

# PARCO EOLICO MONTE GIAROLO

Il Committente:



Sede Legale:

via Aldo Moro n. 28  
25043, Breno (BS)  
P.IVA e C.F. 04324160987

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA E DI  
PERICOLOSITA' SISMICA

Titolo:

COLLEGAMENTO SOTTOSTAZIONE  
PUNTO DI CONSEGNA



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
12/2022	AC SS	Emissione	12/2022	AC SS	12/2022	AC SS

Formato A4

DICEMBRE 2022

Commessa

Tip. impianto

Fase Progetto

Disciplina

Tip. Doc

Titolo

N. Elab

REV

22100

EO

DE

GE

R

01

0006

A

CONSULENZA GEOLOGICA A CURA DI:

I Tecnici:

Dott. Geol. Alessandro Canavero  
Dott.ssa Geol. Sabrina Santini

Studio Associato  
di Geologia Tecnica



Sede: Piazza Armando Diaz 11/5, 17100 Savona (SV)  
tel 019.813843 - 019.2051420 e-mail: geolab@studiogeolab.it

File: Monte\_Giarolo\_AL01\_2022\_Geologica\_finale\_Collegamento sottostazione punto di consegna.doc

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

---

**INDICE**

<b>0. SOMMARIO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. OGGETTO DELL'INCARICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.: .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INTERVENTO IN PROGETTO – COLLEGAMENTO ELETTRICO TRA SOTTOSTAZIONE UTENTE E PUNTO DI CONSEGNA .....</b>	<b>5</b>
<b>4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – COLLEGAMENTO ELETTRICO SOTTOSTAZIONE/PUNTO DI CONSEGNA .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1 GEOLOGIA .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2 DISSESTI .....</b>	<b>7</b>
<b>5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>11</b>
<b>6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>11</b>

## **0. SOMMARIO**

Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione geologica secondo il dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019, su incarico Loro conferito dalla 3R Energia S.r.l.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico del proponente 15 più Energia S.r.l. composto da 20 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2MW da collocare sotto i crinali montani che da Monte Chiappo raggiungono Monte Bogleglio e da Monte Roncasso a Monte Giarolo, nei territori comunali di Albera Ligure, Cabella Ligure e Fabbrica Curone.

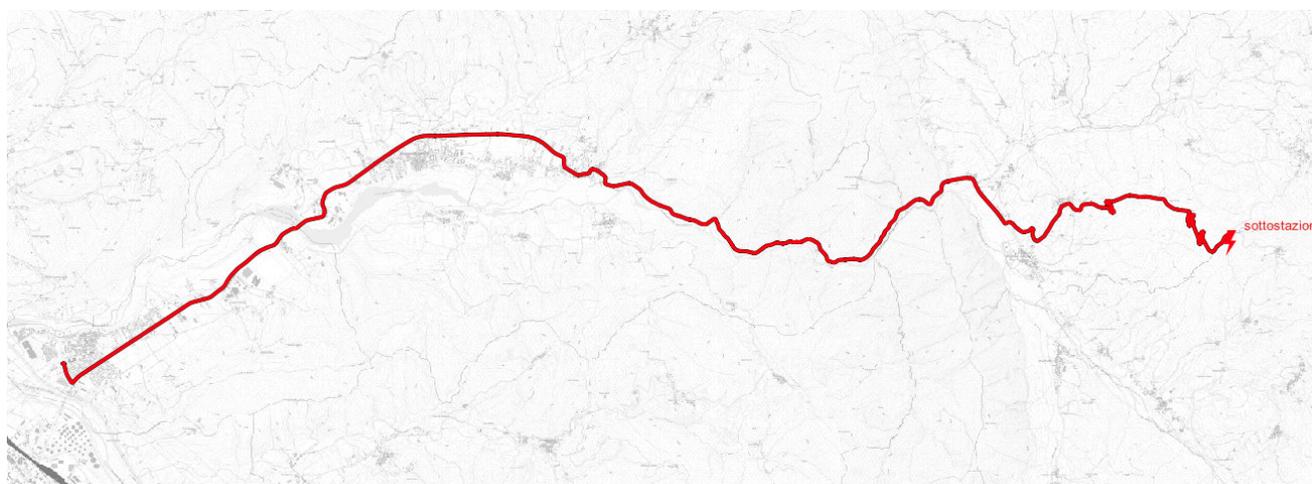
## **1. OGGETTO DELL'INCARICO**

Su incarico conferito dalla 3R Energia S.R.L., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Monte Giarolo e di tutte le opere accessorie e connesse.

Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PAI, repertorio cartografico della Regione Piemonte, ARPAP, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili sull'areale d'interesse e programmare il piano delle attività previste.

In sintesi, nell'ambito della stesura di questo elaborato, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono state eseguite le attività di rilevamento geomorfologico, geologico e sismico da cui sono emerse le principali caratteristiche del sito. Il presente lavoro è atto a definire le caratteristiche geologiche del sedime interessato dal nuovo progetto di costruzione del Parco Eolico Monte Giarolo. L'incarico consta nella stesura della relazione geologica e sismica propedeutica alla progettazione delle opere.

Il presente elaborato è stato specificatamente redatto per il collegamento elettrico tra la sottostazione utente in Comune di Albera Ligure ed il punto di consegna nel Comune di Vignole Borbera, opera che attraversa i comuni di Vignole Borbera, Borghetto Borbera, Cantalupo Ligure e Albera Ligure.



**Figura 1.1: Inquadramento dell'intervento su CTR**

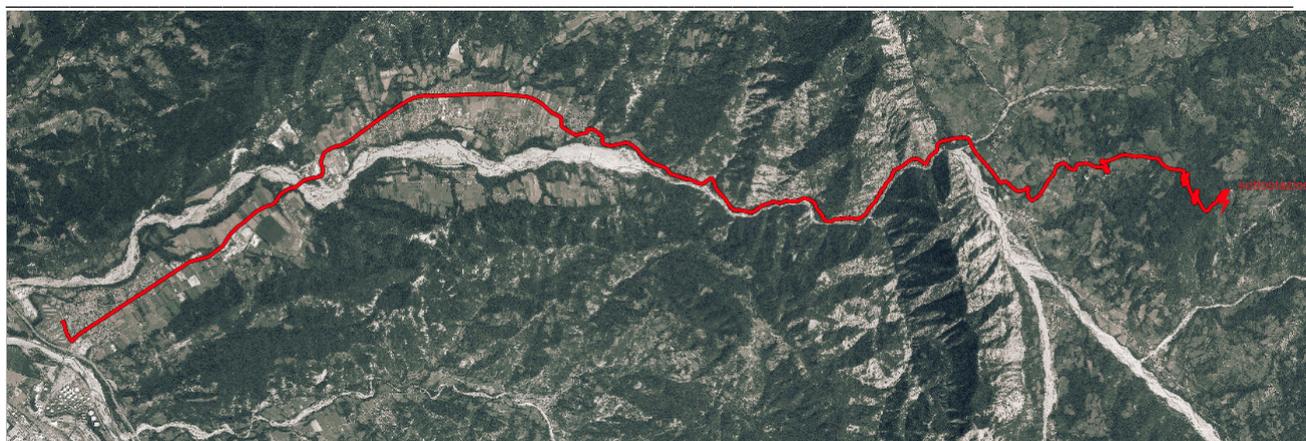


Figura 1.1: Inquadramento dell'intervento su ortofoto

## 2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.:

La presente indagine geologica è stata redatta in conformità al dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019; di seguito, in particolare, si pone in evidenza quanto indicato dalla normativa in merito alle finalità e ai contenuti della relazione geologica.

<b>D.M. 17/01/2018</b>	<b>Circolare C.S. LL.PP n° 7/2019</b>
<p><b>Paragrafo 3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</b> <b>Categorie di sottosuolo</b> 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, <math>V_s</math>. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità <math>V_S</math> per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.</p>	<p><b>Paragrafo C3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</b> Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno. Nei metodi semplificati è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici. In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4).). (omissis) ...</p>
	<p><b>Paragrafo C6: PROGETTAZIONE GEOTECNICA.</b> ... (omissis) <b>La caratterizzazione e modellazione geologica del sito, è propedeutica all'impostazione della progettazione geotecnica ... (omissis)</b></p>
<p><b>Paragrafo 6.1.2: PRESCRIZIONI GENERALI.</b> Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, <b>devono essere esposti in una specifica relazione geologica</b> di cui al § 6.2.1.</p>	
<p><b>Paragrafo 6.2: ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO.</b> Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;</li> <li>2. scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;</li> <li>3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);</li> <li>4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive;</li> <li>5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni;</li> <li>6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.</li> </ol>	
<p><b>Paragrafo 6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b> Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio,</p>	<p><b>Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b> La relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle</p>

<p>attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.</p> <p>La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.</p> <p>In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.</p> <p>Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche</p> <p><b>La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto.</b></p> <p>Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.</p>	<p>caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definito sulla base di specifiche indagini e prove.</p> <p>Tale relazione, che comprende quanto previsto al § 6.2.1 delle NTC, tiene conto dei seguenti aspetti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetto litostrutturale e stratigrafico, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra vari corpi geologici);</li><li>- caratteristiche geo-strutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti;</li><li>- processi morfo evolutivi e principali fenomeni geomorfologici presenti, con particolare riferimento a quelli di frana individuandone stato e tipo di attività, di erosione e di alluvionamento;</li><li>- caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea;</li><li>- risultati dello studio sismotettonico;</li><li>- assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismoindotti.</li></ul> <p>La relazione geologica sarà corredata dai relativi elaborati grafici quali: carte geologiche, idrogeologiche (con eventuale schema di circolazione idrica sotterranea) e geomorfologiche, sezioni geologiche, planimetrie e profili utili a rappresentare in dettaglio aspetti significativi, schema geologico di dettaglio alla scala dell'opera, carte dei vincoli geologico-ambientali e rapporto tecnico sulle indagini pregresse ed eseguite corredate da una planimetria con la loro ubicazione.</p> <p>Il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. Gli studi svolti devono condurre ad una valutazione delle pericolosità geologiche presenti e devono essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.</p>
--	---

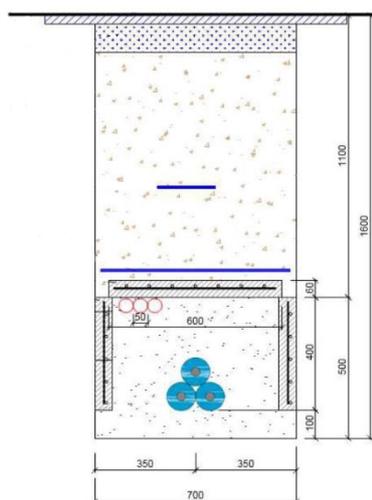
I contenuti del presente elaborato sono volti all'approfondimento del modello del sottosuolo al fine di fornire indicazioni per la progettazione dell'intervento.

Alla luce degli elementi emersi dalle indagini e dai rilievi svolti, si ritiene di poter esporre quanto segue.

### **3. INTERVENTO IN PROGETTO – COLLEGAMENTO ELETTRICO TRA SOTTOSTAZIONE UTENTE E PUNTO DI CONSEGNA**

#### **Posa cavidotto interrato AT di collegamento tra la sottostazione ed il punto di consegna**

Il percorso del cavidotto interno al campo sarà posto in corrispondenza della nuova strada di collegamento tra le turbine eoliche mentre il cavidotto di collegamento tra la sottostazione e la cabina primaria verrà collocato lungo la Strada Provinciale esistente avendo cura di posarlo in corrispondenza della banchina o dove non vi sono altri sottoservizi presenti, rispettando le disposizioni previste per legge e secondo le autorizzazioni dei proprietari delle strade.



I collegamenti su strada esistente asfaltata avranno una profondità massima di 1,70 m al cui interno verranno posati n. 3 cavi XLPE e un tritubo da 50 mm, gli stessi verranno prima ricoperti da uno strato di cemento magro e successivamente protetti da specifiche piastre di protezione in cav UX LK20/1 e LK20/3 come da immagine di seguito riportata.

Le tubazioni saranno, inoltre, segnalate nello scavo con un nastro monitore in PVC.

Il collegamento tra le turbine e la sottostazione avviene in un apposito cavidotto di nuova realizzazione ove si prevede di posare un tubo dn200 per ogni gruppo di turbine che vengono collegate in serie,

così da avere un cavidotto nel tratto terminale di n. 4 tubi dn200 che raggiungono la sottostazione di elevazione. Anche in questo caso si prevede la posa nella banchina della strada secondo le profondità dettate da Enel per i cavi di media tensione.

#### **4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – COLLEGAMENTO ELETTRICO SOTTOSTAZIONE/PUNTO DI CONSEGNA**

Il collegamento si diparte dalla sottostazione utente ubicata in Comune di Albera Ligure per giungere al punto di consegna ubicato in Comune di Vignole Borbera per uno sviluppo di circa 21 Km per la quasi totalità al di sotto di manto stradale.

Coordinate piane: EPSG 32632			
----	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
<b>Sottostazione Utente</b>	506240	4951901	705
<b>Punto di consegna</b>	490981	4950316	235

Relativamente alla geologia si è fatto riferimento a quanto contenuto nella carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 mentre relativamente ai dissesti si è fatto riferimento alle cartografie derivante da PAI, PRG, SIFRAP e DBGeo100 dove è evidente l'interferenza tra tracciato della connessione e fenomeni censiti.

#### **4.1 GEOLOGIA**

Oltre a depositi fluviali recenti ed attuali, lungo il tracciato della connessione affiorano le seguenti litologie evidenti nello stralcio cartografico allegato:

- **Argilliti di Pagliaro** (= « Membro di Cabella » della « Formazione dell'Albirola » di Abbate e Sagri) rappresentate con la sigla **E2. PC** - seguono in successione stratigrafica ai Calcari «di Monte Antola e sono costituite da una alternanza di strati calcarei, calcareo-marnosi, arenacei ed argillosi; lo spessore di questi ultimi aumenta progressivamente verso l'alto della formazione,

dove si sviluppano banchi potenti, cui si intercalano straterelli calcarei o arenacei. Il colore delle argille è scuro, nerastro, quello dei calcari e delle arenarie più chiaro.

- **Conglomerati di Savignone** rappresentati con la sigla **Ocg** sono conglomerati in grossi banchi mal definiti, con elementi eterometrici di calcare, pietre verdi, ecc.; se tra i costituenti di questi conglomerati prevalgono i calcari (la formazione sormonta le Argilliti di Pagliaro e i Calcati di Monte Antola) non mancano però, specialmente verso l'alto, livelli costituiti in prevalenza da elementi di pietre verdi di varia natura.
- **Formazione di Monastero**, rappresentata con la sigla **O<sup>3</sup>** poggia in continuità stratigrafica sui Conglomerati di Savignone ed è costituita da alternanze di argille marnose, arenarie in strati sottili e passate conglomeratiche; nella porzione superiore e media le arenarie diventano prevalenti e si presentano in strati e in banchi; alla base (Valle del Forno) sono localmente presenti marne argillose grigio-verdastre.

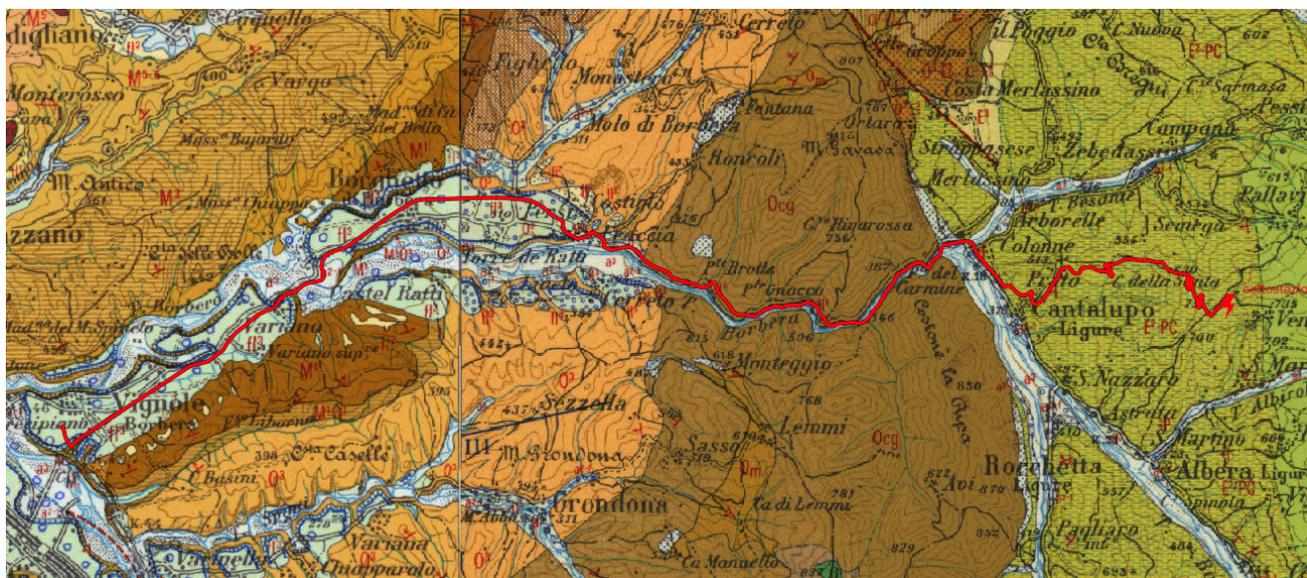
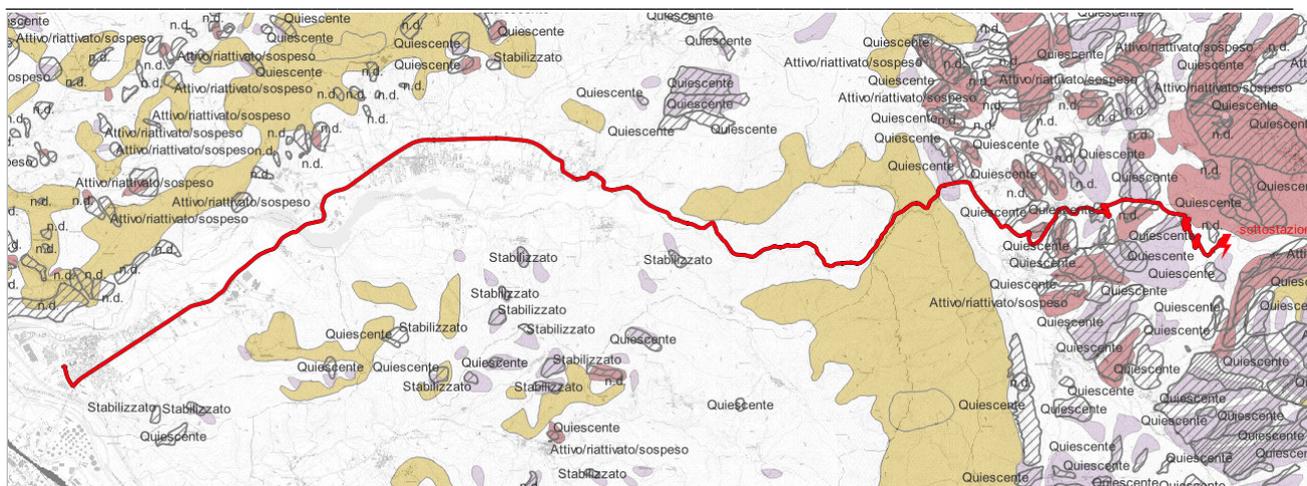


Figura 4.1.1: - Estratto Carta geologica d'Italia

#### 4.2 DISSESTI

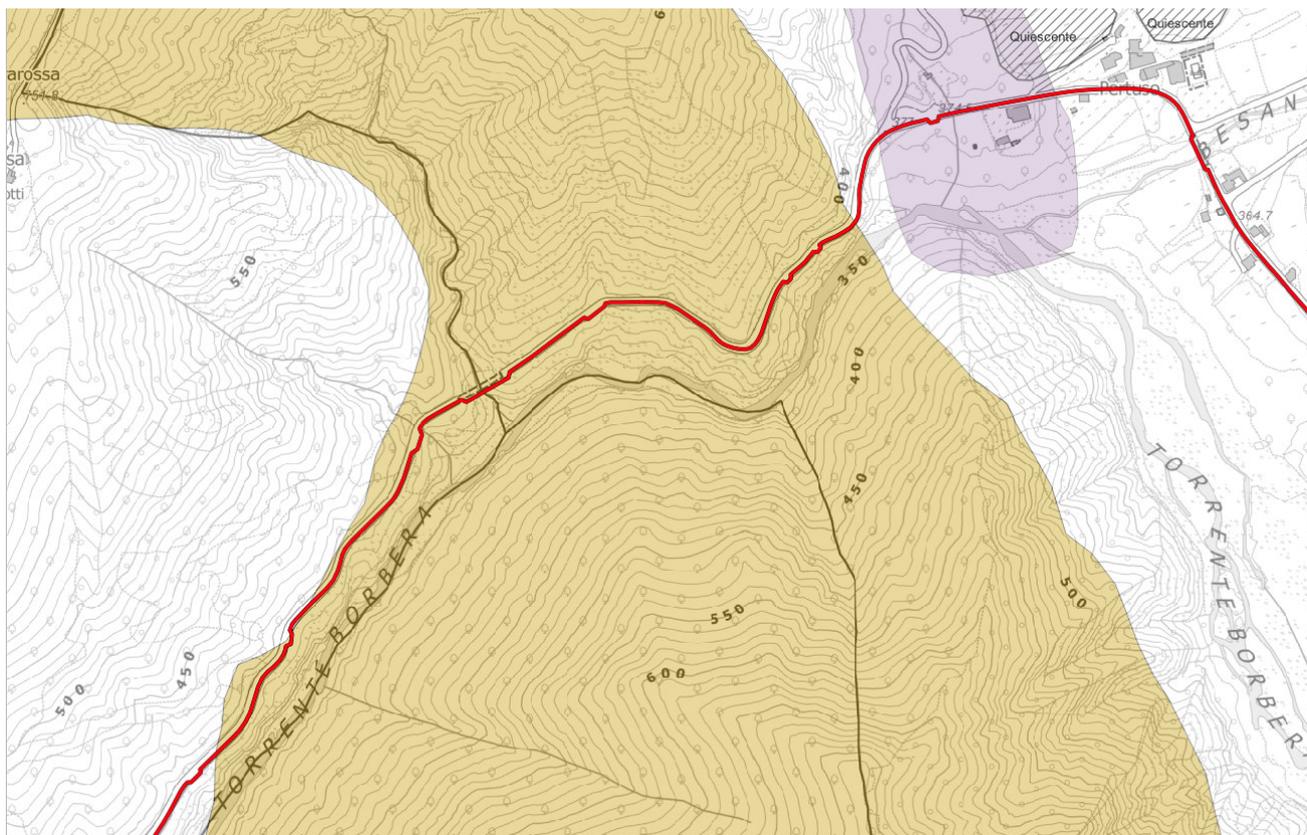
Il tracciato della connessione interferisce localmente con una serie di dissesti censiti entro la cartografia specializzata SIFRAP e DBGeo 100 ed in particolare presso le seguenti località:

- Località Pertuso nei Comuni di Borghetto di Borbera e Cantalupo Ligure
- Località Prato in Comune di Cantalupo Ligure
- Tra le Località Poggio Roncassi e Poggio Castagnola in Comune di Cantalupo Ligure.



**Figura 4.2.1: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI, PRG e DBGeo 100 (rigato SIFRAP, violetto DBGeo 100 frane quiescenti, marrone DBGeo 100 aree instabili intese come settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Si tratta di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali. Sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale)**

### LOCALITA' PERTUSO



**Figura 4.2.2: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI, PRG e DBGeo 100 – Località Pertuso**

Il tracciato risulta interessato da settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Si tratta di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali. Sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate

da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale) sia da una frana quiescente meglio definita come colamento detritico lento.

Le litologie presenti sono ascrivibili ai Conglomerati di Savignone ed alle loro coperture.



### LOCALITA' PRATO



Figura 4.2.3: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI, PRG e DBGeo 100 – Località Prato

Il tracciato della connessione risulta intersecare più dissesti definiti quiescenti con la dinamica di colamenti lenti.

Le litologie presenti sono ascrivibili alle argilliti di Pagliaro ed alle loro coperture.



Sede stradale lesionata

#### TRA LE LOCALITA' POGGIO RONCASSI E POGGIO CASTAGNOLA

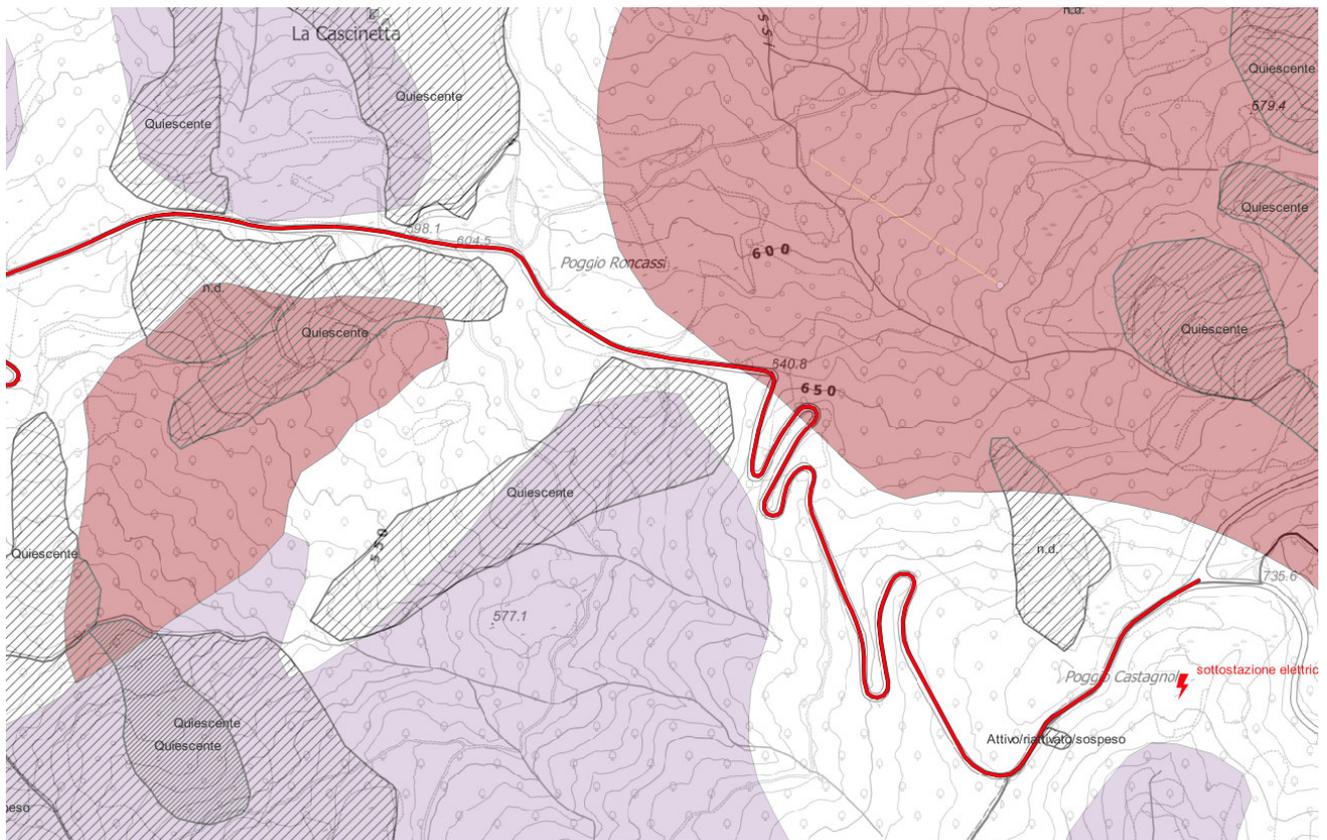


Figura 4.2.4: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI, PRG e DBGeo 100 – Tra Poggio Roncassi e Poggio Castagnola

Il tracciato della connessione risulta intersecare un dissesto definito attivo nelle litologie presenti che sono ascrivibili alle argilliti di Pagliaro ed alle loro coperture.



Muri di contenimento lungo la strada gravemente lesionati

### **5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

L'intervento prevede l'asportazione del manto asfaltico e la successiva incisione a mezzo di trencher per la posa dell'infrastruttura di connessione elettrica, tutti i materiali non definibili quali rifiuti saranno correttamente smaltiti presso centri autorizzati e/o riutilizzato presso siti compatibili previo sviluppo di apposita pratica di riutilizzo di terre e rocce da scavo con adeguate analisi chimico-fisiche.

### **6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI**

Si elenca di seguito tutto quanto può essere un utile riferimento decisionale per il progettista:

- **Rischio idrogeologico:**
  - Rischio frana attuale: potenziale/presente
  - Rischio frana potenziale: presente
  - Rischio di esondazione attuale: assente
  - Rischio di esondazione potenziale: assente
  - Rischio di erosione concentrata o accelerata su versante attuale: presente
  - Rischio di erosione concentrata o accelerata su versante potenziale: presente
  - Rischio di crollo massi attuale: presente come piccoli distacchi
  - Rischio di crollo massi potenziale: presente come piccoli distacchi.
- **Rischio sismico: medio, con un sisma "storico" con  $M_w > 6.7$ .**
  - Rischio liquefazione attuale: da valutare a seguito di indagine geognostica
  - Rischio liquefazione potenziale: da valutare a seguito di indagine geognostica
- **Rischio cavità: assente.**

#### **PRESCRIZIONI**

L'intervento in progetto è un intervento accessorio al Parco Eolico Monte Giarolo, per l'esecuzione del quale si forniscono qui le seguenti prescrizioni operative minime e che dovranno essere soggette a revisione in fase esecutiva:

- tutte le opere in progetto dovranno rispettare le distanze dai corsi d'acqua come previsto dalla normativa vigente con particolare riferimento al R. D. 523/1904 e relativa normativa regionale e di bacino;
- in sito dovrà essere sviluppata una corretta rete di regimazione delle acque meteoriche tale da permettere la laminazione dei deflussi e la parziale infiltrazione nel piazzale. Mentre lungo le superficie di neoformazione l'infiltrazione dovrà essere totalmente impedita al fine di mantenere inalterate le capacità tecnico-meccaniche dell'ammasso roccioso;

- 
- non si potranno effettuare accumuli di materiale senza appositi contenimenti;
  - preliminarmente ad ogni operazione prevista si dovranno eseguire delle attività di ispezione e controllo del sito e delle porzioni limitrofe allo stesso al fine di evidenziare e risolvere qualsiasi criticità;
  - dovranno essere intrapresi tutti gli accorgimenti possibili per evitare cedimenti ed affossamenti del manto stradale in prossimità del sedime di posa della linea di collegamento;
  - per tutte le opere che localmente interferiranno con zone di dissesto segnalate in cartografia ed evidenti sul terreno, è necessario provvedere con soluzioni progettuali idonee; particolarmente tali soluzioni dovranno ridurre l'azione ipogea di eventuali deflussi di circolazione.

Si evidenzia, infine, che tutte le verifiche dovranno essere effettuate a seguito di idonea campagna geotecnica considerando un efficace sistema di drenaggio delle acque superficiali su tutto il fronte, condizione necessaria per il mantenimento dei fattori di sicurezza calcolati.

Savona, li dicembre 2022

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)