



Regione Basilicata
 Provincia di Matera
 Comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA

Numero documento:

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

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL S.p.A.
 Piazza della Rotonda 2
 00186 Roma (RM)
fri-elspa@legalmail.it
 P. Iva 01652230218
 Cod. Fisc. 07321020153

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



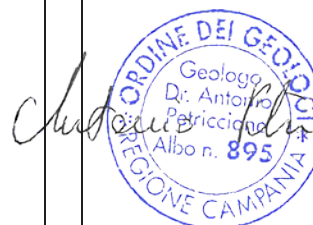
Guidance Approval N. 2017/03/A/0011/AC/01

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	04.11.2022	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	M. LO RUSSO

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	6
2.1	GEOLOGICO E STRUTTURALE	6
2.2	GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO	8
2.3	GEOMORFOLOGICO	9
2.4	IDROGEOLOGICO	14
2.5	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA DA NORMATIVA	15
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE	15
3.1	DEFINIZIONE DEL PIANO DI INDAGINI DA ESEGUIRE	15
3.2	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH	15
3.2.1	GENERALITÀ	15
3.2.2	CARATTERISTICHE	17
3.2.3	INTERPRETAZIONE	18
3.3	INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)	19
3.3.1	ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI	21
3.3.2	STRUMENTAZIONE ADOPERATA	23
3.3.3	DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO	24
4	MODELLAZIONE SISMICA	24
4.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA	24
4.2	RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW	27
4.3	ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE	29
4.4	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	30
5	MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA	31
5.1	INDAGINI GEOTECNICHE	31
5.1.1	INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE	31
5.2	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI	34
5.3	STABILITÀ DELL'AREA	35
5.4	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	36
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	37

FRI-EL

RELAZIONE GEOLOGICA

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso



Codifica Elaborato: **224313_D_R_0103** Rev. **00**

ALLEGATI:

1. Certificati prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH
2. Elaborati indagini sismiche Masw eseguite

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è la redazione dello studio per valutare in via preliminare i caratteri geologici e geomorfologici dell'area in esame nonché il proprio comportamento sismico e le caratteristiche geotecniche dei terreni, finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio dell'impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica costituito da n° 9 aerogeneratori per una potenza massima di 61,2 MW, denominato "Lama di Palio" da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso, e delle relative opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, collegato in antenna alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Montescaglioso" ubicata all'interno del Comune di Montescaglioso.

1.1. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica costituito da n° 9 aerogeneratori per una potenza massima di 61,2 MW, denominato "Lama di Palio" sito nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso, e delle relative opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, collegato in antenna alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Montescaglioso" ubicata all'interno del Comune di Montescaglioso.

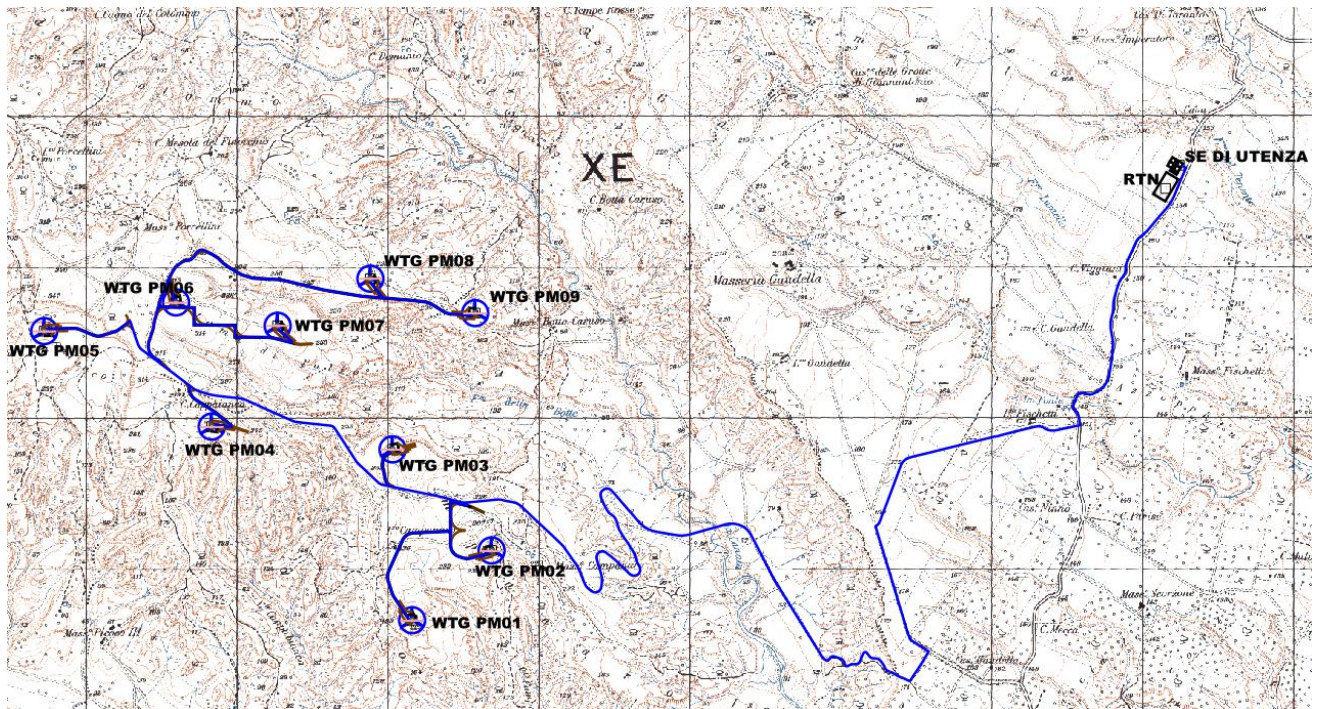
Nello specifico, il progetto prevede:

- n° 9 aerogeneratori potenza massima di 6,80 MW, tipo tripala diametro massimo pari a 172 m, altezza massima 200m;
- viabilità di accesso, con carreggiata di larghezza pari a 5,00 mt,
- n° 09 piazzole di costruzione, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi, di dimensioni di circa 35x75m. Tali piazzole, a valle del montaggio dell'aerogeneratore, vengono ridotte ad una superficie di circa 30x50m, in aderenza alla fondazione, necessarie per le operazioni di manutenzione dell'impianto.
- una rete di elettrodotto interrato a 30 kV di collegamento interno fra gli aerogeneratori;
- una rete di elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione 150/30 kV;
- una stazione elettrica di utenza di trasformazione 150/30 kV completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario);
- Impianto di utenza per la connessione, costituito da un elettrodotto interrato a 150 kV di collegamento tra la stazione elettrica di utenza e l'esistente stazione elettrica delle RTN;
- Impianto di rete per la connessione sarà ubicato all'interno della futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN ubicata all'interno del Comune di Montescaglioso (MT);
- Area cantiere temporanea.

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nel Foglio n. 201 (Matera) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nel quadrante 201 – III – NE (Masseria Gaudella) 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. 201 (Matera) 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.
5. Esecuzione di una campagna di indagini geognostiche consistenti in:
 - N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH,
 - N. 2 indagini sismiche di superficie di tipo M.A.S.W.

1.3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si riporta, di seguito, l'elenco documenti di riferimento per la presente relazione:

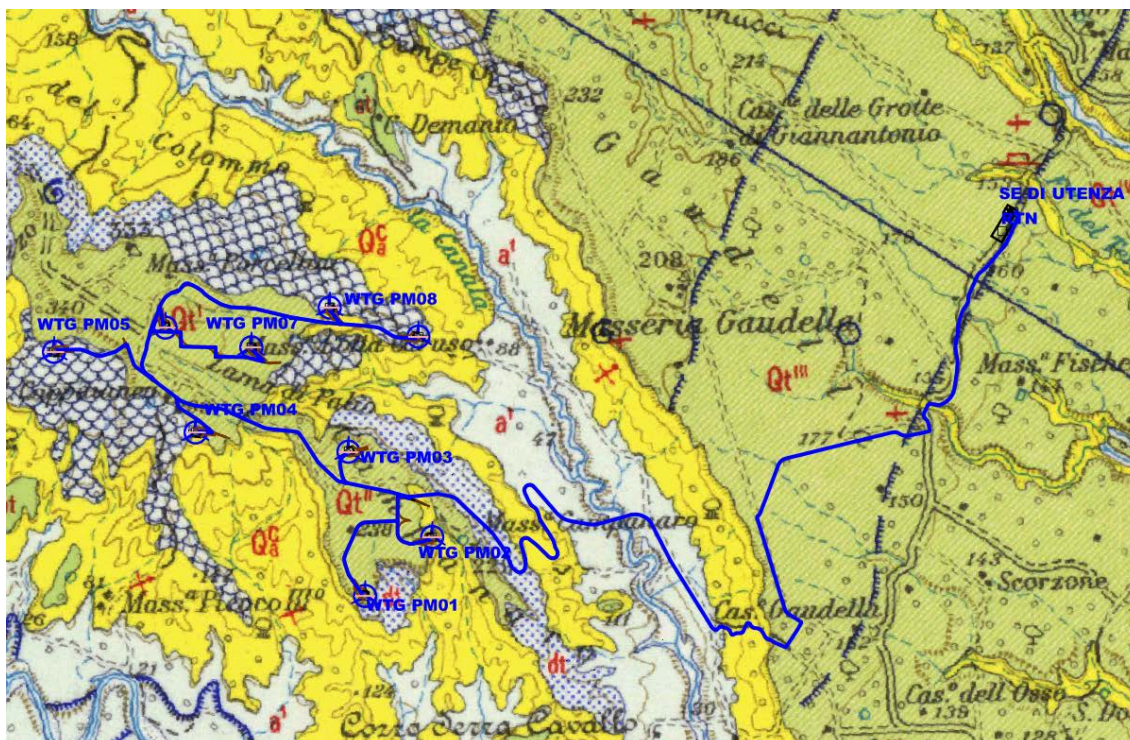
- A.16.a.6. Planimetria dell'impianto con l'ubicazione delle centraline di misurazione utilizzate (anemometri);
- A.16.a.7. Planimetria ubicazioni indagini geologiche;
- A.16.a.8. Carta geologica;
- A.16.a.9. Carta geomorfologica;
- A.16.a.10. Carta idrogeologica;
- A.16.a.11. Profili geologici.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

2.1. GEOLOGICO E STRUTTURALE

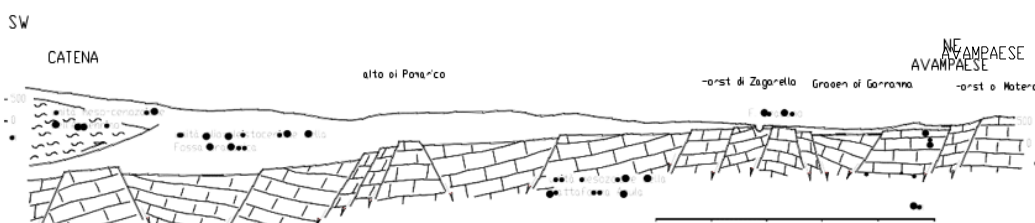
Al fine di una più immediata comprensione dei caratteri litologici delle unità geologiche affioranti nel territorio studiato, è stato effettuato un inquadramento geologico-strutturale preliminare a scala regionale.

In particolare l'area in esame è ubicata all'interno del foglio geologico 201 della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 denominato "Matera", di cui di seguito si riporta uno stralcio.



Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 201 Matera con ubicazione del parco eolico 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 Bradaica - Avampaese Apulo:




Schema geologico-strutturale tipico del sistema Catena Appenninica - Avanfossa Bradaica - 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 Carbono 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

	<p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso</i></p>	
Codifica Elaborato: 224313_D_R_0103 Rev. 00		

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

La Catena Apula costituita da una sequenza carbonatica giurassico-cretacea 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 racchiuse nello stralcio del Foglio n.201 "Matera" 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.

Nella zona in esame affiorano solo i materiali inerenti la regressione marina, infatti, i sedimenti cartografati si presentano a struttura tabulare con contatti esclusivamente stratigrafici 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 murgiani 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 Calabrian 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-azzurro, 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 silicatico-calcareo calcareo-silicatica 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.

Nella zona di stretto interesse, non affiorano i depositi sabbiosi e conglomeratici di chiusura dell'Avanfossa Bradanica, ma affiorano terreni che hanno maggiormente risentito del rimaneggiamento in ambiente di spiaggia (alta energia) e dato origine alla formazione dei sette ordini di terrazzi marini che ricoprono l'intera fascia ionica come di Depositi Marini Terrazzati.

La conformazione del sito è tale che le parti superiori dei versanti morfologicamente tabulari, presentano tutti gli aspetti tipici dei materiali di terrazzo marino, quali granulometria assortita (conglomerati, sabbie, limi argillosi), frequenti variazioni di spessore (stratificazione incrociata) e forte alterazione chimica con ossidazione spinta fino alla ferrettizzazione.

Al di sotto dei conglomerati immersi in matrice sabbiosa rossastra affiora uno strato prettamente sabbioso di colore giallo ocre con livelli arenacei cementati e livelli di alterazione chimica superficiale.

Questi depositi poggiano in trasgressione sui terreni argilloso limosi di colore grigio-azzurro.

La superficie di trasgressione è individuabile nella parte mediana dei versanti evidenziata spesso da una netta variazione di pendenza dovuta alle differenti caratteristiche di erodibilità dei terreni.

L'area di sedime di tutti gli aerogeneratori in progetto, è costituita da terreni ghiaioso sabbiosi e terreni sabbiosi appartenenti ai Depositi Terrazzati Marini (vedi A.16.a.8. Carta Geologica e A.16.a.11. Sezione Geologica).

Gli ordini di terrazzo interessati dall'ubicazione degli aerogeneratori sono quelli più antichi e dunque presenti a quote più alte rispetto all'attuale linea di costa.

2.2. GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO

Dalla disamina della carta geologica in scala 1:100.000 – Foglio n. 201 (Matera) 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 nell'elaborato A.16.a.8. Carta Geologica e nell'elaborato A.16.a.11. Sezione Geologica, vede l'affioramento dall'alto verso il basso dei seguenti terreni:

Coperture detritiche in parte rielaborate per dilavamento (dt)

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto di progetto.

Depositi alluvionali recenti, ciottolosi e sabbiosi, incisi dagli alvei attuali (a¹)

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto di progetto.

