

COMUNE DI POMARANCE

PROVINCIA DI PISA

**PROVA DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA
MEDIANTE ACQUISIZIONE MASW
FINALIZZATA ALLA DETERMINAZIONE
DELLA CATEGORIA DI SUOLO**

Località:

Strada Comunale di Libbiano – POMARANCE (PI)

Committente:

Unione Montana Alta Val di Cecina

Il Tecnico:

Dott. Geol. CASTELLUCCI Antonio

MAGGIO 2016

1 - INTRODUZIONE

Nel mese di marzo 2016, al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, sono state effettuate una serie di acquisizioni **MASW** (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) utili a definire il profilo verticale della Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio) nella zona interessata dall'intervento di consolidamento della viabilità in oggetto, Strada Comunale di Libbiano, nel Comune di Pomarance (PI).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008. Queste, in buona misura, raccomandano la stima degli effetti di sito e della categoria di suolo tramite la caratterizzazione diretta del profilo di velocità delle onde di taglio (Vs).

La classificazione dei terreni è stata dunque svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 metri di profondità) definita dalla relazione:

$$Vs30 = 30 / [\sum_{i=1}^N (h_i / Vs_i)]$$

N = valore che dipende dal numero di strati di terreno compreso nei primi 30 metri di profondità.

Vs,i = velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato

h_i = spessore in metri dell'*i*-esimo strato.

2 - MODELLO GEOLOGICO DEL SITO E DATI DI BASE

L'area in esame (fig. 1) si localizza nella porzione centrale del territorio comunale di Pomarance a circa 5 km ad ovest dal centro del Capoluogo.



Da un punto di vista fisiografico il comparto si ubica sulle colline che immergono a nord-est verso l'impluvio del Torrente Trossa.

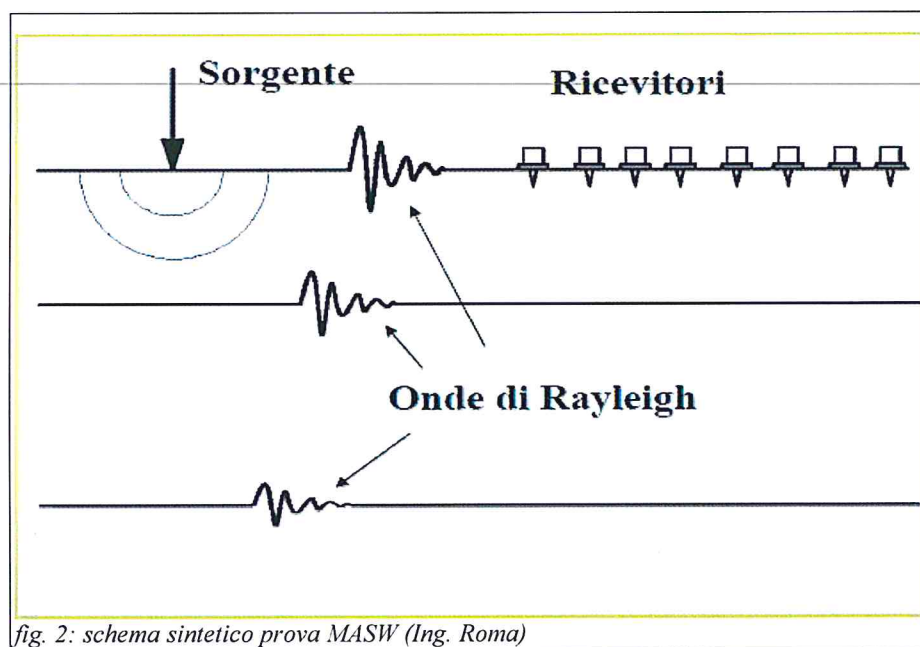
Queste, caratterizzate da quote che arrivano fino a 400 m s.l.m., sono costituite dai termini alloctoni (liguridi) di età Cretaceo-Eocenica nella fascia superiore e dai terreni neogenici marini in quella inferiore, dove si ubica il tratto di strada oggetto d'intervento.

Sul sito è stata eseguita una campagna di indagini mediante penetrometrie statiche (CPT) che ha confermato la presenza dei suddetti depositi.

