

REGIONE
PUGLIA



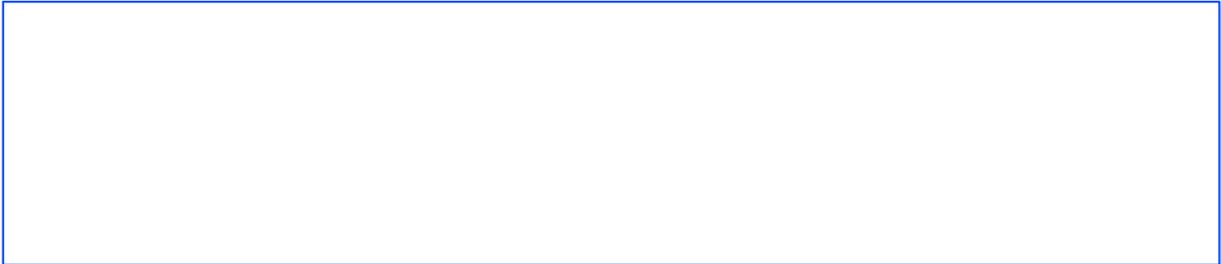
Comune
di Sant'Agata di Puglia



Comune
di Candela



Comune
di Deliceto



Committente:



RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "SERRA PALINO"

CODICE PRATICA
PDDIDD8

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Richiesta Autorizzazione Unica ai sensi del D. Lgs. 387 del 29/09/2003

N° Documento:

PESPA-P04

ID PROGETTO:	PESPA	DISCIPLINA:	C	TIPOLOGIA:	RT	FORMATO:	A4
--------------	--------------	-------------	----------	------------	-----------	----------	-----------

Elaborato:

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

FOGLIO:	1 di 53	SCALA:	/	Nome file:	PESPA-P04-0
---------	----------------	--------	----------	------------	--------------------

Progettazione:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

Progettisti:

(Ing. Mariano Galbo)



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Novembre 2019	PRIMA EMISSIONE			

Indice

1 PREMESSA	2
2 AZIONE SISMICA	3
3 INDAGINE M.A.S.W.	6
3.1 Metodologia indagine M.A.S.W. (metodo Re.Mi.).....	6
3.2 Attrezzature e tecniche operative.....	7
3.3 Risultati.....	8
4 PROSPEZIONE SISMICA	11
4.1 Metodologia sismica a rifrazione.....	11
4.2 Attrezzature e tecniche operative.....	12
4.3 Risultati.....	13

ALLEGATO "ANALISI MISURE SISMICHE"

- **Sismogrammi analisi MASW**
- **Analisi profilo MASW**
- **Sismogrammi sismica a rifrazione onde P**
- **Dromocrone**
- **Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica**
- **Documentazione fotografica**

1. PREMESSA

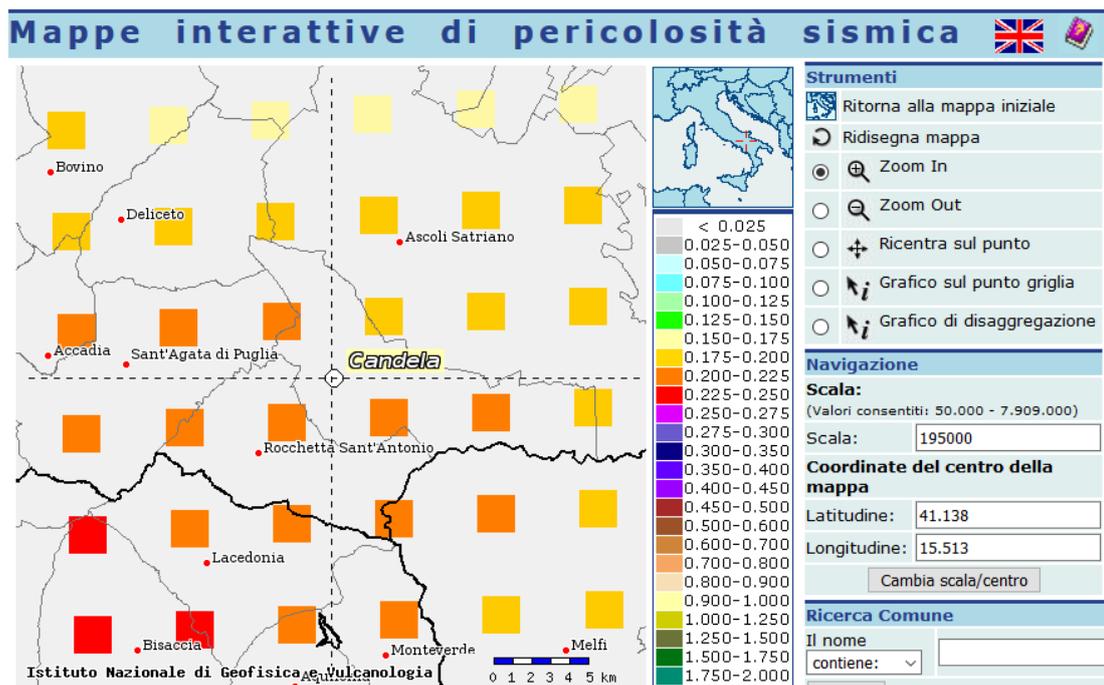
L'indagine è stata mirata alla definizione delle caratteristiche fisico-dinamiche dei terreni, alla ricostruzione stratigrafica del sito e alla classificazione del sottosuolo di fondazione secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018*.

A tal fine sono state effettuate le seguenti indagini geognostiche:

- **n. 5 profili sismici MASW;**
- **n. 5 profili sismici a rifrazione.**

2 AZIONE SISMICA

Le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e l'OPCM del 20 marzo 2003 n. 3274, superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.



Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Ordinanza 3274)

Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione compresa tra **0.200-0.225 g**, come evidenziato nella figura a, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (riferita a suoli rigidi - categoria A).

Tale mappa di pericolosità sismica è riferita ad un periodo di ritorno $TR=475$, corrispondente ad una vita nominale dell'opera $VN=50$ anni e ad un coefficiente d'uso $CU=1.0$ (struttura ordinaria), parametri legati tra loro dalla seguente formula:

$$TR = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) \text{ dove } V_R = V_N \cdot C_U$$

Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno		
P_{V_R} (Stato Limite)	C_U	V_N [anni]
81% Operatività (SLO)	0.7 (I. Strutture secondarie)	≤ 10 (Opere provvisorie)
63% Danno (SLD)	1.0 (II. Strutture ordinarie)	≥ 50 (Opere ordinarie)
10% Salvaguardia della vita (SLV)	1.5 (III. Strutture importanti)	≥ 100 (Grandi opere)
5% Prevenzione del Collasso (SLC)	2.0 (IV. Strutture strategiche)	

I nuovi criteri di caratterizzazione sismica locale, come accennato in precedenza, sono menzionati nelle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni 2018", entrate ufficialmente in vigore in data 22/03/2018, per le quali è necessario, inoltre, caratterizzare il sito in funzione degli spettri di risposta sismica delle componenti orizzontali e verticali del suolo. Gli spettri di risposta sismica vanno stimati in relazione ai differenti Stati Limite a cui un manufatto è potenzialmente sottoposto; tale stima è stata effettuata mediante l'applicazione della GEOSTRU al seguente link:

<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>.

Essa fornisce i parametri sismici (a_g , F_0 e T_C^*) per gli stati limite SLO, SLD, SLV, SLC, tipici del luogo o della costruzione in esame.

Di seguito vengono mostrati i risultati riferiti al sito in esame:

Indirizzo
Coordinate
Isole

Indirizzo

WGS84: Lat 41.175545 - Lng 15.464901

ED50: Lat 41.176528 - Lng 15.465750

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubblie...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

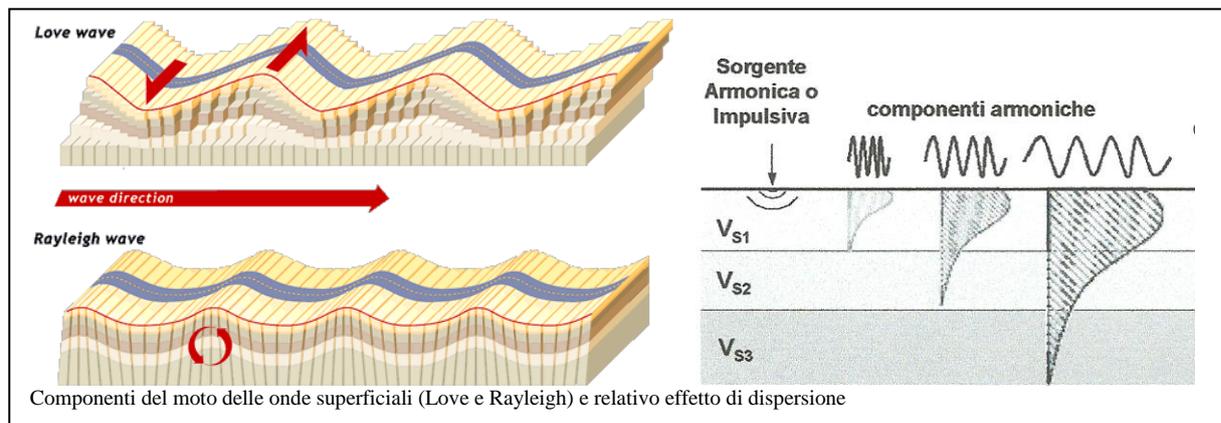
Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [*] [s]
Operatività (SLO)	30	0.050	2.439	0.287
Danno (SLD)	50	0.063	2.550	0.316
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.198	2.446	0.410
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.276	2.404	0.420
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Ubicazione dell'area all'interno della maglia sismica di riferimento e relativi parametri sismici

3 INDAGINE M.A.S.W

3.1 Metodologia indagine M.A.S.W. (metodo Re.Mi.)

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (nel nostro caso geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase o detto in maniera equivalente la velocità di fase (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 negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

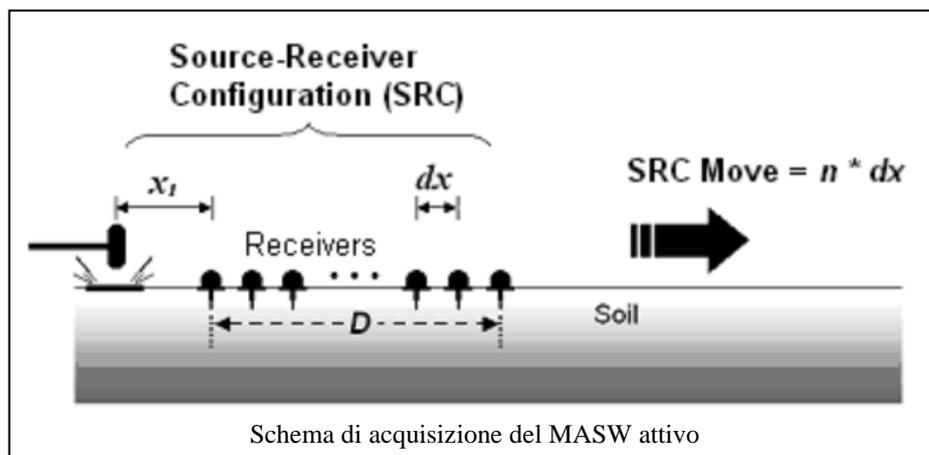
Il metodo di indagine MASW si distingue in “attivo” e “passivo” (Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006):

- Nel “**metodo attivo**” le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).
- Nel “**metodo passivo**” (Re.Mi.) lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali

prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche "microtremori") prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali). E' possibile utilizzare alcune varianti geometriche del metodo passivo (disposizione dei geofoni a cerchio, quadrato, triangolo e croce) per una valutazione più accurata del trend dispersivo delle onde superficiali (Park e Miller, 2006).

In questa indagine è stato utilizzato il "metodo attivo". Le caratteristiche geometriche dei profili sono tabellate di seguito:

Denominazione	Sorgente	Lunghezza profili	Distanza intergeofonica (dx)	Offset (xt)
Profilo 1	martello	36 m	1.5 m	6 m
Profilo 2	martello	36 m	1.5 m	6 m
Profilo 4	martello	34.5 m	1.5 m	9 m
Profilo 5	martello	34.5 m	1.5 m	3 m
Profilo 8	martello	34.5 m	1.5 m	3 m



3.2 Attrezzature e tecniche operative

Per le misure eseguite sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- Un sismografo DAQ LINK – III a 24 bit della "Seismic Source Co" con intervallo minimo di campionamento di 0.0208 ms e altissima risoluzione (118 db).



Strumentazione utilizzata

- Un cavo con 24 collegamenti per i geofoni.
- 24 geofoni a componente verticale con frequenza di 4.5 Hz.
- SurfSeis 3.0 della Kansas Geological Survey.

Sono state acquisite, per ogni misura, sei registrazioni, sommate tra loro al fine di ottenere un buon rapporto segnale/rumore. Esse hanno le seguenti caratteristiche:

	Frequenza di campionamento	Lunghezza registrazioni	Sorgente
Masw attivo	0.5 millisecondi	1 secondo	martello

I sismogrammi ottenuti sono stati elaborati con una trasformazione bidimensionale dal dominio tempo-distanza (t-x), al dominio velocità di fase-frequenza (p-f). E' stato così possibile analizzare l'energia di propagazione del "rumore ambientale" lungo tutte le direzioni della linea sismica e riconoscere le onde superficiali con carattere dispersivo.

Sullo spettro (p-f) ottenuto sono stati individuati una serie di punti nell'area ad alta energia (piking). A partire da essi si è proceduti con la fase di inversione dei dati per ottenere il modello di Vs-profondità.

3.3 Risultati

I modelli di Vs-profondità, mostrati in allegato, hanno permesso di ottenere la classificazione del sottosuolo secondo le NTC 2018.

In conformità al D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i spessore dell'**i**-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'**i**-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da **V_s** non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$ ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II (di seguito), si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

Pertanto il sito in esame rientra nelle seguenti categorie:

Profilo 1 – $V_{s,30} = 354$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 2 – $V_{s,30} = 331$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 4 – $V_{s,30} = 314$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 5 – $V_{s,30} = 293$ m/s Categoria di sottosuolo C

Profilo 8 – $V_{s,30} = 273$ m/s Categoria di sottosuolo C

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

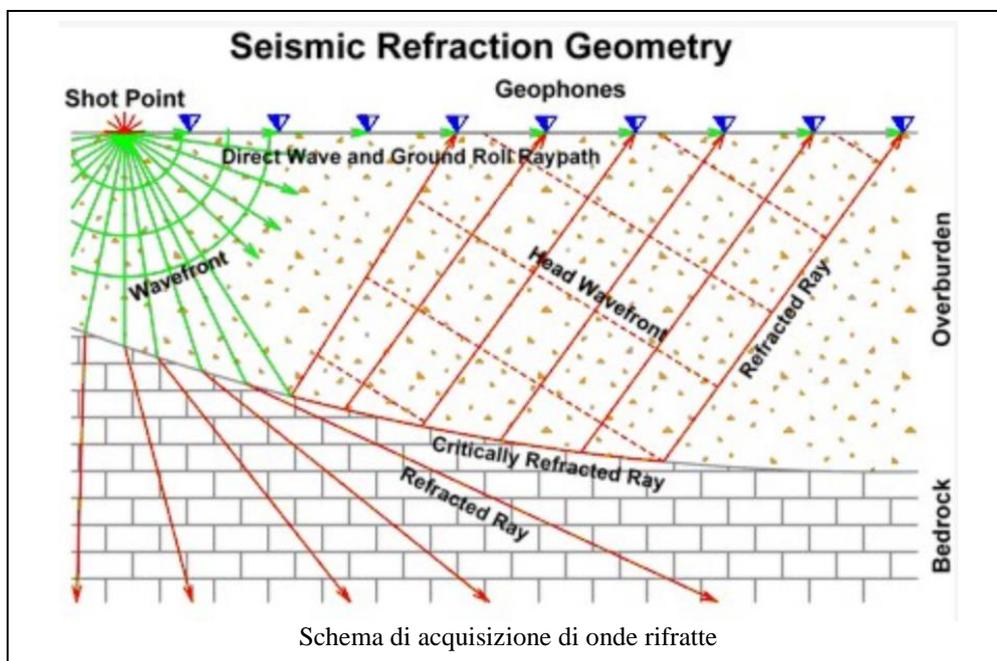
4 PROSPEZIONE SISMICA

4.1 Metodologia sismica a rifrazione

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto sorgente), in corrispondenza di una molteplicità di punti disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni). Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà geometriche e fisico-meccaniche dei terreni.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock").

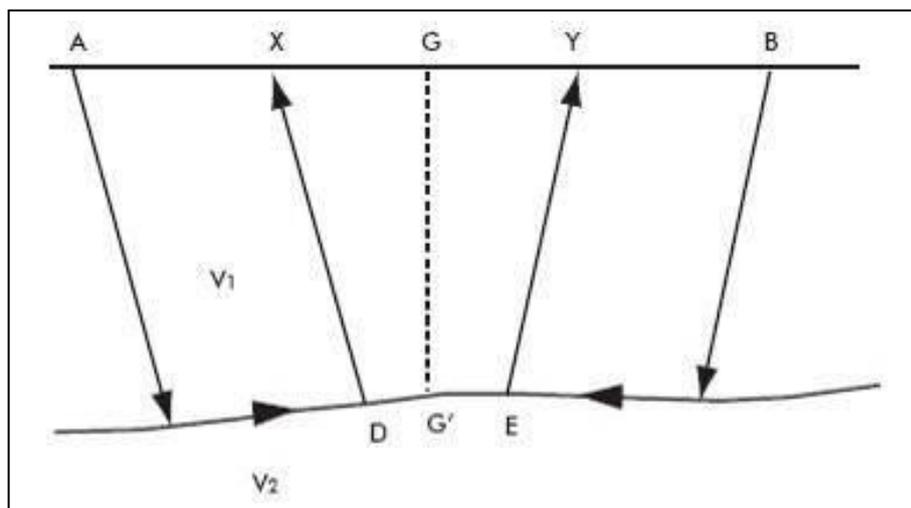
L'unica condizione per eseguire studi di sismica a rifrazione è che la successione rocciosa da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità.



Sismica a rifrazione

Normalmente il sottosuolo è caratterizzato da strati piano-paralleli con velocità crescente all'aumentare della profondità. In contesti più complessi (inversioni di velocità o presenza di corpi non stratificati) bisogna tener conto del modello tridimensionale del sottosuolo ed intervenire con indagini più specifiche (misure sismiche in foro), per non incorrere in errori interpretativi.

Il metodo di elaborazione utilizzato nel corso delle analisi dei dati a rifrazione è stato il Generalized Reciprocal Method (GRM: Palmer - 1980). L'analisi GRM (metodo reciproco generalizzato) si basa sulla determinazione del tempo di tragitto delle onde sismiche tra due geofoni separati da una distanza variabile XY ottimale per la quale i segmenti dei raggi che viaggiano verso l'alto e arrivano a ciascun geofono, emergano quasi dallo stesso punto del riflettore (G'). Ciò permette di valutare tutte le eventuali variazioni laterali di velocità del rifrattore, e quindi di ricostruire anche morfologie complesse.



Successivamente, con l'ausilio del software "Rayfract" della Intelligent Resources Inc., si è proceduti all'analisi del sottosuolo in tomografia sismica. Il software, utilizzando i tempi d'arrivo delle onde lette sui sismogrammi sperimentali, permette di eseguire delle ottimizzazioni del modello di velocità. Tali interpretazioni danno modo di rappresentare le velocità sismiche sia secondo sismostrati e sia secondo un'imaging bidimensionale a colori.

4.2 Attrezzature e tecniche operative

Per i profili eseguiti sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- Un sismografo DAQ LINK – III a 24 bit della “Seismic Source Co” con intervallo minimo di campionamento di 0.0208 ms e altissima risoluzione (118 db).

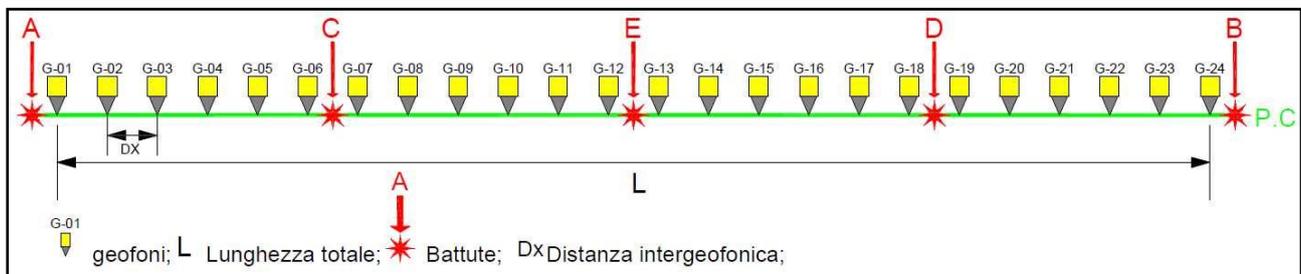


Strumentazione utilizzata

- Un cavo con 24 collegamenti per i geofoni;
- Ventiquattro geofoni a componente verticale con frequenza di 14 Hz;
- Un piattello in alluminio;
- Un martello di 8 Kg dotato di trigger.

Denominazione	Lunghezza (metri)	Distanza geofonica (metri)
Profilo 1÷8	72	3.0

Di seguito è mostrato lo schema geometrico di acquisizione:



Il picking delle onde sismiche è stato effettuato sui sismogrammi sperimentali (vedi allegato) mediante il software TomTime della Geotom, LCC, dopo un opportuno filtraggio delle tracce. I primi arrivi sono riportati nei diagrammi tempo-distanza “dromocrone” (vedi allegato).

4.3 Risultati

Nei profili 4, 5 e 8 l’elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 3 “sismostrati”:

1. **Il primo sismostrato** (con una profondità compresa tra 2.0-3.8 mt dal p.c.) ha velocità V_p compresa tra 400-420 m/s e V_s compresa tra 121-166 m/s;
2. **Il secondo sismostrato** (con una profondità compresa tra 6.5-9.5 mt dal p.c.) ha velocità V_p compresa tra 1120-1490 m/s e V_s compresa tra 206-285 m/s.
3. **Il substrato rifrattore** ha velocità V_p compresa tra 1660-2110 m/s e V_s compresa tra 333-405 m/s.

Per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico-tecniche del sottosuolo esplorato, si può ritenere che:

1. **Il primo sismostrato** è associabile *a terreno di riporto frammisto a sabbie limose e, a luoghi, ghiaie;*
2. **Il secondo sismostrato** è associabile *ad argille limose poco addensate e/o a sabbie limose e ghiaie;*
3. **Il substrato rifrattore** è associabile *ad argille limose addensate.*

Nei i profili 1 e 2 l'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 2 "sismostrati":

1. **Il primo sismostrato** (con una profondità compresa tra 2.5 e 3.0 mt dal p.c.) ha velocità V_p compresa tra 520-540 m/s e V_s compresa tra 200-207 m/s;
2. **Il secondo sismostrato** (con una profondità compresa tra 8.0 e 9.0 mt dal p.c.) ha velocità V_p compresa tra 1230-1340 m/s e V_s compresa tra 325-353 m/s;
3. **Il substrato rifrattore** ha velocità V_p compresa tra 1740-1810 m/s e V_s compresa tra 330-339 m/s.

Per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico-tecniche del sottosuolo esplorato, si può ritenere che:

1. **Il primo sismostrato** è associabile *a terreno alluvionale sabbioso;*

2. **Il secondo sismostrato** è associabile a *sabbie limose e ghiaie*;
3. **Il substrato rifratore** è associabile a *limi sabbioso-argillosi*.

Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di compressibilità), espressi in Kg/cm². Questi valori sono calcolati considerando un peso di volume orientativo, tipico delle litologie riscontrate.

La velocità Vs è stata ricavata dall'indagine MASW precedentemente descritta.

Profilo 1

Spessore medio in mt	Vp	Vs	σ	γ	E	G	K
0÷2.5	520	207	0.41	1.0	1229	437	2176
2.5÷8.0	1230	353	0.46	1.0	3700	1272	13742
>8.0	1740	330	0.48	1.0	3292	1111	29412

Profilo 2

Spessore medio in mt	Vp	Vs	σ	γ	E	G	K
0÷3.0	540	200	0.42	1.0	1160	408	2431
3.0÷9.0	1340	325	0.47	1.0	3166	1078	16885
>9.0	1810	339	0.48	1.0	3475	1173	31866

Profilo 4

Spessore medio in mt	Vp	Vs	σ	γ	E	G	K
0÷2.0	410	136	0.44	1.80	977	340	2635
2.0÷6.5	1120	206	0.48	1.90	2439	823	23223
>6.5	1660	333	0.48	2.00	6694	2263	53219

Profilo 5

Spessore medio in mt	Vp	Vs	σ	γ	E	G	K
0÷3.8	410	159	0.41	1.80	1311	464	2468
3.8÷9.0	1280	285	0.47	1.90	4642	1575	29665
>9.0	1790	396	0.47	2.00	9436	3200	61123

Profilo 8

Spessore medio in mt	Vp	Vs	σ	γ	E	G	K
0÷3.6	400	121	0.45	1.80	780	269	2580
3.6÷8.6	1240	215	0.48	1.90	2661	896	28616
>8.6	1870	405	0.48	2.00	9878	3347	66902

V_p = velocità onde longitudinali in m/s

V_s = velocità onde trasversali in m/s

σ = coefficiente di Poisson

γ = peso di volume in g/cm³

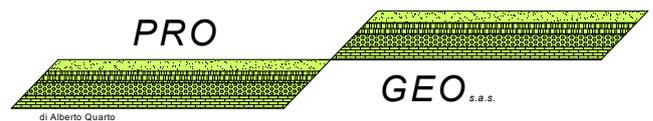
E = modulo dinamico di Young in Kg/cm²

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm²

K = modulo dinamico di compressibilità in Kg/cm²

ALLEGATO "PROFILI SISMICI"

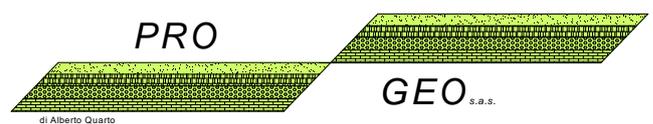
-
- *Ubicazioni di dettaglio aereogeneratori e stendimenti sismici*
 - *Sismogrammi analisi MASW (metodo Attivo)*
 - *Analisi profili MASW (metodo Attivo)*
 - *Sismogrammi sismica a rifrazione onde P*
 - *Dromocrone*
 - *Tomografie sismiche ed interpretazione sismostratigrafica*
 - *Documentazioni fotografiche*
-



di Alberto Quano

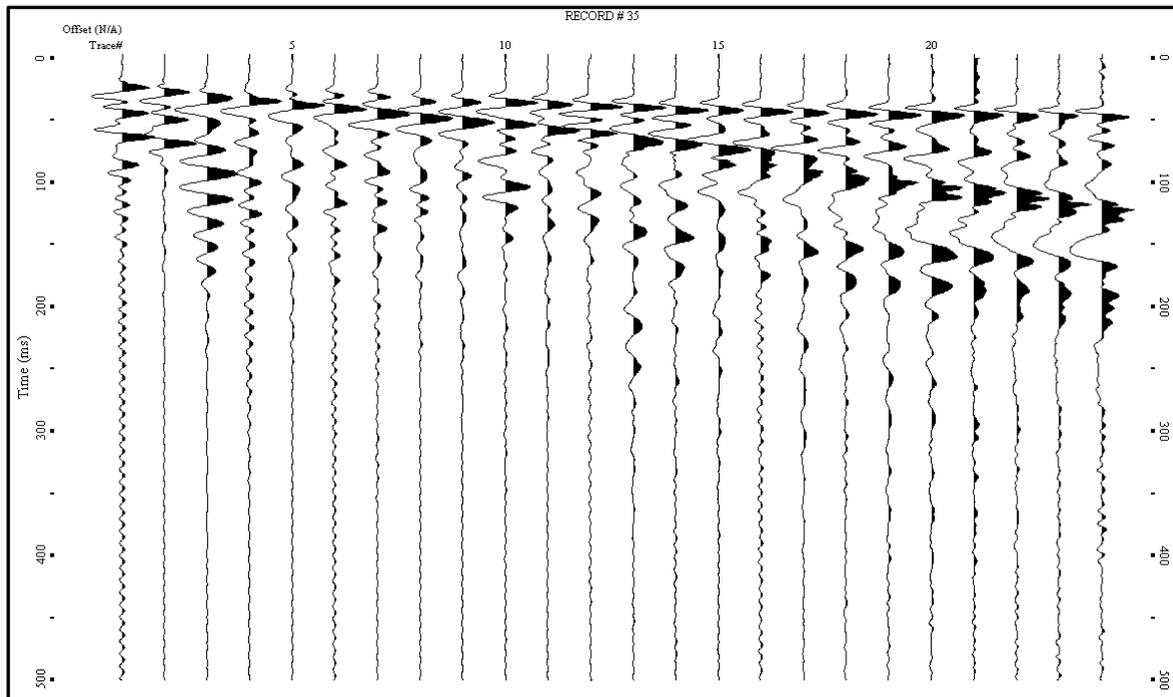
ALLEGATO "PROFILO SISMICO 1"

-
- **Profilo sismico**
 - *Sismogrammi analisi MASW (metodo Attivo)*
 - *Analisi profilo MASW (metodo Attivo)*
 - *Sismogrammi sismica a rifrazione onde P*
 - *Dromocrone*
 - *Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica*
 - *Documentazione fotografica*
-



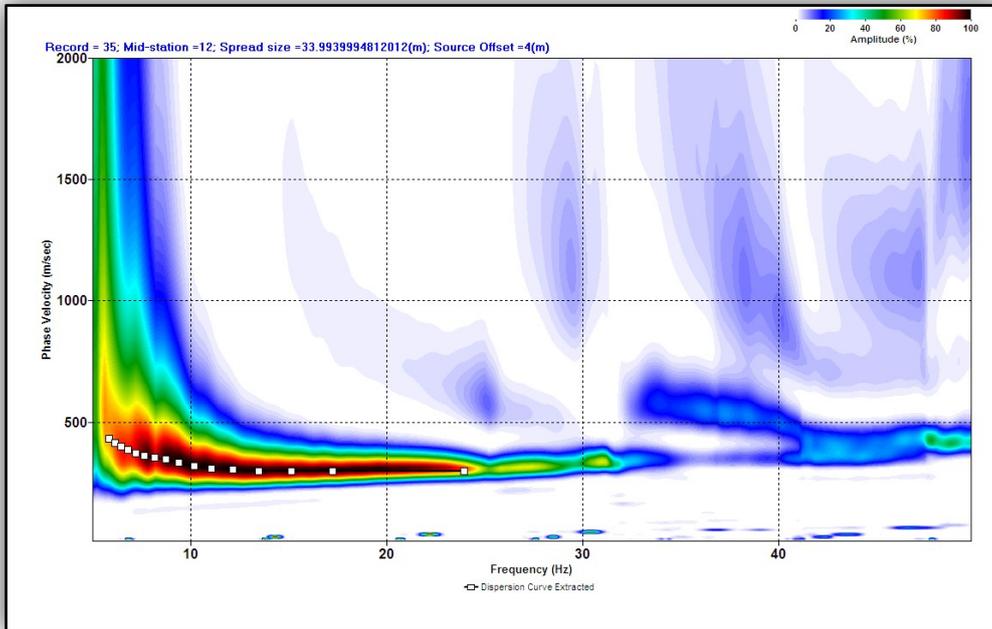
di Alberto Quano

SISMOGRAMMA ANALISI MASW 1 (METODO ATTIVO)

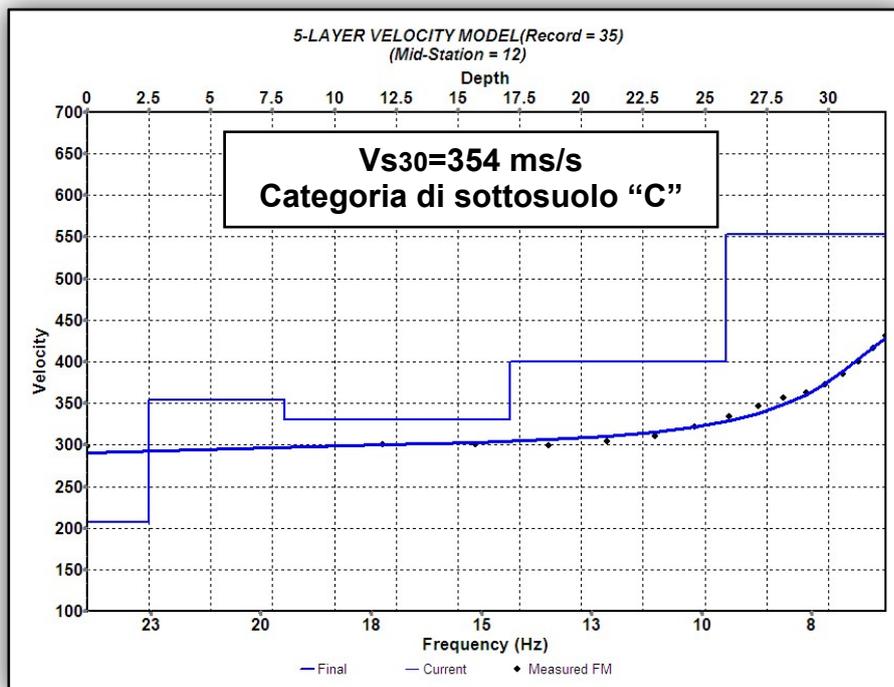


Sismogramma analisi Masw-offset 6 metri

ANALISI MASW 1 (offset 6 m)

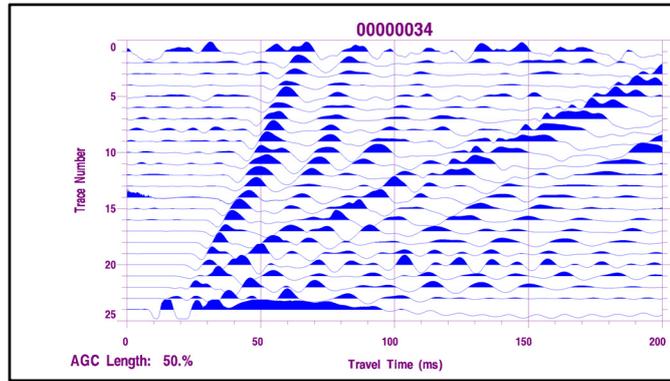


Spettro nel dominio velocità di fase/frequenza

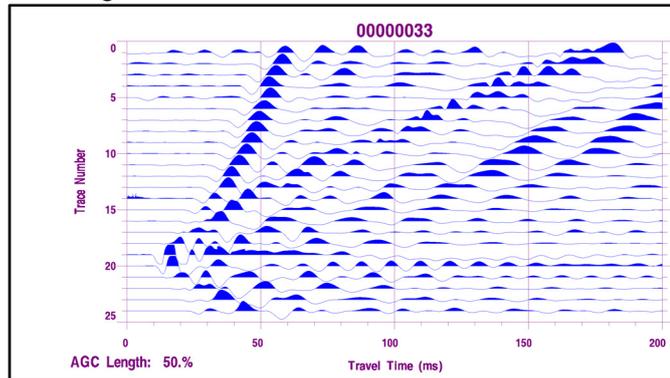


Modello di velocità (Vs) in funzione della profondità e della frequenza

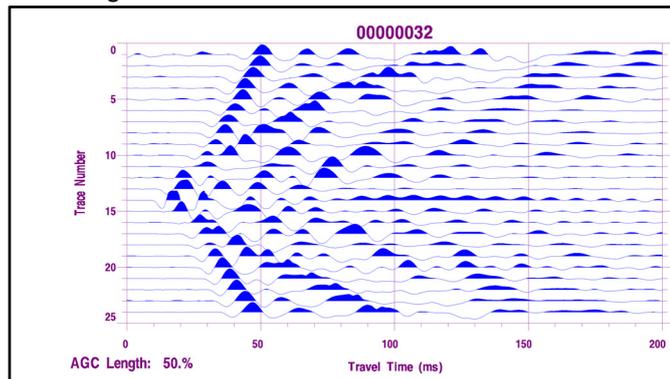
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) PROFILO 1



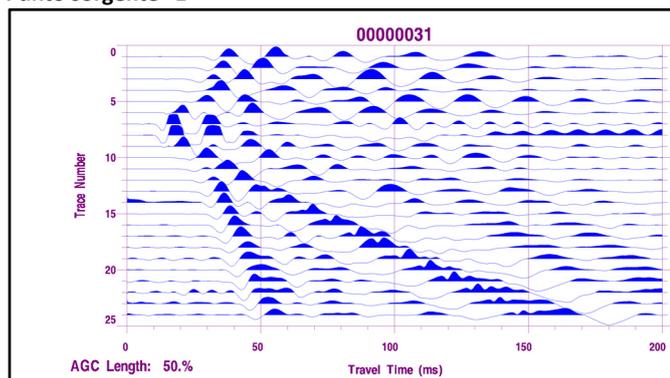
Punto sorgente "A"



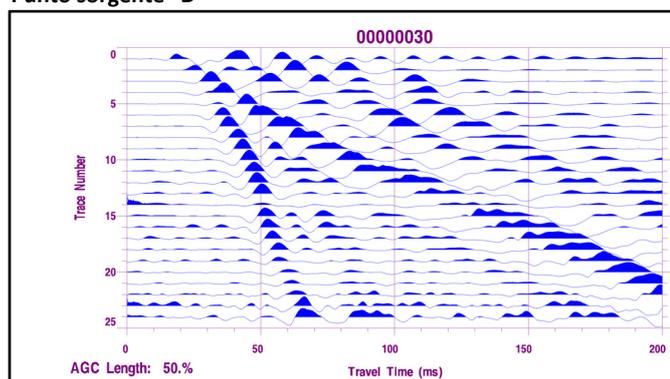
Punto sorgente "C"



Punto sorgente "E"

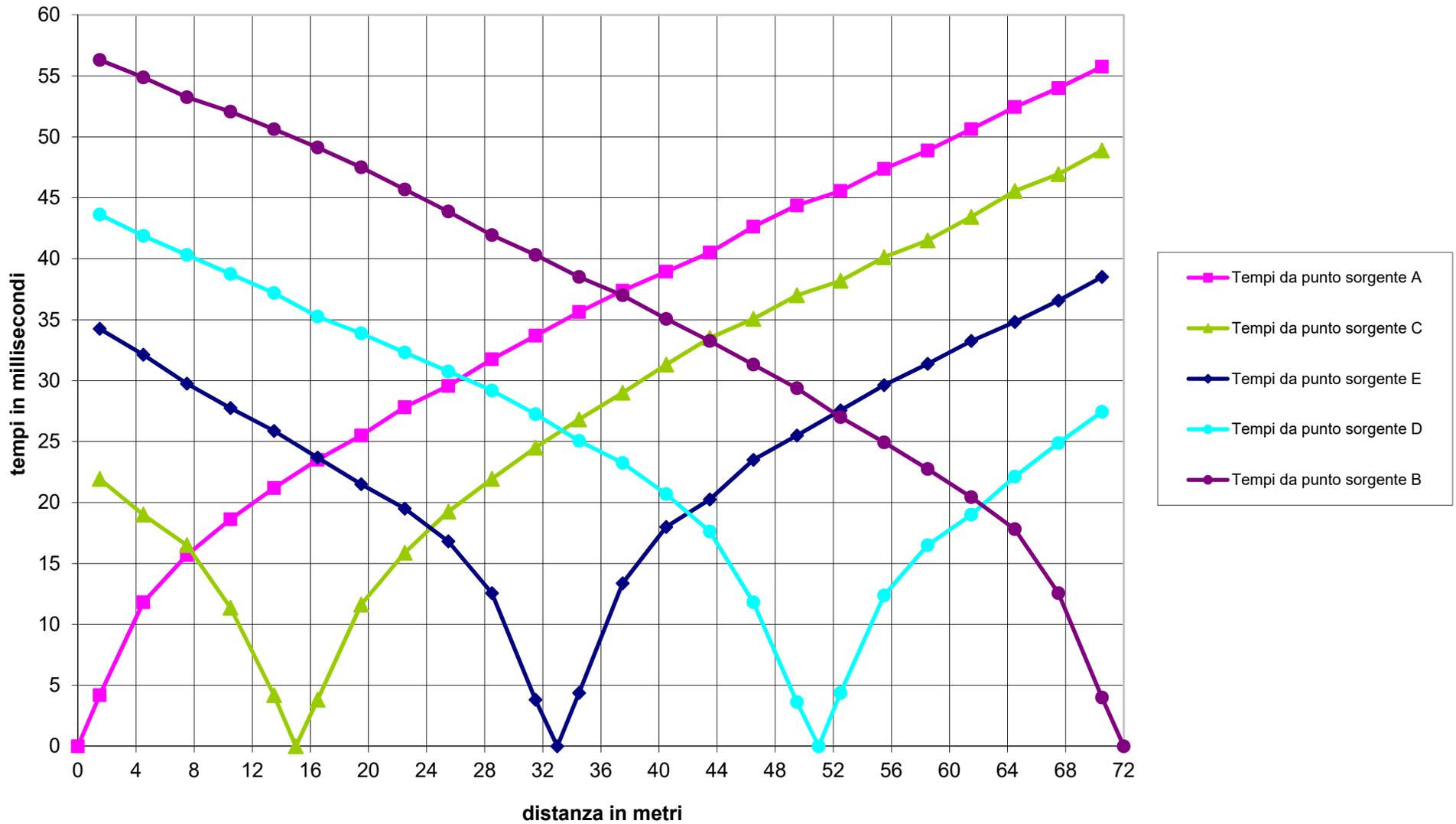


Punto sorgente "D"

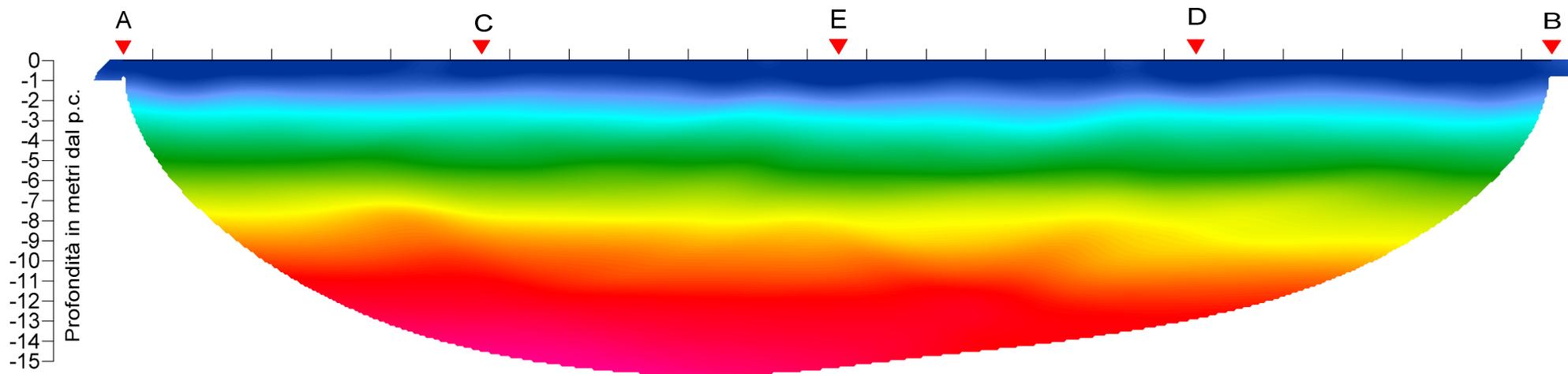


Punto sorgente "B"

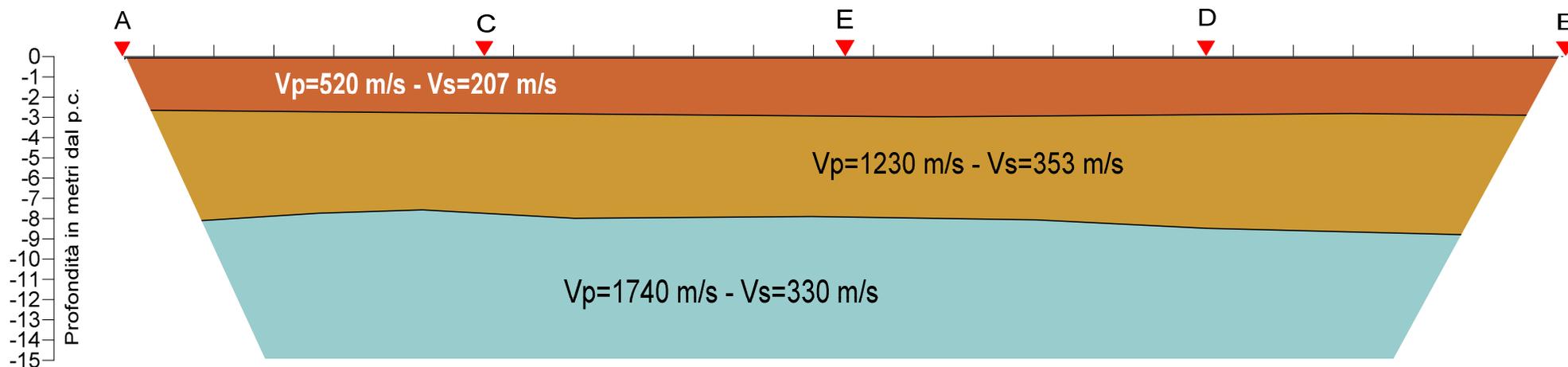
Dromocrone profilo sismico 1 - ONDE LONGITUDINALI



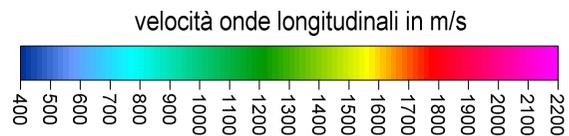
SEZIONE TOMOGRAFICA 1



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 1



- Terreno alluvionale sabbioso
- Sabbie limose e ghiaie
- Limi sabbioso-argillosi



I STAZIONE GEOFONICA

▼ PUNTO SORGENTE



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STENDIMENTO SISMICO 1

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) E MASW.



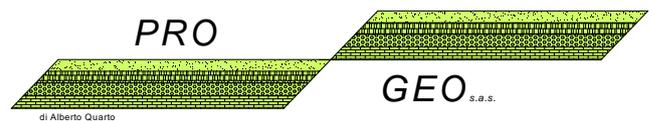
Acquisizione dati misure sismiche



Energizzazione con mazza battente onde di superficie (Masw) e onde longitudinali (Onde P)

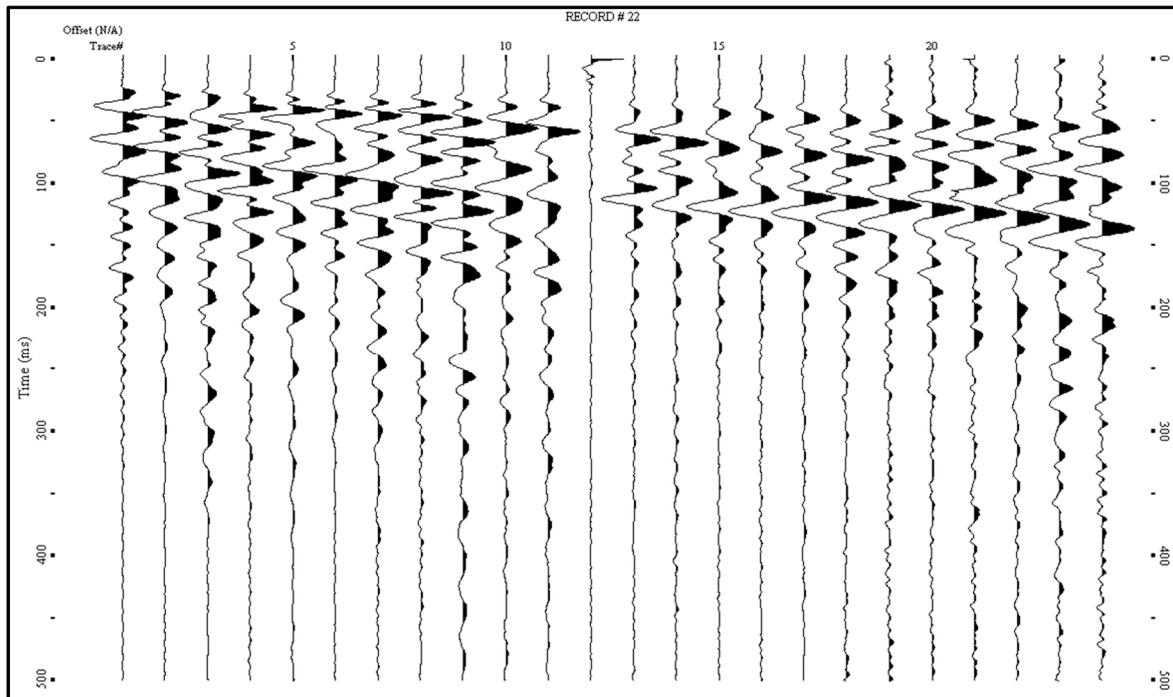
ALLEGATO "PROFILO SISMICO 2"

-
- **Profilo sismico**
 - *Sismogrammi analisi MASW (metodo Attivo)*
 - *Analisi profilo MASW (metodo Attivo)*
 - *Sismogrammi sismica a rifrazione onde P*
 - *Dromocrone*
 - *Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica*
 - *Documentazione fotografica*
-



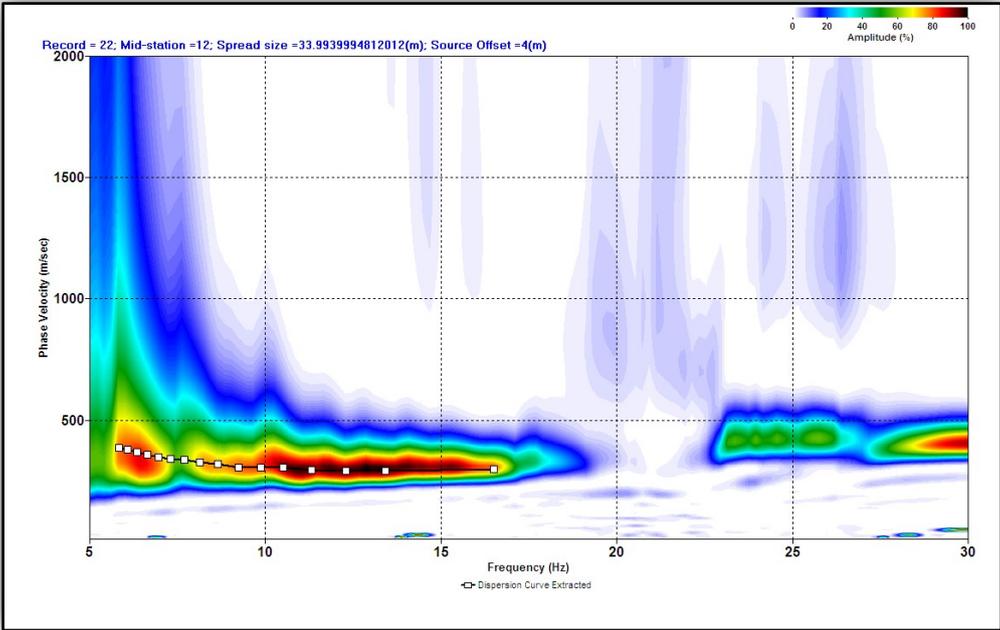
di Alberto Quano

SISMOGRAMMA ANALISI MASW 2 (METODO ATTIVO)

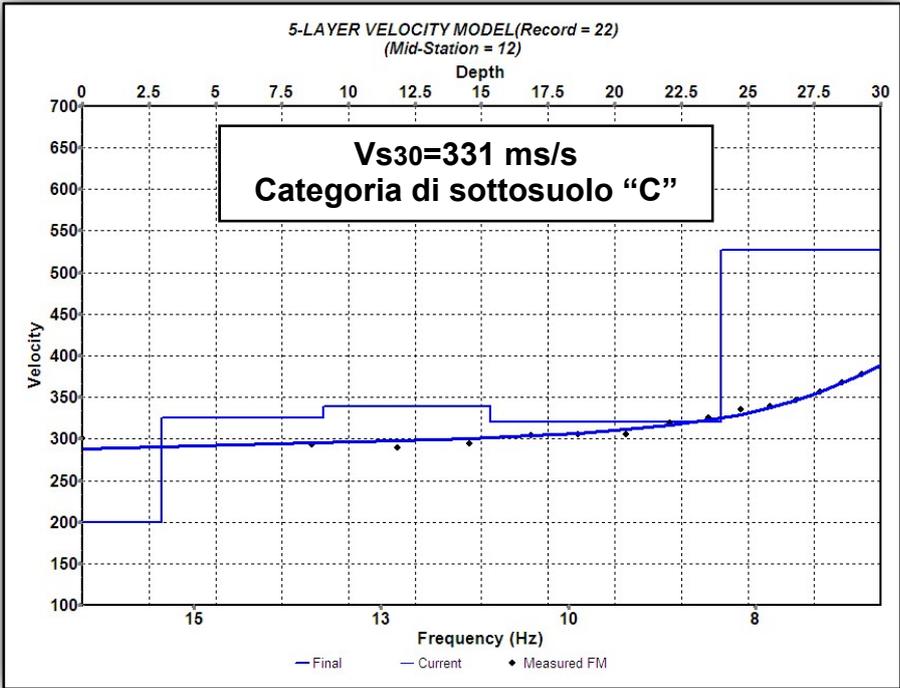


Sismogramma analisi Masw-offset 6 metri

ANALISI MASW 2 (offset 6 m)

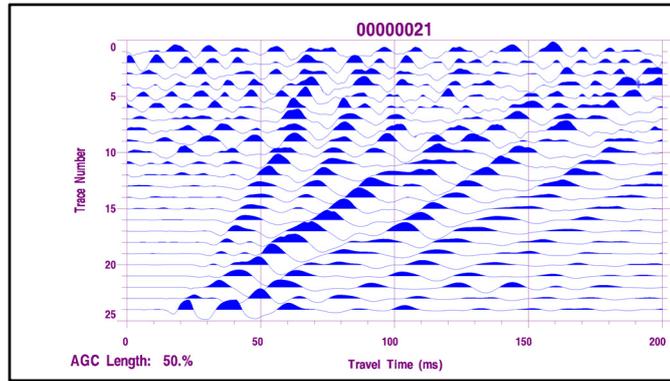


Spettro nel dominio velocità di fase/frequenza

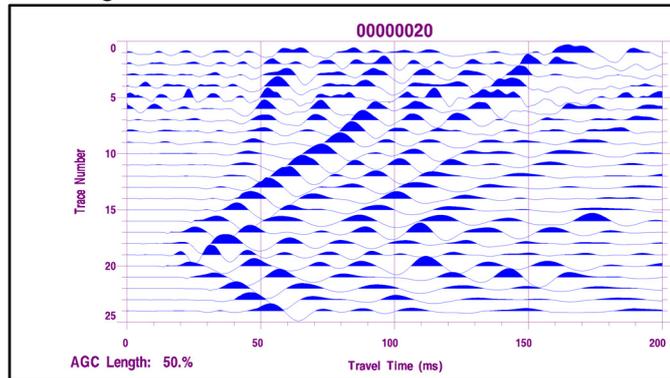


Modello di velocità (Vs) in funzione della profondità e della frequenza

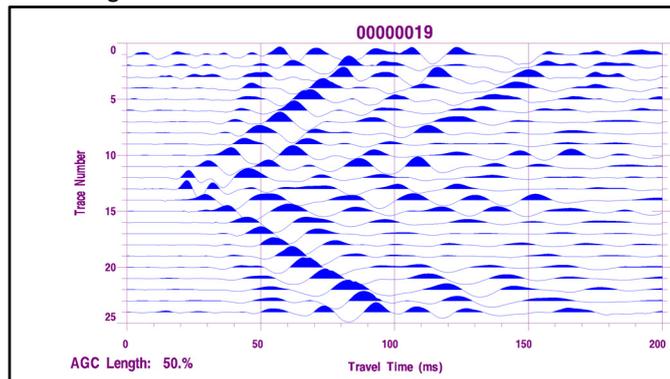
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) PROFILO 2



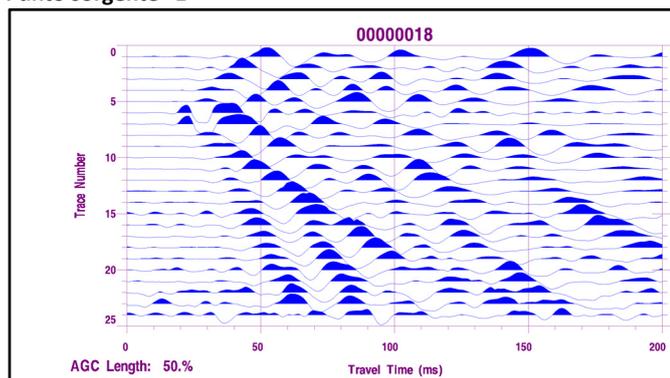
Punto sorgente "A"



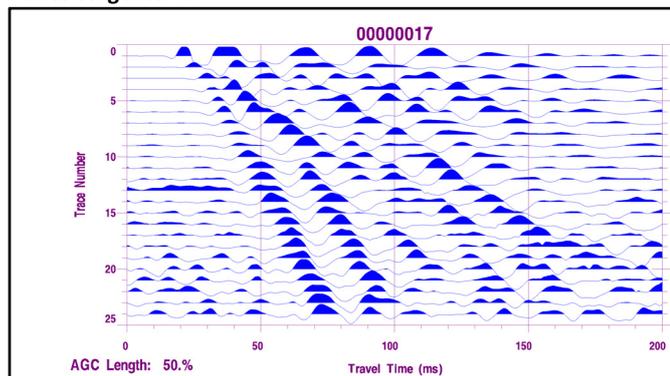
Punto sorgente "C"



Punto sorgente "E"

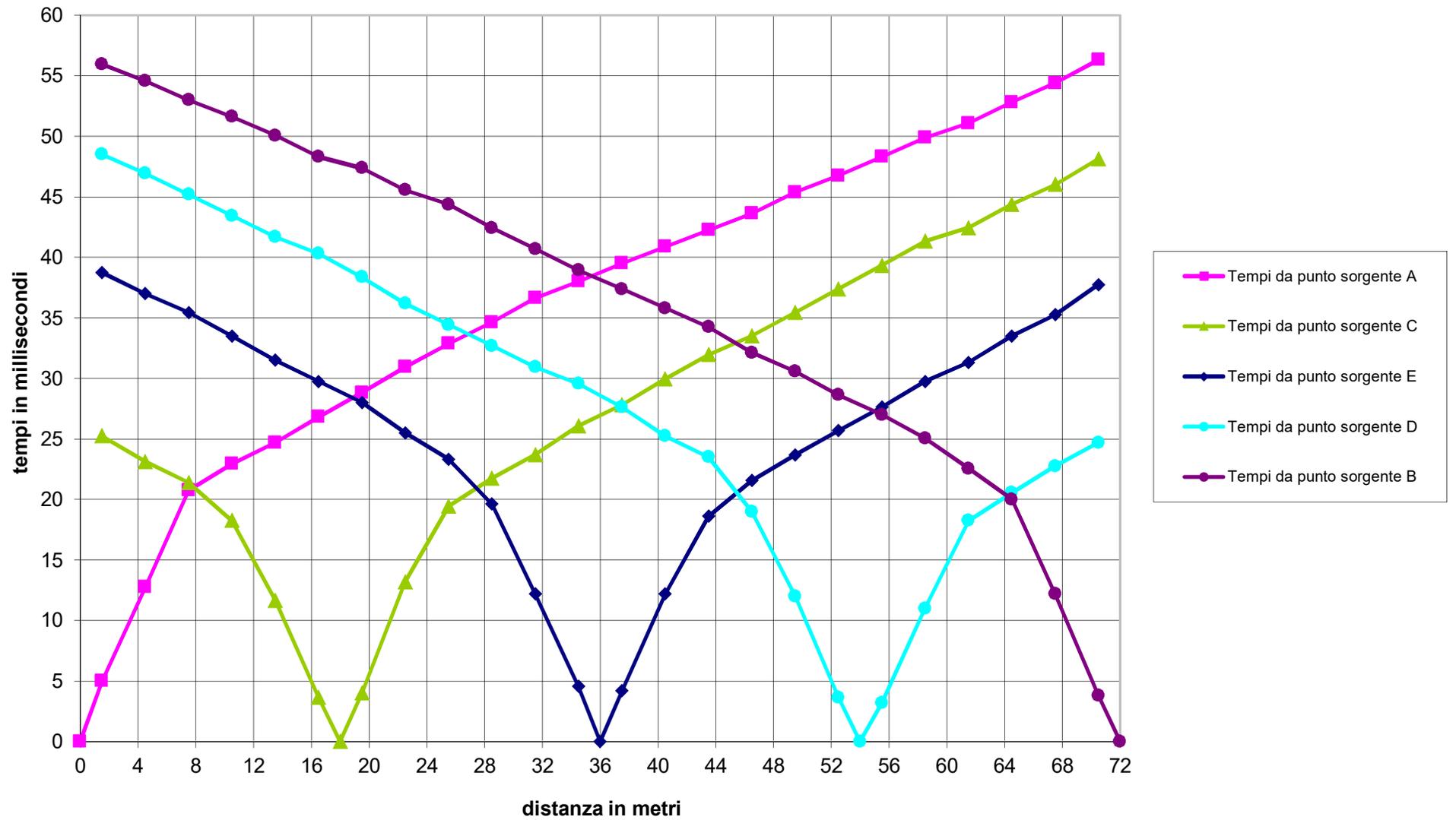


Punto sorgente "D"

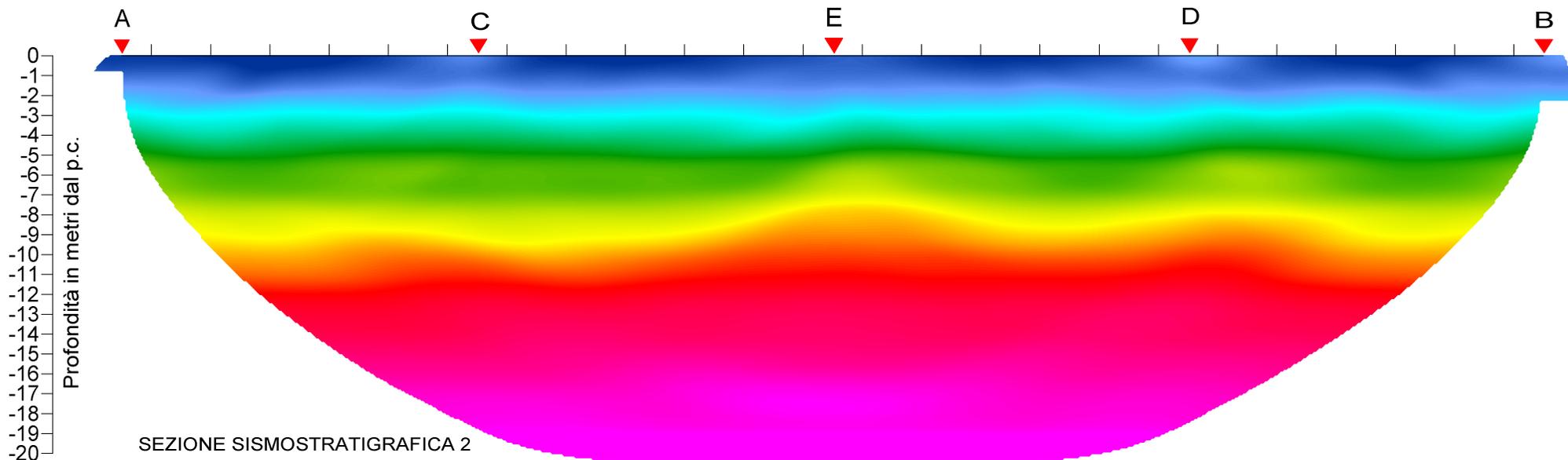


Punto sorgente "B"

Dromocrone profilo sismico 2 - ONDE LONGITUDINALI



SEZIONE TOMOGRAFICA 2



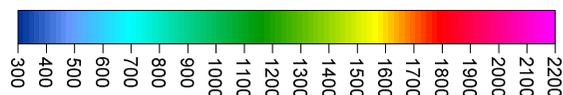
$V_p=540 \text{ m/s} - V_s=200 \text{ m/s}$

$V_p=1340 \text{ m/s} - V_s=325 \text{ m/s}$

$V_p=1810 \text{ m/s} - V_s=339 \text{ m/s}$

- Terreno alluvionale sabbioso
- Sabbie limose e ghiaie
- Limi sabbioso-argillosi

velocità onde longitudinali in m/s



STAZIONE GEOFONICA

PUNTO SORGENTE



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STENDIMENTO SISMICO 2

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) E MASW.



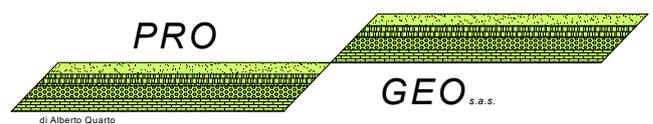
Acquisizione dati misure sismiche



Energizzazione con mazza battente onde di superficie (Masw) e onde longitudinali (Onde P)

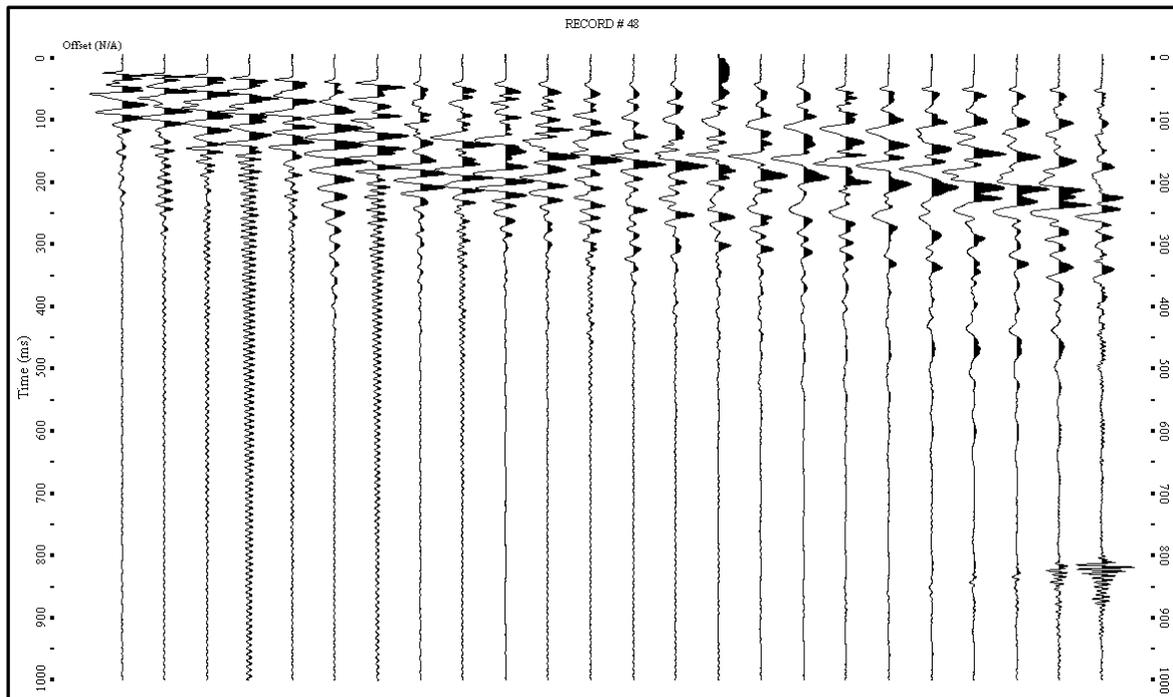
ALLEGATO "PROFILO SISMICO 4"

- **Profilo sismico**
 - **Sismogrammi analisi MASW (metodo Attivo)**
 - **Analisi profilo MASW (metodo Attivo)**
 - **Sismogrammi sismica a rifrazione onde P**
 - **Dromocrone**
 - **Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica**
 - **Documentazione fotografica**
-



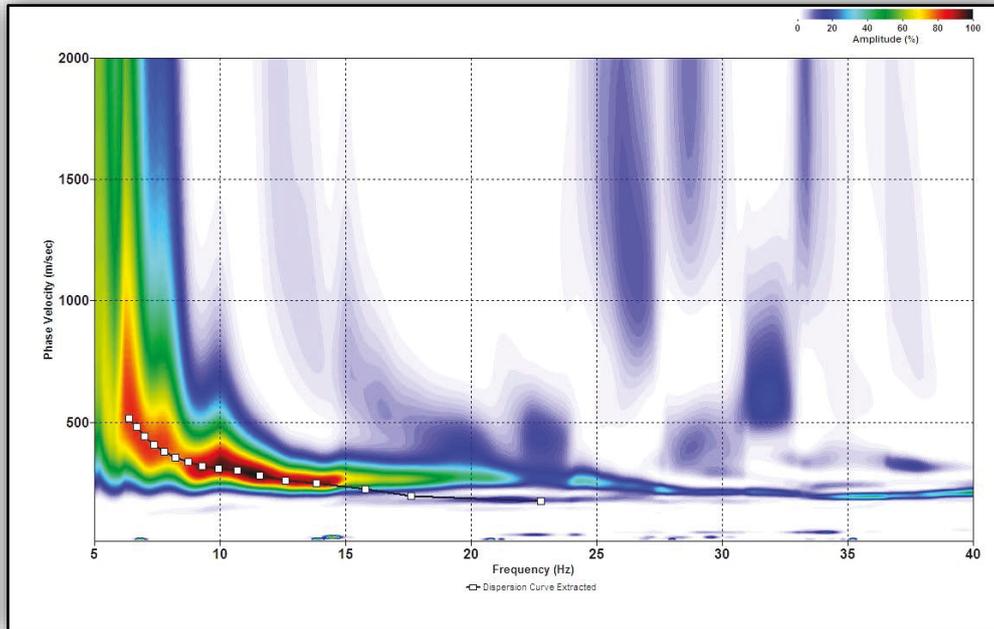
di Alberto Quano

SISMOGRAMMA ANALISI MASW 4 (METODO ATTIVO)

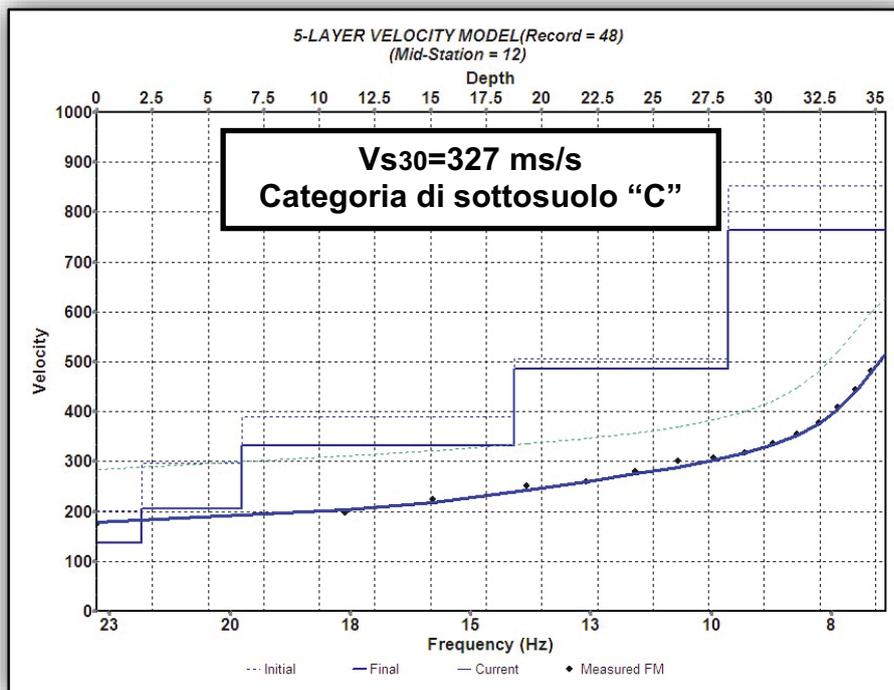


Sismogramma analisi Masw-offset 9 metri

ANALISI MASW 4 (offset 9 m)

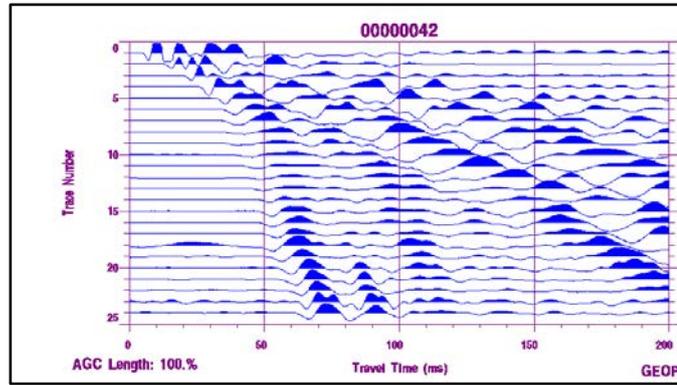


Spettro nel dominio velocità di fase/frequenza

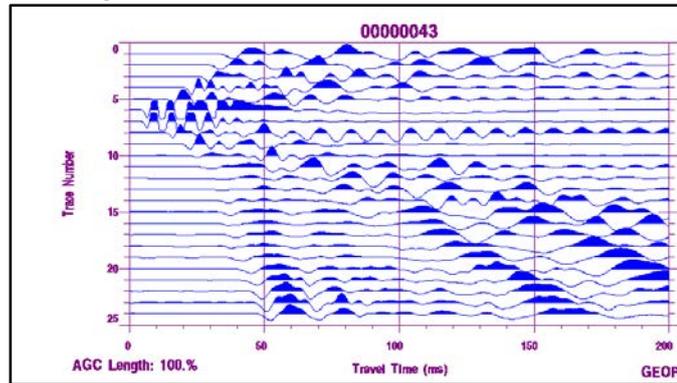


Modello di velocità (Vs) in funzione della profondità e della frequenza

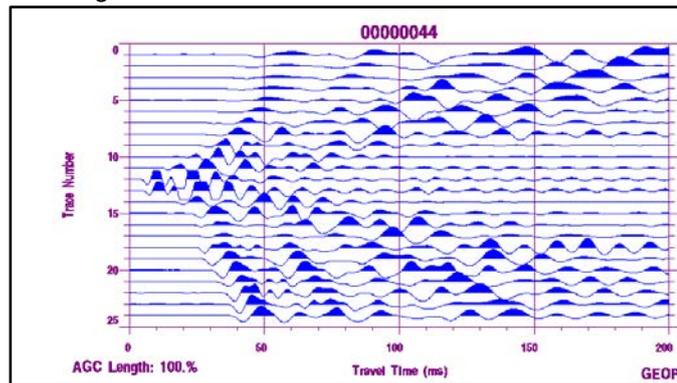
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) PROFILO SISMICO 4



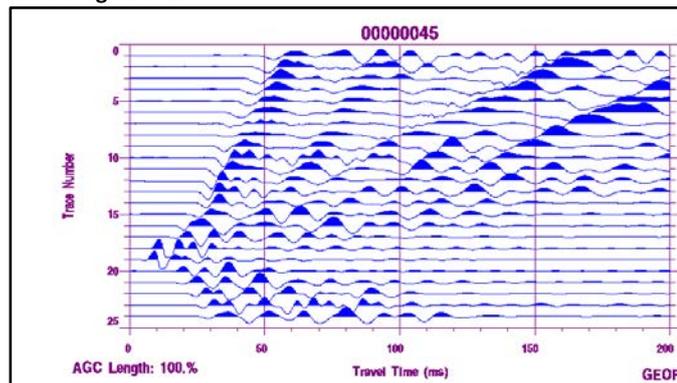
Punto sorgente "A"



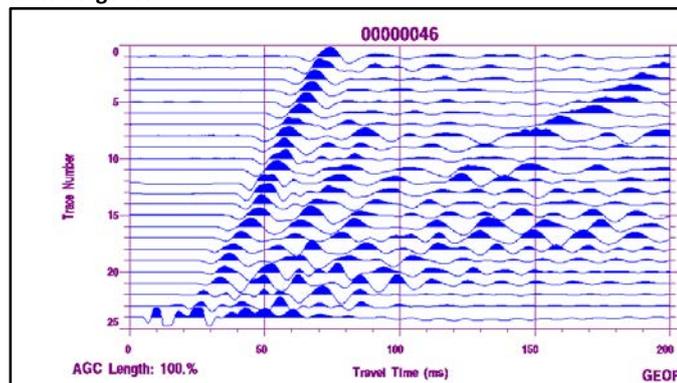
Punto sorgente "C"



Punto sorgente "E"

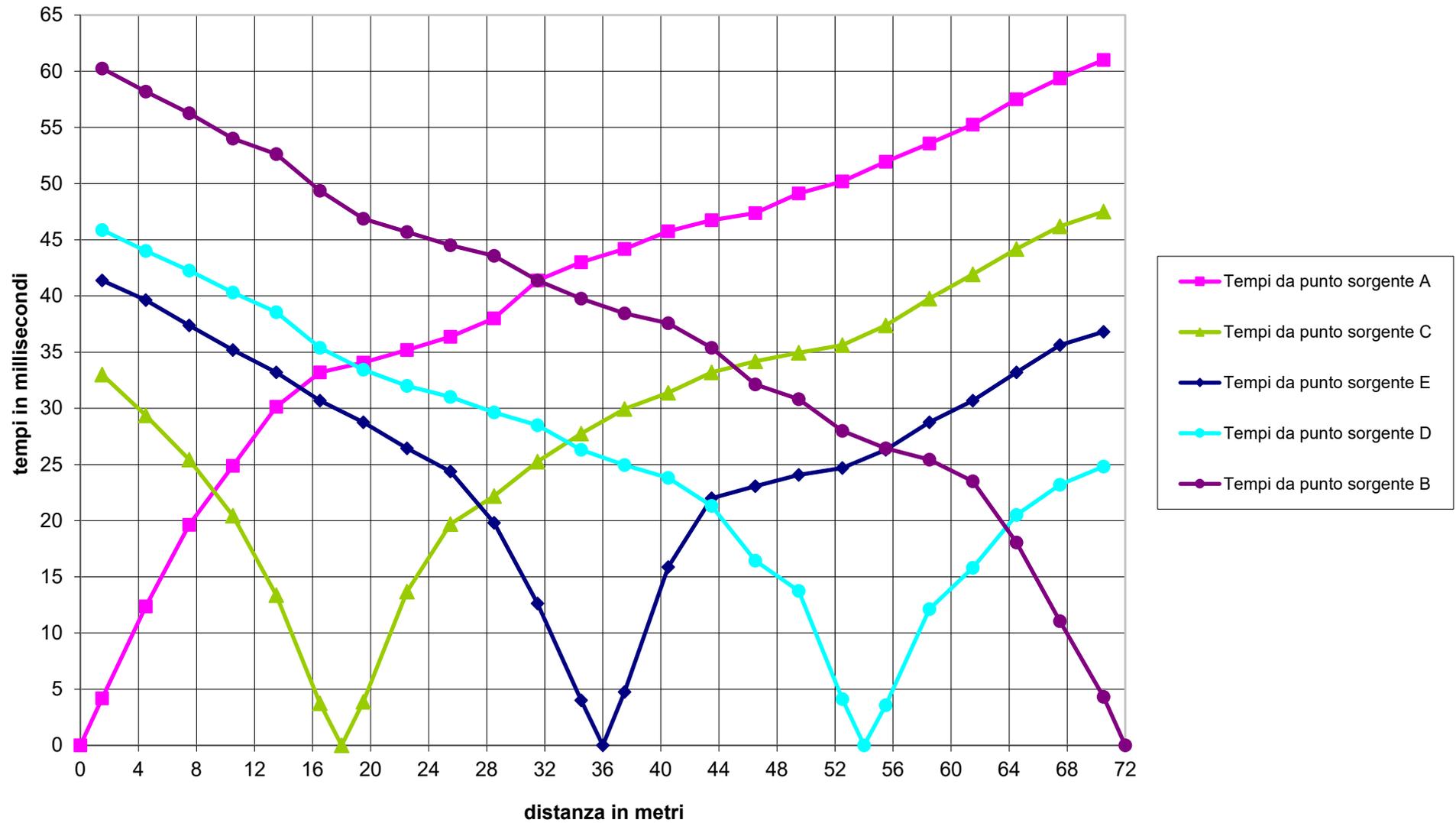


Punto sorgente "D"

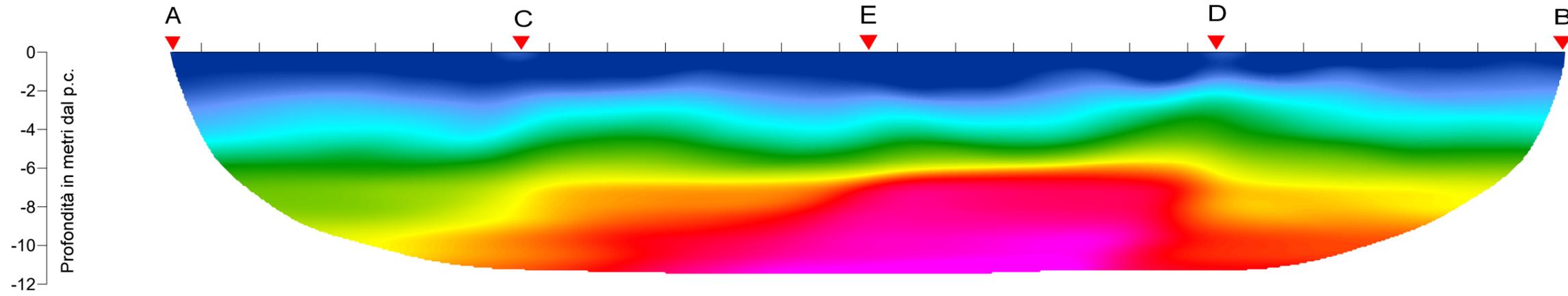


Punto sorgente "B"

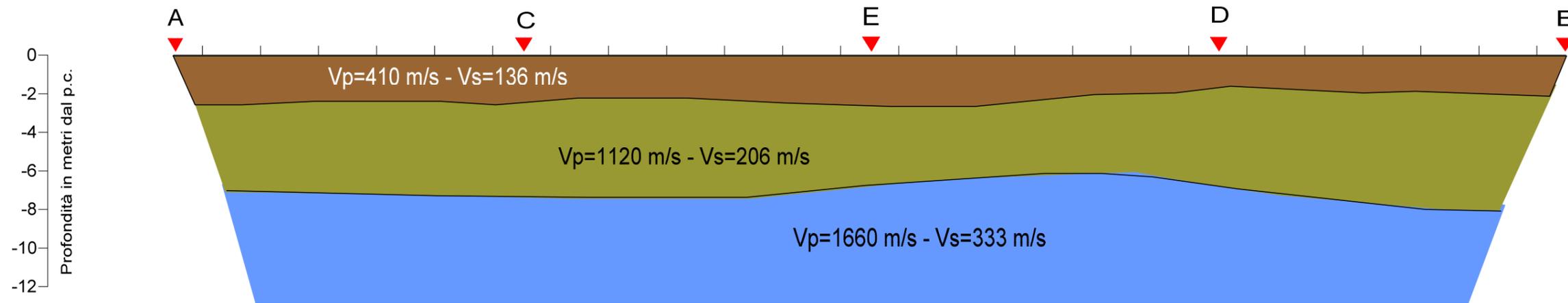
Dromocrone profilo sismico 4 - ONDE LONGITUDINALI

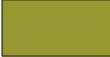


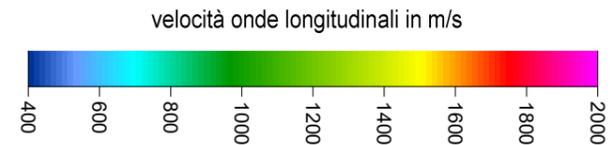
SEZIONE TOMOGRAFICA 4



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 4



-  Terreno di riporto frammisto a sabbie e ghiaie
-  Limi argillosi e ghiaie
-  Argille limose addensate



-  STAZIONE GEOFONICA
 -  PUNTO SORGENTE
- 0  10m

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STENDIMENTO SISMICO 4

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) E MASW.



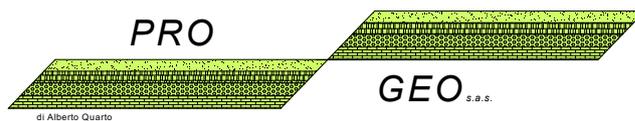
Acquisizione dati misure sismiche e georeferenziazione punti stazioni geofoniche



Energizzazione con mazza battente onde di superficie (Masw) e onde longitudinali (Onde P)

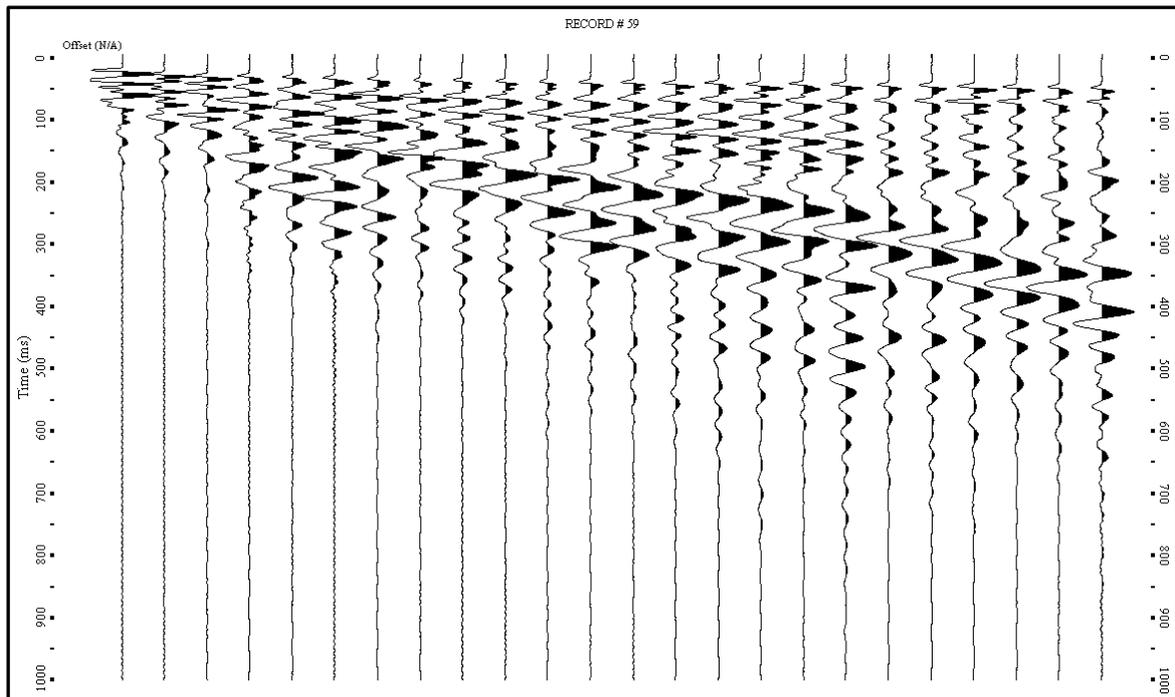
ALLEGATO "PROFILO SISMICO 5"

- **Profilo sismico**
 - **Sismogrammi analisi MASW (metodo Attivo)**
 - **Analisi profilo MASW (metodo Attivo)**
 - **Sismogrammi sismica a rifrazione onde P**
 - **Dromocrone**
 - **Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica**
 - **Documentazione fotografica**
-



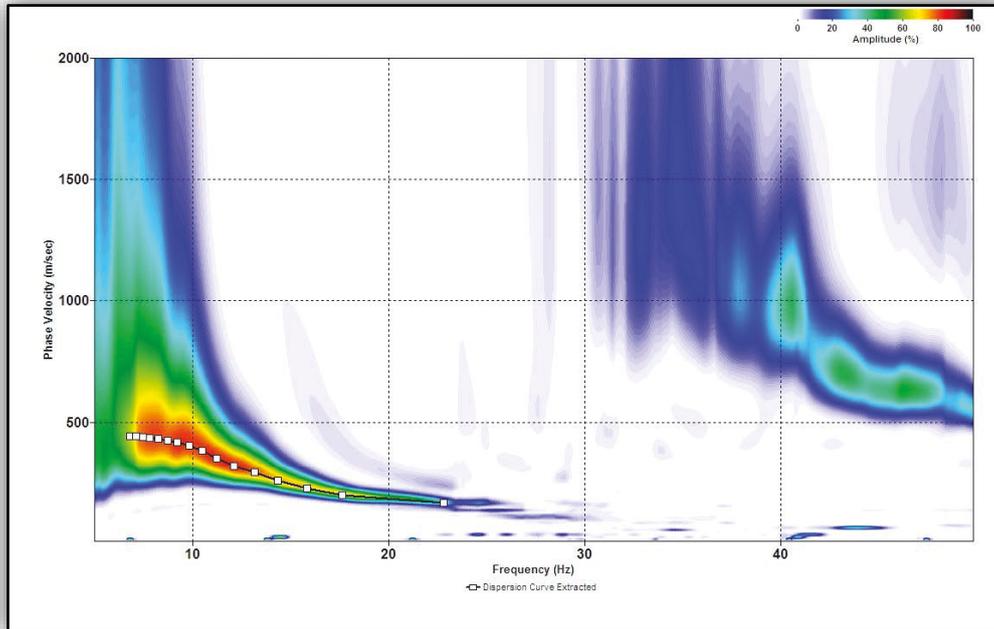
di Alberto Quano

SISMOGRAMMA ANALISI MASW 5 (METODO ATTIVO)

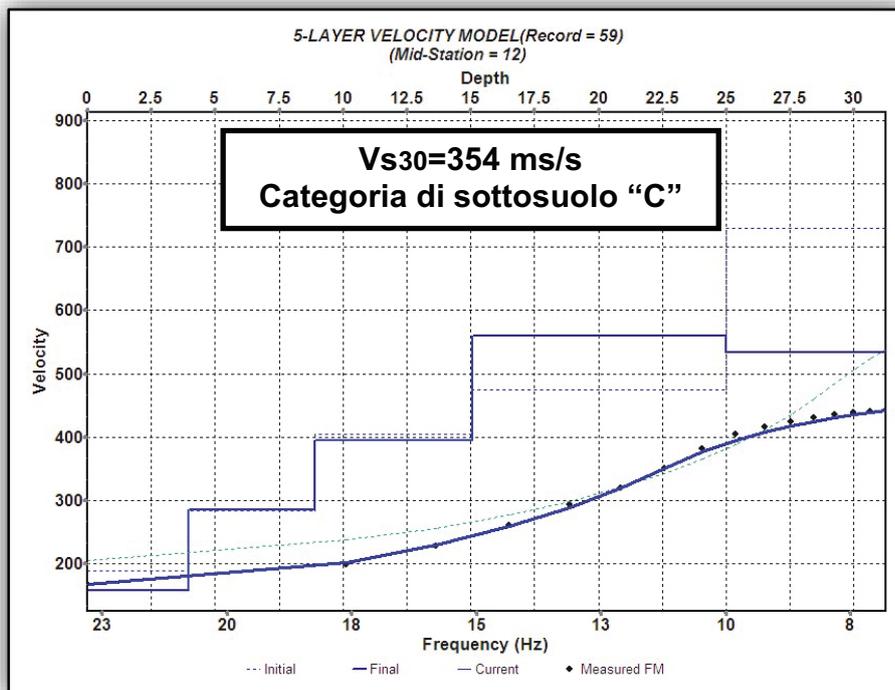


Sismogramma analisi Masw-offset 3 metri

ANALISI MASW 5 (offset 3 m)

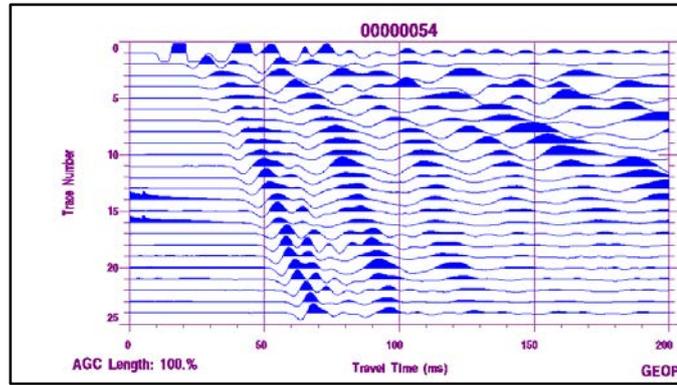


Spettro nel dominio velocità di fase/frequenza

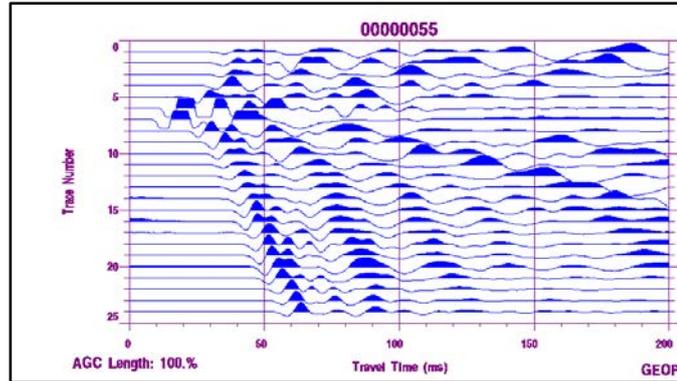


Modello di velocità (Vs) in funzione della profondità e della frequenza

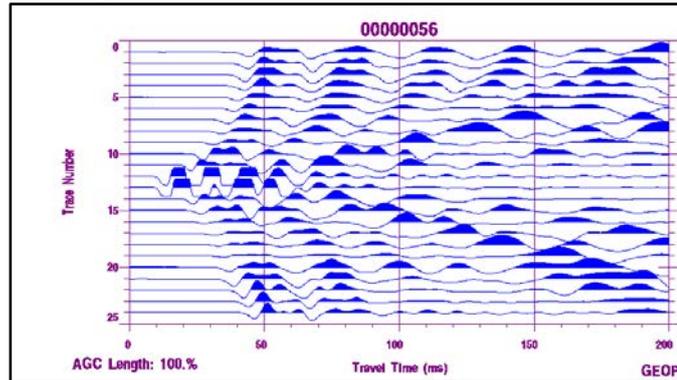
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) PROFILO SISMICO 5



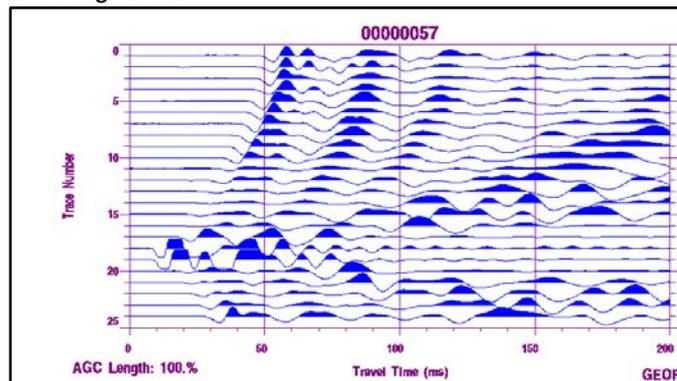
Punto sorgente "A"



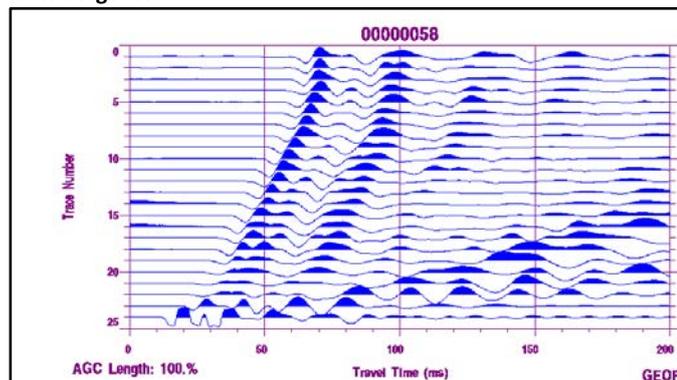
Punto sorgente "C"



Punto sorgente "E"

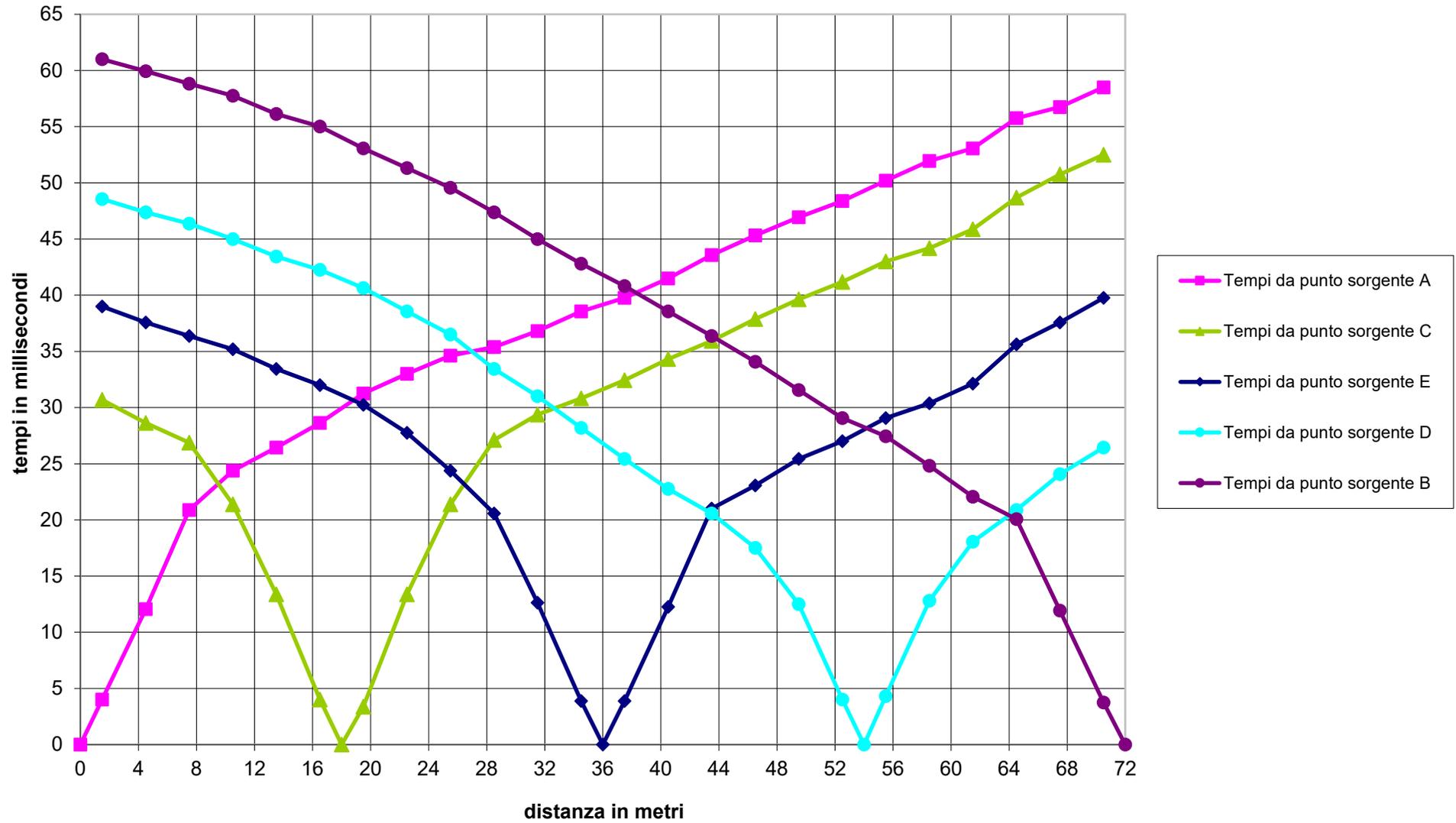


Punto sorgente "D"

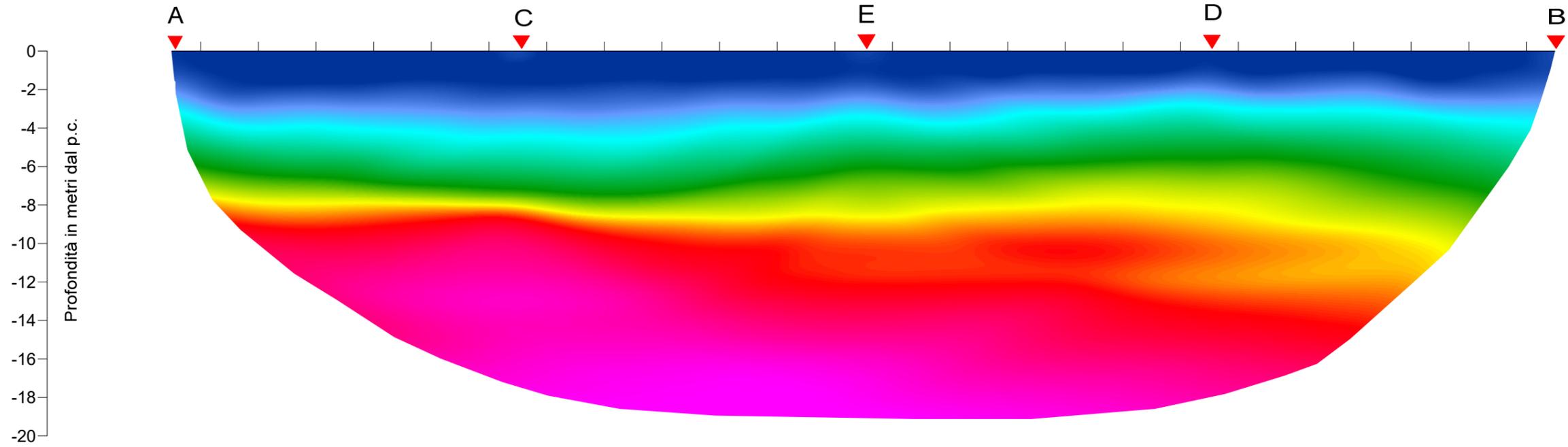


Punto sorgente "B"

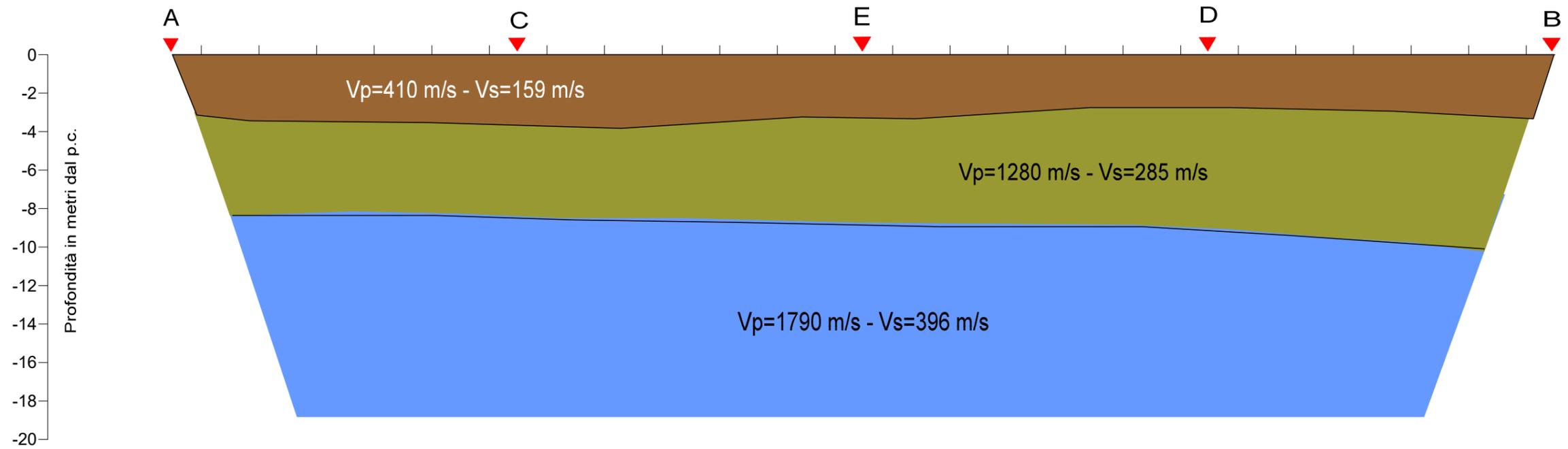
Dromocrone profilo sismico 5 - ONDE LONGITUDINALI



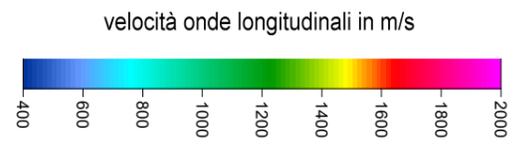
SEZIONE TOMOGRAFICA 5



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 5



- Terreno di riporto frammisto a sabbie e ghiaie
- Limi argillosi e ghiaie
- Argille limose addensate



- | STAZIONE GEOFONICA
 - ▼ PUNTO SORGENTE
- 0 10m
-

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STENDIMENTO SISMICO 5

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) E MASW.



Acquisizione dati misure sismiche



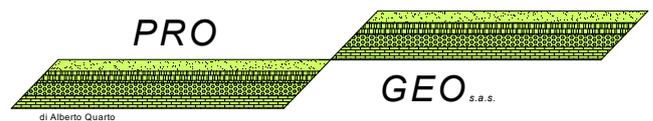
Georeferenziazione punti stazioni geofoniche



Energizzazione con mazza battente onde di superficie (Masw) e onde longitudinali (Onde P)

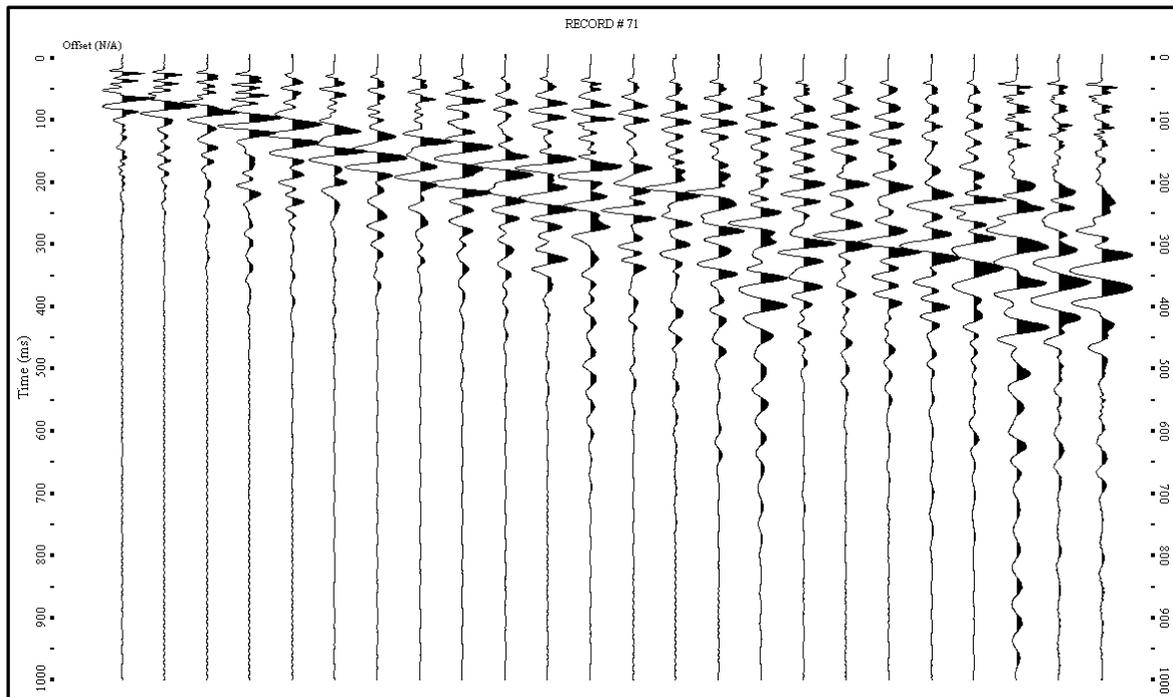
ALLEGATO "PROFILO SISMICO 8"

-
- **Profilo sismico**
 - **Sismogrammi analisi MASW (metodo Attivo)**
 - **Analisi profilo MASW (metodo Attivo)**
 - **Sismogrammi sismica a rifrazione onde P**
 - **Dromocrone**
 - **Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica**
 - **Documentazione fotografica**
-



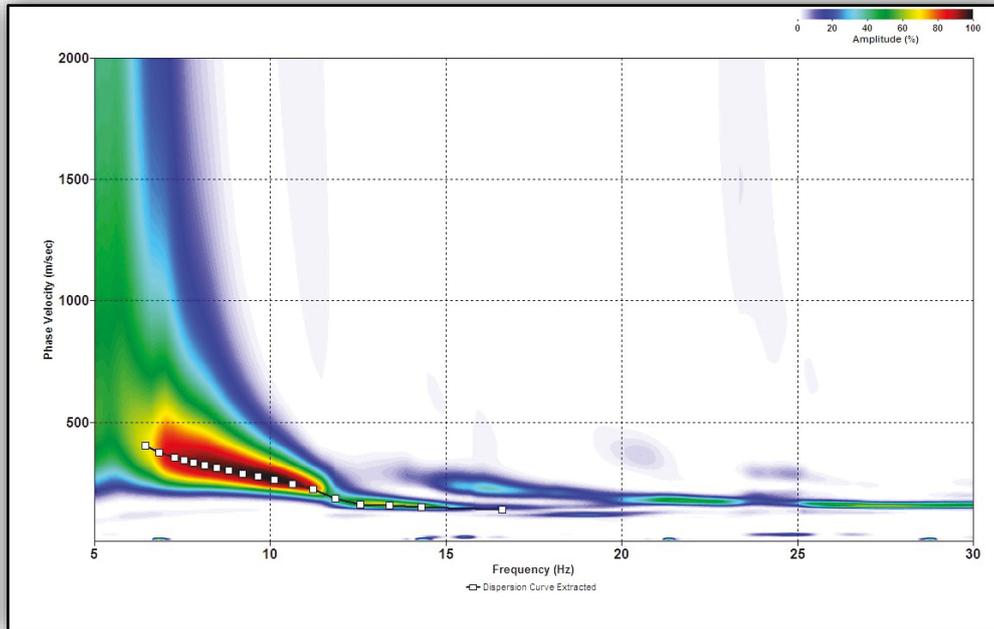
di Alberto Quano

SISMOGRAMMA ANALISI MASW 8 (METODO ATTIVO)

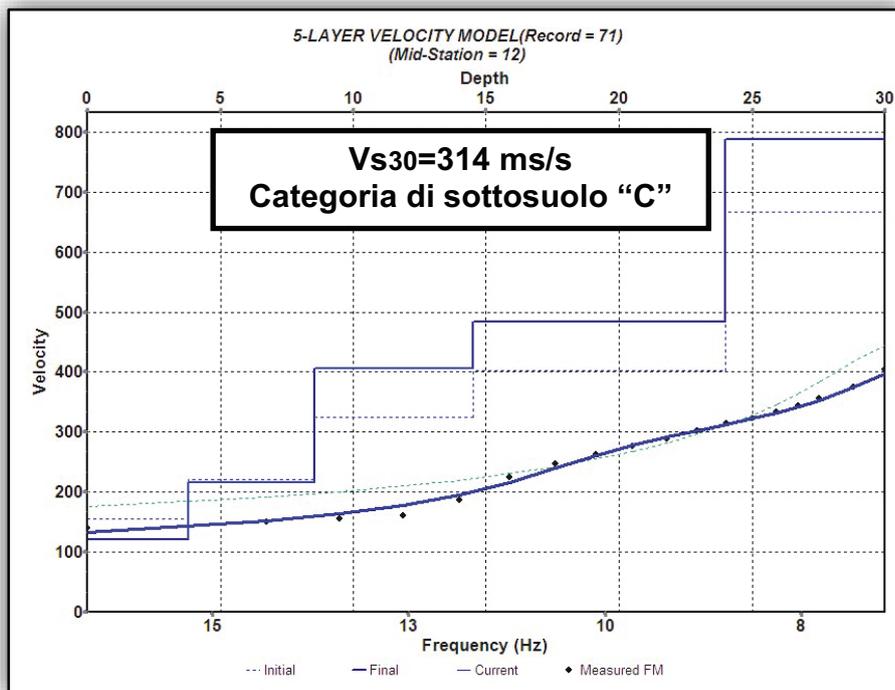


Sismogramma analisi Masw-offset 3 metri

ANALISI MASW 8 (offset 3 m)

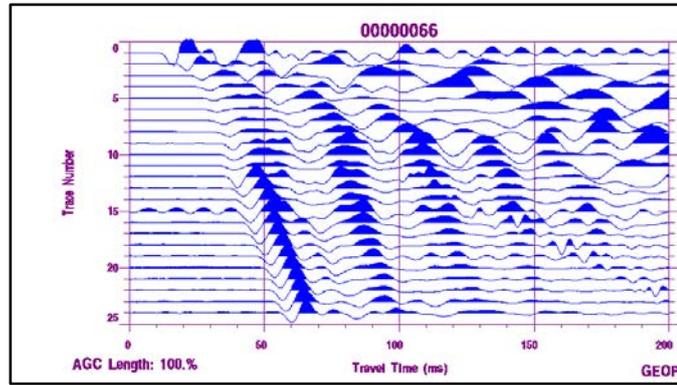


Spettro nel dominio velocità di fase/frequenza

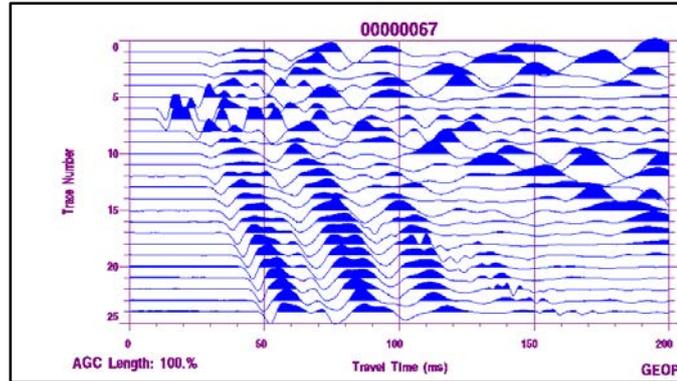


Modello di velocità (Vs) in funzione della profondità e della frequenza

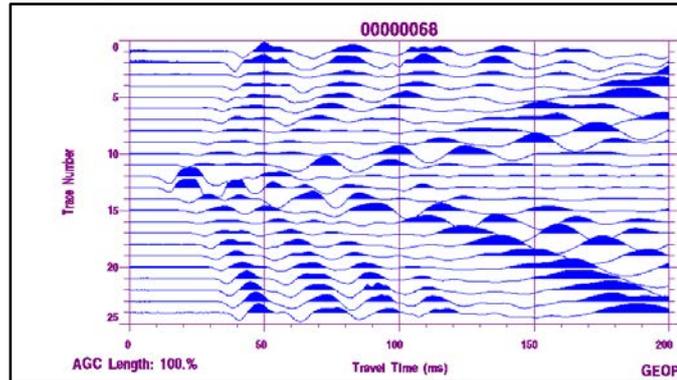
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) PROFILO SISMICO 8



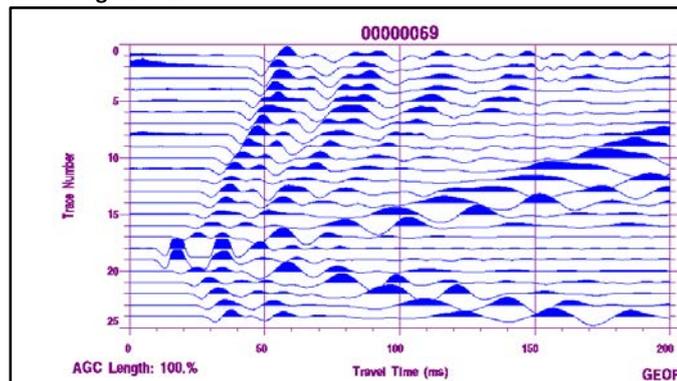
Punto sorgente "A"



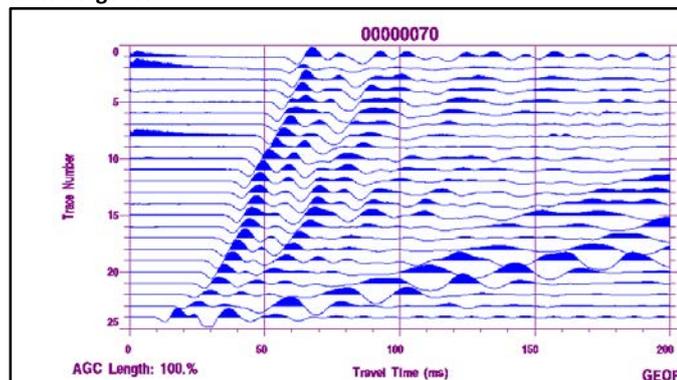
Punto sorgente "C"



Punto sorgente "E"

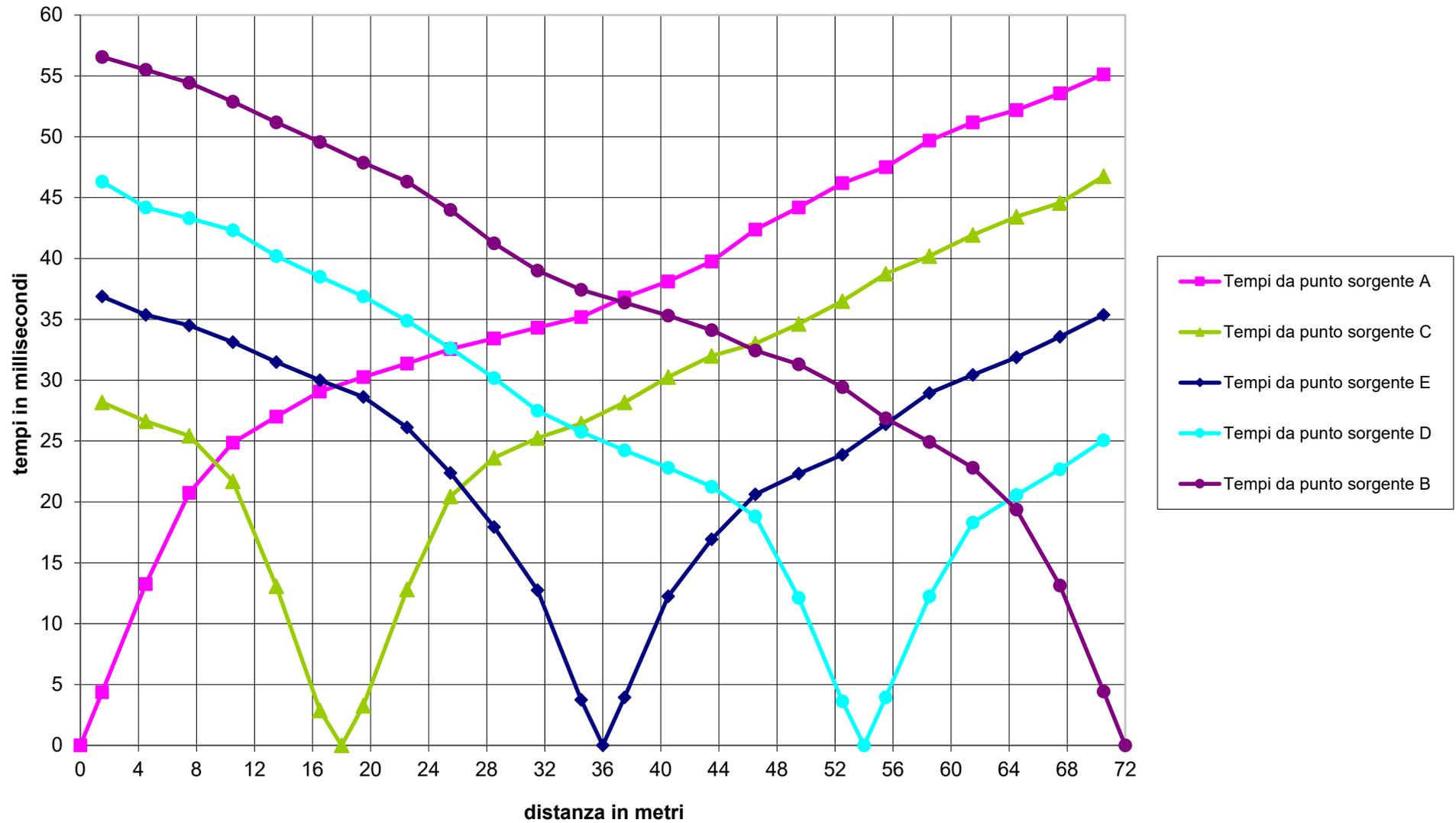


Punto sorgente "D"

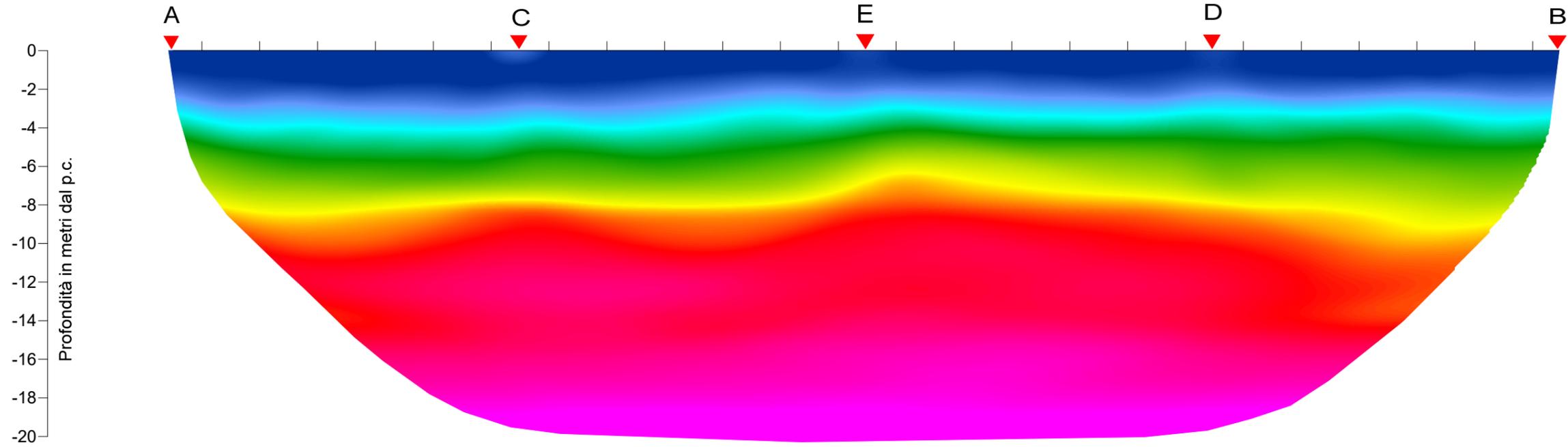


Punto sorgente "B"

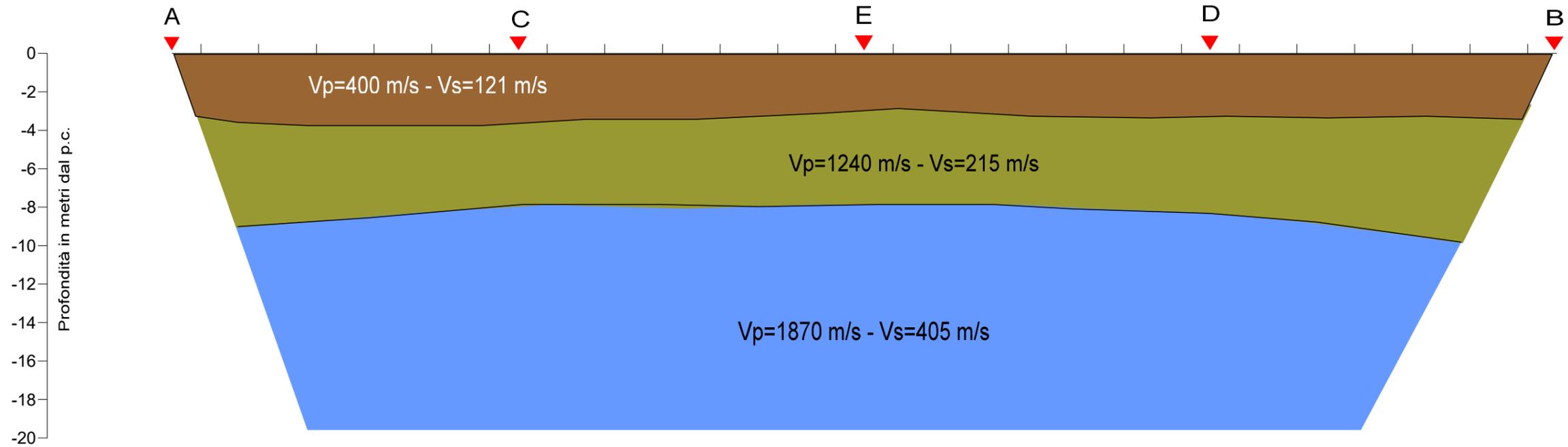
Dromocrone profilo sismico 8 - ONDE LONGITUDINALI



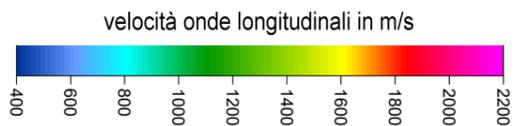
SEZIONE TOMOGRAFICA 8



SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 8



- Terreno di riporto frammisto a sabbie limose
- argille limose poco addensate
- argille limose più addensate



- STAZIONE GEOFONICA
 - PUNTO SORGENTE
- 0 10m

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA STENDIMENTO SISMICO 8

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) E MASW.



Acquisizione dati misure sismiche



Georeferenziazione punti stazioni geofoniche



Energizzazione con mazza battente onde di superficie (Masw) e onde longitudinali (Onde P)