Ghiaie eterometriche immerse in matrice sabbiosa di colore giallo – rossastro, composte da ciottoli di varia natura che si presentano arrotondati ed appiattiti con un diametro variabile da pochi millimetri ad alcuni centimetri e sabbie ghiaioso limose sciolte o poco addensate composte da una granulometria medio-fine e con presenza di ciottoli di piccole dimensioni sub-arrotondati ed appiattiti. (Depositi terrazzati marini Qt^{l-vll})

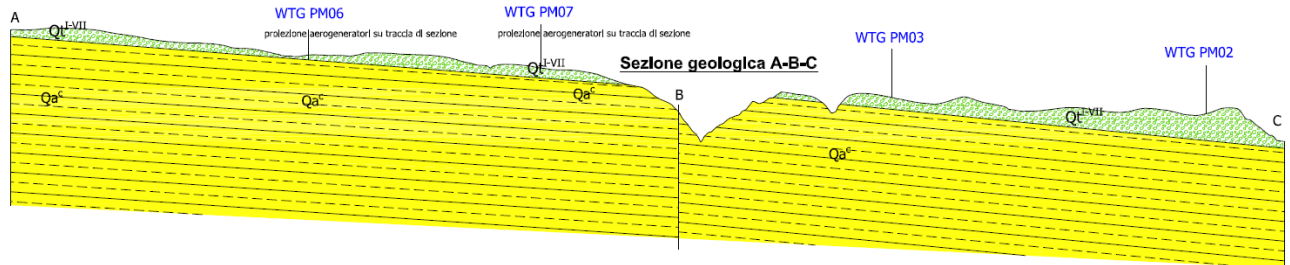
Su tali depositi terrazzati è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07, della stazione elettrica di utenza, della stazione RTN e parte del cavidotto di progetto.

Argille Subappennine, composte argille marnose più o meno siltose grigio-azzurre o giallastre (Q^{ac}) con fossili marini.

Su tali depositi è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09 e parte del cavidotto di progetto.

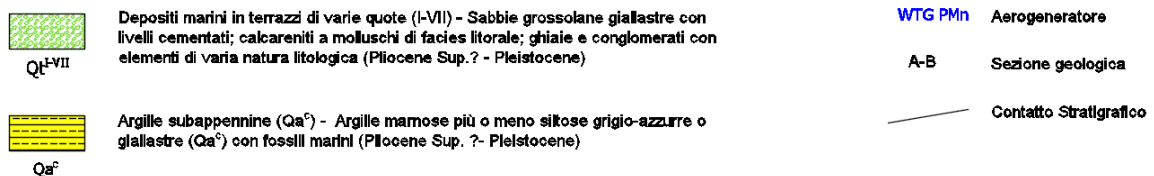
In allegato si riporta lo stralcio della carta geologica con individuazione dell'impianto eolico in esame, di seguito la sezione geologica

rappresentativa dell'area in esame.



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

LEGENDA



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

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 agiscono 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.

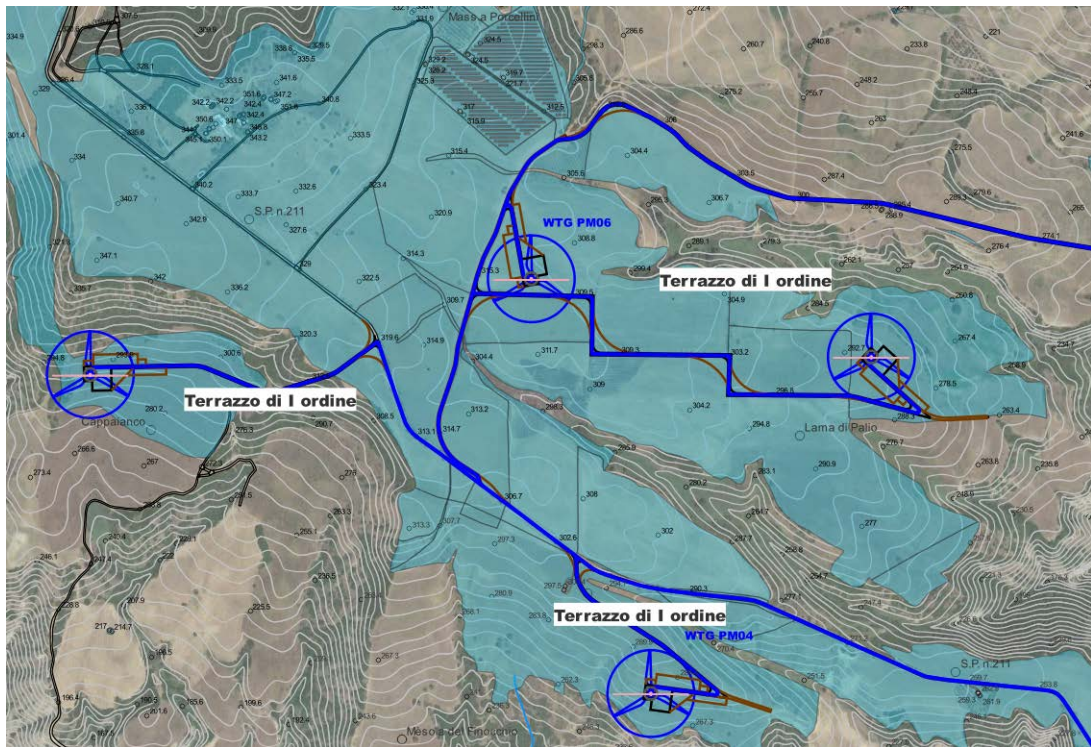
In particolare, la configurazione geologico-strutturale assume un ruolo determinante ai fini dell'evoluzione morfologica dei versanti e la giacitura suborizzontale dei terreni fa sì che la parte alta dei rilievi assuma un aspetto tabulare e la natura dei terreni e la diversa resistenza all'erosione hanno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

Gli aerogeneratori in progetto sono ubicati a circa 10 Km a Sud-Est del centro abitato di Pomarico, in località Lama di Palio, ad una quota compresa tra m 220 s.l.m. e m 320 sul livello del mare.

Nel caso specifico, come evidenziato nell'elaborato A.16.a.9. Carta Geomorfologica l'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori è costituita da pianori leggermente inclinati verso la linea di costa attuale su cui affiorano depositi marini in terrazzi interrotti lateralmente da sottili incisioni poco profonde.

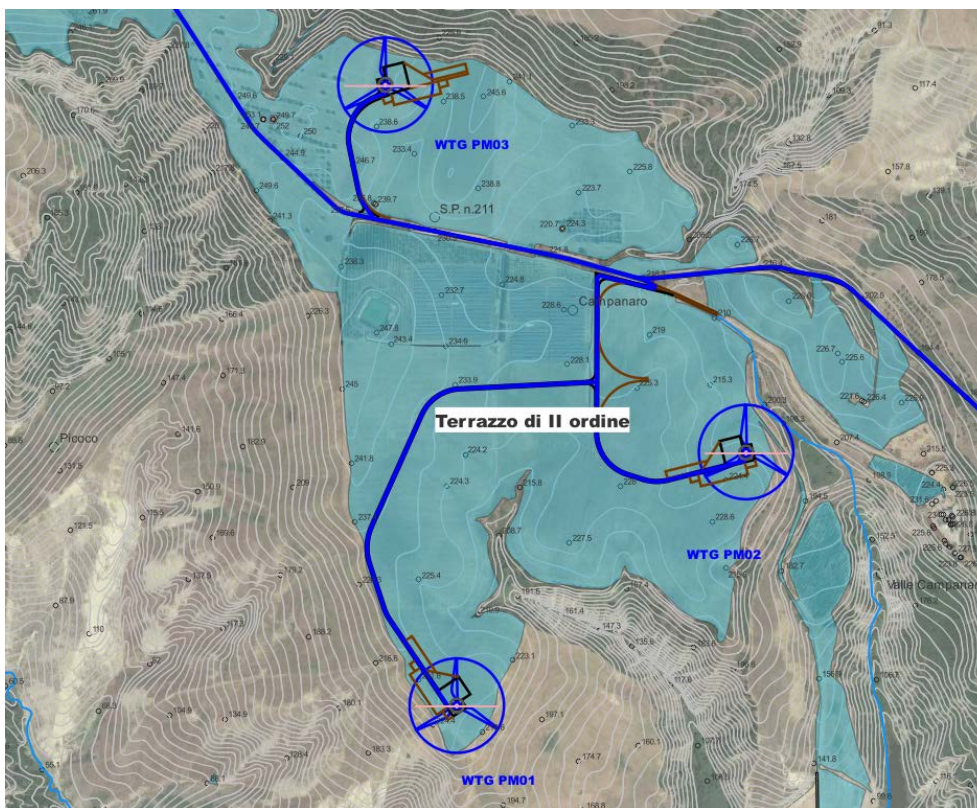
In particolare, gli aerogeneratori in esame sono ubicati su n. 2 pianori che appartengono ad altrettanti ordini di terrazzo disposti a quote diverse.

Il terrazzo più antico e quindi di quota superiore (ordine I) si estende nella zona di località Lama del Palio e presenta una quota media di 300 metri sul livello del mare; lungo tale terrazzo verranno realizzati gli aerogeneratori WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 e WTG PM 07.

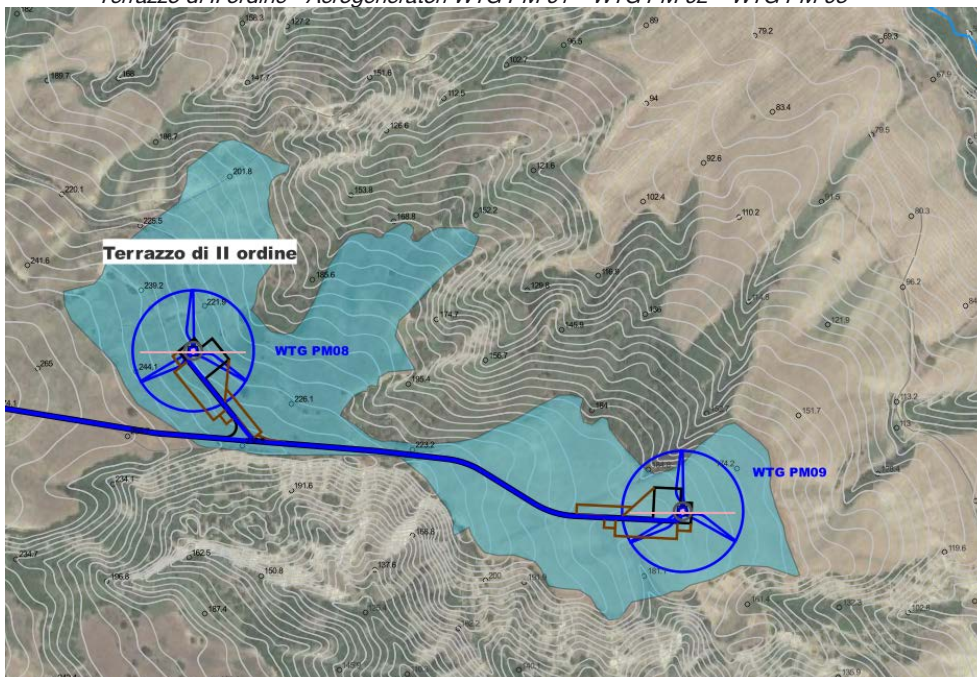


Terrazzo di I ordine – Aerogeneratori WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 e WTG PM 07

Successivamente, dalla disamina geomorfologica sono stati individuati n. 2 terrazzi di secondo ordine ricadenti in località Izzo Campanaro e Masseria Botta Caruso, i quali presentano una quota media di 230 metri sul livello del mare; lungo tali terrazzi verranno realizzati gli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 08 e WTG PM 09.



Terrazzo di II ordine - Aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03



Terrazzo di II ordine - Aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09

Al passaggio da un terrazzo all'altro sono presenti scarpate naturali riconoscibili grazie al salto di quota presente tra un pianoro e l'altro.

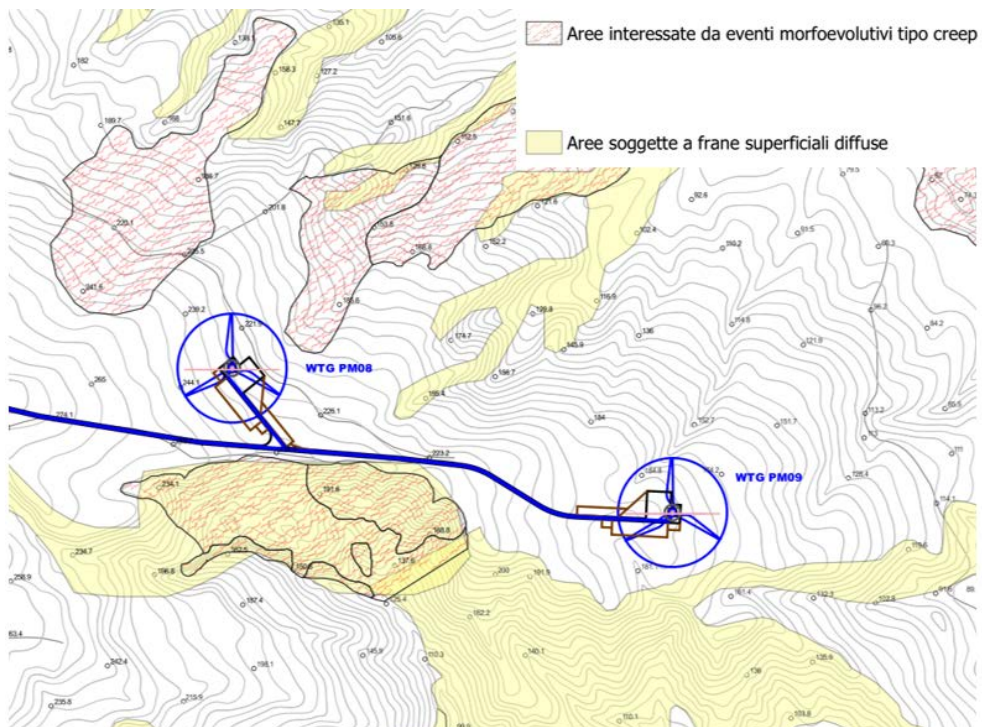
Inoltre, la continuità laterale dei pianori è interrotta dalla presenza di numerosi fossi solcati da torrenti quasi sempre in secca che presentano valli ampie poco profonde con fondo composto dalle argille marnose e spalle in cui affiorano i terreni granulari dei

Depositi terrazzati. Proprio sulle spalle a luoghi si instaurano fenomeni di erosione superficiale creando zone di coperture detritiche.



