



Regione Campania  
 Provincia di Benevento  
 Comuni di San Giorgio La Molara e Molinara



Impianto di produzione di energia elettrica da fonte Eolica e relative opere di  
 connessione potenza complessiva  
 pari a 42,00 MW  
 Impianto Eolico "San Giorgio La Molara e Molinara"

Titolo:

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE INDAGINI GEOTECNICHE

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 1 3 5 0 1	D	R	0 2 4 6	0 2

Proponente:



**Edison Rinnovabili Spa**  
 Foro Buonaparte, 31  
 20121 MILANO  
 Tel. +39 02 6222 1  
 PEC: [rinnovabili@pec.edison.it](mailto:rinnovabili@pec.edison.it)

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



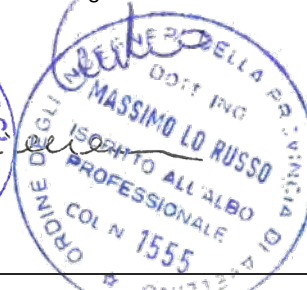
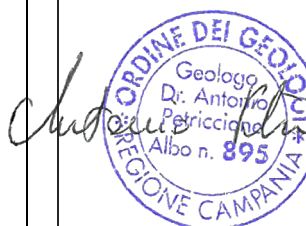
**GEKO S.p.A.**  
 Via Reno, 5 - 00198 Roma (RM)  
 Tel. 06.88803910 | Fax 06.45654740  
 E-Mail: [gekospa@pec.gekospa.it](mailto:gekospa@pec.gekospa.it)



**Progetto Energia s.r.l.**  
 Via Cardito, 202 - 83031 Ariano  
 Irpino (AV)  
 Tel. 0825.831313  
 E-Mail: [info@progettoenergia.biz](mailto:info@progettoenergia.biz)

Geologo:  
 Dott. Antonio Petriccione

Progettista:  
 Ing. Massimo Lo Russo



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

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	29.03.2021	EMISSIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	M. LO RUSSO
	01	20.05.2021	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	M. LO RUSSO
	02	26.03.2024	AGGIORNAMENTO LAYOUT	A. PETRICCIONE	A. PETRICCIONE	M. LO RUSSO

**INDICE**

1. PREMESSA .....	3
1.1. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO .....	3
1.2. ARTICOLAZIONE DEL LAVORO .....	5
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE .....	5
2.1. GEOLOGICO E STRUTTURALE .....	5
2.2. GEOMORFOLOGICO .....	10
2.3. IDROGEOLOGICO .....	11
2.4. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA DA NORMATIVA .....	12
3. MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA .....	13
3.1. ANALISI GEOLOGICA E STRATIGRAFICA .....	13
4. MODELLAZIONE SISMICA .....	15
4.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA .....	15
4.2. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DERIVANTI DA INDAGINI PREGRESSE .....	18
4.3. ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE .....	19
4.4. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	21
5. MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA .....	21
5.1. INDAGINI GEOTECNICHE .....	21
5.2. INTERPRETAZIONI DELLE INDAGINI GEOTECNICHE .....	22
5.2.1. Consultazione prove pressiometriche menard .....	24
5.2.2. Consultazione delle prove geotecniche di laboratorio .....	25
5.2.2.1. Analisi granulometriche e caratteristiche fisiche generali .....	25
5.2.2.2. Prova Edometrica .....	27
5.2.2.3. Prova di espansione laterale libera ELL .....	27
5.2.2.4. Prove Triassiali .....	27
5.2.2.5. Prova di Taglio Diretto e Residuo .....	28
5.3. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI .....	28
5.4. STABILITÀ DELL'AREA .....	29
5.5. POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....	29
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	30

**ALLEGATI:**

1. Stralcio Corografia di inquadramento Scala 1:25.000
2. Stralcio Carta Geologica Scala 1:100.000
3. Stralcio Carta degli scenari di rischio (Screening dei vincoli AdB) Scala 1:25.000

**INDAGINI PREGRESSE PRESE IN CONSIDERAZIONE**

4. Planimetria ubicazione sondaggi geognostici utilizzati per la caratterizzazione geologica dell'area in esame
5. Rdp stratigrafie sondaggi geognostici SGM 30 e SGM 32

## 1. PREMESSA

La Società EDISON Rinnovabili S.p.A. in data 13 ottobre 2021 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 di un impianto per la produzione di energia da fonte eolica e relative opere connesse, formato da n. 8 aerogeneratori per una potenza di picco di 48MW, denominato "San Giorgio La Molara e Molinara", da realizzarsi nei Comuni di San Giorgio La Molara (BN) e Molinara (BN), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV in antenna su una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN da ubicare nelle immediate vicinanze dell'esistente stazione RTN a 150 kV di Foiano, ubicata nel comune di Foiano di Val Fortore.

La Società, al fine di ridurre le interferenze e favorire un miglior inserimento territoriale, propone una rimodulazione impiantistica parziale che si esplicita in:

riduzione del numero di aerogeneratori di progetto da 8 a 7, con l'eliminazione della WTG05;

modesto spostamento degli aerogeneratori WTG01, WTG06 e WTG08.

Tale rimodulazione consente di rispettare la misura di mitigazione relativa alle distanze minime tra le macchine (5-7D sulla direzione prevalente del vento, 3-5D sulla direzione perpendicolare a quella prevalente del vento), come indicato nell'Allegato 4, punto 3.2 lett.n del D.M. 10.09.2010, nonché di ritenere l'area idonea, secondo l'art.20, comma 8, lett, c-quater) del D.Lgs 199/2021 e ss.mm.ii.

Pertanto, il presente documento costituisce una revisione della Relazione Geologica con ubicazioni indagini consegnata a ottobre 2021, che tiene conto della modesta rimodulazione del layout.

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).

Alla luce di quanto esposto, la presente relazione è stata redatta su incarico della società Progetto Energia s.r.l., la quale, dovendo procedere all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 7 aerogeneratori per una potenza complessiva di picco di 42,0 MW e delle relative opere connesse, mi ha incaricato di eseguire uno 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.

### 1.1. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il parco eolico si svilupperà nell'ambito dei comprensori comunali di San Giorgio la Molara e Molinara, entrambi appartenenti alla provincia di Benevento, lungo una dorsale collinare orientata in direzione nord sud, interessata da quote variabili da circa 800 a circa 950 metri sul livello del mare.

Circa l'inquadramento catastale, si evince quanto segue:

L'Impianto eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità d'accesso), il cavidotto MT, stazione elettrica di utenza, l'impianto di utenza per la connessione e l'impianto di rete per la connessione ricadono all'interno dei comuni di san Giorgio La Molara e Molinara sulle seguenti particelle catastali:

- *Comune di San Giorgio la Molara (BN):* FOGLIO 1 particelle 219, 228, 67, **37, 36**, 65, 315, 58, 57, 56, 55, 161, 53, 50, 54, 52; FOGLIO 2 particelle 152, 90, 83, 79, 318, 78, 69, 68, **132, 131, 127, 125, 123, 122, 120, 210, 242, 345**; FOGLIO 3 particelle 142, 140, 101, 100, 96, 97, 98, 180, 139, 138, 136, 134, 99, 132, 92, 130, 91, 128, 126, 274, 90, 124, 89, 122, 79, 88, 209, 87; FOGLIO 4 particella 763; FOGLIO 5 particelle 137, 200, 196, 194, 192, 179, **94, 67, 39, 175, 25**, 178, 177, 176, 190, 189, 188, 187, 441, 173, 186, 183, 323, 361, 362, 363, 364, 325, 324, 326, 327, 365, 366, 368, 367, 273, **272**, 275, **274, 276**, 328, 329, 226, 227, **228, 506**, 307, 306, 305, 350, 304, 303, 439, 302, 301, 349, 300, 348, 299, 298, 347, 297, 296, 244, 242, 243, 443, 58, 57, 56, 55, 54, 24, 23, **85, 86, 87, 61, 62, 63, 53, 64, 65**; FOGLIO 6 particelle 59, 57, 55, 53, 51,

4, 31, 131, 129, 133, 132, 262, 261, 130, 106, 104, 102, 100, 98, 105, 103, 101, 99, 96, 94, 91, 49, 48, 46, 90, 88, 44, 42, 85, 40, 39, 83, 34, 73, 32.

- Comune di Molinara (BN): FOGLIO 7 particelle 131, 83, 84, 194, 49, 47, 192, 190, 199, 200; FOGLIO 11 particelle 195, 189, 191, 192, 188, 187, 106, 111, 110, 108, 203.

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

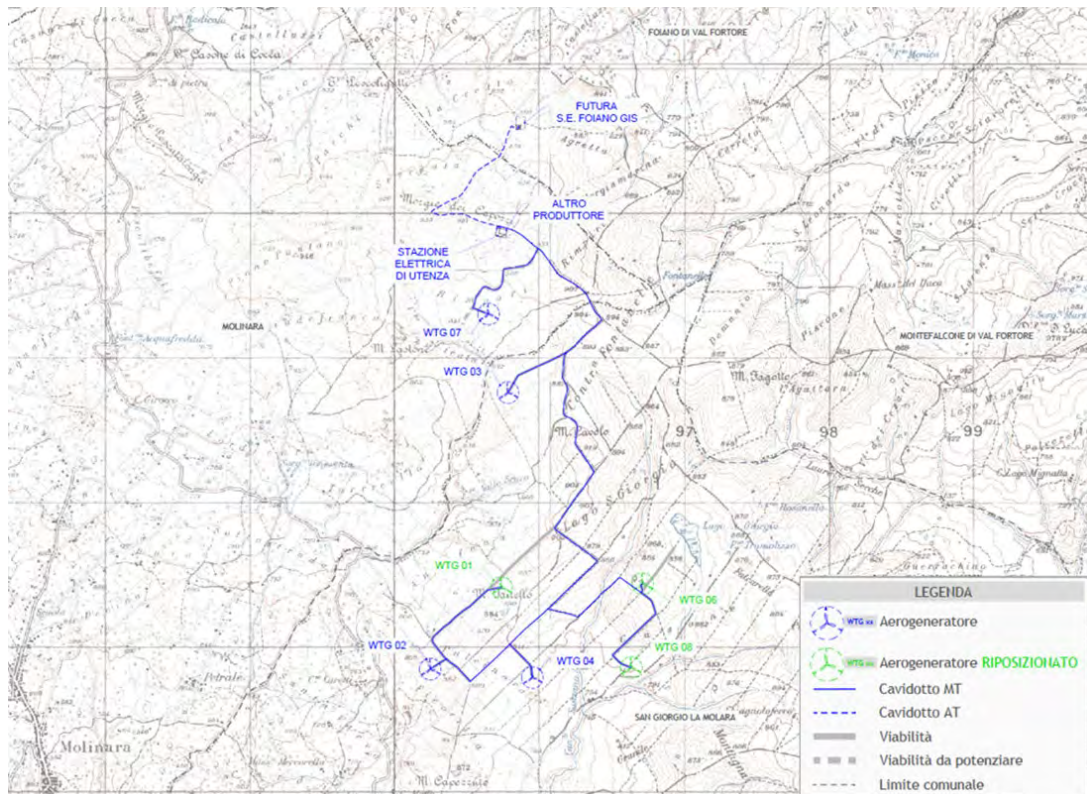
AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		Identificativo catastale		
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella
WTG01	495.670,0	4.572.216,0	San Giorgio La Molara	5	57-63
WTG02	495.178,3	4.571.651,3	San Giorgio La Molara	4	763
				5	176
WTG03	495.715,3	4.573.563,6	San Giorgio La Molara	1	55-56
WTG04	495.883,0	4.571.594,3	San Giorgio La Molara	5	326-327-365-364
WTG06	496.645,0	4.572.242,0	San Giorgio La Molara	3	100
WTG07	495.580,6	4.574.105,3	Molinara	11	188
WTG08	496.566,0	4.571.662,0	San Giorgio La Molara	6	132-262

L'area oggetto di studio cartograficamente ricade nel Foglio 419 in scala 1:50.000 della Carta Geologica d'Italia (Ispra), denominato "San Giorgio La Molara" e nei Fogli n. 173 e n. 174 Scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia denominati rispettivamente "Benevento e Ariano Irpino".

Dal punto di vista degli scenari di rischio idrogeologico, l'intero impianto attraversa il territorio di competenza dell'Autorità di bacino dei Fiumi Liri – Garigliano e Volturno.

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 7 aerogeneratori per una potenza complessiva di picco di 42,0 MW, nei comuni di San Giorgio La Molara (BN) e Molinara (BN), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV in antenna su una nuova stazione elettrica di smistamento delle RTN da ubicare nelle immediate vicinanze dell'esistente stazione RTN a 150 kV di Foiano.

Si riporta di seguito stralcio della corografia di inquadramento:



Corografia di inquadramento con individuazione del parco eolico "San Giorgio la Molara e Molinara"

## 1.2. ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

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

- Rilevamento delle caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche di superficie integrato dalla lettura delle carte geologiche d'Italia foglio San Giorgio la Molara N°419 Scala 1:50.000 e Fogli n. 173 e n. 174 Scala 1:100.000 "Benevento e Ariano Irpino", fogli nei quali ricade l'area in esame;
- Acquisizione di dati dal piano regolatore generale e da altre indagini eseguite in zona dallo scrivente;
- Analisi della cartografia a corredo del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (carta degli scenari di rischio);
- Reperimento e indagini geognostiche e prove geotecniche eseguite nell'area e nelle immediatamente vicinanze di quella in studio.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

### 2.1. GEOLOGICO E STRUTTURALE

I terreni affioranti nella zona in esame rientrano nell'Appennino Irpino, costituito da rilievi collinari argilloso-marnoso-arenacei, posti tra la Catena Appenninica (Appennino Campano – Lucano), costituita in prevalenza da rocce carbonatiche mesozoiche e coperture fliscoidi mioceniche, e la fossa Bradanica, in cui affiorano solo sedimenti argillosi Plio – Pleistocenici.

Tutti i terreni affioranti nell'area sono stati interessati dalle intense fasi tettoniche mio-plioceniche. La fase tettonica dominante, disposta NNW – SSE, porta a contatto i terreni argillosi varicolori delle Unità Lagonegresi, ad ovest, con i termini marnoso argillosi e calcarei del Flysch di Faeto ad est.

Nel Paleocene – Eocene, si aveva la sedimentazione delle Argille Varicolori ed era delimitata ad occidente dalla Piattaforma Carbonatica Campano – Lucana e ad est dalla Piattaforma Apula.

Ad un primo movimento è da imputare la messa in posto dei terreni della "Formazione delle Argille Variegate" appartenenti al Bacino di sedimentazione Sicilide (Ogniben, 1969) nel Bacino Lagonegrese Molisano; l'età deposizionale di tali coltri è

attribuibile al Langhiano, ovvero il periodo in cui sono sovrascorse le Unità strutturali che limitavano verso Est il Bacino, riducendone l'ampiezza.

