



COMUNE DI FOGGIA



PROGETTO DEFINITIVO

- PROGETTO AGRIVOLTAICO - IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO FOTOVOLTAICO INTEGRATO DA PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AGRICOLA

Committente:

Grupotec Solar Italia 11 S.R.L.

Via Statuto, 10
20121 Milano (MI)



StudioTECNICO
Ing. Marco G Balzano

Via Cancellotto, 3
70125 BARI | Italy
+39 331.6794367
www.ingbalzano.com



Spazio Riservato agli Enti:

REV	DATA	ESEGUITO	VERIFICA	APPROV	DESCRIZIONE
R0	10/02/2023	Ing. Arch. Perrini	Geol. De Giorgio	MBG	Prima Emissione

Numero Commessa:

SV782

Data Elaborato:

10/02/2023

Revisione:

R0

Titolo Elaborato:

Relazione Geotecnica

Progettista:

ing.MarcoG.Balzano

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.9341
Professionista Antincendio Elenco Ministero degli Interni BA09341101837
Consulente Tecnico d'Ufficio (CTU) Tribunale Bari

Elaborato:

V.12

Sommario

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. UBICAZIONE DELL'AREA	4
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE	6
5. ESECUZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA	8
6. RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA	10
6.1 PROVA SV782_S1	10
6.2 PROVA SV782_S2	13
6.3 PROVA SV782_S3	16
6.4 PROVA SV782_S4	19
6.5 PROVA SV782_S5	22
7. ANALISI DEI RISULTATI E DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO GENERALE DEL SITO 25	
7.1 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO CAMPO FOTOVOLTAICO	25
7.2 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO SOTTOSTAZIONE	25
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	27

1. Premessa

La presente relazione geotecnica, redatta dalla sottoscritta Ing. Arch. Marianna Perrini a seguito dell'incarico conferito alla GeoMoniTek S.r.l. dallo STUDIO TECNICO Ing. Marco Balzano, integra la documentazione a corredo del *Progetto per la Realizzazione di impianto agrivoltaico Utility Scale* da realizzare su due lotti posizionati nel territorio comunale di Cerignola, provincia di Foggia, su cui verranno installati pannelli fotovoltaici e denominato “**SV782 Faranone**”. L'iniziativa nello specifico, prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo fotovoltaico integrato da progetto agronomico dedicato.

Lo studio è stato esteso anche alle aree interessate dalla realizzazione delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla perfetta funzionalizzazione dell'impianto su indicato, ossia l'elettrodotto di collegamento e la sottostazione di servizio.

A tal riguardo il presente documento fornisce un'analisi geotecnica dei terreni costituenti i siti oggetto di studio e delle aree circostanti, orientata alla definizione del *Modello geotecnico del Sottosuolo* su cui graveranno i carichi di progetto ed installate le relative fondazioni.

A tal proposito, si è proceduto all'acquisizione, elaborazione ed articolazione di dati geologici rivenienti dalla relazione geologica redatta per il progetto e integrata da indagini dirette realizzate per implementare i caratteri geotecnici delle litologie presenti e consistita nell'esecuzione di n.5 prove penetrometriche.

In relazione alla finalità dello studio quindi, le attività sono state articolate sviluppando il seguente programma:

- analisi della bibliografia esistente;
- realizzazione di n.5 prove penetrometriche.

2. Normativa di riferimento

Nella redazione della presente relazione è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica italiana, ed in particolare, le seguenti disposizioni:

- D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D.M. 14.01.2008 – “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- 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 generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”, applicabile per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II.

3. Ubicazione dell'area

L'area interessata dall'opera è situata nel territorio comunale di Foggia ed in quello di Manfredonia (Fg), nell'area interna del Tavoliere delle Puglie.

Nelle seguenti immagini si riporta la cartografia di riferimento con ubicazione dell'area interessata dalle opere:

- Stralcio della Carta Topografica d'Italia IGMI: F°164 IV SE "Amendola", F°164 III NE "Borgo tavernola" e F°164 II NO "Borgo Mezzanone" (fig.1);
- Immagine satellitare anno 2016; fonte: fonte: www.sit.puglia.it (fig.2).

Inoltre il sito ricade nel Foglio 164 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

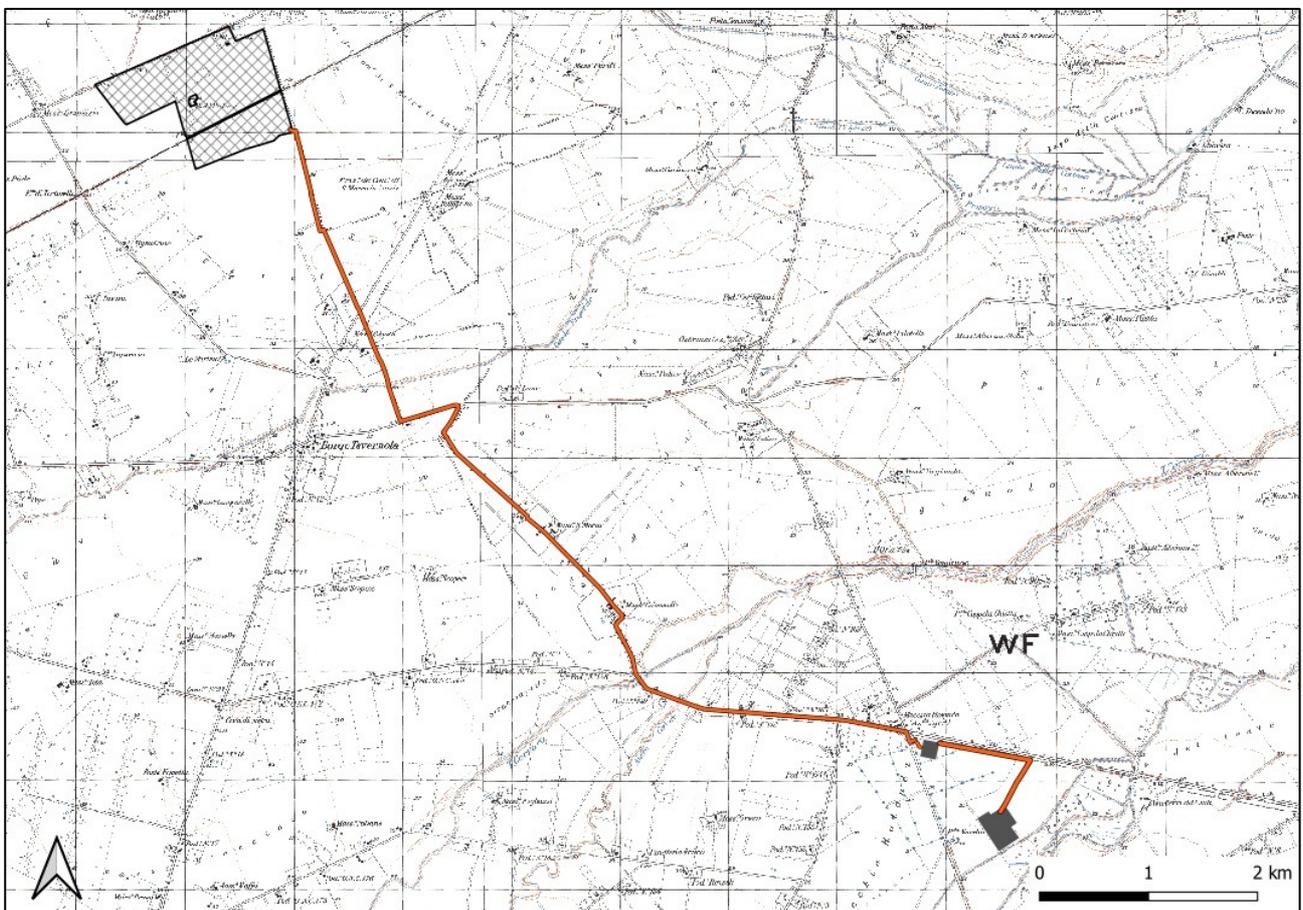


Figura 1 - Stralcio delle Tavolette IGMI F°164 IV SE "Amendola", F°164 III NE "Borgo tavernola" e F°164 II NO "Borgo Mezzanone".
Fonte: www.pcn.minambiente.it.

