



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI BARI



COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA

AGROVOLTAICO "SAN DOMENICO"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 25,19328 MW DC DC e 25,00 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel Comune di Gravina in Puglia (BA), in località "contrada San Domenico"

PROGETTO DEFINITIVO

Proponente del progetto:

ILOS

INE Gravina 1 Srl

A Company of ILOS New Energy Italy

INE GRAVINA 1 S.r.l.

Piazza di Sant Anastasia n. 7, 00186, Roma (RM)

PEC: inegravina1srl@legalmail.it

CHIERICONI SERGIO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.
07.03.2005 n. 82 s.m.i.

Gruppo di progettazione:

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studio d'impatto ambientale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott. Geologo Baldassarre F. La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Geom. Donato Lensi - progettazione generale e rilievi topografici

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale, studio d'impatto ambientale e coordinamento gruppo di lavoro

Dott. Archeologo Antonio Saponara - studi e indagini archeologiche

Dott. Alfonso Tortora - studio d'impatto ambientale e analisi territoriali

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Partner del progetto agronomico e
Coordinatore generale e progettazione:



M2 ENERGIA S.r.l.

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

m2energia@gmail.com - m2energia@pec.it

+39 0882.600963 - 340.8533113

GIANCARLO FRANCESCO DIMAURO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.
07.03.2005 n. 82 s.m.i.

Elaborato redatto da:

Dott. Geol. Baldassarre Franco LA TESSA

Ordine dei Geologi della regione Puglia - n.499

Spazio riservato agli uffici:

PD	Titolo elaborato: Relazione geotecnica			Codice elaborato PD02_02	
	N. progetto: BA0Gr02	Codice identificativo MASE - ID:	Codice A.U.:	Protocollo:	Scala: -
Redatto il: 10/07/2023	Revisione del:			Formato di stampa: A4	
				Nome_file o Identificatore: BA0Gr02_PD02_02_RelazioneGeotecnica	



Studio di Geologia e Geotecnica

Dr. Geol. Baldassarre, Franco La Tessa - Via Marsala, 113 - Torremaggiore (FG)
P.Iva 03018770713 –C.f. LTBSDS68A23F537C Tel./fax 0882.601742-3929775853
mail: franco.latessa@hotmail.com PEC geollatessa@pec.epap.it



COMUNE DI

GRAVINA IN PUGLIA (BA)

RELAZIONE GEOTECNICA

OGGETTO: Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 25,19328 MW DC DC e 25,00 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel Comune di Gravina in Puglia (BA), in località "contrada San Domenico"

D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica e s.m.i.. Circolare M. 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP.

- Proponente dell'impianto FV

INE GRAVINA 1 SRL

- Proponente del progetto agronomico e coordinatore generale e progettazione

M2 ENERGIA SRL

Il Geologo

Dr. Baldassarre Franco La Tessa

Documento firmato digitalmente, ai sensi del D.P.R.
28.12.2000 n. 445 e del D.Lgs. 7.03.2005 n. 82, che
sostituisce la firma autografa



Informativa nel rispetto del Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 Codice in materia di protezione dei dati personali
La informiamo che la comunicazione e il trattamento dei Suoi dati personali sono necessari per le operazioni di natura amministrativa nonché per adempiere a specifici obblighi di legge e di contratto. Il trattamento dei Suoi avverrà nel rispetto delle misure di sicurezza previste dal succitato regolamento a cura del "Dott. Geol. Baldassarre, Franco La Tessa". Le sarà possibile esercitare i suoi diritti tramite comunicazione scritta indirizzata a " Dott. Geol. Baldassarre, Franco La Tessa" indicando sulla busta o sul foglio la dicitura: "Inerente alla Privacy".

INDICE

Premessa	pag.02
Relazione di calcolo geotecnico.....	pag.05
Conclusioni.....	pag.23

Elaborati

1. Modello geotecnico con descrizione parametri meccanici
2. Planimetria Catastale
3. Planimetria
4. Ortofoto con ubicazione indagini
5. Relazione Sismica (Masw)
6. Elaborati prove penetrometriche
7. Normativa
8. Bibliografia

PREMESSA

Con la presente relazione lo scrivente riferisce sulle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal ***Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 25,19328 MW DC DC e 25,00 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel Comune di Gravina in Puglia (BA), in località "contrada San Domenico"***

Il progetto prevede come strutture di fondazione pali in acciaio a sezione IPE, dimensionate per far fronte al cedimento della struttura metallica in elevazione con i margini di sicurezza imposti dalla vigente normativa.

Analisi stratigrafica

- Da 0,0m a 1-1,5m dal p.c.: Terreno vegetale
- Da 1-1,5 m a 4/6m dal p.c Ciottoli, sabbia e silt
- Da 4,00m A 30 m dal p.c.: Ciottoli e conglomerati

Rilevamento indagini e prove geotecniche

Sulla scorta della relazione geologica, si è proceduto alla valutazione degli stati pressori esercitati dalle future strutture che si andranno a realizzare sui tratti di superficie di sedime interessati. La campagna geognostica ha interessato un'area molto vasta sulla quale sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche e prove sismiche tipo Masw. Di seguito viene riportato una sintesi di quanto è stato rilevato nella campagna geognostica: nello specifico sono state eseguite cinque prove Masw tramite sismografo **PASI Srl** S.N.10026072N a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria che consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer incorporato con l'utilizzo di geofoni verticali della **PASI Srl** con

frequenza caratteristica di 4.5Hz., con distanza intergeofonica di 1,00 metri e con offset di 2,00 metri. Stendimento sismico per l'acquisizione dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh e cinque prove penetrometriche dinamiche impiegando una attrezzatura leggera della Compac srl "Penni 30". Le prove penetrometriche hanno consentito l'infissione della batteria di aste fino alla profondità strumentale, ottenuta a profondità variabile da circa 1 m a 4,8 m dal p.c..

Caratteristiche geotecniche medie

- Peso di volume: $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito: $\varphi = 28^\circ$
- Coesione drenata $C' = 0,05 \text{ kg/cm}^2$

Modellazione sismica effetti di sito

- Si assume una vita nominale della struttura in progetto $V_N = 50$ anni;
- L'opera rientra nella Classe d'uso II-Coefficiente d'uso $C_u = 1,0$
- Categoria del sito T1; Coefficiente amplificazione topografica $S_T = 1.2$

AMV CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI

01. INSERIRE INDIRIZZO: Q226+79 Gravina in Puglia BA, Italia

02. INSERIRE PARAMETRI:

VITA NOMINALE: 50 (anni)

VITA DI RIFERIMENTO: 50

PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DELLA VITA DI RIFERIMENTO: 50 (%)

LATITUDINE: 40.75074

CLASSE DI UTILIZZO: Classe II

SPETTRO: SEV 926

PERIODO DI RITORNO: 475 (anni)

LONGITUDINE: 14.36180

RISULTATI:

A0.0	F0	IC
0.1176	2.59	0.42

Amministrazione comunale di Gravina in Puglia
Powered by Geosystem.org

- **Coordinate punto**
- **Long. 16.36180 ° Lat. 40.75074°**



In relazione ai valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_{seq} ottenute, nello specifico V_{seq} 383 m/s, il terreno si può classificare come **Categoria 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**, al fine della definizione sismica di progetto (NTC2018). Sulla base di queste considerazioni si è proceduto alla determinazione della capacità portante del terreno. Per tale scopo è stato utilizzato il software AZTEC CARL 16.00 della Aztec informatica srl. Il software accetta come dati di input la geometria del pendio, le caratteristiche fisico meccaniche degli strati, l'andamento della falda freatica, eventuali carichi agenti, l'azione sismica dell'area, eventuali opere di intervento necessarie per la stabilizzazione. La metodologia viene utilizzata per risolvere un'ampia gamma di problemi di ingegneria civile, geotecnica e mineraria.

Progetto: **Carico Limite e Cedimenti**
Ditta:
Comune:
Progettista:
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Richiami teorici

Determinazione della capacità portante

Il carico verticale che grava sul palo va confrontato con il valore di calcolo della resistenza verticale del palo stesso. Il problema che si pone, quindi, è quello di determinare la capacità portante del palo. Determinata la capacità portante, la resistenza di calcolo verticale del palo si ottiene applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portanza di base (o di punta) e portanza per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T	Portanza totale del palo;
Q_P	Portanza di base del palo;
Q_L	Portanza per attrito laterale del palo;
W_P	Peso proprio del palo.

Le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro. Risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico viene assorbita per attrito laterale e quanta per resistenza alla base.

Nel caso di pali soggetti a trazione la resistenza allo sfilamento vale:

$$Q_T = Q_L + W_P$$

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza rispettivamente γ_b e γ_s .

I coefficienti γ_b e γ_s rappresentano rispettivamente i valori del coefficiente di sicurezza per la portanza di punta e quello per la portanza laterale.

Quindi nel caso di pali compressi abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_P/\gamma_b + Q_L/\gamma_s - W_P$$

Nel caso invece di pali soggetti a sforzi di trazione abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_L/\gamma_s + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P (c N_c + q_b N_q)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q_b è la pressione del terreno alla quota della punta del palo ed i coefficienti N_c e N_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di profondità.

N_c ed N_q dipendono sia dalla geometria del palo che dalle caratteristiche del terreno angolo di attrito e coesione (ϕ e c).

In letteratura è possibile trovare diverse formule per il calcolo dei valori di N_c ed N_q .

Per pali in argilla in condizioni non drenate ($\phi=0$, $c=c_u$) si assume in genere per N_c il valore proposto da Skempton pari a 9 (valore in corrispondenza della punta del palo) mentre $N_q=1$. Diversi autori hanno proposto altri valori per il fattore N_c ma in generale le variazioni sono abbastanza contenute.

Diverso è il caso del fattore N_q per il quale diversi autori propongono dei valori spesso molto discordanti fra di loro.

In particolare da prove effettuati su pali realizzati in terreni non coesivi, si vede che la variazione della resistenza alla punta non cresce in modo lineare con la profondità, ma raggiunto un certo valore essa si mantiene pressoché costante. Questo fenomeno è stato spiegato da Vesic mettendo in conto un <<effetto arco>> che si manifesta nei dintorni del palo.

Un modo semplice per tener conto del fatto che la resistenza alla punta non può crescere indefinitamente è quello di considerare il diagramma delle pressioni verticali in corrispondenza del palo opportunamente modificato.

In particolare si assume che la pressione verticale σ_v cresca linearmente (pressione geostatica) fino ad una certa profondità z_c ($\sigma_v = \sigma_c$); superata tale profondità il valore della pressione verticale si mantiene costante e pari a σ_c : in pratica si assume un diagramma bilatero per l'andamento della pressione verticale in corrispondenza del palo.

Il valore di z_c (detta anche profondità critica) dipende dal diametro del palo, D , dalla tecnologia di realizzazione (palo infisso o trivellato) dall'angolo di attrito del terreno ϕ .

Nella determinazione di z_c il valore di ϕ da considerare è funzione del valore dell'angolo di attrito prima dell'installazione del palo, ϕ' , secondo le seguenti relazioni:

Per pali infissi $\phi = 3/4 \phi' + 10$

Per pali trivellati $\phi = \phi' - 3$

A parità di diametro influisce il grado di addensamento del terreno (densità relativa D_r) e la resistenza alla punta cresce con il crescere della densità.

Nella sezione successiva descriveremo le relazioni per la determinazione di N_c ed N_q .

Capacità portante per attrito laterale

La portanza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limiti:

$$Q_L = \text{Int}(\tau_a) dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb:

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \operatorname{tg} \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, e σ_h è la tensione orizzontale alla generica profondità z . La tensione orizzontale σ_h è legata alla pressione verticale σ_v tramite il coefficiente di spinta K_s

$$\sigma_h = K_s \sigma_v$$

Indicando con C il perimetro e con L la lunghezza del palo abbiamo:

$$\text{Int}^L (C(c_a + K_s \sigma_v \operatorname{tg} \delta) dz)$$

Analisi del palo soggetto a forze orizzontali (Portanza trasversale)

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidità non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidità elastica, K_h , espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate K_h assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di K_h è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di K_h assume una forma binomia del tipo:

$$K_h(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidità che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molla non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con d_y la lunghezza del tratto di influenza della molla, con D il diametro del palo la molla avrà una rigidità pari a:

$$K_m = d_y e D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite $p_u = p_u(z)$ dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ($c = c_u$, $\phi = 0$) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12 c_u . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità z è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

D diametro del palo

q pressione geostatica alla profondità z

c coesione alla profondità z

K_{pq} , K_{pc} coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ e del rapporto z/D .

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a $1,5D$ e poi valore costante pari a $9c_u D$.

Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore $3\sigma_v K_p D$ (alla base) essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$.

Dati

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
PALO A SEZIONE IPE	(C)	0,00	0,00	20,00	3,00

Materiali palo

Acciaio

Tipo	B450A	
Tensione caratteristica di snervamento	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cmq]

Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

Caratteristiche pali

Pali in acciaio
 Armatura con ferri longitudinali e staffe
 Vincolo in testa di tipo CERNIERA
 Tipo di palo INFISSO
 Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cmqa]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cmqa]
ϕ_{min}, ϕ_{med}	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
<i>cmin, cmed</i>	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cmqa]
<i>camin, camed</i>	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cmqa]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	<i>c</i> [kg/cmqa]	<i>ca</i> [kg/cmqa]
Ciottoli sabb silt	1800,0	1900,0	28,00	20,00	0,050	0,020
Ciottoli e conglom	1900,0	1950,0	30,00	20,00	0,080	0,005
Terreno vegetale	1400,0	1500,0	11,00	6,00	0,005	0,000

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	<i>cmin</i> [kg/cmqa]	<i>camin</i> [kg/cmqa]
Ciottoli sabb silt	20,00	18,00	0,008	0,000

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	C _{min} [kg/cm ²]	C _{Amin} [kg/cm ²]
Ciottoli e conglom	20,00	20,00	0,005	0,005
Terreno vegetale	0,00	0,00	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	C _{med} [kg/cm ²]	C _{Amed} [kg/cm ²]
Ciottoli sabb silt	28,00	20,00	0,200	0,020
Ciottoli e conglom	30,00	20,00	0,080	0,040
Terreno vegetale	11,00	6,00	0,005	0,000

Descrizione stratigrafia*Simbologia adottata*

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno dello strato
Kw	Costante di Winkler espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
α	Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Kw [kg/cm ² /cm]	Ks	α
1	-1,5	-1,5	-1,5	Terreno vegetale	2.20	0.50	1.00
2	-4,0	-4,0	-4,0	Ciottoli sabb silt	0.00	0.00	1.00
3	-30,0	-30,0	-30,0	Ciottoli e conglom	0.00	0.00	1.00

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_{γ}	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

PALI DI FONDAZIONECARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali**Pali infissi**

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.45	1.15
Laterale compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	γ_t	1.00	1.45	1.15
Laterale trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali
 Numero di verticali indagate 1 $\xi_3=1.70$ $\xi_4=1.70$

Condizioni di carico

Le condizioni di carico definite rappresentano le combinazioni di calcolo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
 Momento positivo senso antiorario.
 f_{nd} Indice della fondazione
 N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kg]
 M_{YTOT} Momento in direzione Y espresso in [kgm]
 T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - A1-M1-R3 - Sismica

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{TOT} [kg]
PALO A SEZIONE IPE	1375,0	150,0	180,0

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Opzioni di calcolo

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza assiale

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Berezantzev.
 E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).
 L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO
 Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Pressione passiva con moltiplicatore = 3.00)

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo degli Elementi Finiti.
 Spostamento limite attrito laterale: 0,50 [cm]
 Spostamento limite punta: 1,00 [cm]

Risultati

Verifica della portanza assiale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Nc, Nq	Fattori di capacità portante
Pl _{min} , Pl _{med}	Portanza laterale minima e media espressa in [kg]
Pp _{min} , Pp _{med}	Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
Pd	Portanza di progetto espressa in [kg]
N	Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
η	Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	87.47	60.00

cmb	Pl _{med} [kg]	Pp _{med} [kg]	Pl _{min} [kg]	Pp _{min} [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	316	14544	0	4960	18	2519	1375	1.832

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Td	Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]
T	Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
η=Td/T	Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	186	180	1,035

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [cm]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm ²]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]
1	0,00	1,1361	0,036	2	0,03	1,0861	0,055	3	0,06	1,0368	0,073
4	0,09	0,9885	0,092	5	0,12	0,9410	0,111	6	0,15	0,8944	0,129
7	0,18	0,8488	0,148	8	0,21	0,8041	0,166	9	0,24	0,7605	0,185
10	0,27	0,7178	0,203	11	0,30	0,6762	0,222	12	0,33	0,6356	0,240
13	0,36	0,5961	0,259	14	0,39	0,5577	0,277	15	0,42	0,5203	0,296
16	0,45	0,4841	0,315	17	0,48	0,4490	0,333	18	0,51	0,4149	0,352
19	0,54	0,3820	0,370	20	0,57	0,3502	0,389	21	0,60	0,3195	0,407
22	0,63	0,2898	0,426	23	0,66	0,2612	0,444	24	0,69	0,2337	0,463
25	0,72	0,2072	0,456	26	0,75	0,1817	0,400	27	0,78	0,1571	0,346
28	0,81	0,1335	0,294	29	0,84	0,1108	0,244	30	0,87	0,0889	0,195
31	0,90	0,0677	0,149	32	0,93	0,0474	0,104	33	0,96	0,0277	0,061
34	0,99	0,0086	0,019	35	1,02	-0,0098	-0,022	36	1,05	-0,0277	-0,061
37	1,08	-0,0452	-0,099	38	1,11	-0,0621	-0,137	39	1,14	-0,0787	-0,173
40	1,17	-0,0950	-0,209	41	1,20	-0,1110	-0,244	42	1,23	-0,1267	-0,279
43	1,26	-0,1422	-0,313	44	1,29	-0,1576	-0,347	45	1,32	-0,1728	-0,380
46	1,35	-0,1879	-0,413	47	1,38	-0,2030	-0,447	48	1,41	-0,2180	-0,480
49	1,44	-0,2330	-0,513	50	1,47	-0,2480	-0,546	51	1,50	-0,2630	-0,579
52	1,53	-0,2780	0,000	53	1,56	-0,2931	0,000	54	1,59	-0,3081	0,000
55	1,62	-0,3231	0,000	56	1,65	-0,3381	0,000	57	1,68	-0,3531	0,000
58	1,71	-0,3681	0,000	59	1,74	-0,3832	0,000	60	1,77	-0,3982	0,000
61	1,80	-0,4132	0,000	62	1,83	-0,4282	0,000	63	1,86	-0,4432	0,000
64	1,89	-0,4583	0,000	65	1,92	-0,4733	0,000	66	1,95	-0,4883	0,000
67	1,98	-0,5033	0,000	68	2,01	-0,5183	0,000	69	2,04	-0,5334	0,000
70	2,07	-0,5484	0,000	71	2,10	-0,5634	0,000	72	2,13	-0,5784	0,000
73	2,16	-0,5934	0,000	74	2,19	-0,6085	0,000	75	2,22	-0,6235	0,000
76	2,25	-0,6385	0,000	77	2,28	-0,6535	0,000	78	2,31	-0,6685	0,000
79	2,34	-0,6835	0,000	80	2,37	-0,6986	0,000	81	2,40	-0,7136	0,000
82	2,43	-0,7286	0,000	83	2,46	-0,7436	0,000	84	2,49	-0,7586	0,000
85	2,52	-0,7737	0,000	86	2,55	-0,7887	0,000	87	2,58	-0,8037	0,000
88	2,61	-0,8187	0,000	89	2,64	-0,8337	0,000	90	2,67	-0,8488	0,000
91	2,70	-0,8638	0,000	92	2,73	-0,8788	0,000	93	2,76	-0,8938	0,000
94	2,79	-0,9088	0,000	95	2,82	-0,9239	0,000	96	2,85	-0,9389	0,000
97	2,88	-0,9539	0,000	98	2,91	-0,9689	0,000	99	2,94	-0,9839	0,000
100	2,97	-0,9989	0,000	101	3,00	-1,0140	0,000	102			

Spostamenti e pressioni limiti**Simbologia adottata**

Nr. Identificativo sezione palo
 Y ordinata palo espressa in [cm]
 Ur spostamento limite espresso in [cm]
 Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	13,2029	0,036	2	0,03	12,8296	0,055	3	0,06	12,4575	0,073
4	0,09	12,0865	0,092	5	0,12	11,7167	0,111	6	0,15	11,3482	0,129
7	0,18	10,9809	0,148	8	0,21	10,6150	0,166	9	0,24	10,2503	0,185
10	0,27	9,8871	0,203	11	0,30	9,5252	0,222	12	0,33	9,1648	0,240
13	0,36	8,8058	0,259	14	0,39	8,4483	0,277	15	0,42	8,0922	0,296
16	0,45	7,7377	0,315	17	0,48	7,3848	0,333	18	0,51	7,0333	0,352
19	0,54	6,6835	0,370	20	0,57	6,3352	0,389	21	0,60	5,9884	0,407
22	0,63	5,6432	0,426	23	0,66	5,2996	0,444	24	0,69	4,9575	0,463
25	0,72	4,6169	0,481	26	0,75	4,2779	0,500	27	0,78	3,9403	0,518
28	0,81	3,6042	0,537	29	0,84	3,2695	0,556	30	0,87	2,9362	0,574
31	0,90	2,6043	0,593	32	0,93	2,2737	0,611	33	0,96	1,9443	0,630
34	0,99	1,6161	0,648	35	1,02	1,2890	0,667	36	1,05	0,9630	0,685
37	1,08	0,6379	0,704	38	1,11	0,3138	0,690	39	1,14	-0,0096	-0,021
40	1,17	-0,3324	-0,731	41	1,20	-0,6545	-0,778	42	1,23	-0,9762	-0,797
43	1,26	-1,2976	-0,815	44	1,29	-1,6186	-0,834	45	1,32	-1,9394	-0,852
46	1,35	-2,2600	-0,871	47	1,38	-2,5806	-0,889	48	1,41	-2,9010	-0,908
49	1,44	-3,2214	-0,926	50	1,47	-3,5419	-0,945	51	1,50	-3,8623	-0,964
52	1,53	-4,1827	0,000	53	1,56	-4,5032	0,000	54	1,59	-4,8237	0,000
55	1,62	-5,1441	0,000	56	1,65	-5,4646	0,000	57	1,68	-5,7850	0,000
58	1,71	-6,1055	0,000	59	1,74	-6,4259	0,000	60	1,77	-6,7464	0,000
61	1,80	-7,0669	0,000	62	1,83	-7,3873	0,000	63	1,86	-7,7078	0,000
64	1,89	-8,0282	0,000	65	1,92	-8,3487	0,000	66	1,95	-8,6692	0,000
67	1,98	-8,9896	0,000	68	2,01	-9,3101	0,000	69	2,04	-9,6305	0,000
70	2,07	-9,9510	0,000	71	2,10	-10,2714	0,000	72	2,13	-10,5919	0,000
73	2,16	-10,9124	0,000	74	2,19	-11,2328	0,000	75	2,22	-11,5533	0,000
76	2,25	-11,8737	0,000	77	2,28	-12,1942	0,000	78	2,31	-12,5146	0,000
79	2,34	-12,8351	0,000	80	2,37	-13,1556	0,000	81	2,40	-13,4760	0,000
82	2,43	-13,7965	0,000	83	2,46	-14,1169	0,000	84	2,49	-14,4374	0,000
85	2,52	-14,7578	0,000	86	2,55	-15,0783	0,000	87	2,58	-15,3988	0,000
88	2,61	-15,7192	0,000	89	2,64	-16,0397	0,000	90	2,67	-16,3601	0,000
91	2,70	-16,6806	0,000	92	2,73	-17,0010	0,000	93	2,76	-17,3215	0,000
94	2,79	-17,6420	0,000	95	2,82	-17,9624	0,000	96	2,85	-18,2829	0,000
97	2,88	-18,6033	0,000	98	2,91	-18,9238	0,000	99	2,94	-19,2442	0,000
100	2,97	-19,5647	0,000	101	3,00	-19,8852	0,000	102			

Sollecitazioni in esercizio**Simbologia adottata**

Nr. Identificativo sezione
 Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
 N sforzo normale espresso in [kg]
 T taglio espresso in [kg]
 M momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]		[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	-150,00	180,00	1375,00	2	0,00	-155,37	175,61	1375,17
3	0,06	-160,64	171,20	1375,33	4	0,06	-165,77	165,68	1375,48
5	0,12	-170,74	159,05	1375,61	6	0,12	-175,51	151,30	1375,73
7	0,18	-180,05	142,45	1375,84	8	0,18	-184,33	132,47	1375,93
9	0,24	-188,30	121,39	1376,01	10	0,24	-191,94	109,19	1376,08
11	0,30	-195,22	95,89	1376,14	12	0,30	-198,09	81,46	1376,18
13	0,36	-200,54	65,93	1376,20	14	0,36	-202,52	49,28	1376,22
15	0,42	-203,99	31,53	1376,22	16	0,42	-204,94	12,65	1376,20
17	0,48	-205,32	-7,33	1376,18	18	0,48	-205,10	-28,43	1376,14
19	0,54	-204,25	-50,64	1376,09	20	0,54	-202,73	-73,96	1376,02
21	0,60	-200,51	-98,39	1375,94	22	0,60	-197,56	-123,94	1375,85
23	0,66	-193,84	-150,60	1375,74	24	0,66	-189,32	-178,37	1375,63
25	0,72	-183,97	-205,72	1375,49	26	0,72	-177,80	-229,70	1375,35
27	0,78	-170,91	-250,45	1375,19	28	0,78	-163,39	-268,07	1375,02
29	0,84	-155,35	-282,69	1374,83	30	0,84	-146,87	-294,42	1374,63
31	0,90	-138,04	-303,36	1374,42	32	0,90	-128,94	-309,62	1374,20
33	0,96	-119,65	-313,27	1373,96	34	0,96	-110,25	-314,41	1373,71
35	1,02	-100,82	-313,11	1373,44	36	1,02	-91,43	-309,45	1373,16
37	1,08	-82,14	-303,49	1372,87	38	1,08	-73,04	-295,29	1372,57
39	1,14	-64,18	-284,90	1372,25	40	1,14	-55,63	-272,35	1371,92
41	1,20	-47,46	-257,70	1371,57	42	1,20	-39,73	-240,98	1371,22
43	1,26	-32,50	-222,20	1370,84	44	1,26	-25,83	-201,40	1370,46
45	1,32	-19,79	-178,59	1370,06	46	1,32	-14,43	-153,79	1369,65
47	1,38	-9,82	-126,99	1369,23	48	1,38	-6,01	-98,21	1368,79
49	1,44	-3,07	-67,46	1368,34	50	1,44	-1,04	-34,72	1367,87

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
51	1,50	0,00	0,00	1367,40	52	1,50	0,00	0,00	1367,09
53	1,56	0,00	0,00	1366,78	54	1,56	0,00	0,00	1366,47
55	1,62	0,00	0,00	1366,16	56	1,62	0,00	0,00	1365,85
57	1,68	0,00	0,00	1365,54	58	1,68	0,00	0,00	1365,23
59	1,74	0,00	0,00	1364,92	60	1,74	0,00	0,00	1364,61
61	1,80	0,00	0,00	1364,31	62	1,80	0,00	0,00	1364,00
63	1,86	0,00	0,00	1363,69	64	1,86	0,00	0,00	1363,38
65	1,92	0,00	0,00	1363,07	66	1,92	0,00	0,00	1362,76
67	1,98	0,00	0,00	1362,45	68	1,98	0,00	0,00	1362,14
69	2,04	0,00	0,00	1361,83	70	2,04	0,00	0,00	1361,52
71	2,10	0,00	0,00	1361,21	72	2,10	0,00	0,00	1360,90
73	2,16	0,00	0,00	1360,60	74	2,16	0,00	0,00	1360,29
75	2,22	0,00	0,00	1359,98	76	2,22	0,00	0,00	1359,67
77	2,28	0,00	0,00	1359,36	78	2,28	0,00	0,00	1359,05
79	2,34	0,00	0,00	1358,74	80	2,34	0,00	0,00	1358,43
81	2,40	0,00	0,00	1358,12	82	2,40	0,00	0,00	1357,81
83	2,46	0,00	0,00	1357,50	84	2,46	0,00	0,00	1357,20
85	2,52	0,00	0,00	1356,89	86	2,52	0,00	0,00	1356,58
87	2,58	0,00	0,00	1356,27	88	2,58	0,00	0,00	1355,96
89	2,64	0,00	0,00	1355,65	90	2,64	0,00	0,00	1355,34
91	2,70	0,00	0,00	1355,03	92	2,70	0,00	0,00	1354,72
93	2,76	0,00	0,00	1354,41	94	2,76	0,00	0,00	1354,10
95	2,82	0,00	0,00	1353,79	96	2,82	0,00	0,00	1353,49
97	2,88	0,00	0,00	1353,18	98	2,88	0,00	0,00	1352,87
99	2,94	0,00	0,00	1352,56	100	2,94	0,00	0,00	1352,25
101	3,00	0,00	0,00	1351,94	102				

Sollecitazioni limiti

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione
 Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
 Nr sforzo normale espresso in [kg]
 Tr taglio espresso in [kg]
 Mr momento espresso in [kgm]

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]
1	0,00	-201,83	242,20	14783,42	2	0,00	-201,83	242,20	14783,42
3	0,06	-216,20	233,40	14783,29	4	0,06	-216,20	233,40	14783,29
5	0,12	-230,04	221,25	14783,00	6	0,12	-230,04	221,25	14783,00
7	0,18	-243,08	204,64	14782,54	8	0,18	-243,08	204,64	14782,54
9	0,24	-255,06	183,59	14781,92	10	0,24	-255,06	183,59	14781,92
11	0,30	-265,71	158,08	14781,13	12	0,30	-265,71	158,08	14781,13
13	0,36	-274,76	128,13	14780,17	14	0,36	-274,76	128,13	14780,17
15	0,42	-281,95	93,72	14779,05	16	0,42	-281,95	93,72	14779,05
17	0,48	-287,01	54,87	14777,76	18	0,48	-287,01	54,87	14777,76
19	0,54	-289,67	11,56	14776,30	20	0,54	-289,67	11,56	14776,30
21	0,60	-289,66	-36,20	14774,68	22	0,60	-289,66	-36,20	14774,68
23	0,66	-286,72	-88,40	14772,89	24	0,66	-286,72	-88,40	14772,89
25	0,72	-280,59	-145,06	14770,93	26	0,72	-280,59	-145,06	14770,93
27	0,78	-270,98	-206,16	14768,81	28	0,78	-270,98	-206,16	14768,81
29	0,84	-257,65	-271,72	14766,52	30	0,84	-257,65	-271,72	14766,52
31	0,90	-240,31	-341,73	14764,07	32	0,90	-240,31	-341,73	14764,07
33	0,96	-218,71	-416,19	14761,45	34	0,96	-218,71	-416,19	14761,45
35	1,02	-192,57	-495,09	14758,66	36	1,02	-192,57	-495,09	14758,66
37	1,08	-161,63	-578,45	14755,71	38	1,08	-161,63	-578,45	14755,71
39	1,14	-125,68	-618,59	14752,59	40	1,14	-125,68	-618,59	14752,59
41	1,20	-89,88	-528,04	14749,30	42	1,20	-89,88	-528,04	14749,30
43	1,26	-59,63	-431,33	14745,85	44	1,26	-59,63	-431,33	14745,85
45	1,32	-35,25	-330,17	14742,23	46	1,32	-35,25	-330,17	14742,23
47	1,38	-17,01	-224,56	14738,44	48	1,38	-17,01	-224,56	14738,44
49	1,44	-5,17	-114,51	14734,49	50	1,44	-5,17	-114,51	14734,49
51	1,50	0,00	0,00	14730,37	52	1,50	0,00	0,00	14730,37
53	1,56	0,00	0,00	14722,83	54	1,56	0,00	0,00	14722,83
55	1,62	0,00	0,00	14715,29	56	1,62	0,00	0,00	14715,29
57	1,68	0,00	0,00	14707,75	58	1,68	0,00	0,00	14707,75
59	1,74	0,00	0,00	14700,21	60	1,74	0,00	0,00	14700,21
61	1,80	0,00	0,00	14692,67	62	1,80	0,00	0,00	14692,67
63	1,86	0,00	0,00	14685,13	64	1,86	0,00	0,00	14685,13
65	1,92	0,00	0,00	14677,59	66	1,92	0,00	0,00	14677,59
67	1,98	0,00	0,00	14670,05	68	1,98	0,00	0,00	14670,05
69	2,04	0,00	0,00	14662,51	70	2,04	0,00	0,00	14662,51
71	2,10	0,00	0,00	14654,97	72	2,10	0,00	0,00	14654,97
73	2,16	0,00	0,00	14647,43	74	2,16	0,00	0,00	14647,43
75	2,22	0,00	0,00	14639,89	76	2,22	0,00	0,00	14639,89
77	2,28	0,00	0,00	14632,35	78	2,28	0,00	0,00	14632,35
79	2,34	0,00	0,00	14624,81	80	2,34	0,00	0,00	14624,81
81	2,40	0,00	0,00	14617,27	82	2,40	0,00	0,00	14617,27
83	2,46	0,00	0,00	14609,73	84	2,46	0,00	0,00	14609,73
85	2,52	0,00	0,00	14602,19	86	2,52	0,00	0,00	14602,19
87	2,58	0,00	0,00	14594,65	88	2,58	0,00	0,00	14594,65
89	2,64	0,00	0,00	14587,11	90	2,64	0,00	0,00	14587,11
91	2,70	0,00	0,00	14579,57	92	2,70	0,00	0,00	14579,57
93	2,76	0,00	0,00	14572,03	94	2,76	0,00	0,00	14572,03
95	2,82	0,00	0,00	14564,49	96	2,82	0,00	0,00	14564,49
97	2,88	0,00	0,00	14556,95	98	2,88	0,00	0,00	14556,95
99	2,94	0,00	0,00	14549,41	100	2,94	0,00	0,00	14549,41

n°	Y	Mr	Tr	Nr	n°	Y	Mr	Tr	Nr
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]		[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
101	3,00	0,00	0,00	0,00	102				

Diagramma Carico-Cedimento verticale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kg]
w Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N	w	n°	N	w	n°	N	w	n°	N	w
	[kg]	[cm]		[kg]	[cm]		[kg]	[cm]		[kg]	[cm]
1	1519	0,129	2	3743	0,318	3	7070	0,600	4	11925	1,025
5	14783	1,282	6			7			8		

Diagramma Carico-Cedimento orizzontale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kg]
u Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N	u									
	[kg]	[cm]									
1	180	1,140	2	181	1,145	3	182	1,164	4	186	1,240
5	195	1,411	6	205	1,615	7	209	1,738	8	212	1,800
9	213	1,831	10	213	1,847	11	216	1,909	12	223	2,162
13	231	2,673	14	235	3,157	15	237	3,400	16	237	3,522
17	237	3,583	18	238	3,826	19	239	4,293	20	240	4,703
21	240	4,909	22	240	5,038	23	241	5,557	24	241	6,476
25	242	7,197	26	242	7,632	27	242	7,849	28	242	7,958
29	242	8,012	30	242	8,229	31	242	9,098	32	242	12,572
33	242	12,572	34	242	12,572	35	242	12,572	36	242	12,573
37	242	12,573	38	242	12,574	39	242	12,579	40	242	12,597
41	242	12,660	42	242	12,767	43	242	13,194	44	242	13,194
45	242	13,194	46	242	13,194	47	242	13,194	48	242	13,194
49	242	13,196	50	242	13,203	51			52		

Descrizione armature

La verifica delle sezioni è stata effettuata con il metodo degli stati limite ultimi.

Verifica armature pali

Simbologia adottata

Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso espressa in [m]
CS coefficiente di sicurezza
M momento agente, espresso in [kgm]
N sforzo normale agente, espresso in [kg]
Mu momento ultimo, espresso in [kgm]
Nu sforzo normale ultimo, espresso in [kg]
T taglio agente, espresso in [kg]
VRd taglio resistente, espresso in [kg]

Verifiche a presso-flessione

Combinazione n° 1

Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	Tu	FS _T
[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
0,00	150	0	5000	0	33.33	180	230370	1279.83
0,03	155	0	5000	0	32.18	176	230370	1311.81
0,06	161	0	5000	0	31.13	171	230370	1345.59
0,09	166	0	5000	0	30.16	166	230370	1390.43
0,12	171	0	5000	0	29.28	159	230370	1448.42
0,15	176	0	5000	0	28.49	151	230370	1522.57
0,18	180	0	5000	0	27.77	142	230370	1617.26
0,21	184	0	5000	0	27.13	132	230370	1738.99
0,24	188	0	5000	0	26.55	121	230370	1897.76
0,27	192	0	5000	0	26.05	109	230370	2109.73
0,30	195	0	5000	0	25.61	96	230370	2402.56
0,33	198	0	5000	0	25.24	81	230370	2827.87
0,36	201	0	5000	0	24.93	66	230370	3494.14
0,39	203	0	5000	0	24.69	49	230370	4674.34
0,42	204	0	5000	0	24.51	32	230370	7307.50
0,45	205	0	5000	0	24.40	13	230370	18205.65

Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS	T [kg]	T _u [kg]	FS _T
0,48	205	0	5000	0	24.35	7	230370	31427.68
0,51	205	0	5000	0	24.38	28	230370	8104.02
0,54	204	0	5000	0	24.48	51	230370	4549.56
0,57	203	0	5000	0	24.66	74	230370	3114.91
0,60	201	0	5000	0	24.94	98	230370	2341.37
0,63	198	0	5000	0	25.31	124	230370	1858.75
0,66	194	0	5000	0	25.79	151	230370	1529.71
0,69	189	0	5000	0	26.41	178	230370	1291.54
0,72	184	0	5000	0	27.18	206	230370	1119.83
0,75	178	0	5000	0	28.12	230	230370	1002.90
0,78	171	0	5000	0	29.26	250	230370	919.84
0,81	163	0	5000	0	30.60	268	230370	859.36
0,84	155	0	5000	0	32.18	283	230370	814.92
0,87	147	0	5000	0	34.04	294	230370	782.45
0,90	138	0	5000	0	36.22	303	230370	759.39
0,93	129	0	5000	0	38.78	310	230370	744.05
0,96	120	0	5000	0	41.79	313	230370	735.37
0,99	110	0	5000	0	45.35	314	230370	732.71
1,02	101	0	5000	0	49.59	313	230370	735.74
1,05	91	0	5000	0	54.69	309	230370	744.44
1,08	82	0	5000	0	60.87	303	230370	759.06
1,11	73	0	5000	0	68.46	295	230370	780.15
1,14	64	0	5000	0	77.91	285	230370	808.61
1,17	56	0	5000	0	89.88	272	230370	845.85
1,20	47	0	5000	0	105.35	258	230370	893.93
1,23	40	0	5000	0	125.85	241	230370	955.98
1,26	33	0	5000	0	153.84	222	230370	1036.75
1,29	26	0	5000	0	193.54	201	230370	1143.83
1,32	20	0	5000	0	252.62	179	230370	1289.92
1,35	14	0	5000	0	346.38	154	230370	1498.00
1,38	10	0	5000	0	509.10	127	230370	1814.07
1,41	6	0	5000	0	831.73	98	230370	2345.62
1,44	3	0	5000	0	1000.00	67	230370	3415.17
1,47	1	0	5000	0	1000.00	35	230370	6635.51
1,50	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,53	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,56	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,59	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,62	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,65	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,68	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,71	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,74	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,77	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,80	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,83	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,86	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,89	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,92	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,95	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,98	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,01	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,04	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,07	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,10	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,13	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,16	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,19	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,22	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,25	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,28	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,31	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,34	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,37	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,40	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,43	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,46	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,49	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,52	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,55	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,58	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,61	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,67	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,70	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,73	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,76	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,79	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,82	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,85	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,88	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,91	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,94	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,97	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
3,00	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00

Verifiche a taglio

Combinazione n° 1

*Inviluppo verifiche*Inviluppo

Y [m]	A _r [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	CS	T [kg]	V _{Rd} [kg]	CSr
0,00	7,64	150	0	5000	0	33.33	180	230370	1279.83
0,03	7,64	155	0	5000	0	32.18	176	230370	1311.81
0,06	7,64	161	0	5000	0	31.13	171	230370	1345.59
0,09	7,64	166	0	5000	0	30.16	166	230370	1390.43
0,12	7,64	171	0	5000	0	29.28	159	230370	1448.42
0,15	7,64	176	0	5000	0	28.49	151	230370	1522.57
0,18	7,64	180	0	5000	0	27.77	142	230370	1617.26
0,21	7,64	184	0	5000	0	27.13	132	230370	1738.99
0,24	7,64	188	0	5000	0	26.55	121	230370	1897.76
0,27	7,64	192	0	5000	0	26.05	109	230370	2109.73
0,30	7,64	195	0	5000	0	25.61	96	230370	2402.56
0,33	7,64	198	0	5000	0	25.24	81	230370	2827.87
0,36	7,64	201	0	5000	0	24.93	66	230370	3494.14
0,39	7,64	203	0	5000	0	24.69	49	230370	4674.34
0,42	7,64	204	0	5000	0	24.51	32	230370	7307.50
0,45	7,64	205	0	5000	0	24.40	13	230370	18205.65
0,48	7,64	205	0	5000	0	24.35	7	230370	31427.68
0,51	7,64	205	0	5000	0	24.38	28	230370	8104.02
0,54	7,64	204	0	5000	0	24.48	51	230370	4549.56
0,57	7,64	203	0	5000	0	24.66	74	230370	3114.91
0,60	7,64	201	0	5000	0	24.94	98	230370	2341.37
0,63	7,64	198	0	5000	0	25.31	124	230370	1858.75
0,66	7,64	194	0	5000	0	25.79	151	230370	1529.71
0,69	7,64	189	0	5000	0	26.41	178	230370	1291.54
0,72	7,64	184	0	5000	0	27.18	206	230370	1119.83
0,75	7,64	178	0	5000	0	28.12	230	230370	1002.90
0,78	7,64	171	0	5000	0	29.26	250	230370	919.84
0,81	7,64	163	0	5000	0	30.60	268	230370	859.36
0,84	7,64	155	0	5000	0	32.18	283	230370	814.92
0,87	7,64	147	0	5000	0	34.04	294	230370	782.45
0,90	7,64	138	0	5000	0	36.22	303	230370	759.39
0,93	7,64	129	0	5000	0	38.78	310	230370	744.05
0,96	7,64	120	0	5000	0	41.79	313	230370	735.37
0,99	7,64	110	0	5000	0	45.35	314	230370	732.71
1,02	7,64	101	0	5000	0	49.59	313	230370	735.74
1,05	7,64	91	0	5000	0	54.69	309	230370	744.44
1,08	7,64	82	0	5000	0	60.87	303	230370	759.06
1,11	7,64	73	0	5000	0	68.46	295	230370	780.15
1,14	7,64	64	0	5000	0	77.91	285	230370	808.61
1,17	7,64	56	0	5000	0	89.88	272	230370	845.85
1,20	7,64	47	0	5000	0	105.35	258	230370	893.93
1,23	7,64	40	0	5000	0	125.85	241	230370	955.98
1,26	7,64	33	0	5000	0	153.84	222	230370	1036.75
1,29	7,64	26	0	5000	0	193.54	201	230370	1143.83
1,32	7,64	20	0	5000	0	252.62	179	230370	1289.92
1,35	7,64	14	0	5000	0	346.38	154	230370	1498.00
1,38	7,64	10	0	5000	0	509.10	127	230370	1814.07
1,41	7,64	6	0	5000	0	831.73	98	230370	2345.62
1,44	7,64	3	0	5000	0	1000.00	67	230370	3415.17
1,47	7,64	1	0	5000	0	1000.00	35	230370	6635.51
1,50	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,53	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,56	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,59	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,62	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,65	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,68	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,71	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,74	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,77	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,80	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,83	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,86	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,89	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,92	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,95	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,98	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,01	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,04	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,07	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,10	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,13	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,16	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,19	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,22	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,25	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,28	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,31	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,34	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,37	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,40	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,43	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,46	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00

Y [m]	A_f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M_u [kgm]	N_u [kg]	CS	T [kg]	V_{Rd} [kg]	CS_T
2,49	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,52	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,55	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,58	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,61	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,64	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,67	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,70	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,73	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,76	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,79	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,82	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,85	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,88	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,91	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,94	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,97	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
3,00	7,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo del palo viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle sollecitazioni, dovute al carico applicato;
- Verifica a portanza verticale;
- Verifica a portanza trasversale;
- Calcolo dei cedimenti;
- Progetto e verifica delle armature del palo.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	CARL - Carico Limite e Cedimenti
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	GEOI. LA TESSA BALDASSARRE FRANCO
Licenza	AIU6015SI

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

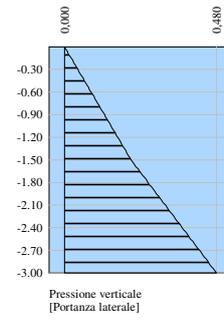
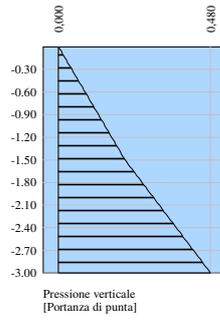
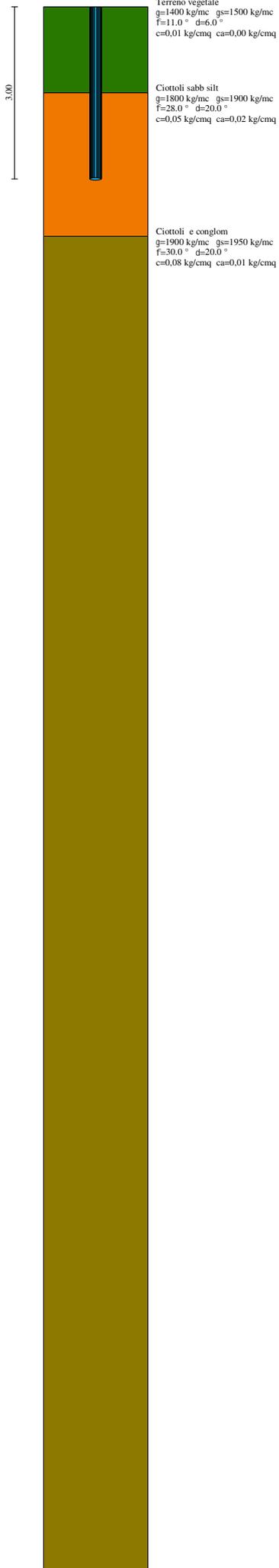
Luogo e data

Il progettista
(Geol. La Tessa Baldassarre Franco

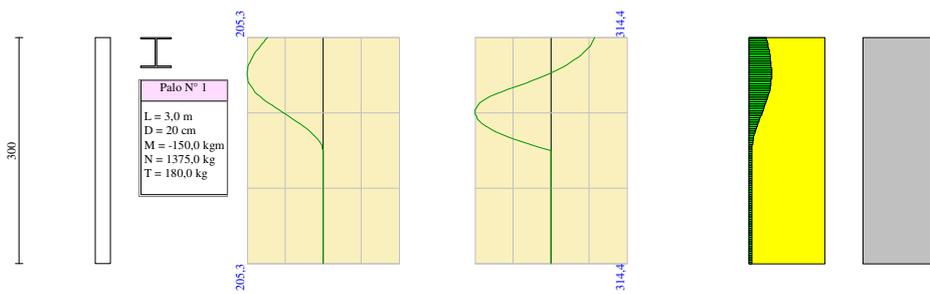
)

Diagrammi pressioni

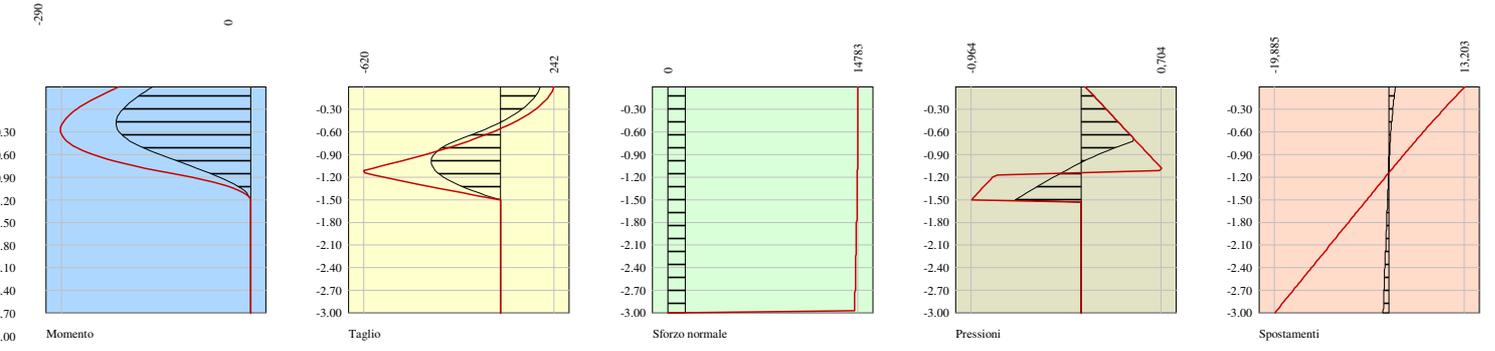
Diagrammi pressione verticale



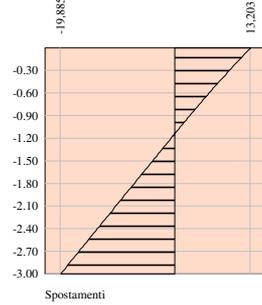
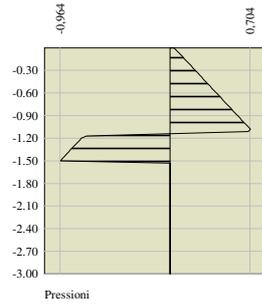
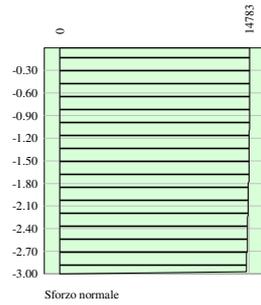
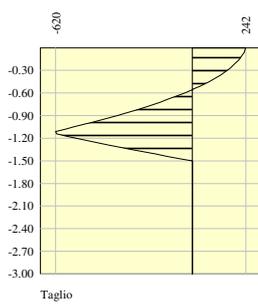
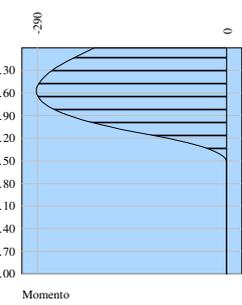
Armature palo



Diagrammi esercizio palo n° 1 - Direzione principale



Diagrammi limiti palo n° 1 - Direzione principale



CONCLUSIONI

La presente relazione geotecnica si riferisce alle strutture di fondazioni di un impianto agro voltaico che prevede pali in acciaio a sezione IPE meglio specificata nella relazione di calcolo. Il terreno su cui sono fondati i pali e su cui gli interventi sono finalizzati, è costituito essenzialmente da ciottoli con sabbia e silt fino a circa 4,0 m dal p.c.. I dati emersi dalla relazione geologica hanno fornito indicazioni che hanno consentito di individuare, al probabile valore di portanza del terreno di fondazione. Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è quello di Berezantzev. Si ritiene che pressioni dell'ordine di 1,5 kg/cmq, non possano produrre nel terreno che cedimenti di modesta entità. Il Coefficiente di sicurezza per carichi verticali ottenuto è pari a 1,8 mentre il Coefficiente di sicurezza per carichi orizzontali è pari a 1,03. I pali di fondazione sono solidarizzati alle sovrastanti strutture in elevazione da vincoli di continuità, così da formare telai spaziali dimensionate per la più onerosa combinazione di carico tra quelle previste dalla normativa vigente per zone a rischio sismico. Le indagini geologiche di cui si riferisce nella relazione geologica, assicurano non esserci, nella zona dove ricade l'area d'intervento, processi di dissesti in atto. I pali di fondazione sono posti a quota -3.50 metri dal piano campagna. A tale profondità il terreno si presenta sufficientemente costipato con caratteristiche geotecniche più che soddisfacenti. Il calcolo di dimensionamento della struttura di fondazione e la verifica della portanza terreno è stato effettuato combinando nel modo più severo le azioni statiche dei pesi agenti con quelle dinamiche dovute al sisma di normativa agenti nelle due direzioni di riferimento combinate secondo quanto previsto dalle NTC 2018 e ss.mm.ii..Il valore di pressione, indotto sul piano di sedime, dalla suddetta combinazione di azioni, è agevolmente contrastato dalla capacità di portanza tollerabile del terreno ed in nessun punto del sedime si supera detto valore di portanza del terreno. Il conseguente tasso di lavoro nei materiali delle strutture di fondazione è stato determinato adottando, nelle calcolazioni di dimensionamento e

verifica delle sezioni resistenti, il metodo agli stati limite. Infine, le caratteristiche di sollecitazione sono state ottenute dallo schema statico di elementi deformabili elasticamente su suolo alla Winkler, sollecitata dalla pressione del terreno, derivante dalle azioni della più severa combinazione di carico, che la sovrastruttura trasmette al piano fondale. Per quanto riguarda le uscite del calcolo delle strutture di fondazione ed i relativi esecutivi di progetto si rimanda ai relativi elaborati: fascicolo calcoli e elaborati grafici allegati.

Il Tecnico
Geol. La Tessa Baldassarre Franco

MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO

Sulla base delle risultanze precedentemente esposte e dei dati emersi dalle indagini sismiche e penetrometriche, è stato possibile individuare il seguente modello geotecnico relativo al volume significativo d'interesse dell'opera:

1° strato litotecnico = *Terreno vegetale*

H = fino a circa 1-1,50 m dal p.c.

2° strato litotecnico = *Sabbia siltosa con ciottoli e conglomerati*

H = fino a circa 4/6 m dal p.c.

$\gamma_n = 18$ kN/mc (peso dell'unità di volume naturale);

$\gamma_{sat} = 19$ kN/mc (peso dell'unità di volume saturo);

$\varphi' = 28^\circ$ (angolo di attrito efficace);

$c' = 0,05$ kg/cmq (coesione efficace);

$\nu = 0,35$ (coeff. di Poisson)

Eed=110 kg/cmq(modulo edometrico)

Kw= 2 kg/cmc costante di sottofondo (coefficiente di Winkler),

3° strato litotecnico = *Ciottoli e conglomerati anche elementi di grandi dimensioni in matrice sabbiosa con ossidazioni ferrose*

H = fino a circa 30 m dal p.c.

$\gamma_n = 19$ kN/mc (peso dell'unità di volume naturale);

$\gamma_{sat} = 19,5$ kN/mc (peso dell'unità di volume saturo);

$\varphi' = 30^\circ$ (angolo di attrito efficace);

$c' = 0,08$ kg/cmq (coesione efficace);

$\nu = 0,30$ (coeff. di Poisson)

Eed=180 kg/cmq(modulo edometrico)

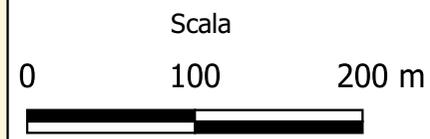
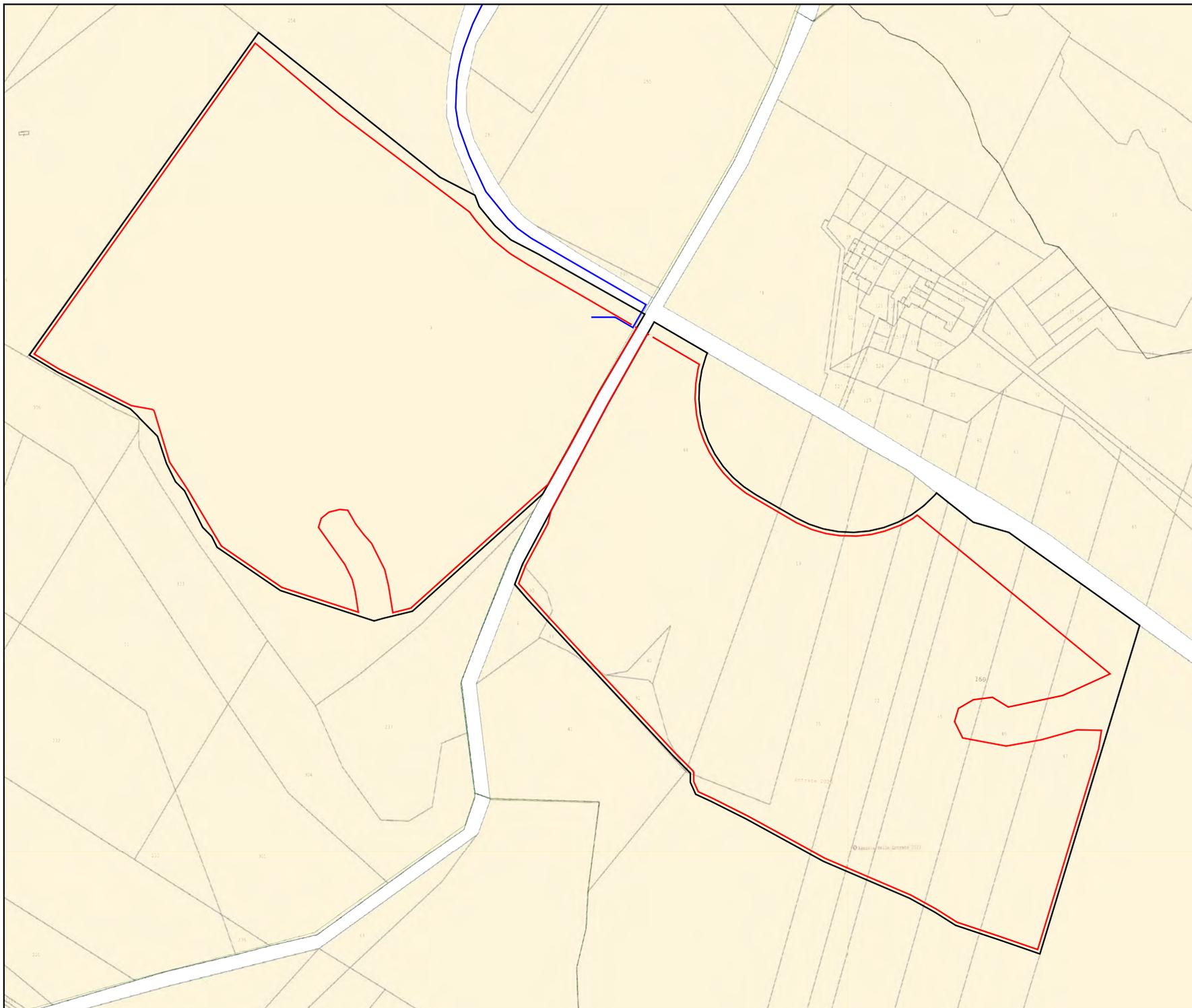
Kw= 4 kg/cmc costante di sottofondo (coefficiente di Winkler),

4° strato litotecnico = *Argille marnose-grigio-azzurre plioceniche*

Oltre i 10 metri si può constatare dagli elaborati delle prove sismiche effettuate la presenza di uno strato ancora più compatto con velocità delle onde P variabile da ($V_p=1000-1400$ m/s) che però non è stato cautelativamente considerato anche perché poco coinvolto dalle azioni indotte dalla presenza del manufatto di progetto. Si consiglia, ai fini del calcolo strutturale di asportare completamente il terreno vegetale sia perché è lo strato che più risente delle variazioni climatiche stagionali ma anche perché esso è caratterizzato da parametri geotecnici molto scadenti e di predisporre il piano delle fondazioni nel secondo strato litotecnico. Tenendo conto delle caratteristiche del terreno in questione e a vantaggio della sicurezza, la determinazione dei valori geomeccanici indicati è avvenuta con arrotondamento per difetto.

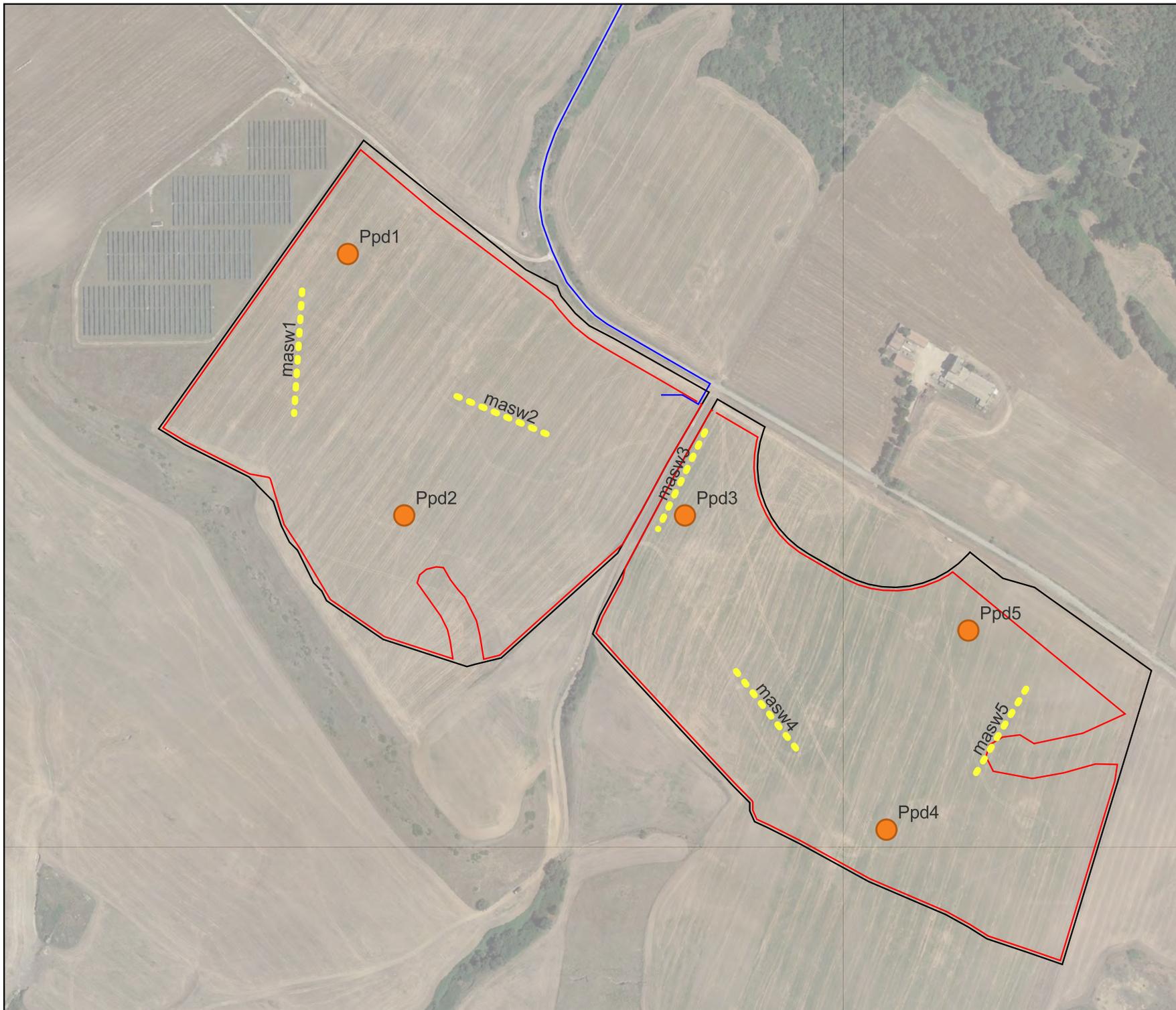
PLANIMETRIA CATATALE

 Area d'intervento



PLANIMETRIA
UBICAZIONE INDAGINI

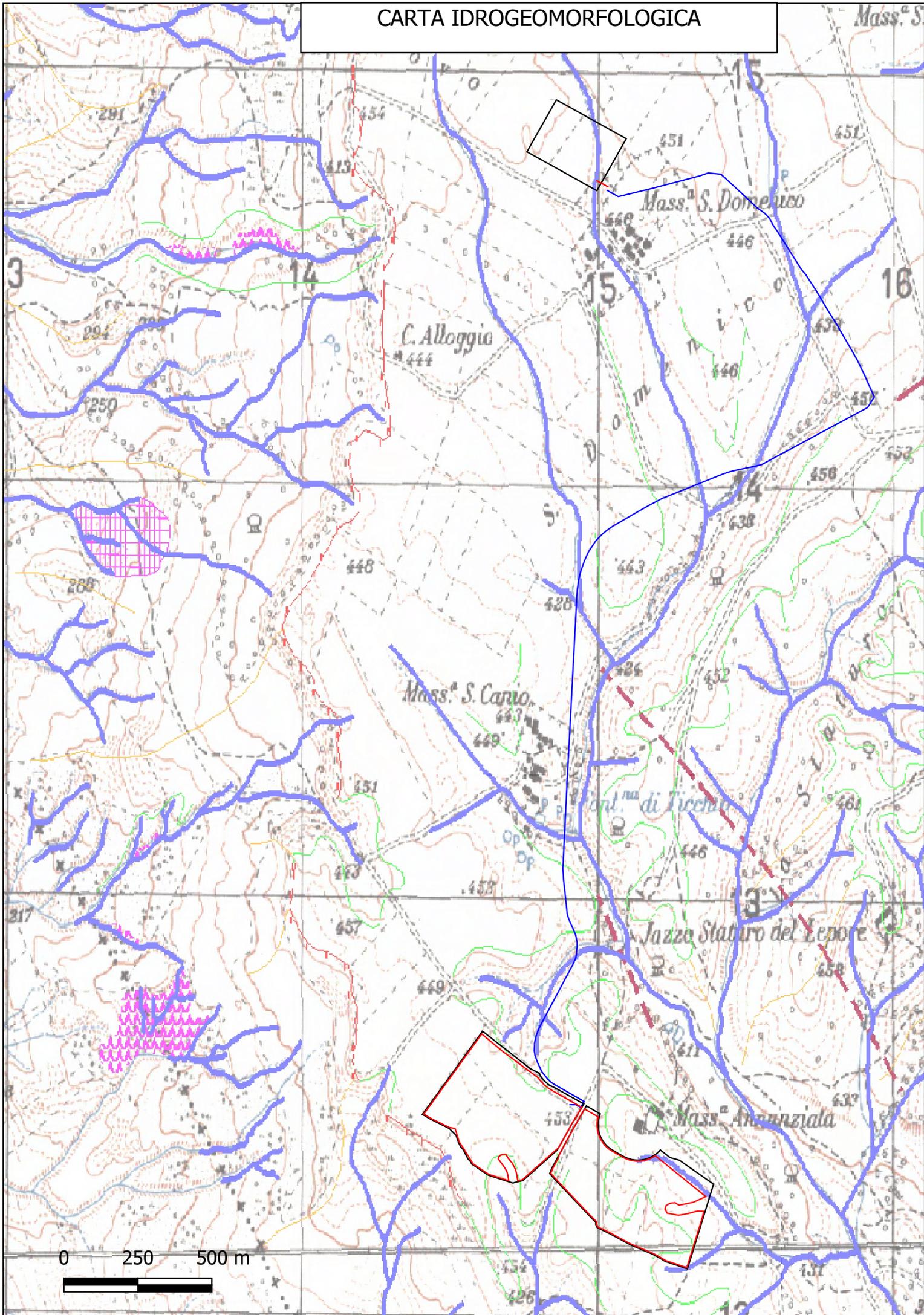
-  Area d'intervento
-  Prove sismiche
-  Prove penetrometriche



Scala



CARTA IDROGEOMORFOLOGICA



RELAZIONE SISMICA MASW

per la definizione del profilo verticale e parametro V_{seq}

Introduzione

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame sono state eseguite sei prove sismiche per l'analisi tipo *Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW)*, per analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva utili a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio). Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del D.M. 17 gennaio 2018 (ex DM 14/09/2005) e Circolare n.7 del 21/01/2019 del C.S. L.L. P.P.. Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

La classificazione del sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{seq} definita mediante la media armonica dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{seq} (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{j=2}^N \frac{h_j}{V_{s,j}}} = \frac{\sum_{j=1}^N h_j}{\sum_{j=1}^N \frac{h_j}{V_{s,j}}}$$

con:
 h_j spessore dell' j -esimo strato;
 $V_{s,j}$ velocità delle onde di taglio nell' j -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.

La velocità equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente di spessore pari ad H . Dove H è la profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da valori di V_s non inferiori ad 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H=30$ m nell'equazione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Lo scopo della definizione adottata è quello di privilegiare il contributo degli strati più deformabili.

L'introduzione della V_{seq} unita alla modifica nella definizione delle categorie di sottosuolo si è resa necessaria al fine di includere nell'attuale testo normativo le configurazioni stratigrafiche che rimanevano escluse nelle NTC 2008 (ad esempio profili di tipo B con profondità del substrato inferiore a 30m).

Acquisizione ed elaborazione dati

Strumentazione Hardware impiegata

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo **PASI Srl** S.N.10026072N a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria che consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer incorporato con l'utilizzo di geofoni verticali della **PASI Srl** con frequenza caratteristica di 4.5Hz., sia per sismica a rifrazione, sia per Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), con distanza intergeofonica di 1,00 metri e con offset di 2,00 metri. Stendimento sismico per l'acquisizione dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh.

La tecnica masw prevede l'utilizzo di geofoni ad asse verticale e a bassa frequenza non superiore a 4.5Hz in quanto c'è l'esigenza di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze anche al di sotto dei 20Hz (corrispondenti a profondità di 30 metri e oltre)

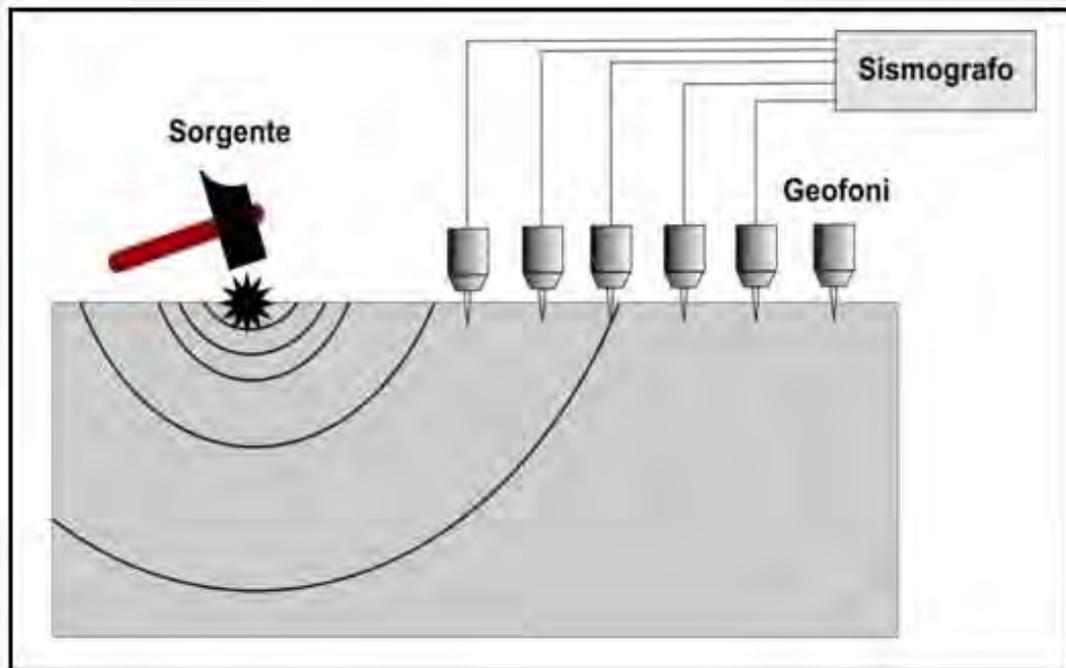
Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software **WINMASWPRO** (www.eliosoft.it).

I dati *MASW* sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_{seq}).

Per il profilo MASW eseguito si è adottata la seguente configurazione:

- Lunghezza dello stendimento - 23 metri
- Numero di geofoni - 24
- Distanza inter-geofonica - 1 metri
- Offset di scoppio - 2 metri
- Durata acquisizione - 1 secondo (in quanto il segnale sismico deve includere tutto il treno d'onda superficiale)

- Tempo di campionamento - 1 millisecondo (tempo di campionamento più ampio per ricostruire tutto il segnale sismico senza applicazione di filtri e incrementi di segnali)
- Generazione onde sismiche e energizzazione terreno tramite “massa battente da 8kg con impatto verticale su una piastra metallica”



Date: 27 7 2023

Time: 11 4

Dataset: maswSD1gravina m2.DAT

Mean model

Vs (m/s): 219, 284, 518

Standard deviations (m/s): 2, 15, 25

Thickness (m): 3.6, 4.8

Standard deviations (m/s): 0.4, 1.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.86, 1.93, 2.08

Shear modulus (MPa) (approximate values): 89 156 557

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswgravinam2sandomenico1.cdp

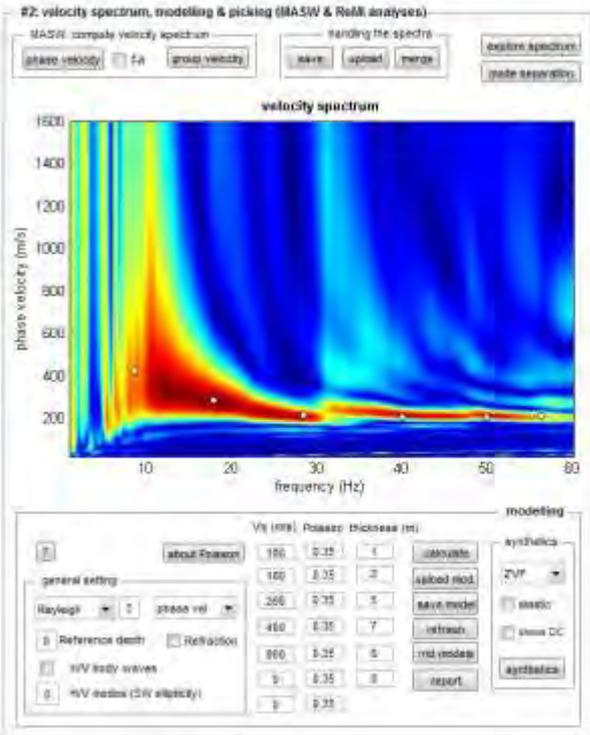
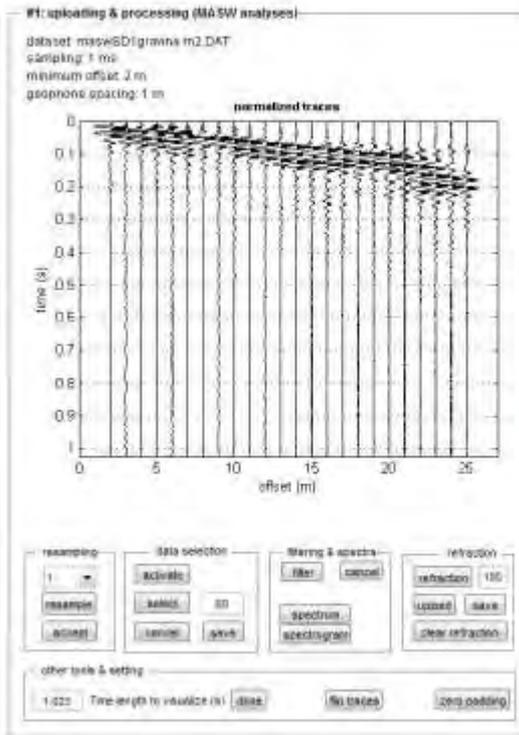
Analysis: Rayleigh Wave

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 443, 604, 1098

Poisson: 0.34 0.36 0.36

Vseq (m/s): 401

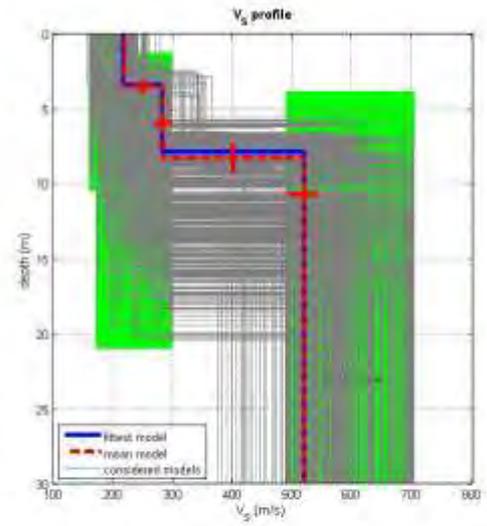
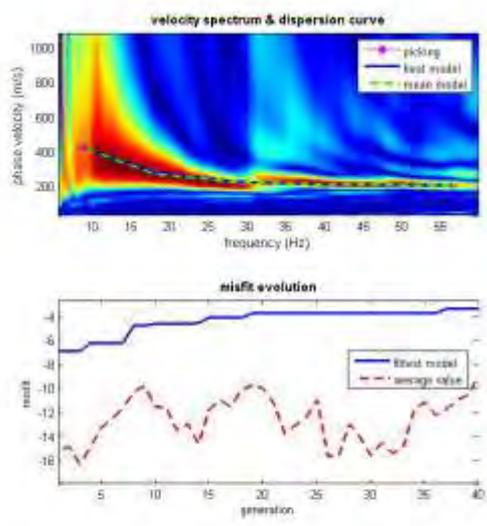


realize curves: final zoom

picking: allow GA, fundamental, save picking, manual picking

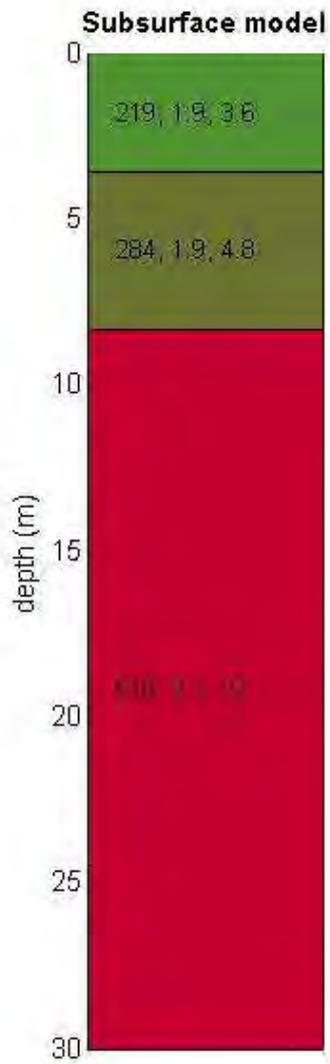
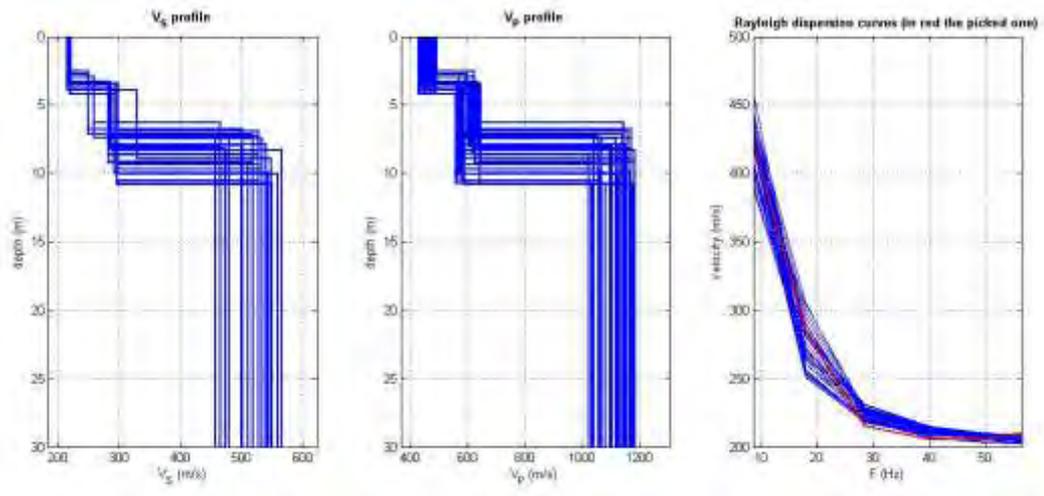
inversion: inversion, plot DC-HV data

www.wlmasw.com



www.wlmasw.com

dataset: maswSD1gravina n2.DAT
dispersion curve: maswgravinam2san@omenico1.cdp
Vs30 (best model): 406 m/s
Vs30 (mean model): 401 m/s



V_s density thickness
(m/s) (g/cm³) (m)

Date: 27 7 2023

Time: 13 22

Dataset: maswSD2gravinam2.DAT

Mean model

Vs (m/s): 206, 244, 509

Standard deviations (m/s): 3, 15, 45

Thickness (m): 3.8, 4.0

Standard deviations (m/s): 0.4, 0.8

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.86, 1.89, 2.07

Shear modulus (MPa) (approximate values): 79 113 535

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswgravinam2sandomenico2.cdp

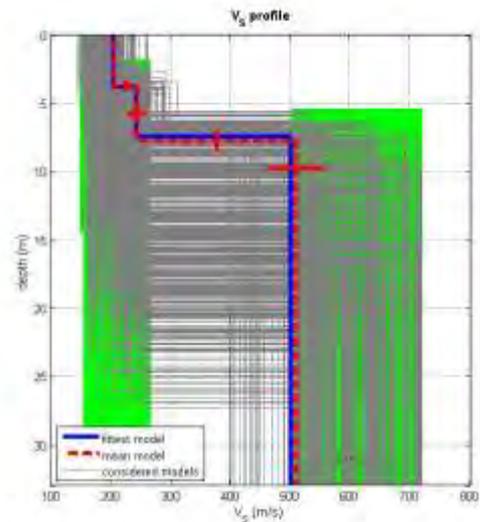
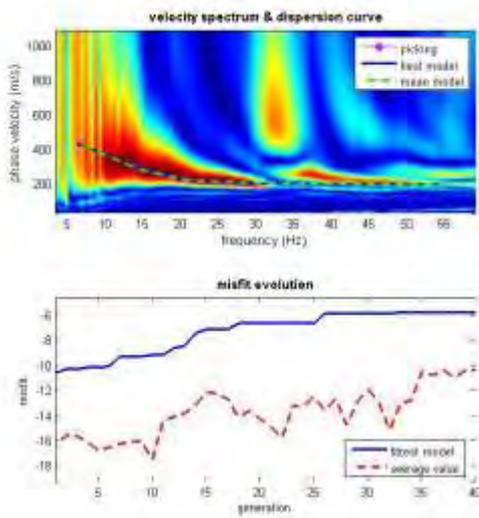
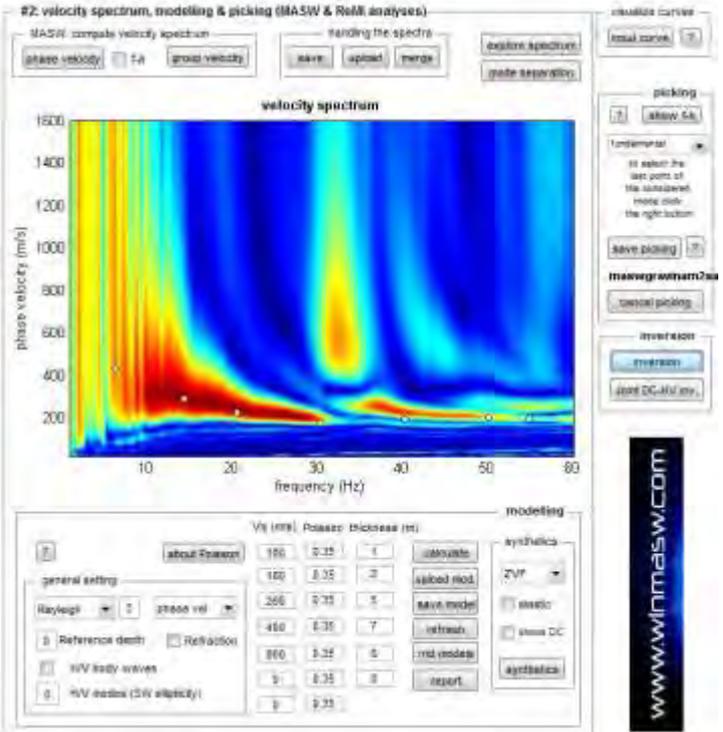
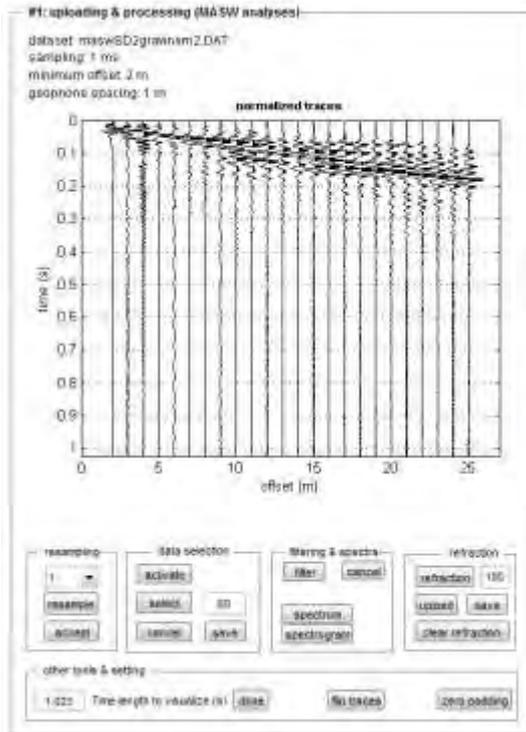
Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

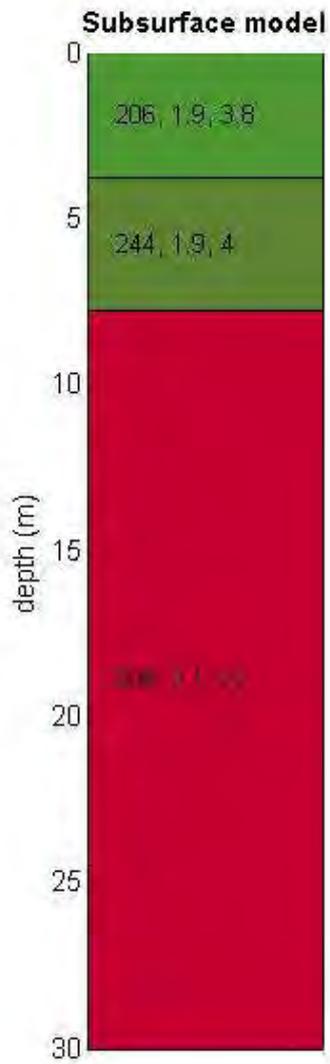
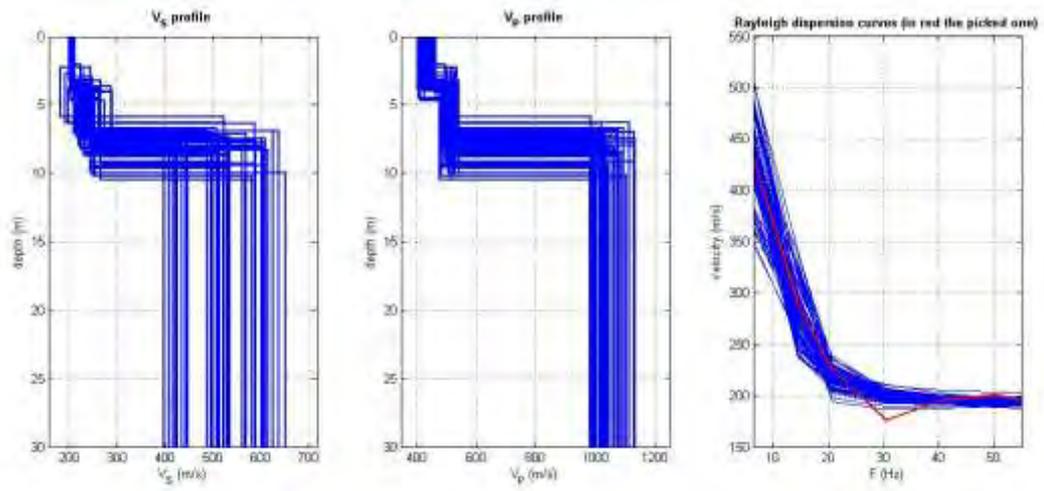
Vp (m/s): 446, 515, 1047

Poisson: 0.36 0.36 0.35

Vseq (m/s): 383



dataset: maswSD2gravinan2.DAT
dispersion curve: maswgravinan2santomenico2.cdp
Vs30 (best model): 380 m/s
Vs30 (mean model): 383 m/s



V_s density thickness
(m/s) (g/cm³) (m)

Date: 27 7 2023

Time: 13 35

Dataset: maswSD3gravinam2.DA

Mean model

Vs (m/s): 182, 273, 524

Standard deviations (m/s): 6, 10, 41

Thickness (m): 2.0, 6.8

Standard deviations (m/s): 0.3, 1.8

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.81, 1.89, 2.06

Shear modulus (MPa) (approximate values): 60 141 567

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswgravinam2sandomenico3.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 361, 517, 1039

Poisson: 0.33 0.31 0.33

Vseq (m/s): 394

#1: splitting & processing (MASW analysis)

dataset: maswSD3gravinan2.DAT
 sampling: 1 ms
 minimum offset: 2 m
 geophone spacing: 1 m

normalised traces

velocity spectrum

processing

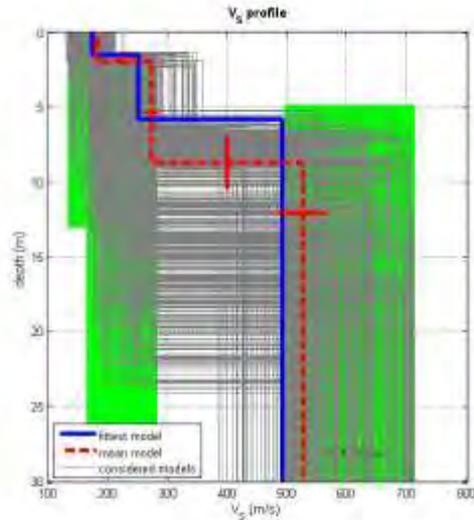
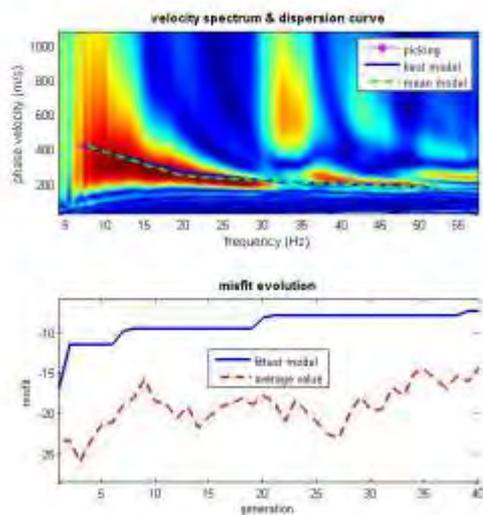
splitting

fitting

modeling

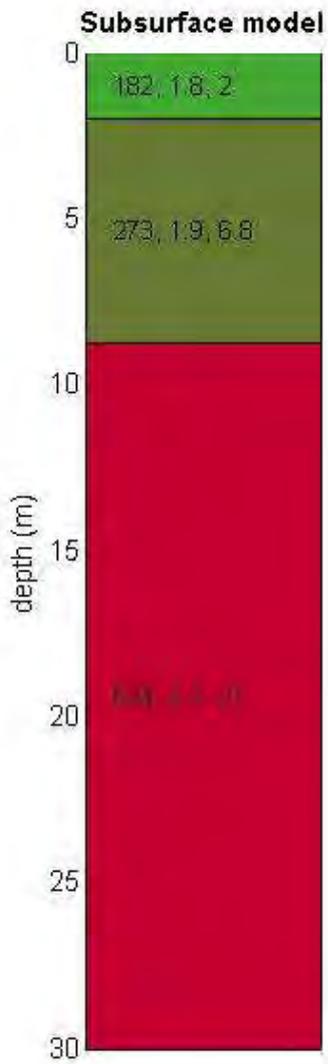
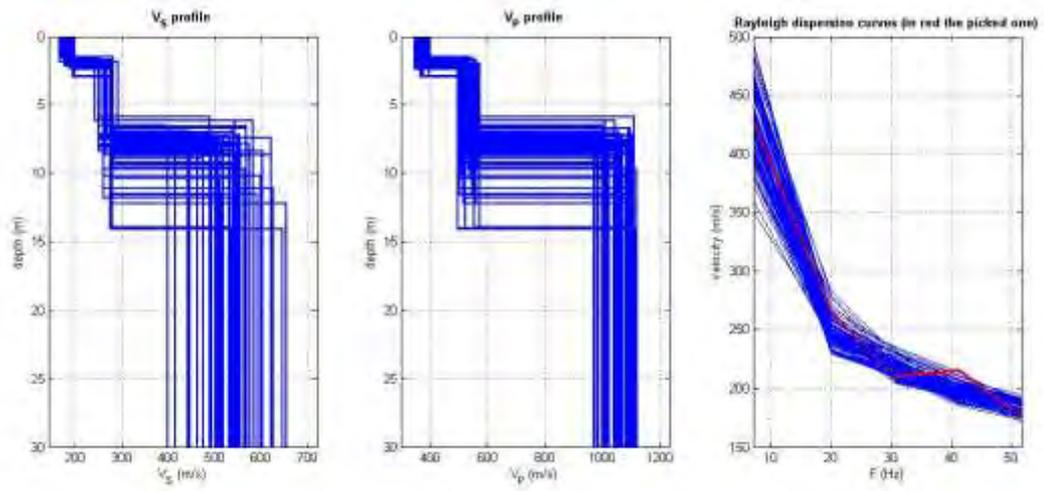
Vs (m/s)	Phase	Thickness (m)
100	0.25	1
150	0.50	2
200	0.75	3
250	1.00	4
300	1.25	5
350	1.50	6
400	1.75	7
450	2.00	8
500	2.25	9
550	2.50	10

www.winmasw.com



www.winmasw.com

dataset: maswSD3gravinan2.DAT
 dispersion curve: maswgravinan2samlomenico2.oip
 Vs30 (best model): 398 m/s
 Vs30 (mean model): 394 m/s



V_s density thickness
(m/s) (g/cm³) (m)

Date: 27 7 2023

Time: 13 46

Dataset: maswSD4gravinam2.DAT

Mean model

Vs (m/s): 200, 304, 237, 659

Standard deviations (m/s): 6, 11, 13, 33

Thickness (m): 2.1, 3.3, 3.5

Standard deviations (m/s): 0.2, 0.4, 0.3

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.86, 1.95, 1.90, 2.10

Shear modulus (MPa) (approximate values): 74 180 107 914

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswgravinam2sandomenico4.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

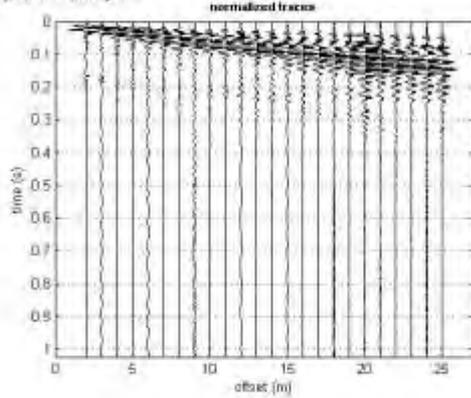
Vp (m/s): 443, 643, 525, 1227

Poisson: 0.37 0.36 0.37 0.30

Vseq (m/s): 440

#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: maswSD4gravinam2.DAT
sampling: 1 ms
minimum offset: 2 m
geophone spacing: 1 m



resampling: 1 | data selection: activate | filter & spectra: filter | refraction: 100

other trace & setting: 1.023 | Time length to visualize (s): | data | (s) traces | zero padding

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & Refl) analyses

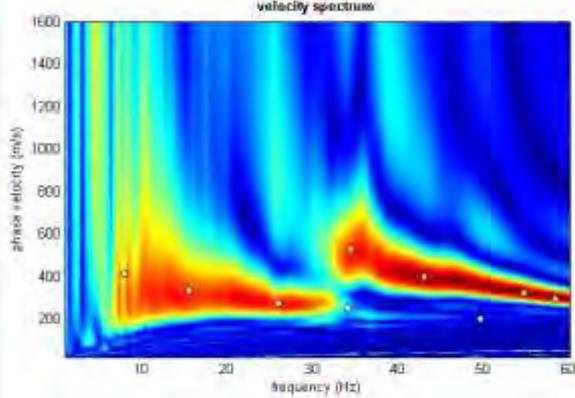
MASW: compute velocity spectrum

phase velocity All group velocity

handling the spectra

save upload merge

explore spectrum
mode separation



modeling

general setting: Rayleigh: 3 | phase vel: | Reference depth: | Refraction: | HV body waves: | HV modes (SV ellipticity): 0

Vs (m/s)	Poisson's thickness (m)
100	0.35
150	0.35
200	0.35
400	0.35
600	0.35
8	0.35
9	0.35

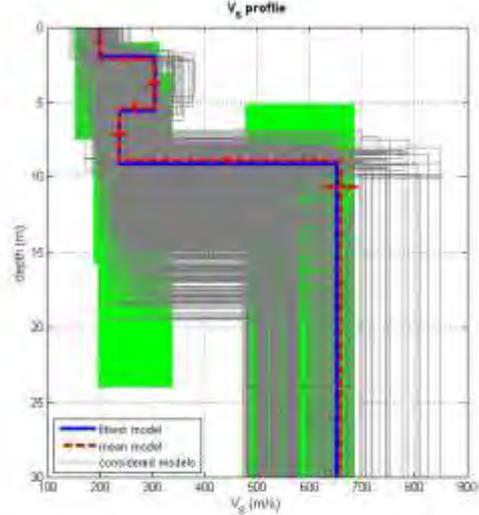
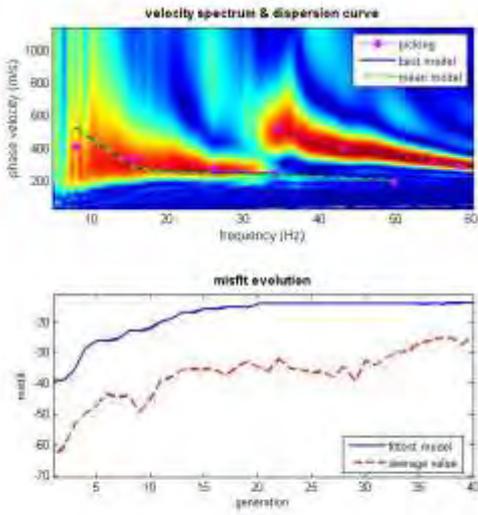
calculate | applied model | save model | refresh | fit models | repeat

visualize curves: reset curves

picking: show AA | reset high | save picking | manual picking

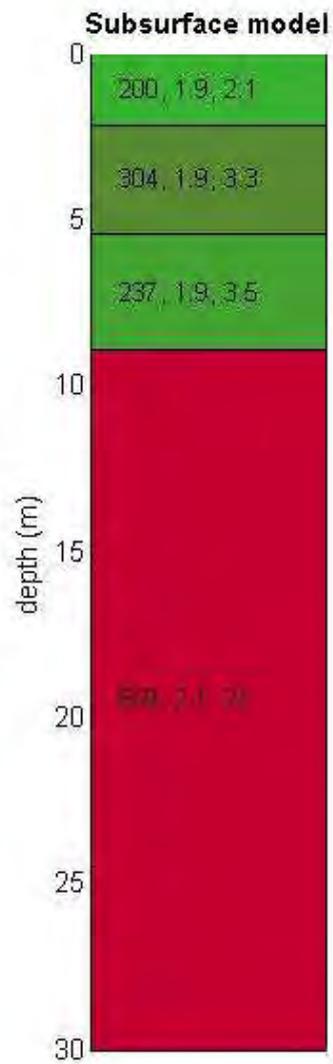
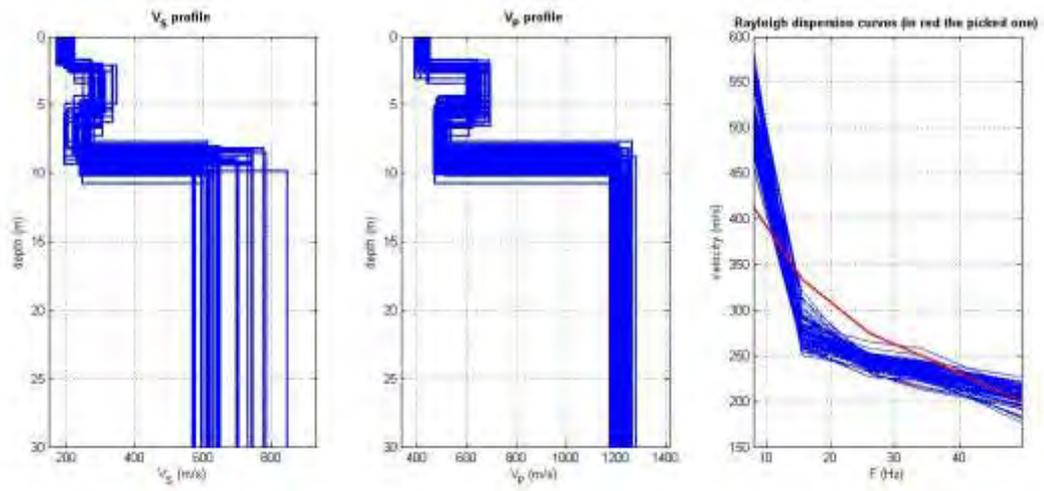
inversion: inversion | load DC-TV inv.

www.winmasw.com



www.winmasw.com

dataset: maswSD4gravinam2.DAT
dispersion curve: maswgravinam2santomenico4.cdf
Vs30 (best model): 437 m/s
Vs30 (mean model): 440 m/s



V_s density thickness
(m/s) (g/cm³) (m)

Date: 27 7 2023

Time: 13 59

Dataset: maswSD5gravinam2.DAT

Mean model

Vs (m/s): 253, 270, 756

Standard deviations (m/s): 7, 18, 42

Thickness (m): 3.6, 7.1

Standard deviations (m/s): 1.2, 1.3

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.91, 1.91, 2.17

Shear modulus (MPa) (approximate values): 122 139 1243

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswgravinam2sandomenico5.cdp

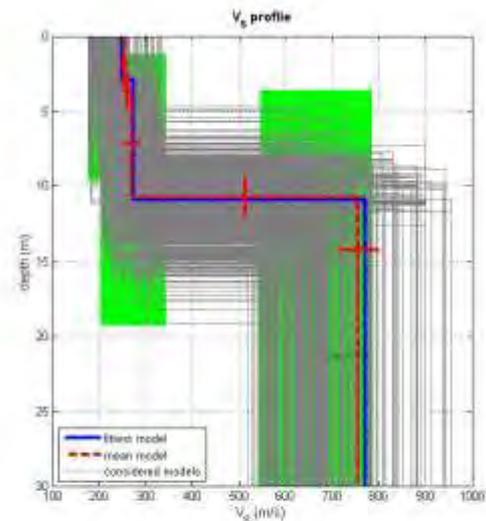
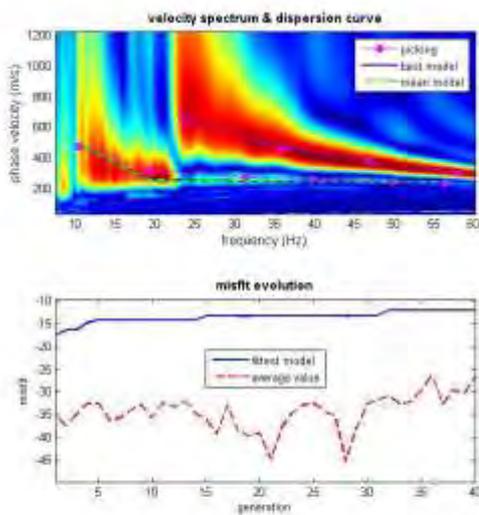
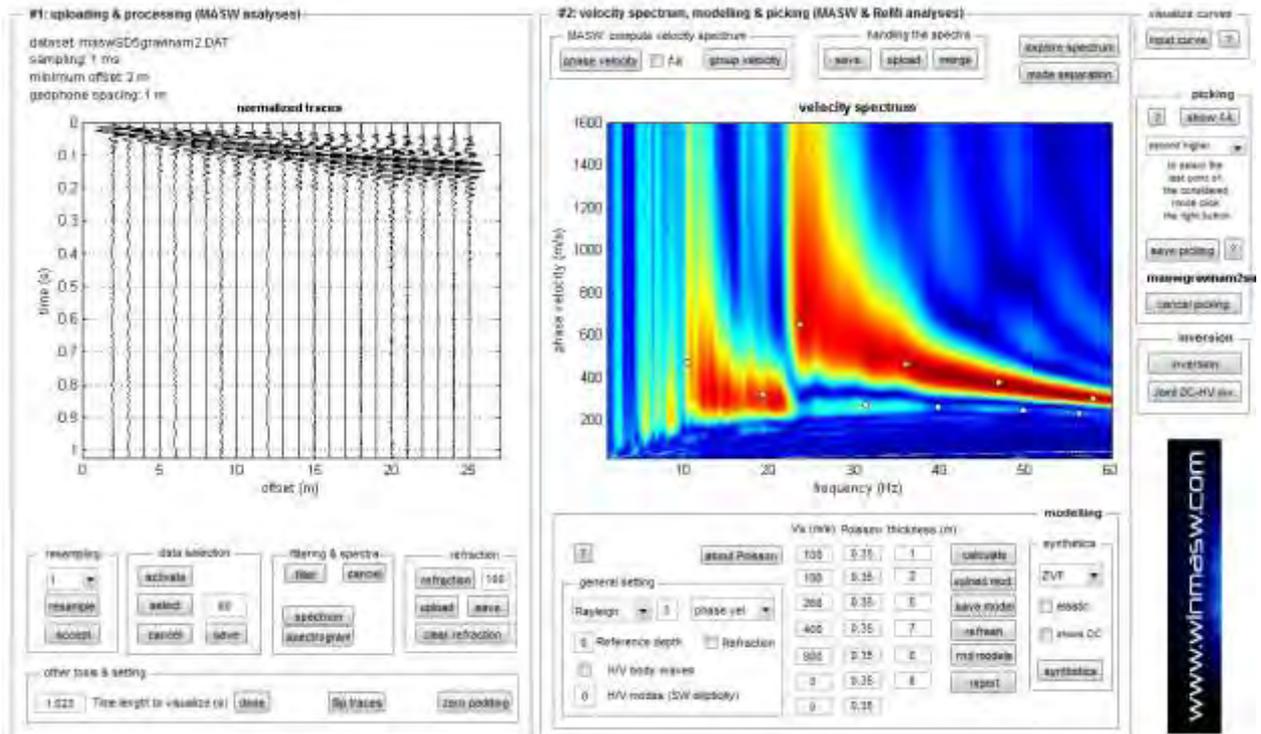
Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 549, 559, 1641

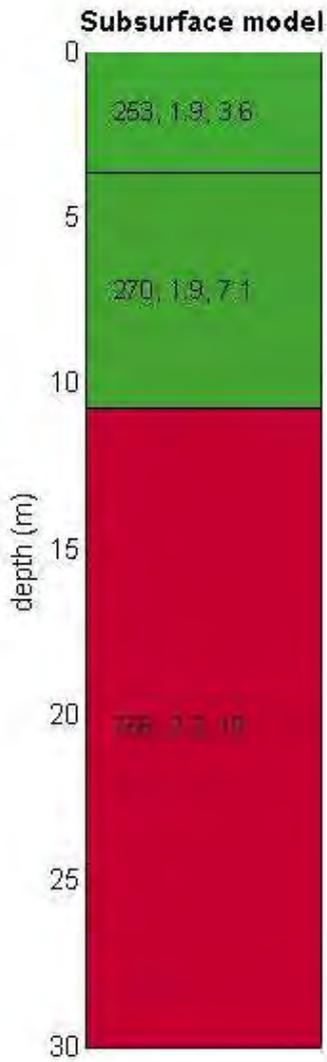
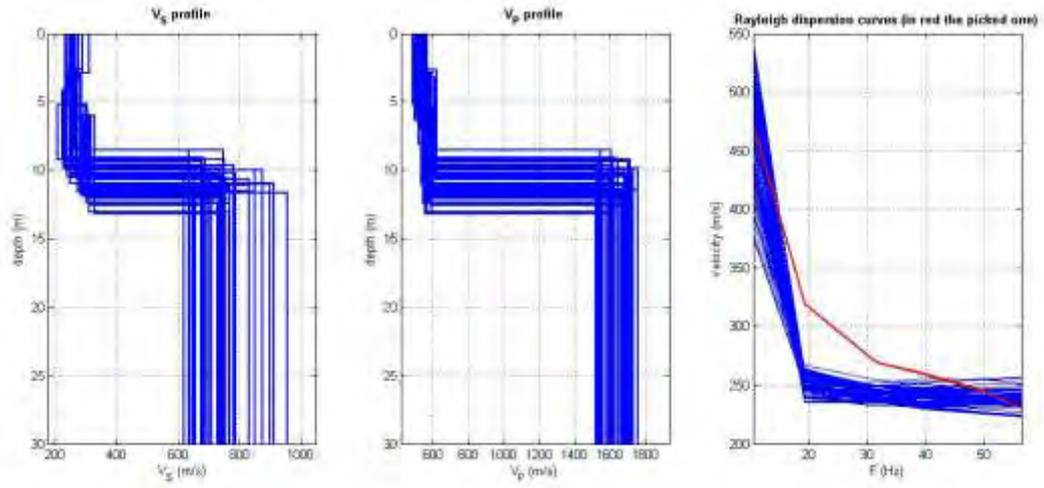
Poisson: 0.37 0.35 0.37

Vseq (m/s): 454



dataset: masw\$D6gravinam2.DAT
dispersion curve: maswgravinam2sandomenico5.o1p
Vs30 (best model): 457 m/s
Vs30 (mean model): 454 m/s

Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione *piccate* e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato (modello "migliore" e medio sono tipicamente analoghi). 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).



V_s density thickness
(m/s) (g/cm³) (m)

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 42 del 20/02/2018) e Circolare n.7 del 21/01/2019 C.S.L.L.P.P.

Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria

Caratteristiche della superficie topografica

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - 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.

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

- *Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.*

CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_{seq} (e del modulo di taglio) e di conseguenza, del parametro V_{s30} , prendendo come riferimento il piano campagna e utilizzando il valore più basso pari a **V_{seq} (383m/s)**. Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, Circolare 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP.) è stato possibile classificare il sito in esame nella **categoria di fondazione 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.*

E' bene ricordare che qualunque tecnica di geofisica applicata presenta un margine di errore intrinseco variabile in funzione della strumentazione usata, del tipo di tecnica, ecc.. Per il sito investigato i valori di velocità sono da intendersi come valori medi all'interno di ciascuna unità geofisica e l'indagine non permette precisioni in termini di spessori inferiori al metro.

Ogni litotipo è caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde sismiche che dipende dai parametri elastici che sono influenzati, ad esempio, dalla densità, porosità, grado di saturazione la composizione mineralogica, ecc.. Pertanto, per uno stesso litotipo il campo di variabilità della velocità è piuttosto ampio e, non sempre un orizzonte individuato con indagine sismica coincide con un orizzonte litologico.

Velocità così elevate a circa 15 metri dal p.c. delle onde V_s (oltre 500m/s) sono da ricondurre quasi certamente alla presenza di sedimenti ben addensati.

Il Geologo
Dr. Baldassarre Franco La Tessa

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	5-7-2023
Cantiere:	Loc. San Domenico	Prof.tà prova:	110 cm
Località:	Gravina in Puglia	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	a = 60°
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFSSIONE	d = cm 10

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = 10/N [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

f = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Studio di Geologia Dr. Geol. Baldassarre Franco La Tessa

Via Sammartino, 83 - Torremaggiore (FG) - Tel/Fax 0873 363035 - Cell. 347 0680812

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 110 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	4	25	16,04	1	<i>da 50 a 60</i>	5	12	20,04	1
<i>da 10 a 20</i>	4	17	16,04	1	<i>da 60 a 70</i>	4	9	16,04	1
<i>da 20 a 30</i>	4	14	16,04	1	<i>da 70 a 80</i>	4	8	16,04	1
<i>da 30 a 40</i>	4	12	16,04	1	<i>da 80 a 90</i>	4	8	16,04	1
<i>da 40 a 50</i>	4	11	16,04	1	<i>da 90 a 100</i>	4	8	15,06	2
					<i>da 100 a 110</i>	100	100	376,57	2

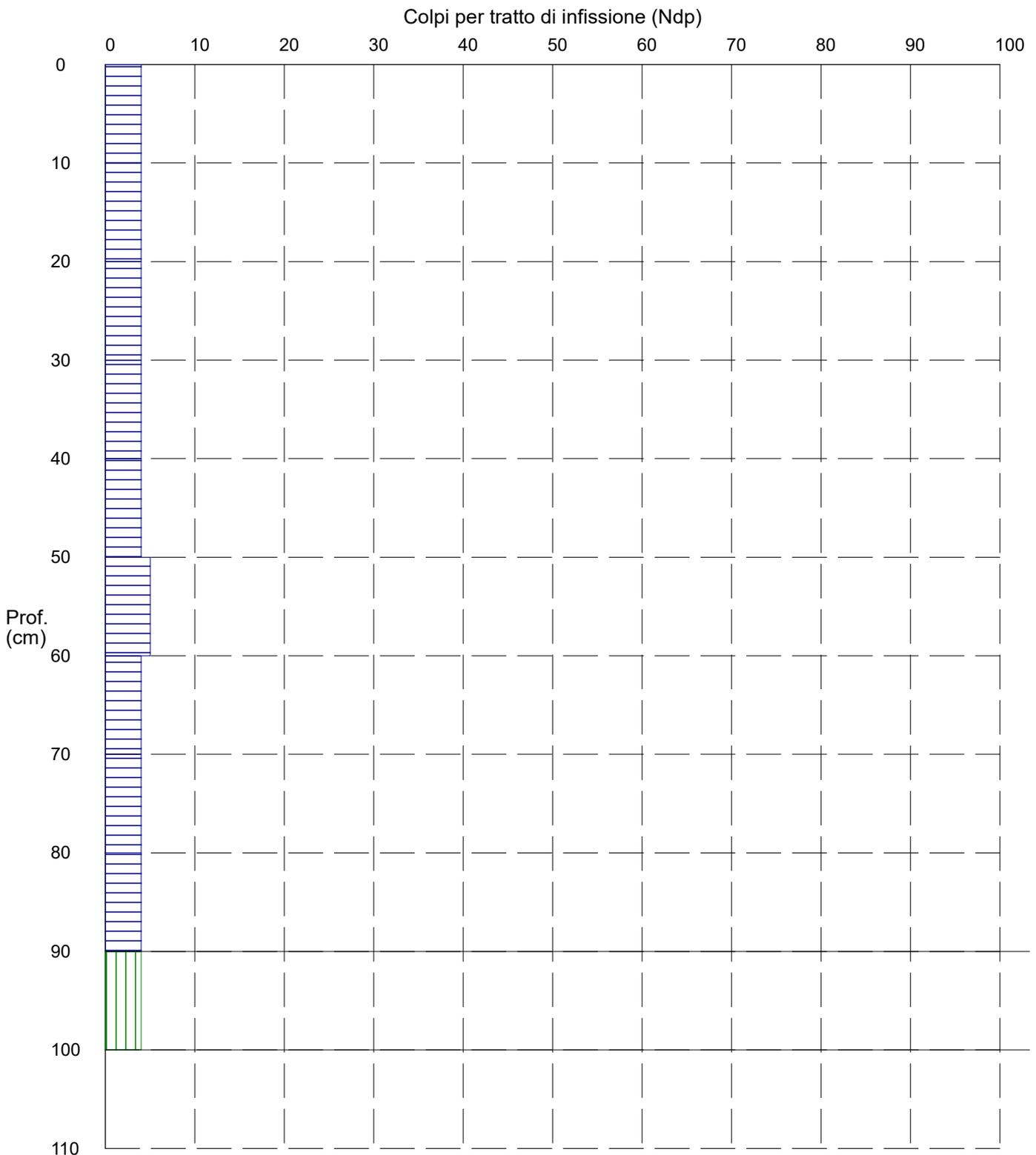
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 110 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



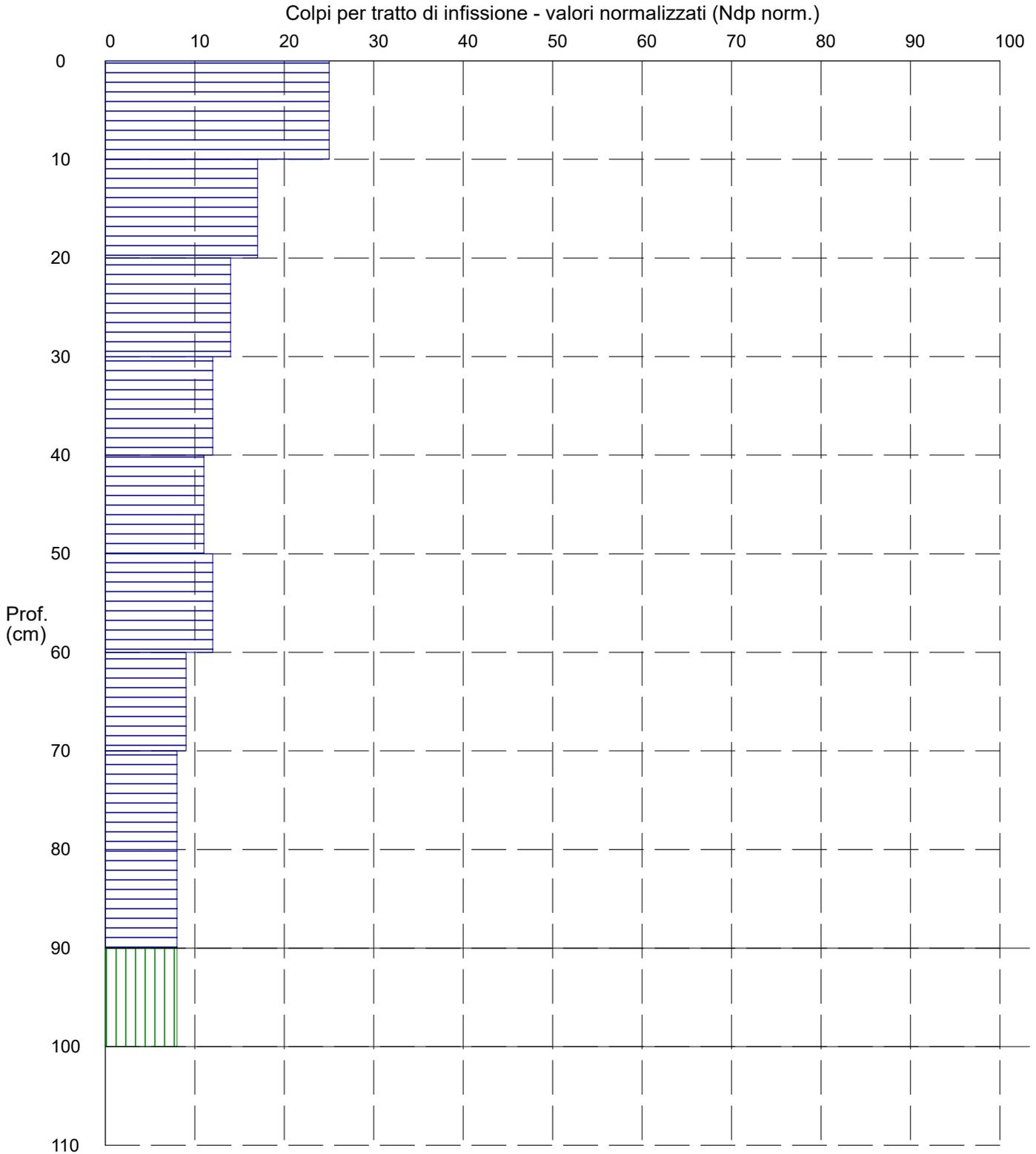
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 110 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



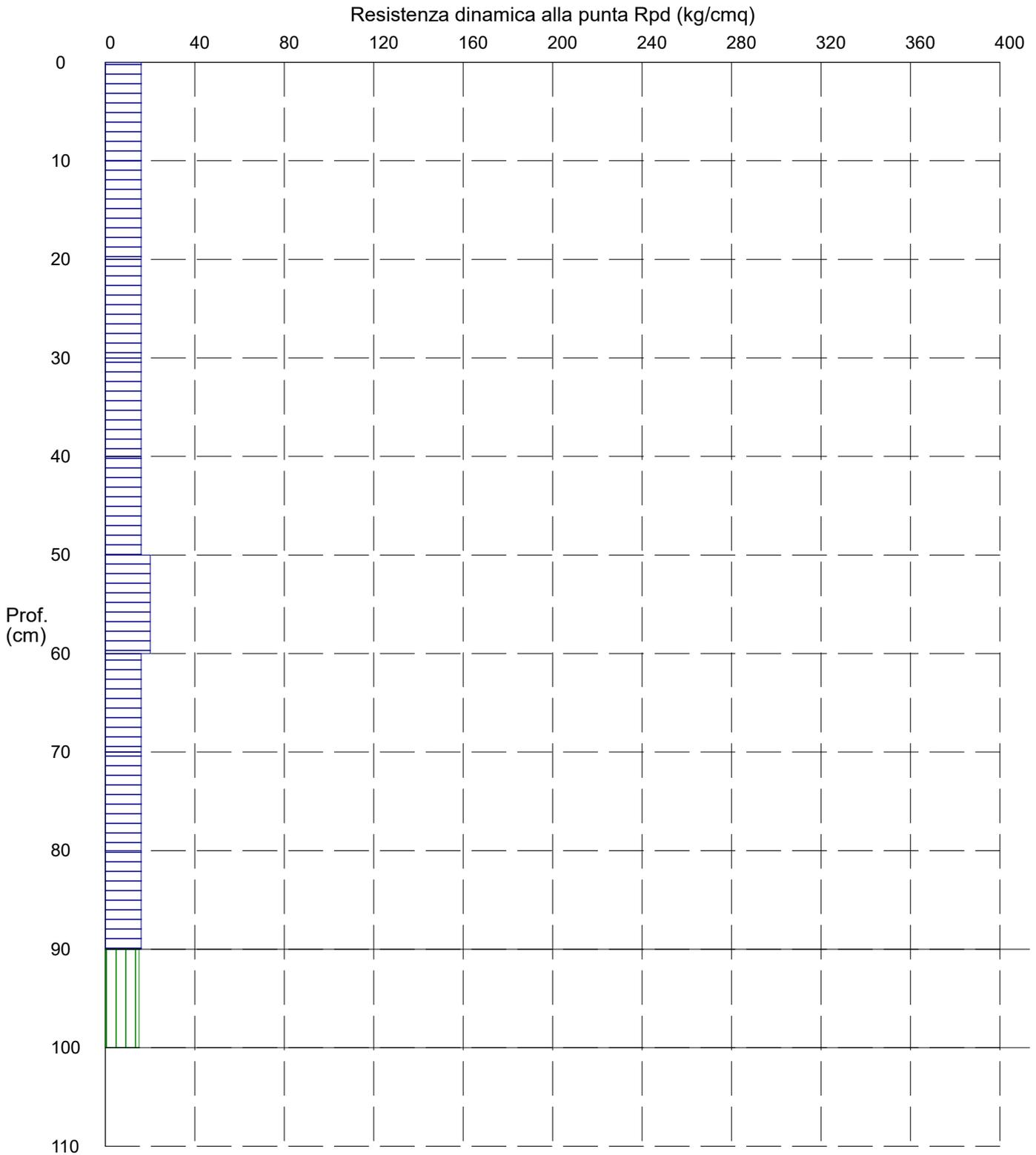
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 110 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



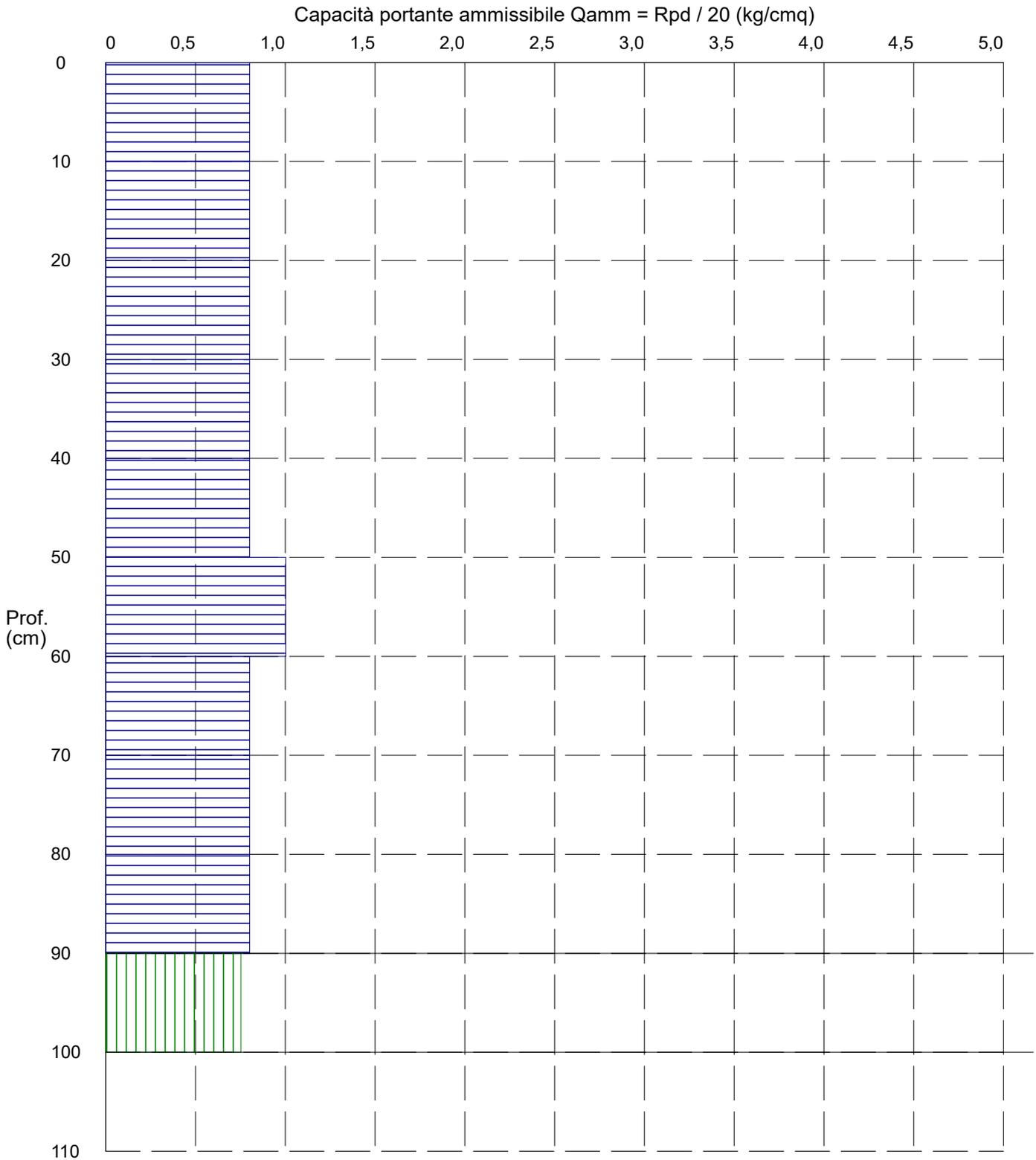
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 110 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 110 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,90	Ndp	4	5	4,1	4,1
		Rpd (kg/cmq)	16,0	20,0	16,5	
2	da 0,90 a 1,00	Ndp	4	4	4,0	4,0
		Rpd (kg/cmq)	15,1	15,1	15,1	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,90	48,7	22,9	1,30	29,2	29,2	2455	122,8	----	----	----	----	----
2	1,00	47,9	24,2	1,29	52,2	32,0	2392	125,7	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 110 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,90	Ndp	8,438159255935462764185553,5			13,5
		Rpd (kg/cmq)	16,0	20,0	16,5	
2	da 0,90 a 1,00	Ndp	8,00640769025436,0			8,0
		Rpd (kg/cmq)	15,1	15,1	15,1	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,90	95,2	30,2	1,69	109,2	65,5	8487	152,8	----	----	----	----	----
2	1,00	67,7	26,9	1,46	56,8	202,0	4594	141,8	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	5-7-2023
Cantiere:	Loc. San Domenico	Prof.tà prova:	480 cm
Località:	Gravina in Puglia	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	a = 60°
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFIESSIONE	d = cm 10

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infiezione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

f = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 480 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
da 0 a 10	3	19	12,03	1	da 240 a 250	15	18	53,25	3
da 10 a 20	4	17	16,04	1	da 250 a 260	15	17	53,25	3
da 20 a 30	4	14	16,04	1	da 260 a 270	15	17	53,25	3
da 30 a 40	4	12	16,04	1	da 270 a 280	15	17	53,25	3
da 40 a 50	4	11	16,04	1	da 280 a 290	15	16	53,25	3
da 50 a 60	4	10	16,04	1	da 290 a 300	14	15	47,01	4
da 60 a 70	4	9	16,04	1	da 300 a 310	14	15	47,01	4
da 70 a 80	5	11	20,04	1	da 310 a 320	14	14	47,01	4
da 80 a 90	5	10	20,04	1	da 320 a 330	14	14	47,01	4
da 90 a 100	8	15	30,13	2	da 330 a 340	14	14	47,01	4
da 100 a 110	10	18	37,66	2	da 340 a 350	14	14	47,01	4
da 110 a 120	11	19	41,42	2	da 350 a 360	14	13	47,01	4
da 120 a 130	12	20	45,19	2	da 360 a 370	14	13	47,01	4
da 130 a 140	12	19	45,19	2	da 370 a 380	14	13	47,01	4
da 140 a 150	12	19	45,19	2	da 380 a 390	14	13	47,01	4
da 150 a 160	12	18	45,19	2	da 390 a 400	15	14	47,79	5
da 160 a 170	12	17	45,19	2	da 400 a 410	19	17	60,53	5
da 170 a 180	12	17	45,19	2	da 410 a 420	20	18	63,72	5
da 180 a 190	12	16	45,19	2	da 420 a 430	21	19	66,90	5
da 190 a 200	12	16	42,60	3	da 430 a 440	21	18	66,90	5
da 200 a 210	13	17	46,15	3	da 440 a 450	21	18	66,90	5
da 210 a 220	15	19	53,25	3	da 450 a 460	22	19	70,09	5
da 220 a 230	15	18	53,25	3	da 460 a 470	22	19	70,09	5
da 230 a 240	15	18	53,25	3	da 470 a 480	22	18	70,09	5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

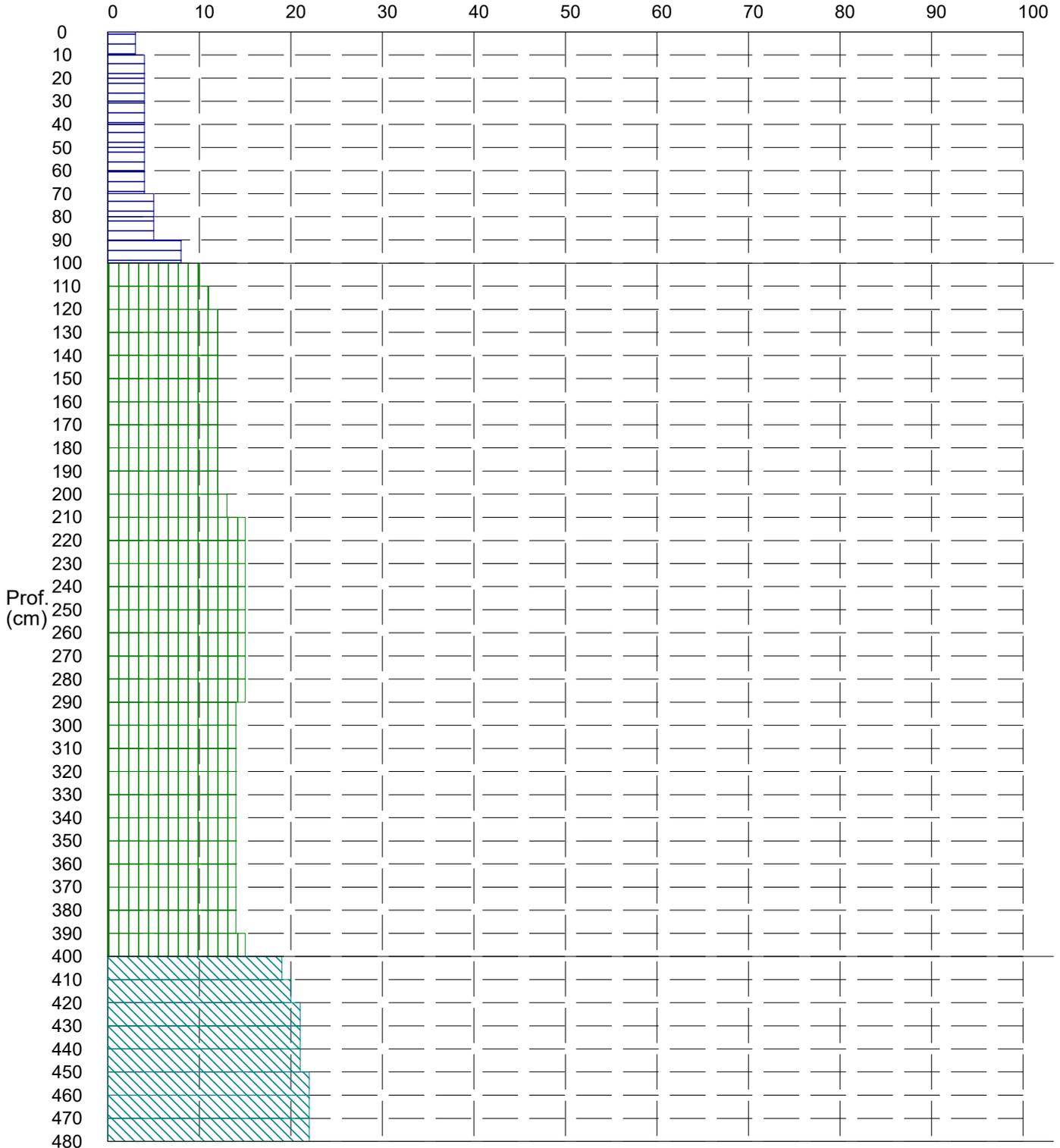
Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 480 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

Colpi per tratto di infissione (Ndp)



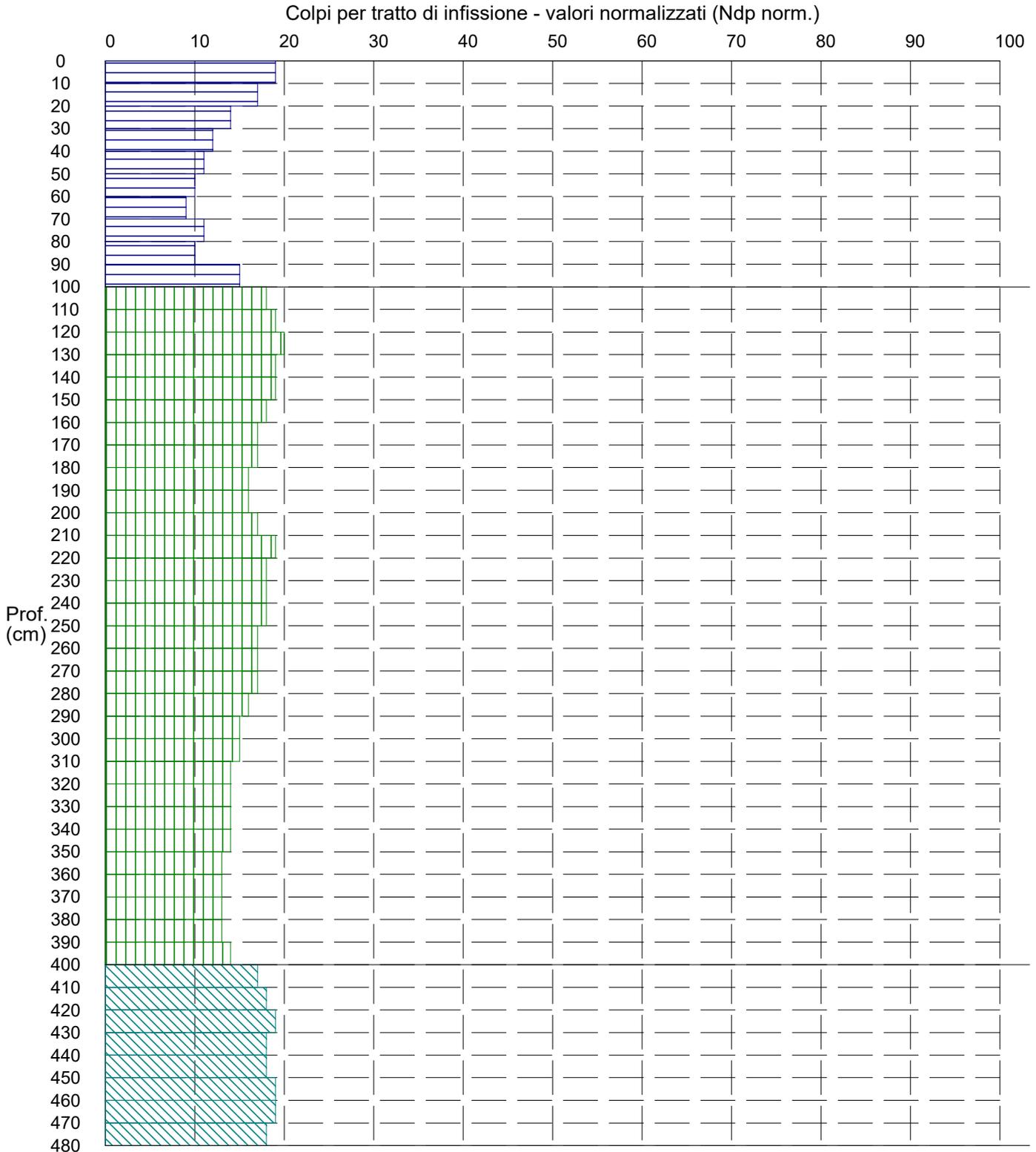
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 480 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

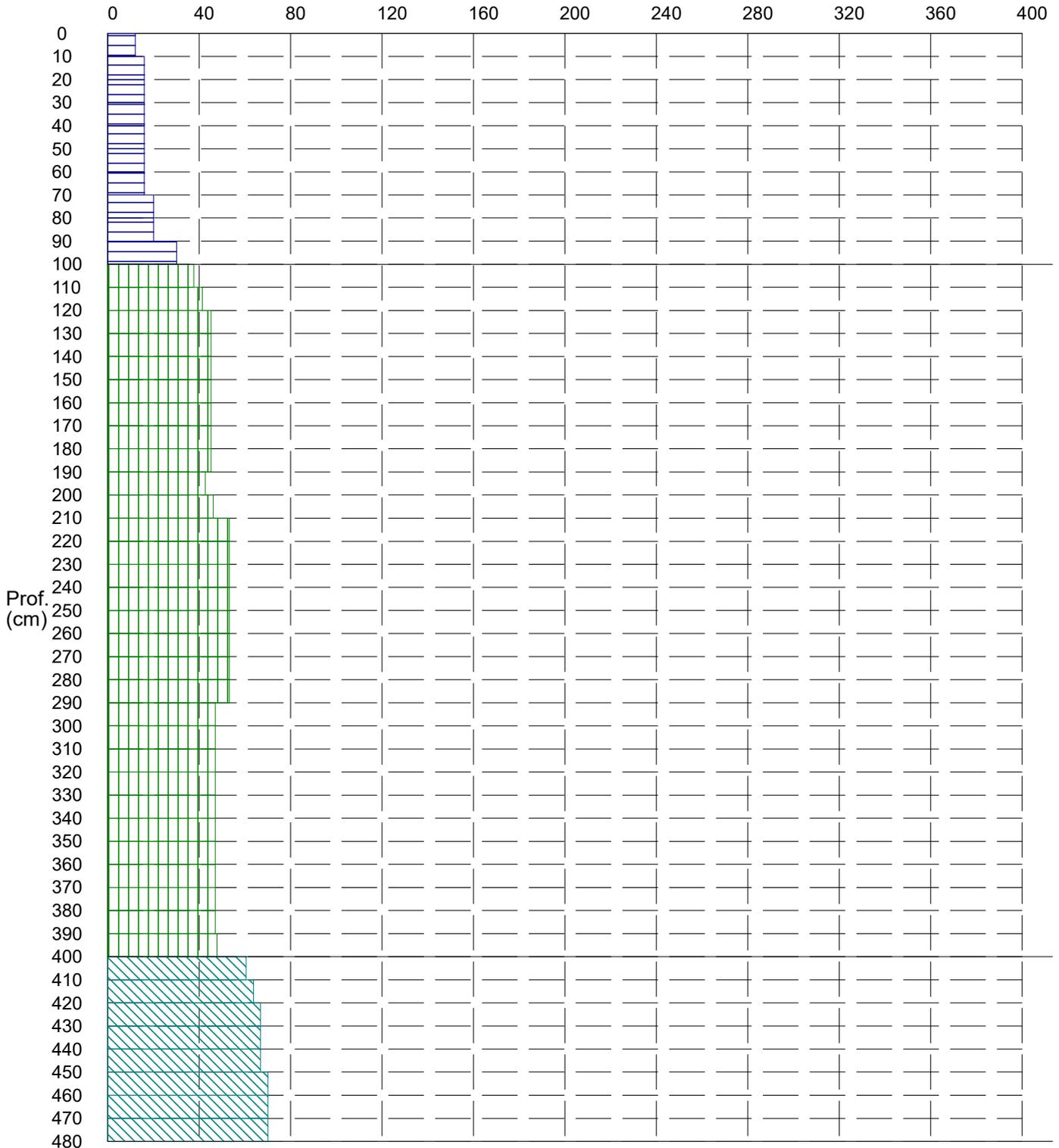
Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 480 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

Resistenza dinamica alla punta Rpd (kg/cmq)



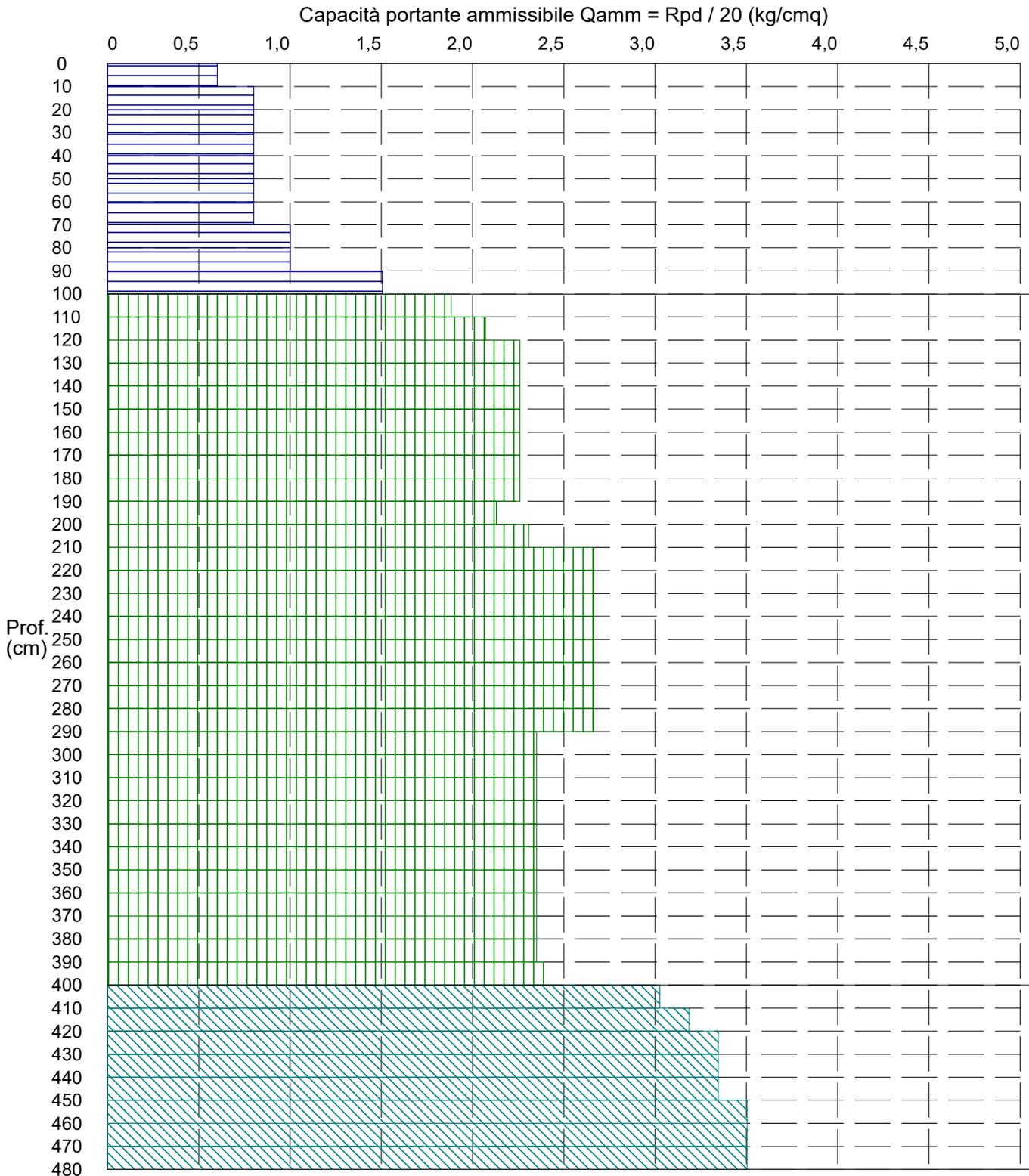
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 480 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 480 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 1,00	Ndp	3	8	4,5	4,5
		Rpd (kg/cm ^q)	12,0	30,1	17,8	
2	da 1,00 a 4,00	Ndp	10	15	13,5	13,5
		Rpd (kg/cm ^q)	37,7	53,3	47,6	
3	da 4,00 a 4,80	Ndp	19	22	21,0	21,0
		Rpd (kg/cm ^q)	60,5	70,1	66,9	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cm ^q	E kg/cm ^q	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cm ^q	y (t/mc)	Ed kg/cm ^q	Go (t/mq)
1	1,00	48,7	22,9	1,30	29,2	29,2	2455	122,8	----	----	----	----	----
2	4,00	47,9	24,2	1,29	52,2	32,0	2392	125,7	----	----	----	----	----
3	4,80	92,6	32,7	1,81	112,3	83,6	11371	177,7	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 480 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 1,00	Ndp	15,9	111,4	56,6	13,3
		Rpd (kg/cmq)	12,0	30,1	17,8	
2	da 1,00 a 4,00	Ndp	13,4	06,5	61,7	16,8
		Rpd (kg/cmq)	37,7	53,3	47,6	
3	da 4,00 a 4,80	Ndp	17,7	22,7	29,1	18,7
		Rpd (kg/cmq)	60,5	70,1	66,9	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	1,00	92,8	30,0	1,68	105,8	64,0	8238	153,4	----	----	----	----	----
2	4,00	100,0	36,4	2,30	392,0	800,0	49308	219,4	----	----	----	----	----
3	4,80	87,5	31,8	1,77	104,4	76,4	10221	174,2	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	5-7-2023
Cantiere:	Loc. San Domenico	Prof.tà prova:	100 cm
Località:	Gravina in Puglia	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	a = 60°
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFIESSIONE	d = cm 10

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infiezione per colpo = 10/N [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

f = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Studio di Geologia Dr. Geol. Baldassarre Franco La Tessa

Via Sammartino, 83 - Torremaggiore (FG) - Tel/Fax 0873 363035 - Cell. 347 0680812

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	3	19	12,03	1	<i>da 50 a 60</i>	5	12	20,04	1
<i>da 10 a 20</i>	4	17	16,04	1	<i>da 60 a 70</i>	5	11	20,04	1
<i>da 20 a 30</i>	4	14	16,04	1	<i>da 70 a 80</i>	5	11	20,04	1
<i>da 30 a 40</i>	5	15	20,04	1	<i>da 80 a 90</i>	8	16	32,07	1
<i>da 40 a 50</i>	5	14	20,04	1	<i>da 90 a 100</i>	100	100	376,57	2

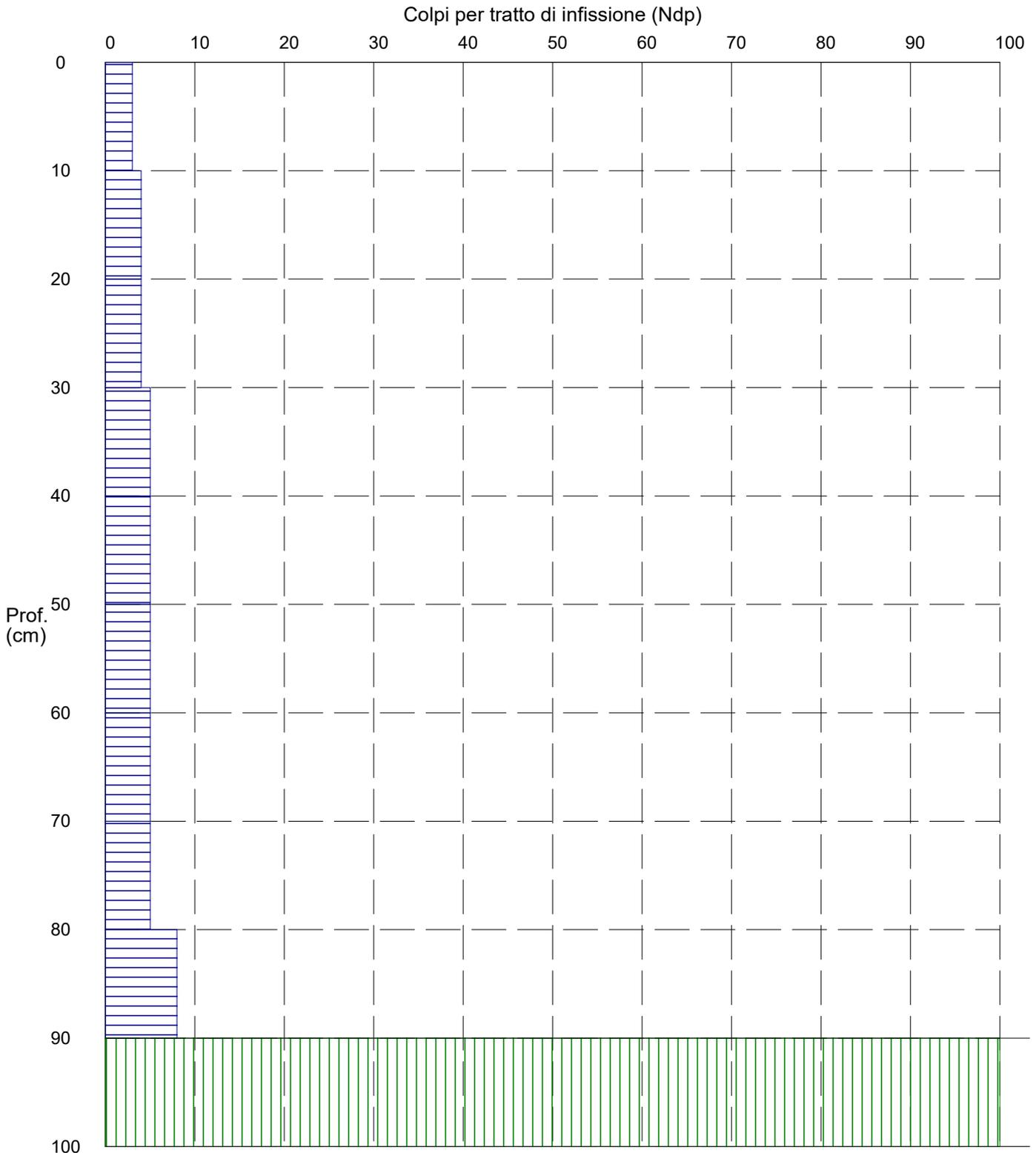
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 100 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



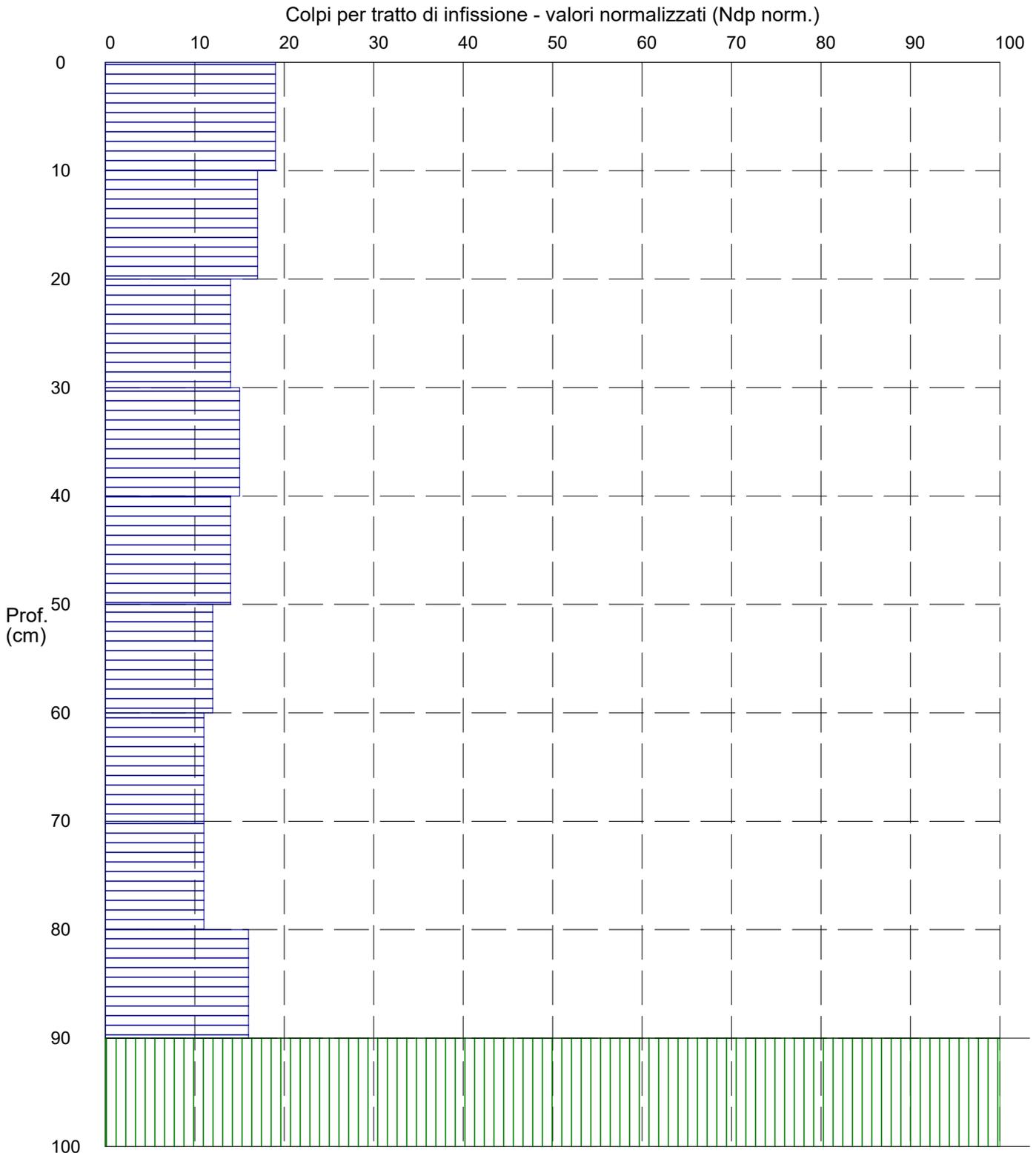
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 100 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



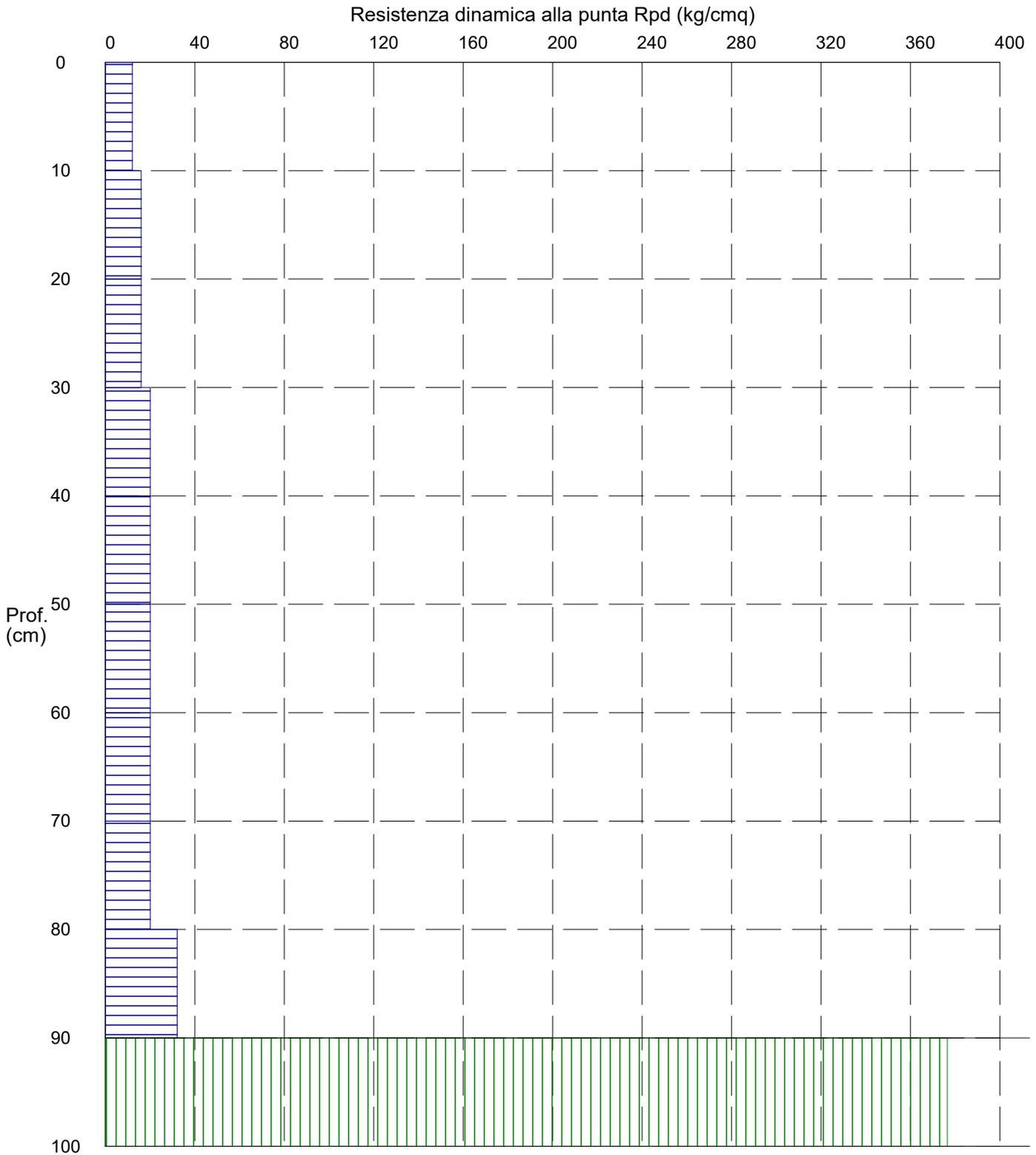
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 100 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



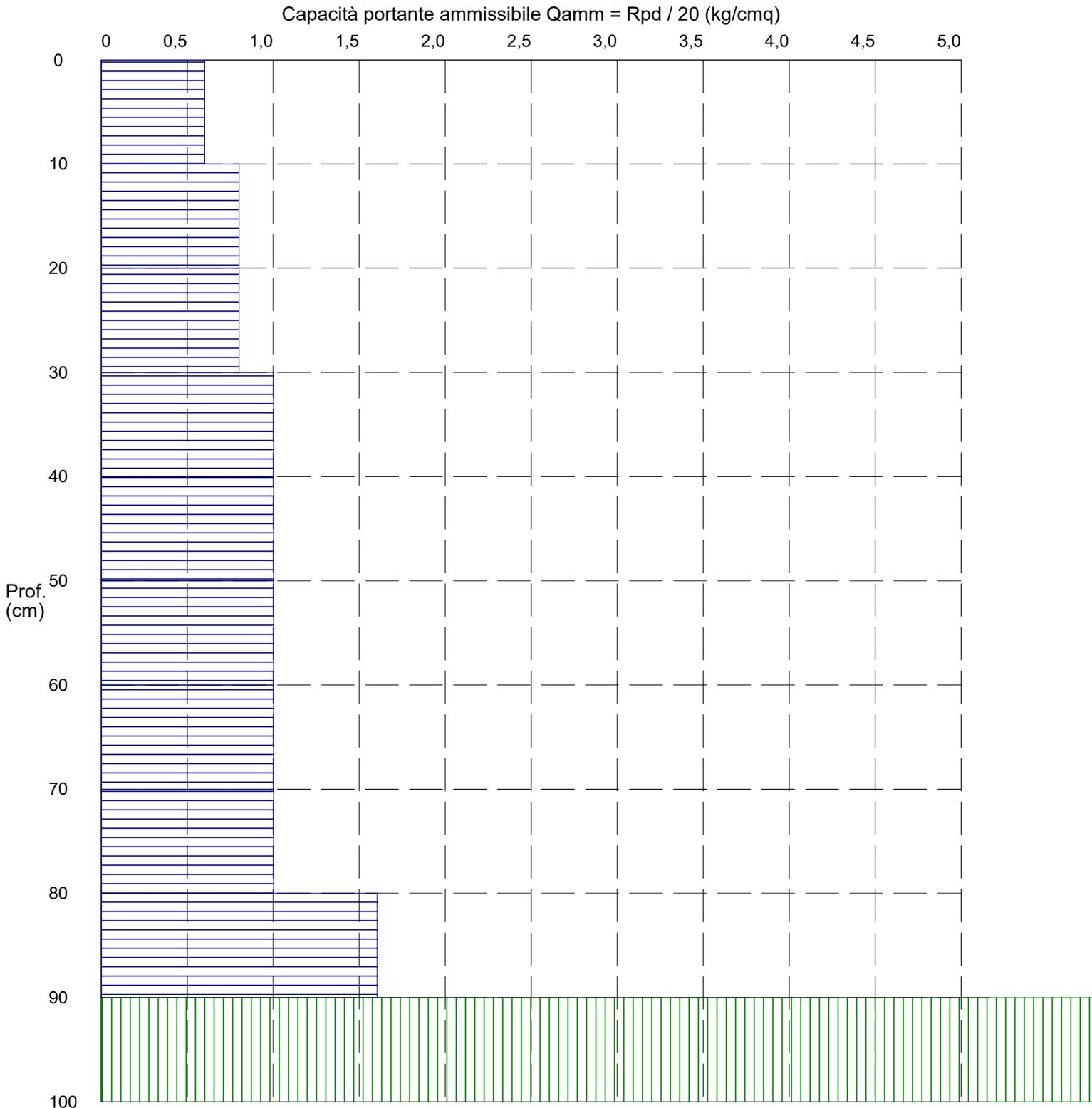
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,90	Ndp	3	8	4,9	4,9
		Rpd (kg/cmq)	12,0	32,1	19,6	
2	da 0,90 a 1,00	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	376,6	376,6	376,6	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,90	48,7	22,9	1,30	29,2	29,2	2455	122,8	-----	-----	-----	-----	-----
2	1,00	47,9	24,2	1,29	52,2	32,0	2392	125,7	-----	-----	-----	-----	-----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,90	Ndp	16,679541692892	16925091779934,9	14,9	14,9
		Rpd (kg/cmq)	12,0	32,1	19,6	
2	da 0,90 a 1,00	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	376,6	376,6	376,6	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,90	92,8	30,0	1,68	105,8	64,0	8238	153,4	----	----	----	----	----
2	1,00	100,0	36,4	2,30	392,0	800,0	49308	219,4	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	5-7-2023
Cantiere:	Loc. San Domenico	Prof.tà prova:	100 cm
Località:	Gravina in Puglia	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	a = 60°
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	d = cm 10

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = 10/N [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

f = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Studio di Geologia Dr. Geol. Baldassarre Franco La Tessa

Via Sammartino, 83 - Torremaggiore (FG) - Tel/Fax 0873 363035 - Cell. 347 0680812

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	3	19	12,03	1	<i>da 50 a 60</i>	4	10	16,04	1
<i>da 10 a 20</i>	5	22	20,04	1	<i>da 60 a 70</i>	5	11	20,04	1
<i>da 20 a 30</i>	4	14	16,04	1	<i>da 70 a 80</i>	5	11	20,04	1
<i>da 30 a 40</i>	5	15	20,04	1	<i>da 80 a 90</i>	6	12	24,05	1
<i>da 40 a 50</i>	5	14	20,04	1	<i>da 90 a 100</i>	100	100	376,57	2

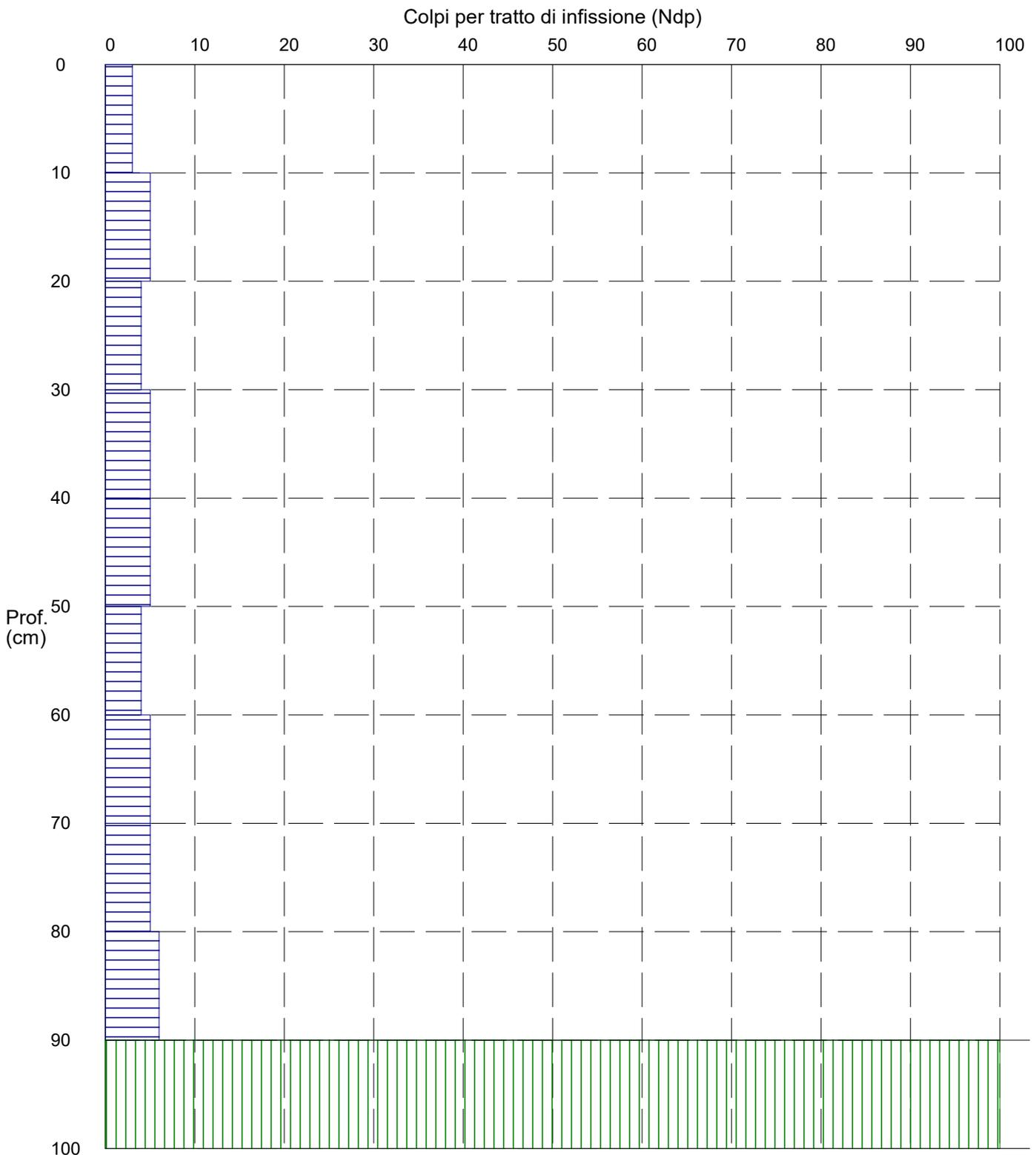
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 100 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



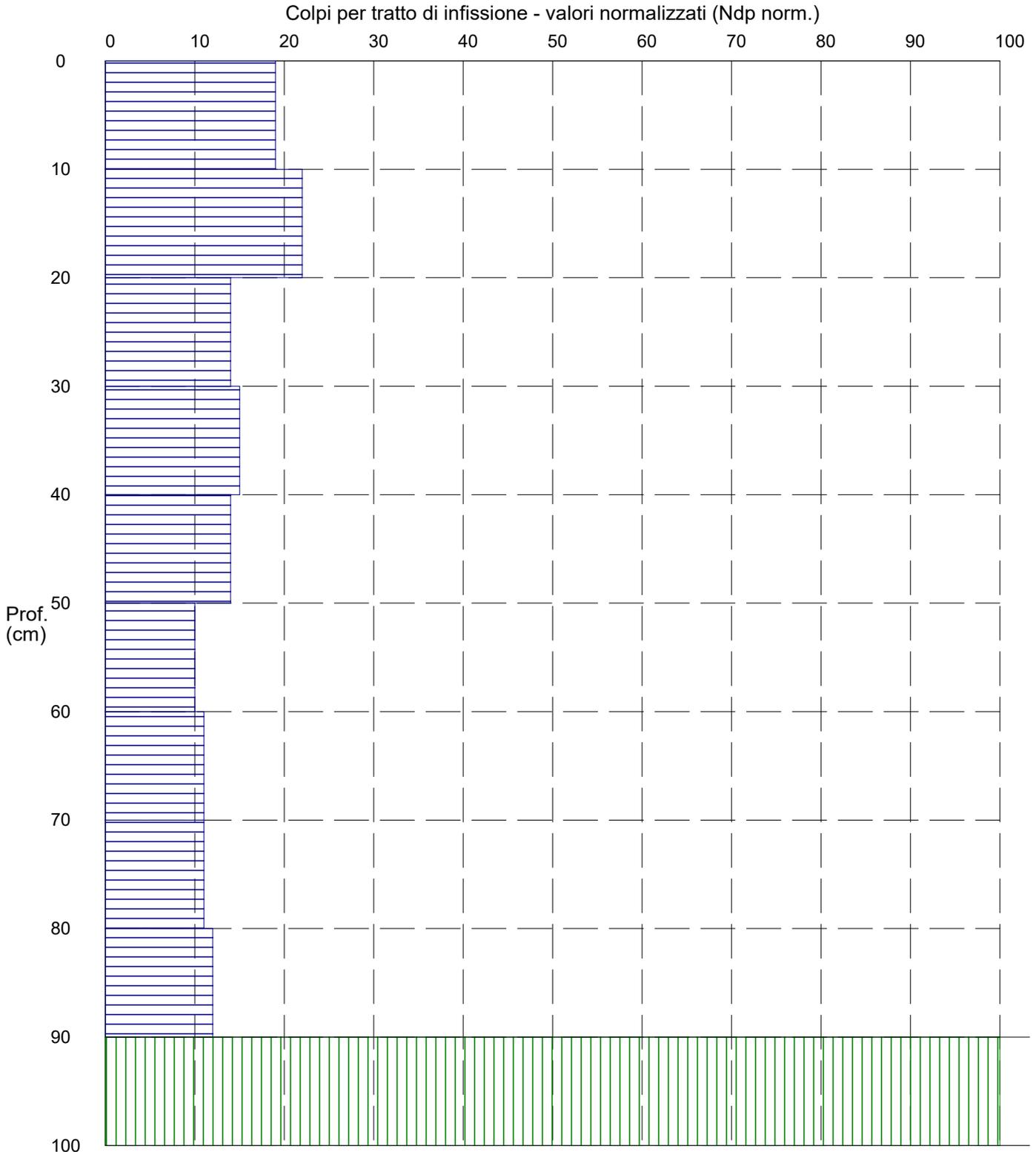
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 100 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



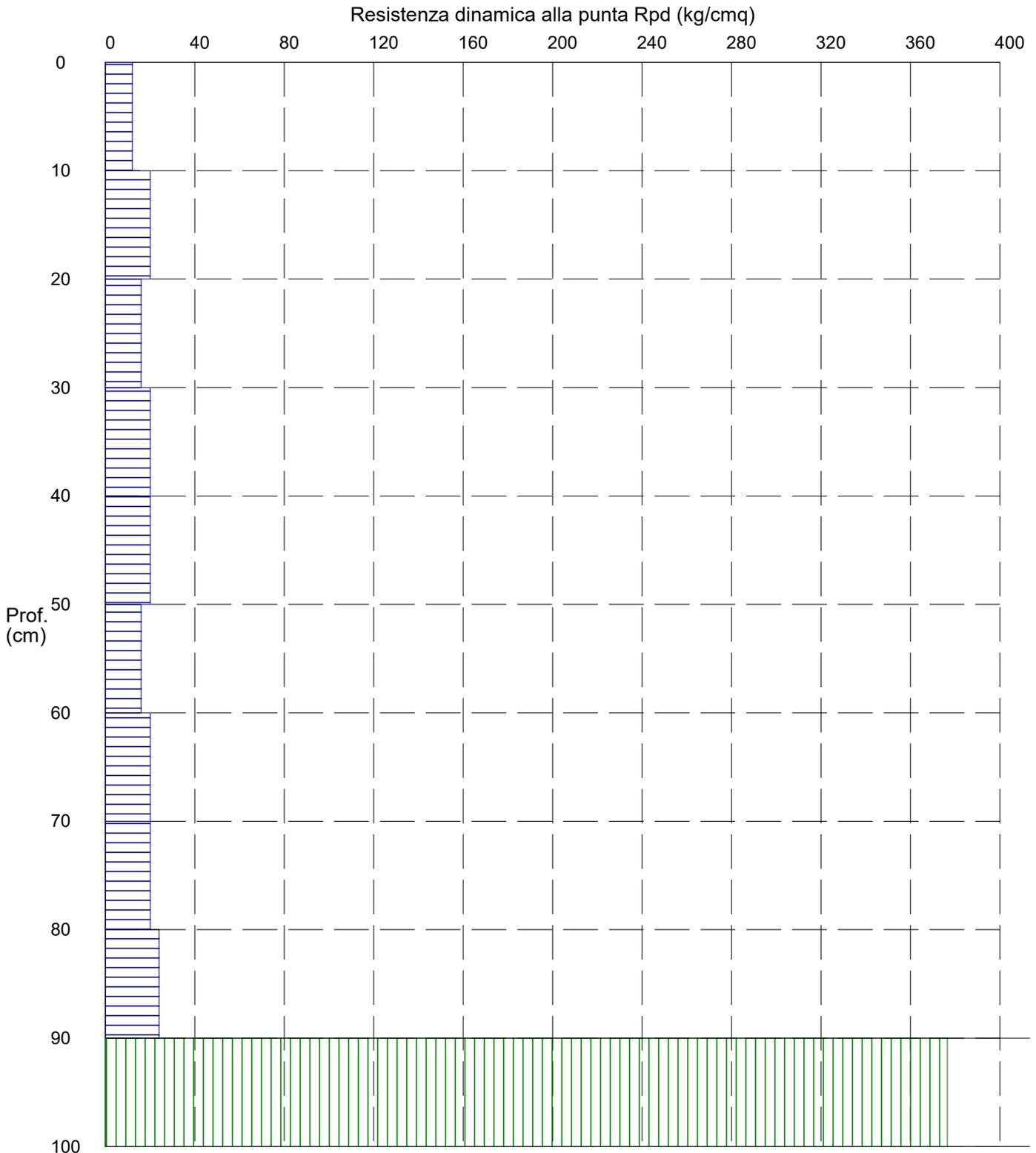
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Loc. San Domenico
Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
Prof.tà prova: 100 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



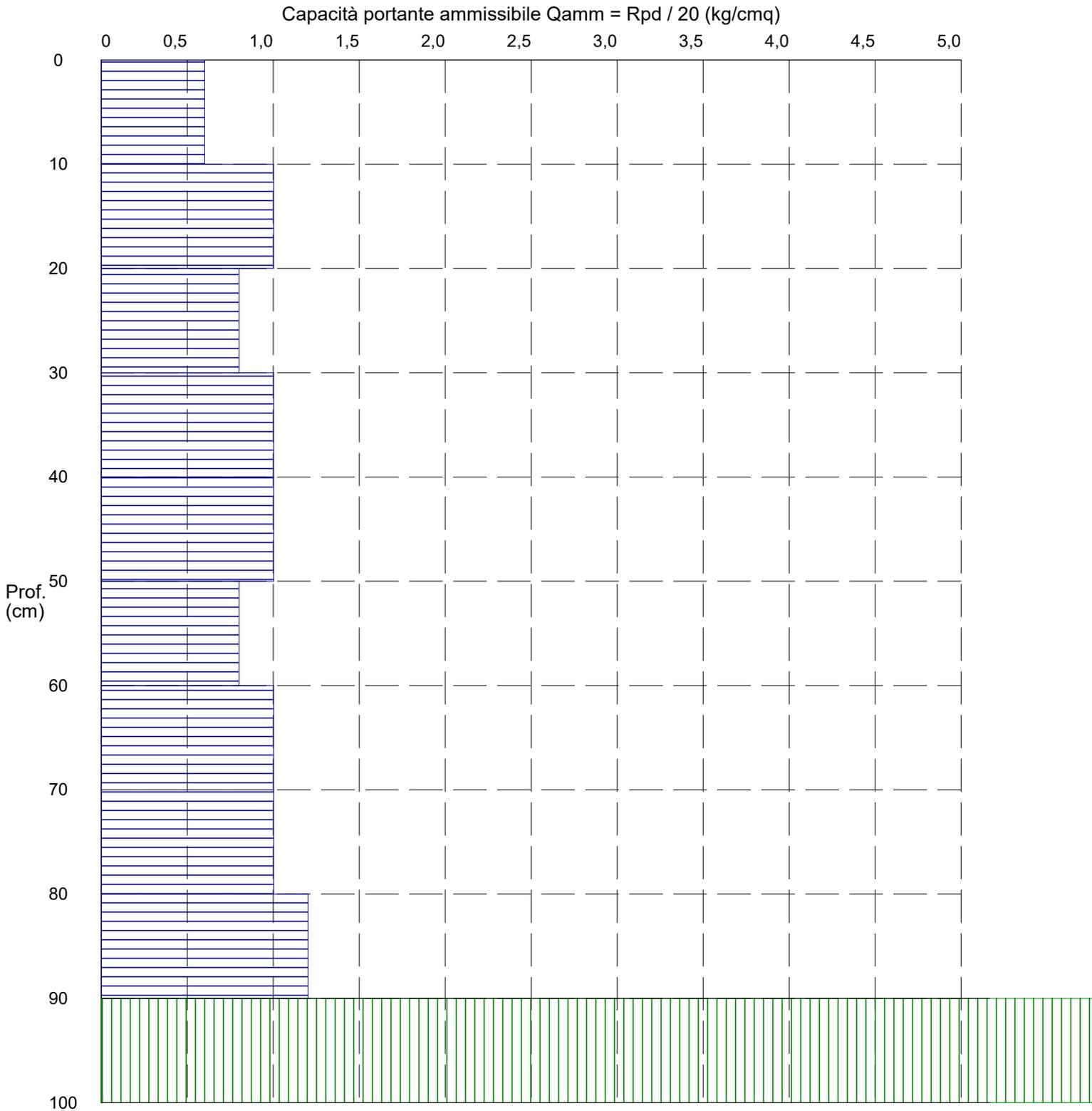
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,90	Ndp	3	6	4,7	4,9
		Rpd (kg/cmq)	12,0	24,1	18,7	
2	da 0,90 a 1,00	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	376,6	376,6	376,6	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,90	48,7	22,9	1,30	29,2	29,2	2455	122,8	-----	-----	-----	-----	-----
2	1,00	47,9	24,2	1,29	52,2	32,0	2392	125,7	-----	-----	-----	-----	-----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 100 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,90	Ndp	12,5	50,9	65,6	23,9
		Rpd (kg/cmq)	12,0	24,1	18,7	14,7
2	da 0,90 a 1,00	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	376,6	376,6	376,6	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,90	92,8	30,0	1,68	105,8	64,0	8238	153,4	-----	-----	-----	-----	-----
2	1,00	100,0	36,4	2,30	392,0	800,0	49308	219,4	-----	-----	-----	-----	-----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	5-7-2023
Cantiere:	Loc. San Domenico	Prof.tà prova:	410 cm
Località:	Gravina in Puglia	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	a = 60°
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	d = cm 10

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = 10/N [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

f = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Studio di Geologia Dr. Geol. Baldassarre Franco La Tessa

Via Sammartino, 83 - Torremaggiore (FG) - Tel/Fax 0873 363035 - Cell. 347 0680812

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 410 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
da 0 a 10	3	19	12,03	1	da 200 a 210	14	18	49,70	3
da 10 a 20	3	13	12,03	1	da 210 a 220	14	18	49,70	3
da 20 a 30	4	14	16,04	1	da 220 a 230	14	17	49,70	3
da 30 a 40	3	9	12,03	1	da 230 a 240	14	17	49,70	3
da 40 a 50	4	11	16,04	1	da 240 a 250	15	18	53,25	3
da 50 a 60	4	10	16,04	1	da 250 a 260	15	17	53,25	3
da 60 a 70	4	9	16,04	1	da 260 a 270	15	17	53,25	3
da 70 a 80	4	8	16,04	1	da 270 a 280	15	17	53,25	3
da 80 a 90	4	8	16,04	1	da 280 a 290	15	16	53,25	3
da 90 a 100	10	19	37,66	2	da 290 a 300	16	17	53,73	4
da 100 a 110	10	18	37,66	2	da 300 a 310	16	17	53,73	4
da 110 a 120	12	21	45,19	2	da 310 a 320	15	15	50,37	4
da 120 a 130	12	20	45,19	2	da 320 a 330	15	15	50,37	4
da 130 a 140	13	21	48,95	2	da 330 a 340	15	15	50,37	4
da 140 a 150	13	20	48,95	2	da 340 a 350	15	15	50,37	4
da 150 a 160	14	21	52,72	2	da 350 a 360	15	14	50,37	4
da 160 a 170	14	20	52,72	2	da 360 a 370	15	14	50,37	4
da 170 a 180	14	20	52,72	2	da 370 a 380	15	14	50,37	4
da 180 a 190	14	19	52,72	2	da 380 a 390	18	17	60,45	4
da 190 a 200	15	20	53,25	3	da 390 a 400	18	16	57,35	5
					da 400 a 410	100	92	318,58	5

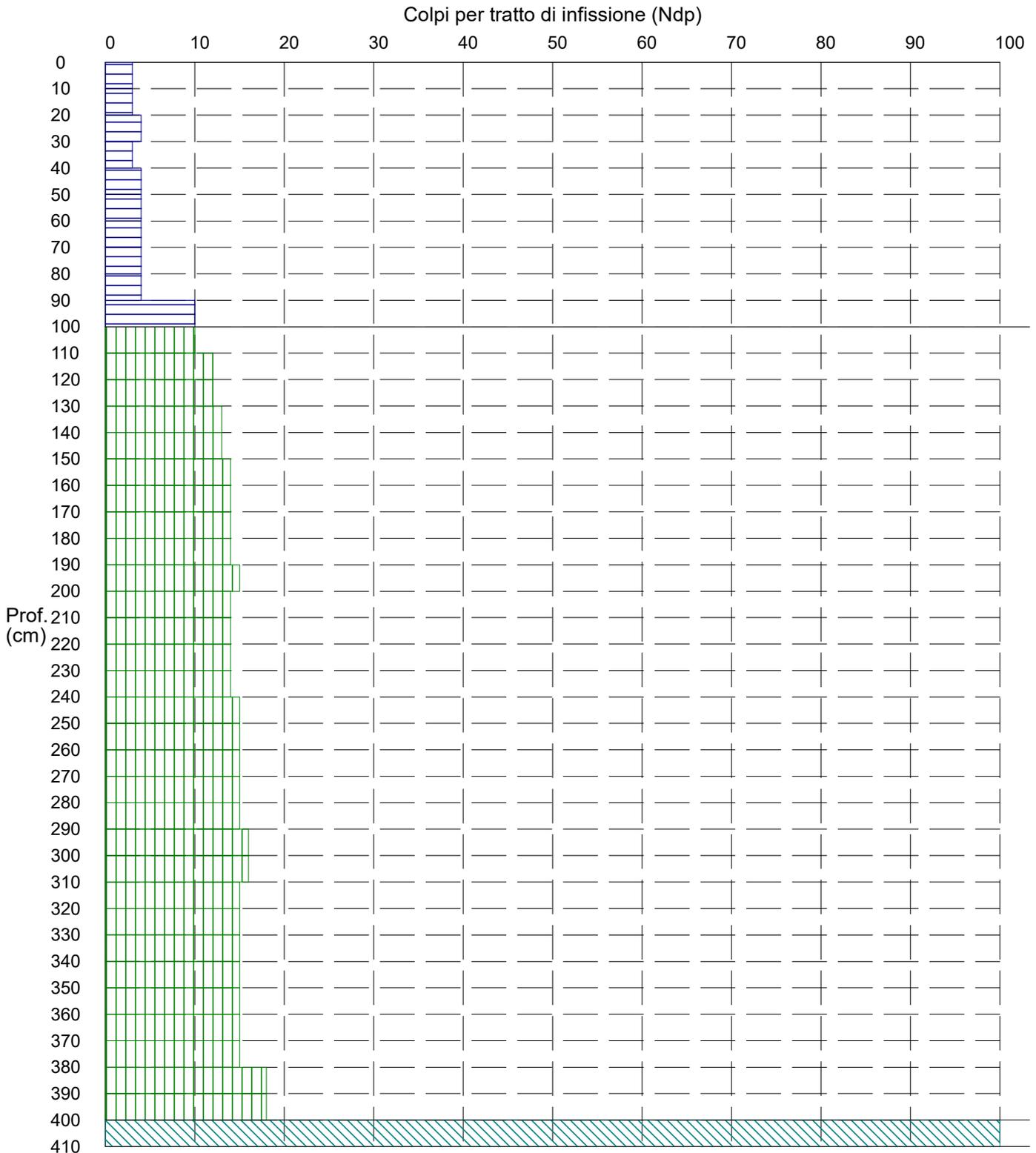
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 410 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



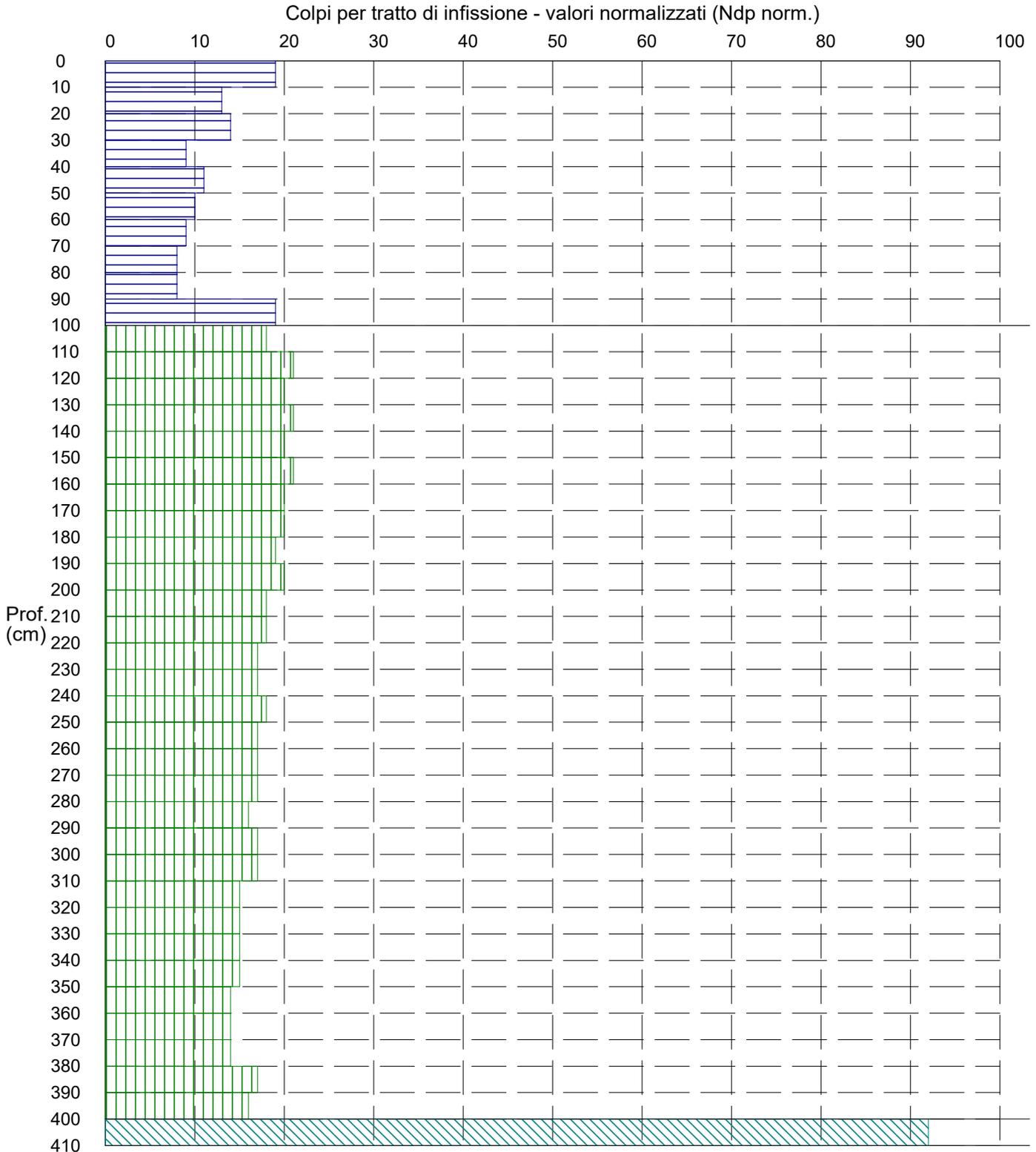
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 410 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



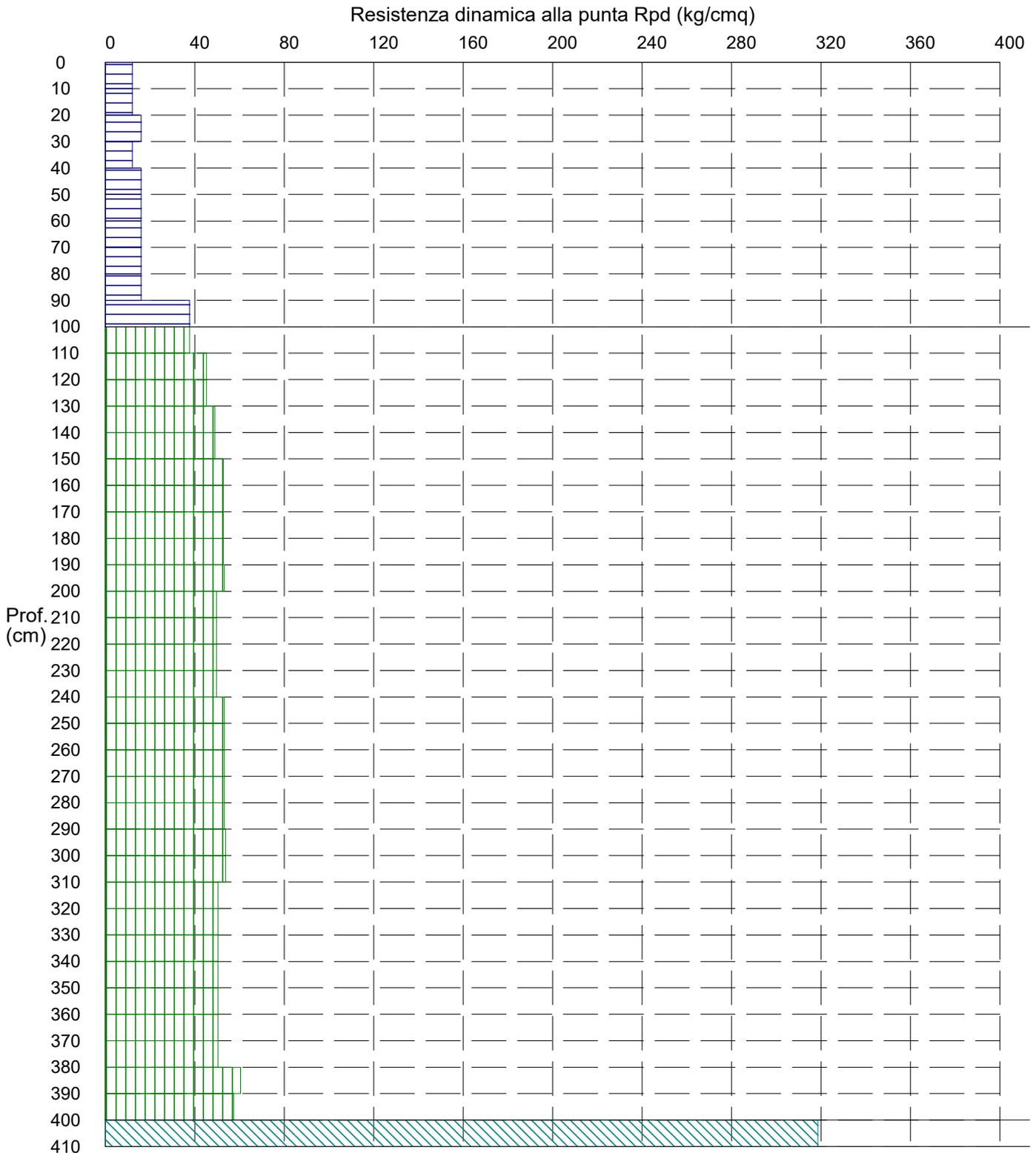
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 410 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



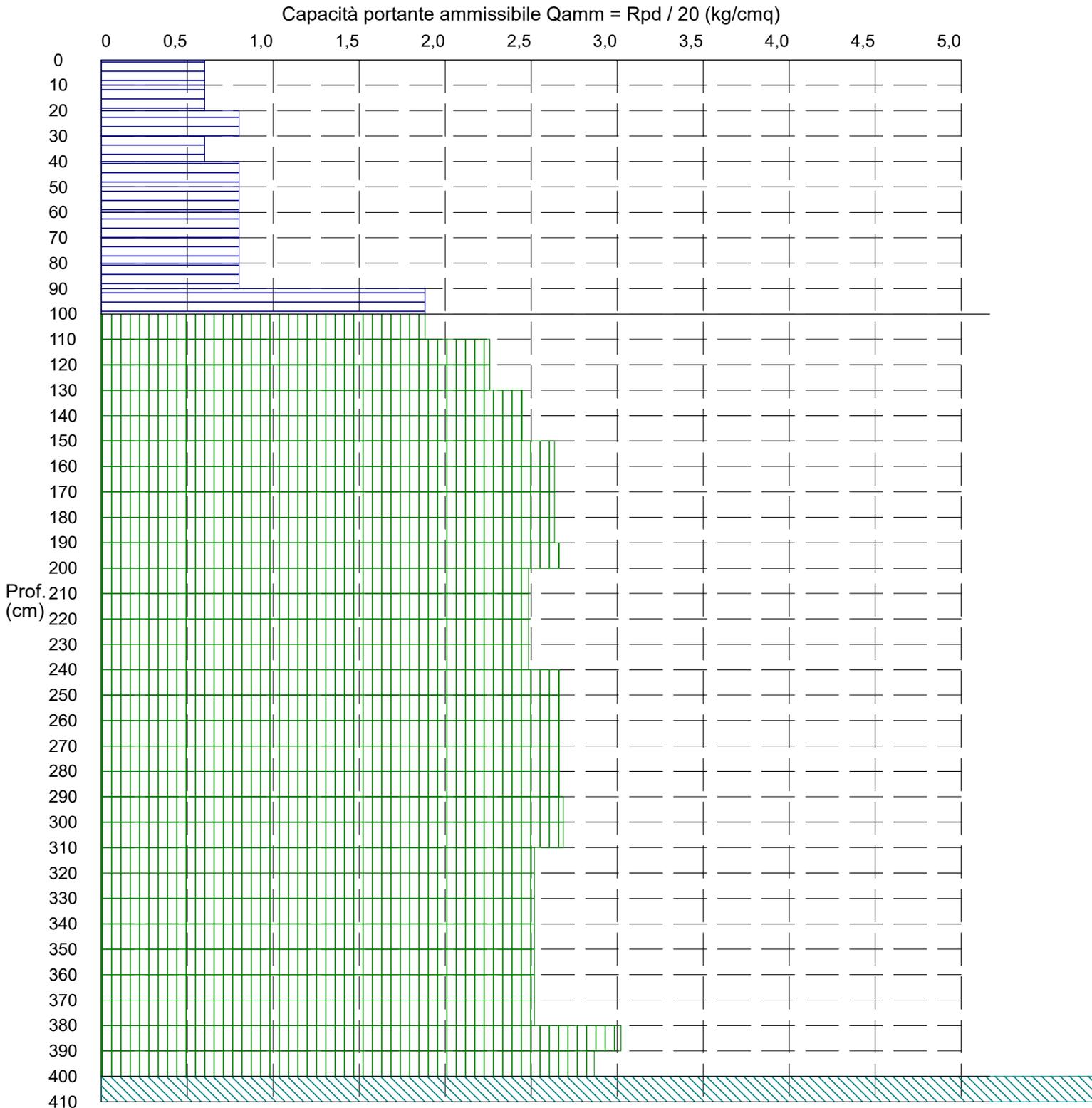
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 410 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 410 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 1,00	Ndp	3	10	4,3	4,3
		Rpd (kg/cmq)	12,0	37,7	17,0	
2	da 1,00 a 4,00	Ndp	10	18	14,5	14,5
		Rpd (kg/cmq)	37,7	60,4	51,1	
3	da 4,00 a 4,10	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	318,6	318,6	318,6	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	1,00	48,7	22,9	1,30	29,2	29,2	2455	122,8	----	----	----	----	----
2	4,00	47,9	24,2	1,29	52,2	32,0	2392	125,7	----	----	----	----	----
3	4,10	100,0	53,7	2,30	392,0	338,0	49308	232,0	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
 Cantiere: Loc. San Domenico
 Località: Gravina in Puglia

Data: 5-7-2023
 Prof.tà prova: 410 cm
 Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt	
1	da 0,00 a 1,00	Ndp	8,46	162,19	0,99	37,0	12,5
		Rpd (kg/cmq)	12,0	37,7	17,0		
2	da 1,00 a 4,00	Ndp	14,53	94,47	23,76	66,91	18,0
		Rpd (kg/cmq)	37,7	60,4	51,1		
3	da 4,00 a 4,10	Ndp	92,81	92,23	92,81	92,23	92,8
		Rpd (kg/cmq)	318,6	318,6	318,6		

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	f (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	1,00	92,8	30,0	1,68	105,8	64,0	8238	153,4	----	----	----	----	----
2	4,00	100,0	36,4	2,30	392,0	800,0	49308	219,4	----	----	----	----	----
3	4,10	87,5	31,8	1,77	104,4	76,4	10221	174,2	----	----	----	----	----

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. Legge n. 64 del 02.02.1974. *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
2. D.M. 11.03.1988 - *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri...”*;
3. Circolare Min. LL. PP. n. 30483 del 24.09.1988 - *“Norme di attuazione del D.M. 11.03.1988”*;
4. Circolare Ministero Lavori Pubblici 9 gennaio 1996 n. 218/24/3. Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. *“Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”*;
5. Legge Regionale 9 dicembre 2002, n. 19 - *Istituzione dell’Autorità di bacino della Puglia*;
6. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 – *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*;
7. Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 – *“Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137 e succ. mod. e integr.”*;
8. Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale D.Lgs.152/2006 e s.m.i., Legge 221/2015, D.M. n. 294/2016 e DPCM 4 aprile 2018 - Sede Basilicata e Puglia
9. D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 – *“Norme in Materia Ambientale”* e succ. mod. ed int.; 10. Deliberazione della Giunta Regionale n. 176 del 16/02/2015 – *Approvazione del Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia (PPTR)*;
10. Regolamento Regionale 11 marzo 2015, n. 9 – *“Norme per i terreni sottoposti a vincolo idrogeologico”*;
11. Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 – *“Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»*;
12. Circolare 21 gennaio 2019 n.7 *“Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»»* .
13. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 19 giugno 2019 – *“Approvazione di varianti al Piano stralcio assetto idrogeologico (PAI), assetto geomorfologico e assetto idraulico del territorio della ex Autorità di Bacino della Puglia”*.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B., PALMIERI E.L.-PAROTTO M.- Il globo terrestre e la sua evoluzione- Zanichelli 1973-2008
- TERZAGHI K., PECK R.B. – Geotecnica- UTET-1967-1996
- LANCELLOTTA R. “*Geotecnica*” – Zanichelli 1987-1993
- GASPARINI P., MANTOVANI M.S.M.- Fisica della terra solida -Liguori Editori 1984
- LAMBE T. WILLIAM, WHITMAN ROBERT V. (1979) – “*Meccanica dei terreni*” – Dario Flaccovio Editore, 1997.
- PARRIAUX A.- Fondamenti di geologia per l'ingegneria- Dario Flaccovio Editore, 2013
- IPPOLITO F., NICOTERA P., LUCIANA P., CIVITA M., DE RISO R.- Geologia tecnica- ISEDI 1993
- BALDUZZI A., CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) – “*Il Plio-Pleistocene del sottosuolo del bacino pugliese (Avanfossa Appenninica)*”. *Geologia Romana*, 21, 1- 28, 20 figg., 1984, Roma.
- BOENZI F. (1983) – “*Il quadro geografico-fisico in: Puglia, un mezzogiorno diverso*”. *La Geografia nelle scuole*, 28(2), 69-82, Officina, Trieste.
- AZZAROLI, CASSETTI, PERNO, RANDINA 1968 - *Note illustrative alla Carta geologica d'Italia: F° 188 “Gravina in Puglia”*. - Serv. Geol. d'Italia, Roma
- BOSCHI, E. GUIDOBONI, E. FERRARI, G. MARIOTTI, D. VALENSISE, G. GASPERINI, P. (2000) – “*Catalogue of strong Italian earthquakes from 461 B.C. to 1997*”. *Annali di Geofisica*, 43, 609-868.
- BOWLES J. E. (1991) – *Fondazioni, progetto e analisi* – McGraw-Hill.
- CASNEDI R. (1988) – “*La fossa Bradanica: origine, sedimentazione e migrazione*”. *Mem. Soc. Geol. It.* 41, 439-448, 7 figg., 1992, Roma.
- CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) – “*Evoluzione della avanfossa adriatica meridionale nel Plio- Pleistocene, sulla base dei dati di sottosuolo*”. *Mem. Soc. Geol. It.*, 24,243-260, 10 figg., 1984, Roma.
- CELICO P. (1986) – “*Prospezioni idrogeologiche*” Volume I e II, *Liguori editore s.r.l.*
- CHERUBINI (2000), (*Reliability evaluation of shallow foundation bearing capacity on c', phi' soils, Canadian Geotechnical Journal*, 37, 264–269).
- COTECCHIA V. (1956) – “*Gli aspetti idrogeologici del Tavoliere delle Puglie*”. *L'Acqua*, 11- 12, 168-180, 6 figg..
- COTECCHIA V. (2014) – “*Memorie descrittive della carta geologica d'Italia. Vol. 92: Le acque sotterranee e l'intrusione marina in Puglia: dalla ricerca all'emergenza nella salvaguardia della risorsa*”. ISPRA Serv. Geologico d'Italia,
- DEL GAUDIO V. – “*Elementi per la stima della pericolosità sismica in Puglia*”. *Geologi e Territorio* n. 2/2007.
- FACCIORUSSO J., MADIAI C., VANNUCCHI G. – “*Dispense di Geotecnica, cap. 4 Idraulica dei terreni*” – Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambiente.
- Database Macrosismico Italiano (DBMI15). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
- PATACCA E., SCANDONE P. & MAZZA P. (2008) – “*Oligocene migration path for Apulia macromammals: the Central-Adriatic bridge*”. *Boll. Soc. Geol. It.*, 127, 337-355.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) – “*Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avanpaese Apulo*”. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41 (I), 57-82, 15 figg., 1992, Roma.