



Regione Puglia
Provincia di Foggia
Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia



Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Sant’Agata” esistente da 72MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW

Titolo:

1MTGFJ4_RELAZIONEGEOTECNICA

Numero documento:

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

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL S.AGATA S.R.L.
Piazza del Grano 3
39100 Bolzano (BZ)
fri-el_s.agata@legalmail.it
P.Iva/Cod.Fisc. 02380420212

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Cardito, 202 | 83031 | Ariano Irpino (AV)
Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz | info@progettoenergia.biz



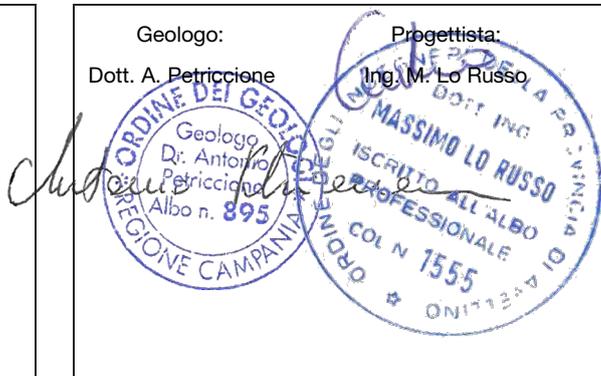
SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Geologo:

Dott. A. Petriccione

Progettista:

Ing. M. 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	14.10.2022	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE
	01	12.02.2024	AGGIORNAMENTO LAYOUT	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO.....	5
3	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO.....	7
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE.....	8
4.1	GEOLOGICO E STRUTTURALE	8
4.2	GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO	9
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
5.1	DEFINIZIONE DEL PIANO DI INDAGINI DA ESEGUIRE	11
5.2	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH	11
5.2.1	GENERALITA'	11
5.2.2	CARATTERISTICHE	12
5.2.3	INTERPRETAZIONE	13
5.3	PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT.....	15
5.3.1	IL DISPOSITIVO DI MISURA	17
5.3.2	IL DISPOSITIVO DI SPINTA	17
5.3.3	LA PROVA.....	17
5.4	INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES).....	19
5.4.1	ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI.....	20
5.4.2	STRUMENTAZIONE ADOPERATA.....	22
5.4.3	DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO	23
6	MODELLAZIONE SISMICA	24
6.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	24
6.2	RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW	27
6.3	ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	29
6.4	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	30
7	MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA.....	31
7.1	INDAGINI GEOTECNICHE	31
7.2	INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DPSH 01- 01BIS - CPT 03.....	31
7.2.1	INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE CPT 01 – CPT 02	36
7.3	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI	38
7.4	STABILITÀ DELL'AREA.....	41
7.5	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	41
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	43

ALLEGATI:

1. [Stralcio Corografia di inquadramento con ubicazione del parco eolico e delle opere connesse Scala 1:25.000](#)
2. [Stralcio Carta Geologica Scala 1:100.000](#)
3. [Stralcio Carta Interferenza con il PSAI dell' Autorità Di Bacino Della Puglia \(Adb - Puglia\)](#)
4. [Planimetria ubicazione indagini geognostiche area Aerogeneratori WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R - WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW- Scala 1:15.000](#)

5. Planimetria ubicazione indagini geognostiche area Aerogeneratori WTG SGP1 NEW-WTG SGP03 NEW_R-WTG SGP05 NEW_R-WTG SGP7 NEW-WTG SGP8 NEW_R-WTG SGP10 NEW_R-WTG SGP12 NEW-WTG SGP14 NEW_R-WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW– Scala 1:15.000
6. Certificati prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH
7. Certificate prove penetrometriche statiche CPT
8. Elaborati indagini sismiche Masw eseguite

1 INTRODUZIONE

1.1. PREMESSA

La Società FRI-EL in data 17 novembre 2022 ha presentato istanza di Valutazione di Impatto Ambientale al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006, di un Progetto d'ammodernamento di un impianto eolico esistente, con la contestuale installazione di n. 17 aerogeneratori (al posto dei 36 aerogeneratori attualmente esistenti) della potenza nominale unitaria di 6,8 MW ciascuno e delle relative opere di connessione alla RTN, per una potenza complessiva pari a 115,60 MW, ricadente nel Comune di Sant'Agata di Puglia, connesso alla Stazione RTN di Accadia, in provincia di Foggia.

In data 09/11/2023 la Commissione Tecnica PNRR-PNIEC ha espresso **parere favorevole** circa la compatibilità ambientale del Progetto presentato, da ridimensionare per eliminare le interferenze tra gli aerogeneratori per mitigare gli impatti paesaggistici. In particolare, si sono rilevate delle criticità in merito alle interdistanze minime da rispettare di cui al D.M. 10/09/2010.

Tale parere ha condotto il Proponente ad una rimodulazione del Layout, implicando lo spostamento di alcuni aerogeneratori rispetto alle posizioni originarie, al fine di garantire e rispettare le interdistanze tra essi, in conformità con le misure di mitigazioni descritte nel paragrafo 3.2 dell'Allegato 4 del D.M. 10.09.2010, richiamate altresì alla condizione n.3 del Parere CTVA.

Pertanto, il presente documento costituisce una revisione della Relazione Geotecnica consegnata a novembre 2022, che tiene conto delle modeste variazioni delle posizioni di 7 aerogeneratori.

Al fine di una più chiara ed immediata lettura, le modifiche indotte dall'ottimizzazione del layout rispetto quanto già presentato, saranno indicate con una diversa colorazione (blu).

1.2. SCOPO

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 di un progetto di ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente (repowering), sito nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), connesso alla Stazione RTN di Accadia (FG), realizzato con le Concessioni edilizie rilasciate dal Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), n. 24 del 16/12/2003 e n. 4667 del 20/06/2005, e dal Comune di Accadia (FG): n.02 del 13/04/2005, di proprietà della società Fri – El S. Agata srl.

L'impianto eolico esistente è costituito da 36 aerogeneratori, ciascuno con potenza di 2MW, per una potenza totale di impianto pari a 72 MW, diviso in due sottocampi da 20 e 16 aerogeneratori, localizzati rispettivamente in località Ciommarino – Viticone - Palino e in località Piano d'Olivola Pezza del Tesoro, nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), con opere di connessione ricadenti anche nel Comune di Accadia (FG), in quanto il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale nel Comune di Accadia. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito **"Impianto eolico esistente"**.

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, consta invece nell'installazione di 17 aerogeneratori con potenza unitaria di 6,8 MW, per una potenza totale pari a 115,6 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere di connessione restano le medesime dell'Impianto eolico esistente, a meno della sostituzione dei cavidotti interrati MT e l'ammodernamento di due stalli trasformatori all'interno della Stazione Elettrica d'Utenza. Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito **"Progetto di ammodernamento"**.

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell'ambito dello stesso sito in cui è localizzato l'impianto autorizzato ed in esercizio "Parco Eolico Sant'Agata", dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione introdotta dall'art. 32, comma 1 del D.L. n.77/2021 che aggiunge il comma 3-bis all'art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

In particolare, il Parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità d'accesso agli aerogeneratori) ricade interamente nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG) mentre il cavidotto MT attraversa anche il comune di Accadia (FG) per collegare il suddetto impianto alla stazione elettrica di utenza 150/30kV, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 KV alla Stazione RTN di smistamento 150kV, ubicata nel Comune di Accadia (FG).

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84) del progetto di ammodernamento con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		Identificativo catastale		
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella
WTG SGP1NEW	535.952,00	4.559.648,00	Sant'Agata di Puglia	10	121
WTG SGP3NEW_R	536.865,00	4.559.559,00	Sant'Agata di Puglia	10	28-94
WTG SGP5NEW_R	535.801,00	4.558.969,70	Sant'Agata di Puglia	9	108-110
WTG SGP7NEW	536.791,50	4.558.771,00	Sant'Agata di Puglia	10	284
WTG SGP8NEW_R	538.996,20	4.559.295,40	Sant'Agata di Puglia	11	112
WTG SGP10NEW_R	539.450,60	4.559.679,30	Sant'Agata di Puglia	11	397
WTG SGP12NEW	537.421,80	4.558.449,80	Sant'Agata di Puglia	11	385
WTG SGP14NEW_R	537.873,00	4.557.630,00	Sant'Agata di Puglia	12	433
WTG SGP17NEW	538.191,00	4.558.710,00	Sant'Agata di Puglia	11	276-383
WTG SGP18NEW	538.753,00	4.557.903,00	Sant'Agata di Puglia	12	93-94
WTG SGP20NEW	539.328,00	4.557.453,00	Sant'Agata di Puglia	13	72-229
WTG SG01NEW	529.214,80	4.551.457,50	Sant'Agata di Puglia	67	395
WTG SG03NEW	529.792,50	4.550.256,40	Sant'Agata di Puglia	71	560-562
WTG SG05NEW_R	530.389,00	4.549.935,00	Sant'Agata di Puglia	71	132
WTG SG11NEW	529.864,00	4.551.068,00	Sant'Agata di Puglia	72	50-144
WTG SG13NEW_R	530.722,00	4.550.876,00	Sant'Agata di Puglia	74	8-9
WTG SG15NEW	532.005,20	4.550.472,40	Sant'Agata di Puglia	71	568

Tabella 1 – Coordinate in formato UTM (WGS84) e identificativo catastale degli aerogeneratori

Nello specifico, il Progetto di Ammodernamento prevede:

- dismissione dei 36 aerogeneratori (Vestas V80 altezza al mozzo 67m) dell'impianto eolico esistente (potenza in dismissione pari a 72MW) e delle relative opere accessorie, oltre che nella rimozione dei cavidotti attualmente in esercizio;
- realizzazione nelle stesse aree di un nuovo impianto eolico costituito da 17 aerogeneratori e relative opere accessorie per una potenza complessiva di 115,6 MW. In particolare, l'impianto sarà costituito da aerogeneratori della potenza unitaria di 6,8 MW, diametro del rotore di 172 m ed altezza complessiva di 200 m;
- la costruzione di nuovi cavidotti interrati MT in sostituzione di quelli attualmente in esercizio;
- interventi di adeguamento della stazione elettrica d'utenza attraverso la sola sostituzione di due trasformatori 16/20 MVA con due da 40/50 MVA e le relative opere accessorie, mentre l'impianto di utenza e di rete per la connessione resteranno inalterati;
- futura dismissione dell'impianto ammodernato, al termine della sua vita utile.

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nei Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e 175 (Cerignola) della Carta Geologica d'Italia in

scala 1:100.000 e nei quadranti 174 – II – NE (Sant'Agata di Puglia) – 174 – II – NO (Monteleone di Puglia) – 174 – I – SE (Deliceto) e 175 – IV – SO (Ascoli Satriano) 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 della Puglia.

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

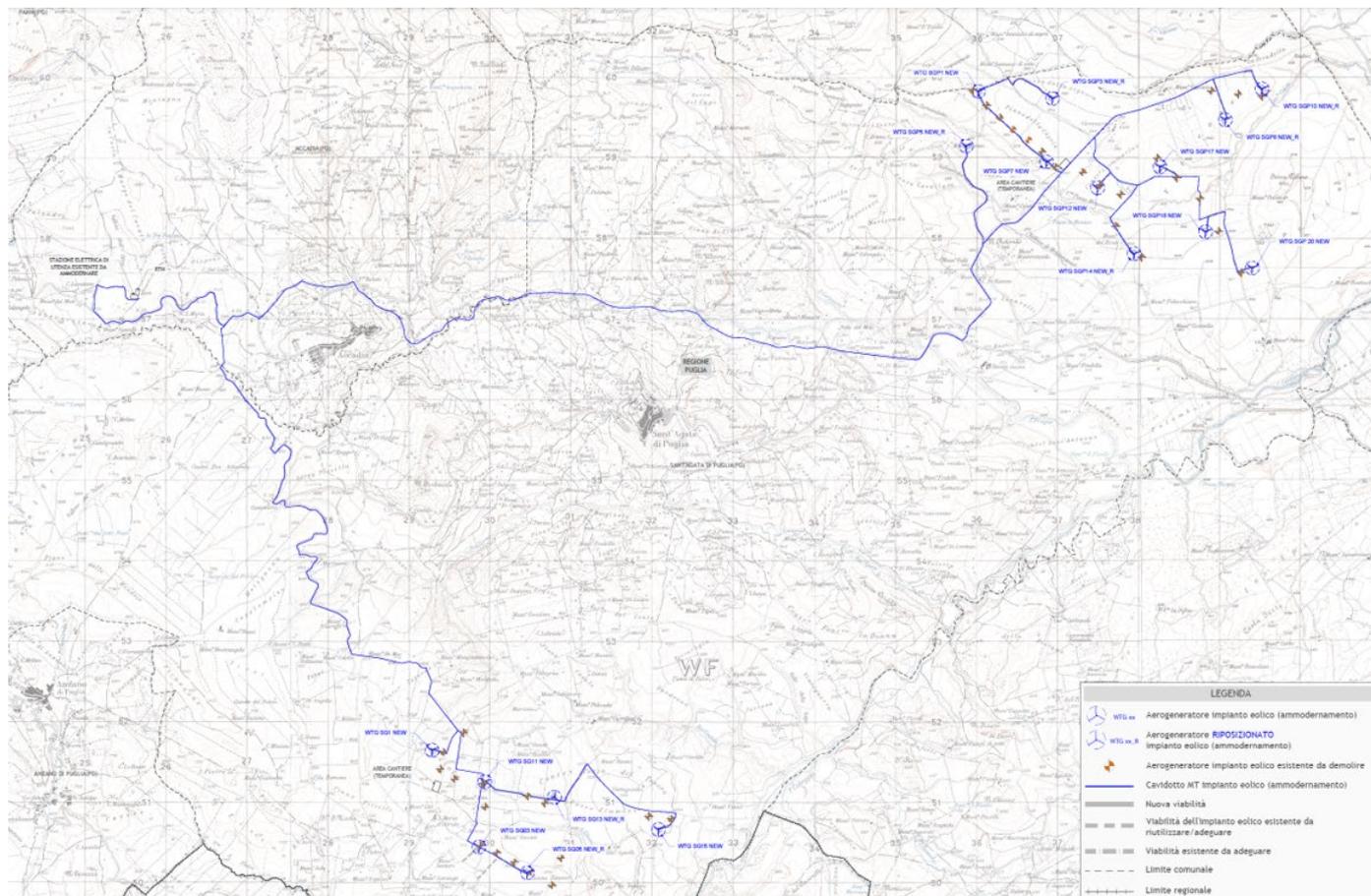


Figura 6 – Corografia d'inquadramento

3 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 delle carte geologiche d'Italia Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e 175 (Cerignola) della Carta Geologica d'Italia 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 indagini geognostiche eseguite nelle immediatamente vicinanze di quella in studio e raccolta di dati bibliografici
4. Esecuzione di una campagna di indagini geognostiche consistenti in:
 - N. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH;
 - N. 3 prove penetrometriche statiche CPT;
 - N. 2 indagini sismiche di superficie di tipo M.A.S.W.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

4.1 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.

Dal punto di vista geostrutturale questo settore appartiene al dominio di Avanfossa adriatica nel tratto che risulta compreso tra i Monti della Daunia e l'altopiano delle Murge.

L'Avanfossa, bacino adiacente ed in parte sottoposto al fronte esterno della Catena appenninica, si è formata a partire dal Pliocene inferiore per progressivo colamento di una depressione tettonica allungata NW-SE, da parte di sedimenti clastici; questo processo, sia pure con evidenze diacroniche, si è concluso alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area.



Schema dei principali domini geodinamici: 1) Limite delle Unità Appenniniche Alloctone; 2) Catena Appenninica ed Arco Calabro; 3) Avanfossa; 4) Avampaese Apulo-Garganico; 5) Bacini Plio-Pleistocenici - Fonte: Zezza et al., 1984)

Il basamento del Tavoliere come pure di gran parte della regione Puglia è caratterizzato da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie, su cui poggiano le coperture plio- pleistoceniche ed oloceniche costituite in particolare da depositi argillosi con livelli di argille sabbiose, con una potenza variabile e decrescente dal margine appenninico verso il Mare Adriatico compresa tra 1000 e 200 metri. L'intera area è inoltre solcata con direzione NO-SE dalle incisioni dei bacini idrografici dei Torrenti Cervaro e Carapelle. L'Appennino Dauno e la Fossa Bradanica fanno parte di un più esteso sistema di foreland thrust belt riconosciuto dal Molise fino al confine calabro-lucano (Mostardini & Merlini, 1986).

Il margine esterno della catena è stato strutturato dai più recenti sovrascorrimenti sui carbonati dell'Avampaese apulo e questi, a loro volta, nella loro migrazione verso Est, hanno dapprima dato origine ad una Avanfossa, la Fossa Bradanica appunto, e successivamente ne hanno controllato la sedimentazione nel corso del Pliocene e di parte del Pleistocene. La geometria del margine interno della Fossa Bradanica è strettamente dipendente dallo sviluppo della catena sud- appenninica sulla placca apula in subduzione verso O-SO; sia la Catena che l'Avanfossa sono attraversate infatti da faglie di trasferimento ad andamento antiappenninico, che individuano diversi blocchi. Due di queste strutture trasversali importanti sono quella della linea del T. Cervaro e della linea del T. Carapelle.

La diversa evoluzione tardo quaternaria del territorio in studio è messo in evidenza anche dalla differente distanza tra il margine interno della Fossa Bradanica ed il fronte compressivo appenninico nei tre blocchi limitati dalle strutture disgiuntive. Il blocco centrale, per il quale è evidente in affioramento la posizione del thrust che ha realizzato l'accavallamento sulle unità bradaniche, è stato anche caratterizzato da un significativo e rapido sollevamento, realizzatosi in più fasi fino al termine del Pleistocene inferiore- inizio Pleistocene medio. La diversità dell'evoluzione dei movimenti verticali è testimoniata anche dalla presenza di morfologie acclivi nel blocco centrale rispetto a quelle dei blocchi nord-occidentale e sud-orientale. L'insieme dei dati stratigrafici relativi all'età delle argille subappenniniche

	<p>1MTGFJ4_RELAZIONE GEOTECNICA E SULLA MODELLAZIONE SISMICA</p> <p><i>Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco Eolico Sant'Agata" da 72MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l'installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 224302_D_R_0112 Rev. 01</p>		

bradaniche e di quelli geodinamico- tettonici che scandiscono l'evoluzione dei tre blocchi permette di attribuire l'inversione di tendenza tra le ultime fasi di subsidenza delle aree di Avanfossa e l'inizio delle fasi di sollevamento ad un limite cronologico che separa i depositi marini appartenenti al ciclo sedimentario subsidente della Fossa Bradanica da quelli che caratterizzano le facies continentali del sollevamento, le quali sono state raggruppate nel Tavoliere di Puglia. L'Unità Tettonica della Daunia è stata riconosciuta corrispondente alla porzione di catena più esterna, nella quale sono state distinte tre unità litostratigrafiche, rappresentate dal Flysh Rosso, Flysch di Faeto e dalle marne argillose di Toppo Capuana, con un intervallo di tempo che va dal Cretacico al Miocene medio- superiore.

Dal punto di vista paleogeografico le formazioni appartenenti all'Unità della Daunia occupano la porzione più esterna del locale margine appenninico, esse derivano dalla deformazione delle successioni più interne riferibili al Bacino Lagonegrese-Molisano (Mostardini & Merlini, 1986) a seguito della migrazione del fronte compressivo della Catena, realizzatasi alla fine dell'Oligocene. Si delinea di conseguenza un nuovo bacino, il Bacino Irpino, limitato ad Est dai carbonati della Piattaforma Apula, nel quale si depositano spessori rilevanti di torbiditi, che sono silicoclastiche e provengono dalla Catena in sollevamento nei settori più interni, mentre sono calciclastiche quelle più esterne a causa degli apporti da aree carbonatiche della Piattaforma Apula.

L'elemento evolutivo di connessione tra il Bacino Lagonegrese-Molisano e quello Irpino è rappresentato dalla continuità stratigrafica tra il flysch numidico ed il flysch di Faeto.

Nel Tortoniano altre fasi deformative coinvolgeranno le unità dell'Avanfossa miocenica nella struttura appenninica. Sulle unità già deformate si accumulano in discordanza i depositi arenacei tortoniano-messiniani di Deliceto. In alcuni punti sull'Unità della Daunia si formano nel corso del Pliocene inferiore e medio alcuni limitati bacini genericamente raggruppati nell'Unità di Ariano Irpino (D'Argenio et alii, 1973) caratterizzati da terrigeni di provenienza appenninica.

Quando nel corso del Pliocene inferiore, durante la fase terminale della strutturazione della Catena, lungo il suo bordo orientale si forma la Fossa Bradanica, si osserva che la sua parte interna e inferiore è caratterizzata dalla deposizione di torbide terrigene sabbioso-siltose, mentre nella parte esterna si riscontra la sedimentazione dell'Unità delle argille subappenniniche.

L'evoluzione sedimentaria e tettonica della Fossa si conclude, alla fine di una fase regressiva medio-pleistocenica, con l'emersione dell'area del Tavoliere di Puglia.

La porzione adriatica della Fossa Bradanica rappresenta un foreland bacino, sviluppato sulla rampa regionale dell'avampaese: l'Avanfossa migra verso oriente per effetto combinato dell'arretramento e abbassamento della rampa carbonatica e dell'avanzamento verso Est delle strutture compressive appenniniche.

Il bacino bradanico si presenta asimmetrico, con un margine appenninico molto acclive ed il margine esterno con minima pendenza; la sedimentazione risente di questa asimmetria ed è perciò diversificata sia per le facies dei depositi, per i loro spessori ed anche per le differenze composizionali mineralogiche e petrografiche. La sedimentazione pelagica nel Bacino prosegue anche per parte del Pleistocene inferiore, con caratteri di progressiva regressione testimoniati da facies siltose con foraminiferi bentonici di piattaforma.

Verso la fine del Pleistocene inferiore l'evoluzione del sistema Avanfossa-Avampaese produce una importante modifica del bacino, che da fortemente subsidente, si evolve in area a rapido sollevamento, con una graduale regressione verso la linea di costa adriatica. Con il progressivo ampliamento di aree emerse verso oriente, si vengono a creare dei depositi sabbioso-conglomeratici regressivi in facies di spiaggia, sempre più recenti verso oriente. Tali depositi sono conservati in modeste lembi solo nella zona del centro abitato di Ascoli Satriano, altrove i loro esigui spessori sono stati asportati dall'erosione.

