



Regione Basilicata
 Provincia di Matera
 Comuni di Grottole e Miglionico



Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco eolico Grottole” esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l’installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA

Numero documento:

Commessa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 3 4 3 0 9	D	R	0 1 0 3	0 0

Proponente:

FRI-EL GROTTOLE
 FRI-EL GROTTOLE S.r.l.

Piazza del Grano 3 - 39100 Bolzano (BZ)
 fri-el_grottole@legalmail.it
 Cod. Fisc. /P. Iva 02471970216

PROGETTO DEFINITIVO

A.2

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
 www.progettoenergia.biz - 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	29.01.2024	EMMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	M. SAMMARTINO	G. RIELLO	A. PETRICCIONE

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
		Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00

INDICE

1	PREMESSA.....	4
1.1	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO.....	4
1.2	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO.....	5
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE.....	7
2.1	GEOLOGICO E STRUTTURALE.....	7
2.2	GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO.....	9
2.3	GEOMORFOLOGICO.....	10
2.4	IDROGEOLOGICO.....	15
2.5	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA DA NORMATIVA.....	16
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	17
3.1	DEFINIZIONE DEL PIANO DI INDAGINI DA ESEGUIRE.....	17
3.2	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH.....	17
3.2.1	GENERALITA'.....	17
3.2.2	CARATTERISTICHE.....	20
3.2.3	INTERPRETAZIONE.....	21
3.3	INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES).....	23
3.3.1	ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI.....	24
3.3.2	STRUMENTAZIONE ADOPERATA.....	26
3.3.3	DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO.....	26
4	MODELLAZIONE SISMICA.....	27
4.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	27
4.2	RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW.....	30
4.3	ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	32
4.4	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	33
5	MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA.....	34
5.1	INDAGINI GEOTECNICHE.....	34
5.1.1	INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT.....	34
5.2	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI.....	38
5.3	STABILITÀ DELL'AREA.....	40
5.4	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	40
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	42

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
	Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00	

ALLEGATI:

1. A.16.a.1. Stralcio Corografia di inquadramento con ubicazione del parco eolico e delle opere connesse Scala 1:25.000
2. A.16.a.4.5. Stralcio Carta degli scenari di rischio AdB Distrettuale Appennino Meridionale-ex AdB Basilicata Scala 1:10.000
3. A.16.a.7. Planimetria ubicazione indagini eseguite Scala 1:5.000
4. A.16.a.8. Stralcio Carta Geologica Scala 1:5.000
5. A.16.a.9. Stralcio Carta Geomorfologica Scala 1:5.000
6. A.16.a.10. Stralcio Carta Idrogeologica Scala 1:5.000
7. A.16.a.11. Sezioni geologiche A-B e C-D Scala 1:4.000
8. Certificati prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH
9. Elaborati indagini sismiche Masw eseguite

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
	Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00	

1 PREMESSA

Scopo del presente documento è la redazione della relazione geologica finalizzata all'ottenimento dei permessi necessari all'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente (repowering), sito nel Comune di Grottole (MT), connesso alla Stazione RTN di Grottole (MT), realizzato con le Concessioni edilizie rilasciate dal Comune di Grottole (MT), n. 18 del 22/08/2002 e n.21 del 04/09/2009 di rettifica, e dai Permessi di costruire rilasciati sempre dal Comune di Grottole (MT), n. 44 del 13/12/2004, n. 31 del 05/08/2005, n. 23 del 25/07/2006, di proprietà della società Fri – El Grottole s.r.l..

L'impianto eolico esistente è costituito da 27 aerogeneratori, ciascuno con potenza di 2MW, per una potenza totale di impianto pari a 54 MW nel Comune di Grottole (MT), in località contrada Verga, Masseria Lagonigro, contrada la Magna e contrada di Giacomo, con opere di connessione ed infrastrutture indispensabili ricadenti nel medesimo comune, collegato alla Rete Elettrica Nazionale in antenna a 150 kV sulla Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV, denominata "Grottole", ubicata all'interno di tale comune, mediante condivisione dello stallo con altre iniziative. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito **"Impianto eolico esistente"**.

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente consta invece nell'installazione di 12 aerogeneratori con potenza unitaria di 7,2 MW, per una potenza totale pari a 86,4 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere di connessione restano le medesime dell'Impianto eolico esistente, a meno della sostituzione dei cavidotti interrati MT e la sostituzione dei due trasformatori all'interno della Stazione Elettrica d'Utenza.

1.1 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

L'intervento consiste in un ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente (repowering), sito nel Comune di Grottole (MT), connesso alla Stazione RTN di Grottole (MT), realizzato con le Concessioni edilizie rilasciate dal Comune di Grottole (MT), n. 18 del 22/08/2002 e n.21 del 04/09/2009 di rettifica, e dai Permessi di costruire rilasciati sempre dal Comune di Grottole (MT), n. 44 del 13/12/2004, n. 31 del 05/08/2005, n. 23 del 25/07/2006, di proprietà della società Fri – El Grottole s.r.l..

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente consta invece nell'installazione di 12 aerogeneratori con potenza unitaria di 7,2 MW, per una potenza totale pari a 86,4 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere di connessione restano le medesime dell'Impianto eolico esistente, a meno della sostituzione dei cavidotti interrati MT e la sostituzione dei due trasformatori all'interno della Stazione Elettrica d'Utenza.

Nello specifico, il progetto prevede:

- *dismissione dei 27 aerogeneratori dell'impianto eolico esistente (potenza in dismissione pari a 54 MW) e delle relative opere accessorie, oltre che nella rimozione dei cavidotti attualmente in esercizio;*
- *realizzazione nelle stesse aree di un nuovo impianto eolico costituito da 12 aerogeneratori e relative opere accessorie per una potenza complessiva di 86,4 MW. In particolare, l'impianto sarà costituito da aerogeneratori della potenza unitaria di 7,2 MW, diametro del rotore di 163 m ed altezza complessiva di 200 m;*
- *la costruzione di nuovi cavidotti interrati MT in sostituzione di quelli attualmente in esercizio;*
- *interventi di adeguamento della stazione elettrica d'utenza attraverso la sostituzione dei due trasformatori, con due nuovi aventi potenza di 70 MVA, mentre l'impianto di rete per la connessione resterà inalterato;*
- *futura dismissione dell'impianto ammodernato, al termine della sua vita utile.*

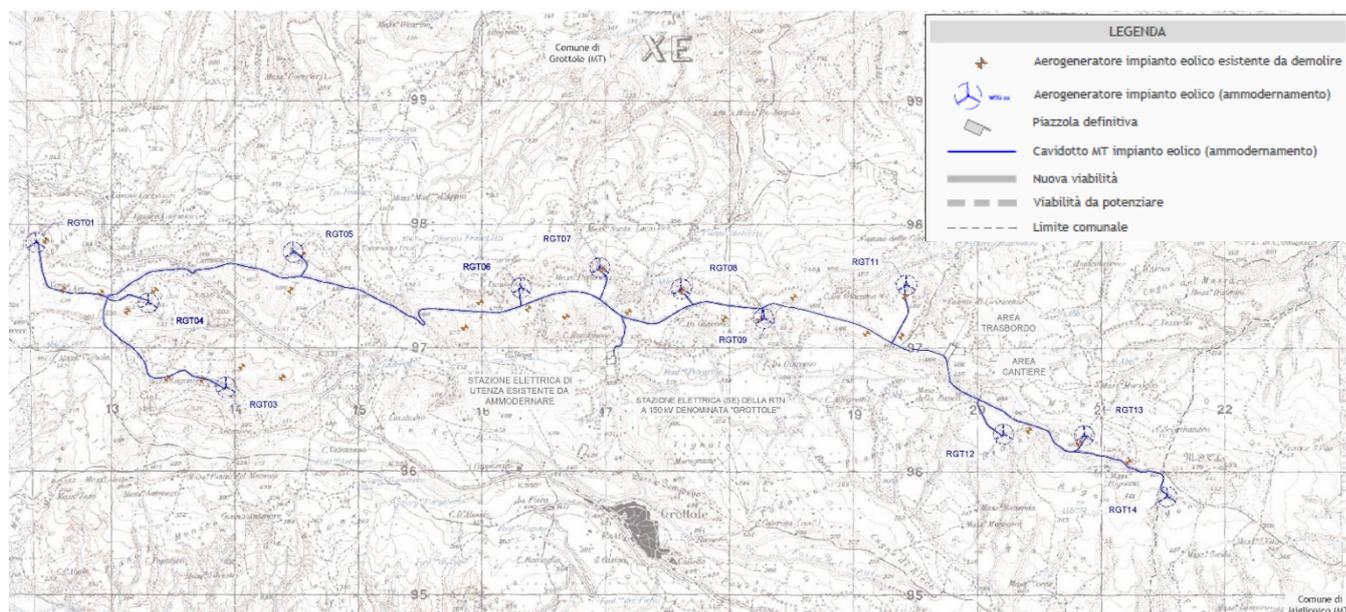
Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 7,2 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 163 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,00 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,30 m;
- area spazzata massima: 20.867 m².

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nel Foglio n. 200 (Tricarico) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nei quadranti 200 – I – NE (Grottole) 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'Autorità di bacino Distrettuale Appennino Meridionale (Ex AdB Basilicata).

Si riporta di seguito lo stralcio della corografia di inquadramento con indicazione del parco eolico e delle opere connesse:



Corografia di inquadramento con individuazione del parco eolico e delle opere connesse in esame

1.2 ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

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

1. Rilevamento delle caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche di superficie integrato dalla lettura della carta geologica d'Italia Foglio n. 200 (Tricarico) in scala 1:100.000.
2. Analisi della cartografia a corredo del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (carta degli scenari di rischio)
3. Reperimento e interpretazione di una serie di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche eseguite nelle aree ricadenti nelle zone che ospiteranno il parco eolico in esame e raccolta di dati bibliografici
4. Consultazione di indagini geognostiche ubicate nelle vicinanze del sito in esame.

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00		

5. Esecuzione di una campagna di indagini geognostiche consistenti in:

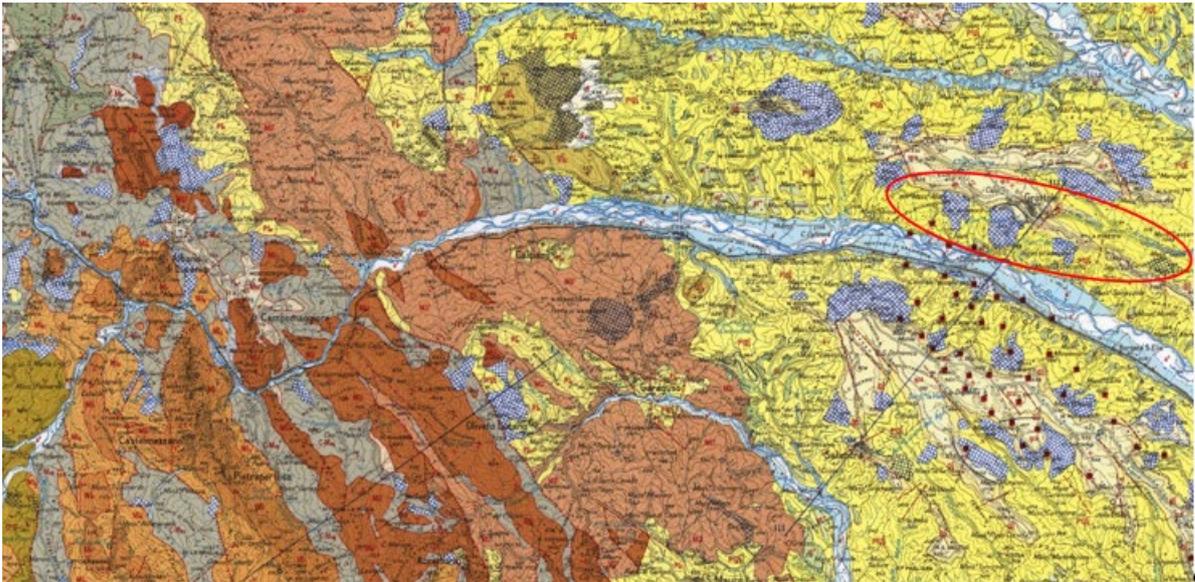
- *N. 8 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH*
- *N. 2 indagini sismiche di superficie di tipo M.A.S.W.*

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

2.1 GEOLOGICO E STRUTTURALE

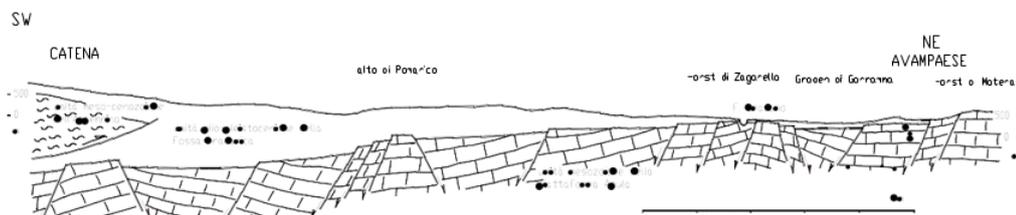
Al fine di una più immediata comprensione dei caratteri litologici delle unità geologiche affioranti nel territorio studiato, è stato effettuato un inquadramento geologico-strutturale preliminare a scala regionale.

In particolare l'area in esame è ubicata all'interno del foglio geologico 200 della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 denominato "Tricarico", di cui di seguito si riporta uno stralcio.



Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 200 Tricarico
con ubicazione dell'area in esame

Sulla base delle informazioni dei dati relative desunti dal "C.N.R.- Progetto Finalizzato Geodinamica - Sottoprogetto Neotettonica", di seguito si riporta lo schema geologico-strutturale tipico del sistema Catena Appenninica - Avanfossa Bradanica - Avampaese Apulo:



Schema geologico-strutturale tipico del sistema Catena Appenninica - Avanfossa Bradanica - Avampaese Apulo

Questa deformazione è indotta dalla subduzione verso ovest dalla placca apula, che determina la formazione di un margine attivo nel periodo compreso fra il limite Oligocene- Miocene e Quaternario a spese di un margine passivo evolutosi in precedenza (Prosser e Schiattarella, 1998).

Secondo Carbone et alii, (1990), in Italia meridionale possono essere individuati quattro elementi strutturali:

L'Avampaese Apulo rappresentato dalla parte di placca africana non ancora interessata dalla deformazione e affiorante essenzialmente nelle aree esterne pugliesi. Esso è costituito da una potente sequenza carbonatica mesozoico terziaria con coperture quaternarie marine.

L'Avanfossa Bradanica costituita dal segmento di Avanfossa Appenninica compresa fra l'Avampaese Apulo e il settore lucano

FRI-ELGROTTOLE	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> <p><i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i></p>	 <p>PROGETTO ENERGIA</p>
Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00		

della Catena Appenninica e riempita da una monotona sequenza di sedimenti argilloso – sabbiosi plio-pleistocenici.

La Catena Apula costituita da una sequenza carbonatica giurassico-cretacica di ambiente neritico e affinità apula. E' sepolta sotto la Catena Appenninica e affiora come finestra tettonica del Monte Alpi, in Basilicata meridionale.

La Catena Appenninica rappresentata da un edificio a coltri di ricoprimento e da unità tettoniche attribuibili a diversi domini paleogeografici mesozoico terziari che poggiano tettonicamente sul substrato carbonatico apulo.

I terreni affioranti nelle aree racchiusse nello stralcio del Foglio n.200 "Tricarico" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000 sono attribuibili al ciclo deposizionale plio-pleistocenico noto in letteratura come Ciclo di sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica, serie trasgressiva e regressiva sui Calcari Cretacei di Altamura e sul Flysch della Catena Appenninica.

L'Avanfossa Bradanica è un elemento strutturale situato tra le Murge e gli Appennini; più precisamente per Avanfossa Bradanica s'intende il tratto di Avanfossa Plio-Quaternaria a sud del Fiume Ofanto mentre quello a nord è denominato Avanfossa Periadriatica.

Il basamento dell'Avanfossa è costituito dai calcari murgiani Cretacei che si immergono in profondità con una serie di faglie normali con direzione principale NO/SE e, in sottordine, in direzione ortogonale (NE/SO).

Il ciclo sedimentario completo dell'Avanfossa Bradanica, composto da una trasgressione ed una regressione, dà luogo al riempimento totale del bacino.

In gran parte della zona in esame affiorano solo i materiali inerenti la regressione marina, infatti, i sedimenti cartografati si presentano a struttura tabulare con contatti esclusivamente strati- grafici in concordanza angolare o in leggera discordanza (sabbie-conglomerati e argille- sabbie).

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

Il sollevamento regionale, fase tardiva degli eventi tettonici che hanno caratterizzato i bacini di provenienza dei terreni flyscioidi appenninici, nell'area in esame può essere collocato in un'epoca tardo Calabrianiana con emersione, anche a più riprese, dei sedimenti terrigeni. L'assenza di elementi caratteristici delle azioni tettoniche, quali pieghe, scagliosità, intensa fratturazione ecc., fa pensare ad un movimento verticale positivo (distensivo) dell'intera area.

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.

I terreni rilevati si distinguono sia da un punto di vista chimico-mineralogico che granulometrico in ordine alle aree di provenienza ed alle modalità di trasporto.

La sedimentazione nei lati del bacino dell'Avanfossa, murgiano ed appenninico, differiscono solo per i termini di apertura del ciclo sedimentario: sul primo troviamo le Calcareniti di Gravina in discordanza angolare sui calcari cretacei di Altamura, con una notevole corrispondenza tra litologia e morfologia; sul secondo vi sono il Sabbione di Garaguso e i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano, due formazioni del tutto analoghe, anche se in letteratura sono riportate con nomi differenti. Poiché il territorio di Montescaglioso ricade nella zona orientale del bacino, zona più prossima all'avampaese apulo, allora il termine di apertura della serie sedimentaria dell'Avanfossa Bradanica è costituito dalle Calcareniti di Gravina seguite o spesso in eteropia di facies dalle Argille subappennine.

Le Argille Subappennine costituiscono la gran parte del riempimento dell'Avanfossa Bradanica, esse sono di colore grigio-azzurre, costituite da quasi tutti i minerali argillosi, ricche in microforaminiferi, con rapporto bentos/plancton elevato indicativo di un ambiente di sedimentazione di piattaforma continentale, dove giungevano abbondanti apporti clastici molto fini. L'età è riferibile al Pleistocene Inferiore.

In continuità di sedimentazioni con le Argille Subappennine troviamo le Sabbie di Monte Marano formazione clastica sabbiosa

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA	 PROGETTO ENERGIA
	<i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	
Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00		

silicatico-calcareo calcareo-silicatico con strutture sedimentarie come lamine incrociate bioturbazioni, lenti di ghiaia indicative di ambiente marino-litorale. Le scarse faune permettono di datarla Pleistocene inferiore. Il passaggio da argille a sabbie indica l'evoluzione da ambiente di piattaforma a nefritico-litorale.

Le Sabbie di Monte Marano passano poi gradualmente al Conglomerato d'Irsina che presenta anch'esso le caratteristiche di deposito litorale nefritico per gran parte del suo spessore e continentale nella parte più alta.

L'area di sedime degli aerogeneratori in progetto, è costituita sia da depositi conglomeratici poligenici con intercalazioni sabbiose e argillose giallo-rossastre, sabbie fini quarzose con lenti di conglomerati poligenici, appartenenti alla Formazione dei Conglomerati di Irsina, che dà depositi sabbiosi appartenenti alla Formazione delle Sabbie di M. Marano, (vedi allegati "Carta Geologica" e "Sezioni Geologiche area in esame").

2.2 GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO

Dalla disamina della carta geologica in scala 1:100.000 – Foglio n. 200 (Tricarico) e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo, si evince che l'intero parco eolico e le relative opere connesse attraversano una serie di formazioni geologiche di cui di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi del parco corrispondono.

