



Committente	SR International s.r.l.
Oggetto	Studio geologico ed idrogeologico per progetto eolico
Località	Sant'Elia a Pianisi (CB)
Data	Novembre 2022



RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E SISMICA

Rev.01

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19



Sommario

1.0 PREMESSA	4
2.0 NORMATIVA.....	5
3.0 DESCRIZIONE DELL'AREA.....	6
4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
5.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	9
6.0 CENNI DI IDROGEOLOGIA.....	10
6.1 Inquadramento Idrogeologico	10
6.2 Inquadramento idrologico	10
7.0 VINCOLO IDROGEOLOGICO	12
8.0 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PSAI)	13
8.1 Assetto di versante.....	13
8.2 Assetto idraulico	14
9.0 PROGETTO IFFI (INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA)	16
10.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO	17
10.1 Successione stratigrafica.....	17
11.0 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO	20
11.1 Forme strutturali	20
11.2 Forme di versante dovute alla gravità.....	21
11.3 Forme dovute alle acque correnti superficiali	23
11.4 Forme antropiche	24
12.0 ELEMENTI IDROGRAFICI	26
13.0 RELAZIONE SISMICA.....	27

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19



13.1 Sismicità di un'area geografica	27
13.2 Sismicità Storica	31
13.3 Classificazione sismica della regione Molise.....	32
13.4 Pericolosità sismica di base dell'area in esame	33
13.5 Stima dell'accelerazione di base	36
13.6 Categoria del terreno di fondazione (Cap. 3.2.2 NTC).....	36
13.7 Categoria topografica del sito.....	38
13.8 Amplificazione stratigrafica	38
13.9 Determinazione dei coefficienti sismici.....	39
13.10 Microzonazione sismica di I livello	41
14.0 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	42

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19



1.0 PREMESSA

Nella presente relazione si riferisce sui risultati degli studi geologici, geomorfologici e sismici eseguiti in località Sant'Elia a Pianisi (CB) dove è prevista la realizzazione di un campo eolico.

Il progetto eolico ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- Nr. 9 aerogeneratori di potenza pari a circa 4,6 MW
- Altezza mozzo 125 m
- Diametro rotore 170 m
- Collegamento elettrico con la futura SE di Terna posizionata in prossimità della stazione esistente di Morrone

In relazione alle opere in progetto, sono stati redatti i seguenti elaborati:

- Relazione geologica, geomorfologica e sismica
- Relazione idrogeologica ed idrologica
- Relazione geotecnica
- Relazione idraulica

Per la redazione dei suddetti studi si è proceduto operando secondo quanto di seguito riportato:

- reperimento della documentazione scientifica e tecnica dell'area in esame e consultazione della cartografia topografica e geologica;
- rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio esteso ad un'area di ca. 15.3 km² per l'individuazione di forme, processi e depositi di natura geologica e geomorfologica;
- esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche;
- interpretazione delle indagini e stesura degli elaborati.

Si allega alla presente:

- ALLEGATO 4 – Rapporti di prova MASW
- ALLEGATO 5 – Carta geologica-geomorfologica





2.0 NORMATIVA

Per la realizzazione delle indagini e la stesura della relazione geologica è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica di seguito elencata:

REGIO DECRETO LEGISLATIVO 30 dicembre 1923, n. 3267

«Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani».

D.M. 11/03/88

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;

D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018

Nuove norme tecniche per le costruzioni

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617

del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27);

Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006)

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)

Ordinanza PCM 3274 (20/03/2003)

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003)

UNI EN 1997-1 (2005)

Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - parte 1: Regole generali

Legge 18/05/1989 n. 183 Art. 17 comma 6ter – Legge 03/8/1998 n. 267 mod con legge 13/07/1999 n. 226- legge 11/12/2000 n. 365

Progetto Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino interregionale del fiume Fortore (PSAI)

Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome



3.0 DESCRIZIONE DELL'AREA

L'area di studio si colloca nella fascia orientale della regione Molise e ricade all'interno del comune di Sant'Elia a Pianisi (CB) in un'area di circa 17 km², dove il centro abitato di Sant'Elia a Pianisi dista tra i 3 e i 5 km dal campo eolico in progetto.

Il territorio si presenta con un paesaggio collinare con morfologie di debole rilievo intervallate da vallate solcate da fossi a carattere torrentizio, il principale è il T. Cigno affluente del F. Fortore.

Le quote orografiche vanno da circa 700 m nei crinali a un minimo di circa 300 m nei punti più depressi delle valli.

Gli aerogeneratori in progetto sono individuati con le seguenti coordinate geografiche:

N°	WGS84		Quota (m s.l.m)
	Latitudine	Longitudine	
1	41.650298°	14.840217°	693
2	41.646354°	14.850822°	600
3	41.660729°	14.860621°	572
4	41.661416°	14.873335°	547
5	41.665128°	14.887628°	480
6	41.660207°	14.898828°	440
7	41.650711°	14.889660°	472
8	41.646099°	14.893044°	494
9	41.645524°	14.900978°	441

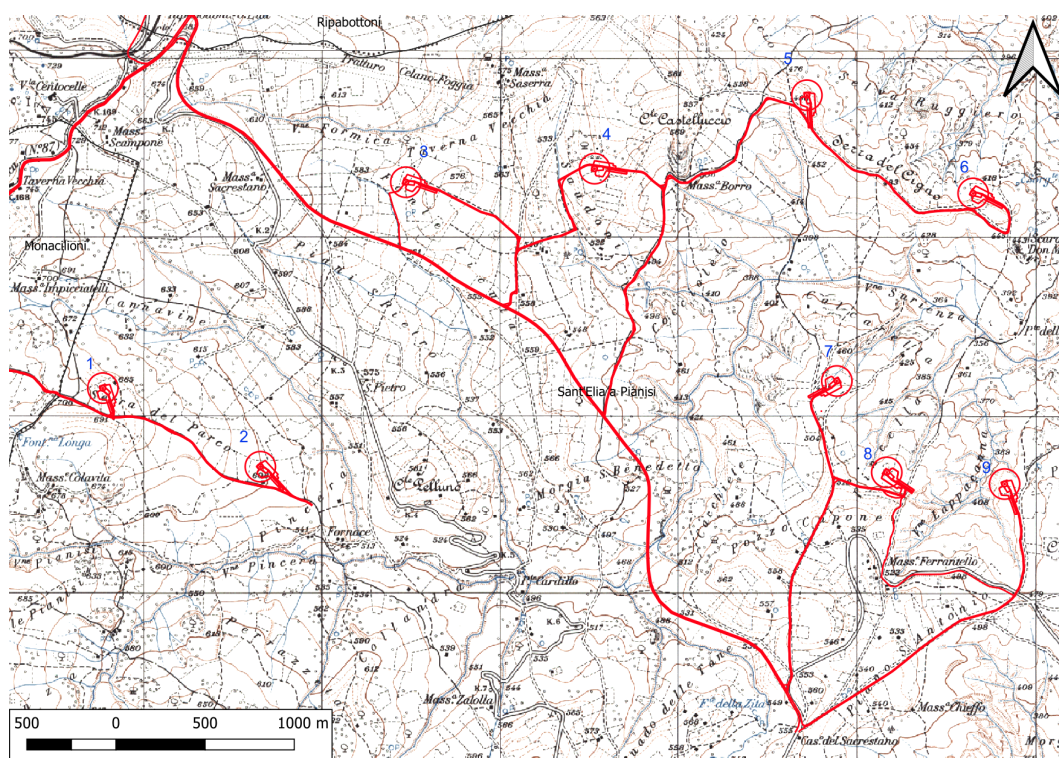


Figura 1 – Area di studio, in rosso è indicata l'opera in progetto. Scala 1:20.000 su base cartografica IGM

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area molisana si colloca nell'Appennino centrale, il cui assetto strutturale è impostato in un sistema avanfossa-avanpaese, in cui si ha un sistema imbricato dove sono coinvolte le unità della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, del bacino molisano e della piattaforma abruzzese esterna, che ricoprono tettonicamente le unità apulo-adriatiche deformate della Maiella e di Casoli (Figura 2). Queste ultime sono a loro volta in sovrapposizione tettonica su argille dell'avanfossa adriatica, di età da Pliocene inferiore a Pliocene medio-superiore e collegate allo sviluppo del Melange tettonico dei M. Frentani, ove sono implicati sia in affioramento che in sottosuolo (tra le valli del F. Sangro e del F. Fortore) i sedimenti plio-pleistocenici dei settori adriatici più esterni.

L'attuale strutturazione geometrica della catena centro appenninica è il risultato di una successione di eventi deformativi compressivi avvenuti dal Miocene inferiore al Pliocene superiore con migrazione di scollamenti e sovrascorrimenti dalle zone interne alle zone esterne della catena, seguiti da deformazioni distensive con sviluppo di faglie normali di estensione chilometrica, spesso ad elevato rigetto, attive fino al Quaternario e con attività talora collegata ad eventi sismici storici.

Le principali unità tettoniche interne ed esterne affioranti in Molise sono unità alloctone, caratterizzate da un diverso grado di traslazione orizzontale, delimitate alla base da superfici di taglio a basso angolo a sviluppo regionale. Si tratta di unità costituite da successioni litostratigrafiche mesozoico-terziarie troncate a diversi livelli stratigrafici da superfici di scollamento tettonico.

Nello specifico nell'area di studio i terreni affioranti corrispondono alle unità sicilidi, attualmente affioranti in posizione geometrica più elevata nell'edificio strutturale centro-appenninico, e presentano il maggior tasso di alloctonia della Catena appenninica. Sono rappresentate da una successione derivante dalla deformazione di un paleodominio interno di bacino e costituite in larga prevalenza dalla Formazione delle Argille Scagliose, note in letteratura anche come Argille Varicolori (*Auct.*) o terreni caotici (Selli, 1962). Si tratta di prevalenti peliti rosse, grigie, verdi e violacee con intercalazioni decimetriche siltitico-arenacee e calcareo silicee, di età dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore. A causa di una estesa e potente copertura eluviale e della caoticità interna, la formazione ha uno spessore misurabile se non per tratti parziali; si possono tuttavia stimare spessori complessivi fino ad un paio di migliaia di metri. Gli intervalli pelitici della Argille Scagliose, spesso minutamente scagliettati e stirati in livelli boudinatis, sono associati a frammenti non cartografabili di calcari grigio-verdi con vene spatiche (tipo "Alberese"), di calcari marnosi rosati in facies di scaglia, di calcari con patine limonitiche e noduli ferruginosi con pirite, calcari selciferi rosso-verdastri, radiolariti nere e quarzosiltiti verdognole (CLERMONTÉ, 1977).

A questa formazione sono tettonicamente associati blocchi da metrici a plurimetrici appartenenti alla Formazione dei "Calcari cristallini", alla Formazione Cercemaggiore ed al Flysch Numidico. Sono inoltre presenti blocchi (da metrici a pluridecametrici) di calcari di piattaforma cretacei a Rudiste, di calcareniti mioceniche a Pectinidi e Litotamni, di gessi e calcari evaporitici messiniani e di marne tortoniane.

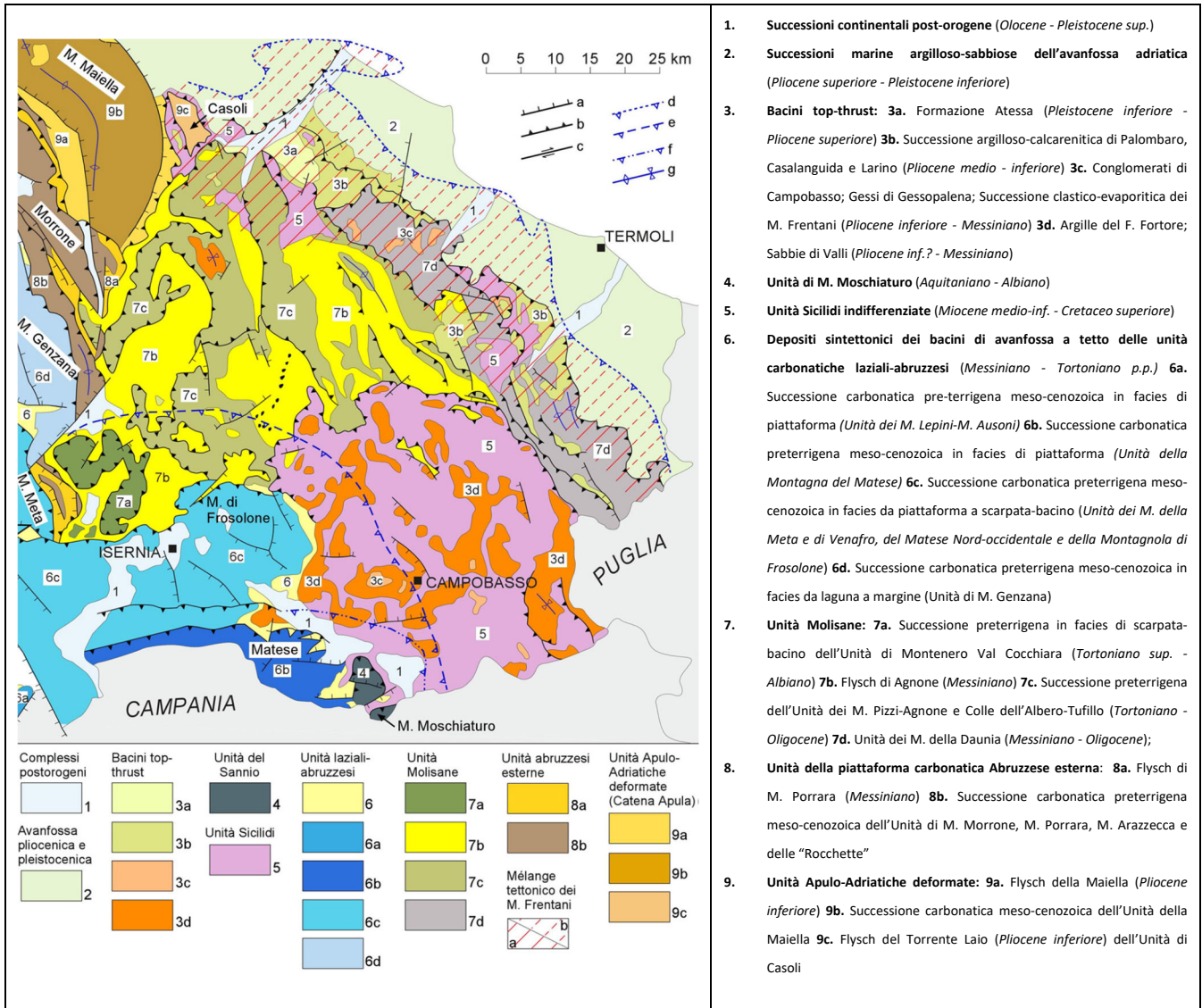


Figura 2 - Schema strutturale dell'Appennino abruzzese-molisano



5.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La geomorfologia del territorio è influenzata dalle varie formazioni geologiche affioranti, costituite da litologie piuttosto eterogenee, che ne influenzano l'orografia e il reticolo idrografico di superficie. Si ha una morfologia dolce ed ondulata in corrispondenza di sedimenti fini pelitici; diruta ed aspra, dove affiorano sedimenti più competenti come rocce litoidi o granulari cementate. Un fenomeno di erosione selettiva è ben riscontrabile dove si hanno in affioramento le argille varicolori, dove all'interno si riscontrano intercalazioni di calcari, marne, breccie, che interrompono la blanda morfologia dei sedimenti quali peliti marnose.

Il tipo di litologia affiorante influenza enormemente anche i fenomeni gravitativi di versante, che in quest'area sono molto presenti. Dove affiorano terreni litoidi o semi litoidi si hanno movimenti franosi per distacco o cedimento, ma le aree più dissestate sono sicuramente quelle dove si hanno facies pelitico-marnose, dove i movimenti più frequenti sono da colamento e da scivolamento che, sovente, si riscontrano in concomitanza. Altre forme di dissesto diffuso sono associabili a deformazioni superficiali lente tipo soliflusso che, solitamente, coinvolgono le coltri alterate dei litotipi ed i colluvi.

In quest'ultimo caso anche il drenaggio è fortemente influenzato da tali litologie, che per via della bassa permeabilità creano forme da ruscellamento, come solchi concentrati o erosione areale.

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

6.0 CENNI DI IDROGEOLOGIA

6.1 Inquadramento Idrogeologico

Nell'area in esame si possono individuare due distinti complessi idrogeologici (**Figura 3**): un complesso di rocce impermeabili, dove ricade l'opera in progetto, costituito in gran parte dalla Formazione delle Argille Varicolori, che hanno un alto grado di impermeabilità.

Esternamente si ha il complesso dei flysch, dove affiorano depositi torbiditici, costituiti da alternanze di peliti, marne e arenarie che hanno una permeabilità variabile, e possono fungere sia da acquicludo che da acquifero, a seconda degli affioramenti locali.

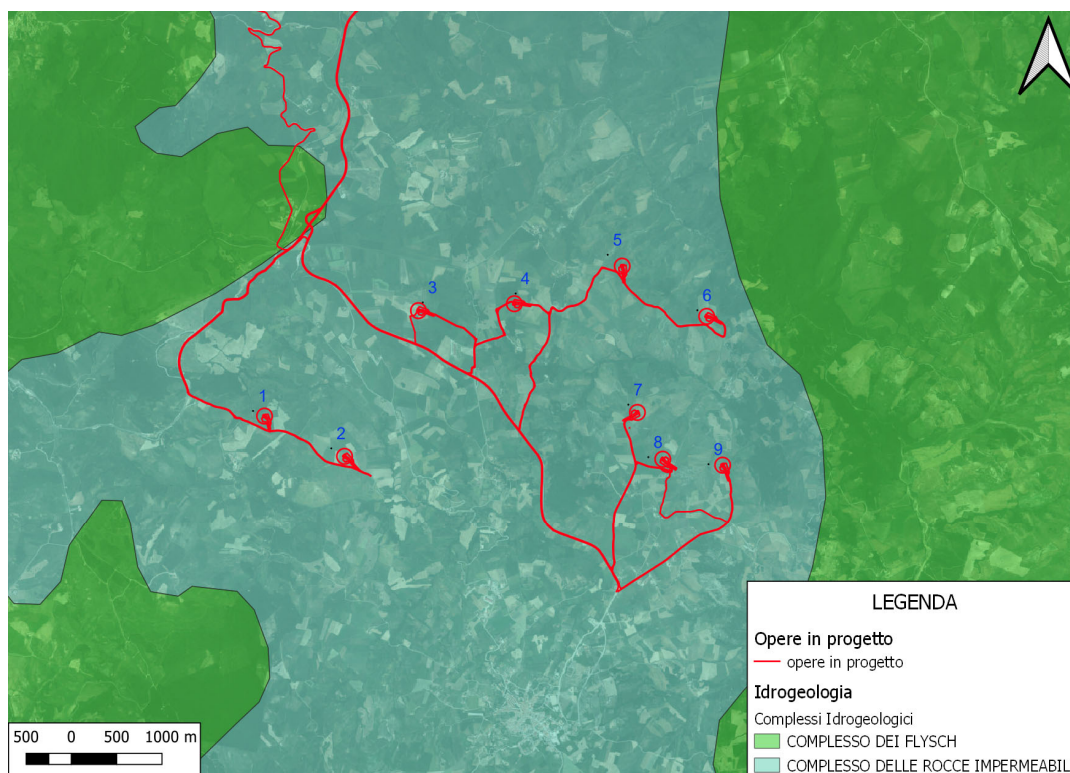


Figura 3 - Carta dei complessi idrogeologici. Scala 1:50.000 (Geoportale Nazionale)

6.2 Inquadramento idrologico

L'area si colloca all'interno del bacino idrografico del Fiume Fortore (**Figura 4**) che comprende oltre al territorio molisano, anche parte della Campania e della Puglia.

Il comprensorio comunale è compreso nel bacino idrografico del Torrente Cigno che rappresenta, insieme ai vari fossi associati, il principale collettore drenante del territorio comunale (**Figura 5**) e si estende a ventaglio, da NW a NE, con un pattern di tipo dendritico di vari ordini.

Gli impluvi a regime torrentizio, di carattere stagionale, determinano apporti pressochè trascurabili considerato modesto e contenuto il contributo sorgentizio ed i cui apporti, quindi, sono quasi esclusivamente di tipo idrometrico.



Figura 4 – Bacino idrografico del F. Fortore (in blu) su base cartografia ortofoto “Google Earth”

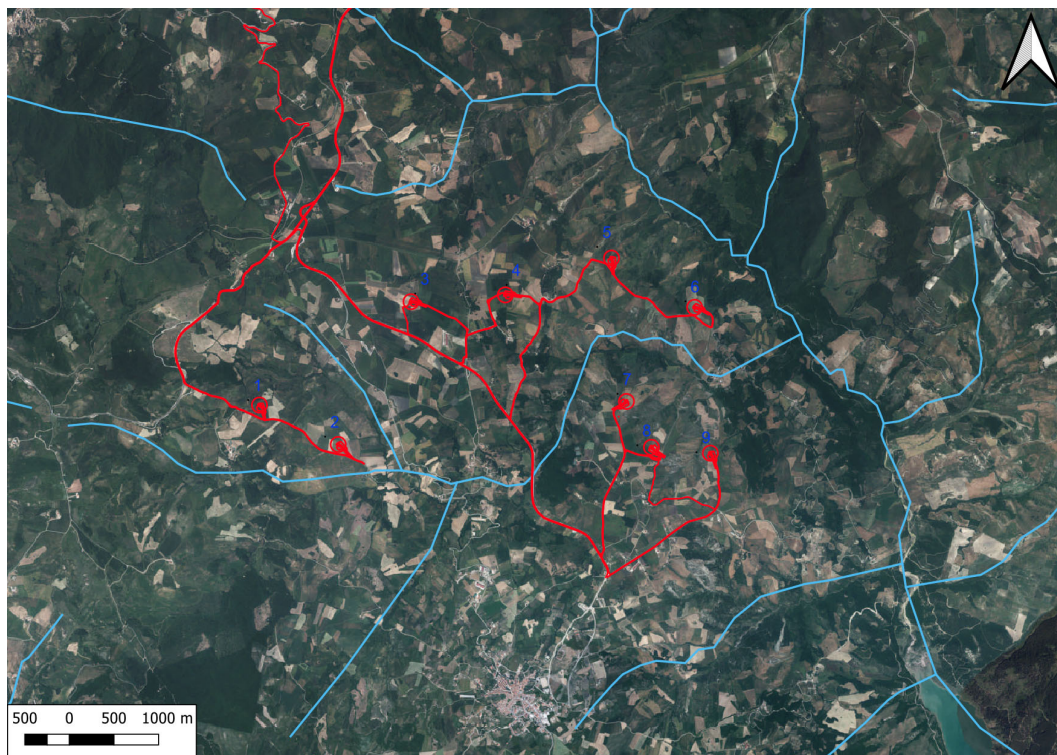


Figura 5 – Reticolo idrografico del T. Cigno affluente del F. Fortore, dopo l'immissione nel Lago di Occhito su base cartografia ortofoto 2012

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

7.0 VINCOLO IDROGEOLOGICO

La legge fondamentale forestale, contenuta nel Regio Decreto n. 3267 del 1923, stabilisce che sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con la natura del terreno possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. Per proteggere il territorio e prevenire pericolosi eventi e situazioni calamitose quali alluvioni, frane e movimenti di terreno, sono state introdotte norme, divieti e sanzioni.

In particolare, l'art. 20 del suddetto R.D. dispone che chiunque debba effettuare movimenti di terreno che non siano diretti alla trasformazione a coltura agraria di boschi e dei terreni saldi ha l'obbligo di comunicarlo all'autorità competente per il nulla-osta.

L'art.21, invece, regola anche le procedure per le richieste delle autorizzazioni alla trasformazione dei boschi in altre qualità di colture ed i terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione.

Gli aerogeneratori n. 1, 2, 5, 6, 7, 8, e 9 ricadono all'interno della perimetrazione soggetta a vincolo idrogeologico (**Figura 6**), pertanto si rende necessaria la "RICHIESTA DI NULLA OSTA AI FINI DELVINCOLO IDROGEOLOGICO".

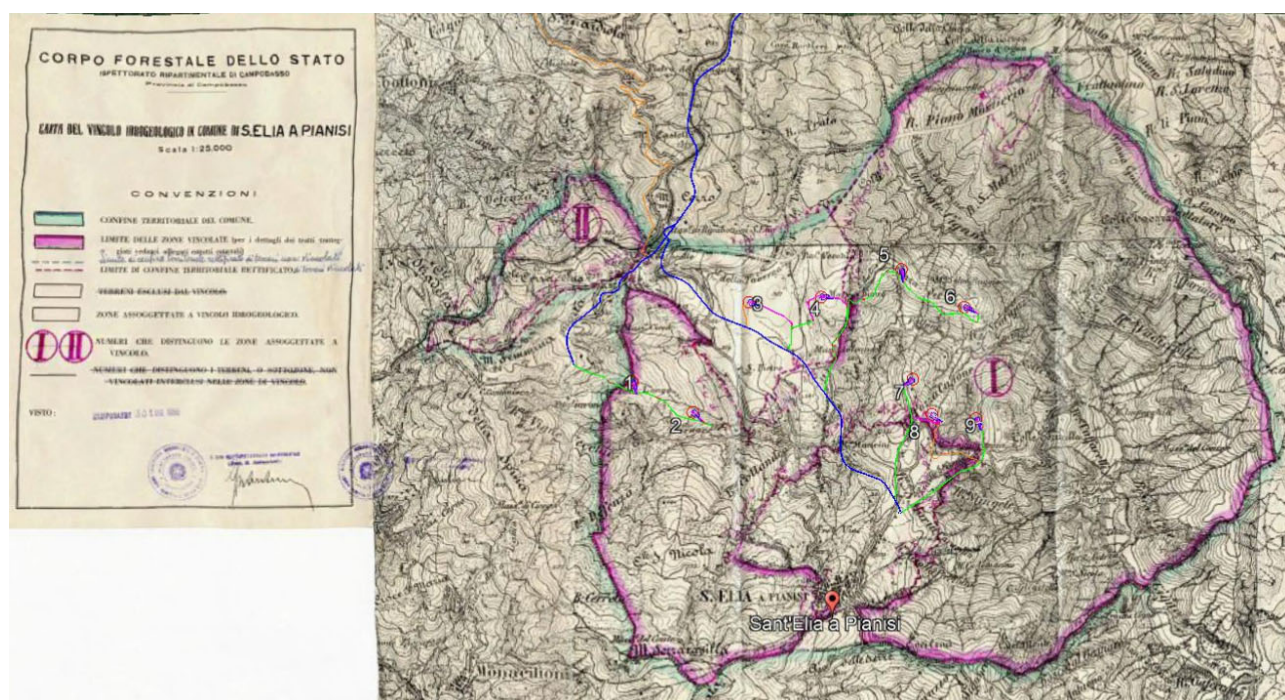


Figura 6 – Carta del vincolo idrogeologico nell'area di studio

8.0 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PSAI)

8.1 Assetto di versante

Si riportano di seguito degli stralci della carta di pericolosità e del rischio del Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico relativi all'assetto di versante, facenti parte del Bacino interregionale del Fiume Fortore compreso nell'Autorità di bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

Nella carta della pericolosità riportata in **Figura 7** si evince come le fondazioni degli aerogeneratori in progetto non ricadono all'interno di aree perimetrate a pericolosità e rischio.

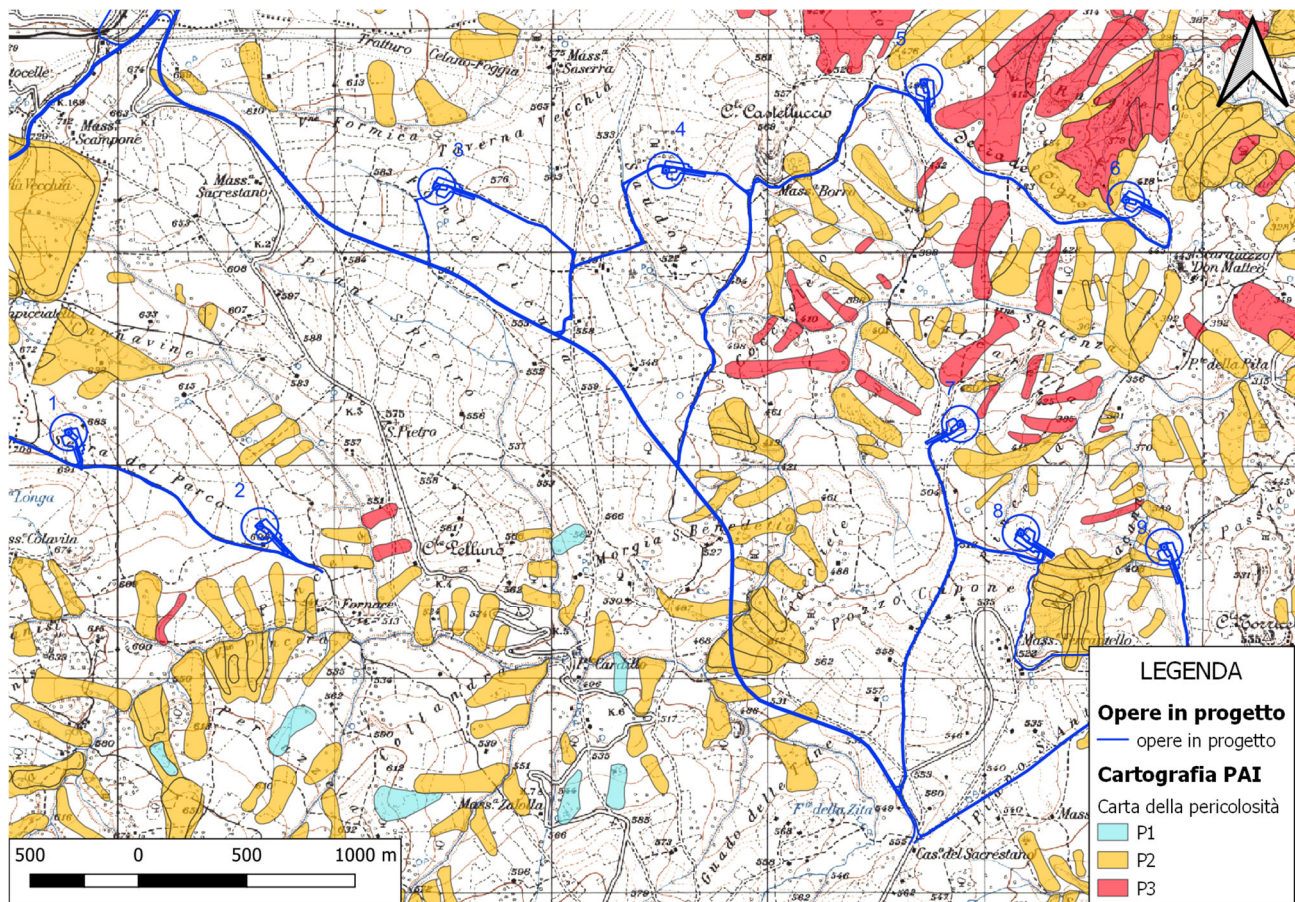


Figura 7 – Stralcio cartografia PAI – carta della pericolosità – assetto di versante (scala 1:20.000) su base cartografia IGM

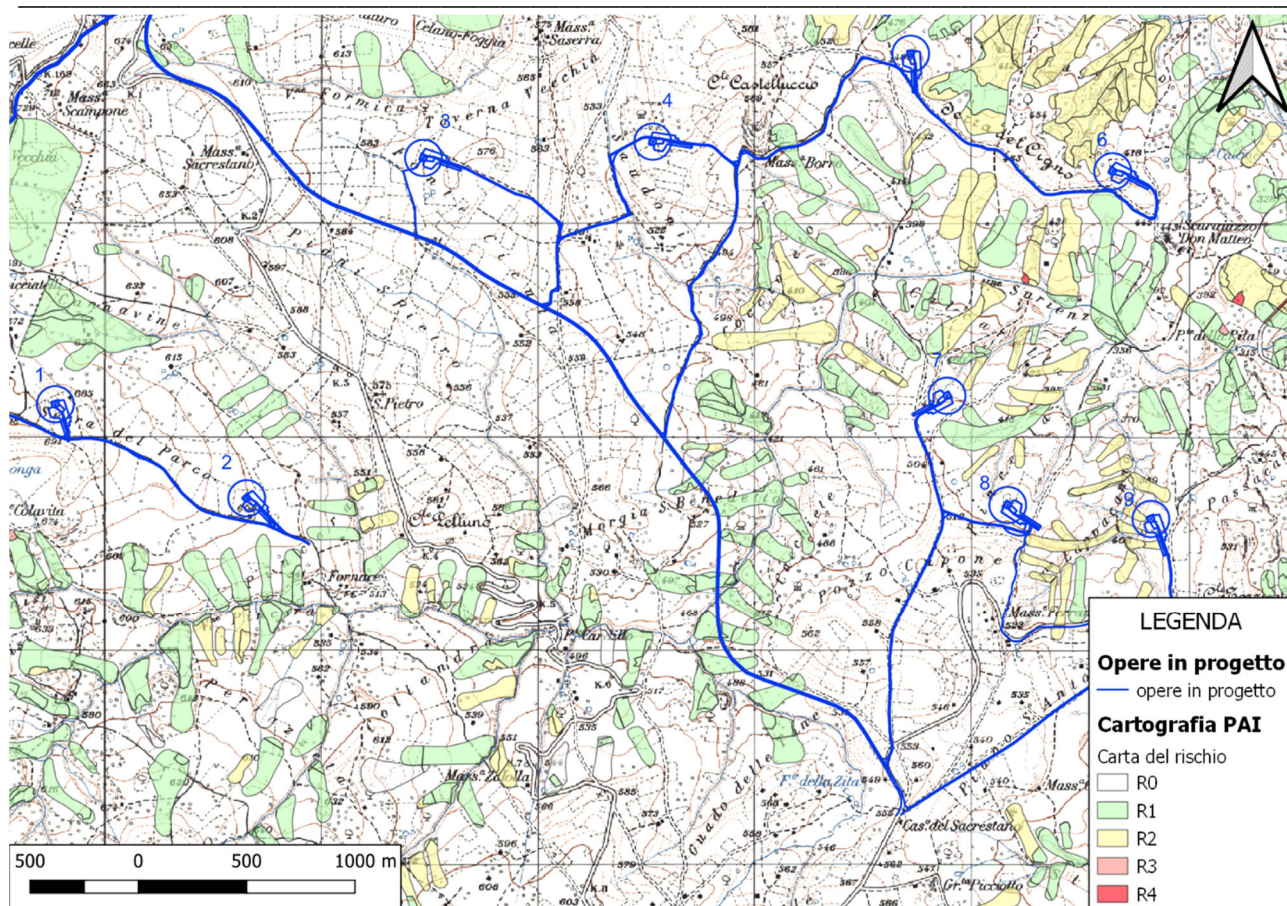


Figura 8 – Stralcio cartografia PAI – carta del rischio – assetto di versante (scala 1:20.000) su base cartografia IGM

8.2 Assetto idraulico

Come stabilito nel PSDA, vengono comprese in quest'ambito tutte quelle aree di fondovalle attraversate dalle aste fluviali per le quali sono disponibili rilievi recenti o ne sono stati effettuati di nuovi.

Nella porzione di territorio interessata dallo studio, non ci sono aree vulnerabili a pericolosità idraulica.

Tuttavia, la porzione terminale del T. Cigno, in prossimità dell'immissione nell'invaso di Occhito, mostra alcune criticità che non influenzano la pianificazione del progetto poiché non ricadenti nella suddetta area.

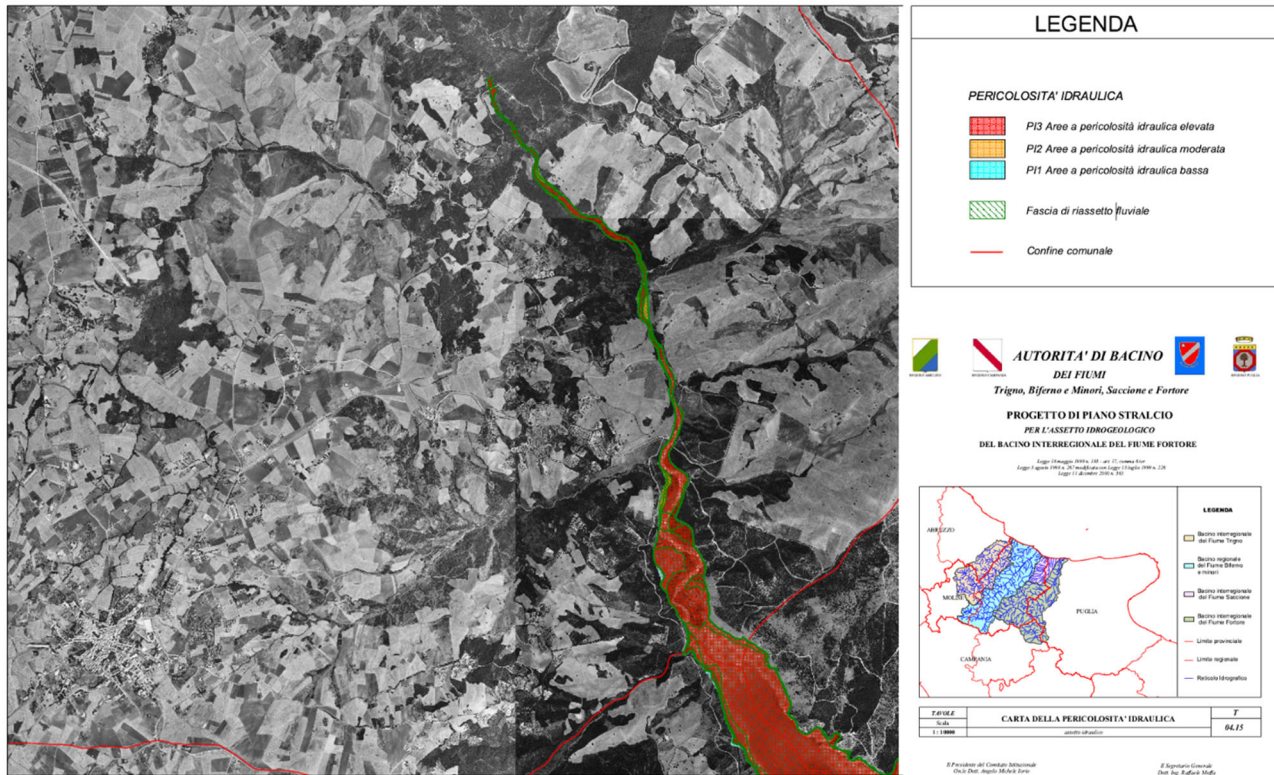


Figura 9 – Stralci cartografia PSAI – carta della pericolosità idraulica

9.0 PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)

Il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano.

L'inventario ha censito ad oggi 620.808 fenomeni franosi che interessano un'area di circa 23.700 km², pari al 7,9% del territorio nazionale.

L'IFFI è costituito da elementi puntuali, lineari e poligonali georiferiti e gerarchizzati sulla base delle corrispondenti tipologie di frana in particolare per le regioni Molise, Campania e Puglia.

L'area di studio risulta essere interessata dalla presenza di fenomeni franosi classificati come frane da scorrimento rotazionale/traslattivo, da colamenti sia lenti che rapidi e da frane complesse.

In particolare, l'aerogeneratore n. 8 si trova all'interno di un'area che nella carta IFFI sarebbe interessata da un movimento franoso tipo "colamento lento" molto esteso (Figura 10).

In realtà, l'area è caratterizzata da una serie di fenomeni distinti e non da un unico grande fenomeno, così come si evince dalla cartografia PAI e soprattutto dal rilevamento geomorfologico eseguito sul campo che ha permesso di distinguere, definire e perimetrare i singoli fenomeni con maggiore dettaglio e precisione, che non interessano l'aerogeneratore.

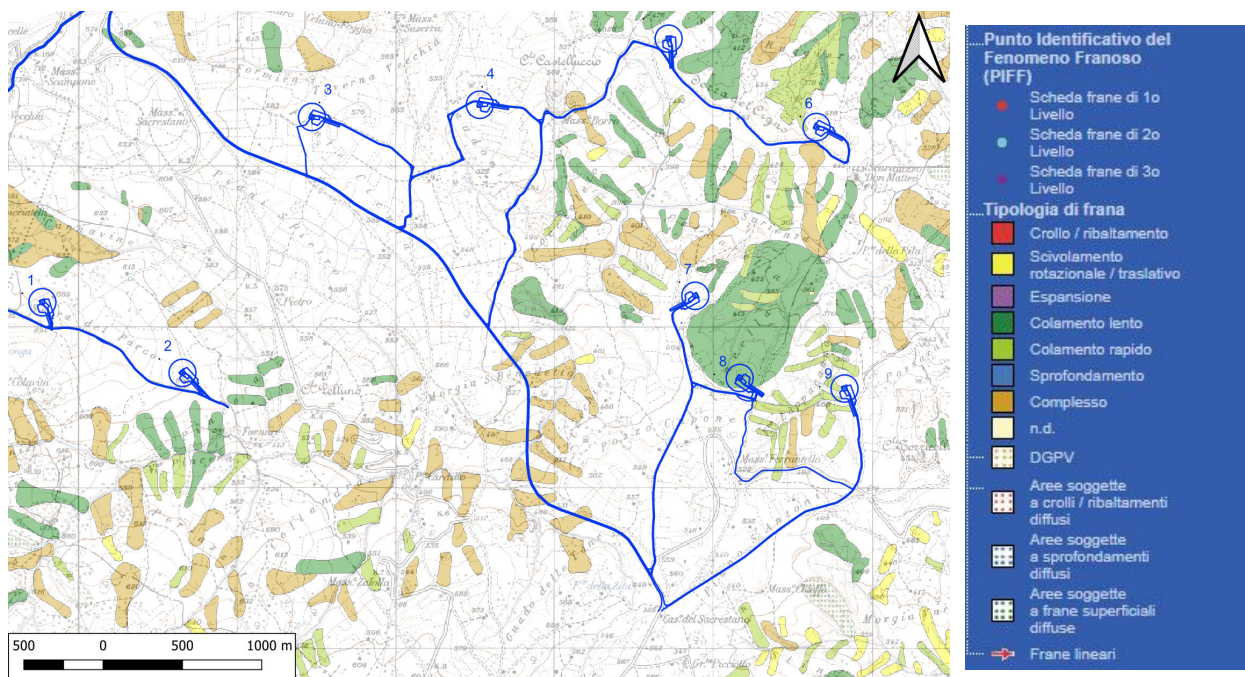


Figura 10 – Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani IFFI su base cartografia IGM

10.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

È stato eseguito un rilevamento geologico di dettaglio al fine di individuare e cartografare la successione stratigrafica presente nell'area in studio, estesa ad una superficie di circa 15 km² (vedere ALLEGATO 5 – Carta geologica-geomorfologica)

10.1 Successione stratigrafica

Argille varicolori (Cretacico Sup. - Miocene Inf.)

Appartengono all'unità Sicilidi, che corrispondono al maggior tasso di alloctonia della catena appenninica (Figura 2). Sono rappresentate da una successione derivante dalla deformazione di un paleodominio interno di bacino e costituite in larga prevalenza dalla Formazione delle Argille Scagliose (Festa, Ghisetti & Vezzani, 2004), note in letteratura anche come Argille Varicolori o Terreni caotici (Selli, 1962).

Sono costituite da un melange tettonico di prevalenti argille e argille marnose di colore rosso, grigio, verde e violaceo (Figura 11) con intercalazioni decimetriche siltitico-arenacee e calcareo silicee. Spesso risultano scagliettate e stirate in livelli boudinatis, associati a frammenti non cartografabili di calcari grigio-verdi con vene calcitiche, calcari marnosi rosati in facies di scaglia, calcari con patine limonitiche e noduli ferruginosi con pirite, calcari selciferi rosso-verdastri, radiolariti nere e quarzosiltiti verdognole (Clermonté, 1977).

In quest'area, all'interno di questa formazione, sono tettonicamente associati blocchi da metrici a pluriometrici appartenenti alla "Formazione Cercemaggiore". A causa di una estesa e potente copertura eluviale e della caoticità interna, la formazione non ha uno spessore misurabile se non per tratti parziali; si possono tuttavia stimare spessori complessivi fino ad un paio di migliaia di metri (Festa, Ghisetti & Vezzani, 2004).



Figura 11 – Affioramento di argille varicolori lungo il versante NE del Vallone Lappacanna

Formazione Cercemaggiore (Miocene Inf.)

Durante la fase di rilevamento sono state riscontrate due facies differenti riferibili a questa formazione:

- **Brecce calcaree** e biocalcareni: si tratta di calcari brecciati (**Figura 12**) di colore avana-grigiastro con clasti di dimensione centimetrica di forma sub-angolare e angolare, con cemento sparitico cristallino, e biocalcareni glauconitiche grigie con bioclasti di nummuliti e alveoline;
- **Marne calcaree**: marne di colore avana-grigio molto fogliettate e con elevato clivaggio con spaziatura centimetrica e decimetrica (**Figura 13**).

Tale unità risulta inglobata all'interno delle "Argille varicolori", per fenomeni di scollamento tettonico, con dimensioni dei blocchi da metrici a pluriettometrici.



Figura 12 – Affioramento di brecce calcaree lungo la strada SP in località Morgia San Benedetto



Figura 13 – Affioramento di marne calcaree di colore avana-grigio, alla base di Colle Castelluccio

11.0 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO**11.1 Forme strutturali**

Tra le forme strutturali sono presenti superfici di spianamento impostate al di sopra delle Argille Varicolori, la morfologia pianeggiante ha influenzato il toponimo di alcune località dove sono state individuate tali forme, come Piano Sant'Antonio (**Figura 14**) e Piani San Pietro.

Altre forme presenti, sono una serie di scarpate strutturali dove affiorano rocce più competenti e meno erodibili, in risalto morfologico all'interno delle argille (**Figura 15**)



Figura 14 – Superficie pianeggiante in località Piano Sant'Antonio



Figura 15 – Calcari in risalto morfologico affioranti all'interno delle Argille Varicolori

11.2 Forme di versante dovute alla gravità

Sono senz'altro le forme più diffuse e quelle che, unitamente al ruscellamento delle acque meteoriche, giocano un ruolo chiave nella evoluzione delle morfologie dei versanti.

In questi contesti vallivi l'interazione reciproca tra fenomeni gravitativi e fluviali e/o dovuti all'azione delle acque incanalate lungo i pendii è molto marcata e porta, generalmente, ad una rapida evoluzione dei fianchi vallivi (Aucelli, 1999; Aucelli & Roskopf, 2001; Aucelli et al. 2001). In particolare, le frane appaiono legate sia a caratteristiche intrinseche dei terreni che, dall'altro lato, alle pendenze, alla morfologia del versante e all'uso del suolo (Lanzafame & Tortorici, 1976).

La successione stratigrafica comprende terreni argillosi e argilloso-marnosi che influenzano enormemente la tipologia di frana. Le zone di alimentazione spesso interessano l'intero sistema crinale-versante-fondo valle, questo conferisce una tipica morfologia di tipo "concavo-convessa" che condiziona, conseguentemente, la rete drenante. Le principali tipologie di frane (distinte con riferimento alla classificazione di Cruden & Varnes, 1996) che sono state cartografate sono rappresentate da colate lente, rapide e da frane complesse (Figura 16 e Figura 17). Le colate risultano come fenomenologia più diffusa a causa dell'abbondante componente argillosa dei terreni affioranti, questo aspetto ha portato a una non chiara distinzione dei singoli corpi di frana, per il fatto della diffusione considerevole e un'ampia copertura areale, le scarpate e le fratture trasversali vengono cancellate rapidamente a causa della natura dei terreni.

Per quanto riguarda lo stato di attività le frane molisane per il 77% sono caratterizzate da uno stato di quiescenza, il 18% è attivo, e soltanto il 5% inattivo (Foglio CARG 393 Trivento).

L'evoluzione dei singoli fenomeni di frana, sotto l'azione dei processi gravitativi e di erosione idrica concentrata porta allo sviluppo, nel tempo, di sistemi vallivi sempre più complessi fino ad avere la genesi di landslide catchments (Aucelli et al., 2000), nonchè valli di genesi fluvio-gravitativa (Foglio CARG 393 Trivento). Alcuni esempi sono riportati in Figura 18.



Figura 16 – Versante esposto a SW visto in panoramica, nelle vicinanze dell'impianto 6, dove sono presenti una serie di frane da colamento



Figura 17 – Versante esposto a SW visto in panoramica, nelle vicinanze degli impianti 1 e 2, dove sono presenti una serie di frane da colamento e complesse



Figura 18 – Vallone Lappacanna a metà tra gli impianti 8 e 9, dov'è presente il fenomeno del landslide catchments, in cui i fenomeni gravitativi sono fortemente correlati all'erosione concentrata di processi fluviali, che nel tempo hanno portato alla formazione di forme calanchive

11.3 Forme dovute alle acque correnti superficiali

Il ruscellamento delle acque superficiali è fortemente influenzato dalla bassa permeabilità del terreno che ne conferisce un andamento diffuso originando bacini idrografici di tipo dendritico e linee d'impluvio ramificate le quali, portano allo sviluppo di una serie di valli e vallecole dalla forma a V, spesso influenzate anche da processi gravitativi (Figura 19). Nei campi coltivati sono spesso presenti solchi da erosione concentrata il più delle volte piuttosto effimeri, per via della lavorazione del terreno con mezzi agricoli (Figura 20).

I corsi d'acqua presentano portate quasi nulle nel periodo estivo e molto abbondanti durante forti eventi meteorologici o durante le stagioni più piovose.



Figura 19 – Vallone Surienza dalla morfologia a V della valle con versanti generalmente molto blandi



Figura 20 – Versante esposto a NE nelle vicinanze dei punti 1 e 2, dov'è presente un solco da erosione concentrata su un campo coltivato

11.4 Forme antropiche

Tra le forme antropiche cartografate sono presenti una serie di briglie fluviali lungo l'alveo dei corsi d'acqua, dei vari affluenti e linee d'impluvio (**Figura 21**) nonché gabbioni in pietra, realizzati per il contenimento dei fenomeni franosi soprattutto ai margini dei tracciati stradali (**Figura 22**).

Nel versante meridionale di Colle Castelluccio e nelle immediate vicinanze, dove affiorano i calcari marnosi, è presente una piccola cava dove sono ancora visibili i segni di sbancamento (**Figura 23**)



Figura 21 – Briglia fluviale presente sul letto del Vallone Lappacanna



Figura 22 – Gabbionata in pietra di contenimento lungo la strada comunale San Benedetto

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Figura 23 – Cava di marne a sud di Colle Castelluccio

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

12.0 ELEMENTI IDROGRAFICI

L'elemento idrografico principale rilevato, all'interno dell'area di studio, è la sorgente in località Pozzo Cupone, intorno alla quale è stato costruito un manufatto che ne permettesse una migliore conservazione e sfruttamento che ne determina l'attuale toponimo con il quale viene identificata (**Figura 24**).

Diffuse invece, sono le captazioni eseguite a scopo irriguo presenti su buona parte del territorio.



Figura 24 – Pozzo con falda presente a pochi centimetri dal piano campagna in località Pozzo Cupone

13.0 RELAZIONE SISMICA

La conoscenza a scala comunale della risposta sismica del territorio consente di prevedere e mitigare gli effetti di eventi sismici di intensità significativa. Infatti, differenti condizioni locali relative ad aspetti morfologici e litologici possono influenzare negativamente il comportamento di edifici ed altre strutture, amplificando o smorzando lo scuotimento sismico e provocando in definitiva danni di entità molto variabile.

La pericolosità di base del territorio comunale è definita sulla base:

- della sismicità storica
- dei parametri per la definizione delle forme spettrali previste dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni;
- delle mappe interattive di pericolosità sismica.

13.1 Sismicità di un'area geografica

La valutazione della sismicità di un'area geografica si basa sull'analisi dei terremoti avvenuti in epoca pre-strumentale, tramandatici dalle cronache dell'epoca, e dai terremoti registrati con le moderne strumentazioni geofisiche che permettono una definizione migliore e di maggior dettaglio della pericolosità sismica del territorio.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha redatto carte tematiche relative ai vari aspetti inerenti la sismicità del territorio italiano.

Il territorio nazionale è stato suddiviso in zone omogenee sulla base delle sorgenti sismogenetiche rilevate nelle varie zone di influenza (Zonazione sismogenetica ZS9) (Meletti, Valensise, 2004).

Il territorio del comune di Sant'Elia a Pianisi rientra nella zona sismogenetica 924 (Figura 25).

Tale zona è posta al confine tra la catena e la Puglia, vale a dire l'area dell'avanfossa e dell'avanpaese apulo, il potenziale sismogenetico di quest'area è stato valutato e rivisto rispetto alle conoscenze precedenti, grazie a lavori quali: Di Bucci e Mazzoli, 2003; Valensise et al., 2004, suggerite dalle caratteristiche della sequenza sismica del Molise (ottobre-novembre 2002), originata da sorgenti con direzione E-W e dotate di cinematica trascorrente destra. La zona sismogenetica 924 è orientata circa E-W nella quale collocare tutta la sismicità dell'area (es. terremoto del 1627), e che include la faglia di Mattinata, generalmente ritenuta attiva con una cinematica simile a quella del terremoto del 2002 (es. Piccardi, 1998; Piccardi et al., 2002).

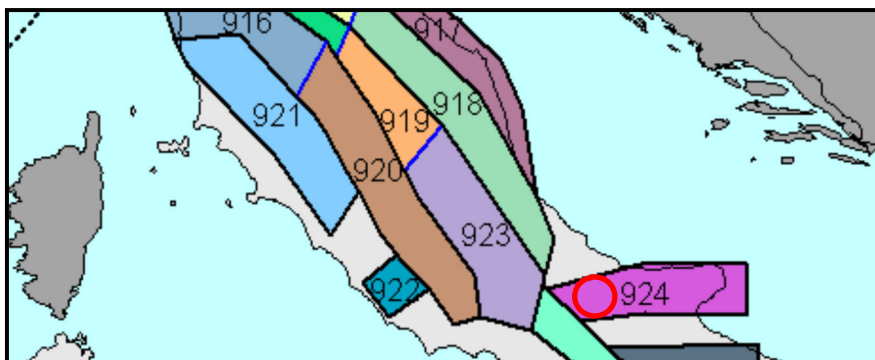


Figura 25 - Zonazione sismogenetica ZS9 (C. Meletti, G. Valensise, 2004)

Dal progetto ITHACA – Catalogo delle faglie capaci, non emergono faglie attive e capaci nelle vicinanze, le strutture più vicine sono: la faglia di Boiano che dista circa 30 km a sud-ovest e le faglie di Apricena-Serracapriola e Foggia-Cerignola, circa 40 km rispettivamente a nord-est e ad est (**Figura 26**).

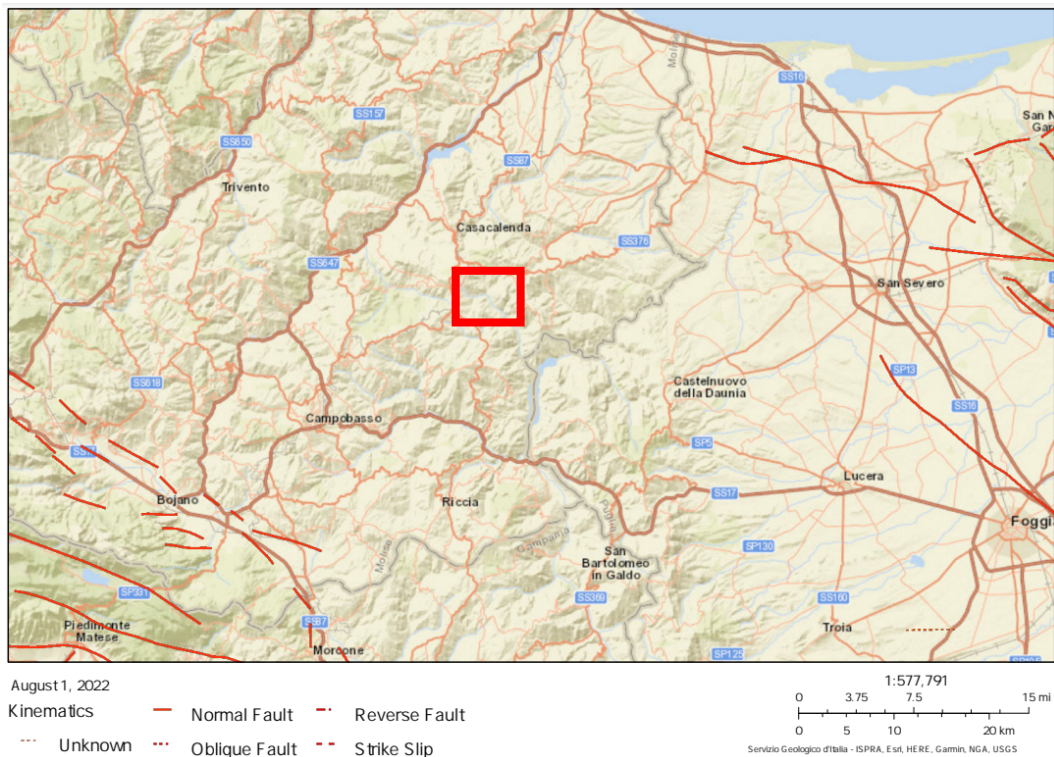


Figura 26 - Progetto ITHACA (ITaly HAZard from Capable faults)

In **Figura 27** sono riportate le potenziali sorgenti sismogenetiche, per terremoti attesi con magnitudo superiore a 5.5 M, che interessano il territorio comunale di Sant’Elia a Pianisi, estratte dal DISS 3.3.0 (Database Individuale delle Sorgenti Sismogenetiche – INGV).

Si tratta di 2 sorgenti sismogenetiche composite (CSS), che, essenzialmente, sono delle strutture che abbracciano un numero imprecisato di sorgenti individuali.

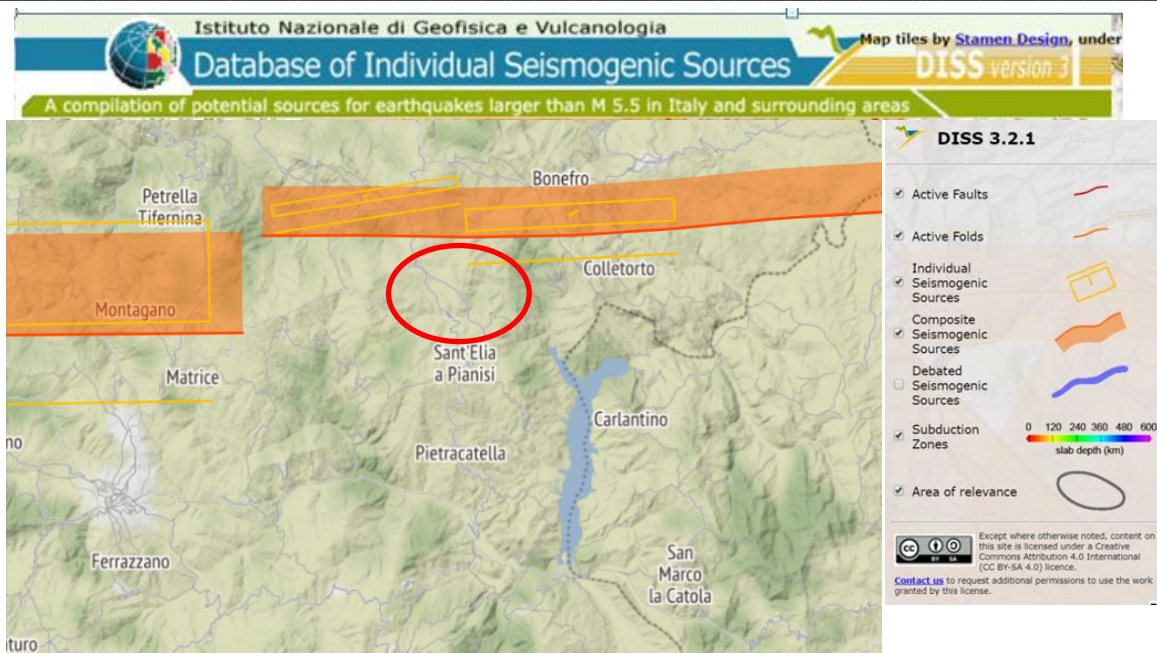


Figura 27 - Carta delle sorgenti sismogenetiche censite con il progetto DISS

Sorgente ITCS003: Ripabottoni-San Severo:

questa sorgente sismogenetica composta si estende a cavallo tra la zona pedemontana molisana e la piana della Capitanata, attraverso l'alta valle del F. Fortore, e appartiene al sistema transpressivo da destro a obliquo, adriatico centro-meridionale. Immerge verso nord, e si presenta quasi verticale, con la faglia ad est del principale asse distensivo dell'Appennino meridionale.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) in questa regione mostrano una scarsa sismicità da intermedia a dannosa, compreso il 20 agosto 1941 (Mw 5.4, S. Severo) evento avvenuto nel settore orientale dell'area, mentre l'evento dell'11 ottobre 1125 (Mw 5.7, Sannio-Molise) colpì a sud-ovest. Soprattutto, questa regione è stata interessata dal terremoto del 30 luglio 1627 (Mw 6.7, Gargano) che si è verificato nel settore orientale, mentre quello occidentale è stato interessato dai ben noti terremoti gemelli del 31 ottobre - 1 novembre 2002 (entrambi Mw 5.7, Molise).

Questa Sorgente è rappresentata da una faglia profonda orientata E-W che può essere vista come il prolungamento occidentale della ben nota faglia di Mattinata, attiva fino a 25 km di profondità. Tale evidenza è stata dimostrata dall'attivazione delle sorgenti che hanno causato i terremoti molisani del 2002. Questa sequenza ha anche mostrato che la faglia sismogenetica in quest'area è essenzialmente cieca, interessando solo la parte più profonda, un fatto che sembra caratterizzare l'intero dominio sismogenico, a est della dorsale appenninica meridionale, e forse anche di quella centrale. Si pensa che il settore orientale di questa faglia abbia causato il distruttivo terremoto del 1627. L'attività di quest'ultimo settore è testimoniata anche dal controllo sul modello di drenaggio del Fiume Fortore nel suo corso verso il mare Adriatico, sia a lungo che a breve termine.

La direzione di questa sorgente si basava su quello delle strutture mappate. L'immersione è invece basata su dati sismologici e considerazioni geometriche. La profondità minima e massima è stata basata su dati sismologici e geologici. Lo slip rate è stato dedotto da considerazioni geodinamiche sulla situazione tettonica regionale.

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

Sorgente ITCS077 - Pescolanciano-Montagano:

Questa sismogenetica composita si trova nella parte interna del Molise, attraverso l'alta valle del F. Trigno, a nord-est della città di Isernia, e appartiene al sistema trascorrente con movimenti da obliquo a destra-laterale che interessa l'avanpaese adriatico centro-meridionale. Questa sorgente è quasi verticale, ed è circa N immergente.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una virtuale assenza di sismicità in questa regione. Tuttavia, la zona rientra in una delle aree del catastrofico terremoto del 5-30 dicembre 1456 (rispettivamente Mw 7.0 e 6.6), che ha colpito gran parte dell'Italia meridionale. Data: (1) l'estensione eccezionale dell'area danneggiata, (2) la presenza di almeno 2/3 sottoregioni dove gli effetti erano massimi, e (3) la distanza sconcertante tra queste sottoregioni, ad oggi i cataloghi storici hanno concentrato questi eventi in due principali sotto-eventi, i cui epicentri cadevano approssimativamente lungo l'asse dell'Appennino meridionale. Tuttavia, questo terremoto multiplo presenta diverse complessità che sono state affrontate a fondo solo negli ultimi anni, riguardanti almeno l'inafferrabile distribuzione dei danni e le fonti storiche che lo documentano fermamente. Tanto più difficile è spiegare il possibile meccanismo tettonico che ha causato un evento distruttivo così insolitamente ampio e apparentemente contemporaneo in aree (e persino province tettoniche) notevolmente lontane l'una dall'altra. Per una descrizione approfondita della crisi sismica del 1456, studiata qui e altrove in questo database, il lettore può fare riferimento a Guidoboni e Comastri (2005), e Fracassi e Valensise (2007).

Si pensa che questa sorgente sia il filo di collegamento più occidentale del sistema di faglie transpressive ad andamento E-W, della Faglia Molise 2002 e Mattinata. Tale meccanismo tettonico di andamento E-W sembra caratterizzare l'intero dominio sismogenico a est della dorsale appenninica meridionale, e forse anche di quelle centrali. Le evidenze sul campo nell'area sono scarse, anche se i dati sismologici nella regione (compresi gli ipocentri dei terremoti molisani del 2002, appena ad est di questa sorgente) suggeriscono la presenza di un fondo (radicante a circa 25 km), struttura cieca che è stata associata a una scossa principale della sequenza del 1456. Ad ovest, questa sorgente confina con l'asse estensivo principale, meno profondo, con andamento NW-SE, dell'Appennino meridionale.

La direzione di questa fonte è basata su quello delle strutture regionali. L'immersione si basa su considerazioni geologiche e geometriche. La profondità minima e massima era basata su dati geologici e sismologici. Il tasso di scorrimento è stato dedotto da osservazioni geologiche in strutture adiacenti che condividono lo stesso ambiente tettonico con questa Sorgente.

Id sorgente sismogenetica	ITCS003	ITCS077
Nome	Ripabottoni-San Severo	Pescolanciano-Montagano
Profondità min/max [km]	6-25	11-25
Strike min/max [deg]	250-270	260-280
Dip. Min/max [deg]	75-90	60-80
Rake min/max [deg]	180-220	220-240
Slip rate min/max [mm/anno]	0.1-0.5	0.1-1.0
Magnitudo massima [Mw]	7.1	6.8

Tabella 1 - Caratteristiche delle sorgenti sismogenetiche censite dal DISS

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

13.2 Sismicità Storica

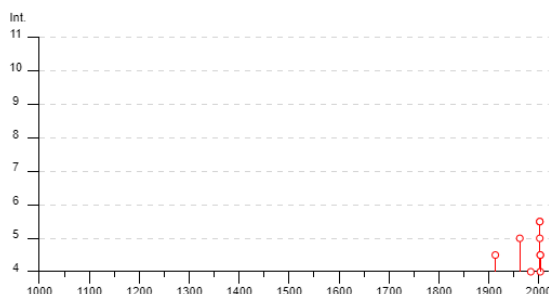
Testimonianze documentali, evidenze sul territorio e, in epoche più recenti, misurazioni strumentali hanno evidenziato come il settore adriatico dell'Italia centrale, di interesse per il presente studio, abbia risentito in passato degli effetti di eventi sismici che hanno avuto origine in un raggio abbastanza ampio rispetto all'area di studio.

L'archivio DBMI15, Database Macrosismico Italiano 2015, contiene i dati storici, dall'anno 1000 al 2020, degli eventi sismici con intensità massima ≥ 5 , che hanno causato danni nel territorio italiano.

In Tabella 2 è riportata la storia sismica del Comune di Sant'Elia a Pianisi.

Sant'Elia a Pianisi

PlaceID	IT_58818
Coordinate (lat, lon)	41.620, 14.875
Comune (ISTAT 2015)	Sant'Elia a Pianisi
Provincia	Campobasso
Regione	Molise
Numero di eventi riportati	24



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
4-5	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
3-4	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
5	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
NF	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78		5.36
NF	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
3-4	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
NF	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
2-3	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
2-3	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35
2	1997	03	19	23	10	5	Sannio-Matese	284	6	4.52
2-3	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
5-6	2002	10	31	10	32	5	Molise	51	7-8	5.74
5-6	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
5	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57
3-4	2003	01	27	04	03	4	Molise	60	5	3.84
4	2003	04	28	20	12	3	Molise	33	4-5	3.64
4-5	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
4-5	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
2	2005	03	01	05	41	3	Molise	136	4	3.68
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30

Tabella 2 - Principali eventi sismici registrati nel comune di Sant'Elia a Pianisi

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
 Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
 www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



L'archivio è consultabile al seguente indirizzo http://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/place/IT_58818. Per ogni terremoto, elencati in ordine cronologico dal più antico al più recente, sono riportati: l'intensità in scala Mercalli (MCS), la data e l'ora di occorrenza, il sito epicentrale e la relativa intensità sismica.

Nella **Figura 28** si riporta un quadro sintetico della sismicità storica in Molise. Da essa si evince che il comune di Sant'Elia a Pianisi ha subito terremoti fino al grado 8 della scala Mercalli.

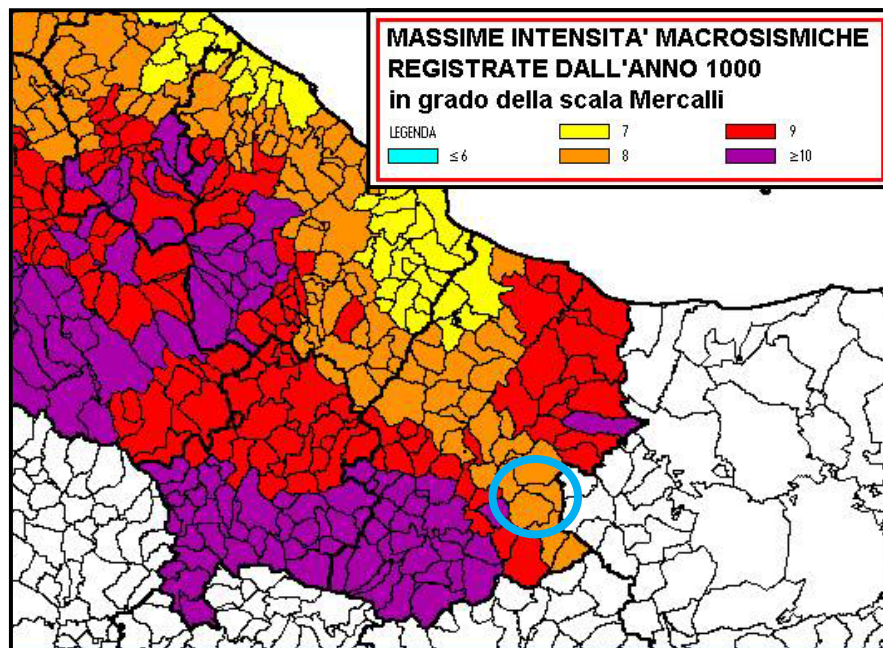


Figura 28 - Mappa delle massime intensità macrosismiche nella scala Mercalli

13.3 Classificazione sismica della regione Molise

La Regione Molise ricade in un'area caratterizzata da sismicità significativa, che in passato ha rilasciato terremoti di elevata magnitudo. Con l'O.P.C.M. n.3274/2003 il territorio nazionale viene classificato in quattro zone di rischio, includendo nella zona 4 (la meno pericolosa) tutti quei territori che erano stati esclusi da ogni classificazione sismica. Ad ogni zona viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia. Il provvedimento detta i principi generali, secondo i quali le regioni, cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio, compilano l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle 4 zone e la Regione Molise, con la legge n.13/2004 "Riclassificazione sismica del territorio regionale e nuova normativa sismica", ha recepito tale provvedimento. Tutti i comuni della Regione sono classificati sismici.

Il Comune di Sant'Elia a Pianisi, come si osserva dalla mappa di pericolosità sismica del Molise, rientra in zona 2 (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

A ciascuna zona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione.

La progettazione per ogni opera deve fare riferimento ad un'accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera (NTC 2018)

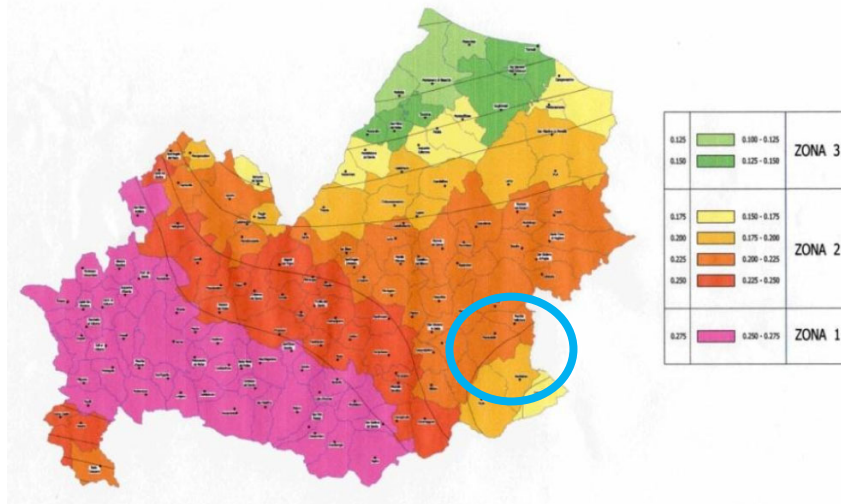


Figura 29 – Mappa di pericolosità sismica della regione Molise

13.4 Pericolosità sismica di base dell'area in esame

Le NTC, entrate in vigore il 17 gennaio 2018, impongono di valutare l'azione sismica di progetto sulla base della "pericolosità sismica di base" attraverso il calcolo di uno specifico "spettro di risposta elastico" modificato dalle condizioni di sito morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Le "Norme Tecniche per le Costruzioni" prescrivono che per il dimensionamento delle opere di fondazione e delle strutture in elevazione si debba tener conto della risposta sismica locale. In mancanza di specifiche analisi, la risposta sismica locale si valuta sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

La "pericolosità sismica di base" è definita sulla base di studi condotti a livello nazionale dall'INGV. L'intero territorio nazionale è stato suddiviso in una serie di mappe di pericolosità sismica basate su 10751 punti disposti su una griglia regolare (**Figura 30**).

In tali punti o nodi della griglia i ricercatori INGV hanno calcolato le accelerazioni sismiche orizzontali massime attese, relative a terremoti che hanno i seguenti tempi di ritorno (T_r) espresse in anni: 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000, 2500.

Ogni nodo ha un suo numero identificativo (ID), individuato da una coppia di coordinate geografiche espresse in gradi sessagesimali-decimali e coincide con affioramenti reali o fittizi di sottosuolo rigido – bedrock (categoria di suolo A con la velocità delle onde di taglio ≥ 800 m/sec), in condizioni ideali di sito con superficie topografica orizzontale.

La pericolosità sismica del territorio nazionale si valuta quindi:

- sulla base dell'accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria T1) e terreno rigido (di categoria A);
- sulla base delle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR

dove:

VR è il periodo di riferimento;

PVR è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR.

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Tale probabilità, per i diversi stati limite, assume i seguenti valori:

Stati Limite		PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR		
Stati limite di esercizio	SLE	Stato limite di operatività	SLO	PVR = 81%
		Stato limite di danno	SLD	PVR = 63%
Stati limite ultimi	SLU	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	PVR = 10%
		Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	PVR = 5%

L'area in studio è individuata dalle seguenti coordinate:

- latitudine 41.626 N
- longitudine 14.895 E
- ID nodo: 29658

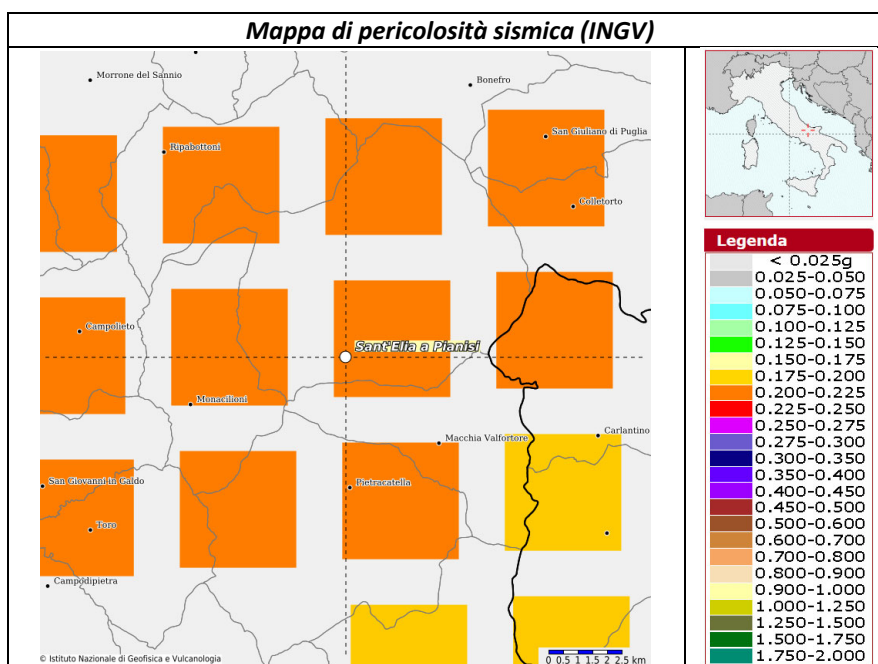


Figura 30 – Mappa dello scuotimento atteso in termini di accelerazione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno pari a 475 anni)

La definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9, nella quale sono individuate le zone caratterizzate da diversi valori della Magnitudo momento massima $M_{w,max}$.

Sul sito internet dell'INGV c'è un'applicazione che consente di calcolare il terremoto di scenario sulla base della mappa della pericolosità sismica di base, analizzando i dati di disaggregazione della Pericolosità Sismica (Figura 31). La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. In altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario)

inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso (**Tabella 3**).

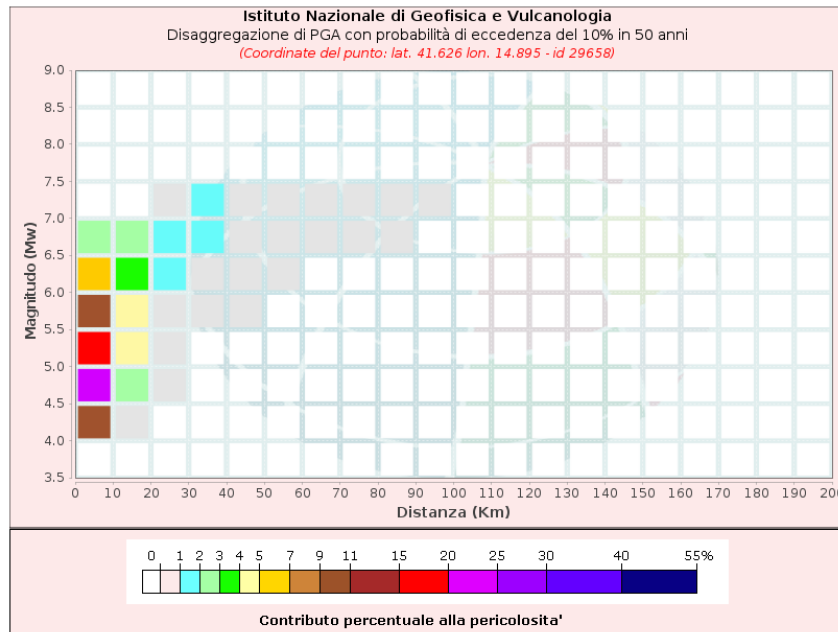


Figura 31 – Grafico di disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, in termini di distanza epicentrale e magnitudo.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 41.626 lon. 14.895 - id 29658)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	10.7000	23.8000	17.3000	10.6000	5.5400	2.5100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.4950	2.6200	4.1300	4.4300	3.6900	2.4900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0043	0.2610	0.8760	1.3900	1.6900	0.6660	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.1200	0.6980	1.4900	1.3500	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.1800	0.8190	0.9270	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0130	0.3420	0.5200	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0634	0.1450	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0075	0.0484	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0133	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.42	9.88	0.981

Tabella 3 - Dati tabellari di disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, in termini di distanza epicentrale e magnitudo

Dall'analisi dei dati di disaggregazione, per l'area in studio, si ha:

Stati Limite		P (%) In 50 anni	Valori medi	
			Mw	Rn(km)
SLE	SLO	81	5.42	30.4
	SLD	63	5.42	24.4
SLU	SLV	10	5.42	9.88
	SLC	5	5.48	7.58

Tabella 4 - Dati tabellari con i valori degli stati limite

13.5 Stima dell'accelerazione di base

Si riportano di seguito gli spettri di risposta ed i valori di a_g , F_0 , T_c^* , calcolati per 9 periodi di ritorno, forniti dalle mappe INGV (**Figura 32**)

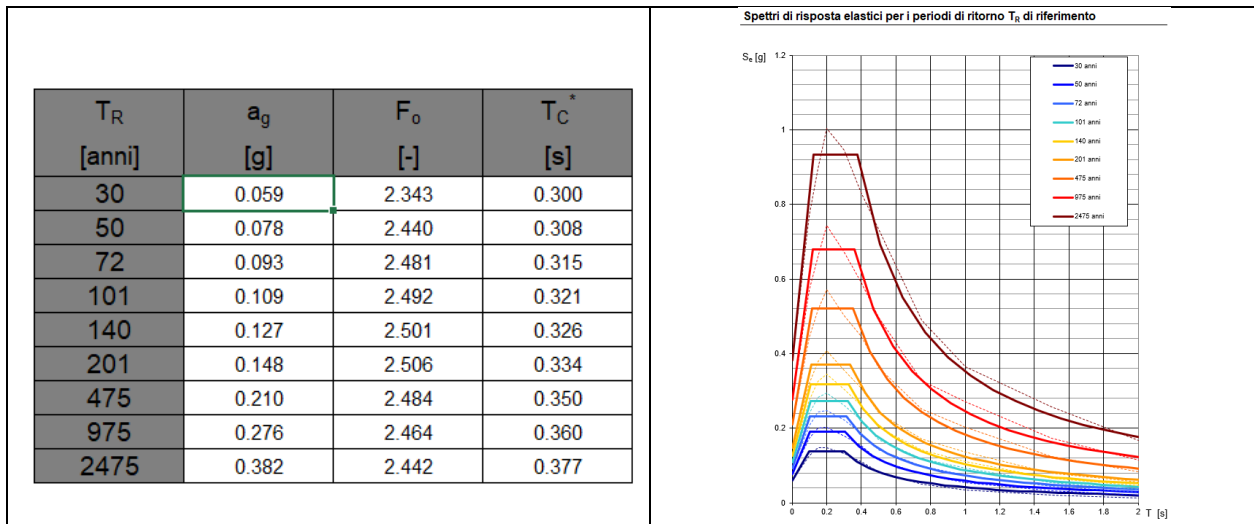


Figura 32 – Parametri per la definizione delle forme spettrali di progetto in base alle NTC (D.M. 17/01/18)

13.6 Categoria del terreno di fondazione (Cap. 3.2.2 NTC)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio

nell' i -esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato 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.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II

Tabella 3.2.II del D.M. 17/01/2018	
CATEGORIA	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositati 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.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Le prove eseguite hanno permesso di individuare le seguenti velocità delle onde S e le rispettive categorie di sottosuolo (ALLEGATO 4 - Rapporti di prova MASW):

Aerogeneratore	Prova sismica	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria di suolo
1	MASW – M1	533	B
2	MASW – M2	294	C
3	MASW – M3	417	B
4	MASW – M4	391	B
5	MASW – M5	368	B
6	MASW – M6	395	B
7	MASW – M7	428	B
8	MASW – M8	401	B
9	MASW – M9	303	C

13.7 Categoria topografica del sito

La normativa prevede, inoltre, l'analisi delle condizioni topografiche che per configurazioni superficiali semplici può far riferimento alla seguente tabella (D.M. 17/01/2018).

Descrizione da D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.III – Tabella 3.2. V			
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1.00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1.20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1.40

L'inclinazione media dei versanti collinari che interessano il progetto di ciascun aerogeneratore si attesta al di sotto dei 15° , è pertanto possibile attribuire una categoria topografica T1.

13.8 Amplificazione stratigrafica

Nella seguente tabella vengono riportati i coefficienti di amplificazione stratigrafica:

Descrizione da D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.IV		
Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



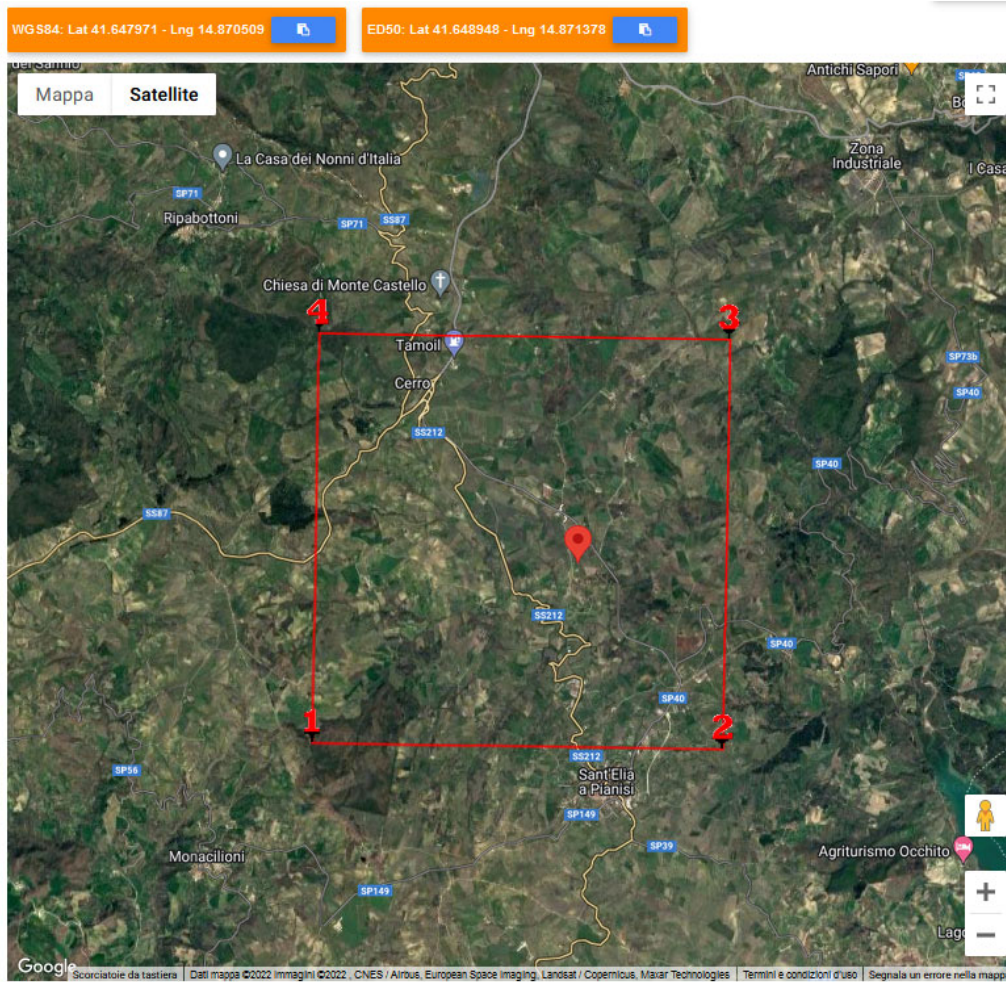
Descrizione da D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.IV		
Categoria sottosuolo	S _s	C _c
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di Fo e TC* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali g = 9,81 m/s² è l'accelerazione di gravità e TC* è espresso in secondi.

13.9 Determinazione dei coefficienti sismici

Per quanto attiene alla Vita Nominale, alla Classe D'uso, alla Vita di Riferimento, agli Stati Limite e probabilità di Superamento si ritiene che si possano utilizzare i seguenti valori:

Di seguito si riporta il calcolo dei coefficienti sismici:



Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n. 17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

Pericolosità Sismica di base

Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 25

Interpolazione: Superficie rigata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0.059	2.365	0.295
Danno (SLD)	35	0.064	2.394	0.296
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.182	2.490	0.341
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.242	2.466	0.353
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

**Pericolosità Sismica Locale
Categoria di Suolo B**

Coefficienti sismici

Stabilità dei pendii e fondazioni: us (m) 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,16
CC Coeff. funz categoria	1,40	1,40	1,36	1,35
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.015	0.052	0.079
kv	0.007	0.008	0.026	0.039
Amax [m/s²]	0.693	0.754	2.143	2.754
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

**Pericolosità Sismica Locale
Categoria di Suolo C**

Coefficienti sismici

Stabilità dei pendii e fondazioni: us (m) 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,43	1,34
CC Coeff. funz categoria	1,57	1,57	1,50	1,48
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.018	0.019	0.063	0.091
kv	0.009	0.010	0.031	0.045
Amax [m/s²]	0.866	0.943	2.554	3.182
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

Figura 33 - Software di calcolo online *GEOSTRU PARAMETRI SISMICI* – <http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>

13.10 Microzonazione sismica di I livello

Si riporta di seguito lo stralcio della carta di microzonazione redatta dal Comune di Sant'Elia a Pianisi (CB) per lo studio di Microzonazione Sismica di Livello I del territorio comunale

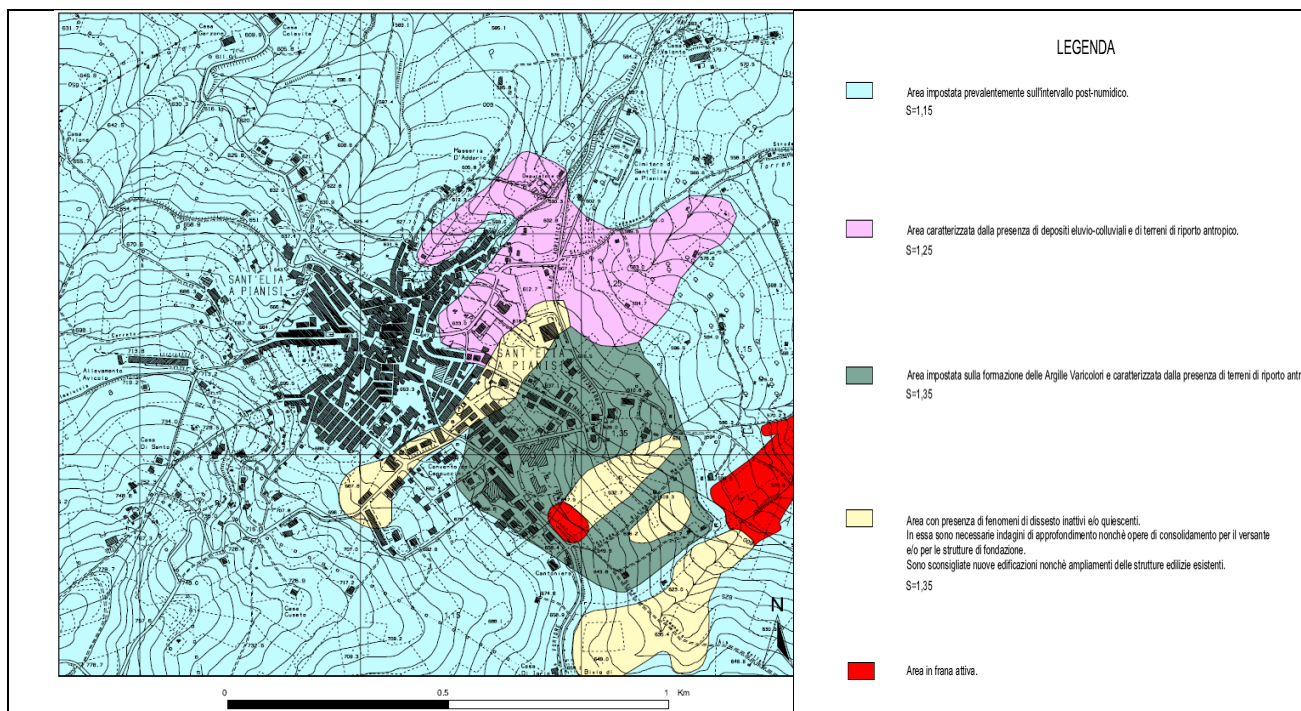


Figura 34 - Carta di Microzonazione sismica di I livello – Scala 1:5.000

L'area in studio non è inclusa nella macroarea del comune di Sant'Elia a Pianisi, che comprende invece: il centro abitato del paese (Figura 34).

14.0 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

L'area di studio, dove è prevista la realizzazione di un campo eolico composto n. 9 aerogeneratori di potenza pari a circa 4,6 MW, si colloca nella fascia orientale della regione Molise e ricade all'interno del comune di Sant'Elia a Pianisi (CB) in un'area di circa 17 km², ad una distanza di circa 3 e i 5 km dal centro abitato.

Il territorio si presenta con un paesaggio collinare con morfologie di debole rilievo intervallate da vallate solcate da fossi a carattere torrentizio, il principale è il T. Cigno affluente del F. Fortore.

Le quote orografiche vanno da circa 700 m nei crinali a un minimo di circa 300 m nei punti più depressi delle valli.

Le indagini geognostiche e gli studi eseguiti hanno permesso di individuare la stratigrafia del sottosuolo mentre le forme geomorfologiche di un'area di circa 15 km² sono state individuate con il rilevamento geomorfologico di dettaglio.

Il sottosuolo dell'intera area in studio, in corrispondenza dei punti dove sono stati eseguite le indagini geognostiche, al di sotto di una coltre di terreno detritico di spessore variabile, è costituito dalla formazione delle argille scagliose (Cretaceo Sup. – Miocene inferiore), note in letteratura come "argille varicolori" o "terreni caotici". Si tratta di un insieme tettonico di argille e argille marnose di colore rosso, grigio, verde e violaceo (**Figura 11**) con intercalazioni decimetriche siltitico-arenacee e calcareo silicee. Spesso risultano scagliettate e stirate in livelli boudinatis, associati a frammenti non cartografabili di calcari grigio-verdi con vene calcitiche, calcari marnosi rosati in facies di scaglia, calcari con patine limonitiche e noduli ferruginosi con pirite, calcari selciferi rosso-verdastri, radiolariti nere e quarzosiltiti verdognole.

Le "argille scagliose" a causa di spinte tettoniche e/o movimenti gravitativi hanno subito traslazioni dell'ordine di decine di km per tale ragione sono definite "coltre alloctona" poiché sono sovrascorse al di sopra di terreni di più recente deposizione definite autoctone. In geotecnica vengono classificati come "terreni prevalentemente argillosi strutturalmente complessi (Esu)". Tali caratteristiche unitamente alla presenza nella massa argillosa di trovanti di varia natura e dimensioni favoriscono fenomeni di alterazione e degradazione.

Con il rilevamento geomorfologico eseguito sono stati individuati, cartografati e delimitati numerosi dissesti anche in versanti a deboli acclività. Tali fenomeni che interessano per lo più la coltre eluvio-colluviale superficiale sono dovuti a vari fattori quali la composizione mineralogica (i minerali costituenti dette argille sono in grado di assorbire grossi quantitativi di acqua rigonfiando), inoltre la granulometria finissima conferisce alle argille scagliose caratteristiche di alta plasticità e bassa permeabilità per cui il deflusso delle acque avviene per lo più superficialmente il che provoca un'elevata erodibilità. Infine, la struttura scagliosa, dovuta a deformazioni tettoniche, determina la suddivisibilità delle argille scagliose in minute scaglie riducendo la resistenza al taglio dagli originari valori fino a quelli residui.

Gli aerogeneratori previsti in progetto ricadono tutti all'interno dell'area dove affiorano le "argille scagliose". In particolare, gli aerogeneratori 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 9 sono ubicati in aree attualmente stabili, mentre l'aerogeneratore 8 ricade in un'area che l'IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia) ha classificato come interessata da un movimento franoso tipo "colamento lento", molto esteso (**Figura 10**).

In realtà, l'area non è interessata da un unico colamento lento, bensì da una serie di dissesti indipendenti gli uni dagli altri che interessano la coltre superficiale, come si evince dalla cartografia PSAI e soprattutto dal rilevamento geomorfologico di dettaglio eseguito in questa fase. A tale riguardo si fa presente che le aree in dissesto segnalate nella cartografia PSAI e quelle delimitate con il rilevamento geomorfologico non sono esattamente sovrapponibili.

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015
Cert. n. 3046



Attestazione n. 17855AL/17/00
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

Tutti e nove gli aerogeneratori sono posizionati in aree attualmente stabili.

In merito al PSDA, inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia ma anche di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale, il settore in studio non si inserisce all'interno di un'area a pericolosità idraulica.

Gli aerogeneratori n. 1, 2, 5, 6, 7, 8, e 9 ricadono all'interno della perimetrazione soggetta a vincolo idrogeologico (**Figura 6**), pertanto si rende necessaria la "RICHIESTA DI NULLA OSTA AI FINI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO".

Le prove sismiche eseguite hanno permesso di individuare le seguenti velocità delle onde S e le rispettive categorie di sottosuolo:

Aerogeneratore	Prova sismica	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria di suolo
1	MASW - M1	533	B
2	MASW - M2	294	C
3	MASW - M3	417	B
4	MASW - M4	391	B
5	MASW - M5	368	B
6	MASW - M6	395	B
7	MASW - M7	428	B
8	MASW - M8	401	B
9	MASW - M9	303	C

Chieti, novembre 2022