L'evoluzione tardo quaternaria di questo tratto di Tavoliere è condizionata dai processi morfogenetici del Pleistocene medio e superiore, durante i quali, in relazione anche a variazioni cicliche del clima, si alternano fasi deposizionali a fasi erosionali.

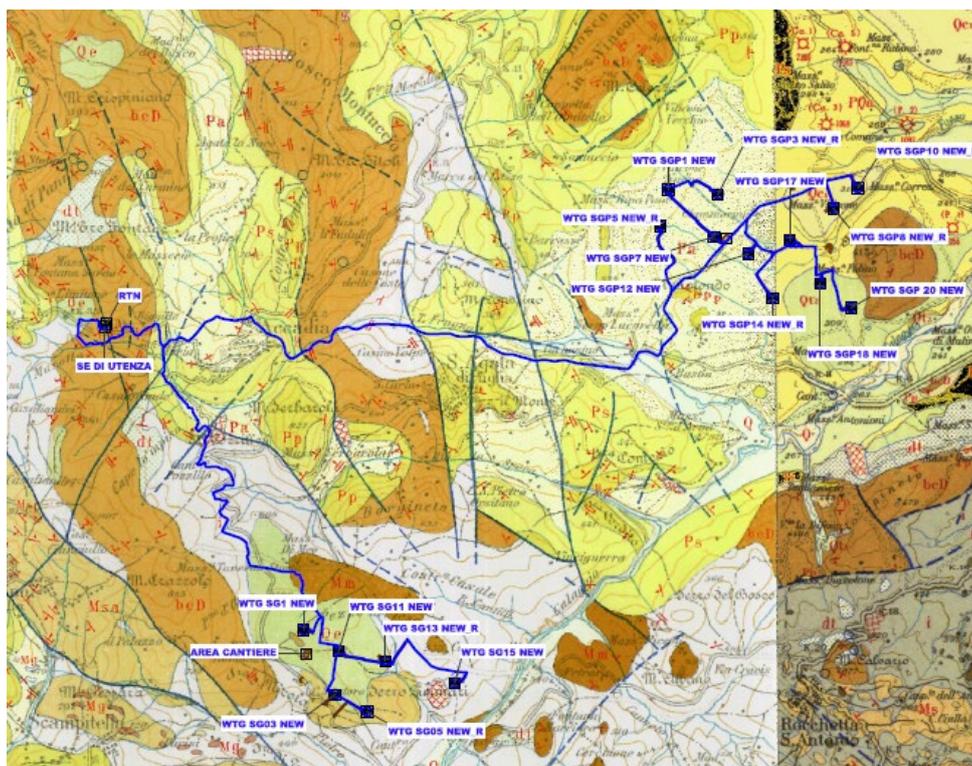
Durante i periodi di accumulo sedimentario si formano numerose conoidi alluvionali, inoltre la ciclicità di episodi di sedimentazione e di fasi erosive ha determinato la formazione di diversi ordini di depositi alluvionali terrazzati discordanti sulle argille marine, a volte caratterizzati da una porzione basale con caratteri di facies di spiaggia.

4.2 GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO

Dalla disamina delle carte geologiche in scala 1:100.000 – Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e 175 (Cerignola) della Carta Geologica d'Italia in

scala 1:100.000 e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo si evince che l'intero parco eolico e le relative opere connesse attraversa una serie di formazioni geologiche delle quali di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi del parco corrispondono:

- (Qe) – Quaternario – Alluvioni recenti e attuali, superfici spianate spesso residue di antiche morfologie fluviali, ricoperte da terreni eluviali misti ad elementi vulcanici – (WTG SG1 NEW– WTG SG03 NEW– **WTG SG05 NEW_R**– WTG SG11 NEW – **WTG SG 13 NEW_R**– Porzione di cavidotto)
- (Pa) – Pliocene – Argille e argille sabbiose grigie e giallastre. – (Aerogeneratori WTG SGP1 NEW– **WTG SGP03 NEW_R** – **WTG SGP5 NEW_R**– WTG SGP7 NEW– WTG SGP12 NEW– **WTG SGP14 NEW_R**– Porzione di cavidotto)
- (bcD) – Miocene – Formazione della Daunia – Breccie e brecciole, calcareniti alternate a marne ed argille varicolori; argille e marne siltose, calcari pulverulenti, arenarie giallastre e puddinghe poligeniche – (Stazione elettrica di utenza, Stazione RTN – Porzione di cavidotto)
- (i) – Complesso indifferenziato – Argille e marne prevalentemente siltose, grigie e varicolori con intercalazioni di strati calcarei, calcareo marnosi e calcarenitici - (Porzione di cavidotto – Aerogeneratori WTG SG15 NEW)
- (Qt2) – Pleistocene – Ghiaie sabbiose e sabbie localmente torbose, terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle – (Aerogeneratore WTG SGP18 NEW– WTG SGP20 NEW– Porzione di cavidotto)
- (Qc1) - Pleistocene – Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementate con intercalazioni di sabbie ed arenarie. (Aerogeneratori **WTGSGP 08 NEW_R**– **WTG SGP10 NEW_R**- Porzione di cavidotto)
- (PQa) – Pliocene - Calabriano – Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.- (Aerogeneratore WTG SGP17 NEW- Porzione di cavidotto)



*Stralcio Carte Geologiche (1:100.000) d'Italia foglio Campobasso n.162
Foglio 174 Ariano Irpino – Foglio 175 Cerignola
con ubicazione dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico*

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

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

5.1 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 spinta fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 1.80 a 10.80 m dal piano campagna
- N. 3 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino al rifiuto strumentale attestatosi a profondità comprese tra 3.60 m e 12.00 m dal piano campagna
- N. 2 indagini sismiche MASW

In allegato si riportano le planimetrie con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite.

5.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH

5.2.1 GENERALITA'

Nel corso della campagna di indagini geognostiche sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche pesanti denominate DPSH 01, DPSH 1 Bis e DPSH 02, spinte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale avvenuto a profondità variabili da 1.80 m a 10.80 m per un totale di 26.40 metri di investigazione.



Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 01



Prova Penetrometrica Dinamica Pesante DPSH 02

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).

5.2.2 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

5.2.3 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 (Rp), la resistenza a rottura non drenata che, opportunamente correlata, permette di quantificare l'angolo di attrito interno medio (ϕ) e la coesione non drenata (Cu), il modulo edometrico (Eed) che fornisce le indicazioni sulla compressibilità dei terreni, la densità relativa (Dr) per la determinazione dello stato di addensamento dei terreni. Le caratteristiche geotecniche dei vari strati individuati vengono riportate, per ogni prova, in una tabella riassuntiva insieme al grafico e al listato del numero di colpi misurati ogni 30 cm.

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

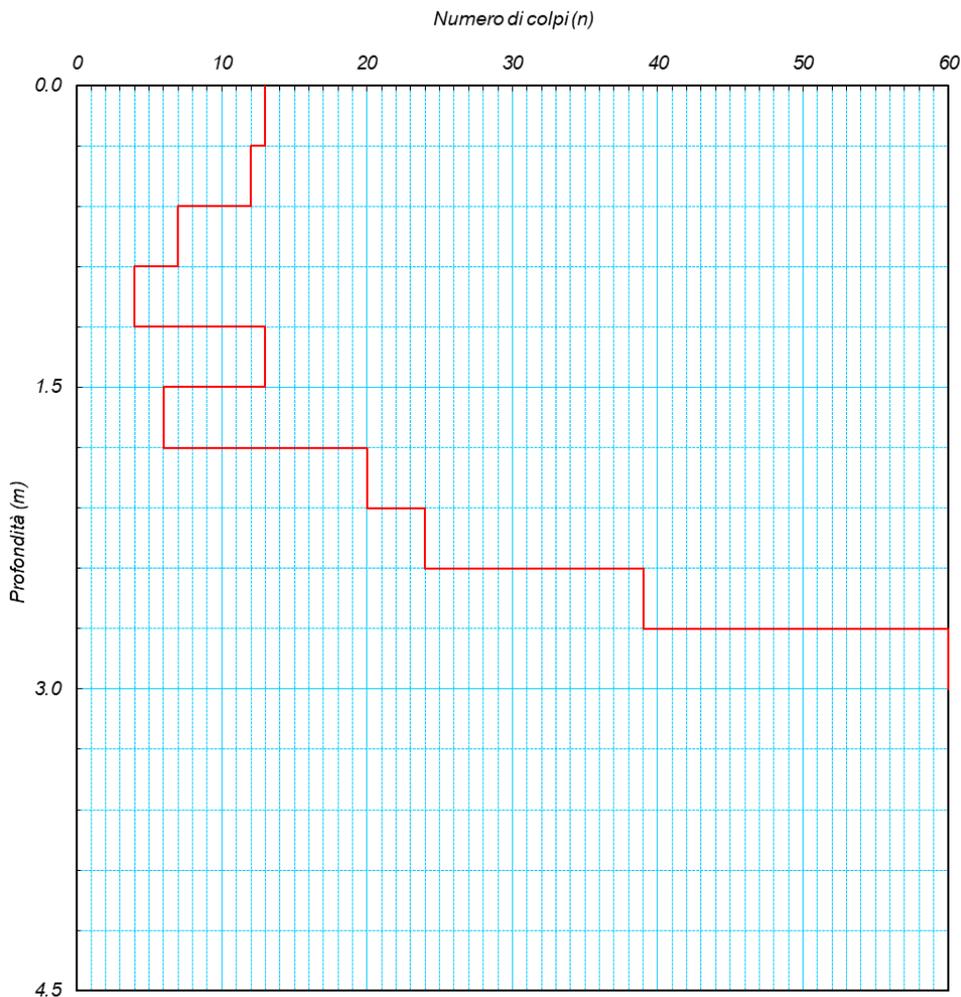


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 01 eseguita nella zona dell'impianto

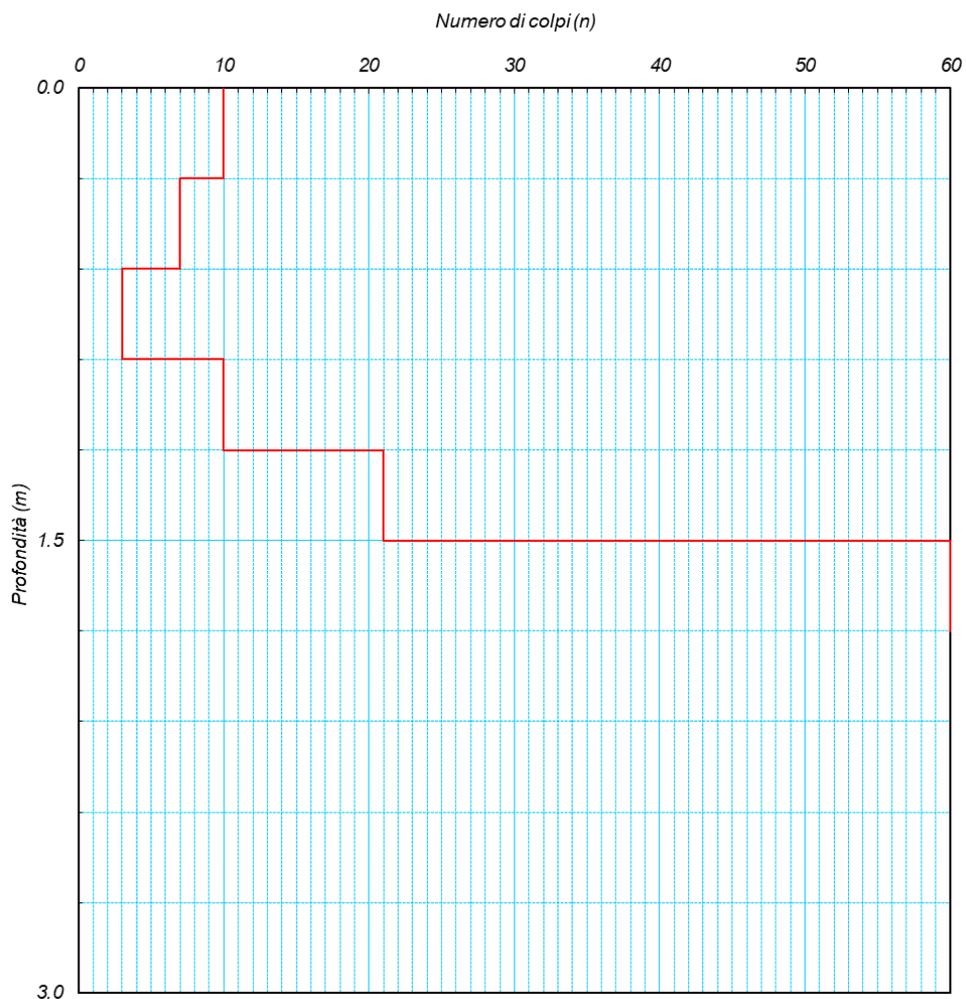


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 01 Bis eseguita nella zona dell'impianto

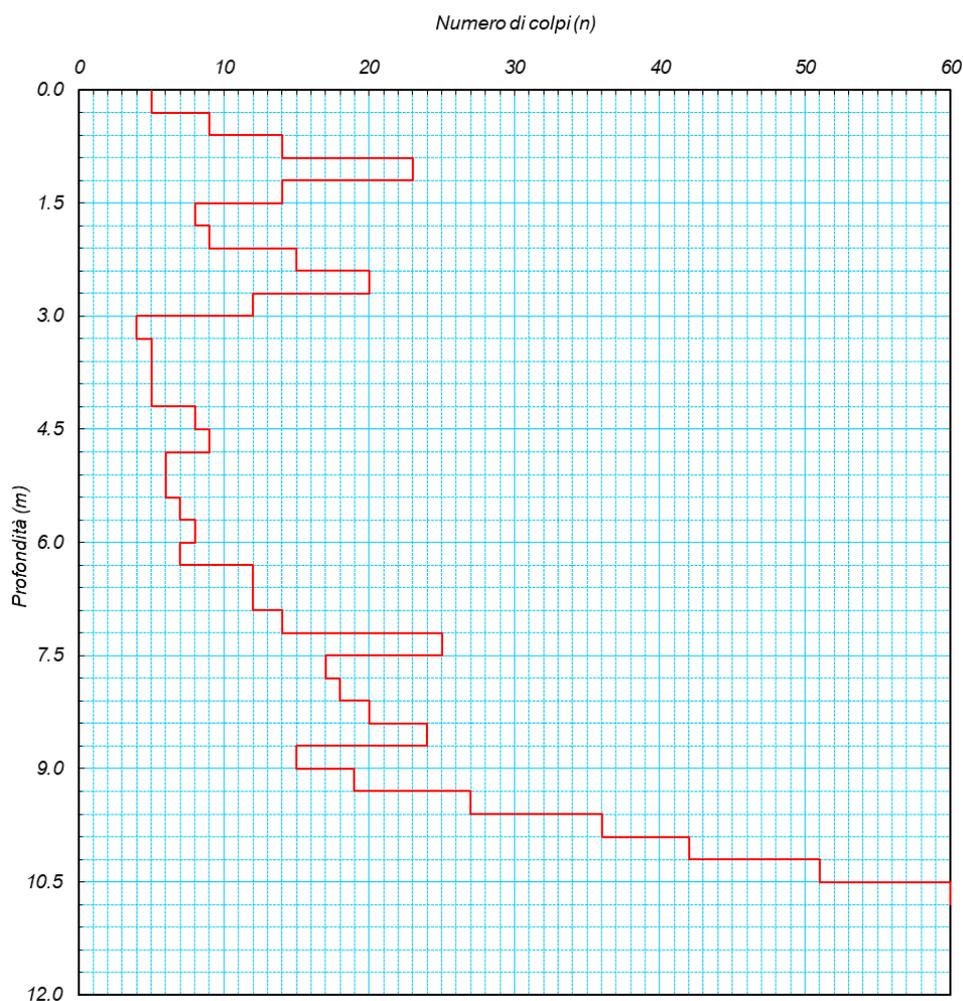


Grafico N.Colpi/ Profondità della prova DPSH 02 eseguita nella zona dell'impianto

5.3 PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

Nel corso della campagna di indagini geognostiche, sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche statiche CPT spinte tutte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale.

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



Prova penetrometrica statica CPT 01



Prova penetrometrica statica CPT 02

*Prova penetrometrica statica CPT 03*

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

- • *Area trasversale della punta = 10 cm²*
- • *Angolo di apertura del cono = 60°*
- • *Superficie laterale del manicotto = 150 cm²*
- *Sulle aste cave è applicato un anello allargatore allo scopo di diminuire l'attrito del terreno sulla batteria di aste e facilitare l'approfondimento a parità di spinta disponibile.*

5.3.1 IL DISPOSITIVO DI MISURA

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

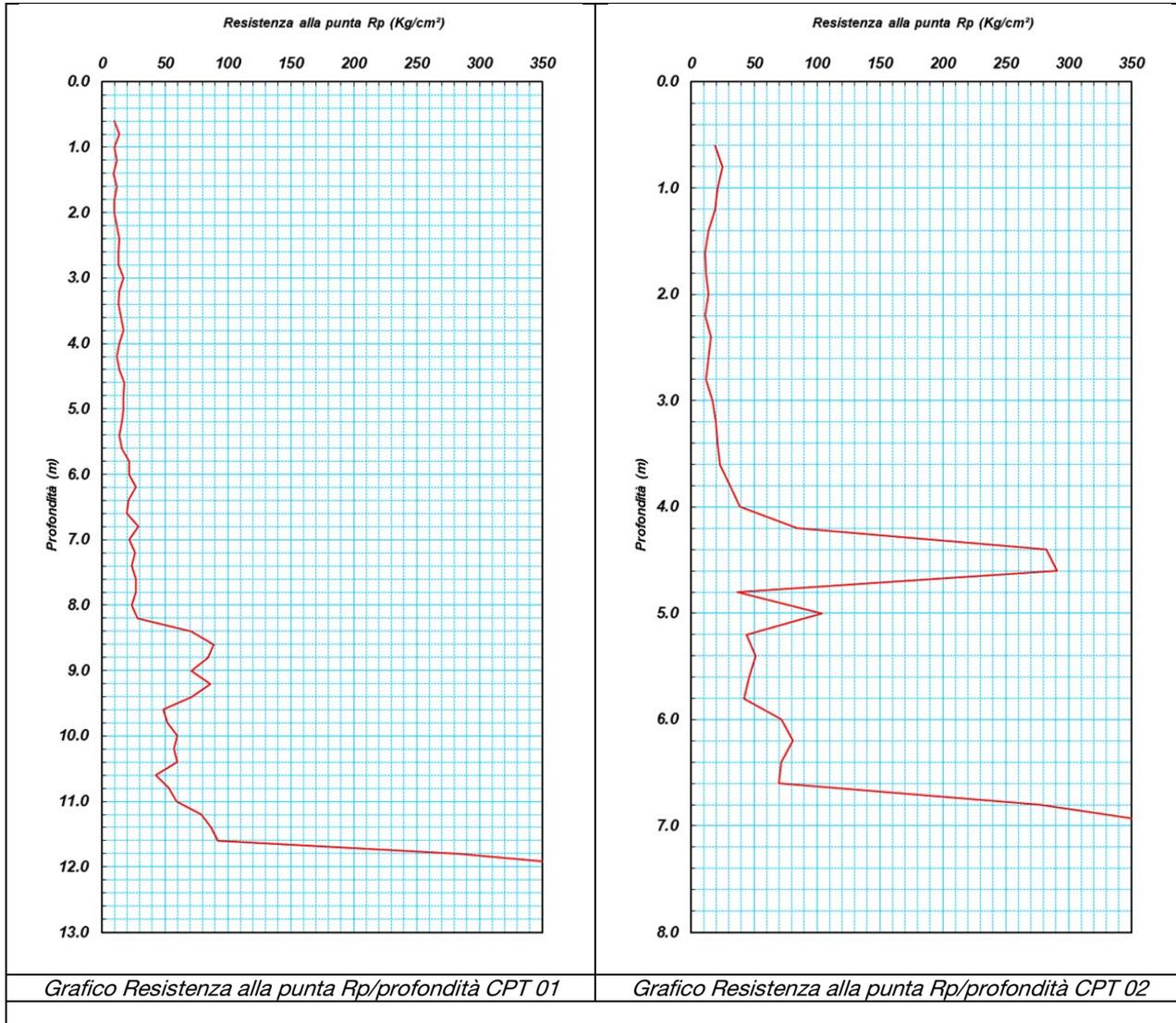
5.3.2 IL DISPOSITIVO DI SPINTA

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

5.3.3 LA PROVA

Nel penetrometro meccanico la colonna di aste che fa avanzare la punta è protetta da una tubazione di rivestimento. L'esecuzione delle prove consente di ottenere valide informazioni ai fini della ricostruzione dei profili stratigrafici e geotecnici; infatti dal rapporto tra la

resistenza laterale locale (Rll) e la resistenza all'avanzamento della punta (Rp) è possibile, mediante correlazione, risalire con una certa approssimazione alla natura dei terreni attraversati ed alle loro caratteristiche geotecniche quali angolo di attrito (ϕ), densità relativa (Dr), coesione (c) e modulo edometrico (Eed). In allegato, viene riportata l'elaborazione delle prove sia sotto forma di diagrammi che di tabulato dei valori rilevati alla centralina nonché quelli derivanti dall'elaborazione.