L'evoluzione tettonica si esplica con la formazione di una fossa esterna nella quale avviene la deposizione dei sedimenti flyschoidi con il "flysch di San Bartolomeo" nel Bacino Irpino e il "flysch della Daunia" nel Bacino Apulo; solo successivamente si ha la deposizione delle marne Tortoniane di ambiente neritico e, nel Bacino Apulo, la serie di chiusura costituita dalle evaporiti molassiche.

La seconda fase tettonogenetica si è verificata durante il Serravalliano con la messa in posto, nel Bacino Irpino, di una falda costituita da terreni del complesso Sicilide; una ulteriore fase tettonica si è verificata nel Tortoniano con la sovrapposizione di una potente coltre di terreni del complesso Sicilide sui depositi terrigeni del Bacino Irpino e il conseguente accavallamento delle Unità Iripine sulla serie del Bacino Apulo (Pescatore & Ortoli, 1973).

Quest'ultimo fronte di accavallamento ha direzione appenninica (N. O. - S. E.) e presenta un piano subverticale almeno fino alla profondità di qualche centinaio di metri.

La fase tettonica del Tortoniano ha coinvolto oltre che le argille anche i terreni miocenici: il tutto è messo in evidenza dal sovrascorrimento degli uni sugli altri, dai contatti stratigrafici invertiti e dalla presenza di varie strutture a scaglie embricate. Questi fenomeni sono evidenti principalmente in corrispondenza delle Argille Varicolori, ove non sempre è possibile ricostruire strutture tipo pieghe, quasi sempre troncate o nascoste da ricoprimenti tettonici con i fronti frastagliati e con presenze di klippen e/o finestre tettoniche.

Nell'ambito dei depositi alloctoni non mancano blocchi esotici e lembi del flysch di San Bartolomeo; a volte il limite della coltre gravitativa è dislocato da faglie, talora ricoperte da alluvioni o da corpi di frana.

I lineamenti tettonici attualmente osservabili nelle serie affioranti sono stati determinati dalle diverse fasi tettoniche succedutesi dal Tortoniano: gran parte delle deformazioni sono state causate, appunto, da eventi tettonici a carattere compressivo verificatesi nel Tortoniano e poi nel Pliocene medio inferiore. Deformazioni di tipo distensivo invece si sono avute nel Pleistocene medio e superiore (Dazzaro & Rapisardi, 1982).

Nonostante gli eventi compressivi abbiano determinato una intensa tettonizzazione delle "Argille Varicolori", localmente, laddove affiorano le litologie più consistenti (carbonatiche ed arenacee), sono riconoscibili pieghe con andamento appenninico NNW.

Dal punto di vista litologico, l'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di: - Flysch argilloso-marnoso-calcarei - Flysch argilloso-marnoso-arenacei.

I Flysch argilloso-marnoso-calcarei appartengono ad Unità strutturalmente e litologicamente complesse. Sono ivi ricomprese Unità stratigrafico-strutturali assimilabili per prevalenti affinità litologiche (Flysch Rosso calcareo e calcareo argilloso - Unità Sicilidi), in cui frequente è la presenza di litotipi calcarei associati ad argille e marne anche scagliose. Caratteristica comune di questi complessi è la accentuata eterogeneità litologica, la scomparsa dei rapporti stratigrafici, la spinta tettonizzazione. Sono largamente diffusi nella porzione centrosettentrionale ed orientale del territorio provinciale. Lo spessore è dell'ordine delle centinaia di metri. I Flysch argilloso-marnoso-arenacei comprendono anche le Unità a prevalente composizione argilloso-arenacea (Flysch delle Unità Iripine, Unità di Altavilla), e le coltri di argille varicolori che le accompagnano. Si evidenzia la loro complessità, legata alla accentuata eterogeneità litologica, alla spinta tettonizzazione che scompagina gli originari rapporti stratigrafici. Sono largamente diffusi nella porzione centro-settentrionale ed orientale del territorio provinciale e cingono, in maniera significativa, i massicci calcarei del Matese, soprattutto verso sud, e del Taburno- Camposauro, in prevalenza ad est e ad ovest. Lo spessore dei complessi è di molte centinaia di metri.

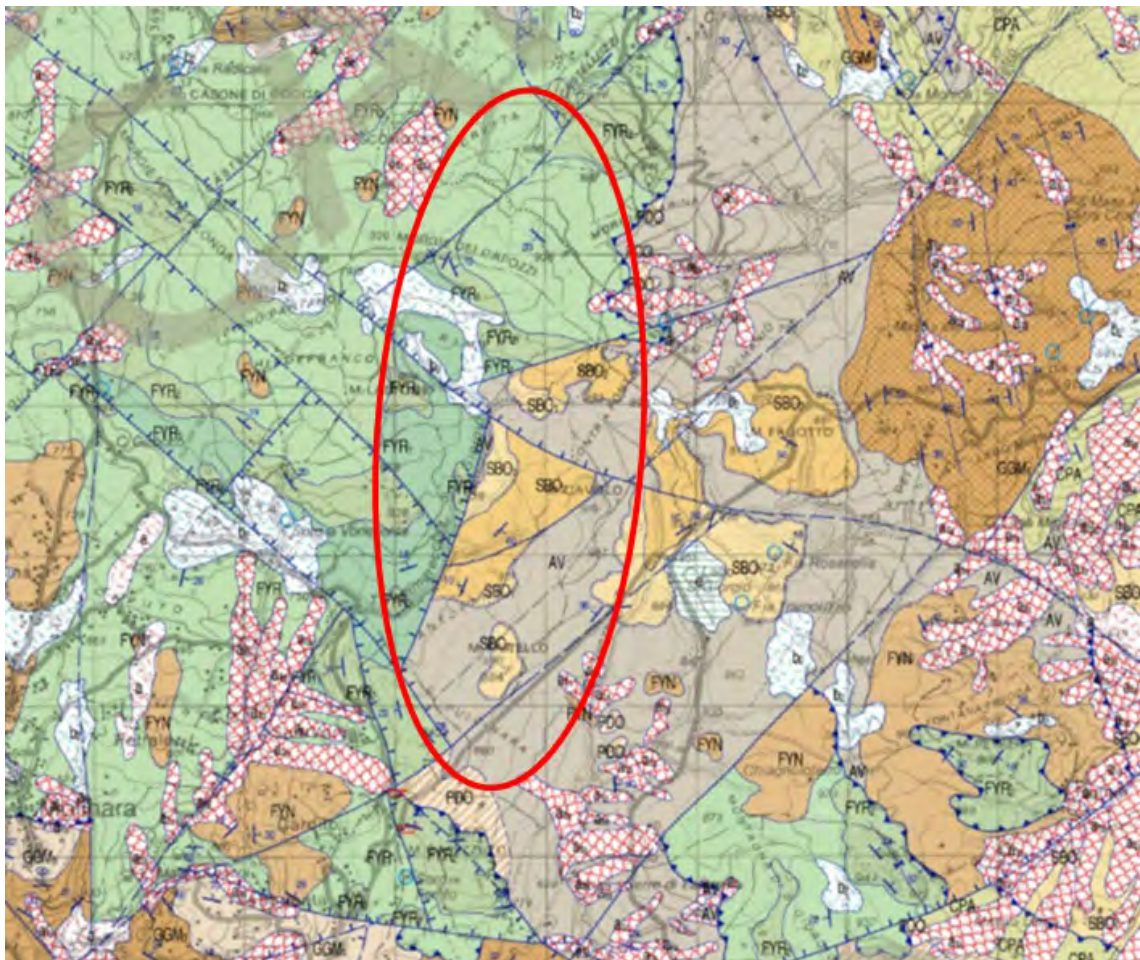
In particolare, l'area strettamente interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori, come si evince dallo stralcio del foglio 419 "San Giorgio la Molara" della Carta Geologica d'Italia di seguito riportato, è caratterizzata dalla presenza di successioni sedimentarie di età compresa tra il Cretacico Superiore e il Miocene Inferiore, riferibili alle unità tettoniche del Sannio e del

Fortore.

In particolare gli aerogeneratori WTG01-02 e 07 ricadono nell'unità tettonica del Sannio e nello specifico sono rappresentati da litologie eterogenee e caotiche costituite da alternanze di argille marnose e siltose, argilliti, calcilutiti grigio verdastre laminate passanti a marne calcaree e argille silicifere nerastre (FYR<sub>2</sub>).

Gli aerogeneratori WTG03-04 e 08 appartengono al Gruppo delle Argille Variegate (AV), costituite da argille di colore grigio, verde, rosso e violaceo, in strati sottili con intercalazioni di argille marnose scagliettate con marne brune o rossastre, calcari marnosi e calcareniti bioclastiche.

Infine, solamente l'aerogeneratore WTG06 appartiene al membro arenaceo pelitico denominato SBO del flysch di San Bartolomeo, costituito da alternanze ritmiche di strati di arenarie arcosiche e arcosico-litiche e micacee, argille e argille marnose da semilitoidi a litoidi. Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica d'Italia in scala 1:50.000 con indicazione dell'area in esame.



Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 Foglio 419 – San Giorgio La Molara con individuazione area interessata dall'impianto eolico in progetto

Di seguito si riporta la legenda della carta tematica esaminata.

## UNITA' TETTONICA DEL SANNIO

**flysch numidico**

Quarzareniti a cemento siliceo; sottili intercalazioni di argille siltose e marnose, verso l'alto compaiono intercalazioni di strati sottili di arenarie quarzoso-feldspatiche grigiastre. Limite inferiore concordante e graduale su FYR e FYR<sub>2</sub> mentre è sottoposto con limite inconforme solo a depositi quaternari ubiquitari. Depositi bacinali ferrigeni da flussi gravitativi ed emipelagiti. Associazioni a nannoplancton della zona MNN4a alla base ed associazioni a foraminiferi della zona MMI5a. Spessore circa 200 m.

**BURDIGALIANO SUPERIORE – LANGHIANO SUPERIORE p.p.**

**Flysch Rosso**

Calcarei clastici e marne rosse in strati e banchi. Calcareniti con alveolinae, nummuliti e orbitoidi; calcilutiti, calcari cristallini, calcareniti gradate, e sottili livelli di marne argillose ed argilliti. Nella formazione sono stati distinti un membro diasprigno (FYR<sub>1</sub>) in posizione basale ed un membro

calcareo (FYR<sub>2</sub>). Limite inferiore non esposto; passaggio verso l'alto a FYN. Successioni di bacino e base scarpata, formate da depositi da emipelagiti e flussi gravitativi. Associazioni a nannoplancton del Paleocene superiore (Eocene inferiore ?), della zona NP25b e fino alla zona MNN4a. Spessore circa 400 m.

**CRETACICO SUPERIORE – MIOCENE INFERIORE (dati di letteratura)**

**membro calcareo**

Calciruditi ricristallizzate in strati e banchi massivi, costituite da clasti con rudiste e da frammenti di strato di calcari di piattaforma carbonatica, brecciole calcaree a macroforaminiferi, calciruditi policrome, calcareniti gradate con alveolinae, nummuliti e orbitoidi; calcari cristallini. Verso il basso parziale eteropia a FYR<sub>1</sub>. Successioni di base scarpata – bacino di natura prevalentemente torbiditica. Associazioni a nannoplancton del Cretacico superiore (Campaniano superiore - Maastrichtiano) e dell'Eocene, passanti ad associazioni delle zone NP24, MNP25b, MNN1d e fino alla zona MNN4a. Spessore circa 200 m.

**CRETACICO SUPERIORE – BURDIGALIANO SUPERIORE**

**membro diasprigno**

Alternanze di argille marnose e siltose e argilliti, calcilutiti grigio-verdastre laminate, marne calcaree, argille silicifere nerastre, diaspri, calcari marnosi diasprigni. Stratificazione sottile, piano-parallela. Base non esposta; verso l'alto parziale eteropia a FYR<sub>2</sub>. Successioni di bacino, formate da emipelagiti e flussi gravitativi distali. Spessore circa 50 m.

**CRETACICO SUPERIORE (dati di letteratura)**

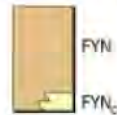


## UNITÀ TETTONICA DI FRIGENTO


**formazione di Fragneto Monforte**

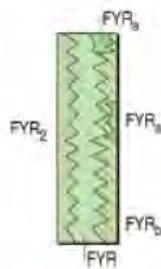
Arenarie quarzose e quarzolitiche-feldspatiche in strati e banchi massivi, e quarzosilti argille ed argille marnoso-siltose. Limite inferiore graduale e concordante su FYN. Depositi bacinali terrigeni da flussi torbiditici distali ed emipelagiti. Associazioni a nannoplancton della zona MNN5c alla base della formazione e della zona MNN6b nella parte superiore; associazioni a foraminiferi dalla zona MMI5a alla zona MMI8. Spessore circa 150 m.

**LANGHIANO SUPERIORE p.p. – SERRAVALLIANO p.p.**


**flysch numidico**

Quarareniti in strati e banchi, sottili intercalazioni di argille siltose e marnose; verso l'alto intercalazioni di strati sottili di arenarie quarzo-feldspatiche. Microconglomerati granulari quarzosi in banchi con ilimiti ed altre strutture da fluidificazione, in corpi sedimentari canalizzati. Limite inferiore concordante e graduale su FYR. Alla base localmente è presente una litofacies calcarea (FYN<sub>c</sub>), spessa fino a 50 - 100 m, costituita da alternanze di quarzoareniti, calcareniti con clasti di quarzo, argille siltose e marnose, calcareniti e brecciole calcaree con frammenti di lamellibranchi, peliti. Depositi bacinali terrigeni da flussi gravitativi ed emipelagiti. Associazioni a nannoplancton della zona MNN4a alla base ed associazioni a foraminiferi della zona MMI5a. Spessore circa 250 m.

**BURDIGALLANO SUPERIORE – LANGHIANO SUPERIORE p.p.**


**Flysch Rosso**

Calcareniti gradate con alveolinee, nummuliti e orbitoidi; calcilutiti in strati sottili e medi; calcari cristallini; interstrati di marne argillose ed argilliti rossastre e grigiastre. La formazione presenta due litofacies e un membro calcareo (FYR<sub>2</sub>). La litofacies calcareo-clastica (FYR<sub>3</sub>) è formata da calciruditi ad alveolinee e nummuliti, calcareniti laminate e gradate, calcilutiti e calcari marnosi e subordinate marne calcaree, argille marnose e argilliti, con associazioni a nannoplancton dell'Eocene. La litofacies pelitica (FYR<sub>1</sub>) è formata da argille marnose e siltose, argilliti, con stratificazione interna piano-parallela o ondulata; calcilutiti laminate, marne e marne calcaree in strati sottili. Limite inferiore non esposto; passaggio verso l'alto a FYN. Successioni di bacino e base scarpata. Associazioni a nannoplancton del Paleocene superiore (Eocene inferiore ?), della zona MNP25b e fino alla zona MNN4a. Spessore di almeno 500 m.

