



Regione Basilicata  
 Provincia di Potenza  
 Comune di Montemilone



## Impianto FV "Montemilone"

Potenza DC di impianto 19,992 MWp – potenza AC di immissione in RTN 16,958 MWp  
 Integrato con l'Agricoltura  
 con annesso sistema di accumulo di energia a batterie  
 Potenza 10,00 MW

Titolo:

### RELAZIONE GEOLOGICA

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 2 3 6 0 3	D	R	0 1 0 1	0 0

Committente:



**SINERGIA GP21**

SINERGIA GP21 S.R.L.  
 CENTRO DIREZIONALE, IS. G1, SCC, INT 58  
 80143 NAPOLI  
 PEC: [sinergia\\_gp21@pec.it](mailto:sinerzia_gp21@pec.it)  
 Rappresentante, Sviluppatore e Coordinatore: **ing. Filippo Mercorio**



PROGETTO DEFINITIVO

A.2.

Progettazione:



**PROGETTO ENERGIA S.R.L.**

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)  
 Tel. +39 0825 891313  
[www.progettoenergia.biz](http://www.progettoenergia.biz) - [info@progettoenergia.biz](mailto:info@progettoenergia.biz)

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI  
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Geologo:  
 Dott. Antonio Petriccione

Progettista:  
 Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	22.03.2023	EMISSIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	M. LO RUSSO

## INDICE

1	SCOPO .....	4
1.1.	IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	4
1.2.	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO .....	6
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE .....	6
2.1.	GEOLOGICO E STRUTTURALE .....	6
2.2.	GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO .....	9
2.3.	GEOMORFOLOGICO .....	10
2.4.	IDROGEOLOGICO .....	11
2.5.	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA DA NORMATIVA .....	12
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	13
3.1.	DEFINIZIONE DEL PIANO DI INDAGINI DA ESEGUIRE .....	13
3.2.	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH .....	14
3.2.1.	GENERALITÀ .....	14
3.2.2.	CARATTERISTICHE .....	15
3.2.3.	INTERPRETAZIONE .....	16
3.3.	PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT .....	18
3.3.1.	IL DISPOSITIVO DI MISURA .....	19
3.3.2.	IL DISPOSITIVO DI SPINTA .....	19
3.3.3.	LA PROVA .....	19
3.4.	INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES) .....	20
3.4.1.	ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI .....	21
3.4.2.	STRUMENTAZIONE ADOPERATA .....	23
3.4.3.	DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO .....	23
4	MODELLAZIONE SISMICA .....	24
4.1.	CLASSIFICAZIONE SISMICA .....	24
4.2.	RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW .....	27
4.3.	ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE .....	28
4.4.	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	29
5	MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA .....	29
5.1.	INDAGINI GEOTECNICHE .....	29
5.2.	INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH .....	30
5.3.	INTERPRETAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT .....	36
5.4.	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI .....	38
5.5.	STABILITÀ DELL'AREA .....	38
5.6.	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....	38
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	40



SINERGIA GP21

RELAZIONE GEOLOGICA

Impianto FV "Montemilone"

Potenza DC di impianto 19,992 MWp – potenza AC di immissione in RTN 16,958 MWp

Integrato con l'Agricoltura con annesso sistema di accumulo di energia a batterie

Potenza 10,00 MW



Codifica Elaborato: **223603\_D\_R\_0101** Rev. 00

**ALLEGATI:**

1. Certificati prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH
2. Certificati prove penetrometriche statiche CPT
3. Elaborati indagine sismica Masw M1

## 1 SCOPO

Scopo del presente documento è la redazione dello Studio Geologico finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare tramite conversione fotovoltaica, integrato con l'agricoltura, della potenza nominale in DC 19,922 MWp, con annesso sistema di accumulo di energia a batterie (nel seguito definito come BESS – Battery Energy Storage System) con potenza 10,00 MWp, nel comune di Montemilone (PZ), in località "Perillo", e del relativo cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, ubicata nel medesimo comune, connessa in A.T. 150 kV in antenna sulla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN a 380/150 kV, sita anch'essa nel medesimo comune, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Melfi 380 – Genzano 380".

### 1.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'intervento consiste nella realizzazione di un Impianto Fotovoltaico della potenza di 19.922 kWp nel comune di Montemilone (PZ), in località "Perillo", e del relativo Cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, ubicata nel medesimo comune, connessa in A.T. 150 kV in antenna sulla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN a 380/150 kV, sita anch'essa nel medesimo comune.

Si precisa che il *Progetto* in esame si compone dell'Impianto Fotovoltaico, del cavidotto M.T., del BESS, della Stazione Elettrica di Utenza, dell'Impianto di Utenza per la Connessione e dell'Impianto di Rete per la connessione.

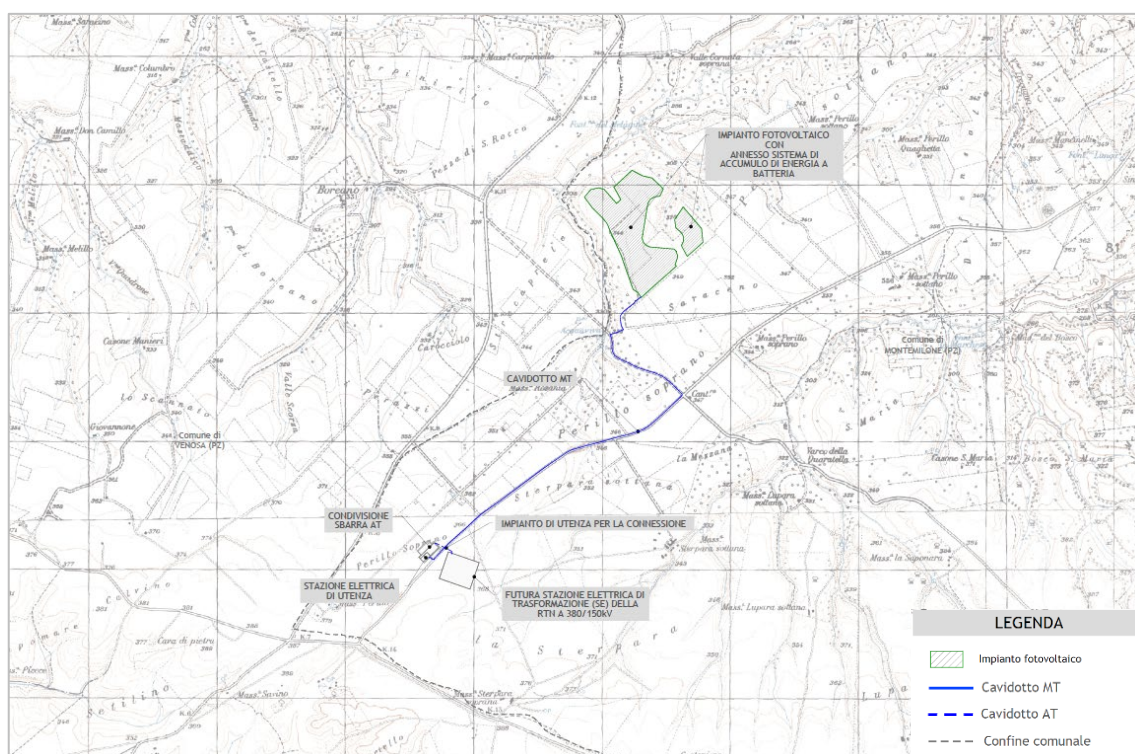
Al parco fotovoltaico vi si accede tramite Strada Provinciale 86 della Lupara. Alla Stazione Elettrica di Utenza vi si accede tramite la Strada Provinciale Montemilone-Venosa. Considerando la buona accessibilità al sito garantita dalla viabilità presente, per il raggiungimento dell'area destinata alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico non sarà realizzata alcuna nuova viabilità.

L'Impianto Fotovoltaico in progetto può schematizzarsi nel seguente modo:

- **Sottocampo cabina 1 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**  
n° moduli installati: 4.480  
stringhe (1x28 mod): 160
- **Sottocampo cabina 2 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**  
n° moduli installati: 4.480  
stringhe (1x28 mod): 160
- **Sottocampo cabina 3 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**  
n° moduli installati: 4.480  
stringhe (1x28 mod): 160
- **Sottocampo cabina 4 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**  
n° moduli installati: 4.480  
stringhe (1x28 mod): 160
- **Sottocampo cabina 5 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**  
n° moduli installati: 4.480  
stringhe (1x28 mod): 160
- **Sottocampo cabina 6 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**  
n° moduli installati: 4.480  
stringhe (1x28 mod): 160
- **Sottocampo cabina 7 - (potenza tot. installata: 1.176,00 kWp)**  
n° moduli installati: 2.240  
stringhe (1x28 mod): 80
- **Sottocampo cabina 8 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**  
n° moduli installati: 4.480

- stringhe (1x28 mod): 160
- **Sottocampo cabina 9 - (potenza tot. installata: 2.352,00 kWp)**
  - n° moduli installati: 4.480
  - stringhe (1x28 mod): 160

Pertanto, l'**Impianto Fotovoltaico** sarà costituito complessivamente da **38.080 moduli fotovoltaici** distribuiti in **9 sottocampi**.  
 Si riporta, di seguito, uno stralcio della corografia di inquadramento:



*Corografia di inquadramento con individuazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse in esame*

Per quanto riguarda l'inquadramento catastale si evince quanto segue:

L'impianto fotovoltaico, il cavidotto MT, Stazione Elettrica di Utenza, l'impianto di utenza per la connessione e l'impianto di rete per la connessione risultano ubicati nel Comune di Montemilone (PZ), all'interno di strade comunali e provinciali e sulle seguenti particelle catastali:

- Comune di Montemilone (PZ): Foglio 26, Particelle: 4-5-6-7; Foglio 32, Particelle: 138-139-244-253.

Di seguito si riportano i dati relativi all'ubicazione ed alle caratteristiche climatiche dell'area interessata all'impianto in oggetto:

- Parco Fotovoltaico

Latitudine	45°41'56.7"N
Longitudine	57°71'44.0"E
Altitudine [m]	345 m s.l.m.
Zona Climatica	D
Gradi Giorno	1.405

- Stazione Elettrica di Utenza



Latitudine	45°38'95"N
Longitudine	57°56'08"E
Altitudine [m]	367 m s.l.m.
Zona Climatica	D
Gradi Giorno	1.405

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nei Fogli n. 175 (Cerignola) e n. 187 Melfi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nei quadranti 175-II-SE (Mezzana del Cantone) e 187-I-NE (Stazione di Venosa – Maschito) della carta IGM in scala 1:25.000.

Dal punto di vista degli scenari di rischio idrogeologico, l'intero impianto attraversa il territorio di competenza dell'Unit of Management Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

## 1.2. ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

L'indagine è stata articolata, previa consultazione del progetto, nelle seguenti fasi:

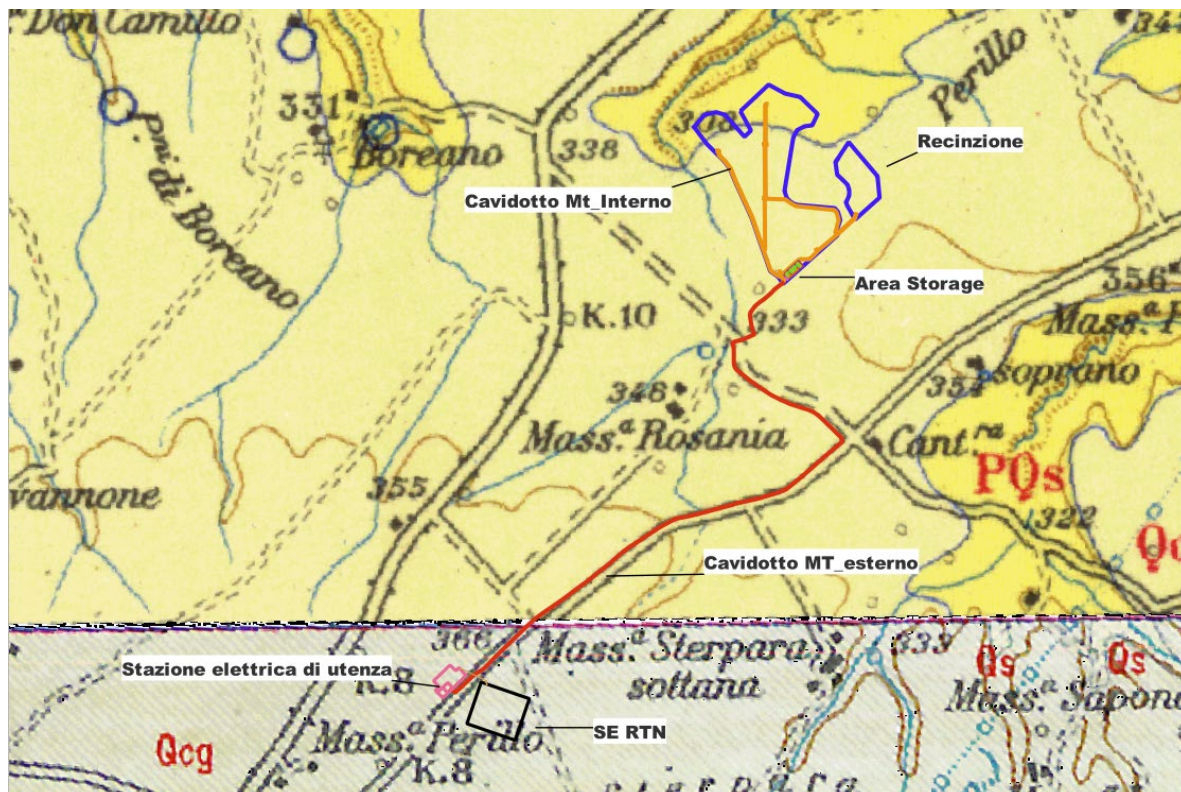
- Rilevamento delle caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche di superficie integrato dalla lettura delle carte
- Analisi della cartografia a corredo del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (carta degli scenari di rischio)
- Reperimento e interpretazione di una serie di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche eseguite nelle aree ricadenti nelle zone che ospiteranno l'impianto fotovoltaico in esame e raccolta di dati bibliografici
- Consultazione di indagini geognostiche ubicate nelle vicinanze del sito in esame.
- Esecuzione di una campagna di indagini geognostiche consistenti in:
  - N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH
  - N. 1 prova penetrometrica statica CPT
  - N. 1 indagine sismica di superficie di tipo M.A.S.W.

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

### 2.1. GEOLOGICO E STRUTTURALE

Al fine di una più immediata comprensione dei caratteri litologici delle unità geologiche affioranti nel territorio studiato, è stato effettuato un inquadramento geologico-strutturale preliminare a scala regionale.

In particolare l'area in esame è ubicata all'interno dei Fogli n. 175 (Cerignola) e n. 187 Melfi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, di cui di seguito si riporta uno stralcio.



Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000

Fogli n. 175 (Cerignola) e n. 187 Melfi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000

Da un punto di vista geologico, dalla consultazione della carta geologica d'Italia l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico si contraddistingue per la presenza delle seguenti formazioni:

#### **Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 175 (Cerignola)**

##### **DEPOSITI QUATERNARI**

**(Qc1) – (Pleistocene) – Conglomerati poligenici – (Porzione di campo fotovoltaico – Area Bess/Storage)**

Trattasi di conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementati con intercalazioni di sabbie ed arenarie

**(PQs) – (Pliocene-Calabriano) – Sabbie e sabbie argillose – (Porzione di campo fotovoltaico)**

Trattasi di sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei di colore giallastro

#### **Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 187 (Melfi)**

**(Qcg) – (Pleistocene - Olocene) – Conglomerati ferrettizzati – (Sottostazione MT/AT cin altri produttori – SE Terna380 di progetto)**

Trattasi di conglomerati ferrettizzati, per lo più incoerenti e/o debolmente cementati con intercalazioni di lenti sabbiose

Da un punto di vista geologico-strutturale, l'area in oggetto, ricade nell'ambito della Fossa Bradanica (Migliorini, 1937); quest'ultima



è un'unità paleogeografica che, in Basilicata, rappresenta il bacino di sedimentazione plio-pleistocenico compreso tra la Catena Appenninica e l'Avampaese Apulo.

Si tratta di una depressione tettonica con asse allungato in direzione nord - ovest sud – est, compresa tra le Murge ad oriente e l'Appennino Lucano ad Occidente.

La Fossa è stata colmata durante il Plio-Pleistocene da una potente successione sedimentaria di origine clastica costituita essenzialmente da Argille marnose e siltose (formazione delle Argille sub appennine) passanti in alto a sabbie e ancora a Conglomerati Poligenici che rappresentano i depositi di chiusura del ciclo sedimentario.

Tale successione, in gran parte non affiorante, è stata ricostruita utilizzando dati di superficie e dati di sottosuolo, questi ultimi provenienti dall'esplorazione per ricerca di idrocarburi (Sella et al. 1988, Balduzzi et al., 1982, Casnedi et al., 1982).

Il substrato della successione della Fossa Bradanica è rappresentato dai carbonati della piattaforma apula di età Meso-Cenozoica; questi attraverso un sistema di faglie dirette formano una struttura a gradinata (sistema ad horst e graben) di cui l'altopiano murgiano rappresenta la zona di culminazione assiale (Ricchetti et al., 1980).

I primi sedimenti della serie bradanica sono costituiti da argille marnose (emipelagiti di bacino poco profondo) spesse 100-150 m, di età via via più recente procedendo da ovest verso est, in conseguenza della migrazione del bacino nella stessa direzione.

Le emipelagiti evolvono a sedimenti siltosi e sabbiosi spessi fino a 2000 m, che rappresentano depositi di bacino profondo dovuti ad un'intensa sedimentazione torbiditica. Sui depositi torbiditici poggiano altri sedimenti marini pleistocenici rappresentati da argille siltose di mare poco profondo spesse alcune centinaia di metri. Tali depositi affiorano diffusamente in tutta la Fossa Bradanica e sono noti in letteratura con il termine formazionale di "Argille subappennine".

La successione bradanica si chiude con depositi clastici (sabbie e conglomerati) di ambiente litorale (spiaggia e delta) e continentale (piana alluvionale e depositi lacustri), che testimoniano la regressione marina e la contestuale emersione dell'area iniziata nel Pleistocene inferiore (1.8 Ma); tali depositi sono noti in letteratura con i termini formazionali di "Sabbie di Montemarano" (di ambiente marino) e "Conglomerati di Irsina" (in parte di ambiente continentale).

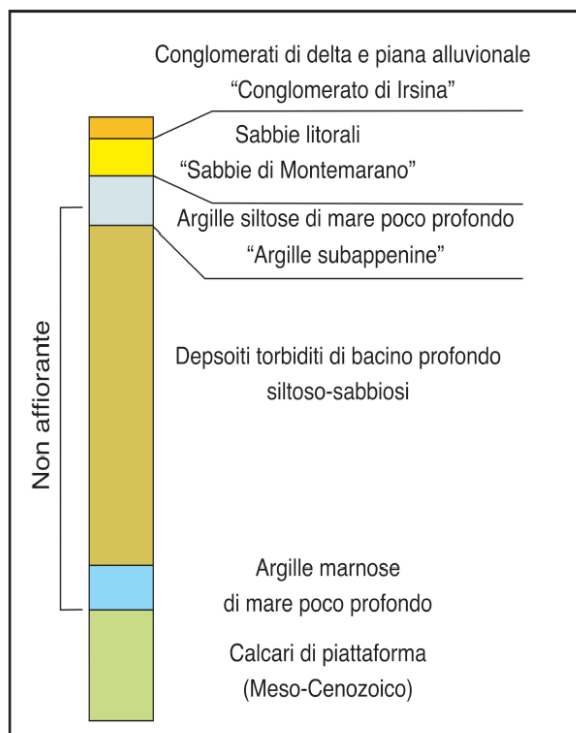
Il bacino bradanico inizia a configurarsi nel Pliocene inferiore. Esso deve la sua formazione alla subduzione verso ovest della litosfera adriatica, un processo già attivo a partire dal Miocene inferiore (Royden et al., 1994).

Durante questa fase si ha la flessura dell'avampaese apulo che subisce un'intensa fratturazione con la conseguente formazione di una struttura a gradinata (horst e graben) con settori ribassati verso ovest; si verifica, pertanto, l'ingressione marina è un progressivo approfondimento del bacino. Tale approfondimento è guidato dalla retroflessione della litosfera adriatica e dal carico litostatico della catena appenninica, il cui fronte progressivamente si sposta verso ovest sovrapponendosi agli stessi depositi di avanfossa.

A partire dal Pleistocene inferiore-medio, l'arretramento della litosfera rallenta a causa della resistenza a subdurre della spessa litosfera continentale adriatica (Doglioni et al., 1994). Inizia una fase di sollevamento regionale e di regressione marina testimoniata dalla presenza di un trend regressivo nei sedimenti della Fossa Bradanica (argille-sabbie-conglomerati).

Con il colmamento del bacino si ha l'emersione dell'intera area che da quel momento in poi non subisce deformazioni significative; ciò si riflette sull'assenza di deformazioni importanti. L'assetto geologico generale è caratterizzato da una giacitura degli strati suborizzontale o clinostratificata secondo l'originaria superficie deposizionale.





*Serie stratigrafica Bradanica*

In gran parte del bacino sedimentario, le inclinazioni sono contenute entro pochi gradi, con accentuazione sui margini della fossa, soprattutto sui murgiani appenninici.

Le leggere inclinazioni di strato sono connesse o a motivi deposizionali (conformazione del fondo del bacino) o a leggere differenziazioni nell'ambito del sollevamento.

In alcuni casi, i sedimenti terrigeni di riempimento del bacino sono interessati da faglie normali di piccolo rigetto per effetto del riaggiustamento strutturale a seguito del sollevamento regionale.

## 2.2. GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO

Dalla disamina della carta geologica in scala 1:100.000 – Fogli n. 175 (Cerignola) e n. 187 (Melfi) e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo, è stata redatta una carta geologica alla scala 1:5.000 dalla quale si evince che l'impianto fotovoltaico e le relative opere connesse attraversano delle formazioni geologiche di cui di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi dell'impianto corrispondono:

- **Conglomerati poligenici (Cg)**

Conglomerati poligenici eterometrici ed eterogenei immersi in matrice sabbioso-limoso di colore variabile dal grigio al rossastro con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, talora con intercalazioni di lenti di materiale argilloso-siltoso e sabbie giallastre.

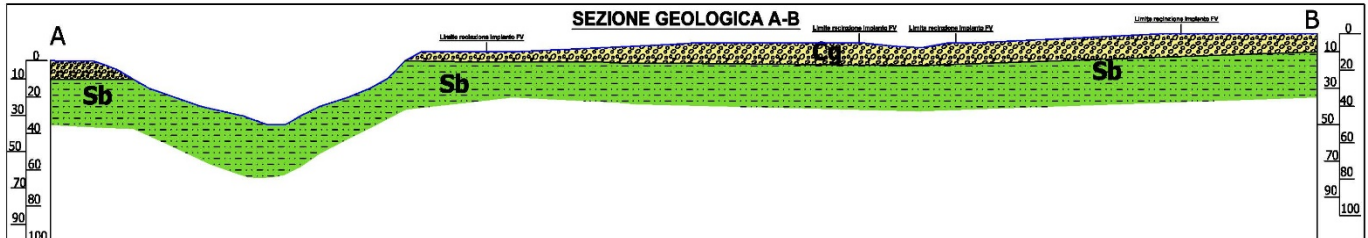
Su tali depositi è prevista la realizzazione dell'intero impianto fotovoltaico, della stazione elettrica 380 kV Terna e dell'area Bess/Storage.

- **Depositi sabbioso-arenacei di colorazione giallastra (Sb)**

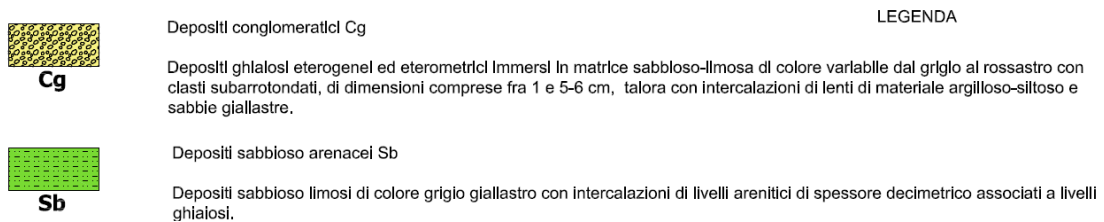
Sabbie limose di colore grigio giallastre e sabbie schiettamente di colore giallo oca da addensate a molto addensate con intercalazioni di livelli arenitici molto tenaci, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi.

In allegato si riporta lo stralcio della carta geologica con individuazione dell'impianto fotovoltaico in esame, di seguito la sezione

geologica rappresentativa dell'area in esame.



*Sezione geologica A-B rappresentativa dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico*



*Legenda Sezione geologica A-B rappresentativa dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico*

### 2.3. GEOMORFOLOGICO

Per caratterizzare in chiave geomorfologica l'area che sarà interessata dall'impianto fotovoltaico, è stato condotto uno studio dei caratteri geomorfologici a più ampia scala, così da mettere in evidenza i processi morfologici che interessano il territorio in esame.

L'aspetto morfologico, come ogni altro luogo, è direttamente influenzato da diversi fattori che concorrono all'alterazione, disgregazione e demolizione dei materiali affioranti.

I fattori principali sono il clima (piovosità, venti dominanti, ecc.), l'esposizione rispetto al Nord, la presenza di vegetazione e l'azione antropica (urbanizzazione, scavi, riporti).

Questi agiscono, in maniera più o meno importante e quasi sempre in concomitanza, sui terreni che offrono una minore o maggiore resistenza; la natura litologica, la stratificazione e la consistenza dei terreni agisce da controllo sull'evoluzione morfologica, determinandone la velocità d'avanzamento.

In particolare, l'area interessata dal progetto in esame si estende su un vasto altopiano delimitato a sud-ovest dalla Fiumara di Venosa-Matinelle, a nord-est dal Torrente Locone e a nord dal Fiume Ofanto.

L'aspetto morfologico è il risultato degli agenti modellatori controllati direttamente dalla natura litologica, dalla stratigrafia e dalla giacitura delle unità affioranti. A causa dello sfruttamento intensivo dei suoli, ad esempio, sono andate perse le più piccole inflessioni del piano campagna che avrebbero potuto aiutare la ricostruzione geologica dell'area tradendo i cambi litologici in profondità. Anche i rilievi sono stati progressivamente rimodellati ed addolciti dalle operazioni di aratura tanto che oggi l'area si manifesta con un andamento quasi del tutto piatto o solo lievemente ondulato.

Il pianoro è inciso da numerosi piccoli corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico del Fiume Ofanto, che in quest'area appare piuttosto scheletrico. Le incisioni fluviali danno luogo a dei "valloni", che mostrano un profilo simmetrico a "V";

Le caratteristiche strutturali dell'area sono quelle tipiche degli altopiani della Fossa Bradanica e la giacitura degli strati è sub-orizzontale così come i contatti stratigrafici fra le varie formazioni affioranti; l'area, infatti, è stata interessata solo da fenomeni di sollevamento regionale.

A scala cartografica non sono state rilevate strutture tettoniche in superficie ma osservando il reticolo idrografico si nota un forte condizionamento strutturale, molto probabilmente legato a strutture tettoniche profonde che interessano il substrato carbonatico e solo limitatamente la serie plio-pleistocenica.

Sulla base delle evidenze geomorfologiche riscontrate in fase di sopralluogo e nel corso della direzione delle indagini geognostiche, è stata redatta una carta geomorfologica in scala 1:5.000, nella quale sono state cartografate le principali forme che caratterizzano il sito in esame.

La morfologia dell'area in esame è caratterizzata da un'evidente erosione differenziata che ha variamente inciso e modellato il paesaggio; in particolare, l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto FV è ubicata ad ovest del centro abitato di Montemilone, in corrispondenza di un pianoro subpianeggiante debolmente inclinato verso nord ovest e si staglia ad una quota media di circa 345 metri sul livello del mare.

Tale pianoro è impostato su depositi conglomeratici da parzialmente cementati a cementati e si caratterizza per la presenza di piccole incisioni torrentizie lungo la porzione mediana, che alimentano il Vallone Sopra Cornuta che si sviluppa in direzione nord est bordando l'area in esame lungo il settore nord ovest e lungo il lato nord.

I versanti dei valloni in esame sono costituiti da conglomerati e sabbie, non mostrano particolari segni di degradazione meteorica e/o d'instabilità e non si evidenziano processi geomorfologici attivi di una certa entità in grado di interagire negativamente con le opere in progetto.

Tale situazione è legata alle buone caratteristiche meccaniche delle sabbie e dei conglomerati che costituiscono i versanti e all'assenza di deformazioni tettoniche significative.



*Immagine satellitare con ubicazione dell'impianto fotovoltaico in esame*

In allegato si riporta lo stralcio della carta geomorfologica con individuazione dell'impianto fotovoltaico in esame.

#### **2.4. IDROGEOLOGICO**

Per quanto attiene l'idrogeologia dei terreni caratterizzanti l'area di studio si ritiene che la conducibilità idrica sia nettamente differente a seconda della litologia considerata, ovvero, i terreni costituenti sono dotati di caratteristiche idrogeologiche piuttosto differenziate in rapporto alla composizione granulometrica, alla porosità, al grado di addensamento ed alla fratturazione.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area in esame non risultano molto differenti in ragione/conseguenza del fatto che, l'area in esame, si contraddistingue per la presenza di depositi sostanzialmente permeabili, caratterizzati dalla presenza di un banco di materiale Ghiaioso-Sabbioso (parte Area impianto FTV e SE Terna 380kV) e un banco di materiale Sabbioso-Arenaceo (parte Area

impianto FTV).

Infatti in quest'area, i depositi rinvenuti non oppongono grossa resistenza alla infiltrazione dell'acqua meteorica che pertanto più che alimentare un deflusso superficiale ne alimenta uno profondo. Inoltre qualora si verificano eventi meteorici eccezionali per durata ed intensità il deflusso superficiale in coincidenza di tali litotipi tende a prodursi secondo direttive ben precise, ovvero, secondo le direzioni di massima pendenza.

In merito alle condizioni di permeabilità delle unità rilevate, possiamo inserire i depositi conglomeratici all'interno del complesso dei depositi epiclastici continentali, caratterizzati da un tipo di permeabilità primaria per porosità e un grado di permeabilità che va da medio ad elevato in base alla percentuale di materiale sabbioso o limoso-argilloso.

Mentre i depositi sabbioso limoso-arenacei vanno inserite all'interno del complesso sabbioso-ghiaioso, costituito da depositi clastici sabbioso-ghiaiosi da incoerenti a poco cementati, ascrivibili alle fasi regressive iniziate nel Pleistocene Inferiore.

Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta, in corrispondenza di limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.

Di conseguenza, dalla consultazione delle carte tematiche e dall'analisi ed interpretazione del rilevamento geologico eseguito lungo l'intero areale che ospiterà l'impianto fotovoltaico, si evince così come evidenziato dalla carta idrogeologica allegata alla presente, che l'area in studio si caratterizza per la presenza di due complessi idrogeologici principali:

- 1 - *Complesso idrogeologico conglomeratico*
- 2 - *Complesso idrogeologico sabbioso limoso ghiaioso*

Il Complesso idrogeologico conglomeratico è caratterizzato dalla presenza di depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, talora con intercalazioni di lenti di materiale argilloso-siltoso e sabbie giallastre, caratterizzati da un tipo di permeabilità primaria per porosità e un grado di permeabilità che va da medio ad elevato in base alla percentuale di materiale sabbioso o limoso-argilloso.

Su tale complesso è prevista la realizzazione dell'intero impianto fotovoltaico e della stazione elettrica 380 kV Terna.

Il Complesso idrogeologico sabbioso limoso ghiaioso è caratterizzato dalla presenza di depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli arenitici, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi, caratterizzati da un tipo di permeabilità primaria per porosità e un grado di permeabilità medio-alto.

Dall'interpretazione ed analisi della campagna di indagini geognostiche eseguite non è emersa la presenza di alcuna superficie piezometrica sino alla profondità massima investigata; ciò nonostante le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione sub- superficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.

La presenza o meno di piccole falde acquifere verrà pertanto valutata con estremo dettaglio nelle fasi progettuali successive nel corso delle quali verranno predisposte le indagini geognostiche più appropriate atte a determinare le caratteristiche idrogeologiche dei terreni che costituiranno le fondazioni delle opere in esame.

In allegato si riporta lo stralcio della carta idrogeologica con indicazione dei complessi idrogeologici rinvenuti.

## 2.5. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA DA NORMATIVA

Dalla distribuzione areale e dalla notevole estensione territoriale delle opere in progetto è emerso che il futuro impianto fotovoltaico attraversa i territori di competenza dell'Unit of Management Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

Le aree a pericolosità geomorfologiche individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

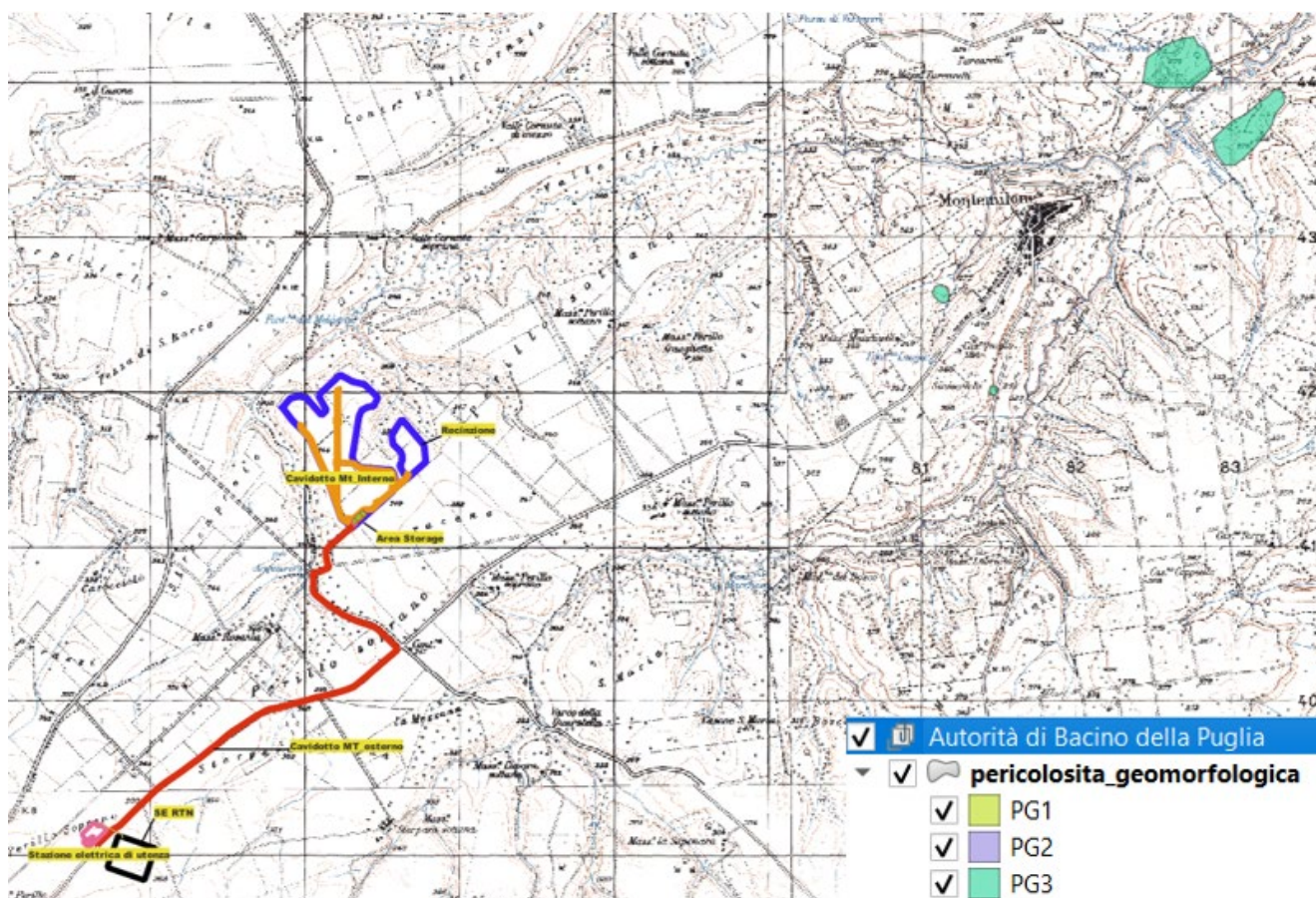
- Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3;
- Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2;
- Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata – P.G.1.

Le aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio, in:

- Aree ad alta probabilità di inondazione – A.P.;
- Aree a media probabilità di inondazione – M.P.;
- Aree a bassa probabilità di inondazione – B.P.

Dalla consultazione della cartografia tematica è emerso che l'intero impianto fotovoltaico e le opere connesse non ricadono in alcuna area interessata da rischio idrogeologico e/o pericolosità geomorfologica.

Di seguito si riporta lo stralcio della cartografia tematica in esame.



*Stralcio carta IGM con individuazione dell'impianto fotovoltaico e delle criticità geomorfologiche individuate dall'AdB Regione Puglia*

### 3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

#### 3.1. DEFINIZIONE DEL PIANO DI INDAGINI DA ESEGUIRE

Considerata l'entità dell'intervento, le conoscenze geologiche pregresse e le indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto in zone limitrofe all'area di interesse, per la caratterizzazione geotecnica e sismica dell'area in esame è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche e geofisiche consistente in:

- N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 2.70 a 4.80 m dal piano campagna;
- N. 1 prova penetrometrica statica CPT spinta fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità di 2.40 m dal piano campagna;
- N. 1 indagine sismica di superficie di tipo M.A.S.W.

In allegato si riporta la planimetria in scala 1:5.000 con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite.

### 3.2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH

#### 3.2.1. GENERALITA'

Nel corso della campagna di indagini geognostiche sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche pesanti denominate DPSH 01, DPSH 02 e DPSH 03, spinte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale avvenuto a profondità variabili da 2.70 m a 4.80 m.



*Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 01*



*Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 02*



*Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 03*

Le prove penetrometriche dinamiche pesanti vengono eseguite con il Penetrometro Dinamico Pesante Pluristandard della Pagani TG 63-200 KN.

Esse consistono nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

La prova fornisce una valutazione qualitativa e quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati. Le informazioni fornite dalle prove sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Il campo di utilizzazione della prova è molto vasto, viene infatti eseguita in tutti i tipi di terreno sia coesivo che granulare (dalle argille alle ghiaie).

### **3.2.2. CARATTERISTICHE**

La prova viene eseguita con attrezzatura e modalità standard EMILIA 30 appresso descritte:

- il maglio ha un peso  $Q = 63.50$  kg;
- l'altezza di caduta del maglio è costante ed è pari ad  $H = 75$  cm;
- peso testa, guida, ecc.  $q = 15$  kg
- lunghezza aste  $L=1,00$  metro
- peso delle aste  $6,00$  kg/m
- diametro delle aste  $\phi=32$  mm
- angolo di apertura della punta  $\phi=60^\circ$
- diametro della base della punta conica  $D=50,5$  mm
- area della punta  $20$  cm<sup>2</sup>
- la registrazione dei colpi  $N$  avviene ogni qual volta il gruppo di infissione ha un abbassamento nel terreno pari a  $30$  cm;
- energia specifica del colpo  $7.9375$  kg/cm<sup>2</sup>

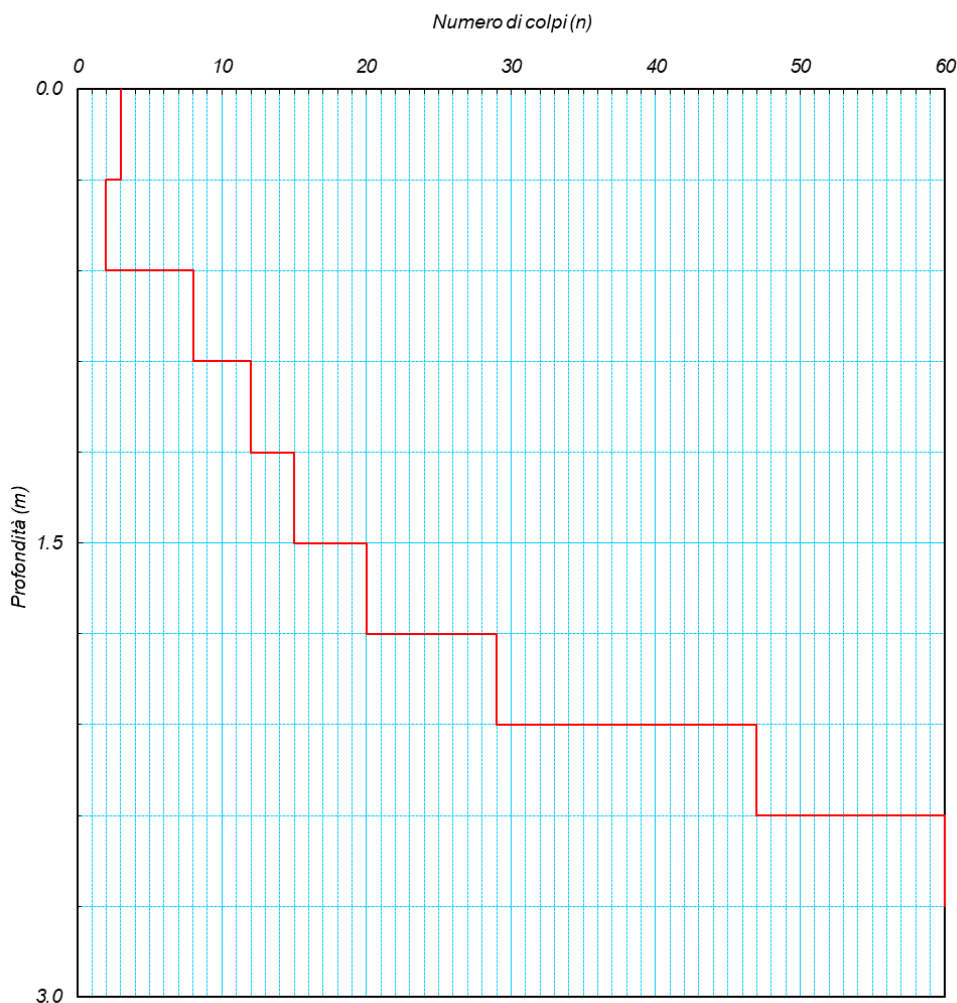
- coefficiente di correlazione con l'NSPT 1.01.

### 3.2.3. INTERPRETAZIONE

Diagrammando su un grafico cartesiano il numero di colpi Nscpt in funzione della profondità, è possibile individuare strati caratterizzati da un numero di colpi pressoché simile determinando una stratigrafia geotecnica dei terreni attraversati.

Mediando i valori della resistenza all'avanzamento del gruppo di infissione, rilevati nell'ambito di ognuno degli strati così individuati, si possono ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni che li compongono. In particolare, attraverso opportune formule di correlazione (riportate nel paragrafo seguente), si ricavano una serie di parametri identificativi: la resistenza alla punta del penetrometro statico ( $R_p$ ), la resistenza a rottura non drenata che, opportunamente correlata, permette di quantificare l'angolo di attrito interno medio ( $\phi$ ) e la coesione non drenata ( $C_u$ ), il modulo edometrico ( $E_{ed}$ ) che fornisce le indicazioni sulla compressibilità dei terreni, la densità relativa ( $D_r$ ) per la determinazione dello stato di addensamento dei terreni. Le caratteristiche geotecniche dei vari strati individuati vengono riportate, per ogni prova, in una tabella riassuntiva insieme al grafico e al listato del numero di colpi misurati ogni 30 cm.

Nel grafico che segue è riportato l'andamento del numero di colpi ( $n$ ) in funzione della profondità.



*Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 01 eseguita nella zona dell'impianto*



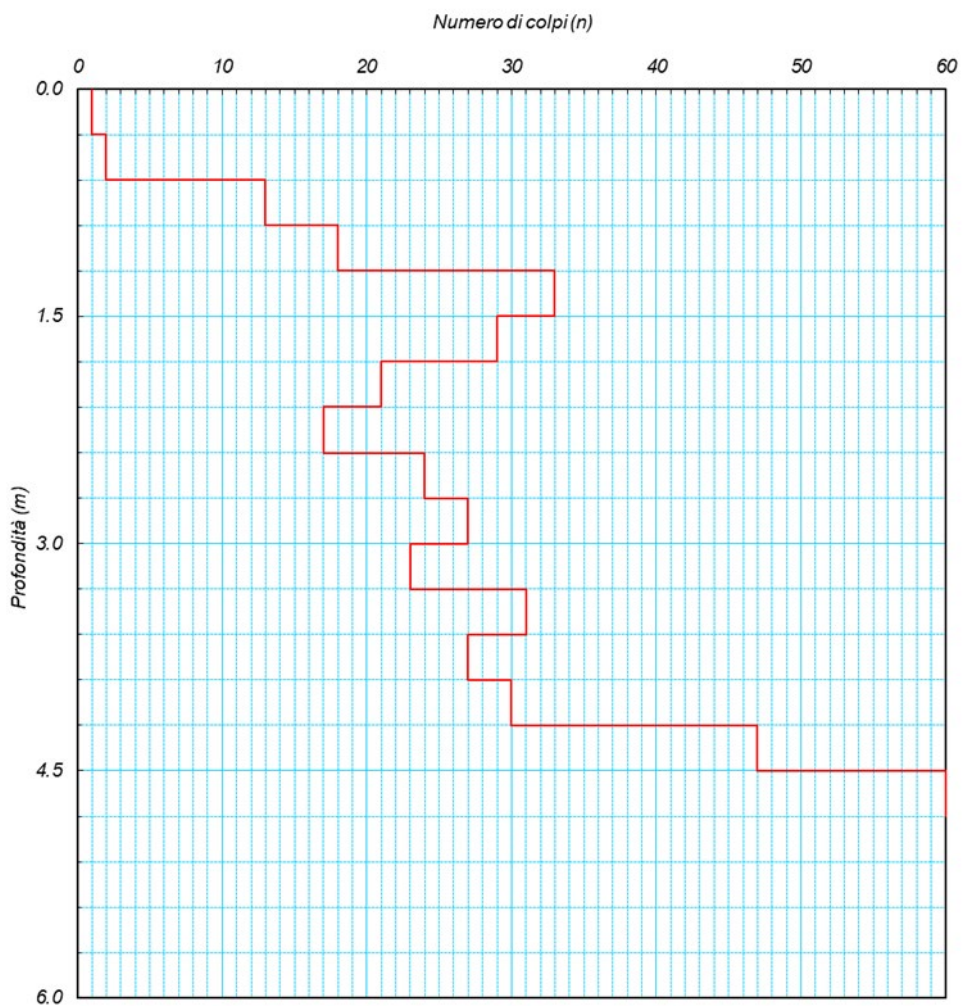


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 02 eseguita nella zona dell'impianto

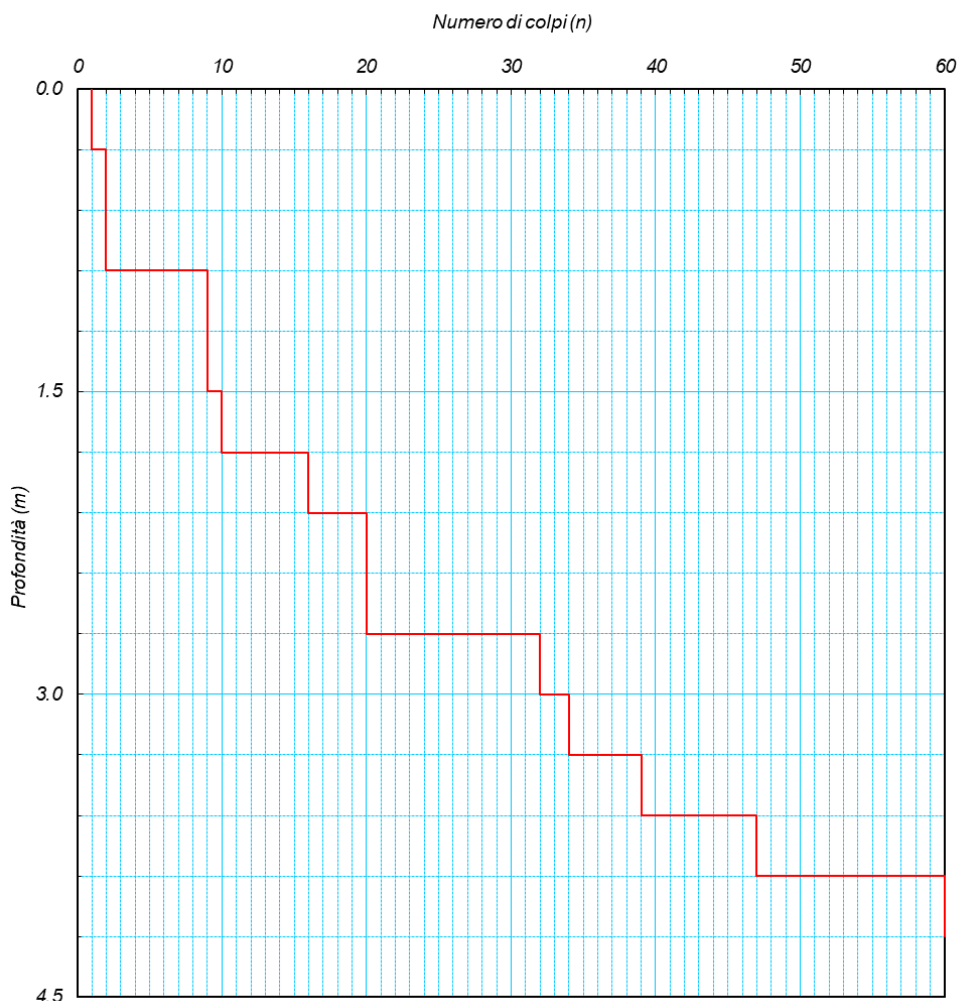


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 03 eseguita nella zona dell'impianto

### 3.3. PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

Nel corso della campagna di indagini geognostiche, è stata eseguita n. 1 prove penetrometrica statica CPT spinta sino al raggiungimento del rifiuto strumentale, attestatosi alla profondità di 2.40 metri dal locale piano campagna.

La prova CPT eseguita con il Penetrometro Statico Semovente Pluristandard da 20 tons della Pagani, determina la misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno. Lo sforzo per la penetrazione viene applicato per mezzo di un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Fra i vari tipi di punte che solitamente vengono usate si è preferita la punta telescopica o punta Begemann. Questa possiede, dietro di sé, un manicotto opportunamente sagomato per evitare l'ingresso di terreno nell'intercapedine fra aste e tubi; viene inoltre usato un ulteriore manicotto scorrevole (friction jacket) che permette la misura della resistenza laterale locale (RII). Le dimensioni della punta e del manicotto sono standardizzate e precisamente:

- Area trasversale della punta = 10 cm<sup>2</sup>
- Angolo di apertura del cono = 60°
- Superficie laterale del manicotto = 150 cm<sup>2</sup>
- Sulle aste cave è applicato un anello allargatore allo scopo di diminuire l'attrito del terreno sulla batteria di aste e facilitare

l'approfondimento a parità di spinta disponibile.

### 3.3.1. IL DISPOSITIVO DI MISURA

Per il penetrometro meccanico il dispositivo di misura è costituito da una piastra di carico collegata ad un sistema di acquisizione dati di alta precisione con un errore massimo < 0.2% del valore di fondo scala. Su un display digitale viene visualizzata la pressione necessaria per l'infissione nel terreno sia della punta che della punta più il manicotto laterale.

### 3.3.2. IL DISPOSITIVO DI SPINTA

Il dispositivo di spinta è costituito da un martinetto idraulico in grado di esercitare sulla batteria di aste cave una spinta di 20 tonnellate. La velocità con cui viene fatta penetrare la punta nel terreno è standard e precisamente di 2 cm/sec ± 0.2. ed è indipendente dalla resistenza opposta dal terreno. Le misure di resistenza, come di norma, vengono annotate ogni 20 cm di penetrazione.

### 3.3.3. LA PROVA

Nel penetrometro meccanico la colonna di aste che fa avanzare la punta è protetta da una tubazione di rivestimento. L'esecuzione delle prove consente di ottenere valide informazioni ai fini della ricostruzione dei profili stratigrafici e geotecnici; infatti dal rapporto tra la resistenza laterale locale (Rll) e la resistenza all'avanzamento della punta (Rp) è possibile, mediante correlazione, risalire con una certa approssimazione alla natura dei terreni attraversati ed alle loro caratteristiche geotecniche quali angolo di attrito ( $\phi$ ), densità relativa (Dr), coesione (c) e modulo edometrico (Eed). In allegato, viene riportata l'elaborazione delle prove sia sotto forma di diagrammi che di tabulato dei valori rilevati alla centralina nonché quelli derivanti dall'elaborazione.

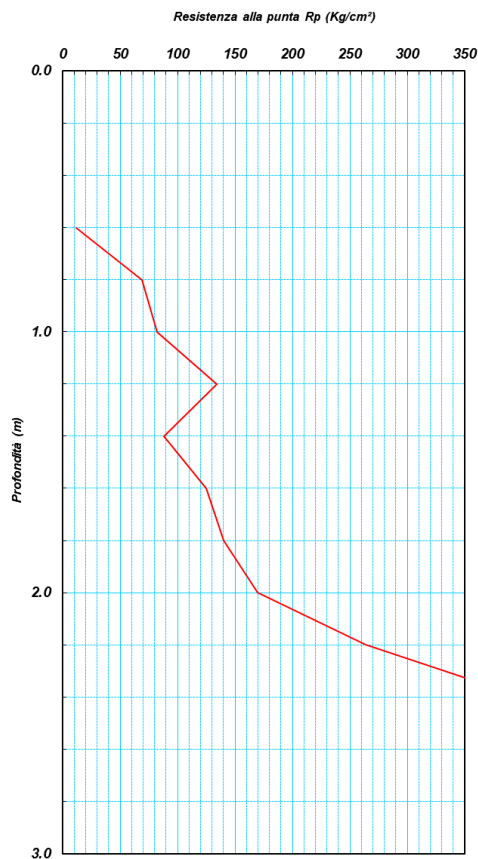


Grafico Resistenza alla punta Rp/profondità CPT 01

### 3.4. INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Nel corso della campagna di indagini geognostiche è stata eseguita N. 1 indagine sismica di superficie di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde superficiali di Rayleigh).

Tale indagine è stata condotta con il triplice scopo di individuare gli spessori dei litotipi caratterizzanti l'area, individuarne le caratteristiche sismostratigrafiche e di classificare sismicamente il suolo dell'area oggetto di studi per ottemperare alla normativa antisismica (D.M. 17/01/18).



*Indagine sismica di superficie Masw M1*



*Indagine sismica di superficie Masw M1*

### 3.4.1. ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

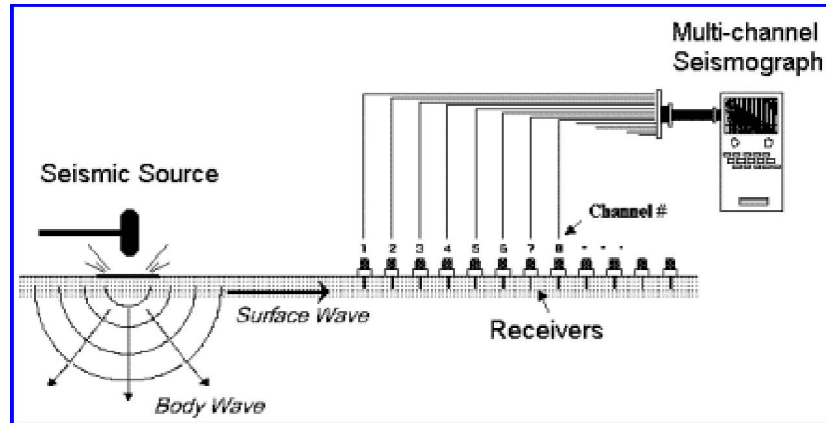
Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

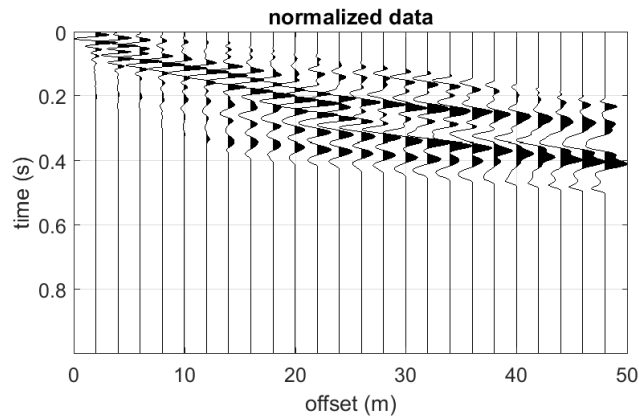
La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intera procedura per una MASW consiste di 4 passi fondamentali:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (mazza battente su piastra o fucile sismico), lungo uno stendimento rettilineo di sorgentegeofoni;

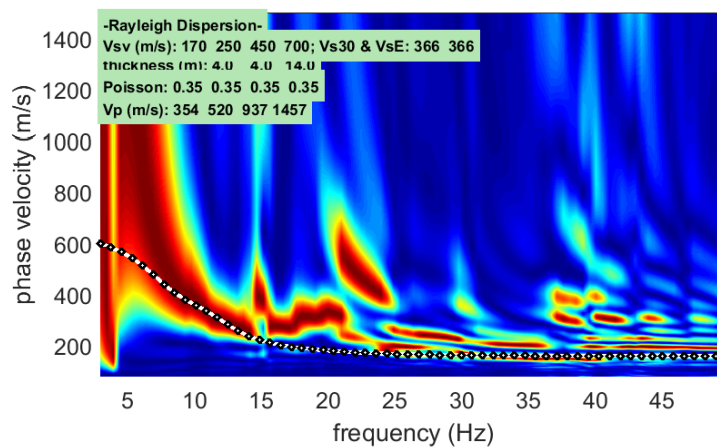


Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.



Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento tipo.

- Estrazione del modo fondamentale ed eventualmente, se presenti, dei modi superiori dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;

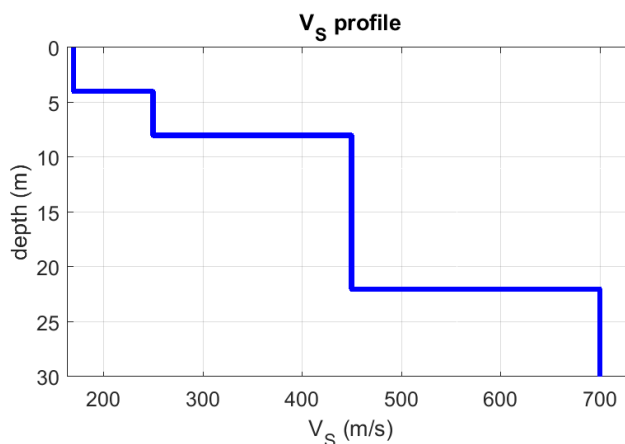


Esempio di curva di dispersione: velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh

- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle Vs (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);
- Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle Vs dei terreni con approccio multicanale (con almeno due acquisizioni dei



segnali, ovvero due spostamenti lungo la linea dello stendimento).



*Esempio di modello di velocità delle onde di taglio  $V_S$  ottenuto dalla curva di dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh attraverso l'inversione di un modello multistrato del terreno*

#### 3.4.2. STRUMENTAZIONE ADOPERATA

La strumentazione geosismica utilizzata comprende:

- Sismografo Pasi 16S24P basato su un processore Windows XP con 24 canali di registrazione simultanea a 24 bit, con filtri passa basso, passa alto ed a taglio di frequenza, memorizzazione delle onde registrate su un disco rigido interno di 60 GB, possibilità di interfaccia con stampante, tastiera e mouse esterno.



**Sismografo Pasi 16S24**

- 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno, con risposta lineare a partire dalla frequenza di 4.5 Hz e relativo cavo di collegamento;



**Geofono**

- massa battente e cannoncino sismico per l'energizzazione del terreno.

#### 3.4.3. DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO



Lo stendimento è stato eseguito disponendo 24 geofoni da 4.50 Hz ad una distanza di 2 metri uno dall'altro, per una lunghezza complessiva di 46 metri di stendimento. La sorgente energizzante è stata posta ad una distanza pari a 2 metri dal primo geofono. In prima analisi si esegue una energizzazione con piastra metallica impattata da una mazza da 10 kg, per la verifica della risposta dei terreni, dei guadagni da impostare sui vari canali e per verificare se le impostazioni relative al passo di campionamento, il tempo di registrazione, ecc. siano adeguate ai terreni presenti nel sottosuolo. Successivamente, l'energizzazione si esegue generalmente con l'ausilio di un fucile sismico che utilizza cartucce calibro 8 industriali; questo permette di avere un'energia nettamente superiore al rumore ambientale e rende più chiare e leggibili le tracce registrate.

## 4 MODELLAZIONE SISMICA

### 4.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Le norme per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza del O.P.C.M. 3274 e Decreto 14 settembre 2005), avevano suddiviso il territorio nazionale in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. I valori convenzionali di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale erano riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella Tabella che segue:

Zona	Valore di $a_g$
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

Il comune di Montemilone (PZ), con D.G.R. della Basilicata n. 731 del 19.11.2003 che approvò l'aggiornamento della classifica sismica, venne classificato di **categoria 2**.

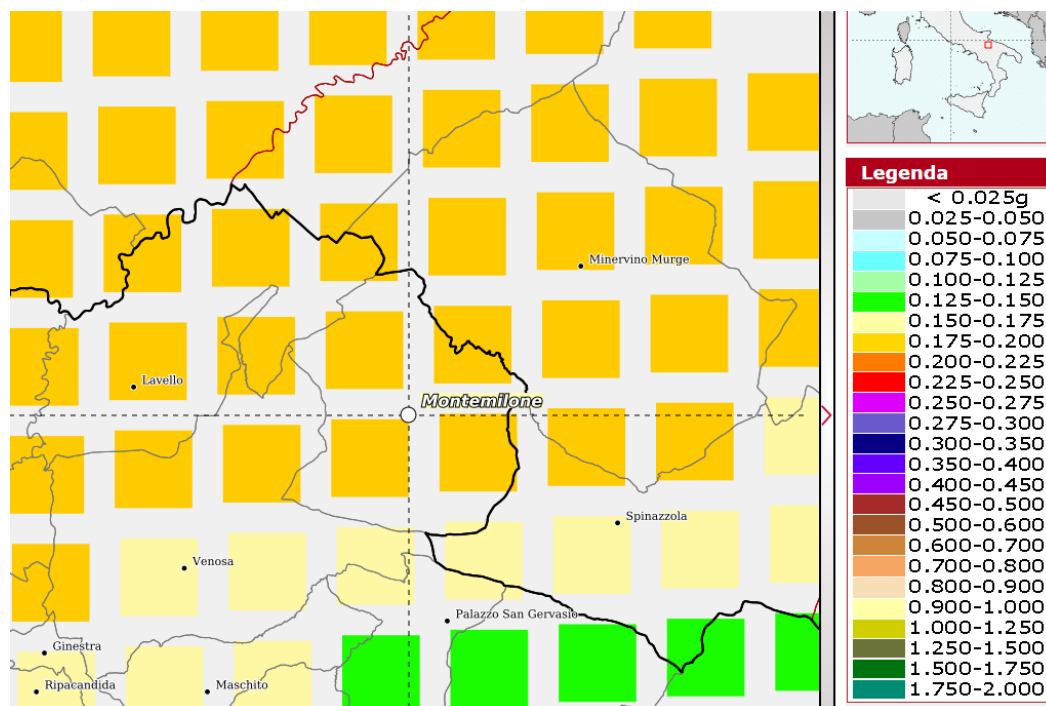
Con l'entrata in vigore del D.M. 17/01/2018 e ancor prima del D.M. 14/01/2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Quindi per la stima della pericolosità sismica di base, si determinano le coordinate geografiche del sito di interesse, si sceglie la maglia di riferimento, e si ricavano i valori dei parametri spettrali come media pesata dei valori corrispondenti ai vertici della maglia (forniti in allegato al D.M. 17.01.2018), moltiplicati per le distanze dal punto.

Le nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 2008 forniscono, per l'intero territorio nazionale, i parametri da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica. Tali parametri sono forniti in corrispondenza dei nodi, posti ad una distanza massima di 10 km, all'interno di un reticolo che copre l'intero territorio nazionale. I valori forniti di  $a_g$ ,  $T_r$ ,  $F_o$  e  $T_c$  da utilizzare per la risposta sismica del sito sono riferiti al substrato, inteso come litotipo con  $V_s > 800$  m/sec.

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Di seguito si riporta la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il comune di Montemilone nel quale ricadono le opere in esame.





**Comune di Montemilone (PZ)**  
**Mapa di pericolosità sismica e relativa legenda con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni**  
[\(http://esse1-gis.mi.ingv.it/\)](http://esse1-gis.mi.ingv.it/)

Secondo le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il sito in esame l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $a_g$  varia tra 0.175 e 0.200 g ( $a_g$  espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi) - ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

La disaggregazione dei valori di  $a_g$  con la medesima probabilità di eccedenza, mostra come il contributo percentualmente maggiore alla pericolosità sismica di base per l'impianto fotovoltaico in esame, sia determinato da sismi con magnitudo massima pari a 5.82 con epicentri individuati ad una distanza di 12.00 km.

L'azione sismica sulle costruzioni viene dunque valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (categoria A nelle NTC). La "pericolosità sismica di base" costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Come anzi detto, essa, in un generico sito viene descritta in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, sopra definito, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:  $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;  $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- $a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- $F_0$  e  $T_c$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento, previste dalle NTC,



scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è impostata operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

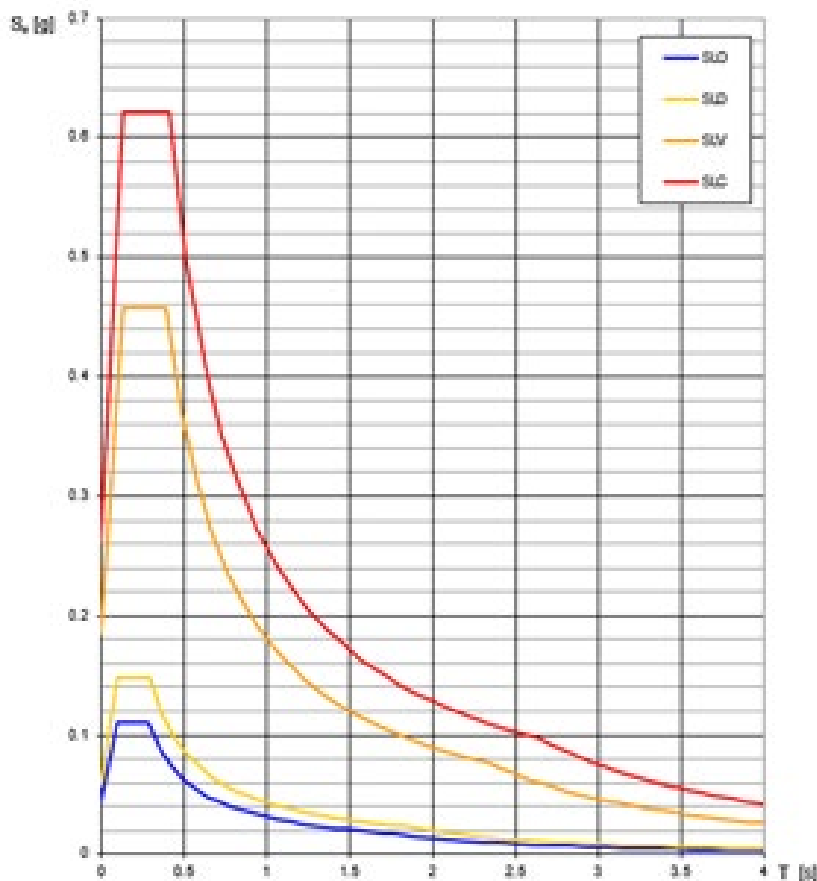
Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare: la vita di riferimento VR della costruzione, le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR, associate a ciascuno degli stati limite considerati. Si possono così individuare, partendo dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Considerando che le aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alla categoria sismica B e alla categoria topografica T1, si riportano i valori di tali parametri ai vari stati limite previsti dalla normativa, (SLO stato limite di operatività, SLD stato limite di danno, SLV stato limite di salvaguardia della vita, SLC stato limite di prevenzione del collasso), calcolati all'interno del settore in cui verrà realizzato l'impianto fotovoltaico.