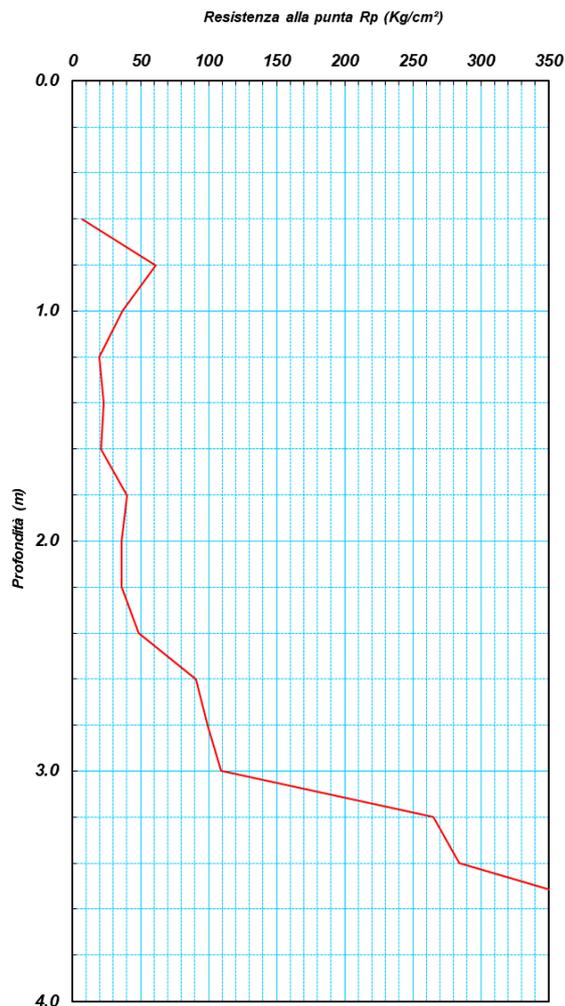


Grafico Resistenza alla punta Rp/profondità CPT 03

5.4 INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Nel corso della campagna di indagini geognostiche sono state eseguite tre 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*

5.4.1 ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

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

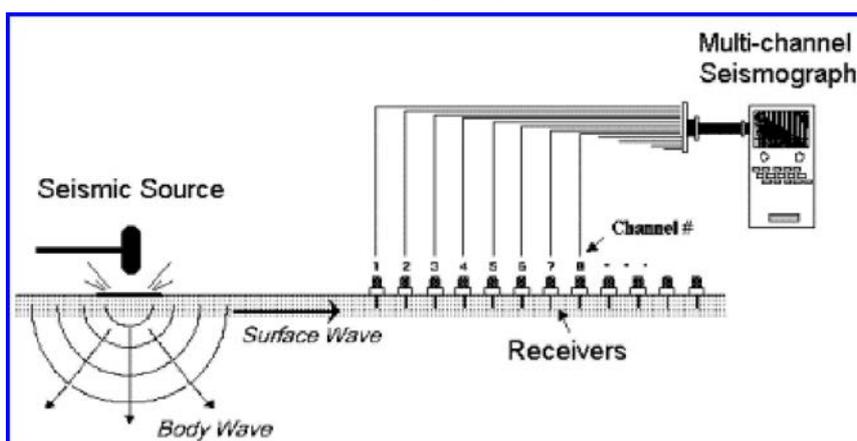
Questa proprietà si chiama dispersione.

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

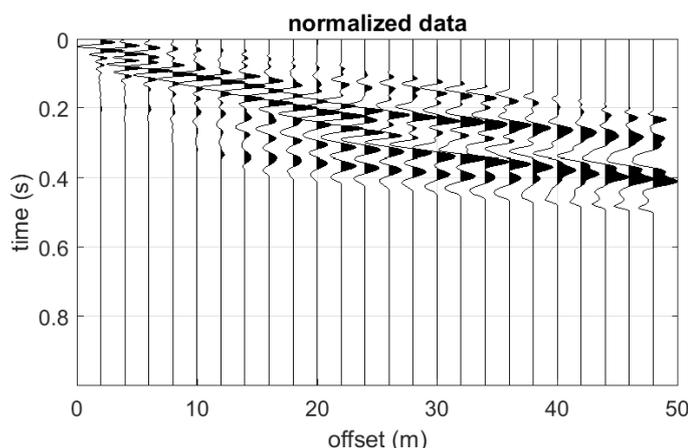
La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri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

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

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;*

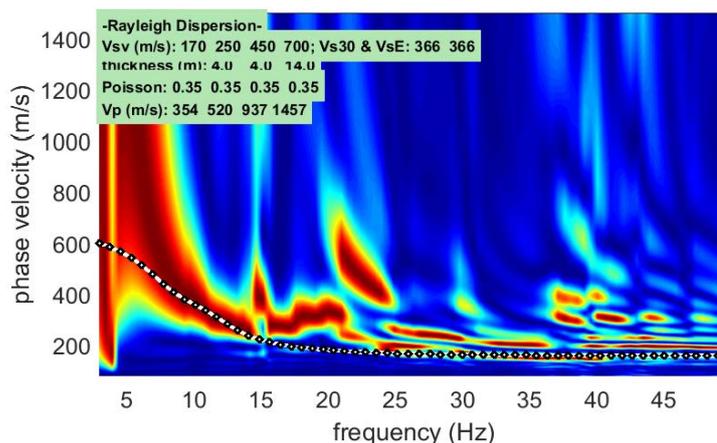


Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.



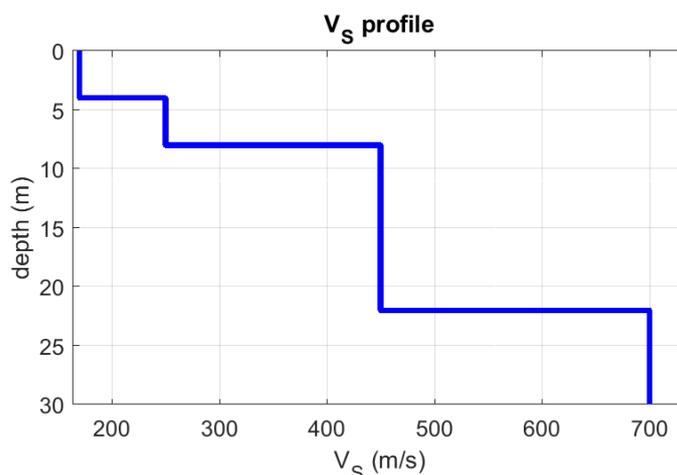
Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento tipo.

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

5.4.2 STRUMENTAZIONE ADOPERATA

La strumentazione geosismica utilizzata comprende:

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



Sismografo Pasi 16S24

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



Geofono

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

5.4.3 DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO

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

6 MODELLAZIONE SISMICA

6.1 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

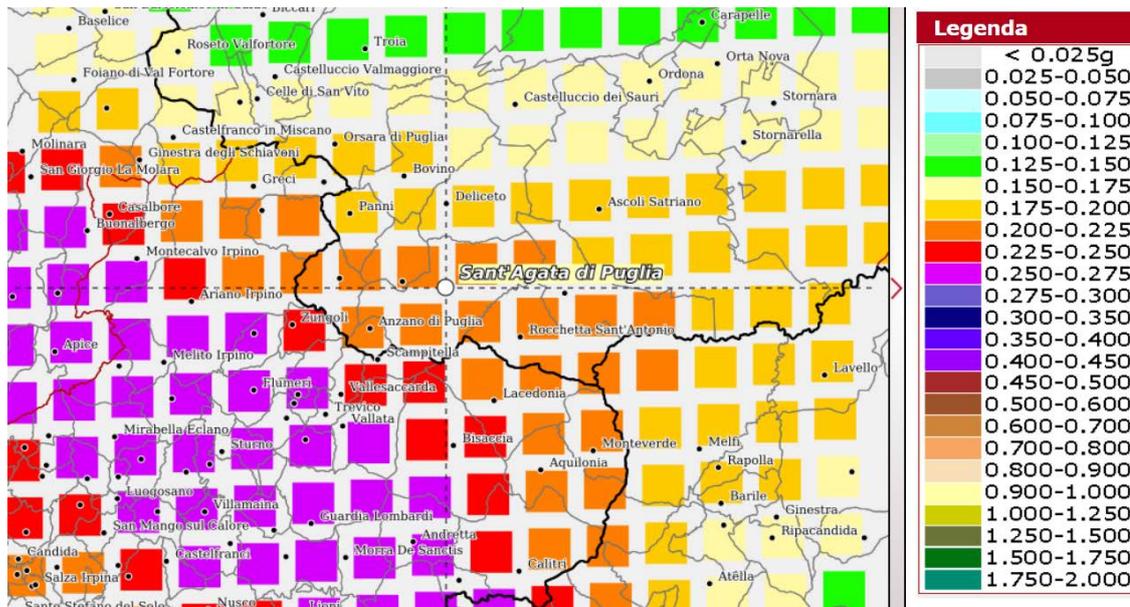
I comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG), con D.G.R. n. 1626 del 15/09/2009 che approvò l'aggiornamento della classifica sismica, vennero classificati di categoria 1.

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_0 e T_c da utilizzare per la risposta sismica del sito sono riferiti al substrato, inteso come litotipo con $V_s > 800$ m/sec.

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

Di seguito si riporta la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il comune di Sant'Agata di Puglia nel quale ricadono i 17 aerogeneratori da installare.



Comune di Sant'Agata di Puglia (FG) - Aerogeneratori WTG SGP1NEW-WTG SGP3NEW-WTG SGP5NEW-WTG SGP7NEW-WTG SGP8NEW-WTG SGP10NEW-WTG SGP12NEW-WTG SGP14NEW-WTG SGP17NEW-WTG SGP18NEW-WTG SGP20NEW-WTG SG01NEW-WTG SG03NEW-WTG SG05NEW-WTG SG11NEW-WTG SG13NEW-WTG SG15NEW

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 0.200 e 0.225 g (g espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi) - ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

La disaggregazione dei valori di ag con la medesima probabilità di eccedenza, mostra come il contributo percentualmente maggiore alla pericolosità sismica di base per il parco eolico in esame, sia determinato da sismi con magnitudo massima pari a 5.97 con epicentri individuati ad una distanza di 12.50 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 ag e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, sopra definito, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

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

- ag il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- Fo e Tc i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento, previste dalle NTC, scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è impostata operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

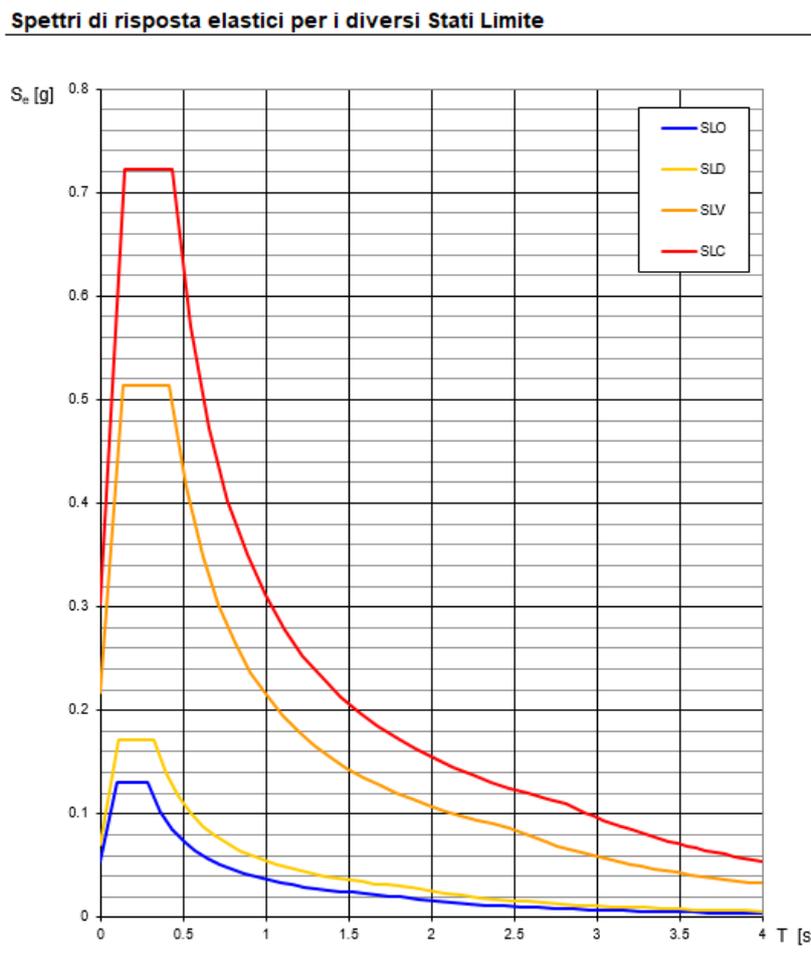
Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare: la vita di riferimento VR della costruzione, le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR, associate a ciascuno degli stati limite considerati.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

Considerando che le aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alle categorie sismiche C e B e alla categoria topografica T1, si riportano i valori di tali parametri ai vari stati limite previsti dalla normativa, (SLO stato limite di operatività, SLD stato limite di danno, SLV stato limite di salvaguardia della vita, SLC stato limite di prevenzione del collasso), calcolati sia all'interno del settore in cui verranno realizzati gli aerogeneratori WTGSG01NEW - WTGSG03NEW - WTGSG05NEW - WTGSG11NEW - WTGSG13NEW - WTGSG15NEW, sia all'interno del settore in cui verranno realizzati gli aerogeneratori WTGSGP1NEW - WTGSGP3NEW - WTGSGP5NEW - WTGSGP7NEW - WTGSGP8NEW - WTGSGP10NEW - WTGSGP12NEW - WTGSGP14NEW - WTGSGP17NEW - WTGSGP18NEW - WTGSGP20NEW.

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

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.054	2.406	0.283
SLD	50	0.070	2.458	0.318
SLV	475	0.218	2.362	0.417
SLC	975	0.303	2.384	0.428

Gli stessi valori sono di seguito riportati sotto forma di grafico



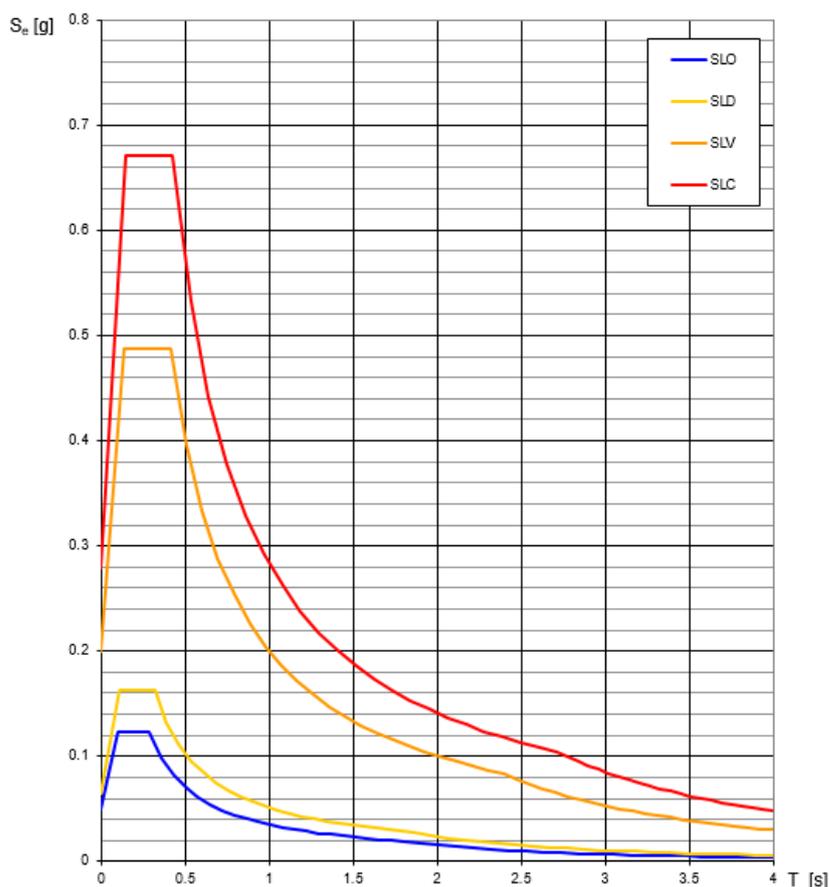
Grafici spettri di risposta per i diversi stati limite
(aerogeneratori WTGSG01NEW - WTGSG03NEW - WTGSG05NEW
WTGSG11NEW - WTGSG13NEW - WTGSG15NEW)

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

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.050	2.437	0.286
SLD	50	0.064	2.543	0.316
SLV	475	0.200	2.438	0.411
SLC	975	0.279	2.403	0.421

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
 (aerogeneratori WTG SGP1NEW - WTG SGP3NEW - WTG SGP5NEW
 WTG SGP7NEW - WTG SGP8NEW - WTG SGP10NEW
 WTG SGP12NEW - WTG SGP14NEW - WTG SGP17NEW
 WTG SGP18NEW - WTG SGP20NEW)

6.2 RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW

I risultati delle indagini sismiche MASW, riportati negli allegati sia in forma numerica che grafica presentano velocità delle onde di taglio compatibili con le litologie presenti. Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$, è definito dall'espressione:

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

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

Per la prova MASW M1, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore WTG SG 15, il $V_{s,eq}$ calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 366 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	4.00	170	0.0235
4.00	8.00	250	0.0160
8.00	22.00	450	0.0311
22.00	35.00	700	0.0186

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M1

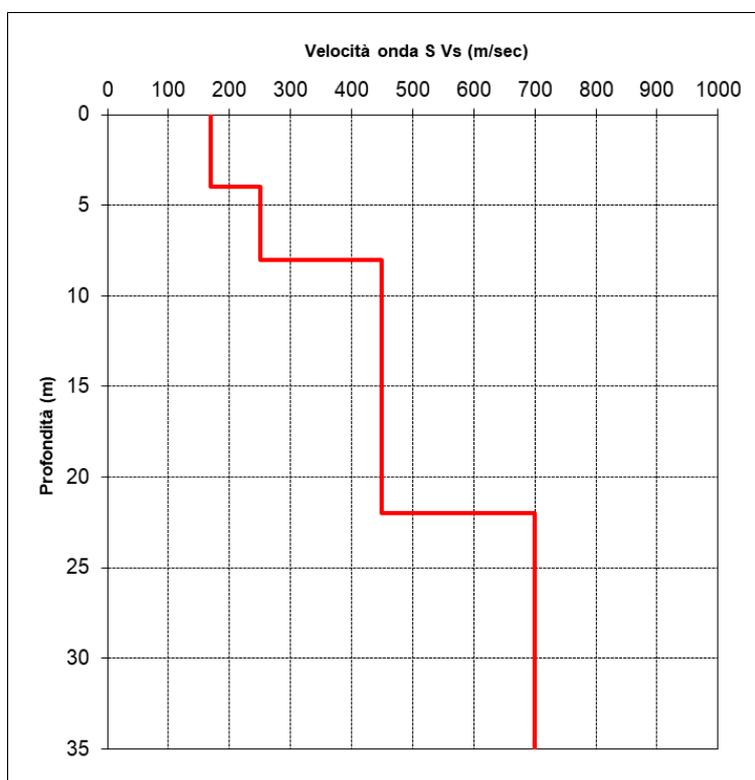


Grafico velocità-profondità dal MASW M1

Per la prova MASW M2, eseguita nelle aree limitrofe che ospiteranno l'aerogeneratore WTG SGP 20, il $V_{s,eq}$ calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 329 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	6.00	160	0.0375
6.00	10.00	300	0.0133
10.00	20.00	400	0.0250
20.00	35.00	650	0.0231

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M2

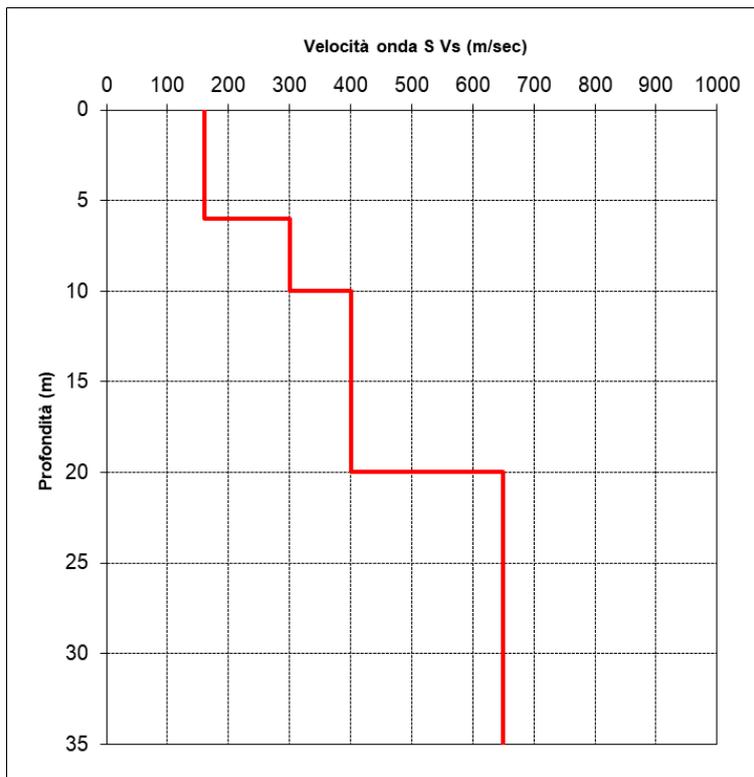


Grafico velocità-profondità dal MASW M2

6.3 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 Vseq attribuibili alle categorie di suolo C e B.

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

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

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

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categorie di sottosuolo sismico per l'approccio semplificato

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

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

Espressioni di S_s e C_c

6.4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

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

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

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

Per ciò che concerne l'area in studio, considerando che il parco eolico ricoprirà un'area più o meno estesa caratterizzata da morfologie piuttosto variegata, dall'analisi dei valori di inclinazione media dei tratti di versante e/o dorsale collinare ove andranno posizionati gli aerogeneratori e le opere connesse il coefficiente topografico da adottare è quello relativo alla categoria topografica T1.

7 MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

7.1 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 1.80 m a 10.80 m per un totale di 26.40 metri di investigazione.
- N. 3 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino al rifiuto strumentale attestatosi a profondità comprese tra 3.60 m e 12.00 m dal piano campagna per un totale di 22.80 metri di investigazione.

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 alluvionali a granulometria variabile da sabbioso limosa a argilloso limosa per gli aerogeneratori WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - [WTG SG5 NEW_R](#) - WTG SG11 NEW - [WTG SG13 NEW_R](#) - WTG SG15 NEW e depositi sabbioso argillosi, argilloso sabbiosi, argilloso marnosi grigio azzurrognoli passanti a conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni con intercalazioni di sabbie ed arenarie per gli aerogeneratori WTG SGP1 NEW-[WTG SGP03 NEW_R](#)-[WTG SGP05 NEW_R](#)-WTG SGP7 NEW-[WTG SGP8 NEW_R](#)-[WTG SGP10 NEW_R](#)-WTG SGP12 NEW-[WTG SGP14 NEW_R](#)-WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW.