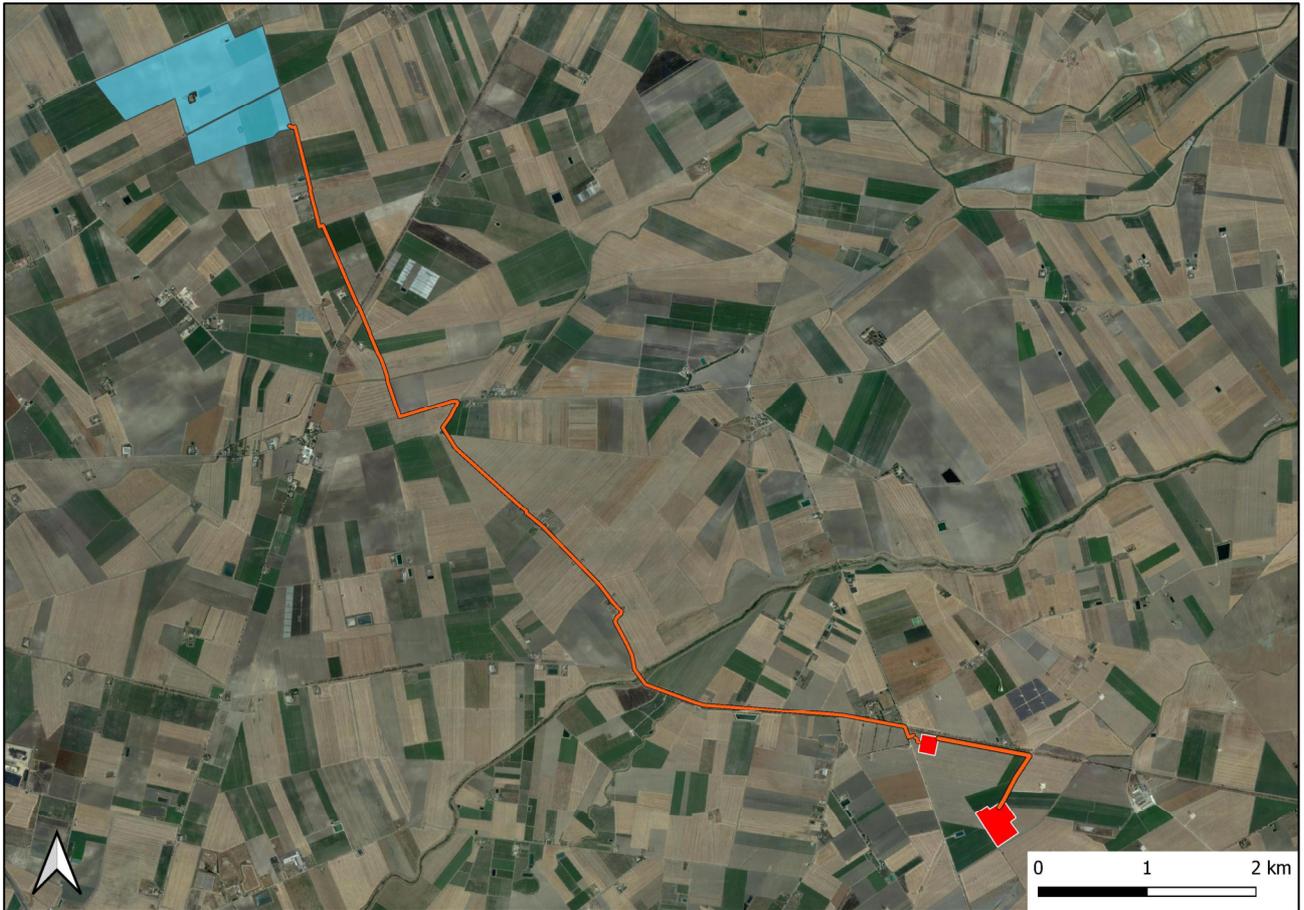


Figura 2 - Ubicazione del sito su Immagine satellitare del 2015. Fonte: www.sit.puglia.it

4. Indagini geognostiche eseguite

Per la definizione del Modello Geologico del Sottosuolo e la determinazione della risposta sismica del sito, come previsto dall'attuale normativa (Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M.17/1/2018), l'indagine geognostica è consistita nella ricostruzione dei caratteri litostratigrafici e geostrutturali dell'ammasso roccioso nel suo volume significativo.

Per raggiungere tali obiettivi sono stati interpretati e correlati come detto i dati derivanti dalle indagini geofisiche indirette (sismica a rifrazione onde P e M.A.S.W.) eseguite nell'area in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici e dove sarà realizzata la sottostazione di servizio (fig. 6), integrati dalle risultanze superficiali (osservazioni di scavi, fronti stradali, ecc.) rilevate durante sopralluoghi mirati, nonché da quanto emerso da studi pregressi e dalle prove penetrometriche realizzate in sito.

Il piano di indagini per la caratterizzazione dei terreni quindi, nel suo complesso, è consistito nella realizzazione di n. 5 prove penetrometriche e n. 4 indagini sismiche.

Per le indagini sismiche in particolare, sono state realizzate le prove in modalità tomografica e sono state eseguite le MASW sulla stessa traccia.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le informazioni relative alla localizzazione delle indagini, illustrate inoltre in fig.6a,b. Gli stendimenti sismici con sigla AA', BB' e CC' sono stati realizzati in corrispondenza del campo fotovoltaico, mentre lo stendimento DD' in corrispondenza della sottostazione di servizio.

Per quanto concerne le prove penetrometriche invece, le indagini S1, S2, S3, S4 sono state realizzate in corrispondenza del campo fotovoltaico, mentre la S5 in corrispondenza della sottostazione di servizio.

SIGLA PROVA PENETROMETRICA	LAT.	LONG.	SIGLA INDAGINE SISMICA	LAT.	LONG.
CAMPO FOTOVOLTAICO					
SV782 S1	4595558.01	556582.57	TOMO AA' (36 m)	A – 4595585.3	A – 556598.4
				A' – 4595550.6	A' – 556614.4
SV782 S2	4595190.69	555940.07	TOMO BB' (36 m)	B – 4595217.3	B – 555974.1
				B' – 4595200.2	B' – 555934.0
SV782 S3	4594846.25	556503.77	TOMO CC' (36 m)	C – 4594886.2	C – 556537.8
				C' – 4594869.9	C' – 556499.6
SV782 S4	4595173.53	555188.27			
SOTTOSTAZIONE					
SV782 S5	4589178.7	562812.6	TOMO DD' (24 m)	D – 4589192.3	D – 562733.9
				D' – 4589178.7	D' – 562759.6