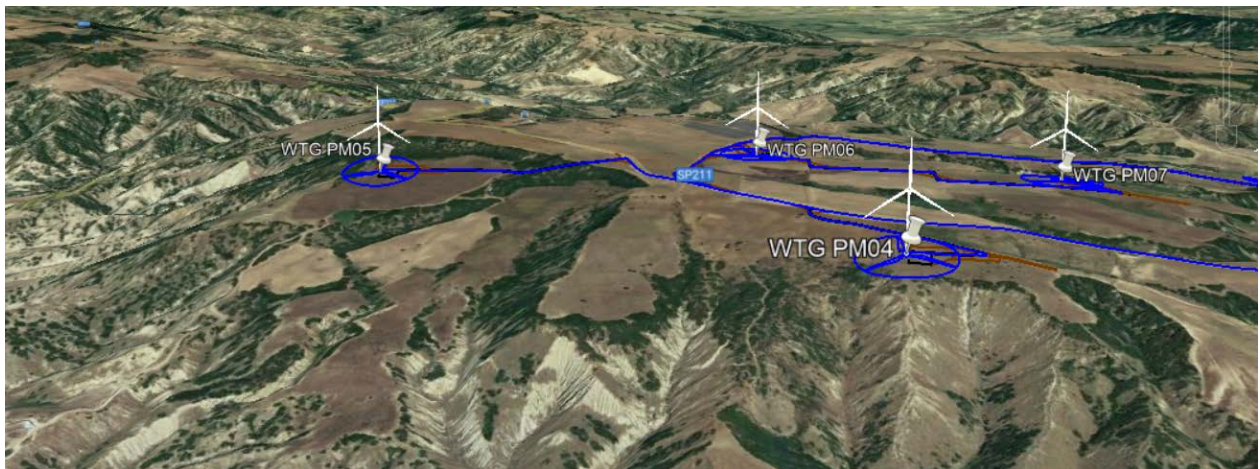
Immagine satellitare con scarpate naturali con fossi solcati da incisioni torrentizie

Per quanto riguarda i fenomeni di stabilità caratteristici dell'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori, 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, vallecole ed incisioni che evolvono in alcuni luoghi a vere e proprie forme calanchive.

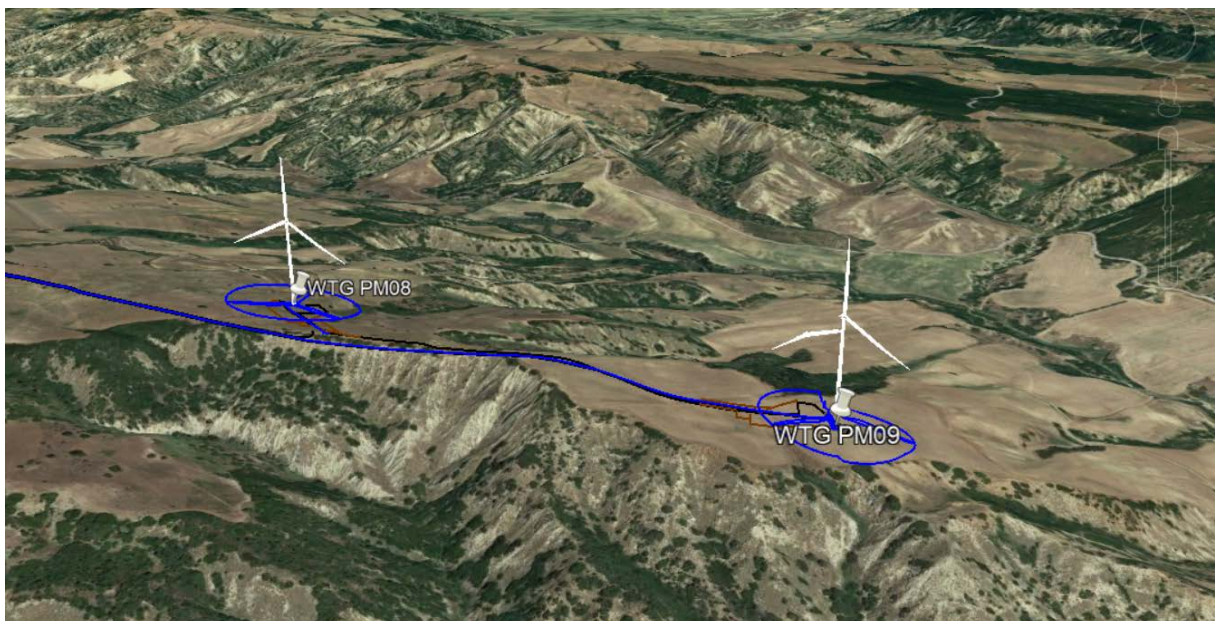


*Versante sud Località Masseria Botta Caruso
Aree interessate da eventi morfoevolutivi tipo creep e aree soggette a frane superficiali diffuse*

Tali forme erosive non interessano nessuna area di sedime che ospiterà gli aerogeneratori in esame ma sono particolarmente evidenti lungo alcuni versanti che caratterizzano l'area in esame e in particolare i versanti sud-sud occidentali presenti in località Cappaianco, a margine dei quali (distanze maggiori di 60 metri per la WTG PM 04 e distanze maggiori di 80 metri per la WTG PM 05) verranno realizzati gli aerogeneratori WTG PM 04 e WTG PM 05 e lungo i versanti sud presenti in località Masseria Botta Caruso, a margine dei quali (distanze maggiori di 90 metri per la WTG PM 09 e distanze maggiori di 130 metri per la WTG PM 08) verranno realizzati gli aerogeneratori WTG PM 09 e WTG PM 08.





*Aerogeneratori WTG Pm 04 – WTG PM 05
Versante sud- sud occidentale Località Cappaianco con presenza di forme calanchive*



*Aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09
Versante sud Località Masseria Botta Caruso con presenza di forme calanchive*

Per quanto riguarda il percorso del cavidotto si sottolinea che esso si sviluppa a partire dalla stazione utente, ubicata nel comprensorio comunale di Montescaglioso, attraversando un terrazzo marino di II ordine e una serie di incisioni torrentizie (Fosso Lunella – Fosso La Fonte) per poi proseguire in direzione nord ovest percorrendo i versanti calanchivi "Ischitello", in sinistra orografica del torrente la Canala e "Masseria Campanaro", in destra orografica della suddetta incisione, sino a collegarsi con gli

	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> <p><i>Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 224313_D_R_0103 Rev. 00</p>		

aerogeneratori in esame.

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 sabbioso ghiaiosi dotati di un tipo di permeabilità per porosità e un grado di permeabilità da medio ad alto.

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 Depositi Marini Terrazzati (Qt^{1-VII}).

I 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 (Argille Subappennine di base Qa^c) 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 dall'elaborato A.16.a.10.Carta Idrogeologica, che l'area in studio si caratterizza per la presenza di quattro complessi idrogeologici principali:

- 1 - Complesso idrogeologico detritico
- 2 - Complesso idrogeologico alluvionale
- 3 - Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso
- 4 - Complesso idrogeologico argilloso siltoso

Il Complesso idrogeologico detritico è caratterizzato dalla presenza di coperture detritiche sabbioso ghiaiose in parte rielaborate per dilavamento e di conseguenza da un tipo di permeabilità medio alta per porosità.

Su tale complesso è prevista la realizzazione di parte del tracciato del cavidotto.

Il Complesso idrogeologico alluvionale si contraddistingue per la presenza di depositi alluvionali recenti, ciottolosi e sabbiosi, incisi dagli alvei attuali dotati di un tipo di permeabilità medio alta per porosità.

Su tale complesso è prevista la realizzazione di parte del tracciato del cavidotto.


Il Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso è costituito da sabbie grossolane giallastre con livelli cementati, calcareniti a molluschi di facies litorale, ghiaie e conglomerati con elementi di varia natura litologica. Tale complesso è caratterizzato da una permeabilità medio alta per porosità e fratturazione e su di esso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07, di parte del tracciato del cavidotto, della stazione elettrica di utenza e della stazione RTN.

Infine, il complesso idrogeologico argilloso siltoso si caratterizza per la presenza di depositi argilloso marnosi più o meno siltosi di colore grigio-azzurro/giallastro, dotato di un tipo di permeabilità bassa per porosità.

Su tale complesso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09 e di parte del tracciato del cavidotto.

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

In particolare, in corrispondenza di terreni granulari molto permeabili le acque si infiltrano andando ad alimentare le falde freatiche,

	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> <p><i>Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 224313_D_R_0103 Rev. 00</p>		

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 sabbioso-ghiaiosi.

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

L'elaborato A.16.a.10. Carta Idrogeologica 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, R2 "Aree a rischio idrogeologico medio".

L'elaborato A.16.a.9. Carta Geomorfologica 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. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 1.50 a 3.60 m dal piano campagna
- N. 2 indagini sismiche MASW.

L'elaborato A.16.a.7. Planimetria ubicazione indagini geognostiche si riportaa la planimetria in scala 1:5.000 con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite.

3.2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH

3.2.1. GENERALITA'

Nel corso della campagna di indagini geognostiche sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche pesanti denominate DPSH 01, DPSH 02 e DPSH 03, spinte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale avvenuto a profondità variabili da 1.50 m a 3.60 m.

FRI-EL

RELAZIONE GEOLOGICA

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso



Codifica Elaborato: **224313_D_R_0103** Rev. **00**

Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 01

Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 02

Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 03

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

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

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

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

3.2.2. CARATTERISTICHE

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

- il maglio ha un peso $Q = 63.50$ kg;
- l'altezza di caduta del maglio è costante ed è pari ad $H = 75$ cm;
- peso testa, guida, ecc. $q=15$ kg
- lunghezza aste $L=1.00$ 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.

3.2.3. INTERPRETAZIONE

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

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

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

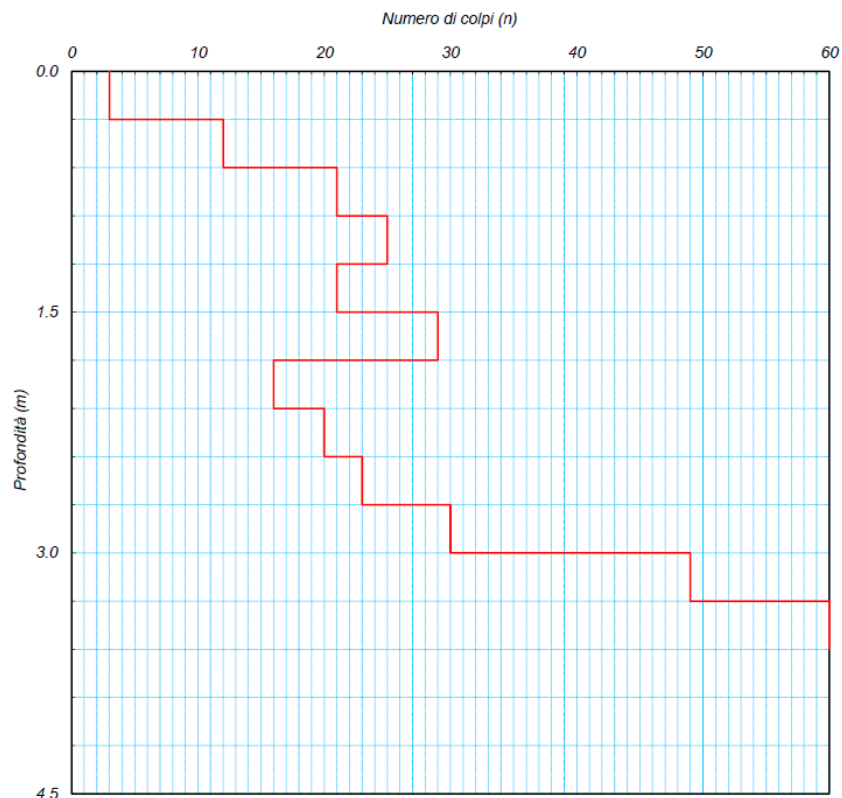


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 01 eseguita nella zona dell'impianto

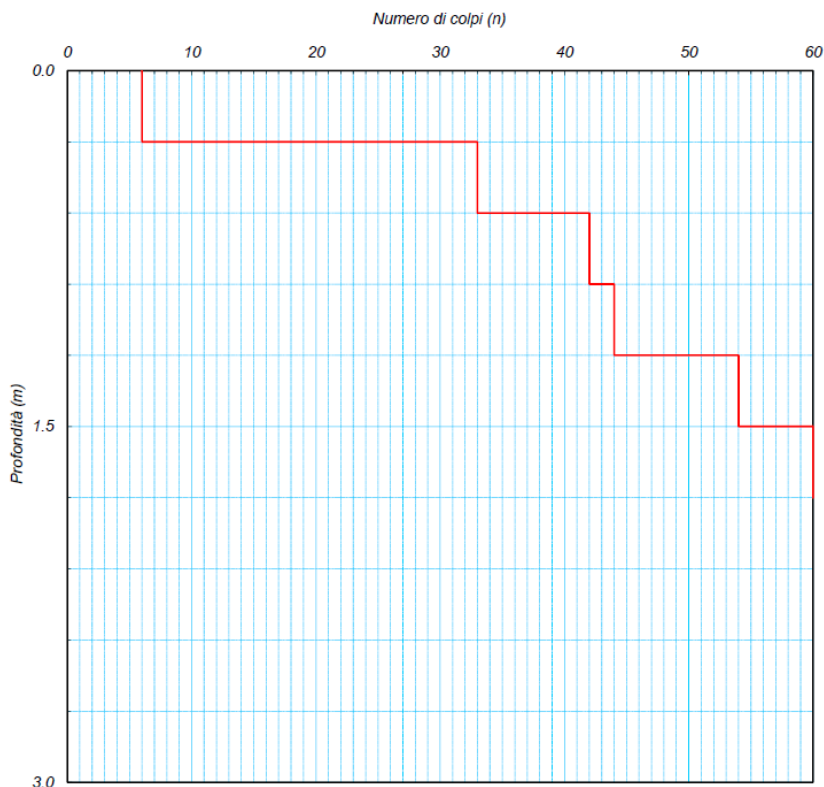


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 02 eseguita nella zona dell'impianto