7.2 INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DPSH 01- 01BIS - CPT 03

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno i futuri aerogeneratori [WTG SGP1 NEW](#)-[WTG SGP03 NEW_R](#)-[WTG SGP05 NEW_R](#)-WTG SGP7 NEW-[WTG SGP8 NEW_R](#)-[WTG SGP10 NEW_R](#)-WTG SGP12 NEW-[WTG SGP14 NEW_R](#)-WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW, sono state prese in considerazione, sia le prove penetrometriche DPSH 01, 01 Bis e DPSH 02, sia la prova penetrometrica statica CPT 3, in quanto tutte eseguite nell'ambito dell'area di sedime che ospiterà gli aerogeneratori suddetti.

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

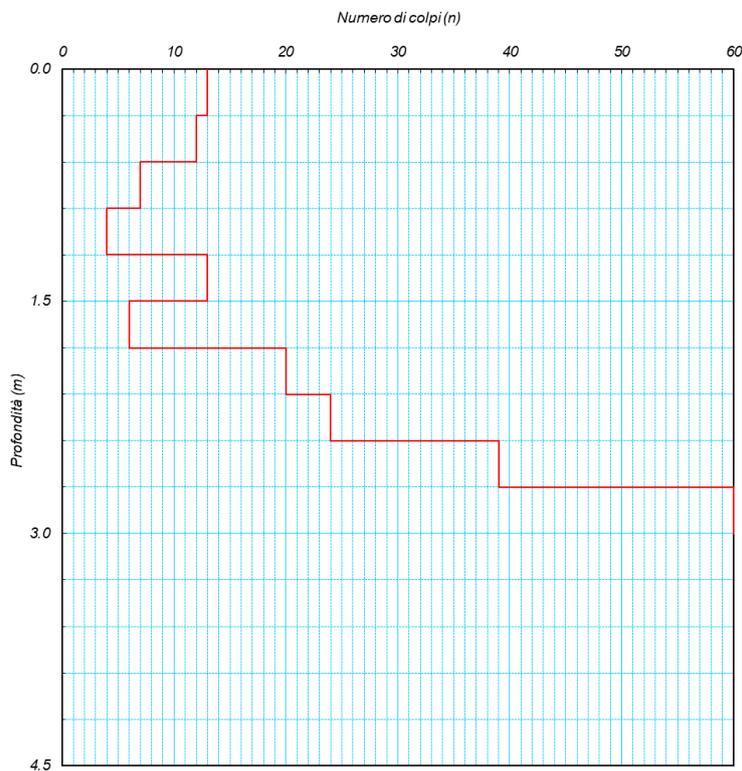


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 01

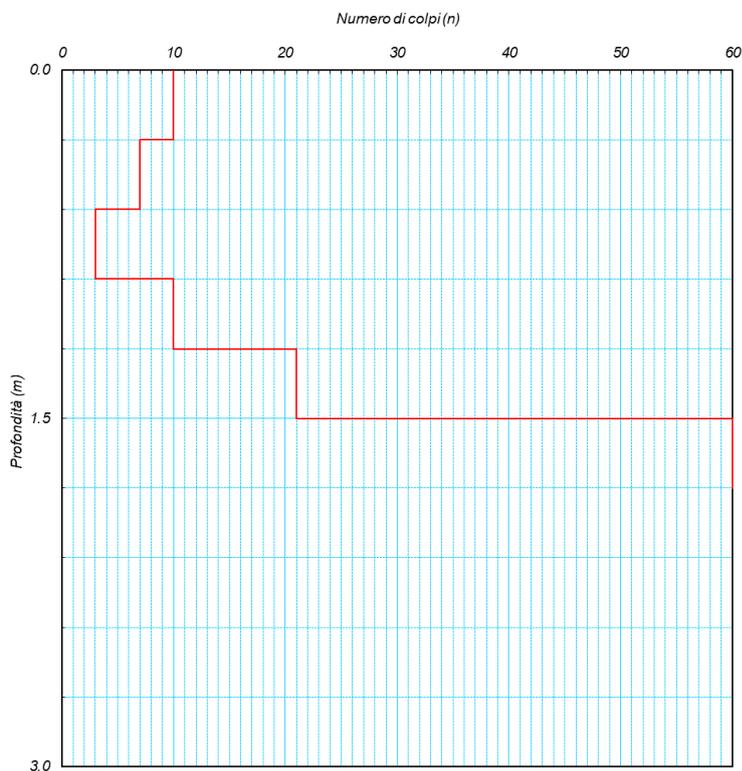


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 01 Bis

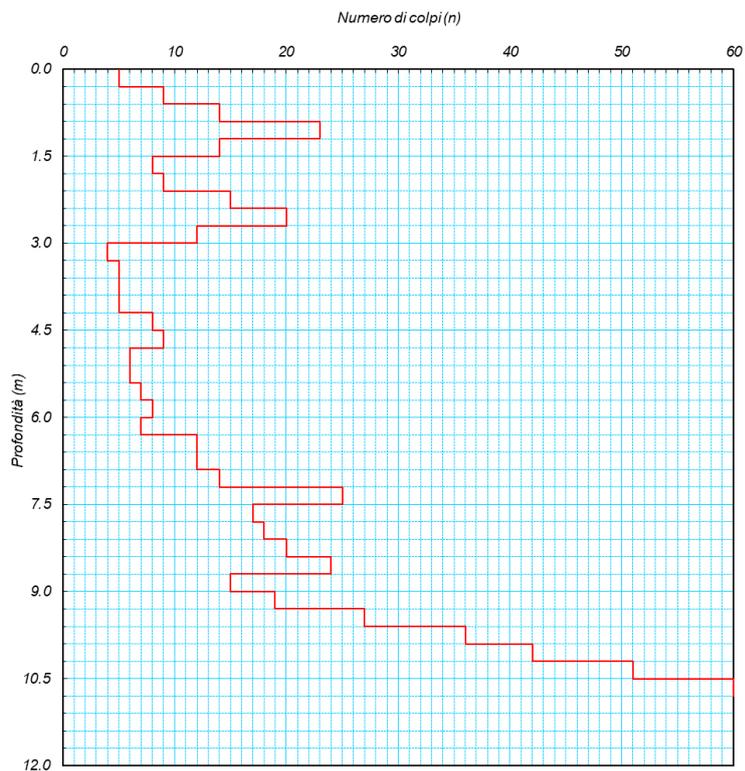


Grafico N.Colpi/ Profondità prova DPSH 02

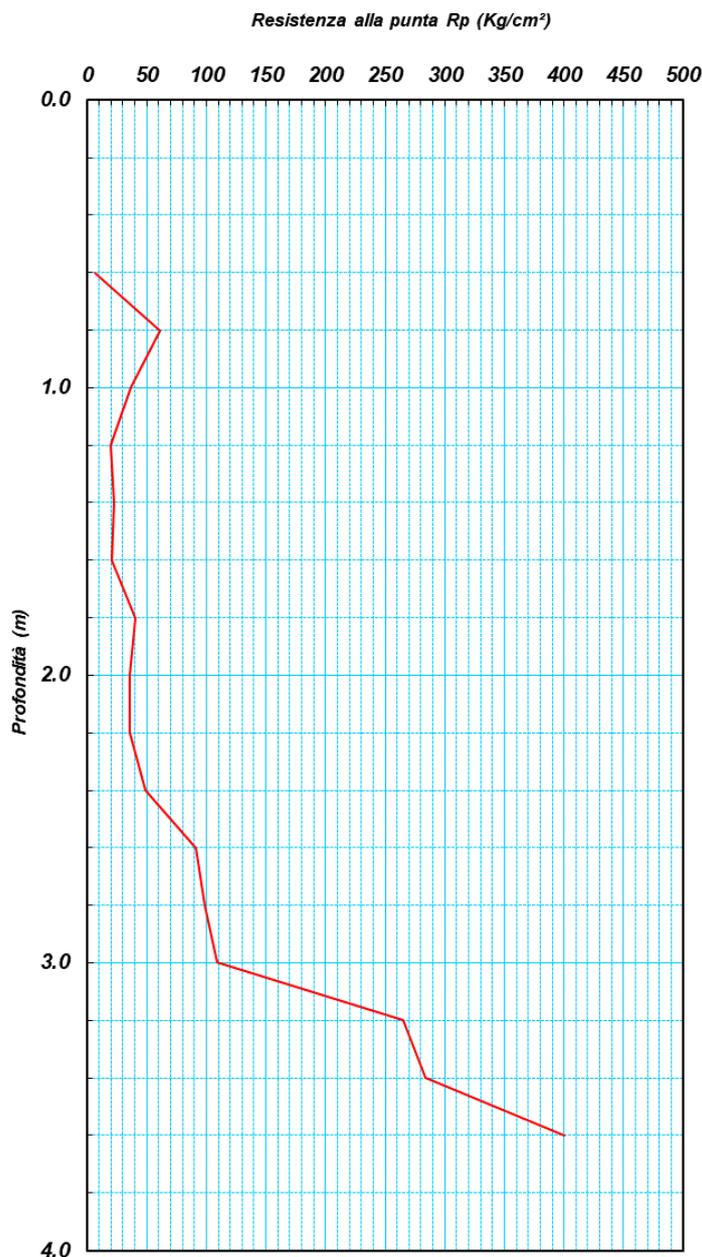


Grafico Resistenza alla punta R_p / Profondità prova CPT03

Come è possibile evincere dai grafici surriportati, dalle prove eseguite emerge una sostanziale eterogeneità tessiturale tipica dei materiali caratteristici dell'area in esame, passando da litologie coesive a granulometria argilloso limoso sabbiosa con inclusi litici eterometrici calcarei e calcareo marnosi presenti sottoforma sia di livelli che distribuiti in maniera diffusa, per le prove penetrometriche DPSH 01, DPSH 01 Bis e CPT 03, a litologie incoerenti costituite da ghiaie da parzialmente cementate a cementate con intercalazioni di livelli sabbiosi da poco a moderatamente addensati per la prova penetrometrica DPSH 02.

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	1.80
Profondità finale (m)	1.80	3.00
Potenza dello strato (m)	1.80	1.20
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.90	2.00
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.34	0.60
Media numero colpi (N)	9	36
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	32.00	113.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	32	>38
Densità relativa (%)	53	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	96	339
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	86	179
Stato di addensamento	S	D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	1.58	5.62
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	70.00	248.00
Grado di sovracons. OCR (-)	2.89	3.12
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	7770	22'911
Stato di consistenza	C	D

LEGENDA

Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

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

Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

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

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 01

Prova (n): DPSH 01 Bis

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2
Profondità iniziale (m)	0.00	1.50
Profondità finale (m)	1.50	1.80
Potenza dello strato (m)	1.50	0.30
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.90	2.00
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.29	0.36
Media numero colpi (N)	10	60
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	34.00	162.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	32	>38
Densità relativa (%)	56	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	102	486
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	72	107
Stato di addensamento	M	M D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	1.69	8.08
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	74.00	356.00
Grado di sovracons. OCR (-)	4.73	14.03
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	8'436	34'126
Stato di consistenza	C	D

LEGENDA

Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

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

Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

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

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 01 Bis

Prova (n): DPSH 02

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

DATI GENERALI

Strato (n)	1	2	3	4
Profondità iniziale (m)	0.00	3.00	6.30	9.30
Profondità finale (m)	3.00	6.30	9.30	10.80
Potenza dello strato (m)	3.00	3.30	3.00	1.50
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1.60	1.50	1.70	1.90
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0.48	0.95	1.58	2.05
Media numero colpi (N)	13	6	18	43
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	46.00	23.00	49.00	107.00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	33	31	35	>38
Densità relativa (%)	64	43	74	100
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	138	69	147	321
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	124	230	434	611
Stato di addensamento	M	S	M	D

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm ²)	2.28	1.10	2.37	5.25
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	101.00	50.00	107.00	235.00
Grado di sovracons. OCR (-)	1.58	0.15	0.12	0.16
Mod. di taglio dinam. (t/m ²)	10'352	5'664	13'343	26'317
Stato di consistenza	C	Med	M C	D

LEGENDA

Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

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

Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

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

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica DPSH 02

Prova (n): CPT 03

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato da (n)	Profondità (m)	Peso di vol. (g/cm ³)	Media Rp (Kg/cm ²)	Media RII (Kg/cm ²)	Media Rp/RII (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	Definizione della litologia
1	0.0 - 2.4	1.90	33.00	2.19	15.1	30	1.48	44	99	Argille e limi argill.
2	2.4 - 3.6	2.00	208.00	9.49	21.9	>38	9.43	100	624	Argille e limi argill.

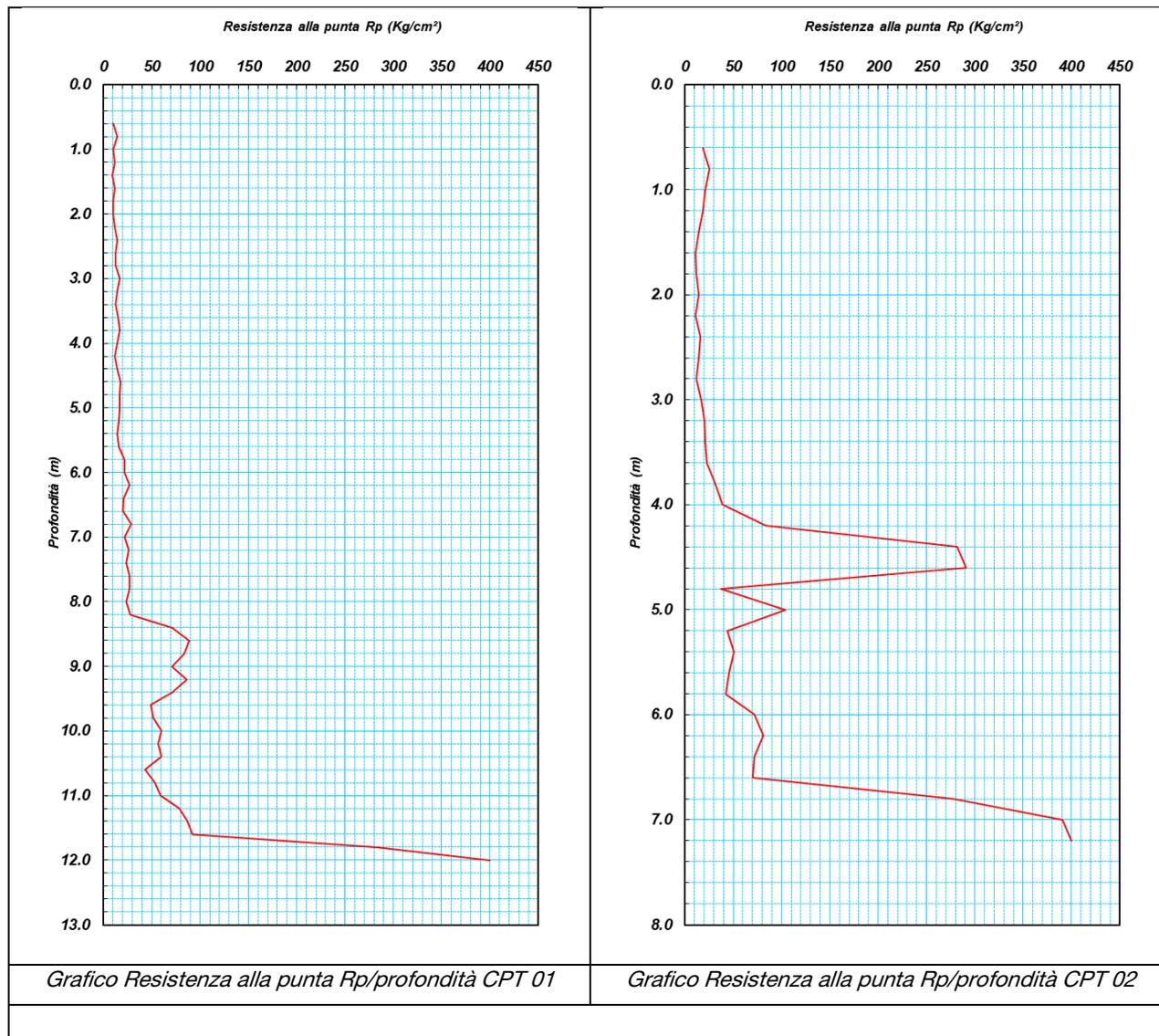
Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica CPT 03

7.2.1 INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE CPT 01 – CPT 02

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno gli aerogeneratori WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R - WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW sono state prese in considerazione le prove penetrometriche CPT 01 e CPT 02, in quanto tutte eseguite nell'ambito dell'area di sedime che ospiterà gli aerogeneratori suddetti.

Le 2 prove penetrometriche sono state spinte fino al raggiungimento del rifiuto strumentale attestatosi a profondità comprese tra 7.20 m e 12.00 m dal piano campagna per un totale di 19.20 metri di investigazione.

Di seguito si riporta il grafico della resistenza alla punta Rp/Profondità delle prove eseguite.



Si riportano le tabelle dei parametri geotecnici ricavati:

Prova (n): CPT 01

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato (n)	Profond. da (m)	Peso di vol. a (g/cm ³)	Media Rp (Kg/cm ²)	Media RII (Kg/cm ²)	Media Rp/RII (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	Definizione della litologia
1	0.0 - 5.6	1.60	14.00	0.77	18.1	24	0.60	3	42	Argille e limi argill.
2	5.6 - 8.2	1.70	25.00	1.74	14.4	26	1.09	19	75	Torbe
3	8.2 - 11.0	1.90	62.00	3.94	15.7	30	2.75	44	186	Argille e limi argill.
4	11.0 - 12.0	2.00	188.00	8.48	22.2	35	8.46	80	564	Argille e limi argill.

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica CPT 01

Prova (n): CPT 02

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato (n)	Profondità (m)	Peso di vol. (g/cm ³)	Media Rp (Kg/cm ²)	Media RII (Kg/cm ²)	Media Rp/RII (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	Definizione della litologia
1	0.0 - 4.0	1.60	19.00	1.64	11.6	26	0.83	19	57	Torbe
2	4.0 - 6.6	1.90	98.00	3.49	28.1	33	4.41	71	294	Limi sabbiosi
3	6.6 - 7.2	2.00	356.00	13.58	26.2	>38	16.13	100	1068	Limi sabbiosi

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica CPT 02

Le prove penetrometriche, di cui in allegato si riporta la planimetria con l'ubicazione, hanno evidenziato la presenza di materiali con caratteristiche geotecniche da scadenti a buone costituiti da depositi a granulometria variabile da sabbioso limosa a argilloso limosa da poco addensati a moderatamente consistenti/consistenti all'aumentare della profondità.

7.3 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 il modello geotecnico del sottosuolo.

In particolare sono stati definiti n. 2 modelli geotecnici:

Il primo, conseguito attraverso l'interpretazione ed analisi delle prove penetrometriche statiche CPT 01 e CPT 02, è stato attribuito alle aree di sedime che ospiteranno i nuovi aerogeneratori WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R - WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW.

Il secondo, ottenuto dalle risultanze delle prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH 01, DPSH 01 Bis, DPSH 02 e dalla prova penetrometrica CPT 03, racchiude le aree di sedime che ospiteranno i nuovi aerogeneratori WTG SGP1 NEW-WTG SGP03 NEW_R-WTG SGP05 NEW_R-WTG SGP7 NEW-WTG SGP8 NEW_R-WTG SGP10 NEW_R-WTG SGP12 NEW-WTG SGP14 NEW_R-WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW.

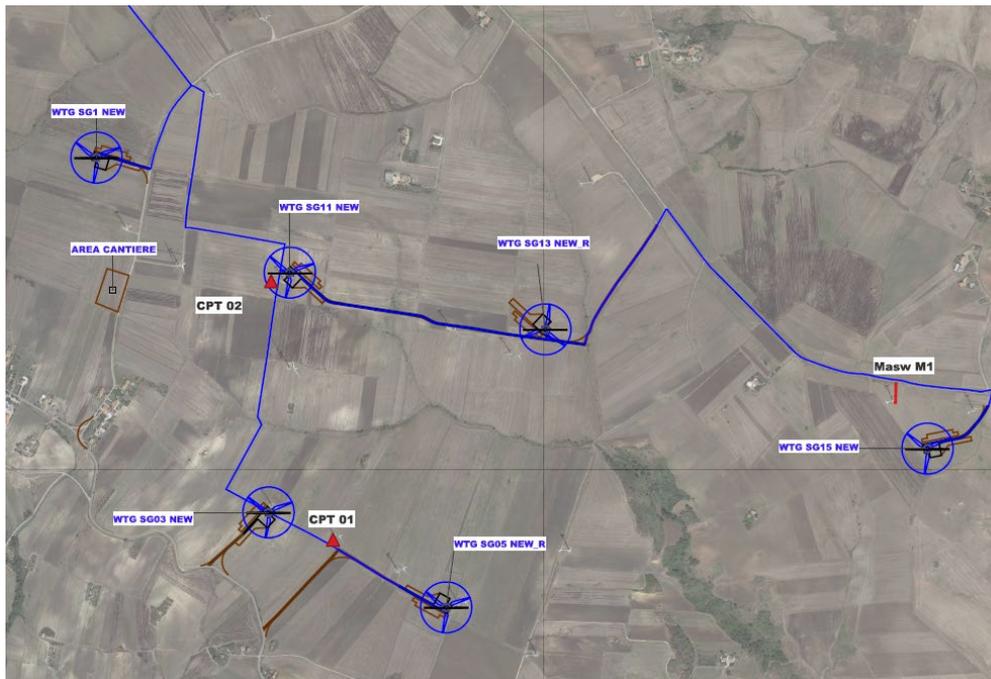
Di seguito si riportano le tabelle con i parametri geotecnici medi dei due settori geotecnici individuati e gli stralci planimetrici dei rispettivi distretti geotecnici identificati.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO									
(aerogeneratori WTGSG01NEW - WTGSG03NEW - WTGSG05NEW - WTGSG11NEW - WTG SG13NEW - WTG SG15NEW)									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Resistenza alla punta CPT	Numero di Colpi N _{SPT}	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		(Kg/cm ²)	(n.)	g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	6.00	Sabbie limose da sciolte a poco addensate.	15		1.60	1.80	24	0.60	40
6.00	8.00	Sabbie limose moderatamente addensate	25		1.70	1.90	26	1.00	70
8.00	12.00	Sabbie limoso argillose e argille limose moderatamente consistenti	60		1.90	2.00	30	2.50	150
12.00	20.00	Sabbie limoso argillose e argille limose consistenti con livelli arenacei da parzialmente cementati a cementati.	200		2.00	2.20	35	5.00	250
Vs eq: 366 m/sec Categoria di suolo: B Categoria topografica: T1									

Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori

WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R

WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW

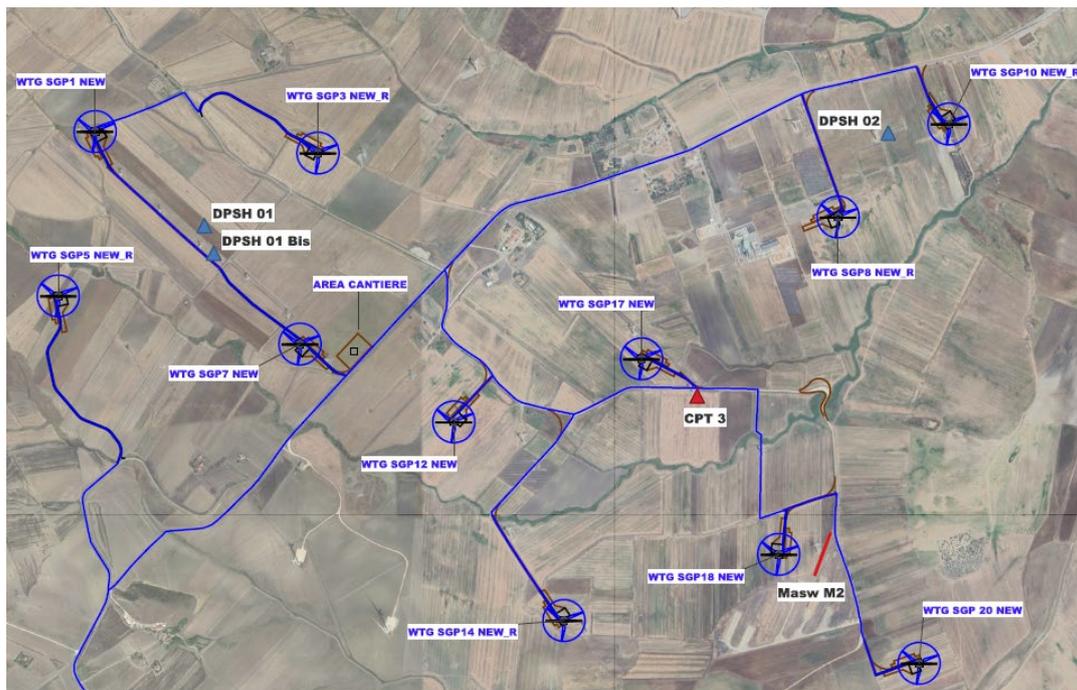


Stralcio ortofoto con ubicazione indagini geognostiche prese in esame per la caratterizzazione geotecnica degli aerogeneratori

WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R
 WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO									
(aerogeneratori WTG SGP1NEW - WTG SGP3NEW - WTG SGP5NEW - WTG SGP7NEW - WTG SGP8NEW - WTG SGP10NEW - WTG SGP12NEW - WTG SGP14NEW - WTG SGP17NEW - WTG SGP18NEW - WTG SGP20NEW)									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Resistenza alla punta CPT	Numero di Colpi N _{SPT}	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione non drenata	Modulo edometrico
Da	a		(Kg/cm ²)	(n.)	g/cm ³	g/cm ³	(°)	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	3.00	Sabbie limose moderatamente addensate.		10	1.60	1.80	32	2.00	80
3.00	6.00	Sabbie limose argillose poco addensate		5	1.50	1.70	30	1.00	50
6.00	10.00	Sabbie limoso argillose e argille limose moderatamente addensate/consistenti		15	1.80	2.00	34	2.50	100
10.00	20.00	Sabbie limose passanti a ghiaie da parzialmente cementate a cementate con intercalazioni di livelli sabbiosi da poco a moderatamente addensati		40	1.90	2.20	36	5.00	200
Vs eq: 329 m/sec Categoria di suolo: C Categoria topografica: T1									

Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori
 WTG SGP1 NEW-WTG SGP03 NEW_R-WTG SGP05 NEW_R-WTG SGP7 NEW
 WTG SGP8 NEW_R-WTG SGP10 NEW_R-WTG SGP12 NEW-WTG SGP14 NEW_R
 WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW.



*Stralcio ortofoto con ubicazione indagini geognostiche prese in esame per la caratterizzazione geotecnica degli aerogeneratori WTG SGP1 NEW-WTG SGP03 NEW_R-WTG SGP05 NEW_R-WTG SGP7 NEW
WTG SGP8 NEW_R-WTG SGP10 NEW_R-WTG SGP12 NEW-WTG SGP14 NEW_R
WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW.*

7.4 STABILITÀ DELL'AREA

Dal punto di vista della stabilità dell'area, la franosità è funzione delle caratteristiche geotecniche, litologiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area, è quindi in relazione a parametri quali la litologia, l'angolo di attrito interno, il contenuto d'acqua, la coesione, la giacitura dei terreni e, soprattutto, la pendenza dei versanti dove essi affiorano.

Gli aerogeneratori in progetto ricadono tutte in aree stabili e verranno installati in corrispondenza di superfici spianate, spesso residue di antiche morfologie fluviali e lungo terrazzi morfologici di primo e secondo ordine che degradano dolcemente con pendenze blande. Tali superfici risultano disseccate da sottili incisioni torrentizie che alimentano il torrente Calaggio.

Per quanto riguarda il percorso del cavidotto partendo dalla stazione elettrica di utenza, si sviluppa dapprima a sud ovest dell'abitato di Accadia procedendo a sud est verso gli aerogeneratori del primo settore, attraversando forme per lo più tabulari caratterizzate da pendenze blande dell'ordine dei 5°-6°, interessate da forme erosionali, dissesti diffusi e movimenti gravitativi di tipo complesso che si concentrano principalmente lungo le incisioni torrentizie che alimentano il Rio Specca

Procede poi, in direzione Ovest – Est tra le località Costa dell'Agnello e Contrada di Miscio, costeggiando per buona parte il torrente Frugno, attraversando una serie di corpi di frana cartografate nella carta idrogeomorfologica della regione Puglia, che coinvolgono litologie argilloso limose da poco a moderatamente consistenti.

Infine, in località Contrada di Miscio, attraversa il torrente Frugno e procede alla base dei versanti collinari Serro Lucarelli e Monte Rotondo, congiungendosi con gli aerogeneratori presenti nel secondo settore.

Pertanto, esso attraversa una serie di forme di dissesto della porzione più superficiale del versante che talvolta limitano l'uso del territorio, causando disagi all'agricoltura e alla viabilità.

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, in fase esecutiva dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con lo scopo di valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

7.5 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).

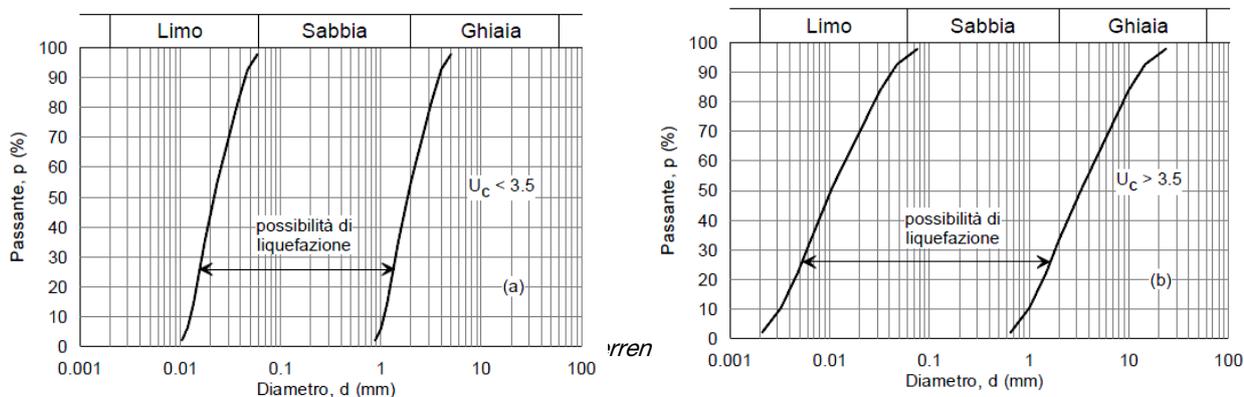
La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

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 $qc_{1N} > 180$ 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 qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura che segue: (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Alla luce di queste considerazioni, dall'analisi di tutti i dati presi in considerazione è emerso che i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili a depositi alluvionali a granulometria variabile da sabbioso limosa a argilloso limosa e depositi argillosi, argilloso sabbiosi, argilloso marnosi grigio azzurrognoli passanti a conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni con intercalazioni di sabbie ed arenarie.

Tuttavia, nel corso delle indagini geognostiche, sino alle profondità massime investigate, non è emersa alcuna presenza della superficie piezometrica.

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.

8 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 di un progetto di **ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente (repowering), sito nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG)**, connesso alla Stazione RTN di **Accadia (FG)**, realizzato con le Concessioni edilizie rilasciate dal Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), n. 24 del 16/12/2003 e n. 4667 del 20/06/2005, e dal Comune di Accadia (FG): n.02 del 13/04/2005, di proprietà della società Fri – El St. Agata srl.

L'impianto eolico esistente è costituito da 36 aerogeneratori, ciascuno con potenza di 2MW, per una potenza totale di impianto pari a 72 MW, diviso in due sottocampi da 20 e 16 aerogeneratori, localizzati rispettivamente in località Ciommarino – Viticone - Palino e in località Piano d'Olivola Pezza del Tesoro, nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), con opere di connessione ricadenti anche nel Comune di Accadia (FG), in quanto il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale nel Comune di Accadia. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito **"Impianto eolico esistente"**.

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, consta invece nell'installazione di 17 aerogeneratori con potenza unitaria di 6,8 MW, per una potenza totale pari a 115,6 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere di connessione restano le medesime dell'Impianto eolico esistente, a meno della sostituzione dei cavidotti interrati MT, con piccole variazioni al tracciato, e del cambio di un trasformatore all'interno della Stazione Elettrica d'Utenza.

Dalla disamina delle carte geologiche in scala 1:100.000 – Fogli n. 174 (Ariano Irpino) e 175 (Cerignola) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo si evince che l'intero parco eolico e le relative opere connesse attraversa una serie di formazioni geologiche delle quali di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi del parco corrispondono:

- (Qe) – Quaternario – Alluvioni recenti e attuali, superfici spianate spesso residue di antiche morfologie fluviali, ricoperte da terreni eluviali misti ad elementi vulcanici – **(WTG SG1 NEW– WTG SG03 NEW– WTG SG05 NEW_R– WTG SG11 NEW – WTG SG 13 NEW_R– Porzione di cavidotto)**
- (Pa) – Pliocene – Argille e argille sabbiose grigie e giallastre. – **(Aerogeneratori WTG SGP1 NEW– WTG SGP03 NEW_R – WTG SGP5 NEW_R– WTG SGP7 NEW– WTG SGP12 NEW– WTG SGP14 NEW_R– Porzione di cavidotto)**
- (bcD) – Miocene – Formazione della Daunia – Breccie e brecciole, calcareniti alternate a marne ed argille varicolori; argille e marne siltose, calcari pulverulenti, arenarie giallastre e puddinghe poligeniche – **(Stazione elettrica di utenza, Stazione RTN – Porzione di cavidotto)**
- (i) – Complesso indifferenziato – Argille e marne prevalentemente siltose, grigie e varicolori con intercalazioni di strati calcarei, calcareo marnosi e calcarenitici – **(Porzione di cavidotto – Aerogeneratori WTG SG15 NEW)**
- (Qt₂) – Pleistocene – Ghiaie sabbiose e sabbie localmente torbose, terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle – **(Aerogeneratore WTG SGP18 NEW– WTG SGP20 NEW– Porzione di cavidotto)**
- (Qc₁) - Pleistocene – Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementate con intercalazioni di sabbie ed arenarie. **(Aerogeneratori WTGSGP 08 NEW_R– WTG SGP10 NEW_R- Porzione di cavidotto)**
- (PQa) – Pliocene - Calabriano – Argille e argille marnose grigio azzurrognole, localmente sabbiose.- **(Aerogeneratore WTG SGP17 NEW- Porzione di cavidotto)**

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 aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alle categorie sismiche C e B.

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 sino al raggiungimento del rifiuto strumentale avvenuto a profondità variabili da 1.80 m a 10.80 m per un totale di 26.40 metri di investigazione.

- N. 3 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino al rifiuto strumentale attestatosi a profondità comprese tra 3.60 m e 12.00 m dal piano campagna per un totale di 22.80 metri di investigazione.

In particolare, per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno gli aerogeneratori WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R - WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW sono state prese in considerazione le prove penetrometriche CPT 01 e CPT 02, in quanto tutte eseguite nell'ambito dell'area di sedime che ospiterà gli aerogeneratori suddetti.

Mentre, per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno i futuri aerogeneratori WTG SGP1 NEW-WTG SGP03 NEW_R-WTG SGP05 NEW_R-WTG SGP7 NEW-WTG SGP8 NEW_R-WTG SGP10 NEW_R-WTG SGP12 NEW-WTG SGP14 NEW_R-WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW, sono state prese in considerazione, sia le prove penetrometriche DPSH 01, 01 Bis e DPSH 02, sia la prova penetrometrica statica CPT 3.

In sostanza sono stati definiti n. 2 modelli geotecnici; 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 WTGSG01NEW - WTGSG03NEW - WTGSG05NEW - WTGSG11NEW - WTG SG13NEW - WTG SG15NEW)</i>									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Resistenza alla punta CPT (Kg/cm ²)	Numero di Colpi N _{SPT} (n.)	Peso di volume naturale (g/cm ³)	Peso di volume saturo (g/cm ³)	Angolo di attrito Picco (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)
Da	a								
0.00	6.00	Sabbie limose da sciolte a poco addensate.	15		1.60	1.80	24	0.60	40
6.00	8.00	Sabbie limose moderatamente addensate	25		1.70	1.90	26	1.00	70
8.00	12.00	Sabbie limoso argillose e argille limose moderatamente consistenti	60		1.90	2.00	30	2.50	150
12.00	20.00	Sabbie limoso argillose e argille limose consistenti con livelli arenacei da parzialmente cementati a cementati.	200		2.00	2.20	35	5.00	250
Vs eq: 366 m/sec Categoria di suolo: B Categoria topografica: T1									

Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori

WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R

WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO <i>(aerogeneratori WTG SGP1NEW - WTG SGP3NEW - WTG SGP5NEW - WTG SGP7NEW - WTG SGP8NEW - WTG SGP10NEW - WTG SGP12NEW - WTG SGP14NEW - WTG SGP17NEW - WTG SGP18NEW - WTG SGP20NEW)</i>									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Resistenza alla punta CPT (Kg/cm ²)	Numero di Colpi N _{SPT} (n.)	Peso di volume naturale (g/cm ³)	Peso di volume saturo (g/cm ³)	Angolo di attrito Picco (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)
Da	a								
0.00	3.00	Sabbie limose moderatamente addensate.		10	1.60	1.80	32	2.00	80
3.00	6.00	Sabbie limose argillose poco addensate		5	1.50	1.70	30	1.00	50
6.00	10.00	Sabbie limoso argillose e argille limose moderatamente addensate/consistenti		15	1.80	2.00	34	2.50	100
10.00	20.00	Sabbie limose passanti a ghiaie da parzialmente cementate a cementate con intercalazioni di livelli sabbiosi da poco a moderatamente addensati		40	1.90	2.20	36	5.00	200
Vs eq: 329 m/sec Categoria di suolo: C Categoria topografica: T1									

Tabella parametri geotecnici area di impianto degli aerogeneratori

WTG SGP1 NEW-WTG SGP03 NEW_R-WTG SGP05 NEW_R-WTG SGP7 NEW

WTG SGP8 NEW_R-WTG SGP10 NEW_R-WTG SGP12 NEW-WTG SGP14 NEW_R

WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW.

Dal punto di vista della stabilità dell'area è possibile asserire che gli aerogeneratori in progetto ricadono tutte in aree stabili; essi verranno installati in corrispondenza di superfici spianate, spesso residue di antiche morfologie fluviali e lungo terrazzi morfologici di primo e secondo ordine che degradano dolcemente con pendenze blande.

Tali superfici risultano dissecate da sottili incisioni torrentizie che alimentano il torrente Calaggio.

Per quanto riguarda il percorso del cavidotto, dal rilevamento geomorfologico e dalla consultazione delle carte tematiche dell'autorità di Bacino della Puglia, della carta del progetto IFFI e della carta idrogeomorfologica della regione Puglia è emerso che esso attraversa forme per lo più tabulari caratterizzate da pendenze blande dell'ordine dei 5°-6°, talora interessate da forme erosionali, dissesti diffusi e movimenti gravitativi di tipo complesso che si concentrano principalmente lungo le incisioni torrentizie presenti lungo il suo tracciato. Pertanto, in fase esecutiva 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 alluvionali a granulometria variabile da sabbioso limosa a argilloso limosa e depositi argillosi, argilloso sabbiosi, argilloso marnosi grigio azzurrognoli passanti a conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni con intercalazioni di sabbie ed arenarie.

Tuttavia, nel corso delle indagini geognostiche, sino alle profondità massime investigate, non è emersa alcuna presenza della superficie piezometrica.

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.

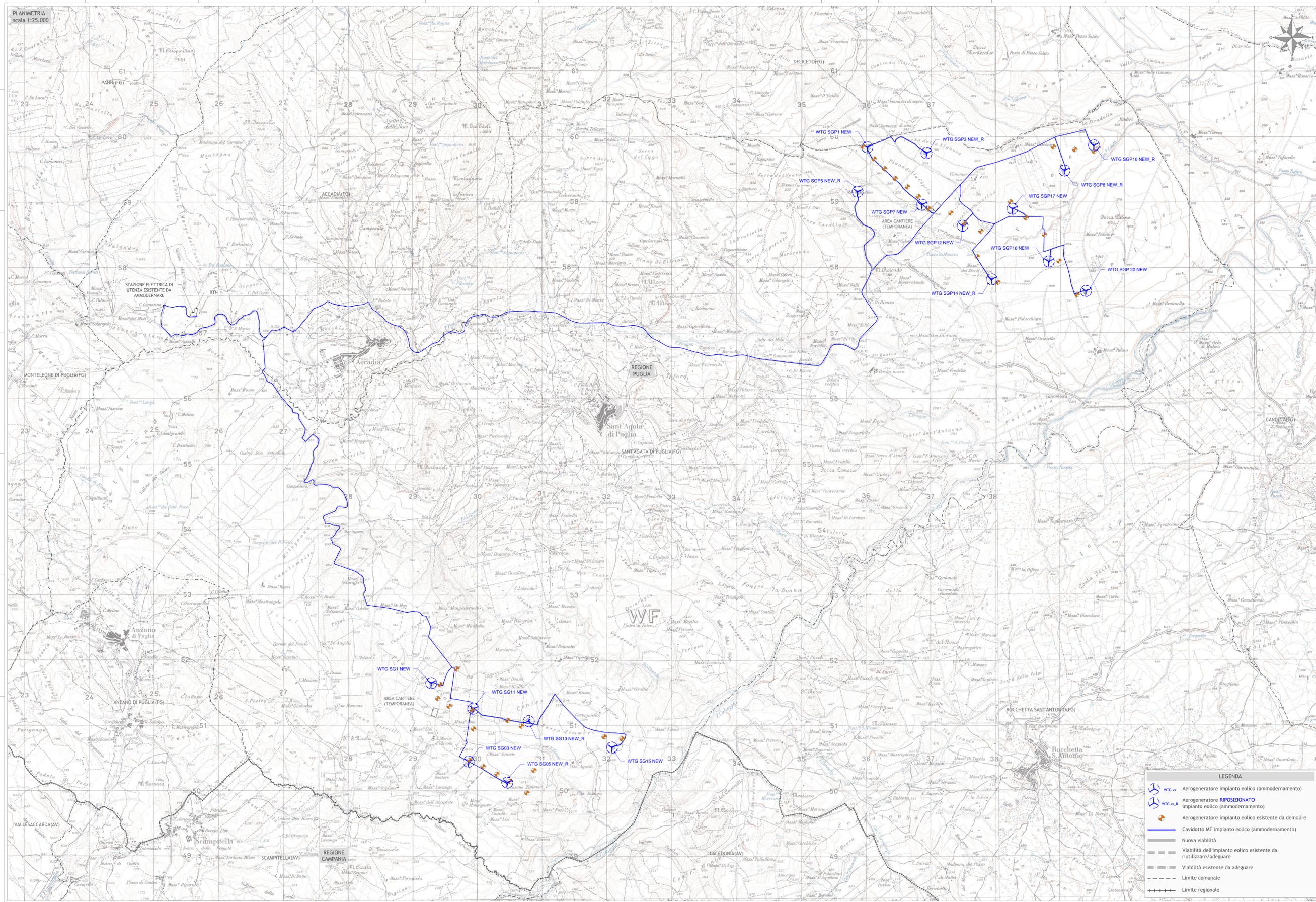
In definitiva vista la morfologia, la strutturazione geologica dell'area in studio, si può asserire che questi offrono sufficienti garanzie ai fini della loro utilizzazione e quindi, tenuto conto di tutte le indicazioni riportate nella presente, non esiste alcuna controindicazione circa la fattibilità 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, 12/02/2024


Geologo
Dr. Antonio Petriccione
Albo n. 895
ORDINE DEI GEOLGHI
REGIONE CAMPANIA



PLANIMETRIA
scala 1:25.000

LEGENDA

- WTG xx Aerogeneratore impianto eolico (ammendamento)
- WTG xx R Aerogeneratore **RIPOSIZIONATO** impianto eolico (ammendamento)
- Aerogeneratore impianto eolico esistente da demolire
- Caviddotto MT impianto eolico (ammendamento)
- Nuova viabilità
- Viabilità dell'impianto eolico esistente da riutilizzare/adeguare
- Viabilità esistente da adeguare
- Limite comunale
- Limite regionale



Regione Puglia
Provincia di Foggia
Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia



Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco Eolico Sant'Agata" esistente da 72MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l'installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW

TITOLO
1MTGFJ4_ElaboratoGrafico_01
COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO

Scala
1:25.000

Formato Stampa
A1+
Foglio
1 di 1

Numero documenti

Proprietario
FRI-EL
FRI-EL S. AGATA S.R.L.
Piazza del Grano 3
39100 Bolzano (BZ)
fri-el_s.agata@legalmail.it
P. Iva/Cod. Fisc. 02380420212

PROGETTO DEFINITIVO

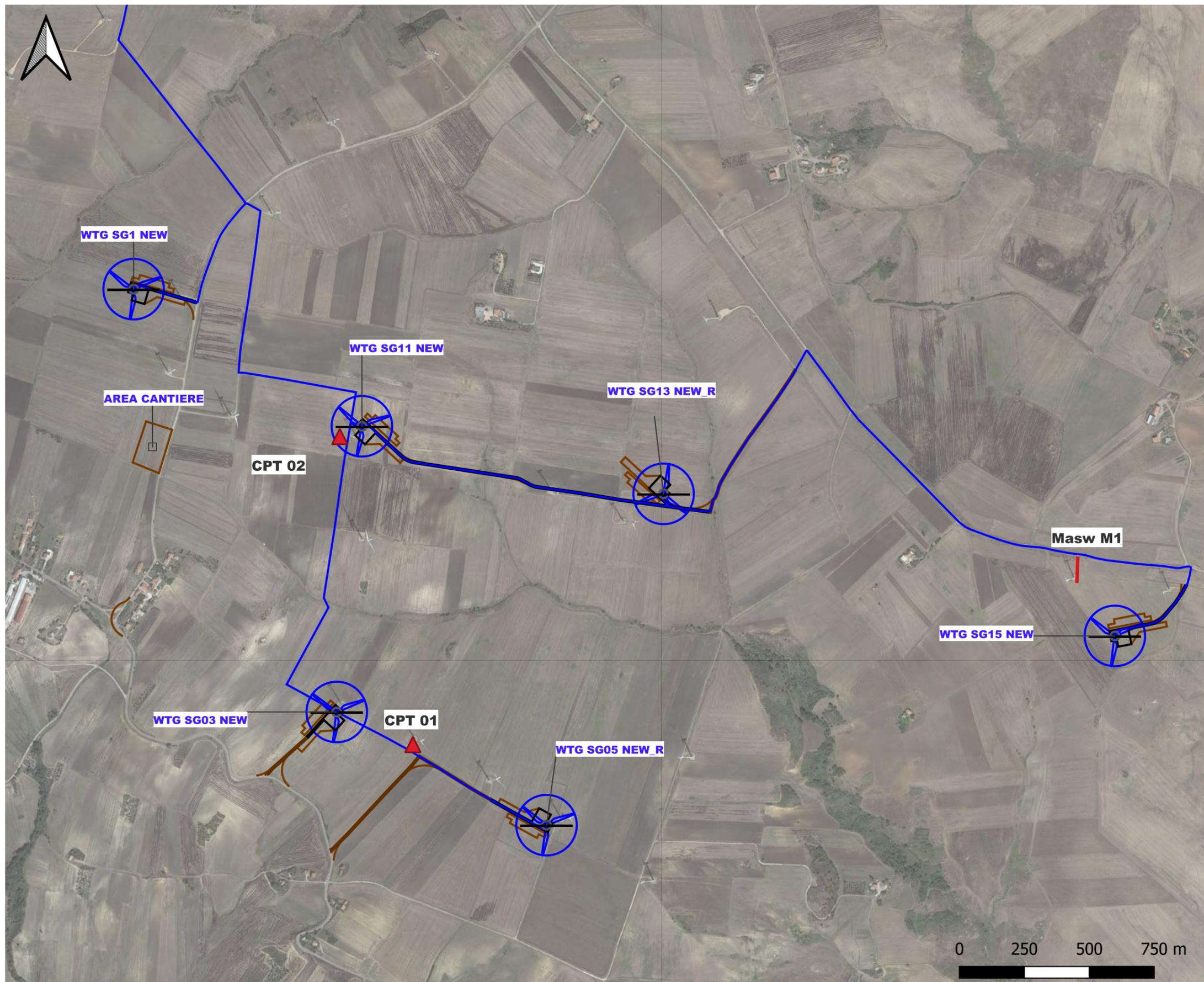
Progettazione
Geo.Amb.
Studio di geologia applicata
Dott. Antonio Petriccione
Dott. Geol. Antonio Petriccione
Via delle Costore, 15 - 81020
Castel Morrone Caserta
Tel. e Fax 082399151/961 3483850177



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

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

COMMITTENTE: FRIEL S.p.A.

OGGETTO: Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco Eolico Sant'Agata" da 72MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l'installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE AREA AEROGENERATORI

WTG SG1 NEW- WTG SG3 NEW - WTG SG5 NEW_R - WTG SG11 NEW - WTG SG13 NEW_R - WTG SG15 NEW

LEGENDA

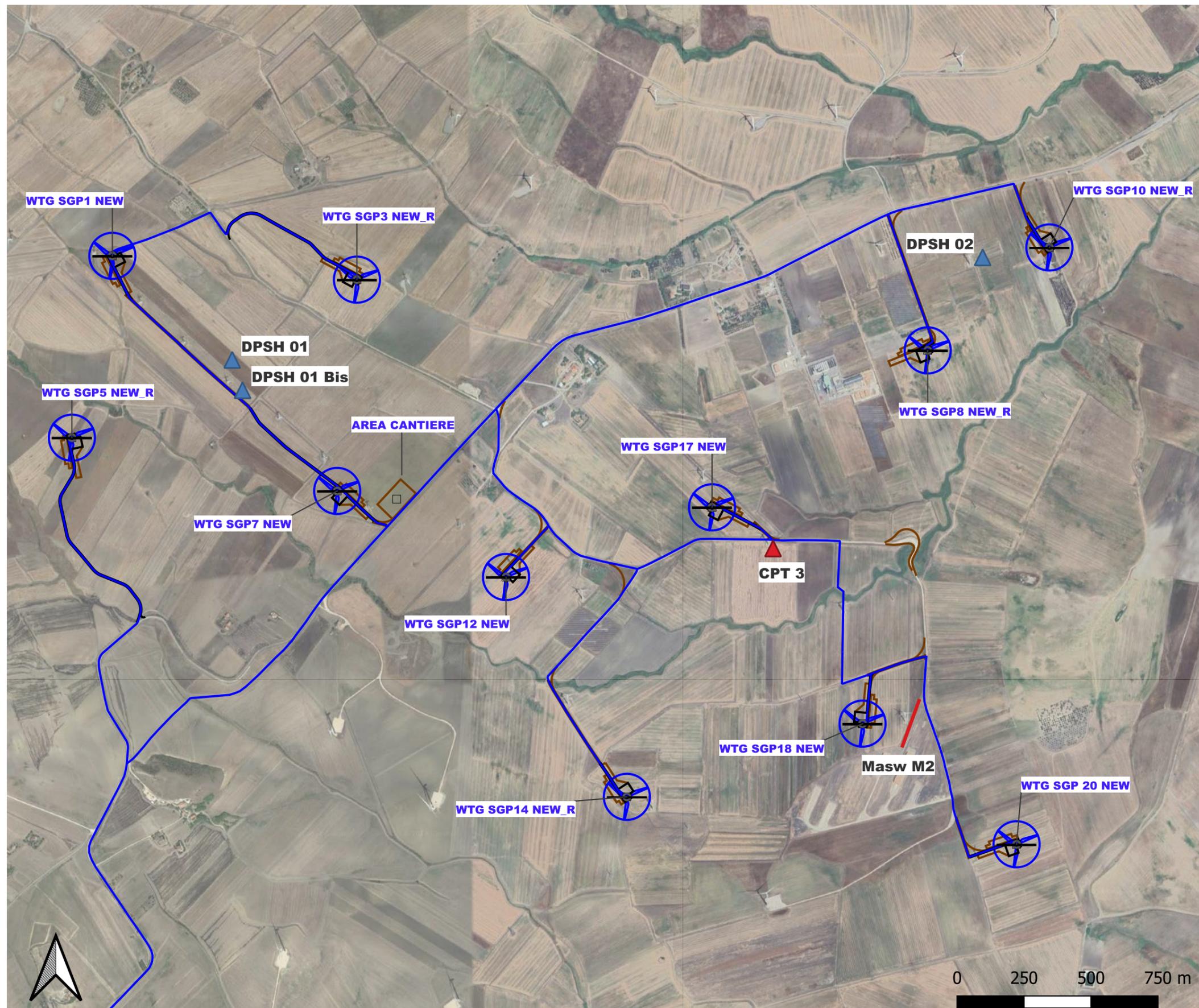


- Indagini geognostiche eseguite
- ▲ Prova penetrometrica dinamica pesante DPSH
 - ▲ Prova penetrometrica statica CPT
 - Indagine sismica Masw

IL GEOLOGO
 Dott. Antonio Petriccione

Scala 1:15.000

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

COMMITTENTE: FRIEL S.p.A.

OGGETTO: Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco Eolico Sant'Agata" da 72MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l'installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE AREA AEROGENERATORI

WTG SGP1 NEW-WTG SGP03 NEW_R-WTG SGP05 NEW_R-WTG SGP7 NEW-WTG SGP8 NEW_R-WTG SGP10 NEW_R-WTG SGP12 NEW-WTG SGP14 NEW_R-WTG SGP17 NEW-WTG SGP18 NEW-WTG SGP20 NEW

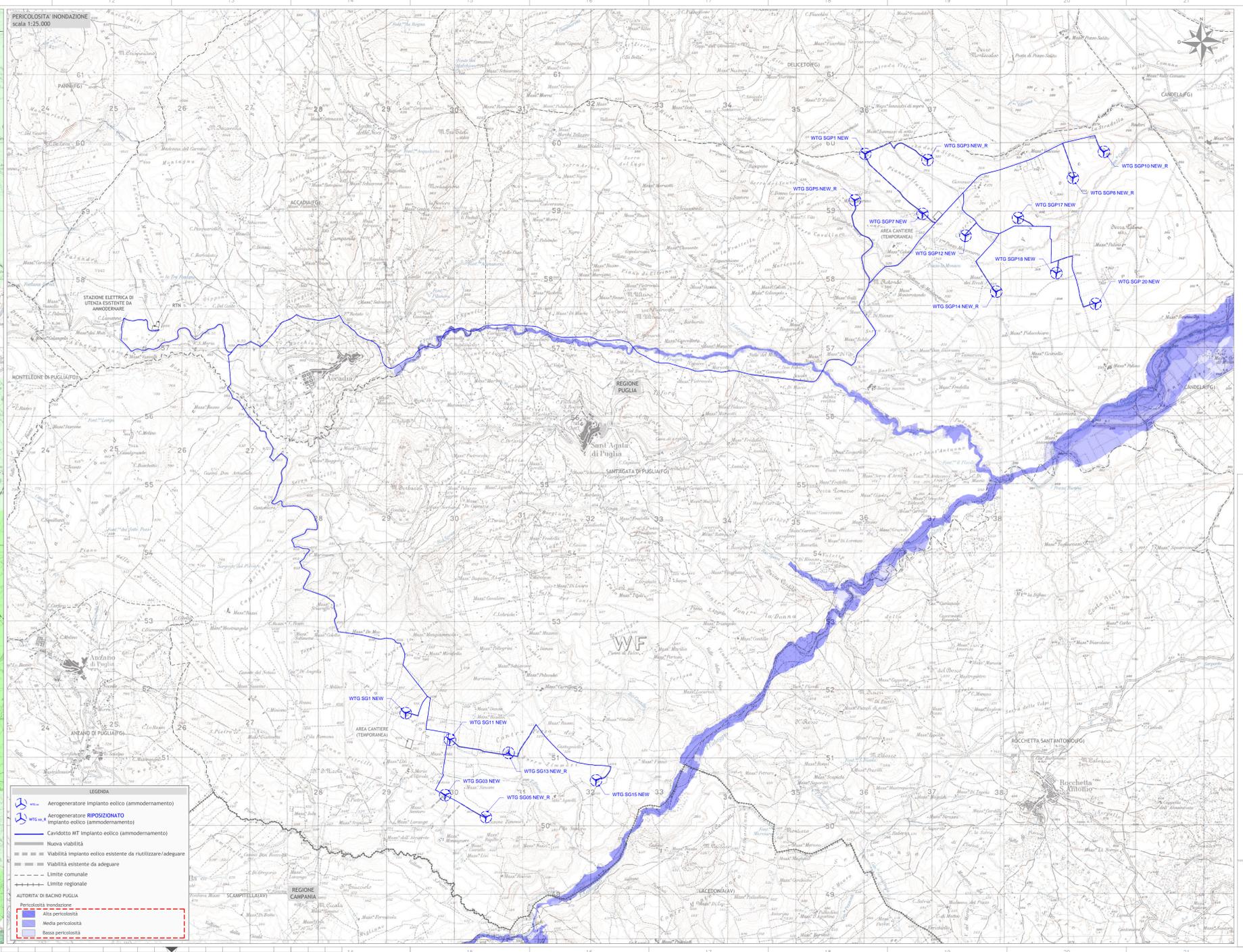
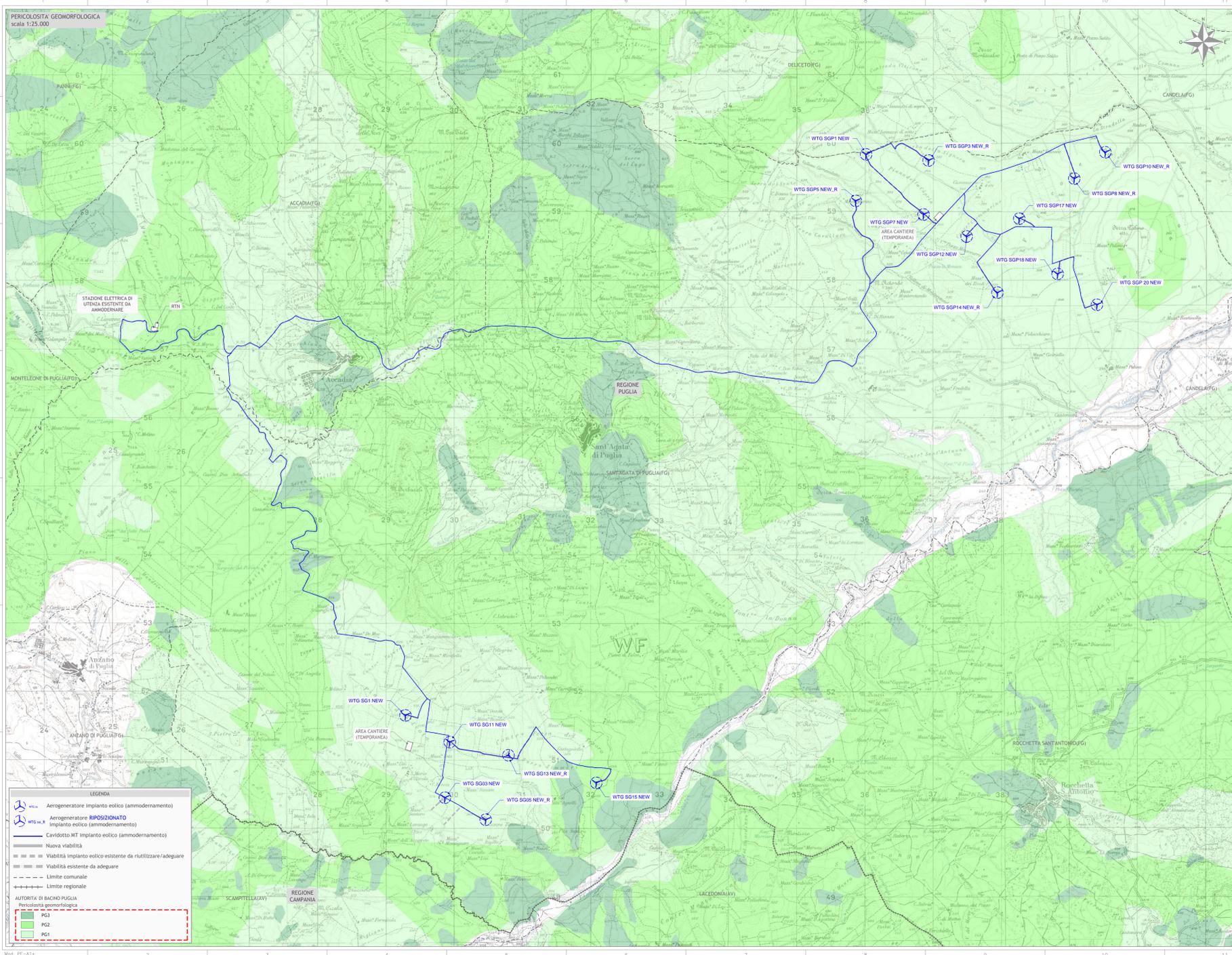
LEGENDA



- Indagini geognostiche eseguite
- ▲ Prova penetrometrica dinamica pesante DPSH
 - ▲ Prova penetrometrica statica CPT
 - Indagine sismica Masw

IL GEOLOGO
 Dott. Antonio Petriccione

Scala 1:15.000



LEGENDA

- Aerogeneratore impianto eolico (ammodernamento)
- Aerogeneratore **RIPROSDONATO** impianto eolico (ammodernamento)
- Cavidotto MT impianto eolico (ammodernamento)
- Nuova viabilità
- Viabilità impianto eolico esistente da riutilizzare/adequare
- Viabilità esistente da adeguare
- Limite comunale
- Limite regionale

AUTORITÀ DI BACINO PUGLIA
Pericolosità geomorfologica

- PG3
- PG2
- PG1

LEGENDA

- Aerogeneratore impianto eolico (ammodernamento)
- Aerogeneratore **RIPROSDONATO** impianto eolico (ammodernamento)
- Cavidotto MT impianto eolico (ammodernamento)
- Nuova viabilità
- Viabilità impianto eolico esistente da riutilizzare/adequare
- Viabilità esistente da adeguare
- Limite comunale
- Limite regionale

AUTORITÀ DI BACINO PUGLIA
Pericolosità inondazione

- Alta pericolosità
- Media pericolosità
- Bassa pericolosità

Regione Puglia
Provincia di Foggia
Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia

Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco Eolico Sant'Agata" esistente da 72MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l'installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW

Interferenze AdBP_PA1
INTERFERENZA CON IL PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA (ADB - PUGLIA)

Scala: 1:25.000
Formato Stampa: A1+
Numero documento: 1 di 1

FRI-EL
FRI-EL S. AGATA S.R.L.
Piazza del Grano 3
39100 Bolzano (BZ)
fri-el_sagata@legalmat.it
P. IVA/Cod. Fisc. 02380420212

Geo.Amb.
Studio di geologia applicata
Dott. Antonio Patriccione
Dott. Gov. Antonio Patriccione
Via delle Colonne, 35 - 84030
Castel Porciano Caserta
Tel. e Fax 082399115/961 3483950177

Rev.	Data	Descrizione revisione	Progettista	Correttore	Approvato

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: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.183120 / E15.433910 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0658/22** del 13/10/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	13								
0.60	12								
0.90	7								
1.20	4								
1.50	13								
1.80	6								
2.10	20								
2.40	24								
2.70	39								
3.00	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: Progetto Energia s.r.l

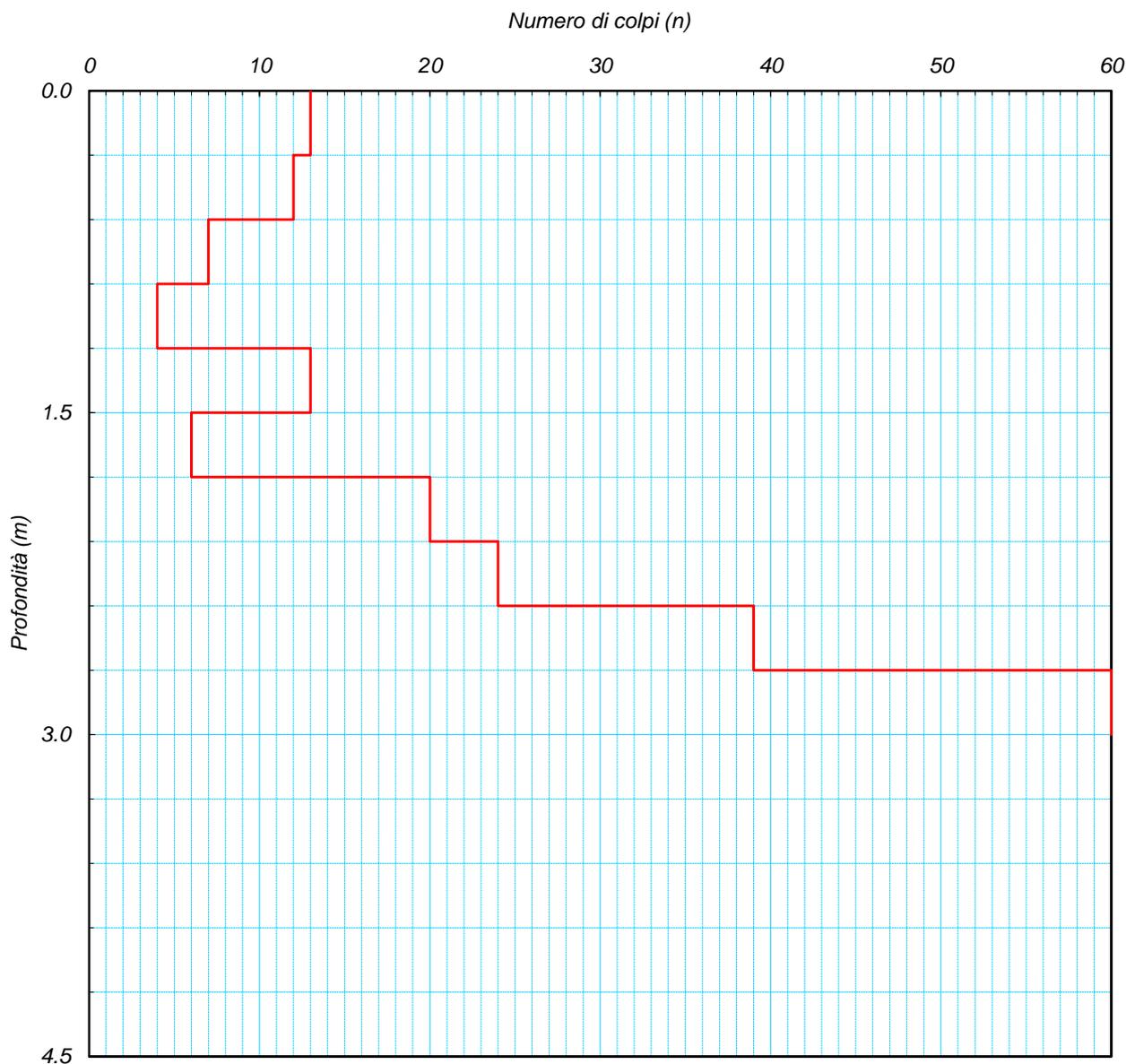
Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.183120 / E15.433910 Data eseguz. prova: 11/10/2022

