



COMUNE DI GROTTOLE
PROVINCIA DI MATERA
REGIONE BASILICATA

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO DI
 POTENZA DI PICCO P=15'146,04 kWp E CON SISTEMA DI
 ACCUMULO PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE COMPLESSIVA
 PARI A P=19'999,80 kW**

Proponente

SOLAR ENERGY TRE Srl

VIA SEBASTIAN ALTMANN n. 9 - 39100 BOLZANO

P.I. - C.F. 03004290213

solarenergytre.srl@legalmail.it

Progettazione



Coordinatore scientifico e Direttore tecnico

Prof. Geol. Alfonso Russi (Tecnovia Srl)

TECNOVIA S.r.l

PMI INNOVATIVA

Piazza Fiera, 1 - I-39100 BOLZANO BZ

Tel.: (+39) 0471.282823

e-mail: amministrazione@tecnovia.it - <http://www.tecnovia.it>

SISTEMA CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2015 e UNI EN ISO 14001:2015

Elaborazione:

Dott. Geol. Giuseppe Germani

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GROTTOLE MATINA"
 RAPPORTO SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE**

Elaborato N.

A.22

Data emissione

11/11/21

Nome file

438_21_CON_Rapporto_geognostic

N. Progetto

SOLO19a

Pagina

COVER

00

11/11/21

PRIMA EMISSIONE

REV.

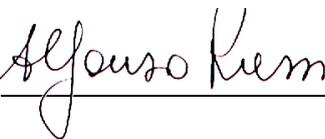
DATA

DESCRIZIONE

Gruppo di lavoro

Coordinatore Scientifico e Direttore tecnico

Prof. Geol. Alfonso Russi (Tecnovia Srl)



TECNOVIA S.r.l.

Piazza Fiera, 1 - Messeplatz, 1
I - 39100 Bolzano/Bozen - BZ

Partita IVA 01541200216

Professionisti

Dott. Geol. Giuseppe Germani



Novembre 2021

Il contenuto del presente documento comprensivo di informazioni, dati, grafici, segni distintivi, testi, conoscenze tecniche, know-how e in genere qualsiasi materiale ivi presente è di proprietà della soc. Tecnovia S.r.l. ed è protetto dalla vigente normativa in materia di diritto d'autore e di proprietà intellettuale ed industriale. Pertanto non può essere copiato, modificato, riprodotto, trasferito o comunque essere in alcun modo utilizzato, in tutto o in parte, senza il preventivo consenso scritto di Tecnovia s.r.l. fatta salva la possibilità dell'uso espressamente autorizzato.

00	11/11/2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Sommario

1.	Premessa	2
2.	METODOLOGIE DI INDAGINE UTILIZZATE.....	2
3.	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)	3
3.1	Cenni teorici	3
3.2	Strumentazione utilizzata ed acquisizione dati.....	3
3.3	Elaborazione dati e risultati.....	4
4.	INDAGINE SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW.....	5
4.1	Cenni teorici	5
4.2	Strumentazione utilizzata ed acquisizione dati.....	5
4.3	Elaborazione dati e risultati.....	6
4.4	Calcolo della $V_{s,eq}$	8

1. PREMESSA

Nella presente relazione tecnica sulle indagini sono illustrate le modalità, le metodologie di esecuzione ed i risultati delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel Comune di Grottole (MT) per il progetto di “Realizzazione di impianto FV Grottole (MT) – 20 MW SOL19a” e commissionate dalla Ditta Tecnovia S.r.l. di Bolzano (BZ), con committente del contratto principale la Ditta Nexta Project Development S.r.l.

2. METODOLOGIE DI INDAGINE UTILIZZATE

In relazione al programma d'indagine sono state eseguite le seguenti indagini in situ, la cui documentazione fotografica è illustrata in Allegato I:

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) (Allegato II);
- n. 1 indagine di sismica attiva di tipo MASW (Allegato III).

La Ditta esecutrice delle indagini geofisiche e penetrometriche è la Geoindagini S.n.c. sotto la supervisione dello scrivente.

Di seguito si riporta l'ubicazione delle prove eseguite concordata e validata con il Prof. Geol Alfonso Russi di Tecnovia S.r.l.

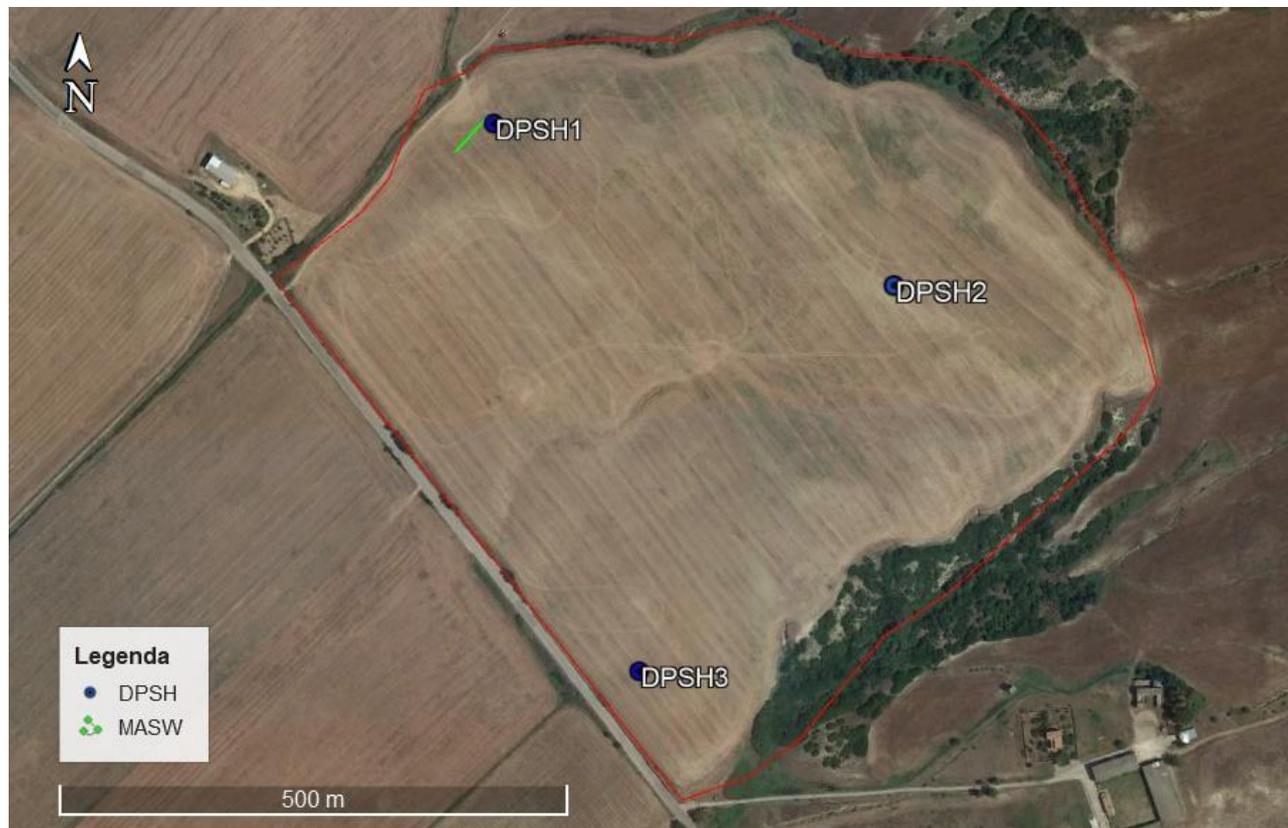


Figura 2-1. Ubicazione delle indagini eseguite, su ortofoto 2018 Google Earth.

3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

3.1 Cenni teorici

Le prove penetrometriche dinamiche (DP) si sono sviluppate in tutto il mondo a partire dagli studi di Mohr negli Stati Uniti nel 1927. La loro grande diffusione è legata principalmente alla possibilità di operare direttamente “in situ” fornendo indicazioni geotecniche in continuo. La prova penetrometrica dinamica consiste nel determinare il numero di colpi necessari ad infiggere una punta conica nel terreno per successive profondità costanti, utilizzando metodologie ed attrezzature standardizzate.

È noto, infatti, come un oggetto conico, infisso mediante battute successive, incontra durante la penetrazione una resistenza che è direttamente proporzionale a quella del mezzo attraversato. Per quanto riguarda il terreno, questa resistenza dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno stesso, allo stato naturale e, pertanto, per terreni incoerenti dipende prevalentemente dallo stato d'addensamento dei granuli, mentre per terreni coesivi dal contenuto in umidità naturale.

3.2 Strumentazione utilizzata ed acquisizione dati

Le prove DPSH sono state effettuate con un penetrometro dinamico superpesante PAGANI TG63-200 kN ed eseguita secondo le modalità ISSMFE, mediante infissione nel terreno di una punta conica, con angolo di apertura 60° e area di 20 cm², posta all'estremità di un'asta d'acciaio. Le aste sono lunghe 1,0 m e pesano 6,2 kg ciascuna. La penetrazione avviene per mezzo di un meccanismo di battitura, facendo cadere da un'altezza di 0,75 m un maglio di 63,5 kg. Come evidenziato nella tabella seguente, gli elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti: peso della massa battente (M); altezza di caduta libera (H); punta conica (diametro base cono, D, area base, A, o angolo di apertura, α); avanzamento (δ); presenza o meno del rivestimento esterno.

Tabella 3-1. Caratteristiche della strumentazione utilizzata.

DATI TECNICI PENETROMETRO DPSH TG63-200 PAGANI			
Peso della massa battente	63,5 kg	Peso delle aste per metro	6,31 kg/m
Altezza di caduta libera	0,75 m	Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Peso sistema di battuta	0,63 kg	Avanzamento punta	0,20 m
Diametro della punta conica	51 mm	Numero di colpi per punta	N(20)
Area di base della punta	20,43 cm ²	Angolo di apertura punta conica	90°
Lunghezza delle aste	1 m	Rivestimento/fanghi	Assente
Coeff. Correlazione	1,47		

3.3 Elaborazione dati e risultati

Il conteggio dei colpi necessari all'avanzamento di un tratto di asta di lunghezza stabilita (20 cm), permette di utilizzare le relazioni empiriche che forniscono la resistenza del terreno all'infissione (Rpd).

$$Rpd = M2 H / [A e (M+P)] = M2 H N / [A \delta (M+P)]$$

dove:

- Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A);
- H = altezza di caduta;
- M = massa battente;
- P = massa totale aste e sistema;
- e = δ/N = (avanzamento/numero di colpi) infissione per colpo.

Altre relazioni consentono di correlare il numero di colpi ottenuti da prove DPSH (NDPSH) a quelli di una prova penetrometrica standard (SPT) o di confrontare NDPSH con i valori di resistenza alla punta (q_c) ottenuti nelle prove penetrometriche statiche.

L'elaborazione delle prove DPSH permette di ricavare i parametri geotecnici degli orizzonti investigati impostando le correlazioni illustrate nell'Allegato II.

Per l'intervento in esame sono state eseguite **n. 3 prove DPSH**, i relativi grafici ed elaborazioni sono riportati nell'Allegato I.

Tabella 3-2. Ubicazione delle prove DPSH effettuate.

PROVA	COORDINATE (WGS84)		QUOTA (m s.l.m.)	PROFONDITA' (m dal p.c.)
	LATITUDINE	LONGITUDINE		
DPSH 1	40°40'2.99"N	16°24'15.25"E	143,0	8,4
DPSH 2	40°39'57.92"N	16°24'31.56"E	193,0	8,4
DPSH 3	40°39'45.84"N	16°24'21.58"E	139,0	8,4

NOTE: Le aste, durante l'estrazione, per le prove DPSH1 e DPSH2, sono risultate asciutte. Invece, nella prova DPSH3 sono risultate bagnate dalla quota di circa -6 m dal p.c..

4. INDAGINE SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW

4.1 Cenni teorici

Il metodo M.A.S.W (Park et al., 1999) è una tecnica di indagine che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio V_s registrate da diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Si basa sulla misura della propagazione delle onde di superficie di Rayleigh, generate da una sorgente impulsiva verticale, o di Love, generate da una sorgente di taglio.

Il metodo di indagine sismica M.A.S.W. si dice di tipo "attivo" in quanto le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta sul piano campagna. Esso consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenze compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo.

4.2 Strumentazione utilizzata ed acquisizione dati

L'acquisizione dei dati in situ è stata eseguita utilizzando la seguente strumentazione:

Tabella 4-1. Caratteristiche tecniche del "GEA 24" (PASI).

CARATTERISTICHE TECNICHE SISMOGRAFO "GEA 24" (PASI)	
	<p>Risoluzione: 24 bit</p> <p>Numero canali: da 12 a 24</p> <p>Campioni per canale: 2.000-8.000</p> <p>Campionamento: da 80 a 13.500 c/s</p> <p>Analisi del rumore ambientale pre-acquisizione</p> <p>Test geofoni automatico</p> <p>Funzioni Trigger e Pre-Trigger</p> <p>Filtri settabili 50-60Hz +Armoniche</p> <p>Alimentazione: power box esterno 12V</p> <p>Valigia in copolimeri di polypropylene</p> <p>Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C</p> <p>Interfaccia USB su pannello interno</p> <p>Connettore per cavo sismico 1-12</p> <p>Connettore per cavo sismico 13-24</p> <p>Dimensioni: 24 x 19 x 11 cm.</p>

- Sistema di acquisizione dati: è costituito da un sismografo digitale GEA 24 (prodotto dalla PASI, Italia) con risoluzione 24 bit a 24 canali.

- Sistema di ricezione: è costituito da geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile, a massa sospesa, con frequenza propria di 4.5 Hz. I trasduttori di velocità sono in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente.
- Sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 kg, battente verticalmente su una piastra metallica circolare del diametro di 25 cm posta direttamente sul piano campagna.
- Sistema trigger: consiste in circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati. In questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.
- Sistema trasferimento segnale: il trasferimento del segnale dal sistema di ricezione (geofono) al sistema di acquisizione dati (sismografo) è effettuato tramite un cavo sismico (lunghezza massima 120 m * n. 2 cavi), costituito da cavo elettrico bipolare schermato e collegato al geofono. Il segnale acquisito dai geofoni sarà trasferito al sistema di acquisizione senza nessuna perdita di informazione.

Nella fase di acquisizione i geofoni vengono allineati sul terreno lungo una traiettoria prestabilita a seconda di ciò che si vuole investigare. I geofoni vengono collegati ai cavi elettrici tramite appositi morsetti bipolari. Gli scoppi si eseguono solo all'estremità dello stendimento, ad una distanza ottimale dagli ultimi geofoni (e.g., Park et al., 2002).

Per l'intervento in esame è stata realizzata **n. 1 linea sismica di tipo M.A.S.W.**, le cui caratteristiche geometriche e di configurazione sono riportate nella seguente Tabella e tutti i risultati sono consultabili in Allegato II.

Tabella 4-2. Caratteristiche geometriche e di configurazione del profilo sismico MASW.

Linea	Passo geofonico (m)	Num. Geofoni	Lung. (m)	Sorgente (m)	Freq. Acq. (Hz)	Tempo acq. (sec)	Coordinate Geografiche	
MASW	2,00	24	46,0	±4,00	1000	1,5	Inizio linea: 40°40'3.18"N 16°24'14.99"E	Fine linea: 40°40'1.97"N 16°24'13.61"E

4.3 Elaborazione dati e risultati

Il segnale sismico, acquisito in formato SEG-2, viene elaborato attraverso l'utilizzo di specifici programmi (GEOPSY e MASW), operando attraverso le seguenti fasi:

- 1) Visualizzazione e filtraggio della registrazione;
- 2) Estrazione e visualizzazione della curva di dispersione;
- 3) Picking della curva di dispersione del modo fondamentale ed eventuali modi superiori;
- 4) Calcolo del profilo (1D) di velocità delle onde di taglio Vs con la profondità.

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica effettuata. Gli spettri bidimensionali ottenuti dalla registrazione M.A.S.W. vengono successivamente combinati in modo da ottenere uno spettro unico.

Si è proceduto ad un picking limitato alle finestre visibili che hanno permesso una ricostruzione dell'andamento della curva di dispersione. La Figura 3-1 mostra il primo modo superiore (con frequenza maggiore di 10 Hz) e sia quello del modo fondamentale (a frequenze inferiori). Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo (Figura 3-1). Dall'inversione delle curve di dispersione si ottiene il modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio visibile in Figura 3-2.

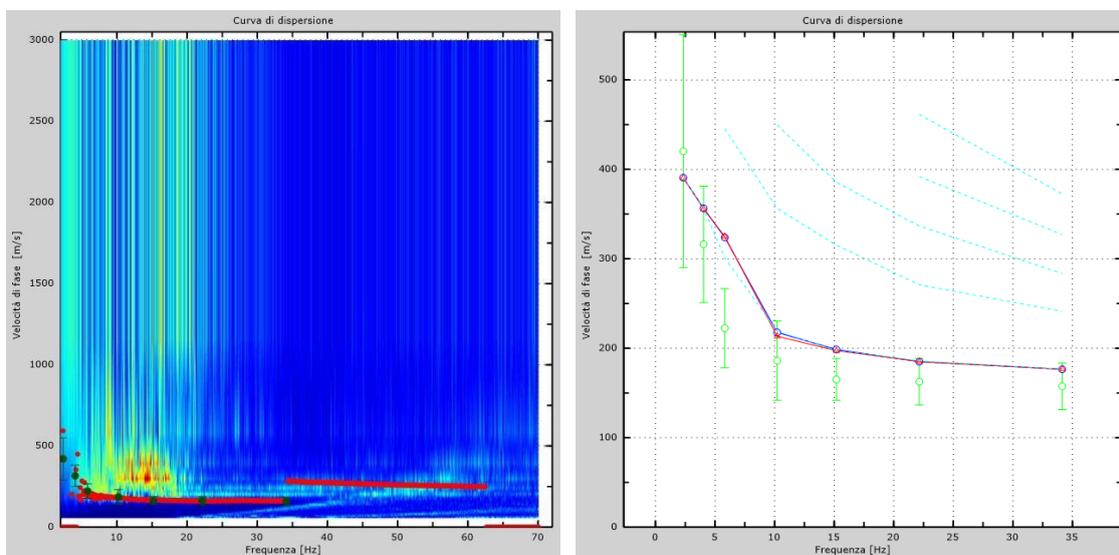
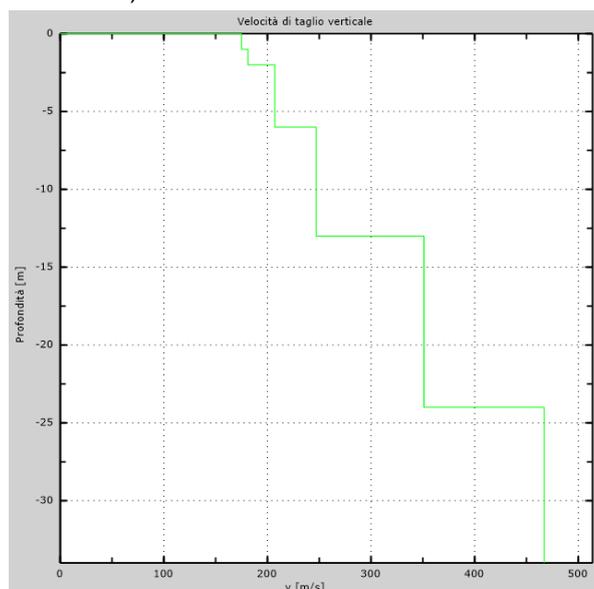


Figura 4-1. Risultati MASW. A sinistra, la curva di dispersione numerica (punti rossi). A destra, la curva di dispersione sperimentale (tratti verdi) con sovrapposizione della curva apparente del modello teorico (punti rossi e blu).



Profondità dal p.c. (m)	Velocità delle Vs (m/s)
1,00	175
2,00	181
4,00	207
6,00	207
8,00	247
13,00	247
18,00	351
24,00	351
32,00	467
--	467

Figura 4-2. Risultati MASW. Profilo di velocità delle onde Vs e rispettivi valori ottenuti per i primi 30 m di profondità.

4.4 Calcolo della Vs,eq

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato nel capitolo precedente (Tabella 3-2), è possibile classificare il sottosuolo calcolando il valore della Vs,eq tramite la seguente espressione riportata nelle NTC D.M. 17/01/2018:

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

dove h_i e $V_{S,i}$ indicano rispettivamente lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato, per un totale di N numero di strati presenti. H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiori a 800 m/s. Nel caso ci si trovi in presenza di un substrato rigido con profondità maggiori di 30 metri, può calcolata una Vs,eq a 30 metri di profondità.

Utilizzando la formula sopra riportata, per il sito di indagine si ottengono i valori nella seguente Tabella.

Tabella 4-3. Valori di Vs,eq ottenuti dall'indagine MASW.

MASW1
Dal p.c.
Vs,eq (30) = 291 m/s **

**Il calcolo del valore numerico della Vs,eq è stato ottenuto a partire dalla quota del piano campagna attuale. Si ricorda che il calcolo della Vs,eq deve essere riferito, per le fondazioni superficiali, al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali, alla testa dei pali.

Indice delle tabelle

Tabella 3-1. Caratteristiche della strumentazione utilizzata	3
Tabella 3-2. Ubicazione delle prove DPSH effettuate.....	4
Tabella 4-1. Caratteristiche tecniche del "GEA 24" (PASI).....	5
Tabella 4-2. Caratteristiche geometriche e di configurazione del profilo sismico MASW.....	6
Tabella 4-3. Valori di $V_{s,eq}$ ottenuti dall'indagine MASW.....	8

Indice delle figure

Figura 2-1. Ubicazione delle indagini eseguite, su ortofoto 2018 Google Earth	2
Figura 4-1. Risultati MASW. A sinistra, la curva di dispersione numerica (punti rossi). A destra, la curva di dispersione sperimentale (tratti verdi) con sovrapposizione della curva apparente del modello teorico (punti rossi e blu).....	7
Figura 4-2. Risultati MASW. Profilo di velocità delle onde V_s e rispettivi valori ottenuti per i primi 30 m di profondità.	7

Allegati

- I. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- II. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)
- III. INDAGINE DI SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW

ALLEGATI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 - 2: Prova penetrometrica DPSH 1



Foto 3 - 4: Prova penetrometrica DPSH 2



Foto 5 - 6: Prova penetrometrica DPSH 3



Foto 7 - 8: Indagine sismica di tipo MASW

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_r \cdot N$$

Dove:

$$\beta_r = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M peso massa battente.
- M' peso aste.
- H altezza di caduta.
- A area base punta conica.
- δ passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} resistenza dinamica punta (area A).
- e infissione media per colpo (δ/N).
- M peso massa battente (altezza caduta H).
- P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

C_S parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{Spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{Spt,k} = N_{Spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{Spt}})$$

dove $\sigma_{N_{Spt}}$ è la deviazione standard di N_{Spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione

storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977) - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981). Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con N_{spt} < 8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (C_u-N_{spt}-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cm²) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con N_c = 20 e Q_c/N_{spt} = 2.
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cm²) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata C_u (Kg/cm²), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975), per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (E_{ed}) (Kg/cm^2), valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($spt < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

438_21_CON_Report_Geognostico

PROVA ...P1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 27-10-2021

Profondita' prova 8.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	5	0.855	44.90	52.54	2.24	2.63
0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15
0.60	10	0.847	81.68	96.43	4.08	4.82
0.80	12	0.843	97.59	115.72	4.88	5.79
1.00	13	0.790	99.01	125.36	4.95	6.27
1.20	15	0.786	113.73	144.65	5.69	7.23
1.40	17	0.783	128.34	163.94	6.42	8.20
1.60	14	0.780	97.25	124.75	4.86	6.24
1.80	12	0.826	88.36	106.93	4.42	5.35
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	14	0.770	96.07	124.75	4.80	6.24
2.40	12	0.817	87.38	106.93	4.37	5.35
2.60	9	0.814	60.69	74.54	3.03	3.73
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	6	0.809	40.18	49.69	2.01	2.48
3.20	5	0.806	33.38	41.41	1.67	2.07
3.40	4	0.803	26.61	33.13	1.33	1.66
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	6	0.798	37.06	46.41	1.85	2.32
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	6	0.794	36.84	46.41	1.84	2.32
4.40	5	0.791	30.61	38.68	1.53	1.93
4.60	6	0.789	34.36	43.54	1.72	2.18
4.80	5	0.787	28.56	36.28	1.43	1.81
5.00	5	0.785	28.48	36.28	1.42	1.81
5.20	5	0.783	28.41	36.28	1.42	1.81
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	5	0.779	26.62	34.17	1.33	1.71
5.80	5	0.777	26.56	34.17	1.33	1.71
6.00	6	0.775	31.80	41.00	1.59	2.05
6.20	6	0.774	31.73	41.00	1.59	2.05
6.40	6	0.772	31.66	41.00	1.58	2.05
6.60	6	0.770	29.85	38.75	1.49	1.94
6.80	6	0.769	29.79	38.75	1.49	1.94
7.00	9	0.767	44.59	58.12	2.23	2.91
7.20	9	0.766	44.50	58.12	2.22	2.91
7.40	10	0.764	49.35	64.58	2.47	3.23

438_21_CON_Report_Geognostico

7.60	9	0.763	42.02	55.09	2.10	2.75
7.80	10	0.761	46.60	61.21	2.33	3.06
8.00	10	0.760	46.51	61.21	2.33	3.06
8.20	9	0.759	41.79	55.09	2.09	2.75
8.40	10	0.757	46.35	61.21	2.32	3.06

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	5.5	57.79	Incoerente - coesivo	0	1.9	1.91	0.04	1.47	8.09	Strato
2.8	12.17	111.61	Incoerente - coesivo	0	2.09	2.3	0.33	1.47	17.89	Strato
6.8	5.45	39.92	Incoerente - coesivo	0	1.9	1.91	0.96	1.47	8.01	Strato
8.4	9.5	59.33	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	1.5	1.47	13.97	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Strato	8.09	0.40	0.55	1.01	0.00	0.33	0.79	1.73	0.72	1.05	0.41	1.39	1.01
[2] - Strato	17.89	2.80	1.21	2.24	0.00	0.70	1.77	3.35	1.53	1.89	0.89	2.78	2.24
[3] - Strato	8.01	6.80	0.54	1.00	0.00	0.32	0.78	1.20	0.72	1.04	0.40	0.51	1.00
[4] - Strato	13.97	8.40	0.94	1.75	0.00	0.55	1.38	1.78	1.22	1.54	0.70	1.27	1.75

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Strato	8.09	0.40	37.12	--	84.31	101.13
[2] - Strato	17.89	2.80	82.08	--	184.26	178.90
[3] - Strato	8.01	6.80	36.75	--	83.49	100.13

438_21_CON_Report_Geognostico

[4] - Strato	13.97	8.40	64.09	--	144.28	139.70
--------------	-------	------	-------	----	--------	--------

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Strato	8.09	0.40	72.64	80.90
[2] - Strato	17.89	2.80	185.34	178.90
[3] - Strato	8.01	6.80	71.72	80.10
[4] - Strato	13.97	8.40	140.26	139.70

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	8.09	0.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - Strato	17.89	2.80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - Strato	8.01	6.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] - Strato	13.97	8.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Strato	8.09	0.40	Meyerhof	1.90
[2] - Strato	17.89	2.80	Meyerhof	2.09
[3] - Strato	8.01	6.80	Meyerhof	1.90
[4] - Strato	13.97	8.40	Meyerhof	2.05

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	8.09	0.40	Meyerhof	1.91
[2] - Strato	17.89	2.80	Meyerhof	2.30
[3] - Strato	8.01	6.80	Meyerhof	1.91
[4] - Strato	13.97	8.40	Meyerhof	2.25

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	8.09	0.40	35.92	69.53	100	28.62
[2] - Strato	17.89	2.80	47.27	87.66	91.08	47.97
[3] - Strato	8.01	6.80	21.21	46.16	46.8	28.42
[4] - Strato	13.97	8.40	26.3	52.9	54.27	41.11

438_21_CON_Report_Geognostico

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (1982) (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	8.09	0.40	8.09	29.31	22.31	30.27	35.49	32.93	0	<30	26.02	29.43	26.78	27.72
[2] - Strato	17.89	2.80	17.89	32.11	25.11	33.01	32.1	36.42	40.27	30-32	31.38	32.37	28.69	33.92
[3] - Strato	8.01	6.80	8.01	29.29	22.29	30.24	28.46	32.9	0	<30	25.96	29.4	23.25	27.66
[4] - Strato	13.97	8.40	13.97	30.99	23.99	31.91	28.39	35.12	35.41	30-32	29.48	31.19	23.29	31.72

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	8.09	0.40	8.09	---	64.72	96.16	---	---
[2] - Strato	17.89	2.80	17.89	301.91	143.12	211.80	314.17	164.45
[3] - Strato	8.01	6.80	8.01	---	64.08	95.22	---	---
[4] - Strato	13.97	8.40	13.97	266.79	111.76	165.55	284.77	144.85

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	8.09	0.40	8.09	---	44.08	57.44	74.08
[2] - Strato	17.89	2.80	17.89	107.34	64.21	127.02	117.79
[3] - Strato	8.01	6.80	8.01	---	43.92	56.87	73.72
[4] - Strato	13.97	8.40	13.97	83.82	56.16	99.19	100.31

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	8.09	0.40	8.09	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	17.89	2.80	17.89	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE

438_21_CON_Report_Geognostico

					ADDENSATO
[3] - Strato	8.01	6.80	8.01	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - Strato	13.97	8.40	13.97	Classificazione A.G.I	MODERATEME NTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Strato	8.09	0.40	8.09	Terzaghi-Peck 1948	1.45
[2] - Strato	17.89	2.80	17.89	Terzaghi-Peck 1948	1.57
[3] - Strato	8.01	6.80	8.01	Terzaghi-Peck 1948	1.45
[4] - Strato	13.97	8.40	13.97	Terzaghi-Peck 1948	1.53

Peso unita' di volume saturo

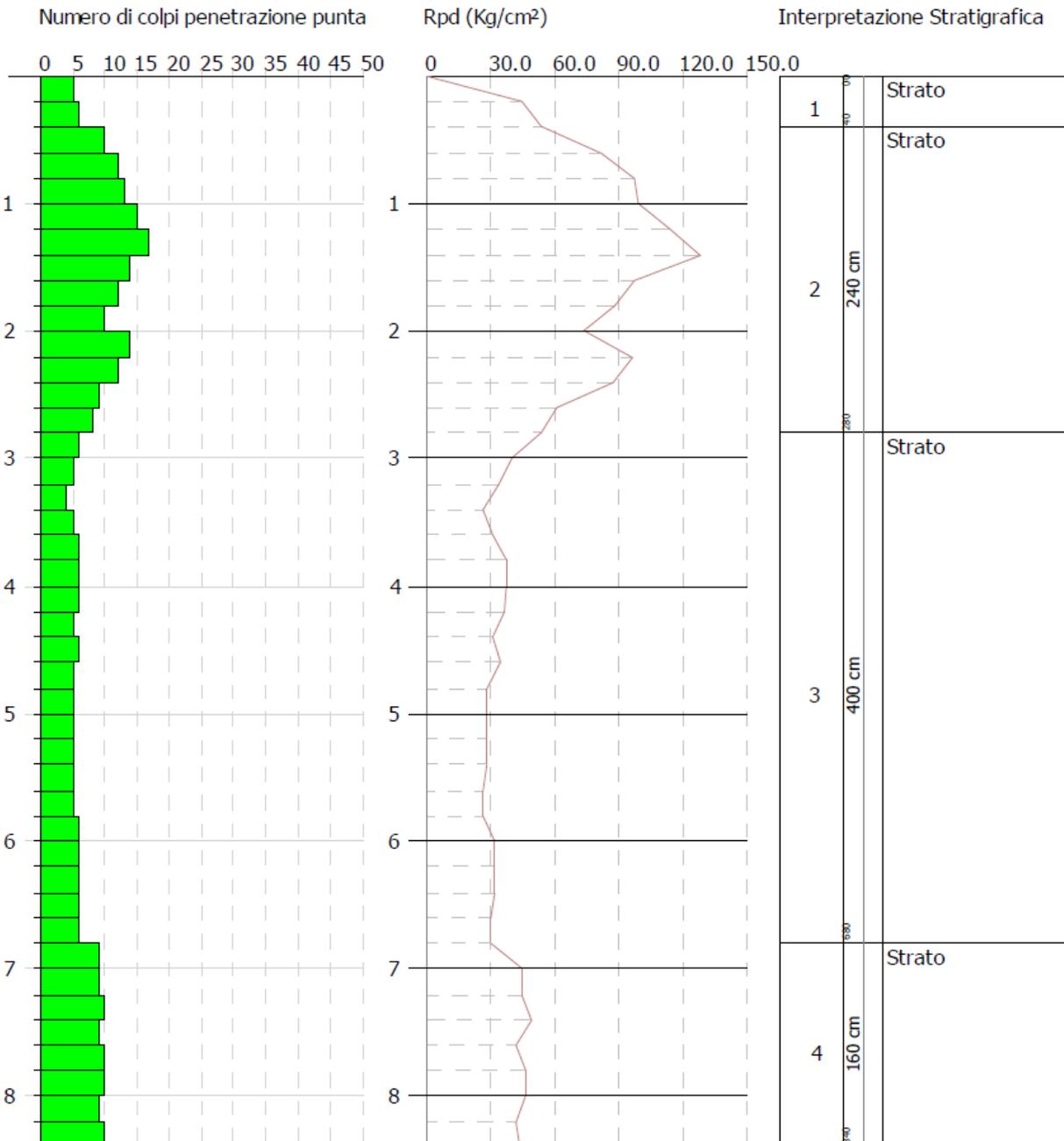
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	8.09	0.40	8.09	Terzaghi-Peck 1948	1.90
[2] - Strato	17.89	2.80	17.89	Terzaghi-Peck 1948	1.98
[3] - Strato	8.01	6.80	8.01	Terzaghi-Peck 1948	1.90
[4] - Strato	13.97	8.40	13.97	Terzaghi-Peck 1948	1.95

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Germani Giuseppe
 Descrizione: SOL 19a
 Localita': Grottole (MT)

27-10-2021

Scala 1:50



438_21_CON_Report_Geognostico

PROVA ...P2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 27-10-2021

Profondita' prova 8.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	26.94	31.52	1.35	1.58
0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15
0.60	7	0.847	57.18	67.50	2.86	3.38
0.80	8	0.843	65.06	77.15	3.25	3.86
1.00	7	0.840	56.69	67.50	2.83	3.38
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	7	0.823	51.35	62.38	2.57	3.12
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	7	0.814	47.20	57.97	2.36	2.90
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	8	0.809	53.58	66.25	2.68	3.31
3.20	9	0.806	60.08	74.54	3.00	3.73
3.40	9	0.803	59.88	74.54	2.99	3.73
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	10	0.796	61.58	77.36	3.08	3.87
4.20	11	0.794	67.54	85.09	3.38	4.25
4.40	10	0.791	61.22	77.36	3.06	3.87
4.60	9	0.789	51.55	65.31	2.58	3.27
4.80	9	0.787	51.41	65.31	2.57	3.27
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	10	0.783	56.82	72.57	2.84	3.63
5.40	11	0.781	62.35	79.83	3.12	3.99
5.60	10	0.779	53.25	68.34	2.66	3.42
5.80	11	0.777	58.43	75.18	2.92	3.76
6.00	11	0.775	58.30	75.18	2.91	3.76
6.20	11	0.774	58.16	75.18	2.91	3.76
6.40	10	0.772	52.76	68.34	2.64	3.42
6.60	10	0.770	49.75	64.58	2.49	3.23
6.80	11	0.769	54.61	71.04	2.73	3.55
7.00	10	0.767	49.54	64.58	2.48	3.23
7.20	11	0.766	54.39	71.04	2.72	3.55
7.40	11	0.764	54.28	71.04	2.71	3.55

438_21_CON_Report_Geognostico

7.60	10	0.763	46.68	61.21	2.33	3.06
7.80	11	0.761	51.26	67.33	2.56	3.37
8.00	10	0.760	46.51	61.21	2.33	3.06
8.20	10	0.759	46.43	61.21	2.32	3.06
8.40	10	0.757	46.35	61.21	2.32	3.06

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	4.5	47.28	Incoerente - coesivo	0	1.84	1.89	0.04	1.47	6.62	Strato
3.6	7.19	63.45	Incoerente - coesivo	0	1.98	2.18	0.39	1.47	10.57	Strato
8.4	10.25	70.09	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	1.2	1.47	15.07	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann (1975)	SUNDA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui (1982)	Bege mann	De Beer
[1] - Strato	6.62	0.40	0.41	0.83	0.00	0.27	0.65	1.42	0.59	0.93	0.33	1.13	0.83
[2] - Strato	10.57	3.60	0.71	1.32	0.00	0.42	1.04	1.90	0.93	1.25	0.53	1.38	1.32
[3] - Strato	15.07	8.40	1.02	1.88	0.00	0.59	1.49	2.10	1.31	1.63	0.75	1.45	1.88

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Strato	6.62	0.40	30.37	--	69.31	82.75
[2] - Strato	10.57	3.60	48.50	--	109.60	105.70
[3] - Strato	15.07	8.40	69.14	--	155.50	150.70

438_21_CON_Report_Geognostico

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Strato	6.62	0.40	55.73	66.20
[2] - Strato	10.57	3.60	101.16	105.70
[3] - Strato	15.07	8.40	152.91	150.70

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	6.62	0.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Strato	10.57	3.60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - Strato	15.07	8.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Strato	6.62	0.40	Meyerhof	1.84
[2] - Strato	10.57	3.60	Meyerhof	1.98
[3] - Strato	15.07	8.40	Meyerhof	2.07

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	6.62	0.40	Meyerhof	1.89
[2] - Strato	10.57	3.60	Meyerhof	2.18
[3] - Strato	15.07	8.40	Meyerhof	2.28

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	6.62	0.40	31.77	62.95	100	25.03
[2] - Strato	10.57	3.60	34.29	65.38	67.6	34.23
[3] - Strato	15.07	8.40	30.65	59.08	59.62	43.14

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPE)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki

438_21_CON_Report_Geognostico

											CIFIC ATIO N)			
[1] - Strato	6.62	0.40	6.62	28.89	21.89	29.85	35.23	32.34	0	<30	24.96	28.99	26.03	26.51
[2] - Strato	10.57	3.60	10.57	30.02	23.02	30.96	30.86	33.89	37.15	<30	27.59	30.17	26.46	29.54
[3] - Strato	15.07	8.40	15.07	31.31	24.31	32.22	28.99	35.49	36.27	30-32	30.03	31.52	24.71	32.36

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	6.62	0.40	6.62	---	52.96	---	---	---
[2] - Strato	10.57	3.60	10.57	232.06	84.56	125.43	259.27	127.85
[3] - Strato	15.07	8.40	15.07	277.09	120.56	178.53	293.02	150.35

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	6.62	0.40	6.62	---	41.06	47.00	67.53
[2] - Strato	10.57	3.60	10.57	63.42	49.18	75.05	85.14
[3] - Strato	15.07	8.40	15.07	90.42	58.42	107.00	105.21

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	6.62	0.40	6.62	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	10.57	3.60	10.57	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	15.07	8.40	15.07	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Strato	6.62	0.40	6.62	Terzaghi-Peck 1948	1.43
[2] - Strato	10.57	3.60	10.57	Terzaghi-Peck 1948	1.48
[3] - Strato	15.07	8.40	15.07	Terzaghi-Peck 1948	1.54

438_21_CON_Report_Geognostico

Peso unita' di volume saturo

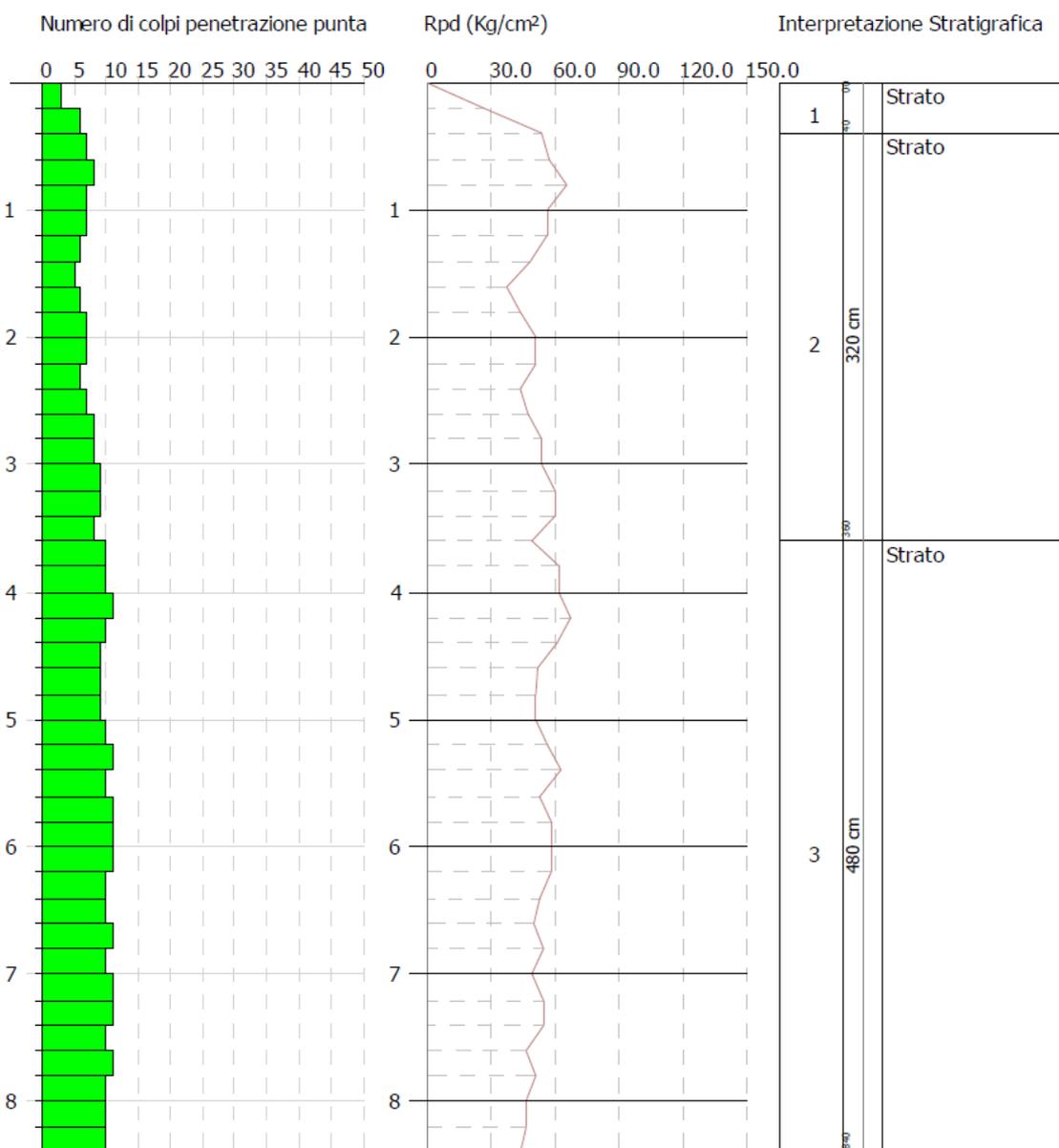
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	6.62	0.40	6.62	Terzaghi-Peck 1948	1.89
[2] - Strato	10.57	3.60	10.57	Terzaghi-Peck 1948	1.92
[3] - Strato	15.07	8.40	15.07	Terzaghi-Peck 1948	1.96

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Germani Giuseppe
 Descrizione: SOL 19a
 Località: Grottole (MT)

27-10-2021

Scala 1:50



438_21_CON_Report_Geognostico

PROVA ...P3

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 27-10-2021

Profondita' prova 8.40 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	5	0.851	44.70	52.54	2.23	2.63
0.60	8	0.847	65.34	77.15	3.27	3.86
0.80	11	0.843	89.46	106.08	4.47	5.30
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	10	0.836	80.64	96.43	4.03	4.82
1.40	10	0.833	80.32	96.43	4.02	4.82
1.60	6	0.830	44.35	53.47	2.22	2.67
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	5	0.823	36.68	44.55	1.83	2.23
2.20	4	0.820	29.23	35.64	1.46	1.78
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	3	0.809	20.09	24.85	1.00	1.24
3.20	4	0.806	26.70	33.13	1.34	1.66
3.40	6	0.803	39.92	49.69	2.00	2.48
3.60	7	0.801	43.37	54.15	2.17	2.71
3.80	7	0.798	43.23	54.15	2.16	2.71
4.00	7	0.796	43.10	54.15	2.16	2.71
4.20	7	0.794	42.98	54.15	2.15	2.71
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	7	0.789	40.09	50.80	2.00	2.54
4.80	6	0.787	34.27	43.54	1.71	2.18
5.00	6	0.785	34.18	43.54	1.71	2.18
5.20	6	0.783	34.09	43.54	1.70	2.18
5.40	7	0.781	39.68	50.80	1.98	2.54
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	7	0.777	37.18	47.84	1.86	2.39
6.00	8	0.775	42.40	54.67	2.12	2.73
6.20	7	0.774	37.01	47.84	1.85	2.39
6.40	7	0.772	36.93	47.84	1.85	2.39
6.60	7	0.770	34.82	45.20	1.74	2.26
6.80	7	0.769	34.75	45.20	1.74	2.26
7.00	7	0.767	34.68	45.20	1.73	2.26
7.20	7	0.766	34.61	45.20	1.73	2.26
7.40	8	0.764	39.48	51.66	1.97	2.58

438_21_CON_Report_Geognostico

7.60	7	0.763	32.68	42.85	1.63	2.14
7.80	8	0.761	37.28	48.97	1.86	2.45
8.00	7	0.760	32.56	42.85	1.63	2.14
8.20	8	0.759	37.14	48.97	1.86	2.45
8.40	8	0.757	37.08	48.97	1.85	2.45

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	3.5	36.78	Incoerente - coesivo	0	1.77	1.88	0.04	1.47	5.14	Strato
1.4	9.8	94.51	Incoerente - coesivo	0	2.06	2.27	0.17	1.47	14.41	Strato
3.2	4.11	35.72	Incoerente - coesivo	0	1.81	1.89	0.44	1.47	6.04	Strato
8.4	7.04	48.61	Incoerente - coesivo	0	1.98	2.18	1.12	1.47	10.35	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Bensi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Strato	5.14	0.40	0.32	0.64	0.00	0.21	0.50	1.10	0.46	0.82	0.26	0.87	0.64
[2] - Strato	14.41	1.40	0.97	1.80	0.00	0.57	1.42	2.84	1.25	1.57	0.72	2.37	1.80
[3] - Strato	6.04	3.20	0.38	0.76	0.00	0.25	0.59	1.07	0.54	0.89	0.30	0.67	0.76
[4] - Strato	10.35	8.40	0.70	1.29	0.00	0.41	1.02	1.46	0.92	1.23	0.52	0.66	1.29

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Strato	5.14	0.40	23.58	77.10	54.22	64.25
[2] - Strato	14.41	1.40	66.11	--	148.77	144.10
[3] - Strato	6.04	3.20	27.71	--	63.40	75.50

[4] - Strato	10.35	8.40	47.49	--	107.36	103.50
--------------	-------	------	-------	----	--------	--------

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Strato	5.14	0.40	38.71	51.40
[2] - Strato	14.41	1.40	145.32	144.10
[3] - Strato	6.04	3.20	49.06	60.40
[4] - Strato	10.35	8.40	98.63	103.50

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	5.14	0.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Strato	14.41	1.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - Strato	6.04	3.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[4] - Strato	10.35	8.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Strato	5.14	0.40	Meyerhof	1.77
[2] - Strato	14.41	1.40	Meyerhof	2.06
[3] - Strato	6.04	3.20	Meyerhof	1.81
[4] - Strato	10.35	8.40	Meyerhof	1.98

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	5.14	0.40	Meyerhof	1.88
[2] - Strato	14.41	1.40	Meyerhof	2.27
[3] - Strato	6.04	3.20	Meyerhof	1.89
[4] - Strato	10.35	8.40	Meyerhof	2.18

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	5.14	0.40	26.79	55.52	89.83	21.21
[2] - Strato	14.41	1.40	45.56	85.28	96.9	41.93
[3] - Strato	6.04	3.20	22.53	48.34	50.14	23.55
[4] - Strato	10.35	8.40	24.26	50.11	50.81	33.76

438_21_CON_Report_Geognostico

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (1982) (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	5.14	0.40	5.14	28.47	21.47	29.44	34.91	31.73	0	<30	23.78	28.54	25.07	25.14
[2] - Strato	14.41	1.40	14.41	31.12	24.12	32.03	33.12	35.27	39.94	30-32	29.7	31.32	28.45	31.98
[3] - Strato	6.04	3.20	6.04	28.73	21.73	29.69	29.7	32.1	0	<30	24.52	28.81	24.15	25.99
[4] - Strato	10.35	8.40	10.35	29.96	22.96	30.9	28.54	33.8	35.02	<30	27.46	30.1	23.61	29.39

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri (1970) (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	5.14	0.40	5.14	---	41.12	---	---	---
[2] - Strato	14.41	1.40	14.41	270.96	115.28	170.74	288.08	147.05
[3] - Strato	6.04	3.20	6.04	---	48.32	---	---	---
[4] - Strato	10.35	8.40	10.35	229.64	82.80	122.83	257.62	126.75

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	5.14	0.40	5.14	---	38.02	36.49	60.92
[2] - Strato	14.41	1.40	14.41	86.46	57.06	102.31	102.27
[3] - Strato	6.04	3.20	6.04	---	39.87	42.88	64.94
[4] - Strato	10.35	8.40	10.35	62.10	48.72	73.49	84.16

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	5.14	0.40	5.14	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	14.41	1.40	14.41	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE

438_21_CON_Report_Geognostico

					ADDENSATO
[3] - Strato	6.04	3.20	6.04	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - Strato	10.35	8.40	10.35	Classificazione A.G.I	MODERATEME NTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Strato	5.14	0.40	5.14	Terzaghi-Peck 1948	1.41
[2] - Strato	14.41	1.40	14.41	Terzaghi-Peck 1948	1.53
[3] - Strato	6.04	3.20	6.04	Terzaghi-Peck 1948	1.43
[4] - Strato	10.35	8.40	10.35	Terzaghi-Peck 1948	1.48

Peso unita' di volume saturo

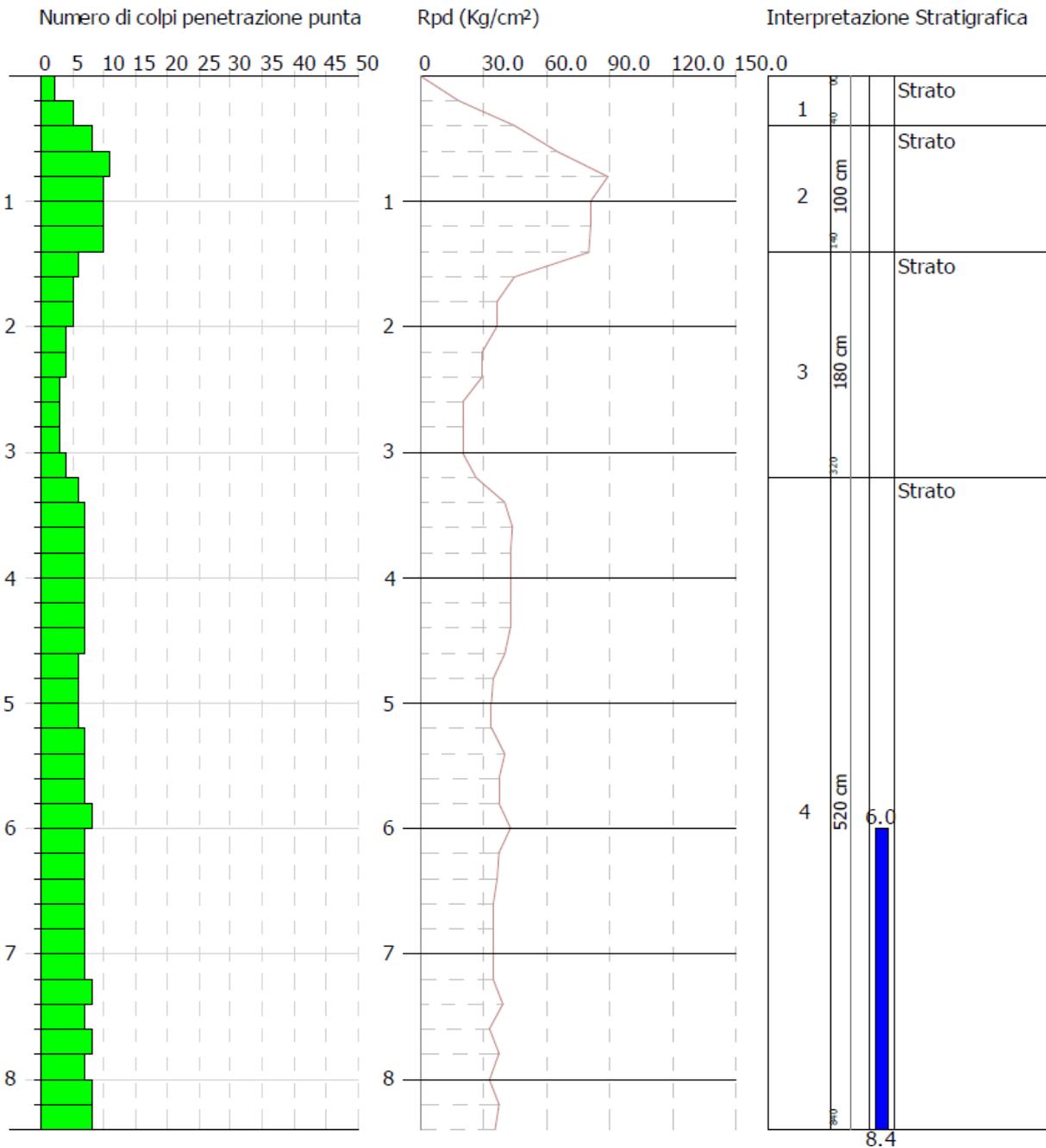
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	5.14	0.40	5.14	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[2] - Strato	14.41	1.40	14.41	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[3] - Strato	6.04	3.20	6.04	Terzaghi-Peck 1948	1.89
[4] - Strato	10.35	8.40	10.35	Terzaghi-Peck 1948	1.92

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Germani Giuseppe
 Descrizione: SOL 19a
 Localita': Grottole (MT)

27-10-2021

Scala 1:50



INDAGINE SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW

INTRODUZIONE

Le prove geofisiche oggetto del presente rapporto hanno riguardato la valutazione della velocità di propagazione delle onde sismiche longitudinali e trasversali dei terreni interessati dal progetto.

Tale valutazione è effettuata sulla base del “D.M. del 17 Gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”.

Per il caso oggetto di studio è stata realizzata una prova sismica attiva del tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e una prova sismica passiva REMI che combinate hanno permesso di meglio caratterizzare dal punto di vista geofisico i terreni oggetto del presente studio, entrambe le metodologie di indagine si basano sulla misurazione e sull’analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato.

PROVA SISMICA MULTICANALE MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

I metodi MASW e REMI sono delle tecniche di indagine non invasive che consentono la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s . La metodologia MASW è una prova sismica di tipo “attivo”, difatti per la registrazione del segnale da elaborare vi è bisogno di energizzare il terreno. Il metodo si basa 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. La metodologia REMI, è una tecnica di sismica “passiva” si basa cioè sulla misura dei rumori ambientali che caratterizzano il sito in oggetto.

Per la determinazione delle V_s nella presente campagna di indagini si è scelto di adottare un’analisi congiunta tra la metodologia MASW e quella REMI, tutto ciò al fine di poter meglio caratterizzare l’intero range di frequenze ottenuto in termini di curva sperimentale.

Difatti con la tecnica della sismica attiva si possono ottenere buoni risultati in termini di acquisizione dati, fino a frequenze che si aggirano intorno ai 10-15 Hz riuscendo a “fittare” con un certo grado di precisione la curva sperimentale registrata, mentre con la tecnica di acquisizione passiva si riesce a interpolare la curva sperimentale in quel range di frequenze dove la tecnica MASW denuncia a volte, in certe situazioni stratigrafiche, alcune carenze cioè in quell’intervallo di frequenze comprese tra i 10-15 Hz fino ai 2 Hz.

Strumentazione e configurazione geometrica utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale PASI modello GEA 24, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Numero di canali	24 can.+trigger (can. AUX) - 2 unità serializzabili per un tot. di 48 can.
Conversione Dati	Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali (compatibile con geofoni analogici a qualsiasi frequenza di risonanza)
Intervallo Campionamento	Acquisizioni "a pacchetto": - fino a 125 microsec (8000sps) con 24 can. - fino a 31.25 microsec (32000sps) con 6 can. Acquisizione continua: - fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can. - fino a 500 microsec (2000sps) con 3 can.
Lunghezza Acquisizione	27500 campioni @ 24 can. (+aux) 174500 campioni @ 3 can. (+aux) Numero di campioni illimitato per acquisizioni continue
Guadagno Preamp.	0/52 dB, selezionabile via software
Stacking	Numero di stacking illimitato
Impedenza di ingresso	2M Ω // 22nF
Range Dinamico	144dB (sistema); >117db (istantaneo, misurato @1ksps)
Distorsione	0.007% @16kHz
Largh.Banda -3dB Largh.Banda +/- 0.1dB	6.8kHz@32ksps - 0.21 kHz@1ksps 3.5 kHz@32ksps - 0.11 kHz@1ksps
Filtri	Passa Basso:125-200-500-1000Hz Passa Alto: 10-20-30-40-50-70-100-150-200-300-400Hz
Filtri "Notch"	50-60Hz + armoniche
Visualizzazione Tracce	Wiggle-trace (formato oscilloscopio) / area variabile
Noise-monitor	Tutti i canali + trigger; display in tempo reale
Canale AUX (ausiliario)	1x (per il trigger o qualsiasi altro segnale in ingresso)
Interfaccia comunicazione	1x USB 2.0 per PC esterno (di fornitura Cliente)
Formato Dati	SEG2 (altri formati su richiesta)
Alimentazione	5VDC da USB, 0.25A
Temp.operativa/stoccaggio	-30°C to +80°C
Umidità	80% umidità relativa, non condensante

La configurazione spaziale in sito è equivalente ad una base sismica con le seguenti geometrie

- 12 geofoni con interspazio (Gx) di 2.5 metri;
- n. x energizzazioni ad offset (Dx) 5 m;
- passo di campionatura pari a 500 Hz;
- lunghezza delle tracce sismiche pari a 4.096 sec.

Elaborazione dati

L'analisi 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 (Hz);

438_21_CON_Report_Geognostico

- 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, alcuni dei parametri degli strati che costituiscono il modello del suolo;
- 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.

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori	24
Distanza tra i sensori	2m
Numero di campioni temporali.....	5118
Passo temporale di acquisizione	1ms
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.....	5117ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)	

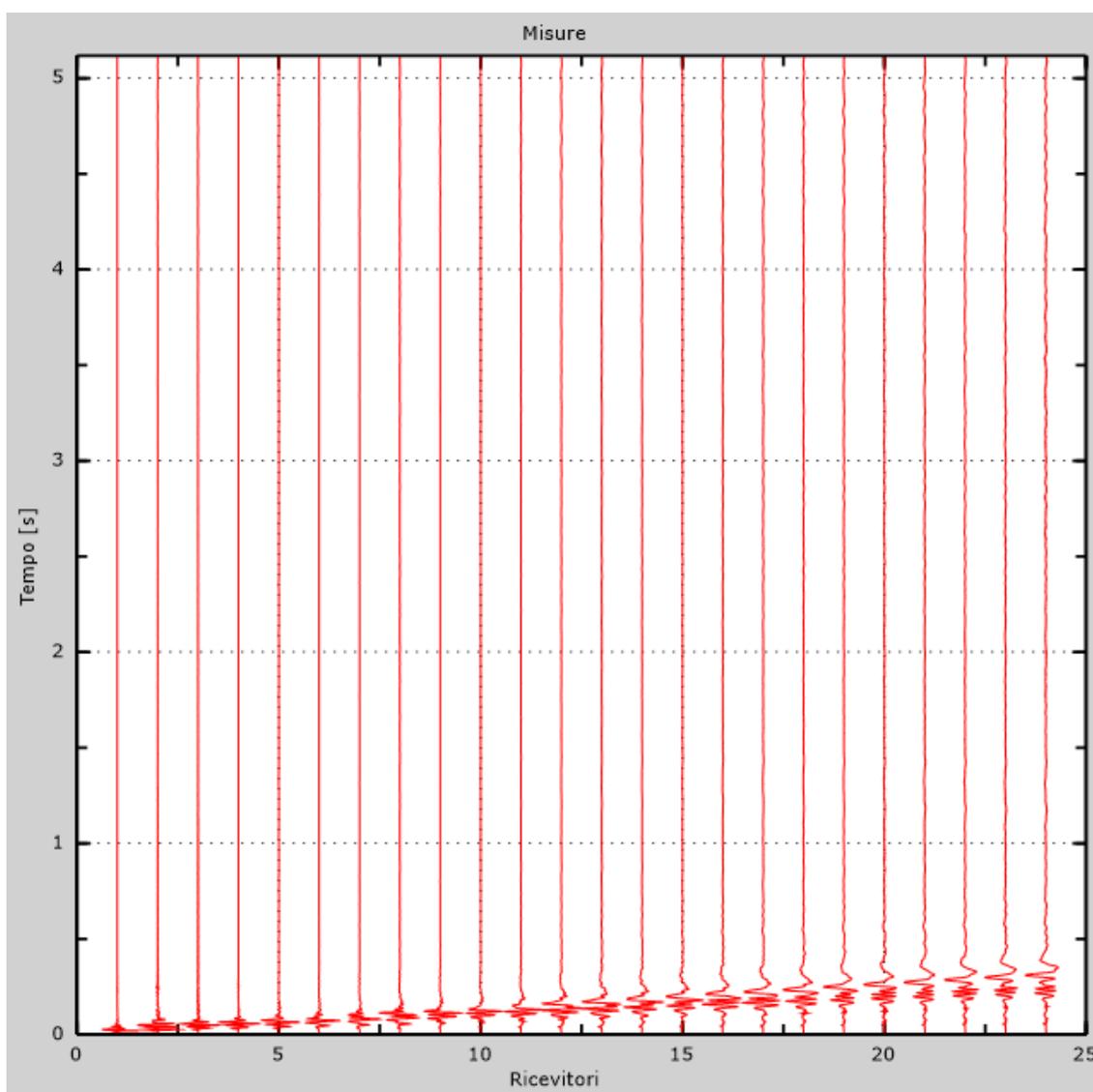


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale70Hz

Frequenza iniziale.....2Hz

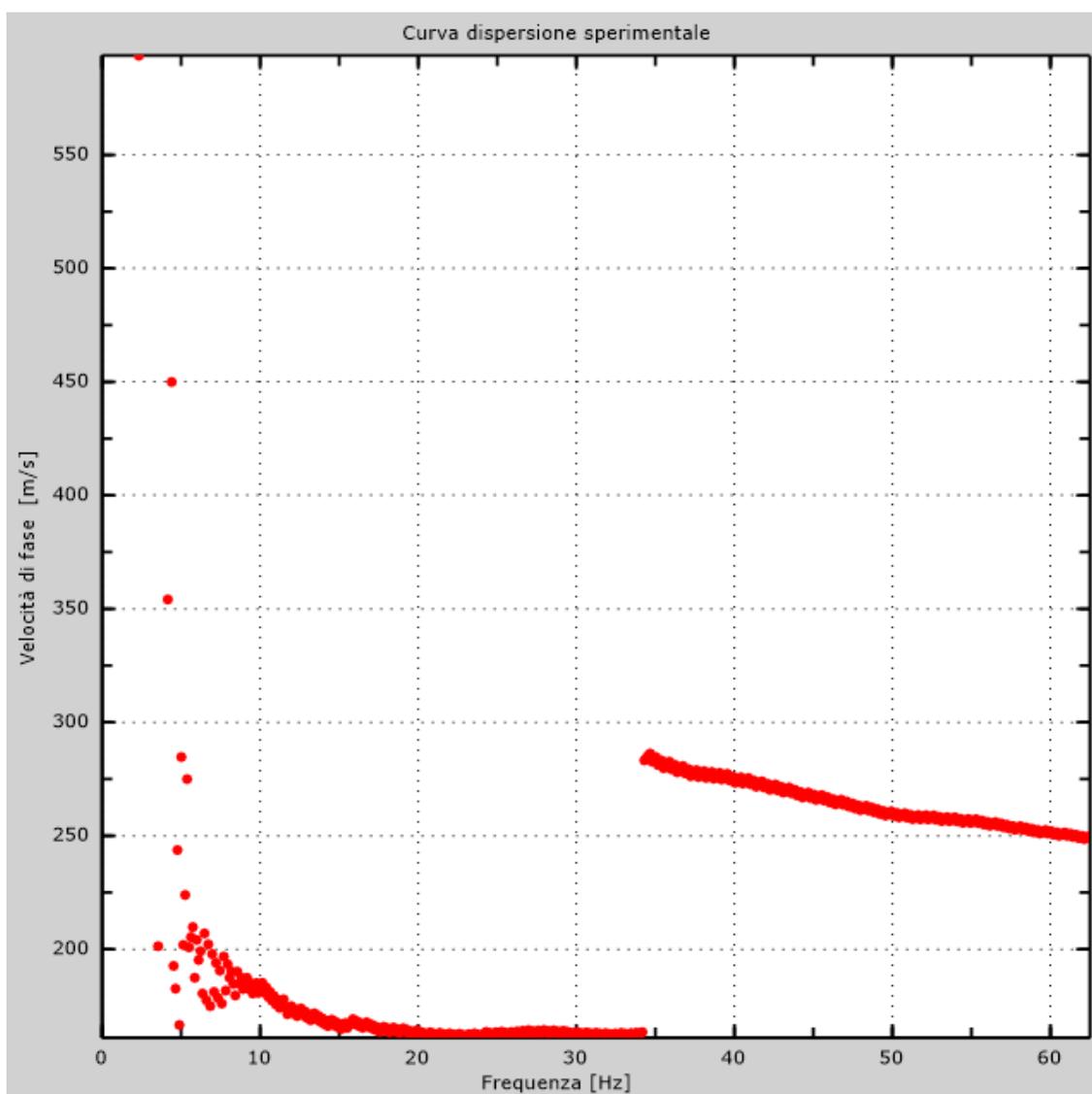


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Numero di ricevitori	24
Numero di campioni temporali.....	3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione	4ms
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	119996ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)	

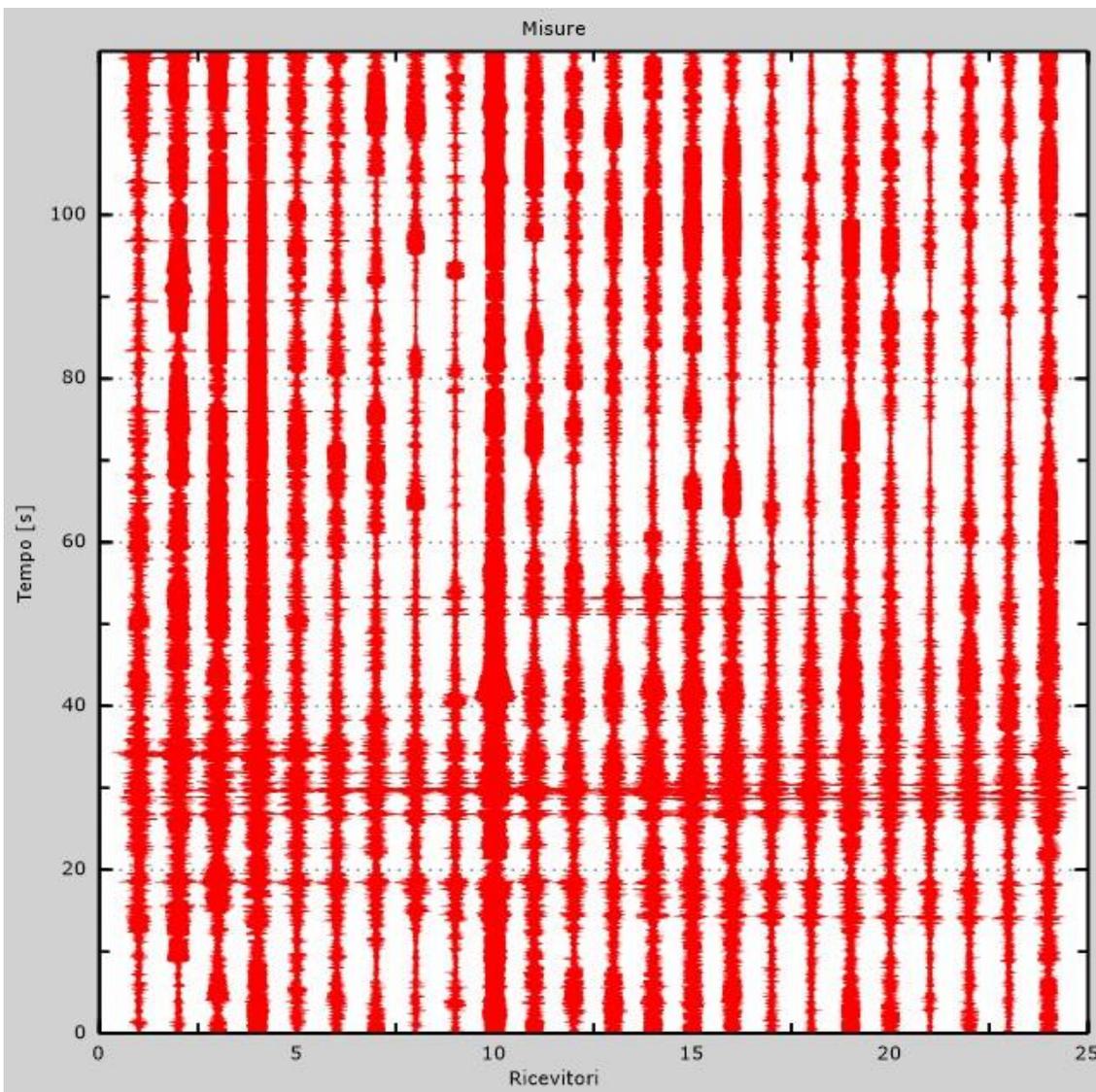


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.33493	420.352	290.203	550.502
4.03886	316.232	251.158	381.307
5.8138	222.525	178.274	266.776
10.2156	186.083	141.832	230.334
15.1854	165.259	141.832	188.686
22.1432	162.656	136.626	188.686
34.1417	157.45	131.42	183.48

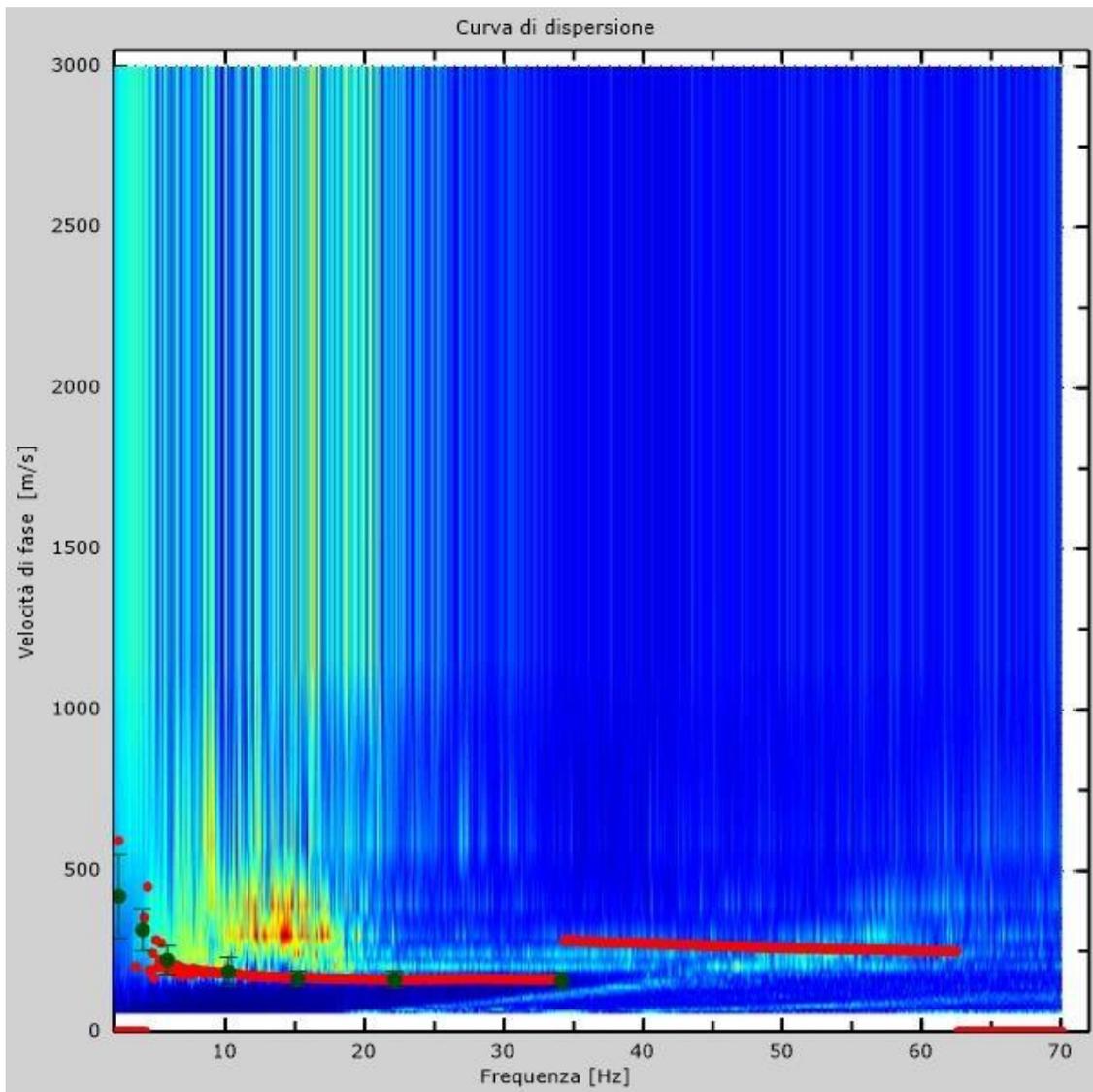


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio).....	9
Spaziatura ricevitori	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi	10

Strato 1

h [m].....	1
z [m].....	-1
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	175
Vp [m/s]	327
Vs min [m/s]	87
Vs max [m/s]	350
Vs fin.[m/s]	175

Strato 2

h [m].....	1
z [m].....	-2
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	181
Vp [m/s]	339
Vs min [m/s]	90
Vs max [m/s]	361
Vs fin.[m/s]	181

Strato 3

h [m].....	2
z [m].....	-4
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	207
Vp [m/s]	387
Vs min [m/s]	103
Vs max [m/s]	414
Vs fin.[m/s]	207

Strato 4

h [m].....	2
z [m].....	-6
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	207

Vp [m/s]	387
Vs min [m/s]	103
Vs max [m/s]	414
Vs fin.[m/s]	207

Strato 5

h [m].....	2
z [m].....	-8
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	247
Vp [m/s]	462
Vs min [m/s]	124
Vs max [m/s]	495
Vs fin.[m/s]	247

Strato 6

h [m].....	5
z [m].....	-13
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	247
Vp [m/s]	462
Vs min [m/s]	124
Vs max [m/s]	495
Vs fin.[m/s]	247

Strato 7

h [m].....	5
z [m].....	-18
Densità [kg/m ³]	1950
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	351
Vp [m/s]	657
Vs min [m/s]	176
Vs max [m/s]	703
Vs fin.[m/s]	351

Strato 8

h [m].....	6
z [m].....	-24
Densità [kg/m ³]	1950
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	351
Vp [m/s]	657
Vs min [m/s]	176
Vs max [m/s]	703
Vs fin.[m/s]	351

Strato 9

h [m].....	0
z [m].....	-00
Densità [kg/m ³]	2000
Poisson.....	0.3
Vs [m/s].....	467
Vp [m/s]	874
Vs min [m/s].....	234
Vs max [m/s].....	934
Vs fin.[m/s].....	467

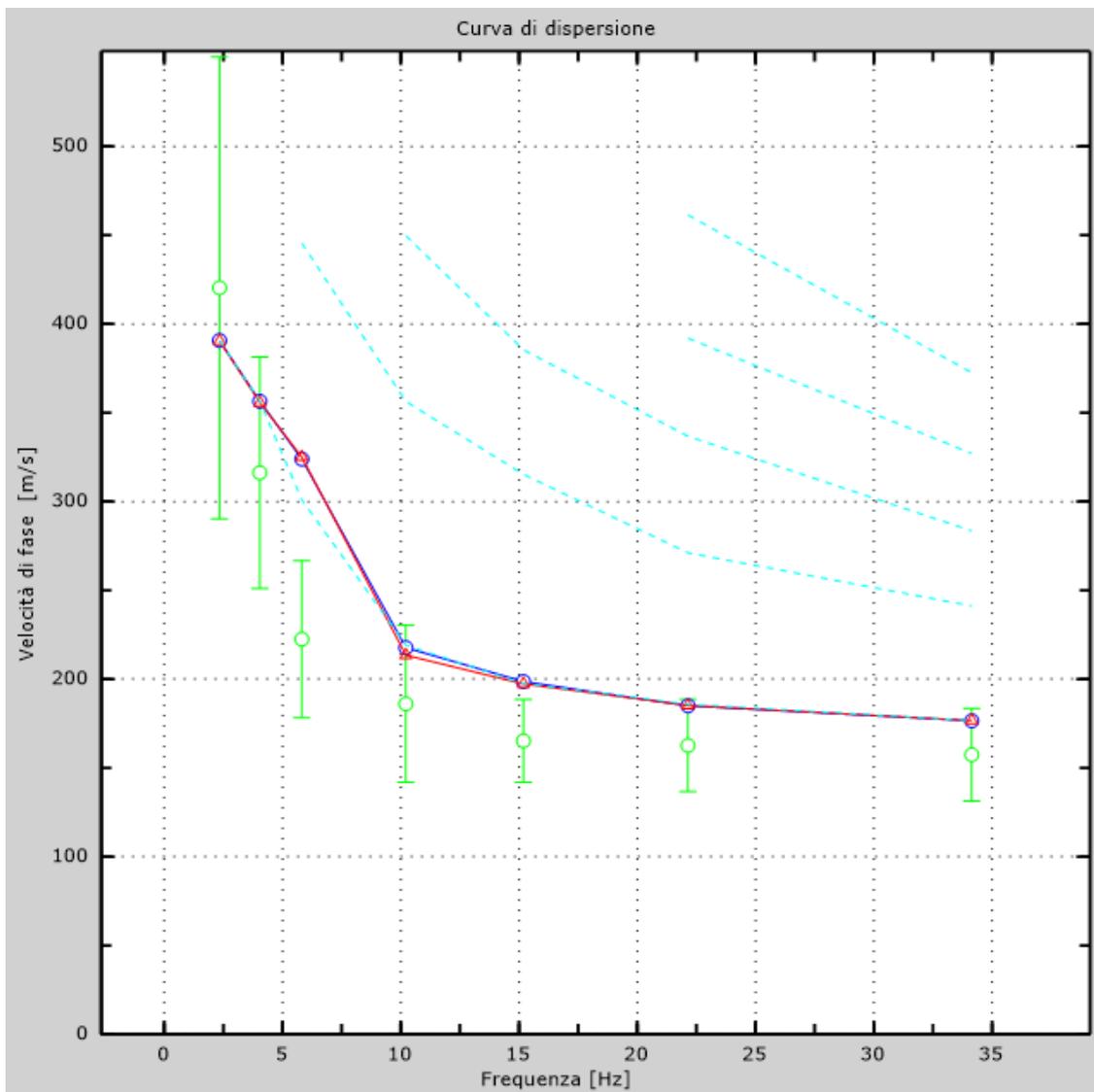


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

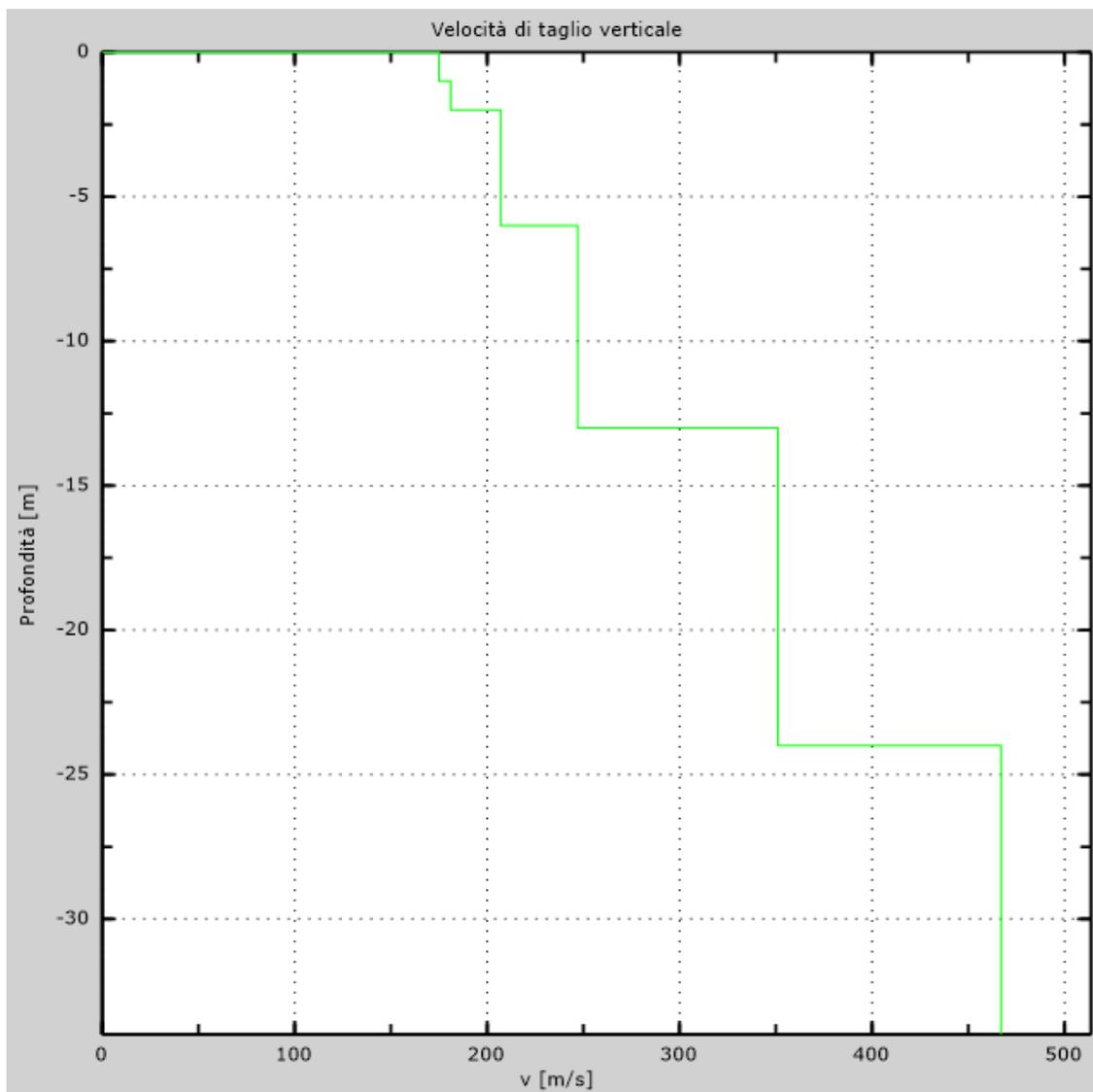


Figura 6: Profilo Vs numerico

6 - Risultati finali

Piano di riferimento z=0 [m]	0
Vs,eq [m/s].....	291