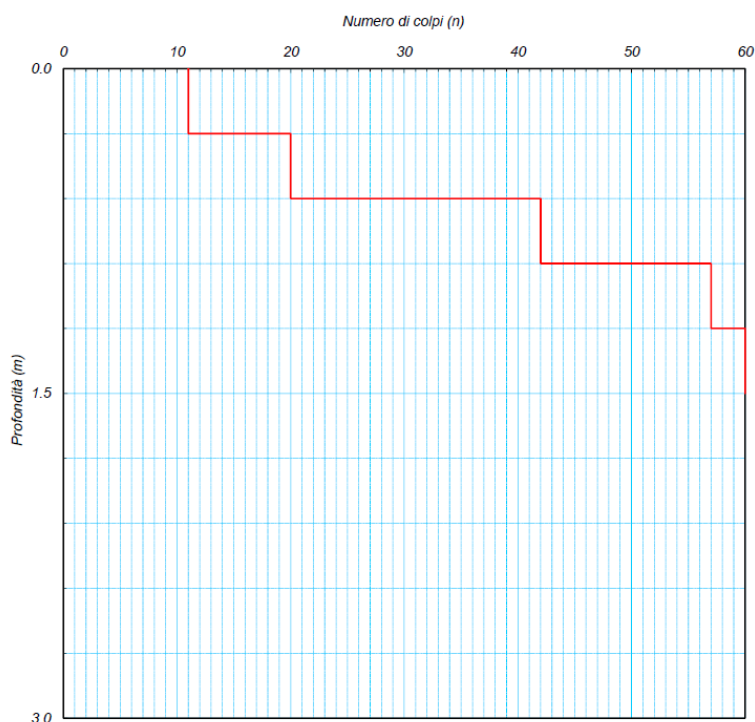


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 03 eseguita nella zona dell'impianto

3.3. 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

Indagine sismica di superficie Masw M2

3.3.1. ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

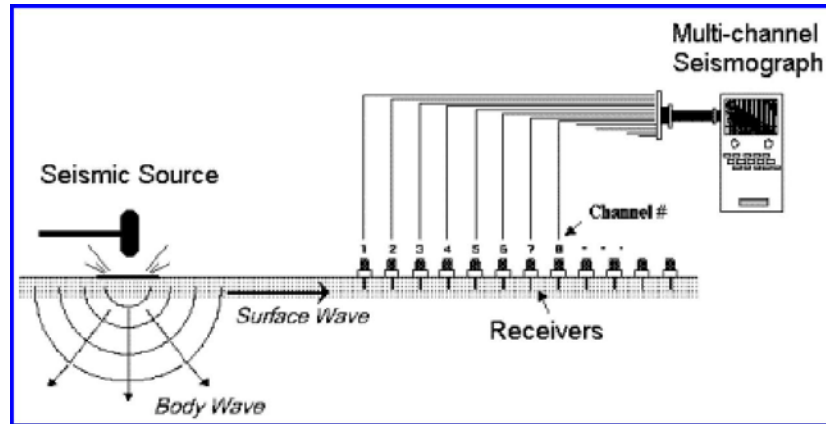
Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso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

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

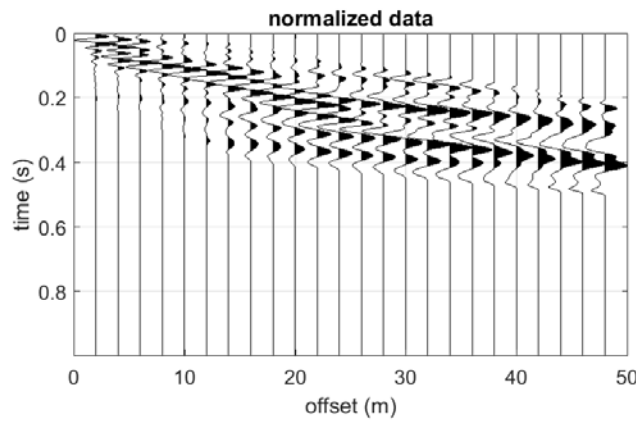
La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri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

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

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;*

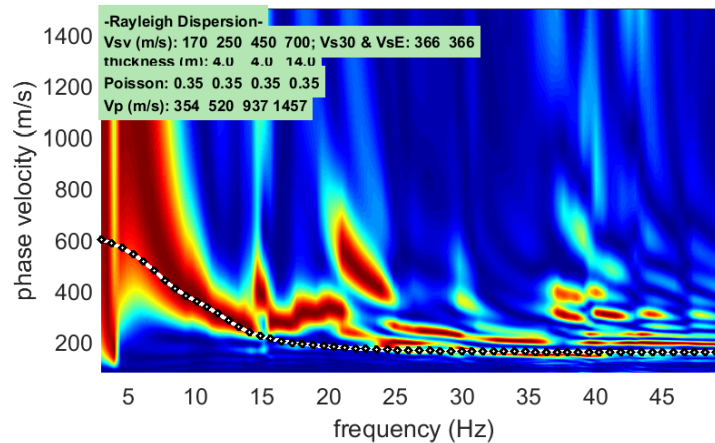


Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.



Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento tipo.

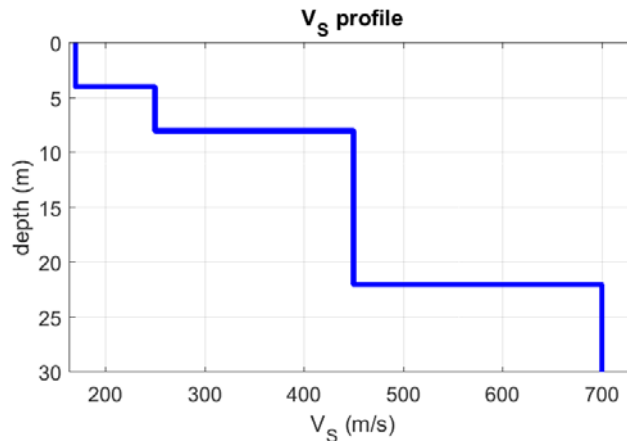
2. Estrazione del modo fondamentale ed eventualmente, se presenti, dei modi superiori dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;



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

3.3.2. STRUMENTAZIONE ADOPERATA

La strumentazione geosismica utilizzata comprende:

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



Sismografo Pasi 16S24

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



Geofono

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

3.3.3. DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO

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

4. MODELLAZIONE SISMICA

4.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

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

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

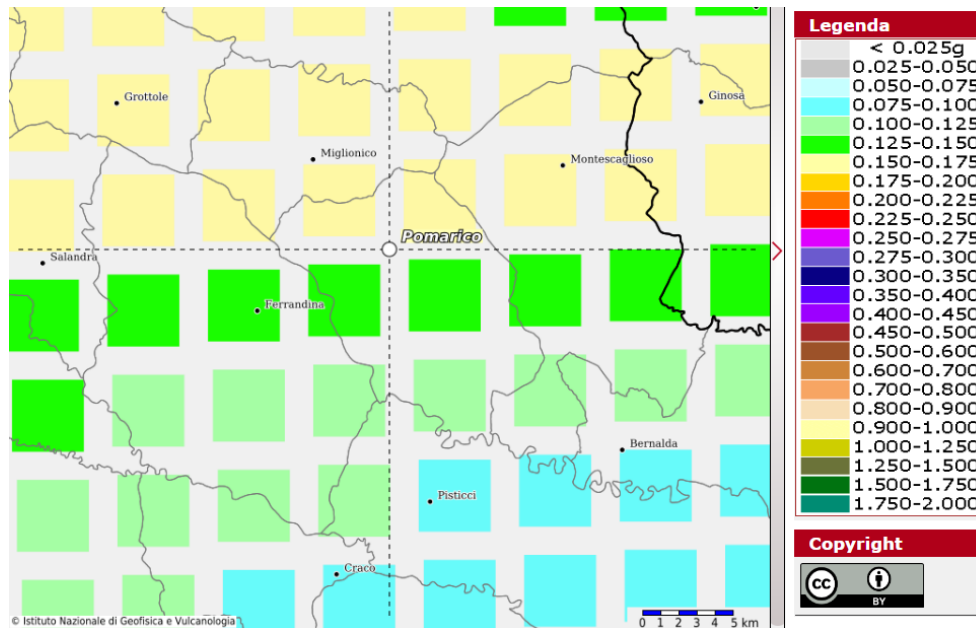
I comuni di Pomarico e Montescaglioso (MT), con D.G.R. n. 1626 del 15/09/2009 che approvò l'aggiornamento della classifica sismica, vennero classificati di **categoria 3**.

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.

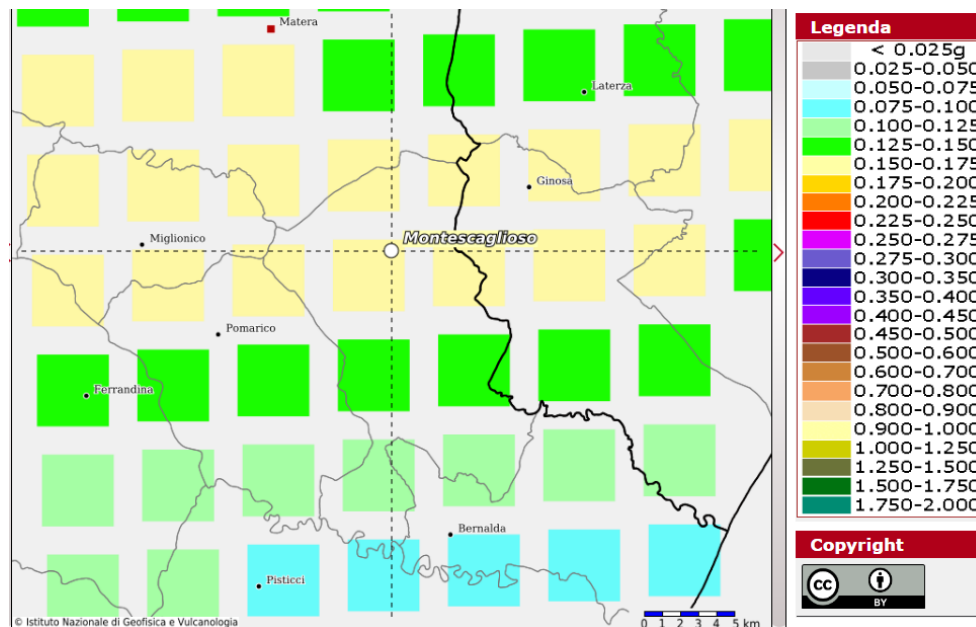
Le nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 2008 forniscono, per l'intero territorio nazionale, i parametri da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica. Tali parametri sono forniti in corrispondenza dei nodi, posti ad una distanza massima di 10 km, all'interno di un reticolo che copre l'intero 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 Pomarico e Montescaglioso, nei quali ricadono i 9 aerogeneratori da installare e la Stazione RTN.



*Comune di Pomarico (MT) - Aerogeneratori WTG PM 05, WTG PM 06, WTG PM 07, WTG PM 08
Mappa di pericolosità sismica e relativa legenda con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)*



*Comune di Montescaglioso (MT) - Aerogeneratori WTG PM 01, WTG PM 02, WTG PM 03, WTG PM 04,
WTG PM 09, Stazione Utente e RTN
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 0.125 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) - (Vs30>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 5.05 con

epicentri individuati ad una distanza di 12.90 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_{VR} , associate a ciascuno degli stati limite considerati. Si possono così individuare, partendo dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

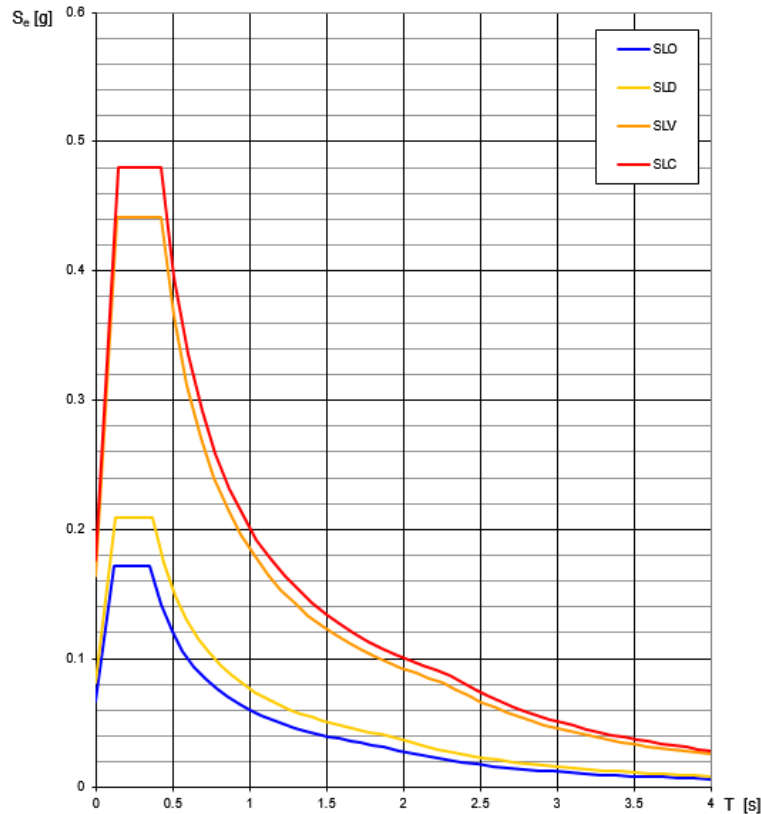
Considerando che le aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alla categoria sismica C e alla categoria topografica T1, si riportano i valori di tali parametri ai vari stati limite previsti dalla normativa, (SLO stato limite di operatività, SLD stato limite di danno, SLV stato limite di salvaguardia della vita, SLC stato limite di prevenzione del collasso), calcolati all'interno del settore in cui verranno realizzati gli aerogeneratori WTG PM 01, WTG PM 02, WTG PM 03, WTG PM 04, WTG PM 05, WTG PM 06, WTG PM 07, WTG PM 08, WTG PM 09, la Stazione elettrica di Utenza e RTN.

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	120	0.067	2.567	0.349
SLD	201	0.081	2.591	0.366
SLV	1898	0.164	2.695	0.418
SLC	2475	0.176	2.722	0.419

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

Per la prova MASW M1, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore WTG PM 02, il $V_{s,eq}$ calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 267 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	10.00	250	0.0400
10.00	20.00	200	0.0500
20.00	30.00	450	0.0222
30.00	35.00	600	0.0083

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M1

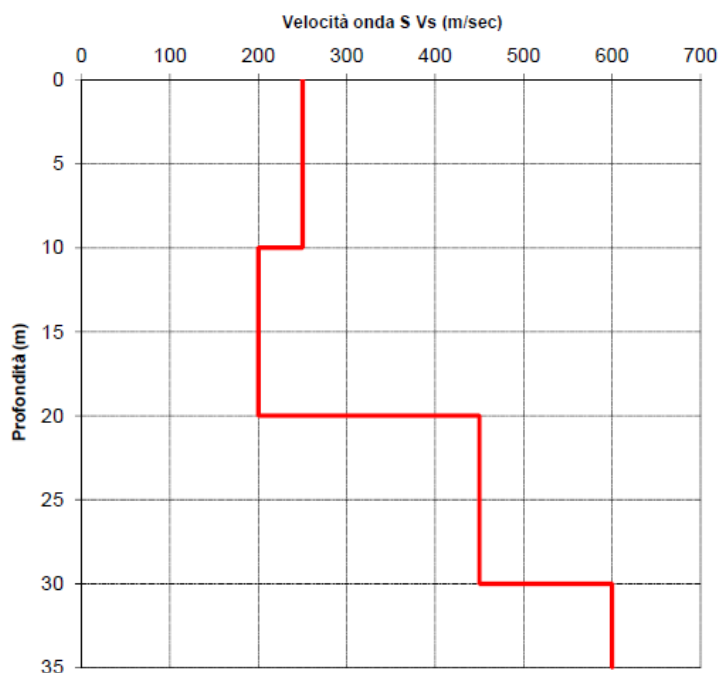


Grafico velocità-profondità dal MASW M1

Per la prova MASW M2, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore WTG PM 05, il Vs,eq calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 304 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	4.00	400	0.0100
4.00	14.00	220	0.0455
14.00	24.00	300	0.0333
24.00	35.00	550	0.0200

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M2

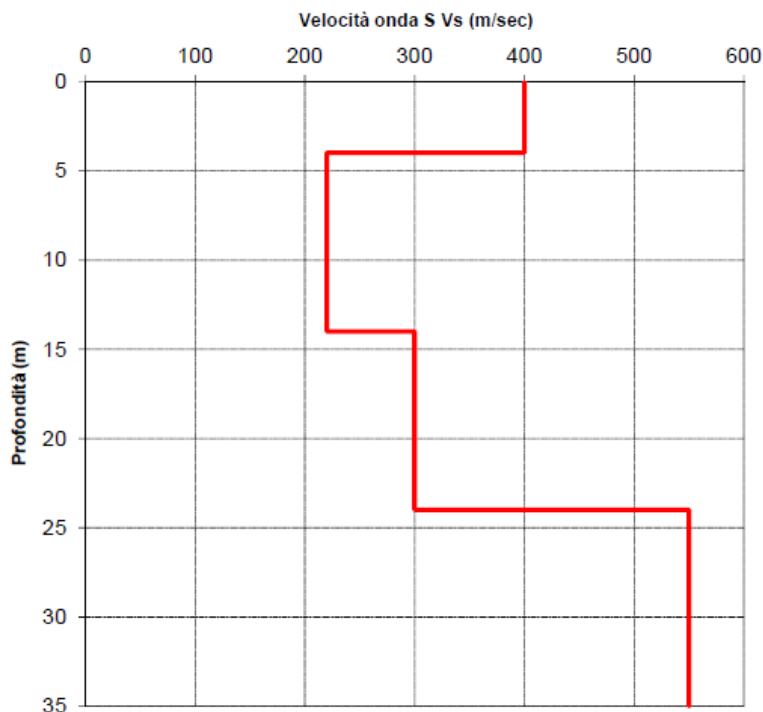


Grafico velocità-profondità dal MASW M2

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 $V_{s,eq}$ attribuibili alla categoria di suolo C.

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

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

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

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<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 suesposte 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 alle prove penetrometriche opportunamente eseguite:

- N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti, spinte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale avvenuto a profondità variabili da 1.50 m a 3.60 m;

si è proceduto ad analizzare una serie di indagini realizzate nel corso degli anni in aree limitrofe al sito in esame e su terreni con caratteristiche simili.

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

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

In particolare, le aree di sedime sulle quali verranno ubicati gli aerogeneratori, sostanzialmente sono riconducibili a depositi marini terrazzati a granulometria variabile da sabbioso ghiaiosa a ghiaioso sabbiosa di colore giallo – rossastro, composte da ciottoli di varia natura che si presentano arrotondati ed appiattiti con un diametro variabile da pochi millimetri ad alcuni centimetri per gli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07 e depositi argilloso marnosi più o meno siltosi di colore grigio azzurro per gli aerogeneratori WTG PM 08 e WTG PM 09.

5.1.1. INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno i futuri aerogeneratori e le opere accessorie, sono state prese in considerazione principalmente le prove penetrometriche appositamente eseguite.

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

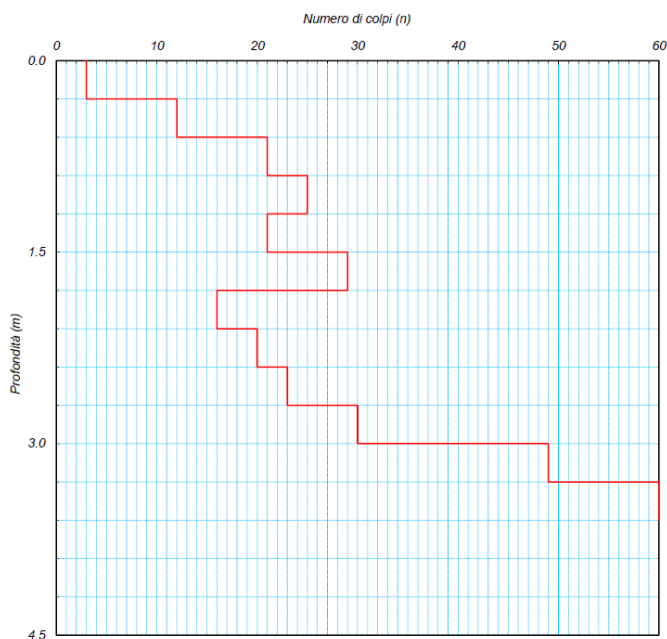


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 01 eseguita nella zona dell'impianto

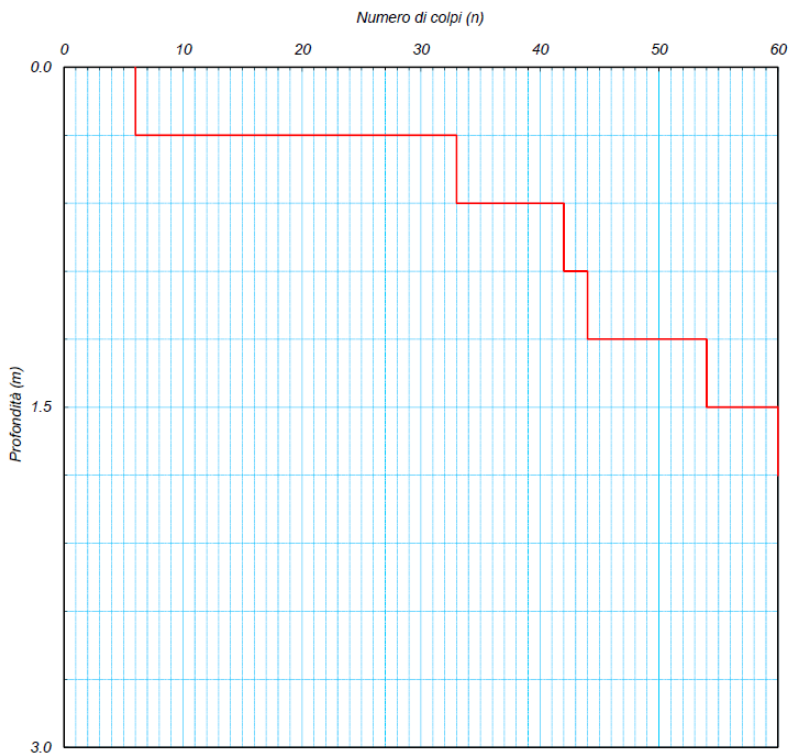


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 02 eseguita nella zona dell'impianto

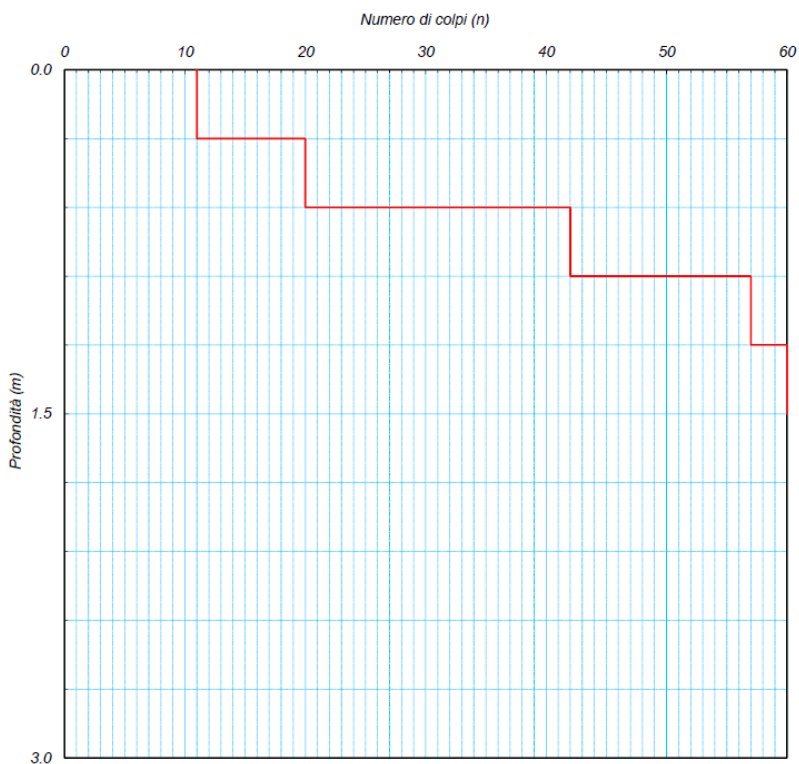


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 03 eseguita nella zona dell'impianto

Come è possibile evincere dai grafici su riportati, le risultanze delle prove eseguite sono rappresentative dei materiali che

caratterizzano l'area in esame, ossia depositi costituiti da sabbie grossolane giallastre con livelli cementati, con presenza di inclusi litici calcarenitici, ghiaie e conglomerati di varia natura litologica. Tali depositi, presentano un N. Colpi medio elevato già dopo i primi 0.30/0.60 cm dal p.c. per poi aumentare sensibilmente con la profondità, fino a ottenere il rifiuto strumentale per tutte le prove eseguite, a profondità variabili da 1.50 a 3.60 m dal p.c., indice di materiali con caratteristiche geotecniche da buone a ottime. Di seguito si riportano i parametri geotecnici rilevati dalle prove penetrometriche eseguite per le quali è stato misurato il numero dei colpi N in funzione della profondità; il peso di volume è stato attribuito sulla base delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso di alcuni sondaggi eseguiti nelle zone immediatamente limitrofe al sito in esame, per correlazione sono stati rilevati attrito interno, coesione non drenata, densità relativa, modulo edometrico e litologia.

Prova (n): DPSH 01

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	3.00
Profondità finale (m)	3.00	3.60
Potenza dello strato (m)	3.00	0.60
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.80	1.90
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.54	0.68
Media numero colpi (N)	20	55
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	72.00	169.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	36	>38
Densità relativa (%)	79	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	216	507
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	152	204
Stato di addensamento	M	MD

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	3.57	8.42
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	158.00	371.00
Grado di sovracons. OCR (-)	2.21	3.33
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	14'485	31'887
Stato di consistenza	MC	D

LEGENDA

Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

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

Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

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

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 01

Prova (n): DPSH 02

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	0.30
Profondità finale (m)	0.30	1.80
Potenza dello strato (m)	0.30	1.50
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.80	1.90
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.05	0.34
Media numero colpi (N)	6	47
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	12.00	163.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	31	>38
Densità relativa (%)	43	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	36	489
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	13	102
Stato di addensamento	S	D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	0.60	8.13
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	26.00	358.00
Grado di sovracons. OCR (-)	55.31	14.86
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	5'664	28'207
Stato di consistenza	Med	D

LEGENDA

Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

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

Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

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

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 02

Prova (n): DPSH 03

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	0.60
Profondità finale (m)	0.60	1.50
Potenza dello strato (m)	0.60	0.90
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.80	1.90
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.11	0.29
Media numero colpi (N)	16	45
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	43.00	183.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	34	>38
Densità relativa (%)	71	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	129	549
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	29	85
Stato di addensamento	M	D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	2.14	9.14
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	94.00	402.00
Grado di sovracons. OCR (-)	49.64	25.64
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	12'471	27'267
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

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 03

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. 2 modelli geotecnici; il primo valido per le aree di sedime che ospiteranno gli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07, il secondo per le aree di sedime che

ospiteranno gli aerogeneratori WTG PM 08 e WTG PM 09.

Di seguito si riportano le tabelle con i parametri geotecnici medi dei due settori geotecnici individuati.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO <i>(Aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07)</i>									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Unità litotecnica)	Numero di Colpi N _{SPT}	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a								
0.00	2.50	Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con inclusi litici poligenici ed eterometrici. Materiale moderatamente addensato. (1)	15	1.80	1.90	32	0.00	3.00	120
2.50	10.00	Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con inclusi litici poligenici ed eterometrici. Materiale da moderatamente addensato a addensato. (2)	30	1.90	2.00	36	0.00	5.00	180
10.00	30.00	Argille limose con inclusi litici calcareo marnosi e marnosi di dimensioni eterometriche. Materiale da consistente a molto consistente. (3)	/	2.00	2.00	23	0.20	3.50	80

*Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori
WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07*

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO <i>(Aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09)</i>									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Unità litotecnica)	Numero di Colpi N _{SPT}	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a								
00.00	30.00	Argille limose con inclusi litici calcareo marnosi e marnosi di dimensioni eterometriche. Materiale da consistente a molto consistente. (3)	/	2.00	2.00	23	0.20	3.50	80

*Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori
WTG PM 08 – WTG PM 09*

5.3. STABILITÀ DELL'AREA



Gli aerogeneratori in progetto ricadono tutte in aree stabili e verranno installati in corrispondenza di superfici terrazzate leggermente inclinati verso la linea di costa attuale su cui affiorano depositi marini in terrazzi la cui continuità laterale è interrotta dalla presenza di numerosi fossi solcati da torrenti quasi sempre in secca che presentano valli ampie poco profonde con fondo composto dalle argille marnose e spalle in cui affiorano i terreni granulari dei depositi terrazzati.

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 che evolvono in alcuni luoghi a vere e proprie forme calanchive.

Tali forme erosive non interessano nessuna area di sedime che ospiterà gli aerogeneratori in esame, così come evidenziato dal rilevamento geomorfologico eseguito.

Per quanto riguarda il percorso del cavidotto si sottolinea che esso attraversa aree sostanzialmente stabili, interessate da lievi deformazioni superficiali in corrispondenza dei termini argilloso limosi e si sviluppa a partire dalla stazione utente, ubicata nel comprensorio comunale di Montescaglioso, attraversando un terrazzo marino di II ordine e una serie di incisioni torrentizie (Fosso Lunella – Fosso La Fonte) per poi proseguire in direzione nord ovest percorrendo i versanti calanchivi "Ischitello", in sinistra orografica del torrente la Canala e "Masseria Campanaro", in destra orografica della suddetta incisione, sino a collegarsi con gli aerogeneratori 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.

	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> <p><i>Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 224313_D_R_0103 Rev. 00</p>		

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

5.4. 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).

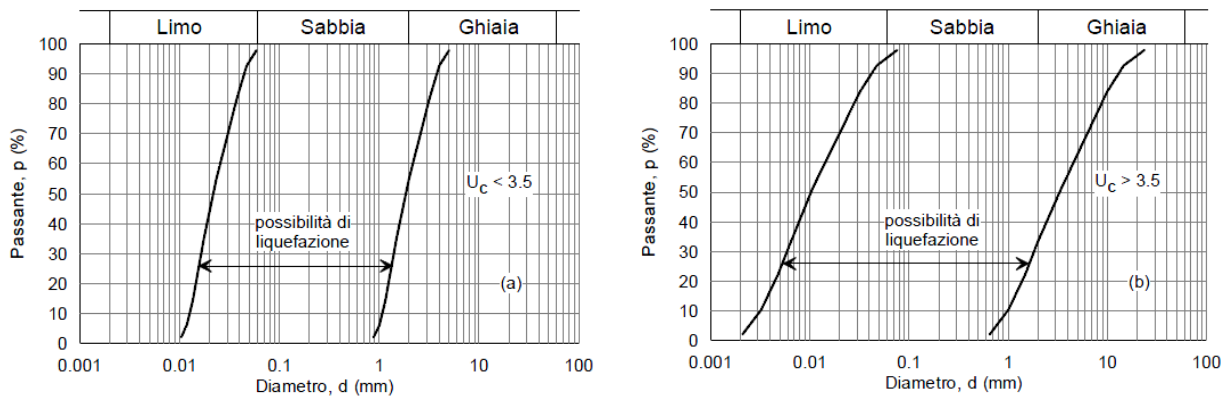
La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

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 $U_c > 3,5$.



Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Alla luce di queste considerazioni, dall'analisi di tutti i dati presi in considerazione è emerso che i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili principalmente a depositi marini terrazzati a granulometria variabile da sabbioso ghiaiosa a ghiaioso sabbiosa di colore giallo – rossastro, composte da ciottoli di varia natura che si presentano arrotondati ed appiattiti con un diametro variabile da pochi millimetri ad alcuni centimetri 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.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Scopo del presente documento è la redazione dello studio per valutare in via preliminare i caratteri geologici e geomorfologici dell'area in esame nonché il proprio comportamento sismico e le caratteristiche geotecniche dei terreni, finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio dell'impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica costituito da n° 9 aerogeneratori per una potenza massima di 61,2 MW, denominato "Lama di Palio" da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso, e delle relative opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, collegato in antenna alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Montescaglioso" ubicata all'interno del Comune di Montescaglioso.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica costituito da n° 9 aerogeneratori per una potenza massima di 61,2 MW, denominato "Lama di Palio" sito nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso, e delle relative opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, collegato in antenna alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Montescaglioso" ubicata all'interno del Comune di Montescaglioso.

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nel Foglio n. 201 (Matera) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nel quadrante 201 – III – NE (Masseria Gaudella) 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. 201 (Matera) e dal rilevamento geologico eseguito in fase di

	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> <p><i>Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 224313_D_R_0103 Rev. 00</p>		

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 nell'elaborato A.16.a.8. Carta Geologica e nell'elaborato A.16.a.11. Sezione Geologica A-B, vede l'affioramento dall'alto verso il basso dei seguenti terreni:

- *Coperture detritiche in parte rielaborate per dilavamento (dt)*

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto di progetto.

- *Depositi alluvionali recenti, ciottolosi e sabbiosi, incisi dagli alvei attuali (a¹)*

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto di progetto.

- *Ghiaie eterometriche immerse in matrice sabbiosa di colore giallo – rossastro, composte da ciottoli di varia natura che si presentano arrotondati ed appiattiti con un diametro variabile da pochi millimetri ad alcuni centimetri e sabbie ghiaioso limose sciolte o poco addensata composte da una granulometria medio-fine e con presenza di ciottoli di piccole dimensioni sub-arrotondati ed appiattiti. (Depositi terrazzati marini Q^{t¹⁻⁷})*

Su tali depositi terrazzati è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07, della stazione elettrica di utenza, della stazione RTN e parte del cavidotto di progetto.

- *Argille Subappennine, composte argille marnose più o meno siltose grigio-azzurre o giallastre (Q^{3c}) con fossili marini.*

Su tali depositi è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09 e parte del cavidotto di progetto.

Gli aerogeneratori in progetto sono ubicati a circa 10 km a Sud-Est del centro abitato di Pomarico, in località Lama di Palio, ad una quota compresa tra m 220 s.l.m. e m 320 s.l.m.

Nel caso specifico, come evidenziato nell'elaborato A.16.a.9. Carta Geomorfologica l'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori è costituita da pianori leggermente inclinati verso la linea di costa attuale su cui affiorano depositi marini in terrazzi interrotti lateralmente da sottili incisioni poco profonde.

In particolare, gli aerogeneratori in esame sono ubicati su n. 2 pianori che appartengono ad altrettanti ordini di terrazzo disposti a quote diverse.



Il terrazzo più antico e quindi di quota superiore (ordine I) si estende nella zona di località Lama del Palio e presenta una quota media di m 300 s.l.m.; lungo tale terrazzo verranno realizzati gli aerogeneratori WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 e WTG PM 07.

Successivamente, sono stati individuati n. 2 terrazzi di secondo ordine ricadenti in località Izzo Campanaro e Masseria Botta Caruso, i quali presentano una quota media di 230 metri sul livello del mare; lungo tali terrazzi verranno realizzati gli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 08 e WTG PM 09.

Al passaggio da un terrazzo all'altro sono presenti scarpate naturali riconoscibili grazie al salto di quota presente tra un pianoro e l'altro.

Inoltre, la continuità laterale dei pianori è interrotta dalla presenza di numerosi fossi solcati da torrenti quasi sempre in secca che presentano valli ampie poco profonde con fondo composto dalle argille marnose e spalle in cui affiorano i terreni granulari dei Depositi terrazzati. Proprio sulle spalle a luoghi si instaurano fenomeni di erosione superficiale creando zone di coperture detritiche. 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 dall'elaborato A.16.a.10. Carta Idrogeologica, che l'area in studio si caratterizza per la presenza di quattro complessi idrogeologici principali:

- 1 - *Complesso idrogeologico detritico*
- 2 - *Complesso idrogeologico alluvionale*
- 3 - *Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso*
- 4 - *Complesso idrogeologico argilloso siltoso*

	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> <p><i>Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 224313_D_R_0103 Rev. 00</p>		

Il Complesso idrogeologico detritico è caratterizzato dalla presenza di coperture detritiche sabbioso ghiaiose in parte rielaborate per dilavamento e di conseguenza da un tipo di permeabilità medio alta per porosità.

Su tale complesso è prevista la realizzazione di parte del tracciato del cavidotto.

Il Complesso idrogeologico alluvionale si contraddistingue per la presenza di depositi alluvionali recenti, ciottolosi e sabbiosi, incisi dagli alvei attuali dotati di un tipo di permeabilità medio alta per porosità.

Su tale complesso è prevista la realizzazione di parte del tracciato del cavidotto.

Il Complesso idrogeologico sabbioso ghiaioso è costituito da sabbie grossolane giallastre con livelli cementati, calcareniti a molluschi di facies litorale, ghiaie e conglomerati con elementi di varia natura litologica. Tale complesso è caratterizzato da una permeabilità medio alta per porosità e fratturazione e su di esso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07, di parte del tracciato del cavidotto, della stazione elettrica di utenza e della stazione RTN.

Infine, il complesso idrogeologico argilloso siltoso si caratterizza per la presenza di depositi argilloso marnosi più o meno siltosi di colore grigio-azzurro/giallastro, dotato di un tipo di permeabilità bassa per porosità.

Su tale complesso è prevista la realizzazione degli aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09 e di parte del tracciato del cavidotto.

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, R2 “Aree a rischio idrogeologico medio”.

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 C, con valori di $V_{s,eq}$ calcolato a partire del piano campagna pari a 267 m/s per la prova MASW M1, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l’aerogeneratore WTG PM 02 e valori di $V_{s,eq}$ calcolato a partire del piano campagna pari a 304 m/s per la prova MASW M2, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l’aerogeneratore WTG PM 05.

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

- *N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 1.50 a 3.60 m dal piano campagna*

In particolare, le aree di sedime sulle quali verranno ubicati gli aerogeneratori, sostanzialmente sono riconducibili a depositi marini terrazzati a granulometria variabile da sabbioso ghiaiosa a ghiaioso sabbiosa di colore giallo – rossastro, composte da ciottoli di varia natura che si presentano arrotondati ed appiattiti con un diametro variabile da pochi millimetri ad alcuni centimetri per gli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07 e depositi argilloso marnosi più o meno siltosi di colore grigio azzurro per gli aerogeneratori WTG PM 08 e WTG PM 09.

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. 2 modelli geotecnici; il primo valido per le aree di sedime che ospiteranno gli aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07, il secondo per le aree di sedime che ospiteranno gli aerogeneratori WTG PM 08 e WTG PM 09.

Di seguito si riportano le tabelle con i parametri geotecnici medi dei due settori geotecnici individuati.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO (Aerogeneratori WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07)									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Unità litotecnica)	Numero di Colpi N _{SPT}	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a								
0.00	2.50	Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con inclusi litici poligenici ed eterometrici. Materiale moderatamente addensato. (1)	15	1.80	1.90	32	0.00	3.00	120
2.50	10.00	Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con inclusi litici poligenici ed eterometrici. Materiale da moderatamente addensato a addensato. (2)	30	1.90	2.00	36	0.00	5.00	180
10.00	30.00	Argille limose con inclusi litici calcareo marnosi e marnosi di dimensioni eterometriche. Materiale da consistente a molto consistente. (3)	/	2.00	2.00	23	0.20	3.50	80

Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori

WTG PM 01 – WTG PM 02 – WTG PM 03 – WTG PM 04 – WTG PM 05 – WTG PM 06 – WTG PM 07

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO (Aerogeneratori WTG PM 08 – WTG PM 09)									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Unità litotecnica)	Numero di Colpi N _{SPT}	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a								
00.00	30.00	Argille limose con inclusi litici calcareo marnosi e marnosi di dimensioni eterometriche. Materiale da consistente a molto consistente. (3)	/	2.00	2.00	23	0.20	3.50	80

Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori

WTG PM 08 – WTG PM 09

Dal punto di vista della stabilità, gli aerogeneratori in progetto ricadono tutte in aree stabili e verranno installati in corrispondenza di superfici terrazzate leggermente inclinati verso la linea di costa attuale su cui affiorano depositi marini in terrazzi la cui continuità laterale è interrotta dalla presenza di numerosi fossi solcati da torrenti quasi sempre in secca che presentano valli ampie poco profonde con fondo composto dalle argille marnose e spalle in cui affiorano i terreni granulari dei depositi terrazzati.

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 che evolvono in alcuni luoghi a vere e proprie forme calanchive.

Tali forme erosive non interessano nessuna area di sedime che ospiterà gli aerogeneratori in esame, così come evidenziato dal rilevamento geomorfologico eseguito.

Per quanto riguarda il percorso del cavidotto si sottolinea che esso attraversa aree sostanzialmente stabili, interessate da lievi deformazioni superficiali in corrispondenza dei termini argilloso limosi e si sviluppa a partire dalla stazione utente, ubicata nel comprensorio comunale di Montescaglioso, attraversando un terrazzo marino di II ordine e una serie di incisioni torrentizie (Fosso Lunella – Fosso La Fonte) per poi proseguire in direzione nord ovest percorrendo i versanti calanchivi "Ischitello", in sinistra orografica del torrente la Canala e "Masseria Campanaro", in destra orografica della suddetta incisione, sino a collegarsi con gli aerogeneratori 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.

Pertanto, nelle successive fasi progettuali dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con

lo scopo di valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

Per ciò che riguarda la possibilità o meno che i terreni investigati possano essere interessati da fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico, i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili a depositi marini terrazzati a granulometria variabile da sabbioso ghiaiosa a ghiaioso sabbiosa di colore giallo – rossastro, composte da ciottoli di varia natura che si presentano arrotondati ed appiattiti con un diametro variabile da pochi millimetri ad alcuni centimetri 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 anche se 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.

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

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

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Castel Morrone, 04/11/2022

Il Geologo

Dott. Antonio Petriccion

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE CAMPANIA
Albo n. 895
Geologo
Dr. Antonio
Petriccion

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: Friel S.p.A.

Id Int. 355 / 22

Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.444830 / E16.603320 Data esecuz. prova: 27/10/2022

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0678/22** del 04/11/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)
0.30	3								
0.60	12								
0.90	21								
1.20	25								
1.50	21								
1.80	29								
2.10	16								
2.40	20								
2.70	23								
3.00	30								
3.30	49								
3.60	60								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammarino

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Ruffo



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: Friel S.p.A.

