

**SOGGETTO PROPONENTE:**



SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111 S.R.L.  
P.zza Cavour n.1. 20121 Milano (MI)

**COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA (BA)**

**Località MASSERIA PELLICCIARI**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 35,09 MW  
DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV\_Pellicciari**

## PROGETTO DEFINITIVO

PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE di cui all'art.12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010  
PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MiTE ai sensi dell'art. 31, c.6 del DL 77/21  
PROGETTAZIONE AGRIVOLTAICA ai sensi dell'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1  
e delle LINEE GUIDA IMPIANTI AGRIVOLTAICI pubblicate dal MiTE il 06/06/2022

Serie relazione geologica e relazione geotecnica

codice interno

rev

**GTP 001**

Relazione sulle indagini sismiche e penetrometriche

denominazione elaborato

2L7CDF0\_RelazioneGeologica\_02.pdf

2L7CDF0\_RelazioneGeotecnica\_02.pdf

### PROGETTAZIONE DELLE OPERE:

firma / timbro progettista

#### **Coordinamento Generale e delle Prestazioni Specialistiche:**



**Arch. Andrea Giuffrida**

Via Cannolaro, 33 - 89047 Roccella Ionica (RC)  
Via Gandino, 21 - 00167 Roma (RM)

#### **Geologia e Studi Idrologici**

Studio Geologico Tecnico

**dott. Rocco Marco Carlucci**

via P. D'Ercole, 5 - 70038 Terizzi (BA)

#### **Indagini**

**Geosolution s.r.l.**

**dott. Vincenzo Dottorini**

Via san Francesco - Parco Valentino C/3 - 74011 Castellaneta (TA)

firma / timbro committente

02						COD. DOCUMENTO C477_GTP_001 FOGLIO DI
01						
00	07/2022	prima emissione	AB	AG	AG	
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	MISURA DI MICROTREMORI A STAZIONE SINGOLA - HVSR .....	7
3	PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA CON METODOLOGIA MASW .....	12
3.1	METODOLOGIA DI INDAGINE .....	12
3.2	INTERPRETAZIONE DEI DATI ACQUISITI .....	15
4	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	20
4.1.1	PROVA N.1 .....	28
4.1.2	PROVA N.2 .....	35
4.1.3	PROVA N.3 .....	42
4.1.4	PROVA N.4 .....	49

## 1 PREMESSA

Le indagini geognostiche eseguite nel presente lavoro sono state commissionate dal Geol. Marco Carlucci residente nel comune di Terlizzi nell'ambito dei lavori per la *"Realizzazione di un impianto agrivoltaico collegato alla RTN di Terna S.p.A ubicato nel territorio comunale di Gravina in Puglia (BA) Loc. Pellicciari con potenza di picco pari a circa 41 MWp - potenza di immissione in rete 35 MW"*.

La campagna d'indagini, eseguita in data 31/05/2022 e in data 04/07/2022, ha visto la realizzazione di:

- n° 1 misura di microtremori a stazione singola HVSR;
- n° 1 indagine MASW;
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche DPM

Di seguito si riportano le foto aeree con l'ubicazione delle indagini sia panoramica che in particolare.

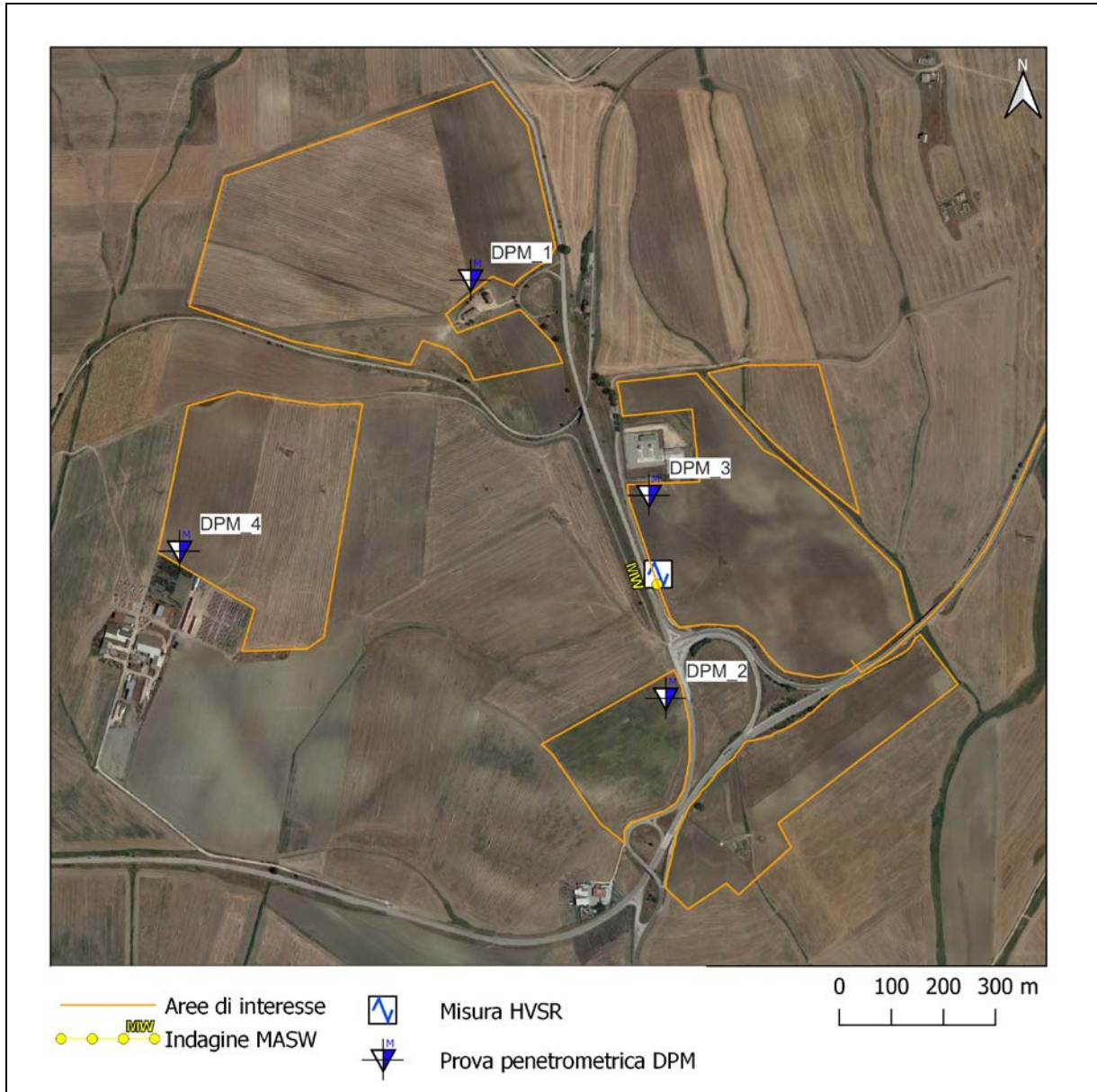


Fig.1 - Ubicazione indagini MASW e HVSR (panoramica)

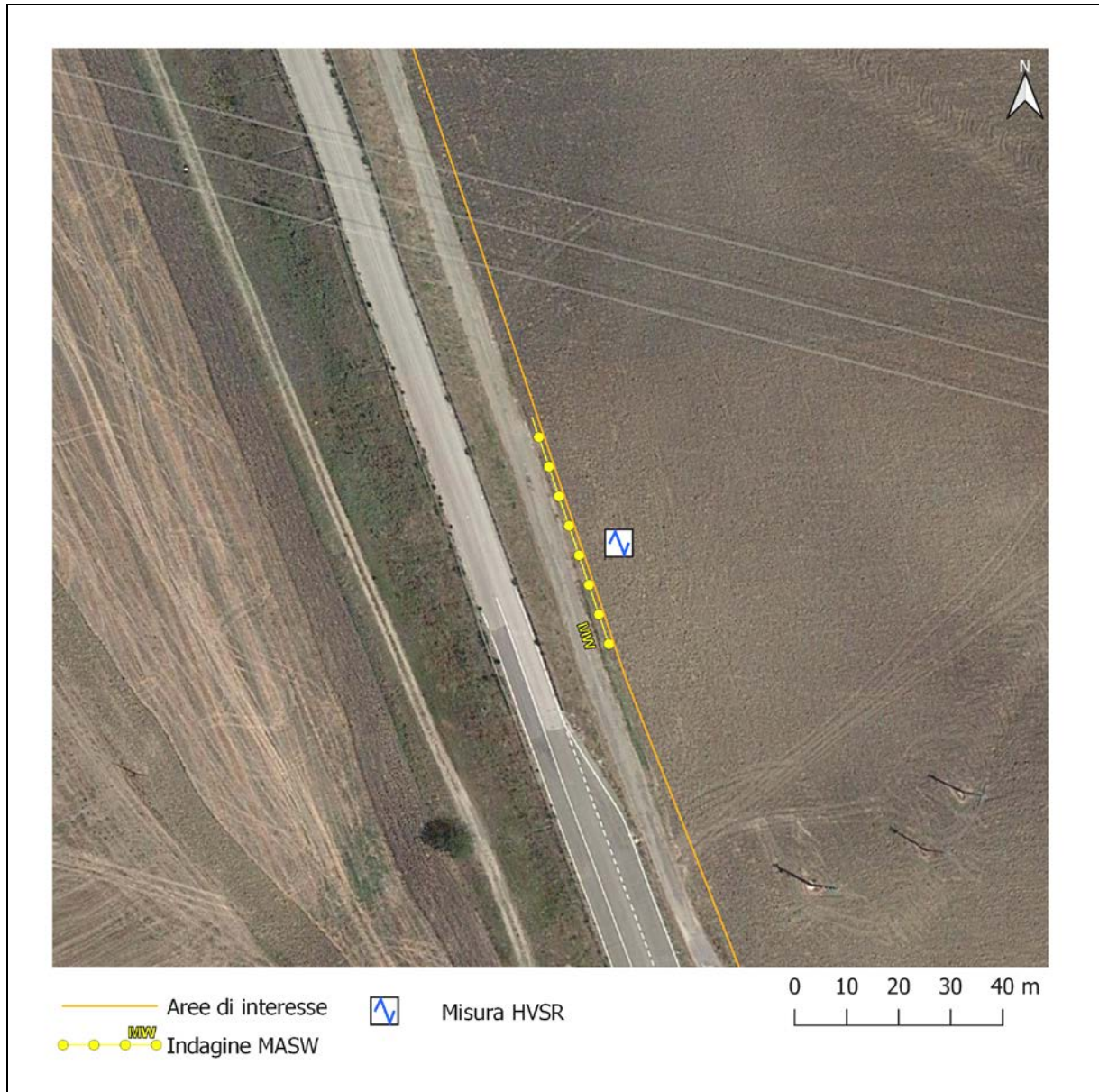


Fig.2 - Ubicazione indagini MASW e HVSR (Particolare)

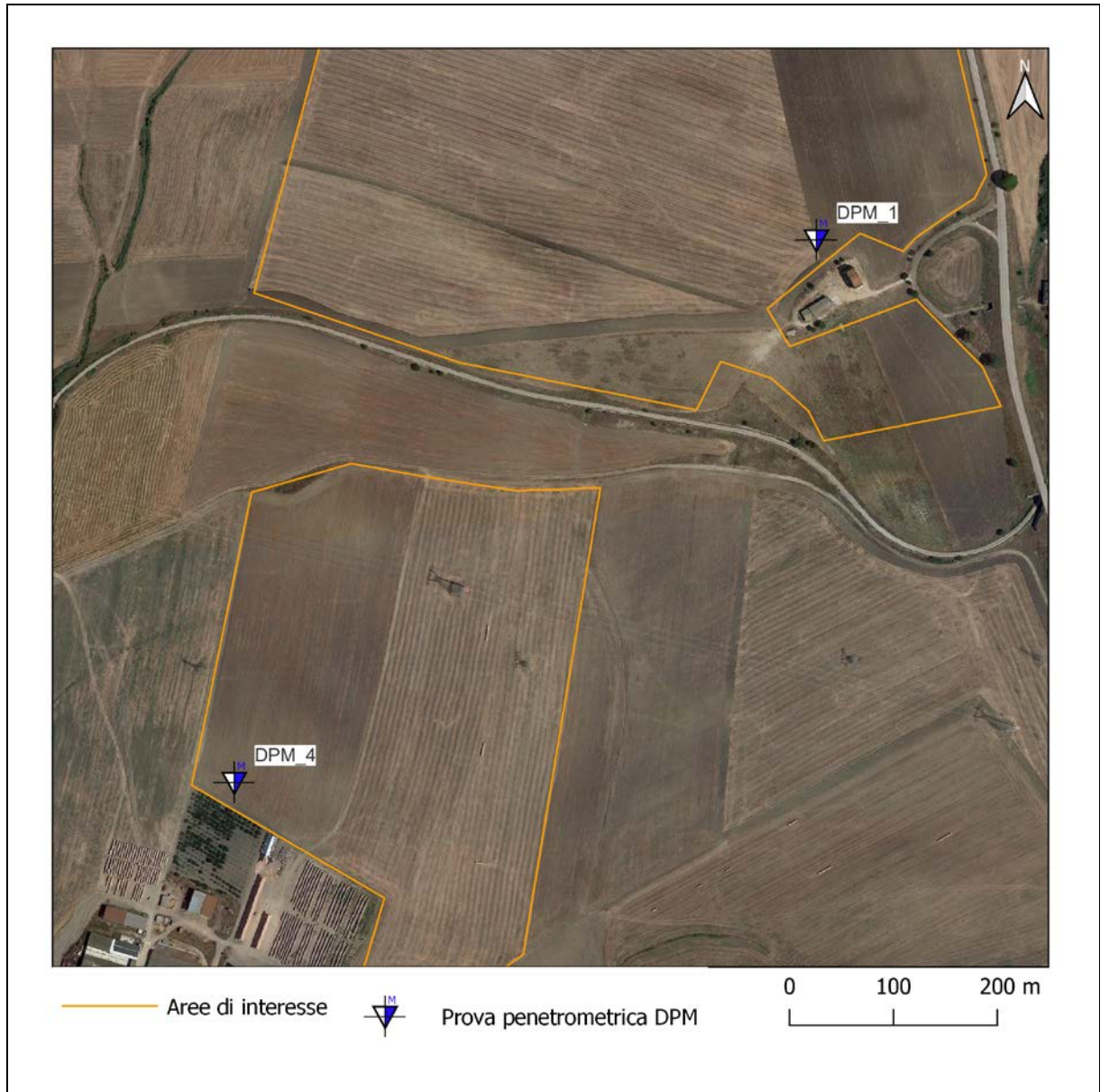


Fig.3 - Ubicazione prove penetrometriche dinamiche 1 e 4

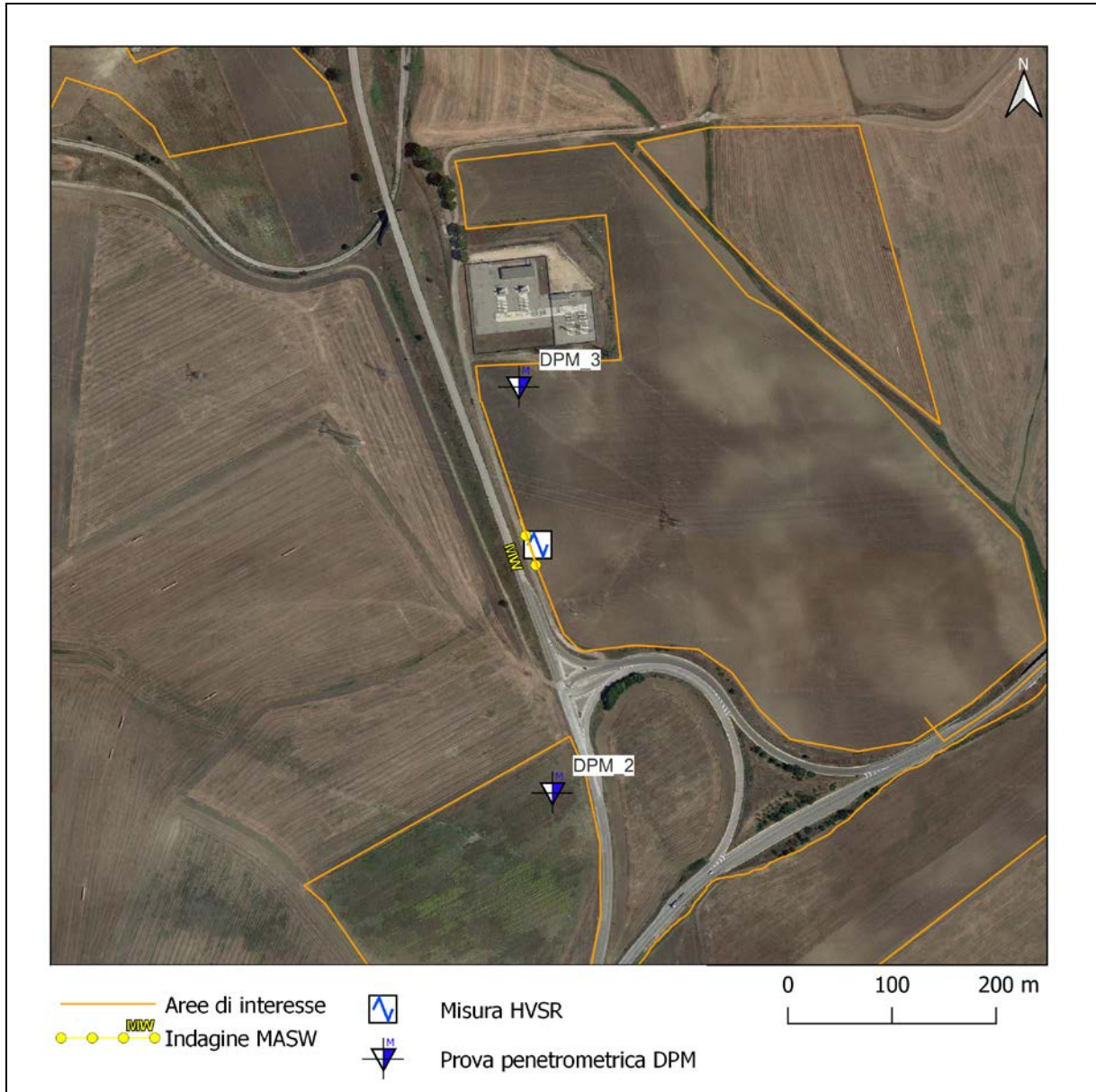


Fig.4 - Ubicazione prove penetrometriche dinamiche 2 e 3

## **2 MISURA DI MICROTREMORI A STAZIONE SINGOLA - HVSR**

Sul sito in studio è stata eseguita una misura di microtremori a stazione singola HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Tale misura rappresenta una metodologia geofisica passiva, non invasiva e speditiva, che permette di verificare la presenza di effetti di amplificazione sismica locale e di definire la frequenza fondamentale di vibrazione del suolo oggetto di studio, attraverso l'analisi del rapporto spettrale fra la componente orizzontale e quella verticale delle vibrazioni ambientali.

La misura è stata effettuata con un Tromometro (TROMINO), che dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri disposti secondo tre direzioni ortogonali: NS, EW ed Alto-Basso.

Le vibrazioni ambientali, sono state amplificate e convertite in forma digitale per poi essere successivamente elaborate sia con il programma Grilla della MoHo S.r.l., secondo le direttive dal progetto di ricerca europeo SESAME e sia congiuntamente con l'indagine MASW utilizzando il software WinMASW ver 2018 della Eliosoft.

Le misure sono state eseguite con una frequenza di campionamento di 128 Hz.

Lo strumento è stato posizionato con il lato lungo rivoto in direzione Nord-Sud.

In fase di elaborazione è stata utilizzata una finestra di campionamento di 20 secondi, che è risultata la migliore in relazione al tempo totale di acquisizione.

Di tutte le finestre analizzate, sono state eliminate quelle che sono risultate rumorose a causa della presenza di transienti esterni; in questo modo l'analisi è stata eseguita esclusivamente sulle finestre temporali che presentano un segnale non disturbato.

Nel caso in studio, per meglio evidenziare la frequenza caratteristica del sito, l'analisi è stata eseguita fino tra 0.0 Hz e 20 Hz.

La misura è stata realizzata nel seguente punto riferito al SR-WGS 84 UTM 33 N:

Long: 611531.72;

Lat: 4516329.57;

Di seguito sono riportati i rapporti di prova e le relative interpretazioni grafiche.



## GRAVINA, MISURA HVSR LOC.PELLICCIARI

Instrument: TEN-0003/01-06

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 31/05/22 10:10:54 End recording: 31/05/22 10:30:55

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 98% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

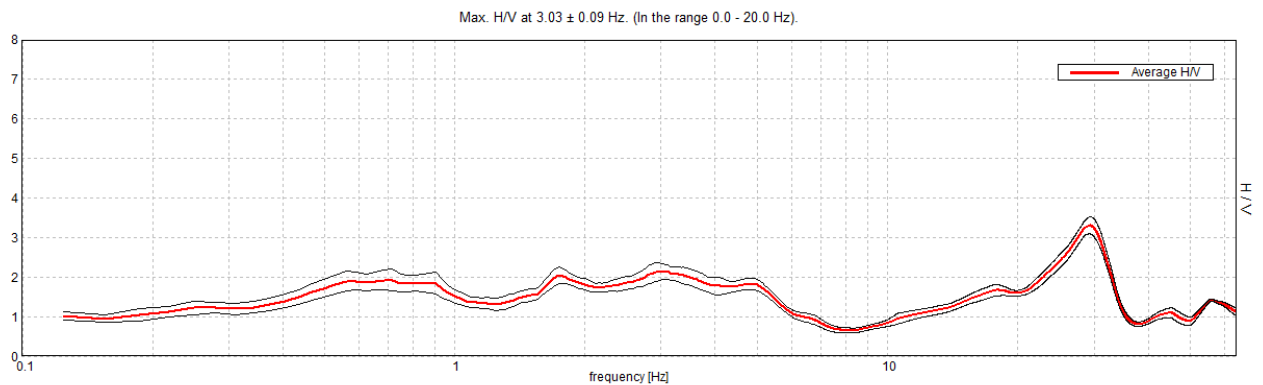


Fig.5 - Rapporto spettrale H/V

### H/V TIME HISTORY

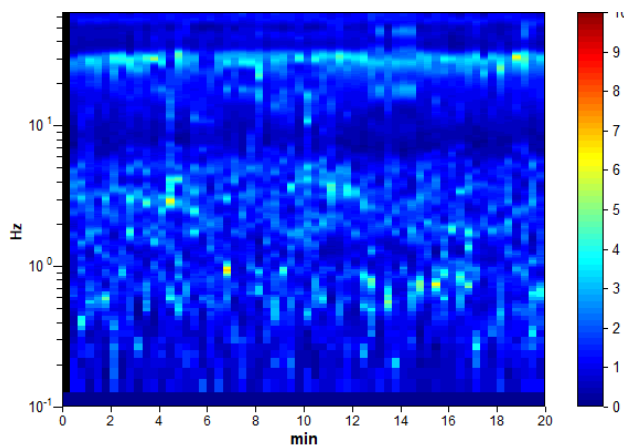


Fig.6 - Storia temporale

### SINGLE COMPONENT SPECTRA

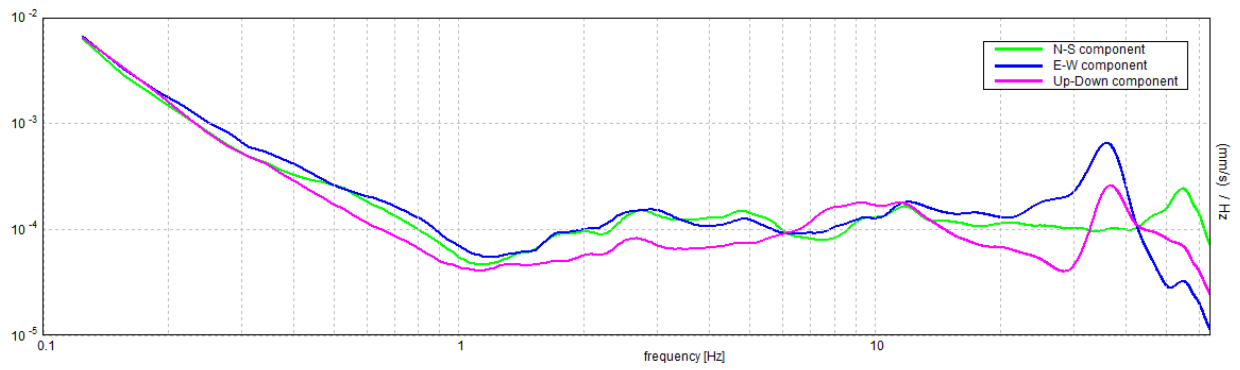


Fig.7 - Singole componenti dello spettro



Fig.8 - Esecuzione misura HVSR

**Max. H/V at 3.03 ± 0.09 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	3.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3576.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 146 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

<b>Exists <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Exists <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	6.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.14 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.031113  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09437 < 0.15156	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2002 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Analizzando il grafico H/V di Fig. 5 si osserva la presenza di due picchi: uno con frequenza di  $3,03 \pm 0,09$  Hz e l'altro con frequenza di 29,0 Hz.

Dei due picchi, il primo rappresenta la frequenza fondamentale di vibrazione, ossia la frequenza per la quale, in caso di sisma, possono verificarsi effetti di doppia risonanza suolo struttura, il secondo è trascurabile in quanto non rientra tra le frequenze caratteristiche delle strutture in C.A. e comunque è riferibile ad un sismo-strato molto superficiale.

L'ampiezza del picco è spesso legata alla impedenza acustica tra i due sismo-strati a contatto ed indica una maggiore propensione ad effetti di amplificazione sismica, anche se come detto in precedenza, gli effetti di amplificazione di un sito sono legati anche ad altri importanti fattori, come la direzione da cui proviene il sisma e il coefficiente di Poisson che è direttamente legato all'umidità del terreno.

In generale, la frequenza di ogni picco H/V varia al variare dello spessore dello strato superficiale (meno rigido di quello sottostante) secondo la seguente relazione:

$$F = \frac{V_s}{4H} \quad (1)$$

con

F=frequenza di vibrazione;

V<sub>s</sub>= velocità delle onde S dello strato;

H= spessore dello strato;

pertanto è ovvio che a parità di velocità delle onde S, la frequenza (F) risulta inversamente proporzionale allo spessore (H).

### 3 PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA CON METODOLOGIA MASW

#### 3.1 METODOLOGIA DI INDAGINE

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo di fondazione, la classificazione può effettuarsi in base ai valori della velocità equivalente ( $V_{s,eq}$ ) di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni (DM 18/01/2018 *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*).

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dall'espressione:

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

dove:

- $h_i$  spessore (in metri) dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N$  numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

In base ai valori che si ottengono si individuano 5 classi di terreno, **A**, **B**, **C**, **D** e **E** ad ognuna delle quali è associato un determinato spettro di risposta elastico (Tab.1).

Classe	Descrizione
<b>A</b>	<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>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	<i>Depositi 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.
<b>D</b>	<i>Depositi 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.
<b>E</b>	<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.

Tab. 1 Classi di suolo

L'indagine sismica MASW permette, di stimare la velocità equivalente delle onde S relativamente al volume di suolo sotteso dallo stendimento realizzato, analizzando la velocità delle onde di Rayleigh.

Infatti le onde superficiali di Rayleigh si trasmettono sulla superficie della crosta terrestre con una velocità leggermente inferiore a quella delle onde S con rapporto  $V_R/V_S$  pari a circa 0,92.

Esse si trasmettono sulla superficie della crosta terrestre e sono il risultato dell'interferenza tra le onde di pressione (P) e le onde di taglio (S).

La natura dispersiva di queste onde fa sì che le onde ad alta frequenza si propaghino negli strati più superficiali, mentre quelle a bassa frequenza si propaghino negli strati più profondi.

Il metodo MASW è un metodo attivo e per la sua esecuzione è necessario eseguire uno o più scoppi ad uno dei vertici di uno stendimento lineare di geofoni, in modo da produrre un'onda che si propagerà nel suolo con una sua velocità di fase in un range di frequenze comprese tra 2 Hz e 70 Hz.

L'elaborazione dei dati sperimentali in un'indagine MASW si sviluppa in due momenti: in un primo momento, partendo dallo spettro di velocità si effettua il calcolo della curva di dispersione sperimentale, successivamente si effettua un processo di inversione, ossia si calcola la velocità di fase numerica che fitta (approssima) meglio quella sperimentale (Fig. 9).

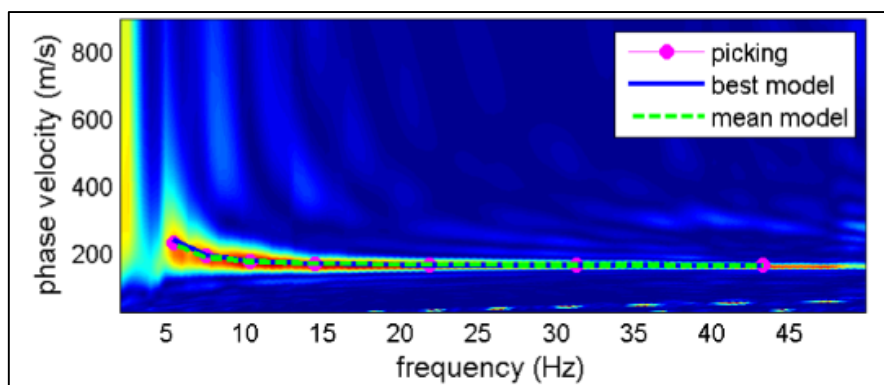


Fig.9 - Spettro delle velocità e curva di dispersione

Questo processo si esegue attraverso un sistema di prove *trial and error* nel quale, modificando opportunamente i parametri a contorno, si minimizza l'errore e dunque si ottiene la migliore sovrapposizione tra le due curve a confronto (Fig. 9) avvicinandosi il più possibile al valore reale.

In definitiva l'indagine, permette di ricavare il profilo delle velocità delle onde S (Fig. 10).

La registrazione in campagna è stata eseguita con un sismografo M.A.E. Mod. Sysmatrack con risoluzione a 24 bit, come sensori di misura si è utilizzato un set di 24 geofoni da 4.5 Hz, il tempo di acquisizione è stato di 2 secondi con intervallo di campionamento di 1 millisecondo per un totale di 2000 campioni acquisiti.

Per una più corretta analisi dei dati sono stati effettuati 4 scoppi per lato dello stendimento e dei rispettivi quartetti si è effettuato uno stack, ossia una media punto per punto di tutte le acquisizioni, in modo da rendere più robusto il dataset da elaborare.

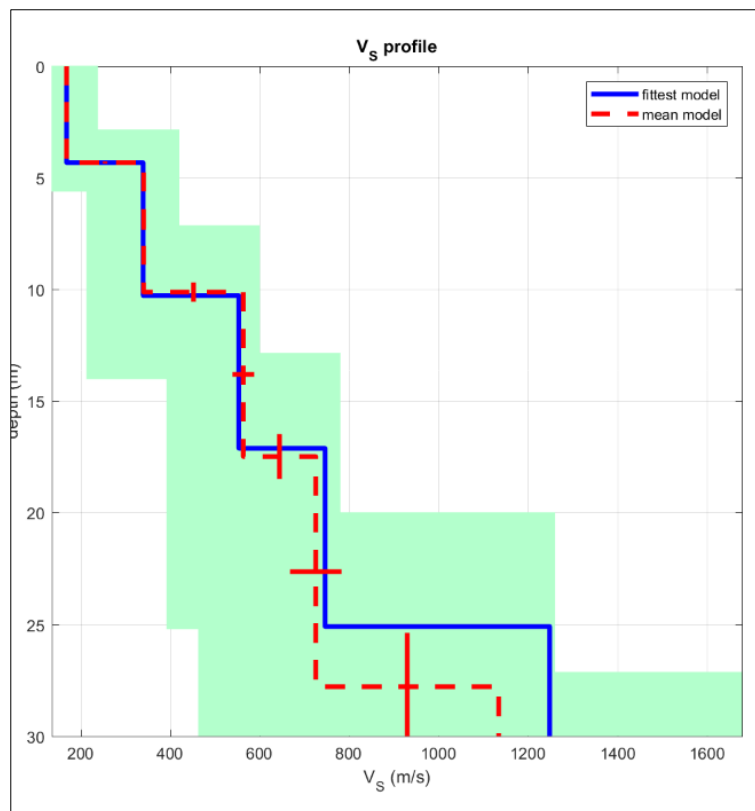


Fig.10 - Esempio di profilo verticale della velocità delle onde S

Come detto in premessa, per il sito in studio è stata eseguita anche una misura di microtremori HVSR. Al fine di migliorare il modello sismografico del sito le due indagini geofisiche sono state elaborate in maniera congiunta utilizzando il software di inversione WinMASW (Ver. 2018 Academy) della EliaSoft.

### 3.2 INTERPRETAZIONE DEI DATI ACQUISITI

L'indagine MASW è stata realizzata utilizzando 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza pari a 46,0 m ed una distanza di scoppio dal primo geofono pari a 10,0 m.

In fase di elaborazione sono stati considerati 24 geofoni, ed un tempo di acquisizione di 0,9 secondi (Fig. 11), esclusivamente per snellire la fase di calcolo senza alterare in nessuna maniera il calcolo dello spettro di velocità (*Dal Moro – 2014 – Surface Wave Analysis for near surface application*).

Lo spettro è stato analizzato tra 3 Hz e 40 Hz.

Di seguito si riportano le risultanze dell'indagine eseguita:

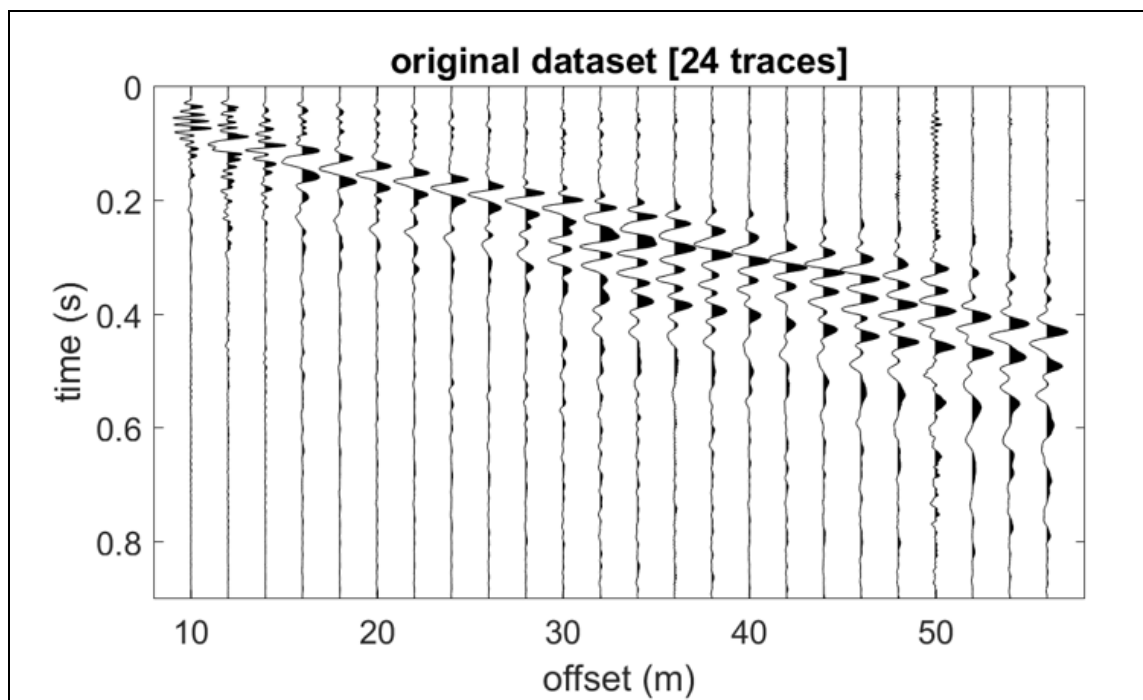


Fig.11 - Dataset di acquisizione



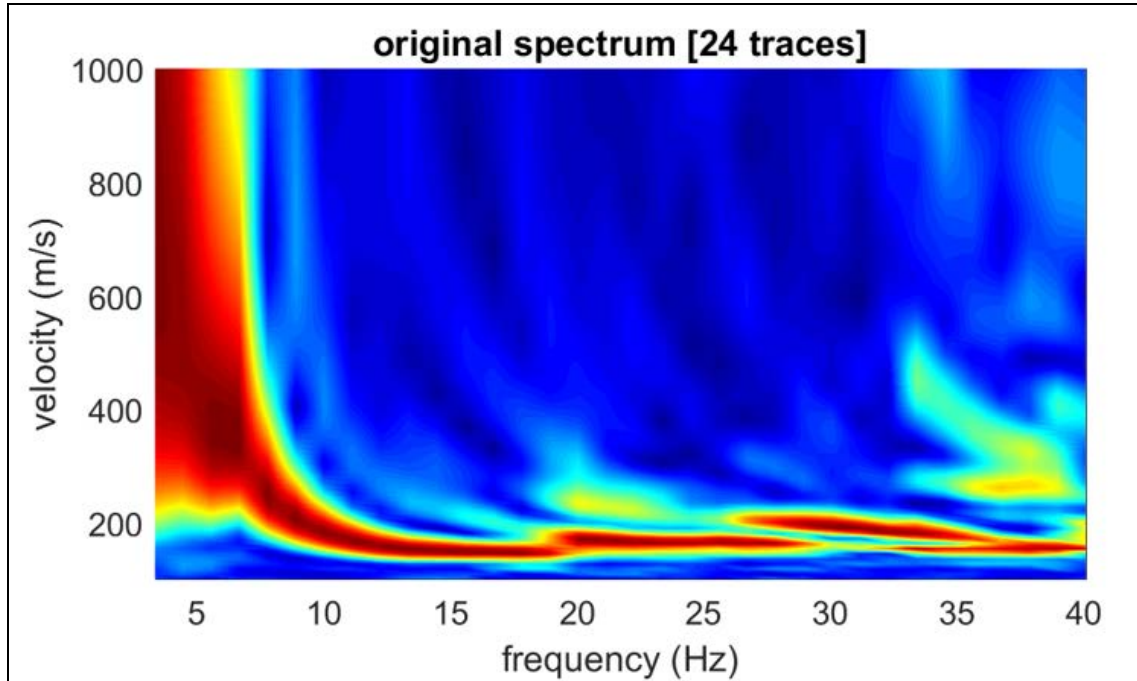


Fig.12 - Spettro delle velocità

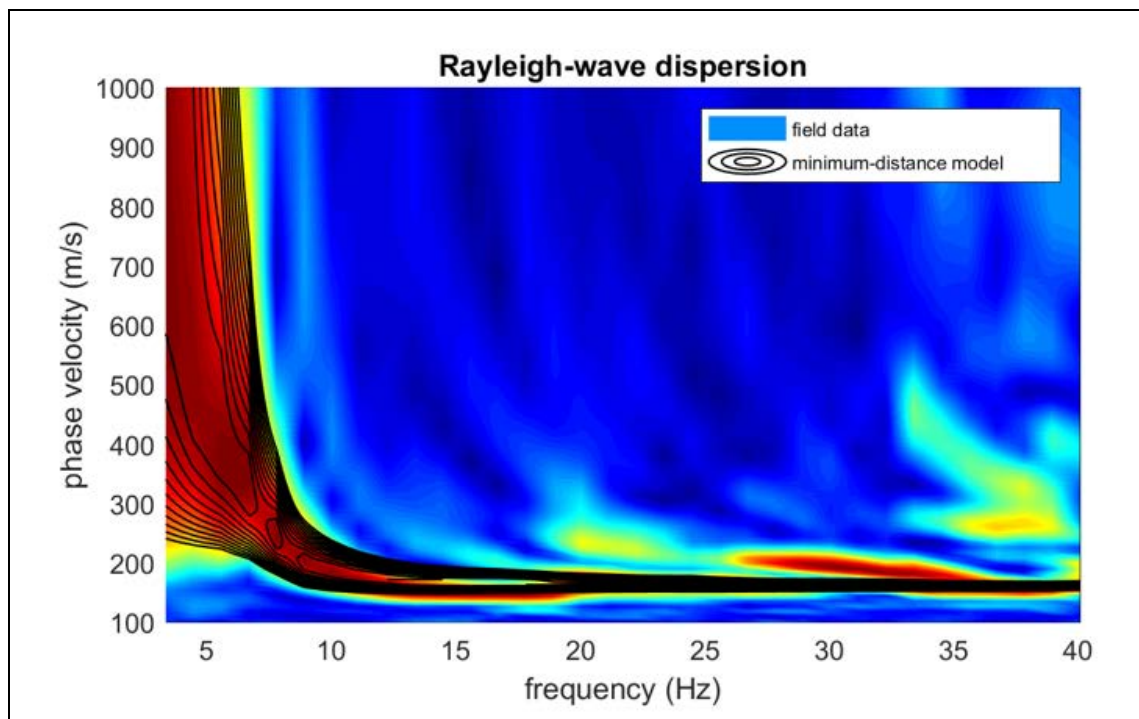


Fig.13 - Sovrapposizione tra spettro di velocità e curva di dispersione.

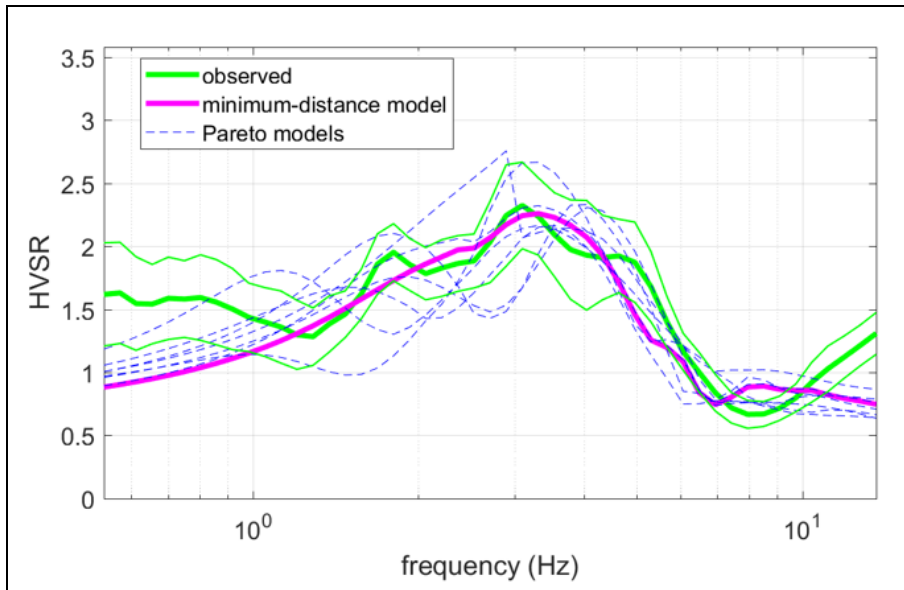


Fig.14 - Confronto tra curva HVSR e modello di inversione indagine MASW

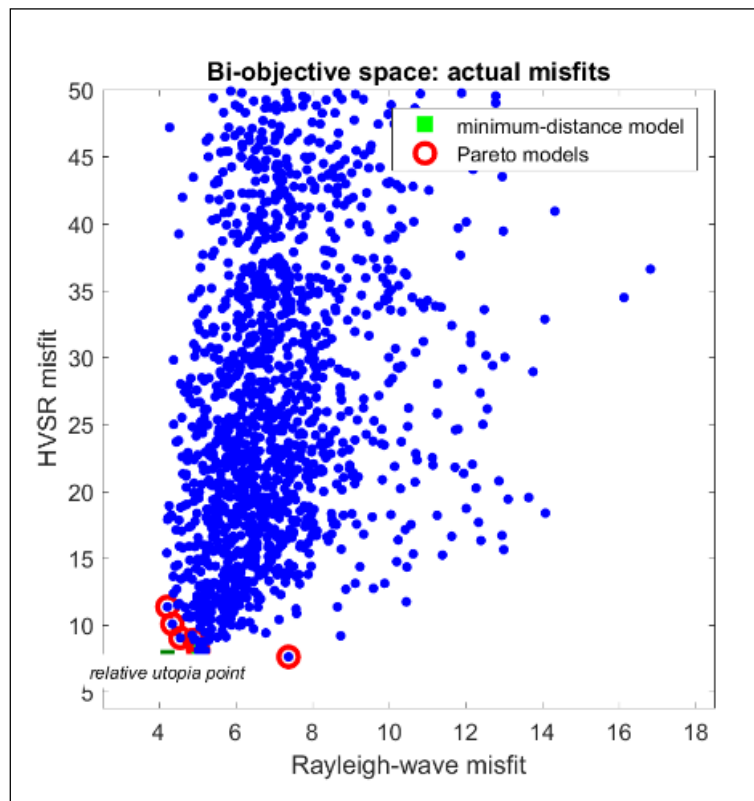


Fig.15 - Confronto statistico tra i modelli HVSR e Rayleigh.

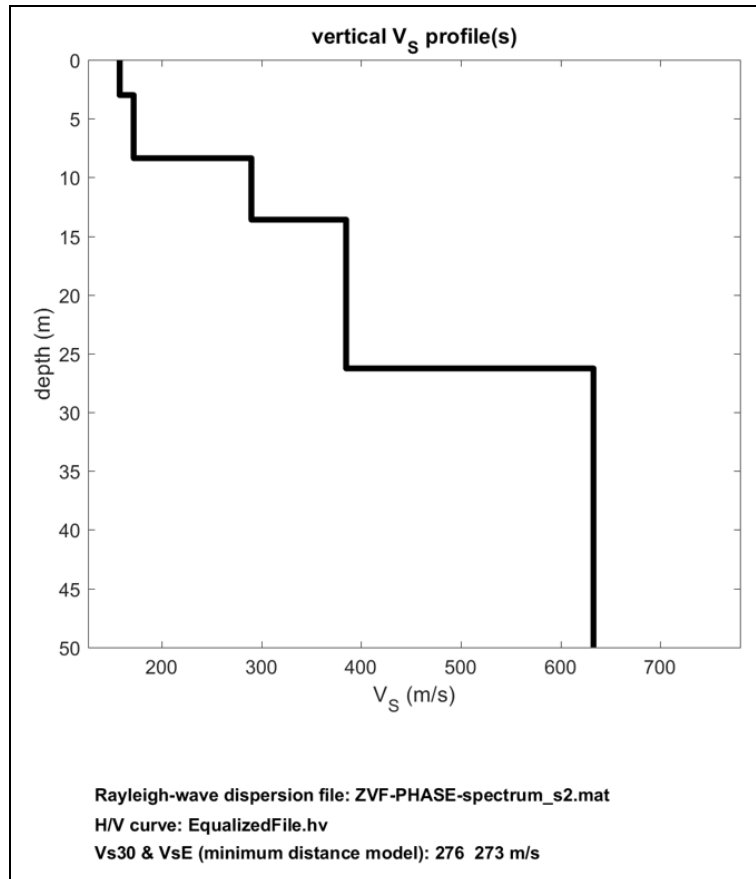


Fig.16 - Profilo delle velocità delle onde S

Il grafico di Fig. 15 rappresenta il confronto statistico tra curva di dispersione individuata con l'indagine MASW (Fig. 13) e la curva H/V relativa all'indagine HVSR in Fig. 14. Il confronto tra le due curve ha permesso di produrre il modello sismostratigrafico di Fig. 16

Di seguito si riporta il dettaglio del profilo di velocità delle onde S.

Profondità dal piano campagna (m)	Spessore del sismostrato (m)	Velocità onde S (m/s)
3,0	3,0	158
8,4	5,4	172
13,6	5,2	290
26,3	12,7	385
50,0	23,7	633

Tab. 2 Sismostratigrafia delle onde S

Per poter stimare la profondità del bedrock, l'analisi dei dati è stata spinta fino alla profondità di -50 m dal P.C..

Il calcolo del valore di  $V_{s_{eq}}$  è stato eseguito considerando i primi 30 m dal piano campagna ed è risultato pari a **273 m/s**. Il profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto permette di inserire il suolo di fondazione nella categoria **C**.



Fig.17 - Esecuzione indagine MASW (scoppio lato Sud Est)



Fig.18 - Esecuzione indagine MASW (scoppio lato Nord Ovest).

## 4 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Al fine di valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni e di valutarne lo stato di addensamento, sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPM.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

L'interpretazione e visualizzazione grafica di tale prova, consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere con buona precisione lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei vari penetrometri dinamici classificati dall'ISSMFE (International Society for Soil Mechanism and Foundation Engineering).

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M (kg)	Prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$	25

### CORRELAZIONE CON NSPT

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:

$$NSPT = \beta_f \cdot N$$

Dove:

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

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.
- d passo di avanzamento.

## VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA RPD

Formula Olandesi

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

- Rpd resistenza dinamica punta (area A).
- e infissione media per colpo (d/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:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{\frac{Pa'}{\sigma_{v0}}} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa}$$

*(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.

## **PRESSIONE AMMISSIBILE**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le 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.

## **METODOLOGIA DI ELABORAZIONE.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software (Ver. 2022).

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).

Lo stesso, permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Di seguito si riportano le correlazioni utilizzate per il calcolo e i risultati delle prove effettuate.

Si precisa che vista la tipologia dei depositi interessati, l'elaborazione è stata eseguita considerando sia terreni coesivi che terreni incoerenti.

## **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.
- 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 , (Cu- $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con  $N_c = 20$  e  $Q_c/N_{spt} = 2$ .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), 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 - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq), valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).



- Buissmann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt} = 6-12$ ).

### ***Modulo Di Young (EY)***

- 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.

## **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

### ***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° ).
- 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.
- 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.

### ***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.

***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<sub>o</sub>)***

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

#### 4.1.1 PROVA N.1

Strumento utilizzato... PENNY 30  
 Prova eseguita in data 04/07/2022  
 Profondita' prova 5.00 mt  
 Latitudine: 4516895.49; Longitudine: 611170.20 (SR WGS 84 UTM 33 N)  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	2	0.857	0.68	0.80	34.06	39.76
0.20	6	0.855	2.04	2.39	101.93	119.27
0.30	6	0.853	2.03	2.39	101.70	119.27
0.40	15	0.801	4.78	5.96	238.77	298.18
0.50	22	0.749	6.55	8.75	327.50	437.32
0.60	28	0.747	8.32	11.13	415.78	556.59
0.70	30	0.745	8.89	11.93	444.38	596.35
0.80	33	0.693	9.10	13.12	454.82	655.99
0.90	32	0.692	8.80	12.72	439.89	636.11
1.00	32	0.690	8.33	12.07	416.26	603.49
1.10	28	0.738	7.79	10.56	389.70	528.05
1.20	29	0.736	8.05	10.94	402.67	546.91
1.30	30	0.735	8.31	11.32	415.59	565.77
1.40	27	0.733	7.46	10.18	373.17	509.19
1.50	21	0.731	5.79	7.92	289.58	396.04
1.60	17	0.780	5.00	6.41	249.93	320.60
1.70	16	0.778	4.69	6.03	234.73	301.74
1.80	14	0.776	4.10	5.28	204.97	264.03
1.90	12	0.825	3.73	4.53	186.65	226.31
2.00	13	0.773	3.61	4.66	180.31	233.21
2.10	10	0.822	2.95	3.59	147.39	179.39
2.20	11	0.820	3.24	3.95	161.83	197.33
2.30	12	0.819	3.52	4.31	176.22	215.27
2.40	12	0.817	3.52	4.31	175.90	215.27
2.50	11	0.816	3.22	3.95	160.96	197.33
2.60	11	0.814	3.21	3.95	160.67	197.33
2.70	9	0.813	2.62	3.23	131.23	161.45
2.80	9	0.811	2.62	3.23	131.00	161.45
2.90	10	0.810	2.91	3.59	145.31	179.39
3.00	10	0.809	2.77	3.42	138.32	171.05
3.10	9	0.807	2.49	3.08	124.28	153.94
3.20	9	0.806	2.48	3.08	124.08	153.94
3.30	8	0.805	2.20	2.74	110.11	136.84
3.40	11	0.803	3.02	3.76	151.16	188.15
3.50	10	0.802	2.74	3.42	137.20	171.05
3.60	10	0.801	2.74	3.42	136.99	171.05
3.70	9	0.800	2.46	3.08	123.10	153.94
3.80	12	0.798	3.28	4.11	163.88	205.26
3.90	10	0.797	2.73	3.42	136.36	171.05

4.00	10	0.796	2.60	3.27	130.11	163.44
4.10	11	0.795	2.86	3.60	142.91	179.79
4.20	10	0.794	2.59	3.27	129.73	163.44
4.30	13	0.743	3.16	4.25	157.78	212.48
4.40	14	0.741	3.39	4.58	169.66	228.82
4.50	13	0.740	3.15	4.25	157.30	212.48
4.60	14	0.739	3.38	4.58	169.15	228.82
4.70	12	0.788	3.09	3.92	154.58	196.13
4.80	12	0.787	3.09	3.92	154.38	196.13
4.90	10	0.786	2.57	3.27	128.48	163.44
5.00	14	0.735	3.22	4.38	161.03	219.08

La pressione ammissibile è stata calcolata applicando un coefficiente di sicurezza pari a 20, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

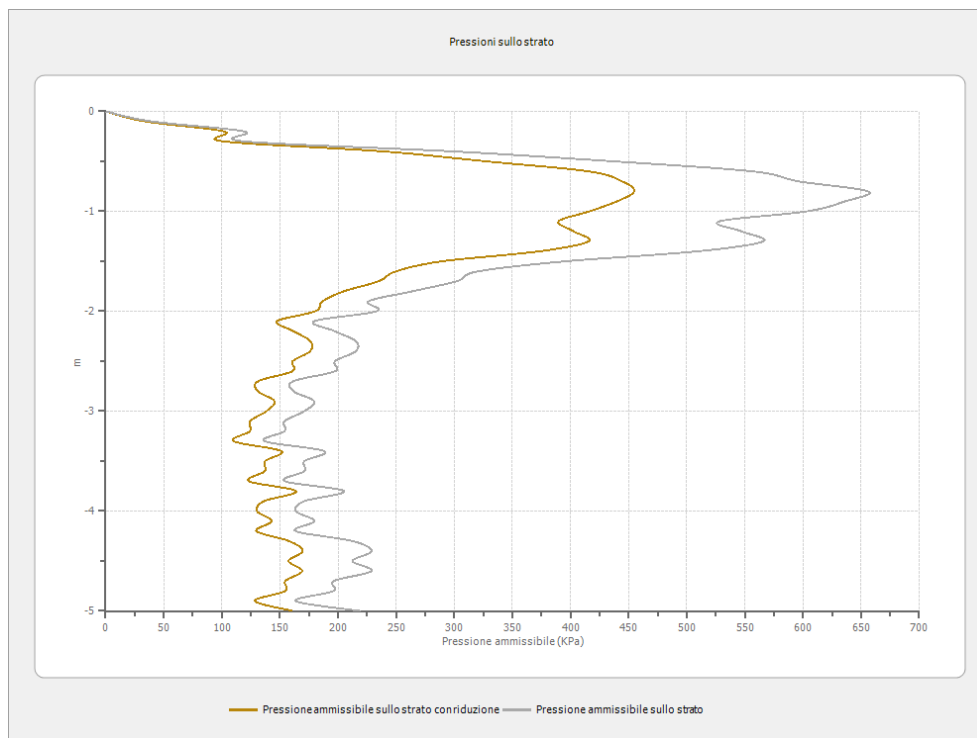


Fig. 19 - Grafico della pressione ammissibile DPM 1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.3	4.67	1.86	Incoerente - coesivo	16.38	18.34	2.46	0.76	3.57	Limi Sabbiosi poco consistenti
1.7	25.71	9.93	Incoerente - coesivo	20.59	22.65	19.33	0.76	19.67	Limi Sabbiosi molto consistenti
5	11.06	3.8	Incoerente - coesivo	18.83	20.69	64.81	0.76	8.46	Limi Sabbiosi consistenti

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
 Strumento utilizzato... PENNY 30

Committente:  
 Descrizione:  
 Località:

04/07/2022

Scala 1:24

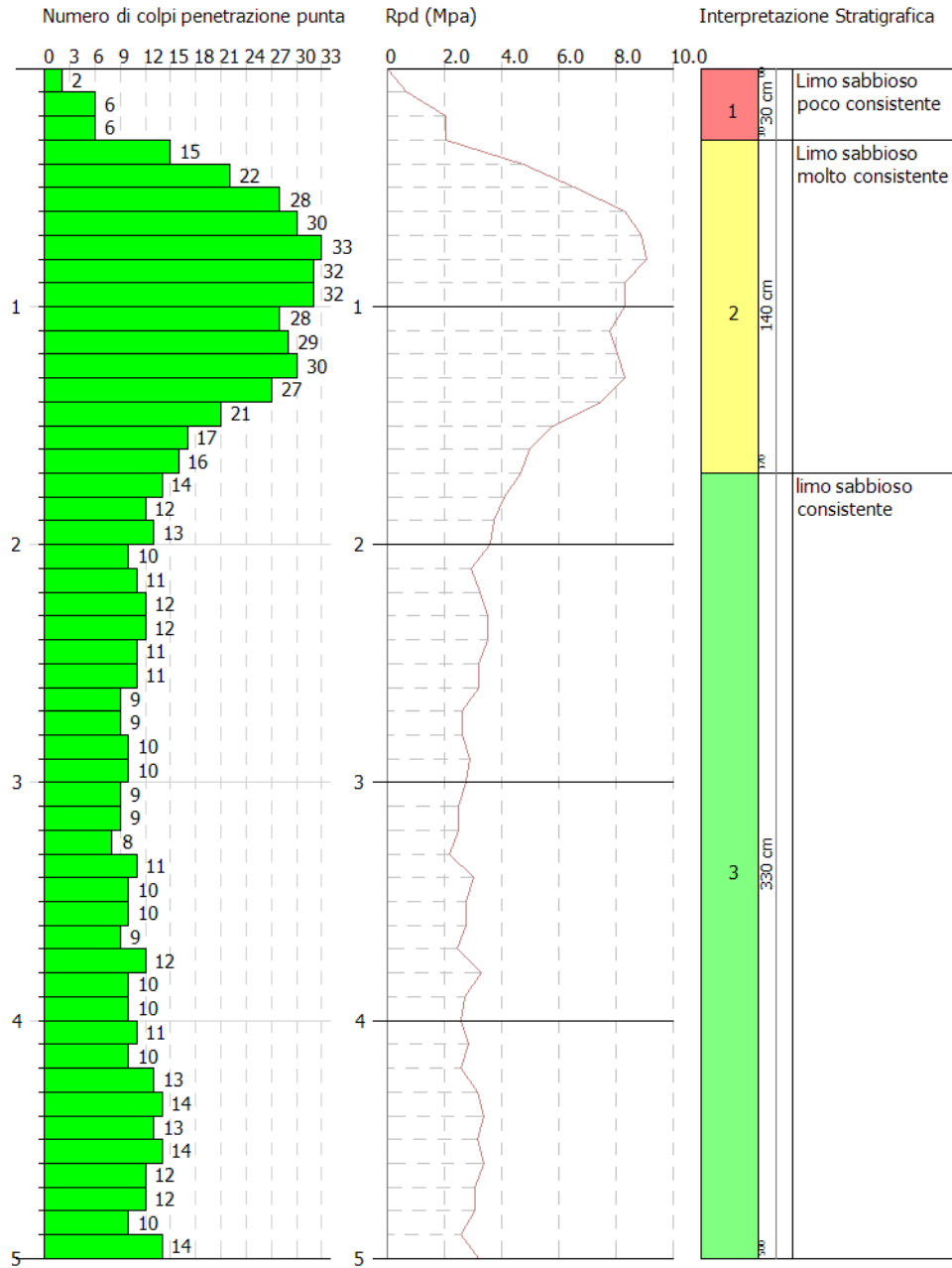


Fig.20 - Grafico prova penetrometrica n. 1





Fig.21 - Esecuzione DPM 1

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA N.1

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1]	3.57	0.30	21.87	43.74	14.32	33.93	55.80	31.87	68.65	17.46	59.04	43.74
[2]	19.67	1.70	130.23	241.15	74.82	190.84	297.93	163.87	201.04	96.50	319.50	241.15
[3]	8.46	5.00	56.00	103.75	33.34	81.30	113.95	73.94	105.42	41.48	80.90	103.75

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	3.57	0.30	Robertson (1983)	0.70
[2] -	19.67	1.70	Robertson (1983)	3.86
[3] -	8.46	5.00	Robertson (1983)	1.66

Modulo Edometrico (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	3.57	0.30	1.61	5.25	3.75	4.38
[2] -	19.67	1.70	8.85	--	19.85	19.29
[3] -	8.46	5.00	3.81	--	8.64	10.37

**Modulo di Young (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	3.57	0.30	2.03	3.50
[2] -	19.67	1.70	20.18	19.29
[3] -	8.46	5.00	7.54	8.30

**Classificazione AGI**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	3.57	0.30	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] -	19.67	1.70	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] -	8.46	5.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.57	0.30	Meyerhof	16.38
[2] -	19.67	1.70	Meyerhof	20.59
[3] -	8.46	5.00	Meyerhof	18.83

**Peso unita' di volume saturo**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.57	0.30	Meyerhof	18.34
[2] -	19.67	1.70	Meyerhof	22.65
[3] -	8.46	5.00	Meyerhof	20.69

**TERRENI INCOERENTI**
**Densita' relativa**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	3.57	0.30	20.26	46.6	82.62	16.92
[2] -	19.67	1.70	52.53	98.33	100	50.74
[3] -	8.46	5.00	25.73	52.36	52.94	29.49

**Angolo di resistenza al taglio**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	3.57	0.30	3.57	28.02	21.02	29	35.07	31.06	22.32	28.07	23.73	23.45
[2] -	19.67	1.70	19.67	32.62	25.62	33.51	33.35	36.97	32.18	32.9	29.55	34.83
[3] -	8.46	5.00	8.46	29.42	22.42	30.37	29.36	33.08	26.26	29.54	24.58	28.01

**Modulo di Young (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman n (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	3.57	0.30	3.57	---	2.80	---	---	---
[2] -	19.67	1.70	19.67	31.04	15.43	22.83	32.12	17.00
[3] -	8.46	5.00	8.46	---	6.64	9.86	---	---

**Modulo Edometrico (Mpa)**

Strato	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] -	3.57	0.30	3.57	---	3.41	2.49	5.29
[2] -	19.67	1.70	19.67	11.57	6.66	13.70	12.33
[3] -	8.46	5.00	8.46	---	4.40	5.89	7.43

**Classificazione AGI**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	3.57	0.30	3.57	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	19.67	1.70	19.67	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	8.46	5.00	8.46	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.57	0.30	3.57	Terzaghi-Peck 1948	13.66
[2] -	19.67	1.70	19.67	Terzaghi-Peck 1948	15.61
[3] -	8.46	5.00	8.46	Terzaghi-Peck 1948	14.30

**Peso unita' di volume saturo**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.57	0.30	3.57	Terzaghi-Peck 1948	18.31
[2] -	19.67	1.70	19.67	Terzaghi-Peck 1948	19.52
[3] -	8.46	5.00	8.46	Terzaghi-Peck 1948	18.71

**Modulo di Poisson**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	3.57	0.30	3.57	(A.G.I.)	0.35
[2] -	19.67	1.70	19.67	(A.G.I.)	0.32
[3] -	8.46	5.00	8.46	(A.G.I.)	0.34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	3.57	0.30	3.57	21.08	26.68
[2] -	19.67	1.70	19.67	104.86	75.67
[3] -	8.46	5.00	8.46	47.44	45.19

#### 4.1.2 PROVA N.2

Strumento utilizzato PENNY 30  
 Prova eseguita in data 04/07/2022  
 Profondita' prova 5.00 mt  
 Latitudine: 4516090.80; Longitudine: 611545.71 (SR WGS 84 UTM 33 N)  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	2	0.857	0.68	0.80	34.06	39.76
0.20	10	0.855	3.40	3.98	169.89	198.78
0.30	22	0.753	6.58	8.75	329.17	437.32
0.40	24	0.751	7.16	9.54	358.18	477.08
0.50	16	0.799	5.08	6.36	254.09	318.05
0.60	27	0.747	8.02	10.73	400.93	536.72
0.70	30	0.745	8.89	11.93	444.38	596.35
0.80	26	0.743	7.68	10.34	384.18	516.84
0.90	27	0.742	7.96	10.73	397.99	536.72
1.00	26	0.740	7.25	9.81	362.73	490.33
1.10	15	0.788	4.46	5.66	222.91	282.88
1.20	14	0.786	4.15	5.28	207.59	264.03
1.30	13	0.785	3.85	4.90	192.35	245.17
1.40	10	0.833	3.14	3.77	157.07	188.59
1.50	12	0.831	3.76	4.53	188.11	226.31
1.60	10	0.830	3.13	3.77	156.45	188.59
1.70	10	0.828	3.12	3.77	156.14	188.59
1.80	9	0.826	2.81	3.39	140.25	169.73
1.90	9	0.825	2.80	3.39	139.98	169.73
2.00	10	0.823	2.95	3.59	147.67	179.39
2.10	13	0.772	3.60	4.66	179.95	233.21
2.20	8	0.820	2.35	2.87	117.70	143.51
2.30	9	0.819	2.64	3.23	132.17	161.45
2.40	9	0.817	2.64	3.23	131.93	161.45
2.50	10	0.816	2.93	3.59	146.33	179.39
2.60	8	0.814	2.34	2.87	116.85	143.51
2.70	7	0.813	2.04	2.51	102.07	125.57
2.80	8	0.811	2.33	2.87	116.45	143.51
2.90	14	0.760	3.82	5.02	190.88	251.15
3.00	13	0.759	3.37	4.45	168.70	222.36
3.10	13	0.757	3.37	4.45	168.40	222.36
3.20	14	0.756	3.62	4.79	181.04	239.46
3.30	11	0.805	3.03	3.76	151.40	188.15
3.40	13	0.753	3.35	4.45	167.53	222.36
3.50	14	0.752	3.60	4.79	180.11	239.46
3.60	12	0.801	3.29	4.11	164.38	205.26
3.70	14	0.750	3.59	4.79	179.51	239.46
3.80	13	0.748	3.33	4.45	166.42	222.36
3.90	12	0.797	3.27	4.11	163.63	205.26
4.00	14	0.746	3.41	4.58	170.71	228.82
4.10	12	0.795	3.12	3.92	155.90	196.13

4.20	14	0.744	3.40	4.58	170.17	228.82
4.30	12	0.793	3.11	3.92	155.45	196.13
4.40	15	0.741	3.64	4.90	181.78	245.17
4.50	12	0.790	3.10	3.92	155.01	196.13
4.60	12	0.789	3.10	3.92	154.80	196.13
4.70	11	0.788	2.83	3.60	141.70	179.79
4.80	20	0.737	4.82	6.54	240.95	326.89
4.90	11	0.786	2.83	3.60	141.32	179.79
5.00	13	0.735	2.99	4.07	149.53	203.44

La pressione ammissibile è stata calcolata applicando un coefficiente di sicurezza pari a 20, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

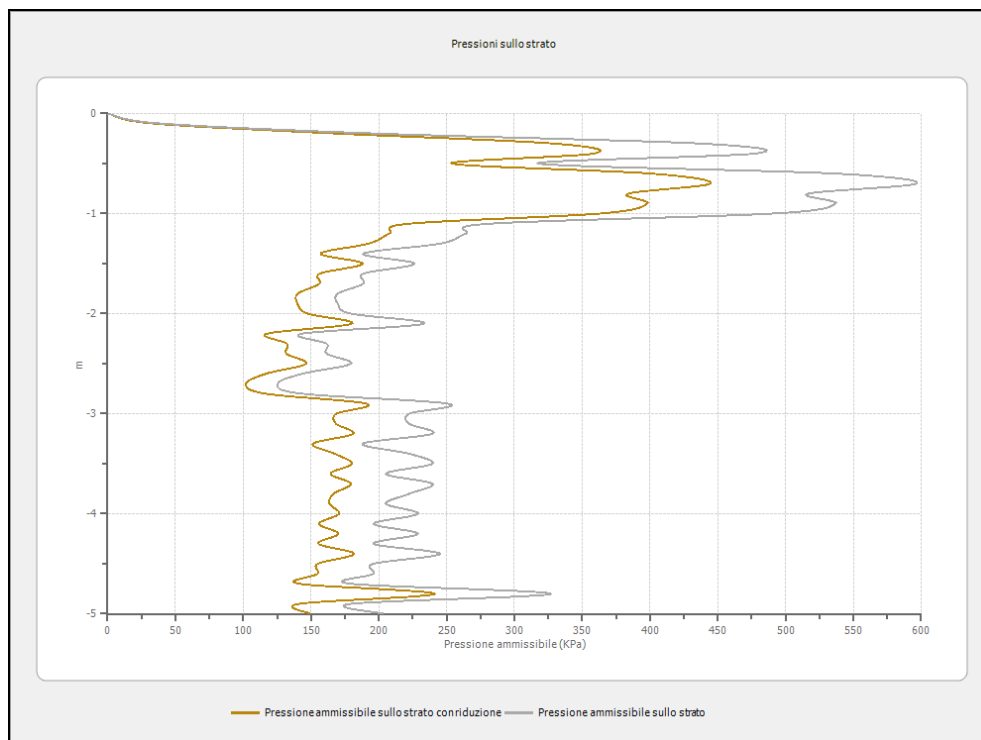


Fig. 22 - Grafico pressione ammissibile DPM 2

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	6	2.39	Incoerente - coesivo	17.06	18.34	1.71	0.76	4.59	Limi Sabbiosi moderatamente consistenti
1	24.75	9.77	Incoerente - coesivo	20.59	22.65	11.65	0.76	18.93	Limi Sabbiosi molto consistenti
5	11.82	4.11	Incoerente - coesivo	19.02	20.89	57.92	0.76	9.04	Limi Sabbiosi consistenti

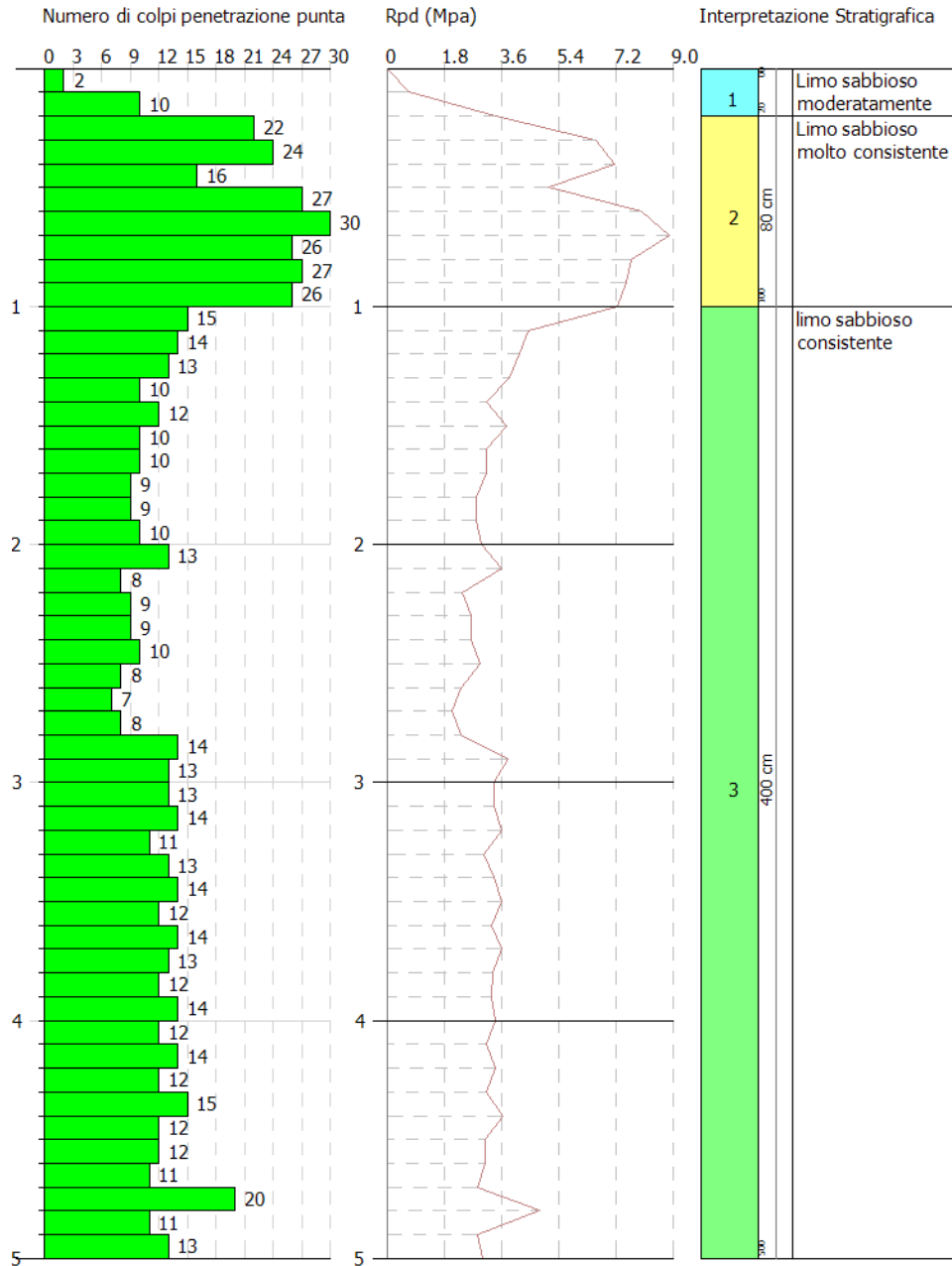


Fig.23 - Grafico prova penetrometrica n. 2



Fig.24 - Esecuzione DPM 2

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA N.2

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sangler at	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	4.59	0.20	28.15	56.29	18.34	43.74	71.69	40.70	76.00	22.56	77.96	56.29
[2] -	18.93	1.00	125.33	232.03	72.18	183.58	293.12	158.18	194.27	92.87	316.75	232.03
[3] -	9.04	5.00	59.82	110.82	35.60	86.89	123.27	78.75	110.03	44.33	90.42	110.82

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	4.59	0.20	Robertson (1983)	0.90
[2] -	18.93	1.00	Robertson (1983)	3.71
[3] -	9.04	5.00	Robertson (1983)	1.77

**Modulo Edometrico (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	4.59	0.20	2.07	6.75	4.77	5.63
[2] -	18.93	1.00	8.52	--	19.11	18.56
[3] -	9.04	5.00	4.07	--	9.22	11.08

**Modulo di Young (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	4.59	0.20	3.18	4.50
[2] -	18.93	1.00	19.35	18.56
[3] -	9.04	5.00	8.19	8.87

**Classificazione AGI**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	4.59	0.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	18.93	1.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] -	9.04	5.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4.59	0.20	Meyerhof	17.06
[2] -	18.93	1.00	Meyerhof	20.59
[3] -	9.04	5.00	Meyerhof	19.02

**Peso unita' di volume saturo**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4.59	0.20	Meyerhof	18.34
[2] -	18.93	1.00	Meyerhof	22.65
[3] -	9.04	5.00	Meyerhof	20.89

**TERRENI INCOERENTI**
**Densita' relativa**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	4.59	0.20	25.03	53.12	100	19.73
[2] -	18.93	1.00	53.57	100	100	49.61
[3] -	9.04	5.00	27.97	55.58	56.28	30.83



**Angolo di resistenza al taglio**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	4.59	0.20	4.59	28.31	21.31	29.29	36.27	31.5	23.3	28.38	24.71	24.58
[2] -	18.93	1.00	18.93	32.41	25.41	33.3	34.39	36.74	31.85	32.68	29.7	34.46
[3] -	9.04	5.00	9.04	29.58	22.58	30.53	29.71	33.3	26.64	29.71	25.1	28.45

**Modulo di Young (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	4.59	0.20	4.59	---	3.60	---	---	---
[2] -	18.93	1.00	18.93	30.46	14.85	21.97	31.58	16.64
[3] -	9.04	5.00	9.04	---	7.09	10.53	---	---

**Modulo Edometrico (Mpa)**

Strato	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] -	4.59	0.20	4.59	---	3.62	3.20	5.73
[2] -	18.93	1.00	18.93	11.14	6.51	13.18	12.01
[3] -	9.04	5.00	9.04	---	4.51	6.29	7.68

**Classificazione AGI**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	4.59	0.20	4.59	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	18.93	1.00	18.93	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	9.04	5.00	9.04	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4.59	0.20	4.59	Terzaghi-Peck 1948	13.80
[2] -	18.93	1.00	18.93	Terzaghi-Peck 1948	15.53
[3] -	9.04	5.00	9.04	Terzaghi-Peck 1948	14.37

**Peso unita' di volume saturo**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4.59	0.20	4.59	Terzaghi-Peck 1948	18.40
[2] -	18.93	1.00	18.93	Terzaghi-Peck 1948	19.47
[3] -	9.04	5.00	9.04	Terzaghi-Peck 1948	18.75

## Modulo di Poisson

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	4.59	0.20	4.59	(A.G.I.)	0.34
[2] -	18.93	1.00	18.93	(A.G.I.)	0.32
[3] -	9.04	5.00	9.04	(A.G.I.)	0.34

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	4.59	0.20	4.59	26.70	31.10
[2] -	18.93	1.00	18.93	101.15	73.92
[3] -	9.04	5.00	9.04	50.49	47.06

#### 4.1.3 PROVA N.3

Strumento utilizzato... PENNY 30  
 Prova eseguita in data 04/07/2022  
 Profondita' prova 5.00 mt  
 Latitudine: 4516481.10; Longitudine: 611513.42 (SR WGS 84 UTM 33 N)  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	2	0.857	0.68	0.80	34.06	39.76
0.20	8	0.855	2.72	3.18	135.91	159.03
0.30	22	0.753	6.58	8.75	329.17	437.32
0.40	25	0.751	7.46	9.94	373.10	496.96
0.50	21	0.749	6.25	8.35	312.62	417.45
0.60	20	0.797	6.34	7.95	316.86	397.57
0.70	18	0.795	5.69	7.16	284.52	357.81
0.80	21	0.743	6.21	8.35	310.30	417.45
0.90	19	0.792	5.98	7.55	298.95	377.69
1.00	16	0.790	4.77	6.03	238.30	301.74
1.10	15	0.788	4.46	5.66	222.91	282.88
1.20	16	0.786	4.75	6.03	237.25	301.74
1.30	14	0.785	4.14	5.28	207.14	264.03
1.40	13	0.783	3.84	4.90	191.93	245.17
1.50	13	0.781	3.83	4.90	191.52	245.17
1.60	9	0.830	2.82	3.39	140.80	169.73
1.70	10	0.828	3.12	3.77	156.14	188.59
1.80	9	0.826	2.81	3.39	140.25	169.73
1.90	7	0.825	2.18	2.64	108.88	132.01
2.00	7	0.823	2.07	2.51	103.37	125.57
2.10	7	0.822	2.06	2.51	103.18	125.57
2.20	7	0.820	2.06	2.51	102.99	125.57
2.30	9	0.819	2.64	3.23	132.17	161.45
2.40	10	0.817	2.93	3.59	146.59	179.39
2.50	9	0.816	2.63	3.23	131.69	161.45
2.60	9	0.814	2.63	3.23	131.46	161.45
2.70	8	0.813	2.33	2.87	116.65	143.51
2.80	9	0.811	2.62	3.23	131.00	161.45
2.90	9	0.810	2.62	3.23	130.78	161.45
3.00	10	0.809	2.77	3.42	138.32	171.05
3.10	10	0.807	2.76	3.42	138.09	171.05
3.20	9	0.806	2.48	3.08	124.08	153.94
3.30	10	0.805	2.75	3.42	137.64	171.05
3.40	10	0.803	2.75	3.42	137.42	171.05
3.50	11	0.802	3.02	3.76	150.92	188.15
3.60	12	0.801	3.29	4.11	164.38	205.26
3.70	12	0.800	3.28	4.11	164.13	205.26
3.80	11	0.798	3.00	3.76	150.22	188.15
3.90	9	0.797	2.45	3.08	122.72	153.94
4.00	10	0.796	2.60	3.27	130.11	163.44
4.10	10	0.795	2.60	3.27	129.91	163.44

4.20	10	0.794	2.59	3.27	129.73	163.44
4.30	10	0.793	2.59	3.27	129.54	163.44
4.40	12	0.791	3.10	3.92	155.23	196.13
4.50	11	0.790	2.84	3.60	142.09	179.79
4.60	13	0.739	3.14	4.25	157.07	212.48
4.70	11	0.788	2.83	3.60	141.70	179.79
4.80	15	0.737	3.61	4.90	180.71	245.17
4.90	11	0.786	2.83	3.60	141.32	179.79
5.00	13	0.735	2.99	4.07	149.53	203.44

La pressione ammissibile è stata calcolata applicando un coefficiente di sicurezza pari a 20, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

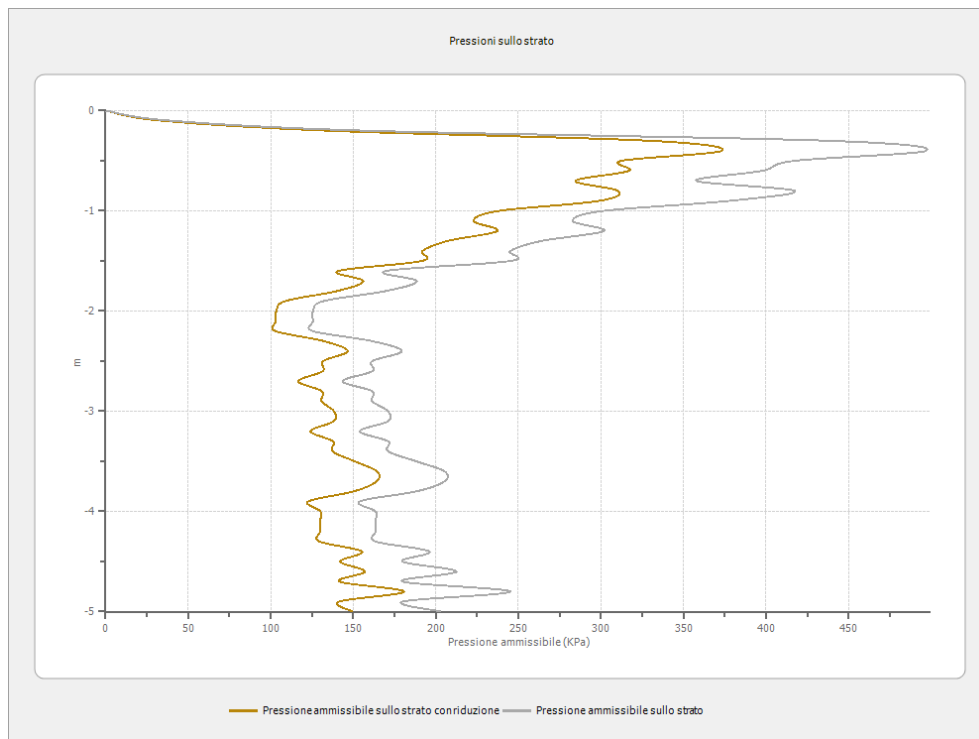


Fig.25 - Grafico pressione ammissibile DPM 3

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	5	1.99	Incoerente - coesivo	16.57	18.34	1.66	0.76	3.82	Limi Sabbiosi poco consistenti
1.3	18.82	7.37	Incoerente - coesivo	20.2	22.26	14.42	0.76	14.4	Limi Sabbiosi consistenti
5	10.14	3.51	Incoerente - coesivo	18.53	18.63	59.81	0.76	7.76	Limi Sabbiosi moderatamente consistenti

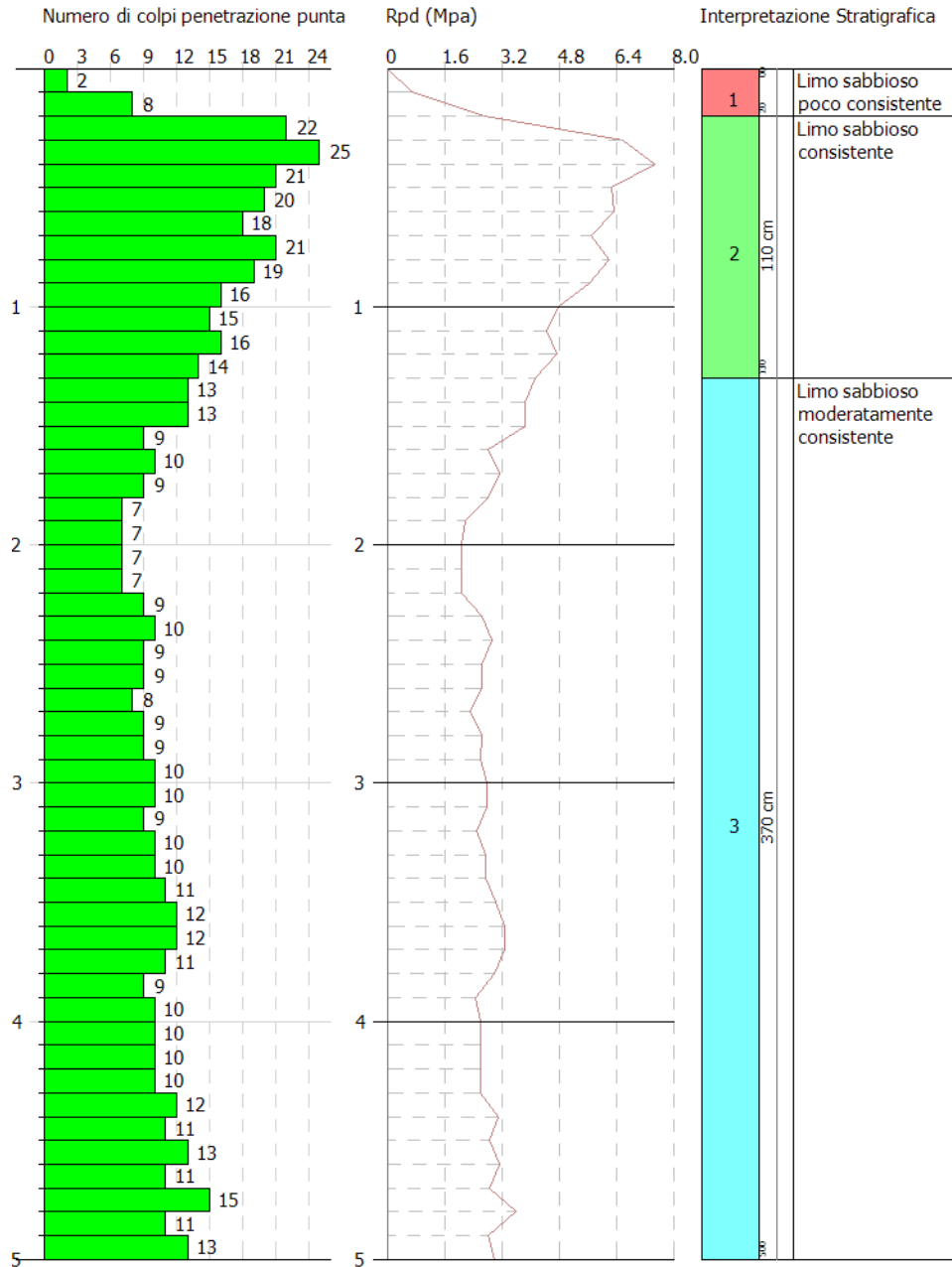


Fig.26 - Grafico prova penetrometrica n. 3



Fig.27 - Esecuzione DPM 3

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA N.3

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	3.82	0.20	23.44	46.78	15.30	36.38	59.72	34.03	70.41	18.73	64.53	46.78
[2] -	14.4	1.30	95.32	176.52	55.70	139.16	221.14	122.68	154.16	70.61	233.40	176.52
[3] -	7.76	5.00	47.56	95.12	30.69	74.43	105.32	67.96	100.03	38.05	69.73	95.12

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	3.82	0.20	Robertson (1983)	0.75
[2] -	14.4	1.30	Robertson (1983)	2.82
[3] -	7.76	5.00	Robertson (1983)	1.52

Modulo Edometrico (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	3.82	0.20	1.72	5.62	4.00	4.68
[2] -	14.4	1.30	6.48	--	14.58	14.12
[3] -	7.76	5.00	3.49	--	7.94	9.51

Modulo di Young (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	3.82	0.20	2.31	3.75
[2] -	14.4	1.30	14.24	14.12
[3] -	7.76	5.00	6.75	7.61

Classificazione AGI

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	3.82	0.20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] -	14.4	1.30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	7.76	5.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.82	0.20	Meyerhof	16.57
[2] -	14.4	1.30	Meyerhof	20.20
[3] -	7.76	5.00	Meyerhof	18.53

Peso unita' di volume saturo

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.82	0.20	Meyerhof	16.57
[2] -	14.4	1.30	Meyerhof	20.20
[3] -	7.76	5.00	Meyerhof	18.53

[1] -	3.82	0.20	Meyerhof	18.34
[2] -	14.4	1.30	Meyerhof	22.26
[3] -	7.76	5.00	Meyerhof	18.63

## TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	3.82	0.20	21.65	48.48	94.61	17.62
[2] -	14.4	1.30	46.18	86.58	100	41.92
[3] -	7.76	5.00	24.78	51.11	51.88	27.83

Angolo di resistenza al taglio

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	3.82	0.20	3.82	28.09	21.09	29.07	36.03	31.17	22.57	28.15	24.02	23.7
[2] -	14.4	1.30	14.4	31.11	24.11	32.03	33.48	35.26	29.7	31.32	28.55	31.8
[3] -	7.76	5.00	7.76	29.22	22.22	30.17	29.39	32.8	25.79	29.33	24.45	27.5

Modulo di Young (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	3.82	0.20	3.82	---	3.00	---	---	---
[2] -	14.4	1.30	14.4	26.56	11.30	16.73	28.24	14.42
[3] -	7.76	5.00	7.76	---	6.09	---	---	---

Modulo Edometrico (Mpa)

Strato	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] -	3.82	0.20	3.82	---	3.46	2.66	5.40
[2] -	14.4	1.30	14.4	8.47	5.59	10.03	10.02
[3] -	7.76	5.00	7.76	---	4.26	5.40	7.12

Classificazione AGI

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	3.82	0.20	3.82	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	14.4	1.30	14.4	Classificazione A.G.I	MODERAMENTE ADDENSATO
[3] -	7.76	5.00	7.76	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO



## Peso unita' di volume

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.82	0.20	3.82	Terzaghi-Peck 1948	13.69
[2] -	14.4	1.30	14.4	Terzaghi-Peck 1948	15.02
[3] -	7.76	5.00	7.76	Terzaghi-Peck 1948	14.21

## Peso unita' di volume saturo

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	3.82	0.20	3.82	Terzaghi-Peck 1948	18.33
[2] -	14.4	1.30	14.4	Terzaghi-Peck 1948	19.16
[3] -	7.76	5.00	7.76	Terzaghi-Peck 1948	18.65

## Modulo di Poisson

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	3.82	0.20	3.82	(A.G.I.)	0.35
[2] -	14.4	1.30	14.4	(A.G.I.)	0.33
[3] -	7.76	5.00	7.76	(A.G.I.)	0.34

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	3.82	0.20	3.82	22.47	27.80
[2] -	14.4	1.30	14.4	78.22	62.54
[3] -	7.76	5.00	7.76	43.74	42.87

#### 4.1.4 PROVA N.4

Strumento utilizzato... PENNY 30  
 Prova eseguita in data 04/07/2022  
 Profondita' prova 5.00 mt  
 Latitudine: 4516373.81; Longitudine: 610610.35 (SR WGS 84 UTM 33 N)  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	2	0.857	0.68	0.80	34.06	39.76
0.20	8	0.855	2.72	3.18	135.91	159.03
0.30	14	0.803	4.47	5.57	223.39	278.30
0.40	14	0.801	4.46	5.57	222.85	278.30
0.50	31	0.699	8.61	12.32	430.67	616.23
0.60	22	0.747	6.53	8.75	326.68	437.32
0.70	18	0.795	5.69	7.16	284.52	357.81
0.80	21	0.743	6.21	8.35	310.30	417.45
0.90	18	0.792	5.66	7.16	283.22	357.81
1.00	17	0.790	5.06	6.41	253.20	320.60
1.10	13	0.788	3.86	4.90	193.19	245.17
1.20	13	0.786	3.86	4.90	192.77	245.17
1.30	11	0.835	3.46	4.15	173.13	207.45
1.40	12	0.833	3.77	4.53	188.48	226.31
1.50	13	0.781	3.83	4.90	191.52	245.17
1.60	10	0.830	3.13	3.77	156.45	188.59
1.70	9	0.828	2.81	3.39	140.52	169.73
1.80	10	0.826	3.12	3.77	155.84	188.59
1.90	9	0.825	2.80	3.39	139.98	169.73
2.00	9	0.823	2.66	3.23	132.90	161.45
2.10	7	0.822	2.06	2.51	103.18	125.57
2.20	8	0.820	2.35	2.87	117.70	143.51
2.30	8	0.819	2.35	2.87	117.48	143.51
2.40	10	0.817	2.93	3.59	146.59	179.39
2.50	10	0.816	2.93	3.59	146.33	179.39
2.60	11	0.814	3.21	3.95	160.67	197.33
2.70	12	0.813	3.50	4.31	174.97	215.27
2.80	11	0.811	3.20	3.95	160.12	197.33
2.90	12	0.810	3.49	4.31	174.38	215.27
3.00	10	0.809	2.77	3.42	138.32	171.05
3.10	11	0.807	3.04	3.76	151.90	188.15
3.20	12	0.806	3.31	4.11	165.44	205.26
3.30	9	0.805	2.48	3.08	123.88	153.94
3.40	11	0.803	3.02	3.76	151.16	188.15
3.50	12	0.802	3.29	4.11	164.64	205.26
3.60	13	0.751	3.34	4.45	166.96	222.36
3.70	15	0.750	3.85	5.13	192.33	256.57
3.80	14	0.748	3.58	4.79	179.22	239.46
3.90	13	0.747	3.32	4.45	166.15	222.36
4.00	14	0.746	3.41	4.58	170.71	228.82
4.10	15	0.745	3.65	4.90	182.61	245.17

4.20	15	0.744	3.65	4.90	182.33	245.17
4.30	18	0.743	4.37	5.88	218.46	294.20
4.40	20	0.741	4.85	6.54	242.37	326.89
4.50	19	0.740	4.60	6.21	229.90	310.54
4.60	18	0.739	4.35	5.88	217.48	294.20
4.70	18	0.738	4.34	5.88	217.17	294.20
4.80	17	0.737	4.10	5.56	204.81	277.86
4.90	16	0.736	3.85	5.23	192.49	261.51
5.00	20	0.735	4.60	6.26	230.05	312.98

La pressione ammissibile è stata calcolata applicando un coefficiente di sicurezza pari a 20, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

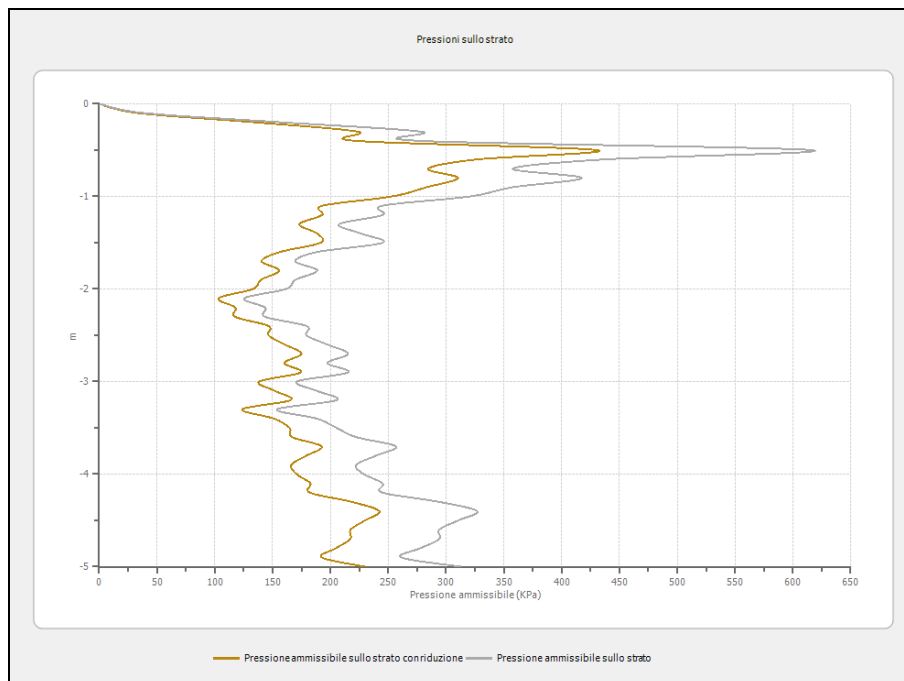


Fig. 28 - Grafico pressione ammissibile DPM 4

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	5	1.99	Incoerente - coesivo	16.57	18.34	1.66	0.76	3.82	Limi Sabbiosi poco consistenti
1	19.38	7.66	Incoerente - coesivo	20.2	22.26	11.39	0.76	14.83	Limi Sabbiosi consistenti
3.5	10.52	3.81	Incoerente - coesivo	18.63	18.73	42.76	0.76	8.05	Limi Sabbiosi consistenti
5	16.33	5.38	Incoerente - coesivo	19.91	21.87	80.98	0.76	12.49	Limi Sabbiosi consistenti

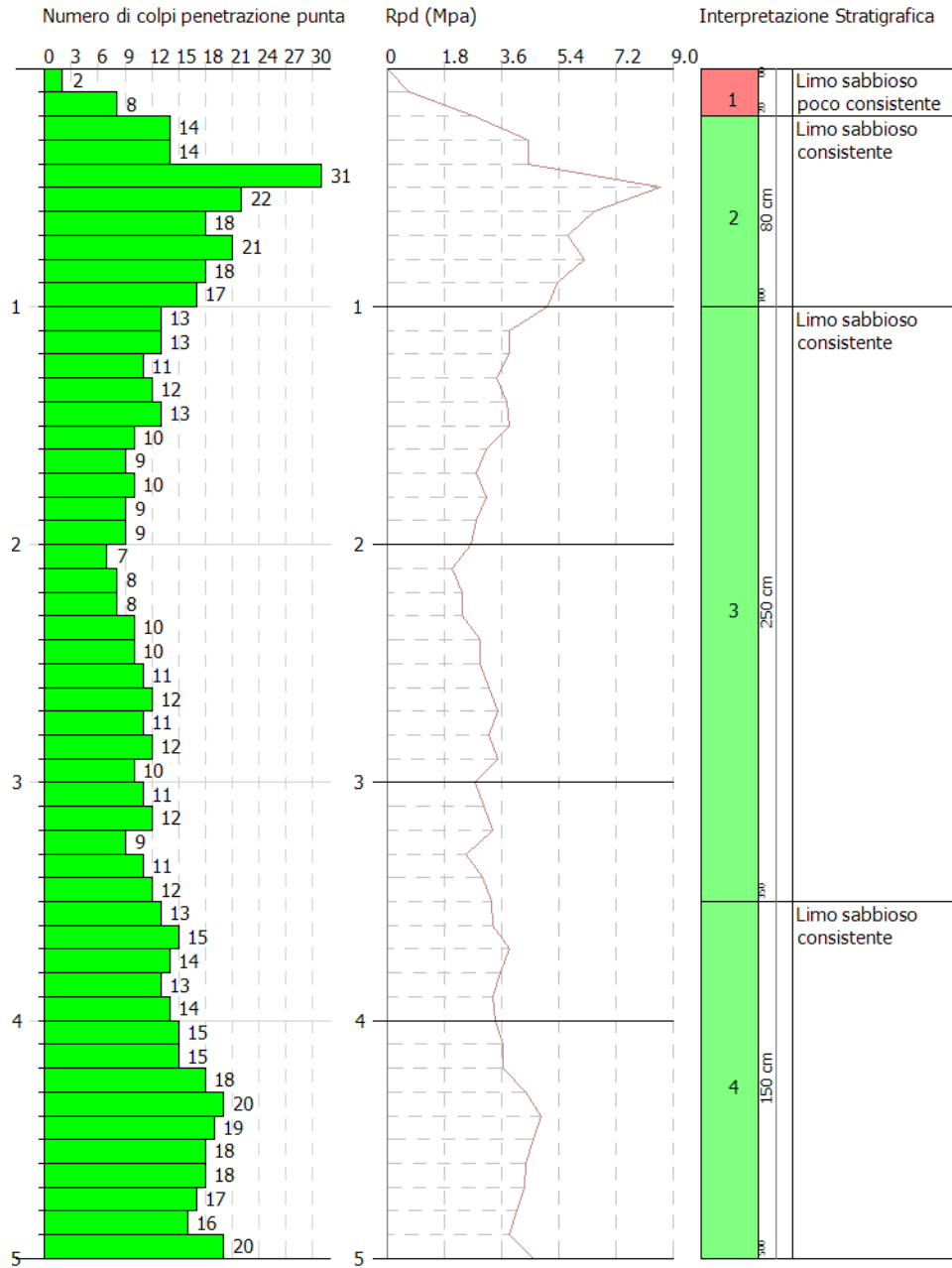


Fig.29 - Grafico prova penetrometrica n. 4



Fig.30 - Esecuzione DPM 4

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA N.4

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1]	3.82	0.20	23.44	46.78	15.30	36.38	59.72	34.03	70.41	18.73	64.53	46.78
[2]	14.83	1.00	98.16	181.82	57.27	143.37	229.77	126.11	157.89	72.77	245.26	181.82
[3]	8.05	3.50	53.25	98.65	31.77	77.28	114.35	70.41	102.28	39.52	94.44	98.65
[4]	12.49	5.00	82.67	153.08	48.64	120.52	161.42	107.28	137.98	61.19	147.59	153.08

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1]	3.82	0.20	Robertson (1983)	0.75
[2]	14.83	1.00	Robertson (1983)	2.91
[3]	8.05	3.50	Robertson (1983)	1.58
[4]	12.49	5.00	Robertson (1983)	2.45

Modulo Edometrico (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1]	3.82	0.20	1.72	5.62	4.00	4.68
[2]	14.83	1.00	6.67	--	15.01	14.54
[3]	8.05	3.50	3.62	--	8.23	9.87
[4]	12.49	5.00	5.62	--	12.67	12.25

Modulo di Young (Mpa)

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1]	3.82	0.20	2.31	3.75
[2]	14.83	1.00	14.72	14.54
[3]	8.05	3.50	7.08	7.89
[4]	12.49	5.00	12.09	12.25

Classificazione AGI

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1]	3.82	0.20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2]	14.83	1.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3]	8.05	3.50	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4]	12.49	5.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
[1]	3.82	0.20	Meyerhof	16.57
[2]	14.83	1.00	Meyerhof	20.20
[3]	8.05	3.50	Meyerhof	18.63
[4]	12.49	5.00	Meyerhof	19.91

**Peso unita' di volume saturo**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1]	3.82	0.20	Meyerhof	18.34
[2]	14.83	1.00	Meyerhof	22.26
[3]	8.05	3.50	Meyerhof	18.73
[4]	12.49	5.00	Meyerhof	21.87

**TERRENI INCOERENTI**
**Densita' relativa**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1]	3.82	0.20	21.65	48.48	94.61	17.62
[2]	14.83	1.00	47.65	89.51	100	42.71
[3]	8.05	3.50	28.02	55.9	57.65	28.52
[4]	12.49	5.00	31.24	60.08	60.16	38.23

**Angolo di resistenza al taglio**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	3.82	0.20	3.82	28.09	21.09	29.07	36.03	31.17	22.57	28.15	24.02	23.74
[2] -	14.83	1.00	14.83	31.24	24.24	32.15	34.04	35.41	29.91	31.45	28.78	32.22
[3] -	8.05	3.50	8.05	29.3	22.3	30.25	30.18	32.91	25.99	29.42	25.25	27.69
[4] -	12.49	5.00	12.49	30.57	23.57	31.5	29.51	34.59	28.69	30.75	25.44	30.81

**Modulo di Young (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman n (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1]	3.82	0.20	3.82	---	3.00	---	---	---
[2]	14.83	1.00	14.83	26.96	11.63	17.23	28.56	14.63
[3]	8.05	3.50	8.05	---	6.32	9.38	---	---
[4]	12.49	5.00	12.49	24.74	9.80	14.52	26.84	13.48

**Modulo Edometrico (Mpa)**

Strato	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]	3.82	0.20	3.82	---	3.46	2.66	5.40
[2]	14.83	1.00	14.83	8.73	5.68	10.33	10.21
[3]	8.05	3.50	8.05	---	4.31	5.61	7.25
[4]	12.49	5.00	12.49	7.35	5.21	8.70	9.19

**Classificazione AGI**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1]	3.82	0.20	3.82	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2]	14.83	1.00	14.83	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3]	8.05	3.50	8.05	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4]	12.49	5.00	12.49	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1]	3.82	0.20	3.82	Terzaghi-Peck 1948	13.69
[2]	14.83	1.00	14.83	Terzaghi-Peck 1948	15.07
[3]	8.05	3.50	8.05	Terzaghi-Peck 1948	14.24
[4]	12.49	5.00	12.49	Terzaghi-Peck 1948	14.79

**Peso unita' di volume saturo**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1]	3.82	0.20	3.82	Terzaghi-Peck 1948	18.33
[2]	14.83	1.00	14.83	Terzaghi-Peck 1948	19.19
[3]	8.05	3.50	8.05	Terzaghi-Peck 1948	18.68
[4]	12.49	5.00	12.49	Terzaghi-Peck 1948	19.02

**Modulo di Poisson**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1]	3.82	0.20	3.82	(A.G.I.)	0.35
[2]	14.83	1.00	14.83	(A.G.I.)	0.32
[3]	8.05	3.50	8.05	(A.G.I.)	0.34
[4]	12.49	5.00	12.49	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

Strato	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1]	3.82	0.20	3.82	22.47	27.80
[2]	14.83	1.00	14.83	80.41	63.68
[3]	8.05	3.50	8.05	45.28	43.84
[4]	12.49	5.00	12.49	68.42	57.34

Luglio 2022

IL TECNICO

 Geol. Vincenzo Dottorini  
 (firmato digitalmente)