
	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 1 di 38</b></p>
---	---	--

## INDICE

1. Premessa.....	2
2. Prospezioni Sismiche Di Tipo Masw .....	3
2.1 Attrezzatura E Metodologia Utilizzata.....	3
2.2 Elaborazione Dati .....	5
2.3 Interpretazione Dati Masw-01 – Wtg01 .....	6
2.4 Interpretazione Dati Masw-02 – Wtg06.....	11
2.5 Interpretazione Dati Masw-03 – Wtg03.....	18
2.6 Interpretazione Dati Masw-04 – Wtg10.....	23
3. Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Dpsh.....	30
4. Rapporto Fotografico .....	32
4.1 Indagine Sismica Di Tipo Masw .....	32
4.2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Dpsh .....	35

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 2 di 38</b></p>
---	---	--

## 1. PREMESSA


Nell'ambito del ***"IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE"***, sono state effettuate le seguenti indagini:

- Esecuzione di n°4 Indagini sismiche di tipo MASW;
- Esecuzione di n° 4 Prove penetrometriche dinamiche DPSH.

Tali indagini sono state eseguite in conformità a quanto disposto da D.M. 17/01/2018 *"Norme tecniche per le Costruzioni"*, oltre che secondo le modalità tecnologiche dell'ANISIG.

Si riportano in allegato alla presente:

1. *Allegato 1* - Parametri delle prove Penetrometriche Dinamiche Dpsh;
2. *Allegato 2* - Carta ubicazione delle indagini.

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 3 di 38</b></p>
---	---	--

## 2. PROSPEZIONI SISMICHE DI TIPO MASW

MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh). Più in dettaglio, le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (in genere mediante massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio) o da un cannoncino sismico e vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5 Hz.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie sapendo che frequenze diverse - e quindi lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa. Il principio di base quindi è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale (cioè della perturbazione sismica che si propaga) viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

In particolare, le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini "sentono" gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

### 2.1 ATTREZZATURA E METODOLOGIA UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata è il sismografo W2Z a 24 canali Wireless della DOLANG GEOPHYSICAL dalle seguenti caratteristiche tecniche: gestione a microprocessore, Sampling Frequency 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz; Number of samples in trigger mode 256, 516, 1024, 4096, 8192, 16384; risoluzione a 24 bit; acquisizione dei dati e codifica dei file in formato Seg-2-Y E DAT.

I geofoni sono connessi al pc in modalità wireless con range massimo di 500 m in campo aperto con la possibilità di inserire in serie 256 geofoni con frequenza propria di 4,5 Hz, il sensore trigger è inserito all'interno della mazza battente di 10 kg.




Le indagini si sono svolte secondo la seguente geometria:

- Numero di geofoni: 12
- Spaziatura tra i geofoni: 2 m
- Numero di offset: 2 rispettivamente a 4, 6; m dal primo geofono.

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *WinMasw Pro 4.4.2* della *Eliosoft*. I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (.sgy format file). Il software a questo punto permette di sommare due dataset acquisiti con offset diversi in modo da ottenere un unico dataset equivalente ad un'acquisizione effettuata con 24 canali e spaziatura tra i geofoni pari a  $B/2$  rispetto a quella utilizzata in campagna.



	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 5 di 38</b></p>
---	---	--

## 2.2 ELABORAZIONE DATI

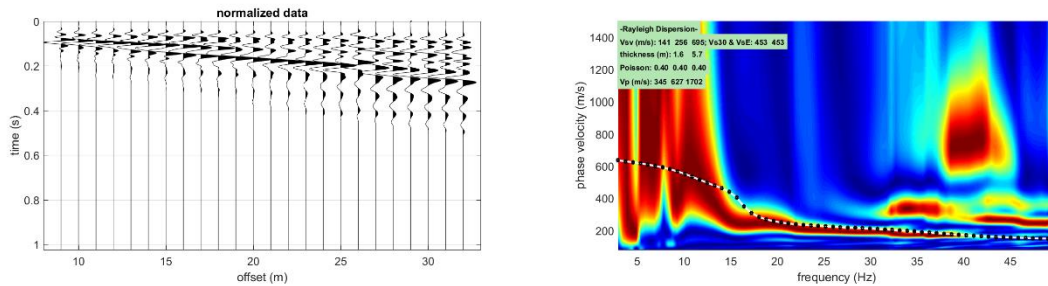
L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. Dallo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple).

Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. 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. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

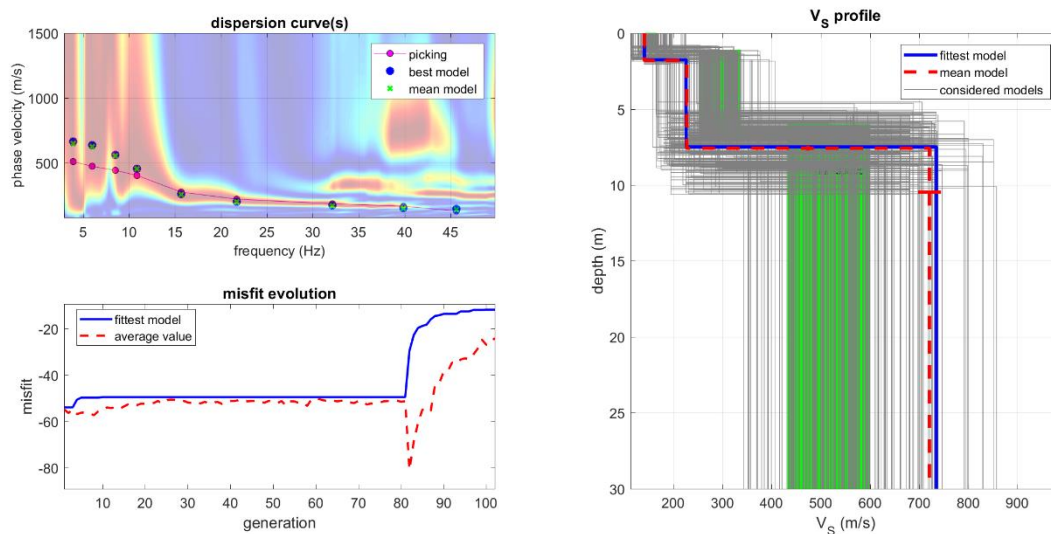
Di seguito i dati di campagna acquisiti e lo spettro di velocità calcolato per ogni indagine effettuata.


## 2.3 INTERPRETAZIONE DATI MASW-01 – WTG01

### Masw- 01



Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).



	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 7 di 38</b></p>
---	---	--

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una  $V_{s30}$  di **449,7 m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

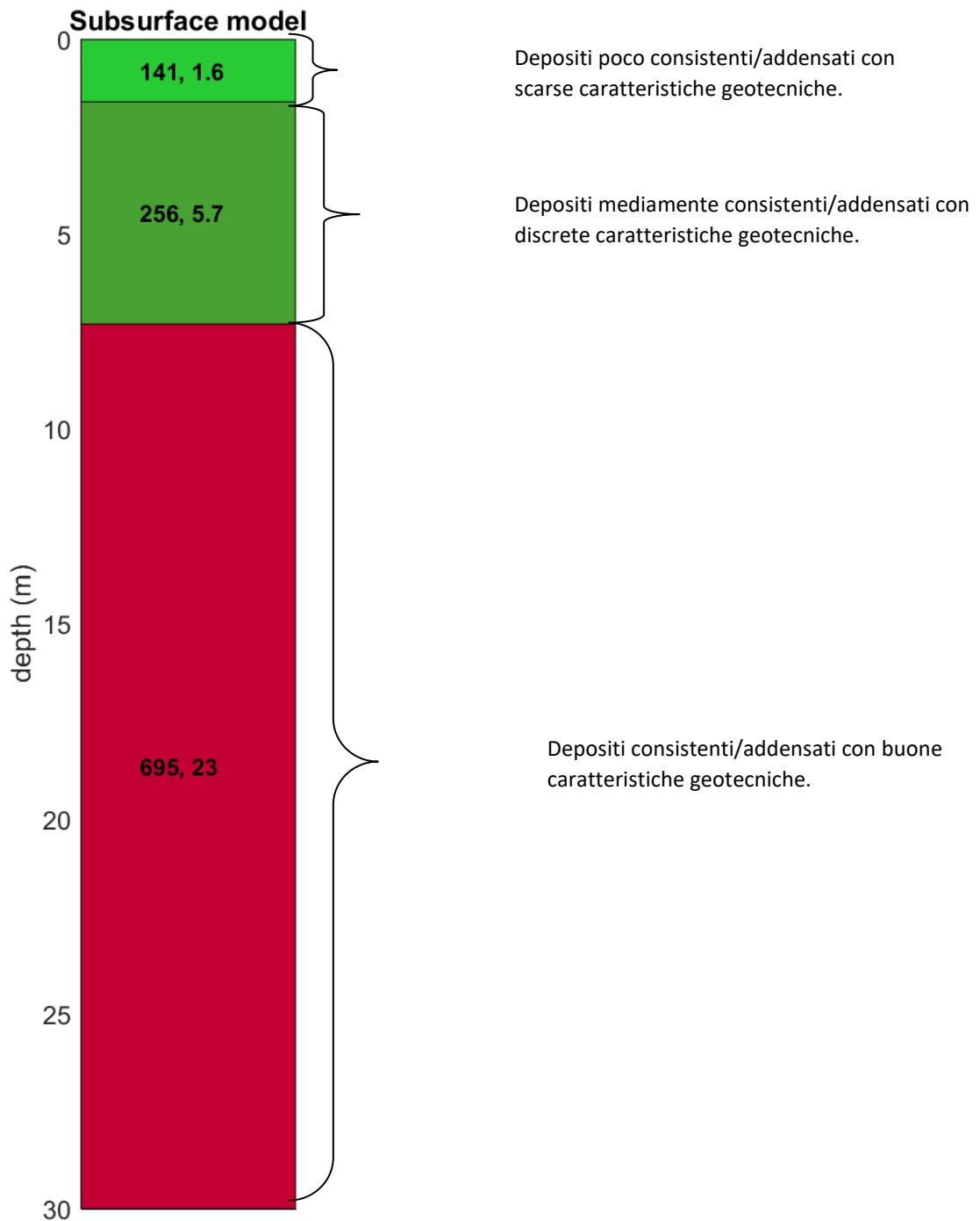
<b>Spessore (m)</b>	<b><math>V_s</math> (m/s) e deviazioni standard</b>
1.6	141±1
5.7	256± 3
23	695± 23


Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018), il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

- **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa** molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**



	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 9 di 38</b></p>
---	---	--

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.6 m, con velocità media delle onde di taglio di 141 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 5.7 m, con velocità media delle onde di taglio di 256 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 7 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 25 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 695 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con buone caratteristiche geotecniche.

