

8. Indagine sismica metodo MASW

8.1 – Introduzione

Al fine di determinare la risposta sismica locale dell'area di studio è stata eseguita una serie di registrazioni MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005).

Queste fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio V_s .

La classificazione dei terreni è stata quindi svolta sulla base del valore della V_{s30} (il valore medio ponderato della V_s nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

in cui V_{s_i} e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell' i -esimo strato.

8.2 - Acquisizione Sismogrammi

Gli impulsi sismici registrati dai geofoni posizionati sulla superficie topografica sono stati acquisiti utilizzando un sismografo a 24 canali della ditta Pasi srl a 16 bit. La linea geofonica è stata realizzata tramite 24 geofoni R.T. Clark a 4.5 Hz uniti a cavi Geospace. La distanza intergeofonica adottata è di m 2 il tempo di registrazione degli impulsi è di 1 sec.. L'energizzazione è stata effettuata tramite una mazza da 10 kg agente su una piastra metallica e Trigger con Offset di m 2-5-10.

8.3 - Metodo

Le prospezioni sismiche Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde di taglio S attraverso l'analisi delle onde di superficie o di Rayleigh.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di base o di gruppo (Achenbach, J.D. 1999, Aki, K. And Richards, P.G. 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di base (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano in profondità e quindi vanno ad interessare gli strati più profondi del suolo. Il metodo d'indagine Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. Il metodo attivo, utilizzato per la seguente prospezione, acquisisce la misura delle onde superficiali da uno stendimento lineare di geofoni energizzato in asse con lo stendimento stesso. Il metodo attivo consente di ottenere una velocità di fase (curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze comprese tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30 – 50 metri in funzione della rigidità del suolo. La profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e le sue frequenze; quindi la geometria dello stendimento interferisce in maniera trascurabile.

La prospezione MASW si realizza con un Array da 24 o più geofoni con distanza intergeofonica di solito variabile tra 0.5 e 2 metri. Gli Offset sono effettuati con distanze massime di 10 metri. Per le acquisizioni si prevedono tempi di registrazione lunghi nell'ordine di 1-2 secondi con intervallo di campionamento compreso tra 0.25 – 1 ms.

Ampliamento dell'annesso agricolo adibito a frantoio

Relazione geologica – idrogeologica e sismica con caratterizzazione geotecnica
Firenze, giugno 2012

I dati MASW sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s . Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software winMASW 4.2 Pro.

8.4 - Conclusioni

I dati acquisiti (Fig. 9) sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione e modellazione) per ricostruire il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio V_s .

I risultati dell'elaborazione riportati in Fig. 10, mostrano lo spettro determinato con il piking delle curve di dispersione e le curve del modello individuato dall'inversione evidenziato anche nelle Fig. 11 e Fig. 12.

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro V_{s30} , risultato pari a 453 m/s (considerando come riferimento il piano campagna).

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008, ex DM 14/09/2005) il sito in esame rientra quindi nella **categoria B** ("Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} 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).