3 - STRUMENTAZIONE DI ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE

Come hardware per l'acquisizione è stato impiegato il sismografo della **DOLANG DBS280** (risoluzione 24 bit using Delta-Sigma A/D converter) a 12 canali collegato a geofoni verticali di frequenza propria da 4,5 Hz, distanziati fra loro di 2,0 metri.

Per l'energizzazione, eseguita a 4,0 m dallo stendimento dei geofoni, è stata utilizzata una mazza battente da 10 kg, con un passo di acquisizione temporale di 1,2 ms per 2048 campioni ed una registrazione complessiva del segnale di 2,5 secondi.



I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale delle onde di taglio (VS). Per l'elaborazione del segnale è stato utilizzato il software *Masw 3.0.1.1*.

4 – CENNI TEORICI ED ANALISI DEI DATI ACQUISITI

Il metodo MASW è una tecnica d'indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh che, in un mezzo stratificato, hanno un comportamento dispersivo (differenti lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase) dove la velocità di fase è fortemente condizionata dalla velocità delle onde s dello strato campionato. In particolare, onde ad alta frequenza si propagano negli strati più superficiali mentre le basse frequenze interessano gli strati più profondi del suolo.

Con il metodo MASW utilizzato, definito attivo, che consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenze tra 5 Hz e 70 Hz, è possibile dunque risalire al profilo di velocità Vs dei primi 30 m di profondità, consentendo la classificazione sismica dei suoli come richiesto dal D.M. 14/01/2008.

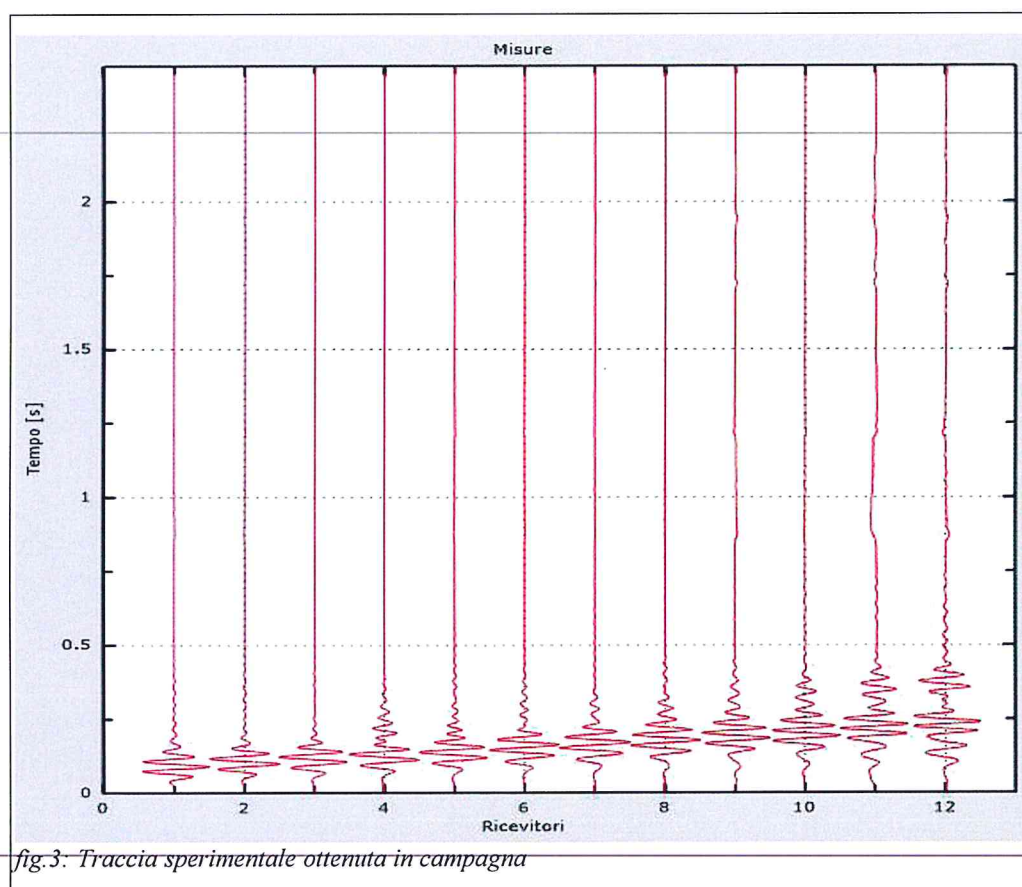
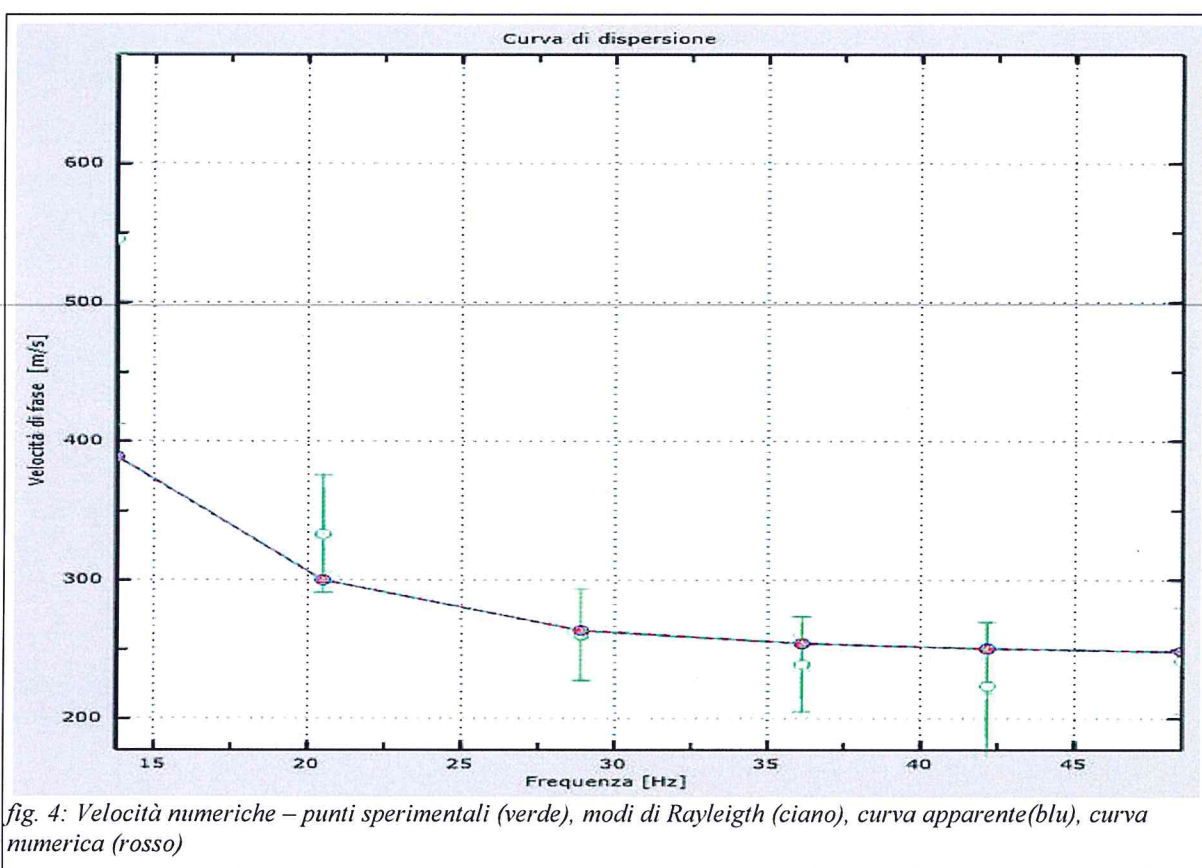


fig.3: Traccia sperimentale ottenuta in campagna

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Ing Roma, 2002): (1) la prima prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale, (2) la seconda fase consiste nel calcolare

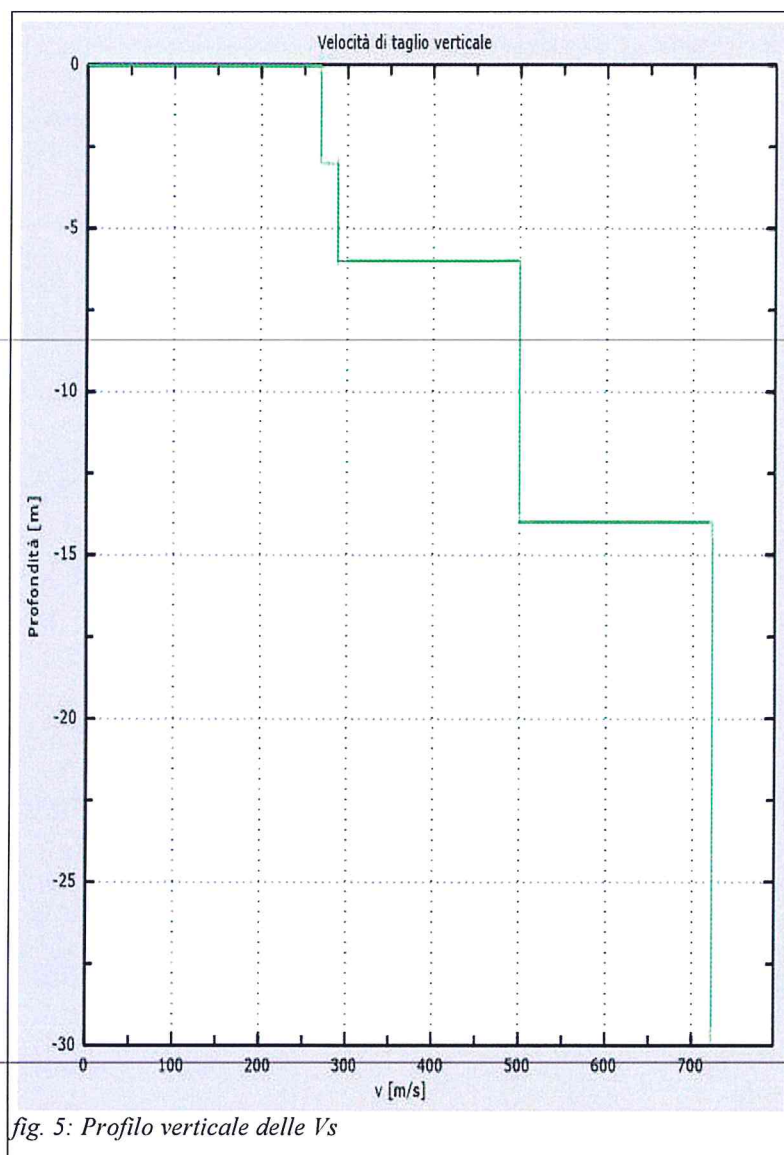
la velocità di fase apparente numerica, (3) la terza ed ultima fase consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa (inversione), degli scarti tra le curve sperimentali suddette, andando ad agire sullo spessore degli strati e sulla velocità delle onde di taglio e di compressione. Per quest'ultimo punto assume significativa importanza la conoscenza lito-stratigrafica del sito in esame.

Nello specifico del comparto investigato, vengono di seguito rappresentati i principali elaborati del software di analisi Masw 3.0.1.1. In particolare, partendo dalla traccia sperimentale ottenuta in campagna (fig. 3), è stata determinata la curva di dispersione numerica, utilizzando il solo modo fondamentale di Rayleigh, alla quale è associato un profilo di velocità delle onde Vs entro i primi 30 m di profondità (fig 4).



Il parametro Vs30 risultato per il modello analizzato è pari a **502 m/s**. La presente interpretazione conferma l'affioramento dei termini marini neogenici che, con una velocità di taglio di circa 300 m/sec, si presentano in uno stato di consistenza medio-buono. Oltre i 15 m le velocità raggiungono gli 800 m/sec di velocità (bedrock sismico) senza mai superarli, che potrebbe significare il passaggio ai depositi alloctoni cretacei.

SPESSORE STRATO (m)	Vs (m/s)
3	269
3	289
4	500
4	500
5	722
SEMI-SPAZIO	722



5 – CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh ha consentito di determinare il profilo verticale delle Vs e quindi di ottenere:

parametro Vs30 = 502 m/s

Il bedrock ($V_s > 800$ m/s) non è risultato presente per tutta la profondità di investigazione della prova MASW. I depositi investigati presentano caratteristiche fisico-meccaniche medio-buone per l'intero profilo, con un trend al miglioramento in profondità. Ai sensi del D.M. 14/01/2008, considerando la situazione litostratigrafica rilevata dall'esecuzione della campagna d'indagini CPT e dalla presente prospezione geofisica, il sito in esame viene classificato in:

CATEGORIA "B"

In quanto appartiene a *"Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fine)"*.

San Miniato, 3 maggio 2016

**Dott. Geol.
Antonio Castellucci**