### **Calcolo dei parametri elastici dinamici dei terreni**

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_s$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  ( $\text{Kg/m}^3$ ) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione  $V_p$  e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

La velocità delle onde P è stata ricavata empiricamente attraverso la seguente relazione:

$$V_p^2 = V_s^2 * (2-2\lambda) / (1-2\lambda)$$

Sono stati definiti inoltre i seguenti moduli dinamici:

#### **- Modulo di taglio dinamico (G)**


È definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

Dove  $\gamma$  = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

#### **- Modulo di Young ( $E_d$ )**

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 10 di 38</b></p>
---	---	---

È definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_p^2 \cdot \gamma \cdot (1+\lambda) \cdot (1-2\lambda)] / (1-\lambda)$$

Con  $\lambda$  = coeff. di Poisson

### Rigidità sismica

$$R_s = \gamma V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

### Modulo di incompressibilità dinamica

È definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_p^2 - 4/3 \cdot V_s^2]$$

ed è detto *Bulk Modulus*.

### Calcolo dei parametri elastici statici dei terreni

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni ( $<10^{-4}$ ) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

Nelle misure di laboratorio il rapporto  $E_d/E_s$  ( $E_d$  modulo di Young o elastico dinamico -  $E_s$  modulo di Young o elastico statico) è comunemente 2.0 (Cheng and Johnston, 1981), ma per misure in sito questo rapporto varia fra 1.5 e 9.1 (Gudmundsson, 1990; Link, 1968).

Rzhevsky e Novik hanno proposto le seguenti relazioni:

$$E_{din} = 8.3 E_{stat} + 0.97 E_{stat} = (E_{din} - 0.97) / 8.3$$


Massarch (1984) ha proposto la seguente relazione per passare dal modulo di taglio dinamico a quello statico:

$$G_{stat} = R \cdot G$$

Dove R è un parametro che 0.18 per le ghiaie, 0.15 per le sabbie mediamente dense e 0.11 per le argille, dai due parametri si ricavano gli altri parametri elastici.

Modulo di Poisson

$$\nu = (E - 2G) / (2G)$$

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 11 di 38</b></p>
---	---	---

Modulo di compressibilità volumetrico

$$K=G \cdot E / [3(3G-E)]$$

Modulo edometrico

$$E_{ed}=G \cdot (4G-E) / (3G-E)$$

Modulo di carico su piastra

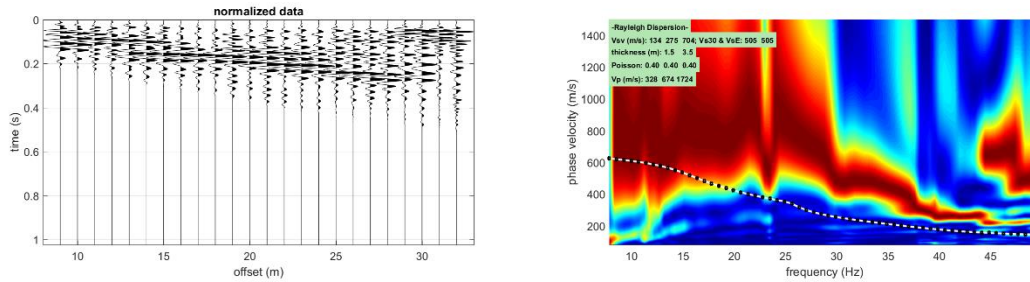
$$M_e=16G^2 / [\pi(4G-E)]$$

PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 01									
STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	$\gamma'$	$\lambda$	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,6	345	141	1,8	0,4	1002	0,254	358	1670
<b>2</b>	5,7	627	256	1,91	0,4	3505	0,489	1252	5841
<b>3</b>	23	1702	695	2,19	0,4	29619	1,522	10578	49365

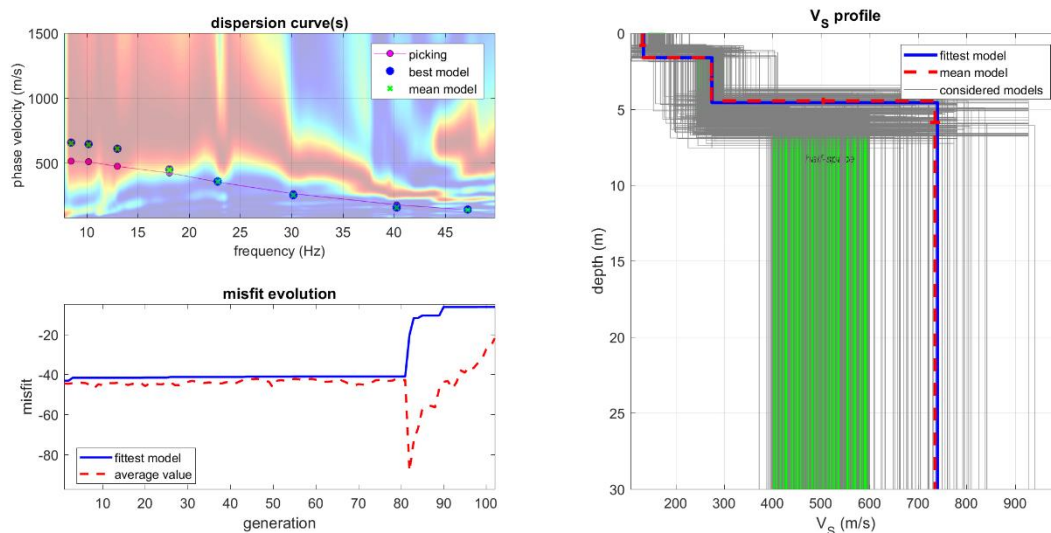
PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 01									
STRATO	SPESSORE	Vp	$\gamma'$	$\lambda$	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,6	345	1,8	0,4	168,36	120,61	160	46,54	246
<b>2</b>	5,7	627	1,91	0,4	589,80	422,17	563	162,76	1732
<b>3</b>	23	1702	2,19	0,4	3847,55	3568,44	4770	1375,14	9789

## 2.4 INTERPRETAZIONE DATI MASW-02 – WTG02

## Masw- 02



Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).



In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una **Vs<sub>30</sub> di 504,8 m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le Costruzioni".

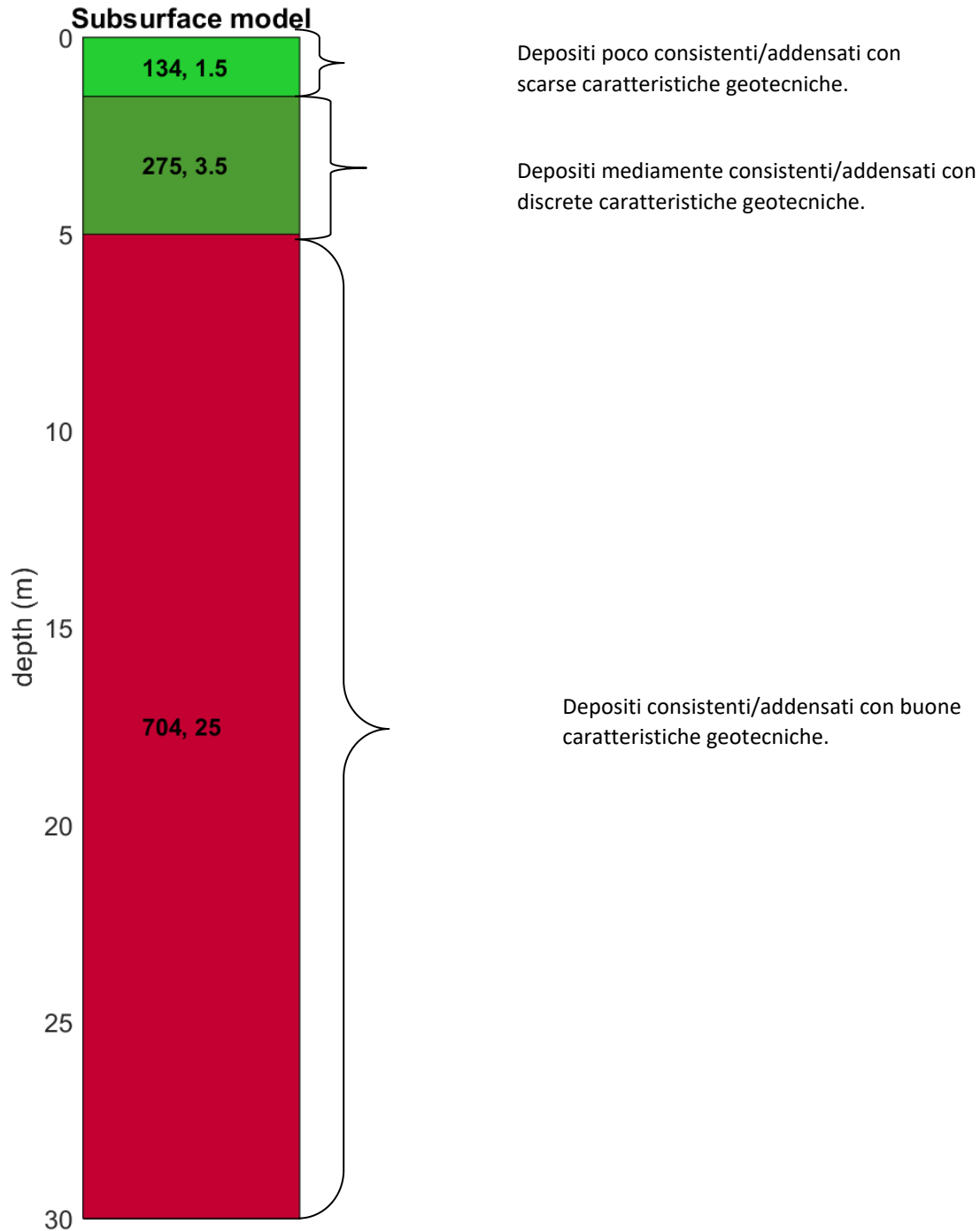
**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**


Spessore (m)	V <sub>s</sub> (m/s) e deviazioni standard
1.5	134±7
3.5	275± 4
25	704± 11

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018), il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

- **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa** molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**



	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 15 di 38</b></p>
---	---	---

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 134 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 3.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 275 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 25 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 704 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con buone caratteristiche geotecniche.

### **Calcolo dei parametri elastici dinamici dei terreni**

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_s$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  (Kg/m<sup>3</sup>) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione  $V_p$  e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

La velocità delle onde P è stata ricavata empiricamente attraverso la seguente relazione:

$$V_p^2 = V_s^2 * (2-2\lambda) / (1-2\lambda)$$

Sono stati definiti inoltre i seguenti moduli dinamici:

#### **- Modulo di taglio dinamico (G)**


È definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

Dove  $\gamma$  = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.



	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 16 di 38</b></p>
---	---	---

### - Modulo di Young ( $E_d$ )

È definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_p^2 \cdot \gamma \cdot (1+\lambda) \cdot (1-2\lambda)] / (1-\lambda)$$

Con  $\lambda$  = coeff. di Poisson

### Rigidità sismica

$$R_s = \gamma V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

### Modulo di incompressibilità dinamica

È definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_p^2 - 4/3 \cdot V_s^2]$$

ed è detto *Bulk Modulus*.

### Calcolo dei parametri elastici statici dei terreni

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni (<10<sup>-4</sup>) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

Nelle misure di laboratorio il rapporto  $E_d/E_s$  ( $E_d$  modulo di Young o elastico dinamico -  $E_s$  modulo di Young o elastico statico) è comunemente 2.0 (Cheng and Johnston, 1981), ma per misure in sito questo rapporto varia fra 1.5 e 9.1 (Gudmundsson, 1990; Link, 1968).


Rzhevsky e Novik hanno proposto le seguenti relazioni:

$$E_{din} = 8.3 E_{stat} + 0.97 E_{stat} = (E_{din} - 0.97) / 8.3$$

Massarch (1984) ha proposto la seguente relazione per passare dal modulo di taglio dinamico a quello statico:

$$G_{stat} = R \cdot G$$

Dove R è un parametro che 0.18 per le ghiaie, 0.15 per le sabbie mediamente dense e 0.11 per le argille, dai due parametri si ricavano gli altri parametri elastici.

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 17 di 38</b></p>
---	---	---

Modulo di Poisson

$$\nu = (E - 2G) / (2G)$$

Modulo di compressibilità volumetrico

$$K = G * E / [3(3G - E)]$$

Modulo edometrico

$$E_{ed} = G * (4G - E) / (3G - E)$$

Modulo di carico su piastra

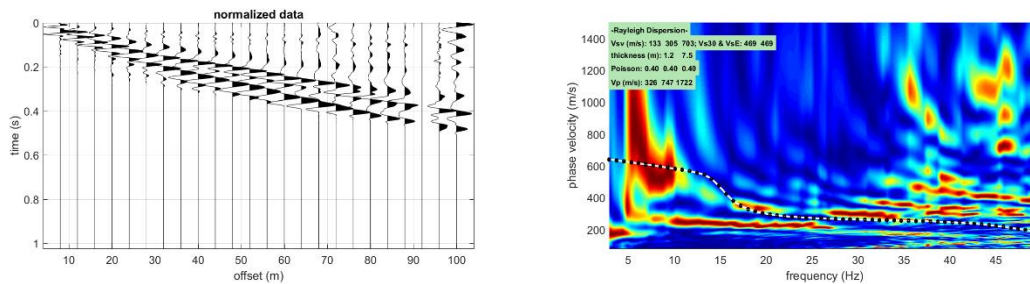
$$M_e = 16G^2 / [\pi(4G - E)]$$

PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 02									
STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	$\gamma'$	$\lambda$	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,5	328	134	1,78	0.4	895	0,239	320	1492
<b>2</b>	3,5	674	275	1,96	0.4	4150	0,539	1482	6917
<b>3</b>	25	1724	704	2,19	0.4	30391	1,542	10854	50652

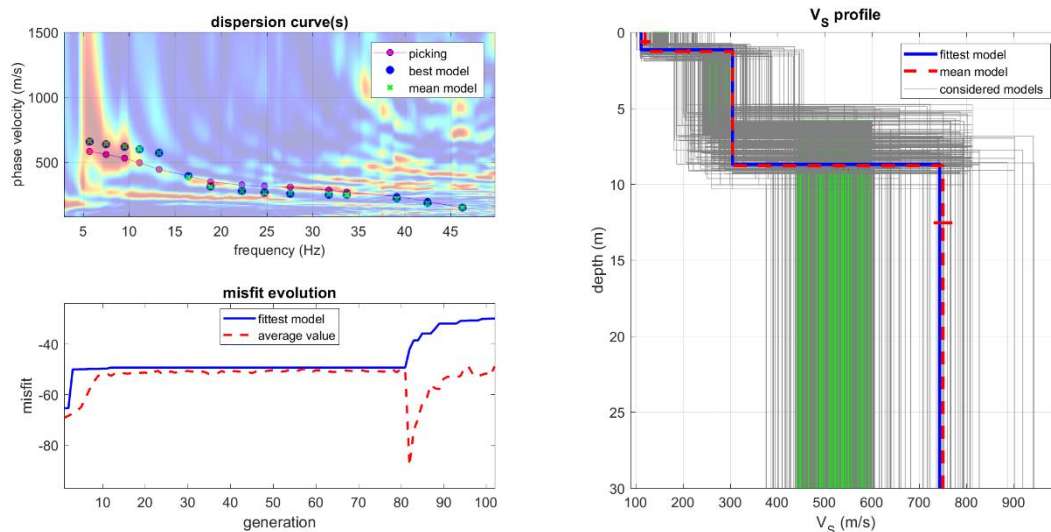
PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 02									
STRATO	SPESSORE	Vp	$\gamma'$	$\lambda$	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,5	328	1,78	0.4	150,26	107,71	143	41,60	219
<b>2</b>	3,5	674	1,96	0.4	698,54	499,88	668	192,66	2055
<b>3</b>	25	1724	2,19	0.4	3947,75	3661,45	4894	1411,02	10043


## 2.5 INTERPRETAZIONE DATI MASW-03 – WTG03

### Masw- 03



Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).



	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 19 di 38</b></p>
---	---	---

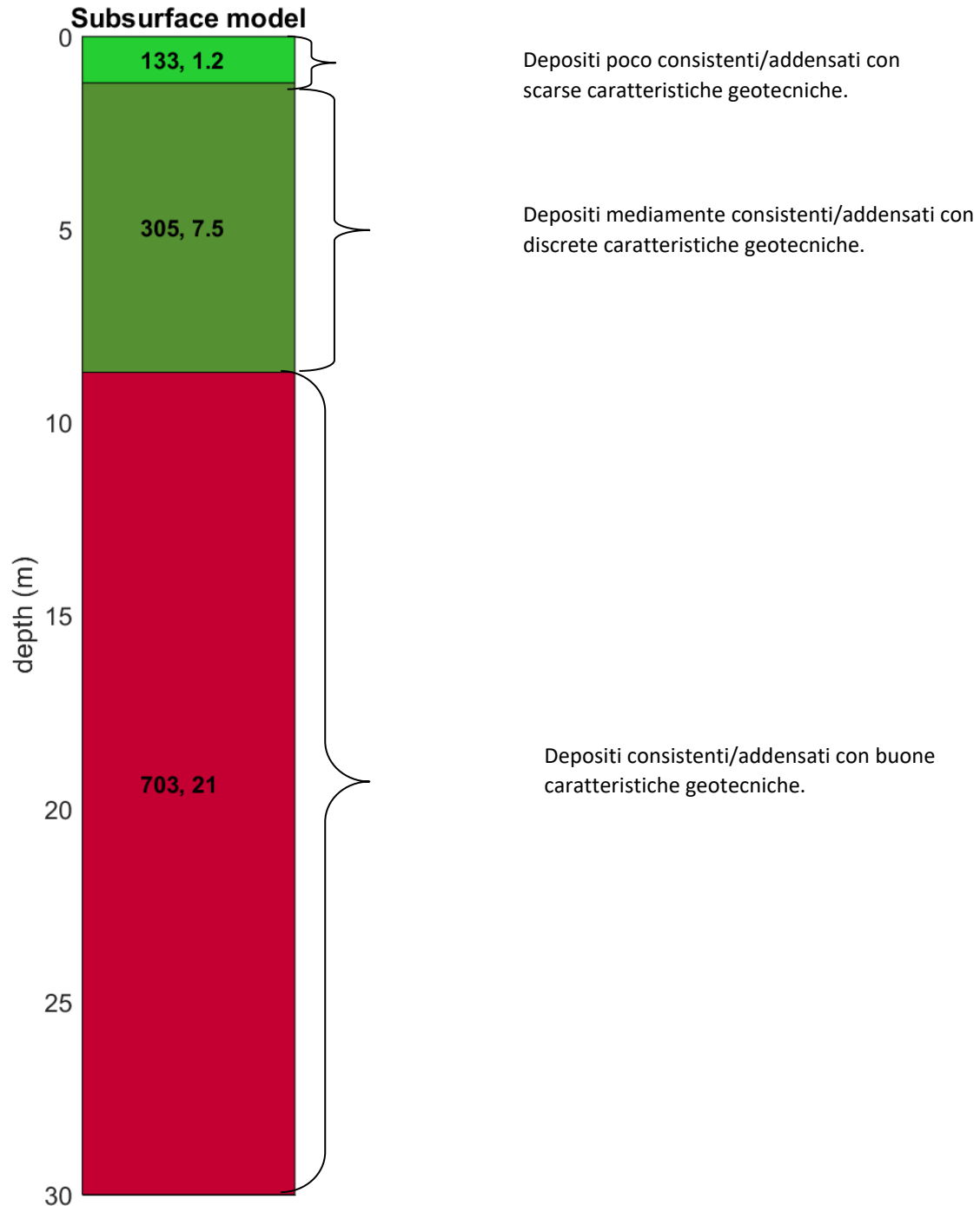
In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una  $V_{s30}$  di **469,4 m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.


<b>Spessore (m)</b>	<b><math>V_s</math> (m/s) e deviazioni standard</b>
1.2	133±12
7.5	305± 1
21	703± 20

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018), il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

- **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa** molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**



	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 21 di 38</b></p>
---	---	---

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.2 m, con velocità media delle onde di taglio di 133 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 7.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 305 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 8.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 25 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 703 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con buone caratteristiche geotecniche.

### **Calcolo dei parametri elastici dinamici dei terreni**

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_s$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  (Kg/m<sup>3</sup>) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione  $V_P$  e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

La velocità delle onde P è stata ricavata empiricamente attraverso la seguente relazione:

$$V_P^2 = V_s^2 * (2-2\lambda) / (1-2\lambda)$$

Sono stati definiti inoltre i seguenti moduli dinamici:


#### **- Modulo di taglio dinamico (G)**

È definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

Dove  $\gamma$  = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 22 di 38</b></p>
---	---	---

### - Modulo di Young ( $E_d$ )

È definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_p^2 \cdot \gamma \cdot (1+\lambda) \cdot (1-2\lambda)] / (1-\lambda)$$

Con  $\lambda$  = coeff. di Poisson

### Rigidità sismica

$$R_s = \gamma V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

### Modulo di incompressibilità dinamica

È definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_p^2 - 4/3 \cdot V_s^2]$$

ed è detto *Bulk Modulus*.

### Calcolo dei parametri elastici statici dei terreni

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni (<10<sup>-4</sup>) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

Nelle misure di laboratorio il rapporto  $E_d/E_s$  ( $E_d$  modulo di Young o elastico dinamico -  $E_s$  modulo di Young o elastico statico) è comunemente 2.0 (Cheng and Johnston, 1981), ma per misure in sito questo rapporto varia fra 1.5 e 9.1 (Gudmundsson, 1990; Link, 1968).


Rzhevsky e Novik hanno proposto le seguenti relazioni:

$$E_{din} = 8.3 E_{stat} + 0.97 E_{stat} = (E_{din} - 0.97) / 8.3$$

Massarch (1984) ha proposto la seguente relazione per passare dal modulo di taglio dinamico a quello statico:

$$G_{stat} = R \cdot G$$

Dove R è un parametro che 0.18 per le ghiaie, 0.15 per le sabbie mediamente dense e 0.11 per le argille, dai due parametri si ricavano gli altri parametri elastici.

	IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)	<b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 23 di 38</b>
	<b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b>	

Modulo di Poisson

$$\nu = (E - 2G) / (2G)$$

Modulo di compressibilità volumetrico

$$K = G * E / [3(3G - E)]$$

Modulo edometrico

$$E_{ed} = G * (4G - E) / (3G - E)$$

Modulo di carico su piastra

$$M_e = 16G^2 / [\pi(4G - E)]$$

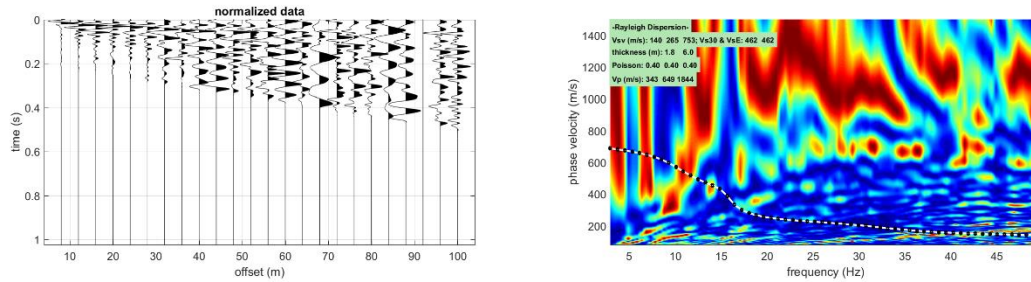
PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 03									
STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	$\gamma'$	$\lambda$	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,2	326	133	1,78	0,4	882	0,237	315	1469
<b>2</b>	7,5	747	305	1,98	0,4	5157	0,604	1842	8596
<b>3</b>	21	1722	703	2,19	0,4	30305	1,540	10823	50508

PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 03									
STRATO	SPESSORE	Vp	$\gamma'$	$\lambda$	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,2	326	1,78	0,4	148,21	106,15	141	40,95	217
<b>2</b>	7,5	747	1,98	0,4	867,96	621,21	830	239,46	2551
<b>3</b>	21	1722	2,19	0,4	3936,67	3651,09	4881	1406,99	10016

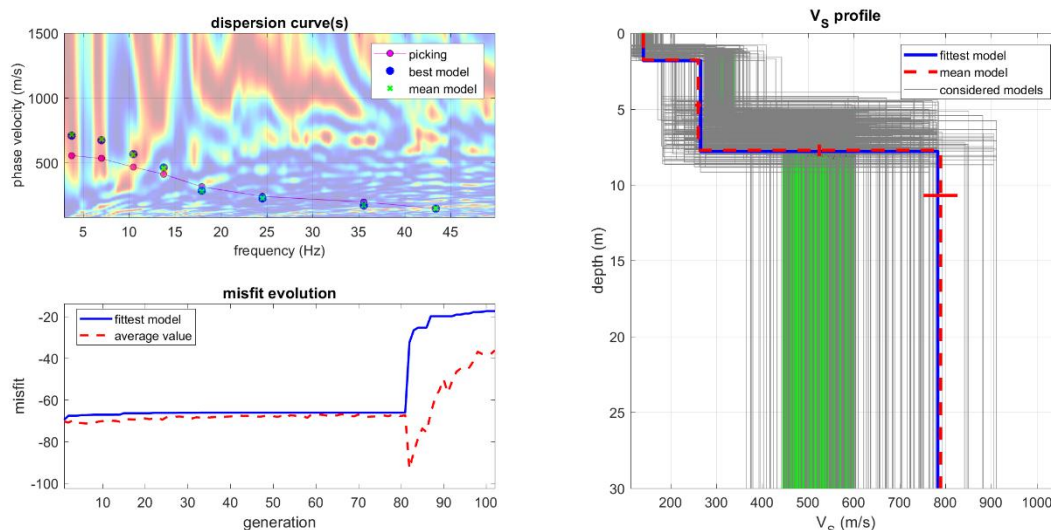
## 2.6 INTERPRETAZIONE DATI MASW-04 – WTG04



## Masw- 04



Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell’inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall’inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l’evolversi del modello al passare delle “generazioni” (l’algoritmo utilizzato per l’inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).



In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una **Vs30 di 461,7 m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le Costruzioni”.

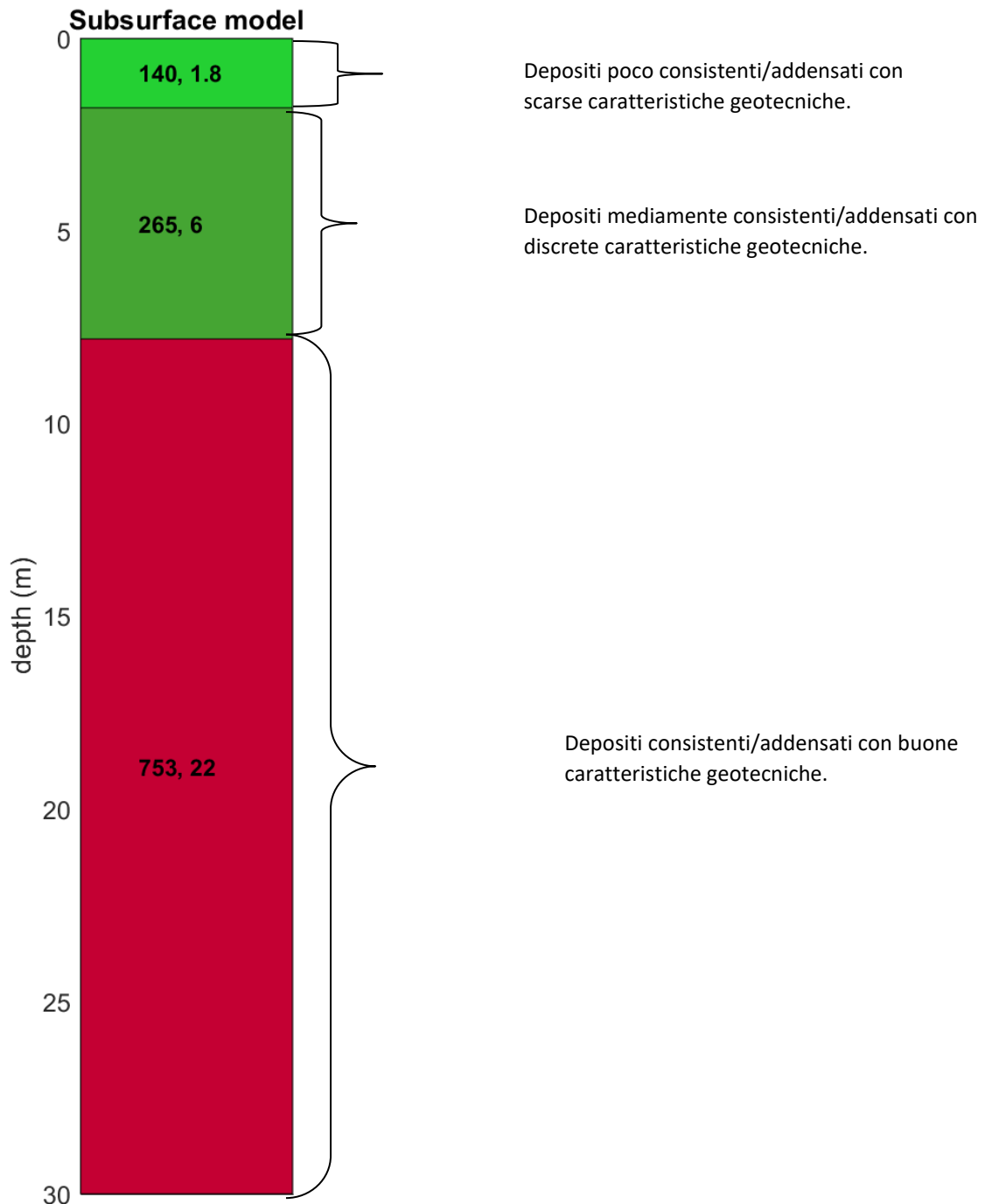
## RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI

Spessore (m)	V <sub>s</sub> (m/s) e deviazioni standard
1.8	140±3
6	265± 7
22	753± 37


Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018), il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

- **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa** molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**



La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p>DATA: <b>APRILE 2024</b> Pag. 27 di 38</p>
---	---	---

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.8 m, con velocità media delle onde di taglio di 140 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 6 m, con velocità media delle onde di taglio di 265 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 7 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 25 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 753 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con buone caratteristiche geotecniche.

### Calcolo dei parametri elastici dinamici dei terreni

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_s$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  (Kg/m<sup>3</sup>) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione  $V_p$  e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

La velocità delle onde P è stata ricavata empiricamente attraverso la seguente relazione:

$$V_p^2 = V_s^2 * (2-2\lambda) / (1-2\lambda)$$

Sono stati definiti inoltre i seguenti moduli dinamici:

#### **- Modulo di taglio dinamico (G)**


È definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

Dove  $\gamma$ = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

#### **- Modulo di Young (E<sub>d</sub>)**

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 28 di 38</b></p>
---	---	---

È definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_p^2 \cdot \gamma \cdot (1+\lambda) \cdot (1-2\lambda)] / (1-\lambda)$$

Con  $\lambda$  = coeff. di Poisson

### Rigidità sismica

$$R_s = \gamma V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

### Modulo di incompressibilità dinamica

È definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_p^2 - 4/3 \cdot V_s^2]$$

ed è detto *Bulk Modulus*.

### Calcolo dei parametri elastici statici dei terreni

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni ( $<10^{-4}$ ) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

Nelle misure di laboratorio il rapporto  $E_d/E_s$  ( $E_d$  modulo di Young o elastico dinamico -  $E_s$  modulo di Young o elastico statico) è comunemente 2.0 (Cheng and Johnston, 1981), ma per misure in sito questo rapporto varia fra 1.5 e 9.1 (Gudmundsson, 1990; Link, 1968).

Rzhevsky e Novik hanno proposto le seguenti relazioni:

$$E_{din} = 8.3 E_{stat} + 0.97 E_{stat} = (E_{din} - 0.97) / 8.3$$

Massarch (1984) ha proposto la seguente relazione per passare dal modulo di taglio dinamico a quello statico:

$$G_{stat} = R \cdot G$$

Dove R è un parametro che 0.18 per le ghiaie, 0.15 per le sabbie mediamente dense e 0.11 per le argille, dai due parametri si ricavano gli altri parametri elastici.

Modulo di Poisson

$$\nu = (E - 2G) / (2G)$$

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**

Modulo di compressibilità volumetrico

$$K=G \cdot E / [3(3G-E)]$$

Moulo edometrico

$$E_{ed}=G \cdot (4G-E) / (3G-E)$$

Modulo di carico su piastra


$$M_e=16G^2 / [\pi(4G-E)]$$

**PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 04**

STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	$\gamma'$	$\lambda$	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,8	343	140	1,8	0.4	988	0,252	353	1646
<b>2</b>	6	649	265	1,95	0.4	3834	0,517	1369	6390
<b>3</b>	22	1844	753	2,2	0.4	34928	1,657	12474	58213

**PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 04**

STRATO	SPESSORE	Vp	$\gamma'$	$\lambda$	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,8	343	1,8	0.4	166,00	118,92	158	45,89	243
<b>2</b>	6	649	1,95	0.4	645,39	461,81	617	177,97	1900
<b>3</b>	22	1844	2,2	0.4	4537,25	4208,08	5625	1621,62	11544

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 30 di 38</b></p>
---	---	---

### 3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH

Le *Prove penetrometriche dinamiche Dpsh* sono prove geotecniche puntuali e consistono nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio.

Tale asta è prolungabile tramite una batteria di aste di diametro di 34 mm le quali possono scorrere all'interno ed in modo alternato ad un rivestimento esterno, anch'esso in acciaio, avente un diametro di 48 mm.

L'energia di infissione è fornita da un maglio del peso di 73,0 kg che, battendo a caduta libera sulle aste, cade da un'altezza costante di 75,0 cm, per mezzo di un dispositivo di sganciamento automatico compiendo per ogni battuta un lavoro specifico pari a 234 kj/mq.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica 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 e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

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

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.


Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso della massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$

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

	<p>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)</p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 31 di 38</b></p>
---	---	---

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.

Nell'area d'interesse sono state eseguite **n° 4** prove penetrometriche dinamiche. Non è stata rilevata la presenza di acqua.



#### **4. RAPPORTO FOTOGRAFICO**

##### 4.1 INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW



*Postazione dell'indagine Masw01*

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**



*Postazione dell'indagine Masw02*



*Postazione dell'indagine Masw03*

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**

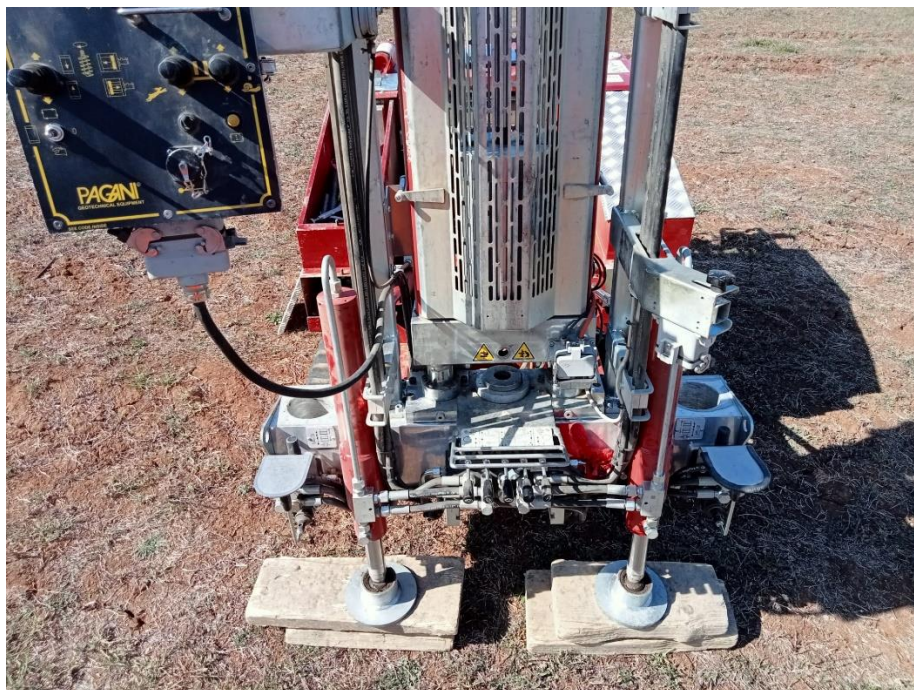


*Postazione dell'indagine Masw04*

#### 4.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH



*Postazione della prova Dpsh 01*



*Postazione della prova Dpsh 02*

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**



*Postazione della prova Dpsh 03*



*Postazione della prova Dpsh 04*



IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA  
DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA  
REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA  
LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE)

**RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI**

**DATA:**

**APRILE 2024**

**Pag. 37 di 38**

*Allegato 1 Parametri delle Prove Penetrometriche dinamiche Dpsh.*

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: WEB ITALIA ENERGIE  
RINNOVABILI Srl  
Descrizione: Indagini geognostiche  
Localita': Guardia Lombardi (AV)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPL-DPM-DPH-DPSH**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

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

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica 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 e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

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

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ );
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$  ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

<b>Tipo</b>	<b>Sigla di riferimento</b>	<b>peso della massa M (kg)</b>	<b>prof. max indagine battente (m)</b>
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 (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25



## penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

## 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:

$$N_{SPT} = \beta_i \cdot N$$

Dove:

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

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.
$\delta$	passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo ( $\delta/N$ ).
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 delle resistenze 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  $\sigma_{Nspt}$  è la deviazione standard di  $Nspt$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

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

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

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  $Nspt$  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  $Nspt$  dello strato considerato risulta inferiore a  $Nspt$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

#### **Correzione $Nspt$ in presenza di falda**

$$Nspt_{corretto} = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$$

$Nspt$  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

- Buisman-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  $\tau$  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 ( $K_0$ )**

- 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****Coazione 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 Coazione 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/cm<sup>2</sup>) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con  $N_c = 20$  e  $Q_c/N_{spt} = 2$ .
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coazione non drenata  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>), 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 ( $M_0$ )**

- Stroud e Butler (1975), - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-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  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) 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.



**PROVA ...Dpsh 01**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 10-04-2024

Profondita' prova 8,60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	6	0,836	48,39	57,86	2,42	2,89
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	6	0,830	44,35	53,47	2,22	2,67
1,80	6	0,826	44,18	53,47	2,21	2,67
2,00	8	0,823	58,68	71,29	2,93	3,56
2,20	9	0,820	65,77	80,20	3,29	4,01
2,40	9	0,817	65,53	80,20	3,28	4,01
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	7	0,809	46,88	57,97	2,34	2,90
3,20	9	0,806	60,08	74,54	3,00	3,73
3,40	8	0,803	53,23	66,25	2,66	3,31
3,60	12	0,801	74,34	92,83	3,72	4,64
3,80	22	0,698	118,86	170,18	5,94	8,51
4,00	18	0,746	103,88	139,24	5,19	6,96
4,20	15	0,744	86,29	116,03	4,31	5,80
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	5	0,789	28,64	36,28	1,43	1,81
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	7	0,783	39,78	50,80	1,99	2,54
5,40	6	0,781	34,01	43,54	1,70	2,18
5,60	6	0,779	31,95	41,00	1,60	2,05
5,80	7	0,777	37,18	47,84	1,86	2,39
6,00	7	0,775	37,10	47,84	1,85	2,39
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	9	0,767	44,59	58,12	2,23	2,91
7,20	23	0,666	98,87	148,53	4,94	7,43
7,40	24	0,664	102,94	154,99	5,15	7,75
7,60	23	0,663	93,30	140,78	4,66	7,04
7,80	29	0,661	117,38	177,50	5,87	8,88
8,00	33	0,610	123,19	201,99	6,16	10,10
8,20	38	0,609	141,55	232,59	7,08	11,63
8,40	40	0,557	136,43	244,83	6,82	12,24
8,60	50	0,556	161,71	290,86	8,09	14,54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0,8	1,25	12,49	Incoerente - coesivo	0	1,55	1,85	0,06	1,47	1,84	Terreno vegetale
7	8,32	65,19	Incoerente - coesivo	0	2,02	2,22	0,75	1,47	12,23	Argilla marnosa poco consistente
8,4	30	185,89	Incoerente - coesivo	0	2,5	2,5	1,55	1,47	44,1	Argilla marnosa consistente

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh 01

## TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0,00-0,80	Terzaghi-Peck	0,12
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	Terzaghi-Peck	0,83
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	Terzaghi-Peck	2,98

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	Robertson (1983)	3,68
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	Robertson (1983)	24,46
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	Robertson (1983)	88,20

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	20,56
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	126,53
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	451,59

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	Apollonia	18,40
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	Apollonia	122,30
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	Apollonia	441,00

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
--	-------	-----------	---------------	------------------------

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	Meyerhof	1,55
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	Meyerhof	2,02
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	Meyerhof	2,50

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	Meyerhof	1,85
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	Meyerhof	2,22
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	Meyerhof	2,50

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	63,7
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	137,19
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	195,3

## TERRENI INCOERENTI

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0,00-0,80	1,84	Meyerhof 1957	32,63
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Meyerhof 1957	60,98
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Meyerhof 1957	92,94

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0,00-0,80	1,84	Meyerhof (1965)	30,3
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Meyerhof (1965)	34,5
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Meyerhof (1965)	41,98

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0,00-0,80	1,84	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Bowles (1982) Sabbia Media	136,15
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Bowles (1982) Sabbia Media	295,50

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	1,84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	31,24
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,59
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	118,05

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	1,84	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	1,84	Terzaghi-Peck 1948	1,37
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Terzaghi-Peck 1948	1,51
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Terzaghi-Peck 1948	1,81

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	1,84	Terzaghi-Peck 1948	1,85
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Terzaghi-Peck 1948	1,94
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Terzaghi-Peck 1948	2,13

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	1,84	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	(A.G.I.)	0,33
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	(A.G.I.)	0,27

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0.00-0,80	1,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	115,30
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Ohsaki (Sabbie pulite)	684,06
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Ohsaki (Sabbie pulite)	2283,94

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0,00-0,80	1,84	Ohta & Goto (1978) Limi	63,7
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Ohta & Goto (1978) Limi	137,19
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Ohta & Goto (1978) Limi	195,3

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0,00-0,80	1,84	Navfac 1971-1982	0,23
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Navfac 1971-1982	2,57
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Navfac 1971-1982	7,40

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	1,84	0,00-0,80	1,84	Robertson 1983	3,68
Strato (2) Argilla marnosa poco consistente	12,23	0,80-7,00	12,23	Robertson 1983	24,46
Strato (3) Argilla marnosa consistente	44,10	7,00-8,40	44,10	Robertson 1983	88,20



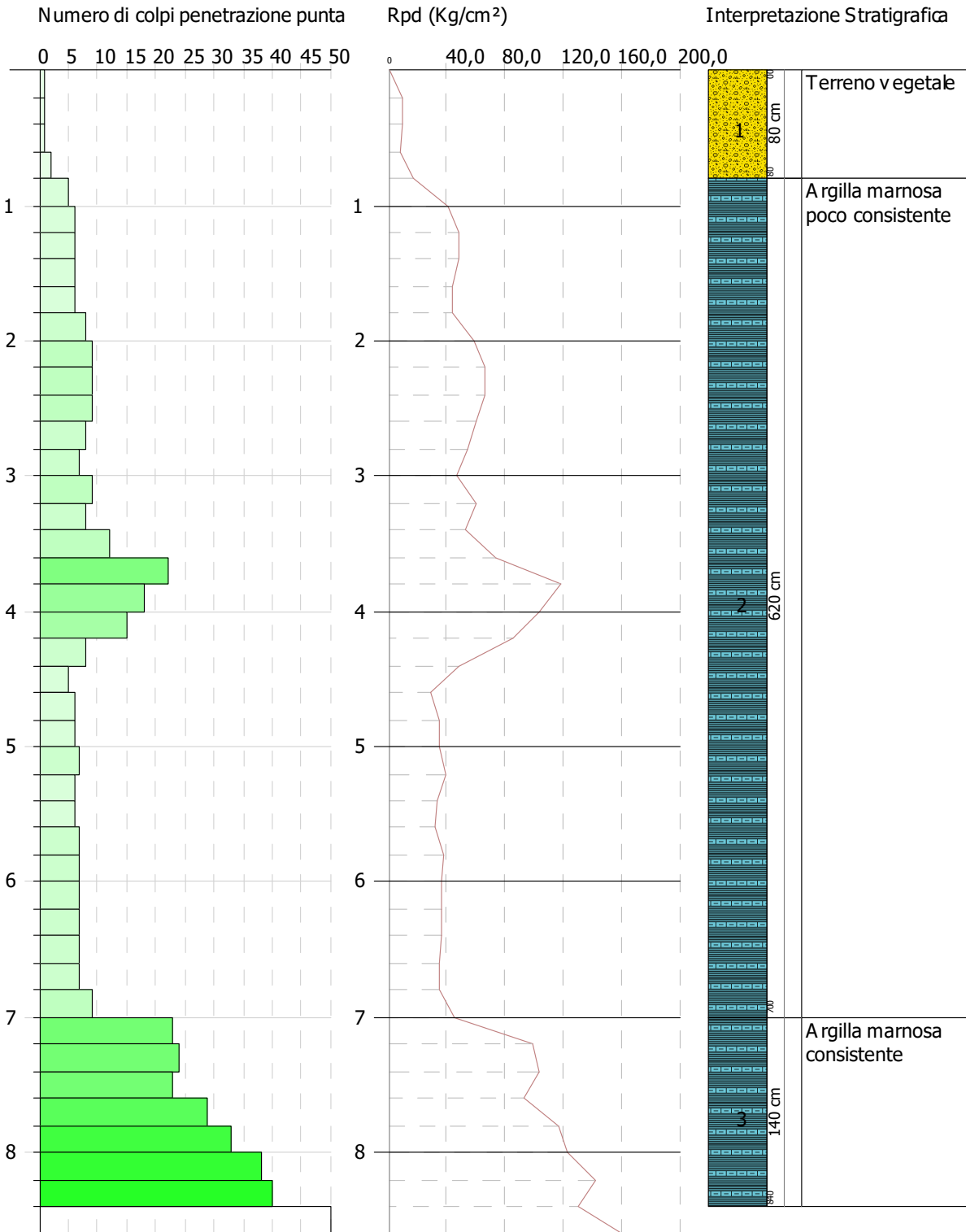


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 01  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: WEB ITALIA ENERGIE RINNOVABILI Srl  
 Descrizione: Indagini geognostiche  
 Localita': Guardia Lombardi (AV)

10-04-2024

Scala 1:43



**PROVA ... Dpsh 02**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 10-04-2024

Profondita' prova 13,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	3	0,840	22,65	26,97	1,13	1,35
1,20	3	0,836	22,55	26,97	1,13	1,35
1,40	4	0,833	29,95	35,96	1,50	1,80
1,60	3	0,830	22,37	26,97	1,12	1,35
1,80	4	0,826	29,71	35,96	1,49	1,80
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	9	0,809	56,90	70,37	2,85	3,52
3,20	9	0,806	56,72	70,37	2,84	3,52
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	6	0,801	37,57	46,91	1,88	2,35
3,80	9	0,798	56,18	70,37	2,81	3,52
4,00	10	0,796	58,43	73,40	2,92	3,67
4,20	11	0,794	64,09	80,74	3,20	4,04
4,40	10	0,791	58,09	73,40	2,90	3,67
4,60	9	0,789	52,14	66,06	2,61	3,30
4,80	9	0,787	52,00	66,06	2,60	3,30
5,00	8	0,785	43,44	55,34	2,17	2,77
5,20	10	0,783	54,16	69,17	2,71	3,46
5,40	10	0,781	54,03	69,17	2,70	3,46
5,60	11	0,779	59,28	76,09	2,96	3,80
5,80	11	0,777	59,14	76,09	2,96	3,80
6,00	12	0,775	60,86	78,48	3,04	3,92
6,20	13	0,724	61,53	85,02	3,08	4,25
6,40	13	0,722	61,39	85,02	3,07	4,25
6,60	13	0,720	61,25	85,02	3,06	4,25

6,80	14	0,719	65,81	91,56	3,29	4,58
7,00	14	0,717	62,27	86,83	3,11	4,34
7,20	15	0,716	66,58	93,03	3,33	4,65
7,40	17	0,714	75,30	105,44	3,76	5,27
7,60	18	0,713	79,57	111,64	3,98	5,58
7,80	19	0,711	83,82	117,84	4,19	5,89
8,00	17	0,710	71,17	100,26	3,56	5,01
8,20	16	0,709	66,86	94,36	3,34	4,72
8,40	18	0,707	75,08	106,15	3,75	5,31
8,60	17	0,706	70,78	100,26	3,54	5,01
8,80	16	0,705	66,50	94,36	3,32	4,72
9,00	16	0,703	63,27	89,94	3,16	4,50
9,20	18	0,702	71,06	101,18	3,55	5,06
9,40	19	0,701	74,88	106,80	3,74	5,34
9,60	20	0,700	78,69	112,42	3,93	5,62
9,80	20	0,699	78,56	112,42	3,93	5,62
10,00	19	0,698	71,18	102,02	3,56	5,10
10,20	21	0,647	72,91	112,76	3,65	5,64
10,40	22	0,646	76,26	118,13	3,81	5,91
10,60	22	0,644	76,13	118,13	3,81	5,91
10,80	21	0,643	72,55	112,76	3,63	5,64
11,00	23	0,642	75,93	118,21	3,80	5,91
11,20	22	0,641	72,51	113,07	3,63	5,65
11,40	23	0,640	75,69	118,21	3,78	5,91
11,60	25	0,639	82,14	128,49	4,11	6,42
11,80	26	0,638	85,29	133,63	4,26	6,68
12,00	30	0,637	94,22	147,86	4,71	7,39
12,20	35	0,586	101,12	172,50	5,06	8,63
12,40	37	0,585	106,71	182,36	5,34	9,12
12,60	38	0,584	109,40	187,29	5,47	9,36
12,80	45	0,533	118,24	221,79	5,91	11,09
13,00	50	0,532	125,95	236,71	6,30	11,84

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	2	19,44	Incoerente - coesivo	0	1,64	1,86	0,05	1,5	3,01	Terreno vegetale
2	3,43	30,78	Incoerente - coesivo	0	1,77	1,88	0,22	1,5	5,16	Argille e argille marnose poco consistenti

7	9,88	70,91	Incoerente - coesivo	0	2,06	2,27	0,86	1,5	14,86	Argille e argille marnose moderatamente consistenti
12,8	22,59	121,84	Incoerente - coesivo	0	2,25	2,5	2,03	1,5	33,98	Argille e argille marnose molto consistenti

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh 02

## TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	Terzaghi-Peck	0,19
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	Terzaghi-Peck	0,32
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	Terzaghi-Peck	1,00
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	Terzaghi-Peck	2,29

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	Robertson (1983)	6,02
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	Robertson (1983)	10,32

Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	Robertson (1983)	29,72
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	Robertson (1983)	67,96

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	32,49
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	54,42
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	153,36
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	348,37

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	Apollonia	30,10
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	Apollonia	51,60
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	Apollonia	148,60

Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	Apollonia	339,80
---	-------	------------	-----------	--------

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	Meyerhof	1,64
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	Meyerhof	1,77
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	Meyerhof	2,06
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	Meyerhof	2,25

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	Meyerhof	1,86
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	Meyerhof	1,88
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	Meyerhof	2,27
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	Meyerhof	2,50

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	65,61
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	95,59
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	145,86
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	195,97

## TERRENI INCOERENTI

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Meyerhof 1957	42,09
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Meyerhof 1957	49,67
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Meyerhof 1957	64,79
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Meyerhof 1957	74,11

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Meyerhof (1965)	30,82
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Meyerhof (1965)	31,74
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Meyerhof (1965)	35,42
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Meyerhof (1965)	40,48



## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Bowles (1982) Sabbia Media	149,30
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Bowles (1982) Sabbia Media	244,90

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,65
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,06
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	57,99
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	97,26

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Terzaghi-Peck 1948	1,39
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Terzaghi-Peck 1948	1,41
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Terzaghi-Peck 1948	1,54
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Terzaghi-Peck 1948	1,73

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Terzaghi-Peck 1948	1,86
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Terzaghi-Peck 1948	1,88
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Terzaghi-Peck 1948	1,96
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Terzaghi-Peck 1948	2,08

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	(A.G.I.)	0,32
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	(A.G.I.)	0,29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	183,13

Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Ohsaki (Sabbie pulite)	303,95
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Ohsaki (Sabbie pulite)	821,51
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Ohsaki (Sabbie pulite)	1787,57

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,60	3,01	Ohta & Goto (1978) Limi	65,61
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Ohta & Goto (1978) Limi	95,59
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Ohta & Goto (1978) Limi	145,86
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Ohta & Goto (1978) Limi	195,97

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,60	3,01	Navfac 1971-1982	0,52
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Navfac 1971-1982	1,02

Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Navfac 1971-1982	3,10
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Navfac 1971-1982	6,14

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,60	3,01	Robertson 1983	6,02
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	5,16	0,60-2,00	5,16	Robertson 1983	10,32
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	14,86	2,00-7,00	14,86	Robertson 1983	29,72
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	33,98	7,00-12,80	33,98	Robertson 1983	67,96

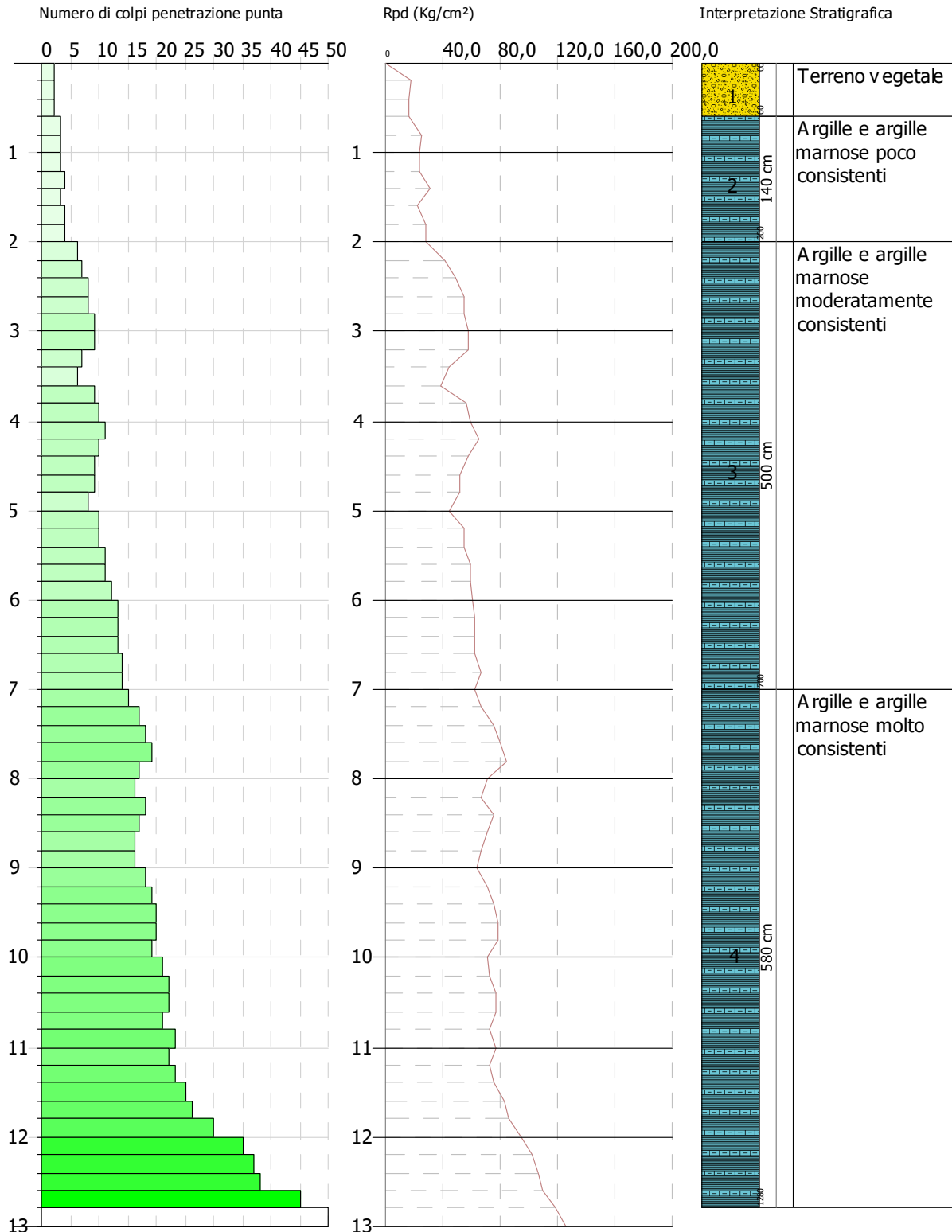


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 02  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: WEB ITALIA ENERGIE RINNOVABILI SH  
 Descrizione: Indagini geognostiche  
 Localita': Guardia Lombardi (AV)

10-04-2024

Scala 1:64



**PROVA ...Dpsh 03**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 10-04-2024

Profondita' prova 8,20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	4	0,833	32,13	38,57	1,61	1,93
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,70	3,31
2,80	10	0,811	67,20	82,82	3,36	4,14
3,00	9	0,809	60,27	74,54	3,01	3,73
3,20	8	0,806	53,40	66,25	2,67	3,31
3,40	7	0,803	46,57	57,97	2,33	2,90
3,60	7	0,801	43,37	54,15	2,17	2,71
3,80	8	0,798	49,41	61,88	2,47	3,09
4,00	10	0,796	61,58	77,36	3,08	3,87
4,20	9	0,794	55,26	69,62	2,76	3,48
4,40	10	0,791	61,22	77,36	3,06	3,87
4,60	13	0,739	69,74	94,34	3,49	4,72
4,80	14	0,737	74,89	101,60	3,74	5,08
5,00	13	0,735	69,34	94,34	3,47	4,72
5,20	12	0,783	68,19	87,08	3,41	4,35
5,40	11	0,781	62,35	79,83	3,12	3,99
5,60	13	0,729	64,78	88,84	3,24	4,44
5,80	12	0,777	63,74	82,01	3,19	4,10
6,00	13	0,725	64,45	88,84	3,22	4,44
6,20	12	0,774	63,45	82,01	3,17	4,10
6,40	9	0,772	47,48	61,51	2,37	3,08

6,60	13	0,720	60,48	83,95	3,02	4,20
6,80	16	0,719	74,26	103,33	3,71	5,17
7,00	18	0,717	83,37	116,24	4,17	5,81
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	20	0,714	92,24	129,16	4,61	6,46
7,60	24	0,663	97,35	146,90	4,87	7,35
7,80	28	0,661	113,33	171,38	5,67	8,57
8,00	32	0,610	119,46	195,87	5,97	9,79
8,20	50	0,559	170,95	306,04	8,55	15,30

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	1,67	16,94	Incoerente - coesivo	0	1,6	1,86	0,05	1,47	2,45	Terreno vegetale
4,2	6,28	52,98	Incoerente - coesivo	0	1,94	2,13	0,45	1,47	9,23	Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche
8	15,68	104,29	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,17	1,2	1,47	23,05	Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh 03

## TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	Terzaghi-Peck	0,15



Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	Terzaghi-Peck	0,62
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	Terzaghi-Peck	1,56

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0.00-0,60	Robertson (1983)	4,90
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	Robertson (1983)	18,46
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	Robertson (1983)	46,10

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0.00-0,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	26,78
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	95,93

Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	236,89
--	-------	-----------	--	--------

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	Apollonia	24,50
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	Apollonia	92,30
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	Apollonia	230,50

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0.00-0,60	Meyerhof	1,60
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	Meyerhof	1,94
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	Meyerhof	2,11

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0.00-0,60	Meyerhof	1,86
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	Meyerhof	2,13
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	Meyerhof	2,17

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0.00-0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	63,32

Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	118,98
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	166,89

## TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Meyerhof 1957	38,01
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Meyerhof 1957	59,62
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Meyerhof 1957	73,23

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Meyerhof (1965)	30,57
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Meyerhof (1965)	33,38
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Meyerhof (1965)	37,95

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Bowles (1982) Sabbia Media	190,25

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32,50
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	46,42
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	74,81

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Terzaghi-Peck 1948	1,38
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Terzaghi-Peck 1948	1,47
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Terzaghi-Peck 1948	1,63

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Terzaghi-Peck 1948	1,86
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Terzaghi-Peck 1948	1,91
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Terzaghi-Peck 1948	2,01

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	(A.G.I.)	0,31

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	150,91
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Ohsaki (Sabbie pulite)	525,05
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Ohsaki (Sabbie pulite)	1241,15



## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Ohta & Goto (1978) Limi	63,32
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Ohta & Goto (1978) Limi	118,98
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Ohta & Goto (1978) Limi	166,89

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Navfac 1971-1982	0,38
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Navfac 1971-1982	1,94
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Navfac 1971-1982	4,56

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	2,45	0,00-0,60	2,45	Robertson 1983	4,90
Strato (2) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	9,23	0,60-4,20	9,23	Robertson 1983	18,46
Strato (3) Sabbie e sabbie limose con intercalazione di lenti conglomeratiche	23,05	4,20-8,00	23,05	Robertson 1983	46,10

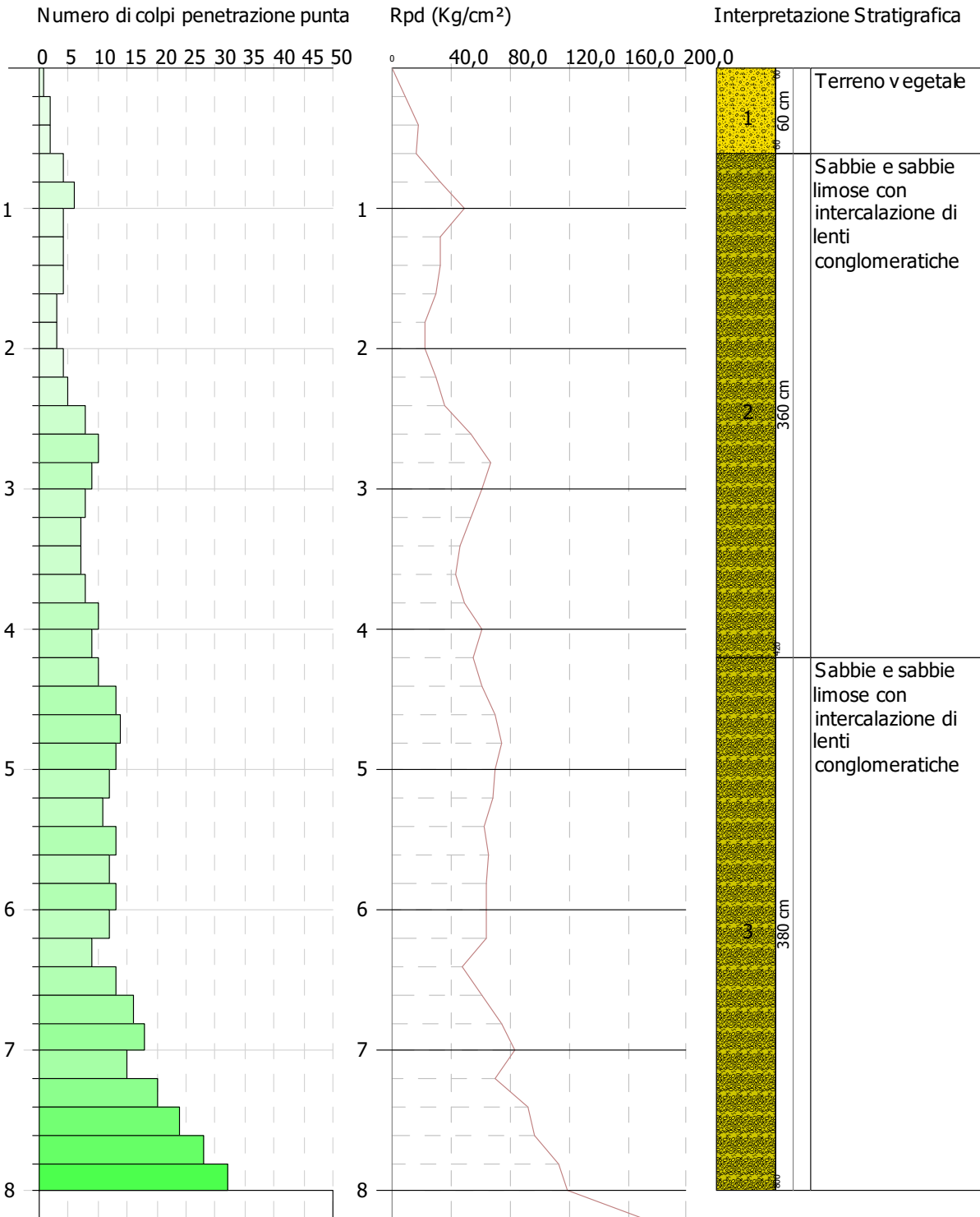


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 03  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: WEB ITALIA ENERGIE RINNOVABILI Srl  
 Descrizione: Indagini geognostiche  
 Localita': Guardia Lombardi (AV)

10-04-2024

Scala 1:42



**PROVA ... Dpsh 04**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 12-03-2024

Profondita' prova 13,40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	3	0,833	22,46	26,97	1,12	1,35
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	3	0,826	22,29	26,97	1,11	1,35
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	5	0,820	34,29	41,82	1,71	2,09
2,40	5	0,817	34,17	41,82	1,71	2,09
2,60	6	0,814	40,86	50,18	2,04	2,51
2,80	7	0,811	47,50	58,54	2,38	2,93
3,00	7	0,809	44,26	54,73	2,21	2,74
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
3,40	8	0,803	50,25	62,55	2,51	3,13
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	8	0,796	46,74	58,72	2,34	2,94
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	10	0,789	57,93	73,40	2,90	3,67
4,80	10	0,787	57,78	73,40	2,89	3,67
5,00	10	0,785	54,30	69,17	2,72	3,46
5,20	11	0,783	59,58	76,09	2,98	3,80
5,40	10	0,781	54,03	69,17	2,70	3,46
5,60	10	0,779	53,89	69,17	2,69	3,46
5,80	11	0,777	59,14	76,09	2,96	3,80
6,00	11	0,775	55,79	71,94	2,79	3,60
6,20	12	0,774	60,72	78,48	3,04	3,92
6,40	12	0,772	60,59	78,48	3,03	3,92

6,60	13	0,720	61,25	85,02	3,06	4,25
6,80	14	0,719	65,81	91,56	3,29	4,58
7,00	15	0,717	66,72	93,03	3,34	4,65
7,20	13	0,716	57,70	80,63	2,89	4,03
7,40	15	0,714	66,44	93,03	3,32	4,65
7,60	14	0,713	61,88	86,83	3,09	4,34
7,80	16	0,711	70,58	99,24	3,53	4,96
8,00	15	0,710	62,80	88,46	3,14	4,42
8,20	17	0,709	71,04	100,26	3,55	5,01
8,40	18	0,707	75,08	106,15	3,75	5,31
8,60	15	0,706	62,45	88,46	3,12	4,42
8,80	16	0,705	66,50	94,36	3,32	4,72
9,00	16	0,703	63,27	89,94	3,16	4,50
9,20	17	0,702	67,11	95,56	3,36	4,78
9,40	17	0,701	67,00	95,56	3,35	4,78
9,60	18	0,700	70,82	101,18	3,54	5,06
9,80	18	0,699	70,71	101,18	3,54	5,06
10,00	19	0,698	71,18	102,02	3,56	5,10
10,20	20	0,697	74,81	107,39	3,74	5,37
10,40	21	0,646	72,79	112,76	3,64	5,64
10,60	22	0,644	76,13	118,13	3,81	5,91
10,80	20	0,693	74,47	107,39	3,72	5,37
11,00	18	0,692	64,05	92,51	3,20	4,63
11,20	23	0,641	75,81	118,21	3,79	5,91
11,40	24	0,640	78,98	123,35	3,95	6,17
11,60	25	0,639	82,14	128,49	4,11	6,42
11,80	23	0,638	75,45	118,21	3,77	5,91
12,00	24	0,637	75,37	118,29	3,77	5,91
12,20	25	0,636	78,39	123,21	3,92	6,16
12,40	31	0,585	89,41	152,79	4,47	7,64
12,60	33	0,584	95,01	162,64	4,75	8,13
12,80	35	0,583	100,59	172,50	5,03	8,63
13,00	36	0,582	99,21	170,43	4,96	8,52
13,20	44	0,531	110,62	208,30	5,53	10,42
13,40	50	0,530	125,46	236,71	6,27	11,84

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	2	19,44	Incoerente - coesivo	0	1,64	1,86	0,03	1,5	3,01	Terreno vegetale
4,4	5,4	44,1	Incoerente - coesivo	0	1,9	1,91	0,45	1,5	8,12	Argille e argille marnose

											poco consistenti
11	14,97	89,88	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,16	1,52	1,5	22,51	Argille e argille marnose moderatamente consistenti	
13,2	29,36	145,13	Incoerente - coesivo	0	2,5	2,5	2,49	1,5	44,16	Argille e argille marnose molto consistenti	

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh 04

## TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	Terzaghi-Peck	0,19
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	Terzaghi-Peck	0,55
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	Terzaghi-Peck	1,52
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	Terzaghi-Peck	2,98

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	Robertson (1983)	6,02
Strato (2) Argille e argille marnose poco	8,12	0,40-4,40	Robertson (1983)	16,24

consistenti				
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	Robertson (1983)	45,02
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	Robertson (1983)	88,32

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	Stroud e Butler (1975)	13,81
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	Stroud e Butler (1975)	37,26
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	Stroud e Butler (1975)	103,28
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	Stroud e Butler (1975)	202,61

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	Apollonia	30,10
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	Apollonia	81,20
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	Apollonia	225,10

Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	Apollonia	441,60
---	-------	-------------	-----------	--------

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	Meyerhof	1,64
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	Meyerhof	1,90
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	Meyerhof	2,11
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	Meyerhof	2,50



## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	Meyerhof	1,86
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	Meyerhof	1,91
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	Meyerhof	2,16
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	Meyerhof	2,50

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	60,68
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	116,37
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	173,85
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	213,15

## TERRENI INCOERENTI

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	3,01	Skempton 1986	15,33
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Skempton 1986	28,69
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Skempton 1986	54,77
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Skempton 1986	75,65

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	3,01	Meyerhof (1956)	20.86
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Meyerhof (1956)	22.32
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Meyerhof (1956)	26.43
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Meyerhof (1956)	32.62

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	3,01	Terzaghi	---
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Terzaghi	---
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Terzaghi	338,66
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Terzaghi	474,33

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	3,01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,65
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	44,14
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	73,70
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	118,17

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	3,01	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	3,01	Terzaghi-Peck 1948	1,39
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Terzaghi-Peck 1948	1,45
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Terzaghi-Peck 1948	1,62
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Terzaghi-Peck 1948	1,81

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	3,01	Terzaghi-Peck 1948	1,86
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Terzaghi-Peck 1948	1,90
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Terzaghi-Peck 1948	2,01
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Terzaghi-Peck 1948	2,13

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	3,01	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	(A.G.I.)	0,31
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	(A.G.I.)	0,27

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	3,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	183,13

Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Ohsaki (Sabbie pulite)	465,47
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Ohsaki (Sabbie pulite)	1213,80
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Ohsaki (Sabbie pulite)	2286,87

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	3,01	Ohta & Goto (1978) Limi	60,68
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Ohta & Goto (1978) Limi	116,37
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Ohta & Goto (1978) Limi	173,85
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Ohta & Goto (1978) Limi	213,15

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0.00-0,40	3,01	Navfac 1971-1982	0,52
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Navfac 1971-1982	1,69

Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Navfac 1971-1982	4,48
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Navfac 1971-1982	7,40

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3,01	0,00-0,40	3,01	Robertson 1983	6,02
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	8,12	0,40-4,40	8,12	Robertson 1983	16,24
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	22,51	4,40-11,00	22,51	Robertson 1983	45,02
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	44,16	11,00-13,20	44,16	Robertson 1983	88,32



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 04  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: WEB ITALIA ENERGIE RINNOVABILI SH  
 Descrizione: Indagini geognostiche  
 Localita': Guardia Lombardi (AV)

12-03-2024

Scala 1:66