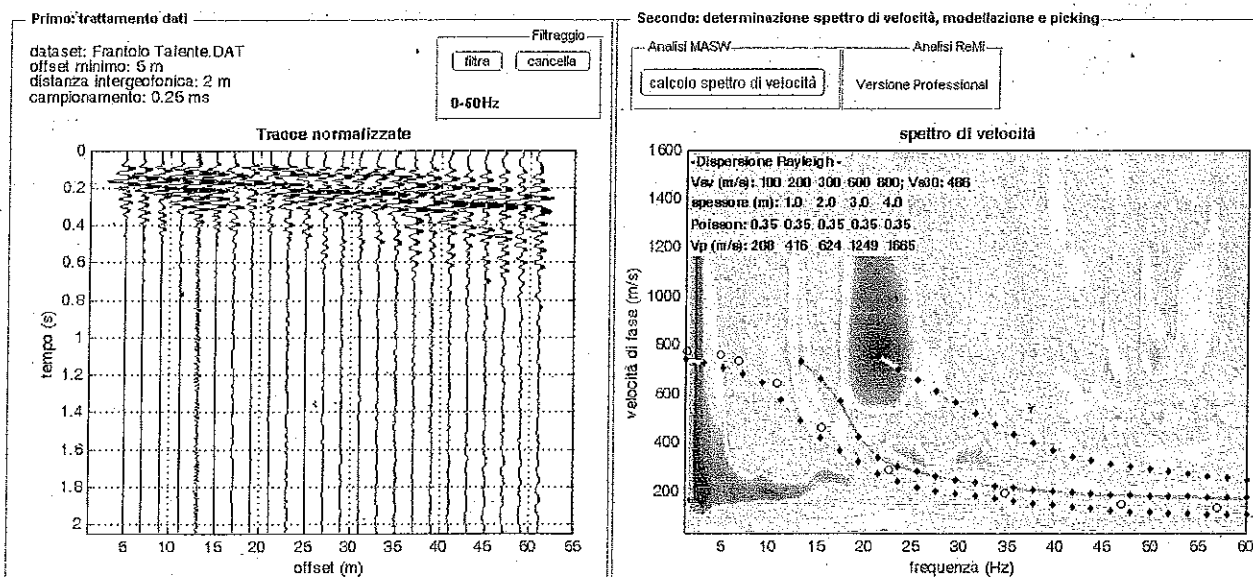


FIG.9 – SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITA' CALCOLATO

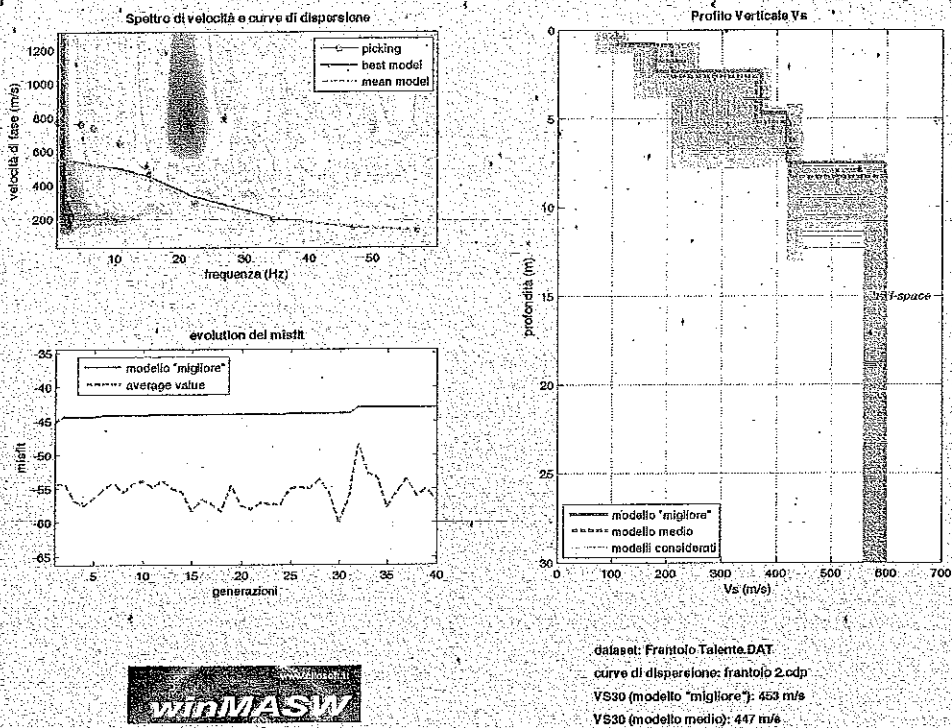


FIG.10 – INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE – PROFILO VERTICALE VS. MISFIT EVOLUTION

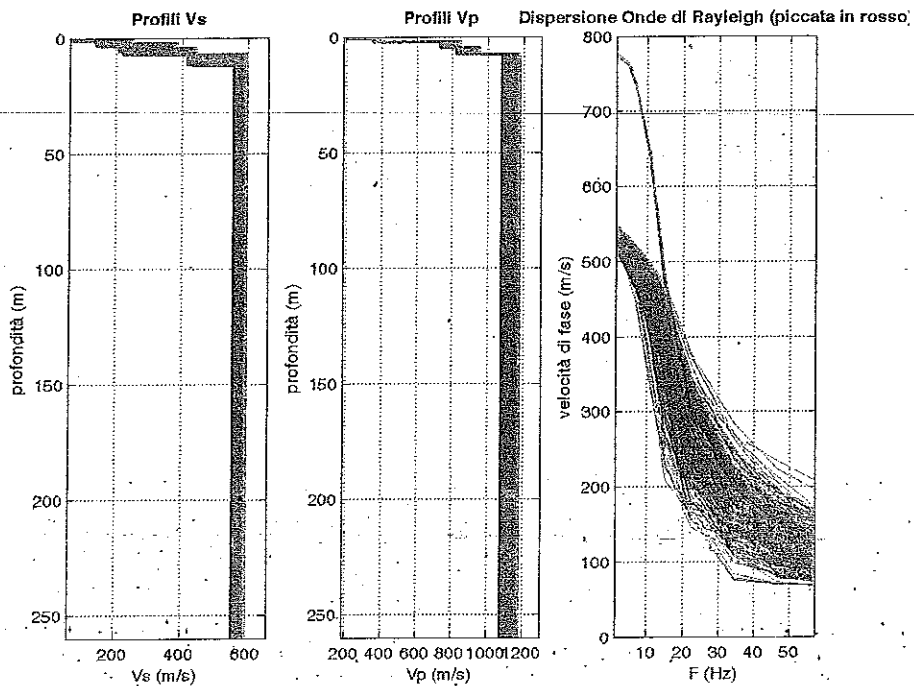


FIG.11 – MODELLI DI PROFILO Vp - Vs.

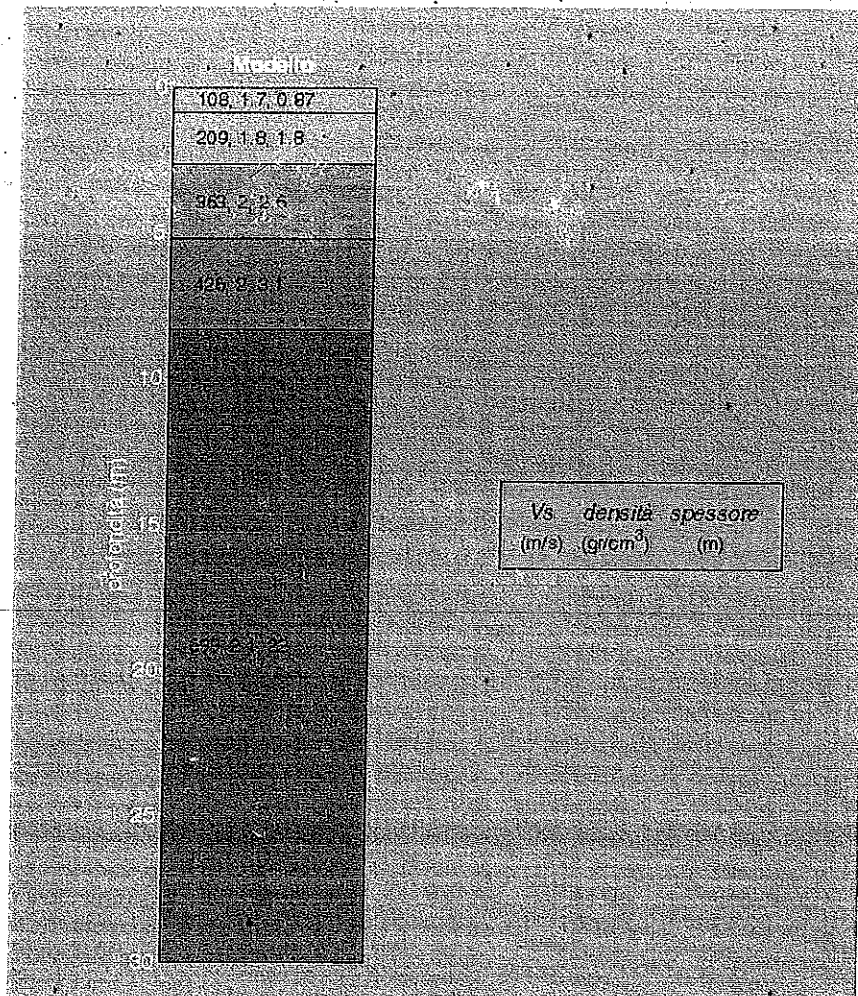


FIG.12 – STRATIGRAFIA ONDE Sh.

STRATI	MODELLO	SPESSORE	Vp	Vs	γ	ν	E	G	K
		m	m/s	m/s	gr/cm ³	"	Mpa	Mpa	Mpa
1	medio	0.90	227	108	1.70	0.35	54	20	61
	migliore	0.76	227	108	1.70	0.35	54	20	61
2	medio	1.80	376	209	1.82	0.28	203	79	151
	migliore	1.56	360	180	1.81	0.33	158	59	155
3	medio	2.60	794	363	2.00	0.37	720	263	909
	migliore	2.35	822	373	2.01	0.37	769	281	982
4	medio	3.10	904	425	2.03	0.36	996	367	1170
	migliore	2.8	948	420	2.04	0.38	992	360	1354
5	medio	semi-spazio	1156	599	2.09	0.32	1974	750	1792
	migliore	semi-spazio	1166	600	2.09	0.32	1987	753	1839

Tabella riassuntiva dei parametri dinamici calcolati per gli spessori discriminati:

Vp: Onde di compressione stimate;
 Vs: Onde di taglio;
 γ : Peso di volume;