



REGIONE TOSCANA



COMUNE DI
ORBETELLO



PROVINCIA DI
GROSSETO

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Orbetello" di potenza in immissione massima pari a 61,2 MW e relative opere connesse da realizzarsi nel comune di Orbetello (Gr)

Titolo elaborato

Rapporto Tecnico sulle Indagini

Codice elaborato

F0544ER02A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni Di Santo)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Alessandro Carmine DE PAOLA
Ing. Monica COIRO
Ing. Federica COLANGELO
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE
Ing. jr. Flavio Gerardo TRIANI
Arch. Gaia TELESCA
Ing. Manuela NARDOZZA



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

GEOLOGIA

PROJECT ENGINEERING GEOLOGY

Via del Gallitello, 90/a
85100 Potenza
Info@engeosrl.it

Committente

Apollo Wind s.r.l.

Via della Stazione,7
39100 - Bolzano (Bz)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Aprile 2023	Prima emissione	NARDONE	ADP	GDS

File sorgente: F0544ER02A - Rapporto Tecnico sulle Indagini.docx



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.	MASW 01 INTERPRETAZIONE.....	6
2.3.1	interpretazione MASW01	7
2.4.	MASW 02 INTERPRETAZIONE.....	14
2.4.1	interpretazione MASW02	15
2.5.	MASW 03 INTERPRETAZIONE.....	22
2.5.1	interpretazione MASW03	23
2.6.	MASW 04 INTERPRETAZIONE.....	30
2.6.1	interpretazione MASW04	31
2.7.	MASW 05 INTERPRETAZIONE.....	38
2.6.1	interpretazione MASW05	39
3.	Profili di resistività elettrica.....	46
3.1	Breve descrizione della metodologia e dell'attrezzatura utilizzata.....	46
3.2.	Descrizione del processo d'interpretazione dati	47
3.3.	TOMO 1 Interpretazione.....	49
4.	Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH.....	51
5.	Rapporto fotografico	53
5.1.	indagine sismica di tipo MASW	53
5.2.	Indagini Geoelettriche.....	56
5.3.	Indagini penetrometriche dinamiche.....	57



1. PREMESSA

Nell'ambito delle Indagini a supporto della progettazione “del Parco Eolico Orbetello” sono state effettuate le seguenti lavorazioni:

- Esecuzione di n° 5 MASW;
- Esecuzione di n° 1 Indagine di Tomografia elettrica ERT;
- Esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche continue 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. Parametri delle DPSH;
2. Tomografie elettriche;
3. Carta Ubicazione delle Indagini.



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 altri 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:24
- Spaziatura tra i geofoni: 4.5 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.





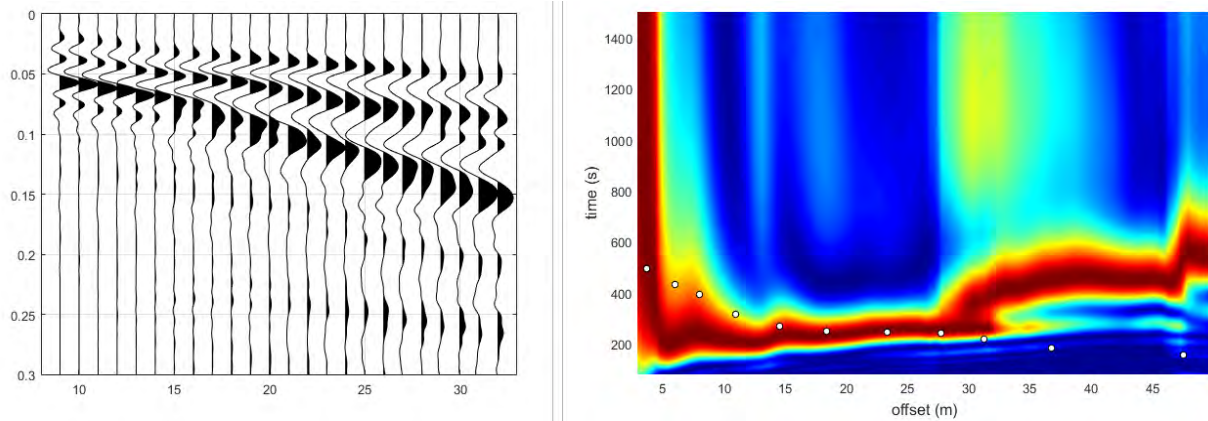
2.2. ELABORAZIONE DATI

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.

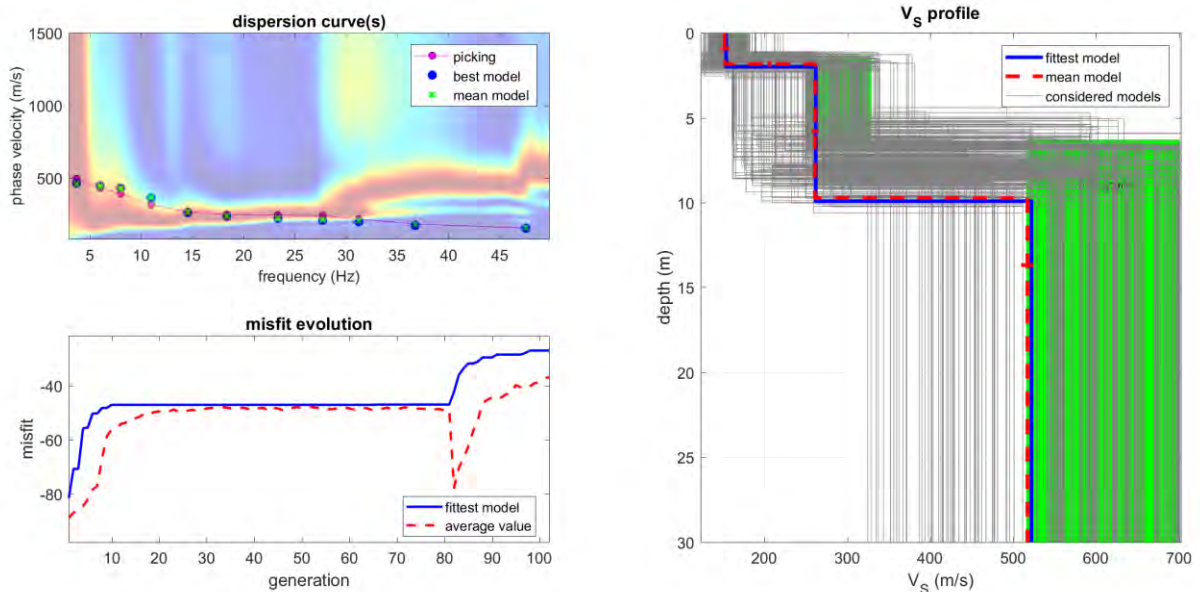
Di seguito i dati di campagna acquisiti e lo spettro di velocità calcolato per ogni indagine effettuata.

2.3. MASW 01 INTERPRETAZIONE

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 V_S 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).

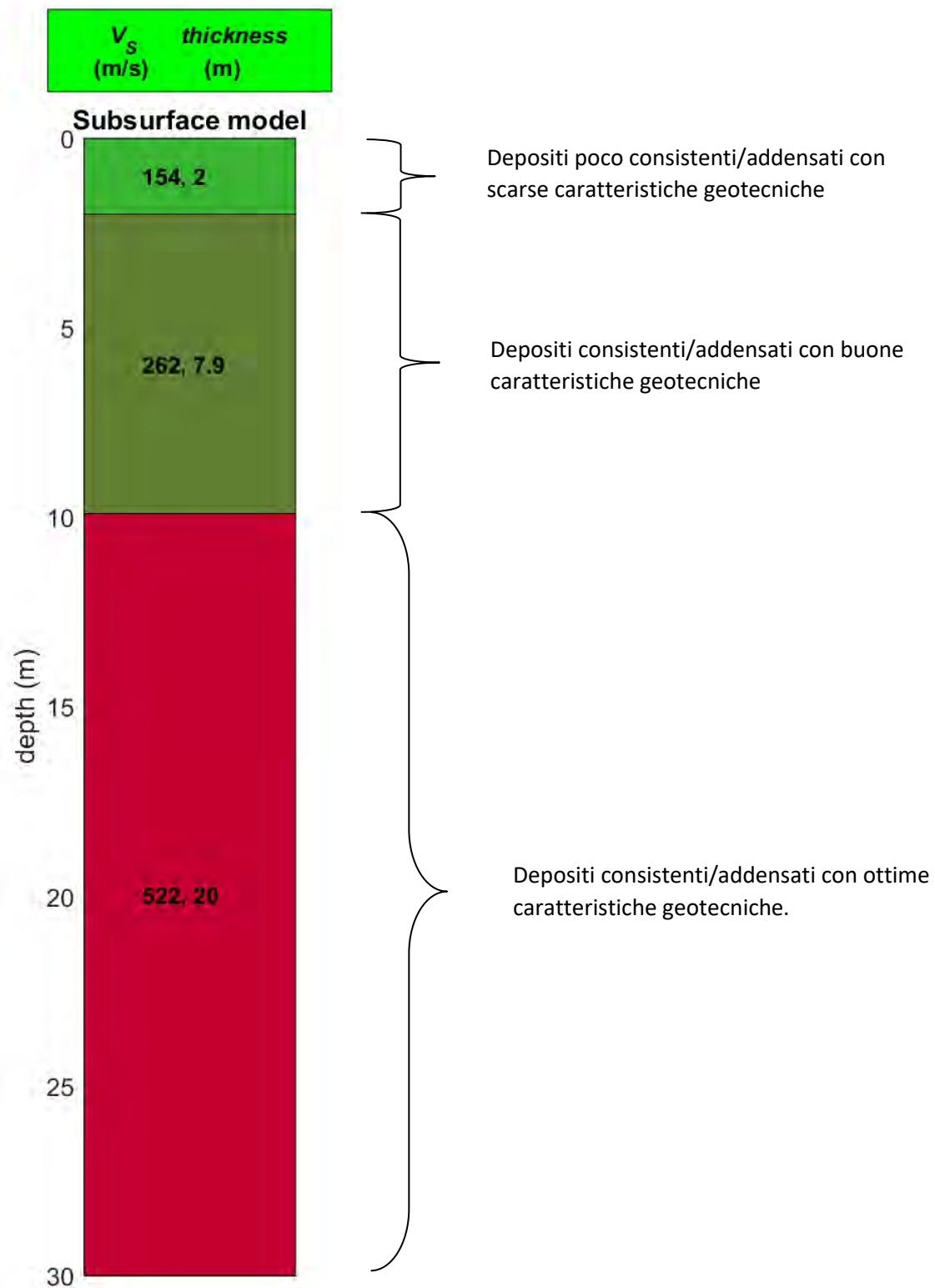




2.3.1 INTERPRETAZIONE MASW01

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una V_{s30} di **367 m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

Spessore (m)	Vs (m/s) e deviazioni standard
2.0	154±6
7.9	262±4
semi-spazio	522±27





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

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 2.0m, con velocità media delle onde di taglio di 154 m/s e corrisponde depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 7.9m, con velocità media delle onde di taglio di 262 m/s e corrisponde a depositi consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 9.9m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 522m/s.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (g/cm^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:



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 γ (g/cm³) 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 γ = 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)

È definito dalla seguente equazione:

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

Con λ = 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 Ed/Es (Ed modulo di Young o elastico dinamico - Es 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 la seguente relazione:

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

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	$\nu = (E - 2G) / (2G)$
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	γ'	λ	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	2,0	377	154	1,82	0.40	1209	0,280	432	2014
2	7,9	642	262	1,95	0.40	3748	0,511	1339	6247
3	20,1	1279	522	2,11	0.40	16098	1,101	5749	26831

PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 01

STRATO	SPESSORE	Vp	γ'	λ	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	2,0	377	1,82	0.40	203,19	145,55	194	56,16	297
2	7,9	642	1,95	0.40	630,63	451,45	602	174,07	1851
3	20,1	1279	2,11	0.40	2091,10	1939,40	2593	747,37	5320



ENGINEERING GEOLOGY SRL

Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737

www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

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

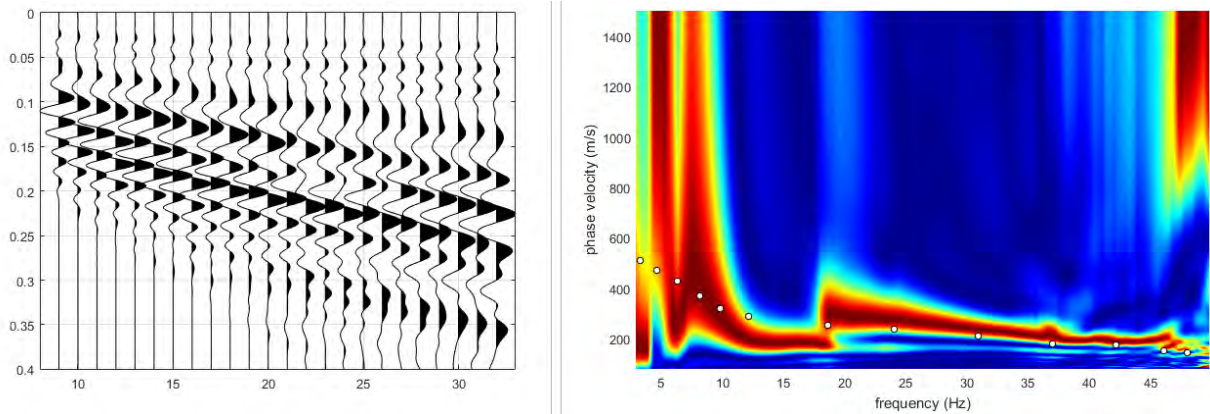
- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



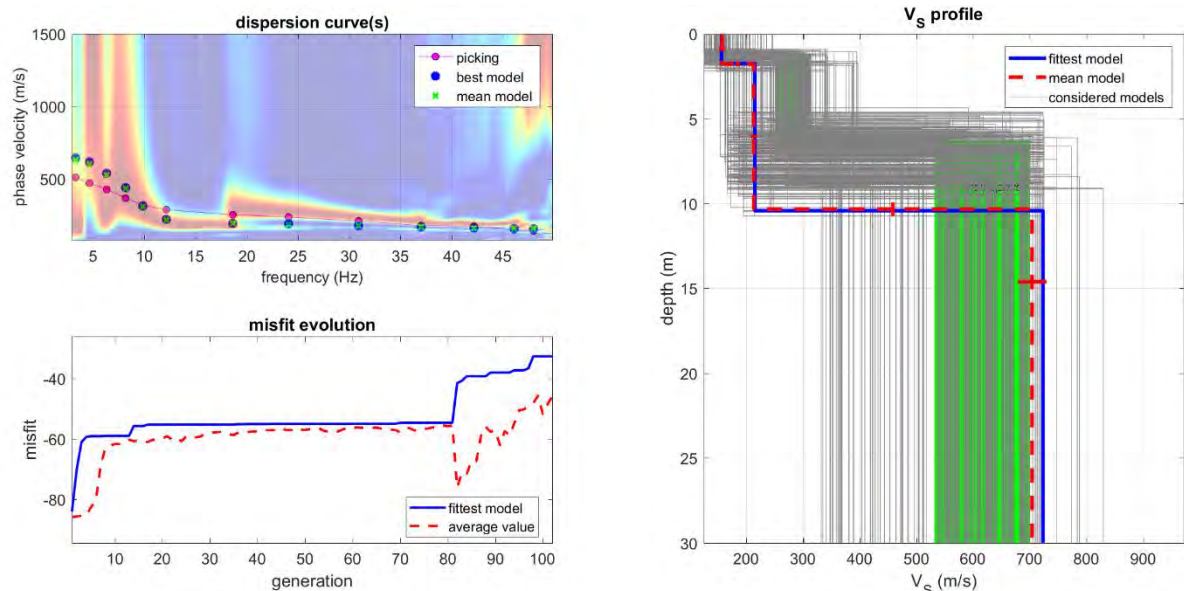
Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

2.4. MASW 02 INTERPRETAZIONE

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 V_S 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).

