



REGIONE MOLISE



COMUNE DI RICCIA



COMUNE DI  
CERCEMAGGIORE



PROVINCIA DI  
CAMPOBASSO

# Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico da 39,2 MW nel Comune di Riccia (CB) con opere di connessione nel Comune di Cercemaggiore (CB)



Proponente	 <b>New green energy s.r.l.</b> Via Diocleziano, 107 cap 80125 Napoli Tel:081-195 66613				
Progettazione	 <b>INSE</b> Ingegneria & Servizi Viale Michelangelo, 71 80129 Napoli TEL.081 579 7998 mail: tecnico.inse@gmail.com  Amm. Francesco Di Maso Ing. Nicola Galdiero  Collaboratori: Geol. V.E. Iervolino Dott. A. Ianiro Archeol. A. Vella Ing. V. Triunfo Arch. C. Gaudiero Dott.ssa M. Mauro Ing. E. Famà				
Elaborato	Nome Elaborato:  <h2 style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</h2>				
00	Giugno 2021	PRIMA EMISSIONE	geol. Iervolino	INSE s.r.l.	INSE s.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato: A2+	Codice Pratica	S216	Codice Elaborato	CS216-GE01-R	



*[Handwritten signature]*

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	3
2. TERRITORIO E GEOMORFOLOGIA .....	5
3. GEOLITOLOGIA.....	7
3.1    Geologia di Vasta Area .....	7
3.2    Geologia dell'area di studio.....	9
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	14
5. DISSESTO IDROGEOLOGICO .....	17
6. CARATTERISTICHE SIMICHE .....	21
6.1    Storia Sismica del Sito .....	21
6.2    Indagini sismiche realizzate.....	22
6.3    Pericolosità sismica .....	24
6.4    Pericolosità sismica di sito.....	26

## 1. PREMESSA

Le società New Green Energy s.r.l e INSE s.r.l, sono proponenti di un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nel Comune di Riccia (CB) ed opere di connessione nel comune di Cercemaggiore (CB). L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di n.7 aerogeneratori della potenza nominale di 5,6 MW per una potenza complessiva di impianto pari a 39,2 MW, collegati da un cavidotto alla stazione di trasformazione utente e poi alla rete elettrica nazionale nel Comune di Cercemaggiore (CB), in località Guardiola.

I Proponenti hanno commissionato la Relazione Geologica al sottoscritto geol. Vittorio Emanuele Iervolino, con sede in Ottaviano in via Trofa 5, Codice Fiscale RVLVTR75M11F839S, Partita IVA 05311761216, iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania con n° 2392 ed all'Ente di Previdenza e Assistenza Pluricategoriale EPAP con n° 025223.

Il lavoro in oggetto è stato realizzato grazie allo studio di tutta la bibliografia tecnica disponibile oltre che alla presa visione di:

### *Topografia*

- Carta Topografia dell'Istituto Geografico Militare 1:25.000 - Foglio 162 II-NO "Cercemaggiore" (1957);
- Carta Tecnica Regionale 1:5.000 (1994-1995);
- Modello Digitale del Terreno TinItaly a 10m di risoluzione INGV (2012).

### *Geologia ed Idrogeologia*

- Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio n°162 "Campobasso" (1975);
- Carta Idrogeologica "Appennino Meridionale e Gargano" della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale 1:250.000 dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici e il Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia dell'Università di Napoli Federico II (2007);

### *Dissesto Idrogeologico*

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Ex Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (2017) e AdB Liri Garigliano e Volturno (2016) ;
- Inventario Fenomeni Franosi in Italia - Progetto IFFI (ISPRA, Inventario Fenomeni Franosi, in continuo aggiornamento);

### *Sismicità*

- Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (INGV, Mappa di pericolosità sismica, 2019);
- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI v3.0 dal 1000 al 2019 – (2021) (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A. 2021. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0 Ist. Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>);
- Catalogo delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane (DISS) (INGV, Database of Individual Seismogenic Sources, 2015);
- Catalogo Parametrico delle Faglie Capaci – ITHACA Group (2019)

### ***Indagini Geognostiche Realizzate***

- N°1 Sondaggio geognostico, con prelievo di n°1 campione di terreno per le seguenti analisi di laboratorio: caratteristiche fisiche, analisi granulometrica, limiti di Atterberg, Prova di Taglio Diretto;
- N°2 prove penetrometriche SPT nel foro di sondaggio;
- N° 1 prova sismica masw.

Questo lavoro segue la normativa vigente regionale e nazionale in materia di geologia e geotecnica (NTC2018), di dissesto idrogeologico (PAI – EX AdB Molise e Liri Garigliano e Volturno) e sismica (Pericolosità Sismica – INGV 2004-2006).

## 2. TERRITORIO E GEOMORFOLOGIA

L'impianto eolico da realizzare è costituito da n° 7 aerogeneratori dislocati nella porzione meridionale del comune di Riccia, al limite con il comune di Castelpagano, collegati tra loro e alla rete elettrica nazionale da un cavidotto interrato in massima parte posato su strade esistenti e per una lunghezza di circa 9km fino alla stazione elettrica utente e alla rete elettrica nazionale in località Guardiola, nel comune di Cercemaggiore.

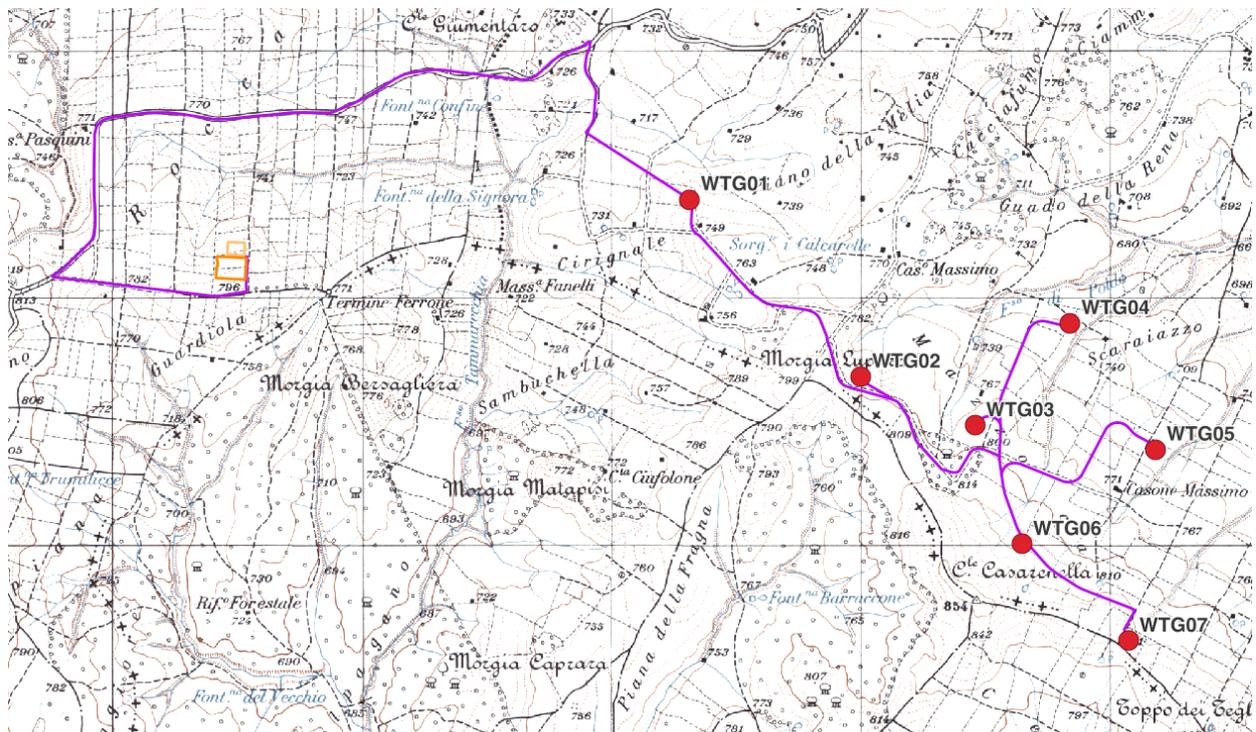


Figura 1: Layout impianto eolico su IGM 25:000

Il parco eolico è posizionato, sul versante nordorientale del rilievo collinare di Colle Casarella (810m) – Toppo dei Tegli (848m) – Morgia Lupara (799m), in prossimità di spianate sommitali di erosione (WTG 1 – 2 – 7) e lungo gli ampi versanti a debole pendenza (WTG 3 – 4 – 5 – 6). L'area di installazione delle pale eoliche è tipica di modesto rilievo collinare, caratterizzato da deboli pendenze e da un'energia del rilievo che non supera i 900m s.l.m. L'alto morfologico è spartiacque per modesti torrenti a carattere stagionale che, localmente, vanno ad accentuare le pendenze dei versanti, creando valli e vallecole dalla morfologia meno omogenea. Nella carta morfologica IGM 25.000 vengono cartografate numerose sorgenti in prossimità delle modeste incisioni torrentizie, tutte distanti dalla zona di installazione degli aerogeneratori.

L'area di installazione della stazione elettrica utente (e stazione elettrica RTN) si trova sull'alto morfologico subpianeggiante di località Guardiola (796m).

Nella figura che segue stralcio della carta geomorfologica prodotta, in cui sono stati riconosciute spianate di erosione sommitale (in giallo) di un rilievo collinare differenziato a modesta e moderata pendenza, con la presenza di numerosi laghetti artificiali usati dai locali per uso agricolo.

Nel riquadro in basso è stata ricavata una carta delle Acclività dal modello digitale del terreno a 10m di risoluzione messo a disposizione dall'INGV e in cui è possibile notare che tutte le posizioni delle future pale eoliche si trovano in zone ad acclività trascurabile, con intervalli di pendenza inferiori ai 5°.

Si rimanda all'allegato cartografico per maggiori dettagli.

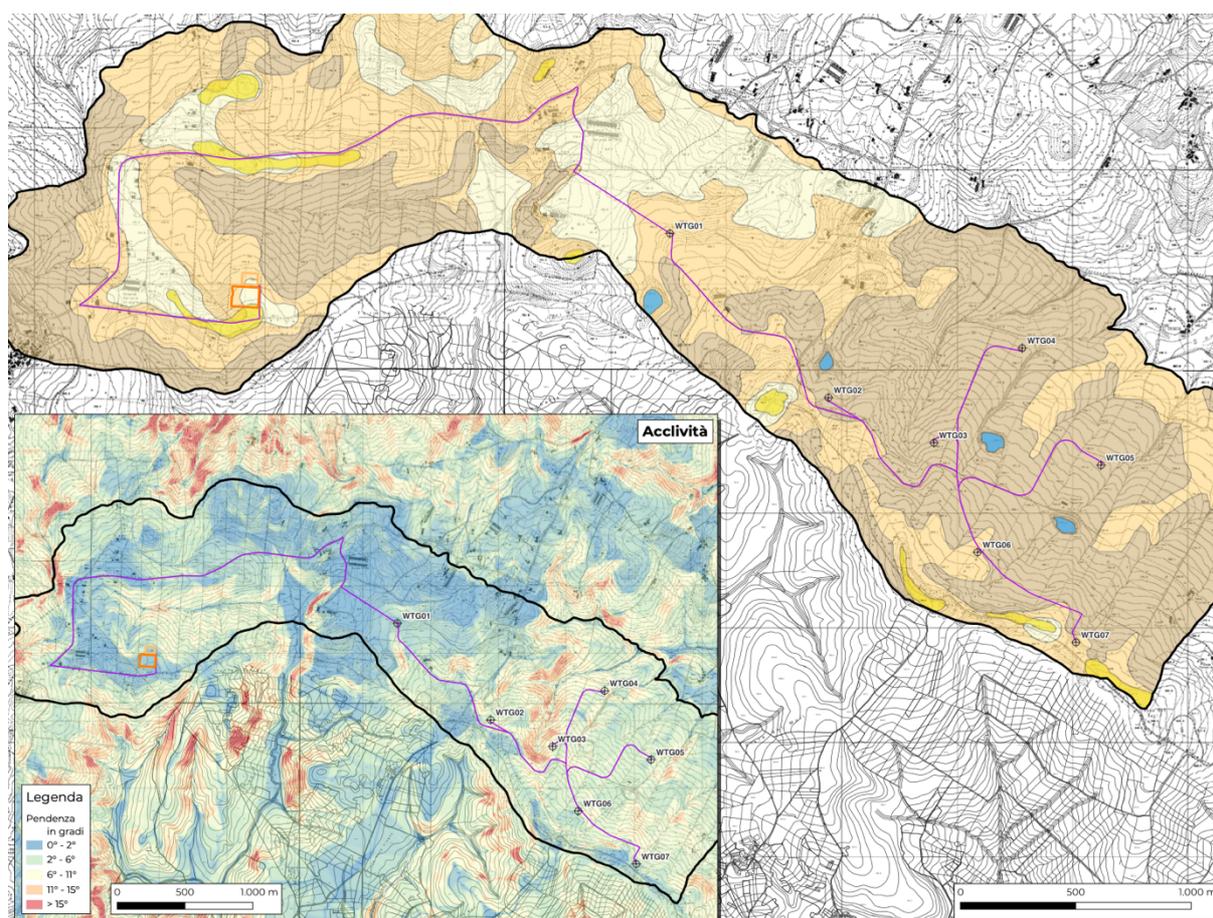
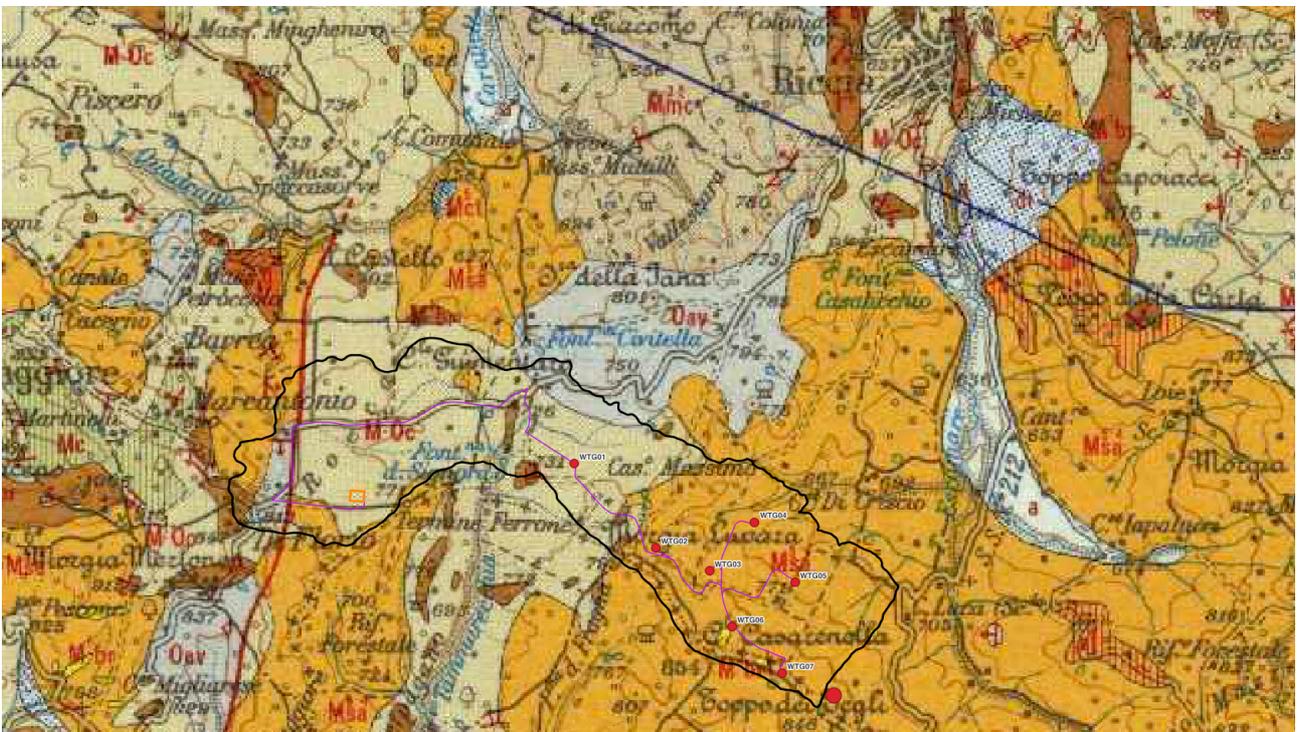


Figura 2: Stralcio Carta Geomorfologica prodotta, con indicazione delle pendenze dell'area

## 3. GEOLITOLOGIA

### 3.1 GEOLOGIA DI VASTA AREA

Prendendo a riferimento la Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio 162 Campobasso, l'area di studio si trova nella porzione meridionale del foglio, in cui affiorano formazioni marine della facies molisana, rappresentate da terreni prevalentemente terrigeni della Depressione Molisana-Sannitica che ricoprono – in regolare successione stratigrafica - le Argille Varicolori.



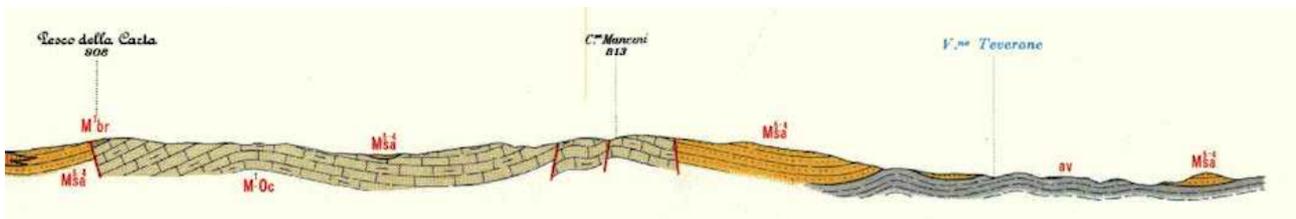
Questi terreni sono costituiti da un'alternanza di depositi di natura argillosa-sabbioso-arenacea in variabili rapporti quantitativi sia in senso verticale che laterale. Nello specifico si rinvencono: argille marnose, sabbie argillose, argille azzurrognole, sabbie ed arenarie con presenza di conglomerati con diametro massimo dei clasti di 50cm, in molti casi fortemente cementate.

Come anche precisato nelle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia sopracitata, ci sono grosse difficoltà nel definire con precisione la tettonica dell'area a causa dei seguenti fattori:

- le numerose unità distinte sul territorio presentano frequenti rapporti di eteropia e ripetizioni verticali di associazioni litologiche pressoché simili;
- la difficoltà di una corretta caratterizzazione cronostratigrafica dell'area, a causa di associazioni micropaleontologiche poco significative;
- la presenza di frane più o meno evidenti che complicano la situazione geologica-strutturale dell'area;
- la presenza di detrito di falda, colamenti e movimenti di versante areali che obliterano anche in parte il territorio circostante.

Da un'analisi di area vasta si evince che è abbastanza diffusa la presenza di lembi delle Argille Varicolori intercalati a sedimenti terrigeni più recenti, a testimoniare fenomeni di scivolamento gravitativo intraformazionale, depositi che non si rivengono in prossimità del sito di interesse e che quindi potrebbero essere indicatori di una locale area tettonica più stabile.

Nella figura che segue sezione geologica tra i comuni di Gildone e Riccia, in cui è possibile vedere i rapporti formazionali dei terreni nell'immediato intorno della zona di studio.



## 3.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

La geologia dell'area di intervento è stata desunta dalla fotointerpretazione di foto satellitari, dall'analisi della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000, dalla Carta Geologica d'Italia foglio 162 "Campobasso", da un rilievo geologico-geomorfologico in situ e da accurate indagini geognostiche eseguite proprio per l'area di intervento nella primavera del 2012 quando lo Scrivente ha lavorato per la costruzione di un anemometro (in rosso nella figura che segue): nell'intorno di tutte le pale eoliche affiorano arenarie tenere o cementate, giallastre, in grossi banchi, con livelli conglomeratici-marnosi o cementati, ad eccezione della WTG 1 e per la zona di installazione della stazione elettrica in cui vengono cartografati calcari bianchi, microcristallini, calcari cenere criptocristallini, calcari marnosi varicolori, marne arenacee rosse e arenarie rossastre.

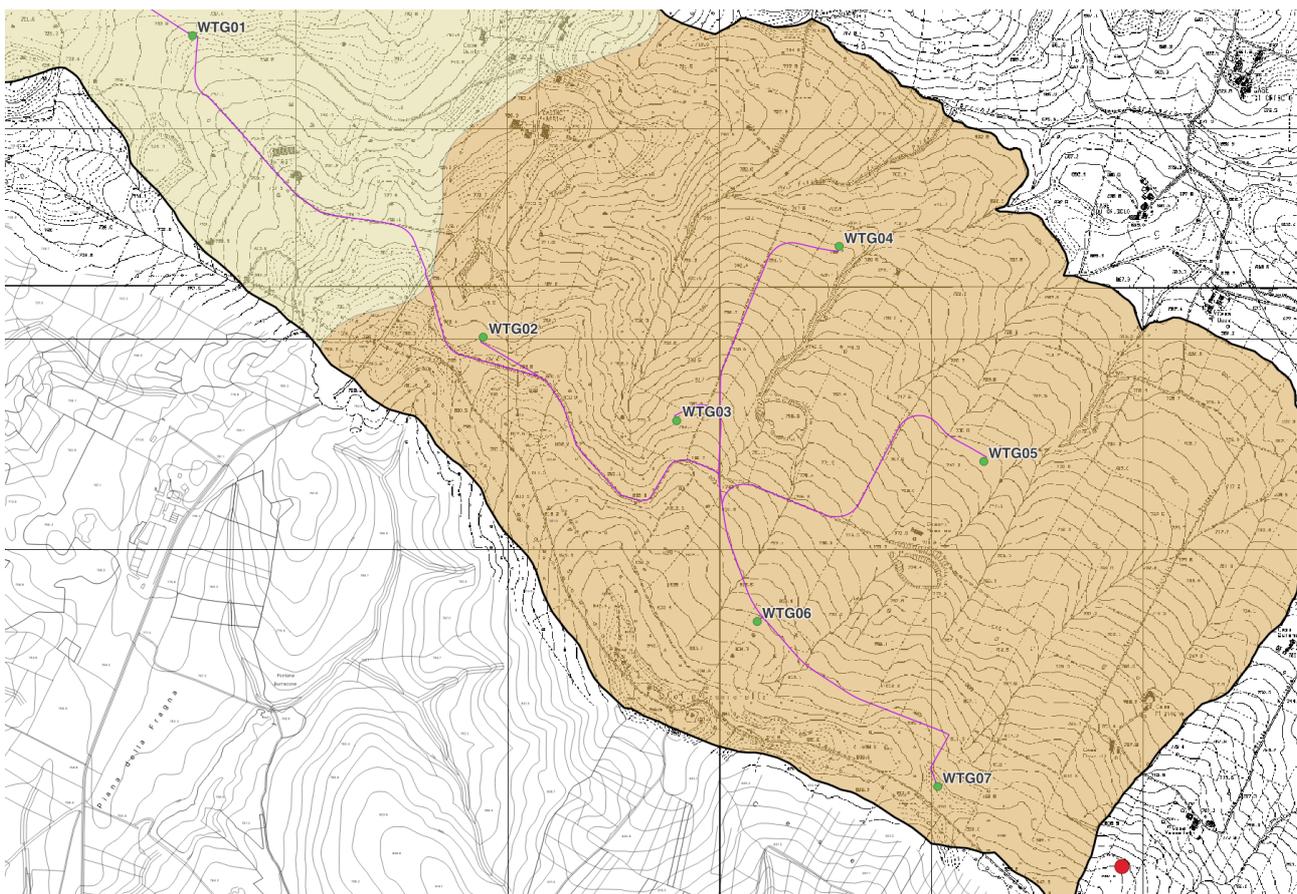


Figura 3: stralcio della Tavola 3: carta geolitologica dell'area oggetto di studio

Nella figura che segue stralcio della colonna stratigrafica realizzata nel 2012 a descrivere i terreni di fondazione.

**STRATIGRAFIA**

SCALA 1 : 41 Pagina 1/2

Riferimento: Indagini Geognostiche per l'installazione di un anemometro in Riccia (CB)	Sondaggio: 1
Località: Toppo dei Tegli	Quota: 821 m
Impresa esecutrice: Albanese Perforazioni SRL	Data: 22/03/2012
Coordinate: 485442 4587238	Redattore: geol. Vittorio Emanuele Iervolino

Ø mm	R v	A r	S s	Pz metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
														Suolo vegetale.
				1									0,9	Tessitura: sabbia con limo, con presenza di clasti carbonatici di dimensioni variabili da pochi mm a 5cm di diametro max, a spigoli vivi; Colore: bruno (5Y 3/2); Caratteristiche geotecniche soggettive: livello umido, resistente, cementazione molto debole, la pasticità è molto variabile dal contenuto di sabbia/limo.
				2									1,8	Altre caratteristiche: totale assenza di forme di origine biologica. Gli apparati radicali di fermano per i primi 0,45m di profondità.
				3						6-8-12	20		3,5	Livello alterato Tessitura: sabbia limosa, con presenza di rari clasti carbonatici di dimensioni molto variabili, a spigoli vivi. All'interno del livello le concrezioni/striature presentano una granulometria più fine e una struttura più caotica; Colore: grigio-arancione (10YR 4/2) con abbondanti concrezioni biancastre-giallastre (10YR 8/2); Caratteristiche geotecniche soggettive: livello caotico a prevalente composizione sabbiosa, poco umido, procedendo in profondità le concrezioni biancastre spariscono con conseguente aumento di resistenza del livello, cementazione molto debole, la consistenza varia dal poco friabile al consistente. Altre caratteristiche: totale assenza di apparati radicali e forme di origine biologica
				4									5,8	Tessitura: Limo con argilla, con presenza di rari clasti carbonatici di diametro max di 3-4cm, a spigoli vivi. All'interno del livello le concrezioni/striature presentano una granulometria più fine e una struttura più caotica; Colore: grigio-arancione (10YR 4/2) con concrezioni/screziature biancastre-giallastre (10YR 8/2) che passano con la profondità a colorazioni verdastre (10GY 3/2); Caratteristiche geotecniche soggettive: livello omogeneo a prevalente composizione sabbiosa, poco umido, cementazione molto debole, la consistenza varia dal poco friabile al consistente. Altre caratteristiche: totale assenza di apparati radicali e forme di origine biologica
				5						12-21-28	49			Tessitura: limo con argilla con granulometria omogenea, presenza di rari clasti carbonatici di diametro molto variabile (max 5cm), a spigoli vivi; Colore: arancione (10YR 5/4); Caratteristiche geotecniche soggettive: livello omogeneo, poco umido, cementazione molto debole, la consistenza varia dal poco friabile al consistente. Altre caratteristiche: totale assenza di apparati radicali e forme di origine biologica
				6										Tessitura: limo con argilla, struttura omogena con presenza di rari clasti carbonatici di diametro molto variabile (max 5cm), a spigoli vivi; Colore: grigio-verdastro (N4); Caratteristiche geotecniche soggettive: livello omogeneo, poco umido, cementazione molto debole, la consistenza varia dal poco friabile a molto resistente. Altre caratteristiche: totale assenza di apparati radicali e forme di origine biologica
				7										
				8										
				9										
				10									10,0	

Figura 4: colonna stratigrafica geolitologica

Per la definizione del modello geotecnico dei terreni investigati è stato preso a riferimento la suddivisione delle Unità Stratigrafiche in Unità Litotecniche così di seguito schematizzata (procedendo dal basso verso l'alto):

- **UNITA' DEL SUBSTRATO LAPIDEO:** rocce vere e proprie ("rocce dure"), sia massicce che stratificate;
- **UNITA' DEI MATERIALI A COMPORTAMENTO INTERMEDIO:** materiali a comportamento intermedio tra le rocce propriamente dette e le terre (rocce deboli e unità complesse);
- **UNITA' DELLE TERRE DI COPERTURA:** terre coesive, terre non coesive, terre organiche, eventuali materiali di riporto e rifiuti.

Pertanto per i terreni di fondazione degli aerogeneratori è possibile distinguere:

**UNITA' DELLE TERRE DI COPERTURA:**

- **Unità (A)** da 1,80 m a 10 m : Argilla con limo.

Nella figura della pagina che segue viene mostrata una colonna stratigrafica geotecnica: partendo dalla colonna stratigrafica geologica di fig. 4 (realizzata dallo Scrittore durante l'esecuzione del sondaggio geognostico) sono stati accorpati tutti i livelli argillosi-limosi, dato che pur mostrando diverse caratteristiche cromatiche e tessiturali, presentano le medesime caratteristiche geotecniche.

**STRATIGRAFIA**

SCALA 1 : 41 Pagina 1/2

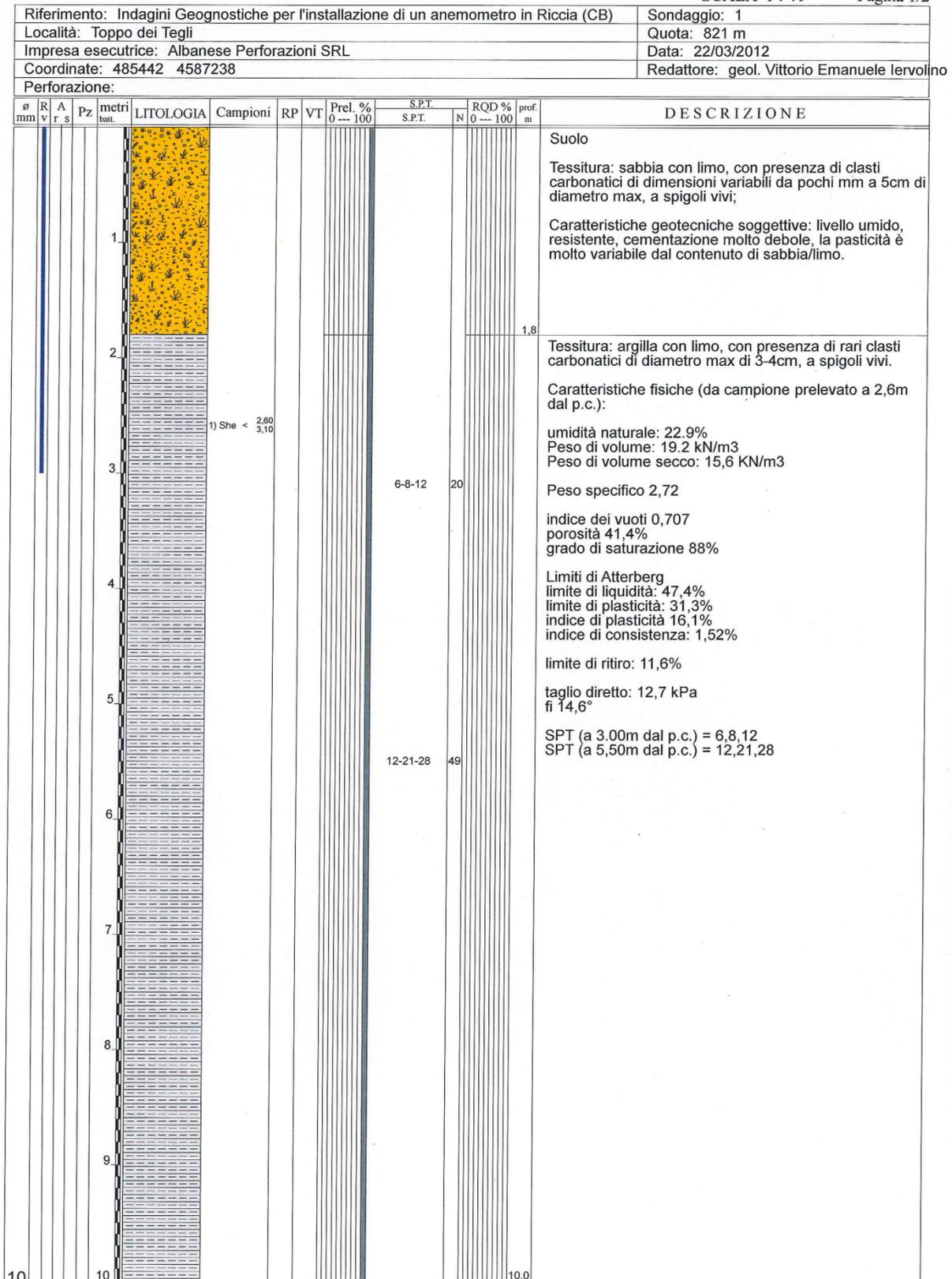


Figura 5: colonna stratigrafica geotecnica

Per l'unità geotecnica riconosciuta (unità A) vengono elencati tutti i parametri geotecnici desunti dalle indagini geognostiche in situ e in laboratorio.

<b>Caratteristiche Fisiche</b>	
Umidità naturale	22.9%
Peso di volume	19.2 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	15.6 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	19.7 kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	2.72
Indice dei vuoti	0.707
Porosità	41.4%
Grado di saturazione	88%
<b>Limiti di Atterberg</b>	
Limite di liquidità	47.4%
Limite di plasticità	31.3%
Indice di plasticità	16.1%
Indice di consistenza	1.52
Limite di ritiro	11.6%
<b>Analisi Granulometrica</b>	
Argilla con limo	
<b>Taglio diretto</b>	
c	12.7kPa
φ	14.6°
<b>SPT</b>	
Modulo edometrico	
<i>Correlazione di Stroud e Butler</i>	
SPT1 (3,5m dal p.c.)	91.76kg/cm <sup>2</sup>
SPT2 (5.9m dal p.c.)	224.81kg/cm <sup>2</sup>
<i>Correlazione Trofimenkov, Mitchell e Gardner</i>	
SPT1 (3,5m dal p.c.)	205.78kg/cm <sup>2</sup>
SPT2 (5.9m dal p.c.)	501.56kg/cm <sup>2</sup>
<i>Correlazione di Buisman-Sanglerat</i>	
SPT1 (3,5m dal p.c.)	200kg/cm <sup>2</sup>
SPT2 (5.9m dal p.c.)	490kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di Young	
<i>Correlazione di Schultze</i>	
SPT1 (3,5m dal p.c.)	209.60kg/cm <sup>2</sup>
SPT2 (5.9m dal p.c.)	543.10kg/cm <sup>2</sup>
<i>Correlazione di Apollonia</i>	
SPT1 (3,5m dal p.c.)	200kg/cm <sup>2</sup>
SPT2 (5.9m dal p.c.)	490kg/cm <sup>2</sup>
Correlazione più attendibile per la particolare litologia	

## 4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Prendendo a riferimento la Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale, redatta dall'APAT e dall'Università Federico II di Napoli, la carta geolitologica al 5.000 realizzata dallo Scrivente e il rilievo in situ eseguito in tutta l'area di intervento:

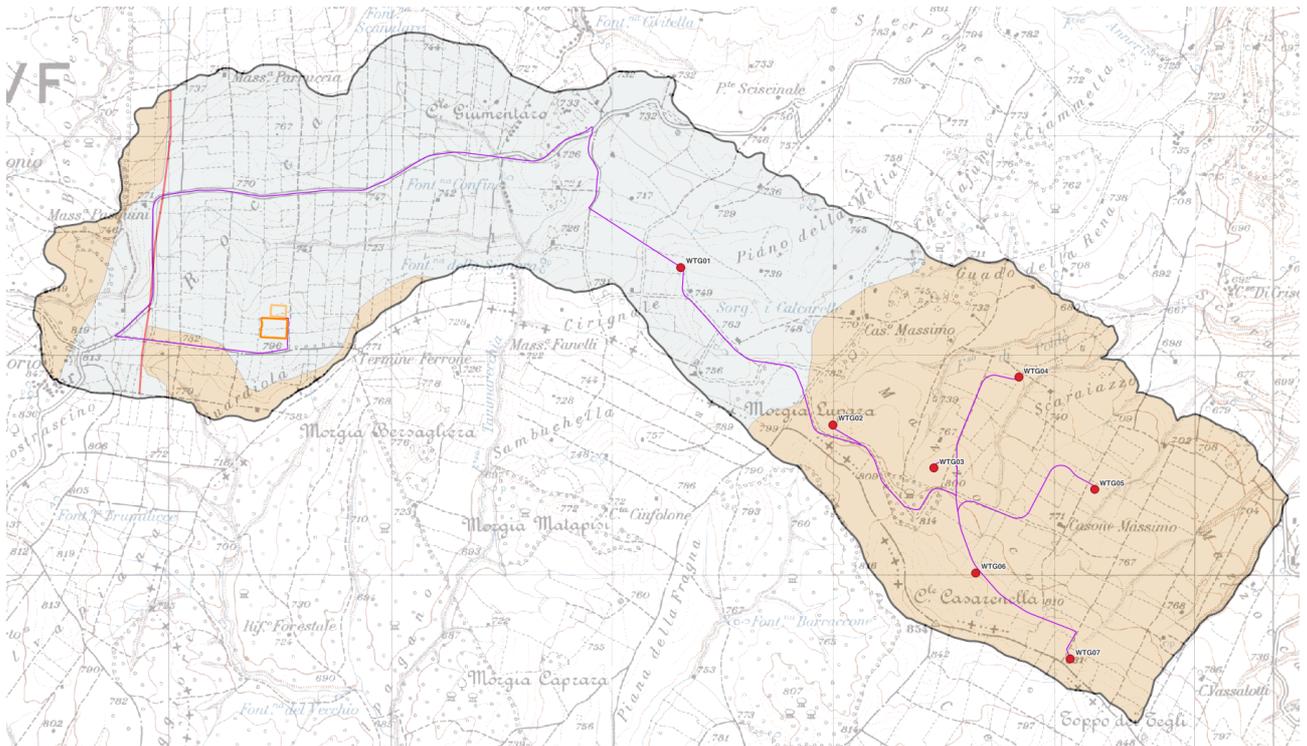


Figura 6: Stralcio Carta Idrogeologica realizzata

è possibile distinguere per WTG 1 e la postazione di installazione delle stazioni elettriche (in grigio nella figura):

Complessi delle unità di bacino interne - Complesso argilloso-calcareo delle Unità Sicilidi

Complesso a prevalente composizione argillitica, con colorazione caratteristicamente variegata, con termini litoidi prevalentemente calcarei e calcarei-marnosi, inglobati caoticamente: termini litologici equivalenti sono presenti in sequenze meno caottizzate nel Flysch Rosso. Per il campionamento eminentemente plastico questi terreni si trovano nei bassi topografici, dove, se in contatto con strutture idrogeologiche carbonatiche, possono costituire la cintura impermeabile degli stessi. Tipo di Permeabilità: Porosità – Fessurazione / Grado di Permeabilità: Impermeabile

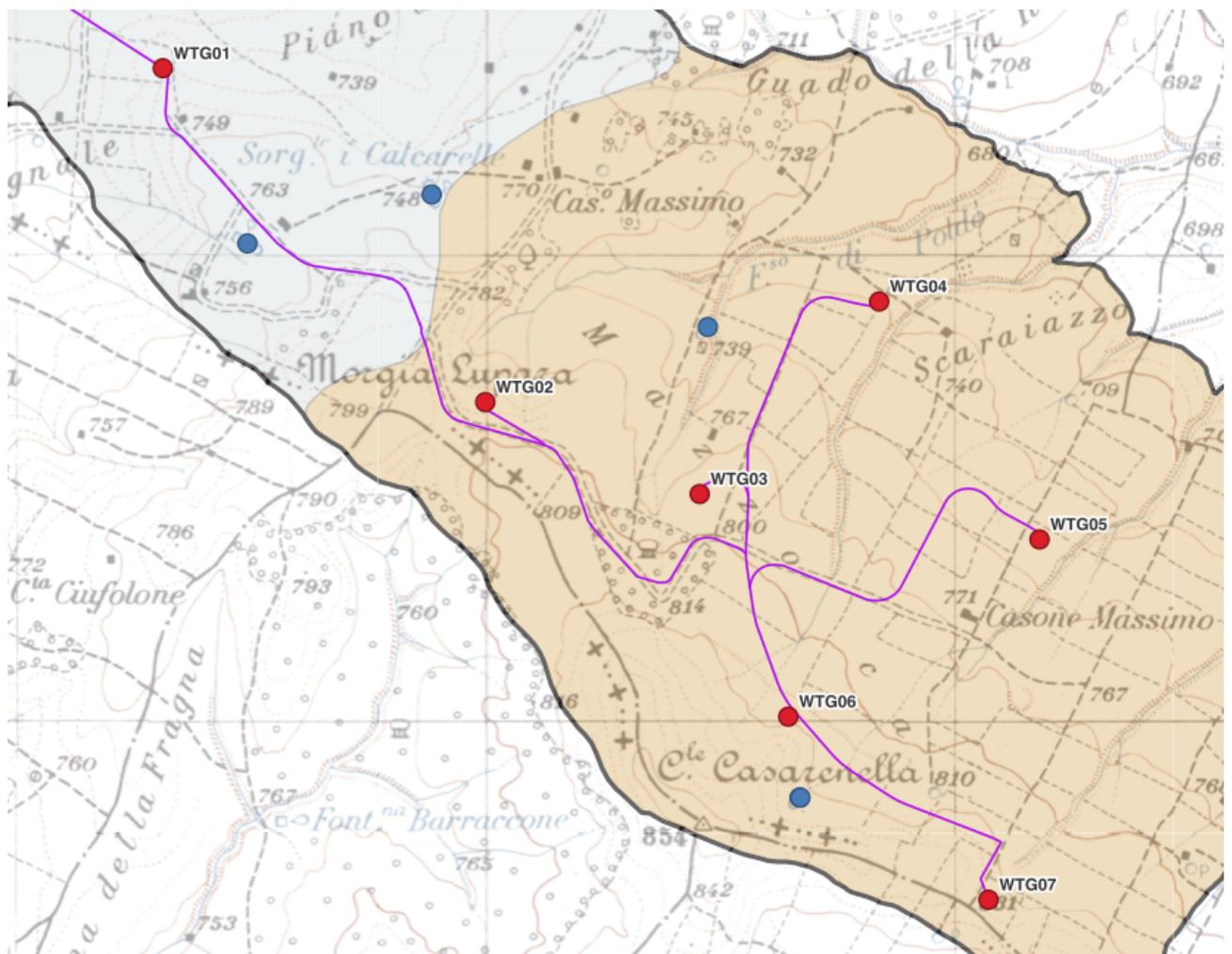
Per tutte le altre restanti pale eoliche (in marrone nella figura di pagina precedente)

Complessi Successioni Torbiditiche Sinorogene

Complesso arenaceo-conglomeratico

Successioni torbiditiche prossimali di tipo coarsening upward, prevalentemente arenaceo-conglomeratiche, con a luoghi caratteri di wildflysch. Nelle parti più alte della serie, l'assenza di intercalazioni pelitiche rende possibile una circolazione idrica basale con recapito in sorgenti di notevole importanza locale. Tipo di Permeabilità: Porosità – Fessurazione / Grado di permeabilità: Medio

Nella Carta Topografica IGM 1:25.000 vengono riportate diverse sorgenti nell'intorno della zona di studio, riportate in blu nella carta idrogeologica prodotta e in stralcio nella figura che segue, dove si rinviene una distanza minima delle future pale eoliche di circa 150m (WTG 6).



Cotecchia nel suo lavoro “Le acque sotterranee e l’intrusione marina in Puglia: dalla ricerca all’emergenza nella salvaguardia della risorsa” allegato alle Memorie descrittive della Carta Geologica d’Italia nel capitolo 25 descrive l’<< Impatto geoambientale tra infrastrutture interrato e falda idrica presente nei calcari della Puglia >>. In dettaglio l’Autore tratta dell’interazione di un parcheggio interrato sottofalda della lunghezza di 156m costruito nella città di Bari. Impiegando opportune opere ingegneristiche di impermeabilizzazione della struttura “immersa” in calcari fratturati e carsificati, si giunge alla conclusione dell’ << assenza di variazioni piezometriche della falda imputabili all’immersione dell’opera in falda >>.

Situazione completamente diversa, molto meno impattante, è il caso in esame di una fondazione profonda – puntuale – per la costruzione di una pala eolica: plinto 20x20m su pali a circa 30m di profondità, posta su terreni molto diversi e in condizioni idrogeologiche altrettanto diverse, di una falda non rinvenuta nel sondaggio realizzato e non cartografata nella Carta Idrogeologica dell’Italia Meridionale.

Per contro sorgenti cartografate nella Carta IGM 1:25.000, tutte non ritrovate da un sopralluogo preliminare, mostrano la presenza di una possibile falda idrica superficiale, ma che non verrà in alcun modo influenzata dalla costruzione dell’opera in oggetto, anche perché i lavori verranno realizzati durante i mesi estivi, quando la sopracitata falda superficiale sarà inesistente o trascurabile.

Resta comunque inteso che si sono fatte valutazioni speditive con indagini geognostiche eseguite nell’intorno della zona di studio. Per la fase esecutiva dei lavori verranno realizzati per ogni punto di installazione delle future pale eoliche opportuni sondaggi geognostici, spinti oltre il piano di posa delle fondazioni profonde, al fine di definire con precisione la stratigrafia, geolitologia, geotecnica e idrogeologia locale, al fine di dimensionare con precisione ogni opportuna soluzione atta a limitare l’impatto antropico sul territorio circostante.

## 5. DISSESTO IDROGEOLOGICO

Nella Regione Molise l'esposizione al rischio da frana e da alluvioni costituisce un problema di grande rilevanza sociale, sia per il numero di vittime, che per i danni prodotti alle abitazioni, alle industrie e alle infrastrutture, dato che il territorio è geologicamente "giovane", soggetto a intensi processi morfogenetici che ne modellano in modo sostanziale il paesaggio. I frequenti fenomeni di dissesto idrogeologico sono una diretta conseguenza dell'estrema eterogeneità degli assetti geologico-strutturali, geomorfologici, idrogeologici e geologico-tecnici e di un'ampia gamma di condizioni microclimatiche differenti anche in aree limitrofe o apparentemente simili. In conseguenza di tale naturale predisposizione, il dissesto si manifesta con molteplici combinazioni e modalità: frane nelle zone montane e collinari, esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, trasporto di massa lungo le conoidi nelle zone montane e collinari, esondazioni e sprofondamenti nelle zone collinari e di pianura. Da "Analisi del dissesto da Frana in Molise" (2007) per il Progetto IFFI, Aucelli et Alii mostrano che per il territorio molisano la maggior parte dei fenomeni franosi cartografati rientrano nella categoria dei colamenti e degli scorrimenti sia rotazionali che traslativi, anche se molte frane risultano essere complesse e/o del tipo scorrimento – colata (fig.7).

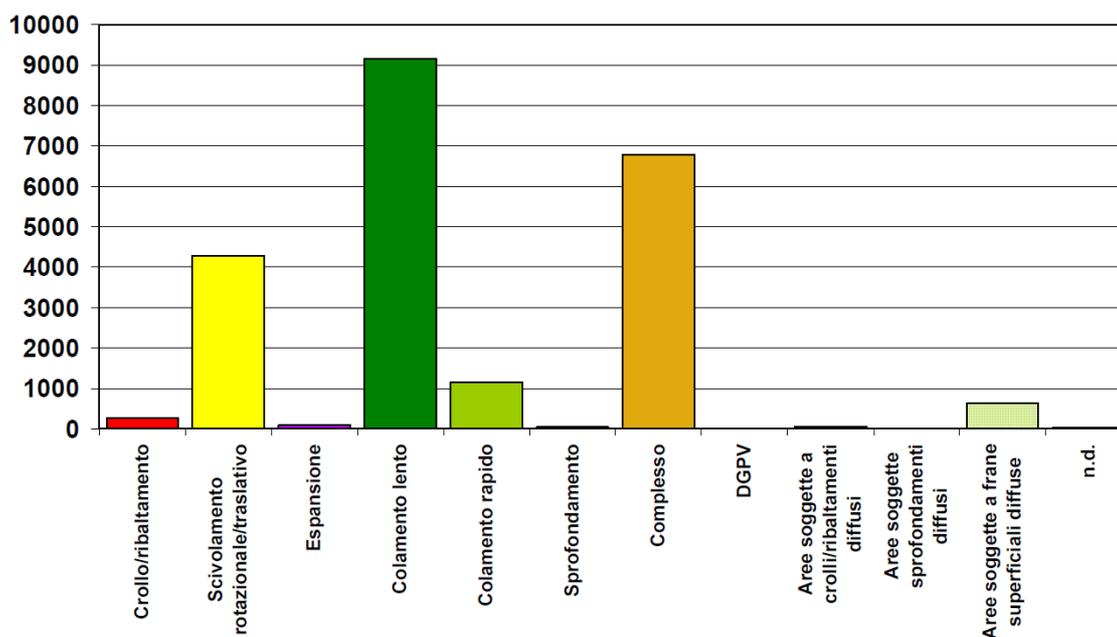


Figura 7: numero frane per tipologia di movimento (da Analisi del Dissesto da Frana in Molise, Aucelli & alii 2007)



In riferimento all'inventario IFFI pala WTG3 si trova a circa 20m di distanza dalla nicchia di distacco di una frana cartografata come scivolamento rotazionale/traslattivo. Nei dettagli della forma si evince che l'elemento è stato cartografato dal Rilevatore da INTERPRETAZIONE fatta a tavolino.

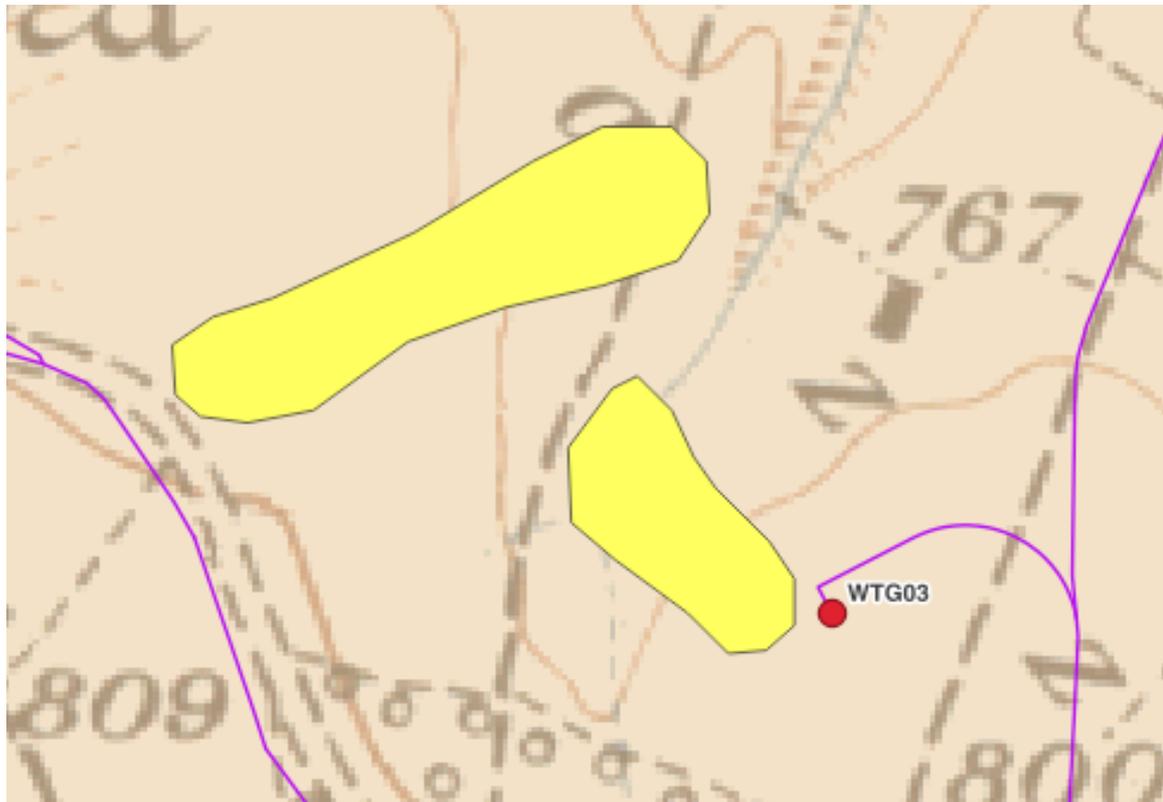


Figura 9: Interferenza Campo eolico con Inventario IFFI

Il sopralluogo eseguito il 06/10/2020, sia da terra sia con rilievo da drone, non ha evidenziato nessuna criticità da frana, né l'analisi storica di tutte le foto aeree/satellitari disponibili (da Google Earth e dal Portale Cartografico Nazionale) hanno evidenziato la presenza di una frana degna di nota. Ad avvalorare le nostre valutazioni, la stessa carta della pericolosità da frana dell'AdB Molise che non mostra per la stessa zona (la freccia blu) nessuna criticità da frana.

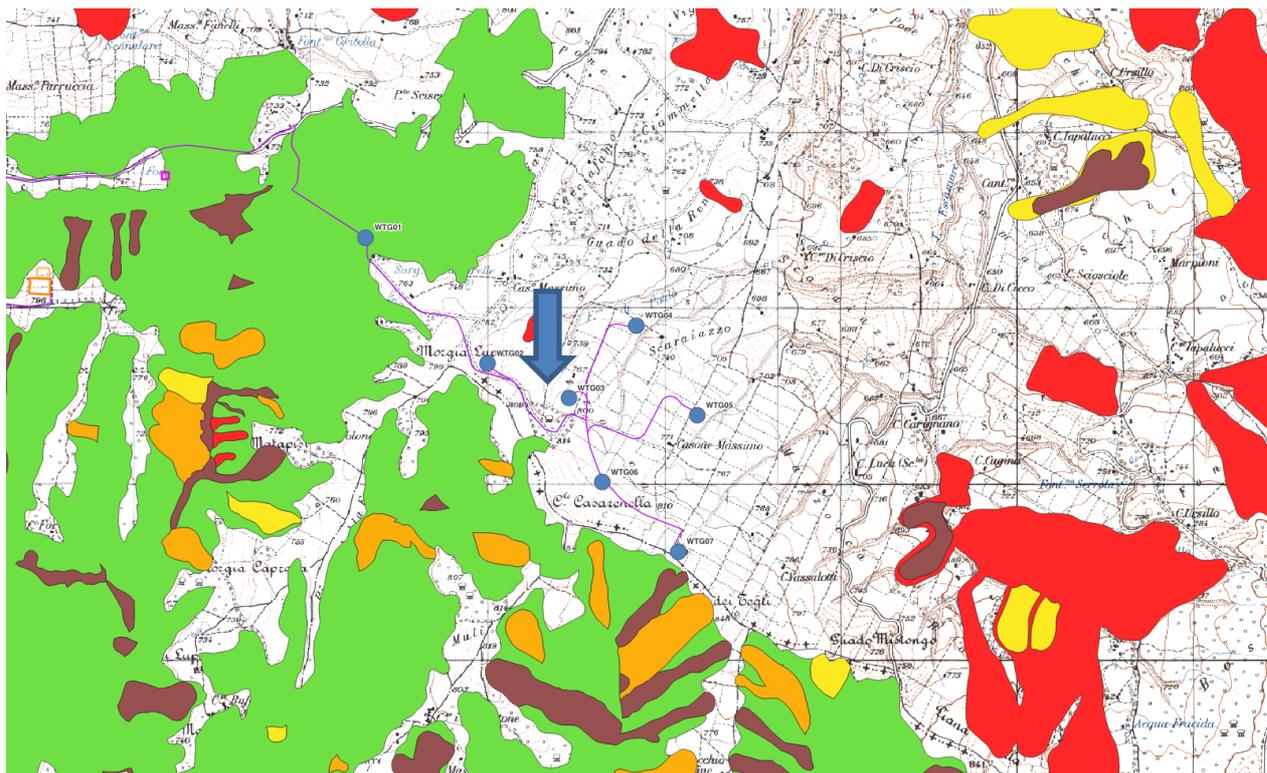


Figura 10: Stralcio Carta Pericolosità da Frana - Mosaicatura ISPRA



Figura 11: WTG 3 - foto da drone

## 6. CARATTERISTICHE SIMICHE

### 6.1 STORIA SISMICA DEL SITO

Prendendo a riferimento il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani dal 1000 al 2006 e l'Italian Seismological Instrumental and parametric data-base, dati resi disponibili dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con riferimento a una fascia di rispetto di 100km - con centro l'area oggetto di studio - è stato possibile individuare centinaia di terremoti innescatisi con magnitudo inferiore a 5M (in verde in Figura 12) ed una sessantina di terremoti che hanno superato la magnitudo di 5M (in rosso in Figura 12). Analizzando i dati, e nello specifico gli eventi sismici negli ultimi 1000 anni e la loro distanza dall'area oggetto di questo studio è stato possibile individuare terremoti che in alcuni casi hanno superato una magnitudine del 7° della scala Richter (terremoti molto forti, con seri danni in ampie arie), con una media di sismi del 5,5°M (terremoti forti, distruttivi) e una distanza media di occorrenza non lontana dai 25km.

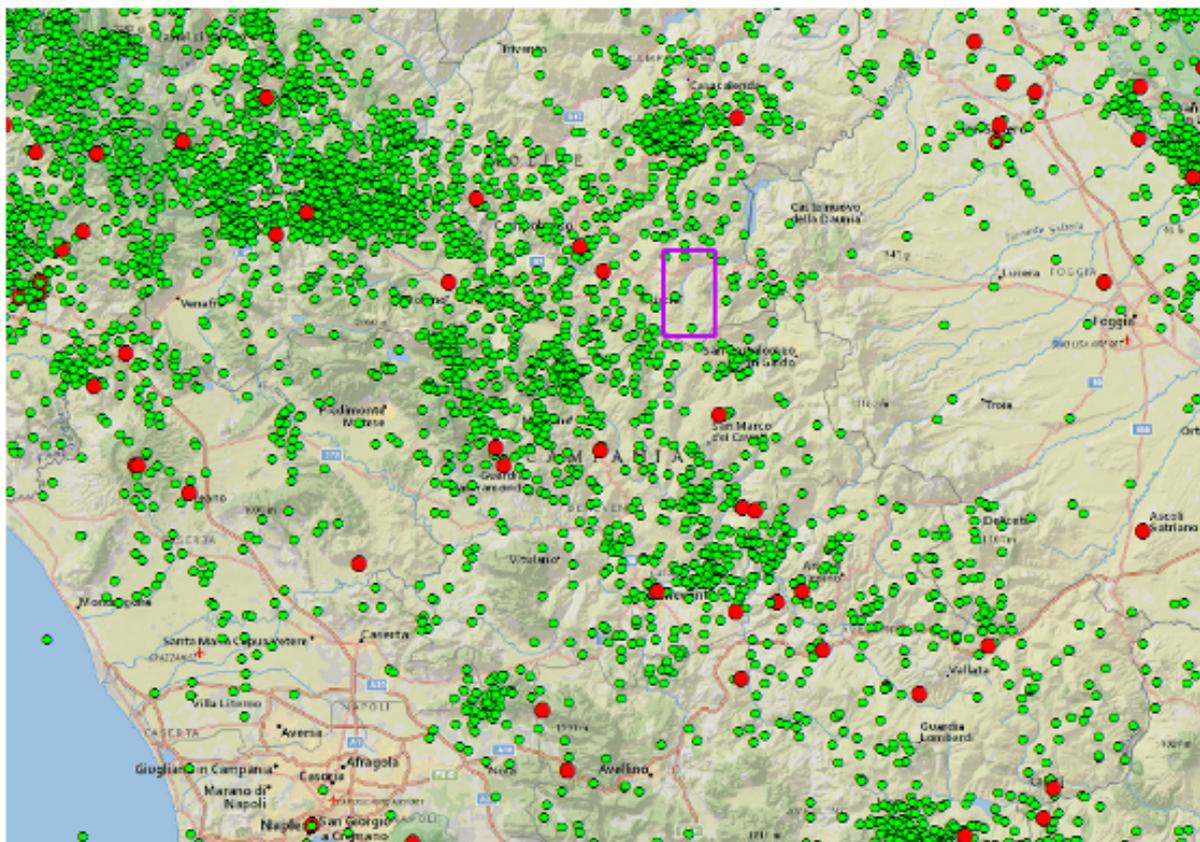


Figura 12: tralicio della carta della sismicità storica dell'area oggetto di studio

## 6.2 INDAGINI SISMICHE REALIZZATE

Nell'area di intervento è stata realizzata n°1 prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) con ubicazione in coordinate UTM 485415,43mE 4587207,23mN (Figura 20).



Figura 13: MASW nell'area di intervento, per la caratterizzazione sismica del sito

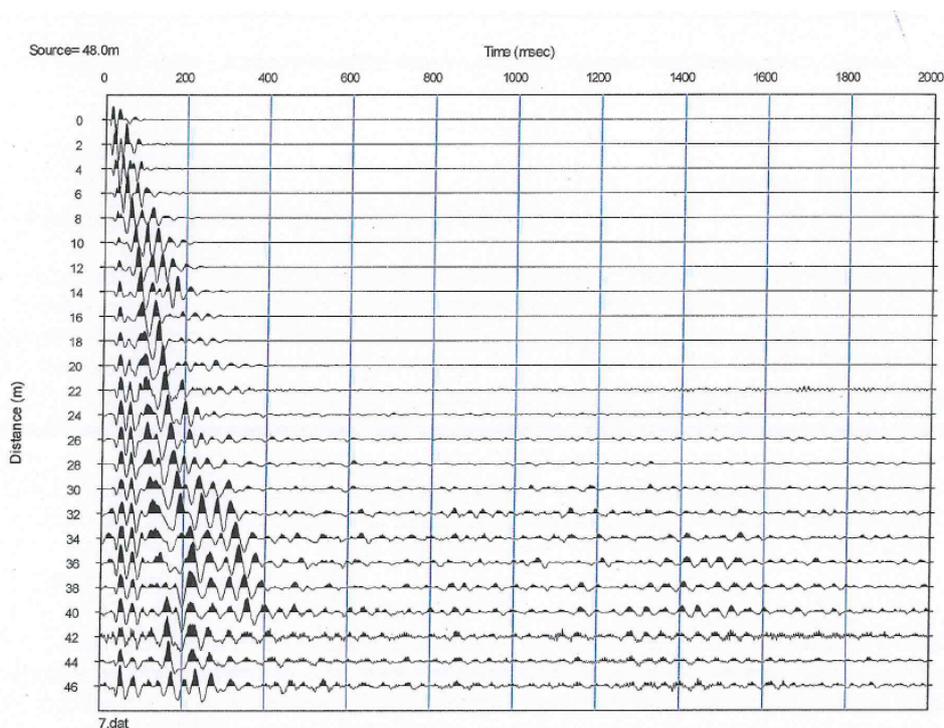


Figura 13: Sismogrammi registrati per la MASW

Depth (m)	S-velocity (m/s)	Density (kN/m <sup>3</sup> )	Modulus Shear (MN/m <sup>2</sup> )
0.00	323	18.60	197
0.63	299	18.60	169
1.30	252	18.60	120
2.04	223	18.60	94
2.83	246	18.62	115
3.67	323	18.73	199
4.57	373	18.81	267
5.52	388	18.89	290
6.52	351	18.91	238
7.58	329	19.00	209
8.70	350	19.15	239
9.86	402	19.24	316
11.09	471	19.28	435
12.36	560	19.37	620
13.70	636	19.49	805
15.08	668	19.55	890
16.52	679	19.65	924
18.02	636	19.67	812
19.57	597	19.77	717
21.17	520	19.77	545
22.83	491	19.88	488
24.54	495	20.00	499
26.30	515	20.00	541
28.12	652	20.16	874
33.75	989	20.34	2029

Figura 14: Modello Stratigrafico per Masw da 0 a 40m di profondità

Risultati della MASW per il sito specifico:

Piano di riferimento: 0m

**Vs30 (ora Vseq) : 440m/s**

**B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).**

## 6.3 PERICOLOSITÀ SISMICA

Data: 22/06/2021

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41.4357834 [°]  
 Longitudine (WGS84): 14.8260384 [°]  
 Latitudine (ED50): 41.4367638 [°]  
 Longitudine (ED50): 14.8269053 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	30545	41.427240	14.823890	1088.59
2	30546	41.426440	14.890560	5429.53
3	30324	41.476430	14.891670	6970.12
4	30323	41.477230	14.824960	4502.39

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.056	2.416	0.286
SLD	50	0.072	2.403	0.317
	72	0.084	2.442	0.335
	101	0.099	2.430	0.346
	140	0.116	2.440	0.359
	201	0.136	2.470	0.368
SLV	475	0.197	2.435	0.413
SLC	975	0.265	2.421	0.436
	2475	0.377	2.432	0.461

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.054	2.420	0.288
SLD	50	0.067	2.441	0.325
	72	0.079	2.472	0.346
	101	0.094	2.437	0.358
	140	0.108	2.499	0.360
	201	0.125	2.549	0.368
SLV	475	0.176	2.530	0.420
SLC	975	0.233	2.522	0.439
	2475	0.328	2.507	0.463

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.054	2.405	0.291
SLD	50	0.068	2.429	0.327
	72	0.082	2.426	0.340
	101	0.096	2.483	0.347
	140	0.110	2.525	0.352
	201	0.127	2.551	0.363
SLV	475	0.178	2.538	0.407
SLC	975	0.232	2.528	0.424
	2475	0.321	2.525	0.444

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.056	2.409	0.289
SLD	50	0.071	2.404	0.321
	72	0.085	2.418	0.339
	101	0.100	2.460	0.346
	140	0.115	2.489	0.351
	201	0.135	2.523	0.359
SLV	475	0.191	2.487	0.402
SLC	975	0.253	2.473	0.423
	2475	0.355	2.471	0.447

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.056	2.414	0.287
SLD	50	0.071	2.410	0.320
SLV	475	0.191	2.465	0.412
SLC	975	0.256	2.452	0.433

## 6.4 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000  
 Categoria sottosuolo: B  
 Categoria topografica:  
 T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Muri di sostegno NTC 2008

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.055	0.091
kv	0.006	0.008	0.028	0.046
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.655	0.833	2.252	2.885
Beta	0.180	0.180	0.240	0.310

### Paratie NTC 2008

Altezza paratia (H): 3.0 [m]  
 Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

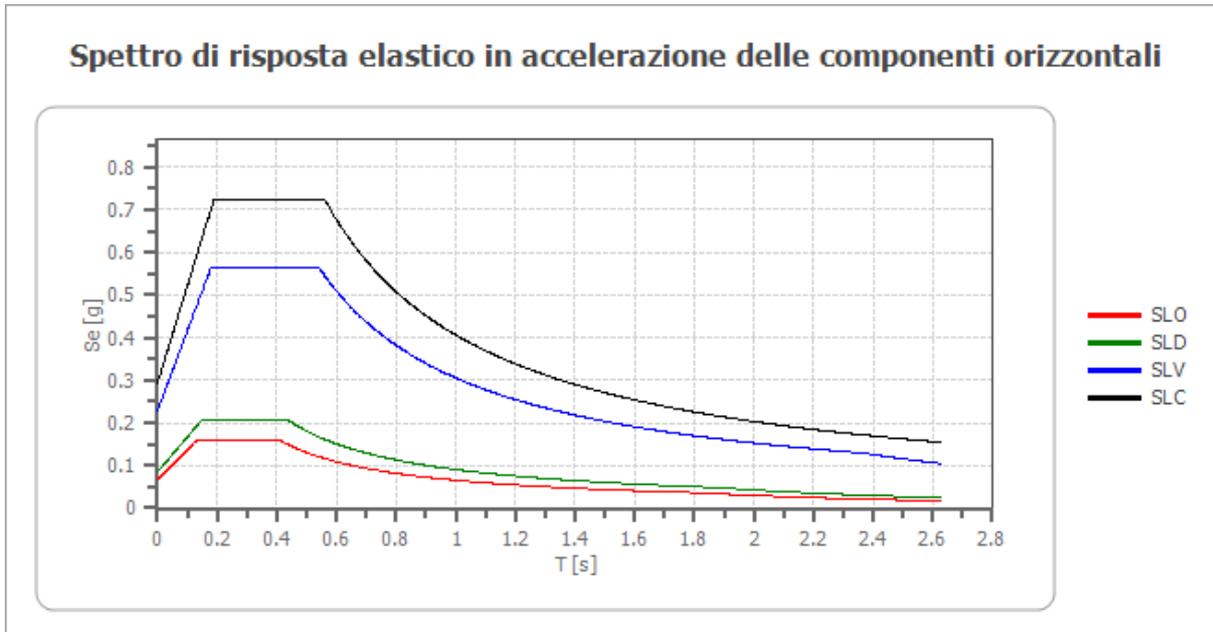
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.043	0.055	0.149	0.191
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.655	0.833	2.252	2.885
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.017	0.055	0.082
kv	0.007	0.008	0.028	0.041
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.655	0.833	2.252	2.885
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.040	0.087	--
kv	--	0.020	0.044	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.655	0.833	2.252	2.885
Beta	--	0.470	0.380	--

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.056	2.414	0.287	1.200	1.410	1.000	1.200	1.000	0.135	0.405	1.823	0.067	0.161
SLD	1.0	0.071	2.410	0.320	1.200	1.380	1.000	1.200	1.000	0.147	0.442	1.883	0.085	0.205
SLV	1.0	0.191	2.465	0.412	1.200	1.310	1.000	1.200	1.000	0.180	0.540	2.366	0.230	0.566
SLC	1.0	0.256	2.452	0.433	1.150	1.300	1.000	1.150	1.000	0.188	0.563	2.623	0.294	0.721

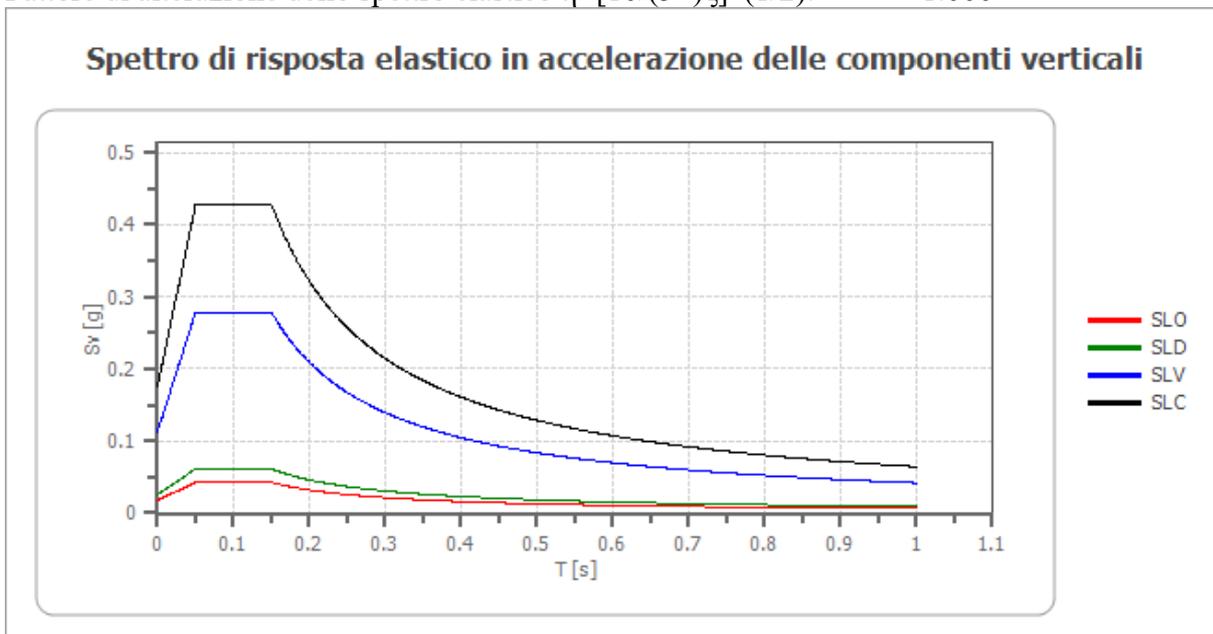
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

 Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1.000



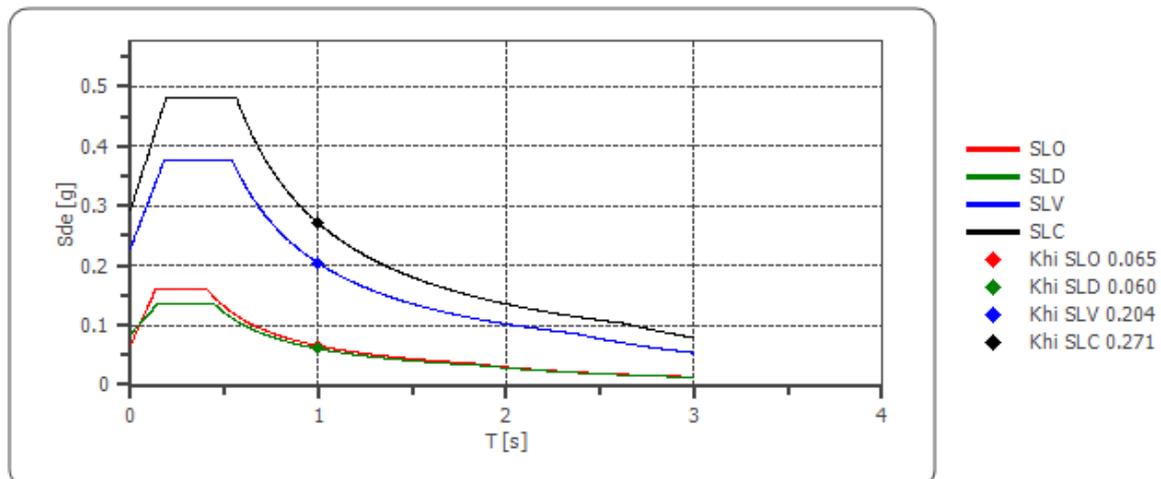
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.056	2.414	0.287	1	1.410	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.018	0.043
SLD	1.0	0.071	2.410	0.320	1	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.025	0.061
SLV	1.0	0.191	2.465	0.412	1	1.310	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.113	0.279
SLC	1.0	0.256	2.452	0.433	1	1.300	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.175	0.428

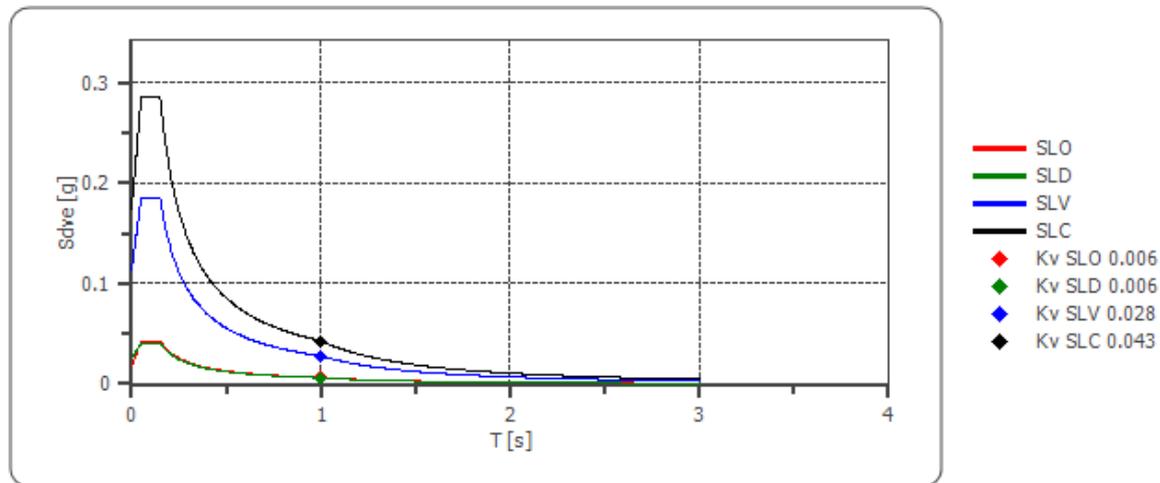
### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50  
 Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50  
 Periodo fondamentale  $T$ : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0.065	0.060	0.204	0.271
$k_{v} = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0.006	0.006	0.028	0.043

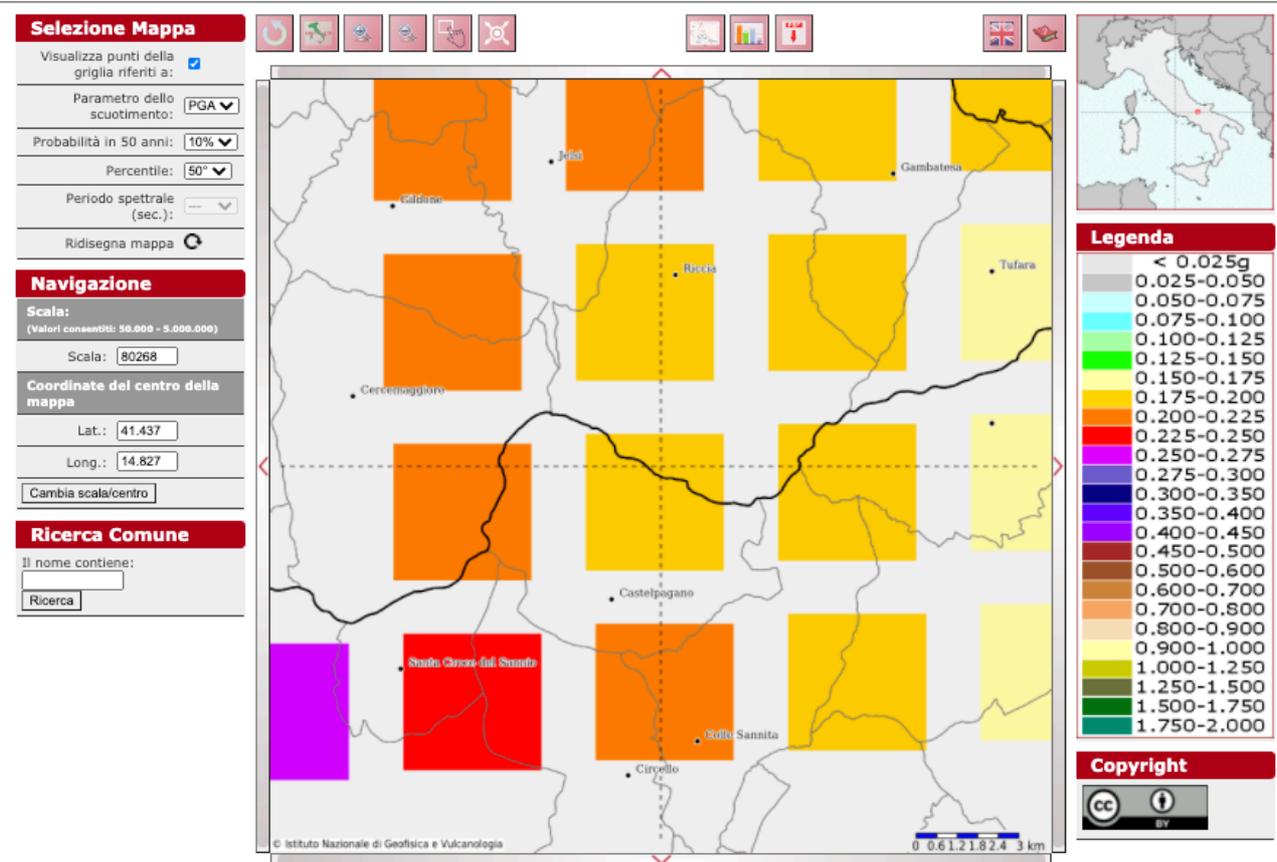
### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



**Spettro di progetto delle componenti verticali**


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.056	2.414	0.287	1.200	1.410	1.000	1.200	1.000	0.135	0.405	1.823	0.067	0.161
SLO verticale	1.0	0.056	2.414	0.287	1.200	1.410	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.018	0.043
SLD orizzontale	1.0	0.071	2.410	0.320	1.200	1.380	1.000	1.200	1.500	0.147	0.442	1.883	0.085	0.137
SLD verticale	1.0	0.071	2.410	0.320	1.200	1.380	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.025	0.041
SLV orizzontale	1.0	0.191	2.465	0.412	1.200	1.310	1.000	1.200	1.500	0.180	0.540	2.366	0.230	0.377
SLV verticale	1.0	0.191	2.465	0.412	1.200	1.310	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.113	0.186
SLC orizzontale	1.0	0.256	2.452	0.433	1.150	1.300	1.000	1.150	1.500	0.188	0.563	2.623	0.294	0.481
SLC verticale	1.0	0.256	2.452	0.433	1.150	1.300	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.175	0.286

### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

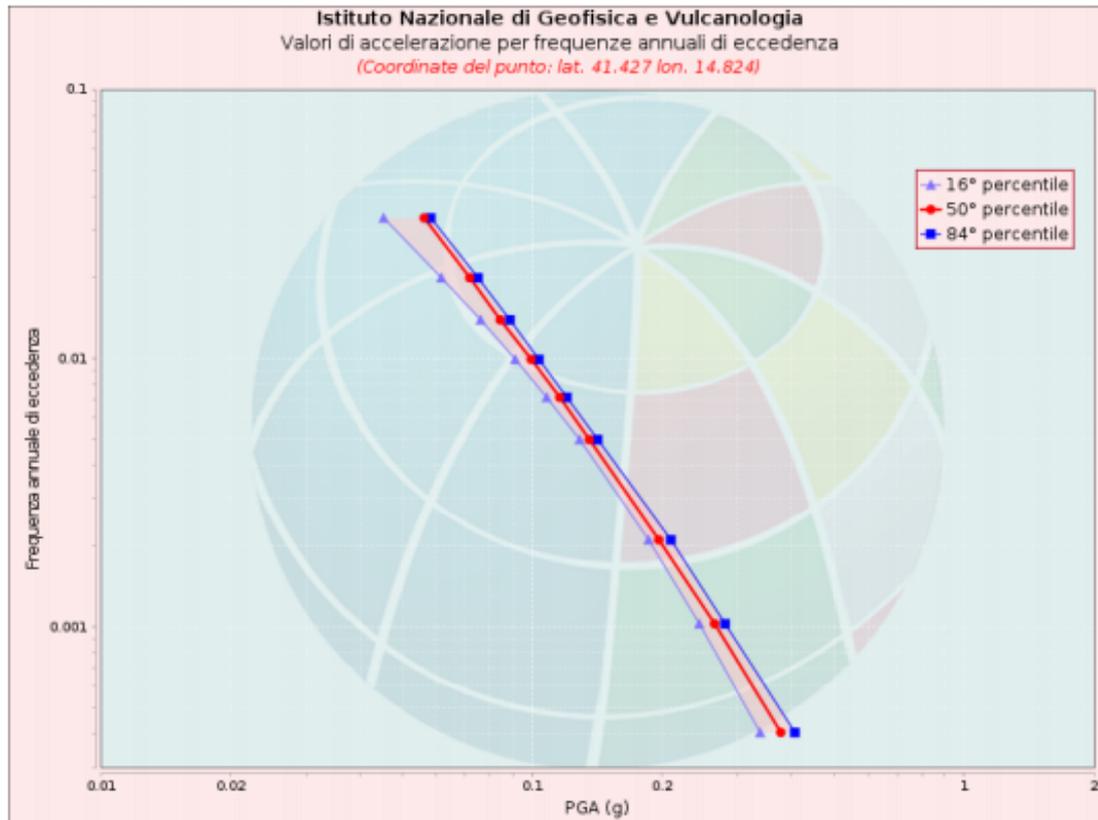


Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004) Informazioni sul nodo con ID: 30545 - Latitudine: 41.427 - Longitudine: 14.824

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A,  $V_{s30} > 800$  m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 30545 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

### Curva di pericolosità

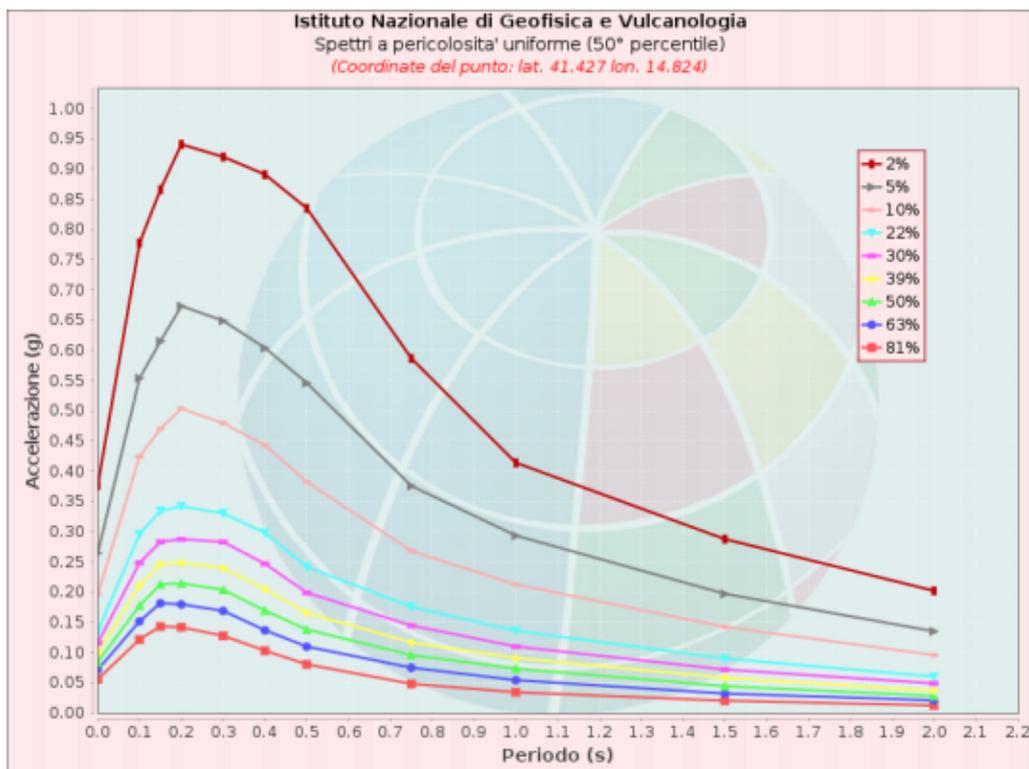
La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.337	0.377	0.406
0.0010	0.244	0.265	0.280
0.0021	0.186	0.197	0.210
0.0050	0.129	0.136	0.142
0.0071	0.108	0.116	0.120
0.0099	0.091	0.100	0.104
0.0139	0.076	0.084	0.089
0.0199	0.062	0.072	0.075
0.0332	0.045	0.056	0.058

### Spettri a pericolosità uniforme

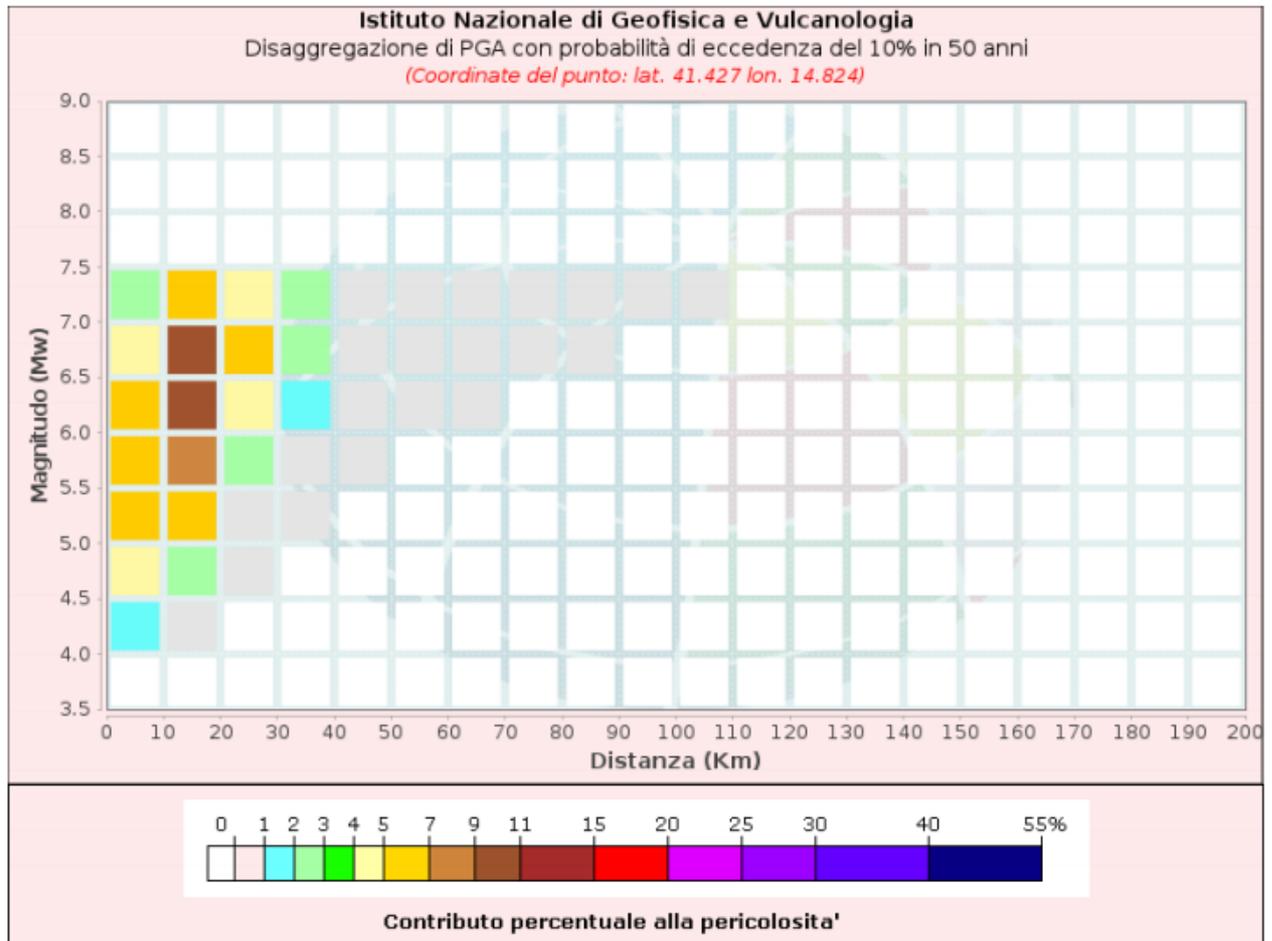
Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.377	0.778	0.866	0.941	0.920	0.891	0.835	0.587	0.414	0.288	0.202
5%	0.265	0.554	0.615	0.673	0.649	0.604	0.546	0.376	0.294	0.197	0.135
10%	0.197	0.425	0.470	0.504	0.480	0.443	0.383	0.268	0.213	0.143	0.096
22%	0.136	0.296	0.335	0.342	0.331	0.298	0.242	0.176	0.136	0.090	0.060
30%	0.116	0.249	0.283	0.288	0.283	0.247	0.199	0.145	0.110	0.072	0.049
39%	0.100	0.211	0.247	0.249	0.240	0.205	0.166	0.117	0.091	0.058	0.037
50%	0.084	0.178	0.213	0.215	0.204	0.170	0.138	0.096	0.074	0.045	0.028
63%	0.072	0.152	0.182	0.180	0.169	0.137	0.110	0.075	0.055	0.032	0.021
81%	0.056	0.122	0.144	0.142	0.128	0.103	0.081	0.048	0.035	0.021	0.013

**Grafico di disaggregazione**

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	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	1.2600	4.4900	6.0000	6.4700	5.7500	4.3200	2.1200	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.3490	2.3500	5.1400	7.9000	9.7100	9.8600	5.7500	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0151	0.5930	2.2400	4.3000	6.2100	4.4900	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.3530	1.5000	2.9900	2.5600	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.3050	0.9830	0.9160	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0321	0.3230	0.3590	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0905	0.1280	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0208	0.0621	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0239	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	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 = 6.2 ; distanza = 16.5 ; epsilon = 1.01

Caserta, 5 Luglio 2021

Geol. Vittorio Emanuele Iervolino