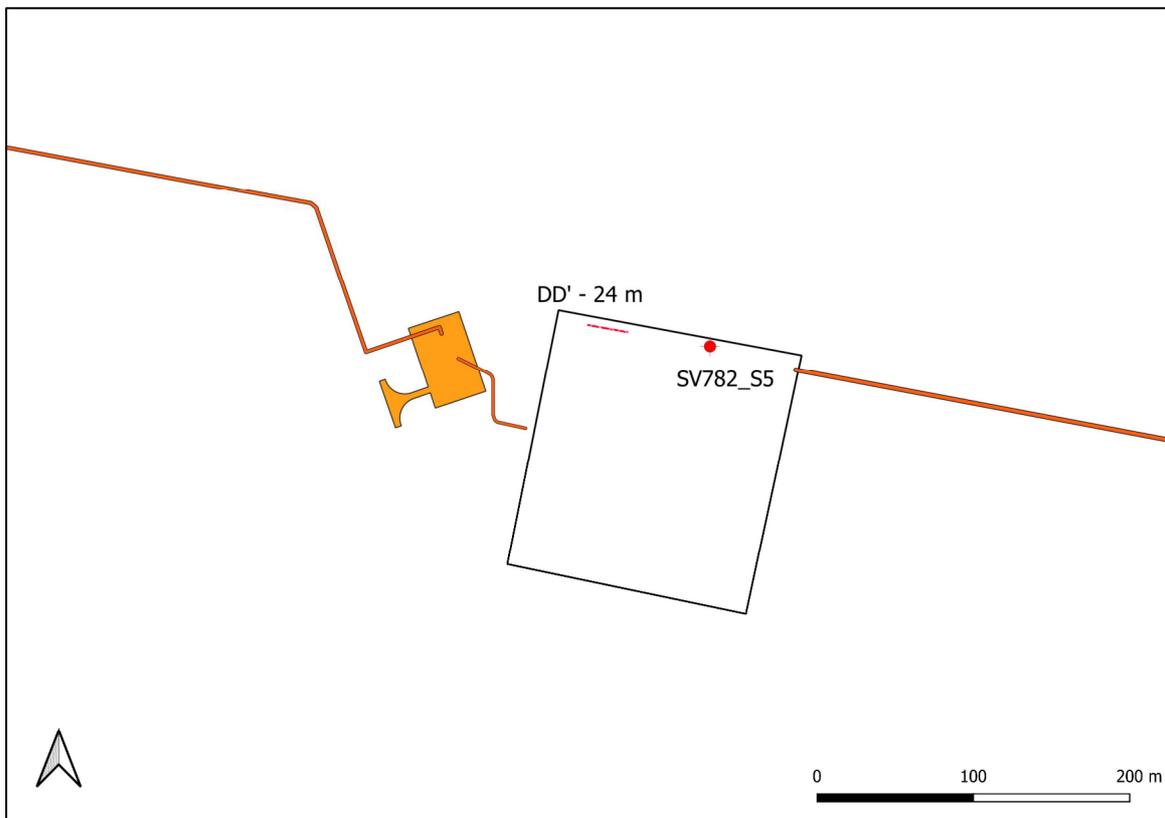
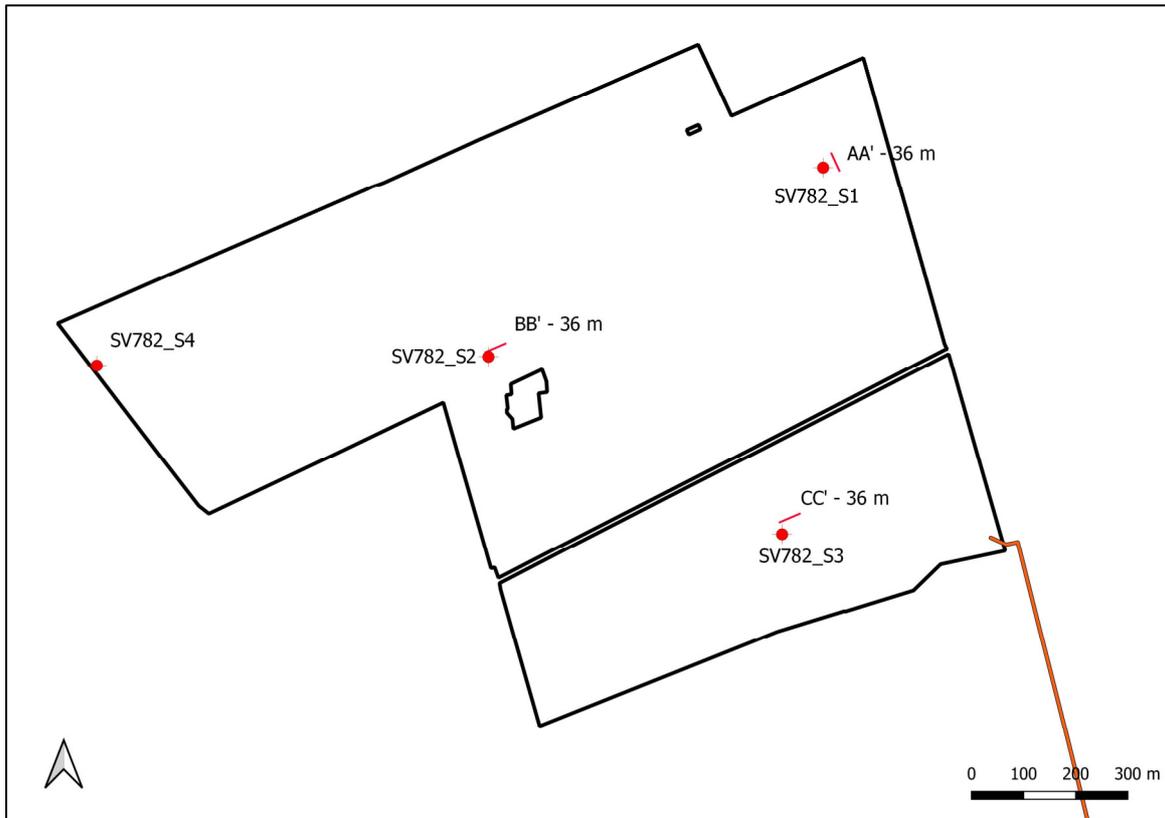


Figura 3 a,b – Ubicazione indagini geognostiche

5. Esecuzione della prova penetrometrica dinamica

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei depositi interessati dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere ad esso connesse, è stata eseguita una campagna di indagine di prospezione geologica dei terreni a mezzo di N° 5 Prove Penetrometriche Dinamiche realizzate come indicato in figura 3a,b.

Le prime 4 Prove penetrometriche sono state realizzate in corrispondenza del campo fotovoltaico (S1, S2, S3, S4) mentre la sesta (S5) è stata realizzata in corrispondenza della sottostazione elettrica.

La prova penetrometrica dinamica consiste nel misurare la resistenza alla penetrazione di una punta conica, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione, secondo una procedura standardizzata.

Le prove in sito sono state effettuate utilizzando un penetrometro dinamico modello DM30 della GEO DEEP DRILL, eseguite secondo lo standard DIN 4094 (la prova consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 10 cm, misurando il numero di colpi necessari).

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: GEO DEEP DRILL DM30	
Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	3.5 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(20)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°



La resistenza opposta dal terreno alla punta conica viene correlata alle caratteristiche fisico-meccaniche e portanti del terreno, consentendo inoltre di riconoscere, con buona approssimazione, la stratigrafia del sottosuolo; il tutto fino alla profondità a cui la resistenza del terreno è tale da non permetterne più l'infissione (rigetto della punta).

Per il riconoscimento ed il calcolo delle più significative caratteristiche fisico-meccaniche del terreno di fondazione, sono state elaborate le norme relative al penetrometro utilizzato per la prova eseguita.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

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

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

Dove:

M = peso massa battente.

M' = peso aste.

H = altezza di caduta.

A = area base punta conica.

D = passo di avanzamento.

Attraverso la nota "Formula degli Olandesi", di seguito riportata, ci si ricava la resistenza dinamica alla punta (altrimenti detta resistenza di rottura dinamica alla punta) (R_{pd}), parametro caratteristico dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo.

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

Nei successivi paragrafi saranno illustrate nello specifico le 6 prove realizzate, con l'indicazione della stratigrafia desunta e dei relativi parametri geotecnici delle litologie incontrate.

6. Risultati della prova penetrometrica

6.1 Prova SV782_S1

La prova penetrometrica SV782_S1 è stata spinta fino ad una profondità di 4.5 m dal p.c., fino a rifiuto.

Qui di seguito si riportano i risultati sintetici.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	7	0.857	2.30	2.69	115.05	134.31
0.20	11	0.855	3.61	4.22	180.38	211.06
0.30	10	0.853	3.27	3.84	163.60	191.87
0.40	9	0.851	2.94	3.45	146.91	172.68
0.50	10	0.849	3.26	3.84	162.87	191.87
0.60	7	0.847	2.28	2.69	113.76	134.31
0.70	7	0.845	2.27	2.69	113.51	134.31
0.80	8	0.843	2.59	3.07	129.45	153.50
0.90	19	0.792	5.42	6.84	270.89	342.23
1.00	15	0.790	4.27	5.40	213.38	270.18
1.10	11	0.838	3.32	3.96	166.04	198.13
1.20	9	0.836	2.71	3.24	135.57	162.11
1.30	20	0.785	5.65	7.20	282.63	360.24
1.40	37	0.683	9.10	13.33	455.10	666.45
1.50	45	0.631	10.23	16.21	511.62	810.55
1.60	39	0.630	8.84	14.05	442.25	702.48
1.70	38	0.678	9.28	13.69	464.02	684.46
1.80	32	0.676	7.80	11.53	389.83	576.39
1.90	32	0.675	7.33	10.86	366.48	543.14
2.00	33	0.673	7.54	11.20	377.06	560.11
2.10	28	0.722	6.86	9.50	342.96	475.25
2.20	30	0.720	7.33	10.18	366.68	509.19
2.30	33	0.669	7.49	11.20	374.50	560.11
2.40	36	0.667	8.15	12.22	407.64	611.03
2.50	45	0.616	9.41	15.28	470.25	763.79
2.60	45	0.614	9.38	15.28	469.15	763.79
2.70	44	0.613	9.15	14.94	457.66	746.81
2.80	43	0.611	8.92	14.60	446.24	729.84
2.90	42	0.610	8.22	13.48	411.16	673.98
3.00	43	0.609	8.40	13.80	420.00	690.03
3.10	43	0.607	8.38	13.80	419.08	690.03
3.20	45	0.606	8.75	14.44	437.61	722.13
3.30	46	0.605	8.93	14.76	446.37	738.17
3.40	48	0.603	9.30	15.41	464.78	770.27
3.50	46	0.602	8.89	14.76	444.48	738.17
3.60	45	0.601	8.68	14.44	433.91	722.13
3.70	45	0.600	8.66	14.44	433.01	722.13
3.80	46	0.598	8.83	14.76	441.73	738.17
3.90	46	0.597	8.36	14.00	418.04	699.99
4.00	47	0.596	8.53	14.30	426.28	715.21
4.10	46	0.595	8.33	14.00	416.39	699.99
4.20	45	0.594	8.13	13.70	406.55	684.77
4.30	45	0.593	8.12	13.70	405.77	684.77
4.40	44	0.591	7.92	13.39	396.00	669.56
4.50	44	0.590	7.91	13.39	395.26	669.56
4.60	rifiuto					