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C$ [s]
SLO	30	0.044	2.511	0.285
SLD	50	0.058	2.555	0.293
SLV	475	0.185	2.475	0.394
SLC	975	0.261	2.388	0.413

Gli stessi valori sono di seguito riportati sotto forma di grafico

**Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite**

Grafici spettri di risposta per i diversi stati limite

**4.2. RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW**

I risultati dell'indagine sismica MASW, riportati negli allegati sia in forma numerica che grafica presentano velocità delle onde di taglio compatibili con le litologie presenti.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$ , è definito dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_{S,i}$  sono gli spessori e le velocità delle onde di taglio dei singoli strati e  $H$  è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Quando la profondità  $H$  del substrato è 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 nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per la prova MASW M1, eseguita nelle aree che ospiteranno l'impianto fotovoltaico, il  $V_{S,eq}$  calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 476 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	5.00	330	0.0152
5.00	13.00	500	0.0160
13.00	18.00	750	0.0067
18.00	35.00	1000	0.0170

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M1

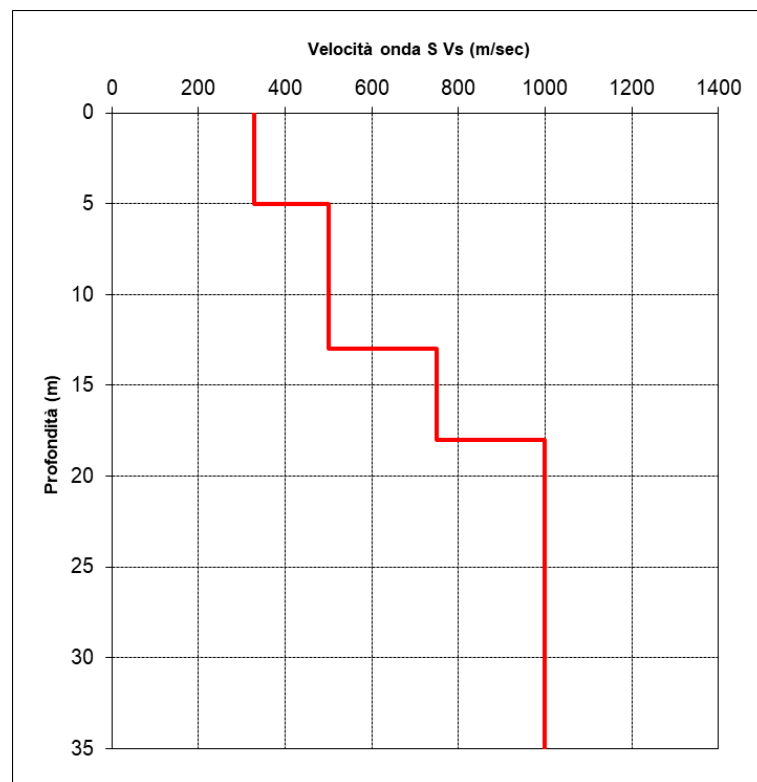


Grafico velocità-profondità dal MASW M1

#### 4.3. ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse è stata eseguita n° 1 indagine sismica di tipo MASW, dalla quale emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di  $V_{s,eq}$  attribuibili alla categoria di suolo B.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$ , è definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_{s,i}$  sono gli spessori e le velocità delle onde di taglio dei singoli strati e  $H$  è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Quando la profondità  $H$  del substrato è superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tab. 3.2.II – *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	Depositi 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	Depositi 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.

Categorie di sottosuolo sismico per l'approccio semplificato

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$* 

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Espressioni di  $S_s$  e  $C_c$ 

#### 4.4. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

La norma citata, per la risposta sismica del sito, stabilisce 4 categorie, in relazione alle caratteristiche topografiche dell'area in esame. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- T2 Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$

Le susposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se presentano altezze maggiori di 30 m.

Per ciò che concerne l'area in studio, considerando che l'impianto fotovoltaico ricoprirà un'area più o meno estesa caratterizzata da morfologie piuttosto variegata, dall'analisi dei valori di inclinazione media ove andranno posizionate le opere in esame il coefficiente topografico da adottare è quello relativo alla categoria topografica T1.

## 5 MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

### 5.1. INDAGINI GEOTECNICHE



Dalle conoscenze pregresse e dal modello geologico risultante dell'area di studio, oltre alle prove penetrometriche opportunamente eseguite:

- N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 2.70 a 4.80 m dal piano campagna
- N. 1 prova penetrometrica statica CPT spinta fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità di 2.40 m dal piano campagna si è proceduto ad analizzare una serie di indagini realizzate nel corso degli anni in aree limitrofe al sito in esame e su terreni con caratteristiche simili.

Pertanto, sono state consultate una serie di indagini geognostiche in sito e prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nell'ambito delle stesse formazioni geologiche che caratterizzano l'intero impianto eolico.

Inoltre, la massiccia raccolta di dati bibliografici rappresentativi dell'area in esame e delle principali litologie affioranti ha rappresentato un valido e ulteriore strumento per la definizione dei parametri geotecnici locali.

In particolare, le aree di sedime sulle quali verrà ubicato l'impianto fotovoltaico sostanzialmente sono riconducibili a depositi incoerenti a granulometria variabile da ghiaioso sabbiosa a sabbioso limoso ghiaioso da moderatamente addensati a ben addensati con intercalazioni di livelli arenitici.

## **5.2. INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH**

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno l'impianto fotovoltaico e le opere accessorie, sono state prese in considerazione le prove penetrometriche eseguite.

Di seguito si riportano i grafici N.Colpi/Profondità delle prove e l'interpretazione delle stesse con le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici individuati.

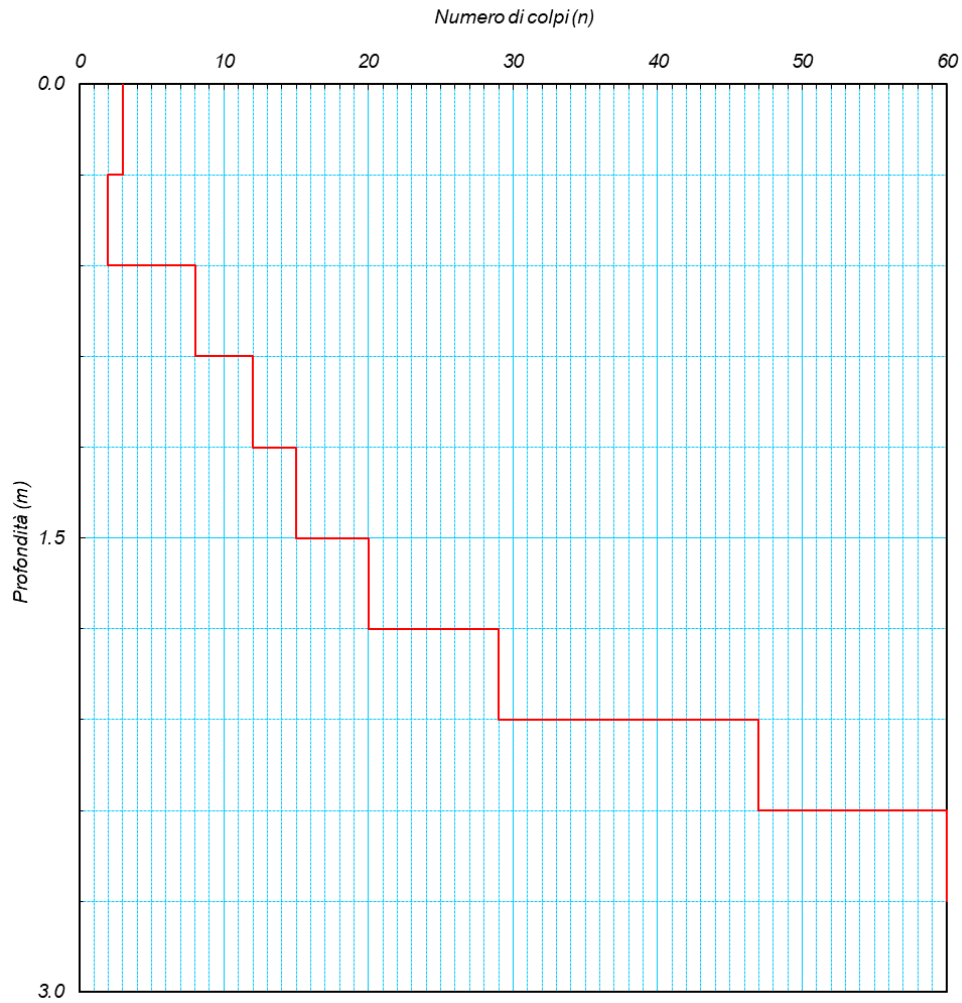


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 01 eseguita nella zona dell'impianto

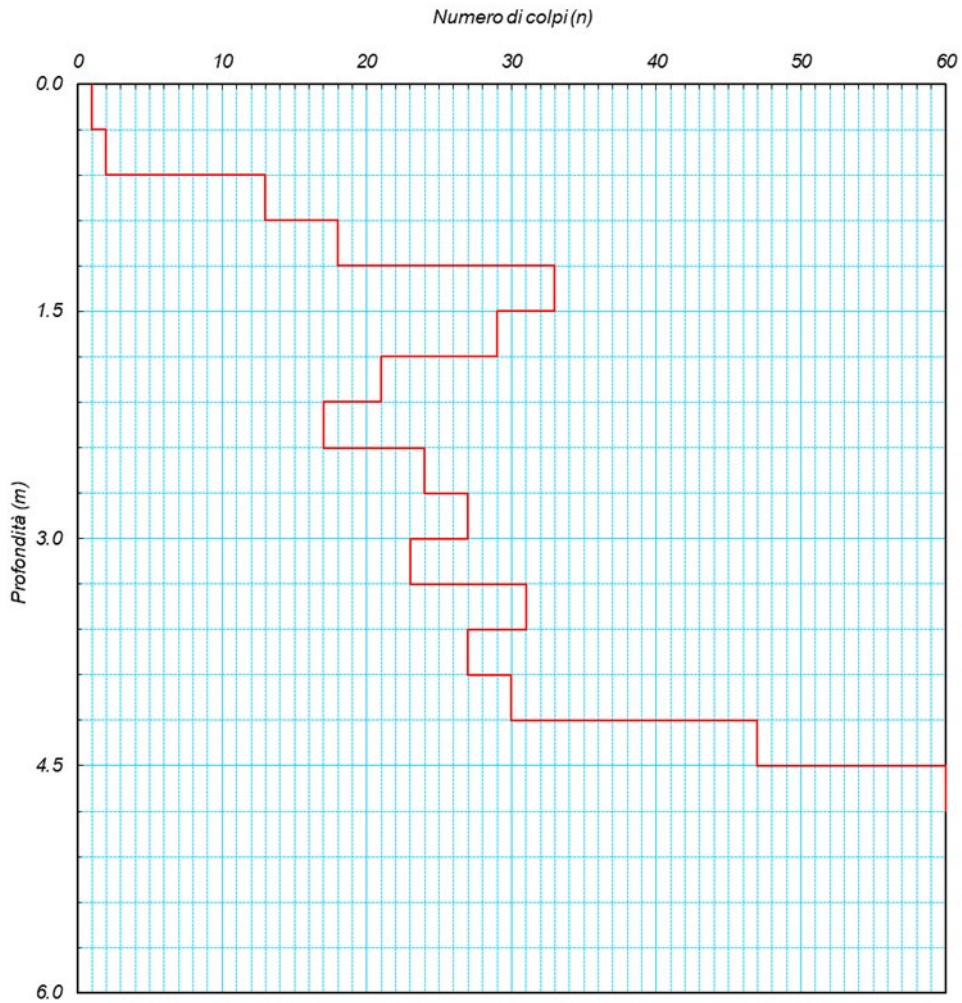


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 02 eseguita nella zona dell'impianto



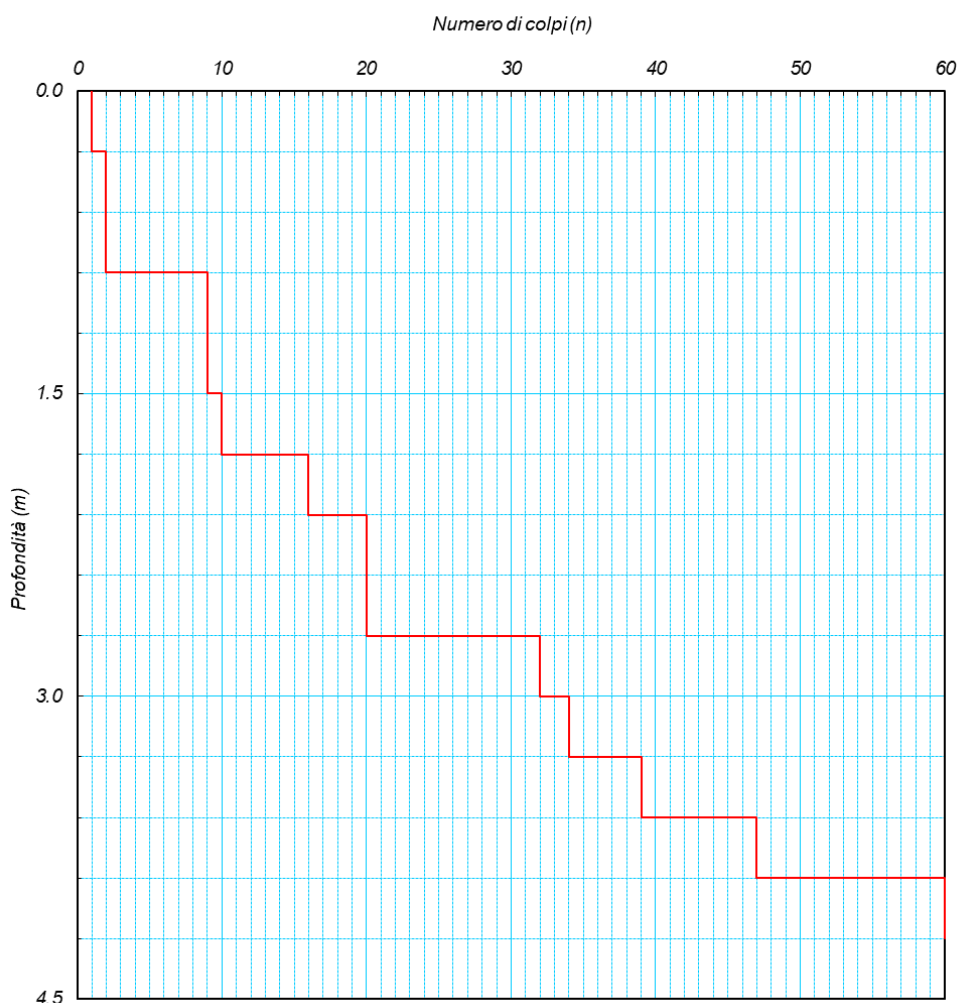


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 03 eseguita nella zona dell'impianto

Come è possibile evincere dai grafici su riportati, le risultanze delle prove eseguite sono rappresentative dei materiali che caratterizzano l'area in esame, ossia depositi incoerenti costituiti da sabbie ghiaiose eterometriche immerse in matrice sabbioso limoso ghiaiosa, talora con intercalazioni di livelli limoso sabbiosi da moderatamente addensati a molto addensati all'aumentare della profondità.

Tali depositi, presentano un N. Colpi medio elevato già a partire dal primo metro di profondità dal piano campagna per poi aumentare sensibilmente con la profondità, fino a ottenere il rifiuto strumentale per tutte le prove eseguite, a profondità variabili da 2.70 a 4.80 m dal p.c., indice di materiali con caratteristiche geotecniche da buone a ottime.

Di seguito si riportano i parametri geotecnici rilevati dalle prove penetrometriche eseguite per le quali è stato misurato il numero dei colpi N in funzione della profondità; il peso di volume è stato attribuito sulla base delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso di alcuni sondaggi eseguiti nelle zone immediatamente limitrofe al sito in esame, per correlazione sono stati rilevati attrito interno, densità relativa e modulo edometrico.

**Prova (n): DPSH 01****STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA****DATI GENERALI**

Strato (n)	1	2	3
Profondità iniziale (m)	0.00	0.90	2.10
Profondità finale (m)	0.90	2.10	2.70
Potenza dello strato (m)	0.90	1.20	0.60
Peso di volume attribuito (g/cm <sup>3</sup> )	1.30	1.60	1.80
Pressione vert efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.12	0.34	0.49
Media numero colpi (N)	4	19	54
Media resist. alla Punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	13.00	66.00	172.00

**PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE**

Angolo di attrito (°)	29	35	>38
Densità relativa (%)	35	77	100
Mod. di deformazione (Kg/cm <sup>2</sup> )	39	198	516
Mod. taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )	27	92	145
Stato di addensamento	S	M	M D

**PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA**

Coesione non dren. (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.64	3.28	8.58
Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	28.00	145.00	378.00
Grado di sovracons. OCR (-)	9.18	5.01	6.66
Mod. di taglio dinam. (t/m <sup>2</sup> )	4.128	13.917	31.434
Stato di consistenza	Med	M C	D

**LEGENDA****Terreni di natura granulare - Stato di addensamento**

M S=Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso

**Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza**

M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 01

**Prova (n): DPSH 02****STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA****DATI GENERALI**

Strato (n)	1	2	3	4
Profondità iniziale (m)	0.00	0.60	2.40	4.20
Profondità finale (m)	0.60	2.40	4.20	4.80
Potenza dello strato (m)	0.60	1.80	1.80	0.60
Peso di volume attribuito (g/cm <sup>3</sup> )	1.30	1.60	1.80	2.00
Pressione vert efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.08	0.38	0.76	0.96
Media numero colpi (N)	2	19	26	54
Media resist. alla Punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	4.00	75.00	93.00	158.00

**PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE**

Angolo di attrito (°)	28	35	37	>38
Densità relativa (%)	25	77	90	100
Mod. di deformazione (Kg/cm <sup>2</sup> )	12	225	279	474
Mod. taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )	17	105	219	286
Stato di addensamento	M S	M	M	M D

**PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA**

Coesione non dren. (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.20	3.73	4.61	7.85
Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	8.00	165.00	204.00	347.00
Grado di sovracons. OCR (-)	6.29	4.22	1.36	1.49
Mod. di taglio dinam. (t/m <sup>2</sup> )	2.404	13.917	17.775	31.434
Stato di consistenza	T	M C	M C	D

**LEGENDA****Terreni di natura granulare - Stato di addensamento**

M S=Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso

**Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza**

M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 02

**Prova (n): DPSH 03****STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA****DATI GENERALI**

Strato (n)	1	2	3	4
Profondità iniziale (m)	0.00	0.90	2.10	3.90
Profondità finale (m)	0.90	2.10	3.90	4.20
Potenza dello strato (m)	0.90	1.20	1.80	0.30
Peso di volume attribuito (g/cm <sup>3</sup> )	1.30	1.60	1.80	2.00
Pressione vert efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.12	0.34	0.70	0.84
Media numero colpi (N)	2	11	32	60
Media resist. alla Punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	5.00	36.00	110.00	189.00

**PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE**

Angolo di attrito (°)	28	33	38	>38
Densità relativa (%)	25	59	100	100
Mod. di deformazione (Kg/cm <sup>2</sup> )	15	108	330	567
Mod. taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )	26	87	209	250
Stato di addensamento	M S	M	D	M D

**PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA**

Coesione non dren. (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.24	1.78	5.46	9.41
Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	11.00	79.00	242.00	415.00
Grado di sovracons. OCR (-)	3.48	2.72	1.92	2.49
Mod. di taglio dinam. (t/m <sup>2</sup> )	2.404	9.087	20.900	34.126
Stato di consistenza	T	C	D	D

**LEGENDA****Terreni di natura granulare - Stato di addensamento**

M S=Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso

**Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza**

M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro

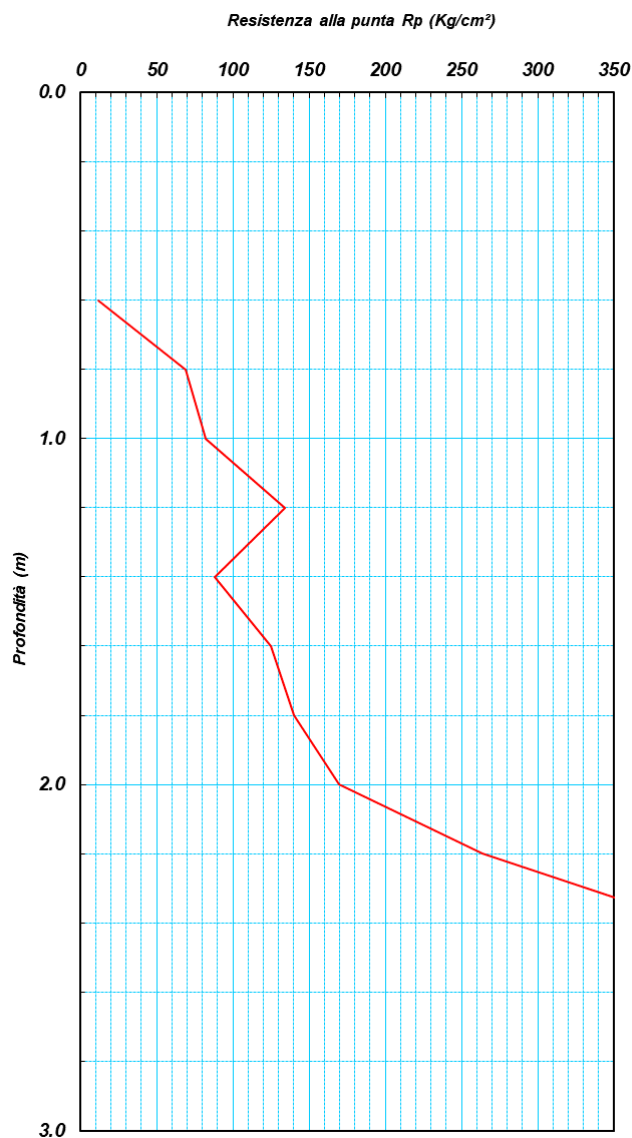
Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 03

**5.3. INTERPRETAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

In affiancamento alla prova penetrometrica dinamica pesante DPSH 01 è stata eseguita n. 1 prova penetrometrica statica CPT.

La prova è stata spinta fino al raggiungimento del rifiuto strumentale attestatosi a profondità di 2.40 m dal piano campagna in corrispondenza dei depositi ghiaiosi sopra descritti.

Di seguito si riporta il grafico della resistenza alla punta Rp/Profondità della prova eseguita.

Grafico  $R_p$ /profondità prova penetrometrica CPT 01

Si riportano le tabelle dei parametri geotecnici ricavati:

**Prova (n): CPT01****PARAMETRI GEOTECNICI**

Strato (n)	Profond. da a (m)	Peso di vol. $\gamma_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	Media $R_p$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Media $R_{II}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Media $R_p/R_{II}$ (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Definizione della litologia
1	0.0 - 0.6	1.30	12.00	0.73	16.4	29	0.54	40	36	Argille e limi argill.
2	0.6 - 2.0	1.60	115.00	3.19	36.0	>38	5.22	100	345	Limi sabbiosi
3	2.0 - 2.4	1.80	332.00	11.30	29.4	>38	15.08	100	996	Limi sabbiosi

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica CPT 01

La prova penetrometrica, di cui in allegato si riporta la planimetria con l'ubicazione, ha confermato la presenza di materiali con caratteristiche geotecniche buone già a partire dai primi metri di profondità sino al raggiungimento del rifiuto strumentale attestatosi alla profondità di 2.40 metri dal locale piano campagna.

#### 5.4. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI

Dall'analisi delle conoscenze dello scrivente, dal modello geologico e dalle indagini geotecniche in sito opportunamente eseguite, unitamente alle indagini reperite nelle immediate vicinanze, è stato possibile definire le caratteristiche geotecniche del sottosuolo interessato dal futuro impianto fotovoltaico.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri geotecnici medi individuati per l'area di sedime che ospiterà l'impianto fotovoltaico.

<b>TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO</b>									
<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO MONTEMILONE (PZ)</b>									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Numero di Colpi N <sub>SPT</sub>	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
0.00	0.90	Terreno umificato	3	1.30	1.50				
0.90	2.00	Depositi sabbioso ghiaiosi, sciolti. <b>(1)</b>	10	1.60	1.80	32	/	1.50	60
2.00	5.00	Depositi sabbioso-arenacei alterati, da moderatamente addensati a addensati <b>(2)</b>	30	1.80	1.90	36	/	4.50	150
5.00	20.00	Depositi sabbioso arenacei, da addensati a ben addensati. <b>(3)</b>	>60	2.00	2.10	38	/	6.50	250
Vs eq: 476 m/sec    Categoria di suolo: B. Categoria topografica: T1									

*Tabella parametri geotecnici area di impianto fotovoltaico*

#### 5.5. STABILITÀ DELL'AREA

Dal punto di vista della stabilità, considerando che essa è funzione delle caratteristiche geotecniche, litologiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area, e in relazione a parametri quali la litologia, l'angolo di attrito interno, il contenuto d'acqua, la coesione, la giacitura dei terreni e, soprattutto, la pendenza dei versanti dove essi affiorano, è possibile asserire che l'area ove sorgerà l'impianto fotovoltaico attualmente si presenta stabile.

Non si evidenziano processi geomorfologici attivi di una certa entità in grado di interagire negativamente con le opere in progetto.

Le situazioni di sostanziale stabilità ed assenza di rischio sono puntualmente confermate anche dall'Autorità di Bacino della Puglia che per l'area di studio non ha previsto alcun tipo di limitazione o prescrizione.

Inoltre, le attività di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse e infrastrutture necessarie alla connessione alla RTN non compromettono in nessun modo le caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio. In ogni caso, il grado di permeabilità dei terreni di copertura è tale da escludere la presenza di falde idriche importanti a breve distanza dal piano campagna.

In fase esecutiva, particolare attenzione deve essere posta alla regimentazione delle acque meteoriche per evitare che, il loro ruscellamento selvaggio e la loro infiltrazione negli strati più superficiali possa innescare fenomeni di instabilità.

Appare, inoltre, necessario prevedere la regolarizzazione della linea di drenaggio principale almeno nei settori direttamente interessati dai pannelli al fine di annullare l'approfondimento del profilo di fondo e richiamo di materiale dalle sponde per scoscendimenti.

Pertanto, nelle successive fasi progettuali dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con lo scopo di valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

#### 5.6. POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_{v0} - u) \tan \varphi$$

dove:

c = coesione del terreno

$\sigma_{v0}$  = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine

u = pressione interstiziale dell'acqua

$\varphi$  = angolo di resistenza al taglio del terreno,

È evidente che la grandezza "τ" si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

a) c = 0;

b) ( $\sigma_{v0} - u$ ) = 0;

il caso  $\varphi = 0$  non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione "c=0" non può ovviamente verificarsi).

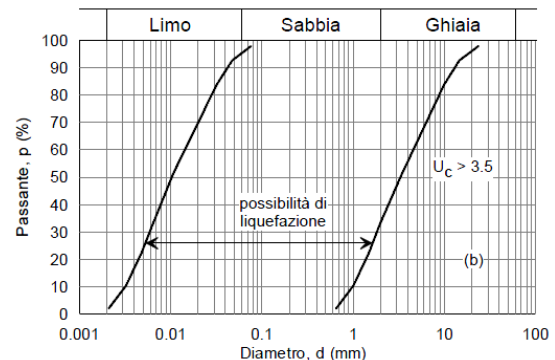
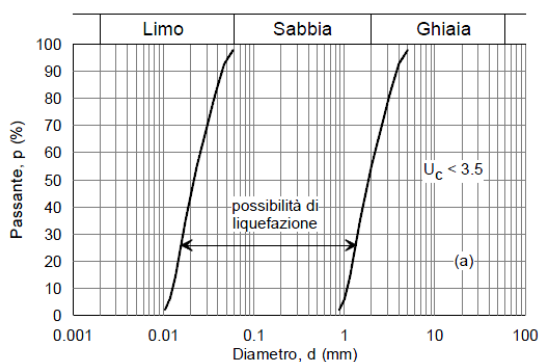
La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ( $\sigma_{v0} = u$ ). In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producono un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

Il D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), richiede di effettuare la verifica a liquefazione nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti al fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

Nelle stesse NTC è riportato che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura che segue: (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



*Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione*

Alla luce di queste considerazioni, dall'analisi di tutti i dati presi in considerazione è emerso che i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili principalmente a depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limoso con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, passanti a depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli arenitici, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi.

Tuttavia, nel corso delle indagini geognostiche non è emersa la presenza di alcuna superficie piezometrica sino alla profondità massima investigata; ciò nonostante le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione sub- superficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.

Da quanto su esposto, quindi, è possibile riscontrare la presenza di piccole falde acquifere a contatto tra le argille di base e depositi sabbioso-ghiaiosi.

Pertanto, in questo primo approccio potrebbe escludersi la verifica a liquefazione in caso di evento sismico; ciò nonostante la possibilità o meno di esclusione verrà valutata nelle successive fasi esecutive.

## 6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Scopo del presente documento è la redazione dello Studio Geologico finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare tramite conversione fotovoltaica, integrato con l'agricoltura, della potenza nominale in DC 19,922 MWp, con annesso sistema di accumulo di energia a batterie (nel seguito definito come BESS – Battery Energy Storage System) con potenza 10,00 MWp, nel comune di Montemilone (PZ), in località "Perillo", e del relativo cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, ubicata nel medesimo comune, connessa in A.T. 150 kV in antenna sulla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN a 380/150 kV, sita anch'essa nel medesimo comune, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Melfi 380 – Genzano 380".

L'intervento consiste nella realizzazione di un Impianto Fotovoltaico della potenza di 19.922 kWp nel comune di Montemilone (PZ), in località "Perillo", e del relativo Cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, ubicata nel medesimo comune, connessa in A.T. 150 kV in antenna sulla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN a 380/150 kV, sita anch'essa nel medesimo comune.

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nei Fogli n. 175 (Cerignola) e n. 187 Melfi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nei quadranti 175-II-SE (Mezzana del Cantone) e 187-I-NE (Stazione di Venosa – Maschito) della carta IGM in scala 1:25.000.

Dal punto di vista degli scenari di rischio idrogeologico, l'intero impianto attraversa il territorio di competenza dell'Unit of Management Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

Dalla disamina della carta geologica in scala 1:100.000 – Fogli n. 175 (Cerignola) e n. 187 (Melfi) e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo, è stata redatta una carta geologica alla scala 1:5.000 dalla quale si evince che l'impianto fotovoltaico e le relative opere connesse attraversano delle formazioni geologiche di cui di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi dell'impianto corrispondono:

– Conglomerati poligenici (Cg)

Conglomerati poligenici eterometrici ed eterogenei immersi in matrice sabbioso-limoso di colore variabile dal grigio al rossastro con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, talora con intercalazioni di lenti di materiale argilloso-siltoso e sabbie giallastre.

Su tali depositi è prevista la realizzazione dell'intero impianto fotovoltaico, della stazione elettrica 380 kV Terna e dell'area Bess/Storage.

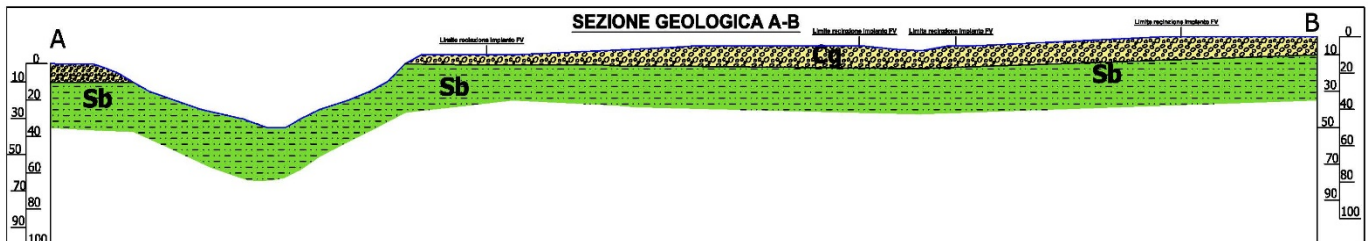
– Depositi sabbioso-arenacei di colorazione giallastra (Sb)

Sabbie limose di colore grigio giallastre e sabbie schiettamente di colore giallo ocra da addensate a molto addensate con

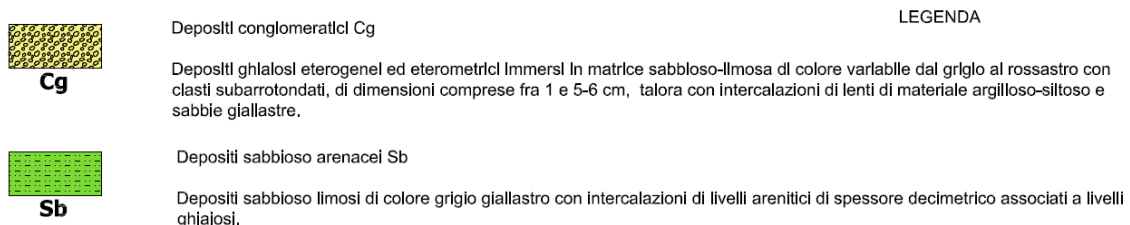


intercalazioni di livelli arenitici molto tenaci, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi.

In allegato si riporta lo stralcio della carta geologica con individuazione dell'impianto fotovoltaico in esame, di seguito la sezione geologica rappresentativa dell'area in esame.



*Sezione geologica A-B rappresentativa dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico*



*Legenda Sezione geologica A-B rappresentativa dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico*

Dal punto di vista geomorfologico, l'area interessata dal progetto in esame si estende su un vasto altopiano delimitato a sud-ovest dalla Fiumara di Venosa-Matinelle, a nord-est dal Torrente Locone e a nord

Il pianoro è inciso da numerosi piccoli corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico del Fiume Ofanto, che in quest'area appare piuttosto scheletrico. Le incisioni fluviali danno luogo a dei "valloni", che mostrano un profilo simmetrico a "V";

Sulla base delle evidenze geomorfologiche riscontrate in fase di sopralluogo e nel corso della direzione delle indagini geognostiche, è stata redatta una carta geomorfologica in scala 1:5.000, nella quale sono state cartografate le principali forme che caratterizzano il sito in esame.

La morfologia dell'area in esame è caratterizzata da un'evidente erosione differenziata che ha variamente inciso e modellato il paesaggio; in particolare, l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto FV è ubicata ad ovest del centro abitato di Montemilone, in corrispondenza di un pianoro subpianeggiante debolmente inclinato verso nord ovest e si staglia ad una quota media di circa 345 metri sul livello del mare.

Tale pianoro è impostato su depositi conglomeratici da parzialmente cementati a cementati e si caratterizza per la presenza di piccole incisioni torrentizie lungo la porzione mediana, che alimentano il Vallone Sopra Cornuta che si sviluppa in direzione nord est bordando l'area in esame lungo il settore nord ovest e lungo il lato nord.

dalla consultazione delle carte tematiche e dall'analisi ed interpretazione del rilevamento geologico eseguito lungo l'intero areale che ospiterà l'impianto fotovoltaico, si evince così come evidenziato dalla carta idrogeologica allegata alla presente, che l'area in studio si caratterizza per la presenza di due complessi idrogeologici principali:

- 1 - *Complesso idrogeologico conglomeratico*
- 2 - *Complesso idrogeologico sabbioso limoso ghiaioso*

Il Complesso idrogeologico conglomeratico è caratterizzato dalla presenza di depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, talora con intercalazioni di lenti di materiale argilloso-siltoso e sabbie giallastre, caratterizzati da un tipo di permeabilità primaria per porosità e un grado di permeabilità che va da medio ad elevato in base alla percentuale di materiale sabbioso o limoso-argilloso.

Su tale complesso è prevista la realizzazione dell'intero impianto fotovoltaico e della stazione elettrica 380 kV Terna.



Il Complesso idrogeologico sabbioso limoso ghiaioso è caratterizzato dalla presenza di depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli arenitici, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi, caratterizzati da un tipo di permeabilità primaria per porosità e un grado di permeabilità medio-alto.

Dall'interpretazione ed analisi della campagna di indagini geognostiche eseguite non è emersa la presenza di alcuna superficie piezometrica sino alla profondità massima investigata; ciò nonostante le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione sub- superficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.

La presenza o meno di piccole falde acquifere verrà pertanto valutata con estremo dettaglio nelle fasi progettuali successive nel corso delle quali verranno predisposte le indagini geognostiche più appropriate atte a determinare le caratteristiche idrogeologiche dei terreni che costituiranno le fondazioni delle opere in esame.

Dalla distribuzione areale e dalla notevole estensione territoriale delle opere in progetto è emerso che il futuro impianto fotovoltaico attraversa i territori di competenza dell'Unit of Management Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

Dalla consultazione della cartografia tematica è emerso che l'intero impianto fotovoltaico e le opere connesse non ricadono in alcuna area interessata da rischio idrogeologico e/o pericolosità geomorfologica.

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico è stata eseguita n. 1 indagine sismica di superficie di tipo Masw, dalla quale emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di  $V_{seq}$  attribuibili alle categorie di suolo B, con valori di  $V_{s,eq}$  calcolato a partire dal piano campagna pari a 476 m/s per la prova MASW M1, eseguita nelle aree che ospiteranno l'impianto fotovoltaico.

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno il futuro impianto fotovoltaico, è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche:

- *N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 2.70 a 4.80 m dal piano campagna*
- *N. 1 prova penetrometrica statica CPT spinta fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità di 2.40 m dal piano campagna*

In particolare, le aree di sedime sulle quali verrà ubicato l'impianto fotovoltaico sono riconducibili sostanzialmente a depositi incoerenti costituiti da sabbie ghiaiose eterometriche immerse in matrice sabbioso limoso ghiaiosa, talora con intercalazioni di livelli limoso sabbiosi da moderatamente addensati a molto addensati all'aumentare della profondità.

Pertanto, dall'analisi delle conoscenze dello scrivente, dal modello geologico e dalle indagini geotecniche in sito opportunamente eseguite, unitamente alle indagini reperite nelle immediate vicinanze, è stato possibile definire le caratteristiche geotecniche del sottosuolo interessato dal futuro impianto fotovoltaico.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri geotecnici medi individuati per l'area di sedime che ospiterà l'impianto fotovoltaico.

<b>TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO</b>									
<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO MONTEMILONE (PZ)</b>									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Numero di Colpi N <sub>SPT</sub>	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		(n.)	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	(°)		Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.90	Terreno umificato	3	1.30	1.50				
0.90	2.00	Depositi sabbioso ghiaiosi, sciolti. <b>(1)</b>	10	1.60	1.80	32	/	1.50	60
2.00	5.00	Depositi sabbioso-arenacei alterati, da moderatamente addensati a addensati <b>(2)</b>	30	1.80	1.90	36	/	4.50	150
5.00	20.00	Depositi sabbioso arenacei, da addensati a ben addensati. <b>(3)</b>	>60	2.00	2.10	38	/	6.50	250
Vs eq: 476 m/sec      Categoria di suolo: B. Categoria topografica: T1									

*Tabella parametri geotecnici area di impianto fotovoltaico*

Dal punto di vista della stabilità, considerando che essa è funzione delle caratteristiche geotecniche, litologiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area, e in relazione a parametri quali la litologia, l'angolo di attrito interno, il contenuto d'acqua, la coesione, la giacitura dei terreni e, soprattutto, la pendenza dei versanti dove essi affiorano, è possibile asserire che l'area ove sorgerà l'impianto fotovoltaico attualmente si presenta stabile.

Non si evidenziano processi geomorfologici attivi di una certa entità in grado di interagire negativamente con le opere in progetto. Le situazioni di sostanziale stabilità ed assenza di rischio sono puntualmente confermate anche dall'Autorità di Bacino della Puglia che per l'area di studio non ha previsto alcun tipo di limitazione o prescrizione.

Inoltre, le attività di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse e infrastrutture necessarie alla connessione alla RTN non compromettono in nessun modo le caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio. In ogni caso, il grado di permeabilità dei terreni di copertura è tale da escludere la presenza di falde idriche importanti a breve distanza dal piano campagna.

In fase esecutiva, particolare attenzione deve essere posta alla regimentazione delle acque meteoriche per evitare che, il loro ruscellamento selvaggio e la loro infiltrazione negli strati più superficiali possa innescare fenomeni di instabilità.

Appare, inoltre, necessario prevedere la regolarizzazione della linea di drenaggio principale almeno nei settori direttamente interessati dai pannelli al fine di annullare l'approfondimento del profilo di fondo e richiamo di materiale dalle sponde per scoscendimenti.

Pertanto, nelle successive fasi progettuali dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con lo scopo di valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

Per ciò che riguarda la possibilità o meno che i terreni investigati possano essere interessati da fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico, i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili principalmente a depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, passanti a depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli arenitici, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi.

Tuttavia, nel corso delle indagini geognostiche non è emersa la presenza di alcuna superficie piezometrica sino alla profondità massima investigata; ciò nonostante le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione sub- superficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.

Da quanto su esposto, quindi, è possibile riscontrare la presenza di piccole falde acquifere a contatto tra le argille di base e depositi



SINERGIA GP21

RELAZIONE GEOLOGICA

Impianto FV "Montemilone"

Potenza DC di impianto 19,992 MWp – potenza AC di immissione in RTN 16,958 MWp

Integrato con l'Agricoltura con annesso sistema di accumulo di energia a batterie

Potenza 10,00 MW



Codifica Elaborato: 223603\_D\_R\_0101 Rev. 00

sabbioso-ghiaiosi.

Pertanto, in questo primo approccio potrebbe escludersi la verifica a liquefazione in caso di evento sismico; ciò nonostante la possibilità o meno di esclusione verrà valutata nelle successive fasi esecutive.

In definitiva vista la morfologia, la strutturazione geologica dell'area in studio, si può asserire che questi offrono sufficienti garanzie ai fini della loro utilizzazione e quindi, tenuto conto di tutte le indicazioni riportate nella presente, non esiste alcuna controindicazione circa la fattibilità di quanto previsto nell'ipotesi progettuale.

Si rimanda alle fasi progettuali successive la predisposizione di una campagna geognostica puntuale atta a determinare i parametri geotecnici dei terreni che costituiranno fondazione delle opere.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Castel Morrone, 20/03/2023

  
Il Geologo  
Dot. Antonio Petriccione  


Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Sinergia GP21

Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.017444° / E15.917081° Data esecuz. prova: 06/02/2022

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0115/23** del 20/03/2023

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)
0.30	3								
0.60	2								
0.90	8								
1.20	12								
1.50	15								
1.80	20								
2.10	29								
2.40	47								
2.70	60								

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammarino

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Biglio



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Sinergia GP21

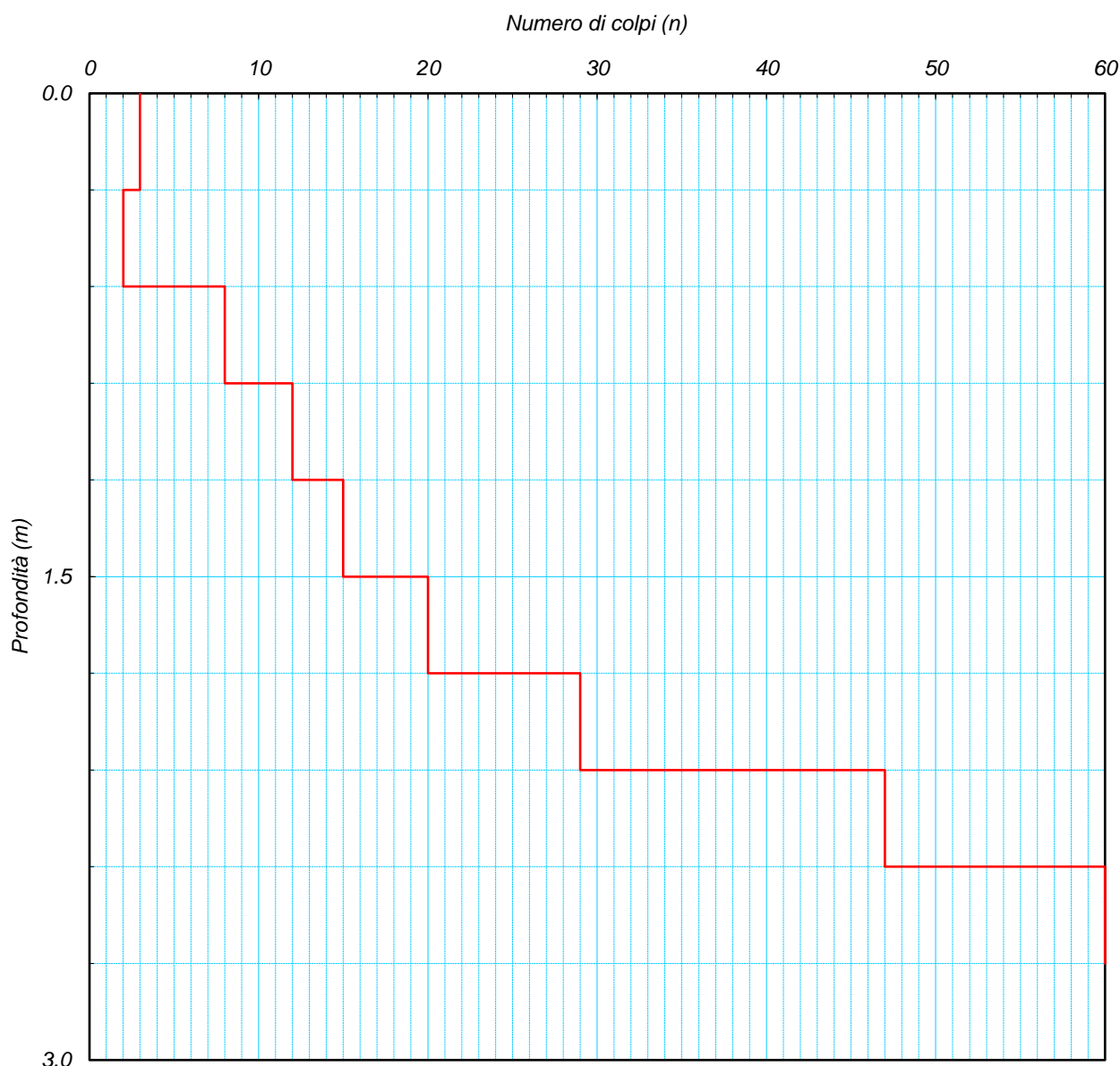
Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.017444° / E15.917081° Data eseguz. prova: 06/02/2022

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0115/23** del 20/03/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO  
IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammarino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Rello



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Sinergia GP21

Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.022940° / E15.913050° Data esecuz. prova: 06/02/2022

Prova (n): **DPSH 02** Certificato n° **0116/23** del 20/03/2023

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)
0.30	1								
0.60	2								
0.90	13								
1.20	18								
1.50	33								
1.80	29								
2.10	21								
2.40	17								
2.70	24								
3.00	27								
3.30	23								
3.60	31								
3.90	27								
4.20	30								
4.50	47								
4.80	60								

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL RESPONSABILE DI SITO

INGE s.r.l.  
DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Rello  
per la geologia

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Rello

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Sinergia GP21

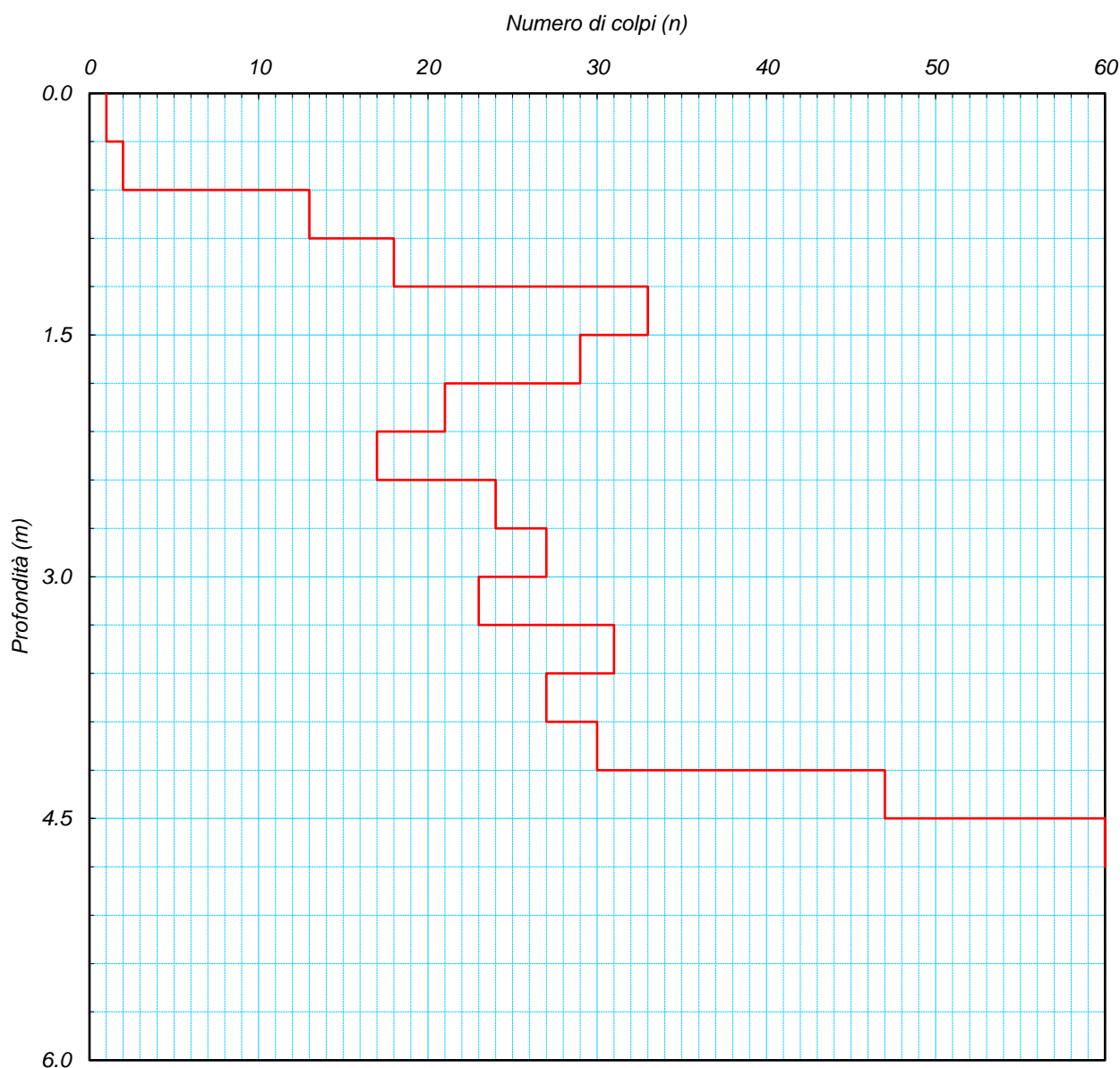
Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.022940° / E15.913050° Data esecuz. prova: 06/02/2022

Prova (n): **DPSH 02** Certificato n° **0116/23** del 20/03/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO

**IL RESPONSABILE DI SITO**  
Dott. Geol. Mauro Sammartino



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello





Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Sinergia GP21

Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.022390° / E15.914840° Data esecuz. prova: 06/02/2022

Prova (n): **DPSH 03** Certificato n° **0117/23** del 20/03/2023

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)
0.30	1								
0.60	2								
0.90	2								
1.20	9								
1.50	9								
1.80	10								
2.10	16								
2.40	20								
2.70	20								
3.00	32								
3.30	34								
3.60	39								
3.90	47								
4.20	60								

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammartino  
IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Riello



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Sinergia GP21

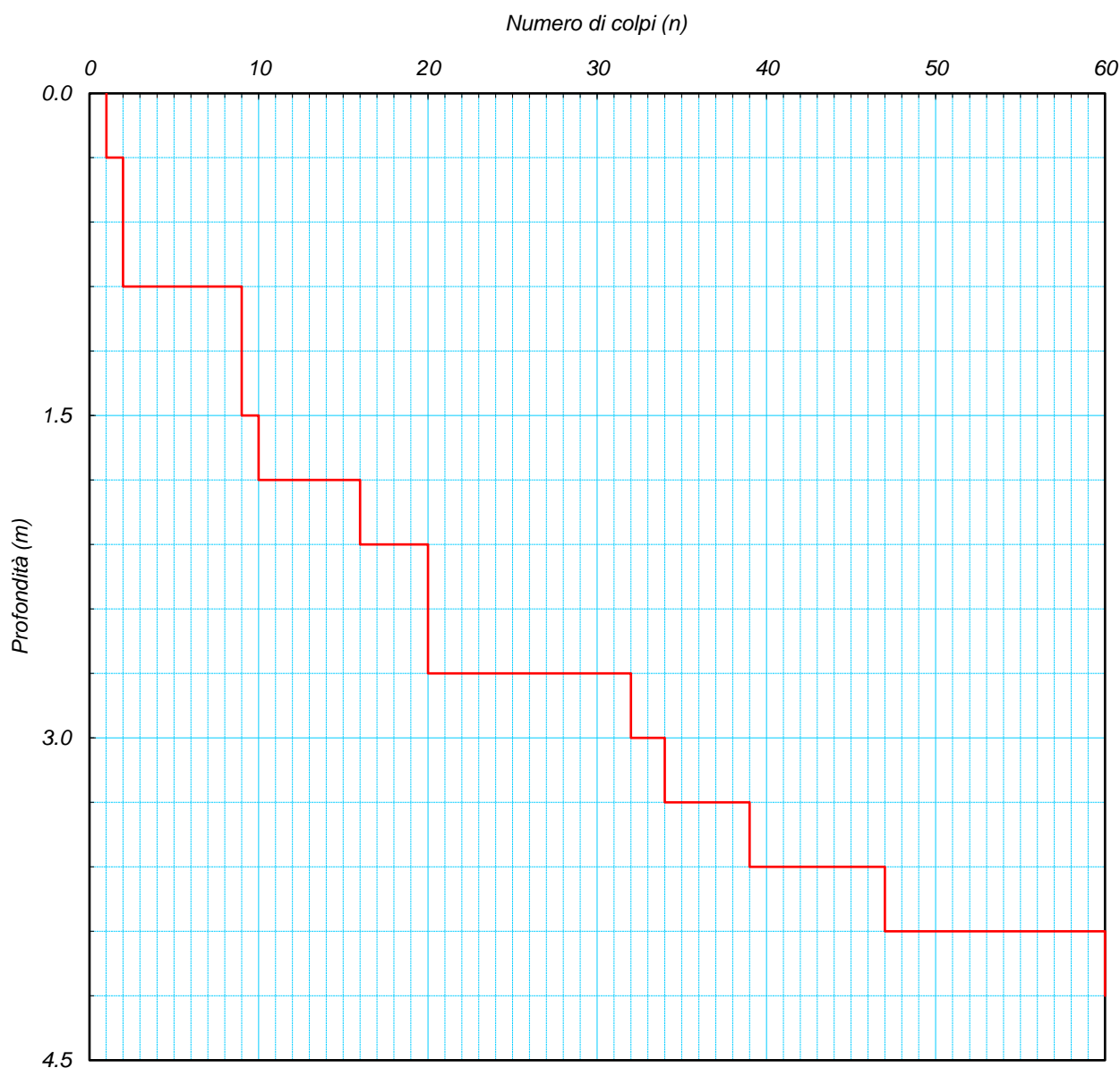
Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.022390° / E15.914840° Data eseguz. prova: 06/02/2022

**Prova (n): DPSH 03** Certificato n° 0117/23 del 20/03/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Rie



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

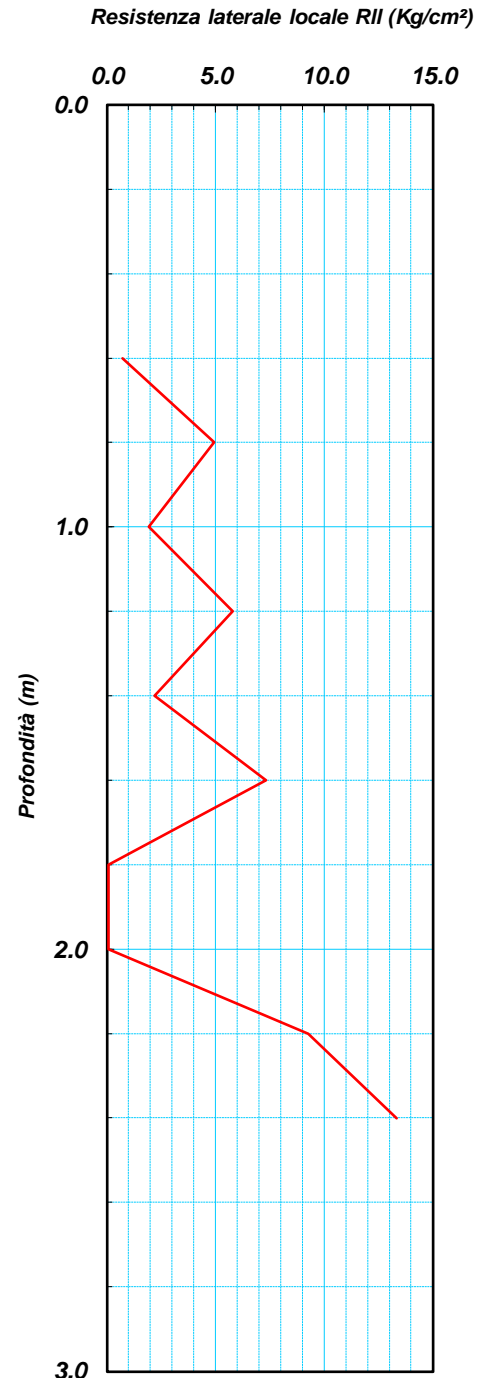
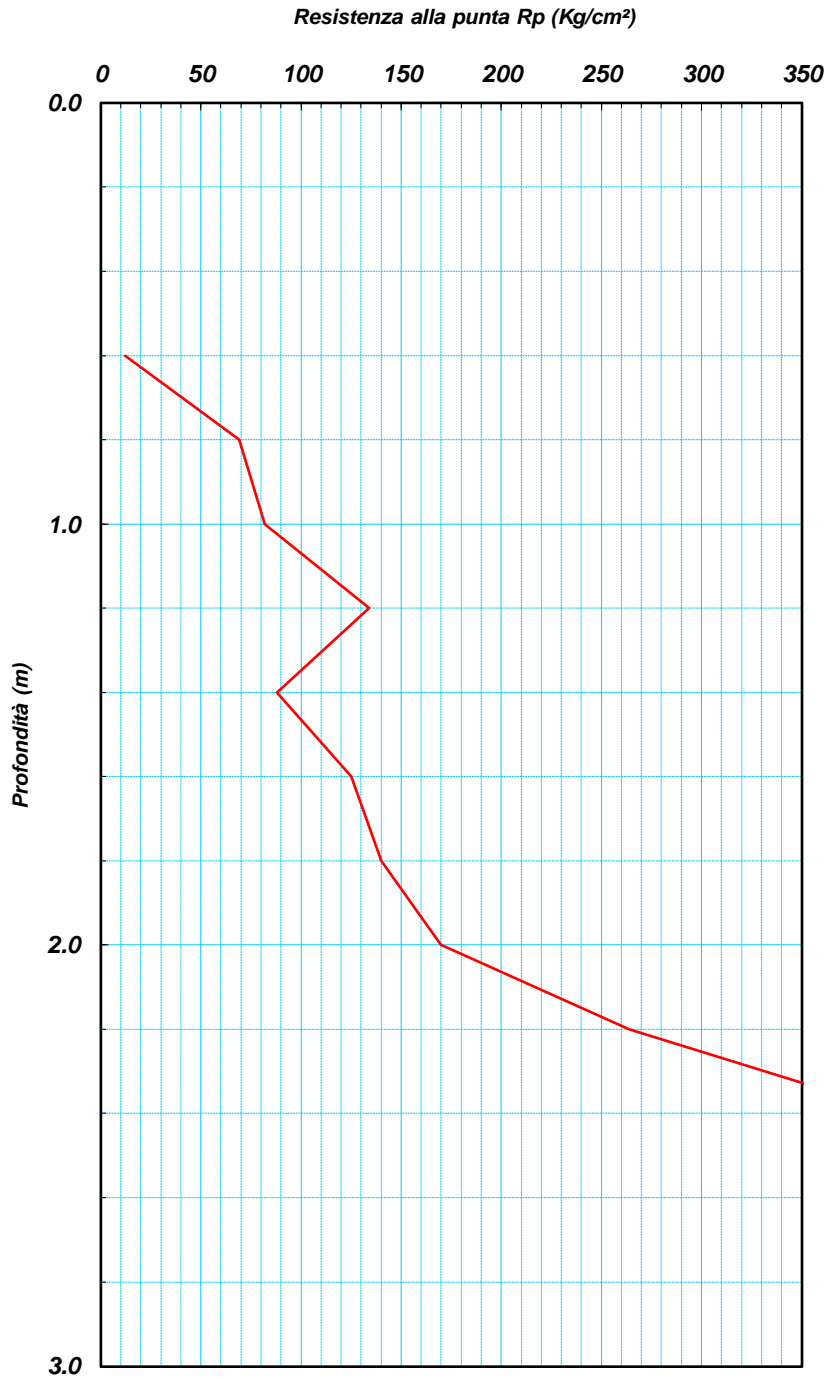
Committente: Sinergia GP21

Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.017470° / E15.917060° Data esecuz. prova: 06/02/2022

Prova (n): CPT01 Certificato n° 0118/23 del 20/03/2023 Quota (m. slm):



IL RESPONSABILE DI SITO

**IL RESPONSABILE DI SITO**  
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Sinergia GP21

Id Int. 017 / 23

Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Coordinate lat. e long.: N41.017470° / E15.917060° Data esecuz. prova: 06/02/2022

Prova (n): CPT01 Certificato n° 0118/23 del 20/03/2023 Quota (m. slm):

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rll (MPa)
0.6	12.0	1.18	0.7	0.7	0.07			
0.8	69.0	6.77	4.9	0.48				
1.0	82.0	8.04	1.9	0.19				
1.2	134.0	13.14	5.8	0.57				
1.4	88.0	8.63	2.2	0.22				
1.6	125.0	12.26	7.3	0.72				
1.8	140.0	13.73	0.1	0.01				
2.0	170.0	16.67	0.1	0.01				
2.2	264.0	25.89	9.3	0.91				
2.4	400.0	39.23	13.3	1.31				

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Marco Serravalle

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Riele



## PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: Sinergia GP21

Protocollo n.: 017/23

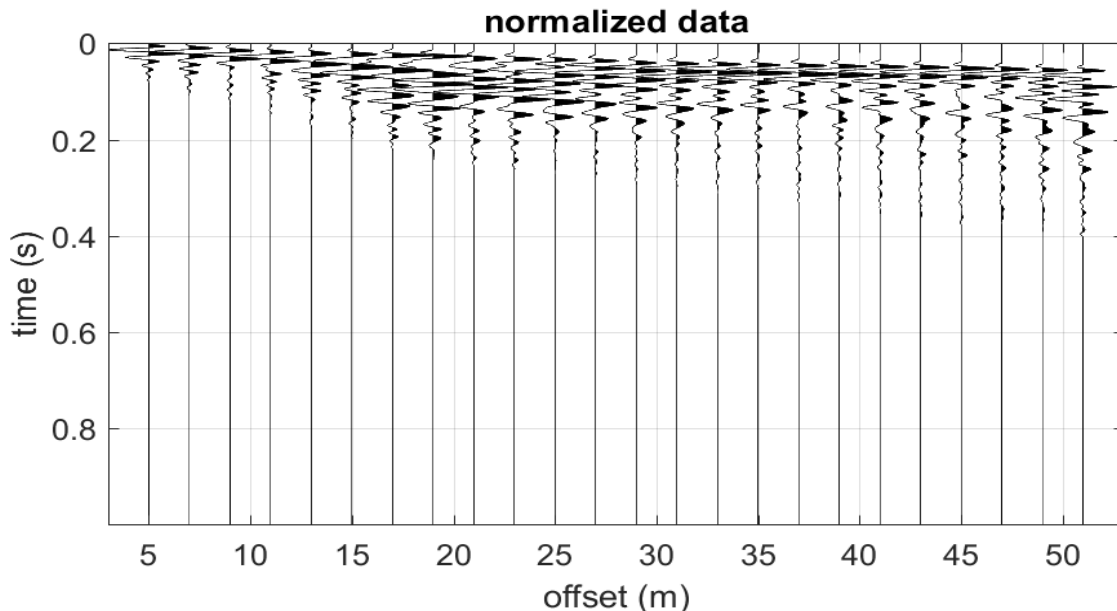
Cantiere: Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

Data esecuzione prova: 06/02/2022

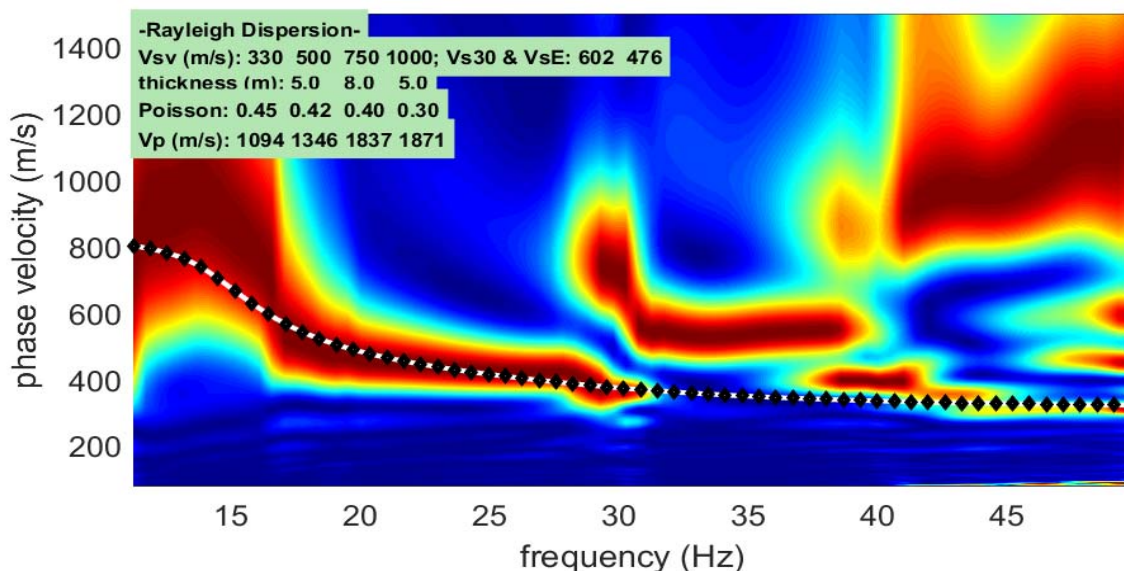
Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 20/03/2023

### Registrazione di campagna delle tracce



### Analisi delle frequenze e curva di dispersione calcolata dal modello del terreno



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

**INGE s.r.l.**

Via Taverna Vecchia, 19  
81020 Castel Morrone (CE)  
Tel/Fax 0823399115 Cell. 3483850177 - 3486033921

## PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

**Committente:** Sinergia GP21

**Protocollo n.:** 017/23

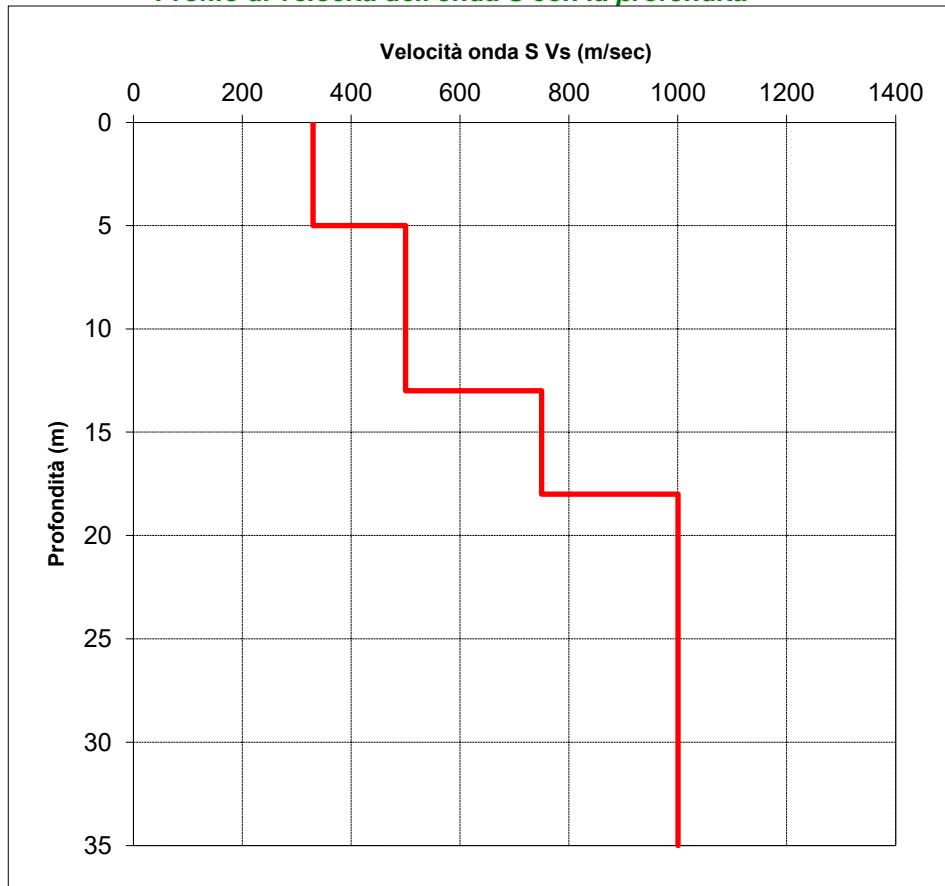
**Cantiere:** Impianto fotovoltaico Montemilone (PZ)

**Data esecuzione prova:** 06/02/2022

**Prova MASW:** M1

**Data emissione certificato:** 20/03/2023

### Profilo di velocità dell'onda S con la profondità



### Calcolo del Vs,eq

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	5.00	330	0.0152
5.00	13.00	500	0.0160
13.00	18.00	750	0.0067
18.00	35.00	1000	0.0170

**VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)**  
**476**

**Categoria di sottosuolo**  
**B**



**IL RESPONSABILE DEL SETTORE**  
Dott. Geol. Carmencita Ventrone