



"MANCA DELLA SPINA"

1	PROGETTO REV 00	MR	11/21	
REV.	DESCRIZIONE E REVISIONE	Sigla	Data	Firma
EMESSO				

PROGETTAZIONE	 <p><b>SERVIZI DI INGEGNERIA</b></p> <p>Via della Pineta 1 - 85100 - Potenza          email: info@gvcingegneria.it -          website: www.gvcingegneria.it          C.F. e P.IVA 01737760767          P.E.C.: gvcstf@gigopec.it</p> <p>Direttore Tecnico:          dott. ing. MICHELE RESTAINO</p> <p>Collaboratori GVC s.r.l. per il progetto:          dott. ing. GIORGIO MARIA RESTAINO          dott. ing. CARLO RESTAINO          dott. ing. ATTILIO ZOLFANELLI</p>  <p><b>GVC s.r.l.</b>          Direttore Tecnico          ing. Michele Restaino</p>	<p><b>Nuova Atlantide soc. coop. a r.l.</b></p> <p>Località Palazzo snc - 75011 Accettura - Matera          email: progettazione@nuovaatlantide.com</p> <p>Direttore Tecnico:          geol. ANTONIO DI BIASE</p> <p>Collaboratore per il progetto:          geol. TOMMASO SANTOCHIRICO</p> <p>"Nuova Atlantide"          Società Cooperativa          Località Palazzo, s.n.c. - 75011 Accettura (MT)</p>  	<p><b>Dott. Antonio Bruscella</b></p> <p>Piazza Alcide De Gasperi 27 - 85100 - Potenza          email: antonio Bruscella@hotmail.it</p> <p>Dott. Antonio Bruscella          Antonio Bruscella</p> 	<p><b>Dott. agr. Paolo Castelli</b></p> <p>Viale Croce Rossa 25 - 90144 - Palermo          email: paolo.castelli@hotmail.it          P.IVA 0546509826</p>  
	GEOLOGIA	ARCHEOLOGIA	AGRONOMIA	

Committente	<p><b>AMBRA SOLARE 39 s.r.l.</b></p> <p>Via Tevere n.41 - 00198 ROMA, Italia          ambrasolare39@legalmail.it          C.F. e P.IVA 16111141004</p> <p><b>SOCIETA' DEL GRUPPO POWERTIS s.r.l.</b></p>	<p><b>PowerTis</b></p> <p>Via Tevere, 41 - 00198 ROMA, Italia          www.powertis.com</p>	 <p><b>Soltec</b></p> <p>Via Tevere, 41 - 00198 ROMA, Italia          www.soltech.com</p>
-------------	--	---	--

Comune	<b>COMUNE DI CRACO (MT)</b>	COD. RIF	G/139/10/A/01/PD	
		ELABORATO	FILE	
Opera	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 19.958,40 kWp DENOMINATO "MANCA DELLA SPINA" - UBICATO NEL COMUNE DI CRACO (MT) - REGIONE BASILICATA	Categoria	N.°	
		PD		
Oggetto	PROGETTO DEFINITIVO  <b>REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>A.2.7</b>		
		Questo disegno è di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta		

---

INDICE

1 - PREMESSA .....	3
2 - PROSPEZIONE SISMICA MASW (generalità) .....	8
3 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO .....	10
3.1 Elaborazione dati prospezione sismica MASW 1.....	14
4 – VALUTAZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE .....	20
5 – PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH.....	23
5.1 Elaborazione Prova penetrometrica DPSH 1 .....	43
5.1.1 - Stima parametri geotecnici prova DPSH 1 .....	45

## 1 - PREMESSA

Nel sito oggetto di studio, in merito al progetto in oggetto, è stata eseguita una campagna d'indagini geofisiche dalla ditta **Geological & Geophysical Investigation Service del Dott. Geologo Potenza Galileo Via dei Gerani, 59/B - 85100 - Potenza - (PZ)**.

La presente relazione di indagini indirette relaziona sulle opportune e puntuali indagini sismiche e geotecniche effettuate in sito, al fine di determinare le caratteristiche sismiche di sito e fisicomeccaniche dei terreni che costituiscono il sottosuolo dei diversi punti investigati.