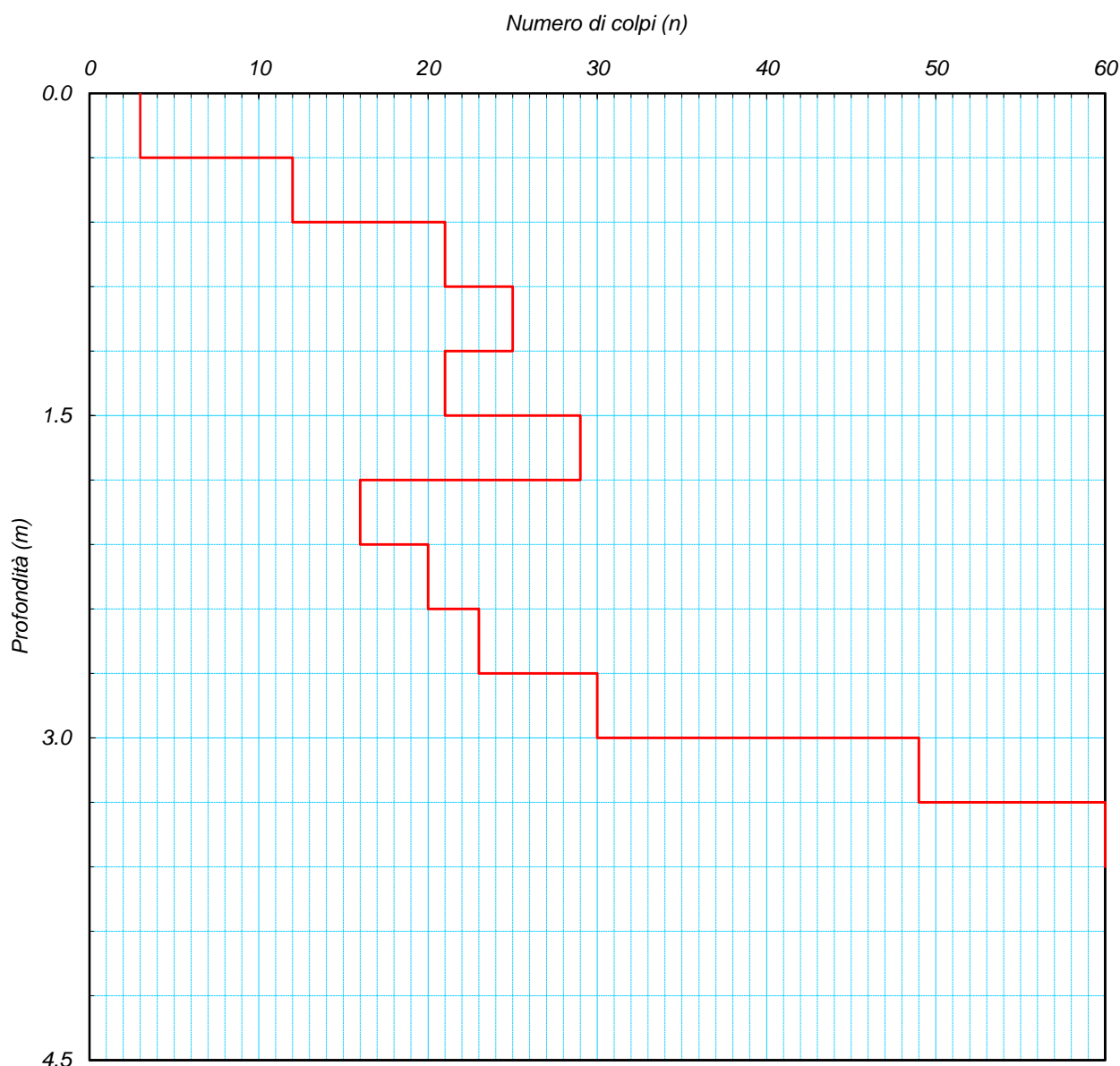
Id Int. 355 / 22

Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.444830 / E16.603320 Data eseguz. prova: 27/10/2022

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0678/22** del 04/11/2022

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. *[Signature]*

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello



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: Friel S.p.A.

Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.444830 / E16.603320 Data esecuz. prova: 27/10/2022

Prova (n): DPSH 01

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	3.00
Profondità finale (m)	3.00	3.60
Potenza dello strato (m)	3.00	0.60
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.80	1.90
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.54	0.68
Media numero colpi (N)	20	55
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	72.00	169.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	36	>38
Densità relativa (%)	79	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	216	507
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	152	204
Stato di addensamento	M	M D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	3.57	8.42
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	158.00	371.00
Grado di sovracons. OCR (-)	2.21	3.33
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	14'485	31'887
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

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: **Friel S.p.A.**

Id Int. 355 / 22

Cantiere: **Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)**

Coordinate lat. e long.: **N40.447280 / E16.621700** Data esecuz. prova: **27/10/2022**

Prova (n): **DPSH 02** Certificato n° **0679/22** del **04/11/2022**

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)
0.30	6								
0.60	33								
0.90	42								
1.20	44								
1.50	54								
1.80	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: Friel S.p.A.

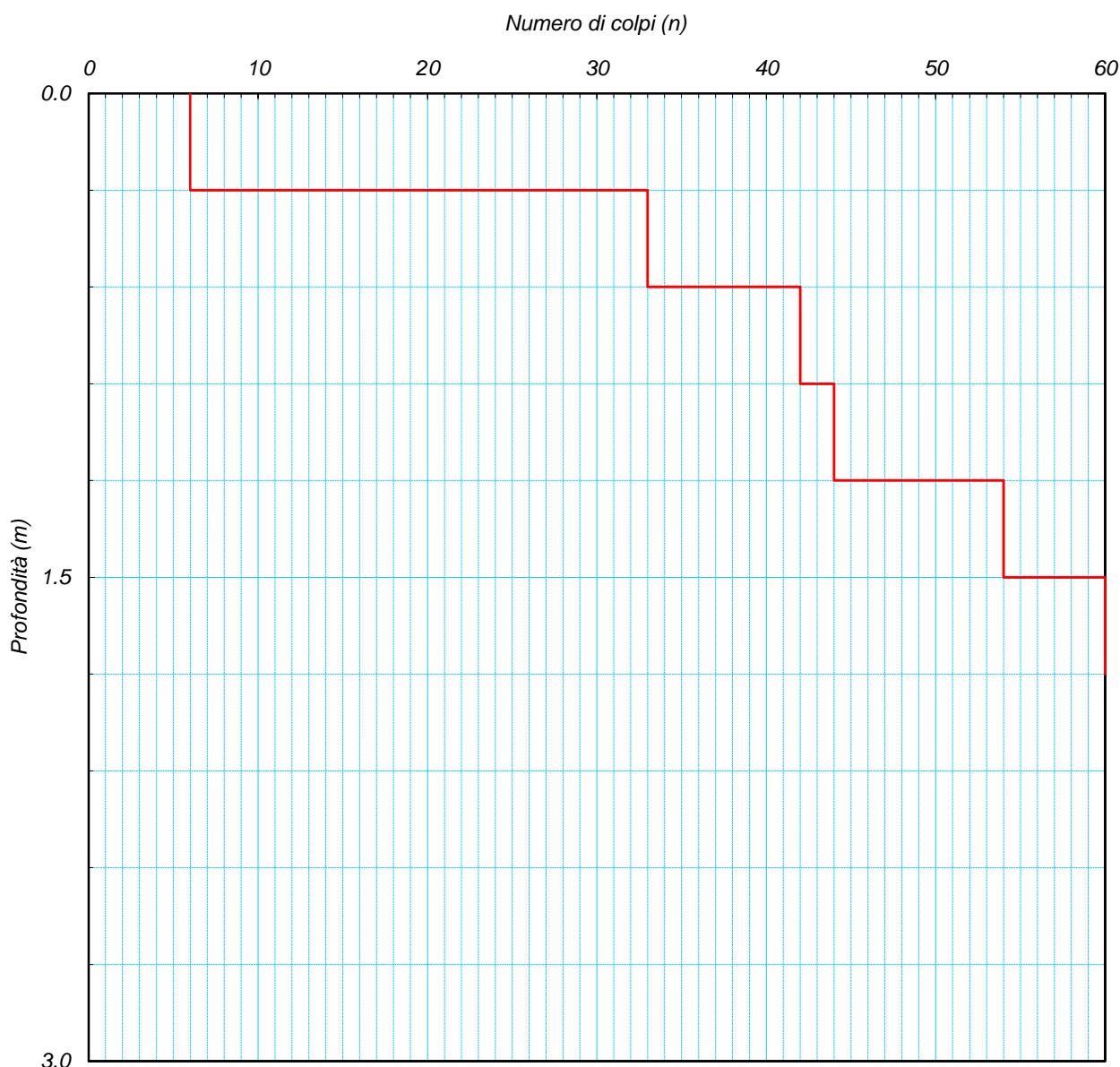
Id Int. 355 / 22

Cantiere: Parco Eolico "Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.447280 / E16.621700 Data esecuz. prova: 27/10/2022

Prova (n): **DPSH 02** Certificato n° **0679/22** del 04/11/2022

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Rieffo



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: Friel S.p.A.

Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.447280 / E16.621700 Data esecuz. prova: 27/10/2022

Prova (n): DPSH 02

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	0.30
Profondità finale (m)	0.30	1.80
Potenza dello strato (m)	0.30	1.50
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.80	1.90
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.05	0.34
Media numero colpi (N)	6	47
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	12.00	163.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	31	>38
Densità relativa (%)	43	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	36	489
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	13	102
Stato di addensamento	S	D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	0.60	8.13
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	26.00	358.00
Grado di sovracons. OCR (-)	55.31	14.86
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	5'664	28'207
Stato di consistenza	Med	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

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: Friel S.p.A.

Id Int. 355 / 22

Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.449780 / E16.612050 Data esecuz. prova: 27/10/2022

Prova (n): **DPSH 03** Certificato n° **0680/22** del 04/11/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)
0.30	11								
0.60	20								
0.90	42								
1.20	57								
1.50	60								

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

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: Friel S.p.A.

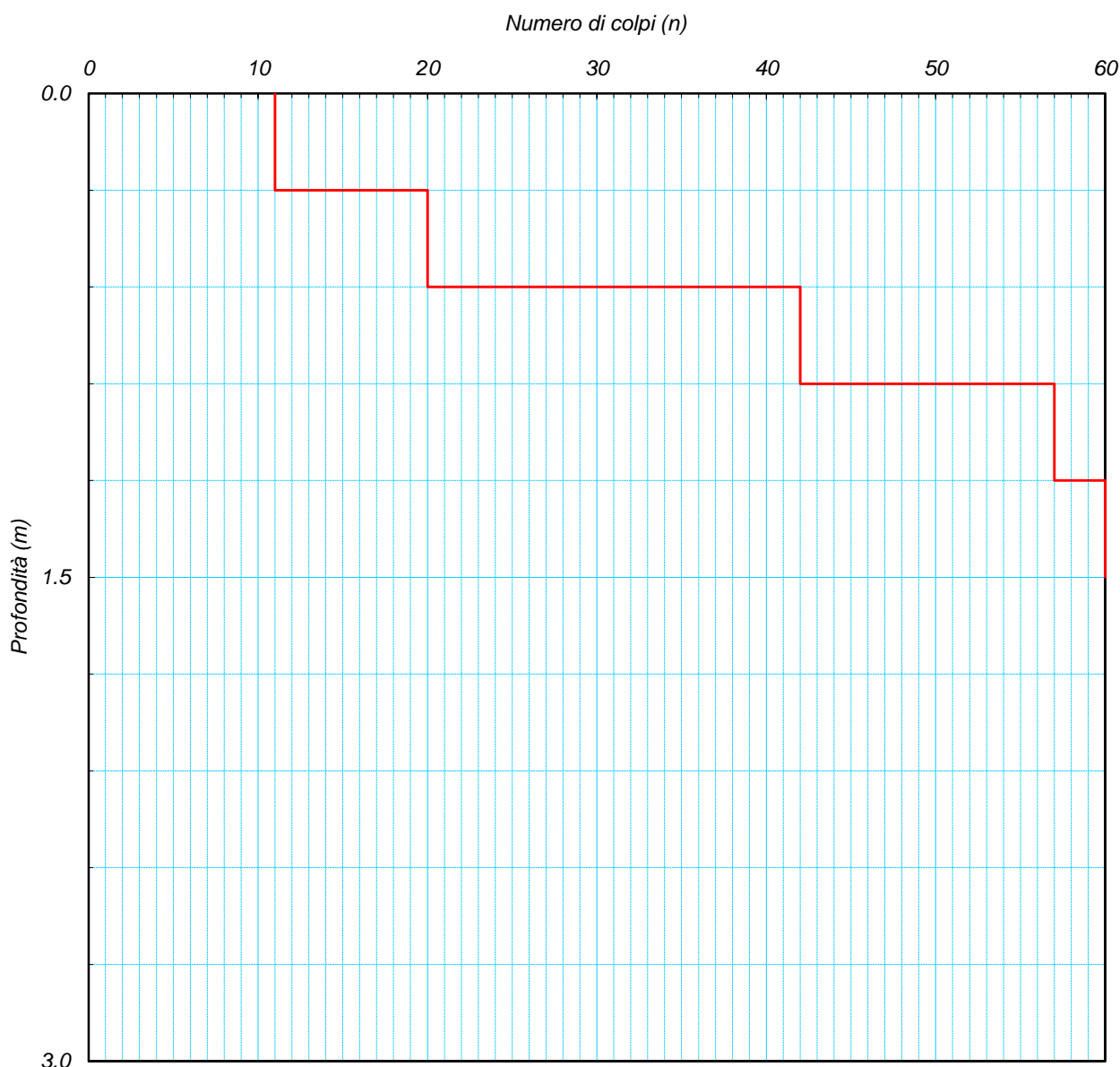
Id Int. 355 / 22

Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.449780 / E16.612050 Data eseguz. prova: 27/10/2022

Prova (n): **DPSH 03** Certificato n° **0680/22** del 04/11/2022

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DEL SITO
Dott. Geol. Mauro Sammarino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Rella



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: Friel S.p.A.

Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Coordinate lat. e long.: N40.449780 / E16.612050 Data esecuz. prova: 27/10/2022

Prova (n): DPSH 03

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	0.60
Profondità finale (m)	0.60	1.50
Potenza dello strato (m)	0.60	0.90
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.80	1.90
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.11	0.29
Media numero colpi (N)	16	45
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	43.00	183.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	34	>38
Densità relativa (%)	71	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	129	549
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	29	85
Stato di addensamento	M	D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	2.14	9.14
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	94.00	402.00
Grado di sovracons. OCR (-)	49.64	25.64
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	12'171	27'267
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

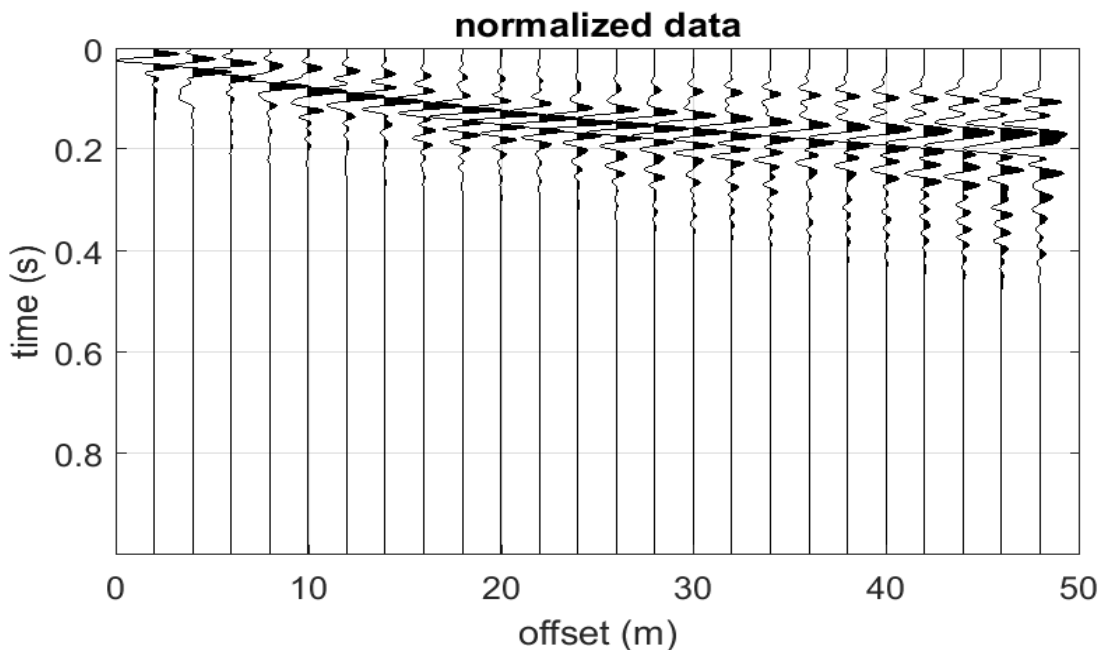
Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

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

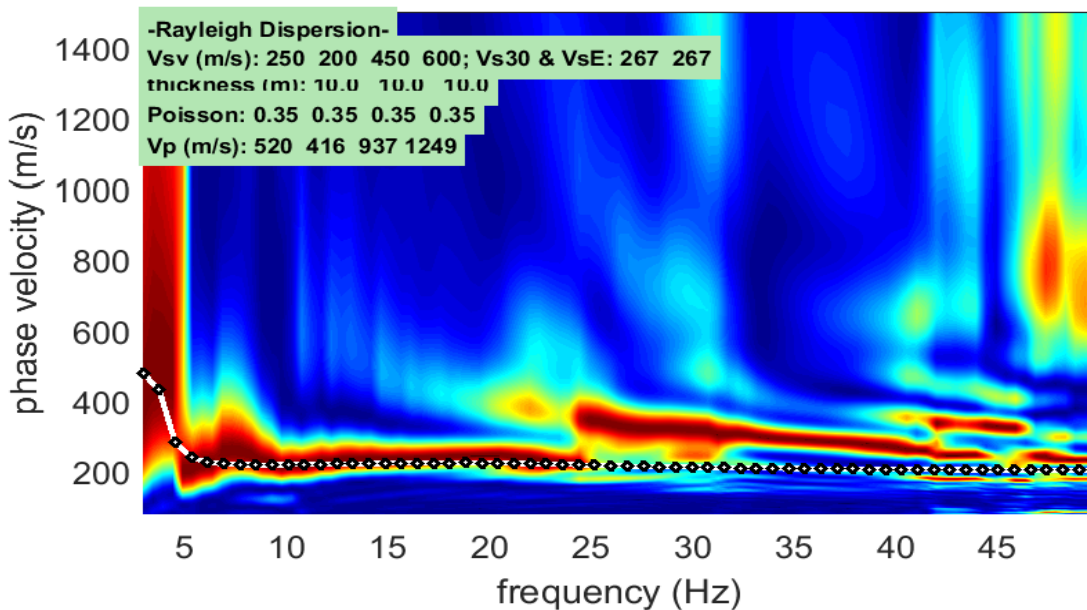
PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: Friel S.p.A.	Protocollo n.: 355/22
Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)	Data esecuzione prova: 27/10/2022
Prova MASW: M1	Data emissione certificato: 04/11/2022

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: Friel S.p.A.

Protocollo n.: 355/22

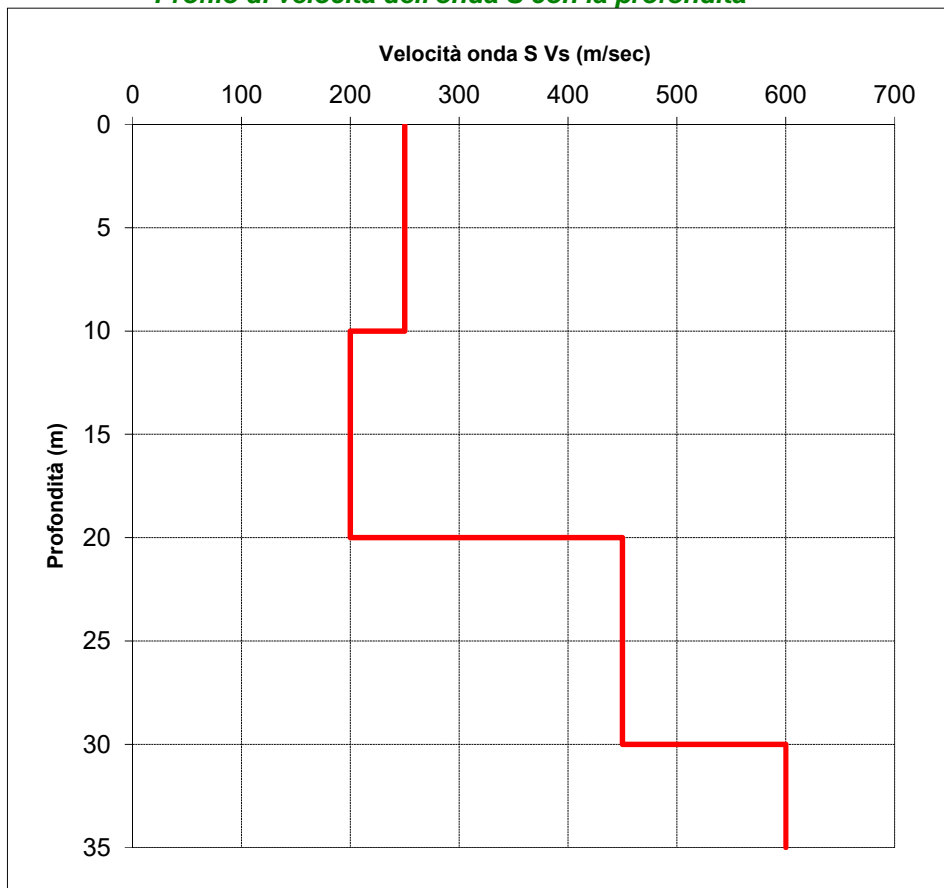
Cantiere: Parco Eolico "Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Data esecuzione prova: 27/10/2022

Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 04/11/2022

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	10.00	250	0.0400
10.00	20.00	200	0.0500
20.00	30.00	450	0.0222
30.00	35.00	600	0.0083

VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)
267

Categoria di sottosuolo
C



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: *Friel S.p.A.*

Protocollo n.: 355/22

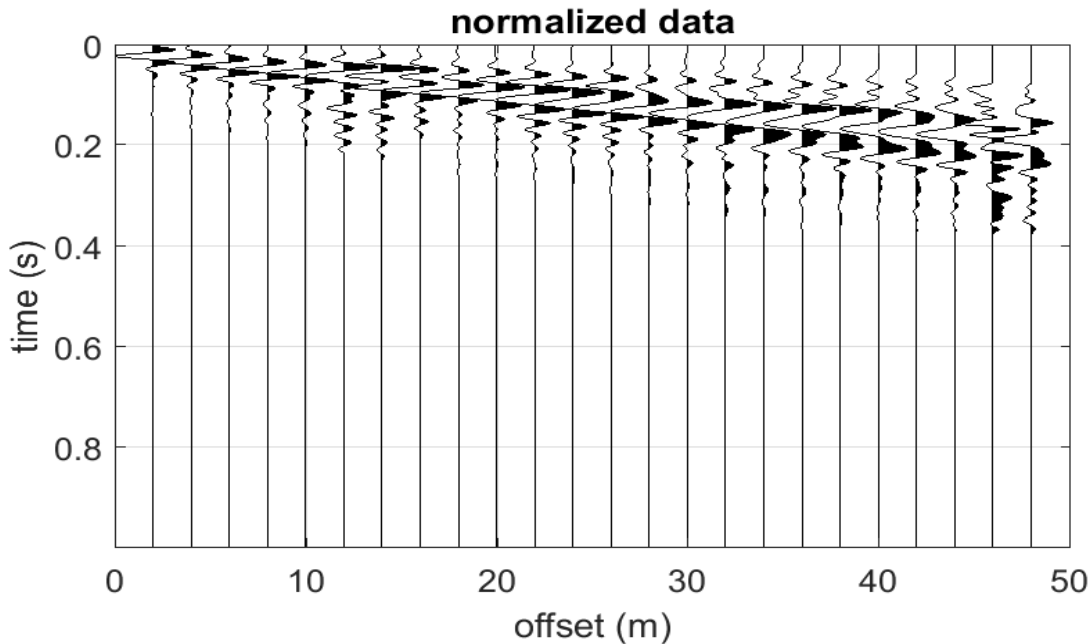
Cantiere: *Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)*

Data esecuzione prova: 27/10/2022

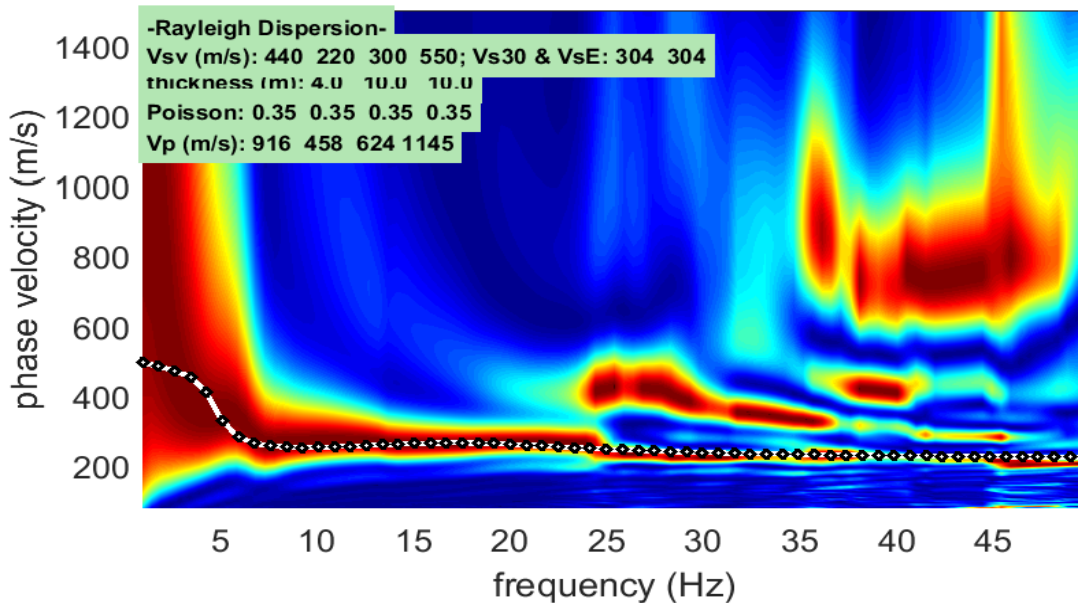
Prova MASW: **M2**

Data emissione certificato: 04/11/2022

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: Friel S.p.A.

Protocollo n.: 355/22

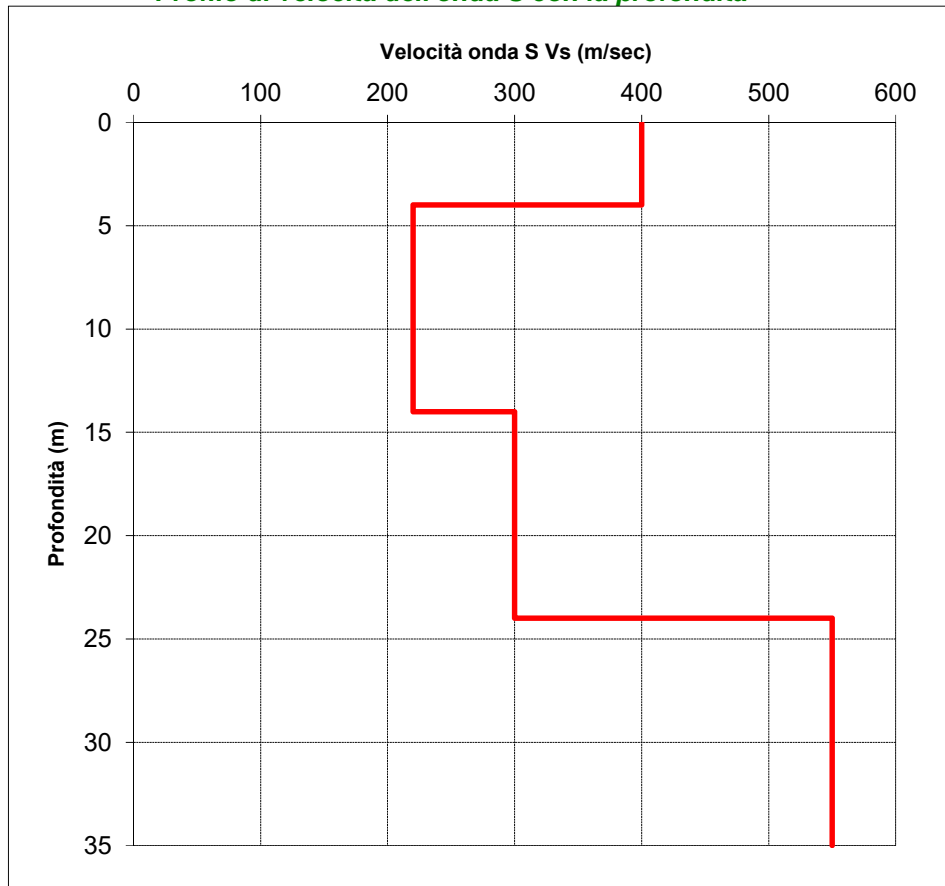
Cantiere: Parco Eolico " Lama di Palio" - Comuni di Pomarico-Montescaglioso-Bernalda (MT)

Data esecuzione prova: 27/10/2022

Prova MASW: M2

Data emissione certificato: 04/11/2022

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	4.00	400	0.0100
4.00	14.00	220	0.0455
14.00	24.00	300	0.0333
24.00	35.00	550	0.0200

VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)
304

Categoria di sottosuolo
C



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone