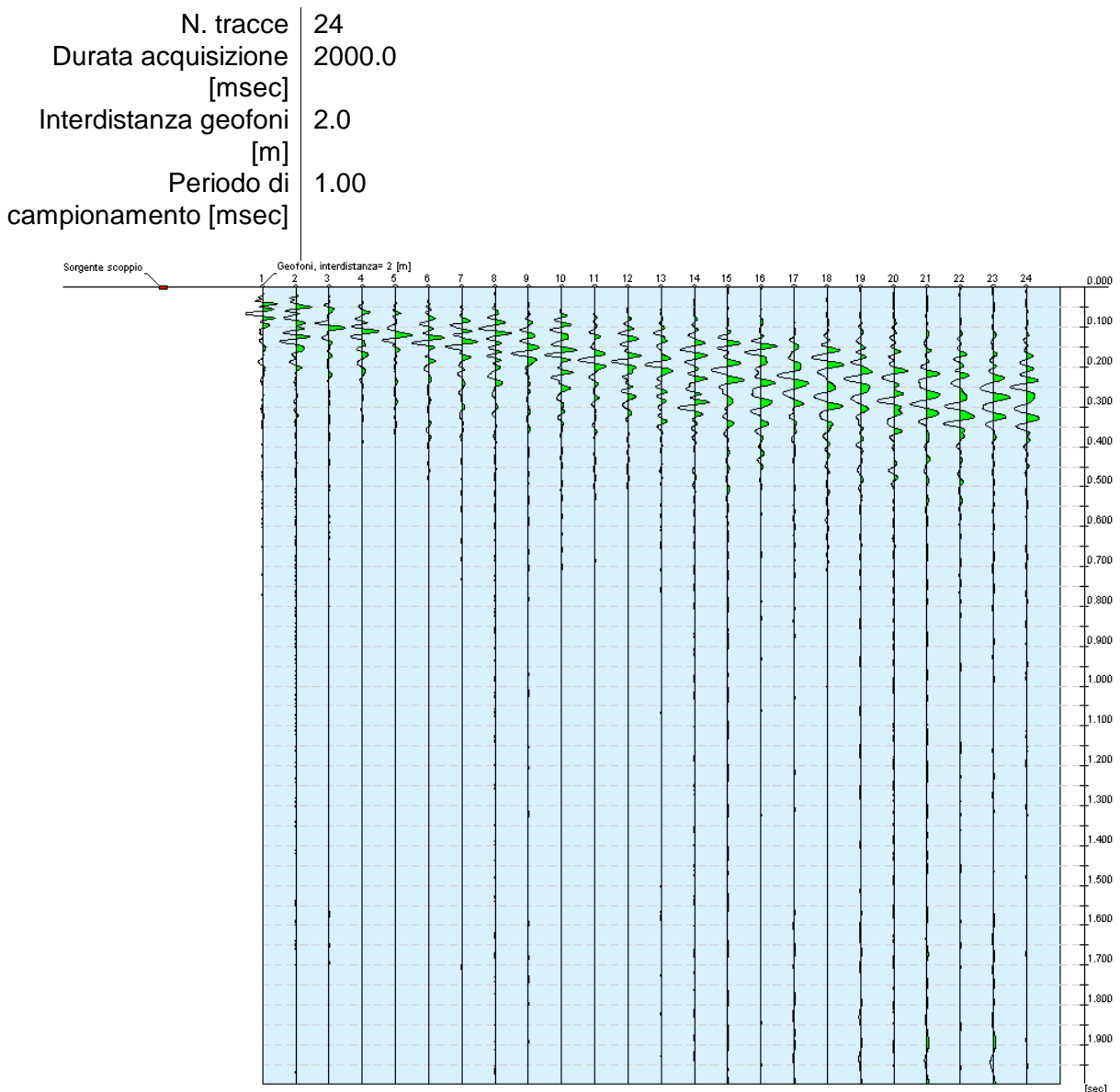
Strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione dell'indagine sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

Durante l'indagine sono stati registrati i segnali con un sismografo modello SARA DoReMi con interfaccia RS232 COLLEGATO a P.C., dotato di geofono starter utile alla valutazione di  $t_0$ . Gli scoppi sono stati effettuati con una piastra  $\Phi 220\text{mm}$  e una mazza da 10 kg. L'acquisizione è avvenuta con 12 geofoni a frequenza 4.5 Hz. Nel sito in esame è stato predisposto uno stendimento a 12 geofoni con una spaziatura di 4 m, sono stati realizzati tre gruppi di scoppi agli estremi della catena di geofoni con interdistanza di 2 m al fine di interlacciare i sismogrammi ottenuti e portare l'acquisizione a 24 geofoni con spaziatura di 2m.

In fase di elaborazione è stato utilizzato il Programma GEOSTRU-EASY MASW versione 2011.

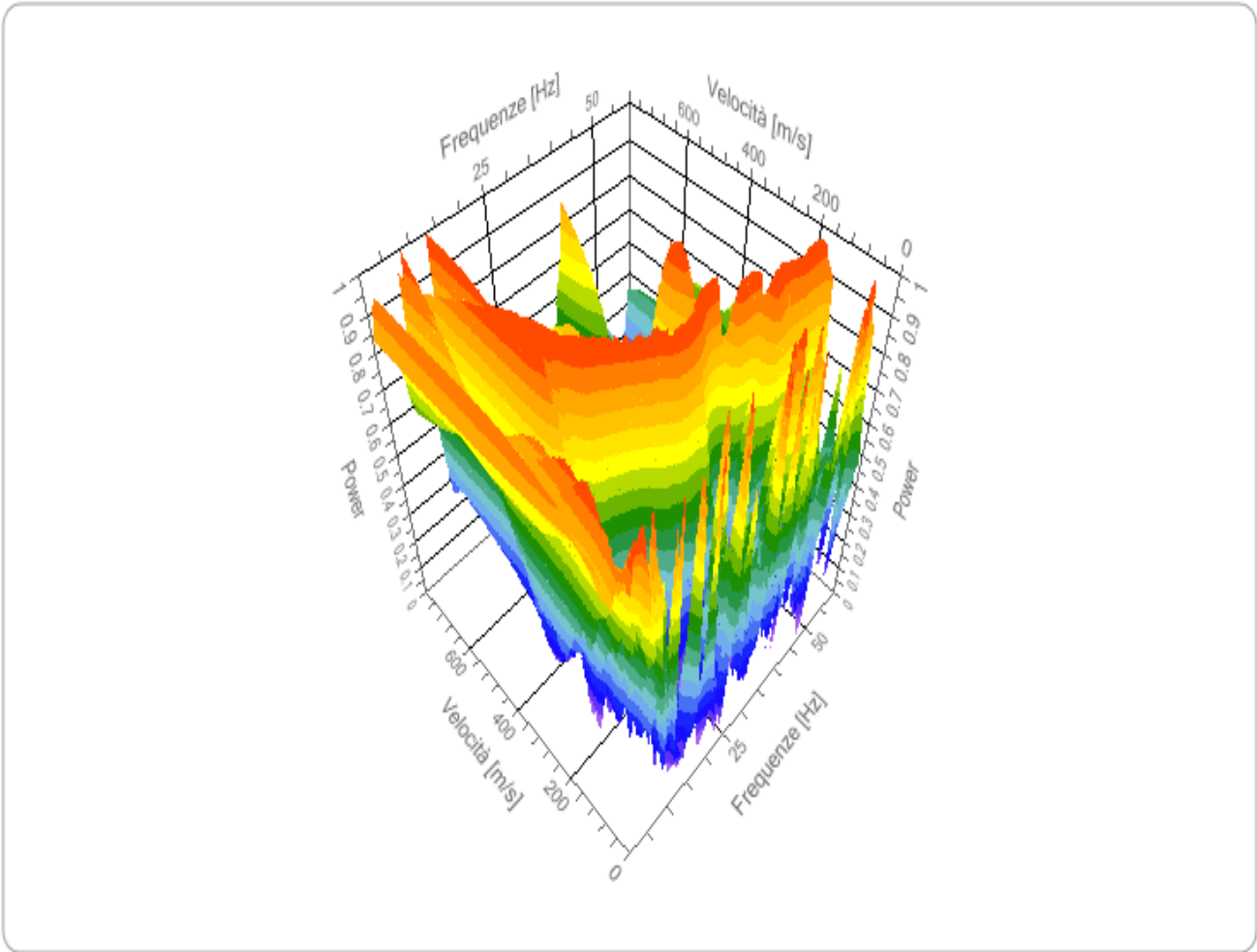
### Tracce



### Analisi spettrale

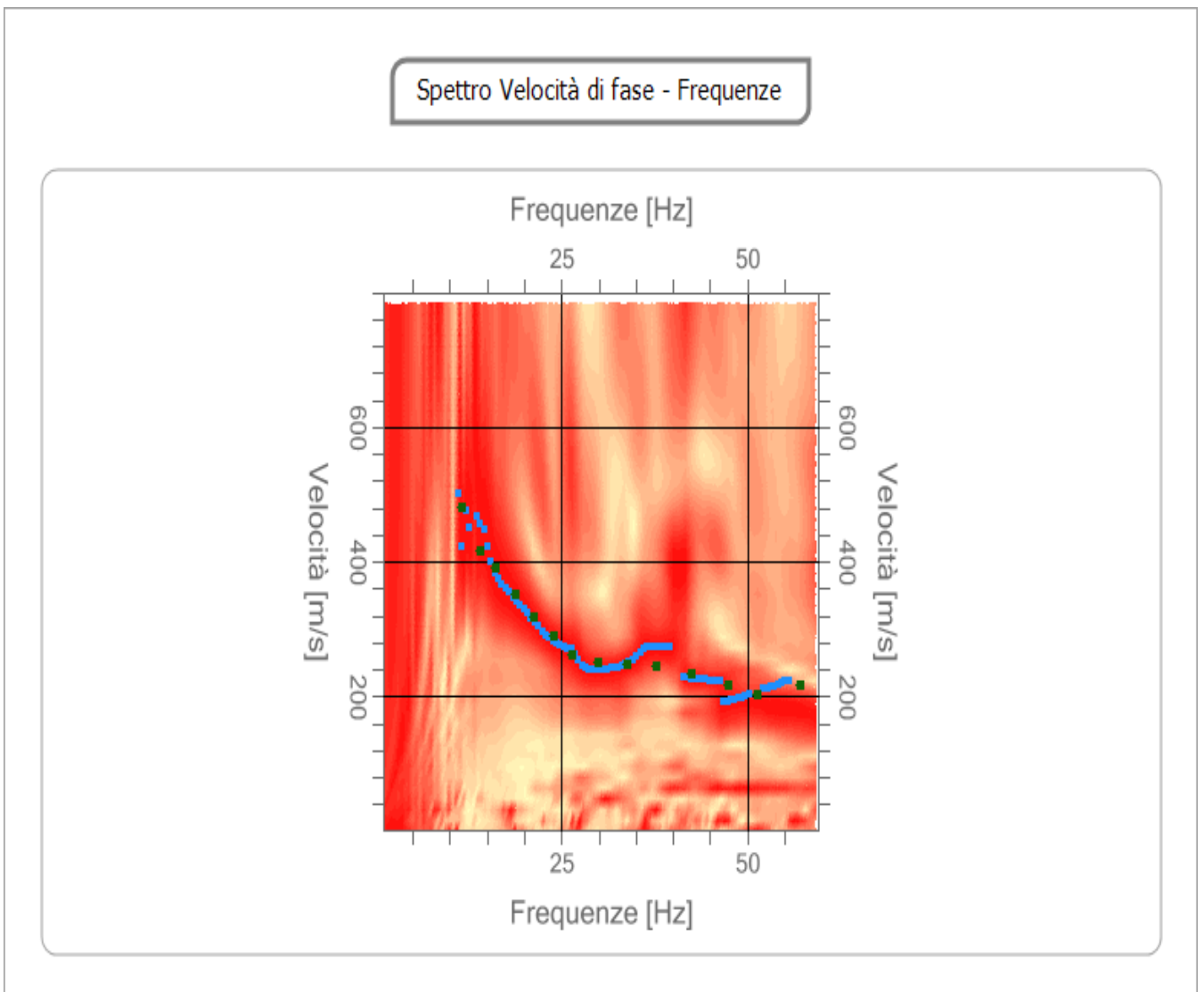
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



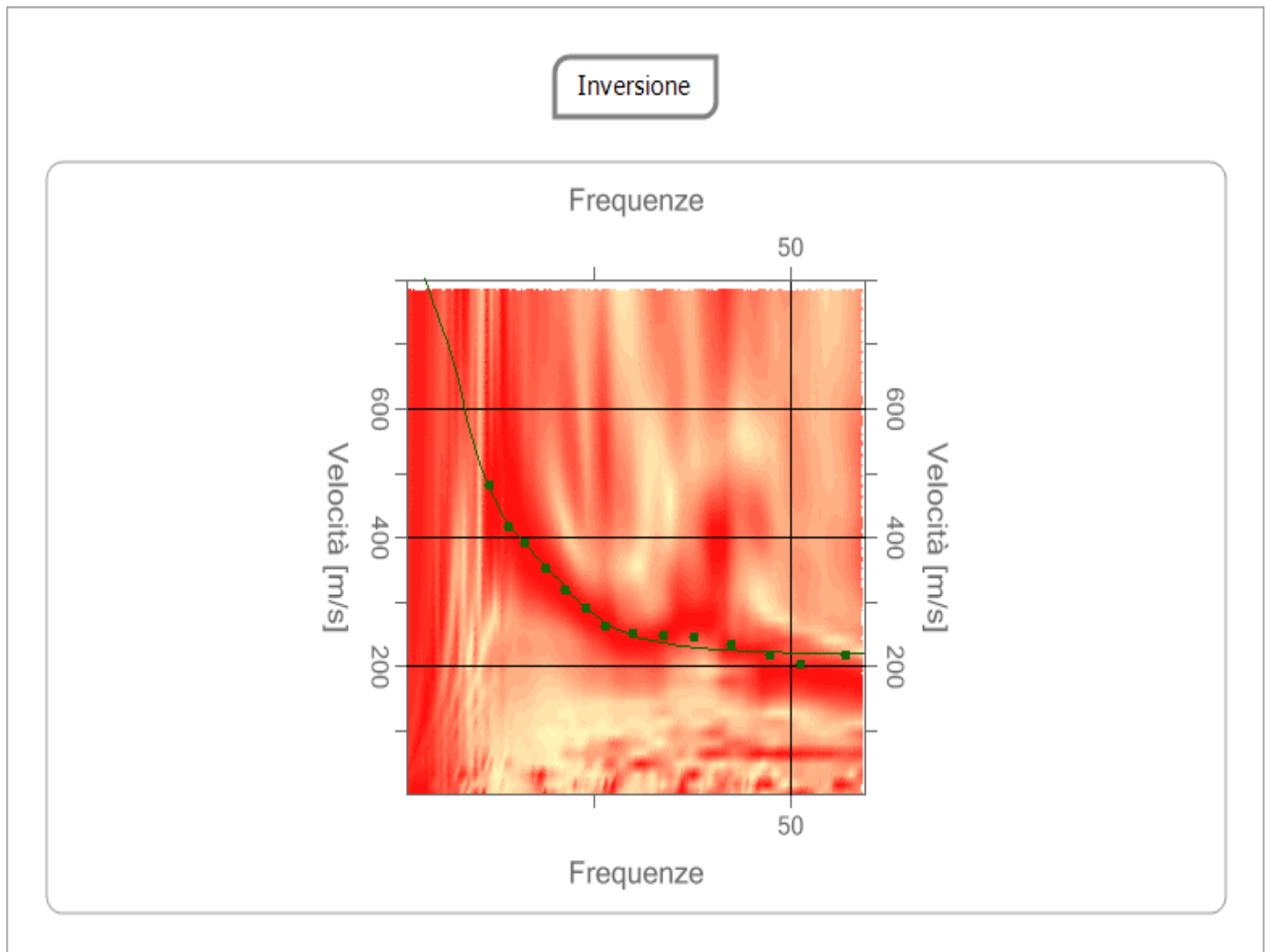
**Curva di dispersione**

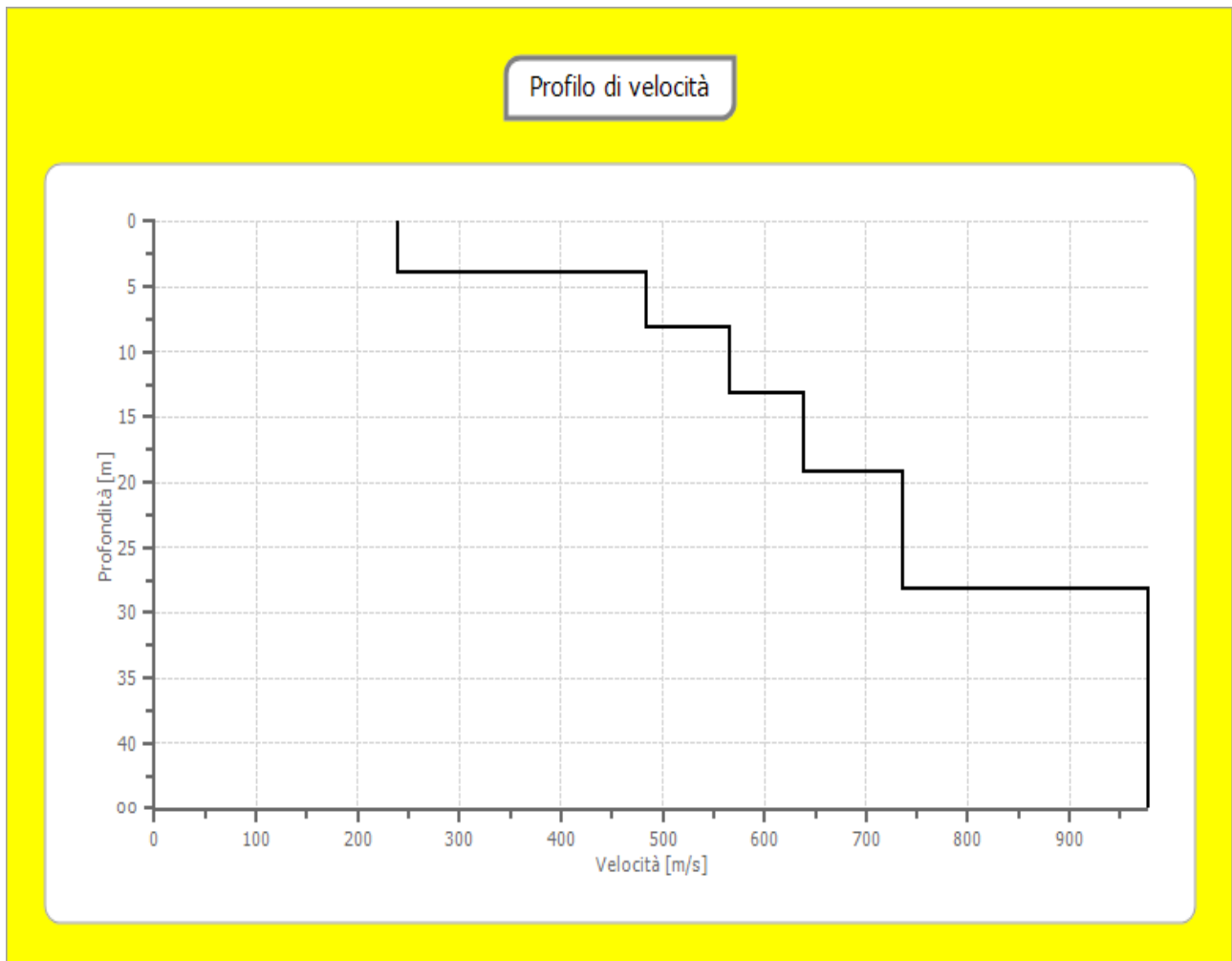
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.7	479.7	0
2	14.2	417.1	0
3	16.3	389.5	0
4	18.8	352.6	0
5	21.3	317.7	0
6	24.0	290.0	0
7	26.5	262.4	0
8	29.9	249.5	0
9	33.8	247.7	0
10	37.7	244.0	0
11	42.4	234.8	0
12	47.4	216.4	0
13	51.5	203.5	0
14	57.2	216.4	0



**Inversione**

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturo per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.2	No	376.3	230.4
2		7.00	4.00	1950.0	0.2	No	608.7	372.8
3		12.00	5.00	1950.0	0.2	No	925.9	567.0
4		18.00	6.00	1800.0	0.2	No	1057.3	647.5
5		27.00	9.00	2200.0	0.2	No	1201.6	735.8
6		oo	oo	2200.0	0.2	No	1597.1	978.0





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs30 [m/sec]</b>	525.08
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo 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 Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

### Altri parametri geotecnici

n.	Prof. [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coff. Poisson	G0 [kPa]	Ed [kPa]	M0 [kPa]	Ey [kPa]	Qc [kPa]
1	3.00	3.00	230.42	376.2 7	1800.00	0.20	95566. 32	254843. 50	127421 .75	229359 .16	1549. 04
2	6.00	3.00	372.78	608.7 5	1950.00	0.20	27098 3.07	722621. 40	361310 .64	650359 .33	N/A
3	8.00	2.00	566.97	925.8 7	1950.00	0.20	62684 6.60	1671590 .88	835795 .42	150443 1.81	N/A
4	9.50	1.50	647.47	1057. 31	1800.00	0.20	75458 3.57	2012222 .63	100611 1.20	181100 0.49	N/A
5	19.50	10.00	735.80	1201. 56	2200.00	0.20	11910 88.90	3176236 .66	158811 8.12	285861 3.22	N/A
6	oo	oo	978.03	1597. 12	2200.00	0.20	21044 02.69	5611740 .44	280587 0.18	505056 6.43	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;