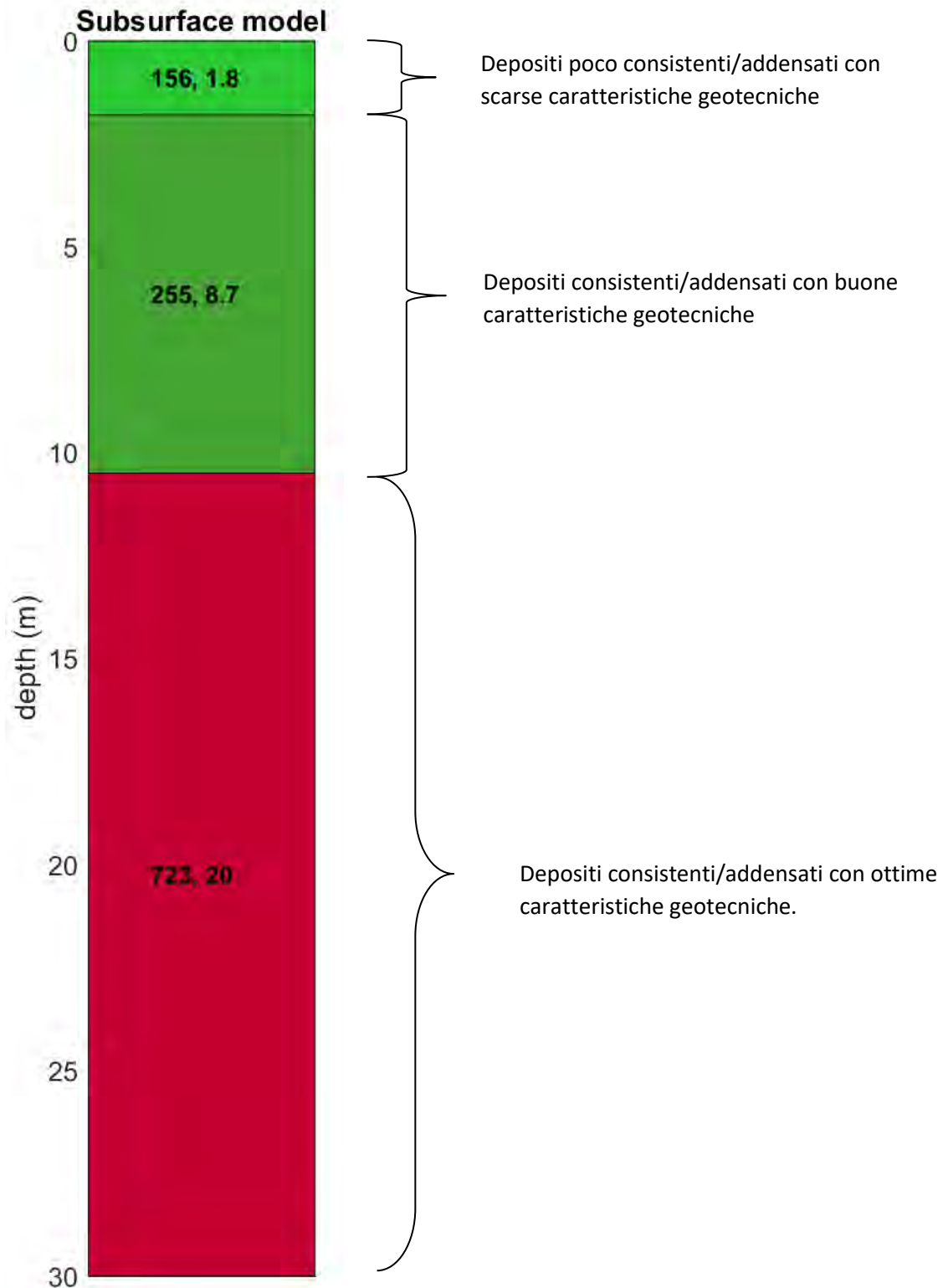




2.4.1 INTERPRETAZIONE MASW02

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una V_{s30} di **413m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

Spessore (m)	Vs (m/s) e deviazioni standard
1.8	156±6
8.7	625±5
semi-spazio	1771±25





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

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.8m, con velocità media delle onde di taglio di 156 m/s e corrisponde depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 8.7m, con velocità media delle onde di taglio di 255 m/s e corrisponde a depositi consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 10.5m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 723m/s.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (g/cm^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:



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 γ (g/cm³) 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 γ = 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)

È definito dalla seguente equazione:

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

Con λ = 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 Ed/Es (Ed modulo di Young o elastico dinamico - Es 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 la seguente relazione:

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

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	$\nu = (E - 2G) / (2G)$
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 02

STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	γ'	λ	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,8	382	156	1,82	0.40	1240	0,284	443	2067
2	8,7	625	255	1,9	0.40	3459	0,485	1235	5766
3	19,5	1771	723	2,19	0.40	32054	1,583	11448	53423

PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 02

STRATO	SPESSORE	Vp	γ'	λ	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,8	382	1,82	0.40	203,19	145,55	194	56,16	297
2	8,7	625	1,9	0.40	630,63	451,45	602	174,07	1851
3	19,5	1771	2,19	0.40	2091,10	1939,40	2593	747,37	5320



ENGINEERING GEOLOGY SRL

Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737

www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

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

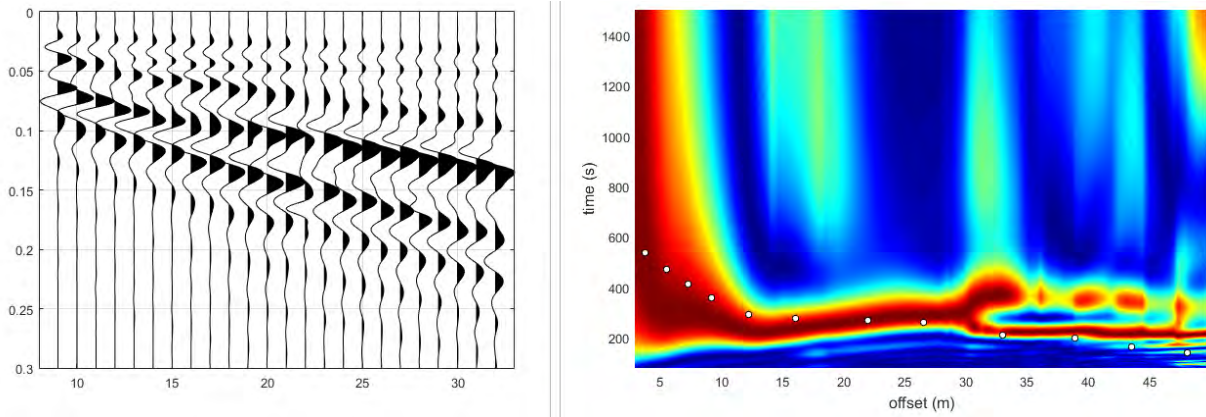
- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



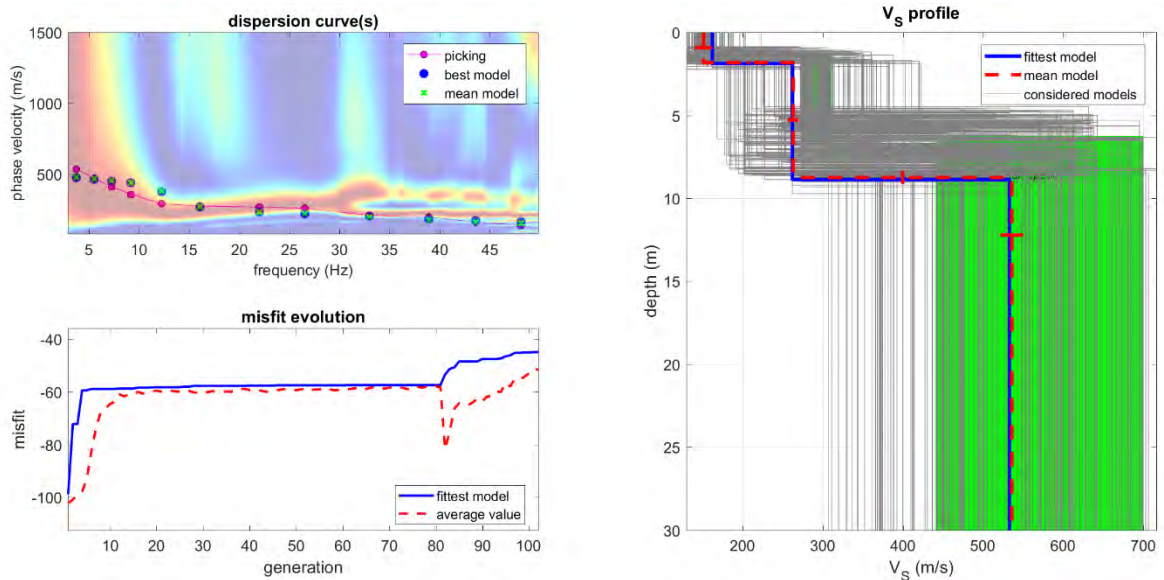
Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

2.5. MASW 03 INTERPRETAZIONE

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 V_s 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).

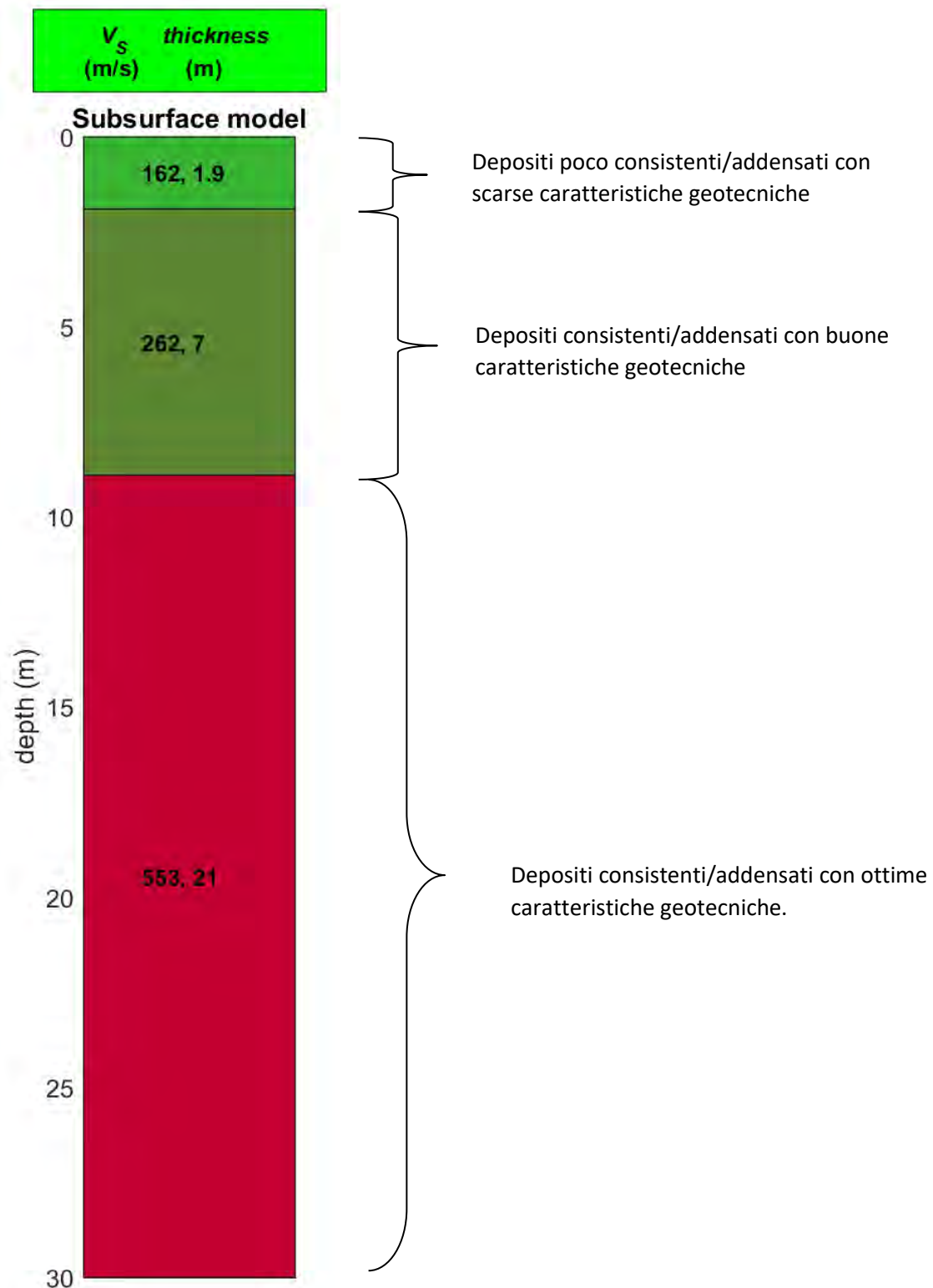




2.5.1 INTERPRETAZIONE MASW03

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una V_{s30} di **391m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

Spessore (m)	Vs (m/s) e deviazioni standard
1.9	162±10
7.0	262±7
semi-spazio	553±14





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

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.9m, con velocità media delle onde di taglio di 162 m/s e corrisponde depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 7.0m, con velocità media delle onde di taglio di 262 m/s e corrisponde a depositi consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 8.9m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 553m/s.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (g/cm^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:



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 γ (g/cm³) 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 γ = 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)

È definito dalla seguente equazione:

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

Con λ = 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 Ed/Es (Ed modulo di Young o elastico dinamico - Es 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 la seguente relazione:

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

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	$\nu = (E - 2G) / (2G)$
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 03

STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	γ'	λ	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,9	397	162	1,83	0,4	1345	0,296	480	2241
2	7,0	642	262	1,95	0,4	3748	0,511	1339	6247
3	21,1	1355	553	2,13	0,4	18238	1,178	6514	30397

PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 03

STRATO	SPESSORE	Vp	γ'	λ	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,9	397	1,83	0,4	226,32	161,93	216	62,40	333
2	7,0	642	1,95	0,4	630,63	451,45	602	174,07	1851
3	21,1	1355	2,13	0,4	2368,88	2197,23	2936	846,82	6023



ENGINEERING GEOLOGY SRL

Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737

www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

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

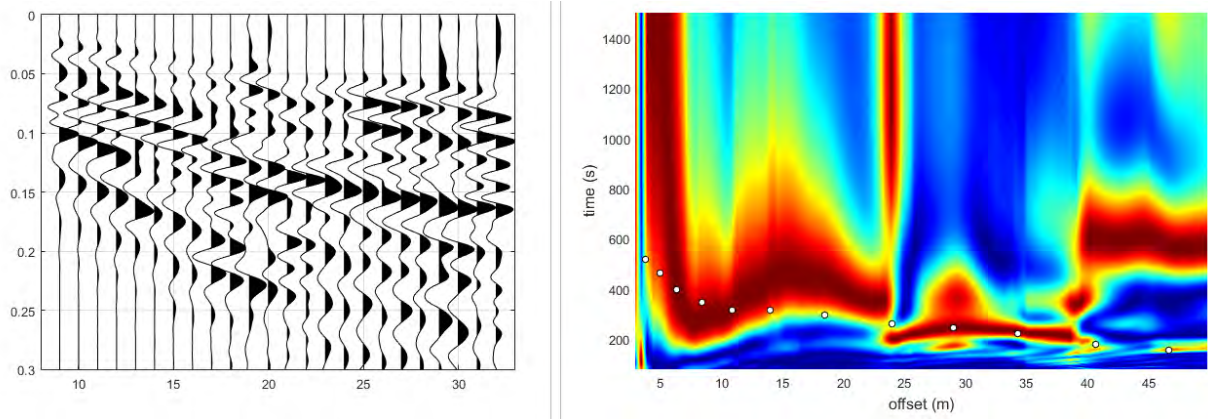
- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



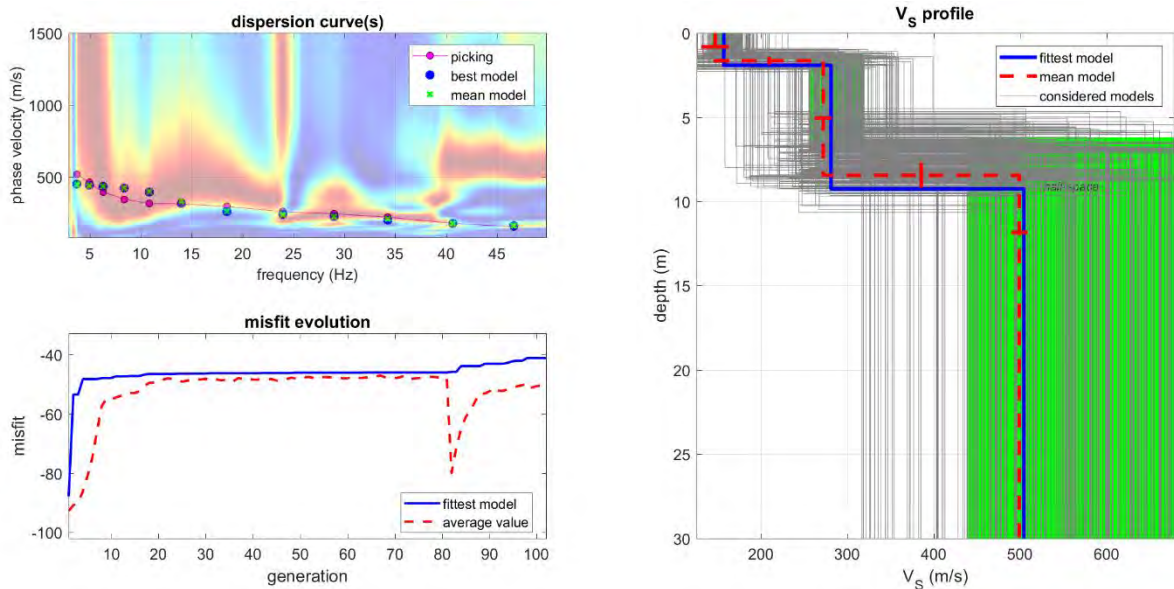
Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

2.6. MASW 04 INTERPRETAZIONE

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 V_s 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).

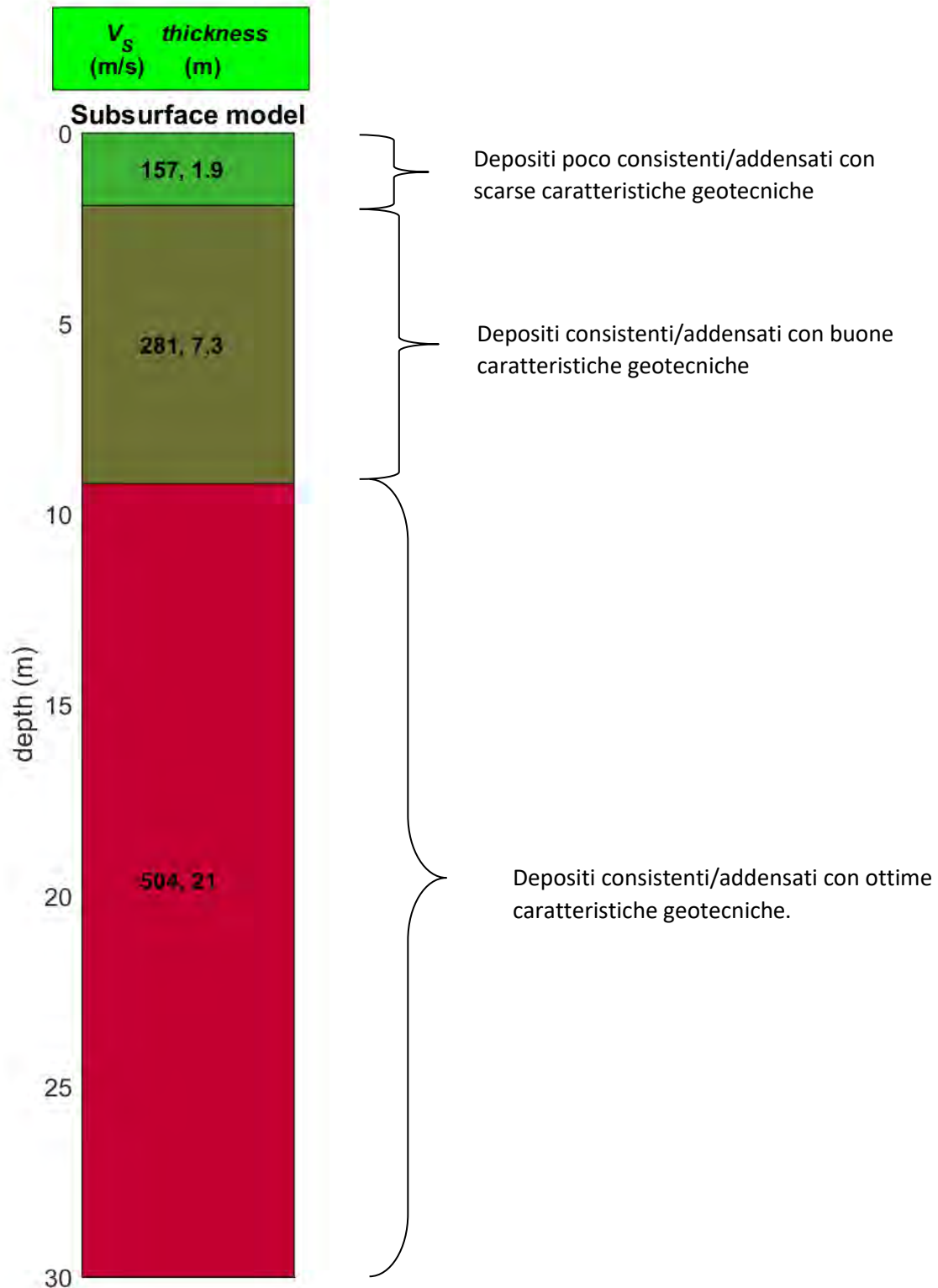




2.6.1 INTERPRETAZIONE MASW04

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una V_{s30} di **378m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

Spessore (m)	Vs (m/s) e deviazioni standard
1.9	157±16
7.3	281±10
semi-spazio	504±10





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

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.9m, con velocità media delle onde di taglio di 157 m/s e corrisponde depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 7.3m, con velocità media delle onde di taglio di 281 m/s e corrisponde a depositi consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 9.2m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 504m/s.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (g/cm^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:



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 γ (g/cm³) 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 γ = 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)

È definito dalla seguente equazione:

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

Con λ = 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:

$$K = \gamma[Vp^2 - 4/3 \cdot Vs^2]$$

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 Ed/Es (Ed modulo di Young o elastico dinamico - Es 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 la seguente relazione:

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

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	$\nu = (E - 2G) / (2G)$
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 04

STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	γ'	λ	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,9	385	157	1,82	0,4	1256	0,286	449	2094
2	7,3	688	281	1,96	0,4	4333	0,551	1548	7222
3	20,8	1235	504	2,11	0,4	15007	1,063	5360	25012

PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 04

STRATO	SPESSORE	Vp	γ'	λ	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,9	385	1,82	0,4	211,02	151,21	201	58,37	308
2	7,3	688	1,96	0,4	729,10	521,93	696	201,24	2140
3	20,8	1235	2,11	0,4	1949,17	1807,96	2416	696,80	4956



ENGINEERING GEOLOGY SRL
Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737
www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

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

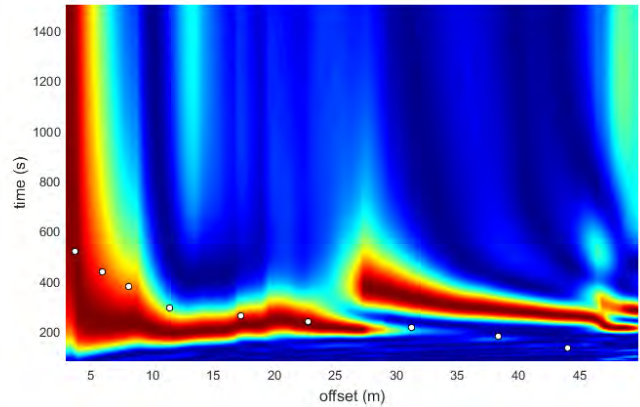
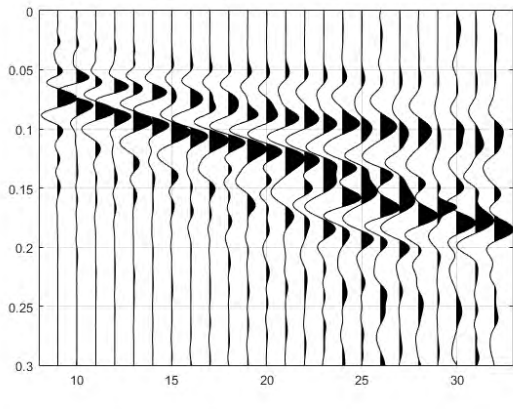
- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



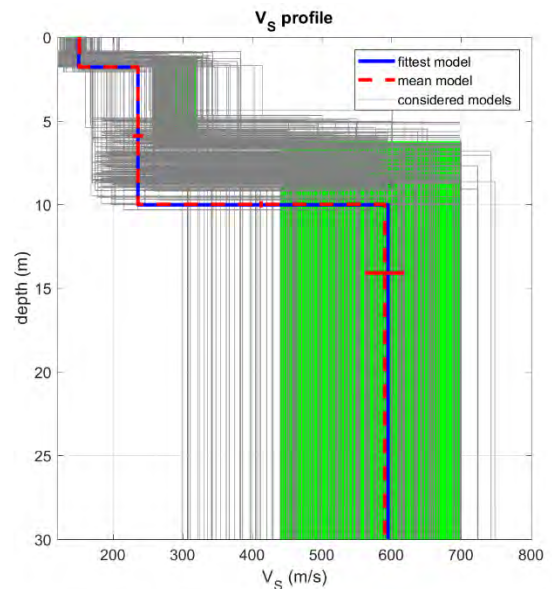
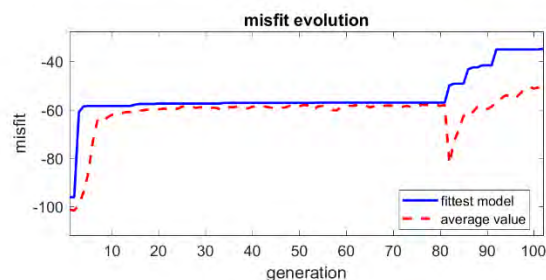
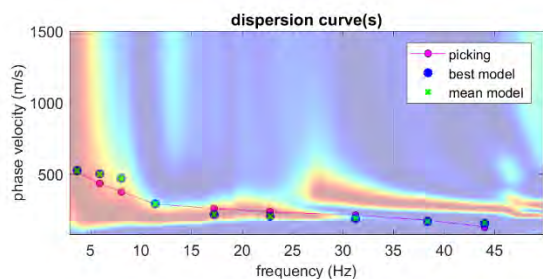
Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

2.7. MASW 05 INTERPRETAZIONE

Masw 05.



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 V_S 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).

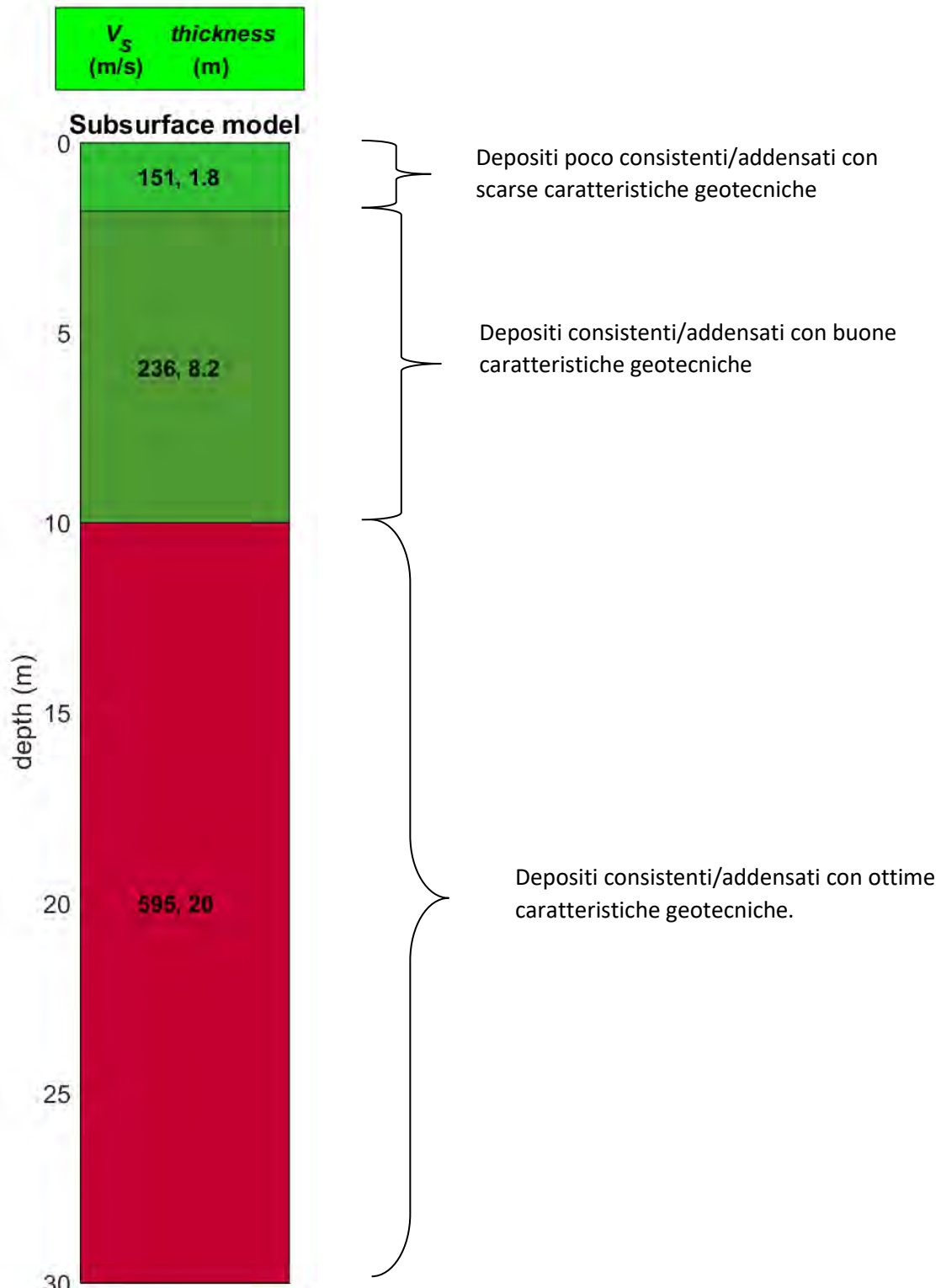




2.6.1 INTERPRETAZIONE MASW05

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una V_{s30} di **373m/s** a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

Spessore (m)	Vs (m/s) e deviazioni standard
1.8	151±3
8.2	236±8
semi-spazio	595±28





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

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.8m, con velocità media delle onde di taglio di 151 m/s e corrisponde depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 8.2m, con velocità media delle onde di taglio di 236 m/s e corrisponde a depositi consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 10m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 595m/s.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (g/cm^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:



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 γ (g/cm³) 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 γ = 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)

È definito dalla seguente equazione:

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

Con λ = 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:

$$K = \gamma[Vp^2 - 4/3 \cdot Vs^2]$$

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 Ed/Es (Ed modulo di Young o elastico dinamico - Es 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 la seguente relazione:

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

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	$\nu = (E - 2G) / (2G)$
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 05									
STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	γ'	λ	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,8	370	151	1,81	0,4	1156	0,273	413	1926
2	8,2	578	236	1,92	0,4	2994	0,453	1069	4990
3	20,0	1457	595	2,15	0,4	21312	1,279	7612	35521

PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 05									
STRATO	SPESSORE	Vp	γ'	λ	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1,8	370	1,81	0,4	194,29	139,16	185	53,69	284
2	8,2	578	1,92	0,4	503,95	360,61	482	138,97	1483
3	20,0	1457	2,15	0,4	2768,17	2567,59	3431	989,56	7039



ENGINEERING GEOLOGY SRL

Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737

www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

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, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34



3. PROFILI DI RESISTIVITÀ ELETTRICA

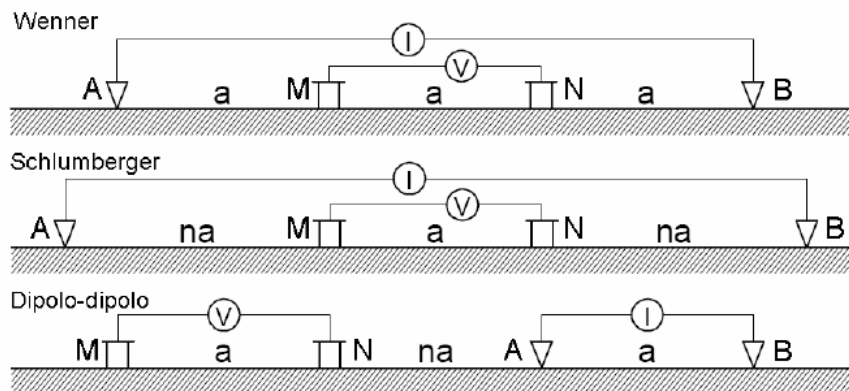
Lo scopo di tali indagini è stato quello di ricostruire, in base a valori di resistività apparente misurati in campagna, un modello di resistività del sottosuolo che possa ben rappresentare le caratteristiche litostratigrafiche della zona d'indagine fornendo indicazioni sulla struttura, porosità, contenuto in argilla e presenza di fluidi restituendo un'analisi ad alta risoluzione del sottosuolo nei punti in cui sono stati acquisiti i dati.

In campagna sono state acquisite esclusivamente misure di resistività, utili a mettere in evidenza sia le variazioni laterali entro un orizzonte di terreno, sia le variazioni con la profondità. Va specificato che non sempre le variazioni elettriche corrispondono a variazioni litostratigrafiche; la resistività è un parametro estremamente variabile in dipendenza di diversi fattori come la porosità, la presenza di fluidi, composizione mineralogica, grado di fratturazione, di saturazione e presenza di sostanze organiche, per cui le variazioni, anche nell'ambito di uno stesso litotipo, possono essere considerevoli. Il processo di inversione inoltre introduce delle incertezze che si ripercuotono nel modello di resistività. La tomografia acquisita deve essere interpretata inserendola nel contesto geologico, morfologico e geografico dell'area.

3.1 BREVE DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA E DELL'ATTREZZATURA UTILIZZATA

I dati delle indagini denominate Tomo sono stati acquisiti in base alla disposizione quadripolare Wenner-Schlumberger con i vantaggi di ottenere il doppio dei dati ricavabili con un solo stendimento e di compensare i difetti di una metodologia con i pregi dell'altra, con il metodo Wenner (alpha) che è sensibile ai cambiamenti verticali di resistività al di sotto del centro dello stendimento, ma è meno sensibile alle variazioni orizzontali. Con esso si riescono ad evidenziare le strutture orizzontali, mentre non si ottengono buone informazioni relativamente ad eventuali strutture verticali. Il segnale che si ottiene ha un'elevata intensità grazie al basso fattore K, ma la sua profondità di esplorazione è limitata così come la sua copertura orizzontale è limitata. La configurazione Schlumberger è sensibile alle strutture orizzontali come il metodo Wenner ma all'aumentare del parametro n diventa sensibile anche alle strutture verticali; per questa ragione questo metodo è considerato uno dei più completi. L'intensità del segnale risulta inferiore rispetto a quella del Wenner, mentre la profondità di indagine è maggiore così come la

copertura orizzontale.



In figura sono riportate le principali configurazioni elettrode simmetriche utilizzate nelle misure di resistività. AB è la coppia elettrode di corrente, MN è la coppia.

3.2. DESCRIZIONE DEL PROCESSO D'INTERPRETAZIONE DATI

La pseudosezione ricavata dalle misure fornisce un'immagine approssimata e distorta della resistività del terreno. Con l'ausilio di appositi software d'inversione è possibile, partendo dall'insieme di dati ottenuti, elaborare un modello di resistività reale.

Lo strumento utilizzato è il Syscal PRO switch-48, è un "all-in-one multinode resistivity imaging system", dispone di una commutazione interna per 48 elettrodi e di una sorgente di potenza interna da 200 W.

Il software utilizzato è il *RES2DINV* (vers. 3.51) della *Geotomo Software*, in grado di determinare un modello di resistività bidimensionale per il terreno a partire dai dati ottenuti da un profilo di resistività.

Elaborando i valori di resistività apparente calcolati, viene tracciata una pseudosezione; la routine di inversione è poi condotta mediante un metodo di ottimizzazione ai minimi quadrati, non lineare. Può essere utilizzato sia il metodo alle differenze finite che quello agli elementi finiti, ed è possibile eliminare dal modello i dati affetti da errore.



ENGINEERING GEOLOGY SRL
Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737
www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

Il modello 2D utilizzato dal programma di inversione è costituito da un certo numero di blocchi rettangolari, la disposizione dei quali è strettamente legata alla distribuzione dei punti di misura nella pseudosezione.

Come già accennato, il software utilizza una modellazione in “blocchi” per invertire i dati di resistività apparente e pervenire a sezioni 2D di resistività reale.



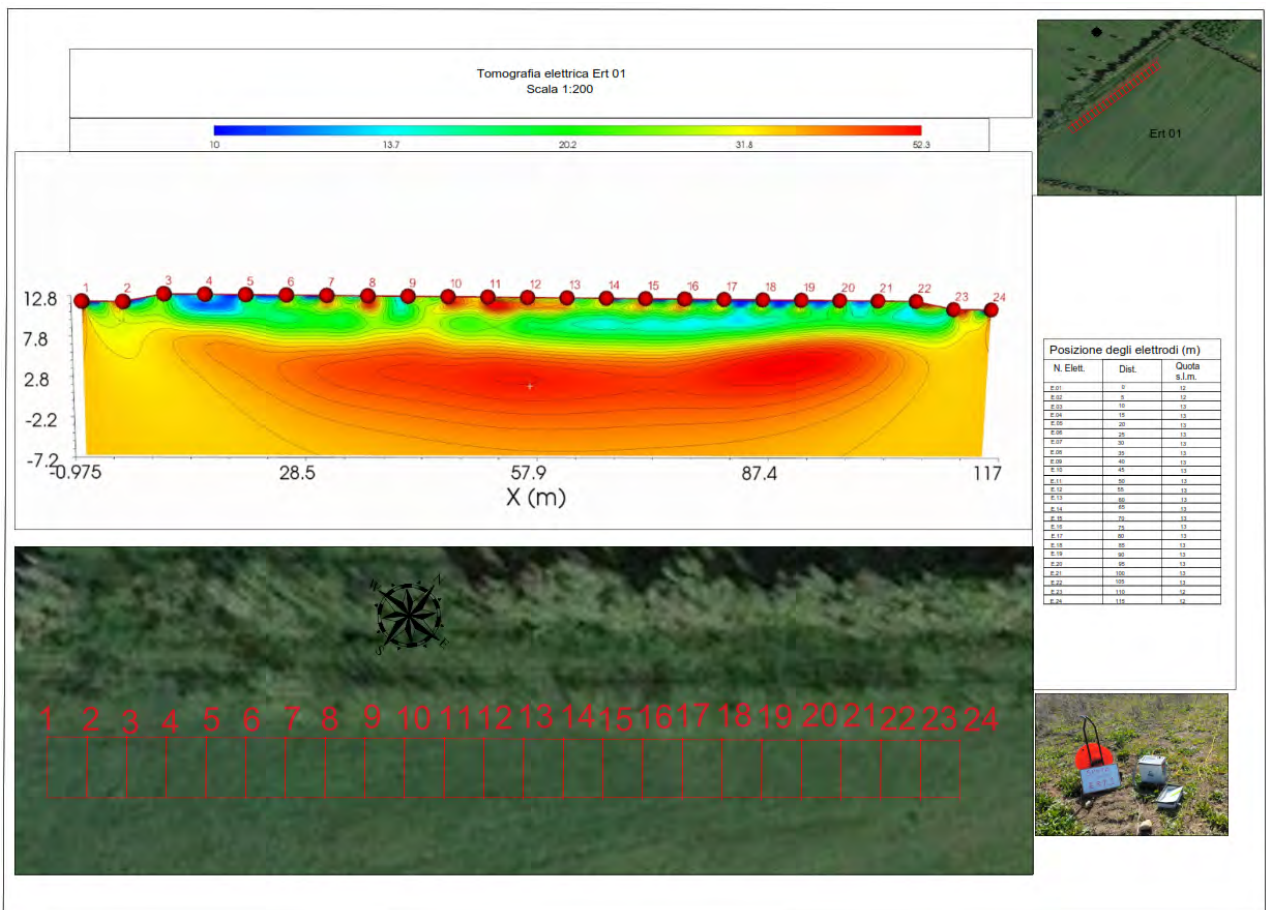
Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

3.3. TOMO 1 INTERPRETAZIONE

Il profilo TOMO 1 presenta le seguenti caratteristiche:

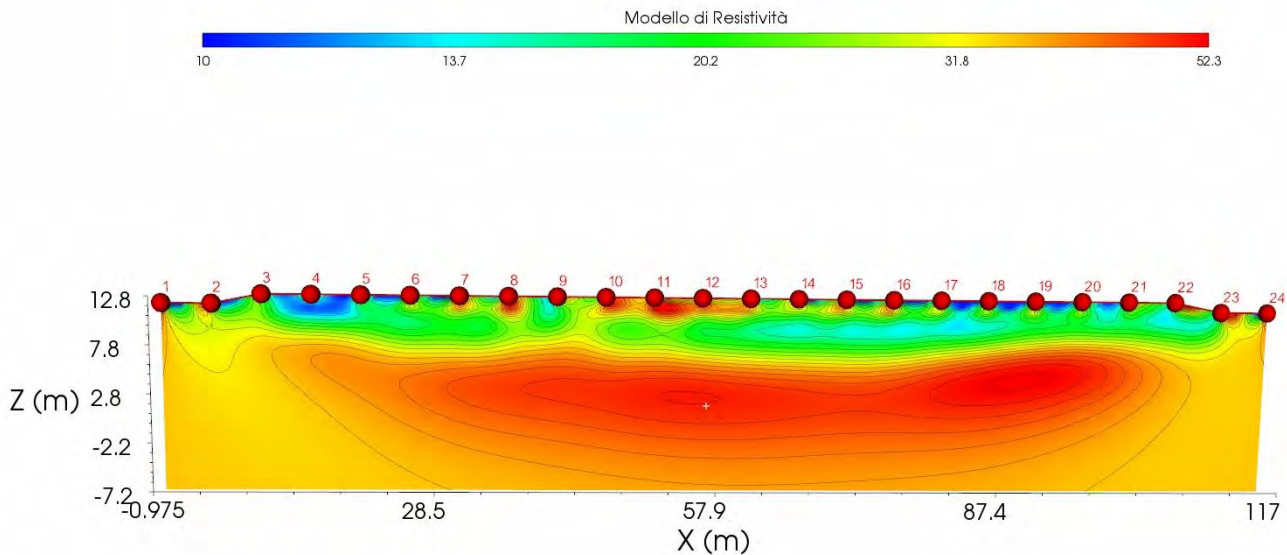
- metodo utilizzato: **Wenner-Schlumberger.**
- lunghezza = 117 m
- passo (minima distanza interelettrodica) = 5 m
- numero elettrodi di misura = 24

Il profilo tomografico di resistività elettrica Tomo 1 ha uno sviluppo orizzontale di 117 metri, sono stati utilizzati 24 elettrodi con distanza interelettrodica di 5.0 metri, L'acquisizione è stata effettuata mediante la configurazione elettrodica tipo Wenner Schlumberger.





La tomografia denominata Tomo 1 è stata realizzata ad una quota media di 13m s.l.m., ha una lunghezza di 117m ed ha raggiunto una profondità di investigazione di circa 20 m.



L' elettrosezione presenta valori di resistività compresi tra 10 – 52.3 $\Omega \cdot m$, a tale range di valori è stato assegnato una scala colorimetrica che presenta colori che vanno dal blu (valori più bassi di resistività) al rosso - viola (valori più alti di resistività). Si osservano bassi valori di resistività nel primo elettrostrato, tali valori, si trovano in un range di resistività compreso tra 10 e 20.2 $\Omega \cdot m$ e sono ascrivibili a depositi poco resistivi di natura argilloso sabbiosa, eventualmente umidi, mentre, nell'elettrostrato sottostante, si osservano valori di resistività più alti, con intervalli di resistività che vanno da 20.2 a 52.3 $\Omega \cdot m$, ascrivibili a depositi maggiormente resistivi di natura sabbiosa limosa.

La seguente tabella è rappresentativa degli intervalli di resistività di alcuni terreni.

MATERIALE	INTERVALLO DI RESISTIVITÀ
Arenaria	60 – 10 ⁴ Ωm
Argilla	1 – 120 Ωm
Sabbia	100 – 1000 Ωm
Limo	10 - 800 Ωm
Ghiaia	100-5000 Ωm
Calcere	100 – 5000 Ωm
Basalto	10 – 10 ⁵ Ωm
Marmo	100 – 10 ⁶ Ωm
Granito	100 – 10 ⁶ Ωm



4. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva 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 α)
- avanzamento (penetrazione) δ

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.



ENGINEERING GEOLOGY SRL

Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737

www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

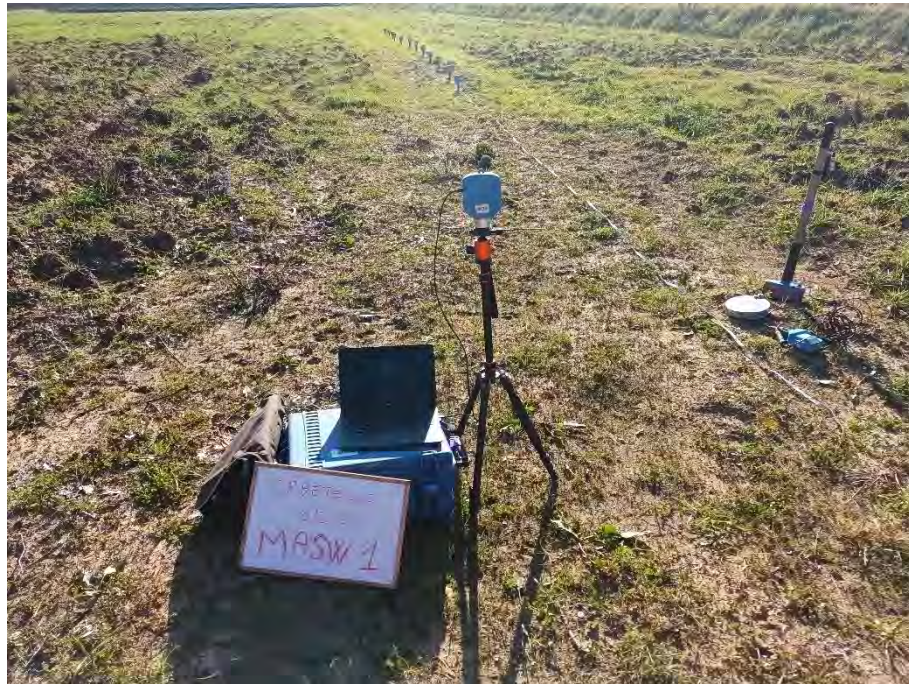
In particolare consente di ottenere informazioni su:

- 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 stati eseguiti **n° 3** prova penetrometriche dinamiche.

5. RAPPORTO FOTOGRAFICO

5.1. INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW



Postazione della MASW 01



Postazione della MASW 02



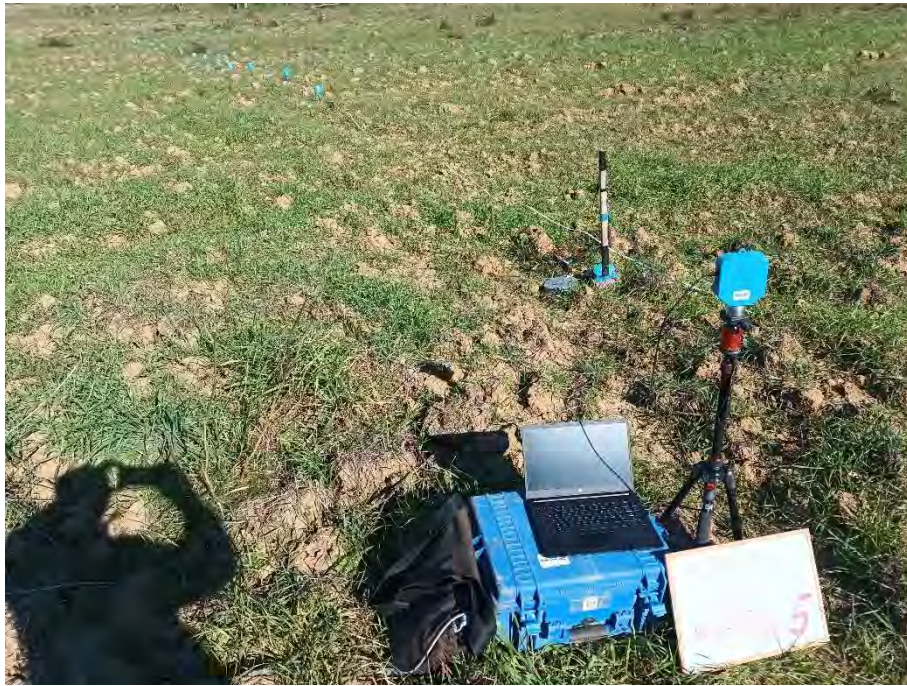
Postazione della MASW 03



Postazione della MASW 04



ENGINEERING GEOLOGY SRL
Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737
www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it



Postazione della MASW 04



5.2. INDAGINI GEOELETTRICHE



Postazione dell'indagine Ert 01

5.3. INDAGINI PENETROMETRICHE DINAMICHE



Postazione della DPSH 01



Postazione della DPSH 02



ENGINEERING GEOLOGY SRL
Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737
www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it



Postazione della DPSH 03



Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34



ENGINEERING GEOLOGY SRL
Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737
www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

Allegato n. 1 Parametri delle DPSH



Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: F4 Ingegneria Descrizione: Parco Eolico Localita': Orbetello (GR)	
--	--

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 ²
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)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) 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 α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- 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:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (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 $A=10$ cm² 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 $A=10$ cm² 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 $A=20.27$ cm² 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 $A = 20$ cm², 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:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

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

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

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

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

Calcolo di $(N_1)_{60}$

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

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

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

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_R	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

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

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981). Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

Valutazioni statistiche e correlazioni**Elaborazione Statistica**

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

Media

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

Media minima

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

Massimo

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

Minimo

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

Scarto quadratico medio

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

Media deviata

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

Media (+ s)

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

Media (- s)

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

Distribuzione normale R.C.

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

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

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

Distribuzione normale R.N.C.

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

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

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

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

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**Liquefazione**

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

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

Correzione N_{spt} in presenza di falda

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

N_{spt} è il valore medio nello strato

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

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- 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 τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

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

Modulo di deformazione di taglio (G)

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

Modulo di reazione (K_o)

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi**Coesione non drenata**

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

- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a 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 $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- 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 ...DPSH1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 08-02-2023

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 ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	4	0.840	32.39	38.57	1.62	1.93
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	4	0.826	29.45	35.64	1.47	1.78
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	5	0.820	36.54	44.55	1.83	2.23
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	5	0.814	33.72	41.41	1.69	2.07
2.80	5	0.811	33.60	41.41	1.68	2.07
3.00	5	0.809	33.49	41.41	1.67	2.07
3.20	5	0.806	33.38	41.41	1.67	2.07
3.40	8	0.803	53.23	66.25	2.66	3.31
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	10	0.796	61.58	77.36	3.08	3.87
4.20	10	0.794	61.40	77.36	3.07	3.87
4.40	12	0.791	73.47	92.83	3.67	4.64
4.60	11	0.789	63.00	79.83	3.15	3.99
4.80	11	0.787	62.83	79.83	3.14	3.99
5.00	12	0.785	68.36	87.08	3.42	4.35
5.20	10	0.783	56.82	72.57	2.84	3.63
5.40	9	0.781	51.01	65.31	2.55	3.27
5.60	12	0.779	63.90	82.01	3.19	4.10
5.80	11	0.777	58.43	75.18	2.92	3.76
6.00	16	0.725	79.33	109.35	3.97	5.47

6.20	16	0.724	79.14	109.35	3.96	5.47
6.40	16	0.722	78.95	109.35	3.95	5.47
6.60	16	0.720	74.43	103.33	3.72	5.17
6.80	17	0.719	78.91	109.78	3.95	5.49
7.00	17	0.717	78.73	109.78	3.94	5.49
7.20	19	0.716	87.81	122.70	4.39	6.13
7.40	17	0.714	78.40	109.78	3.92	5.49
7.60	18	0.713	78.52	110.18	3.93	5.51
7.80	23	0.661	93.10	140.78	4.65	7.04
8.00	24	0.660	96.94	146.90	4.85	7.35
8.20	33	0.609	122.92	201.99	6.15	10.10
8.40	38	0.607	141.24	232.59	7.06	11.63
8.60	50	0.556	161.71	290.86	8.09	14.54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	1.5	14.9	Incoerente - coesivo	0	1.58	1.85	0.06	1.47	2.2	terreno vegetale
3.2	4.42	39.04	Incoerente - coesivo	0	1.84	1.89	0.35	1.47	6.5	limo argilloso sabbioso
5.8	10.31	76.53	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	0.84	1.47	15.16	limo argilloso sabbioso
8.4	20.77	131.99	Incoerente - coesivo	0	2.17	2.39	1.39	1.47	30.53	limo argilloso sabbioso

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Bensi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	0.14	0.28	0.00	0.09	0.21	0.45	0.20	0.60	0.11	0.30	0.28
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	0.41	0.81	0.00	0.26	0.64	1.17	0.58	0.92	0.33	0.74	0.81
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	1.02	1.90	0.00	0.60	1.50	2.30	1.31	1.64	0.76	1.85	1.90
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	2.06	3.82	0.00	1.14	3.04	3.96	2.47	3.15	1.53	4.15	3.82

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	Robertson (1983)	4.40
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	Robertson (1983)	13.00
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	Robertson (1983)	30.32
[4] - limo argilloso	30.53	8.40	Robertson (1983)	61.06

sabbioso				
----------	--	--	--	--

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-San glerat
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	10.09	33.00	24.23	27.50
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	29.82	--	68.09	81.25
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	69.55	--	156.42	151.60
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	140.07	--	313.18	305.30

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	4.90	22.00
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	54.35	65.00
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	153.94	151.60
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	330.70	305.30

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	Meyerhof	1.58
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	Meyerhof	1.84
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	Meyerhof	2.07
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	Meyerhof	2.17

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	Meyerhof	1.85
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	Meyerhof	1.89
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	Meyerhof	2.28
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	Meyerhof	2.39

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80		0
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20		0
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80		0
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40		0

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	11.38	35.65	51.44	12.98
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	25.34	52.32	55.25	24.72
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	35.1	65.95	65.77	43.31
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	43.88	80.29	80.49	64.04

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on-Th ornbu rn-M eyerh of 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabb ie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mello	Owas aki & Iwasa ki
[1] - teren o veget ale	2.2	0.80	2.2	27.63	20.63	28.62	32.27	30.46	0	<30	20.74	27.66	21.75	21.63
[2] - limo argill oso sabb ioso	6.5	3.20	6.5	28.86	21.86	29.82	30.33	32.29	0	<30	24.87	28.95	24.78	26.4
[3] - limo argill oso sabb ioso	15.16	5.80	15.16	31.33	24.33	32.24	29.79	35.52	37.23	30-32	30.08	31.55	26.13	32.41

[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	35.72	28.72	36.55	29.83	39.79	39.24	32-35	36.4	36.16	26.69	39.71
-------------------------------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	---	17.60	---	---	---
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	---	52.00	---	---	---
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	277.92	121.28	179.59	293.70	150.80
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	394.40	244.24	360.95	408.98	227.65

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	---	31.98	15.62	47.81
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	---	40.82	46.15	66.99
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	90.96	58.60	107.64	105.61
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	183.18	90.17	216.76	174.16

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	Terzaghi-Peck 1948	1.37
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	Terzaghi-Peck 1948	1.43
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	Terzaghi-Peck 1948	1.54
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	Terzaghi-Peck 1948	1.70

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume Saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	Terzaghi-Peck 1948	1.86
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	Terzaghi-Peck 1948	1.89
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	Terzaghi-Peck 1948	1.96
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	Terzaghi-Peck 1948	2.06

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	(A.G.I.)	0.35
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	(A.G.I.)	0.34
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	(A.G.I.)	0.32
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	136.39	202.36
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	377.62	392.28
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	837.09	658.14
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	1616.43	1009.43

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	Ohta & Goto (1978) Limi	65.7
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	Ohta & Goto (1978) Limi	108.11
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	Ohta & Goto (1978) Limi	146.37
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	Ohta & Goto (1978) Limi	180.41

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2		---
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5		---
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16		---
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2.2	0.80	2.2		---
[2] - limo argilloso sabbioso	6.5	3.20	6.5		---
[3] - limo argilloso sabbioso	15.16	5.80	15.16		---
[4] - limo argilloso sabbioso	30.53	8.40	30.53		---

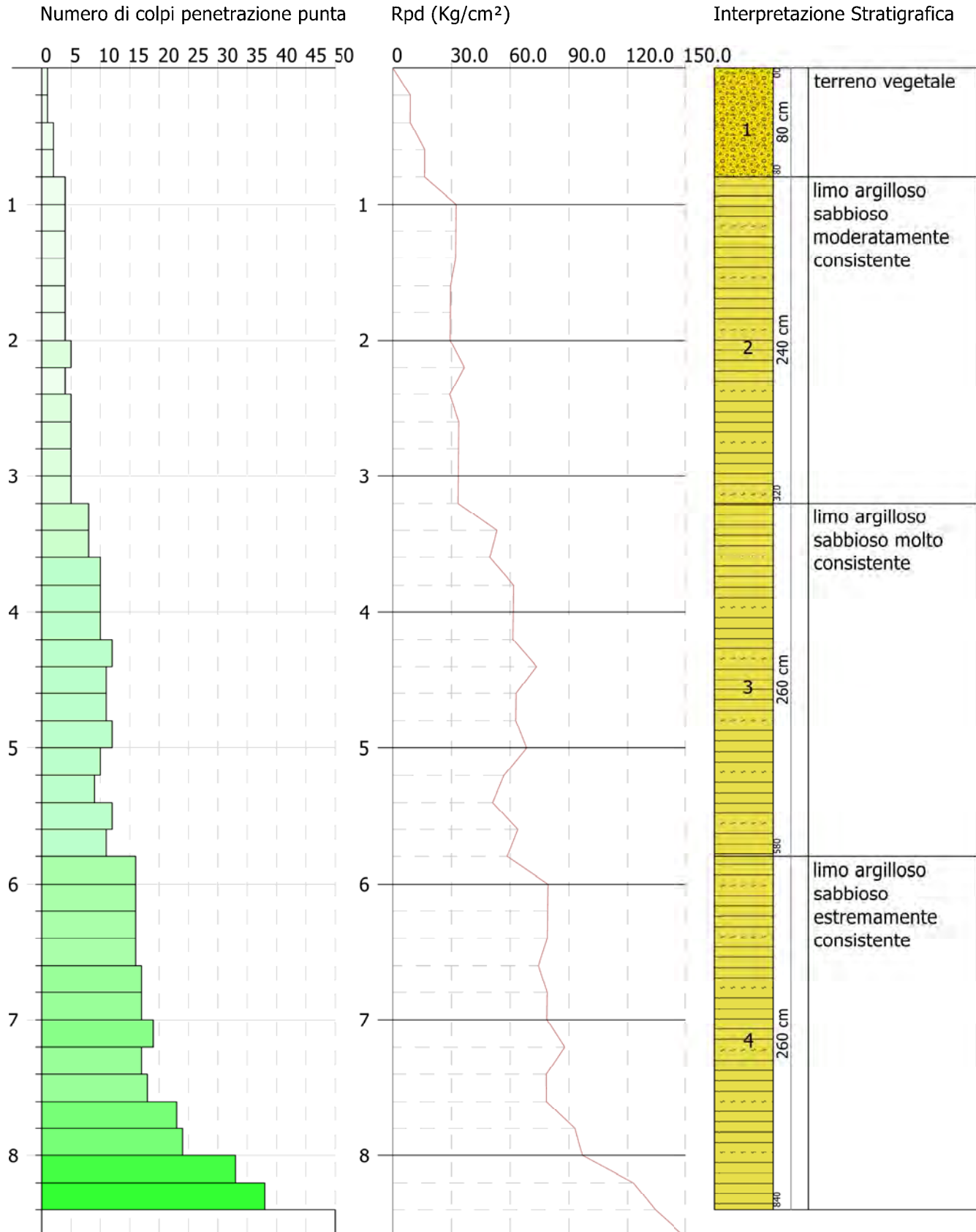


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: F4 Ingegneria
 Descrizione: Parco Eolico
 Localita': Orbetello (GR)

08-02-2023

Scala 1:43



PROVA ...DPSH2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 08-03-2023

Profondita' prova 4.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	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	6	0.847	49.01	57.86	2.45	2.89
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	9	0.840	72.88	86.79	3.64	4.34
1.20	10	0.836	80.64	96.43	4.03	4.82
1.40	10	0.833	80.32	96.43	4.02	4.82
1.60	11	0.830	81.31	98.02	4.07	4.90
1.80	11	0.826	81.00	98.02	4.05	4.90
2.00	13	0.773	89.57	115.84	4.48	5.79
2.20	18	0.770	123.52	160.40	6.18	8.02
2.40	18	0.767	123.05	160.40	6.15	8.02
2.60	19	0.764	120.26	157.35	6.01	7.87
2.80	24	0.711	141.40	198.76	7.07	9.94
3.00	19	0.759	119.38	157.35	5.97	7.87
3.20	21	0.706	122.78	173.92	6.14	8.70
3.40	20	0.753	124.79	165.63	6.24	8.28
3.60	23	0.701	124.70	177.92	6.23	8.90
3.80	23	0.698	124.26	177.92	6.21	8.90
4.00	30	0.696	161.52	232.07	8.08	11.60
4.20	36	0.644	179.26	278.48	8.96	13.92
4.40	50	0.591	228.75	386.78	11.44	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	1	10.51	Incoerente - coesivo	0	1.52	1.85	0.03	1.47	1.47	terreno vegetale
2	9.62	89.61	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	0.22	1.47	14.14	sabbia
4.2	22.82	185.47	Incoerente - coesivo	0	2.24	2.49	0.64	1.47	33.55	sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Bensi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	0.09	0.18	0.00	0.06	0.14	0.32	0.14	0.55	0.07	0.22	0.18
[2] - sabbia	14.14	2.00	0.95	1.77	0.00	0.56	1.39	2.69	1.23	1.55	0.71	2.23	1.77
[3] - sabbia	33.55	4.20	2.27	4.19	0.00	1.24	3.34	5.56	2.68	3.48	1.68	5.32	4.19

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	Robertson (1983)	2.94
[2] - sabbia	14.14	2.00	Robertson (1983)	28.28
[3] - sabbia	33.55	4.20	Robertson (1983)	67.10

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	6.74	22.05	16.79	18.38
[2] - sabbia	14.14	2.00	64.87	--	146.01	141.40
[3] - sabbia	33.55	4.20	153.93	--	343.98	335.50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	-3.50	14.70
[2] - sabbia	14.14	2.00	142.21	141.40
[3] - sabbia	33.55	4.20	365.43	335.50

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - sabbia	14.14	2.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - sabbia	33.55	4.20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	Meyerhof	1.52
[2] - sabbia	14.14	2.00	Meyerhof	2.05
[3] - sabbia	33.55	4.20	Meyerhof	2.24

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	Meyerhof	1.85
[2] - sabbia	14.14	2.00	Meyerhof	2.25
[3] - sabbia	33.55	4.20	Meyerhof	2.49

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40		0
[2] - sabbia	14.14	2.00		0
[3] - sabbia	33.55	4.20		0

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	5.82	29.79	51.39	10.79
[2] - sabbia	14.14	2.00	43.96	82.11	89.77	41.43
[3] - sabbia	33.55	4.20	56.87	100	100	66.91

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	27.42	20.42	28.41	33.21	30.14	0	<30	19.7	27.44	20.35	20.42
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	31.04	24.04	31.96	32.53	35.17	39.5	30-32	29.56	31.24	28.19	31.82
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	36.59	29.59	37.39	31.68	40.4	42	32-35	37.43	37.06	29.91	40.9

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	---	11.76	---	---	---
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	268.41	113.12	167.55	286.05	145.70
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	413.44	268.40	396.59	431.62	242.75

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	---	30.48	10.44	44.56
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	84.84	56.51	100.39	101.06
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	201.30	96.38	238.21	187.63

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	Terzaghi-Peck 1948	1.36
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	Terzaghi-Peck 1948	1.53
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	Terzaghi-Peck 1948	1.73

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	Terzaghi-Peck 1948	1.85
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	Terzaghi-Peck 1948	2.08

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	(A.G.I.)	0.35
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	(A.G.I.)	0.33
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	93.37	158.18
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	784.04	630.72
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	1766.30	1069.32

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	Ohta & Goto (1978) Limi	53.6
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	Ohta & Goto (1978) Limi	112.05
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	Ohta & Goto (1978) Limi	156.28

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47		---
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14		---
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	1.47	0.40	1.47		---
[2] - sabbia	14.14	2.00	14.14		---
[3] - sabbia	33.55	4.20	33.55		---

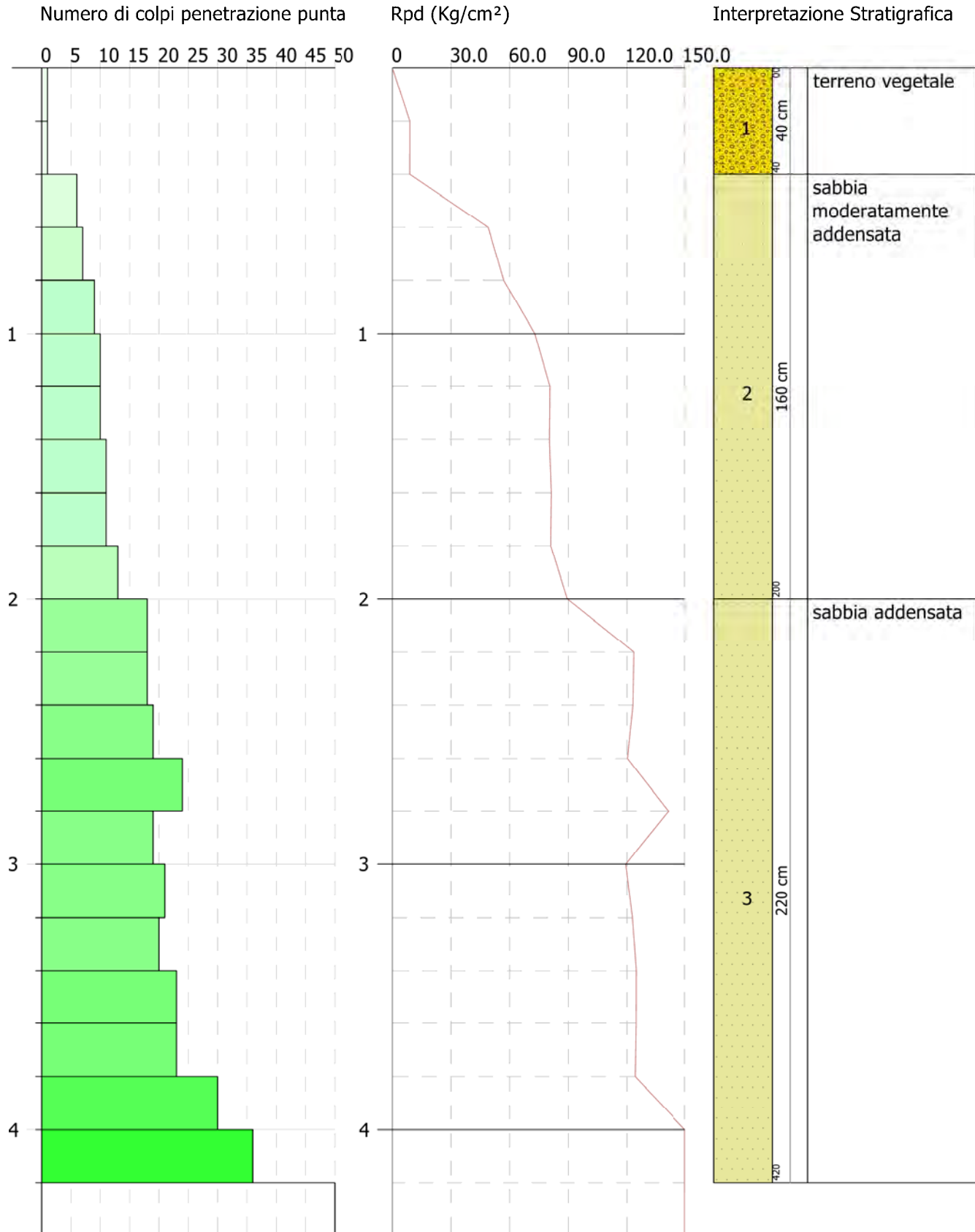


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: F4 Ingegneria
 Descrizione: Parco Eolico
 Localita': Orbetello (GR)

08-03-2023

Scala 1:22



PROVA ...DPSH3

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 08-02-2023

Profondita' prova 9.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	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	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	9	0.830	66.53	80.20	3.33	4.01
1.80	9	0.826	66.27	80.20	3.31	4.01
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	9	0.820	65.77	80.20	3.29	4.01
2.40	10	0.817	72.81	89.11	3.64	4.46
2.60	10	0.814	67.43	82.82	3.37	4.14
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	11	0.806	73.43	91.10	3.67	4.55
3.40	10	0.803	66.54	82.82	3.33	4.14
3.60	10	0.801	61.95	77.36	3.10	3.87
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	10	0.796	61.58	77.36	3.08	3.87
4.20	10	0.794	61.40	77.36	3.07	3.87
4.40	11	0.791	67.34	85.09	3.37	4.25
4.60	11	0.789	63.00	79.83	3.15	3.99
4.80	11	0.787	62.83	79.83	3.14	3.99
5.00	12	0.785	68.36	87.08	3.42	4.35
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	10	0.781	56.68	72.57	2.83	3.63
5.60	12	0.779	63.90	82.01	3.19	4.10
5.80	12	0.777	63.74	82.01	3.19	4.10
6.00	12	0.775	63.60	82.01	3.18	4.10
6.20	16	0.724	79.14	109.35	3.96	5.47

6.40	16	0.722	78.95	109.35	3.95	5.47
6.60	13	0.720	60.48	83.95	3.02	4.20
6.80	15	0.719	69.62	96.87	3.48	4.84
7.00	15	0.717	69.47	96.87	3.47	4.84
7.20	14	0.716	64.70	90.41	3.24	4.52
7.40	17	0.714	78.40	109.78	3.92	5.49
7.60	17	0.713	74.16	104.05	3.71	5.20
7.80	18	0.711	78.37	110.18	3.92	5.51
8.00	24	0.660	96.94	146.90	4.85	7.35
8.20	22	0.659	88.68	134.66	4.43	6.73
8.40	25	0.657	100.57	153.02	5.03	7.65
8.60	29	0.656	110.66	168.70	5.53	8.44
8.80	36	0.605	126.64	209.42	6.33	10.47
9.00	38	0.603	133.41	221.06	6.67	11.05
9.20	50	0.552	160.64	290.86	8.03	14.54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tension e efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	1.4	13.85	Incoerente - coesivo	0	1.57	1.85	0.08	1.47	2.06	terreno vegetale
6	10.2	80.97	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	0.67	1.47	14.99	sabbia
9	21	129.64	Incoerente - coesivo	0	2.18	2.4	1.52	1.47	30.87	sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Bensi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	0.13	0.26	0.00	0.08	0.20	0.42	0.19	0.59	0.10	0.26	0.26
[2] - sabbia	14.99	6.00	1.01	1.87	0.00	0.59	1.48	2.43	1.30	1.62	0.75	1.79	1.87
[3] - sabbia	30.87	9.00	2.08	3.86	0.00	1.15	3.07	3.89	2.49	3.18	1.54	4.11	3.86

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	Robertson (1983)	4.12
[2] - sabbia	14.99	6.00	Robertson (1983)	29.98
[3] - sabbia	30.87	9.00	Robertson (1983)	61.74

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	9.45	30.90	22.80	25.75
[2] - sabbia	14.99	6.00	68.77	--	154.68	149.90
[3] - sabbia	30.87	9.00	141.63	--	316.65	308.70

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	3.29	20.60
[2] - sabbia	14.99	6.00	151.99	149.90
[3] - sabbia	30.87	9.00	334.61	308.70

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - sabbia	14.99	6.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - sabbia	30.87	9.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	Meyerhof	1.57
[2] - sabbia	14.99	6.00	Meyerhof	2.07
[3] - sabbia	30.87	9.00	Meyerhof	2.18

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	Meyerhof	1.85
[2] - sabbia	14.99	6.00	Meyerhof	2.28
[3] - sabbia	30.87	9.00	Meyerhof	2.40

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00		0
[2] - sabbia	14.99	6.00		0
[3] - sabbia	30.87	9.00		0

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	10.09	34.16	47.09	12.56
[2] - sabbia	14.99	6.00	37.14	69.35	69.22	43
[3] - sabbia	30.87	9.00	42.73	78.33	79.04	64.38

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on-Th ornbu rn-M eyerh of 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mello	Owas aki & Iwasa ki
[1] - terren o veget ale	2.06	1.00	2.06	27.59	20.59	28.58	31.7	30.4	0	<30	20.56	27.62	21.44	21.42
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	31.28	24.28	32.2	30.24	35.47	37.71	30-32	29.99	31.5	26.7	32.31
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	35.82	28.82	36.64	29.65	39.86	38.97	32-35	36.52	36.26	26.23	39.85

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	---	16.48	---	---	---
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	276.36	119.92	177.58	292.42	149.95
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	396.59	246.96	364.97	411.52	229.35

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	---	31.70	14.63	47.19
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	89.94	58.25	106.43	104.86
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	185.22	90.87	219.18	175.68

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	Terzaghi-Peck 1948	1.37
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	Terzaghi-Peck 1948	1.54
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	Terzaghi-Peck 1948	1.71

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	Terzaghi-Peck 1948	1.85
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	Terzaghi-Peck 1948	1.96
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	Terzaghi-Peck 1948	2.06

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	(A.G.I.)	0.35
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	(A.G.I.)	0.32
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	128.22	194.39
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	828.26	653.62
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	1633.34	1016.29

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	Ohta & Goto (1978) Limi	67.81
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	Ohta & Goto (1978) Limi	139.17
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	Ohta & Goto (1978) Limi	182.68

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06		---
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99		---
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2.06	1.00	2.06		---
[2] - sabbia	14.99	6.00	14.99		---
[3] - sabbia	30.87	9.00	30.87		---

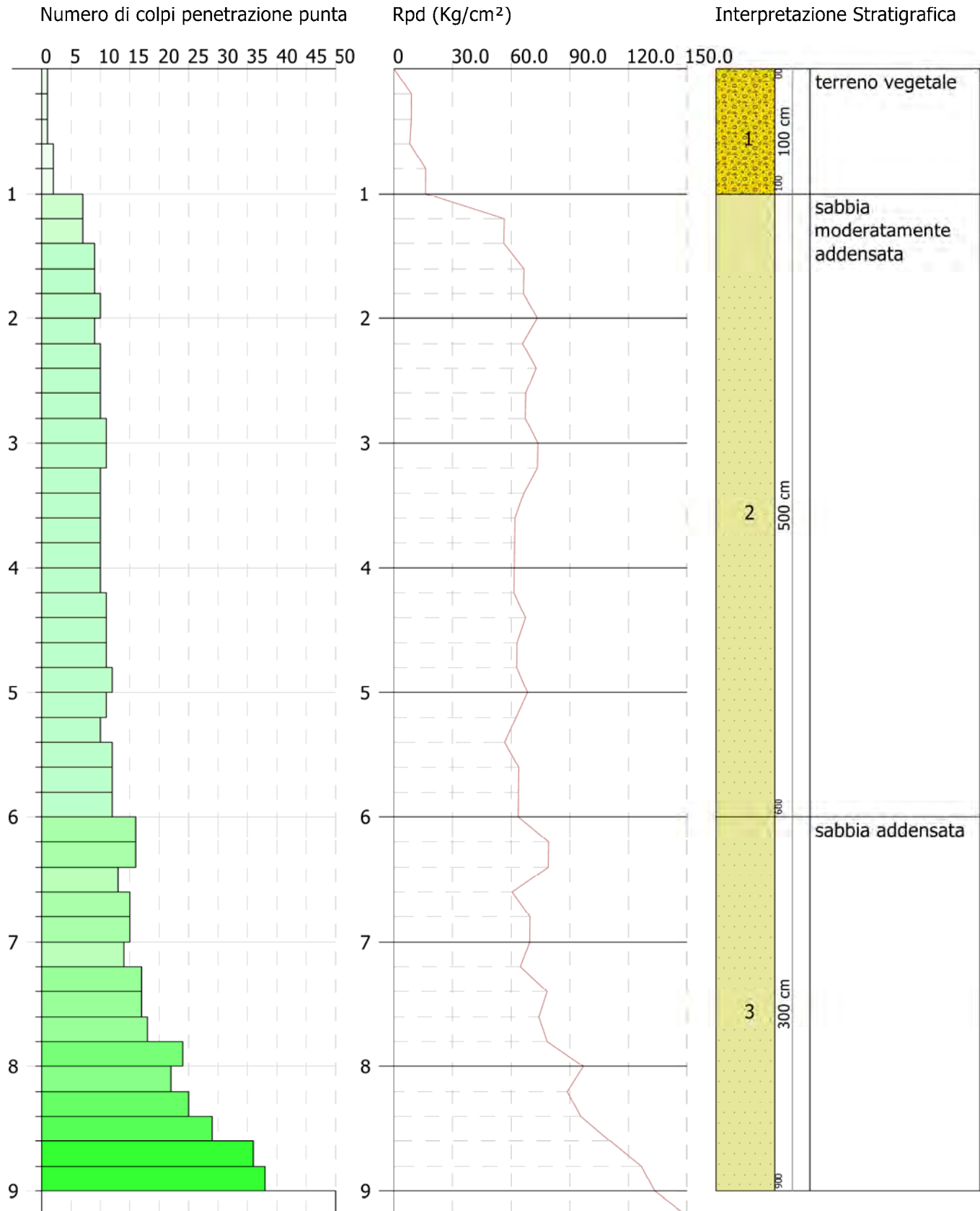


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: F4 Ingegneria
 Descrizione: Parco Eolico
 Localita': Orbetello (GR)

08-02-2023

Scala 1:47





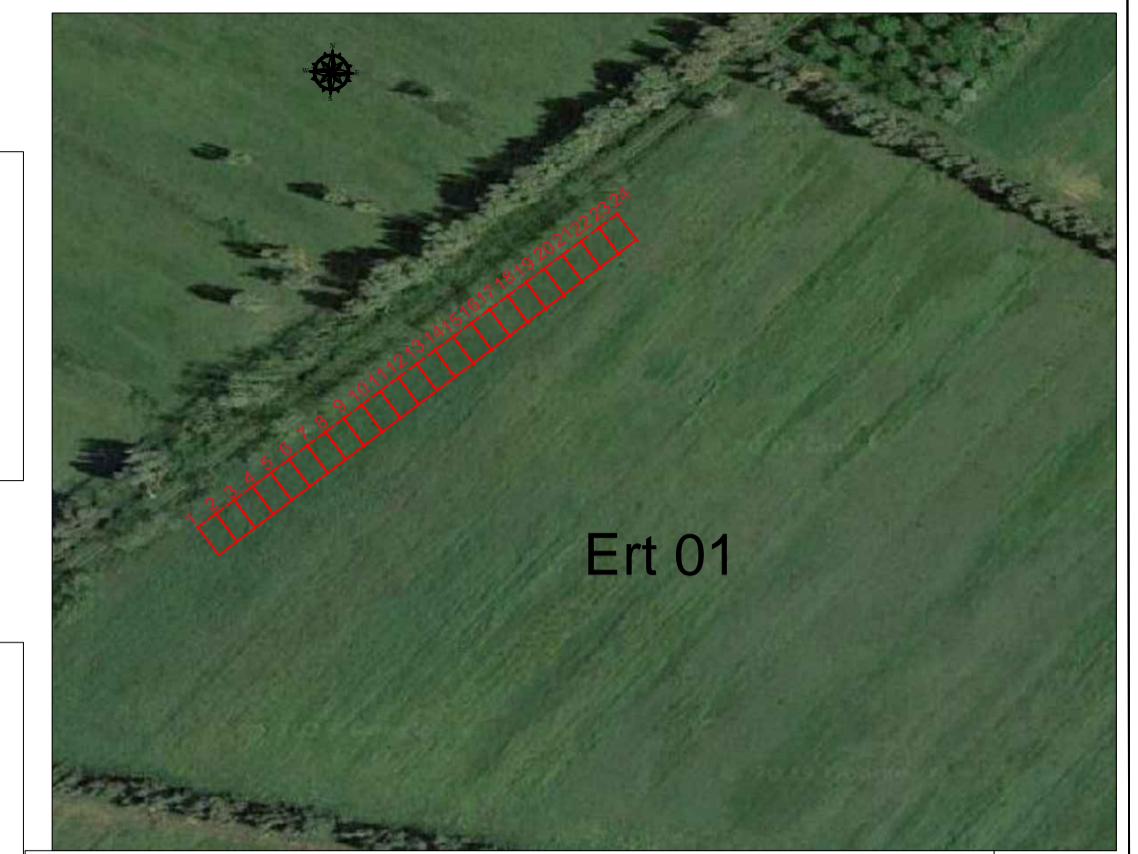
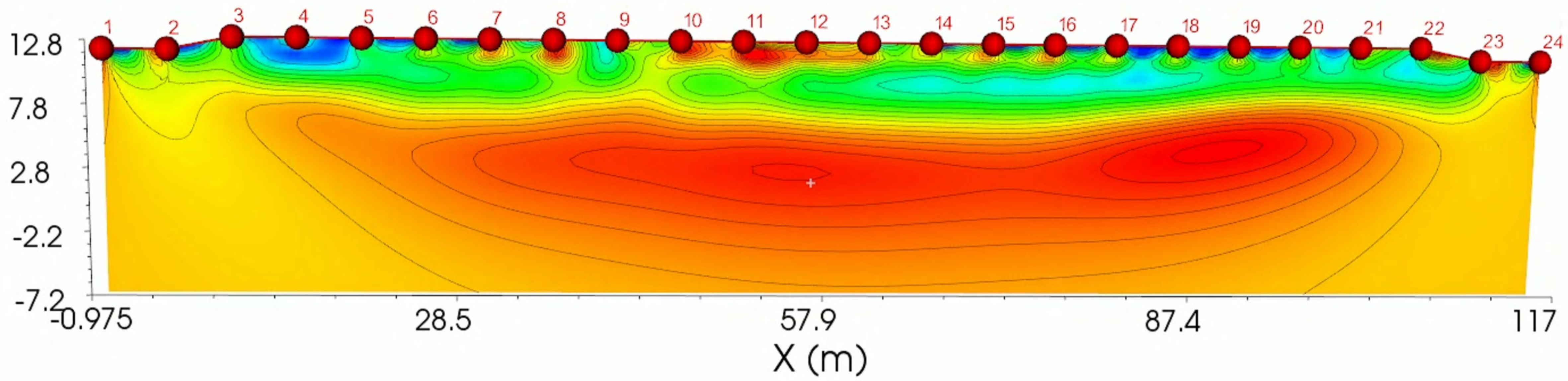
ENGINEERING GEOLOGY SRL
Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737
www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

Allegato n. 2 Tomografie Elettriche



Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

Tomografia elettrica Ert 01
Scala 1:200



Posizione degli elettrodi (m)

N. Elett.	Dist.	Quota s.l.m.
E.01	0	12
E.02	5	12
E.03	10	13
E.04	15	13
E.05	20	13
E.06	25	13
E.07	30	13
E.08	35	13
E.09	40	13
E.10	45	13
E.11	50	13
E.12	55	13
E.13	60	13
E.14	65	13
E.15	70	13
E.16	75	13
E.17	80	13
E.18	85	13
E.19	90	13
E.20	95	13
E.21	100	13
E.22	105	13
E.23	110	12
E.24	115	12





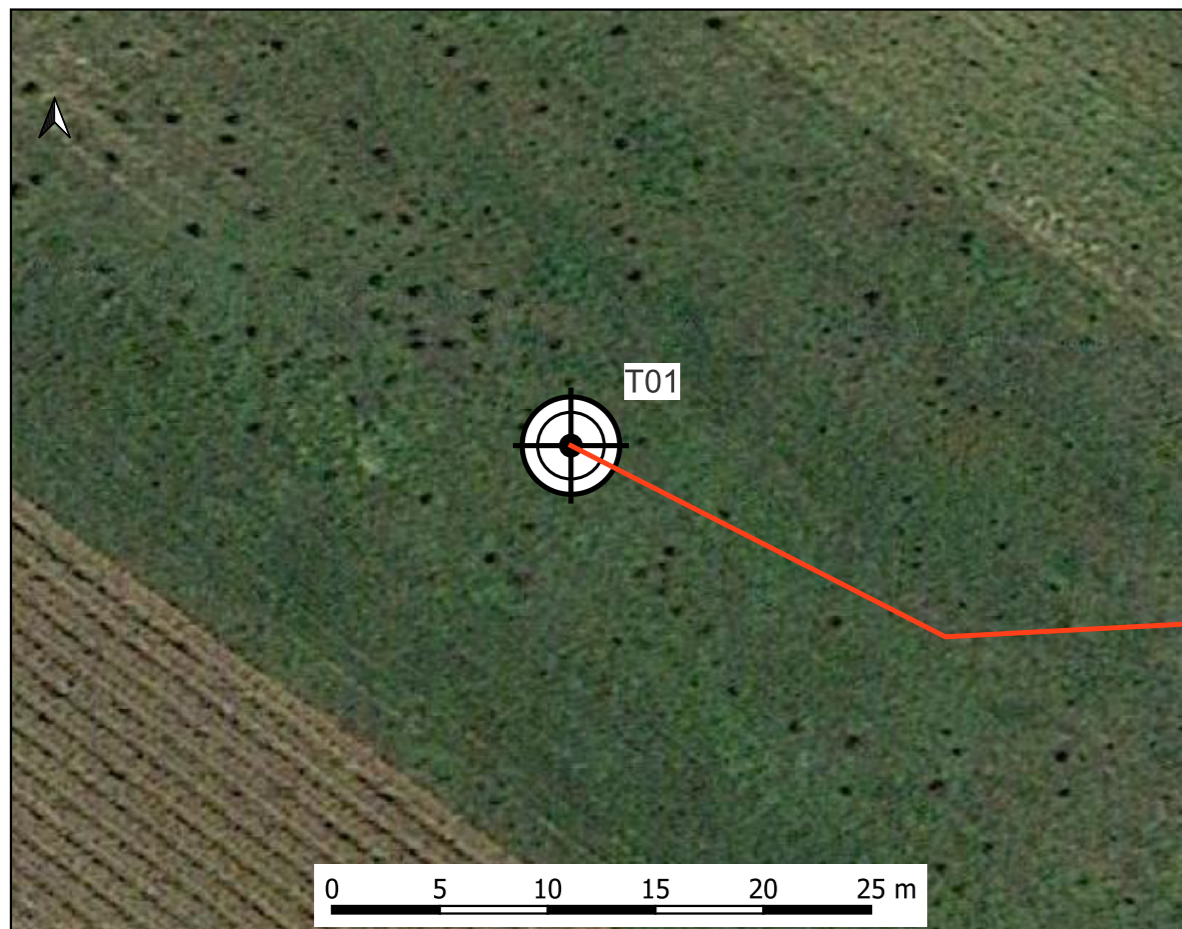
ENGINEERING GEOLOGY SRL
Via del Gallitello 90/A - 85100 Potenza - Tel. 0971/26378 Fax 0971/1940737
www.engeosrl.it E_mail info@engeosrl.it

Allegato n. 3 Carta Ubicazione delle Indagini

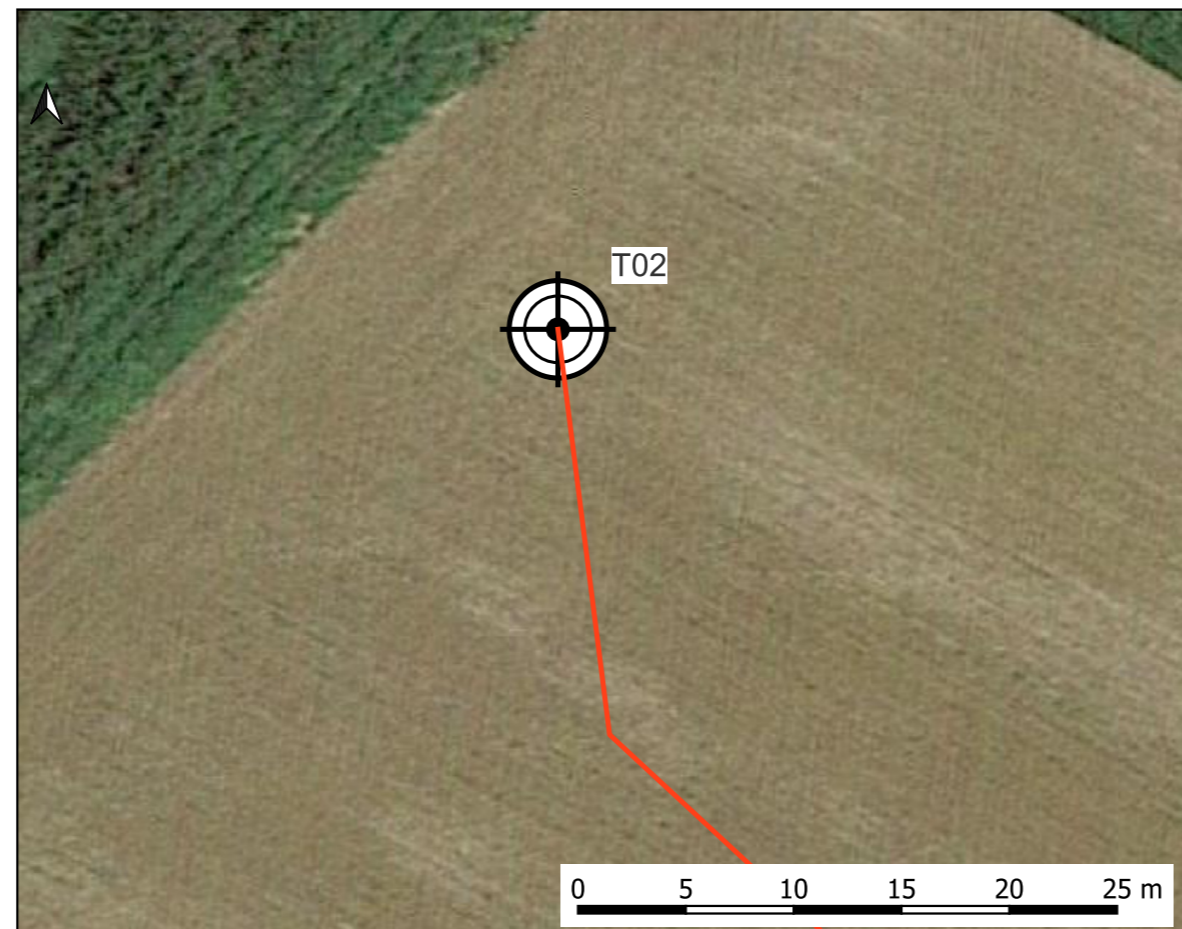


Società con sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2015 – UNI EN ISO 14001:2015 - UNI EN ISO 45001:2018 per la fornitura dei servizi di ingegneria e di esplorazione geologica del sottosuolo – IAF 34

Ubicazione indagini aerogeneratore T01 scala 1:250



Ubicazione indagini aerogeneratore T02 scala 1:250



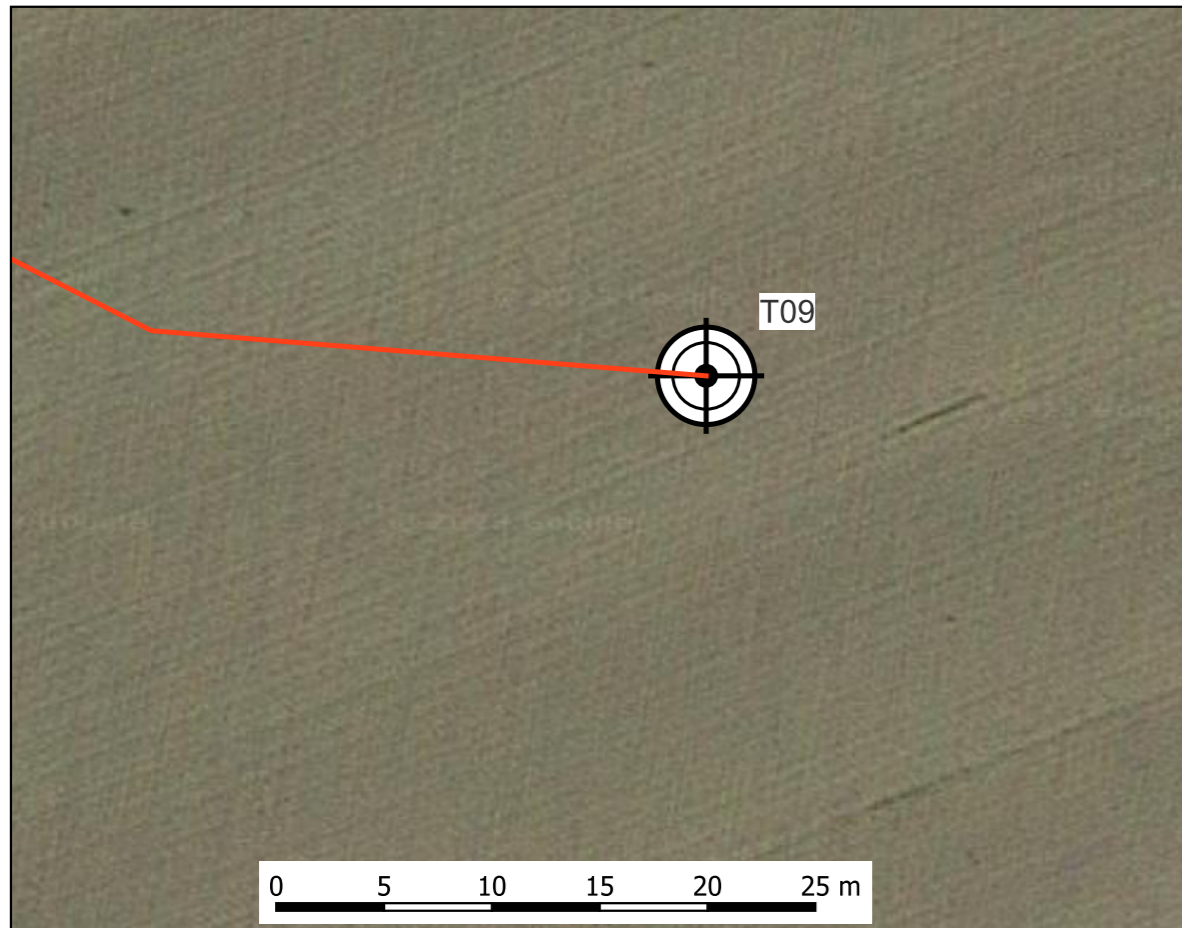
Ubicazione indagini aerogeneratore T03 scala 1:250



Ubicazione indagini aerogeneratore T06 scala 1:250



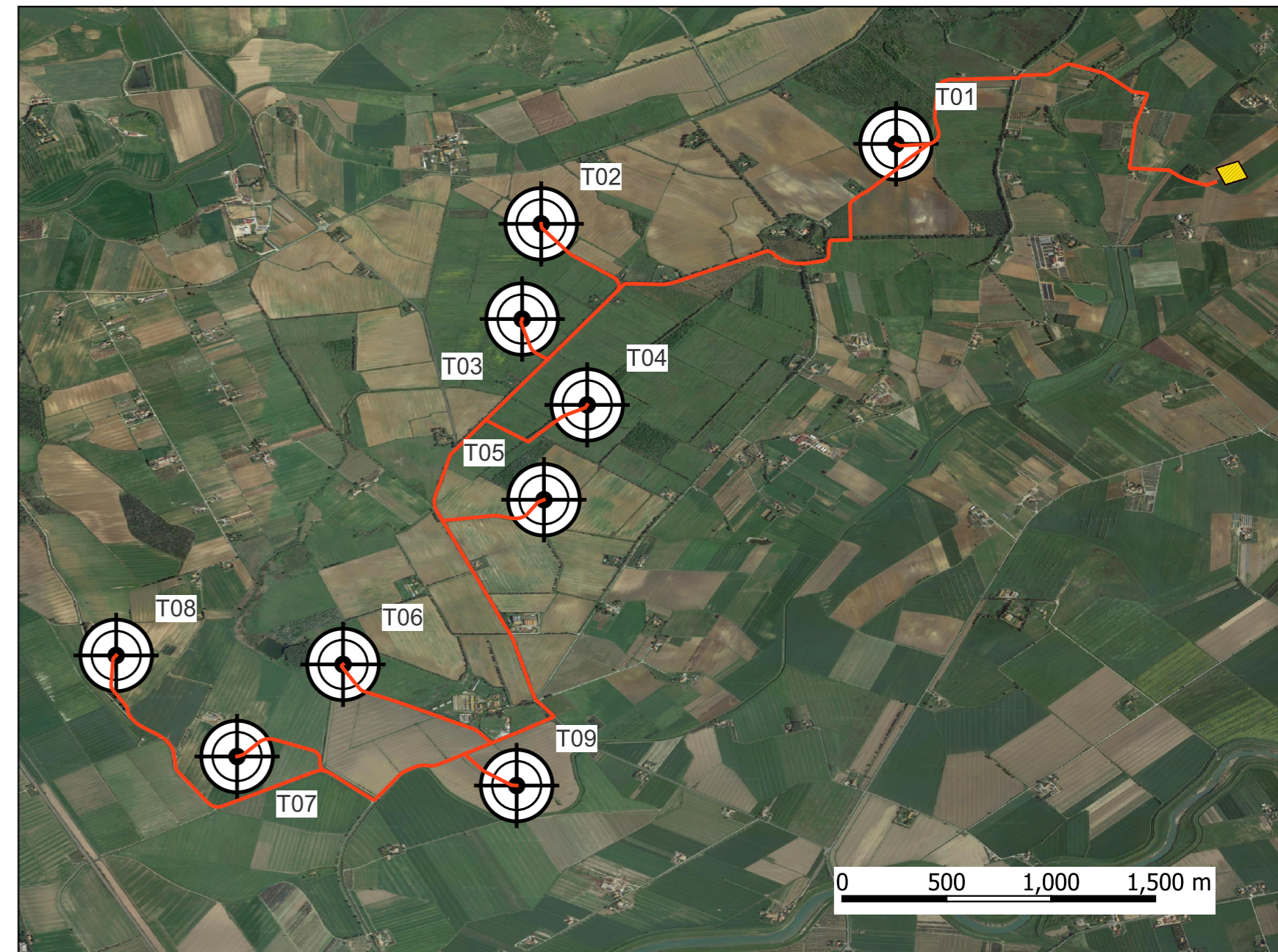
Ubicazione indagini aerogeneratore T09 scala 1:250



Ubicazione indagini aerogeneratore T08 scala 1:250



Carta Ubicazione delle indagini



LEGENDA

- Indagine sismica MASW
- Indagine geoelettrica ERT1
- DPSH
- Cavidotto
- Aerogeneratore

Ubicazione indagini aerogeneratore T04 scala 1:500

