

**PROSPEZIONE SISMICA CON METODOLOGIA MASW**  
**(Multichannel Analisys of Surface Waves)**

PREMESSA .....	2
GENERALITA' .....	2
SISTEMA DI ACQUISIZIONE DEI DATI .....	2
<i>SISMOGRAFO</i> .....	3
<i>SORGENTE ENERGIZANTE</i> .....	3
<i>TRIGGER</i> .....	3
<i>APPARECCHIATURA DI RICEZIONE</i> .....	3
<i>COMPUTER</i> .....	4
ELABORAZIONE DATI .....	4
GEOMETRIA E RISULTATI DELLO STENDIMENTO .....	4

## **PREMESSA**

Su incarico è stata effettuata una prospezione sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) in onde di Rayleigh.

Tale indagine consente la determinazione della velocità media di propagazione delle onde di taglio ( $VS_{30}$ ) e la classificazione sismica del sito d'imposta delle fondazioni, secondo quanto previsto dal Decreto 14/01/2008, Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, pubblicato sulla GU n° 29 del 04/02/2008.

Le seguenti note espongono la metodologia d'indagine ed i risultati ottenuti.

## **GENERALITA'**

La prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è un metodo geofisico che permette di ottenere un modello verticale di velocità delle onde di taglio del terreno ( $V_s$ ) a partire dallo studio della modalità di propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh e onde di Love). Trattasi di onde la cui propagazione interessa un limitato spessore a partire dalla superficie terrestre a causa del decadimento esponenziale della loro ampiezza con la profondità.

Il metodo MASW si basa sul fenomeno della dispersione della velocità ovvero della separazione di un'onda sismica in più componenti di diversa lunghezza d'onda con propria ampiezza e fase e velocità di propagazione che dipende dalle caratteristiche del mezzo attraversato. A causa della dispersione, le componenti a corta lunghezza d'onda (alta frequenza) hanno velocità che dipendono dalle caratteristiche delle porzioni più superficiali del mezzo attraversato mentre le componenti a grande lunghezza d'onda (bassa frequenza) si propagano con velocità che sono funzione anche delle caratteristiche dei livelli più profondi. Nello specifico, la velocità delle onde di superficie di tipo Rayleigh dipende in misura dominante dalla  $V_s$  e dagli spessori dei terreni presenti in un dato sito mentre nel caso delle onde di tipo Love l'unico fattore di controllo è rappresentato dalla  $V_s$ . Grazie a questo fenomeno, un opportuno processo di calcolo che utilizzi l'analisi della dispersione della velocità delle onde superficiali può consentire di ricavare informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità ed, in particolare, della  $V_s$ .

## **SISTEMA DI ACQUISIZIONE DEI DATI**

L'acquisizione dei dati in campagna è stata effettuata utilizzando una strumentazione composta da:

- sismografo
- sorgente energizzante

- trigger
- apparecchiatura di ricezione
- computer

## SISMOGRAFO

Lo strumento impiegato nella presente indagine per la registrazione dei segnali sismici è un sismografo AMBROGEO “ECHO 2010” avente le seguenti caratteristiche:

registrazione a 24 canali  
intervallo di campionamento: 0,128 msec  
conversione A/D 24 bit  
impedenza d'ingresso 1 Kohm  
guadagno da 10 dB a 100 dB con incrementi di 1 dB  
tensione di saturazione: +/- 2,3 V  
livello di saturazione: 100 dB  
distorsione 0,01%  
durata della registrazione: 2.000 msec  
campionamento: 130 microsec  
range dinamico: 93 Db

## SORGENTE ENERGIZANTE

Per la genesi delle onde di Rayleigh è stata impiegata una mazza con maglio del peso di 8 kg impattante su una piastra di battuta posata sul terreno.

## TRIGGER

Per l'acquisizione dei segnali è stato impiegato un trigger costituito da un geofono collocato in prossimità della piastra di battuta.

## APPARECCHIATURA DI RICEZIONE

Per la ricezione delle onde di Rayleigh sono stati utilizzati 24 geofoni verticali *Sunfull* con frequenza propria pari a 4,5 Hz.

## **COMPUTER**

I dati relativi a ciascuna energizzazione sono stati memorizzati istantaneamente su di un computer portatile, collegato via cavo al sismografo, sul quale è installato il software di acquisizione *EchoXE4 12-24*; esso consente la visualizzazione delle registrazioni effettuate e la regolazione dei parametri di acquisizione prima di ogni registrazione.

## **ELABORAZIONE DATI**

I file acquisiti sono stati elaborati mediante il software *WinMaswPro* prodotto da *Eliosoft*.

L'iter di elaborazione dei dataset registrati si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. estrazione dello spettro di velocità di fase e determinazione delle curve di dispersione relative ai vari modi presenti;
2. inversione o modellazione diretta delle curve di dispersione.

Tale procedura fornisce un modello verticale dell'andamento della  $V_s$  con la profondità.

## **GEOMETRIA E RISULTATI DELLO STENDIMENTO**

La prospezione sismica è stata realizzata tramite uno stendimento costituito da 12 geofoni verticali disposti con spaziatura pari a 5 m ed eseguendo una serie di energizzazioni con offset minimi di 6 m ad una estremità della stesa.

Il profilo sismico verticale ricavato dall'analisi della curva di dispersione è costituito da un modello le cui caratteristiche, espresse in termini di spessori e velocità delle onde di taglio per ciascun sismostrato, con riferimento al modello medio, sono riassunte nella tabella sottostante.

	Spessore h (m)	Velocità onde SH (m/s)
sismostrato 1	2,8	142
sismostrato 2	6,3	184
sismostrato 3	6,1	172
sismostrato 4	inf.	269

Da tali dati è possibile determinare il valore di  $VS_{30}$  per il sito in esame e da questo la categoria di suolo di fondazione, secondo quanto stabilito dalla nuova normativa tecnica in tema di progettazione antisismica (D.M. 14/01/2008). In particolare, la  $VS_{30}$ , che rappresenta una velocità media ponderata, è calcolabile secondo la seguente espressione:

$$VS_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{Vi}}$$

dove:

$h_i$  = spessore i-esimo di ogni singolo sismostrato

$V_i$  = velocità i-esima di ogni singolo sismostrato

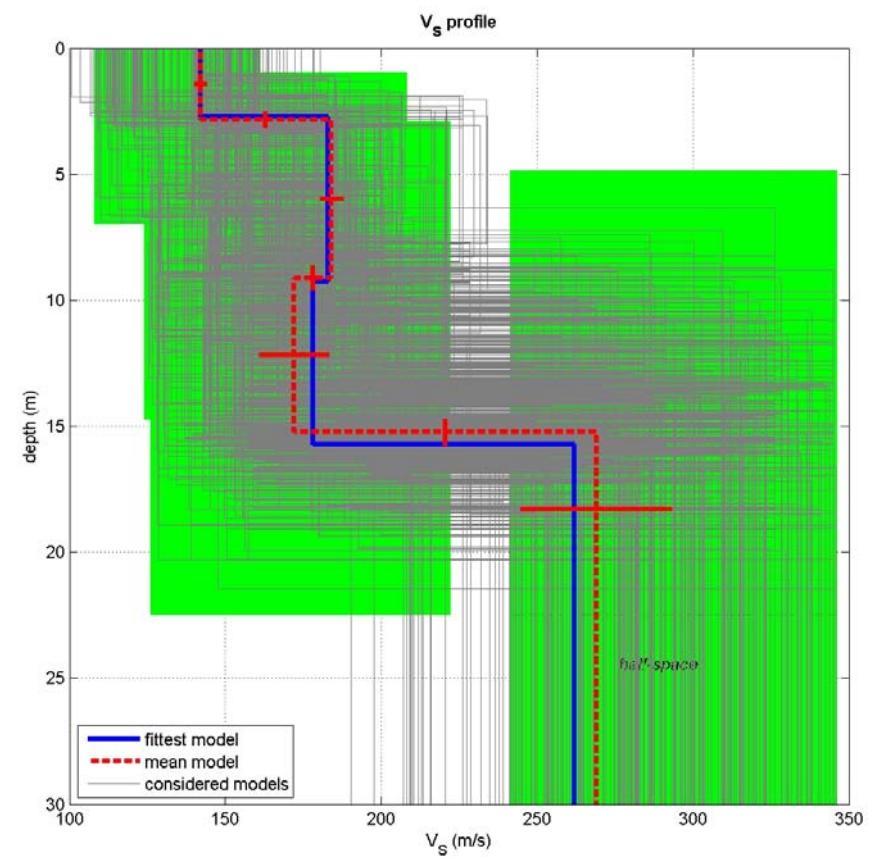
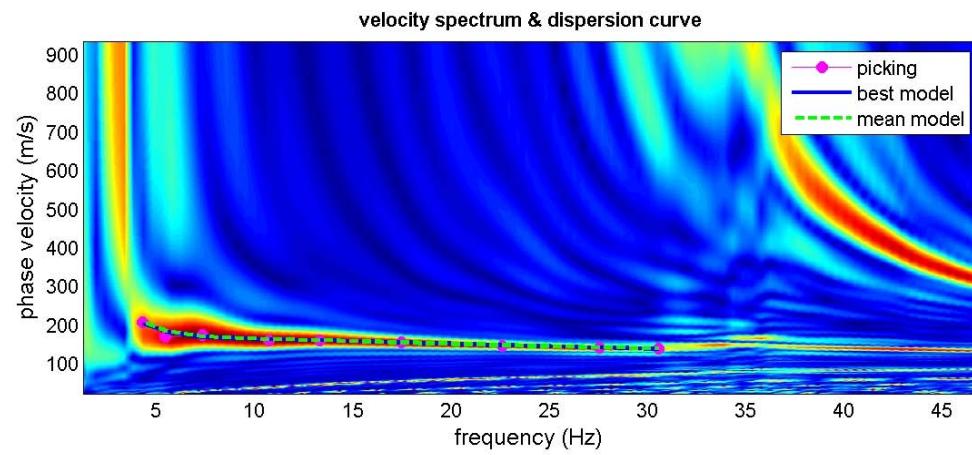
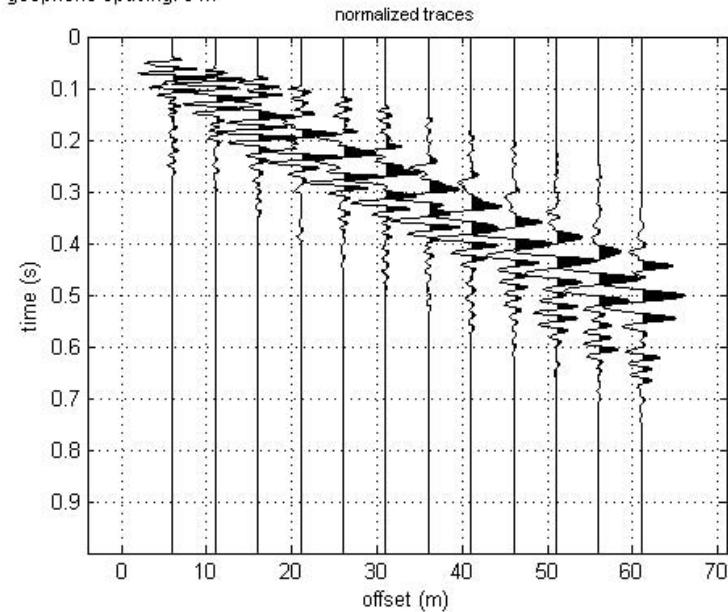
L'applicazione della suddetta formula ha fornito un valore di  $VS_{30}$ , relativo al modello medio, di 207 m/s.

Si precisa che il valore di  $VS_{30}$  fornito è stato valutato con riferimento al piano campagna. Tale valore e la categoria di suolo di fondazione dovranno essere accuratamente definiti, oltre che sulla base dei dati contenuti nel presente rapporto, anche sulla scorta delle caratteristiche delle opere in progetto.

Si pone in evidenza che sarà dovere dell'utente la verifica della corrispondenza del modello sismostratigrafico fornito nel presente rapporto con il reale assetto stratigrafico.

Pisa, ottobre 2014

dataset: 02.sg2  
 sampling: 0.128 ms  
 minimum offset: 6 m  
 geophone spacing: 5 m



	Spessore h (m)	Velocità onde SH (m/s)
sismosstrato 1	2,8	142
sismosstrato 2	6,3	184
sismosstrato 3	6,1	172
sismosstrato 4	inf.	269