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m ³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.2	10.25	3.83	Incoerente	16.18	18.63	9.71	0.75	7.7	Sabbie e sabbie limose
4.5	40.79	13.39	Incoerente	20.99	20.1	54.05	0.75	30.63	Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi

Stima dei parametri geotecnici

Terreni incoerenti

Descrizione	Prof. Strato [m]	Densità relativa	Angolo di attrito ϕ [°]	Modulo di Young E_y [Mpa]	Modulo Edometrico E_d [Mpa]	Class. A.G.I.	Poisson	Modulo di taglio G [Mpa]
		Meyerhof (1957)	Sowers (1961)	Schultze-Menzenbach	Menzenbach e Malcev	A.G.I. 1977	A.G.I.	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Sabbie e sabbie limose	0 – 1.2	65.19	30.16	-	7.09	Poco addensato	0.34	42.67
Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi	1.2 – 4.5	100	36.58	35.51	17.12	Addensato	0.29	99.19

6.2 Prova SV782_S2

La prova penetrometrica SV782_S2 è stata spinta fino ad una profondità di 4.70 m dal p.c., fino a rifiuto.

Qui di seguito si riportano i risultati sintetici.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	1	0.857	0.33	0.38	16.44	19.19
0.20	1	0.855	0.33	0.38	16.40	19.19
0.30	1	0.853	0.33	0.38	16.36	19.19
0.40	2	0.851	0.65	0.77	32.65	38.37
0.50	10	0.849	3.26	3.84	162.87	191.87
0.60	12	0.847	3.90	4.60	195.02	230.24
0.70	10	0.845	3.24	3.84	162.16	191.87
0.80	11	0.843	3.56	4.22	177.99	211.06
0.90	13	0.792	3.71	4.68	185.34	234.16
1.00	11	0.840	3.33	3.96	166.38	198.13
1.10	9	0.838	2.72	3.24	135.85	162.11
1.20	11	0.836	3.31	3.96	165.69	198.13
1.30	25	0.735	6.62	9.01	330.77	450.31
1.40	30	0.733	7.92	10.81	396.02	540.37
1.50	40	0.631	9.10	14.41	454.77	720.49
1.60	60	0.630	13.61	21.61	680.38	1080.73
1.70	67	0.628	15.16	24.14	757.80	1206.82
1.80	71	0.626	16.02	25.58	800.99	1278.87
1.90	67	0.625	14.21	22.74	710.46	1137.19
2.00	61	0.623	12.90	20.71	645.22	1035.36
2.10	50	0.622	10.55	16.97	527.56	848.65
2.20	43	0.620	9.05	14.60	452.59	729.84
2.30	49	0.619	10.29	16.63	514.50	831.68
2.40	60	0.617	12.57	20.37	628.49	1018.38
2.50	72	0.616	15.05	24.44	752.40	1222.06
2.60	73	0.614	15.22	24.78	761.07	1239.03
2.70	74	0.613	15.39	25.12	769.71	1256.01
2.80	73	0.611	15.15	24.78	757.57	1239.03
2.90	73	0.610	14.29	23.43	714.63	1171.45
3.00	71	0.609	13.87	22.79	693.50	1139.35
3.10	69	0.607	13.45	22.15	672.47	1107.26
3.20	69	0.606	13.42	22.15	671.00	1107.26
3.30	68	0.605	13.20	21.82	659.85	1091.21
3.40	70	0.603	13.56	22.47	677.81	1123.31
3.50	71	0.602	13.72	22.79	686.04	1139.35
3.60	72	0.601	13.89	23.11	694.25	1155.40
3.70	71	0.600	13.66	22.79	683.20	1139.35
3.80	71	0.598	13.64	22.79	681.81	1139.35
3.90	71	0.597	12.90	21.61	645.24	1080.42
4.00	70	0.596	12.70	21.30	634.89	1065.21
4.10	70	0.595	12.67	21.30	633.64	1065.21
4.20	70	0.594	12.65	21.30	632.41	1065.21
4.30	71	0.593	12.80	21.61	640.21	1080.42
4.40	71	0.591	12.78	21.61	639.00	1080.42
4.50	73	0.590	13.12	22.22	655.77	1110.86
4.60	74	0.589	13.27	22.52	663.53	1126.07
4.70	74	0.588	13.25	22.52	662.31	1126.07
4.80	rifiuto					

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m ³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.2	7.76	2.86	Incoerente	13.95	18.49	9.24	0.75	5.76	Sabbie e sabbie limose
4.5	64.69	21.11	Incoerente	18.08	21.05	56.75	0.75	48.58	Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi

Stima dei parametri geotecnici

Terreni incoerenti

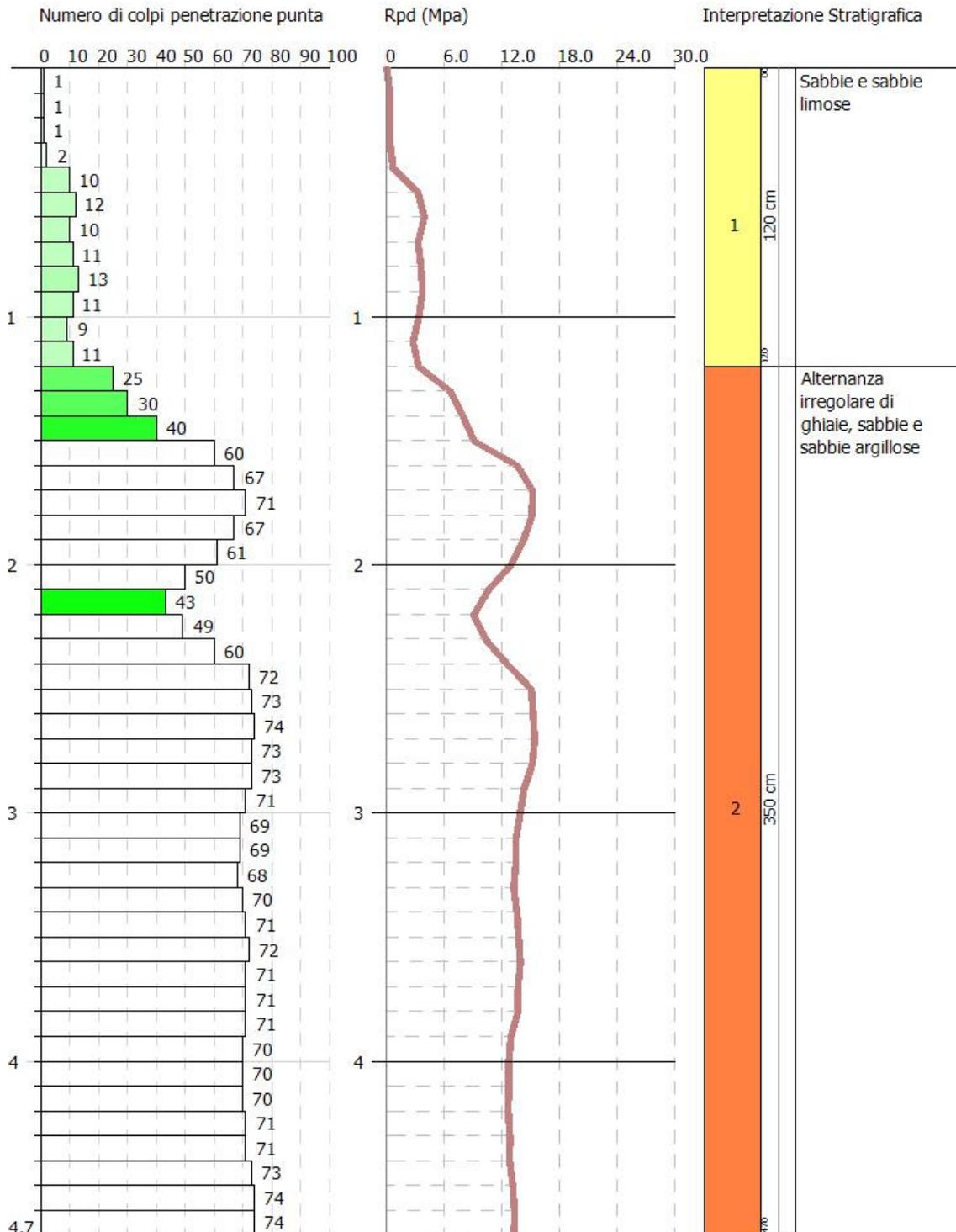
Descrizione	Prof. Strato [m]	Densità relativa	Angolo di attrito ϕ [°]	Modulo di Young E_y [Mpa]	Modulo Edometrico E_d [Mpa]	Class. A.G.I.	Poisson	Modulo di taglio G [Mpa]
		Meyerhof (1957)	Sowers (1961)	Schultze-Menzenbach	Menzenbach e Malcev	A.G.I. 1977	A.G.I.	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Sabbie e sabbie limose	0 – 1.2	56.55	29.61	-	6.25	Poco addensato	0.34	35.73
Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi	1.2 – 4.7	100	41.6	56.28	24.97	Addensato	0.26	131.48

GeoMoniTek s.r.l.
Via Trieste e Trento, 112 - Alberobello (BA)
www.geomonitek.com - info@geomonitek.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SV782_P2
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DM30

Committente: GMT
Descrizione: Prova penetrometrica
Localita': Foggia

Scala 1:23



6.3 Prova SV782_S3

La prova penetrometrica SV782_S3 è stata spinta fino ad una profondità di 4.80 m dal p.c., fino a rifiuto.

Qui di seguito si riportano i risultati sintetici.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	5	0.857	1.64	1.92	82.18	95.93
0.20	8	0.855	2.62	3.07	131.18	153.50
0.30	12	0.853	3.93	4.60	196.33	230.24
0.40	16	0.801	4.92	6.14	245.83	306.99
0.50	21	0.749	6.03	8.06	301.74	402.93
0.60	25	0.747	7.17	9.59	358.32	479.67
0.70	27	0.745	7.72	10.36	386.03	518.05
0.80	30	0.743	8.56	11.51	427.87	575.61
0.90	38	0.692	9.47	13.69	473.33	684.46
1.00	35	0.690	8.70	12.61	434.84	630.43
1.10	29	0.738	7.71	10.45	385.50	522.35
1.20	26	0.736	6.90	9.37	344.81	468.32
1.30	25	0.735	6.62	9.01	330.77	450.31
1.40	25	0.733	6.60	9.01	330.01	450.31
1.50	29	0.731	7.64	10.45	381.94	522.35
1.60	32	0.680	7.83	11.53	391.69	576.39
1.70	32	0.678	7.82	11.53	390.75	576.39
1.80	28	0.726	7.33	10.09	366.32	504.34
1.90	30	0.725	7.38	10.18	369.03	509.19
2.00	29	0.723	7.12	9.84	355.96	492.22
2.10	28	0.722	6.86	9.50	342.96	475.25
2.20	30	0.720	7.33	10.18	366.68	509.19
2.30	29	0.719	7.07	9.84	353.72	492.22
2.40	28	0.717	6.82	9.50	340.82	475.25
2.50	24	0.716	5.83	8.15	291.54	407.35
2.60	28	0.714	6.79	9.50	339.44	475.25
2.70	26	0.713	6.29	8.83	314.57	441.30
2.80	24	0.711	5.80	8.15	289.80	407.35
2.90	23	0.710	5.24	7.38	262.07	369.09
3.00	22	0.709	5.00	7.06	250.19	353.04
3.10	21	0.707	4.77	6.74	238.36	336.99
3.20	20	0.756	4.85	6.42	242.64	320.94
3.30	22	0.705	4.98	7.06	248.78	353.04
3.40	29	0.703	6.55	9.31	327.34	465.37
3.50	29	0.702	6.53	9.31	326.75	465.37
3.60	33	0.651	6.89	10.59	344.68	529.56
3.70	35	0.650	7.30	11.23	364.87	561.65
3.80	34	0.648	7.08	10.91	353.78	545.61
3.90	35	0.647	6.89	10.65	344.71	532.60
4.00	36	0.646	7.08	10.96	353.90	547.82
4.10	36	0.645	7.07	10.96	353.26	547.82
4.20	36	0.644	7.05	10.96	352.63	547.82
4.30	35	0.643	6.84	10.65	342.23	532.60
4.40	37	0.641	7.22	11.26	361.15	563.04
4.50	37	0.640	7.21	11.26	360.53	563.04
4.60	37	0.639	7.20	11.26	359.91	563.04
4.70	45	0.588	8.06	13.70	402.76	684.77
4.80	55	0.587	9.83	16.74	491.37	836.95
4.90	rifiuto					

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m ³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	10.25	3.93	Incoerente	14.20	18.65	3.24	0.75	7.7	Sabbie e sabbie limose
4.8	30.34	10.12	incoerente	15.94	19.73	50.49	0.75	22.79	Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi

Stima dei parametri geotecnici

Terreni incoerenti

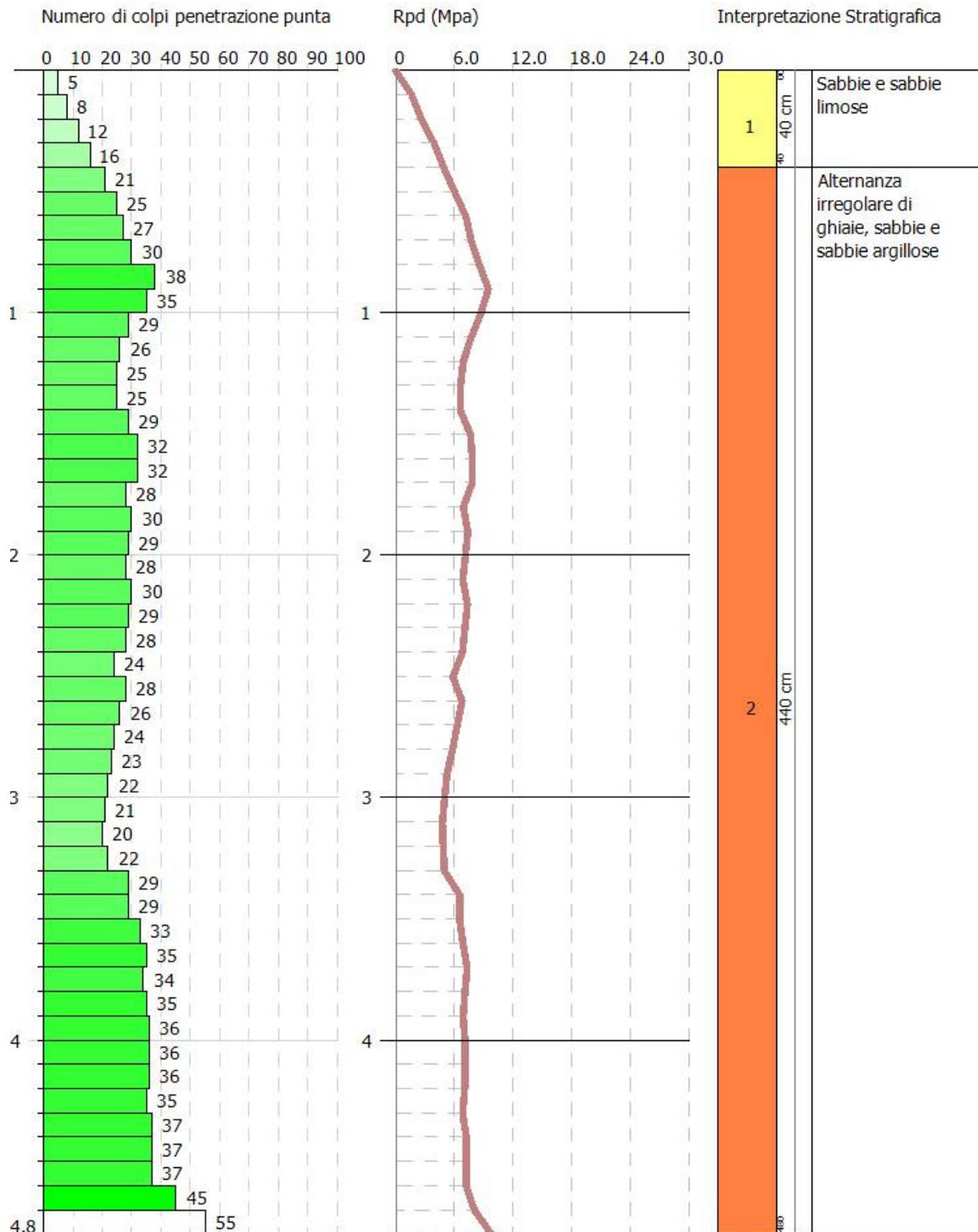
Descrizione	Prof. Strato [m]	Densità relativa	Angolo di attrito ϕ [°]	Modulo di Young E_y [Mpa]	Modulo Edometrico E_d [Mpa]	Class. A.G.I.	Poisson	Modulo di taglio G [Mpa]
		Meyerhof (1957)	Sowers (1961)	Schultze-Menzenbach	Menzenbach e Malcev	A.G.I. 1977	A.G.I.	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Sabbie e sabbie limose	0 - 0.4	68.06	30.16	-	7.09	Poco addensato	0.34	42.67
Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi	0.4 - 4.8	90.95	34.38	26.44	13.69	Moderatamente Addensato	0.31	82.80

GeoMoniTek s.r.l.
Via Trieste e Trento, 112 - Alberobello (BA)
www.geomonitek.com - info@geomonitek.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SV782_S3
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DM30

Committente: GMT
Descrizione: Prova penetrometrica
Localita': Foggia

Scala 1:24



6.4 Prova SV782_S4

La prova penetrometrica SV782_S4 è stata spinta fino ad una profondità di 4.5 m dal p.c., fino a rifiuto.

Qui di seguito si riportano i risultati sintetici.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	4	0.857	1.31	1.53	65.74	76.75
0.20	11	0.855	3.61	4.22	180.38	211.06
0.30	10	0.853	3.27	3.84	163.60	191.87
0.40	11	0.851	3.59	4.22	179.56	211.06
0.50	12	0.849	3.91	4.60	195.45	230.24
0.60	11	0.847	3.58	4.22	178.77	211.06
0.70	10	0.845	3.24	3.84	162.16	191.87
0.80	8	0.843	2.59	3.07	129.45	153.50
0.90	9	0.842	2.73	3.24	136.42	162.11
1.00	9	0.840	2.72	3.24	136.13	162.11
1.10	9	0.838	2.72	3.24	135.85	162.11
1.20	7	0.836	2.11	2.52	105.44	126.09
1.30	7	0.835	2.10	2.52	105.23	126.09
1.40	6	0.833	1.80	2.16	90.01	108.07
1.50	1	0.831	0.30	0.36	14.97	18.01
1.60	4	0.830	1.20	1.44	59.77	72.05
1.70	4	0.828	1.19	1.44	59.65	72.05
1.80	5	0.826	1.49	1.80	74.42	90.06
1.90	7	0.825	1.96	2.38	97.99	118.81
2.00	8	0.823	2.24	2.72	111.78	135.78
2.10	15	0.772	3.93	5.09	196.46	254.60
2.20	11	0.820	3.06	3.73	153.12	186.70
2.30	10	0.819	2.78	3.39	138.95	169.73
2.40	11	0.817	3.05	3.73	152.56	186.70
2.50	8	0.816	2.22	2.72	110.76	135.78
2.60	9	0.814	2.49	3.06	124.38	152.76
2.70	7	0.813	1.93	2.38	96.57	118.81
2.80	7	0.811	1.93	2.38	96.41	118.81
2.90	6	0.810	1.56	1.93	77.99	96.28
3.00	5	0.809	1.30	1.60	64.88	80.24
3.10	7	0.807	1.81	2.25	90.69	112.33
3.20	8	0.806	2.07	2.57	103.47	128.38
3.30	4	0.805	1.03	1.28	51.65	64.19
3.40	5	0.803	1.29	1.60	64.46	80.24
3.50	9	0.802	2.32	2.89	115.85	144.43
3.60	10	0.801	2.57	3.21	128.52	160.47
3.70	11	0.800	2.82	3.53	141.15	176.52
3.80	16	0.748	3.84	5.14	192.16	256.76
3.90	45	0.597	8.18	13.70	408.95	684.77
4.00	45	0.596	8.16	13.70	408.14	684.77
4.10	46	0.595	8.33	14.00	416.39	699.99
4.20	45	0.594	8.13	13.70	406.55	684.77
4.30	45	0.593	8.12	13.70	405.77	684.77
4.40	44	0.591	7.92	13.39	396.00	669.56
4.50	44	0.590	7.91	13.39	395.26	669.56
4.60	rifiuto					

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m ³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
3.8	8.21	2.87	Incoerente	14.00	18.53	29.62	0.75	6.17	Sabbie e sabbie limose
4.5	44.86	13.65	Incoerente	16.98	20.37	66.69	0.75	33.69	Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi

Stima dei parametri geotecnici

Terreni incoerenti

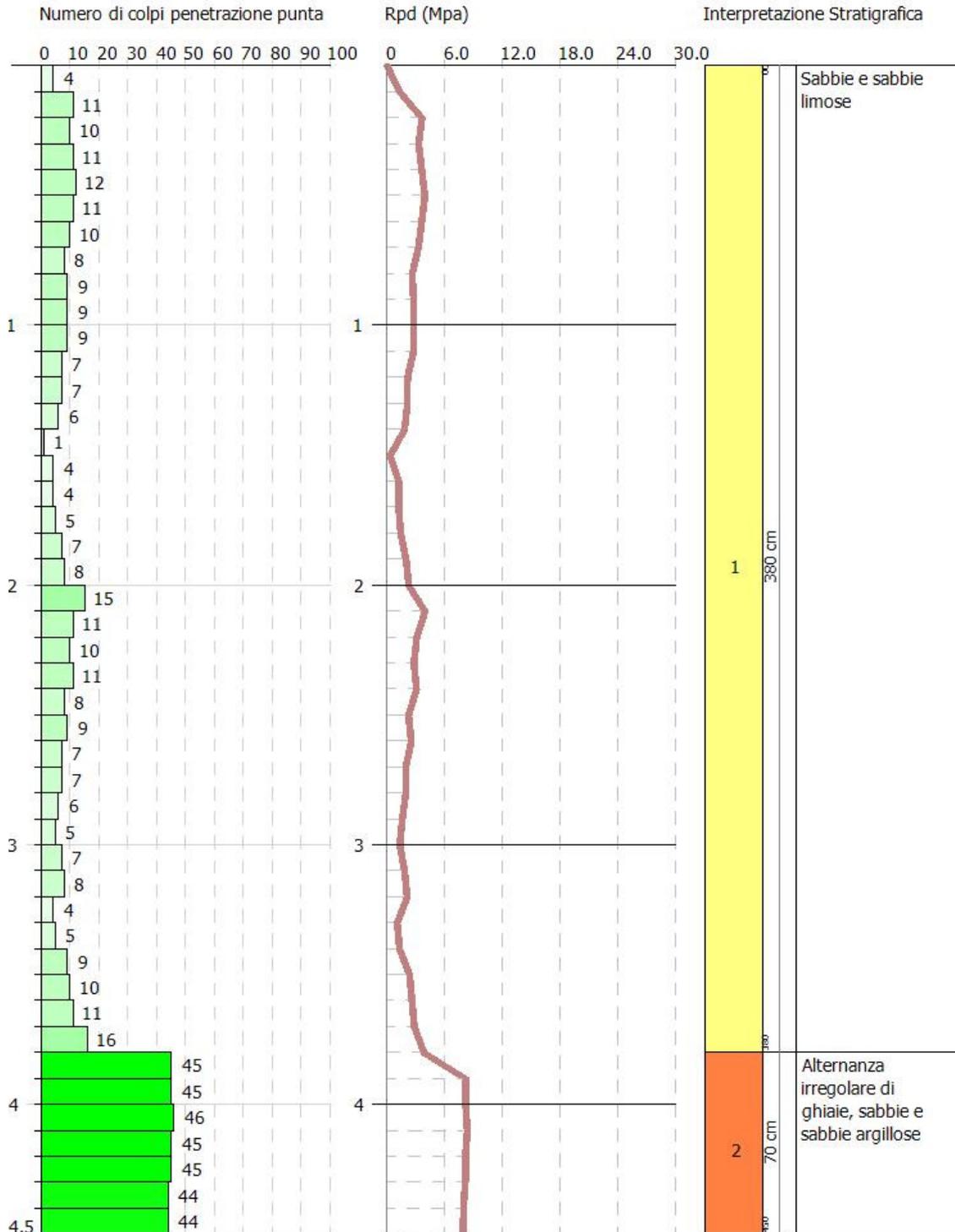
Descrizione	Prof. Strato [m]	Densità relativa	Angolo di attrito ϕ [°]	Modulo di Young E_y [Mpa]	Modulo Edometrico E_d [Mpa]	Class. A.G.I.	Poisson	Modulo di taglio G [Mpa]
		Meyerhof (1957)	Sowers (1961)	Schultze-Menzenbach	Menzenbach e Malcev	A.G.I. 1977	A.G.I.	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Sabbie e sabbie limose	0 – 3.8	52.11	29.73	-	6.43	Poco addensato	0.34	37.26
Alternanza irregolare di sabbie e argille a cui si intercalano livelli ghiaiosi	3.8 – 4.5	100	37.43	39.05	18.46	Addensato	0.29	105.13

GeoMoniTek s.r.l.
Via Trieste e Trento, 112 - Alberobello (BA)
www.geomonitek.com - info@geomonitek.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SV782_S4
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DM30

Committente: GMT
Descrizione: Prova penetrometrica
Localita': Foggia

Scala 1:22



6.5 Prova SV782_S5

La prova penetrometrica SV782_S5 è stata spinta fino ad una profondità di 5.7 m dal p.c., fino a rifiuto.

Qui di seguito si riportano i risultati sintetici.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	2	0.857	0.66	0.77	32.87	38.37
0.20	1	0.855	0.33	0.38	16.40	19.19
0.30	1	0.853	0.33	0.38	16.36	19.19
0.40	1	0.851	0.33	0.38	16.32	19.19
0.50	2	0.849	0.65	0.77	32.57	38.37
0.60	2	0.847	0.65	0.77	32.50	38.37
0.70	2	0.845	0.65	0.77	32.43	38.37
0.80	3	0.843	0.97	1.15	48.54	57.56
0.90	3	0.842	0.91	1.08	45.47	54.04
1.00	3	0.840	0.91	1.08	45.38	54.04
1.10	3	0.838	0.91	1.08	45.28	54.04
1.20	5	0.836	1.51	1.80	75.31	90.06
1.30	4	0.835	1.20	1.44	60.13	72.05
1.40	5	0.833	1.50	1.80	75.01	90.06
1.50	4	0.831	1.20	1.44	59.89	72.05
1.60	5	0.830	1.49	1.80	74.71	90.06
1.70	4	0.828	1.19	1.44	59.65	72.05
1.80	4	0.826	1.19	1.44	59.54	72.05
1.90	3	0.825	0.84	1.02	42.00	50.92
2.00	3	0.823	0.84	1.02	41.92	50.92
2.10	3	0.822	0.84	1.02	41.84	50.92
2.20	4	0.820	1.11	1.36	55.68	67.89
2.30	6	0.819	1.67	2.04	83.37	101.84
2.40	6	0.817	1.66	2.04	83.22	101.84
2.50	3	0.816	0.83	1.02	41.53	50.92
2.60	2	0.814	0.55	0.68	27.64	33.95
2.70	3	0.813	0.83	1.02	41.39	50.92
2.80	5	0.811	1.38	1.70	68.86	84.87
2.90	9	0.810	2.34	2.89	116.99	144.43
3.00	11	0.809	2.85	3.53	142.75	176.52
3.10	11	0.807	2.85	3.53	142.51	176.52
3.20	10	0.806	2.59	3.21	129.34	160.47
3.30	8	0.805	2.07	2.57	103.30	128.38
3.40	8	0.803	2.06	2.57	103.14	128.38
3.50	8	0.802	2.06	2.57	102.98	128.38
3.60	8	0.801	2.06	2.57	102.81	128.38
3.70	9	0.800	2.31	2.89	115.49	144.43
3.80	7	0.798	1.79	2.25	89.69	112.33
3.90	8	0.797	1.94	2.43	97.05	121.74
4.00	7	0.796	1.70	2.13	84.79	106.52
4.10	7	0.795	1.69	2.13	84.67	106.52
4.20	7	0.794	1.69	2.13	84.55	106.52
4.30	7	0.793	1.69	2.13	84.42	106.52
4.40	7	0.791	1.69	2.13	84.30	106.52
4.50	7	0.790	1.68	2.13	84.19	106.52
4.60	9	0.789	2.16	2.74	108.09	136.95
4.70	9	0.788	2.16	2.74	107.94	136.95
4.80	9	0.787	2.16	2.74	107.80	136.95
4.90	8	0.786	1.82	2.32	90.99	115.75

5.00	8	0.785	1.82	2.32	90.87	115.75
5.10	7	0.784	1.59	2.03	79.41	101.28
5.20	9	0.783	2.04	2.60	101.96	130.22
5.30	9	0.782	2.04	2.60	101.83	130.22
5.40	9	0.781	2.03	2.60	101.71	130.22
5.50	25	0.680	4.92	7.23	246.00	361.72
5.60	48	0.579	8.04	13.89	402.21	694.50
5.70	55	0.578	9.20	15.92	460.12	795.79

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unita' di volume (KN/m ³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
5.4	5.7	1.84	Incoerente	13.75	18.37	39.99	0.75	4.28	Alluvioni attuali
5.7	42.67	12.35	Incoerente	16.83	20.28	83.14	0.75	32.05	Sabbie argillose

Stima dei parametri geotecnici

Terreni incoerenti

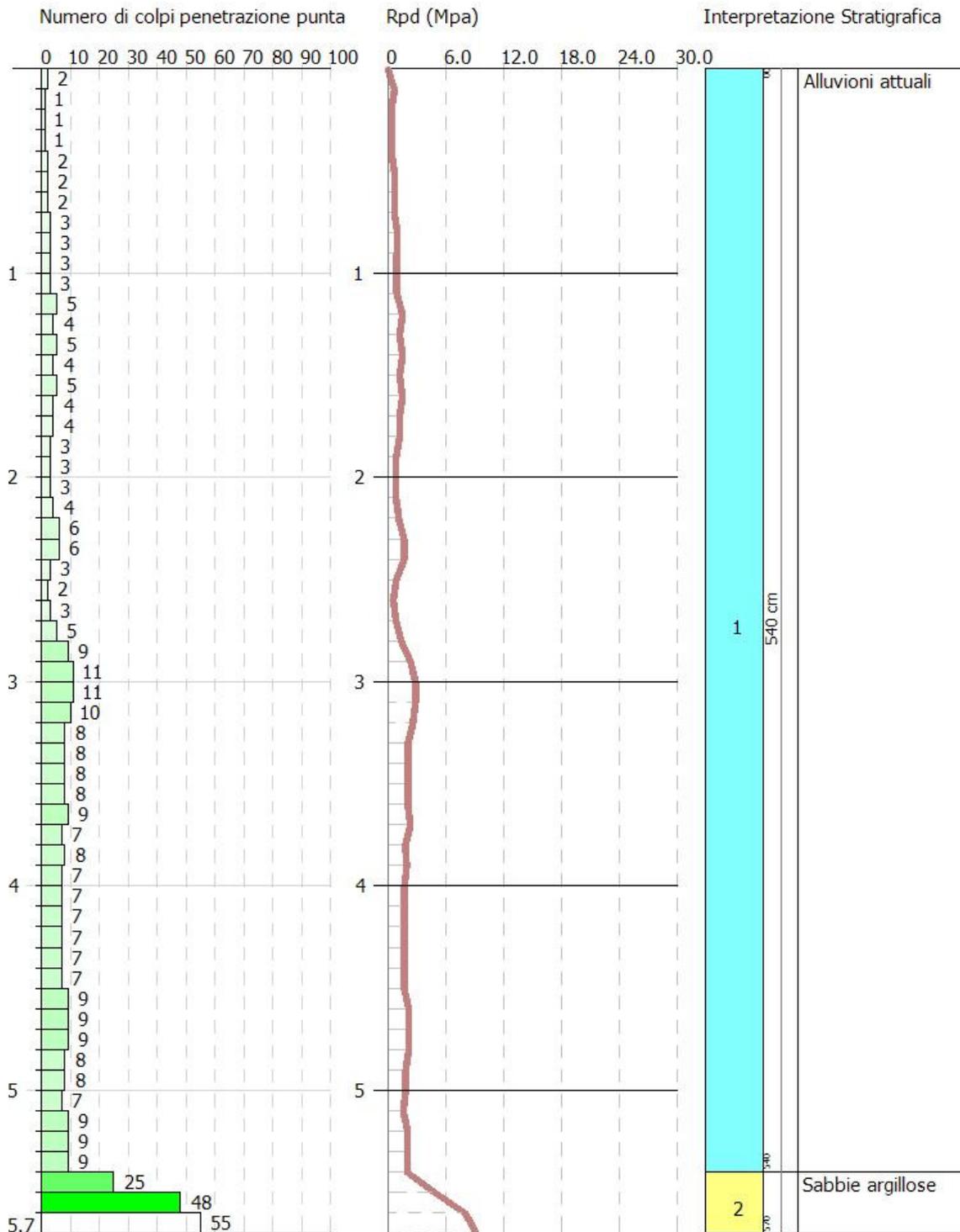
Descrizione	Prof. Strato [m]	Densità relativa	Angolo di attrito ϕ [°]	Modulo di Young E_y [Mpa]	Modulo Edometrico E_d [Mpa]	Class. A.G.I.	Poisson	Modulo di taglio G [Mpa]
		Meyerhof (1957)	Sowers (1961)	Schultze-Menzenbach	Menzenbach e Malcev	A.G.I. 1977	A.G.I.	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Alluvioni attuali	0 – 5.4	41.28	29.2	-	5.60	Poco addensato	0.35	29.08
Sabbie argillose	5.4 – 5.7	52.13	36.97	37.16	17.74	Addensato	0.29	101.97

GeoMoniTek s.r.l.
Via Trieste e Trento, 112 - Alberobello (BA)
www.geomonitek.com - info@geomonitek.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SV782_S5
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DM30

Committente: GMT
Descrizione: Prova penetrometrica
Localita': Manfredonia

Scala 1:28



7. Analisi dei risultati e definizione del modello geotecnico generale del sito

L'analisi compiuta ed illustrata nei precedenti paragrafi permette di ricostruire con discreto dettaglio il modello geotecnico generale dei terreni interessati dall'installazione dei pannelli fotovoltaici e la realizzazione delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla sua costruzione e funzionalità.

La zona del campo fotovoltaico risulta essere caratterizzata da una stessa tematica deposizionale, caratterizzata da unità litotecniche che dall'alto verso il basso, pur evidenziando arealmente differenze nello spessore ed eteropie laterali che si traducono in anisotropie litotecniche, sono così organizzate.

Unità A – E' costituita da sedimenti sabbiosi e sabbiosi-limosi poco consistenti che raggiungono una profondità compresa tra 2-5 m dal p.c.;

Unità B – E' costituita da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a cui si intercalano lenti ghiaiose e che tendenzialmente raggiungono una profondità di circa 9-12 metri dal p.c.

La zona della sottostazione invece, è caratterizzata dalla presenza in affioramento di sedimenti alluvionali attuali, poco o nulla coesi, formati in prevalenza da sabbie sciolte a cui si intercalano lenti e livelli di argilla o ghiaie.

Di seguito si riportano i parametri delle unità litologiche del campo fotovoltaico e della sottostazione di servizio.

7.1 Modello geologico-tecnico campo fotovoltaico

Strato	profondità	Peso unità di volume	k1x	k1y	k1z	Angolo di attrito
	[m da p.c.]	[N/cmc]	[N/cmc]	[N/cmc]	[N/cmc]	[°]
Sabbie e sabbie limose	0 – 2/2.5	0.01375 - 0.01425	15	15	45	25 - 28
Alternanza di ghiaie, sabbie e sabbie argillose	02/2.5 – 10.0	0.0165 - 0.0175	20	20	60	28 - 30

Strato	profondità	Coesione non drenata	Coesione efficace	Modulo edometrico	Modulo elastico
	[m da p.c.]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
Sabbie e sabbie limose	0 – 2/2.5	-	-	6 - 8	-
Alternanza di ghiaie, sabbie e sabbie argillose	02/2.5 – 10.0	-	-	16 - 18	35 - 45

7.2 Modello geologico-tecnico sottostazione

Strato	profondità	Peso unità di volume	k1x	k1y	k1z	Angolo di attrito
	[m da p.c.]	[N/cmc]	[N/cmc]	[N/cmc]	[N/cmc]	[°]
Alluvioni attuali	0 – 5	0.01375	15	15	45	25 - 28
Sabbie limose e argillose	5 - 10	0.01685	20	20	60	28 - 30

Strato	profondità	Coesione non drenata	Coesione efficace	Modulo edometrico	Modulo elastico
	[m da p.c.]	[N/mm^q]	[N/mm^q]	[N/mm^q]	[N/mm^q]
Alluvioni attuali	0 - 5	-	-	5 - 6	-
Sabbie limose e argillose	5 - 10	-	-	16 - 18	35 - 45

8. Considerazioni conclusive

I risultati delle indagini compiute hanno permesso di definire il modello geotecnico generale del sito in cui sarà realizzato l'impianto fotovoltaico e la sottostazione.

L'analisi compiuta ed illustrata nei precedenti paragrafi permette di ricostruire con discreto dettaglio il modello geologico-tecnico generale dei terreni interessati dall'installazione dei pannelli fotovoltaici e la realizzazione delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla sua costruzione e funzionalità.

La zona del campo fotovoltaico risulta essere caratterizzata da una stessa tematica deposizionale, caratterizzata da unità litotecniche che dall'alto verso il basso, pur evidenziando arealmente differenze nello spessore ed eteropie laterali che si traducono in anisotropie litotecniche, sono così organizzate.

Unità A – E' costituita da sedimenti sabbiosi e sabbiosi-limosi poco consistenti che raggiungono una profondità compresa tra 2-5 m dal p.c.;

Unità B – E' costituita da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a cui si intercalano lenti ghiaiose e che tendenzialmente raggiungono una profondità di circa 9-12 metri dal p.c.

La zona della sottostazione invece, è caratterizzata dalla presenza in affioramento di sedimenti alluvionali attuali, poco o nulla coesi, formati in prevalenza da sabbie sciolte a cui si intercalano lenti e livelli di argilla o ghiaie, che poggiano a circa 5.5 metri dal p.c. su sabbie limose e argillose.

In corrispondenza dell'unità B inoltre, l'andamento ondulato delle velocità sismiche permette di ipotizzare la presenza di variazioni granulometriche e di coesione che implicano la presenza di anisotropie laterali di facies litologiche e litotecniche.

Lo stesso modello litostratigrafico è presente lungo il tracciato dell'elettrodotto, opera che si svilupperà in sotterraneo a differenti profondità dal piano campagna in relazione agli attraversamenti. A favore di sicurezza infatti, l'elettrodotto sarà installato ad una profondità di circa 2 metri al di sotto degli alvei dei torrenti attraversati. Il piano di posa nelle zone non interessate da attraversamenti sarà posizionato invece a circa 1,0 metro dal piano campagna.

Dal punto di vista idrogeologico, l'unico acquifero presente è quello poroso superficiale la cui soggiacenza dal piano campagna risulta a circa 12 metri di profondità e quindi le fondazioni non dovrebbero essere influenzate dalle acque sotterranee. Si fa tuttavia presente la possibilità di rinvenimento di limitate e poco estese falde sospese presenti nelle sacche sabbiose e sostenute localmente da lenti impermeabili.

Risulta infine da evidenziare che, se pur il sito di progetto è inserito in un contesto all'apparenza omogeneo dal punto di vista litologico, le caratteristiche e le proprietà geotecniche degli strati manifestano anisotropie sia orizzontali che verticali, complicando notevolmente la modellazione sito specifica, che potrebbe variare nello spessore e nella profondità in cui si incontrano detti livelli.

Alberobello, 10.02.2023

Ing. Arch. Marianna Perrini



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI
PROVA PENETROMETRICA SV782_S1**



PROVA PENETROMETRICA SV782_S2



PROVA PENETROMETRICA SV782_S3



PROVA PENETROMETRICA SV782_S4



PROVA PENETROMETRICA SV782_S5

