

TITLE:

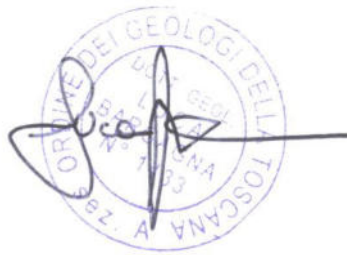
AVAILABLE LANGUAGE: IT

# IMPIANTO EOLICO MONTEMILONE

## PROGETTO DEFINITIVO

### A.2.1

### Relazione geologica e sismica



File: GRE.EEC.R.25.IT.W.15438.00.016.02 - A.2.1 Relazione Geologica e Sismica.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
02	01/03/2023	Second revision	L.Bargagna 	D.Puccini 	M.Nardi 
01	14/09/2022	First revision	L.Bargagna 	D.Puccini 	M.Nardi 
00	01/12/2021	First issue	L.Bargagna 	D.Puccini 	M.Nardi 

#### GRE VALIDATION

ST	O.Chinnici	F.Tamma
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT	GRE CODE																			
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION					
Wind Farm Montemilone	GRE	EEC	R	2	5	I	T	W	1	5	4	3	8	0	0	0	1	6	0	2

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE <b>I</b> ter autorizzativo
----------------	--

## INDEX

1. PREMESSA .....	6
2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	8
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	9
3.1. Cenni di Geologia Regionale .....	9
3.2. Formazioni affioranti .....	10
3.3. Geomorfologia, Idrogeologia ed Idrologia .....	12
3.4. Vincolo Idrogeologico .....	14
4. INQUADRAMENTO SISMICO .....	15
4.1. Definizione dell'azione sismica .....	15
4.2. Classificazione sismica regionale .....	16
4.3. Sismicità storica .....	16
5. PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO .....	20
6. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARE .....	21
6.1. Sondaggio geognostico e prove penetrometriche DPSH .....	21
6.2. Sismica a rifrazione ed indagini sismiche MASW .....	22
6.3. Tomografia elettrica, SEV .....	23
7. INQUADRAMENTO DELLE OPERE NEL CONTESTO GEOLOGICO DEL SITO .....	24
7.1. Postazione MT-01 .....	25
7.2. Postazione MT-02 .....	27
7.3. Postazione MT-03 .....	29
7.4. Postazione MT-04 .....	31
7.5. Postazione MT-05 .....	33
7.6. Postazione MT-06 .....	35
7.7. Postazione MT-07 .....	37
7.8. Postazione MT-08 .....	39
7.9. Postazione MT-09 .....	41
7.10. Postazione MT-10 .....	43
7.11. Postazione MT-11 .....	45
7.12. Stazione di trasformazione MT/AT e stazione di utenza .....	47
8. ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE .....	49
8.1. Valutazioni preliminari sulla liquefazione .....	51
9. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICA .....	54
9.1. Prescrizioni per le aree in classe II e IV .....	55
10. CONCLUSIONI .....	56

**ALLEGATO 1 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**ALLEGATO 2 – LIQUEFAZIONE – VERIFICA FSL**

**INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1 – Schema strutturale Basilicata (da <i>Sella et al.</i> , 1988) .....	9
Figura 2 – Collage Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 .....	11
Figura 3 – Sezione geologica schematica - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000.....	12
Figura 4 – Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 .....	15
Figura 5 – Intensità massima dei terremoti nell'area di studio (CFTI5Med, 2015).....	17
Figura 6 – Abaco di riferimento per il fattore di amplificazione FA .....	50
Figura 7 – Abaco di riferimento per il fattore di amplificazione FV .....	51

**INDICE DELLE TABELLE**

Tabella 1 – Eventi sismici con risentimento maggiore o uguale al VI grado MCS nel territorio comunale di Montemilone (da CFTI5Med, 2015).....	19
Tabella 2 – Postazione MT-01 – Modello geologico .....	25
Tabella 3 – Postazione MT-01 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica.....	26
Tabella 4 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-01 .....	26
Tabella 5 – Postazione MT-02 – Modello geologico .....	27
Tabella 6 – Postazione MT-02 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica.....	28
Tabella 7 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-02 .....	28
Tabella 8 – Postazione MT-03 – Modello geologico .....	29
Tabella 9 – Postazione MT-03 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica.....	30
Tabella 10 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-03.....	30
Tabella 11 – Postazione MT-04 – Modello geologico .....	32
Tabella 12 – Postazione MT-04 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica.....	32
Tabella 13 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-04.....	32

Tabella 14 – Postazione MT-05 – Modello geologico .....	34
Tabella 15 – Postazione MT-05 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica .....	34
Tabella 16 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-05.....	34
Tabella 17 – Postazione MT-06 – Modello geologico .....	35
Tabella 18 – Postazione MT-06 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica .....	36
Tabella 19 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-06.....	36
Tabella 20 – Postazione MT-07 – Modello geologico .....	38
Tabella 21 – Postazione MT-07 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica .....	38
Tabella 22 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-07.....	38
Tabella 23 – Postazione MT-08 – Modello geologico .....	39
Tabella 24 – Postazione MT-08 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica .....	40
Tabella 25 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-08.....	40
Tabella 26 – Postazione MT-09 – Modello geologico .....	41
Tabella 27 – Postazione MT-09 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica .....	42
Tabella 28 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-09.....	42
Tabella 29 – Postazione MT-10 – Modello geologico .....	44
Tabella 30 – Postazione MT-10 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica .....	44
Tabella 31 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-10.....	44
Tabella 32 – Postazione MT-11 – Modello geologico .....	46
Tabella 33 – Postazione MT-11 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica .....	46
Tabella 34 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-11.....	46
Tabella 35 – Stazione di trasformazione MT/AT e stazione di utenza – Modello geologico .....	48



Tabella 36 – Stazione di trasformazione MT/AT e stazione di utenza– Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell’azione sismica .....	48
Tabella 37 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della stazione di trasformazione MT/AT e della stazione di utenza .....	48
Tabella 38 – Modello sismo stratigrafico per la verifica a liquefazione ( <i>Andrus e Stokoe, 1997</i> ) .....	52
Tabella 39 – Valori di FSL calcolati .....	53

## INDICE DELLE FOTO

Foto 1 – Inquadramento area postazione MT-01 .....	25
Foto 2 – Inquadramento area postazione MT-02 .....	27
Foto 3 – Inquadramento area postazione MT-03 .....	29
Foto 4 – Inquadramento area postazione MT-04 .....	31
Foto 5 – Inquadramento area postazione MT-05 .....	33
Foto 6 – Inquadramento area postazione MT-06 .....	35
Foto 7 – Inquadramento area postazione MT-07 .....	37
Foto 8 – Inquadramento area postazione MT-08 .....	39
Foto 9 – Inquadramento area postazione MT-09 .....	41
Foto 10 – Inquadramento area postazione MT-10 .....	43
Foto 11 – Inquadramento area postazione MT-11 .....	45
Foto 12 – Inquadramento area stazione di trasformazione MT/AT .....	47
Foto 13 – Inquadramento area stazione di utenza .....	47

## 1. PREMESSA

La società proponente ENEL Green Solar Energy S.r.l., nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili prevede di realizzare un nuovo impianto eolico, denominato "Montemilone", ricadente interamente nel territorio comunale di Montemilone (PZ), Regione Basilicata.

L'impianto sarà costituito da 11 aerogeneratori, per una potenza complessiva di 66 MW.

Gli aerogeneratori che verranno installati saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. La potenza nominale delle turbine previste sarà pari a massimo 6,0 MW. Il tipo e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in seguito della fase di acquisto della macchina e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

Per quanto di competenza, alla luce della normativa vigente, L.R. 11.8.99 n.23 "Tutela, governo ed uso del territorio", L.R. 7.6.2011, n.9 "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica" e D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, in combinato disposto ed al fine della più corretta localizzazione delle opere a farsi (torri, piazzole, cavidotti, aree cabina, viabilità ed opere accessorie), il presente studio è completato da tutti i necessari elementi di natura geologica, geomorfologica, idrologica, idrogeologica, geotecnica e di microzonazione sismica.

La caratterizzazione ai fini della costruzione del modello geologico tecnico di riferimento è supportata da specifiche indagini per le quali sono allegate le ubicazioni, stratigrafie e certificati di analisi in correlazione con i siti di più diretto interesse, unite a valutazioni sulla significatività dei dati assunti.

La proposta progettuale è corredata da analisi geomorfologiche e idrologiche di dettaglio, chiare valutazioni di sintesi relative alle criticità e pericolosità geologiche e geomorfologiche con relativa cartografia tematica, come previsto dalle norme sopra indicate e riportate in elenco anche al paragrafo 2, con il dettaglio minimo richiesto e con l'individuazione delle interferenze e degli specifici regimi prescrittivi.

La presente relazione fornisce compiutamente l'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del territorio interessato dall'impianto eolico, assieme alla definizione della pericolosità e della pericolosità idraulica ricavata dalla pianificazione a livello di Distretto Idrografico.

Per una trattazione completa delle caratteristiche realizzative dell'impianto si rimanda alla relazione tecnica descrittiva del progetto (elaborato GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.009).

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

**L.R. 11 agosto 1999, n.23** "Tutela, governo ed uso del territorio"

**D.P.R. 6 giugno 2001, n.380** " Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"

**L.R. 7 giugno 2011, n.9** "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica"

**D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018** "Norme tecniche per le costruzioni"

**Circolare 21 gennaio 2019, n.7/C.S.LL.PP** "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018"

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

#### 3.1. Cenni di Geologia Regionale

L'area di studio è ubicata in corrispondenza di un vasto rilievo tabulare compreso fra il bordo orientale della Catena appenninica, le Murge e il Fiume Ofanto.

Dal punto di vista geologico, questo bassopiano rappresenta ciò che rimane dell'antica superficie di colmamento della Fossa Bradanica (Migliorini, 1937; Pieri et al., 1996), un bacino di sedimentazione plio-pleistocenico compreso tra il margine esterno della Catena Appenninica Meridionale e l'Avampaese Apulo-Garganico (vedere schema nella seguente Figura 1).

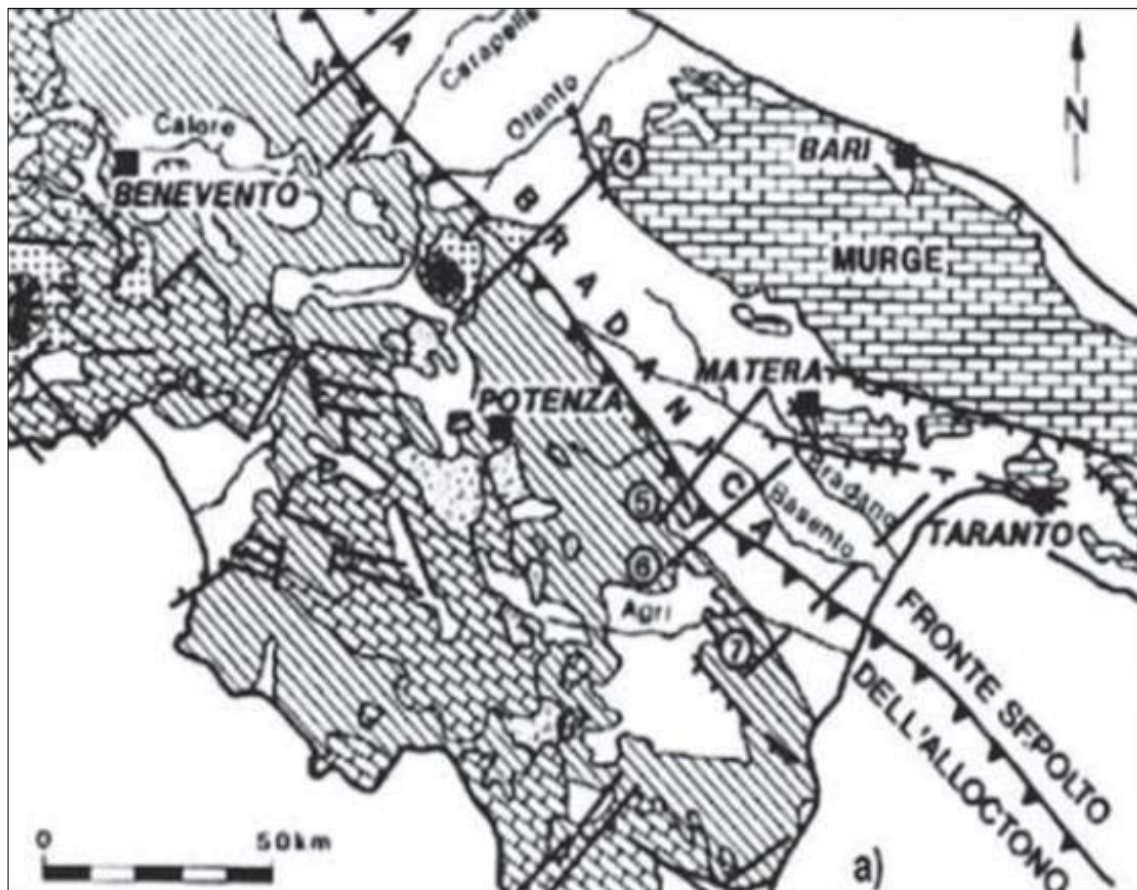


Figura 1 – Schema strutturale Basilicata (da Sella et al., 1988)

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

I primi sedimenti della serie bradanica sono costituiti da argille marnose (emipelagiti di bacino poco profondo) spesse 100-150 metri, di età via via più recente procedendo da Ovest verso Est, in conseguenza della migrazione del bacino nella stessa direzione. Le emipelagiti evolvono a sedimenti siltosi e sabbiosi spessi fino a 2000 metri, che rappresentano depositi di bacino profondo dovuti ad un'intensa sedimentazione torbidityca.

Sui depositi torbidityci poggiano altri sedimenti marini pleistocenici rappresentati da argille siltose di mare poco profondo, spesse alcune centinaia di metri; tali depositi affiorano diffusamente in tutta la Fossa Bradanica e sono noti in letteratura con il termine formazionale di "**Argille subappennine**".

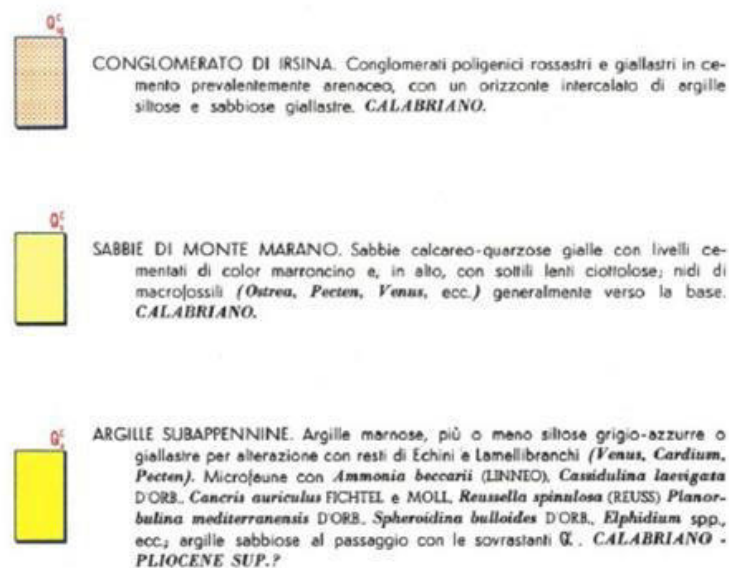
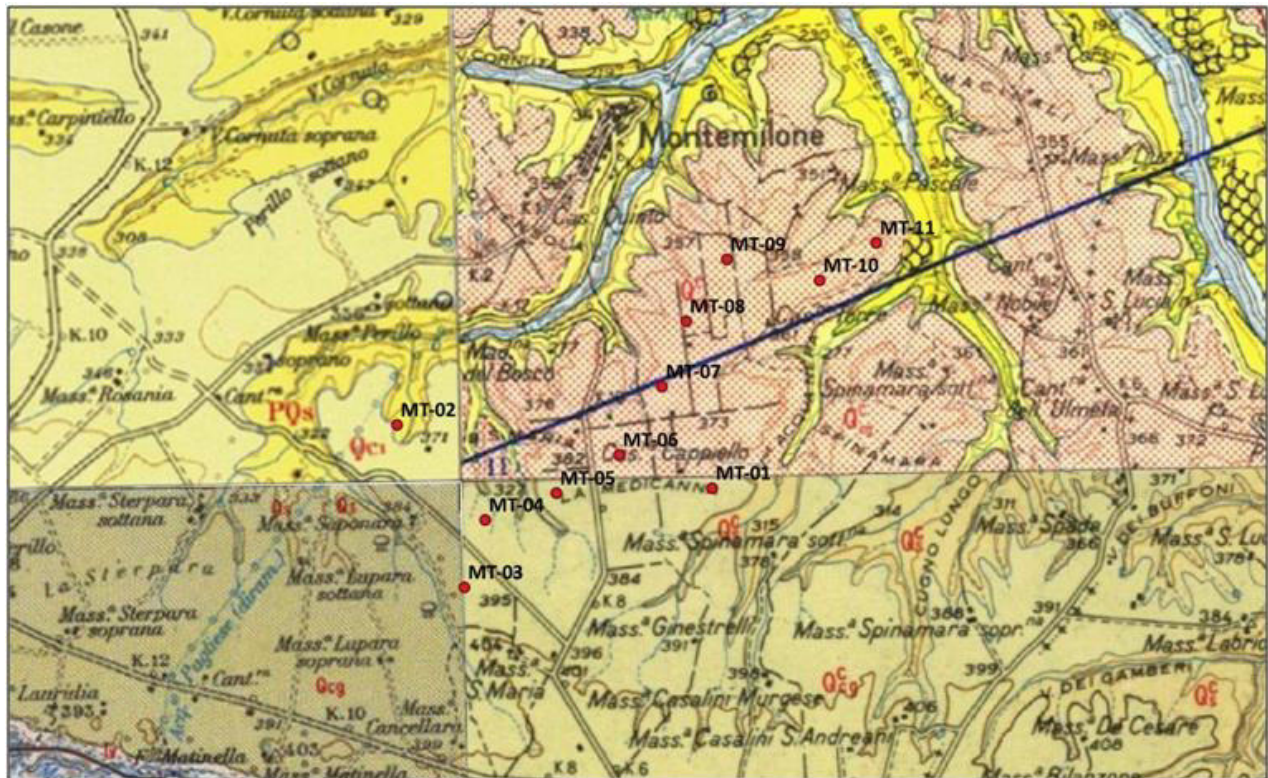
La successione bradanica si chiude con depositi clastici (sabbie e conglomerati) di ambiente litorale (spiaggia e delta) e di ambiente continentale (piana alluvionale di tipo "braided" e fluvio-lacustre), che testimoniano la regressione marina e la contestuale emersione dell'area a partire dal Pleistocene inferiore; tali depositi sono noti in letteratura con i termini formali di "**Sabbie di Montemarano**" (di ambiente marino) e "**Conglomerato di Irsina**" (in parte di ambiente costiero e in parte di ambiente continentale).

### 3.2. Formazioni affioranti

In Figura 2 (vedi pagina seguente) è riportato uno stralcio cartografico della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 per l'area di interesse, costituito dal "collage" dei 4 fogli che ricoprono l'area di Montemilone. La carta geologica di dettaglio (3 tavole in scala 1:5.000) dell'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori è riportata nel documento GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.020.

Su tutte le postazioni individuate, compresa l'area scelta per la realizzazione della Stazione di Trasformazione MT/AT, il substrato è costituito dalla formazione del Conglomerato di Irsina (**Qcg** nelle tavole Geologiche in scala 1:5.000), caratterizzata dalla presenza di conglomerati poligenici di colore variabile dal rossastro al giallastro in matrice cementata prevalentemente arenacea. All'interno della formazione è presente una intercalazione di argille siltose e sabbiose giallastre.

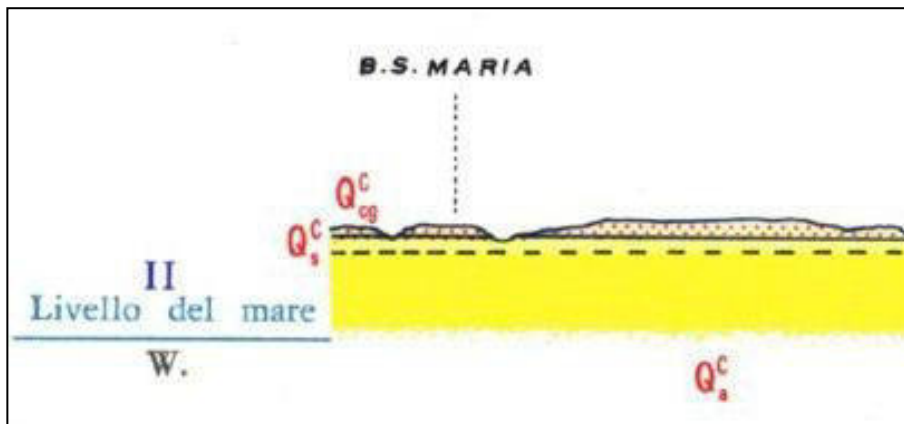




**Figura 2 – Collage Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000**

Il passaggio tra il Conglomerato di Irsina e la sottostante formazione delle Sabbie di Monte Marano (**Qs** nelle tavole Geologiche in scala 1:5.000), costituita da sabbie calcareo-quarzose gialle con livelli cementati di colore marroncino e sottili lenti ciottolose al tetto, avviene gradualmente e pertanto è di difficile individuazione. Stratigraficamente si può affermare che nell'area le due formazioni poggiano in concordanza stratigrafica con contatti sub-orizzontali,

così come sub-orizzontale è il contatto tra le Sabbie di Monte Marano e le sottostanti Argille Subappennine (**Qa** nelle tavole Geologiche in scala 1:5.000), come evidenziato dalla sezione geologica schematica riportata nella seguente Figura 3:



**Figura 3 – Sezione geologica schematica - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000**

Sinteticamente si può affermare che il Conglomerato di Irsina affiora in corrispondenza dell'area tabulare, mentre nelle incisioni vallive si trovano, scendendo progressivamente di quota, prima le Sabbie di Monte Marano e quindi le Argille subappennine, talvolta obliterate dai depositi alluvionali attuali e recenti (**a1** nelle tavole Geologiche in scala 1:5.000) dei corpi idrici più importanti.

Sul rilievo tabulare, al di sopra della formazione del Conglomerato di Irsina, in superficie può essere presente un modesto spessore (al massimo un paio di metri) di depositi sabbiosi e limosi di probabile origine fluvio-lacustre; tali depositi sono tuttavia spesso stati obliterate (se non addirittura cancellati) dall'attività agricola che caratterizza questa porzione di territorio.

### **3.3. Geomorfologia, Idrogeologia ed Idrologia**

Come già evidenziato al paragrafo precedente, la morfologia della zona ove è prevista la realizzazione del Parco Eolico è caratterizzata dalla presenza di un esteso pianoro, delimitato a Nord dal Vallone Santa Maria e ad Est dal Vallone Acqua Nera.

L'area del Parco Eolico è delimitata inoltre ad Ovest e a Sud da due elementi antropici quali rispettivamente la S.P. n.18 Ofantina e la S.S. n.655 Bradanica.

Il pianoro è inciso da numerosi piccoli corsi d'acqua (i più importanti dei quali sono i sopra



citati Vallone Santa Maria e Vallone Acqua Nera), tutti appartenenti al reticolo idrografico del Fiume Ofanto; le incisioni fluviali danno luogo a dei valloni dal caratteristico profilo simmetrico a "V".

I versanti dei valloni sono costituiti da conglomerati e sabbie, e generalmente non mostrano particolari segni di degradazione meteorica e di instabilità. Tale situazione è strettamente correlata alle buone caratteristiche meccaniche delle sabbie e dei conglomerati che costituiscono i versanti, oltre che all'assenza di deformazioni tettoniche significative.

Un altro fattore che favorisce la stabilità dei versanti è rappresentato dalla discreta/buona permeabilità delle sabbie e dei conglomerati, che consente un'infiltrazione relativamente facile delle acque meteoriche evitando l'instaurazione di un ruscellamento superficiale significativo, come peraltro testimoniato dall'assenza dei tipici fenomeni di erosione superficiale intensa quali calanchi e solchi di erosione, come peraltro si può osservare nel documento GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.021, in cui è riportata la carta idrogeomorfologica (n.5 tavole in scala 1:2.000) dell'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori; tali carte hanno come base topografica una sovrapposizione tra la CTR 1:5.000 ed il rilievo topografico di dettaglio eseguito sull'area (elaborato GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.022), con curve di livello ad equidistanza 1 metro.

Dall'analisi della carta si può inoltre affermare che le zone interessate dalla realizzazione delle nuove opere (aerogeneratori, piazzole, viabilità di accesso, stazione di trasformazione MT/AT, cavidotti) non presentino particolari problematiche di natura geomorfologica.

I principali elementi geomorfologici osservabili sono le ripe di erosione fluviale, che "bordano" il rilievo tabulare in corrispondenza delle sommità dei valloni creati dalle incisioni prodotte dai corsi d'acqua (permanenti ed episodici). In sede di sopralluogo non sono stati rilevati significativi indizi di attività delle scarpate prossime alle aree interessate dalle realizzazione delle opere civili in progetto.

Sono inoltre presenti alcuni piccoli corpi di frana quiescente lungo i versanti del Vallone Santa Maria e del Vallone Acqua Nera, ma essi non si trovano in corrispondenza delle opere in progetto.

Per un'analisi più completa dell'assetto idrogeologico dell'area a livello di pianificazione di bacino si rimanda al successivo capitolo 5.

### 3.4. Vincolo Idrogeologico

La verifica delle aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 è stata effettuata sul WebGis tematico della Regione Basilicata, che contiene il mosaico dei supporti cartacei originali in possesso dei singoli Comuni della Regione.

Come indicato nel "disclaimer" sul sito istituzionale, *"...la sovrapposizione dei layer presenta tolleranze variabili, anche importanti e non uniformi, legate alle condizioni di conservazione del supporto cartaceo originale ed alle modalità della sua acquisizione (stralci provenienti da copie, talvolta in pessime condizioni e/o con difetti d'assemblaggio). Altra fonte d'errore è riconducibile alle procedure di informatizzazione e di allineamento alla cartografia catastale in formato vettoriale (aggiornamento dicembre 2008) utilizzata come riferimento, anch'essa riproiettata allo scopo. Il dato catastale in formato vettoriale è destinato alla sola individuazione delle aree di specifico interesse. Pertanto, ai fini della verifica dell'esistenza del vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923, il riferimento è dato esclusivamente dai perimetri delle particelle catastali delle mappe storiche georiferite, distinte per singolo Comune. Attestazione e certificazione restano di esclusiva competenza dell'Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, depositario della documentazione originaria...".*

Tutto ciò premesso, si è comunque proceduto al download della cartografia raster del Comune di Montemilone e ad una digitalizzazione delle aree perimetrare ai sensi dell'art.1 del R.D. 3267/1923 in essa contenute, per avere quantomeno una visione indicativa delle aree soggette a Vincolo Idrogeologico ricadenti nell'area di studio.

Sulla base della sovrapposizione tra opere e aree ricadenti nel Vincolo Idrogeologico (documento GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.069, 3 tavole in scala 1:5.000), tutte le opere da realizzare sembrano essere esterne alle aree a Vincolo Idrogeologico; dovranno comunque essere effettuate le opportune verifiche presso gli uffici comunali per confermare quanto indicato nel presente documento.

## 4. INQUADRAMENTO SISMICO

### 4.1. Definizione dell'azione sismica

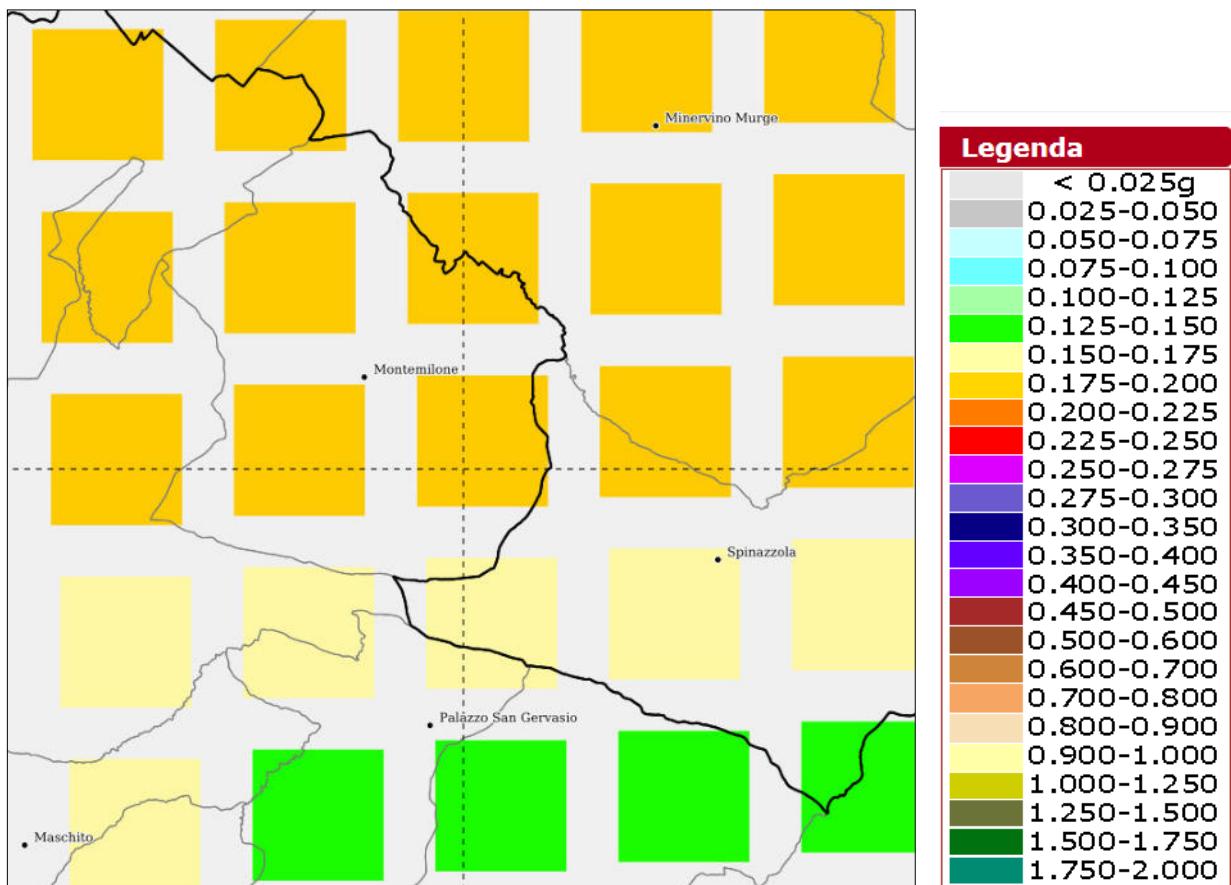


Figura 4 – Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

Il D.M.14 gennaio 2008 prima e il D.M. 17 gennaio 2018 poi hanno modificato la tipologia di approccio alla pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $VS > 800$  m/s), che attualmente viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente" come definito precedentemente nel "*Rapporto Conclusivo sulla Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica*", elaborato nel 2004 dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia successivamente all'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/2003.

Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedente normativa nazionale in campo sismico, l'accelerazione di base  $a_g$ , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Con l'entrata in vigore delle nuove NTC la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (a riguardo vedere la Figura 4 nella pagina precedente).

#### **4.2. Classificazione sismica regionale**

La Regione Basilicata ha recepito la normativa nazionale di classificazione sismica mediante la normativa regionale di classificazione sismica con delibera del Consiglio Regionale 731 del 19 novembre 2003. Con la L.R. n.9 del 7 giugno 2011 (pubblicata sul Bollettino Ufficiale n.17 del 10 giugno 2011) e ss.mm.ii., la Regione Basilicata ha inoltre definito le specifiche per gli studi di microzonazione sismica da effettuare sul territorio regionale e ha riclassificato il territorio regionale.

Ai sensi della classificazione sismica vigente, il territorio interessato dall'opera ricade in parte in zona "2" (territorio comunale di Montemilone), con valori dell'accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni  $0,15 < a_g/g \leq 0,25$ .

#### **4.3. Sismicità storica**

La Basilicata è caratterizzata da una notevole attività sismica che interessa principalmente le aree poste lungo la catena appenninica al confine con la Campania, e da una sismicità più modesta nel settore sud-orientale.

Nel 2015 è stato prodotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia la V edizione aggiornata del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, denominata CFTI5Med, dal quale sono state tratte le seguenti informazioni riguardanti l'area d'interesse (vedere anche Figura 5).

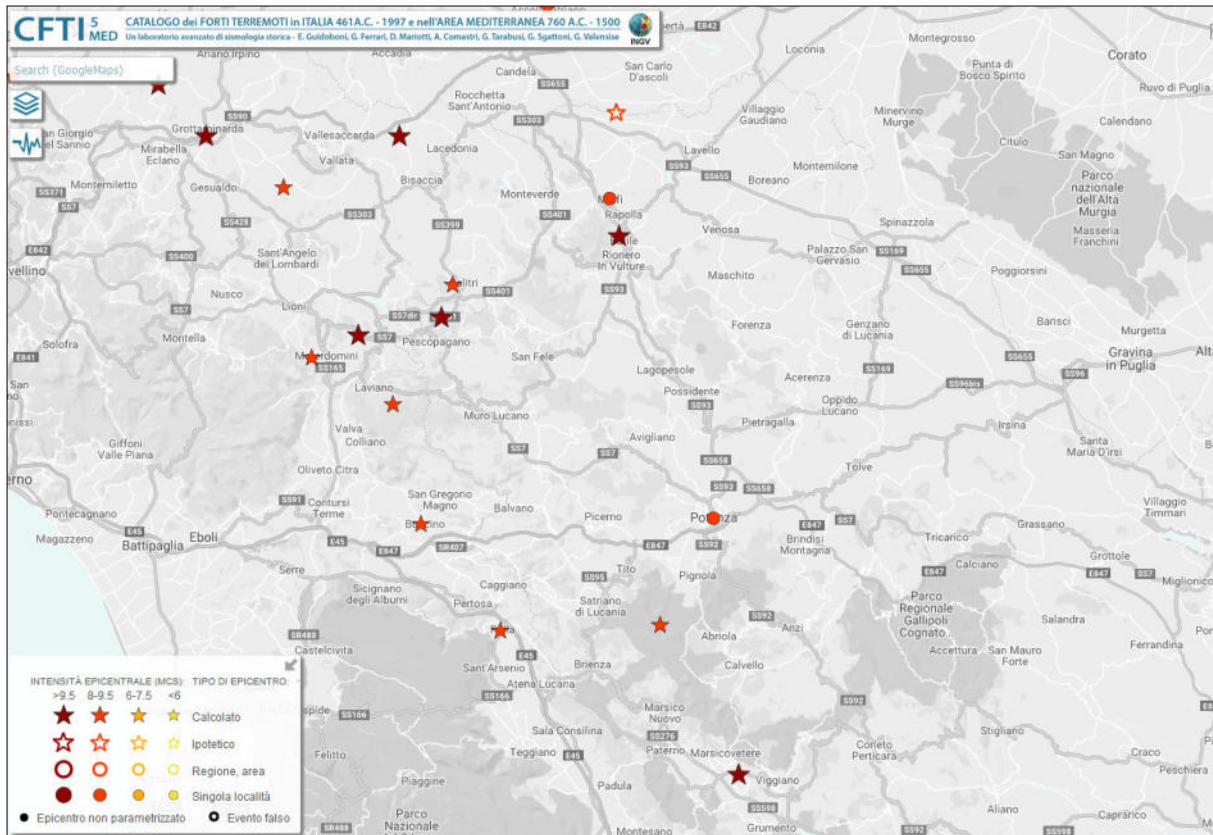


Figura 5 – Intensità massima dei terremoti nell’area di studio (CFTI5Med, 2015)

I principali eventi distruttivi (eventi con  $MW \geq 6.3$ ) sono avvenuti in Irpinia il 08.09.1694, il 23.07.1930 ed il 23.11.1980, ma hanno interessato direttamente anche il territorio regionale. Un'altra importante sequenza sismica ha avuto luogo tra luglio e agosto del 1561, localizzata anch'essa al confine tra Basilicata e Campania, mentre il terremoto del 14.08.1851 è localizzato nel settore settentrionale, al confine con la Puglia.

Ma il terremoto di gran lunga più distruttivo per la Basilicata fu quello del 16.12.1857, che sconvolse una vasta area dell'Italia meridionale e rappresenta uno dei più forti e devastanti eventi sismici che abbiano colpito il territorio italiano negli ultimi 200 anni.

Come energia liberata è paragonabile a quello che colpì l'Irpinia il 23.11.1980, ma i suoi effetti furono più catastrofici e molto più numerose le vittime, che secondo le fonti ufficiali furono quasi 11.000. La scossa distruttiva, avvenuta alle ore 21:15 GMT circa, fu preceduta di circa due minuti da un fortissimo *foreshock* che causò le prime rovine nei paesi della zona epicentrale. Molte persone furono sorprese dalla seconda devastante scossa mentre erano in fuga dalle abitazioni e furono travolte dalle macerie nelle strette vie dei paesi appenninici della regione colpita più violentemente. I danni più gravi riguardarono l'area montana

dell'Appennino Lucano a est dei Monti della Maddalena dove una trentina di paesi risultarono disastri, con distruzioni estese dalla totalità alla metà del patrimonio edilizio.

In due località dell'alta Val d'Agri, Montemurro e Saponara (l'attuale Grumento Nova), le distruzioni raggiunsero livelli catastrofici: i due paesi furono praticamente rasi al suolo. A Montemurro rimasero in piedi, gravemente lesionati, soltanto un palazzo, un convento e i resti di tre campanili crollati in parte; ci furono circa 5000 morti (70%) e 900 feriti su una popolazione di circa 7000 abitanti. A Saponara rimase in piedi solo il castello Ciliberti, gravemente danneggiato, e una casa edificata alla base della collina su cui sorgeva il paese; tutto il resto dell'abitato fu spianato a parte qualche rudere di muro rimasto eretto nella zona orientale; ci furono circa 2000 vittime (50%) su una popolazione di circa 4000 abitanti.

Altri 16 paesi furono distrutti quasi interamente: Brienza, Calvello, Castelsaraceno, Marsico Nuovo, Missanello, Paterno, Sant'Angelo le Fratte, Sant'Arcangelo, Sarconi, Spinoso, Tito, Tramutola e Viggiano, in provincia di Potenza; Atena Lucana e Polla, in provincia di Salerno; Alianello, in provincia di Matera. Una decina di altri centri abitati subirono crolli estesi a gran parte degli edifici.

In 66 località, fra cui Potenza, i crolli totali furono più limitati, ma molte case crollarono parzialmente e ci furono gravi danni e dissesti strutturali estesi a gran parte del patrimonio edilizio. A Potenza molti edifici crollarono completamente o in parte, o furono gravemente lesionati e resi inagibili; la cattedrale fu squassata da gravissime lesioni estese dalla base delle murature alle coperture, la chiesa della SS.Trinità crollò quasi totalmente; 22 persone morirono a causa dei crolli. Danni notevoli furono rilevati in circa 80 località, fra cui Salerno e Matera, dove furono lesionate abitazioni private, chiese ed edifici pubblici. Danni leggeri interessarono infine circa 90 centri, comprese anche alcune località dell'Irpinia, del Beneventano, del Molise, della Puglia e della Calabria settentrionale. Il terremoto fu sentito dalle persone fino all'Abruzzo e al basso Lazio, verso nord, e fino a Reggio Calabria, verso sud.

Dopo la scossa distruttiva furono sentite molte repliche fino alla fine dell'anno; il 26.12.1857, in particolare, ce ne furono due forti che abbattono gli ultimi resti di costruzioni ancora in piedi a Montemurro. Le scosse continuarono poi per molti mesi, fino al maggio 1859: complessivamente ne furono sentite circa 100 di notevole intensità.

In Tabella 1 (vedi pagina seguente) è riportata una lista degli eventi sismici con risentimento maggiore al VI grado della scala MCS per cui si abbia documentazione nelle cronache per il territorio comunale di Montemilone.

Relativamente all'evento del 16.12.1857, che a Montemilone ebbe una intensità dell'VIII grado della scala MCS, le cronache riportano che la scossa provocò "gravi danni a tutte le case. Particolarmente danneggiata la chiesa del patronato comunale" (rivista "L'Omnibus", n.104 del 30.12.1857; F. Del Giudice, "Annali Civili del Regno delle Due Sicilie", vol.62).

Is	Nat	Data	Ora	Io	Imax	NOM	Me	Area Epicentrale
VIII		1857 12 16	21:15	11	11	341	7	Basilicata
VII		1930 07 23	00:08:00	10	10	507	6.7	Irpinia
VI		1851 08 14	13:20	10	10	103	6.4	Basilicata

**Tabella 1 – Eventi sismici con risentimento maggiore o uguale al VI grado MCS nel territorio comunale di Montemilone (da CFTI5Med, 2015)**



## 5. PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO

L'area di studio ricade tra quelle di competenza dell'ex-Autorità di Bacino interregionale della Puglia (oggi UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto), oggi facente capo al Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, istituito in attuazione della Direttiva Comunitaria 2000/60/CE e del D.Lgs. 152/06. Il Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) tuttora vigente è stato approvato dall'ex Autorità di Bacino della Puglia con Del. C.I. n.39 del 30/11/2005, ed aggiornato nel 2017 con alcune varianti puntuali alle perimetrazioni delle aree a pericolosità e rischio, entrate in vigore a seguito delle adozioni definitive del Comitato Istituzionale.

Il PAI è stato elaborato al fine di consentire un miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica del territorio, riducendo gli attuali livelli di pericolosità e consentendo uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso; il PAI ha valenza sovraordinata su ogni altro strumento di programmazione e pianificazione territoriale e di settore.

Si segnala inoltre che al momento le procedure per una completa adozione ed approvazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) per il Distretto idrografico dell'Appennino Meridionale risultano ancora in corso.

La consultazione delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica è avvenuta tramite il portale GIS dedicato dell'ex ADB Puglia, da cui sono stati scaricati gli strati informativi e sovrapposti alle opere in progetto nel documento GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.068 (3 tavole in scala 1:5.000).

Dall'analisi della cartografia risulta che nessuna opera in progetto ricade all'interno delle aree perimetrate a pericolosità idraulica o geomorfologica; sono comunque da segnalare due piccole aree classificate a pericolosità geomorfologica molto elevata (PG3) a poca distanza dalla postazione MT-11 e dalla relativa piazzola.



## 6. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARE

Per un caratterizzazione geologico-tecnica preliminare dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico "Montemilone" è stata condotta una campagna di indagini geognostiche costituita da:

- **n.1 sondaggio geognostico**, spinto fino alla profondità di 40 metri rispetto al piano di campagna, con prelievo di campioni per prove geotecniche di laboratorio ed esecuzione di prove SPT in foro in avanzamento
- **n.4 prove penetrometriche DPSH** spinte fino al rifiuto strumentale
- **n.1 linea di sismica a rifrazione in onde P ed S**
- **n.3 indagini sismiche MASW**
- **n.2 indagini di tomografia elettrica ERT**
- **n.1 sondaggio elettrico verticale SEV**
- **n.1 misura di resistività termica**

L'ubicazione delle indagini è riportata in maniera schematica nella tavola in allegato 1.

La descrizione delle indagini eseguite ed il loro esatto posizionamento sono riportate nell'elaborato GRE.EEC.R.25.IT.W.15438.49.001.00 – Indagini geognostiche Montemilone, al quale si rimanda per ogni approfondimento.

Le indagini sono state distribuite su tutta l'area in maniera da risultare rappresentative di tutte le postazioni, delle strade di accesso, delle piazzole, dei cavidotti e della stazione di utenza e da fornire una corretta caratterizzazione dei terreni di fondazione sia per quanto riguarda l'aspetto geologico-tecnico che per quanto riguarda l'aspetto sismico.

I risultati, come esposti in seguito, confermano una sostanziale uniformità del sito in perfetta sintonia con quanto desumibile dai risultati bibliografici e dai sopralluoghi in sito.

### 6.1. Sondaggio geognostico e prove penetrometriche DPSH

Il sondaggio geognostico, eseguito in posizione "baricentrica" rispetto alla disposizione degli aerogeneratori all'interno dell'impianto eolico in progetto, ha fornito la seguente stratigrafia:

- 0-0,60 metri: Terreno vegetale
- 0,60-2,00 metri: Limi sabbiosi e argillosi
- 2,00-24,00 metri: Conglomerati poligenici alternati a livelli argilloso-siltosi
- 24,00-32,50 metri: Argille sabbiose con inclusi e conglomerati poligenici
- 32,50-40,00 metri: Argille limose grigio-azzurre

Attorno alla profondità di 6 metri è stata rilevata la presenza della falda.

Il quadro geologico ricostruito riflette quanto indicato al paragrafo 3.2, con la presenza di un primo orizzonte stratigrafico (fino a 2 metri) rappresentato dai depositi di origine fluvio-lacustre, a cui fa seguito fino a 24 metri la formazione dei Conglomerati di Irsina, rappresentati da conglomerati poligenici con intercalazioni di argille siltose.

Oltre i 24 metri presumibilmente si trova la formazione delle Sabbie di Monte Marano, qui rappresentata da argille sabbiose con livelli di conglomerati, passante verso il basso ad una profondità di 32,50 metri alla formazione delle Argille Subappennine.

Le prove penetrometriche DPSH eseguite sono tutte andate a rifiuto strumentale una volta entrate nella formazione dei Conglomerati di Irsina (tra 1,80 e 3,40 metri).

## **6.2. Sismica a rifrazione ed indagini sismiche MASW**

La campagna di indagini sismiche eseguita (n.1 tomografia in onde P e n.3 indagini MASW) ha permesso di definire abbastanza univocamente le caratteristiche sismostratigrafiche dei terreni dell'area di indagine, con particolare riferimento alla definizione della categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC vigenti.

Sulla base di quanto riscontrato, sia per quanto riguarda la tomografia sismica che le indagini MASW eseguite, è stata verificata l'assenza di inversioni di velocità nei primi 30 metri di profondità, con l'intercettamento del bedrock sismico ( $V_s \geq 800$  m/s) a profondità variabili da 19 a 29 metri.

In tutte e 4 le indagini eseguite la categoria di sottosuolo rilevata è la "B"; in considerazione delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dell'area, si ritiene che tale categoria di sottosuolo possa essere ragionevolmente attribuita al terreno di fondazione di tutte le WTG in

progetto e dell'area ove è prevista la realizzazione della stazione di trasformazione MT/AT e stazione di utenza.

### **6.3. Tomografia elettrica, SEV**

Le indagini geoelettriche eseguite (n.2 tomografie, n.1 sondaggi elettrico verticale) hanno confermato il quadro litostratigrafico emerso dal sondaggio geognostico e dalle indagini geofisiche, evidenziando la presenza di un livello piuttosto uniforme particolarmente resistivo nei primi 20 metri che ragionevolmente rappresenta la porzione di conglomerati poligenici parzialmente cementati della formazione dei Conglomerati di Irsina.

## **7. INQUADRAMENTO DELLE OPERE NEL CONTESTO GEOLOGICO DEL SITO**

Nel presente capitolo è riportata una descrizione del contesto geologico in cui si inseriscono le singole opere (aerogeneratori, stazione elettrica, cavidotto, viabilità interna), valutando punto per punto le caratteristiche rilevate in situ durante l'esecuzione del sopralluogo.

Tutte le postazioni sono ubicate in corrispondenza di campi coltivati in un contesto tabulare sub-pianeggiante; in corrispondenza delle aree prescelte per le postazioni e per la sottostazione elettrica non sono state evidenziate forme legate all'attività erosiva (assenza di solchi di ruscellamento concentrato e forme gravitative di versante in prossimità delle opere).

Nei seguenti paragrafi, per ciascuna postazione e per la sottostazione elettrica é riportata una descrizione fotografica dell'area, la caratterizzazione geologica e la caratterizzazione sismica del terreno di fondazione condotta ai sensi delle NTC 2018, elaborate in base ai risultati delle indagini geognostiche eseguite all'interno dell'area dell'impianto eolico.

## 7.1. Postazione MT-01



**Foto 1 – Inquadramento area postazione MT-01**

Ubicata ad una quota prevista di +372 metri s.l.m.m., la postazione **MT-01** si trova ad una distanza di circa 150 metri dalla ripa di erosione del pianoro conglomeratico, che da quel punto inizia a degradare sia verso Nord-Est che verso Sud, solcato dal Vallone Acqua Nera; in corrispondenza della postazione, nel punto più profondo (a Sud) il fondo del vallone si trova ad una quota di circa 55 metri inferiore.

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-05\_06, può essere schematizzato come in Tabella 2, riportata di seguito:

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-2,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
2,50-27,00	Conglomerato di Irsina
27,00-30,00	Sabbie di Monte Marano

**Tabella 2 – Postazione MT-01 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-05\_06, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri - NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 3 e Tabella 4).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,983102 E Lat: 41,000621 N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 3 – Postazione MT-01 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,525	0,283
SLD	50	0,056	2,557	0,294
SLV	475	0,178	2,504	0,384
SLC	975	0,251	2,397	0,413

**Tabella 4 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-01**

## 7.2. Postazione MT-02



Foto 2 – Inquadramento area postazione MT-02

Ubicata ad una quota prevista di +366 metri s.l.m.m., la postazione **MT-02** si trova ad una distanza di circa 90 metri dalla ripa di erosione del pianoro conglomeratico, che da quel punto degrada rapidamente verso Est ed è solcato da uno dei corpi idrici episodici che alimentano il Vallone Santa Maria; in corrispondenza della postazione, il fondo del vallone si trova ad una quota di circa 25 metri inferiore.

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-04, può essere schematizzato come nella seguente Tabella 5:

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-2,00	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
2,00-21,00	Conglomerato di Irsina
21,00-29,50	Sabbie di Monte Marano
29,50-30,00	Argille subappennine

Tabella 5 – Postazione MT-02 – Modello geologico

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-04, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri - NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 6 e Tabella 7).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,945828°E Lat: 41,006702°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 6 – Postazione MT-02 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,516	0,284
SLD	50	0,057	2,560	0,294
SLV	475	0,181	2,469	0,400
SLC	975	0,255	2,393	0,413

**Tabella 7 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-02**



### 7.3. Postazione MT-03



Foto 3 – Inquadramento area postazione MT-03

Ubicata ad una quota prevista di +393,50 metri s.l.m.m., la postazione **MT-03** si trova nel mezzo del rilievo tabulare, lontano da incisioni fluviali.

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-04, può essere schematizzato come nella seguente Tabella 8:

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-2,00	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
2,00-30,00	Conglomerato di Irsina

Tabella 8 – Postazione MT-03 – Modello geologico

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-04, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri - NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 9 e Tabella 10).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,952794°E Lat: 40,992896°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 9 – Postazione MT-03 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,516	0,284
SLD	50	0,056	2,568	0,294
SLV	475	0,177	2,486	0,401
SLC	975	0,248	2,411	0,416

**Tabella 10 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-03**

#### 7.4. Postazione MT-04



**Foto 4 – Inquadramento area postazione MT-04**

Ubicata ad una quota prevista di +383,50 metri s.l.m.m, la postazione **MT-04** si trova ad una distanza di circa 150 metri dal punto in cui il pianoro conglomeratico inizia a degradare verso Nord, solcato da due corpi idrici episodici che alimentano il Vallone Santa Maria; in corrispondenza della postazione, il fondo del vallone si trova ad una quota di circa 20 metri inferiore.

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-04, può essere schematizzato come in Tabella 11 (vedi pagina seguente):

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-2,00	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
2,00-30,00	Conglomerato di Irsina

**Tabella 11 – Postazione MT-04 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-04, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri – NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 12 e Tabella 13).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,957584°E Lat: 40,996451°N
Vita nominale $V_N$	≥ 50 anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 12 – Postazione MT-04 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,518	0,284
SLD	50	0,056	2,565	0,294
SLV	475	0,178	2,487	0,398
SLC	975	0,250	2,406	0,415

**Tabella 13 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-04**

## 7.5. Postazione MT-05

Ubicata ad una quota prevista di +382,50 metri s.l.m.m., la postazione **MT-05** si trova ad una distanza di circa 150 metri dalla ripa di erosione del pianoro conglomeratico, che da quel punto inizia a degradare verso Ovest, solcato da un corpo idrico episodico che alimenta il Vallone Santa Maria; in corrispondenza della postazione, il fondo del vallone si trova ad una quota di circa 50 metri inferiore.



**Foto 5 – Inquadramento area postazione MT-05**

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-05\_06, può essere schematizzato come in Tabella 14 (vedi pagina seguente):

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-2,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
2,50-30,00	Conglomerato di Irsina

**Tabella 14 – Postazione MT-05 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-05\_06, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri – NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 15 e Tabella 16).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,964678°E Lat: 41,000467°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 15 – Postazione MT-05 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,520	0,284
SLD	50	0,057	2,561	0,294
SLV	475	0,179	2,490	0,393
SLC	975	0,252	2,399	0,414

**Tabella 16 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-05**



## 7.6. Postazione MT-06

Ubicata ad una quota prevista di +381,50 metri s.l.m.m, la postazione **MT-06** si trova nel mezzo del rilievo tabulare, lontano da incisioni fluviali.



**Foto 6 – Inquadramento area postazione MT-06**

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-05\_06, può essere schematizzato come nella seguente Tabella 17:

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-2,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
2,50-30,00	Conglomerato di Irsina

**Tabella 17 – Postazione MT-06 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-05\_06, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri - NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 18 e Tabella 19).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,971566°E Lat: 41,003330°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 18 – Postazione MT-06 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,523	0,283
SLD	50	0,057	2,558	0,294
SLV	475	0,180	2,494	0,388
SLC	975	0,253	2,395	0,412

**Tabella 19 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-06**



## 7.7. Postazione MT-07

Ubicata ad una quota prevista di +371,50 metri s.l.m.m., la postazione **MT-07** si trova ad una distanza di circa 100 metri dalla ripa di erosione del pianoro conglomeratico, che da quel punto inizia a degradare verso Ovest, solcato da un corpo idrico episodico che alimenta il Vallone Santa Maria; in corrispondenza della postazione, il fondo del vallone si trova ad una quota di circa 35 metri inferiore.

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MM2, può essere schematizzato come in Tabella 20 (vedi pagina seguente):



Foto 7 – Inquadramento area postazione MT-07

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-3,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
3,50-26,50	Conglomerato di Irsina
26,50-30,50	Sabbie di Monte Marano

**Tabella 20 – Postazione MT-07 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MM2, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri – NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 21 e Tabella 22 nella pagina seguente).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,977285°E Lat: 41,009819°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 21 – Postazione MT-07 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,525	0,283
SLD	50	0,057	2,552	0,293
SLV	475	0,181	2,497	0,382
SLC	975	0,256	2,387	0,411

**Tabella 22 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-07**

## 7.8. Postazione MT-08

Ubicata ad una quota prevista di +365,50 metri s.l.m.m, la postazione **MT-08** si trova nel mezzo del rilievo tabulare, lontano da incisioni fluviali.



**Foto 8 – Inquadramento area postazione MT-08**

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MM2, può essere schematizzato come nella seguente Tabella 23:

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-3,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
3,50-20,50	Conglomerato di Irsina
20,50-29,00	Sabbie di Monte Marano
29,00-30,00	Argille subappennine

**Tabella 23 – Postazione MT-08 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MM2, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri - NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 24 e Tabella 25).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,980696°E Lat: 41,014109°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 24 – Postazione MT-08 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,527	0,283
SLD	50	0,057	2,548	0,293
SLV	475	0,182	2,501	0,378
SLC	975	0,257	2,383	0,410

**Tabella 25 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-08**

## 7.9. Postazione MT-09

Ubicata ad una quota prevista di +360,50 metri s.l.m.m, la postazione **MT-09** si trova nel mezzo del rilievo tabulare, lontano da incisioni fluviali.



**Foto 9 – Inquadramento area postazione MT-09**

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-08\_09, può essere schematizzato come nella seguente Tabella 26:

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-1,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
1,50-15,50	Conglomerato di Irsina
15,50-24,00	Sabbie di Monte Marano
24,00-30,00	Argille subappennine

**Tabella 26 – Postazione MT-09 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-08\_09, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri - NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 27 e Tabella 28).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,985149°E Lat: 41,021233°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 27 – Postazione MT-09 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,529	0,282
SLD	50	0,057	2,543	0,293
SLV	475	0,183	2,504	0,374
SLC	975	0,259	2,378	0,410

**Tabella 28 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-09**



## 7.10. Postazione MT-10

Ubicata ad una quota prevista di +360,50 metri s.l.m.m, la postazione **MT-10** si trova ad una distanza di circa 70 metri dalla prima ripa di erosione del pianoro conglomeratico, che da quel punto inizia a degradare verso Sud-Sud-Est, solcato da un corpo idrico episodico che alimenta il Vallone Acqua Nera; in corrispondenza della postazione, il fondo del vallone si trova ad una quota di circa 90 metri inferiore.



**Foto 10 – Inquadramento area postazione MT-10**

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-08\_09, può essere schematizzato come in Tabella 29 (vedi pagina seguente):



Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-1,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
1,50-15,50	Conglomerato di Irsina
15,50-24,00	Sabbie di Monte Marano
24,00-30,00	Argille subappennine

**Tabella 29 – Postazione MT-10 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-08\_09, e cautelativamente una categoria topografica "T2".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri – NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 30 e Tabella 31).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,996108°E Lat: 41,019335°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 30 – Postazione MT-10 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,531	0,282
SLD	50	0,057	2,542	0,293
SLV	475	0,183	2,511	0,370
SLC	975	0,259	2,378	0,409

**Tabella 31 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-10**

### 7.11. Postazione MT-11

Ubicata ad una quota prevista di +356 metri s.l.m.m, la postazione **MT-11** si trova in corrispondenza di una "terminazione" del pianoro conglomeratico, che da quel punto inizia a degradare sia verso Nord che verso Sud che verso Est, solcato dal Vallone Acqua Nera; in corrispondenza della postazione, nel punto più profondo (ad Est) il fondo del vallone si trova ad una quota di circa 90 metri inferiore.



**Foto 11 – Inquadramento area postazione MT-11**

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-08\_09, può essere schematizzato come in Tabella 32 (vedi pagina seguente):

Profondità (m)	Orizzonte litostratigrafico
0-1,50	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
1,50-11,00	Conglomerato di Irsina
11,00-19,50	Sabbie di Monte Marano
19,50-30,00	Argille subappennine

**Tabella 32 – Postazione MT-11 – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-08\_09, e cautelativamente una categoria topografica "T2".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri – NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 33 e Tabella 34).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 16,001022°E Lat: 41,022010°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 33 – Postazione MT-11 – Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,043	2,533	0,282
SLD	50	0,057	2,540	0,293
SLV	475	0,183	2,514	0,367
SLC	975	0,259	2,376	0,409

**Tabella 34 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della postazione MT-11**

## 7.12. Stazione di trasformazione MT/AT e stazione di utenza

Ubicate ad una quota prevista di +365 metri s.l.m.m, la stazione di trasformazione MT/AT e la stazione di utenza si trovano nel mezzo del rilievo tabulare, lontane da incisioni fluviali.



Foto 12 – Inquadramento area stazione di trasformazione MT/AT



Foto 13 – Inquadramento area stazione di utenza

L'area è esterna alle perimetrazioni del PAI, e non rientra tra quelle sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Il modello geologico dell'area per i primi 30 metri, ricostruito in base alle indicazioni del sondaggio S1 e della prova penetrometrica DPSH MT-04, può essere schematizzato come nella seguente Tabella 35:

<b>Profondità (m)</b>	<b>Orizzonte litostratigrafico</b>
0-2,00	Terreno agricolo e depositi fluvio-lacustri
2,00-20,00	Conglomerato di Irsina
20,00-28,50	Sabbie di Monte Marano
28,50-30,00	Argille subappennine

**Tabella 35 – Stazione di trasformazione MT/AT e stazione di utenza – Modello geologico**

Relativamente alla definizione dell'azione sismica, ai sensi delle NTC 2018 si attribuisce al terreno di fondazione una categoria di sottosuolo di tipo "B", come desunto dall'interpretazione dell'indagine sismica MASW MT-04, ed una categoria topografica "T1".

Per quanto riguarda la parametrizzazione dell'azione sismica, si riporta la zonizzazione definita sulla base di quanto ricavabile dal documento \*.xls Spettri – NTC ver.1.0.3 fornito sul sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tabella 36 e Tabella 37).

Coordinate (Datum ED50)	Long: 15,902710°E Lat: 40,999937°N
Vita nominale $V_N$	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso $C_U$	1
Vita di riferimento $V_R$	50 anni

**Tabella 36 – Stazione di trasformazione MT/AT e stazione di utenza– Assunzioni per il calcolo dei parametri per la determinazione dell'azione sismica**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,044	2,502	0,286
SLD	50	0,057	2,574	0,294
SLV	475	0,180	2,474	0,406
SLC	975	0,253	2,408	0,416

**Tabella 37 – Valori dei parametri sismici in corrispondenza della stazione di trasformazione MT/AT e della stazione di utenza**

## 8. ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Lo studio di risposta sismica locale consiste nel descrivere il comportamento di un sito in condizioni dinamiche e nel valutare se e in quale misura un sito è suscettibile di amplificazione sismica.

L'amplificazione sismica di un sito dipende da molteplici fattori legati essenzialmente alle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche di un sito e alla capacità dello stesso di smorzare l'energia sismica o di intrappolarla e dunque amplificarla.

L'effetto di amplificazione sismica si ottiene quando un terreno soffice con bassa velocità di propagazione delle onde sismiche è posto al di sopra di un terreno rigido (bedrock), caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde sismiche maggiore di 800 m/s (NTC 2018), considerando anche gli spessori dei terreni e le loro caratteristiche geotecniche.

Per il sito in studio è stata seguita una analisi di II Livello attraverso l'utilizzo degli abachi, utilizzando la procedura indicata da "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (Parte III, Par. 3.2.4)*".

I fattori di amplificazione locale sono stati valutati solo in base alla situazione litostratigrafica, dato che nell'area interessata dalla realizzazione dei nuovi aerogeneratori e delle opere civili connesse non sono presenti:

- zone suscettibili di instabilità di alcun tipo fra quelle previste negli "ICMS"
- condizioni topografiche che determinino fenomeni di amplificazione o altre contesti di incompatibilità quali bacini sepolti ovvero forme concave del basamento sismico
- situazioni litostratigrafiche con inversione di velocità con  $V_{s \text{ rig}}/V_{s \text{ sof}} > 2$  con  $V_{s \text{ rig}} > 500$  m/s
- aree con deformazioni permanenti

Le aree in frana quiescente individuate nell'intorno delle aree interessate dalle nuove opere civili non sono state oggetto di microzonazione, e pertanto valutate come "non classificate".



La procedura di calcolo dei fattori di amplificazione sismica FA (fattore di amplificazione in termine di accelerazione del moto sismico) ed FV (fattore di amplificazione in termine di velocità del moto sismico) è stato effettuato attraverso l'utilizzo degli abachi. La scelta del giusto abaco è stata effettuata considerando i seguenti parametri di input:

- 1) Il modello sismostratigrafico, ricostruito attraverso l'elaborazione delle indagini geofisiche eseguite, con l'individuazione del bedrock ( $V_S > 800$  m/s) a profondità di 20-30 metri ed una velocità della copertura compreso tra 471 e 570 m/s (terreni di tipo "B")
- 2) L'analisi stratigrafica ricavata dal sondaggio geognostico e dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni di terreno della "copertura", che mediamente possono essere considerate come "sabbie"
- 3) La PGA di riferimento, che secondo quanto ricavato dalla parametrizzazione dell'azione sismica delle singole postazioni degli aerogeneratori in progetto di cui al precedente paragrafo 7 è compresa tra 0,177 e 0,183 g
- 4) Profilo di Vs lineare con pendenza intermedia

Fattore di amplificazione FA	Tipo di terreno Sabbia	$a_g$ (g) 0.18g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			$V_{30}$ (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02	1.01	
	10	-	2.24	2.13	1.85	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08	1.03	
	15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16	1.06	
	20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21	1.08	
	25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24	1.11	
	30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.40	1.24	1.11	
	35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23	1.10	
	40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20	1.09	
	50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14	1.06	
	60	-	-	1.10	1.23	1.27	1.25	1.20	1.16	1.09	1.02	
	70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05	0.98	
	80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03	0.97	
	90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02	0.95	
	100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.04	1.00	0.94	
	110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98	0.92	
120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96	0.91		
130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94	0.90		
140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91	0.88		
150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89	0.86		

Figura 6 – Abaco di riferimento per il fattore di amplificazione FA



Fattore di amplificazione <i>F<sub>V</sub></i>	Tipo di terreno Sabbia	<i>a<sub>g</sub></i> (g)										Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia
		<i>V<sub>si</sub></i> (m/s)										
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
5	-		1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	
10	-		1.80	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00	
15	-		2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01	
20	-		2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.05	1.02	
25	-		2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03	
30	-		-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.26	1.11	1.05	
35	-		-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06	
40	-		-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.08	
50	-		-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.63	1.48	1.23	1.10	
60	-		-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11	
70	-		-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13	
80	-		-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13	
90	-		-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13	
100	-		-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12	
110	-		-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11	
120	-		-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07	
130	-		-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.06	
140	-		-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05	
150	-		-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04	

**Figura 7 – Abaco di riferimento per il fattore di amplificazione *F<sub>V</sub>***

Considerando i dati di input descritti in precedenza e gli abachi di riferimento riportati in Figura 6 e Figura 7, i fattori *FA* e *FV* ottenuti per il sito in esame sono quindi i seguenti:

- *FA* = 1,41
- *FV* = 1,18

Nell'elaborato GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.169 è riportata la Carta di microzonazione sismica (n.5 tavole in scala 1:2.000) dell'area di studio; nella carta è stata anche riportata l'ubicazione delle indagini geognostiche preliminari eseguite.

### 8.1. Valutazioni preliminari sulla liquefazione

I metodi di valutazione del rischio sismico di liquefazione da prove in sito sono di tipo storico – empirico in quanto utilizzano una base dati di informazioni sul comportamento osservato di siti sabbiosi in occasione di terremoti storici. L'analisi della base dati ha portato alla

definizione del fattore di sicurezza FSL, definito come il rapporto fra la capacità di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di resistenza ciclica CRR, e la domanda di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di tensione ciclica, CSR:

$$FSL = \frac{CRR_{7,5}}{CSR} * MSF$$

dove MSF è un fattore di scala della magnitudo da applicare nel caso di terremoti con magnitudo diversa da 7,5.

La verifica preliminare è stata eseguita partendo dal modello sismostratigrafico ricavato dalle indagini sismiche MASW eseguite, utilizzando il metodo di *Andrus e Stokoe* (1997) per la verifica del potenziale di liquefazione da prove sismiche.

Per la verifica è stato utilizzato il software "*Liquefazione dei terreni in condizioni sismiche*" di *S.G. Monaco* (EPC Libri, 2008). Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Per la verifica è stato considerato un modello sismostratigrafico semplificato dei primi 20 metri di terreno ricavato dalla MASW MM2 (che aveva mostrato velocità delle onde SH leggermente inferiori rispetto alle alte MASW), rappresentato da 4 strati a differente velocità delle onde sismiche di taglio SH.

FC rappresenta la percentuale di materiali fini (FC) di ciascun sismostrato individuato, considerata ampiamente cautelativa a favore della sicurezza.

Nella seguente Tabella 38 è riportata la suddivisione sismostratigrafica utilizzata.

Sismostrato	Profondità dal p.c. (m)	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	FC (%)	V <sub>s</sub> (m/s)
1	0-2,00	1,95	35	400
2	2,00-7,10	2,00	10	440
3	7,10-18,90	1,85	35	500
4	18,90-20,00	1,90	35	900

**Tabella 38 – Modello sismo stratigrafico per la verifica a liquefazione (*Andrus e Stokoe*, 1997)**

Al fine di effettuare un'analisi cautelativa di FSL per il calcolo sono stati utilizzati i seguenti parametri sismici:

$$M_{RIF} = 6,83$$

$$a_{RIF} = 0,218 \text{ g}$$

Per la definizione della  $M_{RIF}$  è stato utilizzato il valore  $M_{MAX1}$  valido per la zona sismogenetica 925 (Ofanto) indicato nel documento redatto nel 2004 dell'INGV dal titolo "Rapporto Conclusivo sulla Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica", mentre per la definizione dell' $a_{RIF}$  è stata invece utilizzata l'accelerazione collegata allo SLV per la vicina postazione MT-08 (vedi Tabella 25 al paragrafo 7.8) combinata per i coefficienti  $S_S$  (1,20) e  $S_T$  (1,0).

La falda è stata considerata ad una profondità di 6,00 metri dal p.c., come evidenziato dal vicino sondaggio BH MM2 eseguito nella campagna di indagine geognostica preliminare.

Sulla base dei calcoli effettuati, è stato possibile determinare il potenziale di liquefazione per i sismostrati individuati, riportati nella seguente Tabella 39:

Sismostrato	Profondità dal p.c. (m)	FSL (adim.)
1	0-1,00	10,463
2	1,00-4,00	5,982
3	4,00-7,00	4,650
4	7,00-20,00	14,655

**Tabella 39 – Valori di FSL calcolati**

Sulla base dei calcoli effettuati, nessuno dei livelli individuati risulta suscettibile di liquefazione. I tabulati relativi al calcolo di FSL sono riportati in allegato 2.

## 9. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICA

Ai sensi del Regolamento di attuazione della L.R. 23/1999 è stata prodotta la Carta di sintesi delle criticità e dei rischi in merito agli aspetti geologici (n.5 tavole in scala 1:2.000, elaborato GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.170).

In un intorno di 100 metri dalle opere civili da realizzare (aerogeneratori, piazzole, nuova viabilità interna, adeguamenti stradali, cavidotti MT, stazione di trasformazione MT/AT) il territorio è stato suddiviso in classi riferite alle esigenze e/o possibilità di tutela, uso e trasformabilità in funzione delle problematiche geologiche geomorfologiche ed idrogeologiche riscontrate.

Il territorio è stato così suddiviso in 3 classi così definite:

**Classe Ia** – Aree non critiche – In questa classe sono state inserite le aree pianeggianti non esondabili ed in cui non sono presenti criticità idrauliche o idrologiche e le aree di versante in cui non sono state riscontrate problematiche di stabilità

**Classe IIb** – Aree con criticità puntuali o moderate – In questa classe sono state cautelativamente inserite le zone prossime alle scarpate di erosione individuate nella Carta idrogeomorfologica (elaborato GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.021), estese per un buffer di 5 metri a monte e a valle della linea di scarpata. Come indicato nel paragrafo 3.3, tali ripe di erosione fluviale che “bordano” il rilievo tabulare in corrispondenza delle sommità dei valloni creati dalle incisioni prodotte dai corsi d’acqua (permanenti ed episodici) non hanno mostrato indizi di instabilità potenziale o in atto

**Classe IVa** – Aree con criticità di livello elevato sia puntuale che diffuse – In questa classe sono state inserite le aree contigue ai corpi idrici cartografati, potenzialmente interessate da episodi di alluvionamento in occasione di piene ordinarie; tali aree sono state individuate sia in base allo studio idraulico precedentemente citato (elaborato GRE.EEC.R.25.IT.W.15438.00.019) che su base geomorfologica in base alle evidenze riscontrate sul sito di indagine.

## 9.1. Prescrizioni per le aree in classe II e IV

Di seguito vengono riportate le prescrizioni per le aree ricadenti in classe II e IV interessate dalla realizzazione delle opere civili in progetto.

**Classe IIb** – Nessuno degli interventi in progetto attraversa aree in classe IIb. Soltanto lungo la S.P. n.86 della Lupara, nel fondovalle del Vallone Santa Maria prima di arrivare al bivio per la postazione MT-02, il tracciato del cavidotto passa vicino ad aree inserite in classe IIb, seppure non intercettandole. Anche in considerazione della natura degli interventi (cavidotto interrato in adiacenza alla Strada Provinciale), si ritiene di non fornire alcuna prescrizione per la fase realizzativa dell'opera.

**Classe IVa** – Le opere in progetto intercettano aree inserite in questa classe in alcuni tratti, che interessano sia il tracciato del nuovo cavidotto che la nuova viabilità interna e le nuove piazzole.

Per quanto riguarda le aree interessate dalla realizzazione del cavidotto, si è scelto di utilizzare la tecnica TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), al fine di minimizzare l'impatto sul reticolo idrico esistente. Gli scavi dovranno iniziare e terminare in aree esterne alle aree IVa, come peraltro già recepito in questa fase progettuale (vedi elaborato cartografico GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.170). In considerazione della natura dei corpi idrici attraversati, si ritiene che lo scavo debba essere realizzato ad una profondità minima di 1,50 metri rispetto all'attuale superficie topografica.

Per quanto riguarda i tratti interessati dalla realizzazione della nuova viabilità interna e delle nuove piazzole che vanno ad intercettare le aree IVa (MT-02, MT-03, MT-04, MT-05, MT-06, MT-08, MT-10), nella Carta di sintesi delle criticità e dei rischi in merito agli aspetti geologici (elaborato GRE.EEC.D.25.IT.W.15438.00.170) sono stati indicati con un cerchio giallo con campitura a righe incrociate le porzioni in cui sarà necessario realizzare una serie di condotte di attraversamento degli impluvi esistenti dimensionate in modo tale che possano smaltire una portata con tempo di ritorno duecentennale, senza andare a modificare l'assetto morfologico esistente. Gli attraversamenti sono stati progettati attraverso l'utilizzo di condotte circolari, i cui diametri sono riportati all'interno della Relazione idraulica (elaborato GRE.EEC.R.25.IT.W.15438.00.019). Si ritiene che una volta realizzati attraversamenti adeguatamente dimensionati (come da relazione idraulica) non sia necessario indicare altre prescrizioni per la fase realizzativa dell'opera.

## 10. CONCLUSIONI

Il presente documento illustra i risultati dello studio geologico eseguito per la fattibilità degli interventi di realizzazione da parte della società proponente ENEL Green Solar Energy S.r.l. di un nuovo impianto eolico denominato "Montemilone" ricadente interamente nel territorio comunale di Montemilone (PZ), costituito da 11 aerogeneratori per una potenza complessiva di 66 MW.

È stata effettuata una campagna di indagini geognostiche opportunamente distribuite sull'area di impianto, che hanno evidenziato una sostanziale omogeneità dei terreni e che può ritenersi quindi rappresentativa di tutte le piazzole di montaggio, delle strade di accesso, dei cavidotti, delle opere accessorie e dei terreni di fondazione delle torri e della cabina.








Sulla base degli aspetti di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica dell'area non si riscontrano fattori ostativi alla fattibilità dell'intervento.

**Allegato 1**

**Ubicazione delle indagini geognostiche**

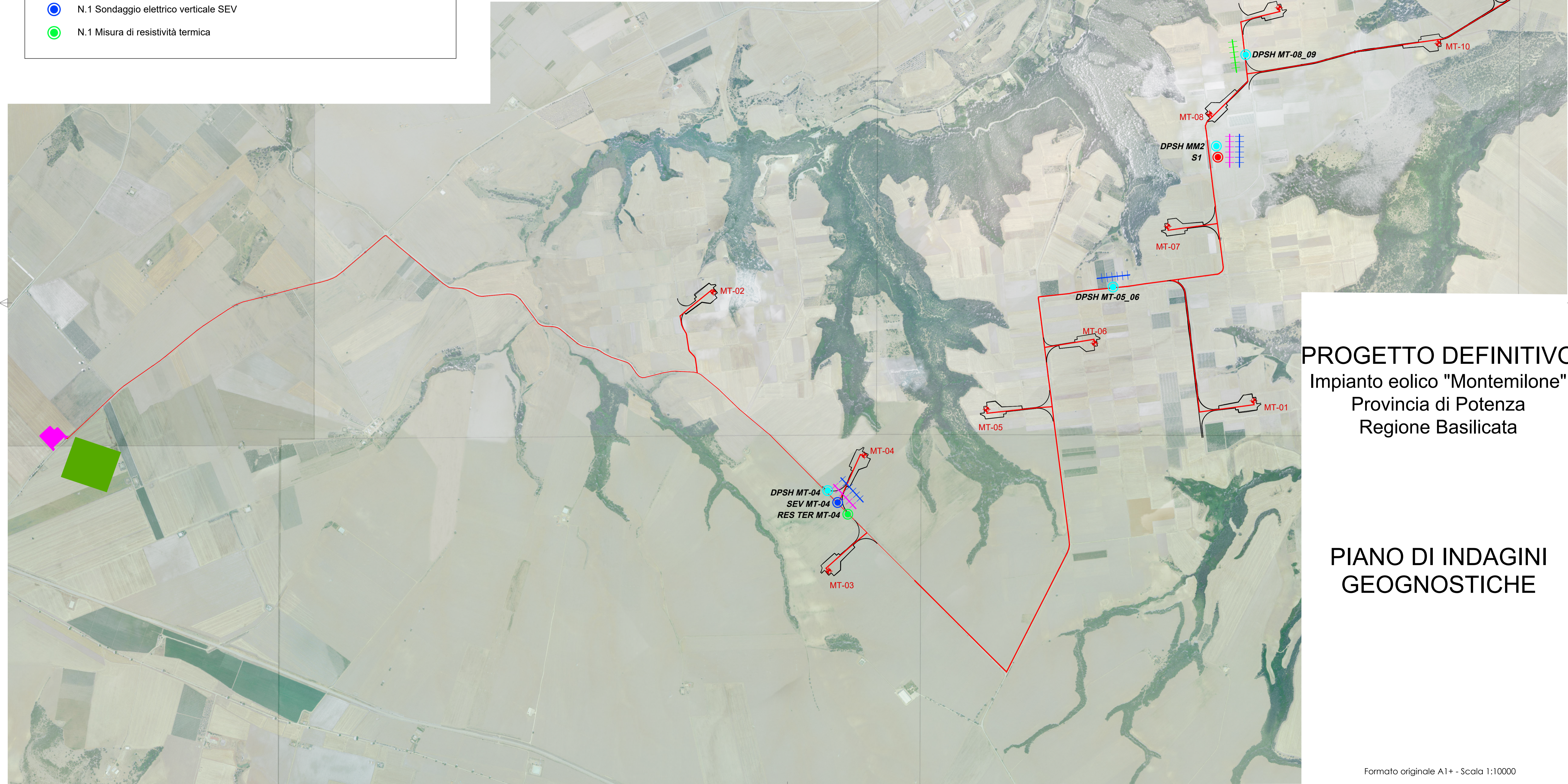
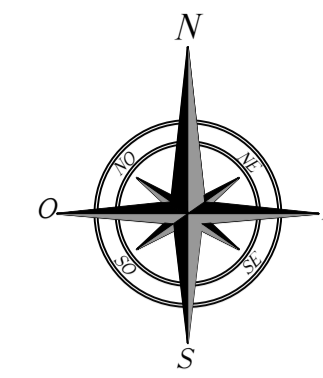


LEGENDA

-  N.1 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 40 metri rispetto al piano di campagna, con prelievo di campioni per prove geotecniche di laboratorio ed esecuzione di prove SPT in foro in avanzamento
-  N.4 Prove penetrometriche DPSH spinte fino al rifiuto strumentale
-  N.1 Tomografia sismica a rifrazione in onde P ed S
-  N.3 Indagini sismiche MASW
-  N.2 Indagini di tomografia elettrica ERT
-  N.1 Sondaggio elettrico verticale SEV
-  N.1 Misura di resistività termica

NOTA

L'ubicazione delle indagini è riportata in maniera schematica nella presente tavola  
L'esatto posizionamento è riportato nel documento  
GRE.EEC.R.25.IT.W.15438.49.001.00 - Indagini geognostiche Montemilone



**PROGETTO DEFINITIVO**  
Impianto eolico "Montemilone"  
Provincia di Potenza  
Regione Basilicata

**PIANO DI INDAGINI  
GEOGNOSTICHE**



**Allegato 2**

**Liquefazione – Verifica FSL**

# VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE SISMICHE)

METODO DI ANDRUS E STOKOE (1997)



EPC LIBRI

FORMULE:

$$V_{s1} = V_s \cdot \left( \frac{1}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

$$CRR = 0,03 \cdot \left( \frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{0,9}{(V_{s1c} - V_{s1})} - \frac{0,9}{V_{s1c}}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

RISULTATI:

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	4° STRATO
Spessore	2	5,1	11,8	1,1

$V_{s1}$	601,937	450,497	437,561	726,863
----------	---------	---------	---------	---------

CRR	1,080	0,601	0,566	1,579
-----	-------	-------	-------	-------

M = 6,83	CSR	0,103	0,100	0,122	0,108
----------	-----	-------	-------	-------	-------

$r_d$	0,99	0,97	0,83	0,66
-------	------	------	------	------

1	< $F_s = CRR/CSR$	M = 6,83	$F_s$	10,463	5,982	4,650	14,655
				Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

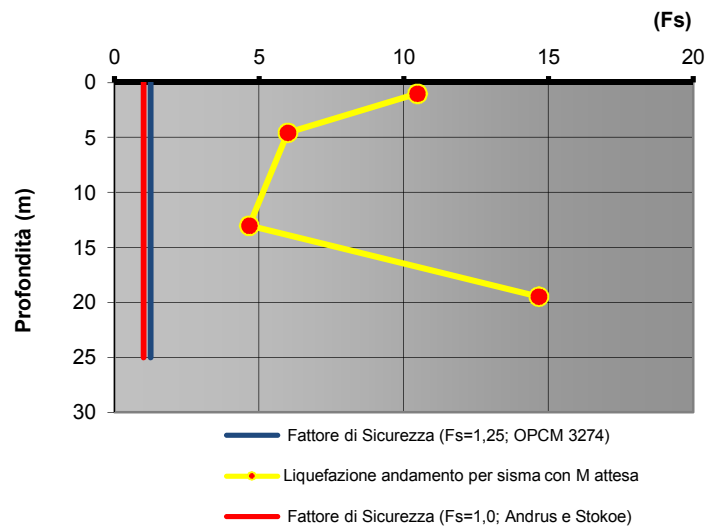
1,25	< $F_s = CRR/CSR$	M = 6,83	$F_s (O.P.C.M.)$	10,463	5,982	4,650	14,655
				Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al., 1978)	Molto Basso			
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [ $P_L$ (%)]	0,00	0,00	0,00	0,00
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta

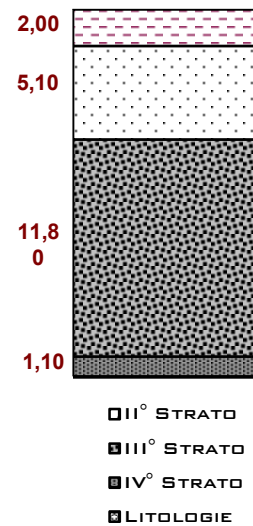
Committente: ENEL GREEN SOLAR ENERGY S.R.L.  
 Riferimento: PARCO EOLICO "MONTEMILONE"  
 Località: MONTEMILONE Prov.: PZ  
 Oggetto: VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE - MT-08

STRATIGRAFIA 4

### TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (1997)



### COLONNA STRATIGRAFICA



### CARICO LITOSTATICO