Allo scopo di localizzare le aree più significative e successivamente:

- verificare eterogeneità significative (variazioni litostratigrafiche);
- caratterizzare i principali parametri geologico-sismici di sito ove sia richiesta una elevata risoluzione e precisione spaziale;
- determinare i principali parametri geotecnici delle litologie incontrate;

nel sito oggetto di studio si è proceduto ad analisi e confronti di inversioni con metodi di array sismico e prove penetrometriche dinamiche continue mediante l'acquisizione di:

- **N. 1** stendimenti sismici MASW, per la determinazione della curva di dispersione Multichannel Analysis of Surface Waves metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love;
- **N. 1** Prove penetrometriche dinamica continua eseguita con penetrometro provvisto di massa battente 63.5 kg., corredato di dispositivo per lo sganciamento automatico, con altezza di caduta pari a cm 75, realizzate con le prescrizioni e gli oneri di cui alle "Modalità tecnologiche" e "Norme di misurazione ANISIG" e restituzione dei risultati e degli elaborati grafici e del rapporto esplicativo.

Le misure geognostiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro, il "Sismografo multicanale digitale SoilSpy Rosina e penetrometro DPSH TG 63-200 PAGANI", utilizzando tecniche di registrazione passive e attive, possono essere utilizzati nell'ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni ("Nuove Norme tecniche per le costruzioni", **D.M. 17 gennaio 2018**), anche per quanto riguarda le opere di fondazione, sostegno e scavo.

Per la caratterizzazione di tutti gli elementi utili alla esatta interpretazione dei requisiti **sismo-stratigrafici** e di **amplificazione** di sito, si è proceduto ad una campagna di indagini che ha consentito, attraverso la correlazione dei diversi dati, di limitare il numero di incertezze e di delineare un modello di sottosuolo affidabile.



MASW 1 – DPSH 1

REPORT FOTOGRAFICO MASW



MASW 1 (testa)



MASW 1 (fine)



REPORT FOTOGRAFICO DPSH



DPSH 1



DPSH 1

## 2 - PROSPEZIONE SISMICA MASW (generalità)

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione.

La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

### Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

### 3 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO

Nel sito oggetto di studio, sono stati realizzati tre stendimenti multicanale con strumentazione SoiSpy Rosina 25 canali, effettuato distanziando i geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro e con geometria a lineare. Sugli stendimenti sono state effettuate prove di sismica attiva di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), utilizzando geofoni per la misurazione delle onde di compressione ( $V_p$ ) e di taglio ( $V_s$ ). Le prospezioni, denominate rispettivamente MASW 1, MASW 2 e MASW 3, della lunga 60.00 m, sono state posizionate in campo in direzione circa N – S, la prima, N – S la seconda e SO – NE la terza (vedi Planimetria indagini allegata). Per la tecnica MASW, gli scoppi, sono stati ottenuti mediante percussione con mazza da 5 Kg verticalmente, direttamente sul terreno, per enfatizzare il moto fondamentale di vibrazione ed attenuare i modi superiori. Gli scoppi sono stati posizionati in testa allo stendimento a circa 5 m dal geofono n° 1.

La metodologia MASW consente di ottenere un modello verticale delle  $V_s$ , a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love contenute nel segnale provocato dalle energizzazioni.

Dal segnale registrato sono stati ricavati i grafici di dispersione frequenziale relativi ad ogni Staking, ed il piking è stato eseguito manualmente al centro della curva di dispersione.

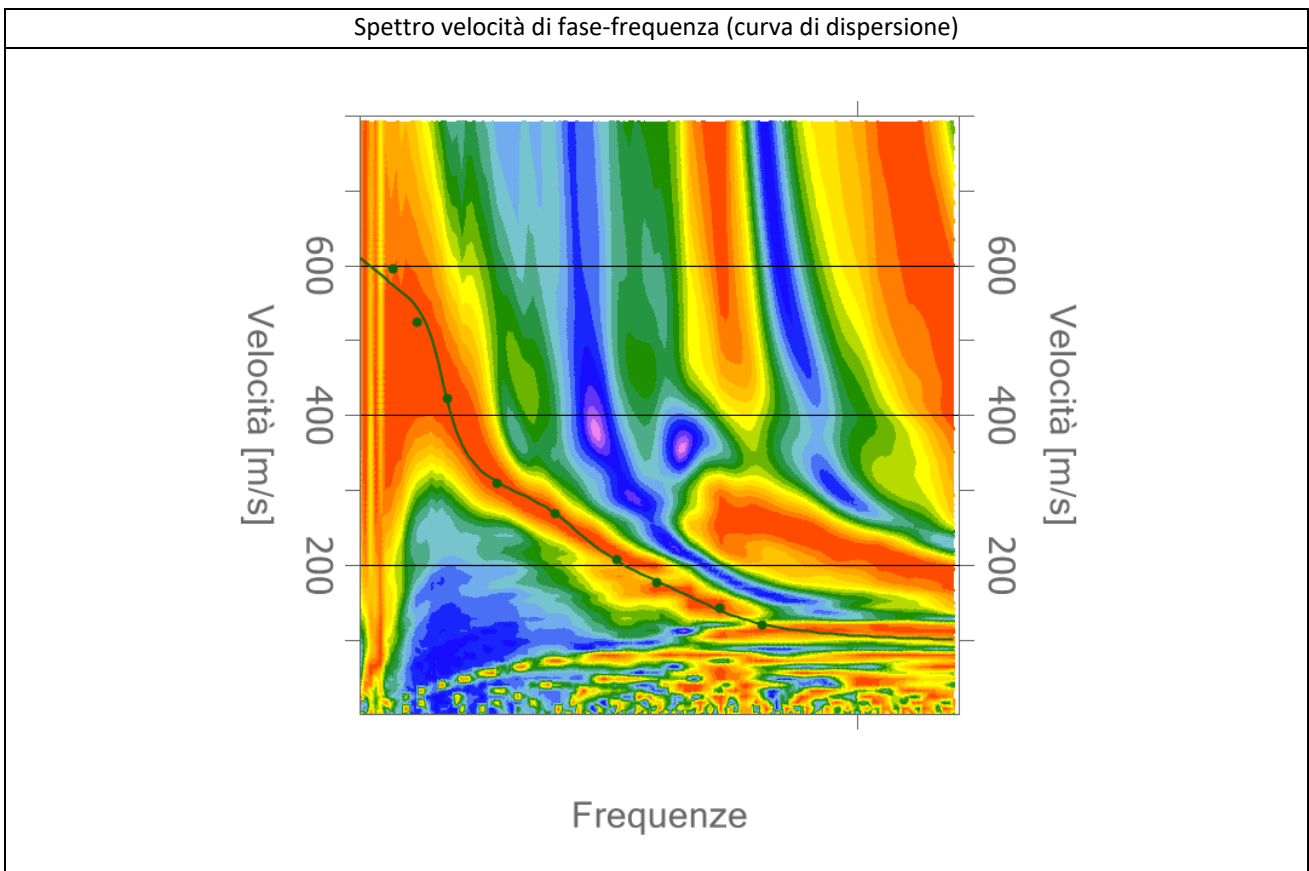
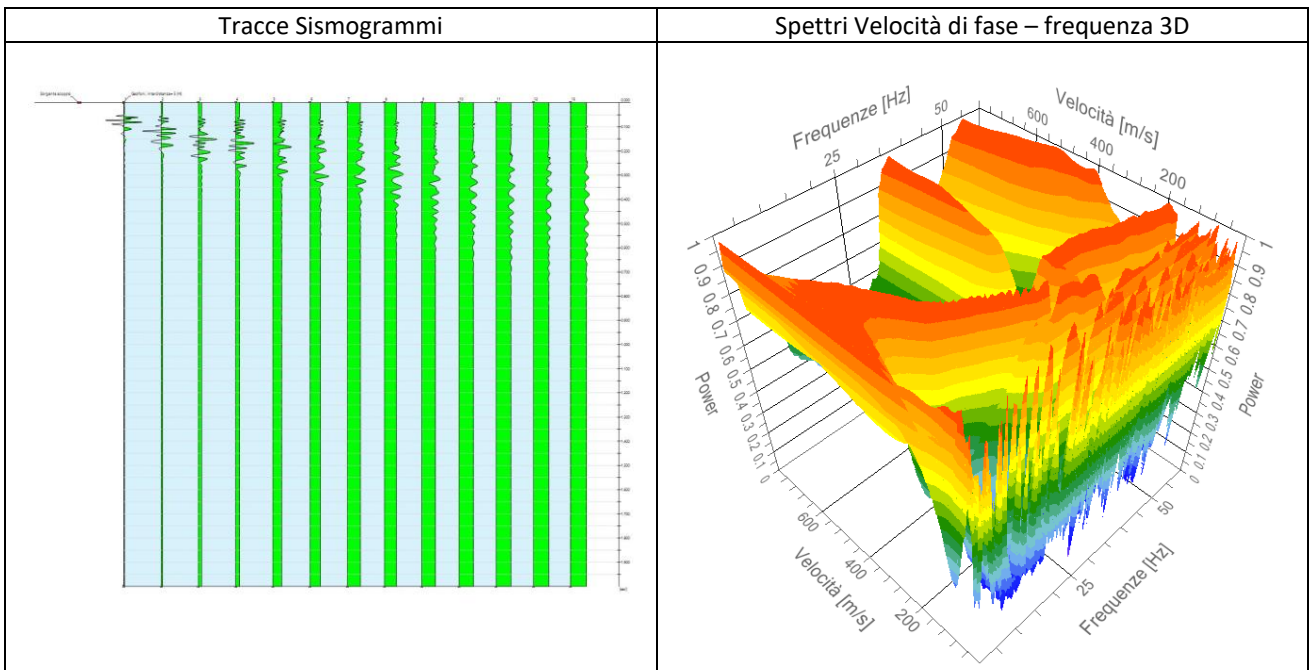
Le curve di dispersione, ottenute mediante le procedure sopra citate, sono state invertite creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Rayleigh e Love nel modo fondamentale e nei modi superiori, in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alla curva sperimentale.



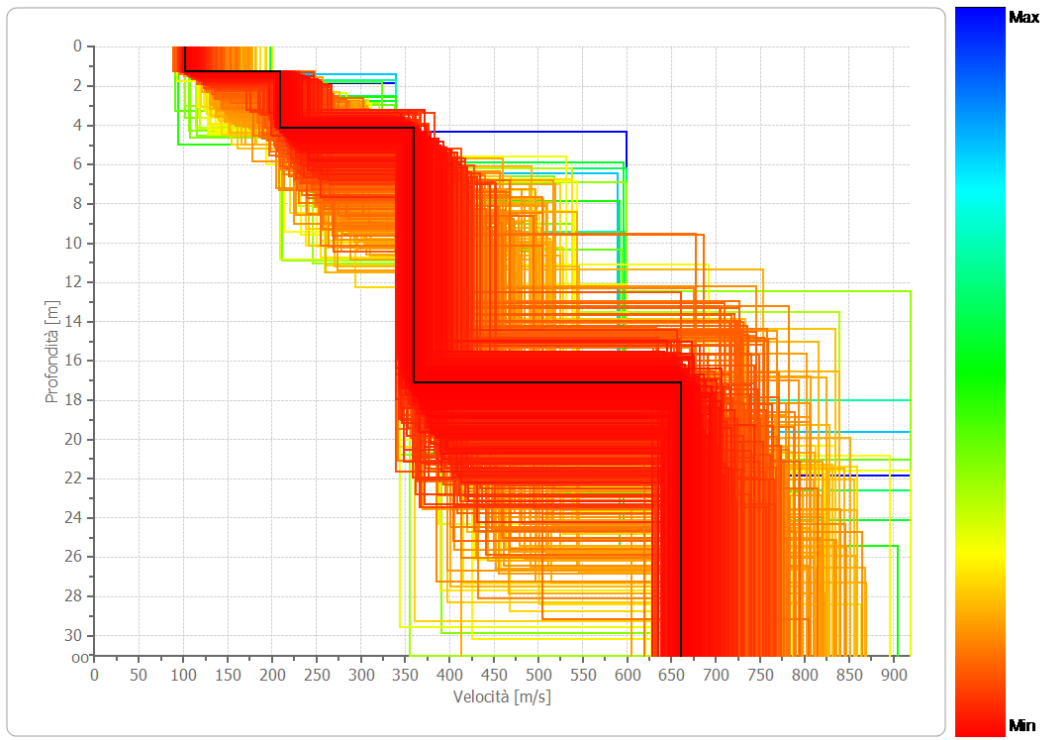
3.1 Elaborazione dati prospezione sismica MASW 1

Durata registrazione: 0h00'02". Freq. campionamento: 1024 Hz

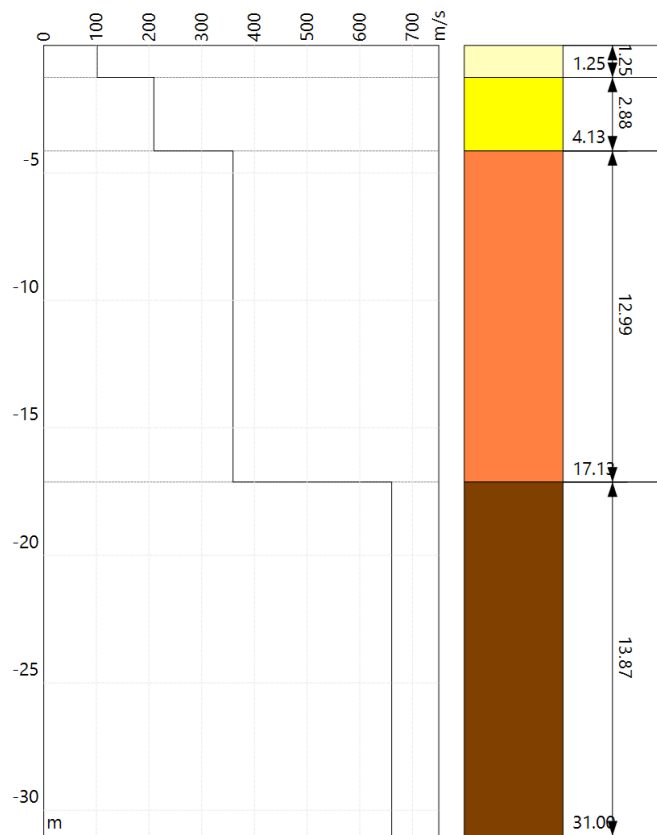
Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 45.0 50.0 55.0 60.0 m.



PROFILO DI VELOCITA' Vs



STRATIGRAFIA SISMICA



RISULTATI	
Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	367
Categoria del suolo	B

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

**Altri parametri geotecnici empirici**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	1.25	1.25	101	336	1800	0.45	18	204	179	53
2	4.13	2.88	209	639	1900	0.44	83	776	665	239
3	17.13	12.99	359	1025	2000	0.43	258	2102	1758	738
4	oo	oo	660	1617	2100	0.40	916	5497	4275	2565

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

## 4 – VALUTAZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE

Il profilo di velocità delle onde di taglio risultante dall'indagine **MASW 1**, evidenzia la presenza di quattro unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- **primo sismostrato** costituito da terreno vegetale e primo sottosuolo alterato, con spessore medio di circa 1.25 m, Vs di **101 m/s**, con medio-bassa rigidità sismica;
- **secondo sismostrato** mediamente addensato, con spessore medio di circa 2.88 m e Vs di **209 m/s**, con media rigidità sismica;
- **terzo sismostrato** addensato, con spessore medio di circa 12.99 m e Vs di **359 m/s**, con buona rigidità sismica;
- **i sismostrati sottostanti** sono caratterizzati da Vs superiori a **660 m/s**, alta rigidità sismica e non producono contrasti di impedenza sismica significativi.

La classificazione del terreno di fondazione viene effettuata sulla base del valore di  $V_{s,eq}$  valutato dalla seguente espressione:

con:

$h_i$  = spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  = numero di strati;

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Il modello di  $V_{s,eq}$  ci dà informazioni riguardanti gli spessori e le velocità dei singoli sismostrati, per definire l'azione sismica di progetto e la categoria del terreno di fondazione del sito oggetto di studio.

In materia di microzonazione sismica, nel sito oggetto di studio è stato determinato con le metodologie sopra citate il valore di  $V_{s,eq}$ , partendo dal piano campagna, che risulta essere di **367 m/s** dato che conferma l'appartenenza del sottosuolo alla categoria **B**.

Alla luce delle categorie previste dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 17 gennaio 2018, e dalle misure effettuate in sito, i terreni di fondazione esaminati per la MASW 1, si collocano in categoria **"B"** descritta in normativa come: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*



Del Dott. Geol. Galileo Potenza





5 – PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH

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

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità 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

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

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

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

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

### Correlazione cvon N<sub>spt</sub>

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<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. 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<sub>spt</sub> 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.
- Haltezza di caduta.
- Aarea base punta conica.
- δ passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

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

### Calcolo di (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub>

(N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{\frac{Pa}{\sigma_{v0}}} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

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

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

- $C_S$  parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).  
 $C_D$  funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).  
 $C_r$  parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### **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 immorsamento  $d = 1$  m.

**Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

**Liquefazione**

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

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta



possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

**Correzione  $N_{spt}$  in presenza di falda**

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

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

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

**Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argilloso-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

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

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume**

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

**Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

**Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

**Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\bar{\sigma}$  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 Vs (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 (Ko)**

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

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

- Robertson (1983) - Qc

**Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

**Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/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  $Q_c/Nspt=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $Nspt < 30$ ) medie e molli ( $Nspt < 4$ ) e argille sabbiose ( $Nspt = 6-12$ ).

**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.

5.1 Elaborazione Prova penetrometrica DPSH 1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova 7,00 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	10	0.851	82.68	97.18	4.13	4.86
0.60	10	0.847	82.31	97.18	4.12	4.86
0.80	10	0.843	81.95	97.18	4.10	4.86
1.00	13	0.790	92.30	116.87	4.61	5.84
1.20	13	0.786	91.89	116.87	4.59	5.84
1.40	13	0.783	91.49	116.87	4.57	5.84
1.60	13	0.780	91.10	116.87	4.56	5.84
1.80	13	0.776	90.73	116.87	4.54	5.84
2.00	12	0.823	82.61	100.36	4.13	5.02
2.20	10	0.820	68.59	83.63	3.43	4.18
2.40	10	0.817	68.34	83.63	3.42	4.18
2.60	9	0.814	61.29	75.27	3.06	3.76
2.80	6	0.811	40.72	50.18	2.04	2.51
3.00	7	0.809	44.26	54.73	2.21	2.74
3.20	7	0.806	44.11	54.73	2.21	2.74
3.40	6	0.803	37.69	46.91	1.88	2.35
3.60	6	0.801	37.57	46.91	1.88	2.35
3.80	6	0.798	37.45	46.91	1.87	2.35
4.00	6	0.796	35.06	44.04	1.75	2.20
4.20	9	0.794	52.43	66.06	2.62	3.30
4.40	9	0.791	52.28	66.06	2.61	3.30
4.60	11	0.789	63.73	80.74	3.19	4.04
4.80	11	0.787	63.55	80.74	3.18	4.04
5.00	12	0.785	65.16	83.01	3.26	4.15
5.20	12	0.783	64.99	83.01	3.25	4.15
5.40	12	0.781	64.83	83.01	3.24	4.15
5.60	15	0.729	75.65	103.76	3.78	5.19
5.80	15	0.727	75.46	103.76	3.77	5.19
6.00	16	0.725	75.92	104.64	3.80	5.23
6.20	18	0.724	85.20	117.72	4.26	5.89
6.40	21	0.672	92.30	137.34	4.61	6.87
6.60	23	0.670	100.84	150.42	5.04	7.52
6.80	24	0.669	104.97	156.96	5.25	7.85
7.00	30	0.667	124.14	186.07	6.21	9.30



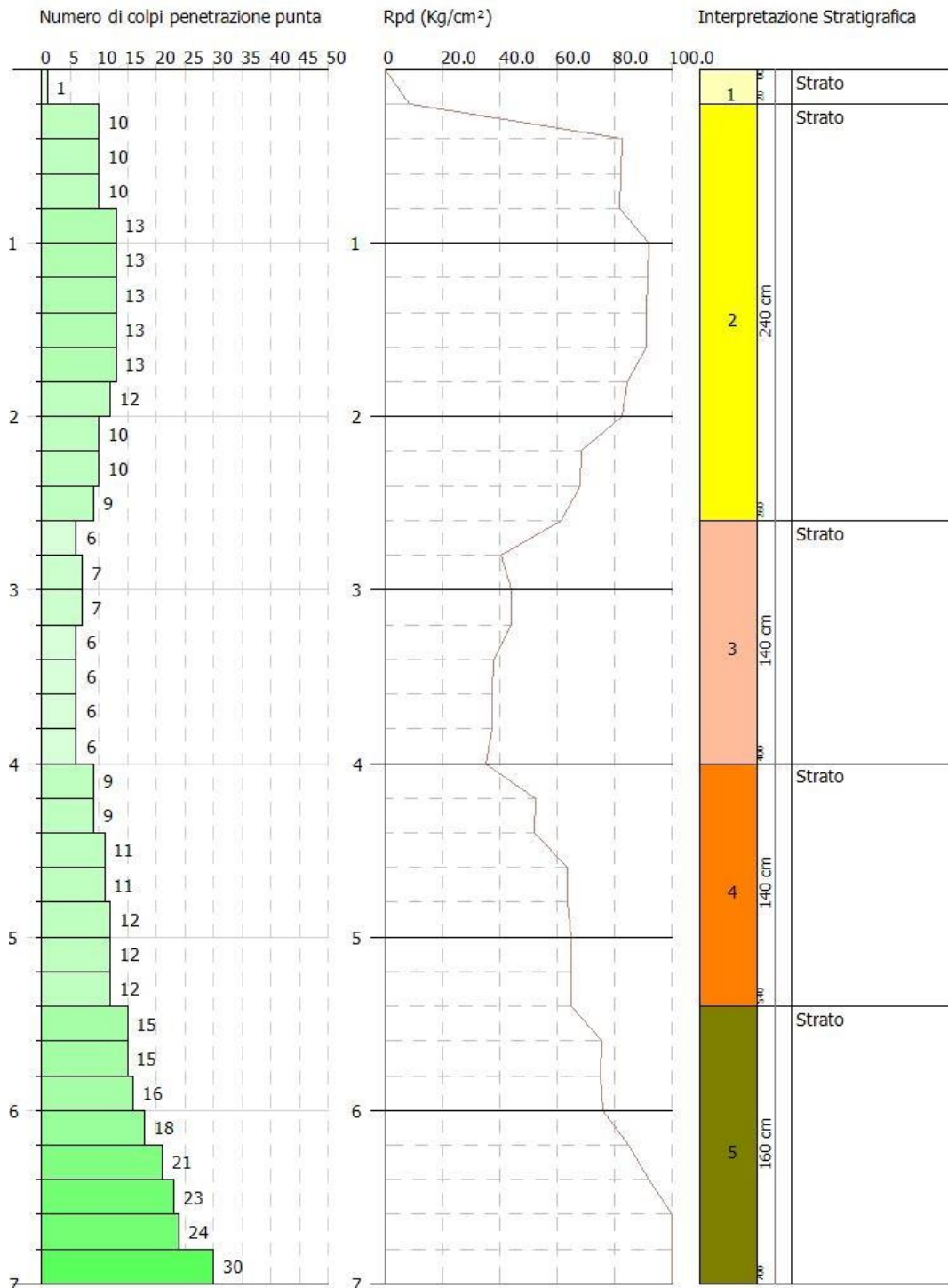
GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DPSH1

G.& G.I.S. del dott. Geol. Galileo Potenza

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:  
Descrizione:  
Localita':

Scala 1:33



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	1	9.72	Incoerente - coesivo	0	1.52	1.85	0.02	1.5	1.5	Strato
2.6	11.33	101.56	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	0.28	1.5	17.04	Strato
4	6.29	49.2	Incoerente - coesivo	0	1.95	2.14	0.67	1.5	9.46	Strato
5.4	10.86	77.52	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	0.95	1.5	16.33	Strato
7	20.25	132.59	Incoerente - coesivo	0	2.17	2.39	1.27	1.5	30.46	Strato

5.2.1 - Stima parametri geotecnici prova DPSH 2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S. M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Strato	1.5	0.20	0.09	0.19	0.00	0.06	0.14	0.29	0.14	0.55	0.08	0.25	0.19
[2] - Strato	17.04	2.60	1.15	2.13	0.00	0.67	1.68	3.05	1.46	1.81	0.85	2.66	2.13
[3] - Strato	9.46	4.00	0.64	1.18	0.00	0.38	0.93	1.48	0.84	1.16	0.47	1.13	1.18
[4] - Strato	16.33	5.40	1.10	2.04	0.00	0.64	1.61	2.33	1.41	1.74	0.82	2.11	2.04
[5] - Strato	30.46	7.00	2.06	3.81	0.00	1.14	3.03	3.98	2.47	3.14	1.52	4.35	3.81

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	1.5	0.20	Robertson (1983)	3.00
[2] - Strato	17.04	2.60	Robertson (1983)	34.08
[3] - Strato	9.46	4.00	Robertson (1983)	18.92
[4] - Strato	16.33	5.40	Robertson (1983)	32.66
[5] - Strato	30.46	7.00	Robertson (1983)	60.92

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] - Strato	1.5	0.20	6.88	22.50	17.09	18.75
[2] - Strato	17.04	2.60	78.18	--	175.59	170.40
[3] - Strato	9.46	4.00	43.40	--	98.28	118.25
[4] - Strato	16.33	5.40	74.92	--	168.35	163.30
[5] - Strato	30.46	7.00	139.75	--	312.47	304.60

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Strato	1.5	0.20	-3.15	15.00
[2] - Strato	17.04	2.60	175.56	170.40
[3] - Strato	9.46	4.00	88.39	94.60
[4] - Strato	16.33	5.40	167.40	163.30
[5] - Strato	30.46	7.00	329.89	304.60

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	1.5	0.20	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - Strato	17.04	2.60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - Strato	9.46	4.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] - Strato	16.33	5.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] - Strato	30.46	7.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
--	------	---------------------	--------------	---

**RELAZIONE INDAGINI**

[1] - Strato	1.5	0.20	Meyerhof	1.52
[2] - Strato	17.04	2.60	Meyerhof	2.08
[3] - Strato	9.46	4.00	Meyerhof	1.95
[4] - Strato	16.33	5.40	Meyerhof	2.08
[5] - Strato	30.46	7.00	Meyerhof	2.17

**Peso unita' di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	1.5	0.20	Meyerhof	1.85
[2] - Strato	17.04	2.60	Meyerhof	2.29
[3] - Strato	9.46	4.00	Meyerhof	2.14
[4] - Strato	16.33	5.40	Meyerhof	2.29
[5] - Strato	30.46	7.00	Meyerhof	2.39

**Velocita' onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	1.5	0.20	Ohta & Goto (1978) Limi	47.05
[2] - Strato	17.04	2.60	Ohta & Goto (1978) Limi	119.23
[3] - Strato	9.46	4.00	Ohta & Goto (1978) Limi	127.06
[4] - Strato	16.33	5.40	Ohta & Goto (1978) Limi	149.51
[5] - Strato	30.46	7.00	Ohta & Goto (1978) Limi	175.69

**TERRENI INCOERENTI**

**Densita' relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	1.5	0.20	6.37	30.41	62.22	10.89
[2] - Strato	17.04	2.60	47.11	87.57	92.66	46.57
[3] - Strato	9.46	4.00	27.81	55.26	55.73	31.79
[4] - Strato	16.33	5.40	35.24	66.1	65.96	45.37
[5] - Strato	30.46	7.00	45.22	82.63	82.35	63.97

**Angolo di resistenza al taglio**

RELAZIONE INDAGINI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerrhof 1956	Meyerrhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerrhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioini 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	27.43	20.43	28.42	34.75	30.15	0	<30	19.74	27.45	20.48	20.48
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	31.87	24.87	32.77	32.36	36.15	40.26	30-32	30.99	32.11	28.69	33.46
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	29.7	22.7	30.65	29.52	33.46	0	<30	26.91	29.84	24.99	28.75
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	31.67	24.67	32.57	29.64	35.92	37.25	30-32	30.65	31.9	25.99	33.07
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	35.7	28.7	36.53	30.02	39.77	39.57	32-35	36.38	36.14	27.14	39.68

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	---	12.00	---	---	---
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	294.65	136.32	201.77	307.80	160.20
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	---	75.68	112.33	---	---
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	288.45	130.64	193.39	302.48	156.65
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	393.94	243.68	360.13	408.45	227.30

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)



RELAZIONE INDAGINI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	---	30.55	10.65	44.69
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	102.24	62.47	120.98	114.00
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	---	46.90	67.17	80.19
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	97.98	61.01	115.94	110.83
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	182.76	90.03	216.27	173.85

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	Terzaghi-Peck 1948	1.36
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	Terzaghi-Peck 1948	1.56
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	Terzaghi-Peck 1948	1.47
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	Terzaghi-Peck 1948	1.55
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	Terzaghi-Peck 1948	1.70

Peso unita' di volume saturo

**RELAZIONE INDAGINI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	Terzaghi-Peck 1948	1.85
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	Terzaghi-Peck 1948	1.97
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	Terzaghi-Peck 1948	1.92
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	Terzaghi-Peck 1948	1.97
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	Terzaghi-Peck 1948	2.06

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	(A.G.I.)	0.35
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	(A.G.I.)	0.32
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	(A.G.I.)	0.34
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	(A.G.I.)	0.32
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	(A.G.I.)	0.29

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	95.16	160.14
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	934.32	706.87
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	537.34	493.38
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	897.68	688.72
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	1612.94	1008.02

**Velocita' onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	Ohta & Goto (1978) Limi	47.05
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	Ohta & Goto (1978) Limi	119.23
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	Ohta & Goto (1978) Limi	127.06

**RELAZIONE INDAGINI**

[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	Ohta & Goto (1978) Limi	149.51
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	Ohta & Goto (1978) Limi	175.69

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	Navfac 1971- 1982	0.15
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	Navfac 1971- 1982	3.51
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	Navfac 1971- 1982	1.99
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	Navfac 1971- 1982	3.38
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	Navfac 1971- 1982	5.67

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	1.5	0.20	1.5	Robertson 1983	3.00
[2] - Strato	17.04	2.60	17.04	Robertson 1983	34.08
[3] - Strato	9.46	4.00	9.46	Robertson 1983	18.92
[4] - Strato	16.33	5.40	16.33	Robertson 1983	32.66
[5] - Strato	30.46	7.00	30.46	Robertson 1983	60.92



Del Dott. Geol. Galileo Potenza