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0658/22** del 13/10/2022

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello

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

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

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

Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N 41.182971 / E 15.434040 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): **DPSH 01 Bis** Certificato n° **0659/22** del 13/10/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	10								
0.60	7								
0.90	3								
1.20	10								
1.50	21								
1.80	60								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Ruffalo



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: Progetto Energia s.r.l

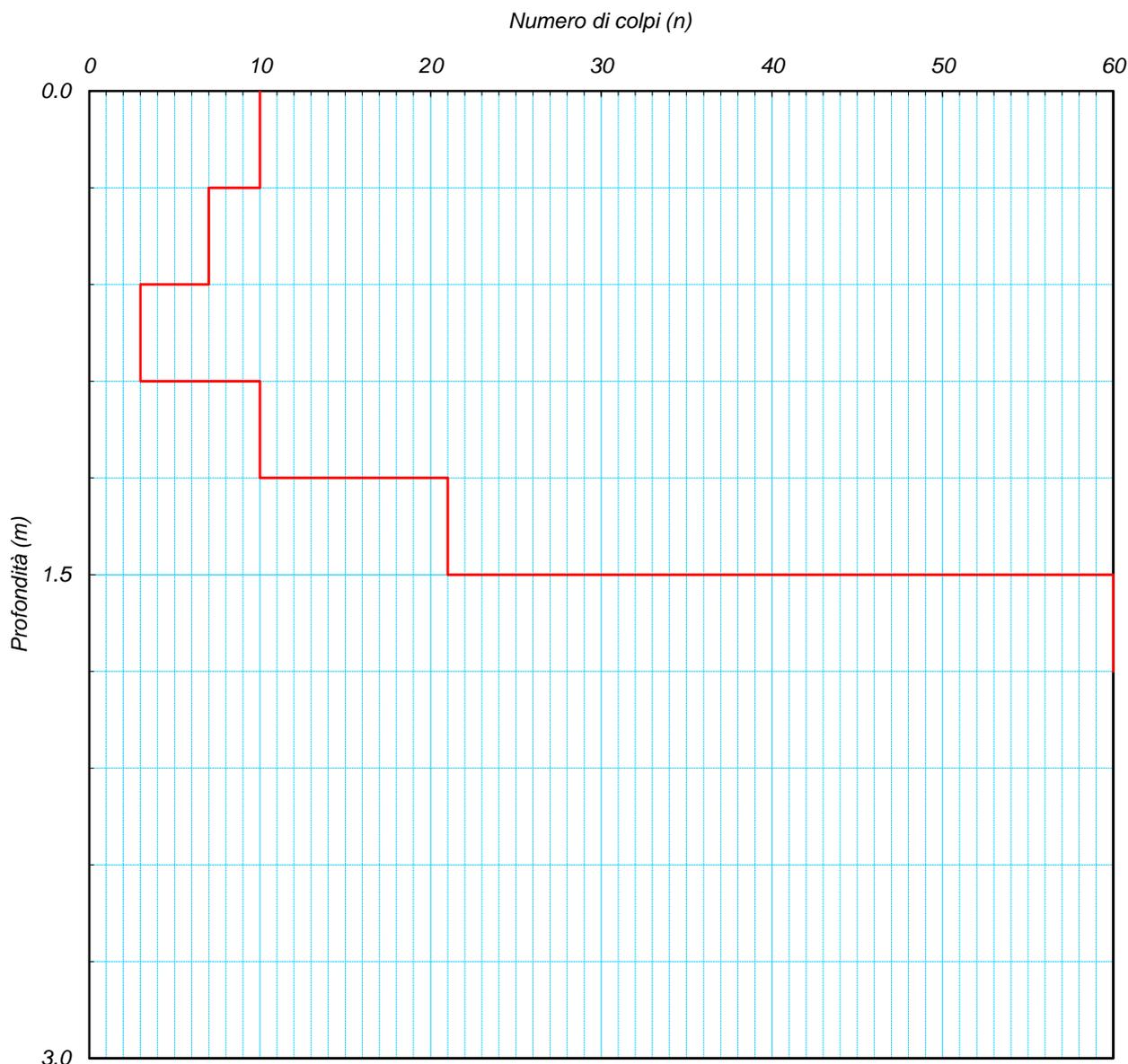
Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N 41.182971 / E 15.434040 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): DPSH 01 Bis Certificato n° 0659/22 del 13/10/2022

GRAFICO NUMERO DI COLPI



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

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello



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

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

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

Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N 41.186950 / E15.467080 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): **DPSH 02** Certificato n° **0660/22** del 13/10/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	5	9.30	19						
0.60	9	9.60	27						
0.90	14	9.90	36						
1.20	23	10.20	42						
1.50	14	10.50	51						
1.80	8	10.80	60						
2.10	9								
2.40	15								
2.70	20								
3.00	12								
3.30	4								
3.60	5								
3.90	5								
4.20	5								
4.50	8								
4.80	9								
5.10	6								
5.40	6								
5.70	7								
6.00	8								
6.30	7								
6.60	12								
6.90	12								
7.20	14								
7.50	25								
7.80	17								
8.10	18								
8.40	20								
8.70	24								
9.00	15								

IL RESPONSABILE DI SITO
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: Progetto Energia s.r.l

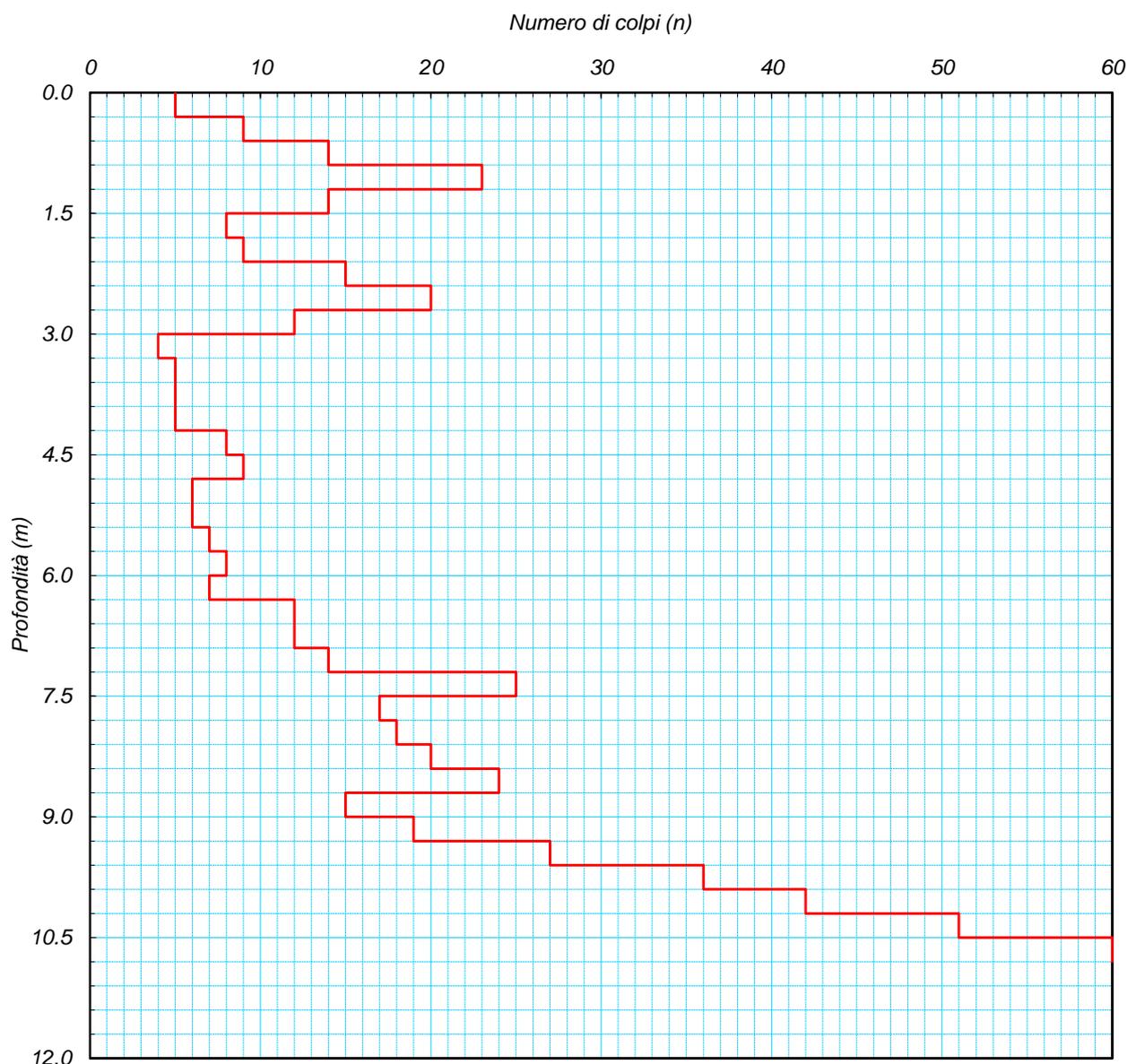
Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N 41.186950 / E15.467080 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): **DPSH 02** Certificato n° **0660/22** del 13/10/2022

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO
Dot. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dot. Geol. Giuseppe Riallo



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

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

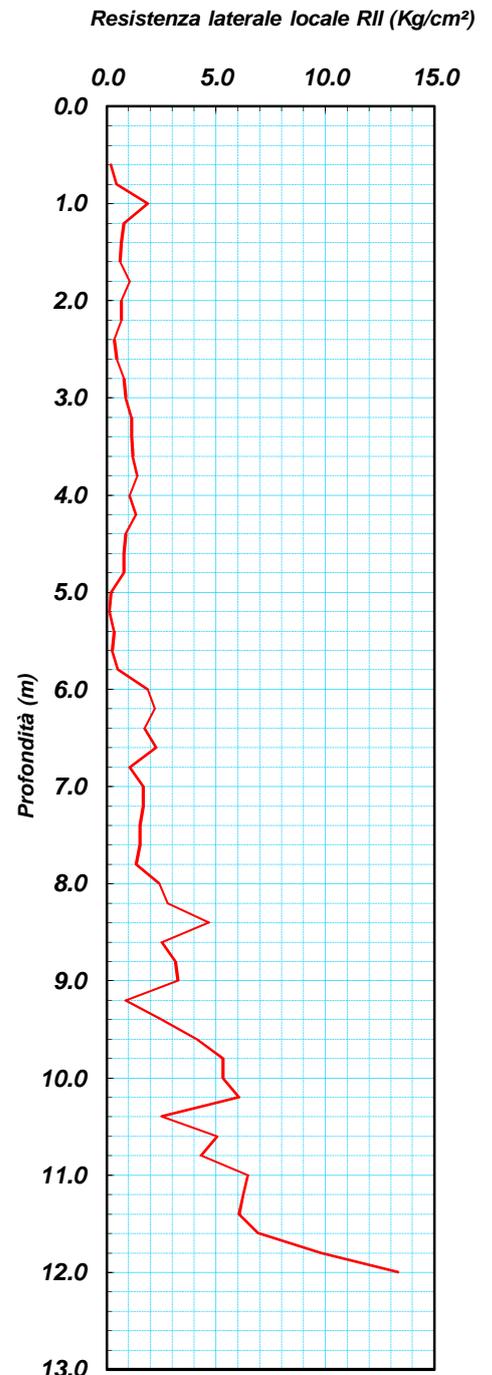
Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.102480 / E15.357440 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): CPT 01 Certificato n° 0655/22 del 13/10/2022



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

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.102480 / E15.357440 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): CPT 01 Certificato n° 0655/22 del 13/10/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)	
0.6	10.0	0.98	0.2	0.02	8.4	71.0	6.96	4.7	0.46
0.8	14.0	1.37	0.5	0.05	8.6	89.0	8.73	2.5	0.25
1.0	10.0	0.98	1.9	0.18	8.8	84.0	8.24	3.1	0.31
1.2	12.0	1.18	0.8	0.08	9.0	71.0	6.96	3.3	0.32
1.4	9.0	0.88	0.7	0.07	9.2	86.0	8.43	0.9	0.08
1.6	12.0	1.18	0.6	0.06	9.4	71.0	6.96	2.5	0.25
1.8	10.0	0.98	1.1	0.10	9.6	49.0	4.81	4.1	0.41
2.0	10.0	0.98	0.7	0.07	9.8	52.0	5.10	5.3	0.52
2.2	12.0	1.18	0.7	0.07	10.0	60.0	5.88	5.3	0.52
2.4	14.0	1.37	0.3	0.03	10.2	57.0	5.59	6.1	0.59
2.6	13.0	1.27	0.5	0.05	10.4	60.0	5.88	2.5	0.25
2.8	13.0	1.27	0.8	0.08	10.6	43.0	4.22	5.1	0.50
3.0	17.0	1.67	0.9	0.08	10.8	53.0	5.20	4.3	0.42
3.2	14.0	1.37	1.1	0.11	11.0	59.0	5.79	6.5	0.63
3.4	13.0	1.27	1.1	0.11	11.2	79.0	7.75	6.3	0.61
3.6	15.0	1.47	1.2	0.12	11.4	87.0	8.53	6.1	0.59
3.8	17.0	1.67	1.4	0.14	11.6	92.0	9.02	6.9	0.68
4.0	14.0	1.37	1.1	0.10	11.8	284.0	27.85	9.8	0.96
4.2	12.0	1.18	1.3	0.13	12.0	400.0	39.23	13.3	1.31
4.4	14.0	1.37	0.9	0.08					
4.6	18.0	1.77	0.8	0.08					
4.8	17.0	1.67	0.8	0.08					
5.0	17.0	1.67	0.2	0.02					
5.2	16.0	1.57	0.1	0.01					
5.4	14.0	1.37	0.3	0.03					
5.6	16.0	1.57	0.3	0.03					
5.8	22.0	2.16	0.5	0.05					
6.0	22.0	2.16	1.9	0.18					
6.2	27.0	2.65	2.2	0.22					
6.4	21.0	2.06	1.7	0.17					
6.6	20.0	1.96	2.3	0.22					
6.8	29.0	2.84	1.1	0.10					
7.0	22.0	2.16	1.7	0.16					
7.2	26.0	2.55	1.7	0.16					
7.4	24.0	2.35	1.5	0.15					
7.6	27.0	2.65	1.5	0.15					
7.8	27.0	2.65	1.3	0.13					
8.0	24.0	2.35	2.4	0.24					
8.2	28.0	2.75	2.8	0.27					

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Di Sisto

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Fiello



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

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

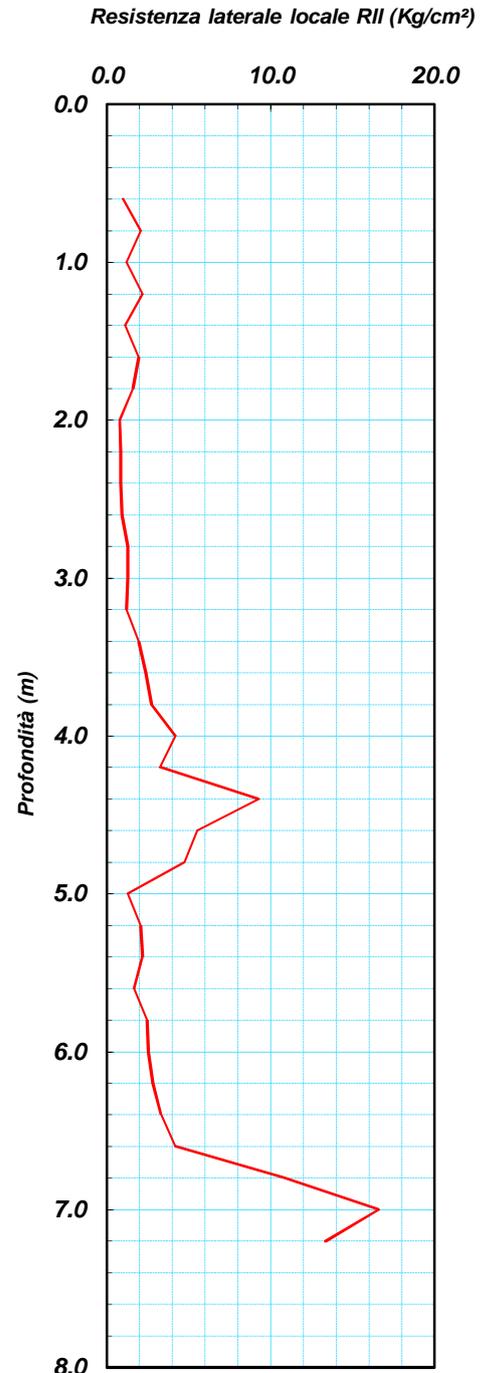
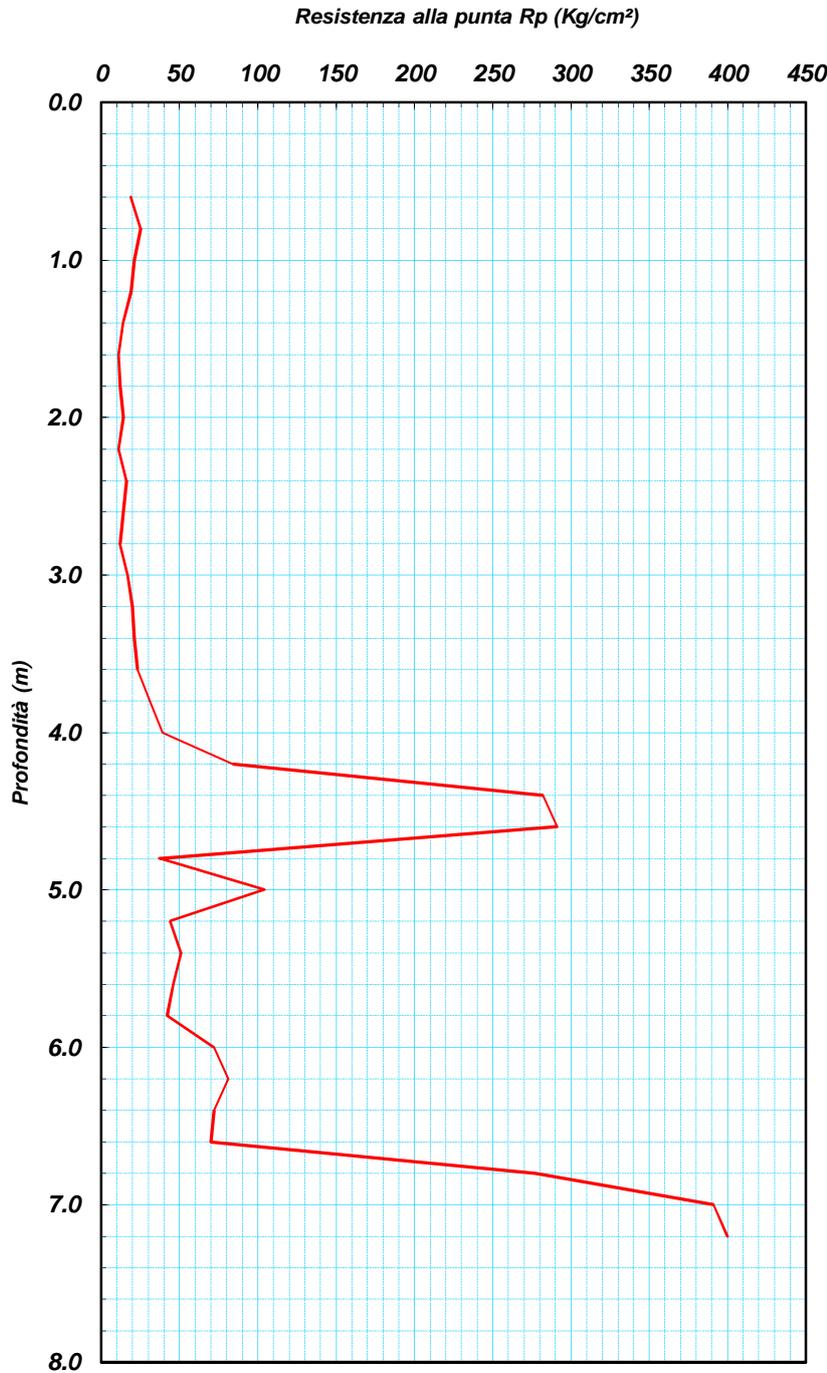
Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.110020 / E15.355540 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): **CPT 02** Certificato n° **0656/22** del 13/10/2022



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

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.110020 / E15.355540 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): CPT 02 Certificato n° 0656/22 del 13/10/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)
0.6	19.0	1.86						
0.8	25.0	2.45						
1.0	21.0	2.06						
1.2	19.0	1.86						
1.4	14.0	1.37						
1.6	11.0	1.08						
1.8	12.0	1.18						
2.0	14.0	1.37						
2.2	11.0	1.08						
2.4	16.0	1.57						
2.6	14.0	1.37						
2.8	12.0	1.18						
3.0	17.0	1.67						
3.2	20.0	1.96						
3.4	21.0	2.06						
3.6	23.0	2.26						
3.8	31.0	3.04						
4.0	39.0	3.82						
4.2	84.0	8.24						
4.4	282.0	27.66						
4.6	291.0	28.54						
4.8	37.0	3.63						
5.0	104.0	10.20						
5.2	44.0	4.32						
5.4	51.0	5.00						
5.6	46.0	4.51						
5.8	42.0	4.12						
6.0	72.0	7.06						
6.2	81.0	7.94						
6.4	72.0	7.06						
6.6	70.0	6.86						
6.8	277.0	27.17						
7.0	391.0	38.35						
7.2	400.0	39.23						

IL RESPONSABILE DI SITO
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 STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

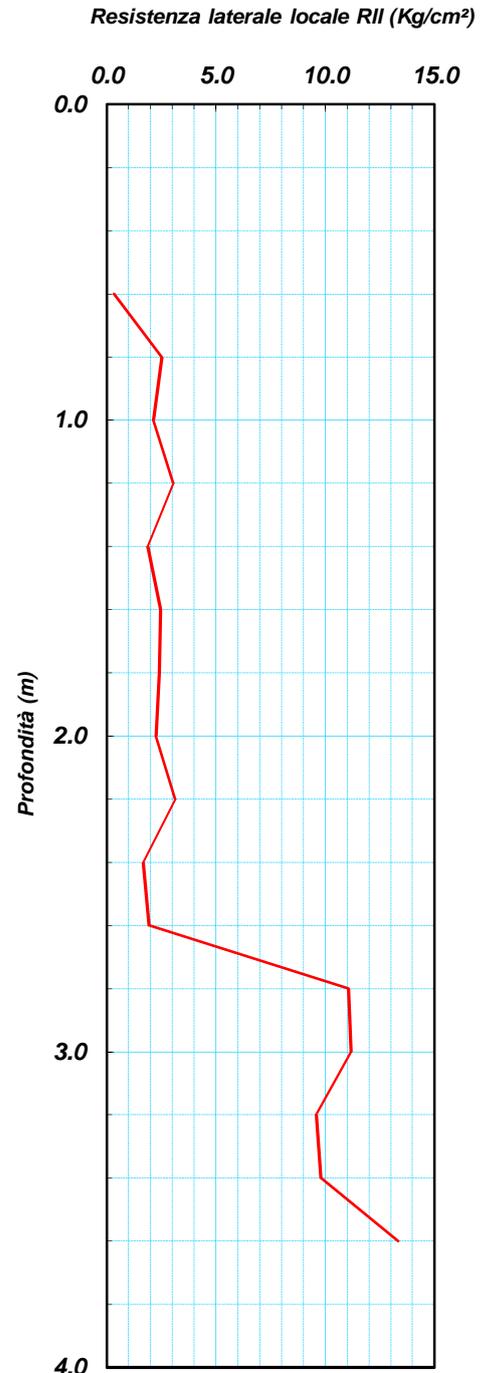
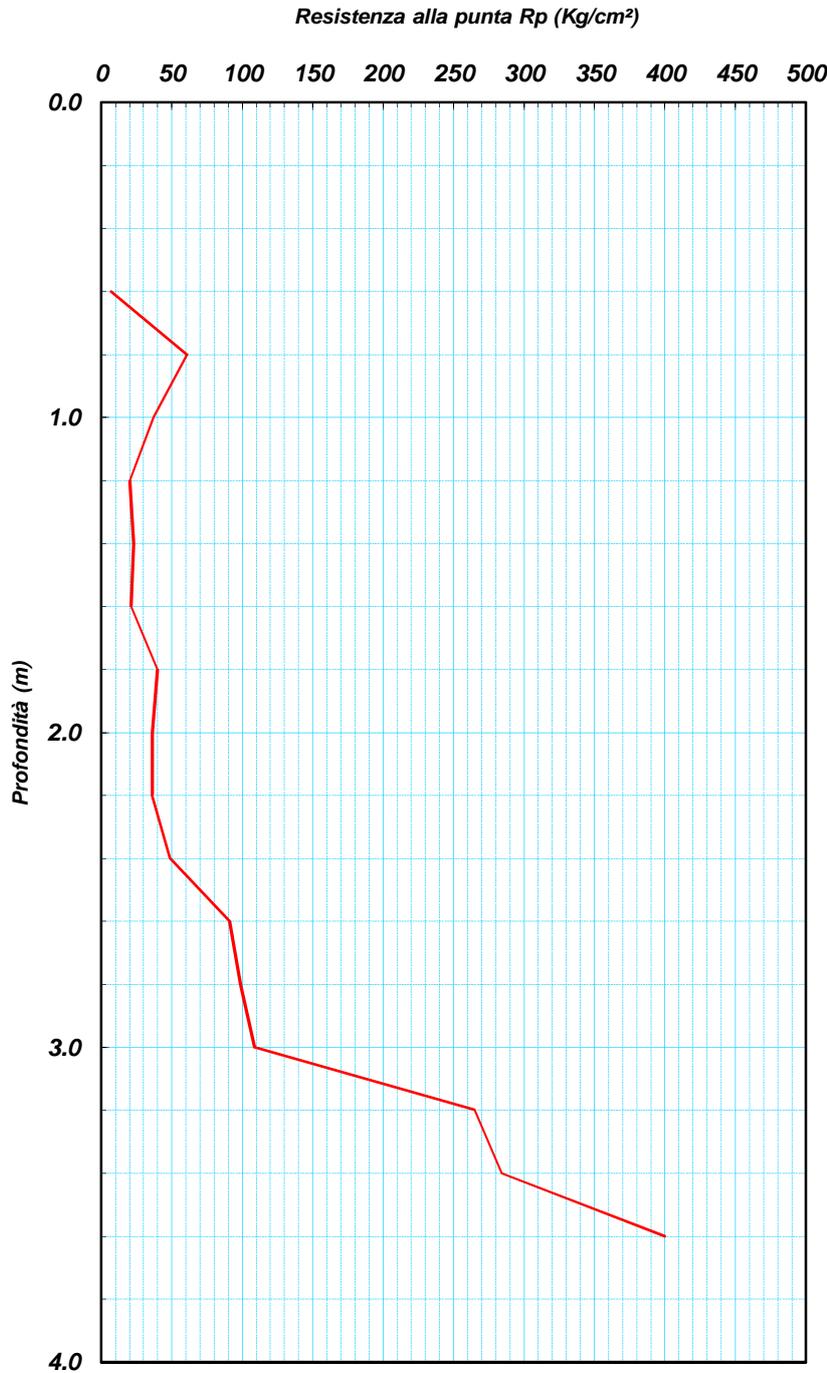
Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.177460 / E15.457790 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): **CPT 03** Certificato n° 0657/22 del 13/10/2022



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

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Progetto Energia s.r.l

Id Int. 343 / 22

Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Coordinate lat. e long.: N41.177460 / E15.457790 Data esecuz. prova: 11/10/2022

Prova (n): CPT 03 Certificato n° 0657/22 del 13/10/2022

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Rll (MPa)
0.6	7.0	0.69						
0.8	61.0	5.98						
1.0	37.0	3.63						
1.2	20.0	1.96						
1.4	23.0	2.26						
1.6	21.0	2.06						
1.8	40.0	3.92						
2.0	36.0	3.53						
2.2	36.0	3.53						
2.4	49.0	4.81						
2.6	91.0	8.92						
2.8	99.0	9.71						
3.0	109.0	10.69						
3.2	265.0	25.99						
3.4	284.0	27.85						
3.6	400.0	39.23						

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL RESPONSABILE DI SITO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello

PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: *Progetto Energia s.r.l*

Protocollo n.: 343/22

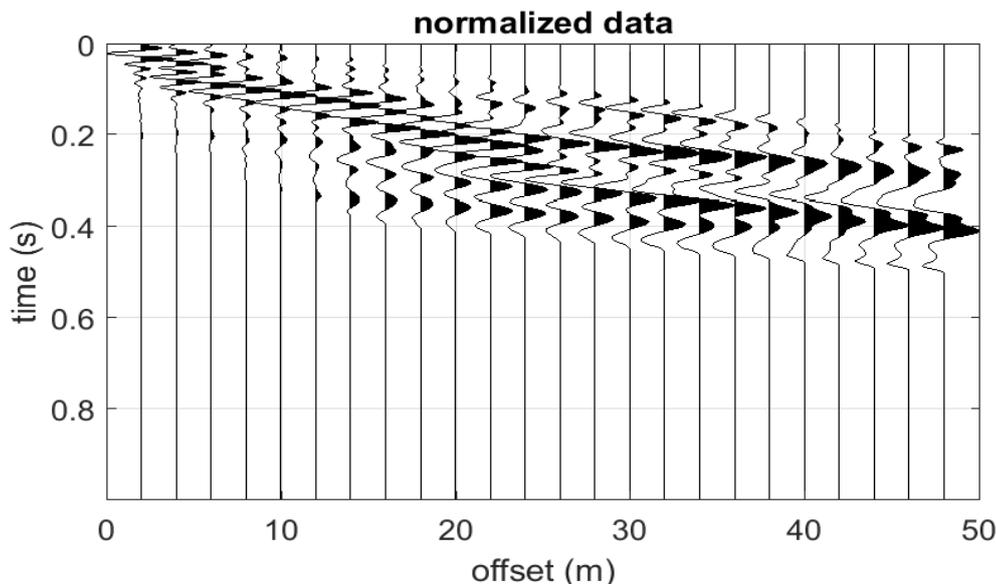
Cantiere: *Parco Eolico Sant'Agata - Comundi Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)*

Data esecuzione prova: 11/10/2022

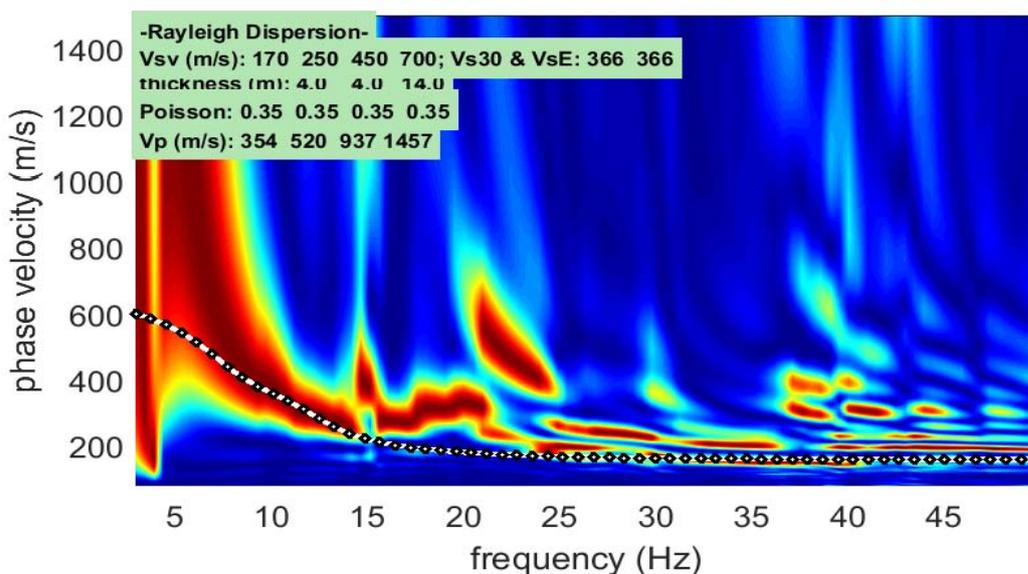
Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 12/10/2022

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: Progetto Energia s.r.l

Protocollo n.: 343/22

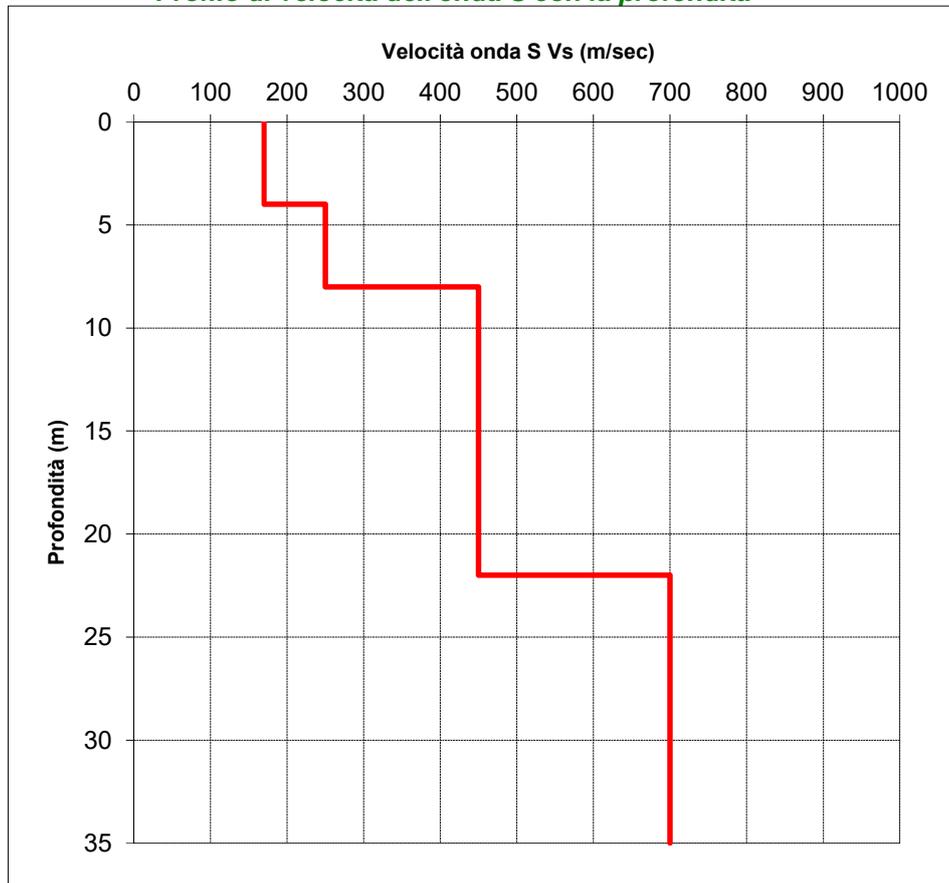
Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comundi Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Data esecuzione prova: 11/10/2022

Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 12/10/2022

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	170	0.0235
4.00	8.00	250	0.0160
8.00	22.00	450	0.0311
22.00	35.00	700	0.0186

VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)
366

Categoria di sottosuolo
B



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: *Progetto Energia s.r.l*

Protocollo n.: 343/22

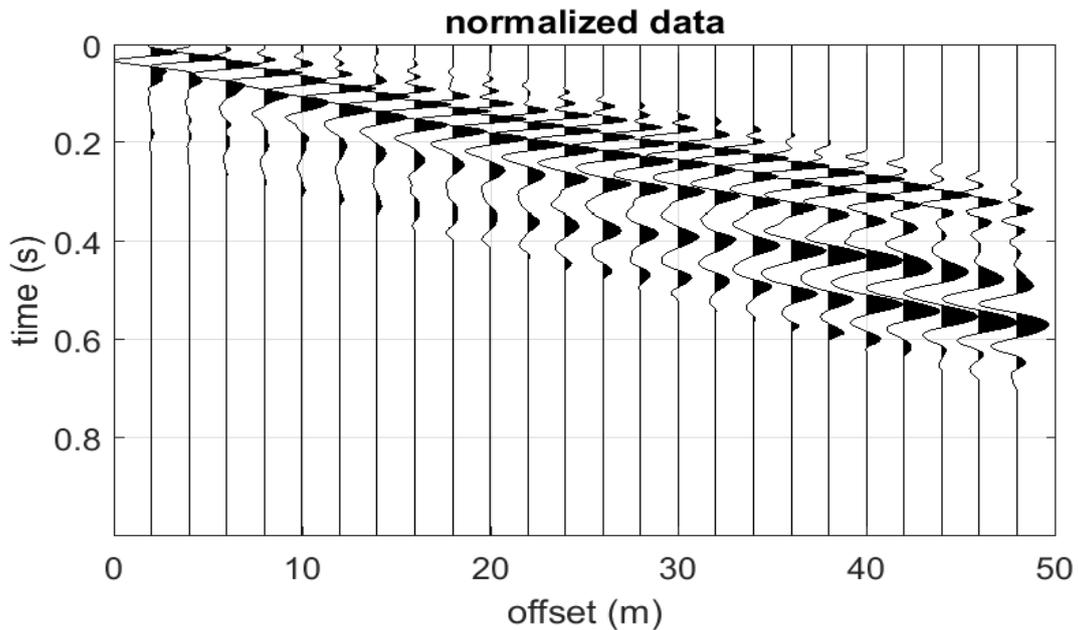
Cantiere: *Parco Eolico Sant'Agata - Comundi Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)*

Data esecuzione prova: 11/10/2022

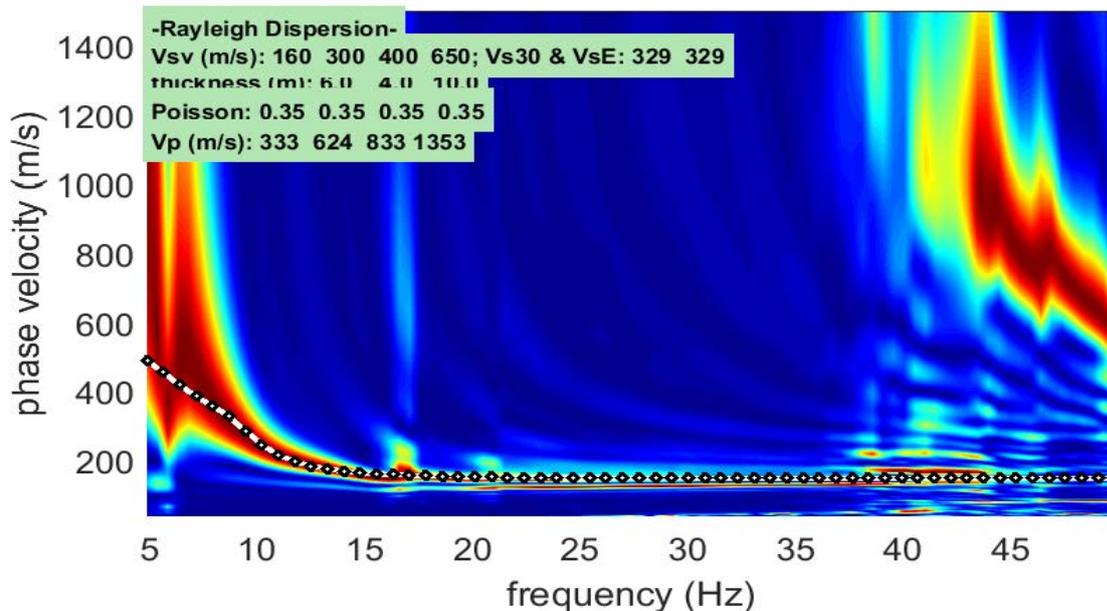
Prova MASW: **M2**

Data emissione certificato: 12/10/2022

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: Progetto Energia s.r.l

Protocollo n.: 343/22

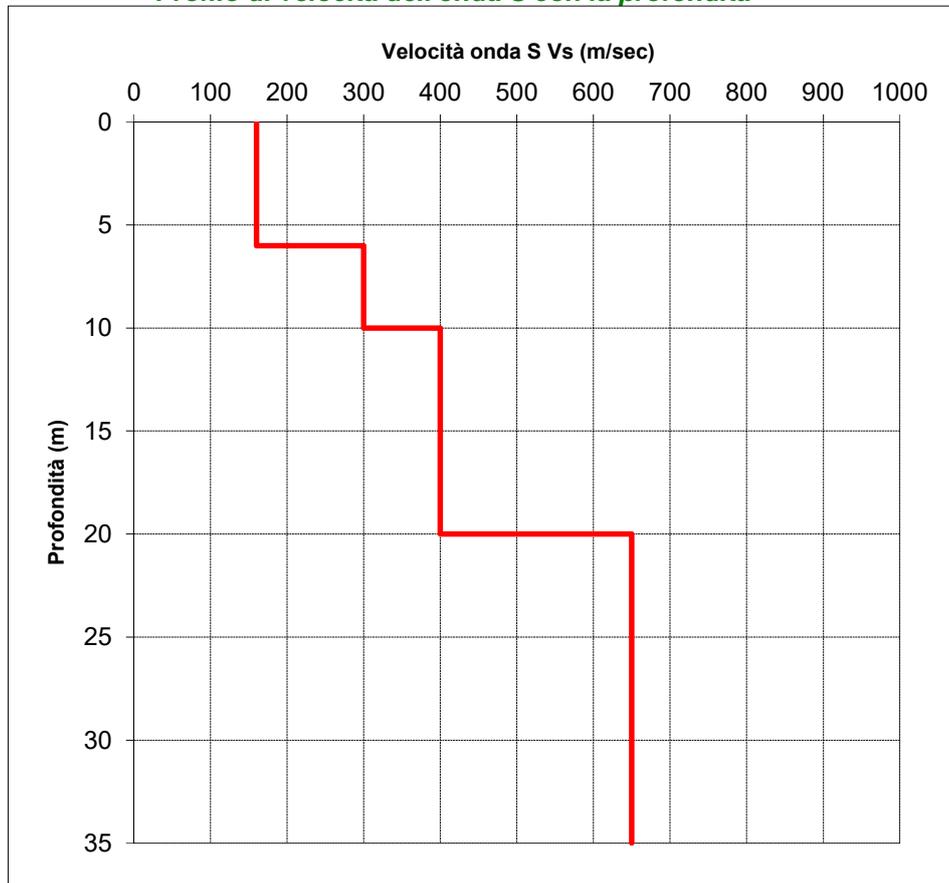
Cantiere: Parco Eolico Sant'Agata - Comuni Sant'Agata di Puglia e Accadia (FG)

Data esecuzione prova: 11/10/2022

Prova MASW: M2

Data emissione certificato: 12/10/2022

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	6.00	160	0.0375
6.00	10.00	300	0.0133
10.00	20.00	400	0.0250
20.00	35.00	650	0.0231

VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)
329

Categoria di sottosuolo
C



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone