

Maggio
2018

**STUDIO GEOLOGICO
A SUPPORTO DELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE**



Comune di Moglia

Provincia di Mantova

Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)

DP.G.12

SCHEDE DATI GEOGNOSTICI E GEOFISICI

Responsabili dello studio:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti

Gruppo di lavoro:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti
Dr. Geol. Matteo Baisi
Dr. Geol. Alessandro Ferrari



Sede legale: Via Suor Maria Adorni, 2 - 43121 Parma

Uffici: Via Suor Maria Adorni, 2 43121 Parma Tel. 0521 233999 - Fax 0521 200181

Via Ferrari 5/G - 46065 Marmirolo (MN) Tel. Fax 0376 467967

E-mail: info@engeo.it

REGIONE
LOMBARDIA

Committente

PROVINCIA
DI
MANTOVA

COMUNE DI MOGLIA

COMUNE DI
MOGLIA

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(L.R. 11.03.2005 N. 12)

**DOCUMENTAZIONE GEOLOGICA
E GEOLOGICO TECNICA**

**AGGIORNAMENTO ALLA
COMPONENTE SISMICA**

(D.G.R. 22.12.2005 N. 1566)

GIUGNO 2006



Dott. Geologo Fulvio Baraldi

Via Tito Speri n. 27, 46100 Mantova

Telefono: 0376-327306; fax: 0376-226351; cellulare: 329-4322787

e-mail: fulvio.baraldi@studioidrogeologico.191.it

Partita I.V.A. 02055030205

ALLEGATO 6

Indagine sismica a rifrazione



IND.A.G.O. s.n.c.
Indagini e Opere Ambientali e Geologiche
Via Miani, 4
45100 - Rovigo

P. IVA 01174740298

**Rapporto Tecnico:
Indagine sismica a rifrazione per la
classificazione con i metodi Remi e Masw di un
sito a Moglia (MN), ai sensi della OPCM 3274**

Dott. Geol. Enrico Farinatti

Rovigo, Giugno 2006

Committente : Dott. Geol. Fulvio Baraldi
Via Tito Speri, 27
46100 - Mantova

Premessa

Lo scrivente, su incarico del dott. Geol. Fulvio Baraldi, ha eseguito una indagine sismica mediante la tecnica dei microtremori e del metodo Masw (Multi Channel Analysis Surface Waves) combinati, atta alla classificazione del sito in esame ai sensi della OPCM 3274 e successive variazioni.

I metodi utilizzati sfruttano le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza).

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, $V(\text{fase})/\text{freq.}$, può essere convertito nel profilo $V_s/\text{profondità}$. Il metodo dei microtremori sfrutta il rumore naturale, mentre il metodo Masw sfrutta sorgenti "attive" (massa battente).

Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico; per questo motivo è preferibile operare in presenza di dati di taratura (come nel caso specifico) onde ricavare il modello reale.

Modalità esecutive

Si è optato per l'analisi delle onde di superficie dal momento che tale tecnica ha dimostrato ampiamente la sua affidabilità e la capacità risolutiva. Il metodo prevede l'utilizzo di strumentazione classica per sismica a rifrazione ad elevata dinamica (24 bits di conversione A/D), con geofoni a bassa frequenza (preferibilmente da 4,5 Hz).

Nella fattispecie per le misure è stato utilizzato un sismografo a 24 canali mod. RAS24 a 24 bits con scarico dei dati direttamente su p.c..

Sono state effettuate 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna per il metodo Re.Mi e 2 registrazioni da 2 secondi ciascuna per il metodo masw.

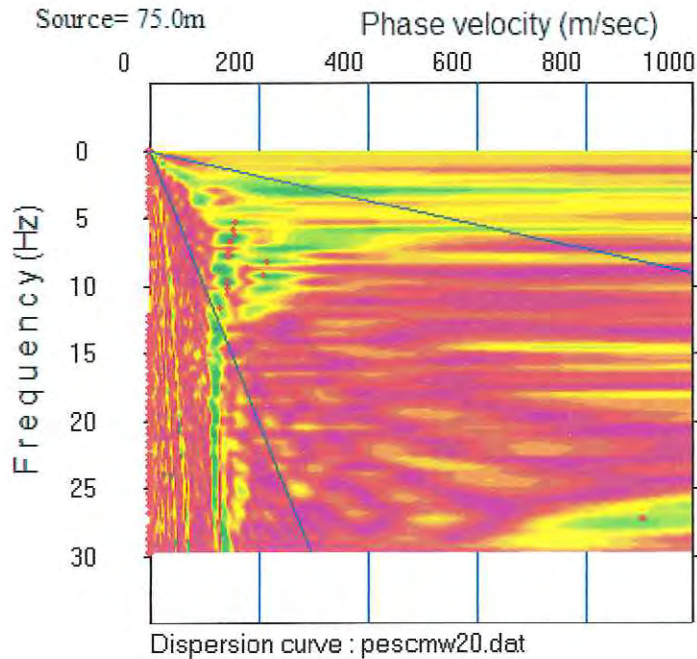
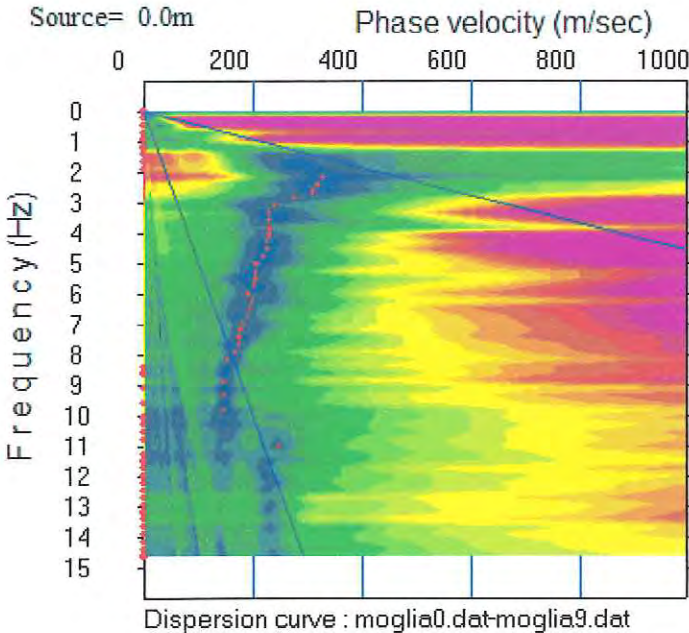
I geofoni usati sono di tipo verticale da 4.5 Hz e, grazie alla dinamica dello strumento (117 dB di range dinamico), consentono la registrazione delle onde di superficie con contenuto in frequenza fino a circa 2 Hz.

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati e, grazie ai dati di taratura forniti, è stato possibile ricostruire un modello $V_s/\text{profondità}$ attendibile.

Risultati e conclusioni

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle V_s fino a oltre 50 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh sia per quanto riguarda il metodo ReMi che per il

metodo MASW e del modello che ne deriva previa inversione dei dati. L'errore RMS calcolato è del 2.8%.



Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 12 geofoni in linea con interdistanza di 5 m.

La V_{s30} è stata ricavata dalla formula:

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

Nel caso specifico è risultato $V_{s30} = 206$ m/s.

Il sito esaminato presenta quindi un suolo tipo C ($S = 1.25$).

La V_s massima raggiunta è di circa 550 m/s, ma il trend della parte terminale della curva fa supporre V_s pari a 800 m/s a circa 60 m di profondità.

Viene inoltre fornita una tabella recante la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo (ricavato secondo le prescrizioni della OPCM 3274).

Rovigo, Giugno 2006

Dott. Geol. Enrico Farinatti

CLASSIFICAZIONE DEL SITO Ordinanza 3274 del 20/3/03

Località	Moglia (MN)
Metodo di indagine	RE.MI.+MASW (misura Vr)
Strumentazione utilizzata	Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits
Metodo di energizzazione	Rumore naturale+10 kg
Geometria stendimento:	12 geofoni - interasse 5 m

Dati i risultati, il sito in esame risulta rispondere alle caratteristiche di Suolo tipo C
(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori di a_g e del coeff. S)

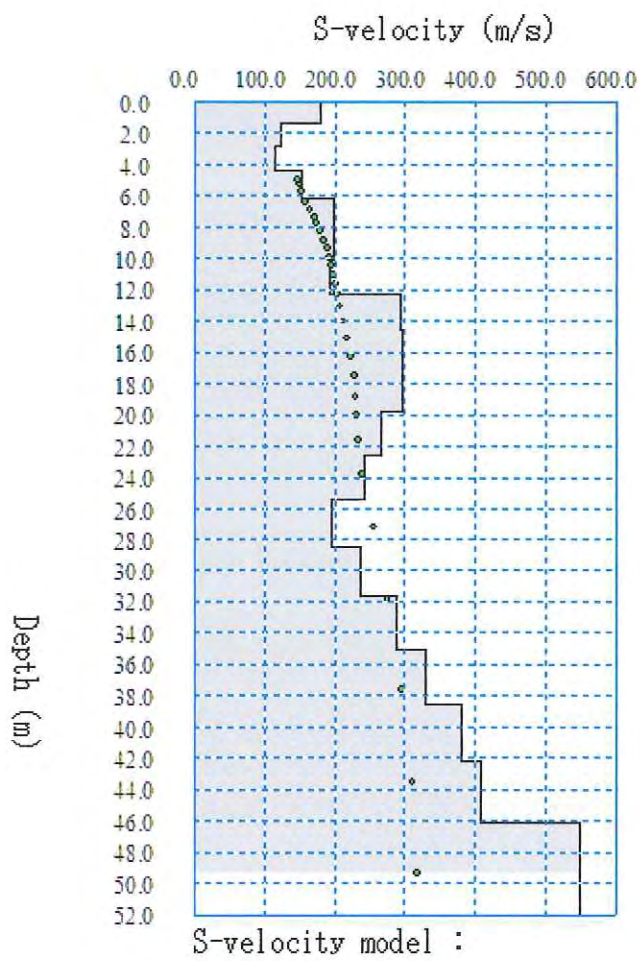
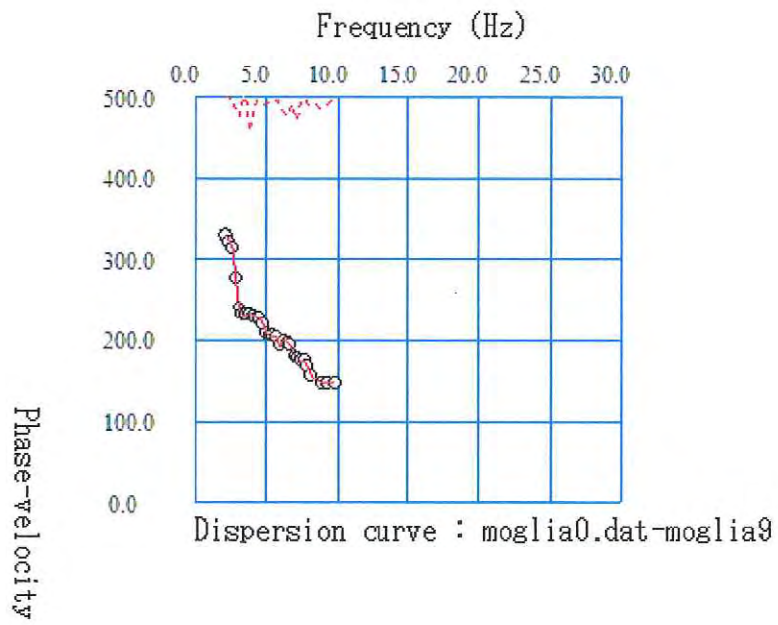
Per la classificazione delle zone di sismicità:

zona	accelerazione orizzontale (a_g/g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)	Valori di a_g , accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, da adottare
1	> 0.25	0.35	0.35g
2	0.15 - 0.25	0.25	0.25g
3	0.05 - 0.15	0.15	0.15g
4	< 0.05	0.05	0.05g

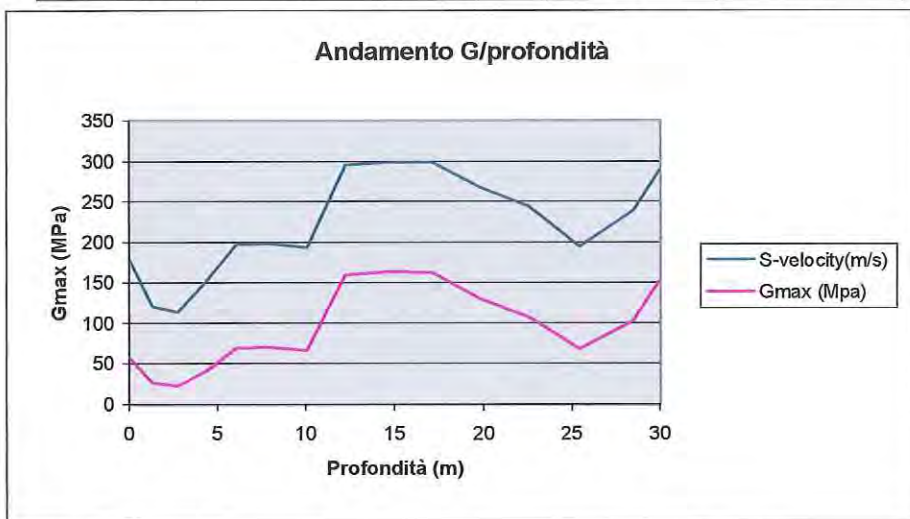
Categorie di suolo di fondazione:

		S
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi con valori $V_{s30} > 800$ m/s con strati di alterazione superficiale $h_{max} = 5$ m	1.00
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o 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 V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s	1.25
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s	1.25
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s	1.35
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s	1.25
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s	Servono studi speciali
S2	Deposito di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	

S = fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, direzione orizzontale



Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	ρ (t/mc)	P-velocity(m/s)
0.00	179	57	1.79	361
1.32	121	26	1.77	243
2.78	114	23	1.76	226
4.39	151	40	1.77	301
6.14	197	69	1.78	394
8.04	198	70	1.78	396
10.09	193	66	1.78	385
12.28	295	159	1.83	593
14.62	299	164	1.83	600
17.11	298	163	1.83	597
19.74	269	131	1.81	535
22.51	245	108	1.80	488
25.44	195	68	1.78	387
28.51	238	102	1.81	477
30.00	288	152	1.82	578



Vs30 (m/s) = 206

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE
Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

$T_0 = agxS$

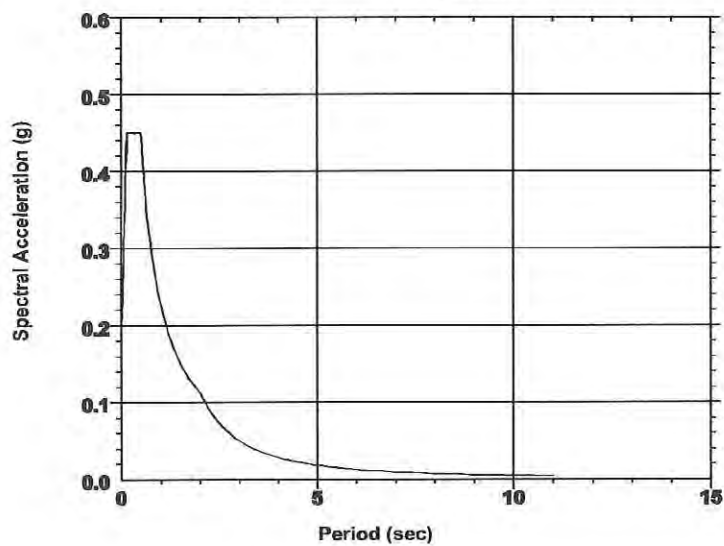
Tb

Tc

Td

Ascisse (s)	Ordinate
0	0.1875
0.15	0.46875
0.5	0.46875
2	0.117188

prova1



EuroCode - Type 1 -
Soil C - a: .15g -
Damping: 5% - S: 1.25

1 - Dati sperimentali MASW e Re.Mi

MASW

Numero di ricevitori	24
Numero di campioni temporali	6144
Passo temporale di acquisizione	0.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi	24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a	0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	12286ms
Distanza intergeofonale: 1,5 m	
Lunghezza stendimento: 34,5 m	

Re.Mi.

Numero di ricevitori	24
Numero di campioni temporali	3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione	2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi	24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a	0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	43598ms
Distanza intergeofonale: 1,5 m	
Lunghezza stendimento: 34,5 m	

2 – Curva di dispersione MASW

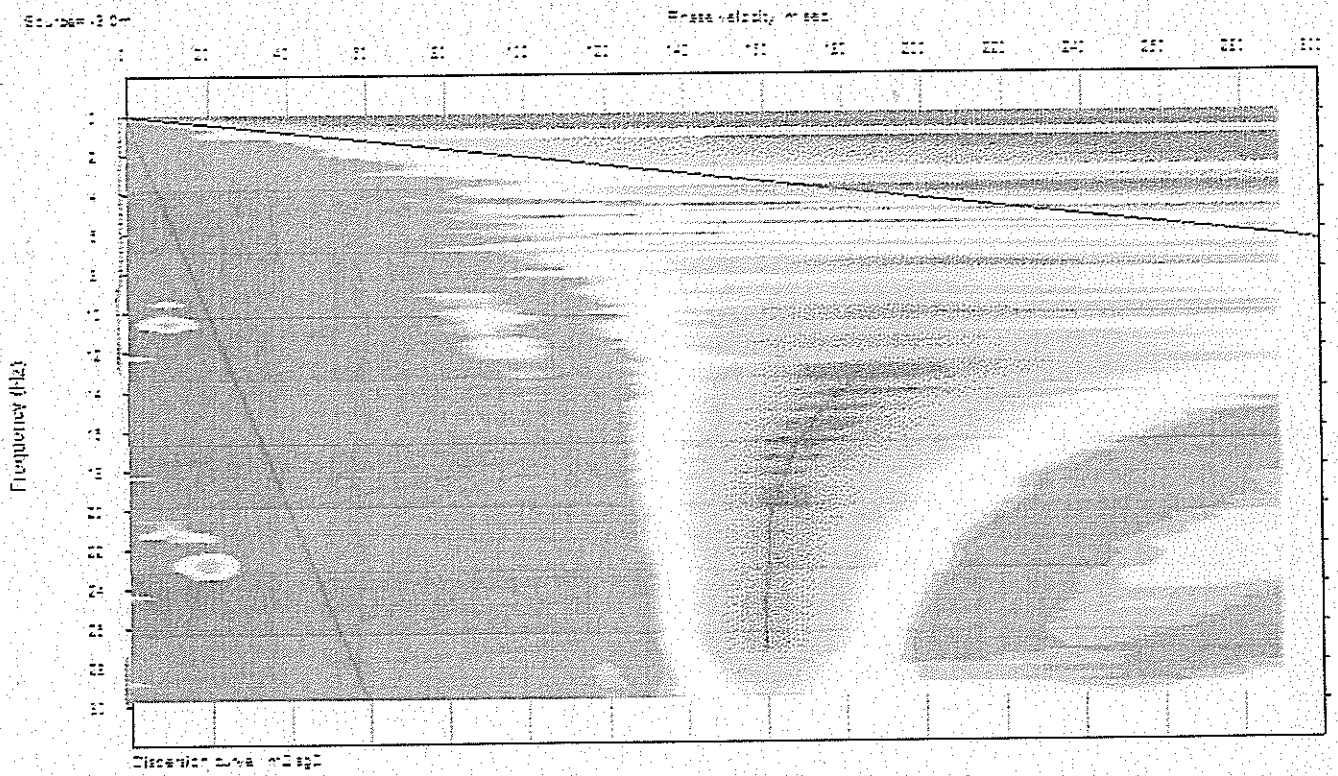


Figura 1: Curva di dispersione MASW

3 – Curva di dispersione Re.Mi.

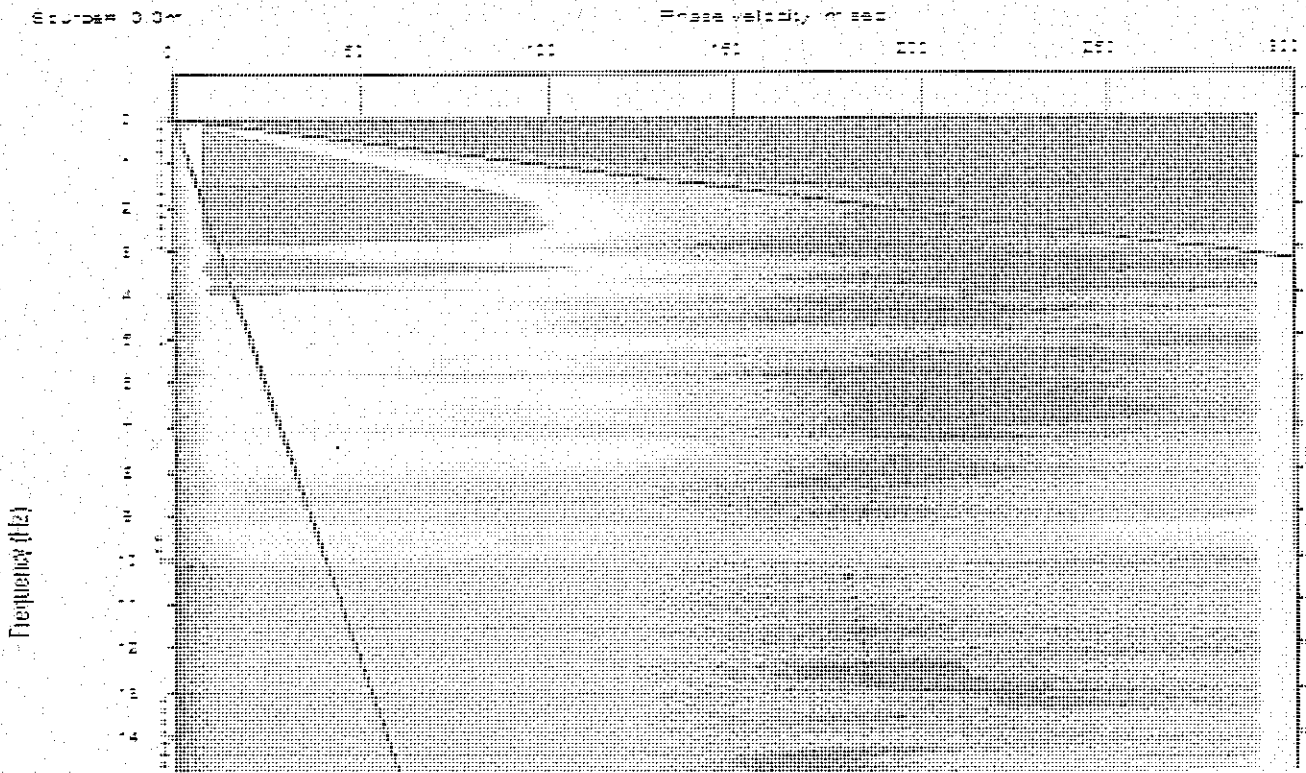


Figura 2: Curva di dispersione Re.Mi.

3 – Profilo onde Vs

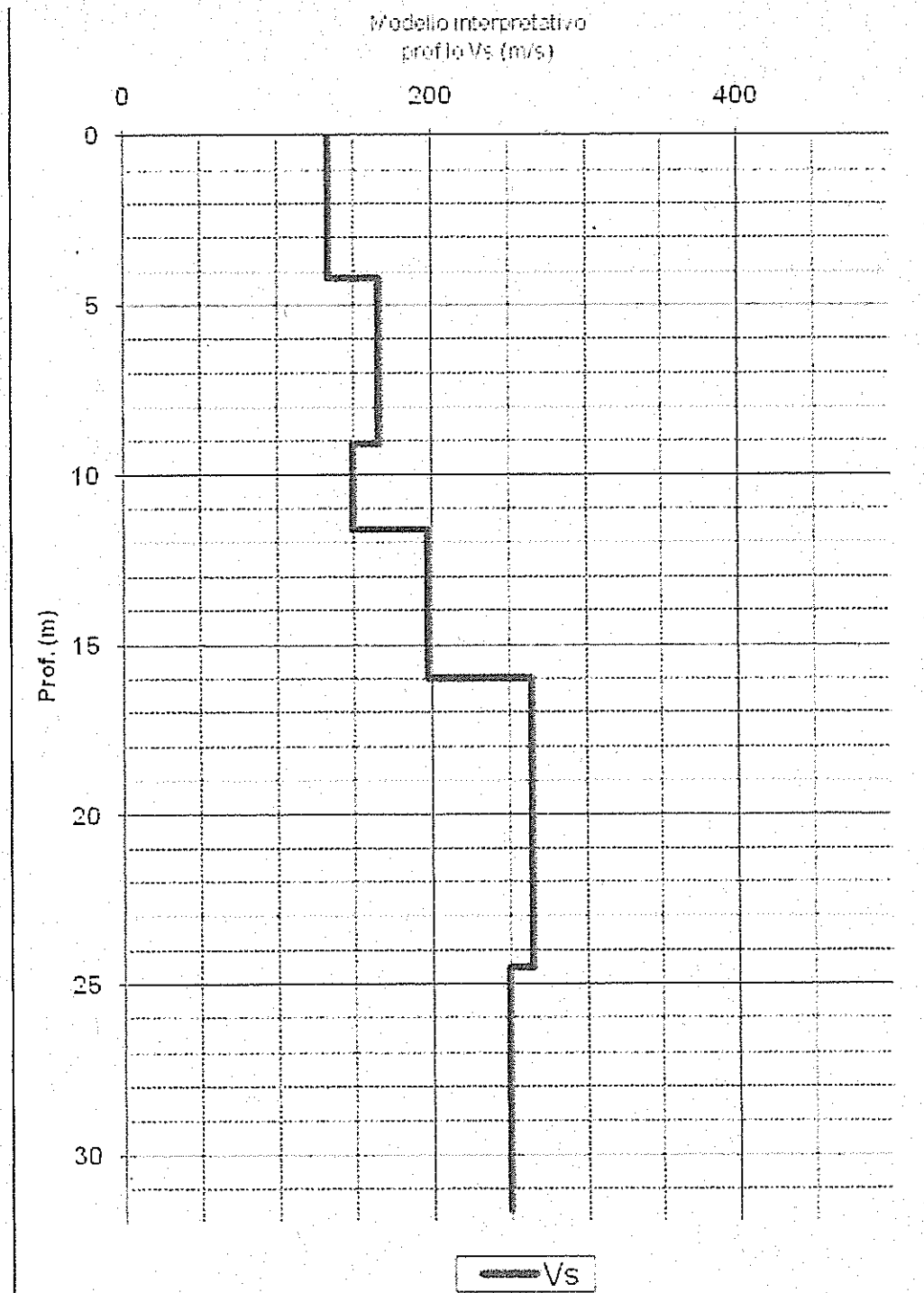


Figura 3: Profilo Vs numerico

4 – Calcolo categoria del suolo di fondazione

Da Profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)	hi/Vi
1	4,2	3,2	134	0,0239
4,2	9,1	4,9	166	0,0295
9,1	11,6	2,5	150	0,0167
11,6	16	4,4	198	0,0222
16	24,5	8,5	265	0,0321
24,5	31	6,5	250	0,0260

Vs30 [m/s]200

Tipo di suoloC

Fondazione assunta a – 1,0 m p. c..

Risultati delle analisi
integrata Re.Mi – MASW

Cantiere: via verdi,
Moglia (MN).

1 - Dati sperimentali MASW

Nome del file delle tracceC:\Documents and Settings\Desktop\moglia\moglia\m1.sg2
Numero di ricevitori..... 24
Numero di campioni temporali.....6144
Passo temporale di acquisizione0.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a8190ms
Distanza intergeofonale: 1,0 m

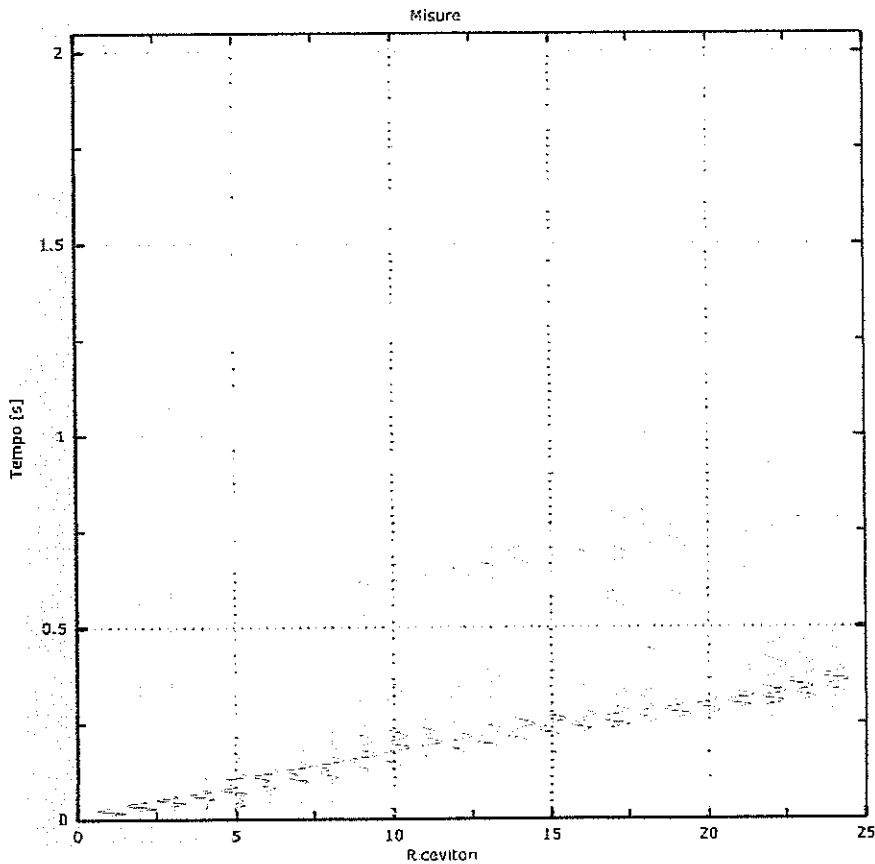


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale70Hz
Frequenza iniziale2Hz

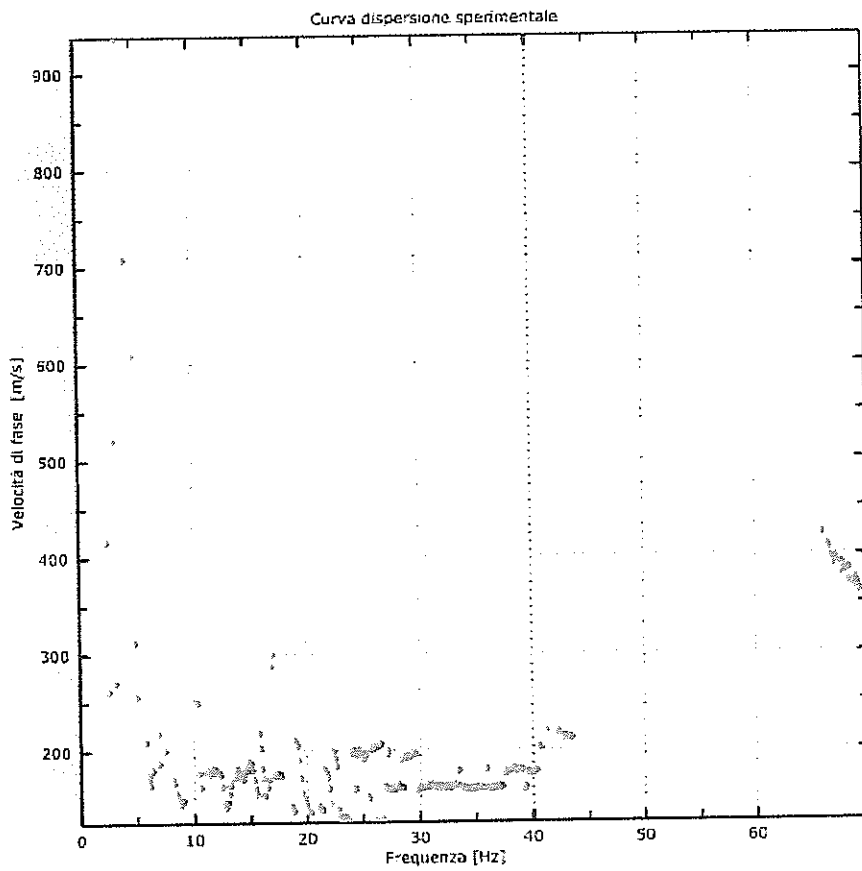


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva Re.Mi)

Nome del file delle tracce C:\Documents and Settings\
 Desktop\moglia\moglia\r9.sg2
 Numero di ricevitori 24
 Numero di campioni temporali 3.26787e-312
 Passo temporale di acquisizione 2ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 43598ms
Distanza intergeofonale: 1,0 m

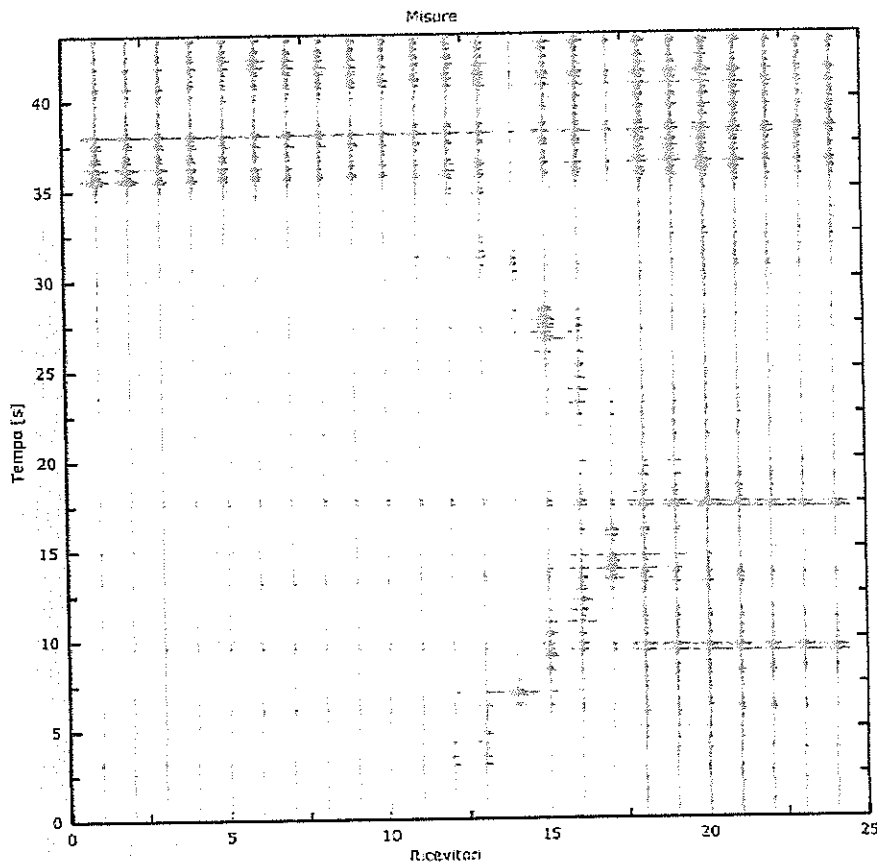


Figura 3: Tracce sperimentali

4 – Analisi integrata Re.Mi. - MASW

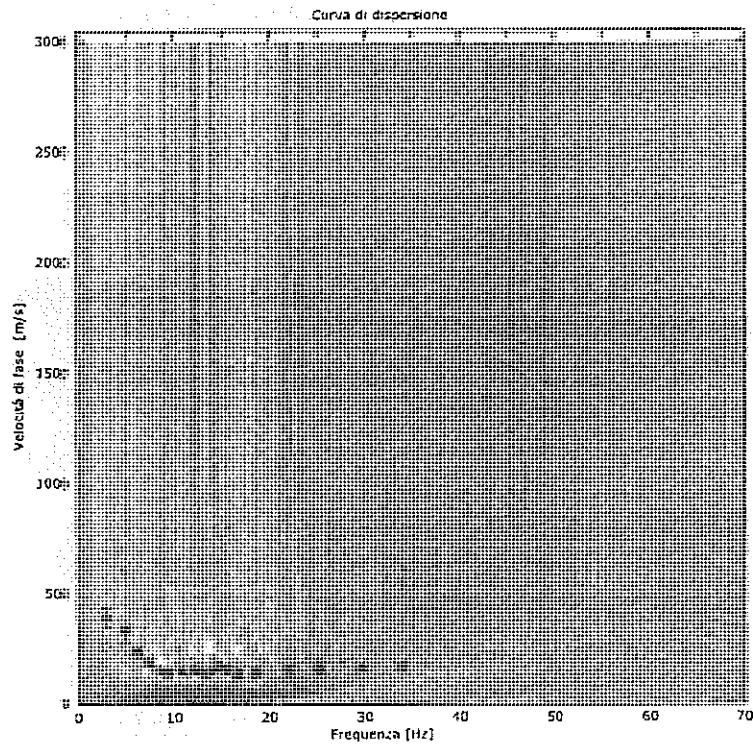


Figura 4: Curva di dispersione

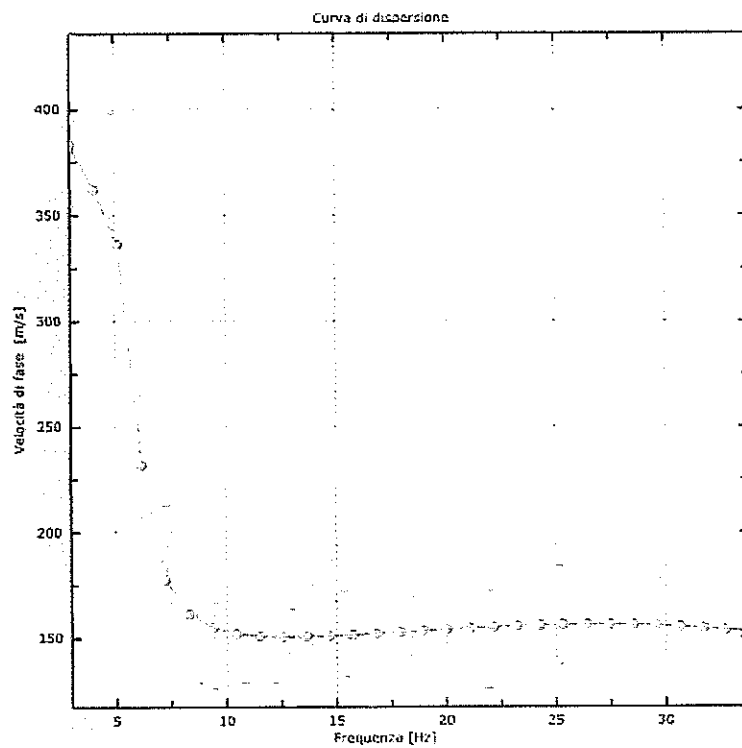


Figura 5: Velocità onde S

5 – Profilo onde Vs

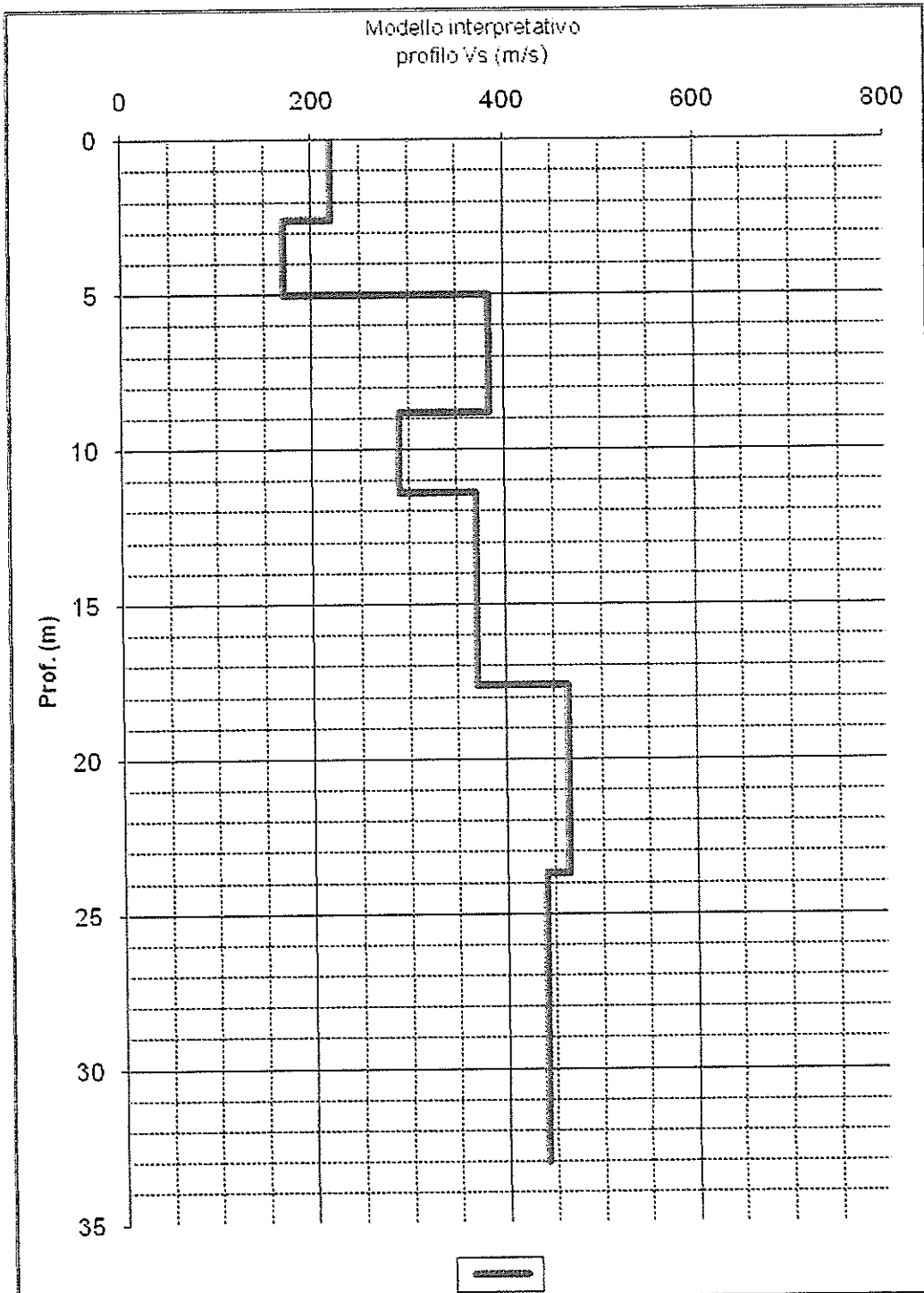


Figura 6: Profilo Vs numerico

6 - Calcolo categoria del suolo di fondazione

D ₁ Profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	V _s (m/sec)	ρ _v (%)
1	2,6	1,6	220	0,0073
2,6	5	2,4	170	0,0130
5	8,8	3,8	385	0,0099
8,8	11,4	2,6	290	0,0090
11,4	17,6	6,2	370	0,0168
17,6	23,7	6,1	465	0,0131
23,7	31	7,3	440	0,0166

V_{s30} [m/s] 346
Tipo di suolo C
S_s (coefficiente di amplificazione litologico).....1,4
S_t (coefficiente di amplificazione topografico).....1,0

1 – INDAGINE GEOFISICA

In data 29 marzo 2010 è stata effettuata una indagine geofisica presso il Comune di Moglia (MN), al fine di fornire indicazioni sul comportamento del sottosuolo nell'ipotesi di un evento sismico. L'indagine è stata condotta mediante la realizzazione di una base sismica attrezzata con geofoni con registrazione verticale per la ricezione delle onde P (onde di compressione) mediante l'applicazione della metodologia MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) che consente, attraverso alcune trasformazioni, di risalire alla velocità delle onde S (onde di taglio) e ha permesso di definire la valutazione delle V_{s30} .

1.1 – Attrezzatura utilizzata

L'attrezzatura utilizzata in campagna è costituita da un sismografo a 24 canali, cavi con interdistanza geofonica di 2 metri, 24 geofoni (verticali) da 4,5 Hz per la registrazione, mazza per l'energizzazione.

Il sismografo: ha possibilità di stack degli impulsi sismici, filtraggio digitale programmabile (per la riduzione dei rumori) e guadagno verticale del segnale (in ampiezza) con sensibilità tra 1 e 100 decibel. La registrazione dei dati in digitale, con formato in uscita pari a 24 bit, viene effettuato su PC sul quale vengono successivamente elaborati i dati.

L'energizzazione del terreno è avvenuta mediante mazza del peso di 10 kg con battuta verticale su di una piastra posta a 10 metri e 2,0 m dal primo geofono. La medesima operazione è stata effettuata inoltre anche a distanza sempre di 10 metri e 2,0 m dall'ultimo geofono a conferma del dato precedente e comunque per verificare eventuali variazioni litologiche tra le due estremità della base sismica.

1.2 - Determinazione delle onde di compressione (onde P)

L'indagine sismica finalizzata alla determinazione delle velocità delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è possibile separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria. La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

1.3 Modalità interpretativa esecutive

L'acquisizione è stata eseguita effettuando ripetute letture con un tempo di registrazione di 1,5 sec. I vari sismogrammi sono stati sommati, filtrati da eventuali disturbi, ed elaborati mediante il software SWAN.

2 - INTERPRETAZIONE QUALITATIVA DELLE INDAGINI GEOFISICHE

E' necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta nell'ipotesi che gli strati del sottosuolo siano omogenei, orizzontali e con superfici di separazione piano parallele.

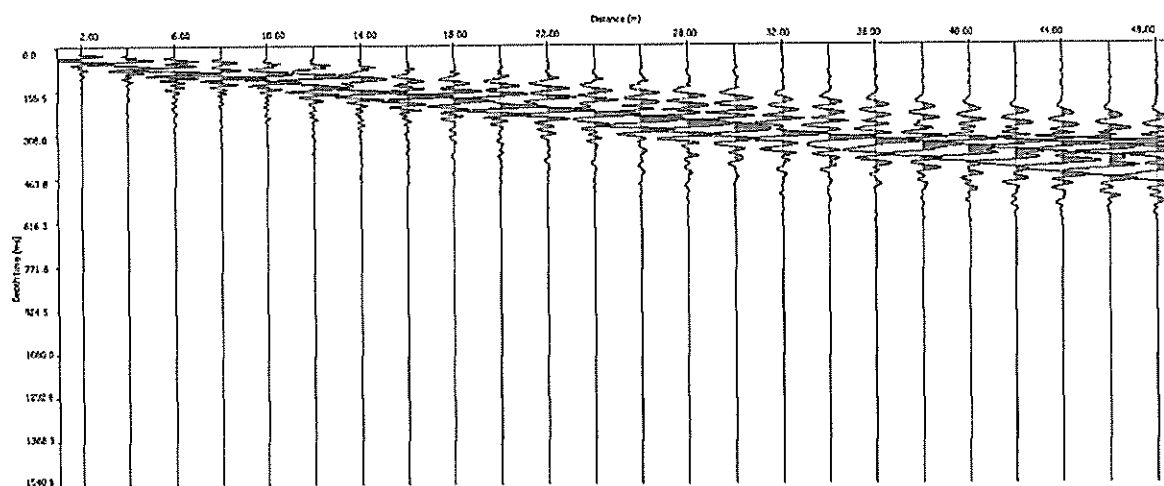
Nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. Si rammenta in ogni caso che la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15 %.

3 - RAPPRESENTAZIONE DEI DATI SISMICI

L'indagine geofisica a rifrazione si è articolata in uno stendimento di lunghezza pari a 48 metri, con distanza intergeofonica di 2 metri e punto di energizzazione posto a 10,0 m e 2,0 m. La linea sismica è stata realizzata in corrispondenza dell'area di diretto interesse.

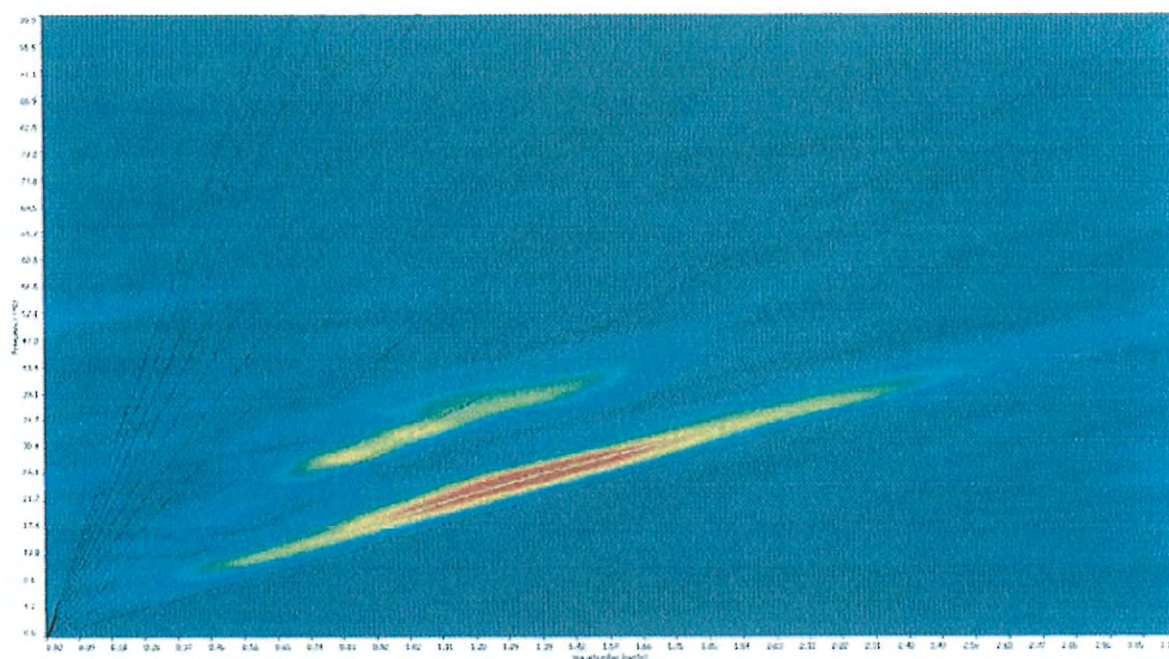
L'energizzazione (sorgente di energia), per la lettura dei tempi di arrivo delle onde Superficiali (Rayleigh), è stata ottenuta mediante l'impiegando di una mazza battente in senso verticale su di una piastra aderente al suolo. L'energizzazione è stata eseguita più volte per garantire l'apprezzabilità dei segnali raccolti dal sistema di acquisizione dati.

Di seguito si riporta il sismogramma frutto della somma di ciascuna acquisizione:

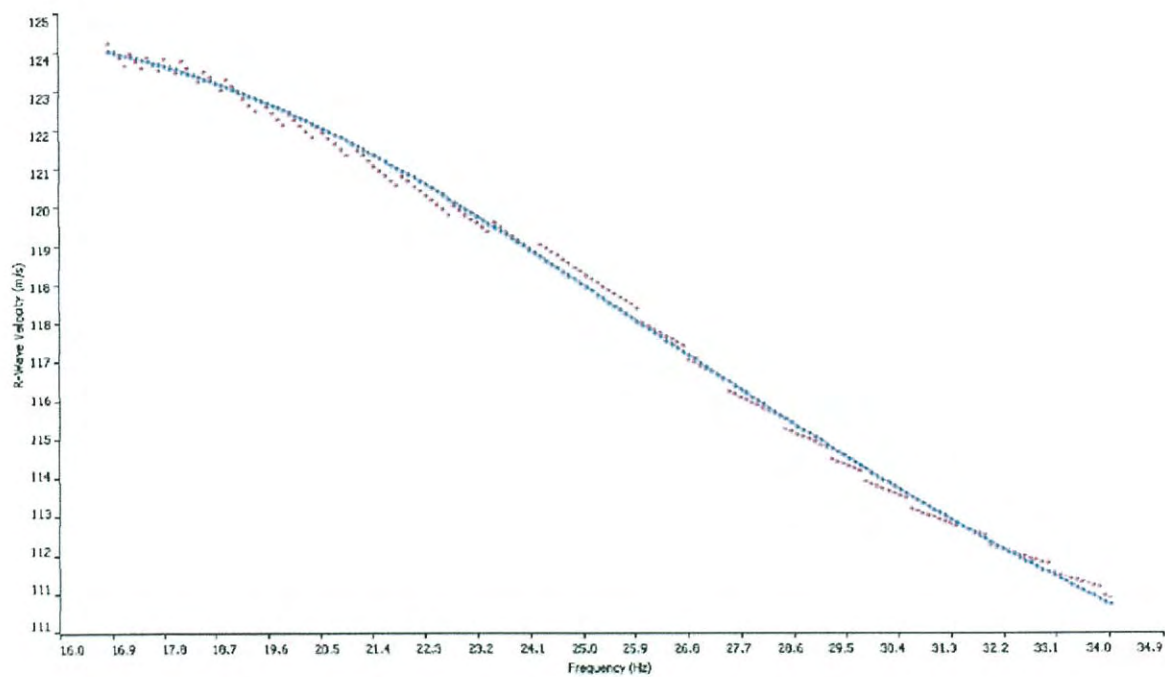


3.1 - Interpretazione dei dati

L'elaborazione dei dati ha consentito di estrapolare la trasformata di Fourier da cui si ricava la curva di dispersione. Di seguito si riporta i grafici:



trasformata di Fourier



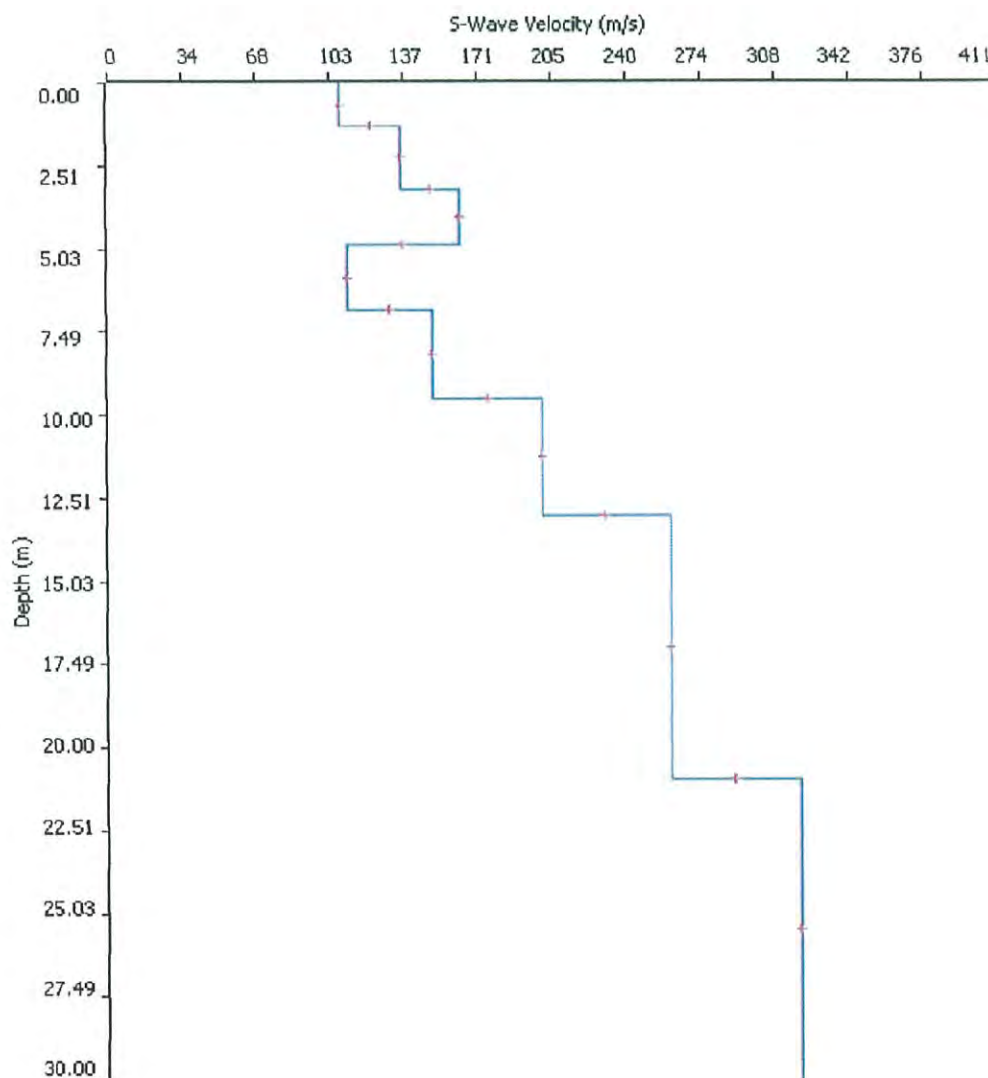
curva di dispersione (in magenta la curva teorica, in bleu la curva calcolata)

3.1.1. Ricostruzione del sottosuolo mediante le velocità delle onde S

Dalle elaborazioni è stato possibile identificare, in base alle velocità di propagazione, una successione di orizzonti:

Spessore	Profondità	Vs (m/sec)
1,3	0,0-1,3	108
1,9	1,3-3,2	136
1,6	3,2-4,8	163
2,0	4,8-6,8	111
2,7	6,8-9,5	151
3,5	9,5-13,0	201
7,9	13,0-20,9	260
9,1	20,9-30,0	320

Dall'analisi degli orizzonti si è ricavato il grafico in cui è riportato il diagramma delle velocità delle onde S in funzione della profondità:



4 – APPLICAZIONE NUOVE NORME TECNICHE

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e succ. modif. sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche. Inoltre, sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione di nuovi edifici, di nuovi ponti, per le opere di fondazione, per le strutture di sostegno, ecc.

La suddetta nuova norma sulle costruzioni (D.M. LL.PP. 14/01/2008) fornisce le nuove classificazioni sismiche individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale". In particolare, l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in quattro livelli: da 1, più pericoloso, a 4 meno sensibile.

Nello specifico il territorio comunale di **Moglia** ricade in **zona 3**.

Per quanto riguarda le normative precedenti si ha:

• Codice ISTAT 2001	03020035
• Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti sino al 1998)	N.C.
• Categoria secondo la proposta del G.d.L. del 1998	III
• <u>Zona ai sensi dell'O.P.C.M. 2003</u>	3

I suoli di fondazione sono suddivisi in cinque classi (A, B, C, D, E) più due speciali (S1 e S2), in base alle loro caratteristiche stratigrafiche ed alla velocità media delle onde sismiche di taglio (trasversali) entro 30 metri di profondità, ovvero alle V_{s30} :

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

Il terreno indagato, con le due metodologie presenta valori delle V_{s30} pari a **203 m/s**; secondo lo schema presente nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. LL.PP. 14 Gennaio 2008) si tratta di un suolo appartenente alla classe C ("Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un

8. SISMICITÀ

Il territorio comunale di Moglia MN è classificato ricadente nella **zona sismica 3**, ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003. si riporta la tabella dove ogni zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni:

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25 -	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio " sito dipendente".

Al fine di arrivare a definire il valore V_{s30} fondamentale per la classifica del terreno si è proceduto alla esecuzione delle seguenti prove in sito : MASW

Indagine MASW per la stima del profilo delle V_s .

Località: Moglia (Mn) –

Introduzione

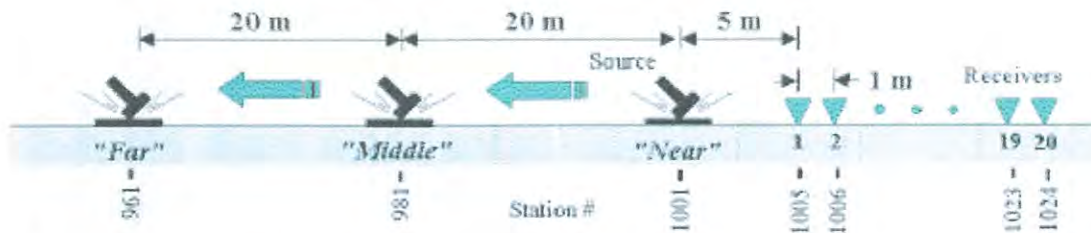
Nell'area è stata condotta un indagine di sismica attiva al fine di poter ricavare i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s).

Nel sito è stata eseguita un'indagine basata sullo studio della propagazione di onde superficiali di Rayleigh.

Metodologia

La prova consiste nel produrre una sollecitazione sulla superficie del terreno e nel registrare le vibrazioni prodotte a distanze note e prefissate.

Nel sito si sono disposti 24 geofoni a 4 Hz con spaziatura regolare di 2 m, si eseguono diversi "scoppi" in linea (come riportato in figura) con lo stendimento alle seguenti distanze dal primo geofono: 2m – 4m – 6m – 8m- 10m – 18m – 30 m.



Le acquisizioni avvengono a 7642 Hz per 1 sec.

Su questa acquisizione è eseguita un'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh (R).

Si riporta il grafico ad isolinee sul quale è identificata la curva di dispersione delle onde di Rayleigh (Figura 1).

Su di essa si esegue il picking del modo fondamentale (Figura 1).

La modellazione numerica della curva di dispersione prevede che alla base del modello sia posto un semispazio a spessore infinito.

Al fine di ottenere l'andamento delle Vs con la profondità, la curva ottenuta dal picking è invertita mediante una procedura automatica ai minimi quadrati (metodo Levenberg-Marquardt). Successivamente viene creato il profilo delle onde S associato alla curva teorica ottenuta. ²⁻⁴⁵

Nella tabella sono riportati il miglior modello individuato dall'inversione ai minimi quadrati e quindi viene calcolato Il valore di Vs30 viene calcolato con la seguente formulazione:

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

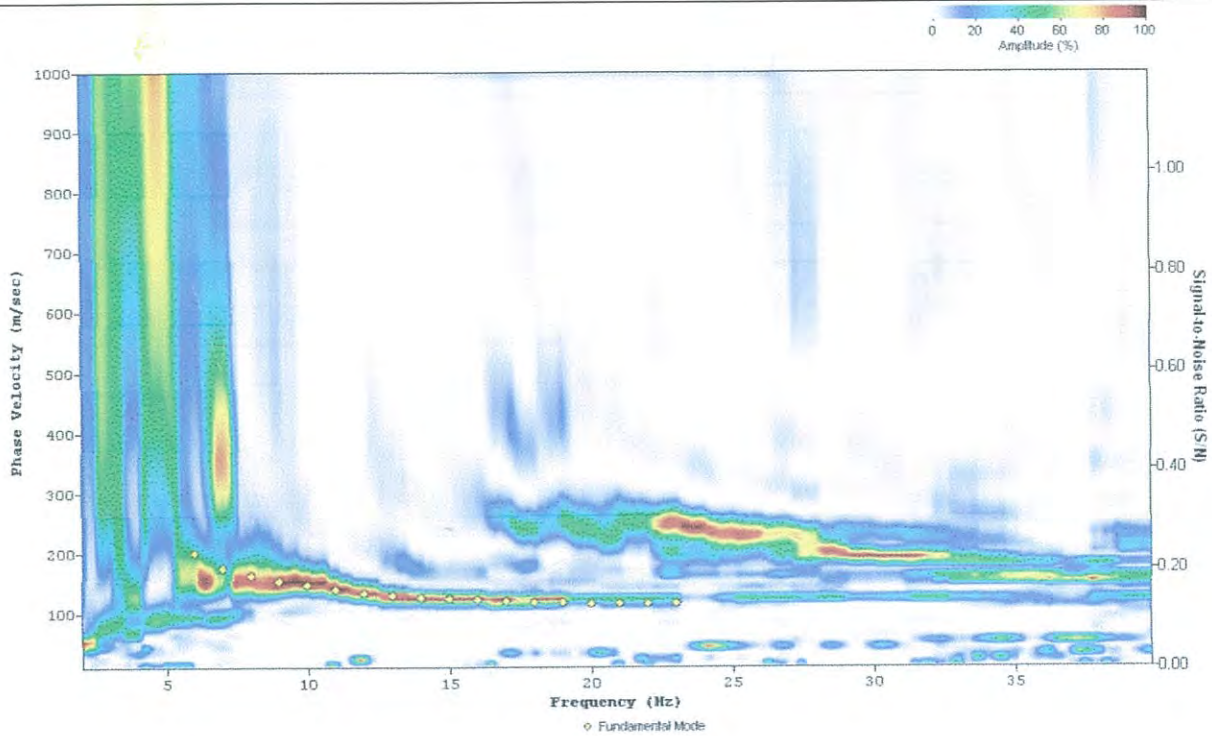


Figura 1. MASW –picking del modo fondamentale

Nel grafico di Figura 1, la fascia energetica associabile alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh è presente da circa 5 Hz fino a circa 24 Hz .

Su di essa si esegue il picking del modo fondamentale (Figura 1).

La modellazione numerica della curva di dispersione prevede che alla base del modello sia, posto un semispazio a spessore infinito.

Si riporta: in Figura 2: il profilo di velocità delle onde S associato alla curva teorica.

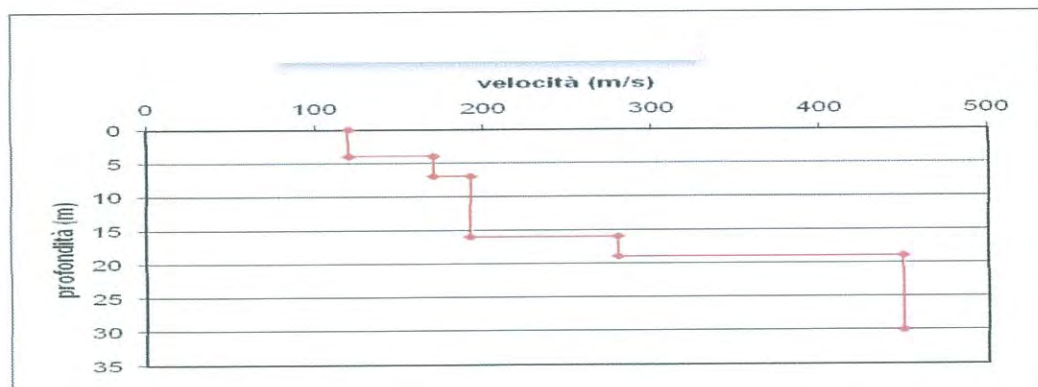


Figura 2 Profilo di velocità delle onde S stimato nel sito in esame

Strato	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	4.0	4.0	120
2	7.0	3.0	170
3	16.0	9.0	192
4	19.0	3.0	280
semispazio			450

La V_{s30} risulta quindi uguale **226 m/s**

La categoria di suolo di fondazione è pertanto C

Tabella 3.2.II - *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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 V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{DPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>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 V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{DPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{DPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s = 800$ m/s).</i>

Tabella 3.2.V - *Espressioni di S_s e di C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma}$	$1.10 \cdot (T_0)^{-0.25}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma}$	$1.05 \cdot (T_0)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma}$	$1.25 \cdot (T_0)^{-0.33}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma}$	$1.15 \cdot (T_0)^{-0.40}$

1.2 – Curva di dispersione Re.Mi.

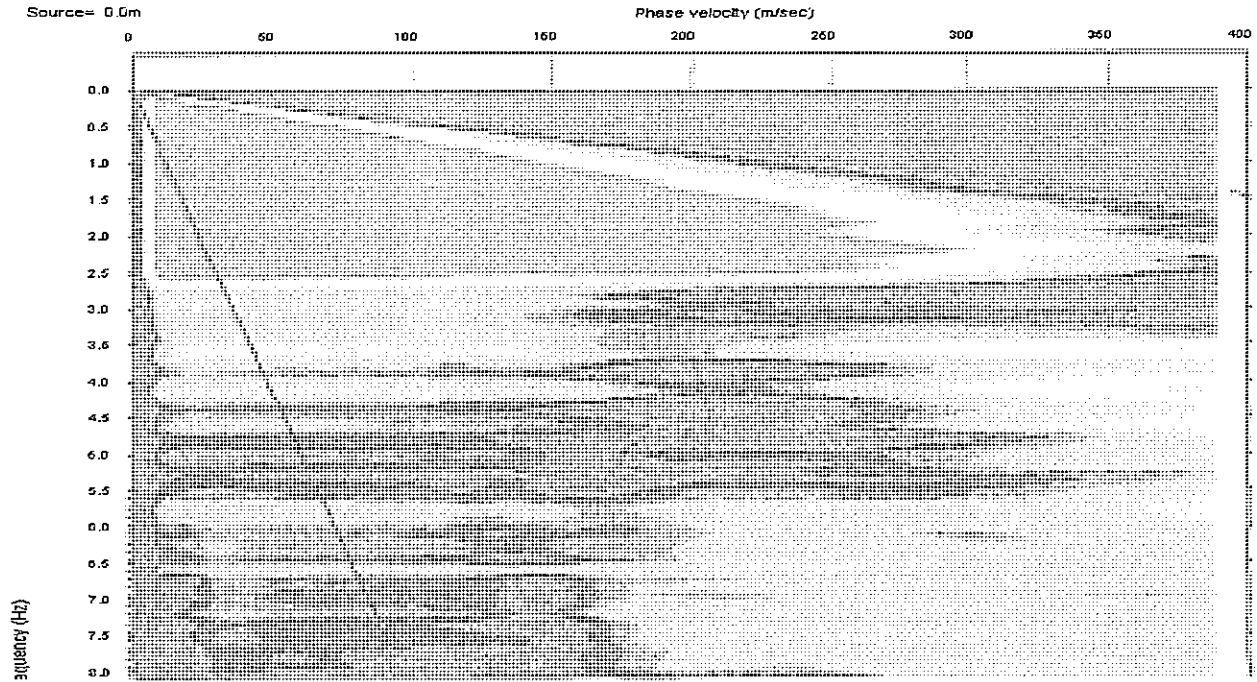


Figura 2: Curva di dispersione Re.Mi.

1.3 – Profilo onde Vs

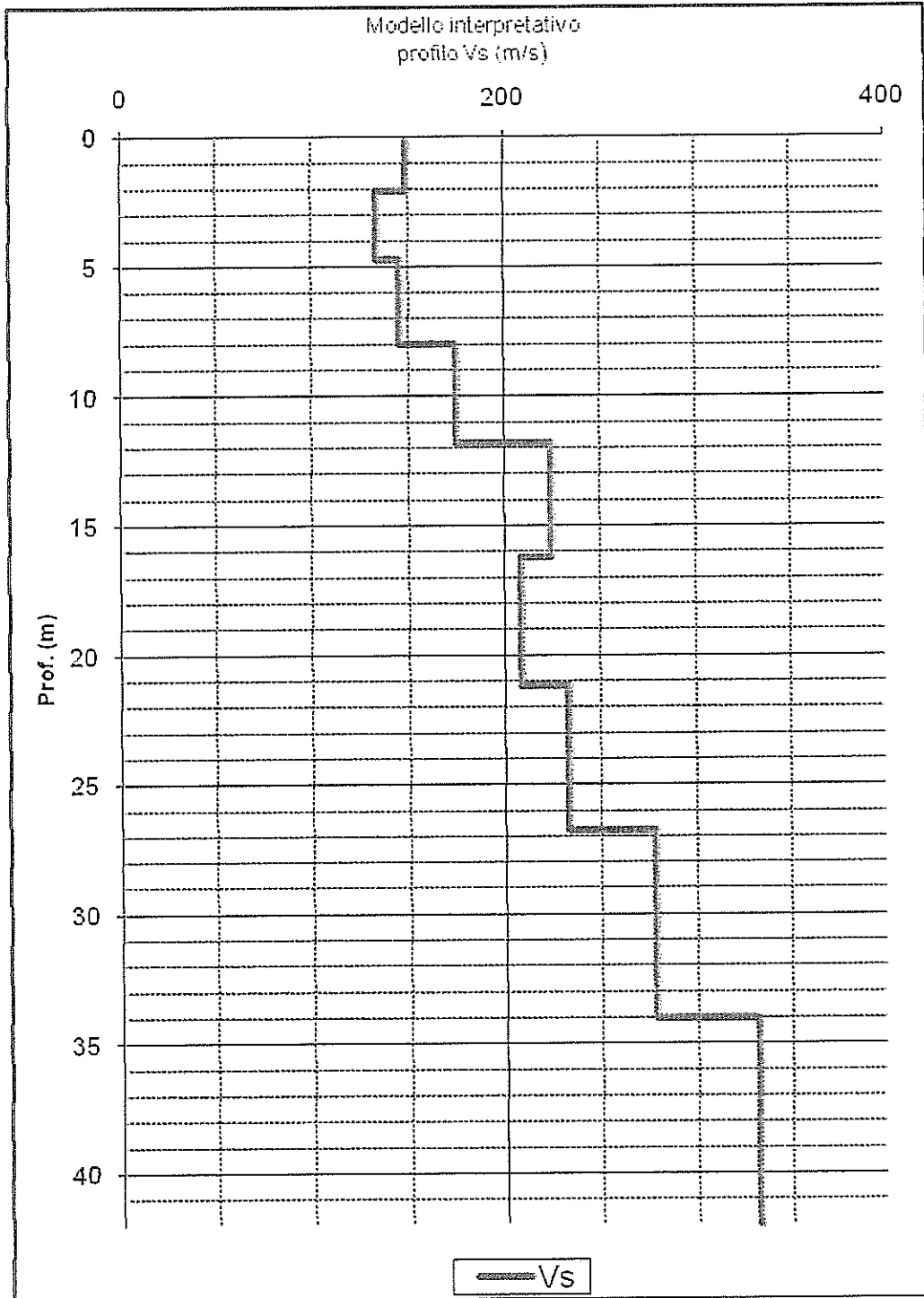


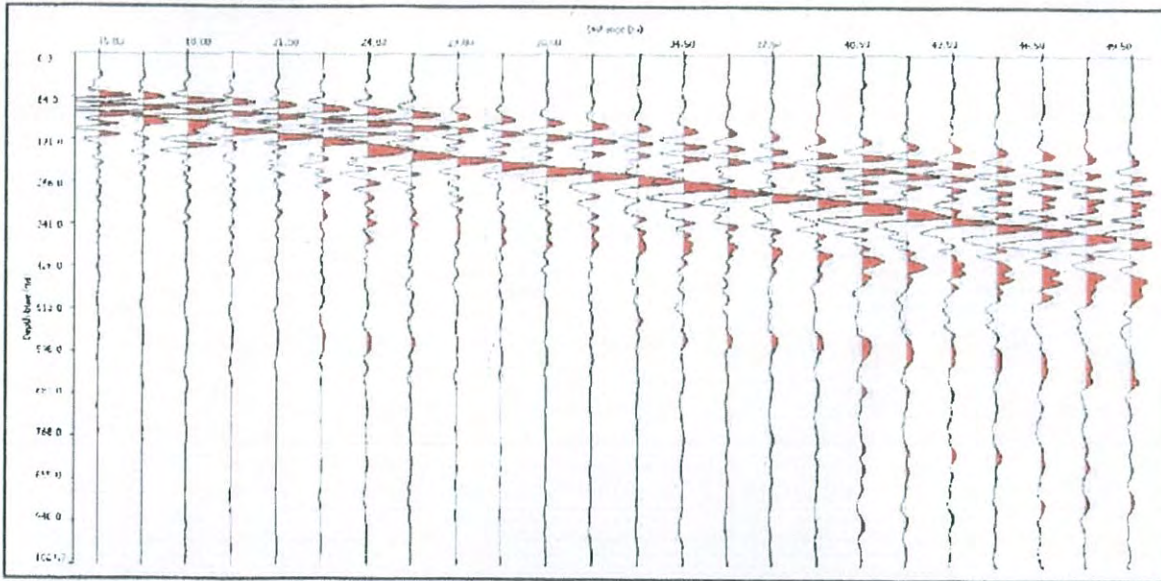
Figura 3: Profilo Vs numerico

1.4 – Calcolo categoria del suolo di fondazione

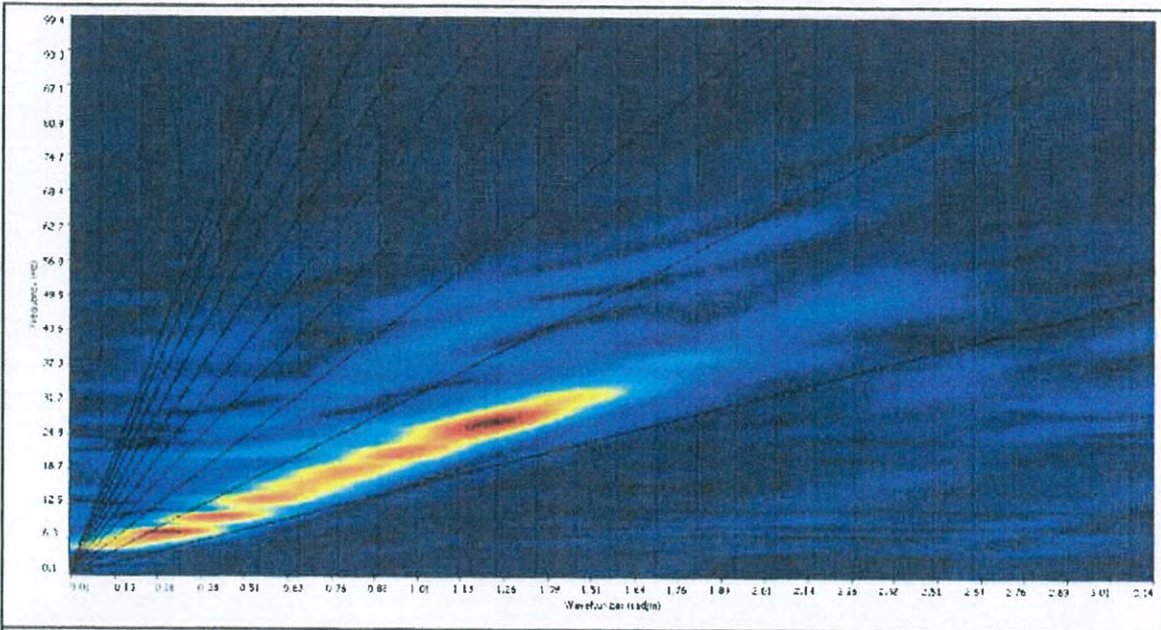
Da Profondità (m)	A. profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)	n(V)
1,5	2,1	0,6	149	0,0040
2,1	4,7	2,6	134	0,0194
4,7	8	3,3	146	0,0226
8	11,8	3,8	175	0,0217
11,8	16,2	4,4	225	0,0196
16,2	21,2	5	209	0,0239
21,2	26,8	5,6	234	0,0239
26,8	31,5	4,7	279	0,0168

Vs30 [m/s]..... 197

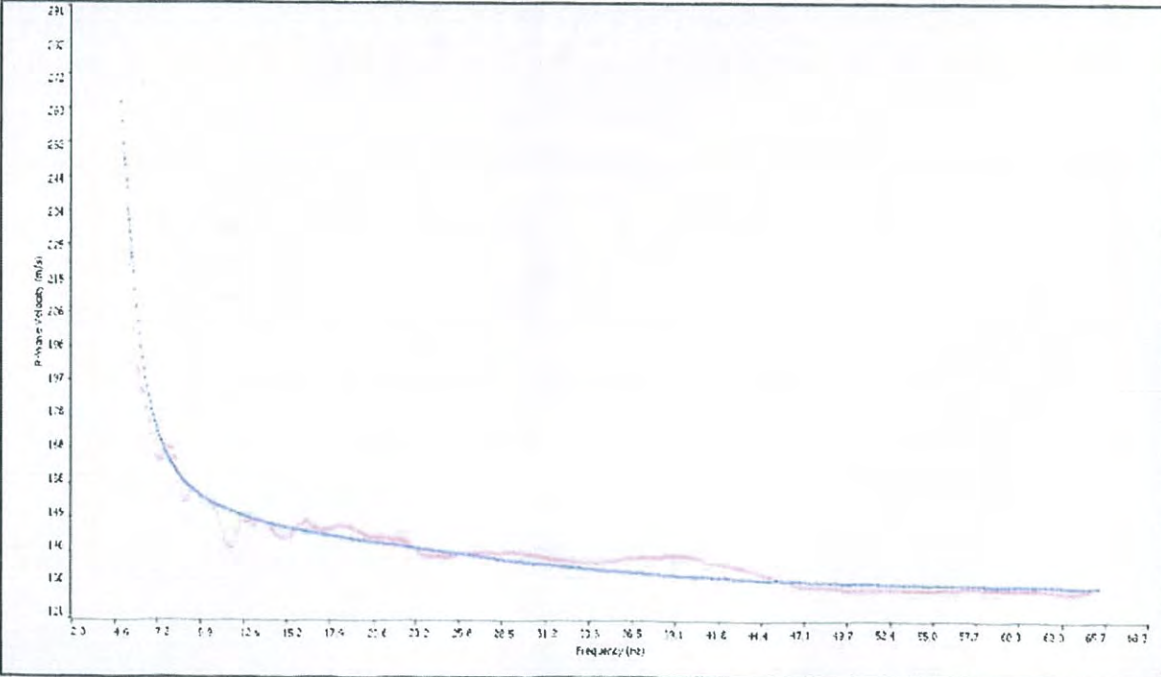
Tipo di suolo C



Sismogramma nel dominio spazio - tempo



Spettro FK - Rappresentazione del sismogramma nel dominio numero d'onda - frequenza



Sovrapposizione curva di dispersione calcolata /curva teorica rappresentata nel dominio Frequenza/Velocità

V_{s30} calcolata in base al art. 3.2.2. del NTC08

Prof. Posa fondazione in m da pc= 1

$$V_s \quad 1 / 31 = 235 \quad \text{m/sec}$$

PROFONDITA' FONDAZIONE COMUNICATA DAL PROGETTISTA/COMMITTENTE

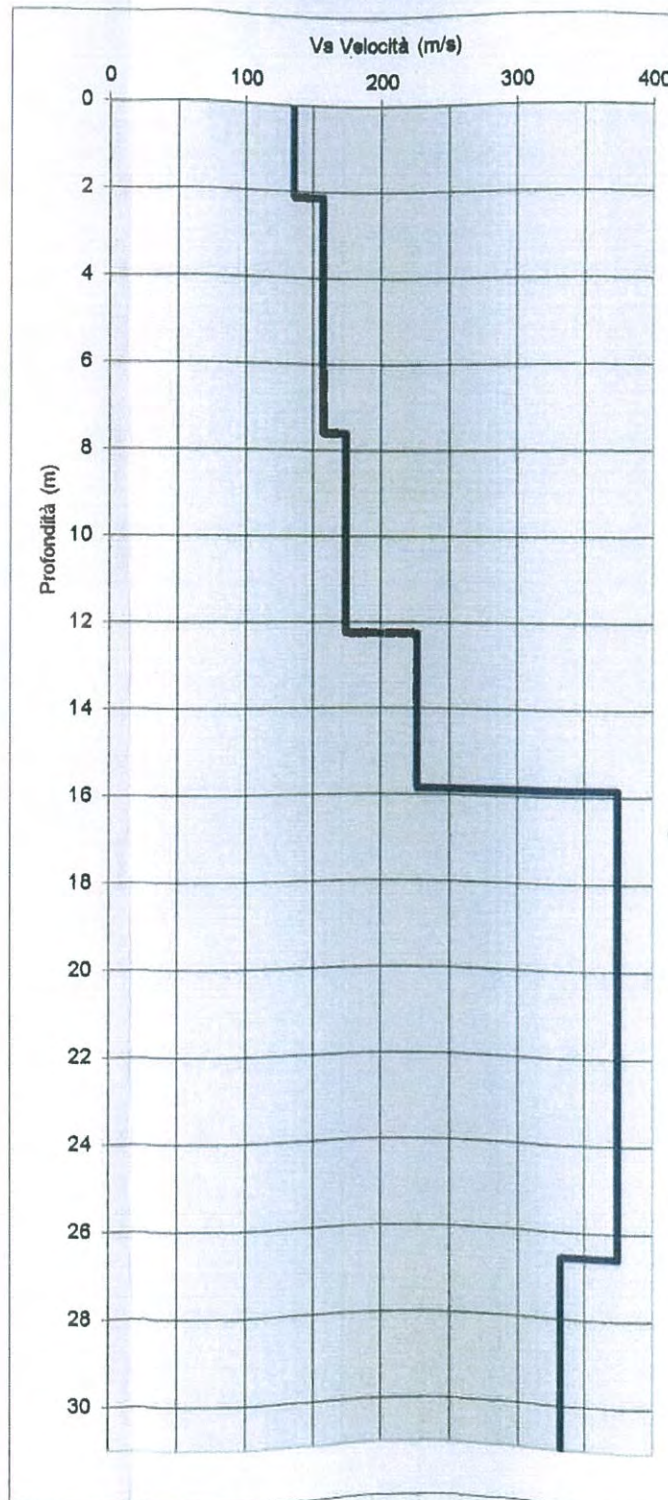


Grafico velocità/profondità onde di taglio Vs

Risultati elaborazione

Strato	Profondità da	Profondità a	Spessore m	Vel m/sec
Strato1	0.00	2.12	2.12	136
Strato2	2.12	7.59	5.47	157
Strato3	7.59	12.24	4.65	174
Strato4	12.24	15.85	3.61	226
Strato5	15.85	26.57	10.72	374
Strato6	26.57	30.00	3.43	332

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

$$V_{s30} = 227 \quad \text{m/sec}$$

velocità calcolata da p.c.

Si ricorda che in base all'art 3.2.2 del DM 14 gennaio 2008 la V_{s30} di progetto è riferita al piano di imposta delle fondazioni superficiali o alla testa dei pali in caso di fondazioni profonde od opere di sostegno di terreni naturali.

Caratteristiche Indagine

Ubicazione Indagine

Sismografo	PASI SG24
Geofoni	Geospace
N° geofoni a 4,5Hz	24
Spaziatura geofoni	1,5 m
Lunghezza stendimento geofonico	34,5 m
Energizzazione	15 m
Lunghezza totale stendimento	49,5 m

PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE
METODOLOGIA MASW

COMMITTENTE:

Dr. Geol. Lorenzo Malvezzi
Via Martinelli 51/a - Fossoli di Carpi (MO)

LOCALITA':

Via P.Nenni - Moglia (MN)

CANTIERE:

Progetto per la costruzione di una villa unifamiliare

DATA: Gennaio 2012

FILE: MW_Moglia

Dir. Lavori:

Dr. Geol. Lorenzo Malvezzi

TECNOGEOFISICA snc

Via Malta, 2 - 41012 Carpi (MO)

TEL. 059/693491

info@tecnogeo fisica.com



COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale **CODICE:** A 841 - GA 333
LAVORO: Relazione geofisica per la valutazione relativa all'esecuzione di due sezioni MASW presso il Nodo Idraulico Mondine nel Comune di Moglia (MN)
FILE: L:\A 841 - GF 333 - Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale - MASW nodo idraulico Mondine Moglia (MO)\Word\RELAZIONE.doc

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I certificati delle indagini sismiche MASW eseguite sono riportate in appendice 2.

Utilizzando le metodologie e le formule di cui al paragrafo relativo alla metodologia MASW e seguendo le prescrizioni dell'OPCM 3274/2003 e del D.M. 14.01.2008 la determinazione della V_{s30} è stata ottenuta utilizzando la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{\Delta h_i} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i esimo;

V_{si} = Velocità orizzontale dello strato i esimo.

La V_{s30} , senza specifiche indicazioni dei progettisti, è calcolata per ogni shot di ogni linea sismica MASW eseguita a partire dal piano di campagna.

LINEA SISMICA L1

Strato	Spessore medio (m)	Vs (m/s)
1	1.16	143.04
2	1.45	155.29
3	1.82	158.27
4	2.27	152.63
5	2.84	156.47
6	3.55	183.50
7	4.44	218.24
8	5.55	240.58
9	6.93	249.04
10	7.50	342.17

Tabella n° 5 – Stratigrafia da prova sismico L1 e velocità di propagazione dell'onda sismico geofono 1012