**CRETACICO SUPERIORE – MIOGENE INFERIORE (dati di letteratura)**

**membro calcareo**

Calciruditi ricristallizzate, in strati e banchi massivi, brecciole calcaree e calcareniti con alveolinee, nummuliti, tepidocicline e orbitoidi; calcari cristallini, stratificazione irregolare; calcareniti gradate, calcilutiti e sottili livelli di marne e marne argillose. Il membro è eteropico al resto della formazione con le sue litofacies; la base non è esposta. Successioni di base scarpata – bacino di natura prevalentemente torbiditica. Associazioni a nannoplancton del Cretacico superiore (Campaniano superiore - Maastrichtiano) e dell'Eocene, passanti ad associazioni delle zone NP24, MNP25b, MNN1d e fino alla zona MNN4a. Spessore 200 - 300 m.

**CRETACICO SUPERIORE – BURDIGALLANO SUPERIORE**

## UNITA' TETTONICA DEL FORTORE



## 2.2. GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista morfologico il territorio è per lo più caratterizzato da rilievi collinari con alcune aree pedemontane che degradano verso la valle alluvionale del Tammaro.

L'attuale assetto dell'area è stato notevolmente influenzato dalla tettonica. Durante il Quaternario gli eventi neotettonici hanno dislocato le formazioni meso - cenozoiche creando forti gradienti ed un'elevata energia del rilievo. Inoltre in seguito ai periodi gelo-disgelo occorsi durante tutto il Quaternario i rilievi emersi hanno subito intense fasi erosive che ne hanno modellato i versanti. In generale si può affermare che i processi erosivi, sia lineari che areali hanno inciso profondamente i depositi terrigeni ivi presenti contribuendo a creare scarpate di morfoselezione, incisioni vallive e fenomeni franosi più o meno recenti.

Il progetto del nuovo parco eolico si sviluppa nell'ambito delle colline delle Valli del Fortore e del Tammaro. Esso è ubicato nella porzione nord-orientale della Provincia di Benevento ed interessa i territori comunali di San Giorgio La Molara e Molinara.

L'ambito della Valle del Fortore è ubicato nell'estrema parte nord-orientale della Provincia, al confine con le province di Campobasso e Foggia, in un territorio collinare-montuoso mentre l'ambito delle Valli secondarie del Basso Tammaro (che comprende i comuni di Apice, Buonalbergo, Molinara, Paduli, San Giorgio La Molara, San Marco dei Cavoti, Sant'Arcangelo Trimonte) è ubicato nella parte orientale della provincia, lungo il lato sinistro del fiume Tammaro, in un territorio per gran parte collinare, che confina ad est con la provincia di Foggia.

Il territorio in esame presenta caratteristiche morfologiche ben differenziate, connesse con gli eventi tettonici che hanno dato luogo all'attuale assetto orografico e con le caratteristiche litologiche degli affioramenti che si lasciano più o meno facilmente degradare e alterare dagli agenti atmosferici o aggredire dalla gravità. Detto territorio, che si estende dallo spartiacque appenninico fin quasi al margine orientale della piana campana, presenta il quadro morfologico tipico delle aree appenniniche meridionali. Esso, infatti, appare costituito da una successione di falde embricate, costituite da depositi terrigeni in facies

flyscioide e scaglie calcareodolomitiche, tutte deformate da una serie di azioni tettoniche che hanno alterato gli originari rapporti stratigrafici ed hanno dato luogo ad uno stato di fessurazione e fagliazione a luoghi particolarmente intenso.

L'accavallamento di queste falde è stato il prodotto delle fasi tettoniche compressive e trascorrenti mio-plioceniche, mentre lo smembramento delle strutture tettoniche derivate si è determinato durante la fasi a carattere distensivo avvenute nel Pleistocene. Di conseguenza il quadro geostrutturale è di particolare complessità, in quanto oltre all'affioramento di tipiche formazioni litologicamente complesse, sono evidenti sulle stesse gli effetti delle diverse fasi di piegamento che hanno determinato altre complessità non solo nei rapporti tra le Unità ma anche a scala mesostrutturale. Le fasi tettoniche, compressive e trascorrenti mioceniche hanno dato luogo all'attuale assetto del crinale appenninico, le cui cime intagliate nei flysch miocenici superano, anche se di poco, i 1000 metri di quota, nonché alla contrapposizione dell'aspro complesso carbonatico del Taburno Camposauro con i rilievi collinari caratterizzati da litologie meno conservative. Le fasi distensive pleistoceniche hanno dato luogo, invece, alle depressioni tettoniche limitate da faglie dirette, oggi colmate, della Vele Caudina, della Valle Telesina e della Valle del Tammaro sotto Morcone. Il controllo dell'evoluzione geomorfologica del territorio provinciale, riguardato in scala temporale umana, è prevalentemente legato ad un elemento fondamentale, identificabile con le caratteristiche tecniche dei litotipi affioranti, ed a quattro fattori essenziali, gli agenti atmosferici, la gravità, i parossismi sismici, le attività antropiche. Le azioni svolte, in maniera spesso concomitante, dai quattro fattori sui litotipi affioranti, danno luogo a due tipi di fenomeni morfogenetici, sinteticamente definibili come erosioni e frane, che modificano incessantemente, in maniera talora lenta, altre volte rapida e violenta, il paesaggio.

### 2.3. IDROGEOLOGICO

I caratteri idrogeologici dell'intero territorio provinciale sono stati desunti dalla consultazione della carta della permeabilità provinciale (fonte PTCP) riportata nel paragrafo puntuale relativo alla caratterizzazione idrogeologica locale.

Da essa si evidenzia il grado di permeabilità relativa dei litotipi affioranti nel territorio provinciale che ha consentito di individuare le principali risorse idriche sotterranee e la relativa vulnerabilità all'inquinamento.

In maniera molto schematica si rilevano le seguenti macro-aree, omogenee sotto il profilo della permeabilità:

- Area delle alluvioni, a permeabilità elevata quelle attuali e recenti a quote pari a quelle degli alvei fluviali o poco elevate rispetto a queste, a permeabilità scarsa quelle antiche terrazzate ad oltre 20 metri di altezza rispetto alle quote degli attuali alvei fluviali. Tutte permeabili per porosità costituiscono in qualche caso importanti acquiferi, come quello posto immediatamente ad est di Benevento, in corrispondenza dell'alveo del fiume Calore, classificabile, per la particolare composizione strutturale del bacino sotterraneo, come serbatoio di compenso. L'acquifero costituito dalla bassa valle del fiume Calore ha elevato produttività sia per lo stato sciolto delle alluvioni sia per i notevoli apporti idrici del Camposauro e del Matese.
- Area delle piroclastiti, a permeabilità da bassa a media in relazione alla diversa natura dei sedimenti; bassa o nulla nelle cineriti, diventa media nelle piroclastiti scoriacee e pomicee nonché nei tufi fessurati.
- Area dei flysch miocenici, a nord e ad est di Benevento, nonché lungo i bordi dei massicci calcarei, a permeabilità da nulla a scarsa; la permeabilità è ivi influenzata dalla diffusa presenza della frazione argillosa. I sedimenti clastici sono perciò scarsamente permeabili per porosità, quelli litoidi, dati da masse calcaree a volte anche di cospicua entità, sono molto permeabili per fratturazione. Gli acquiferi comunque sono di scarsa entità. Modeste e irregolarmente distribuite le manifestazioni sorgentizie, poste al contatto tra calcari ed argille, tra arenarie ed argille.
- Area dei sedimenti argilloso-sabbioso-conglomeratici pliocenici, a permeabilità in genere contenuta, sia per la diffusa presenza delle argille, sia per l'elevato grado di addensamento dei litotipi granulari. Acquiferi modestissimi e scarse le manifestazioni sorgentizie, presenti nei litotipi granulari e sostenute dagli orizzonti impermeabili argillosi.
- Area dei sedimenti calcarei, identificabili con le pendici meridionali del Monte Matese e con il gruppo del Taburno-

Camposauro, ad elevata permeabilità per fratturazione. In essi sono insediati acquiferi notevoli e manifestazioni sorgentizie importanti al limite del contatto calcari sedimenti impermeabili.

In relazione al sopra esposto quadro delle permeabilità si individuano i principali acquiferi localizzati sul territorio provinciale:

- Bassa valle del fiume Calore, tra Paupisi e la confluenza con il fiume Volturno (Valle Telesina);
- Piana di Benevento, comprendente la piana di Ponte Valentino e la piana di Pantano;
- Piana del fiume Isclero, comprendente la Valle Caudina;
- Monti di Camposauro;
- Monti del Taburno;
- Monti del Matese;
- Monte Moschiatturo;
- Monti di Durazzano.

L'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di:

- depositi argillosi, sabbioso-arenacei, conglomeratici caratterizzati da permeabilità bassa;
- depositi argilloso-marnoso-calcarei caratterizzati da permeabilità da bassa a media.

#### 2.4. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA DA NORMATIVA

Nell'ambito della definizione degli scenari di rischio presenti sul territorio in esame l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ha individuato aree a diverso grado di rischio idrogeologico e idraulico. Il livello di rischio varia da R1 (area a rischio moderato) a R4 (area a rischio molto elevato in zone con presenza di infrastrutture). Sono state altresì individuate aree con livelli di attenzione da A1 (area di moderata attenzione) ad A4 (area di alta attenzione con elevata pericolosità ma senza presenza di infrastrutture). Tali aree sono concentrate nelle zone vallive pedemontane con aree di invasione che spesso interessano il centro abitato.

Inoltre dalla consultazione della cartografia degli scenari di rischio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale è emerso che:

- *gli aerogeneratori **WTG 01, WTG 03, WTG 04, WTG 07 e WTG 08** ricadono nella categoria denominata C1, ossia - Area di possibile ampliamento di fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco per i quali si demanda al DM. LL. PP. 11/03/88.*
- *L' aerogeneratore **WTG 06** ricade in aree di media attenzione A2 - Area non urbanizzata ricadente all'interno di una frana quiescente a massima intensità attesa media.*
- *l'aerogeneratore **WTG 02** ricade in una zona bianca non a rischio ma a poca distanza da un'area di alta attenzione A4 - Aree non urbanizzate, potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito e invasione di frane a massima intensità attesa alta.*
- ***Alcuni tratti del cavidotto attraversano aree di alta attenzione A4 e aree di medio alta attenzione A3, ossia aree non urbanizzate potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta e aree ricadenti all'interno di frane attive a massima intensità attesa media o aree all'interno di frane quiescenti della medesima intensità in aree classificate ad alto grado di sismicità.***

Tutti i restanti sostegni non rientrano in aree classificate a rischio frana.

In allegato si riporta lo stralcio degli scenari di rischio dell'autorità di bacino competente, di seguito si riporta lo stralcio dei PAI con l'individuazione delle opere in progetto:

### 3. MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA

#### 3.1. ANALISI GEOLOGICA E STRATIGRAFICA

Dall'interpretazione di una serie di indagini geognostiche eseguite nelle aree prospicienti il sito in esame è emerso che l'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori e delle opere connesse è caratterizzata dalla presenza di litologie eterogenee e caotiche costituite da alternanze di argille marnose e siltose, argilliti, passanti a argille di colore grigio, verde, rosso e violaceo, in strati sottili con intercalazioni di argille marnose scagliettate con marne brune o rossastre, calcari marnosi e calcareniti bioclastiche.

Di seguito si riportano le colonne stratigrafiche di alcuni sondaggi presi in esame e utilizzati per la caratterizzazione geologica del futuro impianto eolico e uno stralcio da satellite con ubicazione del parco e delle indagini suddette.

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA
1	0,7	0,7	Limo argilloso brunastro, molle (terreno agrario)
2	2,0	1,3	Limo argilloso di colore giallo-verdastro variegato rossastro da molto plastico a plastico con la profondità, alterato nella parte superficiale, saturo
3			Limo argilloso rossastro variegato verdastro, a tratti presenza di nuduli e/o livelli debolmente sabbiosi giallo verdastro, inclusi rari elementi litoidi di natura calcarea di dimensioni max 1 cm, plastico
4	4,1	2,1	
5			
6			Limo argilloso di colore rossastro di media consistenza, a tratti struttura scagliosa con rari livelli grigio-verdastri
7			
8	8,0	3,9	
9			
10			Limo argilloso di colore rossastre alternato a bande grigiastre ed a tratti verdastre, struttura scagliosa, all'interno presenza di clasti di natura marnosa e marnosa arenacea di dimensioni centimetrica
11	11,5	3,5	
12	12,0	0,5	Incluso calcareo biancastro di 20 cm e blocchi calcarei e calcarenitici
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			Limo argilloso rossastro a tratti variegato grigio-verdastro di buona consistenza. All'interno presenza di alcuni noduli costituiti da materiale litoide minuto.
22			Il materiale litoide è di natura calcarea biancastro e marnoso rossastro. Struttura a tratti evidentemente scagliosa
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30	30,0	Fine	

Stratigrafia sondaggio geognostico SGM S30

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA
1	0,5	0,5	Limo argilloso brunoastro (terreno agrario)
2			Limo argilloso di colore giallo-verdastro da molto plastico a plastico con la profondità, molto alterato nella parte superficiale e saturo
3			
4	3,7	3,2	
5	4,5	0,8	Limo argilloso di colore grigio, variegato giallastro, leggermente plastico e umido
6			Limo argilloso di colore grigiastro tendente al verdastro, a tratti presenza di struttura a scaglie, sovraconsolidato. Presenza di tratti leggermente marnosi e rare fiammate rossastre. Sporadica è la presenza di elementi litoidi minuti. Consistenza media al top e crescente con la profondità, poco umido a tratti secco. Si rinvenono a varie profondità superfici di con piani traslucidi con andamento di circa 45°
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30	30,0	Fine	

Stratigrafia sondaggio geognostico SGM – S32

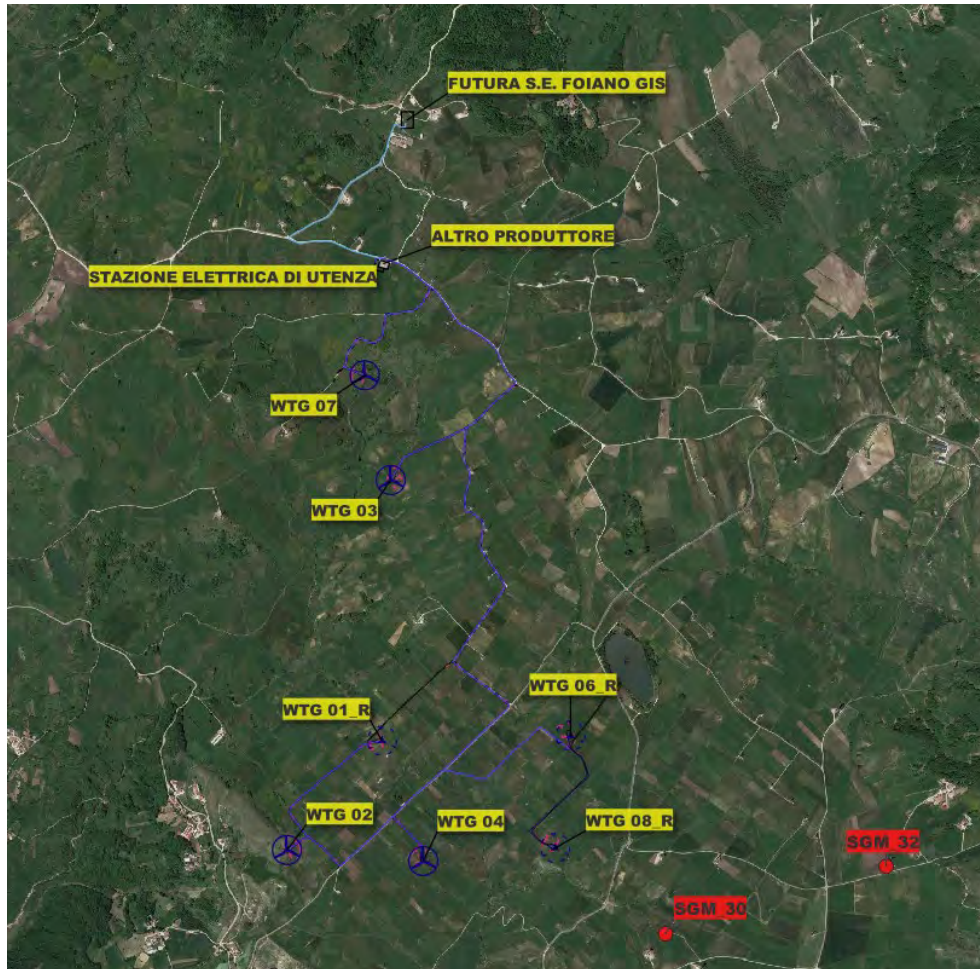


Immagine satellitare con individuazione del parco in esame e ubicazione dei sondaggi geognostici presi in esame (SGMS30 e SGM S32)

## 4. MODELLAZIONE SISMICA

### 4.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

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

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

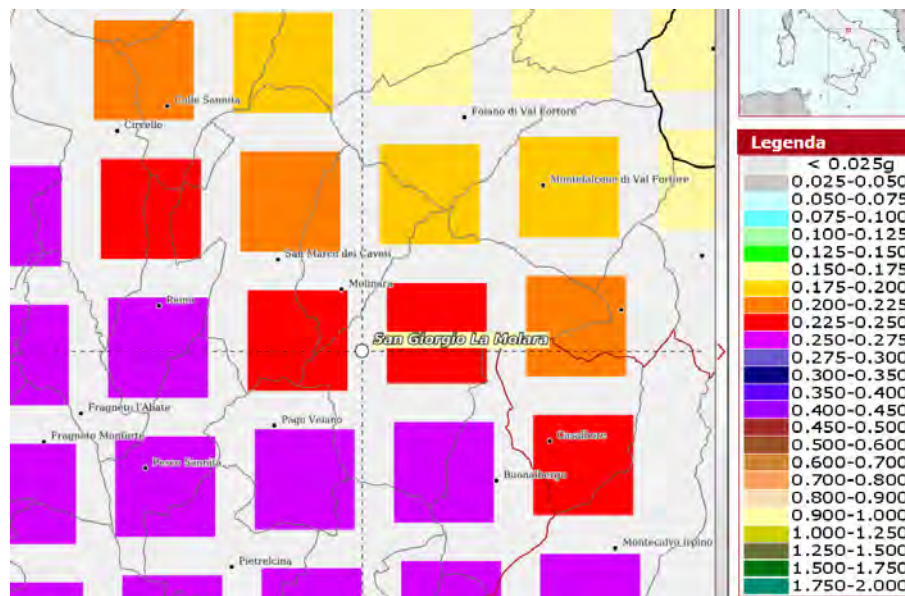
I comuni di San Giorgio la Molara e Molinara con D.G.R. n. 1626 del 15/09/2009 che approvò l'aggiornamento della classifica sismica, vennero classificato di **categoria 1**.

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

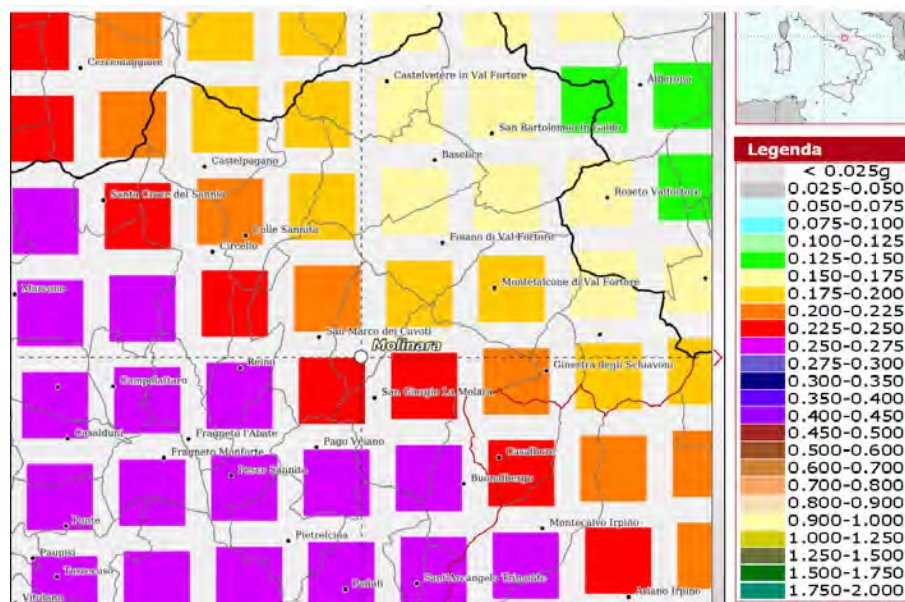
definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Quindi per la stima della pericolosità sismica di base, si determinano le coordinate geografiche del sito di interesse, si sceglie la maglia di riferimento, e si ricavano i valori dei parametri spettrali 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).



Mappa di pericolosità sismica e relativa legenda per il comune di San Giorgio La Molara



Mappa di pericolosità sismica e relativa legenda per il comune di Molinara



Secondo le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il sito in esame l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $a_g$  per entrambi i comuni varia tra 0.225 e 0.250 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  $a_g$  con la medesima probabilità di eccedenza, mostra come il contributo percentualmente maggiore alla pericolosità sismica di base nella parte centrale del territorio interessato dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse sia determinato da sismi con **magnitudo massima pari a 6.00** con epicentri individuati ad una distanza media maggiore di 8 km.

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

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

- $a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- $F_0$  e  $T_c$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento, previste dalle NTC, scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è impostata operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

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

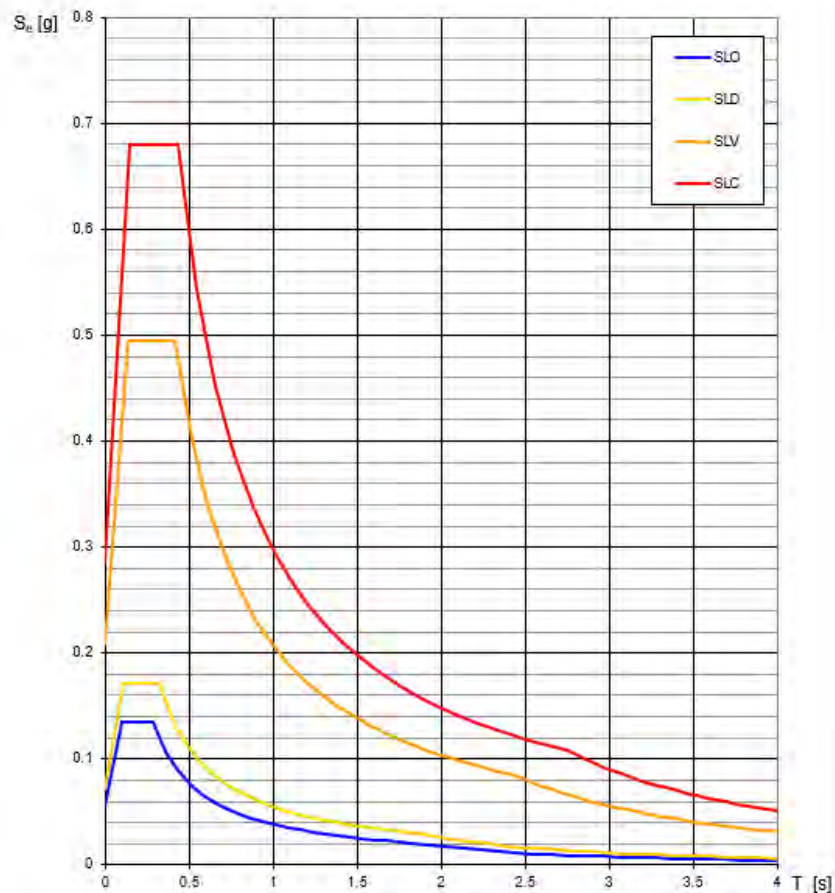
Considerando che lo sviluppo complessivo delle opere in progetto appartengono alle categorie sismiche C e alla categoria topografica T1, si riportano i valori di tali parametri ai vari stati limite previsti dalla normativa, (SLO stato limite di operatività, SLD stato limite di danno, SLV stato limite di salvaguardia della vita, SLC stato limite di prevenzione del collasso), calcolati al centro dell'impianto eolico futuro.

### 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	0.056	2.416	0.285
SLD	50	0.072	2.406	0.319
SLV	475	0.209	2.371	0.417
SLC	975	0.286	2.377	0.436

Gli stessi valori sono di seguito riportati sotto forma di grafico

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



Grafici spettri di risposta per i diversi stati limite

#### 4.2. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DERIVANTI DA INDAGINI PREGRESSE

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse sono state prese in considerazione alcune indagini sismiche eseguite in aree prospicienti il sito in esame e dall'analisi dei risultati emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di  $V_{seq}$  attribuibili alle categorie di suolo C.

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

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

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

#### 4.3. ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. Qualora, come nel caso in questione, tali studi non sono disponibili, si utilizza la classificazione dei terreni descritta nelle NTC 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni". La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$ .

Pertanto il valore del parametro  $V_{S,eq}$  è stato calcolato con la formula seguente come previsto dalla norma:

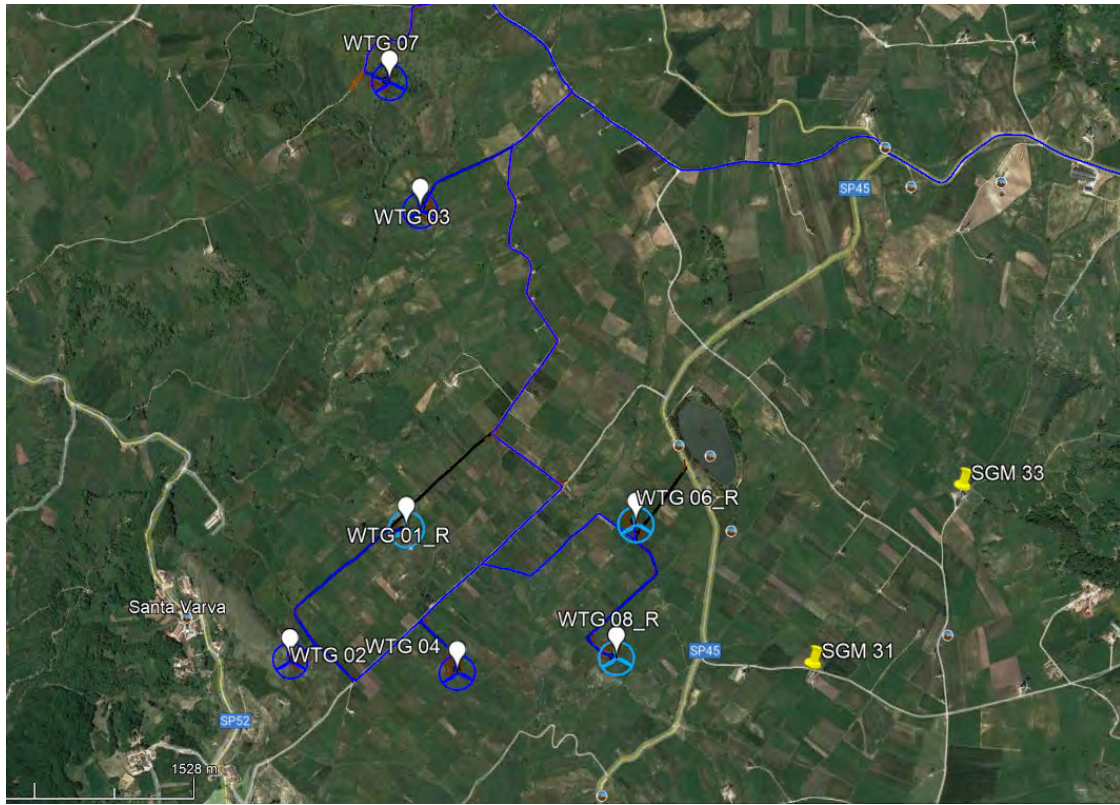
$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dalla consultazione di indagini pregresse eseguite nelle aree prospicienti il sito in esame è emerso che i terreni appartengono alle categorie di sottosuolo sismico C.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalle indagini sismiche down-hole eseguite in una serie di sondaggi geognostici prospicienti il sito in esame e uno stralcio cartografico con l'ubicazione degli stessi.

TORRE	Strati di 1 m $V_{s,30}$ m/s	Categoria per strati di 1m	Strati omogenei $V_{s,30}$ m/s	Categoria per strati omogenei
SGM27	289.9	C	333.6	C
SGM28	331.8	C	346.7	C
<b>SGM31</b>	278.1	C	295.3	C
<b>SGM33</b>	282.3	C	288.85	C

Risultati indagini sismiche down-hole prese in considerazione



Sondaggi geognostici SGM 31 e SGM 33 attrezzati per misure sismiche Down-hole e presi in considerazione per la caratterizzazione sismica del parco eolico in esame

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Annassi 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 medianamente addensati o terreni a grana fina medianamente 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	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

*Espressioni di  $S_s$  e  $C_c$*

#### 4.4. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

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

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

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

Per ciò che concerne l'area in studio, la stazione elettrica verrà ubicata in un'area con valori di inclinazione media  $\leq$  di  $15^\circ$ .

Pertanto, il coefficiente topografico da adottare è quello relativo alla categoria T1.

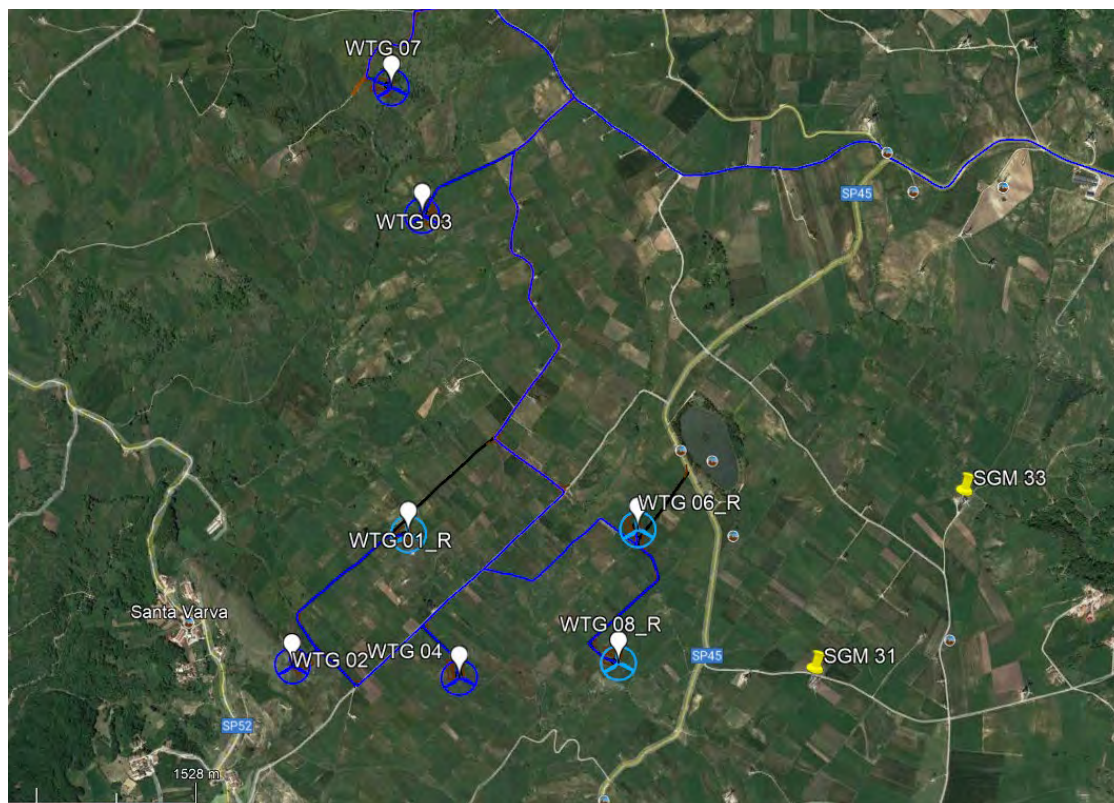
## 5. MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

### 5.1. INDAGINI GEOTECNICHE

Dalle conoscenze pregresse e dal modello geologico risultante dell'area di studio si è proceduto ad analizzare una serie di indagini eseguite nel corso degli anni in aree limitrofe al sito in esame e su terreni con caratteristiche simili.

In particolare sono state prese in considerazione i sondaggi geognostici denominati SGM 31 e SGM 33 ubicati nelle aree immediatamente prospicienti all'impianto eolico e di conseguenza tutte le prove geotecniche in sito e in laboratorio eseguite per tali sondaggi: ossia prove pressiometriche di tipo Menard e prove geotecniche di laboratorio eseguiti su campioni indisturbati.

Di seguito si riporta l'ubicazione dei sondaggi geognostici presi in considerazione per la caratterizzazione geotecnica del parco in esame.



*Sondaggi geognostici SGM 31 e SGM 33 presi in considerazione per la caratterizzazione geotecnica del parco eolico in esame*

## 5.2. INTERPRETAZIONI DELLE INDAGINI GEOTECNICHE

Dal punto di vista litologico, si rileva che l'area in esame è caratterizzata da materiali limoso argillosi o argilloso limosi spesso inglobanti elementi arenacei con spessore variabile in genere tra i 3 ed i 7 metri, passanti a limi argillosi o debolmente argillosi, di colore grigio-verdastro alternato a rossastro, con presenza di livelli calcareo marnosi.

Di seguito si riportano le colonne stratigrafiche di alcuni sondaggi eseguiti nelle porzioni centrali dell'impianto eolico in esame.

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA
1	0,7	0,7	Limo argilloso brunastro, molle (terreno agrario)
2	2,0	1,3	Limo argilloso di colore giallo-verdastro variegato rossastro da molto plastico a plastico con la profondità, alterato nella parte superficiale, saturo
3			Limo argilloso rossastro variegato verdastro, a tratti presenza di noduli e/o livelli debolmente sabbiosi giallo verdastro, inclusi rari elementi litoidi di natura calcarea di dimensioni max 1 cm. plastico
4	4,1	2,1	
5			
6			Limo argilloso di colore rossastro di media consistenza, a tratti struttura scagliosa con rari livelli grigio-verdastri
7			
8	8,0	3,9	
9			
10			Limo argilloso di colore rossastre alternato a bande grigiastre ed a tratti verdastre, struttura scagliosa, all'interno presenza di clasti di natura marnosa e marnosa arenacea di dimensioni centimetrica
11	11,5	3,5	
12	12,0	0,5	Incluso calcareo biancastro di 20 cm e blocchi calcarei e calcarenitici
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			Limo argilloso rossastro a tratti variegato grigio-verdastro di buona consistenza. All'interno presenza di alcuni noduli costituiti da materiale litoidi minuto.
22			Il materiale litoidi è di natura calcarea biancastro e marnoso rossastro.
23			Struttura a tratti evidentemente scagliosa
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30	30,0	Fine	

Stratigrafia sondaggio geognostico SGM S30

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA
1	0,5	0,5	Limo argilloso brunoastro (terreno agrario)
2			Limo argilloso di colore giallo-verdastro da molto plastico a plastico con la profondità, molto alterato nella parte superficiale e saturo
3			
4	3,7	3,2	
5	4,5	0,8	Limo argilloso di colore grigio, variegato giallastro, leggermente plastico e umido
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			Limo argilloso di colore grigiastro tendente al verdastro, a tratti presenza di struttura a scaglie, sovraconsolidato. Presenza di tratti leggermente marnosi e rare fiammate rossastre. Sporadica è la presenza di elementi litoidi minuti. Consistenza media al top e crescente con la profondità, poco umido a tratti secco. Si rinvenono a varie profondità superfici di con piani traslucidi con andamento di circa 45°
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30	30,0	Fine	

Stratigrafia sondaggio geognostico SGM – S32

### 5.2.1. Consultazione prove pressiometriche menard

La consultazione delle prove pressiometriche Menard eseguite nei sondaggi SGM31 e SGM 33 ha permesso di ottenere i parametri geotecnici relativi alla coesione non drenata (Cu) e al modulo di Young (E).

Un riassunto dei parametri determinati è riportato nella tabella che segue:

	Profondità (m)	Cu (kPa)	E (MPa)
<b>SGM27</b>	6	86.2	42.9
	14	165.3	31.2
	21	173.6	40.2
<b>SGM28</b>	7	161.6	41.0
	16	172.6	35.4
	23	163.4	46.5
<b>SGM31</b>	7.5	73.6	8.7
	14.5	109.7	14.4
	21	118.1	30.8
<b>SGM33</b>	7	117.1	22.8
	15	126.3	25.8
	25.5	148.2	29.6

Prove pressiometriche Menard – Parametri individuati



### 5.2.2. Consultazione delle prove geotecniche di laboratorio

Dalla consultazione delle indagini geognostiche sono stati presi in considerazione i parametri geotecnici derivanti dalle prove geotecniche di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati a differenti profondità.

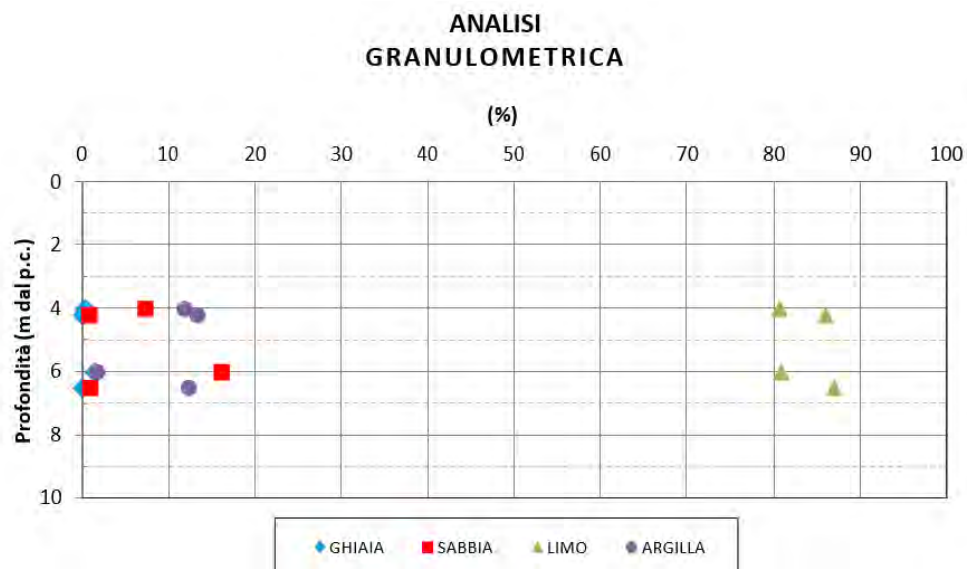
In particolare essi sono stati sottoposti alle seguenti prove:

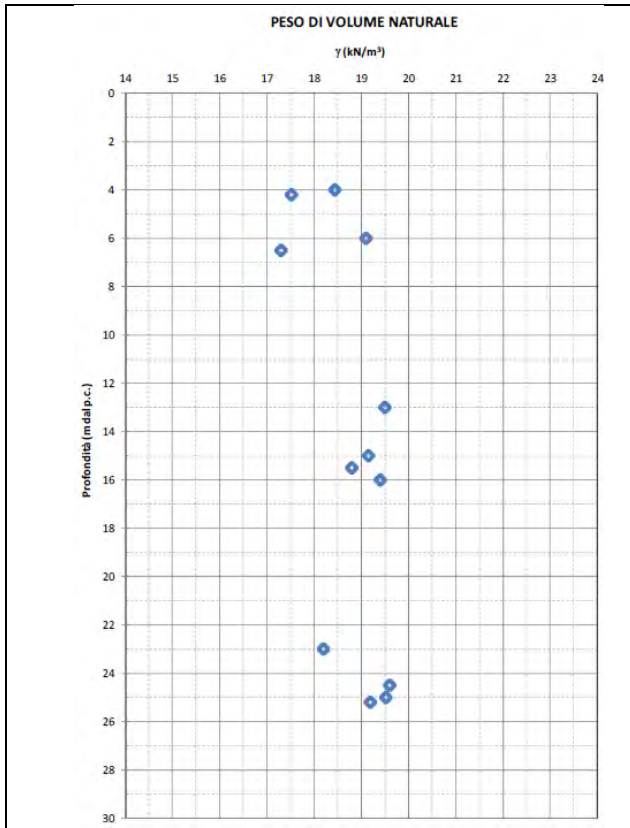
- *descrizione ed analisi granulometrica;*
- *caratteristiche fisiche generali: peso di volume naturale e contenuto d'acqua;*
- *prove edometriche;*
- *prove di taglio diretto e taglio residuo;*
- *prove triassiali tipo U.U. / C.U. / C.D.;*
- *prove ad espansione laterale libera (ELL).*

#### 5.2.2.1. Analisi granulometriche e caratteristiche fisiche generali

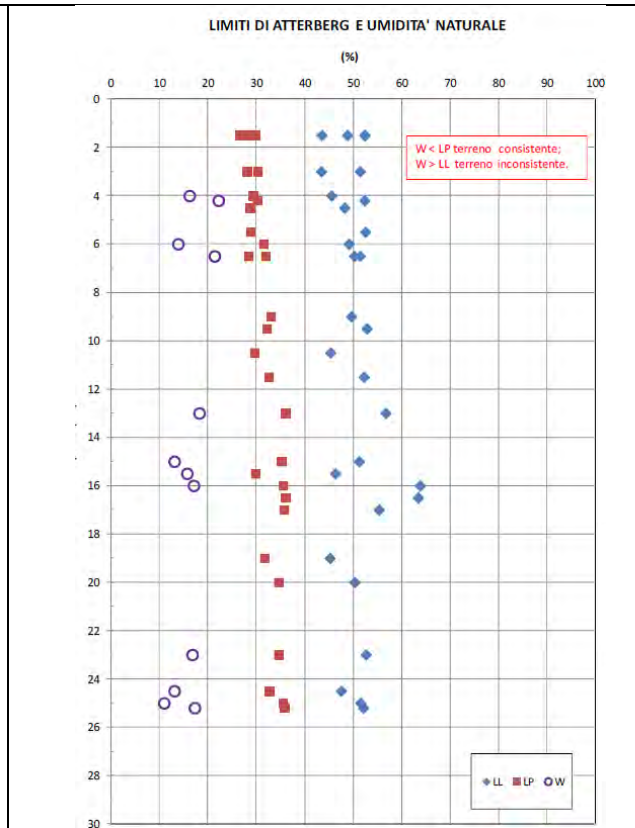
La distribuzione granulometrica dei campioni prelevati nell'area oggetto di studio è stata messa in grafico in funzione della profondità, mentre il peso di volume, il contenuto d'acqua naturale assieme ai limiti di Atterberg, l'indice di plasticità e quello di consistenza, sono rappresentati nei grafici successivi.

Come si può osservare da tali grafici, le analisi granulometriche (limitate ai campioni prelevati nei primi 7 m da p.c.) confermano la presenza di materiale limoso, localmente argilloso e/o sabbioso, consistente, come indicato dall'indice di consistenza sempre superiore all'unità (e crescente con la profondità) e dal contenuto d'acqua W, i cui valori misurati risultano inferiori al limite di plasticità LP.

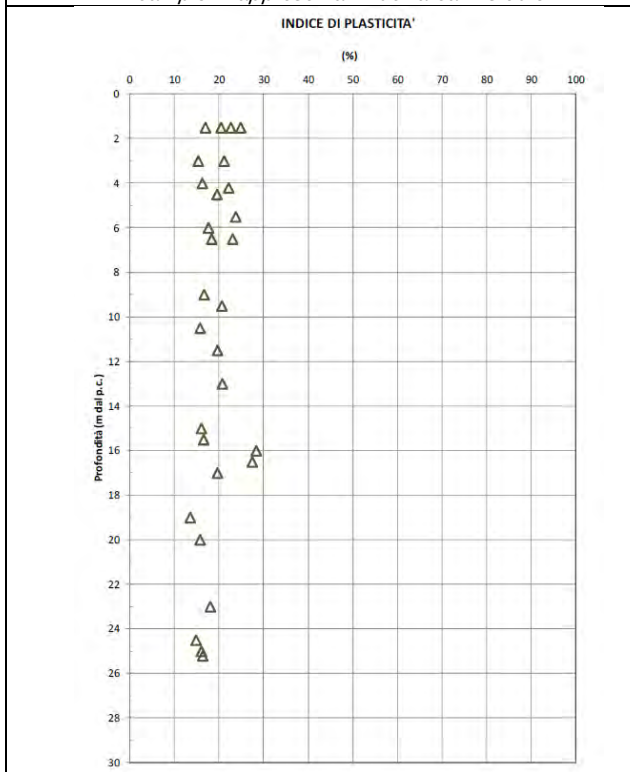




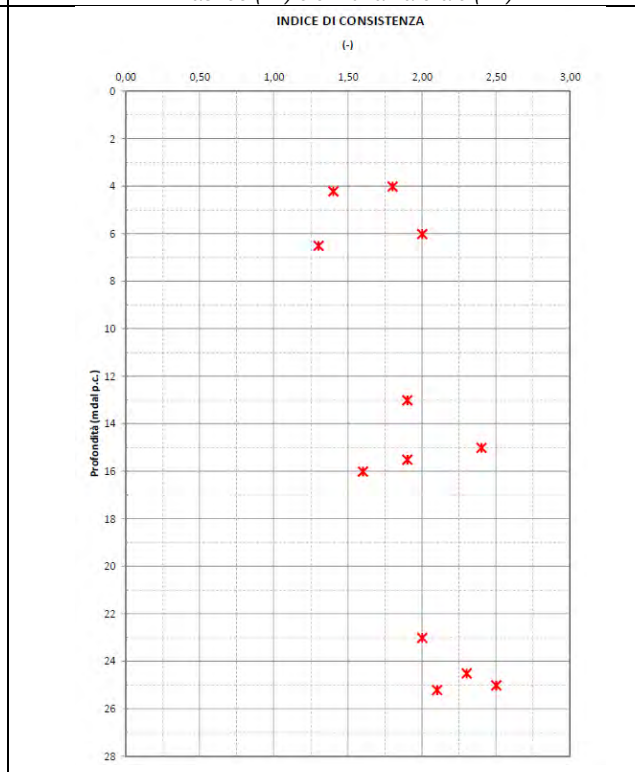
Distribuzione dei valori del peso di volume naturale dei campioni rappresentativi dell'area in studio



Valori dei limiti Di Atterberg: Limite Liquido (LL), Limite Plastico (LP) e umidità naturale (wn)



Valori indice di plasticità Ip



Valori indice di consistenza Ic

### 5.2.2.2. Prova Edometrica

Nella sottostante tabella si riportano i risultati delle prove edometriche condotte sui campioni indisturbati presi in considerazione; in particolare sono stati presi in esame i risultati dei campioni prelevati nel corso del sondaggio SGM 33, eseguito nelle stesse litologie e nelle aree marginali al futuro impianto eolico.

<b>SONDAGGIO</b>	SGM 27	<b>SGM 33</b>
<b>PROFONDITA'</b> (m dal p.c.)	24.5	<b>25.0</b>
<b>Modulo edometrico</b> (MPa)	11	<b>9.8</b>

Valori del modulo edometrico campione indisturbato sondaggio SGM 33

### 5.2.2.3. Prova di espansione laterale libera ELL

Di seguito si riportano i risultati delle prove di Espansione Laterali Libera (ELL) condotte sui campioni indisturbati; in particolare sono stati presi in considerazione i parametri geotecnici dei campioni prelevati nel corso dei sondaggi SGM 31 e SGM 33.

<b>SONDAGGIO</b>	SGM 27	SGM 28		<b>SGM 31</b>		<b>SGM 33</b>
<b>PROFONDITA'</b> (m dal p.c.)	15.5	15	25	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>13</b>
<b>Cu</b> (kPa)	67.1	76	73.1	<b>69</b>	<b>68.5</b>	<b>76.5</b>

Tabella 3.5.II – Prova ELL

### 5.2.2.4. Prove Triassiali

Nella tabella riportata a pagina seguente, si riassumono i risultati delle prove triassiali condotte sui campioni indisturbati recuperati, a quote variabili, in ciascun sondaggio.

Si tratta di prove Triassiali di tipo CU, CD e UU; la tipologia di ciascuna prova è specificata per ciascun campione.

In particolare sono stati presi in considerazione i parametri geotecnici dei campioni prelevati nel corso dei sondaggi SGM 31 e SGM 33.

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Tipo di prova	Coesione non dren. (kPa)	$\Phi$ (°)	Coesione eff. (kPa)
SGM27	4	CU	121.2	20.6	22.5
	15.5	CD		23.6	21.2
	24.5	UU			
SGM28	6	CU	148.2	22.4	20.3
	15	CD		23.2	24.3
	25	UU			
<b>SGM31</b>	6.5	CU	105.6	20.8	24.4
	16	CD		19.8	28.1
	23	UU			
<b>SGM33</b>	4	CU	119.3	20.3	26.6
	13	CD		20.9	31.2
	25	UU			

Parametri geotecnici desunti da prove triassiali

### 5.2.2.5. Prova di Taglio Diretto e Residuo

Di seguito si riassumono in tabella i risultati delle prove di taglio Diretto e taglio residuo condotte sui campioni indisturbati recuperati e rispettivamente elencati.

In particolare sono stati presi in considerazione i parametri geotecnici dei campioni prelevati nel corso dei sondaggi SGM 31 e SGM 33.

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	$\Phi$ (°)	Coesione eff. (kPa)	$\Phi_{res}$ (°)	Coesione eff. res (kPa)
SGM27	4	20.9	20.1	18.7	8.3
SGM28	6	21.9	22.8	19.8	10.6
SGM31	6.5	20.2	22.4	19.1	14.3
SGM33	4	20.5	23.2	19.2	12.5

*Risultati prove di Taglio diretto e residuo*

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

Dall'analisi delle conoscenze dello scrivente, dal modello geologico e dalle indagini geotecniche in sito prese come riferimento, è stato possibile definire il modello geotecnico del sottosuolo.

In particolare, l'insieme dei dati raccolti nella campagna di indagine è stato preso in considerazione complessivamente, cercando di assegnare dei parametri geotecnici di riferimento per la caratterizzazione dei terreni che siano una stima cautelativamente medio bassa del ventaglio dei valori disponibili.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri geotecnici medi rappresentativi.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO						
Prof. della Falda -2.00 metri dal p.c.						
Profondità dal	Unità Litotecnica	Peso di volume naturale	Angolo di attrito di picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico Kg/cm <sup>2</sup>
(m)	(Litologia)	g/cm <sup>3</sup>	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00 - 6.00	Materiale di colore beige avana a granulometria limoso argillosa con presenza di inclusi litici arenacei. Materiale da poco a moderatamente consistente.	1.80	20	0.20	0.60	30
6.00 - 20.00	Materiale di colore grigiastro a granulometria argilloso limosa con inclusi litoidi calcarei. Materiale consistente.	1.90	21	0.25	1.00	60
20.00 - 30.00	Materiale di colore grigiastro a granulometria argilloso limosa con inclusi litoidi calcarei. Materiale da consistente a molto consistente a tratti scaglioso.	2.00	22	0.30	1.40	100

*Tabella parametri geotecnici medi*

#### 5.4. 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 o in aree interessate da movimenti lenti superficiali tipo creep e soliflusso. 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.

Comunque in fase esecutiva devono essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche nonché verifica di stabilità dei versanti sia ex ante che ex post. Allo stato non esiste alcuna alterazione antropica (gallerie o cavità artificiali) che possa mutare completamente il regime statico dei terreni sedime di fondazione e la sua capacità portante.

#### 5.5. 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

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

u = pressione interstiziale dell'acqua

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

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

a) c = 0;

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

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

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

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

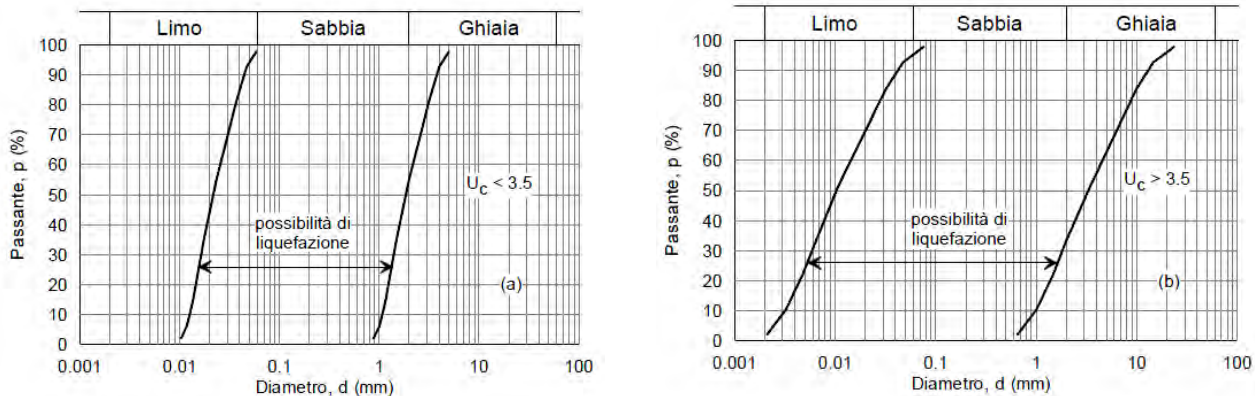
Il D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), richiede di effettuare la verifica a liquefazione nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti al fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

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

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  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  $U_c > 3,5$ .



*Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione*

Alla luce di queste considerazioni, dall'analisi delle stratigrafie dei sondaggi geognostici presi in considerazione è emerso che i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili a litologie per lo più coesive a granulometria argilloso limosa, limoso argillosa debolmente sabbiose, fortemente ricche di inclusi litici e livelli rocciosi da moderatamente fratturati a fratturati, talora in completa assenza di falda.

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 di progettazione.

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La Società EDISON Rinnovabili S.p.A. in data 13 ottobre 2021 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 di un impianto per la produzione di energia da fonte eolica e relative opere connesse, formato da n. 8 aerogeneratori per una potenza di picco di 48MW, denominato "San Giorgio La Molara e Molinara", da realizzarsi nei Comuni di San Giorgio La Molara (BN) e Molinara (BN), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV in antenna su una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN da ubicare nelle immediate vicinanze dell'esistente stazione RTN a 150 kV di Foiano, ubicata nel comune di Foiano di Val Fortore.

La Società, al fine di ridurre le interferenze e favorire un miglior inserimento territoriale, propone una rimodulazione impiantistica parziale che si esplicita in:

riduzione del numero di aerogeneratori di progetto da 8 a 7, con l'eliminazione della WTG05;

modesto spostamento degli aerogeneratori WTG01, WTG06 e WTG08.

Tale rimodulazione consente di rispettare la misura di mitigazione relativa alle distanze minime tra le macchine (5-7D sulla direzione prevalente del vento, 3-5D sulla direzione perpendicolare a quella prevalente del vento), come indicato nell'Allegato 4, punto 3.2 lett.n del D.M. 10.09.2010, nonché di ritenere l'area idonea, secondo l'art.20, comma 8, lett. c-quater) del D.Lgs 199/2021 e ss.mm.ii.

Pertanto, il presente documento costituisce una revisione della Relazione Geologica con ubicazioni indagini consegnata a ottobre 2021, che tiene conto della modesta rimodulazione del layout.

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).

Alla luce di quanto esposto, la presente relazione è stata redatta su incarico della società Progetto Energia s.r.l., la quale, dovendo procedere all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 7 aerogeneratori per una potenza complessiva di picco di 42,0 MW e delle relative opere connesse, mi ha incaricato di eseguire uno 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.

Il parco eolico si svilupperà nell'ambito dei comprensori comunali di San Giorgio la Molara e Molinara, entrambi appartenenti alla provincia di Benevento, lungo una dorsale collinare orientata in direzione nord sud, interessata da quote variabili da circa 800 a circa 950 metri sul livello del mare.

Cartograficamente ricade nel Foglio 419 in scala 1:50.000 della Carta Geologica d'Italia (Ispra), denominato "San Giorgio La Molara" e nei Fogli n. 173 e n. 174 Scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia denominati "Benevento e "Ariano Irpino".

Dal punto di vista degli scenari di rischio idrogeologico, l'intero impianto attraversa il territorio di competenza dell'Autorità di bacino dei Fiumi Liri – Garigliano e Volturno.

I terreni affioranti nella zona in esame rientrano nell'Appennino Irpino, costituito da rilievi collinari argilloso-marnoso-arenacei, posti tra la Catena Appenninica (Appennino Campano – Lucano), costituita in prevalenza da rocce carbonatiche mesozoiche e coperture fliscoidi mioceniche, e la fossa Bradanica, in cui affiorano solo sedimenti argillosi Plio – Pleistocenici.

In particolare, dall'interpretazione di una serie di indagini geognostiche eseguite nelle aree prospicienti il sito in esame è emerso che l'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori e delle opere connesse è caratterizzata dalla presenza di litologie eterogenee e caotiche costituite da alternanze di argille marnose e siltose, argilliti, passanti a argille di colore grigio, verde, rosso e violaceo, in strati sottili con intercalazioni di argille marnose scagliettate con marne brune o rossastre, calcari marnosi e calcareniti bioclastiche.

Dal punto di vista geomorfologico, l'impianto in progetto si sviluppa nell'ambito delle colline delle Valli del Fortore e del Tammaro. Esso è ubicato nella porzione nord-orientale della Provincia di Benevento ed interessa i territori comunali di San Giorgio La Molara e Molinara.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. Qualora, come nel caso in questione, tali studi non sono disponibili, si utilizza la classificazione dei terreni descritta nelle NTC 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni". La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$ .

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico e delle opere connesse sono state prese in considerazione alcune indagini sismiche eseguite in aree prospicienti il sito in esame e dall'analisi dei risultati emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di  $V_{seq}$  attribuibili alle categorie di suolo C.

Dall'analisi delle conoscenze dello scrivente, dal modello geologico e dalle indagini geotecniche in sito prese come riferimento, è stato possibile definire il modello geotecnico del sottosuolo.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri geotecnici medi rappresentativi.

**TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO**

Profondità dal	Unità Litotecnica	Peso di volume naturale	Angolo di attrito di picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico Kg/cm <sup>2</sup>
(m)	(Litologia)	g/cm <sup>3</sup>	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00 - 6.00	Materiale di colore beige avana a granulometria limoso argillosa con presenza di inclusi litici arenacei. Materiale da poco a moderatamente consistente.	1.90	21	0.10	0.60	25
6.00 - 20.00	Materiale di colore grigiastro a granulometria argilloso limosa con inclusi litoidi calcarei. Materiale consistente.	2.00	21	0.20	1.40	80
20.00 - 30.00	Materiale di colore grigiastro a granulometria argilloso limosa con inclusi litoidi calcarei. Materiale da consistente a molto consistente a tratti scaglioso.	2.10	22	0.30	2.50	150

Dal punto di vista della stabilità gli aerogeneratori in progetto ricadono tutte in aree stabili o in aree interessate da movimenti lenti superficiali tipo creep e soliflusso. 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.

Comunque in fase esecutiva devono essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche nonché verifica di stabilità dei versanti sia ex ante che ex post. Allo stato non esiste alcuna alterazione antropica (gallerie o cavità artificiali) che possa mutare completamente il regime statico dei terreni sedime di fondazione e la sua capacità portante.

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.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

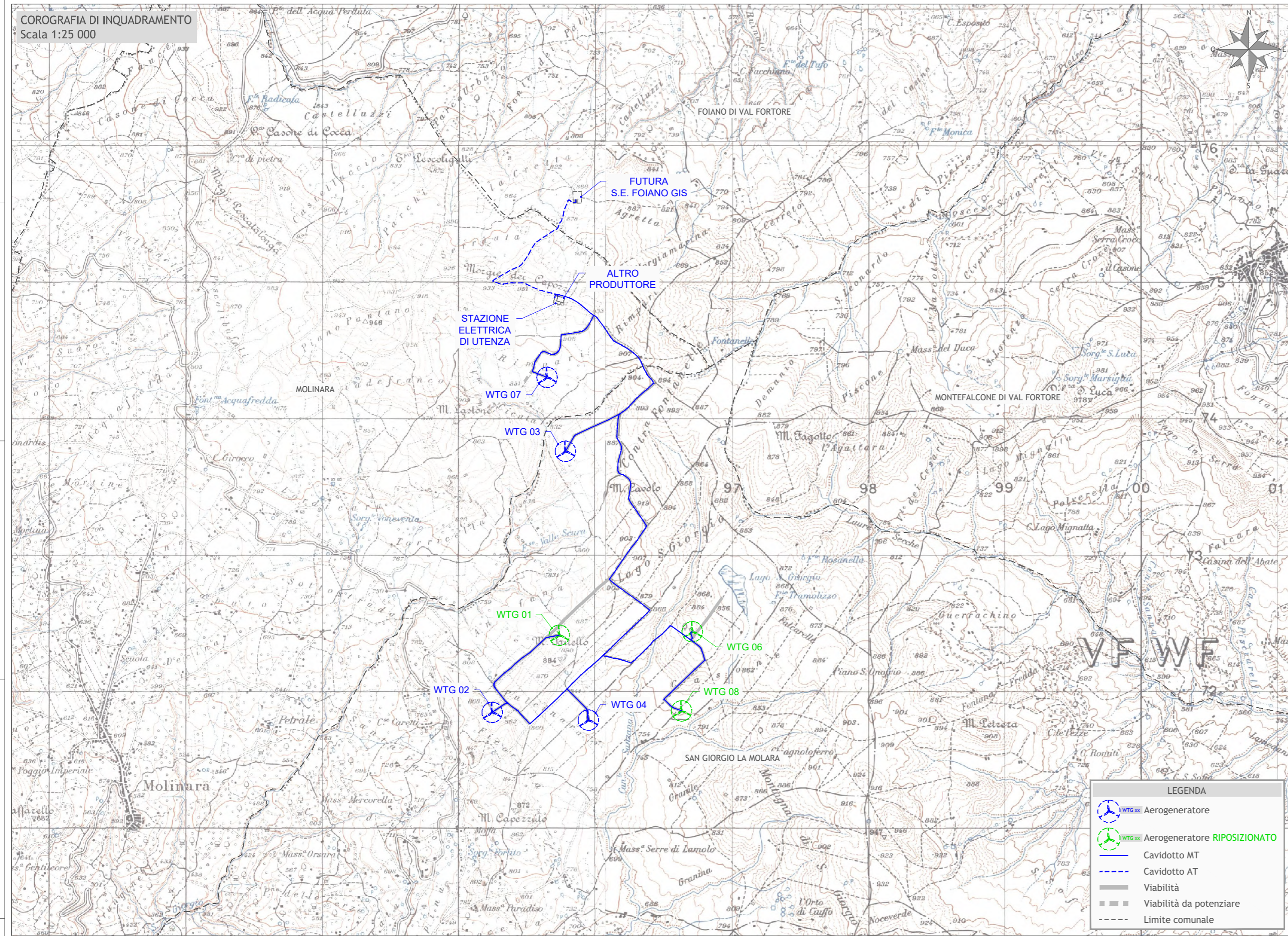
Castel Morrone, 05/04/2024






Il Geologo  
 Dott. Antonio Petriccione  
 Albo n. 895





COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO  
Scala 1:25 000



- LEGENDA**
-  WTG xx Aerogeneratore
  -  WTG xx Aerogeneratore **RIPOSIZIONATO**
  -  Cavidotto MT
  -  Cavidotto AT
  -  Viabilità
  -  Viabilità da potenziare
  -  Limite comunale



Regione Campania  
Provincia di Benevento  
Comuni di San Giorgio La Molara e Molinara



Impianto di produzione di energia elettrica da fonte Eolica e relative opere di connessione potenza complessiva pari a 48 MW  
Impianto Eolico "San Giorgio La Molara e Molinara"

Titolo  
COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO

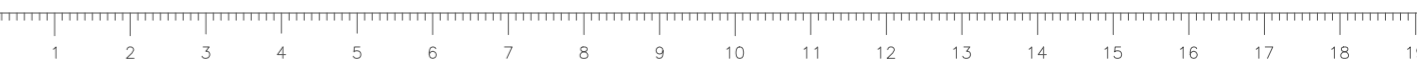
Scala	Formato Stampa
1:25.000	A3
	Foglio
	1 di 1

Proponente  
  
**Edison Rinnovabili Spa**  
Foro Buonaparte, 31  
20121 MILANO  
Tel. +39 02 6222 1  
PEC: [rinnovabili@pec.edison.it](mailto:rinnovabili@pec.edison.it)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Geo.Amb.**  
Studio di geologia applicata  
Dott. Antonio Petriccione  
Dott. Geol. Antonio Petriccione  
Via delle Costare, 15 - 81020  
Castel Morrone Caserta  
Tel. e Fax 0823399115/961 3483850177

Il Geologo  
Dott. Antonio Petriccione  

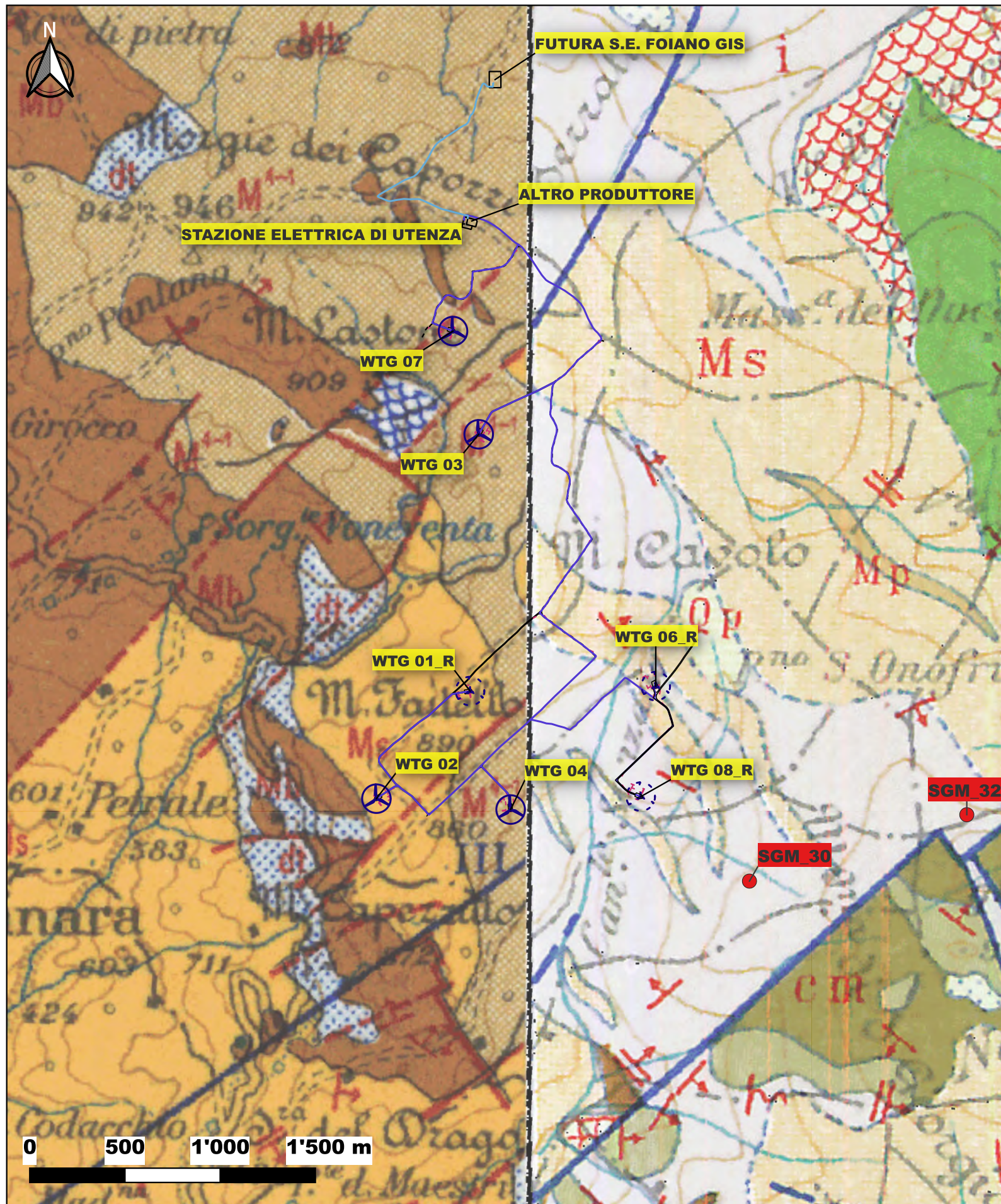
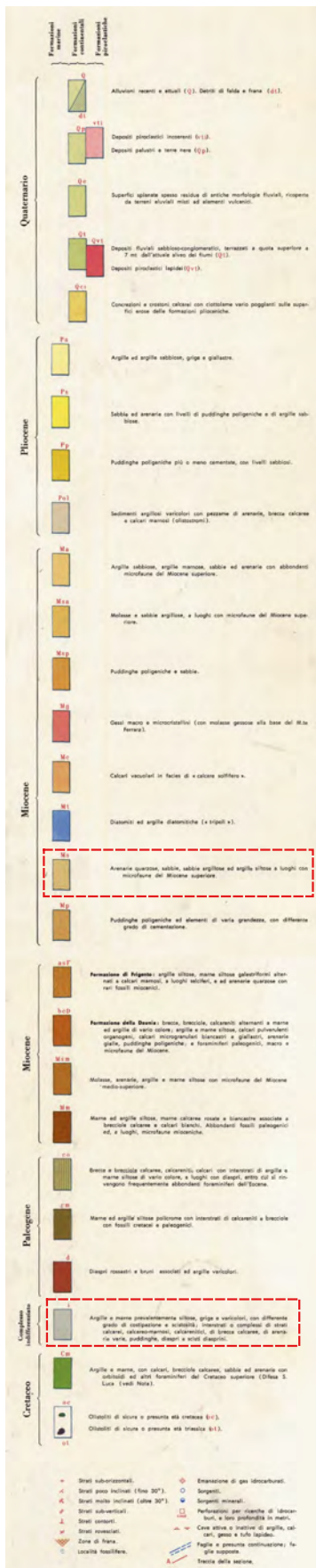
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**CARTE GEOLOGICHE D'ITALIA  
(1:100.000)  
Foglio 173 Benevento - Foglio 174 - Ariano Irpino**

Legenda Foglio 173  
Benevento



Legenda Foglio 174  
Ariano Irpino



**CARTE GEOLOGICHE D'ITALIA  
(1:100.000)  
Foglio 173 Benevento - Foglio 174 - Ariano Irpino**

COMMITTENTE: Edison Rinnovabili Spa

OGGETTO: Impianto di produzione di energia elettrica da fonte Eolica e relative opere di connessione potenza complessiva pari a 42,00 MW Impianto Eolico "San Giorgio La Molara e Molinara"

CARTE GEOLOGICHE D'ITALIA CON INDIVIDUAZIONE AREA IN ESAME

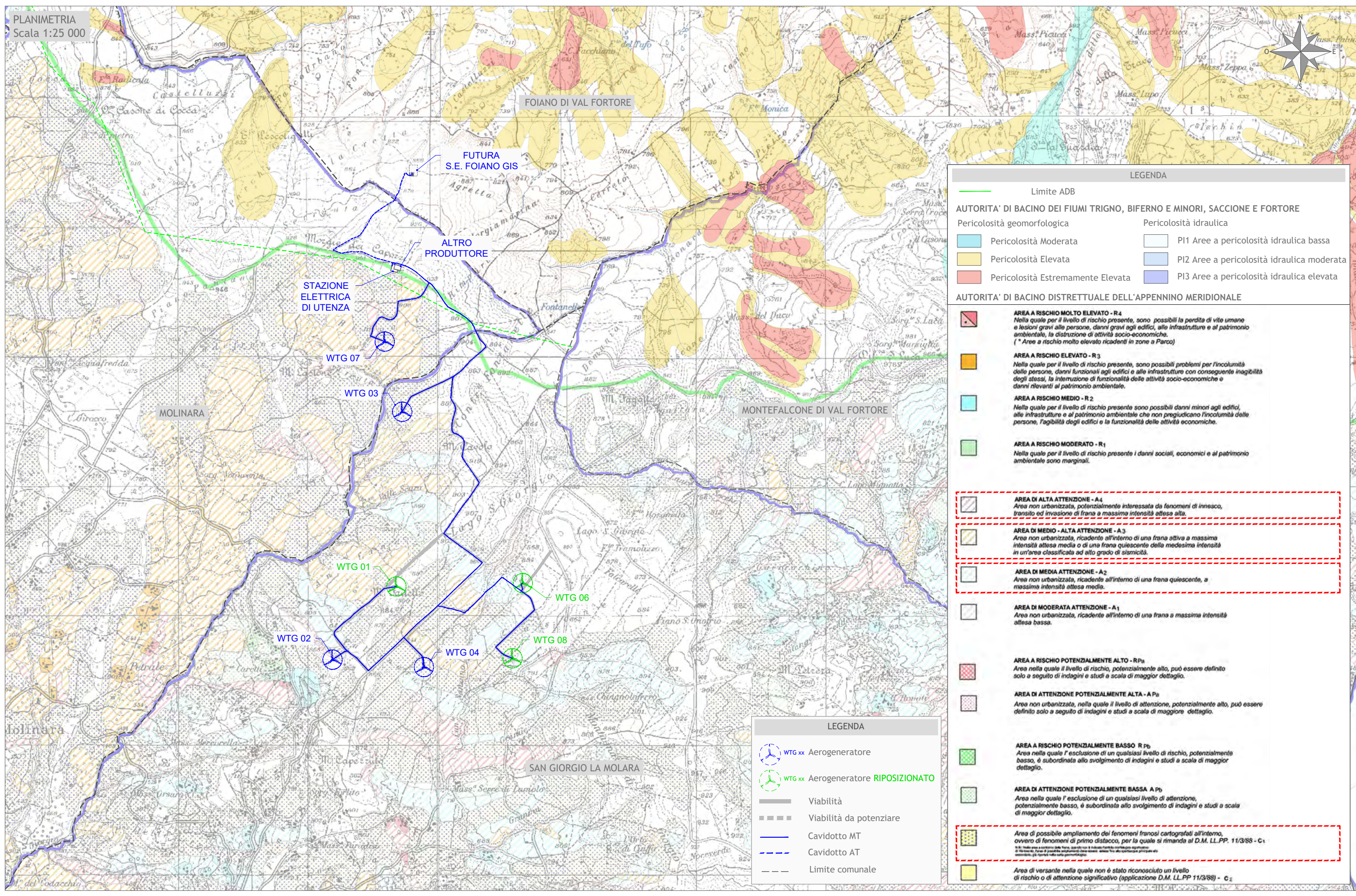
LEGENDA

- Impianto eolico San Giorgio La Molara e Molinara
- Aerogeneratore
- - - Aerogeneratore riposizionato
- Cavidotto MT
- Cavidotto AT
- Piazzola e Viabilità definitiva
- - - Piazzola e Viabilità di costruzione
- - - Strada da potenziare
- Stazione RTN
- SE di Utenza
- SE Altro produttore
- Sondaggi geognostici presi in esame



IL GEOLOGO  
Dott. Antonio Petriccione

Scala 1:25.000



PLANIMETRIA  
Scala 1:25 000



**LEGENDA**

— Limite ADB

**AUTORITA' DI BACINO DEI FIUMI TRIGNO, BIFERNO E MINORI, SACCIONE E FORTORE**

Pericolosità geomorfologica

- Pericolosità Moderata
- Pericolosità Elevata
- Pericolosità Estremamente Elevata

Pericolosità idraulica

- P11 Aree a pericolosità idraulica bassa
- P12 Aree a pericolosità idraulica moderata
- P13 Aree a pericolosità idraulica elevata

**AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE**

- AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4**  
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche. (\* Aree a rischio molto elevato ricadenti in zone a Parco)
- AREA A RISCHIO ELEVATO - R3**  
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
- AREA A RISCHIO MEDIO - R2**  
Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- AREA A RISCHIO MODERATO - R1**  
Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.

**AREA DI ALTA ATTENZIONE - A4**  
Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta.

**AREA DI MEDIO-ALTA ATTENZIONE - A3**  
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.

**AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A2**  
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.

**AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A1**  
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.

**AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - RP1**  
Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

**AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - AP1**  
Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

**AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - RP2**  
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

**AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - AP2**  
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

**Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 - C1**

**Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP. 11/3/88) - C2**

**LEGENDA**

- WTG xx Aerogeneratore
- WTG xx Aerogeneratore RIPOSIZIONATO
- Viabilità
- Viabilità da potenziare
- Cavidotto MT
- Cavidotto AT
- Limite comunale



Regione Campania  
Provincia di Benevento  
Comuni di San Giorgio La Molara e Molinara



Impianto di produzione di energia elettrica da fonte Eolica e relative opere di connessione potenza complessiva pari a 48 MW  
Impianto Eolico "San Giorgio La Molara e Molinara"

Titolo  
SCREENING DEI VINCOLI - A.D.B.

Scala  
1:25.000

Formato Stampa  
A3  
Foglio  
1 di 1

Proponente

**EDISON**

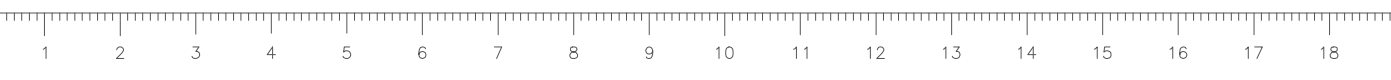
Edison Rinnovabili Spa  
Foro Buonaparte, 31  
20121 MILANO  
Tel. +39 02 6222 1  
PEC: [rinnovabili@pec.edison.it](mailto:rinnovabili@pec.edison.it)

PROGETTO DEFINITIVO

**Geo.Amb.**  
Studio di geologia applicata  
Dott. Antonio Petriccione

Dott. Geol. Antonio Petriccione  
Via delle Costare, 15 - 81020  
Castel Morrone Caserta  
Tel. e Fax 0823399115/961 3483850177

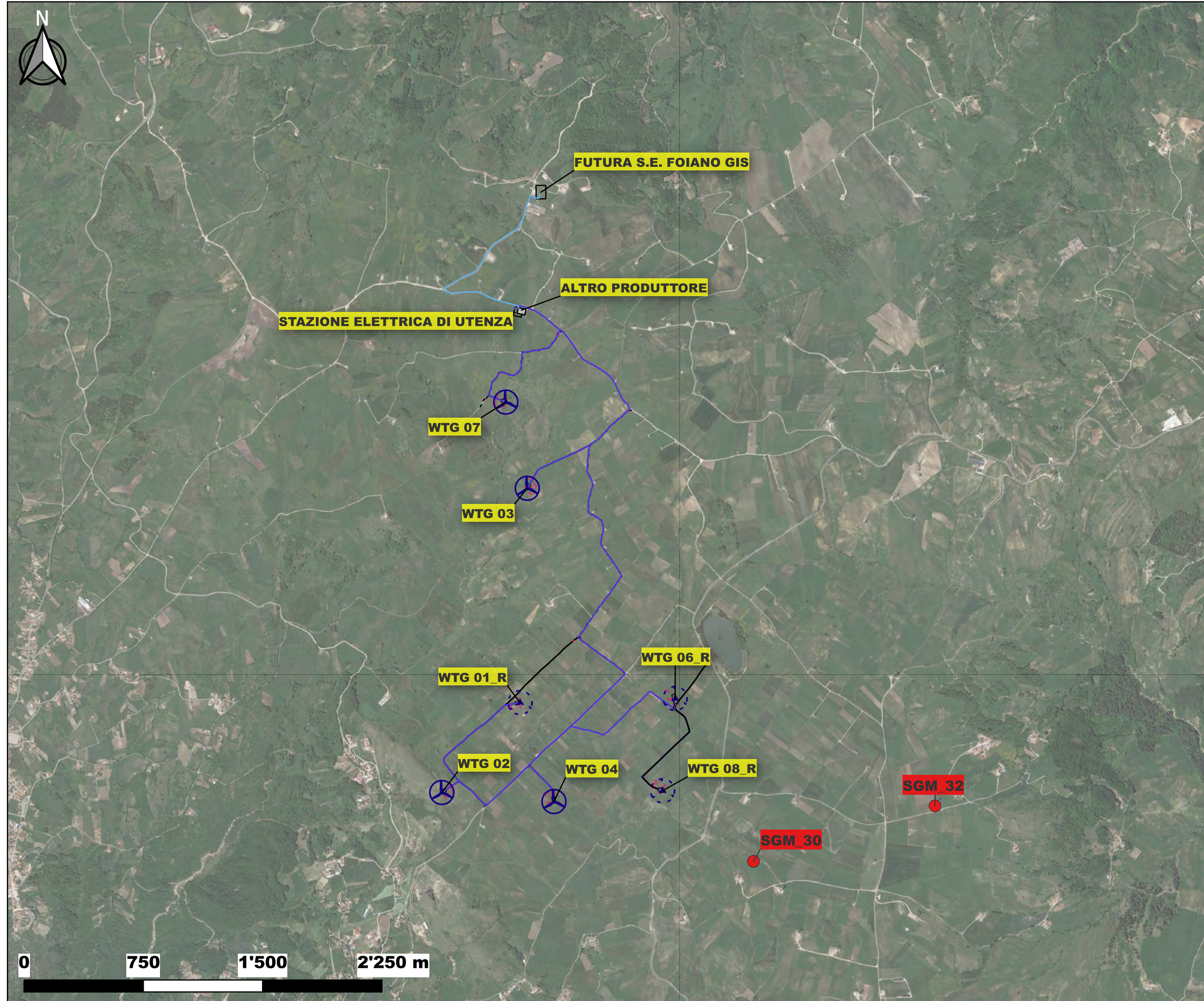
Il Geologo  
Dott. Antonio Petriccione



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

# CARTE GEOLOGICHE D'ITALIA

## IMMAGINE SATELLITARE CON UBICAZIONE PARCO EOLICO IN ESAME E INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESE IN CONSIDERAZIONE



### IMMAGINE SATELLITARE CON UBICAZIONE PARCO EOLICO IN ESAME E INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESE IN CONSIDERAZIONE

COMMITTENTE: Edison Rinnovabili Spa

OGGETTO: Impianto di produzione di energia elettrica da fonte Eolica e relative opere di connessione potenza complessiva pari a 42,00 MW  
Impianto Eolico "San Giorgio La Molara e Molinara"

IMMAGINE SATELLITARE CON UBICAZIONE PARCO EOLICO IN ESAME E INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESE IN CONSIDERAZIONE

#### LEGENDA

- Impianto eolico San Giorgio La Molara e Molinara
- Aerogeneratore
- - - Aerogeneratore riposizionato
- Cavidotto MT
- Cavidotto AT
- Piazzola e Viabilità definitiva
- - - Piazzola e Viabilità di costruzione
- - - Strada da potenziare
- Stazione RTN
- SE di Utenza
- SE Altro produttore
- Sondaggi geognostici presi in esame



IL GEOLOGO  
Dott. Antonio Petriccione

Scala 1:25.000



# Geo-In srl

Zona industriale Ponte Valentino - 82100 Benevento  
tele e fax 0824-351344 e-mail: info@geo-in.it

LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
N°5024 del 25-5-2011 DPR 380/01  
INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELEVO DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO

## Sondaggio geognostico SGM S30

Accettazione n°0828 del 10/031/2017

Rapporto di prova n° 021 del 28/01/2017

Committente: E2I

Richiedente: Grassino ??

Progetto: realizzazione di un impianto eolico

Località: Comune di: San giorgio La Molara (BN)

Profondità: 30,00 mt Cassetta n°6 quota p.c.: ---mt data: dal 20/3/2017 al 20/3/2017 Attrezzatura: Trivel Mec TM10FG  
Tipo carotaggio: continuo Ø mm101 Tipo Carotiere: semplice Rivestimento 127 Ø mm 1,5 Operatore: sig. Giglio Giuseppe  
Condizionamento foro e note:

Foro condizionato con tubo Ø 80 mm per prova down-hole

Profondità delle porve pressiometriche eseguite

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot			Camp. S=Shelby O=Osterberg M=Mazier	Pocket Kg/cm <sup>q</sup>	H <sub>2</sub> O	SPT A = Punta Aperta C = Punta Chiusa
				25	50	75				
1	0,7	0,7	Limo argilloso brunoastro, molle (terreno agrario)							A
2	2,0	1,3	Limo argilloso di colore giallo-verdastro variegato rossastro da molto plastico a plastico con la profondità, alterato nella parte superficiale, saturo							SPT mt 1,5 (7-7-9)
3			Limo argilloso rossastro variegato verdastro, a tratti presenza di nuduli e/o livelli debolmente sabbiosi giallo verdastro, inclusi rari elementi litoidi di natura calcarea di dimensioni max 1 cm, plastico							A
4	4,1	2,1								SPT mt 3,0 (9-12-12)
5							5,0			A
6			Limo argilloso di colore rossastro di media consistenza, a tratti struttura scagliosa con rari livelli grigio-verdastri				C1 S			SPT mt 6,0 (16-16-18)
7										A
8	8,0	3,9						9,0		SPT mt 7,5 (17-20-22)
9										A
10			Limo argilloso di colore rossastre alternato a bande grigiastre ed a tratti verdastre, struttura scagliosa, all'interno presenza di clasti di natura marnosa e marnosa arenacea di dimensioni centimetrica					10,0		SPT mt 11,0 (17-19-23)
11	11,5	3,5								A
12	12,0	0,5	Incluso calcareo biancastro di 20 cm e blocchi calcarei e calcarenitici							A
13										A
14										SPT mt 14,0 (20-25-26)
15										A
16								15,5		A
17										A
18							17,5			SPT mt 18,0 (19-24-27)
19							C2 S	16,5		A
20							18,0			A
21			Limo argilloso rossastro a tratti variegato grigio-verdastro di buona consistenza. All'interno presenza di alcuni noduli costituiti da materiale litoide minuto.							A
22			Il materiale litoide è di natura calcarea biancastro e marnoso rossastro. Struttura a tratti evidentemente scagliosa							SPT mt 21,0 (21-26-31)
23										A
24										A
25							23,5			SPT mt 24,0 (21-28-34)
26							C3 S	24,0		A
27								25,5		A
28										A
29								26,5		SPT mt 27,5 (24-30-35)
30	30,0	Fine Foro								A
31										A
32										A
33										A
34										A



# Geo-In srl

Zona industriale Ponte Valentino - 82100 Benevento  
tele e fax 0824-351344 e-mail: info@geo-in.it

LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
N°5024 del 25-5-2011 DPR 380/01  
INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVO DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO

## Sondaggio geognostico SGM S32

Accettazione n°0828 del 10/031/2017

Rapporto di prova n° 021 del 28/01/2017

Committente: E2I

Richiedente: Grassino ??

Progetto: realizzazione di un impianto eolico

Località: Comune di: San giorgio La Molarà (BN)

Profondità: 30,00 mt Cassetta n°6 quota p.c.: ---mt data: dal 17/3/2017 al 17/3/2017 Attrezzatura: Trivel Mec TM10FG  
Tipo carotaggio: continuo Ø mm101 Tipo Carotiere: semplice Rivestimento 127 Ø mm 1,5 Operatore: sig. Giglio Giuseppe

Condizionamento foro e note:

Foro condizionato con tubo Ø 80 mm per prova down-hole

Profondità delle porve pressiometriche eseguite

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot			Camp. S=Shelby O=Osterberg M=Mazier	Pocket Kg/cm <sup>2</sup>	H <sub>2</sub> O	SPT		
				25	50	75				A = Punta Aperta C = Punta Chiusa		
1	0,5		Limo argilloso brunoastro (terreno agrario)							A	SPT mt 1,5 (4-4-3)	
2			Limo argilloso di colore giallo-verdastro da molto plastico a plastico con la profondità, molto alterato nella parte superficiale e saturo							A	SPT mt 3,5 (13-16-21)	
3										A	SPT mt 5,5 (7-8-8)	
4	3,7	3,2								A	SPT mt 8,0 (8-10-13)	
5	4,5	0,8	Limo argilloso di colore grigio, variegato giallastro, leggermente plastico e umido				5,0 C1 S	6,0		A	SPT mt 10,0 (11-14-18)	
6			Limo argilloso di colore grigiastro tendente al verdastro, a tratti presenza di struttura a scaglie, sovraconsolidato. Presenza di tratti leggermente marnosi e rare fiammate rossastre. Sporadica è la presenza di elementi litoidi minuti. Consistenza media al top e crescente con la profondità, poco umido a tratti secco. Si rinvenono a varie profondità superfici di con piani traslucidi con andamento di circa 45°				5,5	7,0		A	SPT mt 15,0 (13-19-22)	
7										A	SPT mt 19,5 (14-24-26)	
8										A	SPT mt 22,5 (16-23-33)	
9										A	SPT mt 25,0 (22-29-33)	
10										A	SPT mt 28,5 (27-28-35)	
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30	30,0	Fine Foro										
31												
32												
33												
34												