

Comune di Ascoli Piceno

Medaglia d'oro al valor militare per attività partigiana

SETTORE PROGETTAZIONE E GESTIONE OO.PP.



Progetto CONSOLIDAMENTO DELLA SCARPATA SINISTRA DEL FIUME TRONTO A PROTEZIONE DELL' INSEDIAMENTO RESIDENZIALE " LE TERRAZZE "

PROGETTAZIONE DEFINITIVA-ESECUTIVA

IL GEOLOGO:

Geol. Andrea Cavucci
Frazione Piagge 206/C
63100 Ascoli Piceno
P.IVA 01736300441
andrea.cavucci@gmail.com
andrea.cavucci@epap.sicurezza postale.it

ELABORATO: B.04

Rilievo topografico con ubicazione delle indagini geofisiche eseguite ed elaborazioni della prova sismica MASW e della prova DOWN HOLE

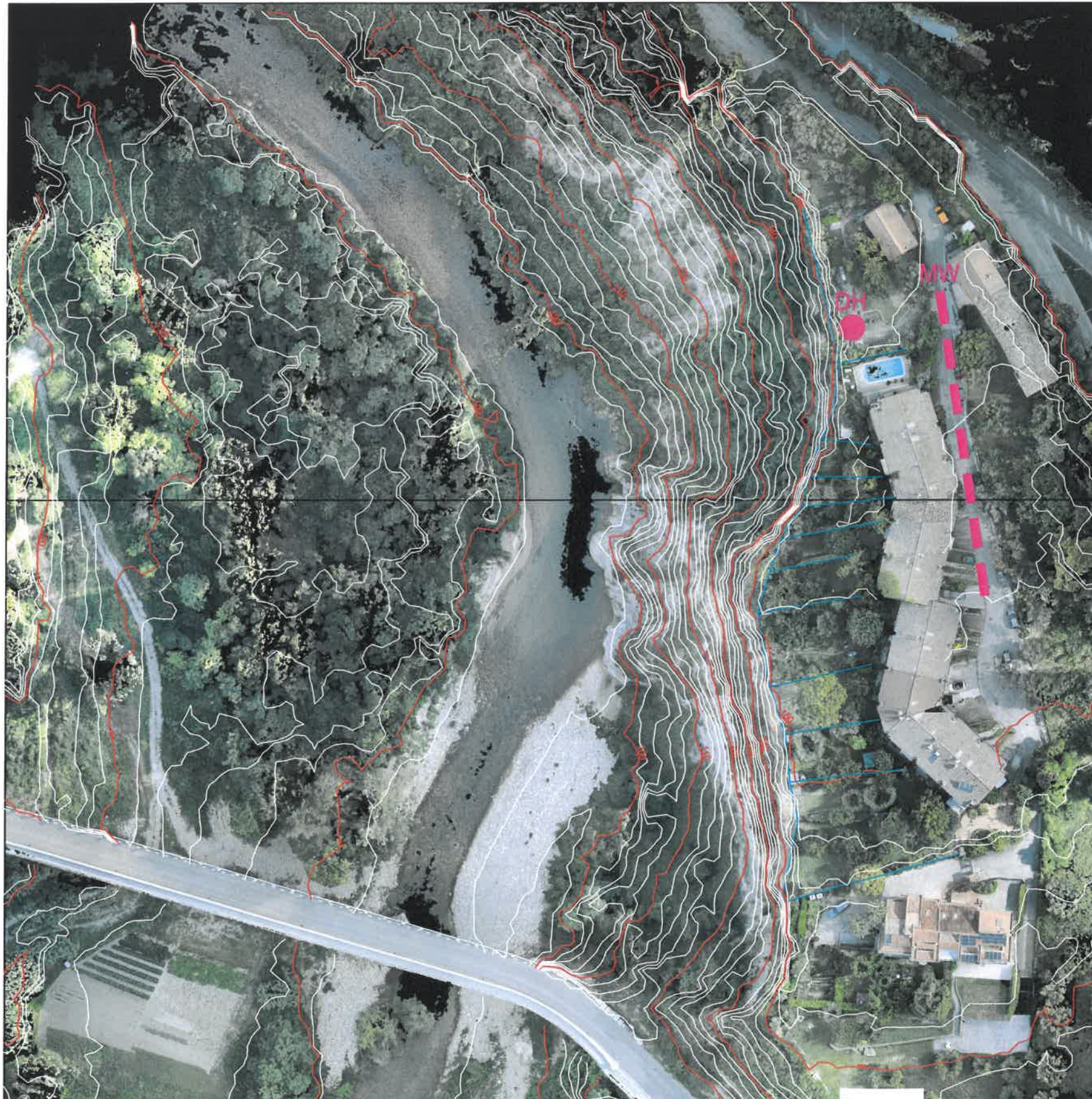
Ascoli Piceno
DICEMBRE 2018

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
- Ing. Paolo Leccesi - Comune di Ascoli Piceno

REVISIONE:

ESTREMI D'APPROVAZIONE:

RILIEVO TOPOGRAFICO CON UBICAZIONE INDAGINI SISMICHE ESEGUITE
Scala 1:1.000



- DH**
● Sondaggio S1 attrezzato per prova sismica "DOWN HOLE"
- MW**
- - - Stendimento per prova sismica tipo "MASW"

Comune di ASCOLI PICENO

(Prov. Ascoli Piceno)

Oggetto:

Indagine geofisica tramite:

- sismica a rifrazione e prova sismica multicanale masw
- metodo Down Hole

per la sistemazione versante in frana per erosione fluviale sulla sponda sinistra del fiume Tronto – Le Terrazze Codice intervento AP088A/10

Richiedente: Opere Speciali srl

Monterubbiano 22 maggio 2018

Geologo





sismica a rifrazione e prova sismica multicanale masw

PREMESSA

La presente prospezione geofisica è realizzata per la ricostruzione dei sismostrati e per la caratterizzazione dei suoli attraverso la velocità di propagazione delle onde di compressione e tramite prova sismica multicanale masw, nell'ambito di una indagine geologica per la sistemazione versante in frana per erosione fluviale sulla sponda sinistra del fiume Tronto – Le Terrazze Codice intervento AP088A/10 nel Comune di Ascoli Piceno (AP).

L'acquisizione sismica, attraverso n. 1 base a rifrazione e masw, è stata eseguita nell'area oggetto di intervento.

PRINCIPI GENERALI

Le indagini geosismiche vengono realizzate utilizzando il metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) Tali onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest' ultimo è sottoposto a sollecitazioni meccaniche sia di tipo naturale, sia di tipo artificiale (esplosioni, mazze battenti, vibratorii ecc.).

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 di sparo o scoppio), in corrispondenza di una molteplicità di sensori disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni).

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni, la compattezza dei materiali e la loro stratificazione da queste attraversati.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica 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"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica.

L'elaborazione dei dati sismici con un modello matematico bidimensionale attraverso procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze – vedi allegato), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

Per questa parte di procedura interpretativa l'algoritmo utilizzato dal programma di calcolo è stato pubblicato nel 1986 da Dereck Palmer in un articolo dal titolo "The Generalized Reciprocal Method of Seismic Refraction Interpretation (Society of Exploration Geophysicists).

ELABORAZIONE - METODO GRM

Il metodo G.R.M. (Palmer, 1980), consente di ricostruire morfologie del substrato piano o irregolari, anche nel caso di variazioni laterali di velocità.

Per ricostruire l'andamento dell'interfaccia di strato lungo tutto lo stendimento, è necessario che i segnali provenienti dal singolo rifrattore siano ricevuti da tutti i geofoni messi in opera.

Il grafico distanza-tempi che si ottiene è considerevolmente più complesso rispetto al caso del metodo convenzionale.

L'interpretazione del grafico distanza-tempi prevede due passaggi:

- la ricostruzione delle dromocrone relative ai singoli strati;
- la stima delle velocità e delle profondità di ogni singolo rifrattore.

La fase essenziale quella di ricostruire la dromocrona relativa ad ogni strato, seguendola, se possibile, da un estremo all'altro dello stendimento, assemblando quindi insieme tratti di dromocrone relative a sorgenti differenti, ma i cui segnali provengono dallo stesso rifrattore.

Ciò è stato eseguito sia per il tiro diretto che per quello coniugato.

Con il metodo reciproco generalizzato si parte dall'ipotesi che esista una distanza intergeofonica XY ottimale, distanza che fornisce il maggior dettaglio possibile nella ricostruzione della morfologia del rifrattore.

Per determinare la distanza XY ottimale in pratica si è proceduto come indicato di seguito:

- Si fa variare XY da un valore minimo corrispondente alla spaziatura reale fra i geofoni fino a un valore massimo di 9-10 volte tale distanza;
- quindi se, come nel nostro caso, i geofoni sono spazati di 3 m, si dovranno prendere in considerazione intervalli di XY uguali a 3 e sui multipli.
- Per ogni valore di XY scelto si stima, con un passo di calcolo uguale a XY, la funzione velocità.

ATTREZZATURE

Per la presente indagine sismica è stata utilizzata un'attrezzatura ad acquisizione digitale costituita da: acquisitore digitale per prospezione sismica MAE A3000S, avente le seguenti caratteristiche; risoluzione scheda di acquisizione: 12 bit; numero canali da 1 a 16; CPU chipset

VIA 500 Mhz; monitor colori LCD transflettivo 6.4" touch-screen; salvataggio dati su disk on module interno allo stato solido e/o su memoria USB; interfaccia LAN 10/100 per controllo e diagnosi da remoto; interfaccia USB per periferiche esterne; Interfaccia VGA, monitor esterno, e PS2, mouse e tastiera; Alimentazione: 12 Volt tramite BOX batteria esterno; Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C; Dimensioni e peso L280 X H220 X P170 mm, 3 Kg; visualizzazione fenomeno intero o parziale per ogni canale; funzione di analisi del rumore ambientale pre-acquisizione; funzione test geofoni automatico; funzioni grafiche limita ed evidenzia onda; funzioni lettura velocità e picking primi arrivi in tempo reale; filtri settabili e parzializzabili da software.

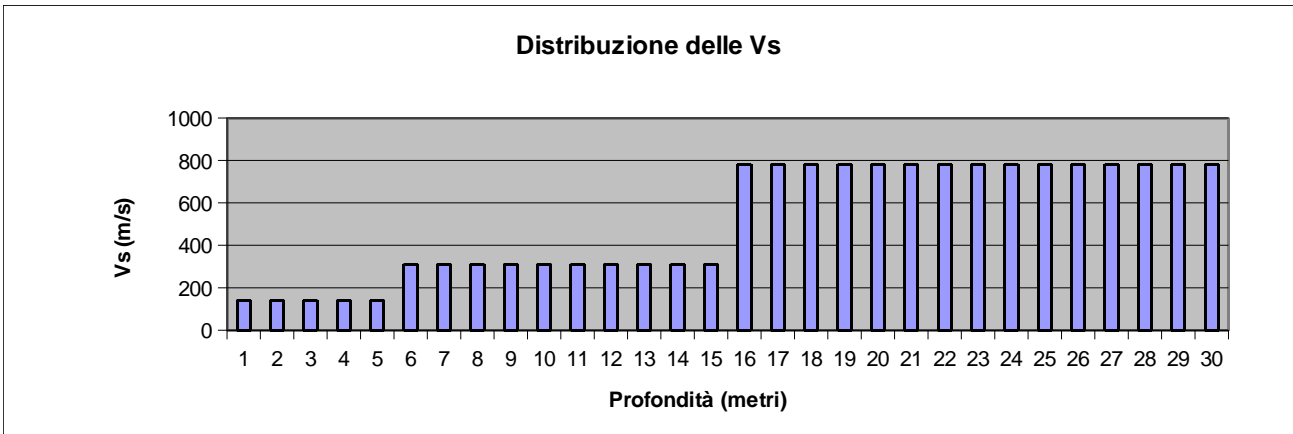
PROVA SISMICA MULTICANALE MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità 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 e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

Strumentazione e configurazione geometrica utilizzata

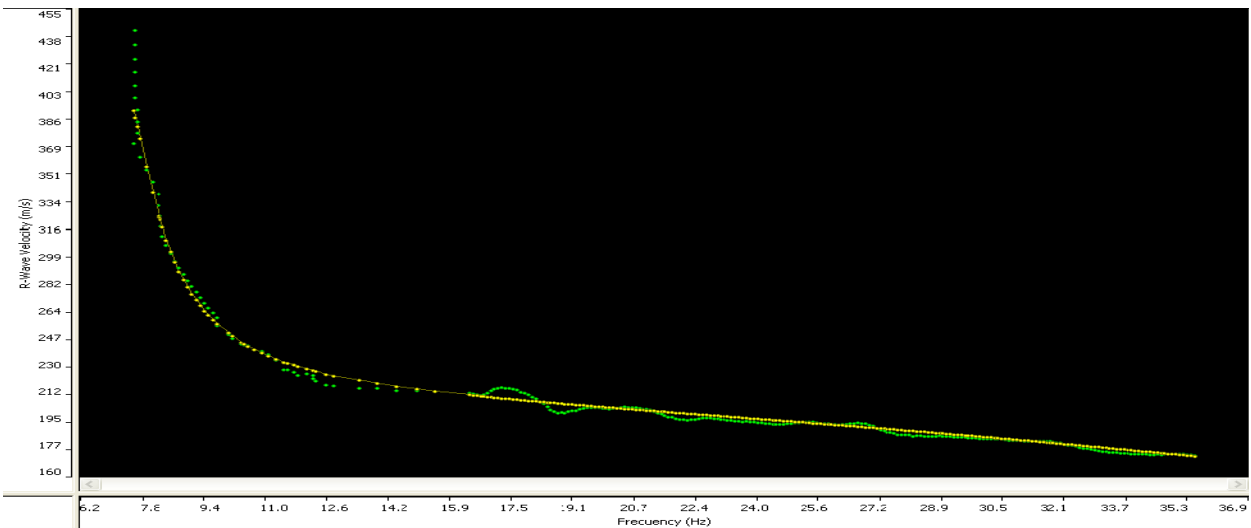
L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi :

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali nel dominio frequenza f numero d'onda K ;
- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie $f-k$ cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano V fase (m/sec) – frequenza;
- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s (Fig.1);



(Fig.1 – Distribuzione delle Vs);

- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo (Fig.2).



(Fig. 2 - curva di dispersione)

MODALITA' OPERATIVE

E' stato eseguito uno stendimento con distanza intergeofonica 5 m. per una lunghezza di 55 metri con scoppi esterni posti a 5 metri rispetto ai geofoni estremi della linea.

Sono quindi stati attuati n. 5 scoppi di cui n. 2 esterni e tre centrali allo stendimento (v.d.r. report allegato).

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE

Nella sezione elaborata, sono stati riscontrati quattro strati o sismostrati a differente velocità, il primo con velocità di 368.10 m/s e con spessore medio di 5.5 m.

Il secondo sismostrato, con velocità di 635.330 m/s, con spessore medio di 8.5 metri

Il terzo sismostrato, con velocità di 1157.50 m/s, con spessore medio di 6 metri

Lo strato di base presenta velocità 2028.10 m/s è caratteristico di un substrato competente.

Di seguito vengono ricapitolate le medie delle velocità e degli spessori:

| N. Strato | Vs [m/s] | Vp [m/s] | Spessore fino a 30 m. [m] |
|-----------|----------|----------|---------------------------|
| 1 | 170,00 | 368,10 | 5,50 |
| 2 | 270,00 | 635,30 | 8,50 |
| 3 | 500,00 | 1157,50 | 6,00 |
| 4 | 780,00 | 2028,10 | 10,00 |

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 17.01.2018, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m. di profondità, il substrato sismico di 800 m/s non si rinviene entro tale profondità. L'equazione 3.2.1:

$$V_{seq} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 482.44 \cdot m/s$$

Possiamo a questo punto valutare la categoria e l'effetto della risposta sismica locale in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 17.01.2018.

| | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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> |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Di seguito si riporta per completezza la Tabella 3.2.II:

| | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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. |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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. |
| C | <i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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. |
| D | <i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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. |
| E | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

VALUTAZIONE MODULI ELASTICI DEI MEZZI ATTRAVERSATI

L'attenuazione delle onde sismiche dipende direttamente dalle caratteristiche elasto-meccaniche delle diverse parti che costituiscono il mezzo materiale che esse attraversano, i parametri che intervengono nella modificazione del segnale sismico sono:

- γ_{din} – densità geofisica;
- ρ – coefficiente di Poisson;
- E – Modulo di Young;
- G_0 – Modulo di taglio.

DENSITÀ GEOFISICA (γ_{din})

Esprime la concentrazione volumetrica di un corpo. Può essere calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità V_p . La densità geofisica è espressa dalla seguente relazione:

$$\gamma_{din} = 0,51 \times V_p^{0,19} \Rightarrow \text{Possiamo determinarci il suo valore per ogni sismostrato}$$

| N. Strato | γ_{din} | V_p [m/s] |
|-----------|----------------|-------------|
| 1 | 1,5671 | 368,10 |
| 2 | 1,7383 | 635,30 |
| 3 | 1,9482 | 1157,50 |
| 4 | 2,1673 | 2028,10 |

COEFFICIENTE DI POISSON (ν)

Indica la misura di cambiamento geometrico di un corpo. Può presentare un intervallo di variazione tra 0.1 e 0.5. Viene definito dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \times (V_p^2 - V_s^2)}$$

| N. Strato | V_s [m/s] | V_p [m/s] | ν Poisson |
|-----------|-------------|-------------|---------------|
| 1 | 170,00 | 368,10 | 0,364443 |
| 2 | 270,00 | 635,30 | 0,389781 |
| 3 | 500,00 | 1157,50 | 0,385301 |
| 4 | 780,00 | 2028,10 | 0,413204 |

MODULO DI YOUNG (E)

Esprime la resistenza alla deformazione lineare di un corpo ad uno sforzo di trazione o di compressione.

$$E = V_p^2 \times \gamma \frac{(1 + \nu) \times (1 - 2\nu)}{1 - \nu} \quad (\text{espresso in MPa})$$

| N. Strato | E_Young | V_p [m/s] | ν Poisson | γ_{din} |
|-----------|-----------|-------------|---------------|----------------|
| 1 | 1,284248 | 368,10 | 0,364443 | 1,5671 |
| 2 | 3,660177 | 635,30 | 0,389781 | 1,7383 |
| 3 | 14,022170 | 1157,50 | 0,385301 | 1,9482 |
| 4 | 38,726063 | 2028,10 | 0,413204 | 2,1673 |

MODULO DI TAGLIO (G_0)

Misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una spinta tangenziale; è funzione della velocità V_s ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume.

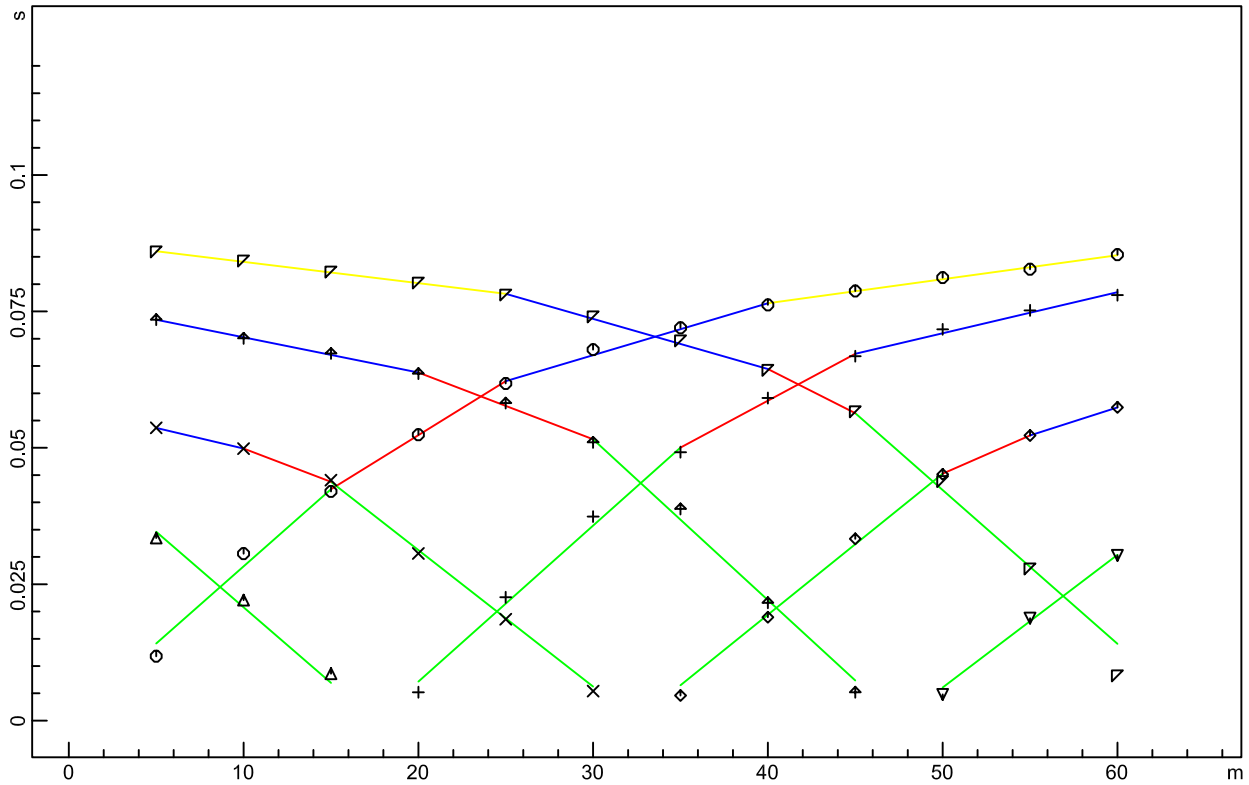
$$G_0 = \frac{\gamma \times (V_s)^2}{g} \quad (\text{espresso in MPa})$$

| N. Strato | V_s [m/s] | G_0 _Taglio | γ_{din} |
|-----------|-------------|---------------|----------------|
| 1 | 170,00 | 0,47061 | 1,5671 |
| 2 | 270,00 | 1,31682 | 1,7383 |
| 3 | 500,00 | 5,06106 | 1,9482 |
| 4 | 780,00 | 13,70151 | 2,1673 |

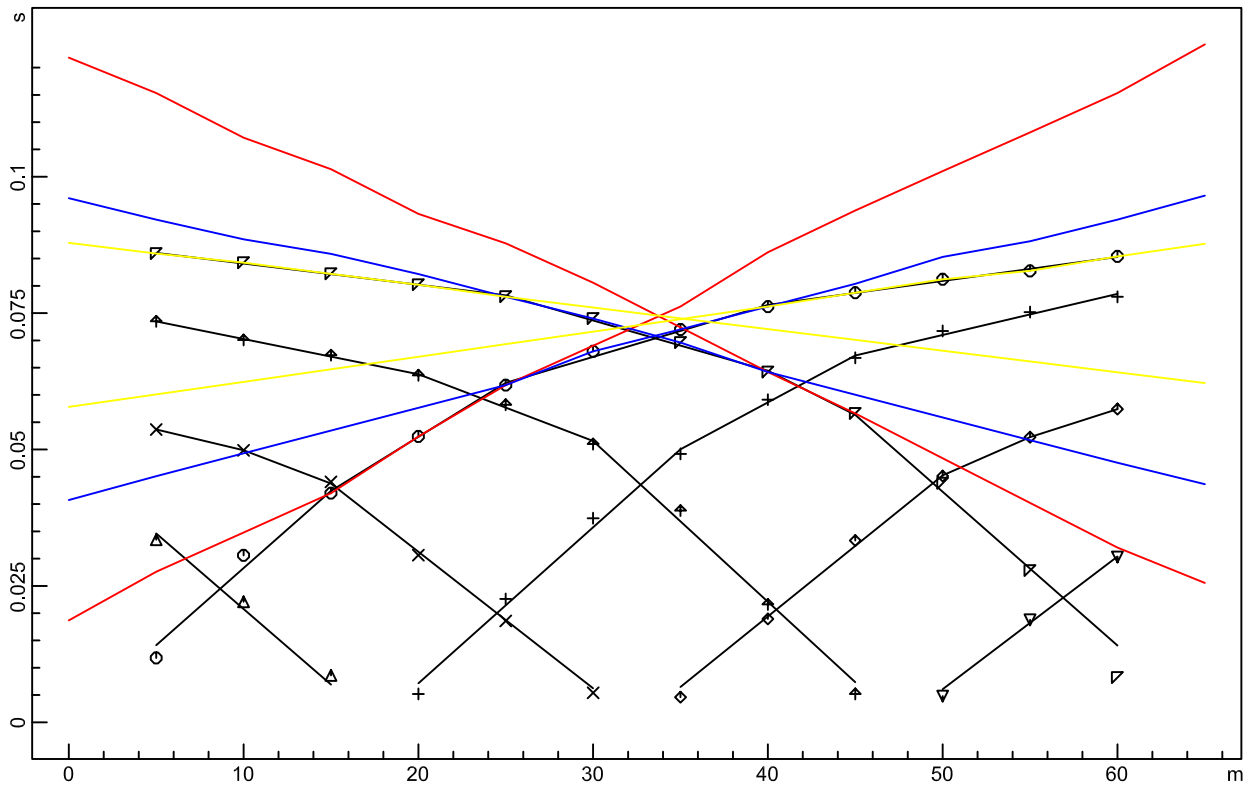


Ubicazione linea sismica

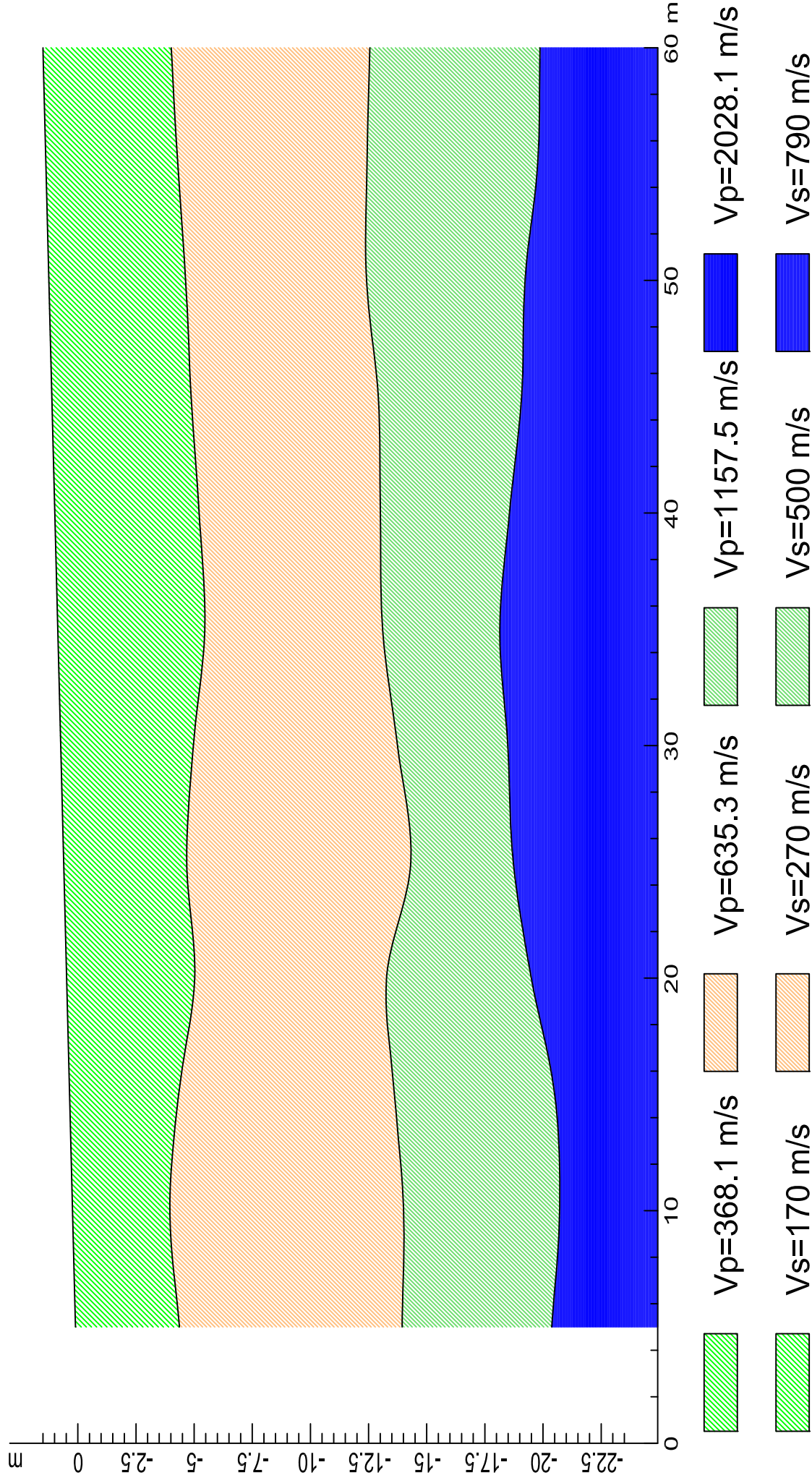
DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



SEZIONE VERTICALE



down hole

PREMESSA

La presente prospezione geofisica è realizzata per la ricostruzione dei sismostrati e per la caratterizzazione dei suoli attraverso la velocità di propagazione delle onde di compressione (P) e di taglio (S), attraverso una prova di tipo down hole che è stata eseguita nell'area amonte del dissesto in oggetto.

PRINCIPI GENERALI

La liberazione istantanea di energia nel terreno genera un sistema di onde sismiche la cui propagazione è regolata da classiche leggi della fisica.

Le deformazioni e le tensioni generate da una sollecitazione artificiale impulsiva creano tre grandi famiglie di onde sismiche; le onde di volume (body waves), le onde di compressione (longitudinali o primarie) e le onde sismiche di taglio (trasversali o secondarie).

Le onde di volume si propagano nel terreno in ogni direzione ed intercettano il piano topografico dando origine alle onde di Rayleigh e di Love che si propagano in superficie.

Nel loro complesso, le onde sismiche creano sollecitazioni e conseguenti deformazioni, nel mezzo attraversato, che generalmente ricadono nel campo elastico del diagramma sforzi/deformazioni; in questo ambito sono pertanto applicabili le relazioni classiche della teoria dell'elasticità.

Le onde sismiche longitudinali determinano deformazioni che si propagano in linea retta, con un'alternanza continua di compressioni e dilatazioni della materia lungo il percorso di propagazione. Ogni particella oscilla quindi attorno al suo punto di quiete lungo l'asse coincidente con il raggio di propagazione dell'onda sismica.

Le onde sismiche di taglio determinano invece deformazioni che si propagano nella stessa direzione delle onde P, ma con un'oscillazione delle particelle ortogonale alla direzione di propagazione della perturbazione.

La velocità di propagazione delle onde sismiche dipende dalle costanti elastiche e dalla densità del mezzo attraversato, dunque risulterà variabile in funzione delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche del terreno attraversato.

In uno stesso tipo di materiale le velocità di propagazione dei vari tipi di onda differiscono tra loro: le più veloci sono le onde di compressione, a cui seguono le onde di taglio e successivamente le onde superficiali.

Poiché le tensioni e le deformazioni che si generano nel campo sismico sono di modestissima entità, anche il terreno e le rocce sollecitate in questo ambito possono essere considerate in prima approssimazione come materiali omogenei, isotropi ed elastici.

E' applicabile quindi la legge di Hooke con proporzionalità tra lo sforzo applicato (σ) e la deformazione prodotta (ϵ):

Il metodo Down-Hole prevede la sorgente energizzante in superficie ed i sensori all'interno di un foro di sondaggio opportunamente attrezzato.

I sensori utilizzati sono assemblati in modo da essere calati ed ancorati in profondità crescenti. Energizzando in superficie e misurando i tempi d'arrivo dei primi impulsi ai geofoni si ha la possibilità di determinare la velocità verticale dei litotipi incontrati durante la perforazione.

Il fronte d'onda ed il relativo raggio sismico non subiranno fenomeni di rifrazione per un angolo d'incidenza normale alle superfici di discontinuità elastica e quindi sarà possibile ottenere le velocità dell'onda diretta senza le limitazioni della sismica a rifrazione, per la quale è indispensabile che la velocità di propagazione delle onde aumenti con la profondità; eventuali inversioni di velocità all'interno dei terreni indagati non costituiscono perciò elemento d'incertezza in fase di interpretazione.

In genere, come nel nostro caso, la sorgente è molto vicina al foro, se ne discosta per motivi logistici e per la necessità di non fare propagare l'onda all'interno del materiale di condizionamento. Si procede quindi ad una correzione dei tempi di arrivo in modo da ottenere i valori che si otterrebbero lungo la verticale.

L'interpretazione dei dati avviene calcolando le velocità medie delle onde longitudinali e trasversali tra il punto di energizzazione posto in superficie ed il punto di registrazione, posizionato in profondità gradualmente crescenti.

In questo modo, la velocità che si ottiene può essere condizionata dalle eventuali differenze di comportamento elastico degli strati e può discostarsi dalla velocità reale quanto più si procede in profondità e quanto più sarà articolata la stratigrafia del sottosuolo.

Per avere una elaborazione dei dati che si approssimi maggiormente a quelle che sono le reali caratteristiche dei terreni, si procede al computo delle velocità "intervallari", alle quali si arriva dividendo l'interdistanza tra le misure per il tempo che si ottiene sottraendo i tempi di arrivo di due posizioni geofoniche successive.

$$t_{\text{corretto}} = \frac{z}{\sqrt{z^2 + d^2}} \cdot t_{\text{osservato}}$$

$$V_{\text{intervallare}} = \frac{z_2 - z_1}{t_{2_corretto} - t_{1_corretto}}$$

ATTREZZATURE

La stessa attrezzatura della prova MASW con la cella geofonica triassiale MAE, introdotta nel foro a profondità crescenti, è costituita da un sistema di sensori a tre componenti con frequenza caratteristica di 10 Hz, ancorata al rivestimento del foro con sistema pneumatico.

MODALITA' OPERATIVE

Per l'esecuzione della prova Down-Hole, spinta alla profondità di 30 m. dal piano campagna, si è provveduto come segue.

La registrazione è stata eseguita per step di 1m e l'energizzazione per ogni step di registrazione è stata effettuata mediante un minimo di 3 battute corrispondenti alla generazione di onde P, Sx e Sy. Vista la stratigrafia e la profondità d'indagine è stata necessaria la ripetizione di battute per effettuare le operazioni di staking (somma dei segnali registrati) per ottenere registrazioni significative contenenti segnali univocamente elaborabili. La generazione delle onde P. è stata attuata con battuta verticale su piastra di alluminio posta ad una distanza dal foro di 4 m, mentre lo sviluppo delle onde trasversali è avvenuto attraverso 2 battute orizzontali ed opposte sulle due facce laterali di una trave di legno massello vincolata al suolo. L'obbiettivo della prova è quello di ottenere onde S con la stessa direzione di propagazione ma verso opposto (inversione di fase), in modo che sia facilitato il riconoscimento del tempo di arrivo delle onde trasversali ai geofoni orizzontali orientati parallelamente alla trave di battuta.

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE

Tramite l'elaborazione sono stati riscontrati quattro strati o sismostrati a differente velocità, il primo con velocità Vs = 140,00 m/s e Vp = 296,00 m/s con spessore 5 m.

Il secondo strato presenta velocità media Vs = 310,00 m/s, Vp = 693,00 m/s, e spessore di 11 m.

Il terzo strato presenta velocità media Vs = 400,00 m/s, Vp = 902,00 m/s, e spessore di 5 m.

In fine da 21 m. dal piano campagna fino a 30 m. si rilevano velocità Vs = 780,00 m/s e Vp = 2032,00 m/s.

Di seguito vengono ricapitolate le medie delle velocità e degli spessori:

| N. Strato | Vs [m/s] | Vp [m/s] | Spessore medio fino a 30 m. [m] |
|-----------|----------|----------|---------------------------------|
| 1 | 140,00 | 296,00 | 5,00 |
| 2 | 310,00 | 693,00 | 11,00 |
| 3 | 400,00 | 902,00 | 5,00 |
| 4 | 780,00 | 2032,00 | 9,00 |

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 17.01.2018, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m. di profondità, il substrato sismico di 800 m/s non si rinviene entro tale profondità. L'equazione 3.2.1:

$$V_{seq} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 450.01 \cdot m/s$$

Possiamo a questo punto valutare la categoria e l'effetto della risposta sismica locale in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 17.01.2018.

| | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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> |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Di seguito si riporta per completezza la Tabella 3.2.II:

| | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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>Depositati 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>Depositati 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> |

VALUTAZIONE MODULI ELASTICI DEI MEZZI ATTRAVERSATI

L'attenuazione delle onde sismiche dipende direttamente dalle caratteristiche elasto-meccaniche delle diverse parti che costituiscono il mezzo materiale che esse attraversano, i parametri che intervengono nella modificazione del segnale sismico sono:

- γ_{din} – densità geofisica;
- ρ – coefficiente di Poisson;
- E – Modulo di Young;
- G_0 – Modulo di taglio.

DENSITÀ GEOFISICA (γ_{din})

Esprime la concentrazione volumetrica di un corpo. Può essere calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità V_p . La densità geofisica è espressa dalla seguente relazione:

$\gamma_{din} = 0,51 \times V_p^{0,19} \Rightarrow$ Possiamo determinarci il suo valore per ogni sismo strato

| N. Strato | γ_{din} | V_p [m/s] |
|-----------|----------------|-------------|
| 1 | 1,5035 | 296,00 |
| 2 | 1,7673 | 693,00 |
| 3 | 1,8581 | 902,00 |
| 4 | 2,1681 | 2032,00 |

COEFFICIENTE DI POISSON (ν)

Indica la misura di cambiamento geometrico di un corpo. Può presentare un intervallo di variazione tra 0.1 e 0.5. Viene definito dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \times (V_p^2 - V_s^2)}$$

| N. Strato | V_s [m/s] | V_p [m/s] | ν Poisson |
|-----------|-------------|-------------|---------------|
| 1 | 140,00 | 296,00 | 0,355916 |
| 2 | 310,00 | 693,00 | 0,374918 |
| 3 | 400,00 | 902,00 | 0,377602 |
| 4 | 780,00 | 2032,00 | 0,413595 |

MODULO DI YOUNG (E)

Esprime la resistenza alla deformazione lineare di un corpo ad uno sforzo di trazione o di compressione.

$$E = V_p^2 \times \gamma \frac{(1+\nu) \times (1-2\nu)}{1-\nu} \quad (\text{espresso in Mpa})$$

| N. Strato | E_Young | Vp [m/s] | v_Poisson | γ_{din} |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------------|
| 1 | 0,830418 | 296,00 | 0,355916 | 1,5035 |
| 2 | 4,852905 | 693,00 | 0,374918 | 1,7673 |
| 3 | 8,511284 | 902,00 | 0,377602 | 1,8581 |
| 4 | 38,750903 | 2032,00 | 0,413595 | 2,1681 |

MODULO DI TAGLIO (G₀)

Misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una spinta tangenziale; è funzione della velocità Vs ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume.

$$G_0 = \frac{\gamma \times (V_s)^2}{g} \quad (\text{espresso in Mpa})$$

| N. Strato | Vs [m/s] | G ₀ _Taglio | γ_{din} |
|-----------|----------|------------------------|----------------|
| 1 | 140,00 | 0,30622 | 1,5035 |
| 2 | 310,00 | 1,76480 | 1,7673 |
| 3 | 400,00 | 3,08917 | 1,8581 |
| 4 | 780,00 | 13,70651 | 2,1681 |

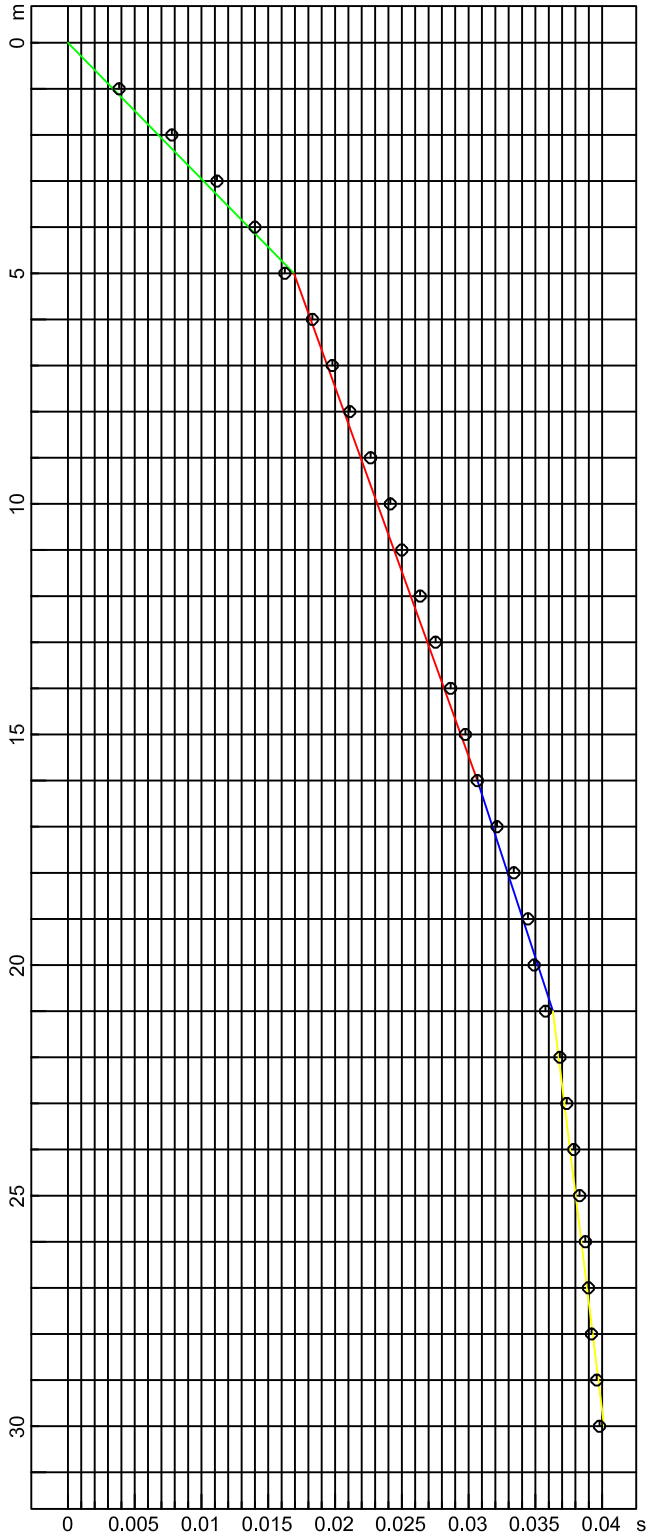


Dott. Geologo

Gianni Papaveri



Dromocrona onde P



Dromocrona onde S