In particolare, la stratigrafia tipo dei terreni interessati dall'ubicazione degli aerogeneratori in progetto e delle opere connesse, come evidenziato negli allegati "Carta Geologica" e "Sezione Geologica", vede l'affioramento dall'alto verso il basso dei seguenti terreni:

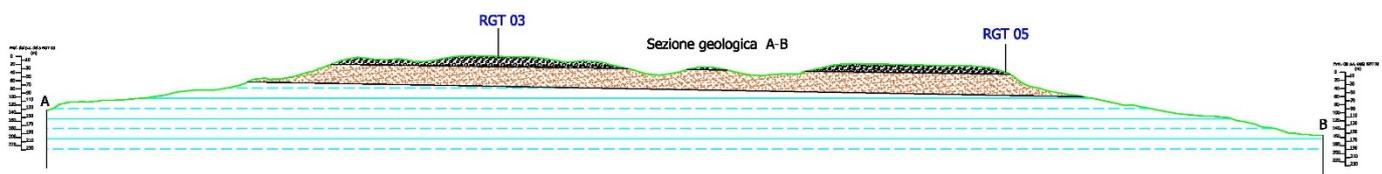
- *Conglomerati poligenici con intercalazioni sabbiose e argillose giallo-rossastre; Alla base sabbie fini quarzose micacee, bruno rossastre con lenti di conglomerati poligenici. Pleistocene Inferiore. Conglomerato di Irsina e Sabbie dello Stature (qcs)*

Su tali depositi è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 01, RGT 03, RGT 04, RGT 05, RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, RGT 13.

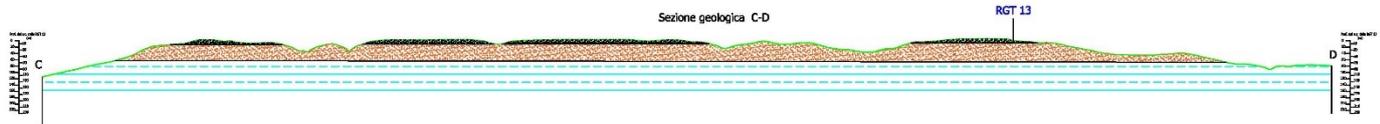
- *Sabbie gialle quarzoso-calcaree con fossili marini (Ostrea, Pecten, Cardium, ecc.) con qualche lente ciottolosa; al letto, sabbie argillose, con Anomalina (Hyalinacea) balthica. Calabriano. Sabbie di M. Marano (Q_s^c)*

Su tali depositi è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 12, RGT 14.

In allegato si riporta la carta geologica con individuazione dell'impianto eolico in esame, di seguito le sezioni geologica rappresentativa dell'area in esame.



Sezione geologica A-B rappresentativa dell'area interessata dalla realizzazione del parco eolico



Sezione geologica C-D rappresentativa dell'area interessata dalla realizzazione del parco eolico

LEGENDA

- | | | |
|--|--|---|
| 
qcs | Depositi conglomeratici in matrice sabbioso argillosa qcs
Conglomerati poligenici con intercalazioni sabbiose e argillose giallo-rossastre, sabbie fini quarzose con lenti di conglomerati poligenici | RGTn

Aerogeneratore |
| 
Qs-C | Depositi sabbiosi Qs-C
Sabbie giallastre quarzoso calcaree, sabbie argillose con lenti ciottolose | |
| 
P2-QaC | Depositi argilloso siltosi P2-QaC
Argille siltose grigio-azzurre e argille sabbiose | |

Legenda Sezioni geologiche A-B e C-D

2.3 GEOMORFOLOGICO

Per caratterizzare in chiave geomorfologica l'area che sarà interessata dal parco eolico, è stato condotto uno studio dei caratteri geomorfologici a più ampia scala, così da mettere in evidenza i processi morfoevolutivi 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.

Per tale motivo, nella stessa area, è possibile osservare diversi stadi d'evoluzione, in relazione alle aree d'affioramento dei vari litotipi.

In particolare, la configurazione geologico-strutturale assume un ruolo determinante ai fini dell'evoluzione morfologica dei versanti e la giacitura suborizzontale dei terreni fa sì che la parte alta dei rilievi assuma un aspetto tabulare e la natura dei terreni e la diversa resistenza all'erosione hanno indotto un modellamento dei versanti vario e differenziato che si manifesta sia con versanti debolmente inclinati e sia con pareti verticali.

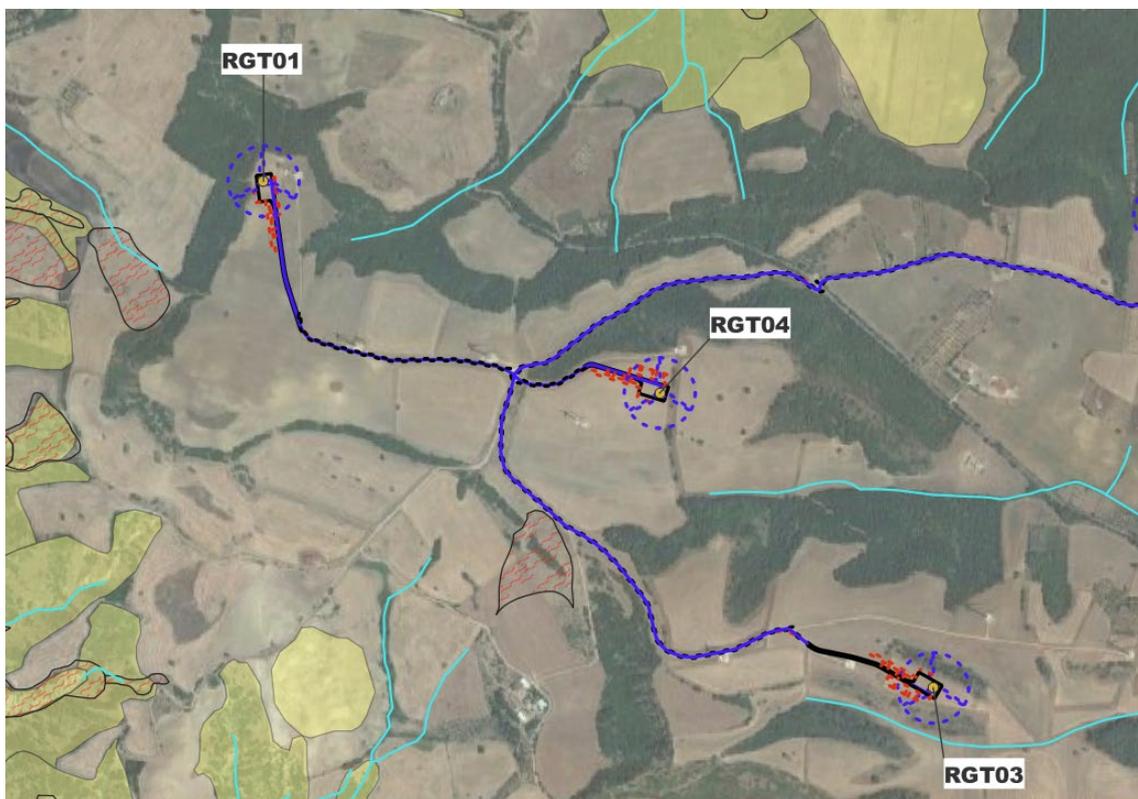
La struttura geologica in cui è inserita l'area in esame determina un motivo morfologico conseguente; il paesaggio appare costituito essenzialmente da vaste aree pianeggianti con rilievi residui a pendici molto dolci.

L'esistenza di tali rilievi è certamente connessa alla maggiore resistenza che i depositi conglomeratici ghiaioso sabbiosi di sommità offrono all'azione smantellatrice delle acque di precipitazione.

Il ruscellamento avviene per canalizzazione diffusa e non si segnalano movimenti franosi in atto o quiescenti nelle aree interessate dai singoli aerogeneratori.

In particolare i futuri aerogeneratori RGT 01 e RGT 04 si collocano lungo la superficie sommitale di forma tabulare del rilievo collinare Colle Verga rispettivamente alle quote di 508 e 507 metri sul livello del mare, mentre l'aerogeneratore RGT 03 è ubicato sulla sommità della dorsale "Lagonigro" alla quota di 519 metri sul livello del mare.

Entrambe le dorsali in esame non presentano segni e/o evidenze di fenomeni di instabilità ma, nelle zone limitrofe, a valle dei suddetti aerogeneratori si evidenziano forme erosionali di tipo creep e deformazioni lente superficiali per la presenza di termini argillosi limosi con comportamento plastico a contatto con gli apporti meteorici.



*Aerogeneratori RGT 01, RTG 03 e RGT 04
Rilievo Colle Verga e dorsale "Lagonigro"
Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep e aree soggette a frane superficiali diffuse*

LEGENDA

 Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep

 Aree soggette a frane superficiali diffuse

 reticolo idrografico

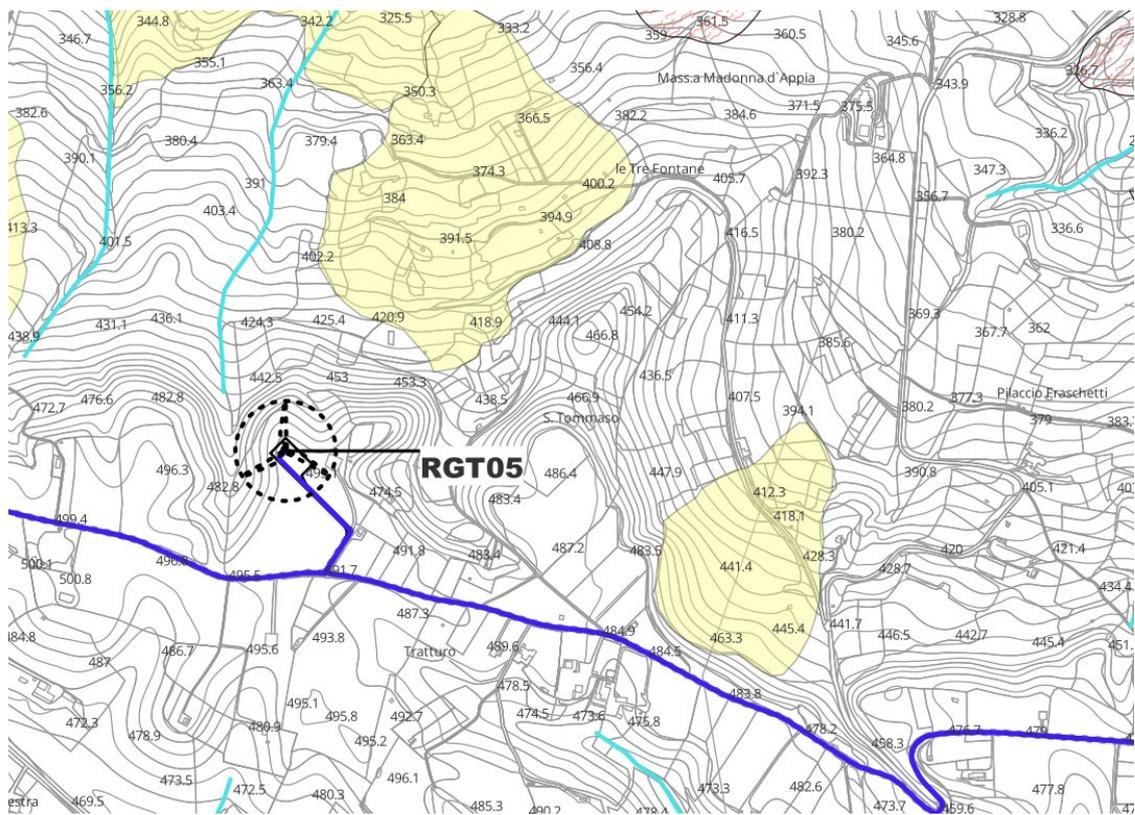
 Aerogeneratore

 Cavidotto

Legenda carta geomorfologica

L'aerogeneratore RGT 05 è ubicato lungo il crinale della dorsale collinare in località "Tratturo", alla quota di 491 metri sul livello del mare.

In corrispondenza dell'area di sedime che ospiterà il futuro aerogeneratore non si evidenziano fenomeni di instabilità, ma al contorno, nelle aree a valle, si individuano aree interessate da frane superficiali diffuse.



Aerogeneratori RGT 05

Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep e aree soggette a frane superficiali diffuse

LEGENDA

 Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep

 Aree soggette a frane superficiali diffuse

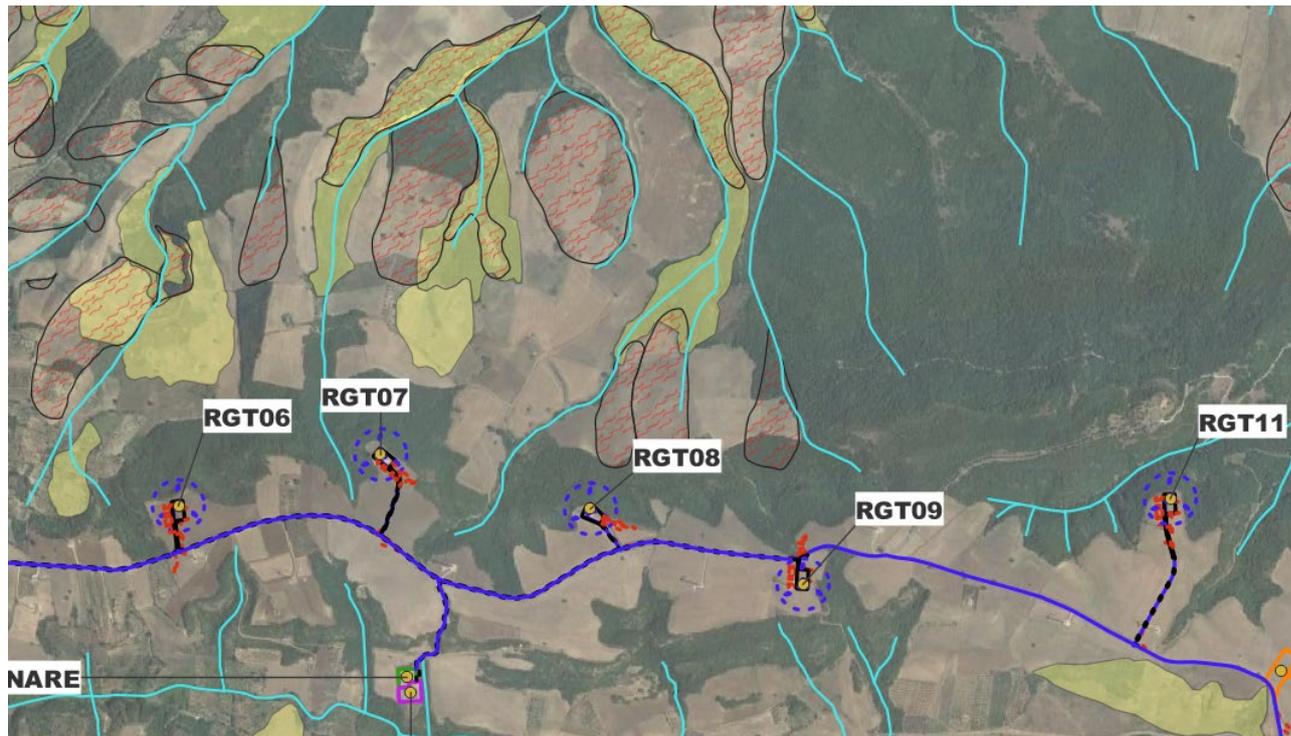
 reticolo idrografico

 Aerogeneratore

 Cavidotto

Legenda carta geomorfologica

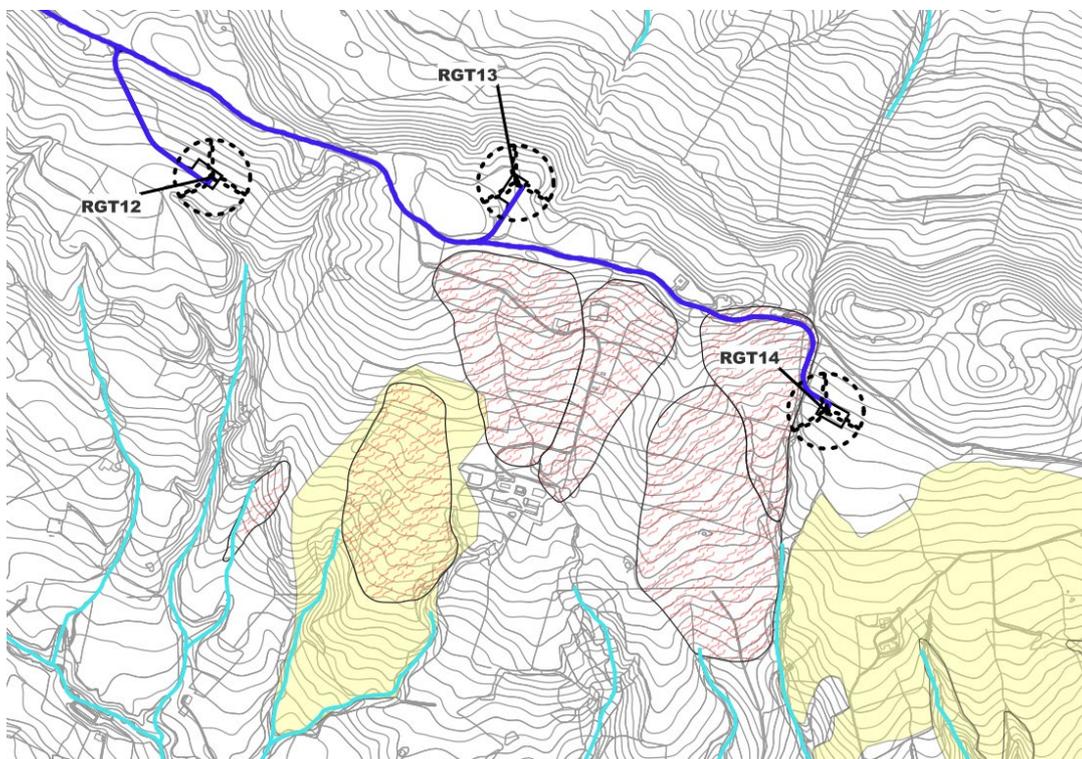
Gli aerogeneratori RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, si collocano lungo una dorsale collinare orientata in direzione est-ovest, dissecata lungo i rispettivi fianchi da una serie di incisioni torrentizie che alimentano rispettivamente il torrente Bilioso a Nord e il Vallone Rovino a sud.



*Aerogeneratori RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11
Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep e aree soggette a frane superficiali diffuse*

Infine gli aerogeneratori RGT 12, RGT 13 e RGT 14 sono ubicati lungo la dorsale collinare denominata "Rignana Monte", rispettivamente alle quote di 417, 456 e 396 metri sul livello del mare.

Le aree di sedime che ospiteranno i suddetti aerogeneratori attualmente si presentano stabili, mentre i rispettivi fianchi di suddetta dorsale, in particolare il fianco sud, si caratterizzano per la presenza di deformazioni diffuse e movimenti superficiali che interessano parte del cavidotto di progetto in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT 14.



*Aerogeneratori RGT 12, RGT 14
Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep e aree soggette a frane superficiali diffuse*

LEGENDA

 Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep

 Aree soggette a frane superficiali diffuse

 reticolo idrografico

 Aerogeneratore

 Cavidotto

Legenda carta geomorfologica

Dall'analisi della carta degli scenari di rischio dell'autorità di bacino ex Basilicata è emerso che nessun aerogeneratore ricade in aree interessate rischio idrogeologico e/o pericolosità geomorfologica.

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
	Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00	

Per quanto riguarda le opere accessorie si evidenzia che parte del tracciato del cavidotto, attraversa tratti cartografati come aree a rischio idrogeologico, R1 "Aree a rischio idrogeologico basso".

Pertanto, 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.

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.

2.4 IDROGEOLOGICO

A seguito della consultazione delle carte tematiche e del rilevamento geologico eseguito è emerso che i terreni presenti in affioramento sono costituiti essenzialmente da depositi ghiaioso sabbiosi con intercalazioni argillose e sabbioso-fini e depositi sabbioso limosi, sabbioso argillosi con intercalazioni ciottolose.

Tali depositi sono dotati di un tipo di permeabilità per porosità, mentre il grado di permeabilità varia in funzione della granulometria.

Essendo il grado di permeabilità legato alla disposizione ed associazione degli elementi a grana fine con quelli a grana media e grossa, la disposizione variabile di tali elementi rende difficile distinguere nettamente le aree a differente permeabilità.

I terreni che affiorano nell'area in esame possono essere classificati come rocce permeabili per porosità. Questi possono essere suddivisi in "terreni porosi, permeabili in piccolo" e "terreni porosi ma impermeabili".

I terreni "porosi, permeabili in piccolo", sono permeabili in tutta la loro massa in maniera più o meno uniforme, e offrono alla circolazione dell'acqua un grande numero di cunicoli e di spazi intergranulari sufficientemente larghi da non essere completamente occupati dall'acqua di ritenzione. Vengono considerati tali tutti i sedimenti clastici a grana grossa e media, sciolti, della Formazione dei Conglomerati di Irsina (qcs) e della Formazione delle Sabbie di Monte Marano (Q_s^g)

Tali complessi idrogeologici poggiano su terreni "porosi ma impermeabili" sono quelli che hanno i pori intergranulari di dimensioni piccolissime per cui l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione; ne consegue che la circolazione è nulla o del tutto insignificante. Appartengono a tale classe le argille limose della Formazione delle Argille di Gravina ($P^2Q_a^g$) e tutti quei terreni nei quali il termine argilloso è presente in maniera rilevante.

Dalla consultazione delle carte tematiche e dall'analisi ed interpretazione del rilevamento geologico eseguito lungo l'intero areale che ospiterà l'impianto eolico, 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 ghiaioso-sabbioso*
- *2 - Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso*

Il Complesso idrogeologico ghiaioso sabbioso è caratterizzato dalla presenza di depositi ghiaioso sabbiosi con intercalazioni sabbiose e sabbioso-argillose, sabbie fini con lenti ghiaiose; questi materiali sono dotati di un tipo di permeabilità medio-alta per porosità e su tale complesso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 01, RGT 03, RGT 04, RGT 05, RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, RGT 13 e la maggior parte del tracciato del cavidotto.

Il Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso è caratterizzato dalla presenza sabbie quarzoso calcaree, sabbie argillose con lenti ciottolose, questi materiali sono dotati di un tipo di permeabilità medio-alta per porosità. Su tale complesso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 12 e RGT 14.

Alla luce di quanto esposto si evince che la natura dei terreni presenti nell'area studiata condiziona i fenomeni d'infiltrazione e di ruscellamento superficiale, in parte legati anche alla morfologia del territorio stesso.

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	
Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00		

In particolare, in corrispondenza di terreni granulari molto permeabili le acque si infiltrano andando ad alimentare le falde freatiche, mentre, in corrispondenza degli affioramenti argillosi impermeabili, le acque seguono traiettorie superficiali con produzione di fossi aventi un'asta principale, un ventaglio di testata e profilo del fondo piuttosto pendente in costante arretramento.

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.

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

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 parco eolico attraversa i territori di competenza dell'Autorità di bacino Distrettuale Appennino Meridionale (Ex AdB Basilicata).

In particolare, dalla consultazione della cartografia tematica è emerso che nessun aerogeneratore ricade in aree interessate rischio idrogeologico e/o pericolosità geomorfologica.

Per quanto riguarda le opere accessorie si evidenzia che parte del tracciato del cavidotto, attraversa tratti cartografati come aree a rischio idrogeologico, R1 "Aree a rischio idrogeologico basso".

In allegato si riporta uno stralcio della cartografia tematica con individuazione del parco in esame.

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. 8 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi alla profondità variabili da 1.50 m a 5.10 m*
- *N. 2 indagini sismiche Masw*

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

GENERALITA'

La campagna di indagini geognostiche è consistita nell'esecuzione di n. 8 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH, tutte spinte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale attestatosi a profondità variabili da m 1.50 a m 5.10 dal locale piano campagna.



Prova penetrometrica dinamica pesante DPSH 01



Prova penetrometrica dinamica pesante DPSH 02



Prova penetrometrica dinamica pesante DPSH 03



Prova penetrometrica dinamica pesante DPSH 04



Prova penetrometrica dinamica pesante DPSH 05



Particolari prove penetrometriche DPSH eseguite

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).

CARATTERISTICHE

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

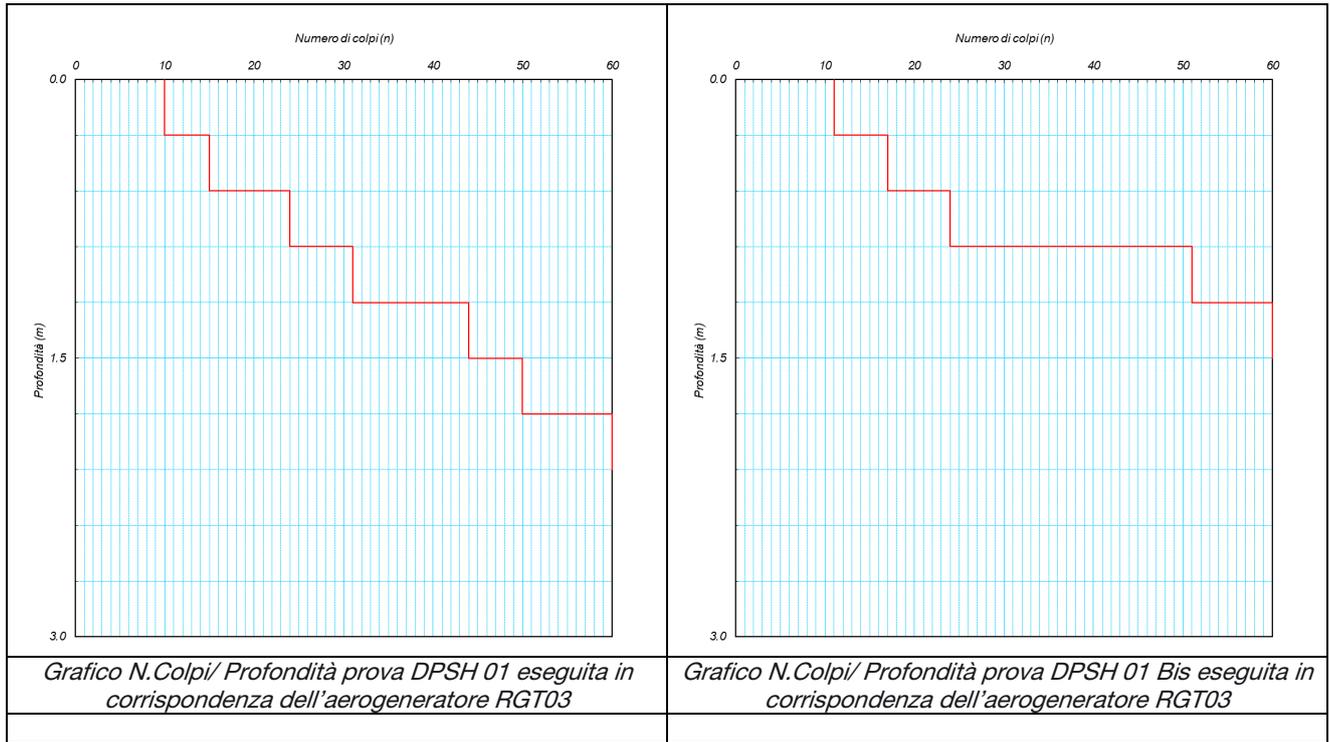
- *il maglio ha un peso $Q = 63.50$ Kg;*
- *l'altezza di caduta del maglio è costante ed è pari ad $H = 75$ cm;*
- *peso testa, guida, ecc. $q=15$ Kg*
- *lunghezza aste $L=1.00$ metri*
- *peso delle aste 6.00 Kg/m*
- *diametro delle aste $\phi=32$ mm*
- *angolo di apertura della punta $\phi=60^\circ$*
- *diametro della base della punta conica $D=50.5$ mm*
- *Area della punta 20 cm²*
- *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/cm²*
- *Coefficiente di correlazione con l'NSPT 1.01*

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 (Rp), la resistenza a rottura non drenata che, opportunamente correlata, permette di quantificare l'angolo di attrito interno medio (ϕ) e la coesione non drenata (Cu), il modulo edometrico (Eed) che fornisce le indicazioni sulla compressibilità dei terreni, la densità relativa (Dr) 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.

Nei grafici che seguono si riportano l'andamento del numero di colpi (n) in funzione della profondità di ciascuna prova eseguita.



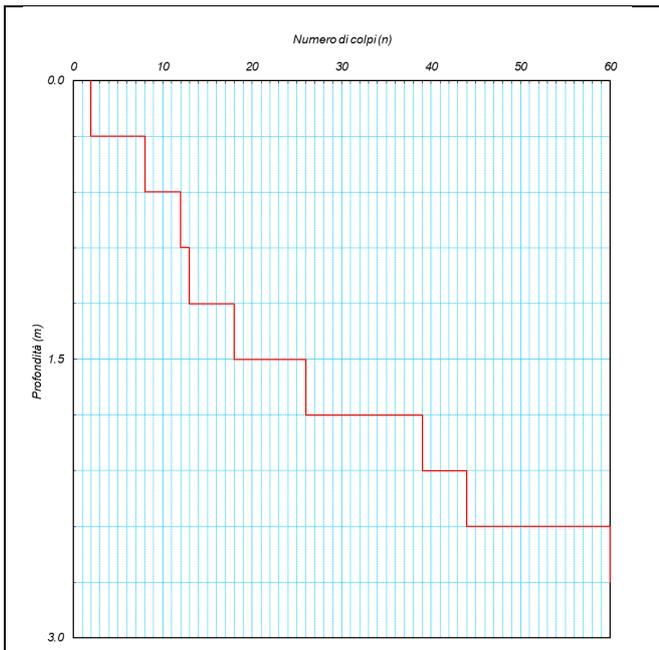


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 02 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT01

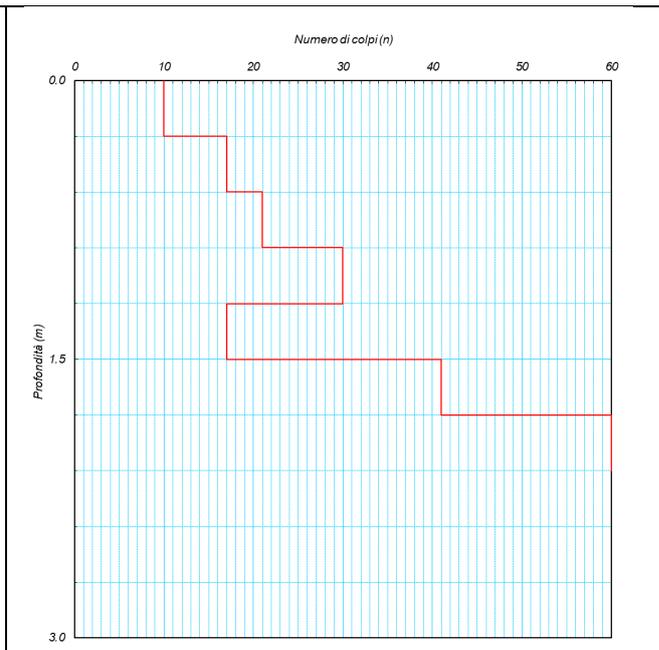


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 02 Bis eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT01

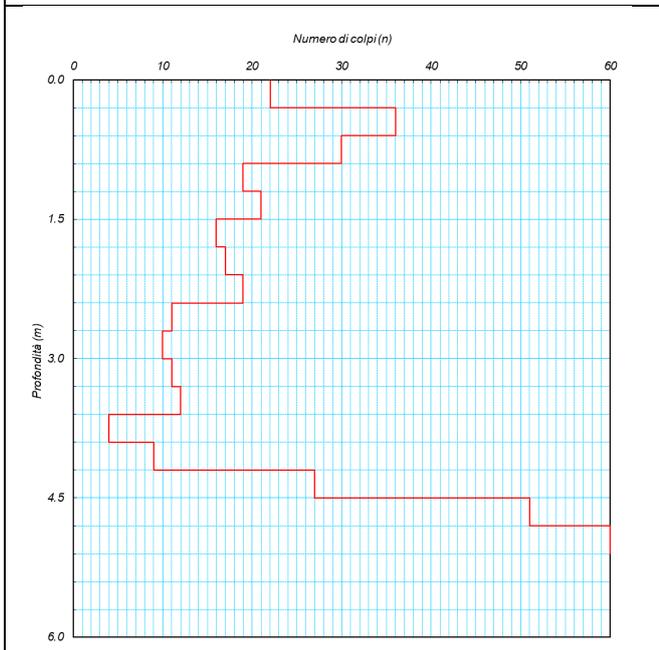


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 03 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT05

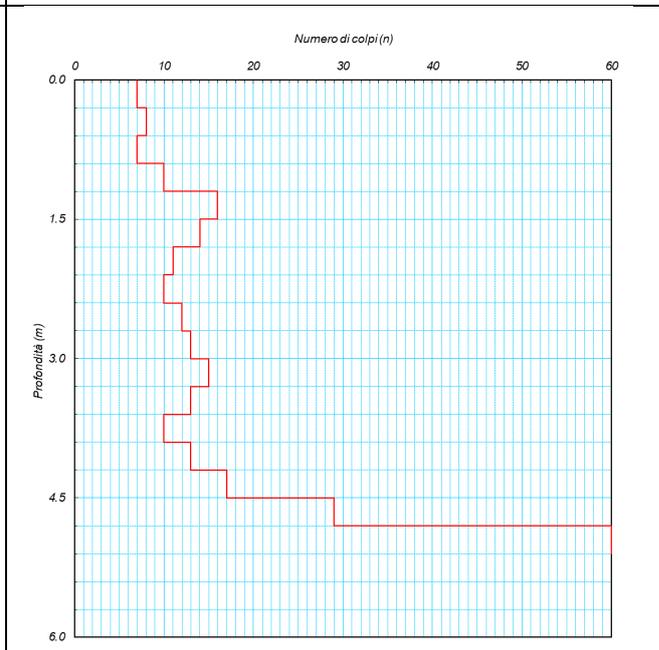
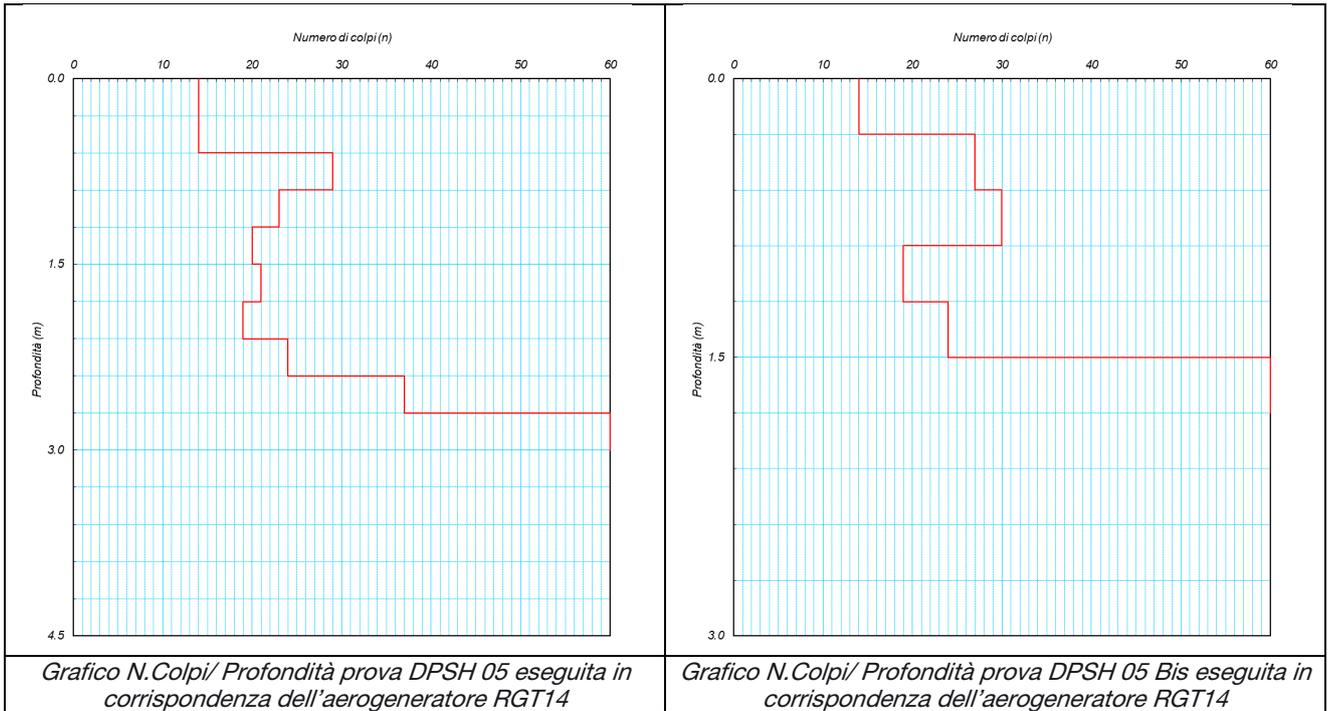


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 04 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT12



3.3 INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Nel corso della campagna di indagini geognostiche sono state eseguite N. 2 indagini sismiche 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 – Aerogeneratore RGT 01



Indagine sismica di superficie Masw M2 – Aerogeneratore RGT 03

ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

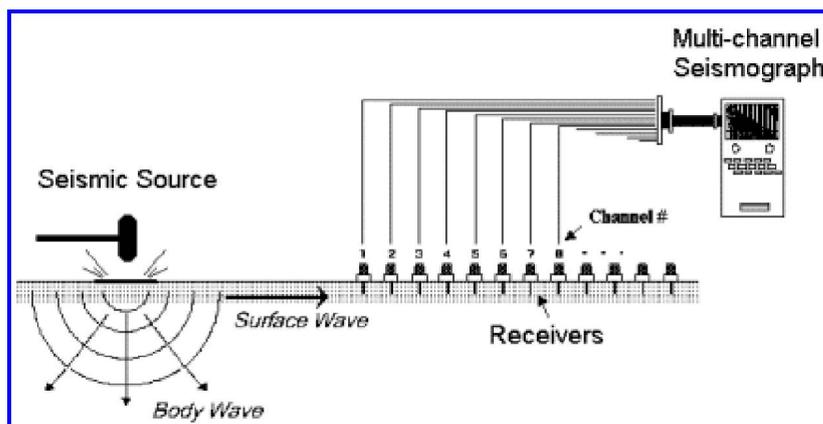
Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso 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.

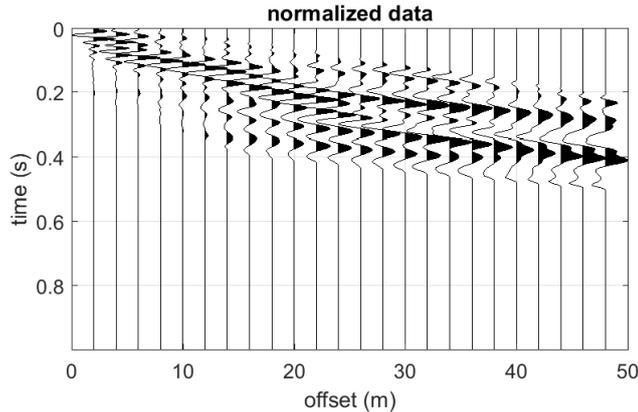
La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Vs), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri 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:

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

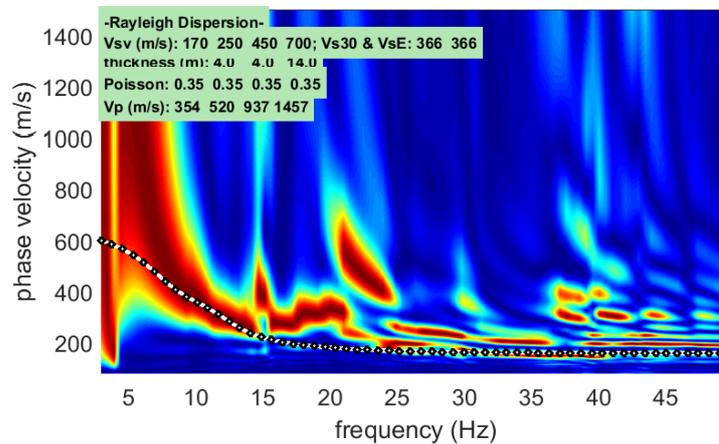


Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.



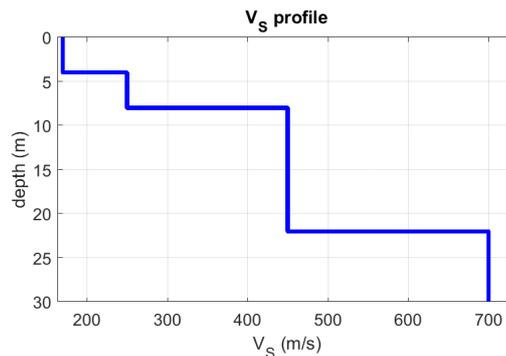
Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento tipo.

2. 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

3. 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);
4. 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 Vs ottenuto dalla curva di dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh attraverso l'inversione di un modello multistrato del terreno

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;*

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

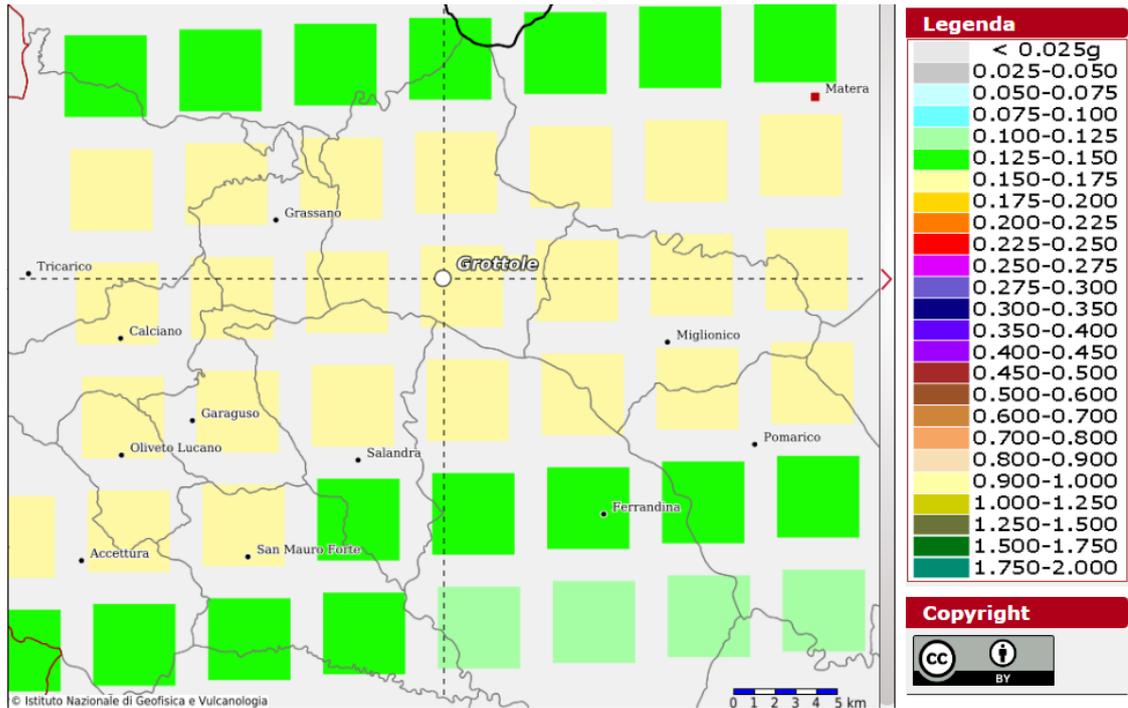
I comuni di Grottole e Miglionico (MT), con D.G.R. n. 1626 del 15/09/2009 che approvò l'aggiornamento della classifica sismica, vennero classificati di **categoria 3**.

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.

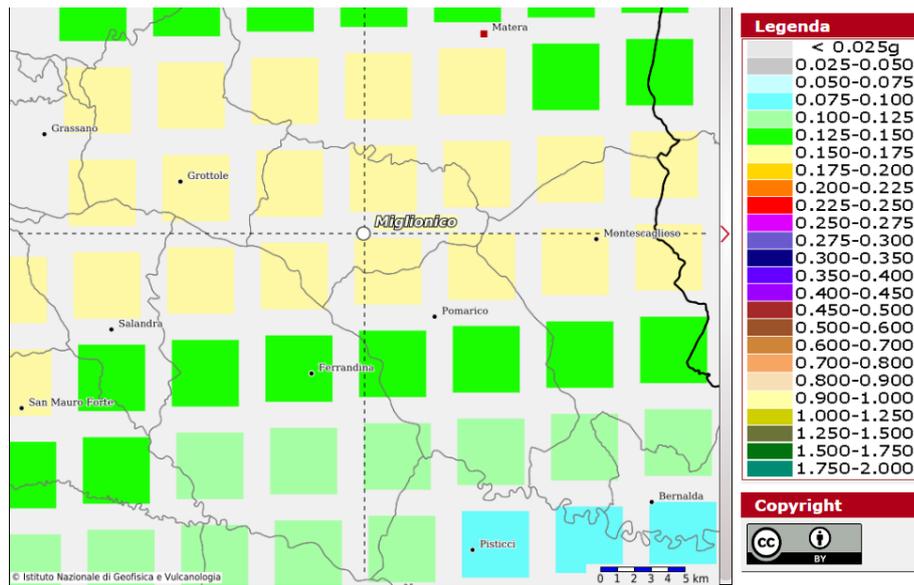
Le nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 2008 forniscono, per l'intero territorio nazionale, i parametri da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica. Tali parametri sono forniti in corrispondenza dei nodi, posti ad una distanza massima di 10 km, all'interno di un reticolo che copre l'intero 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 i comuni di Miglionico e Grottole, nei quali ricadono i 6 aerogeneratori da installare e le opere annesse.



*Comune di Grottole (MT) Aerogeneratori
RGT 01, RGT03, RGT04, RGT05, RGT06, RGT07, RGT08,
RGT09, RGT11, RGT12, RGT 13*



*Comune di Miglionico (MT) Aerogeneratore RGT14
Mappa di pericolosità sismica e relativa legenda con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(<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 ag varia tra 0.150 e 0.175 g (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 ag con la medesima probabilità di eccedenza, mostra come il contributo percentualmente maggiore alla pericolosità sismica di base per il parco eolico in esame, sia determinato da sismi con magnitudo massima pari a 5.02

con epicentri individuati ad una distanza di 9.57 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 T_R 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 T_R 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 V_R della costruzione, le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_V , associate a ciascuno degli stati limite considerati. Si possono così individuare, partendo dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

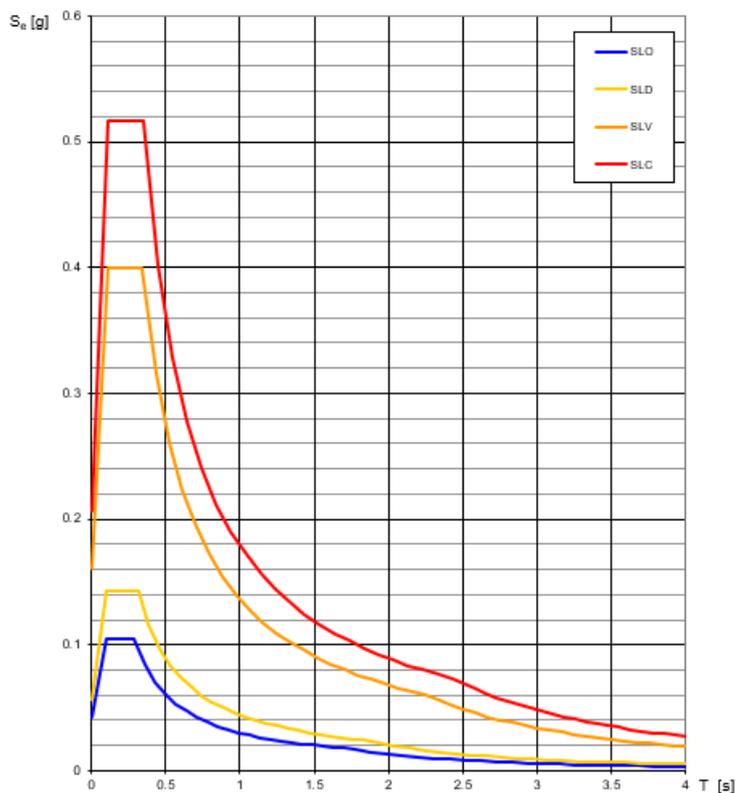
Considerando che le aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alla categoria sismica B e alla categoria topografica T1, si riportano i valori di tali parametri ai vari stati limite previsti dalla normativa, (SLO stato limite di operatività, SLD stato limite di danno, SLV stato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

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.042	2.457	0.290
SLD	50	0.057	2.498	0.312
SLV	475	0.161	2.479	0.341
SLC	975	0.207	2.498	0.345

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 delle indagini sismiche 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_{si} 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 limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore RGT 01, il $V_{s,eq}$ calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 517 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	13.00	550	0.0236
13.00	24.00	450	0.0244
24.00	37.00	600	0.0217
37.00	40.00	650	0.0046

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M1

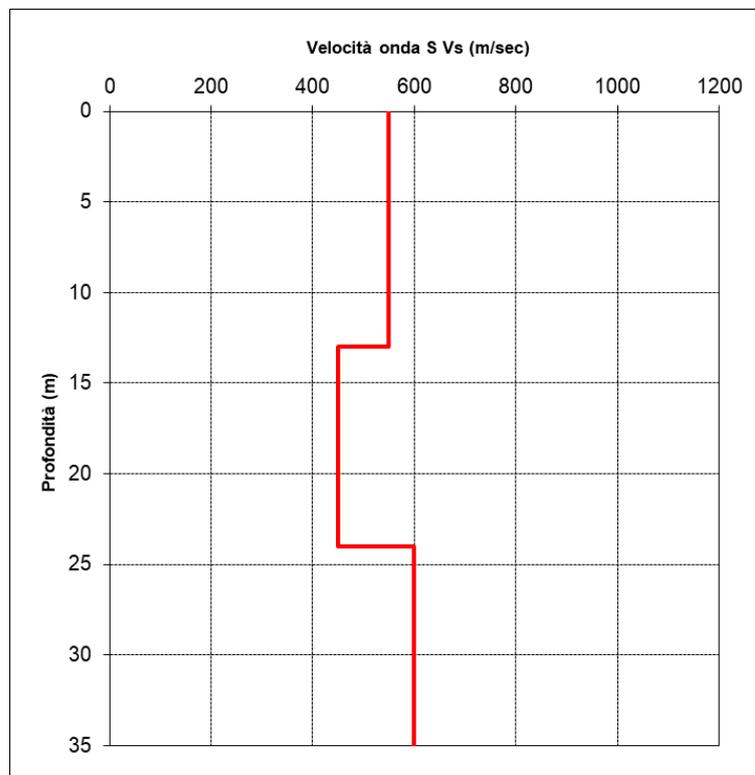


Grafico velocità-profondità dal MASW M1

Per la prova MASW M2, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore RGT03, il Vs,eq calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 402 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	12.00	360	0.0333
12.00	23.00	550	0.0200
23.00	35.00	330	0.0364

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M2

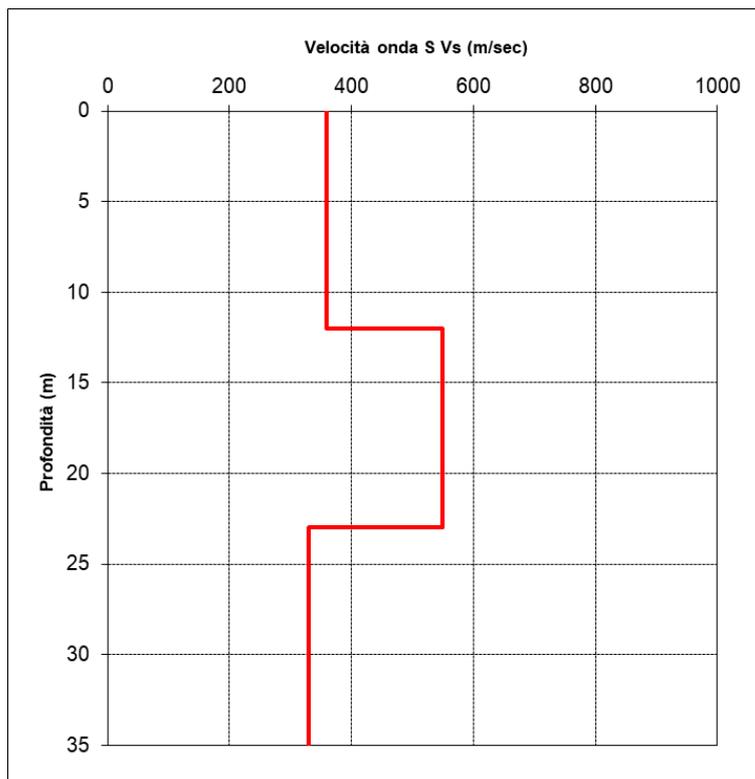


Grafico velocità-profondità dal MASW M2

4.3 ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse sono state eseguite n° 2 indagini sismiche di tipo MASW, dalle quali emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di Vs,eq attribuibili alla categoria di suolo B.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq, è definita dall'espressione:

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

dove hi e Vsi 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 Vs non inferiore a 800 m/s. Quando la profondità H del substrato è superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,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	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

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 suddette 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 il parco eolico ricoprirà un'area più o meno estesa caratterizzata da morfologie piuttosto variegata, dall'analisi dei valori di inclinazione media dei tratti di versante e/o dorsale collinare ove andranno posizionati gli aerogeneratori e le opere connesse 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 al reperimento di una serie di indagini geognostiche realizzate nel corso degli anni in aree limitrofe al sito in esame e su terreni con caratteristiche simili, è stata eseguita una campagna di indagini, consistita in:

- *N. 8 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi alla profondità variabili da 1.50 m a 5.10 m*

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.

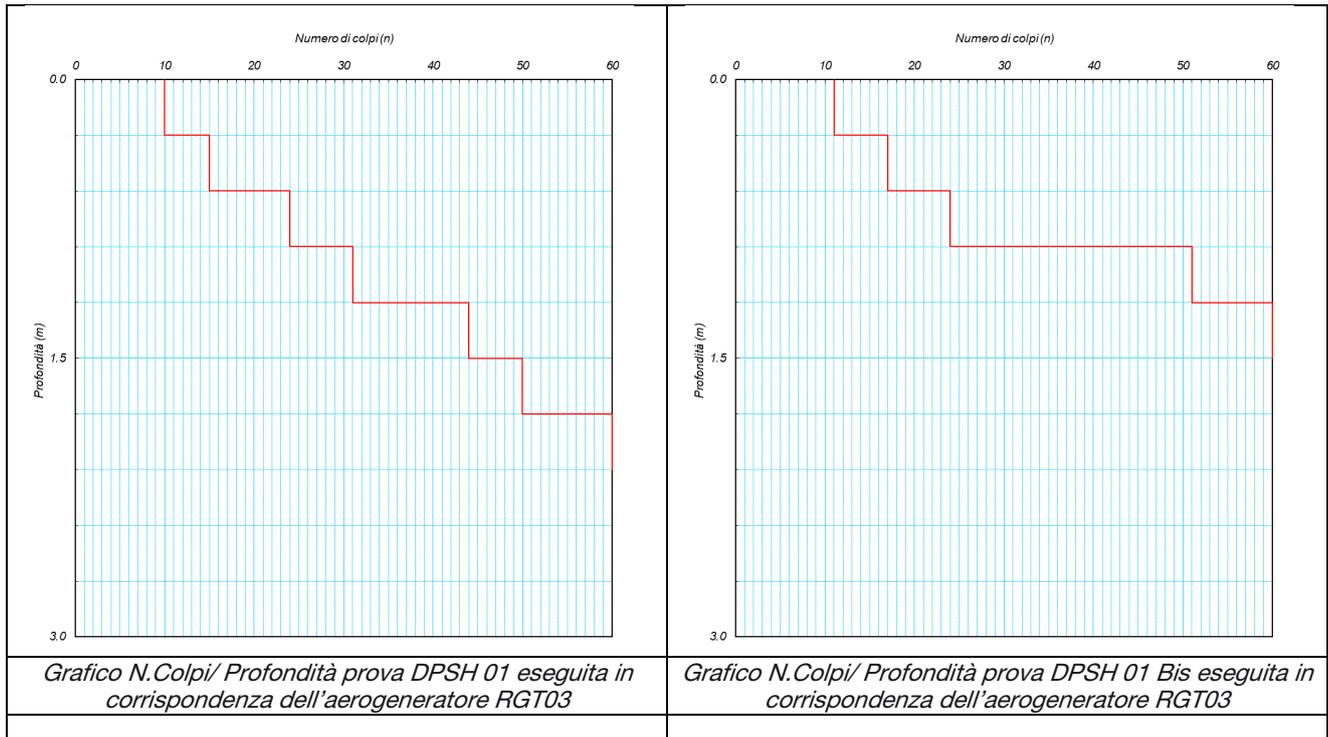
Inoltre, la massiccia raccolta di dati bibliografici rappresentativi dell'area in esame e delle principali litologie affioranti ha rappresentato un valido e ulteriore strumento per la definizione dei parametri geotecnici locali.

In particolare, l'area di sedime che interesserà il parco eolico, sostanzialmente è riconducibile a depositi costituiti principalmente da depositi ghiaioso sabbiosi con intercalazioni sabbiose e argillose giallo-rossastre per gli aerogeneratori RGT 01, RGT 03, RGT 04, RGT 05, RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, RGT 13, passanti a depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli sabbioso ghiaiosi e sabbioso argillosi per gli aerogeneratori RGT 12, RGT 14.

INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

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

Nei grafici che seguono si riportano l'andamento del numero di colpi (n) in funzione della profondità di ciascuna prova eseguita.



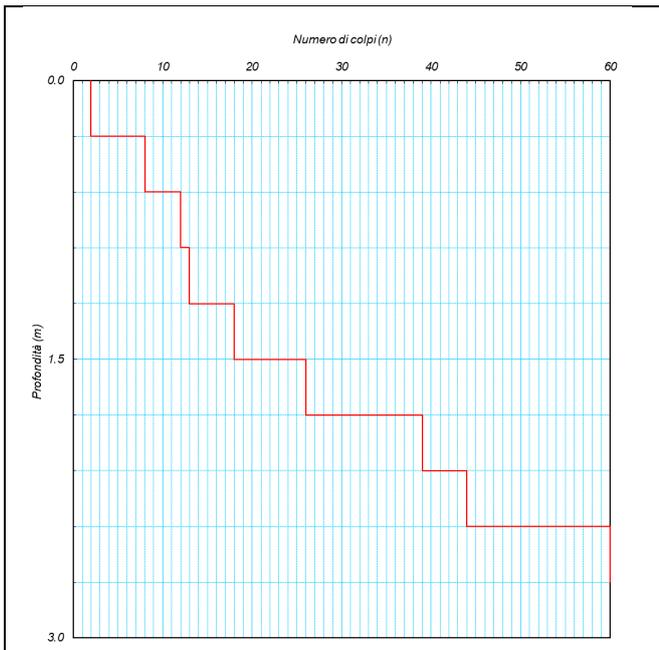


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 02 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT01

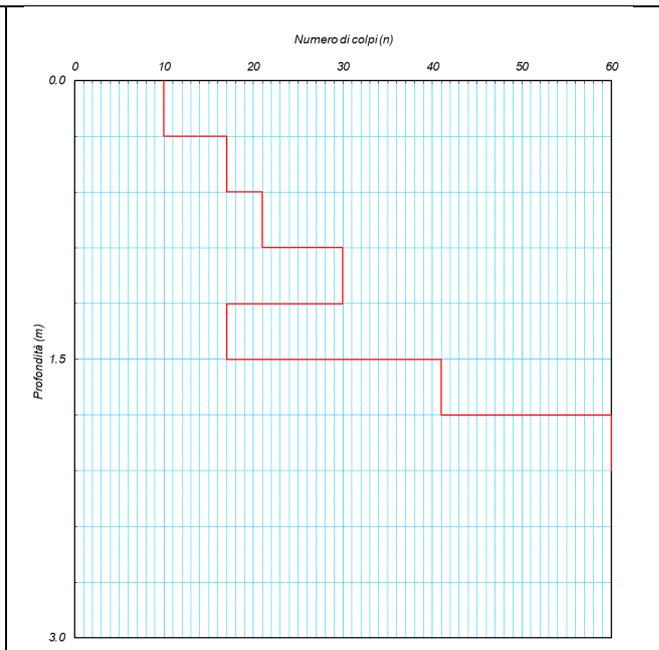


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 02 Bis eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT01

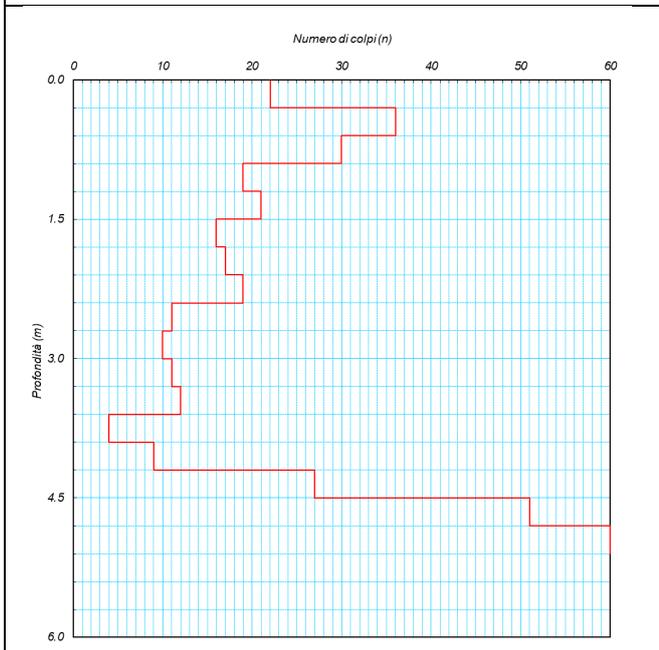


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 03 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT05

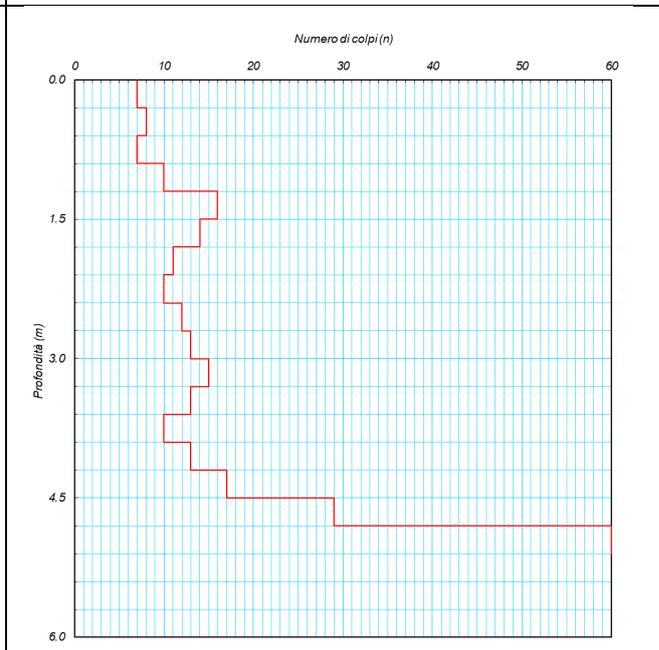


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 04 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT12

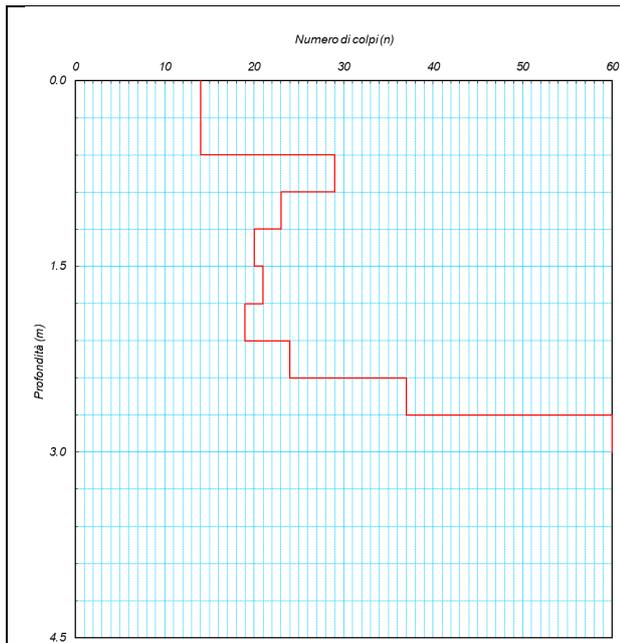


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 05 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT14

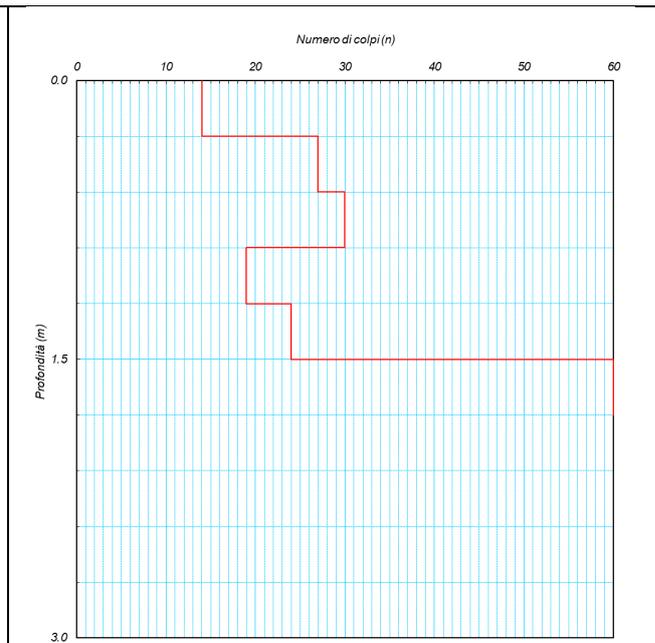


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 05 Bis eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT14

Si riportano le tabelle dei parametri geotecnici ricavati:

Prova (n): DPSH 01		Prova (n): DPSH 01 bis	
STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA		STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA	
DATI GENERALI		DATI GENERALI	
Strato (n)	1 2	Strato (n)	1 2
Profondità iniziale (m)	0.00 1.20	Profondità iniziale (m)	0.00 0.90
Profondità finale (m)	1.20 2.10	Profondità finale (m)	0.90 1.50
Potenza dello strato (m)	1.20 0.90	Potenza dello strato (m)	0.90 0.60
Peso di volume attribuito (g/cm³)	1.90 2.00	Peso di volume attribuito (g/cm³)	1.90 2.00
Pressione vert efficace (Kg/cm²)	0.23 0.42	Pressione vert efficace (Kg/cm²)	0.17 0.30
Media numero colpi (N)	20 51	Media numero colpi (N)	17 56
Media resist. alla Punta (Kg/cm²)	66.00 182.00	Media resist. alla Punta (Kg/cm²)	55.00 182.00
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE		PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE	
Angolo di attrito (°)	36 >38	Angolo di attrito (°)	35 >38
Densità relativa (%)	79 100	Densità relativa (%)	73 100
Mod. di deformazione (Kg/cm²)	198 546	Mod. di deformazione (Kg/cm²)	165 546
Mod. taglio dinamico (Kg/cm²)	64 125	Mod. taglio dinamico (Kg/cm²)	47 89
Stato di addensamento	M M D	Stato di addensamento	M M D
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA		PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA	
Coesione non dren. (Kg/cm²)	3.29 9.08	Coesione non dren. (Kg/cm²)	2.74 9.09
Modulo edometrico (Kg/cm²)	145.00 400.00	Modulo edometrico (Kg/cm²)	121.00 400.00
Grado di sovracons. OCR (-)	16.03 11.09	Grado di sovracons. OCR (-)	26.72 24.23
Mod. di taglio dinam. (t/m²)	14'485 30'063	Mod. di taglio dinam. (t/m²)	12'761 32'338
Stato di consistenza	M C D	Stato di consistenza	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		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		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 – RGT 03		Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 01 Bis – RGT 03	

<i>Prova (n): DPSH 02</i>				<i>Prova (n): DPSH 02 bis</i>			
STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA				STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA			
DATI GENERALI				DATI GENERALI			
Strato (n)	1	2		Strato (n)	1	2	
Profondità iniziale (m)	0.00	1.80		Profondità iniziale (m)	0.00	1.50	
Profondità finale (m)	1.80	2.70		Profondità finale (m)	1.50	2.10	
Potenza dello strato (m)	1.80	0.90		Potenza dello strato (m)	1.50	0.60	
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.90	2.00		Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.90	2.00	
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.34	0.54		Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.29	0.42	
Media numero colpi (N)	13	48		Media numero colpi (N)	19	51	
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	46.00	162.00		Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	65.00	153.00	
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE				PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE			
Angolo di attrito (°)	33	>38		Angolo di attrito (°)	35	>38	
Densità relativa (%)	64	100		Densità relativa (%)	77	100	
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	138	486		Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	195	459	
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	88	161		Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	78	125	
Stato di addensamento	M	D		Stato di addensamento	M	M D	
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA				PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA			
Coesione non dren. (Kg/cm ²)	2.28	8.07		Coesione non dren. (Kg/cm ²)	3.24	7.63	
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	101.00	356.00		Modulo edometrico (Kg/cm ²)	143.00	336.00	
Grado di sovracons. OCR (-)	4.17	5.64		Grado di sovracons. OCR (-)	9.08	9.32	
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	10'352	28'675		Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	13'917	30'063	
Stato di consistenza	C	D		Stato di consistenza	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				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			
<i>Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 02 - RGT 01</i>				<i>Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 02 Bis - RGT 01</i>			
<i>Prova (n): DPSH 03</i>				<i>Prova (n): DPSH 04</i>			
STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA				STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA			
DATI GENERALI				DATI GENERALI			
Strato (n)	1	2	3	Strato (n)	1	2	3
Profondità iniziale (m)	0.00	2.40	4.50	Profondità iniziale (m)	0.00	1.20	4.50
Profondità finale (m)	2.40	4.50	5.10	Profondità finale (m)	1.20	4.50	5.10
Potenza dello strato (m)	2.40	2.10	0.60	Potenza dello strato (m)	1.20	3.30	0.60
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.90	1.95	2.00	Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.80	1.90	2.00
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.46	0.88	1.02	Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.22	0.86	1.02
Media numero colpi (N)	23	13	56	Media numero colpi (N)	8	13	45
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	81.00	46.00	156.00	Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	26.00	48.00	119.00
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE				PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE			
Angolo di attrito (°)	36	33	>38	Angolo di attrito (°)	31	33	>38
Densità relativa (%)	85	63	100	Densità relativa (%)	50	63	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	243	138	468	Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	78	144	357
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	129	227	304	Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	52	221	304
Stato di addensamento	M	M	M D	Stato di addensamento	S	M	D
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA				PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA			
Coesione non dren. (Kg/cm ²)	4.03	2.26	7.75	Coesione non dren. (Kg/cm ²)	1.29	2.36	5.90
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	178.00	101.00	343.00	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	57.00	105.00	261.00
Grado di sovracons. OCR (-)	3.84	0.51	1.27	Grado di sovracons. OCR (-)	6.63	0.55	0.96
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	16'154	10'352	32'338	Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	7'088	10'352	27'267
Stato di consistenza	M C	C	D	Stato di consistenza	C	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				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			
<i>Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 03 - RGT 05</i>				<i>Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 04 - RGT 12</i>			

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA	 PROGETTO ENERGIA
	<i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	
Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00		

<i>Prova (n): DPSH 05</i>			<i>Prova (n): DPSH 05 bis</i>		
STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA			STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA		
DATI GENERALI			DATI GENERALI		
Strato (n)	1	2	Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	2.40	Profondità iniziale (m)	0.00	1.50
Profondità finale (m)	2.40	3.00	Profondità finale (m)	1.50	1.80
Potenza dello strato (m)	2.40	0.60	Potenza dello strato (m)	1.50	0.30
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.90	2.00	Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.90	2.00
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.46	0.60	Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.29	0.36
Media numero colpi (N)	21	40	Media numero colpi (N)	23	60
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	73.00	153.00	Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	79.00	168.00
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE			PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE		
Angolo di attrito (°)	36	>38	Angolo di attrito (°)	36	>38
Densità relativa (%)	81	100	Densità relativa (%)	85	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	219	459	Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	237	504
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	129	179	Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	80	107
Stato di addensamento	M	D	Stato di addensamento	M	M D
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA			PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA		
Coesione non dren. (Kg/cm ²)	3.63	7.62	Coesione non dren. (Kg/cm ²)	3.94	8.38
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	160.00	336.00	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	173.00	369.00
Grado di sovracons. OCR (-)	3.46	4.23	Grado di sovracons. OCR (-)	11.05	14.55
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	15'047	24'873	Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	16'154	34'126
Stato di consistenza	M C	D	Stato di consistenza	M C	D
LEGENDA Terreni di natura granulare - Stato di addensamento <i>M S= Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso</i>			LEGENDA Terreni di natura granulare - Stato di addensamento <i>M S= Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso</i>		
Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza <i>M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro</i>			Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza <i>M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro</i>		
<i>Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 05 – RGT 14</i>			<i>Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 05 Bis – RGT 14</i>		

Dall'analisi delle prove penetrometriche si evince la presenza di materiali dotati di buone caratteristiche geotecniche già a partire dai primi metri di profondità; in particolare le prove penetrometriche DPSH 01, DPSH 01 Bis, DPSH 02, DPSH 02 Bis e DPSH 03 eseguite rispettivamente in corrispondenza dei futuri aerogeneratori RGT 03, RGT 01 e RGT 05, mostrano la presenza di depositi ghiaioso sabbiosi con valori medi di N. di colpi pari a 20, a testimonianza di litologie da moderatamente addensate a ben addensate dotate di buone caratteristiche geotecniche sino al raggiungimento del rifiuto strumentale attestatosi a profondità variabili da 1.50 a 2.70 metri dal locale piano campagna in corrispondenza di litologie ghiaioso sabbiose da ben addensate a parzialmente cementate.

La prova penetrometrica DPSH 03 eseguita in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT 05 evidenzia una certa eterogeneità tessiturale all'aumentare della profondità tipica della formazione conglomeratica in esame sino al raggiungimento del rifiuto strumentale attestatosi alla profondità di 5.10 metri dal locale piano campagna.

Infine le prove penetrometriche DPSH 04, DPSH 05 e DPSH 05 Bis sono state eseguite in corrispondenza delle aree di sedime che ospiteranno gli aerogeneratori RGT 12 e RGT 14.

Le prove eseguite hanno sostanzialmente attraversato i depositi sabbioso ghiaiosi della formazione di Monte Marano e si caratterizzano per la presenza di litologie da moderatamente addensate a addensate, dotate di discrete caratteristiche geotecniche già a partire dai primi metri di profondità.

5.2 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 dagli aerogeneratori.

In sostanza sono stati definiti n. 3 modelli geotecnici del sottosuolo, caratteristici e specifici per ciascuna unità litotecnica rappresentativa dell'area in esame.

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA	 PROGETTO ENERGIA
	<i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	
Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00		

Di seguito si riportano le tabelle con i parametri geotecnici medi delle unità litotecniche in esame.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Depositi ghiaioso sabbiosi - Qcs								
Prof. della falda: non rinvenuta								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	3.50	Ghiaie sabbiose da poco a moderatamente addensate, parzialmente alterate.	1.90	1.90	32	0.00	0.80	100
3.50	>20	Ghiaie sabbiose da addensate a ben addensate, parzialmente cementate	2.00	2.00	36	0.00	2.00	250

Tabella parametri geotecnici depositi ghiaioso sabbiosi - Qcs

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Depositi sabbioso limoso ghiaiosi – Qs-C								
Prof. della falda: non rinvenuta								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	4.50	Sabbie limose da poco a moderatamente addensate, parzialmente alterate.	1.80	1.80	29	0.00	0.60	60
4.50	>20	Sabbie limose da addensate a ben addensate, parzialmente cementate.	1.90	1.90	32	0.00	1.20	120

Tabella parametri geotecnici depositi sabbioso limoso ghiaiosi – Qs-C

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Depositi argilloso limosi – P2-Qac								
Prof. della falda: non rinvenuta								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	3.00	Argille limose plastiche, allentate, poco consistenti e alterate.	2.00	2.00	14	0.15	1.50	30
3.00	>20	Argille limose da moderatamente consistenti a consistenti.	2.10	2.10	16	0.25	2.50	50

Tabella parametri geotecnici depositi argilloso limosi – P2-Qac

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
	Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00	

5.3 STABILITÀ DELL'AREA

Dal rilevamento geomorfologico eseguito è emerso che gli aerogeneratori in progetto ricadono tutte in aree stabili; a scala più ampia, in alcune zone e in particolare nelle aree dove affiorano i terreni argillosi o a prevalente componente argillosa, sono presenti sia fenomeni attivi di dissesto superficiale rappresentati da creep e smottamenti superficiali, anche di considerevole estensione, sia vistosi fenomeni di erosione areale ed incanalata, che si manifestano attraverso una fitta rete di solchi profondi, vallecicole ed incisioni.

Solamente parte del cavidotto di progetto in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT 14 è caratterizzato dalla presenza di movimenti lenti che interessano la coltre di alterazione superficiale.

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.

Dall'analisi della carta degli scenari di rischio dell'autorità di bacino ex Basilicata è emerso che nessun aerogeneratore ricade in aree interessate rischio idrogeologico e/o pericolosità geomorfologica.

Per quanto riguarda le opere accessorie si evidenzia che parte del tracciato del cavidotto, attraversa tratti cartografati come aree a rischio idrogeologico, R1 "Aree a rischio idrogeologico basso".

Pertanto, 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.

5.4 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

σ_{v0} = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine

u = pressione interstiziale dell'acqua

φ = 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.

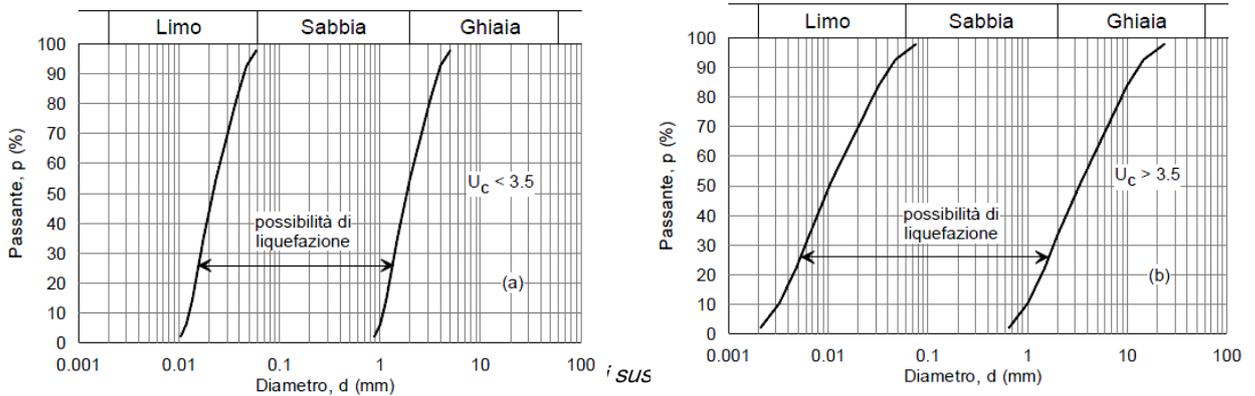
La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($\sigma_{v0} = u$). In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare 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 $U_c > 3,5$.



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 a granulometria ghiaioso sabbiosa, sabbioso ghiaiosa, poggianti su depositi argilloso limosi.

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 caso per caso nelle successive fasi esecutive.

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
	Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00	

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Scopo del presente documento è la redazione della relazione geologica finalizzata all'ottenimento dei permessi necessari all'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente (repowering), sito nel Comune di Grottole (MT), connesso alla Stazione RTN di Grottole (MT), realizzato con le Concessioni edilizie rilasciate dal Comune di Grottole (MT), n. 18 del 22/08/2002 e n.21 del 04/09/2009 di rettifica, e dai Permessi di costruire rilasciati sempre dal Comune di Grottole (MT), n. 44 del 13/12/2004, n. 31 del 05/08/2005, n. 23 del 25/07/2006, di proprietà della società Fri – El Grottole s.r.l..

L'impianto eolico esistente è costituito da 27 aerogeneratori, ciascuno con potenza di 2MW, per una potenza totale di impianto pari a 54 MW nel Comune di Grottole (MT), in località contrada Verga, Masseria Lagonigro, contrada la Magna e contrada di Giacomo, con opere di connessione ed infrastrutture indispensabili ricadenti nel medesimo comune, collegato alla Rete Elettrica Nazionale in antenna a 150 kV sulla Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV, denominata "Grottole", ubicata all'interno di tale comune, mediante condivisione dello stallo con altre iniziative. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito **"Impianto eolico esistente"**.

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente consta invece nell'installazione di 12 aerogeneratori con potenza unitaria di 7,2 MW, per una potenza totale pari a 86,4 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere di connessione restano le medesime dell'Impianto eolico esistente, a meno della sostituzione dei cavidotti interrati MT e la sostituzione dei due trasformatori all'interno della Stazione Elettrica d'Utenza.

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nel Foglio n. 200 (Tricarico) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nei quadranti 200 – I – NE (Grottole) 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'Autorità di bacino Distrettuale Appennino Meridionale (Ex AdB Basilicata).

Dalla disamina della carta geologica in scala 1:100.000 – Foglio n. 200 (Tricarico) e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo, si evince che l'intero parco eolico e le relative opere connesse attraversano una serie di formazioni geologiche di cui di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi del parco corrispondono.

In particolare, la stratigrafia tipo dei terreni interessati dall'ubicazione degli aerogeneratori in progetto e delle opere connesse, come evidenziato negli allegati "Carta Geologica" e "Sezione Geologica", vede l'affioramento dall'alto verso il basso dei seguenti terreni:

- *Conglomerati poligenici con intercalazioni sabbiose e argillose giallo-rossastre; Alla base sabbie fini quarzose micacee, bruno rossastre con lenti di conglomerati poligenici. Pleistocene Inferiore. Conglomerato di Irsina e Sabbie dello Staturo (qcs)*

Su tali depositi è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 01, RGT 03, RGT 04, RGT 05, RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, RGT 13.

- *Sabbie gialle quarzoso-calcaree con fossili marini (Ostrea, Pecten, Cardium, ecc.) con qualche lente ciottolosa; al letto, sabbie argillose, con Anomalina (Hyalinacea) balthica. Calabriano. Sabbie di M. Marano (Q_s^C)*

Su tali depositi è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 12, RGT 14.

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame è caratterizzata da vaste aree pianeggianti con rilievi residui a pendici molto dolci.

L'esistenza di tali rilievi è certamente connessa alla maggiore resistenza che i depositi conglomeratici ghiaioso sabbiosi di sommità offrono all'azione smantellatrice delle acque di precipitazione.

Il ruscellamento avviene per canalizzazione diffusa e non si segnalano movimenti franosi in atto o quiescenti nelle aree interessate dai singoli aerogeneratori.

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
	Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00	

In particolare, i futuri aerogeneratori RGT 01 e RGT 04 si collocano lungo la superficie sommitale di forma tabulare del rilievo collinare Colle Verga rispettivamente alle quote di 508 e 507 metri sul livello del mare, mentre l'aerogeneratore RGT 03 è ubicato sulla sommità della dorsale "Lagonigro" alla quota di 519 metri sul livello del mare.

Entrambe le dorsali in esame non presentano segni e/o evidenze di fenomeni di instabilità ma, nelle zone limitrofe, a valle dei suddetti aerogeneratori si evidenziano forme erosionali di tipo creep e deformazioni lente superficiali per la presenza di termini argillosi limosi con comportamento plastico a contatto con gli apporti meteorici.

L'aerogeneratore RGT 05 è ubicato lungo il crinale della dorsale collinare in località "Tratturo", alla quota di 491 metri sul livello del mare.

In corrispondenza dell'area di sedime che ospiterà il futuro aerogeneratore non si evidenziano fenomeni di instabilità, ma al contorno, nelle aree a valle, si individuano aree interessate da frane superficiali diffuse.

Gli aerogeneratori RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, si collocano lungo una dorsale collinare orientata in direzione est-ovest, dissecata lungo i rispettivi fianchi da una serie di incisioni torrentizie che alimentano rispettivamente il torrente Bilioso a Nord e il Vallone Rovino a sud.

Infine gli aerogeneratori RGT 12, RGT 13 e RGT 14 sono ubicati lungo la dorsale collinare denominata "Rignana Monte", rispettivamente alle quote di 417, 456 e 396 metri sul livello del mare.

Le aree di sedime che ospiteranno i suddetti aerogeneratori attualmente si presentano stabili, mentre i rispettivi fianchi di suddetta dorsale, in particolare il fianco sud, si caratterizzano per la presenza di deformazioni diffuse e movimenti superficiali che interessano parte del cavidotto di progetto in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT 14.

In chiave idrogeologica, dalla consultazione delle carte tematiche e dall'analisi ed interpretazione del rilevamento geologico eseguito lungo l'intero areale che ospiterà l'impianto eolico, 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 ghiaioso-sabbioso*
- *2 - Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso*

Il Complesso idrogeologico ghiaioso sabbioso è caratterizzato dalla presenza di depositi ghiaioso sabbiosi con intercalazioni sabbiose e sabbioso-argillose, sabbie fini con lenti ghiaiose; questi materiali sono dotati di un tipo di permeabilità medio-alta per porosità e su tale complesso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 01, RGT 03, RGT 04, RGT 05, RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, RGT 13 e la maggior parte del tracciato del cavidotto.

Il Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso è caratterizzato dalla presenza sabbie quarzoso calcaree, sabbie argillose con lenti ciottolose, questi materiali sono dotati di un tipo di permeabilità medio-alta per porosità. Su tale complesso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori RGT 12 e RGT 14.

Dalla distribuzione areale e dalla notevole estensione territoriale delle opere in progetto è emerso che il futuro parco eolico attraversa i territori di competenza dell'Autorità di bacino Distrettuale Appennino Meridionale (Ex AdB Basilicata).

In particolare, dalla consultazione della cartografia tematica è emerso che nessun aerogeneratore ricade in aree interessate rischio idrogeologico e/o pericolosità geomorfologica.

Per quanto riguarda le opere accessorie si evidenzia che parte del tracciato del cavidotto, attraversa tratti cartografati come aree a rischio idrogeologico R1.

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse sono state eseguite n. 2 indagini sismiche di superficie di tipo Masw, dalle quali 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 del piano campagna pari a 517 m/s per la prova MASW M1, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore RGT 01 e valori di $V_{s,eq}$ calcolato a partire del piano campagna pari a 402 m/s per la prova MASW M2, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore RGT 03.

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno i futuri aerogeneratori, è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche:

- *N. 8 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi alla profondità variabili da 1.50 m a 5.10 m*

In particolare, l'area di sedime che interesserà il parco eolico, sostanzialmente è riconducibile a depositi costituiti principalmente da depositi ghiaioso sabbiosi con intercalazioni sabbiose e argillose giallo-rossastre per gli aerogeneratori RGT 01, RGT 03, RGT 04, RGT 05, RGT 06, RGT 07, RGT 08, RGT 09, RGT 11, RGT 13, passanti a depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli sabbioso ghiaiosi e sabbioso argillosi per gli aerogeneratori RGT 12, RGT 14.

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 dagli aerogeneratori.

In sostanza sono stati definiti n. 3 modelli geotecnici del sottosuolo, caratteristici e specifici per ciascuna unità litotecnica rappresentativa dell'area in esame.

Di seguito si riportano le tabelle con i parametri geotecnici medi delle unità litotecniche in esame.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Depositi ghiaioso sabbiosi - Qcs								
Prof. della falda: non rinvenuta								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	3.50	Ghiaie sabbiose da poco a moderatamente addensate, parzialmente alterate.	1.90	1.90	32	0.00	0.80	100
3.50	>20	Ghiaie sabbiose da addensate a ben addensate, parzialmente cementate	2.00	2.00	36	0.00	2.00	250

Tabella parametri geotecnici depositi ghiaioso sabbiosi - Qcs

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Depositi sabbioso limoso ghiaiosi - Qs-C								
Prof. della falda: non rinvenuta								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	4.50	Sabbie limose da poco a moderatamente addensate, parzialmente alterate.	1.80	1.80	29	0.00	0.60	60
4.50	>20	Sabbie limose da addensate a ben addensate, parzialmente cementate.	1.90	1.90	32	0.00	1.20	120

Tabella parametri geotecnici depositi sabbioso limoso ghiaiosi - Qs-C

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO								
Depositi argilloso limosi - P2-Qac								
Prof. della falda: non rinvenuta								
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	3.00	Argille limose plastiche, allentate, poco consistenti e alterate.	2.00	2.00	14	0.15	1.50	30
3.00	>20	Argille limose da moderatamente consistenti a consistenti.	2.10	2.10	16	0.25	2.50	50

Tabella parametri geotecnici depositi argilloso limosi - P2-Qac

Dal punto di vista della stabilità, gli aerogeneratori in progetto ricadono tutte in aree stabili; a scala più ampia, in alcune zone e

FRI-ELGROTTOLE	RELAZIONE GEOLOGICA <i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco eolico Grottole" esistente da 54 MW, con dismissione degli attuali 27 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi, con l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 86,4 MW</i>	 PROGETTO ENERGIA
	Codifica Elaborato: 234309_D_R_0103 Rev. 00	

in particolare nelle aree dove affiorano i terreni argillosi o a prevalente componente argillosa, sono presenti sia fenomeni attivi di dissesto superficiale rappresentati da creep e smottamenti superficiali, anche di considerevole estensione, sia vistosi fenomeni di erosione areale ed incanalata, che si manifestano attraverso una fitta rete di solchi profondi, vallecicole ed incisioni.

Solamente parte del cavidotto di progetto in corrispondenza dell'aerogeneratore RGT 14 è caratterizzato dalla presenza di movimenti lenti che interessano la coltre di alterazione superficiale.

Dall'analisi della carta degli scenari di rischio dell'autorità di bacino ex Basilicata è emerso che nessun aerogeneratore ricade in aree interessate rischio idrogeologico e/o pericolosità geomorfologica.

Per quanto riguarda le opere accessorie si evidenzia che parte del tracciato del cavidotto, attraversa tratti cartografati come aree a rischio idrogeologico, R1 "Aree a rischio idrogeologico basso".

Per ciò che riguarda la possibilità o meno che i terreni investigati possano essere interessati da fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico, 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 a granulometria sabbioso ghiaiosa, sabbioso argillosa di colore giallastro con intercalazioni di livelli ciottolosi, poggianti su depositi argilloso limosi.

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.

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

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 di indagini geognostiche e geotecniche puntuali atte a determinare i parametri geotecnici dei terreni che costituiranno le fondazioni delle opere in esame.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Castel Morrone, 29.01.2024

Il Geologo

Dott. Antonio Petriccione

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: **FRI-EL GROTTOLE**

Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **N40.611910 / E16.344020** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): DPSH 01 **Certificato n° 0582/23** del **06/11/2023**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	10								
0.60	15								
0.90	24								
1.20	31								
1.50	44								
1.80	50								
2.10	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: FRI-EL GROTTOLE

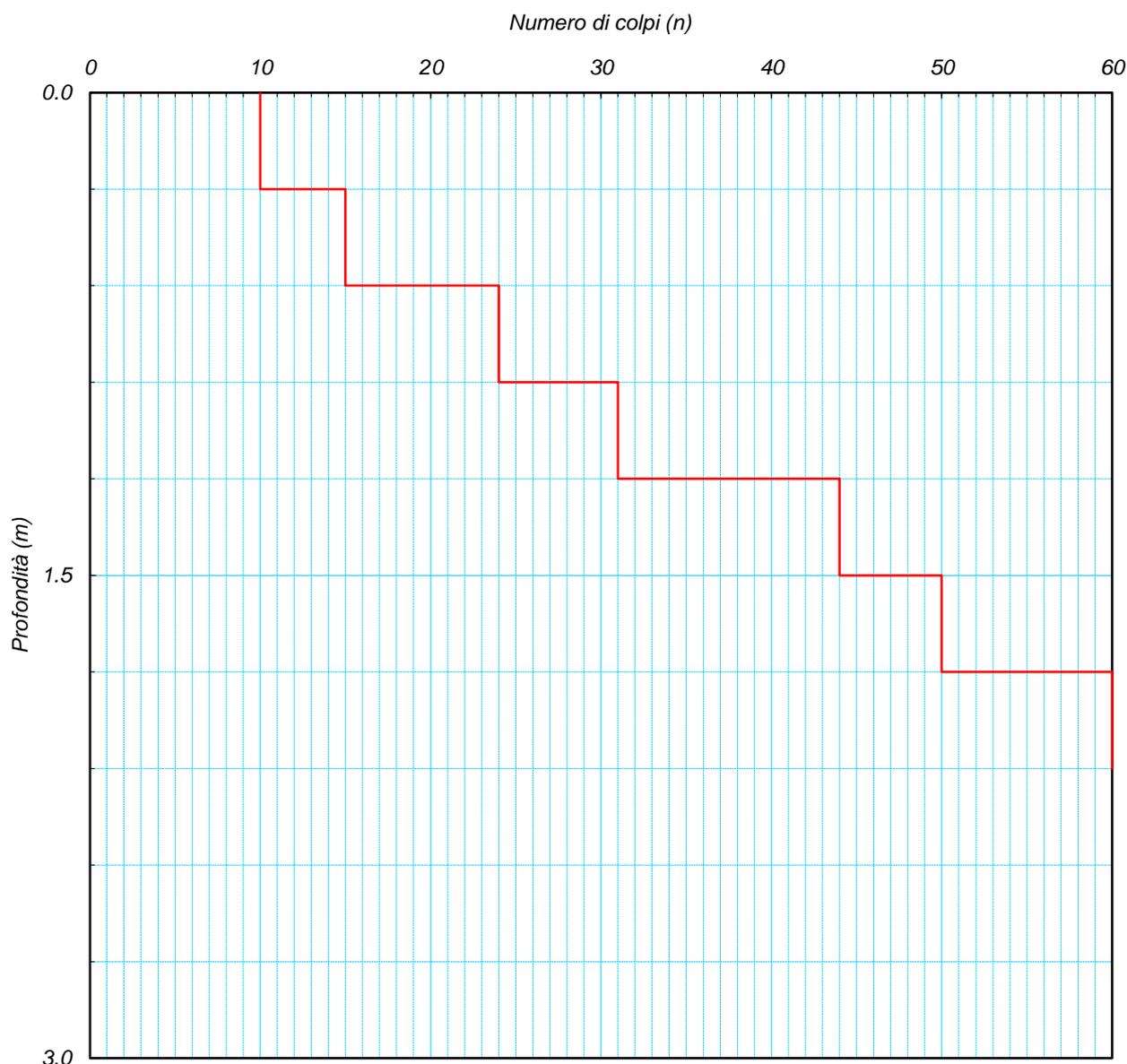
Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.611910 / E16.344020 Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0582/23** del 06/11/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammarino

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: **FRI-EL GROTTOLE**

Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **Nn.d. / En.d.** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): DPSH 01 bis Certificato n° **0583/23** del **06/11/2023**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	11								
0.60	17								
0.90	24								
1.20	51								
1.50	60								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammarino

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Brelio



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: FRI-EL GROTTOLE

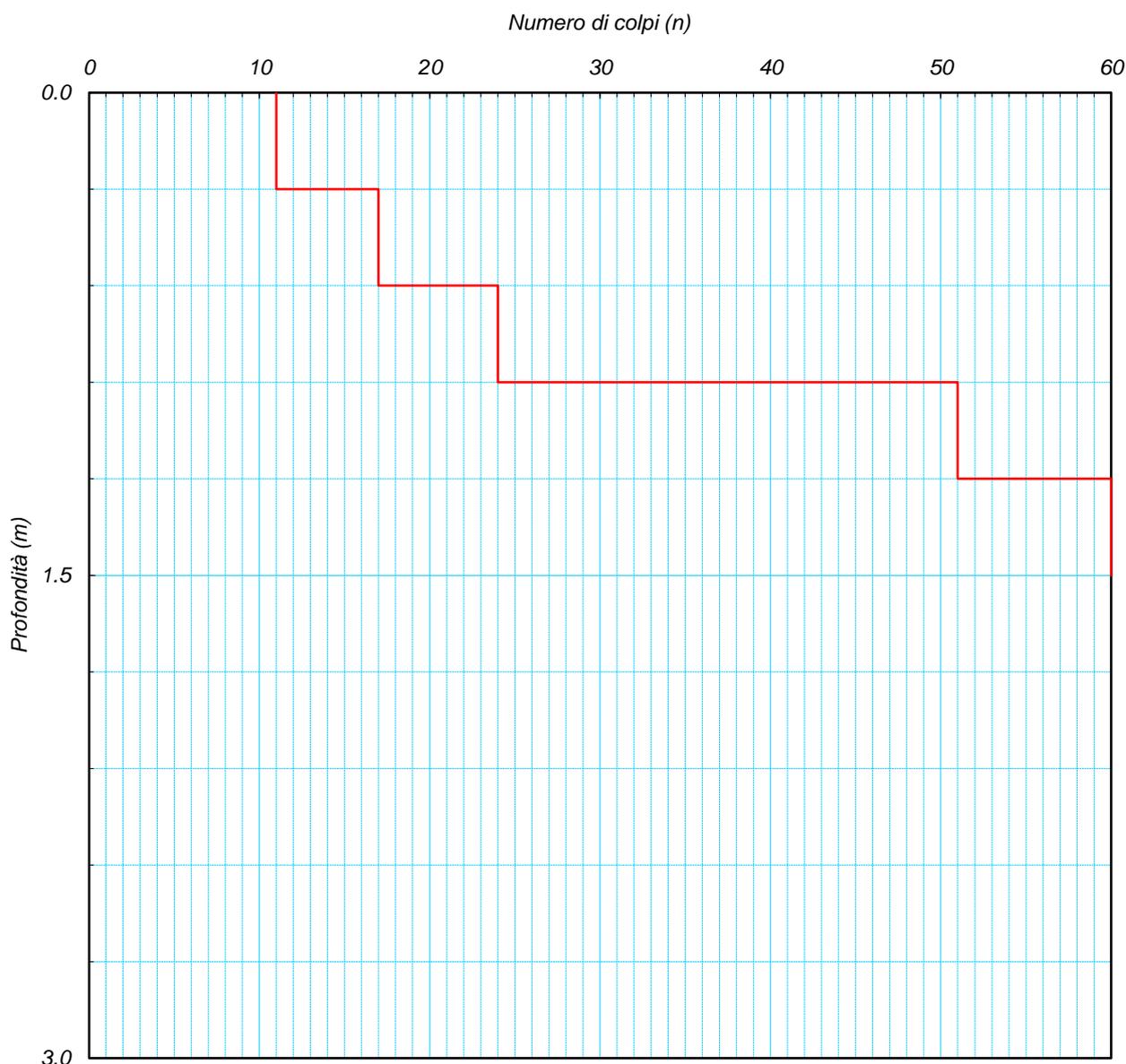
Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: Nn.d. / En.d. Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): **DPSH 01 bis** Certificato n° **0583/23** del 06/11/2023

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: FRI-EL GROTTOLE

Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.622310 / E16.327950 Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): DPSH 02 Certificato n° 0584/23 del 06/11/2023

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	2								
0.60	8								
0.90	12								
1.20	13								
1.50	18								
1.80	26								
2.10	39								
2.40	44								
2.70	60								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Piello



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: FRI-EL GROTTOLE

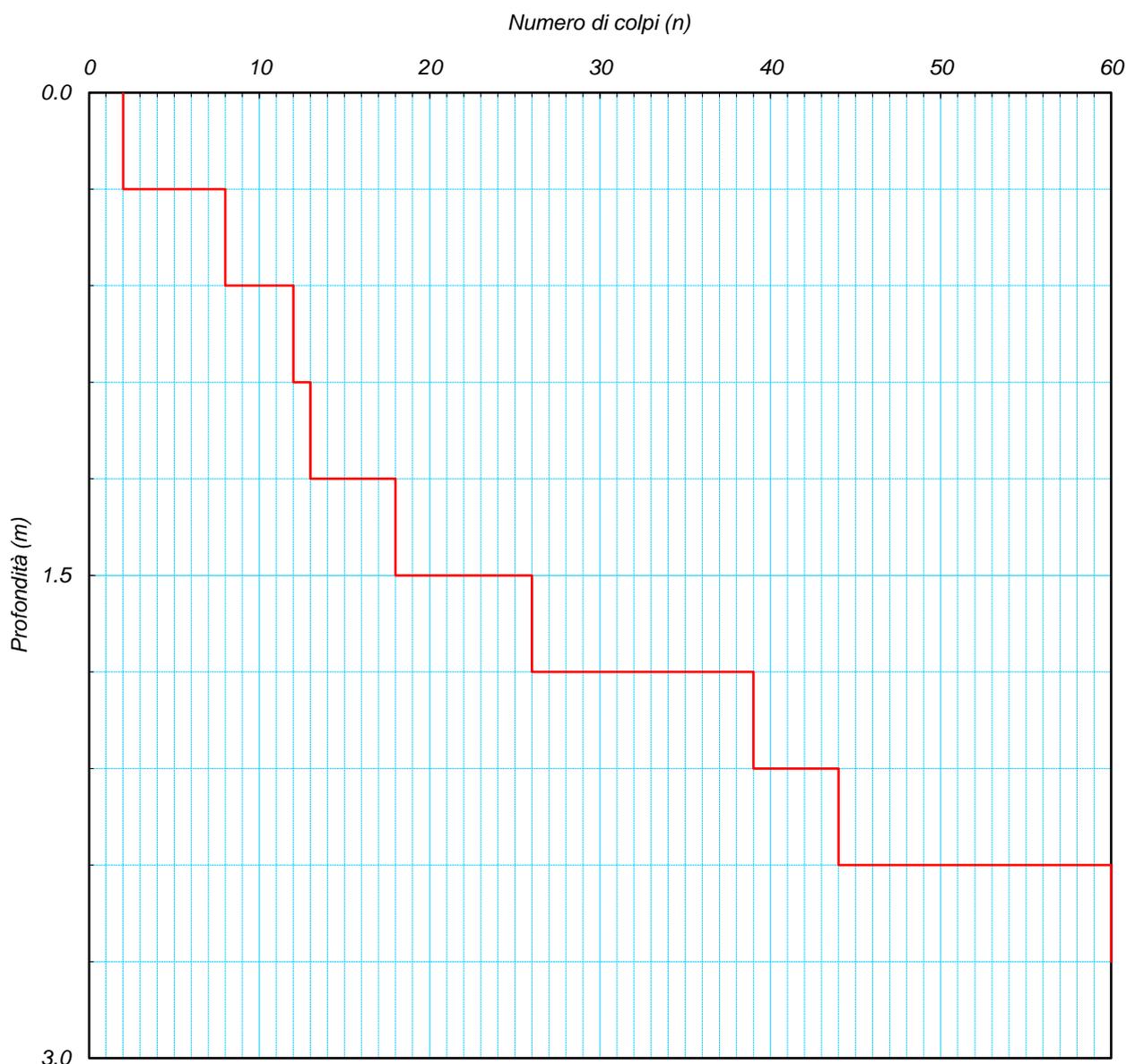
Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.622310 / E16.327950 Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): **DPSH 02** Certificato n° **0584/23** del 06/11/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DEL SITO
Dott. Geol. Mauro Sammarino

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: **FRI-EL GROTTOLE**

Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **Nn.d. / En.d.** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): DPSH 02 bis Certificato n° **0585/23** del **06/11/2023**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	10								
0.60	17								
0.90	21								
1.20	30								
1.50	17								
1.80	41								
2.10	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: FRI-EL GROTTOLE

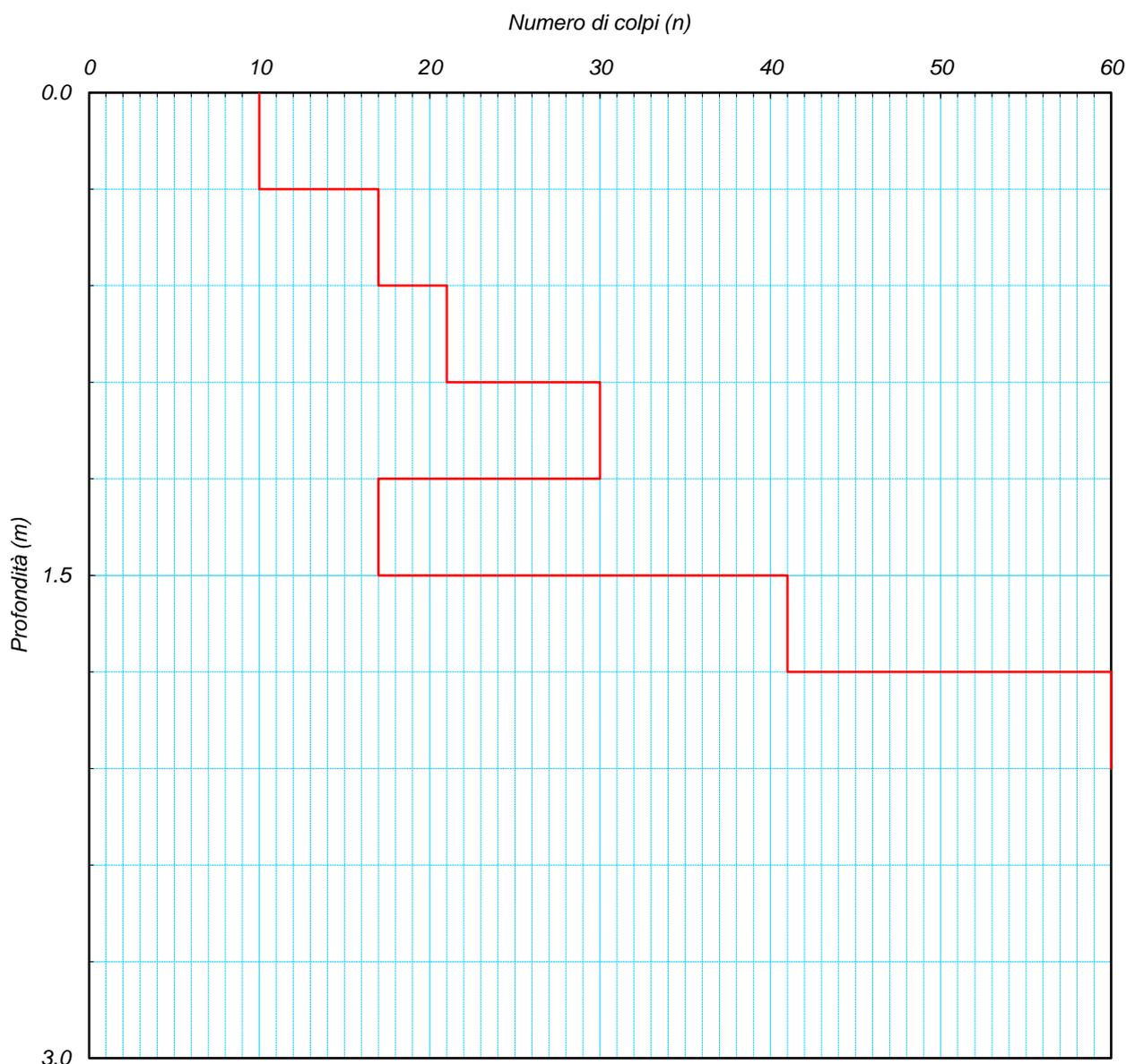
Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: Nn.d. / En.d. Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): DPSH 02 bis Certificato n° 0585/23 del 06/11/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO
IL RESPONSABILE D'OPERA
Dott. Geol. Mauro Sestini

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: **FRI-EL GROTTOLE**

Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **N40.621290 / E16.352580** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): DPSH 03 **Certificato n° 0586/23** del **06/11/2023**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	22								
0.60	36								
0.90	30								
1.20	19								
1.50	21								
1.80	16								
2.10	17								
2.40	19								
2.70	11								
3.00	10								
3.30	11								
3.60	12								
3.90	4								
4.20	9								
4.50	27								
4.80	51								
5.10	60								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Spinnarino

IL RESPONSABILE DI SITO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Rieffo

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: FRI-EL GROTTOLE

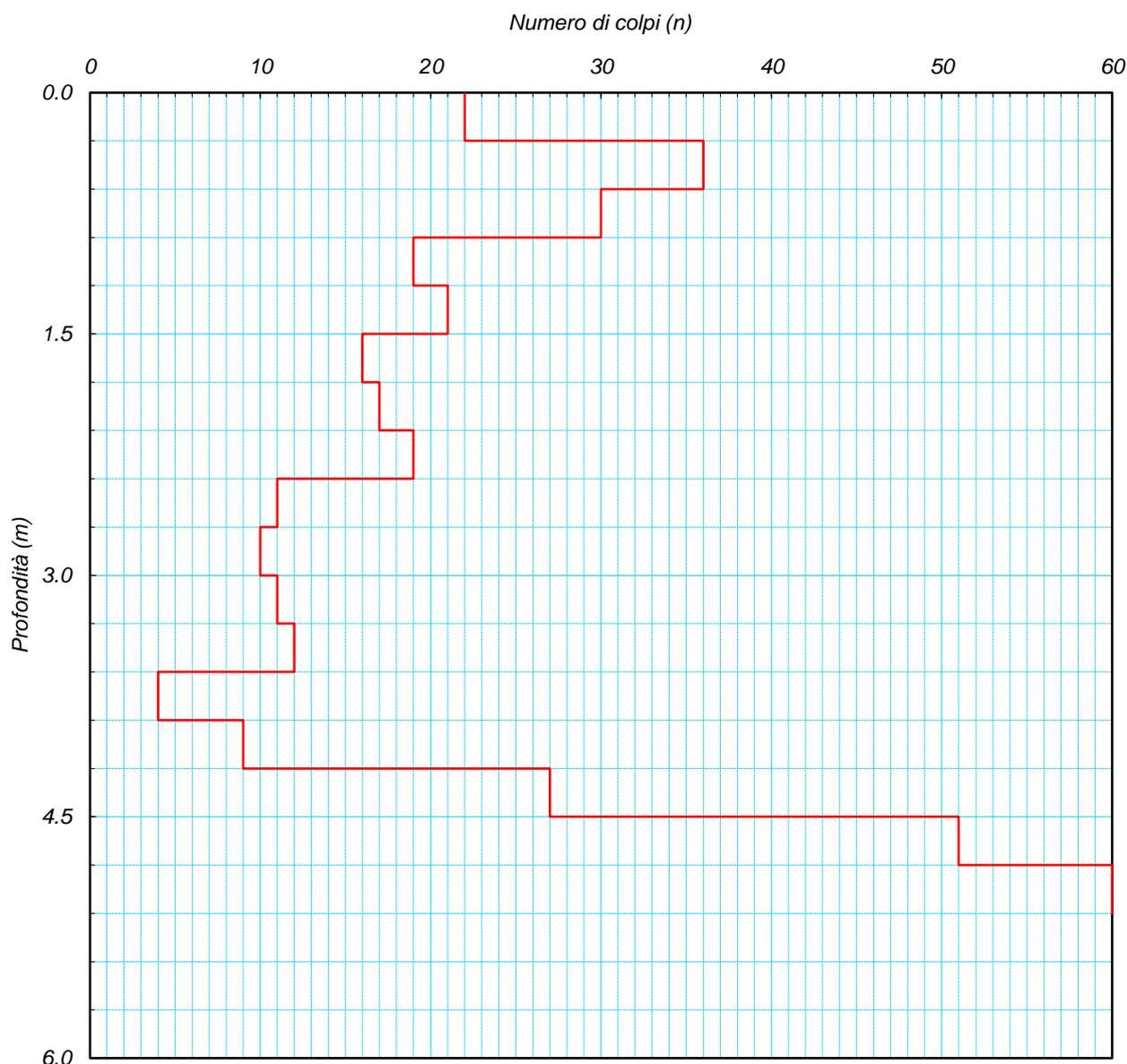
Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.621290 / E16.352580 Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): **DPSH 03** Certificato n° **0586/23** del 06/11/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DEL 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: **FRI-EL GROTTOLE**

Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **N40.607130 / E16.420230** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): **DPSH 04** Certificato n° **0587/23** del **06/11/2023**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	7								
0.60	8								
0.90	7								
1.20	10								
1.50	16								
1.80	14								
2.10	11								
2.40	10								
2.70	12								
3.00	13								
3.30	15								
3.60	13								
3.90	10								
4.20	13								
4.50	17								
4.80	29								
5.10	60								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. *[Signature]*
IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Rullo
Giuseppe Rullo



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 cm² 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: **FRI-EL GROTTOLE**

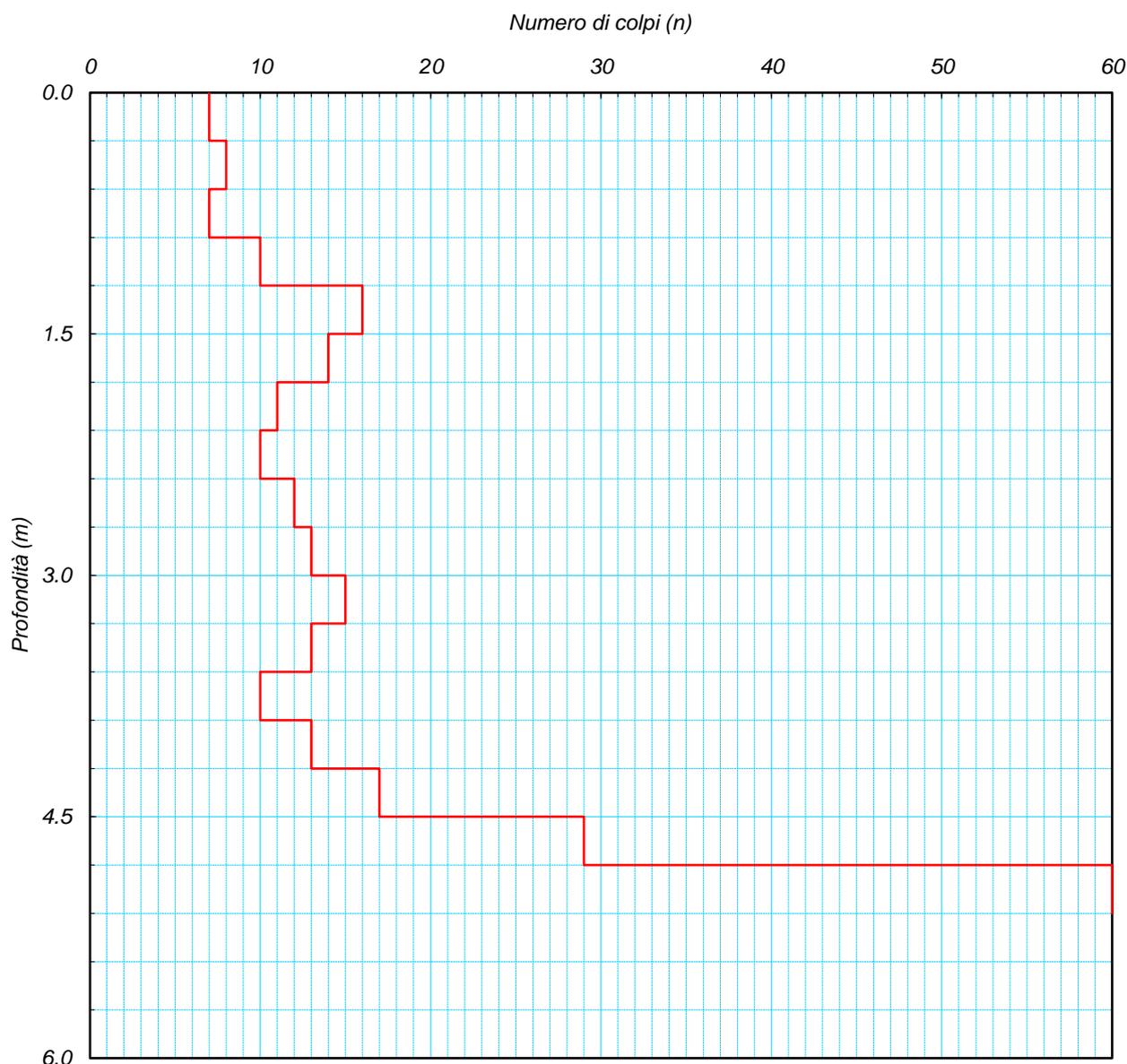
Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **N40.607130 / E16.420230** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): DPSH 04 Certificato n° **0587/23** del **06/11/2023**

GRAFICO NUMERO DI COLPI



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

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: **FRI-EL GROTTOLE**

Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **N40.602770 / E16.435670** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): DPSH 05 **Certificato n° 0588/23** del **06/11/2023**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	14								
0.60	14								
0.90	29								
1.20	23								
1.50	20								
1.80	21								
2.10	19								
2.40	24								
2.70	37								
3.00	60								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. *[Signature]*

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Rillo



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: FRI-EL GROTTOLE

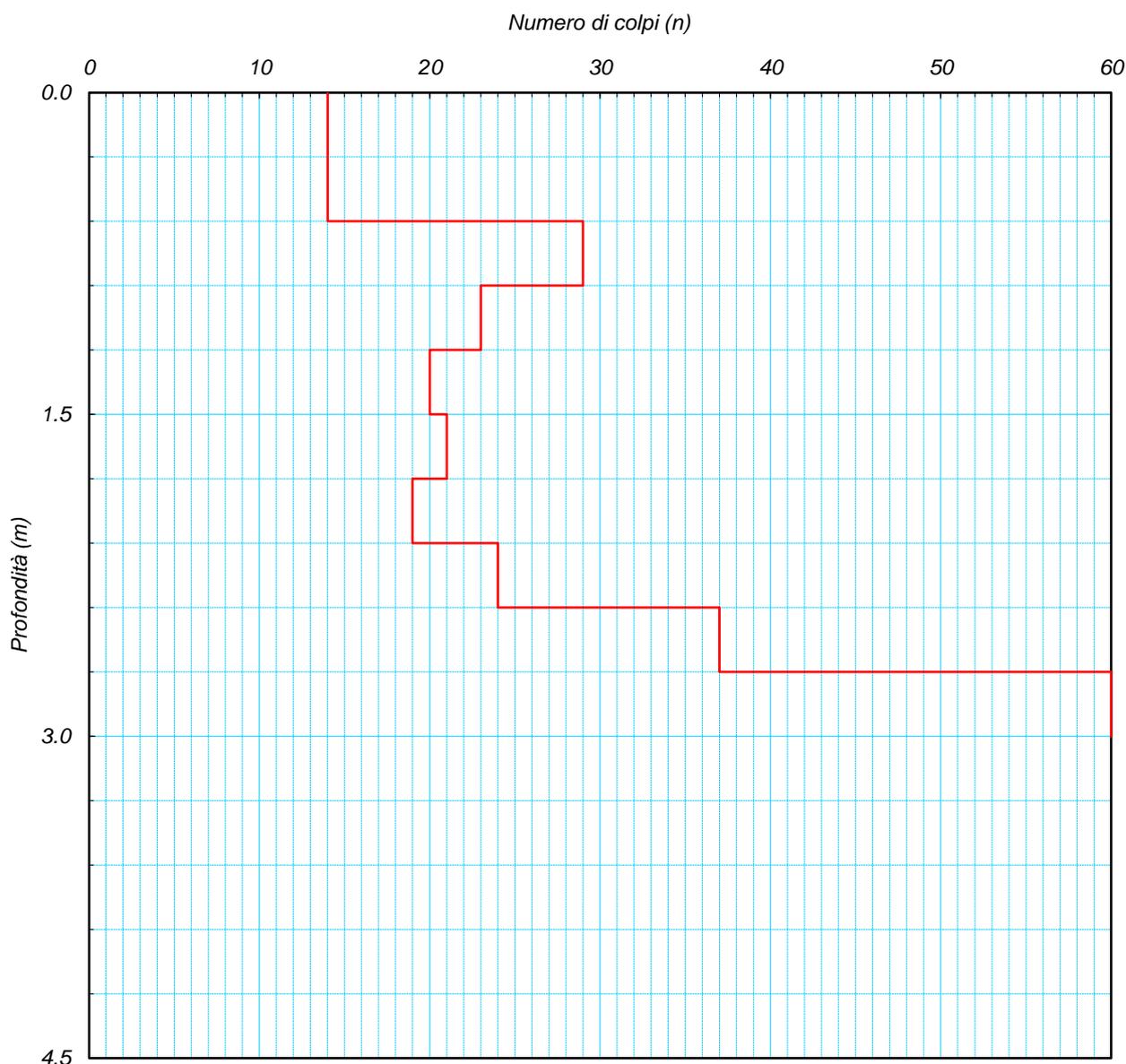
Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.602770 / E16.435670 Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): **DPSH 05** Certificato n° **0588/23** del 06/11/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DEL SITO

Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Rella

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: **FRI-EL GROTTOLE**

Id Int. 220 / 23

Cantiere: **Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)**

Coordinate lat. e long.: **Nn.d. / En.d.** Data esecuz. prova: **13/10/2023**

Prova (n): DPSH 05 bis Certificato n° **0589/23** del **06/11/2023**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	14								
0.60	27								
0.90	30								
1.20	19								
1.50	24								
1.80	60								

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

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Biello



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: FRI-EL GROTTOLE

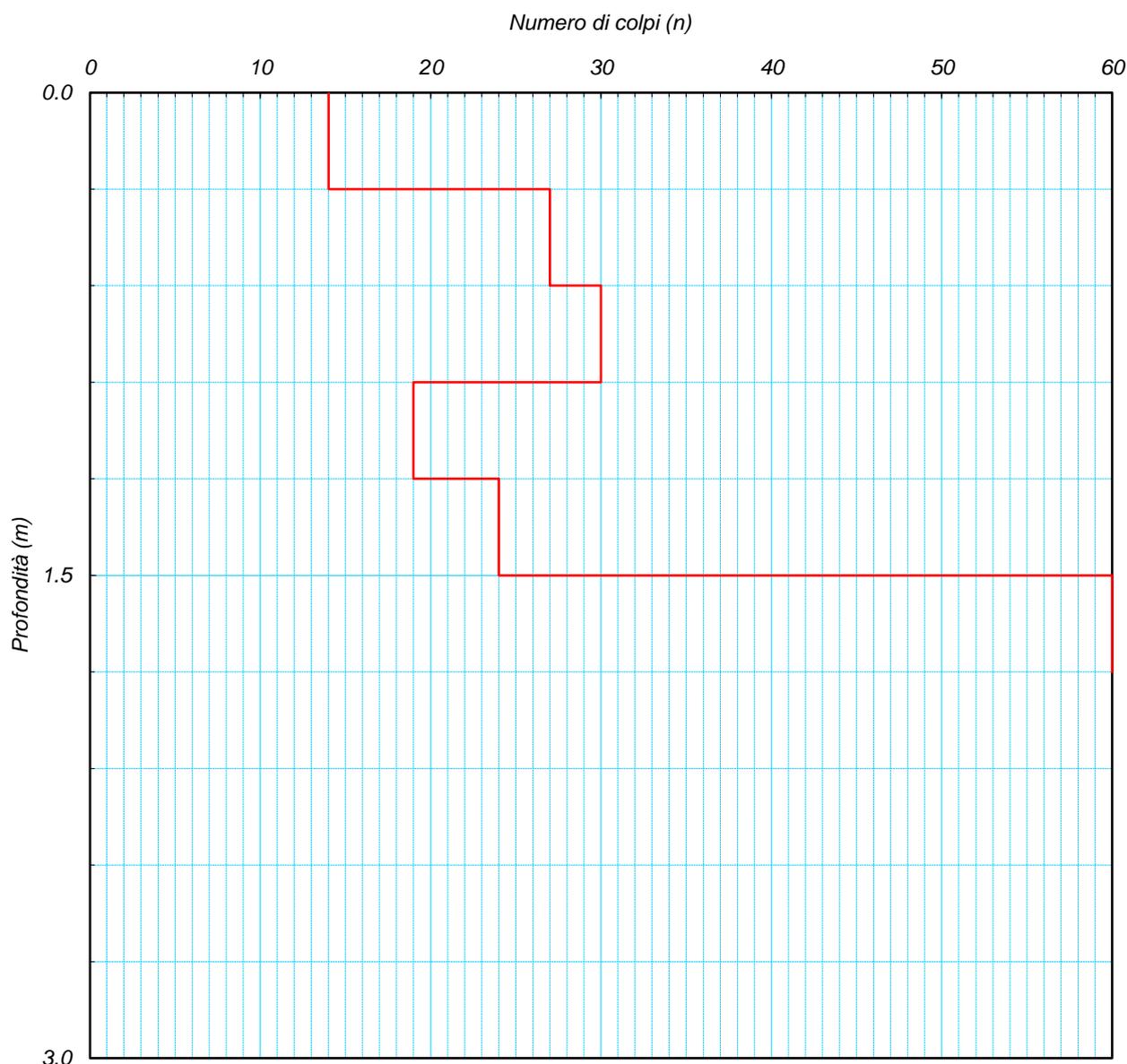
Id Int. 220 / 23

Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Coordinate lat. e long.: Nn.d. / En.d. Data esecuz. prova: 13/10/2023

Prova (n): **DPSH 05 bis** Certificato n° **0589/23** del 06/11/2023

GRAFICO NUMERO DI COLPI



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

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Rielo



PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: FRI-EL GROTTOLE

Protocollo n.: 018/20

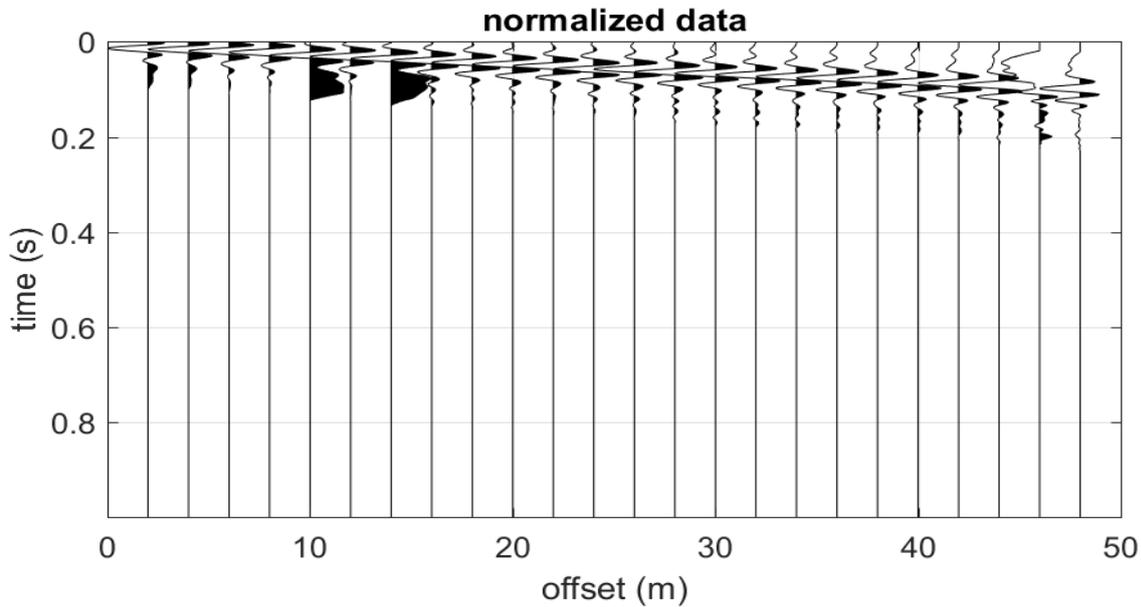
Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Data esecuzione prova: 13/10/2023

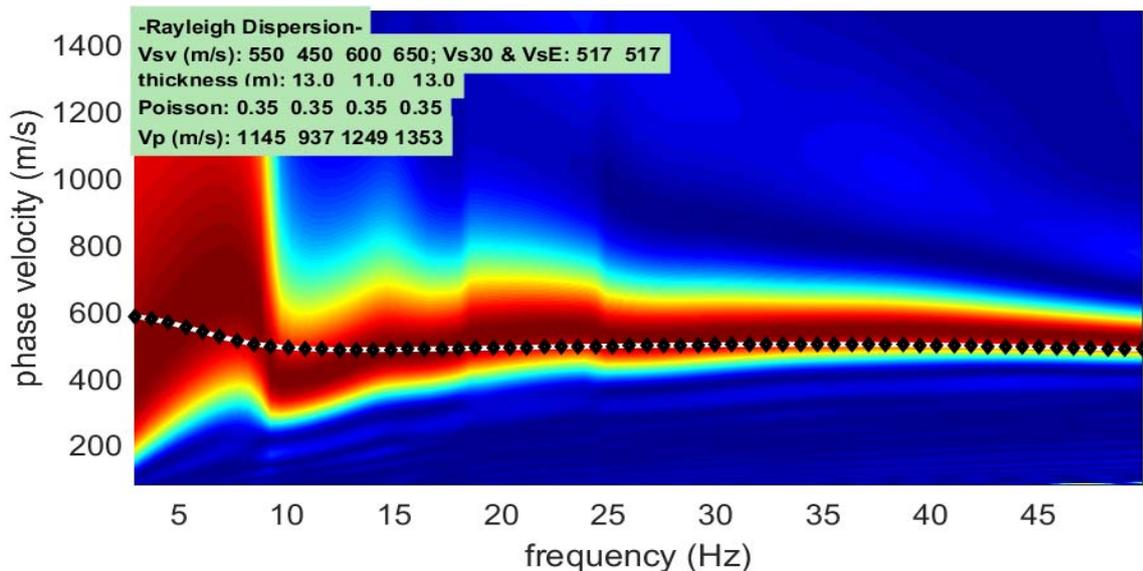
Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 06/11/2023

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: FRI-EL GROTTOLE

Protocollo n.: 018/20

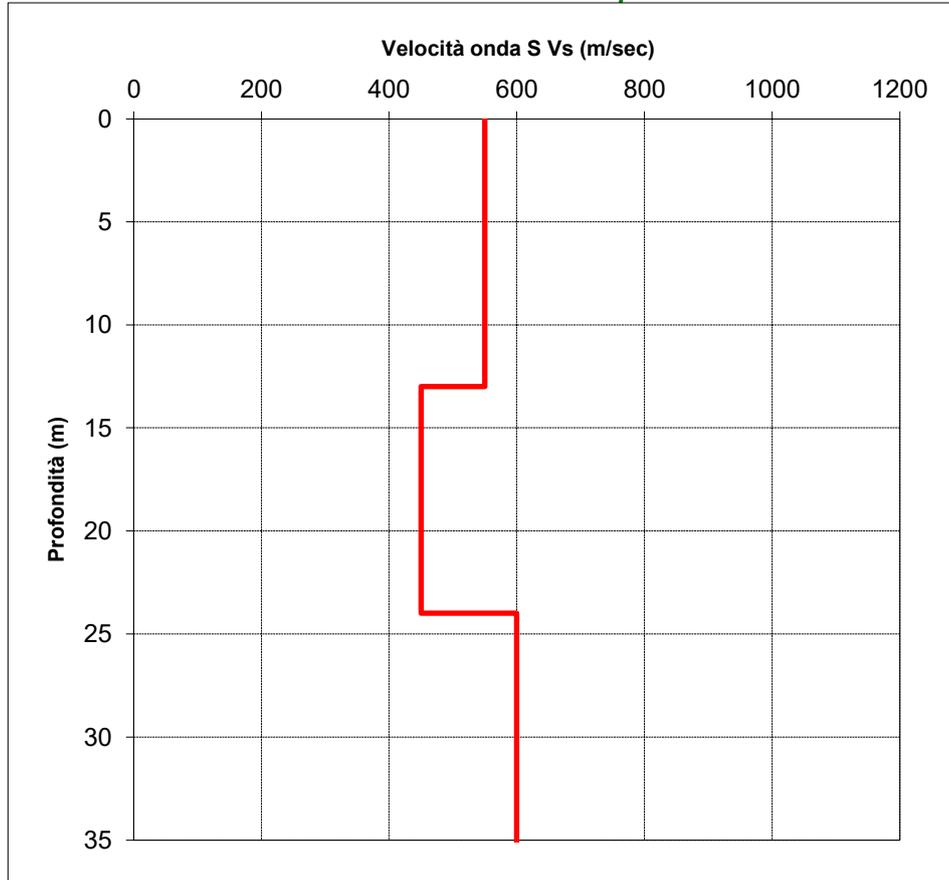
Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Data esecuzione prova: 13/10/2023

Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 06/11/2023

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	13.00	550	0.0236
13.00	24.00	450	0.0244
24.00	37.00	600	0.0217
37.00	40.00	650	0.0046

VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)
517

Categoria di sottosuolo
B



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: FRI-EL GROTTOLE

Protocollo n.: 018/20

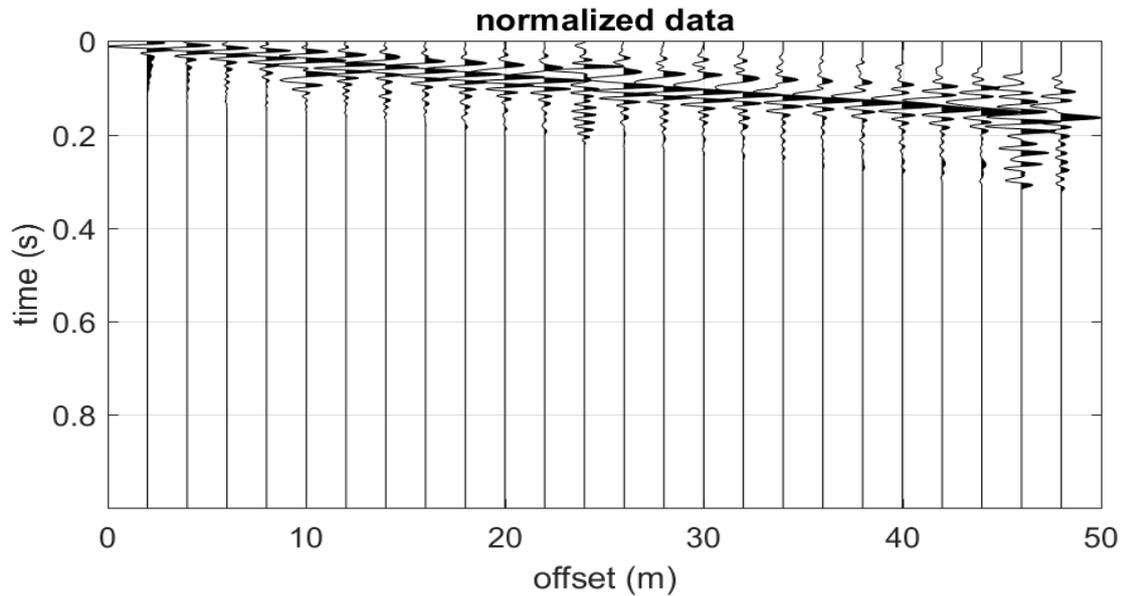
Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Data esecuzione prova: 13/10/2023

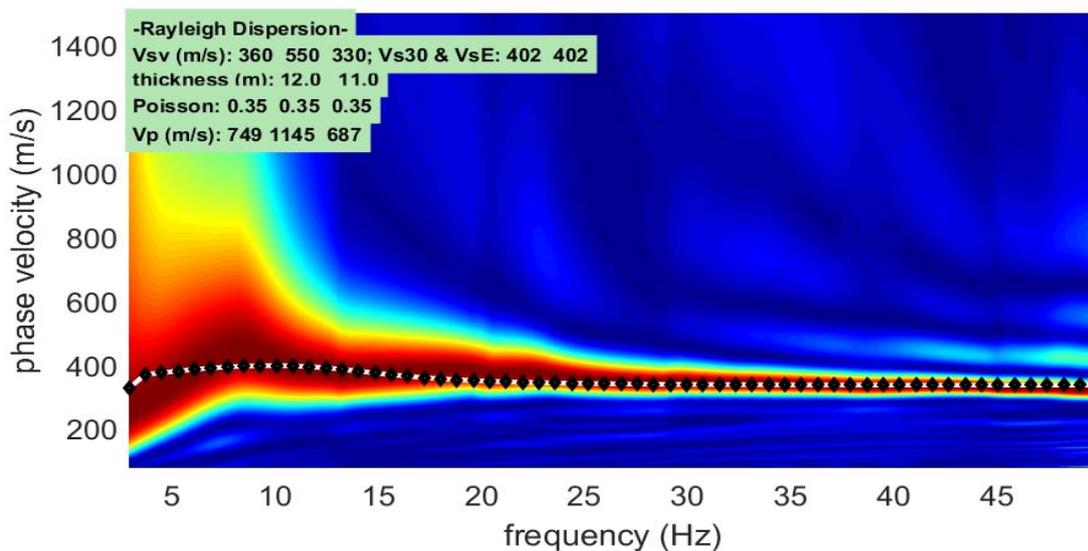
Prova MASW: M2

Data emissione certificato: 06/11/2023

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

PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: FRI-EL GROTTOLE

Protocollo n.: 018/20

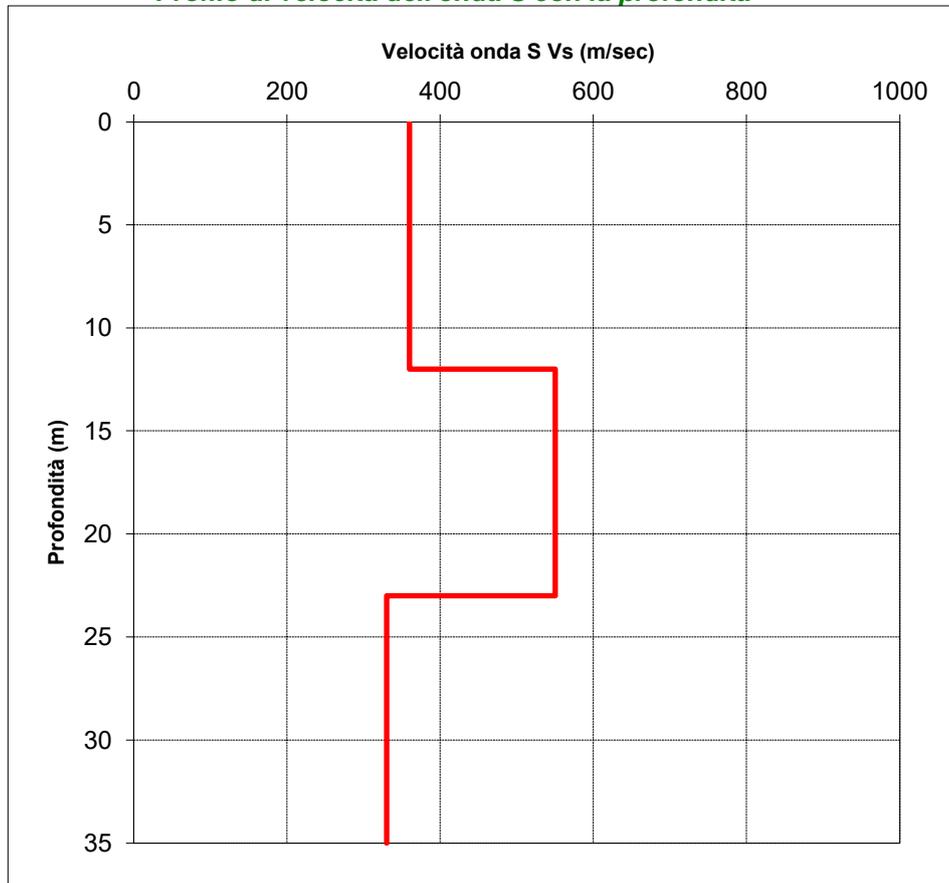
Cantiere: Parco eolico "Grottole" - Comuni di Grottole e Miglionico (MT)

Data esecuzione prova: 13/10/2023

Prova MASW: M2

Data emissione certificato: 06/11/2023

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	12.00	360	0.0333
12.00	23.00	550	0.0200
23.00	35.00	330	0.0364

VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)
402

Categoria di sottosuolo
B

IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone