

# PARCO EOLICO BRIC CIAN DE VACHE'

Il Committente: **Duferco**  
**Sviluppo**

Sede Legale DUFERCO Sviluppo S.p.A. :  
via Armando Diaz n. 248  
25010, San Zeno Naviglio (BS)  
P.IVA e C.F. 03594850178

Oggetto: **RELAZIONE GEOLOGICA E DI  
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo: **RELAZIONE IDROGEOLOGICA**



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
04/2024	AC/SS	Emissione	04/2024	AC/SS	04/2024	AC/SS

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

APRILE 2024

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
23016	EO	DE	GE	R	09	0005	A

RICERCA, SVILUPPO E COORDINAMENTO IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI A CURA DI:



Sede Amministrativa e Operativa  
via Benessia, 14 12100 Cuneo (CU)  
tel 335.6012098  
e-mail: emmecsrts@gmail.com

Geom. Domenico Bresciano

ANALISI GEOLOGICA A CURA DI:

**Studio Associato  
di Geologia Tecnica**



Sede Legale: Piazza Diaz n. 11/5 - 17100 SAVONA (SV)  
TEL. 331.2334884/393.5172231, email geolab@studiogeolab.it  
Website: geolab@studiogeolab.it

I Tecnici:

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini  
Dott. Geologo Alessandro Canavero

File: testalino relazione geologo 2010.dwg

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 NORMATIVI: .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INTERVENTO IN PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>12</b>
<b>5. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO .....</b>	<b>12</b>
<b>5.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO</b>	<b>13</b>
<b>6. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE .....</b>	<b>13</b>
<b>7. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO .....</b>	<b>18</b>
<b>8. MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SITO .....</b>	<b>18</b>
<b>9. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO .....</b>	<b>18</b>
<b>10. INTERFERENZA CON OPERE DI DERIVAZIONE IDRICA – POZZI, SORGENTI E OPERE DI PRESA.</b>	<b>20</b>
<b>11. INTERFERENZA CON I VINCOLI IMPOSTI DALLA PIANIFICAZIONE A SCALA DI BACINO.....</b>	<b>21</b>
<b>12. CONSIDERAZIONI FINALE. ....</b>	<b>23</b>

## 0. SOMMARIO

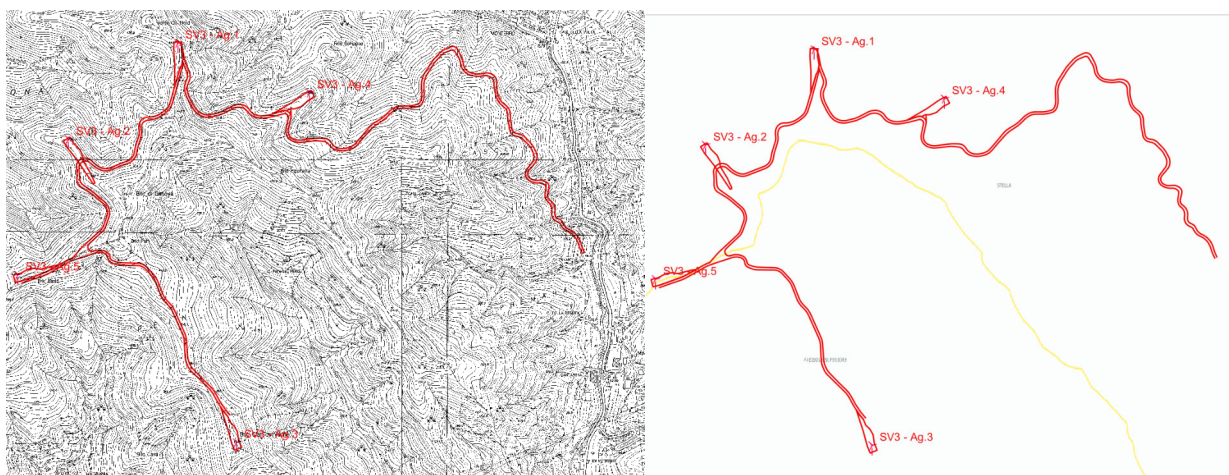
Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato 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 Duferco Sviluppo S.p.A.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico composto da 5 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2 MW, per una potenza globale di 31 MW, da collocare sotto i crinali montani che dal Bric Cian de Vache raggiungono Bric Schiapao passando per Monte Casella, Bric Pein, Bric di Genova e Monte Ciri Nord nel territorio Comunale di Albisola Superiore e Stella (SV).

## 1. OGGETTO DELL'INCARICO

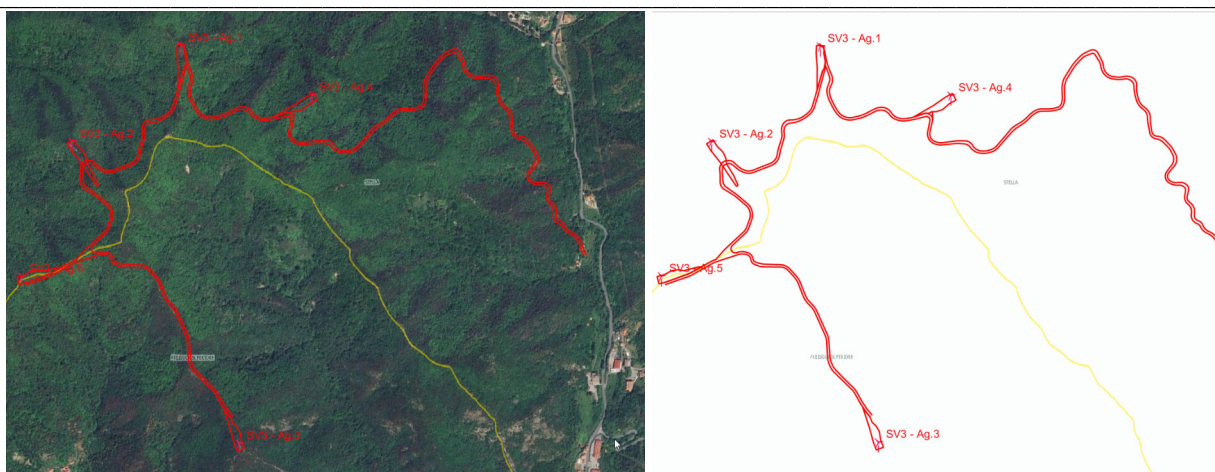
Su incarico conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Ric Cian de Vache e di tutte le opere accessorie e connesse.

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, PdB, repertorio cartografico della Regione Liguria, ARPAL, 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 Stella. L'incarico consta nella stesura della relazione idrogeologica propedeutica alla progettazione globale delle opere.



**Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR Regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'ambito amministrativo/territoriale.**



**Figura 1.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico, strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.**

## **2. PREMESSE E RIFERIMENTI NORMATIVI:**

Per quanto riguarda l'istanza relativa al presente progetto, si è fatto riferimento alle prescrizioni previste dall'Autorità di Bacino competente, ed in particolare alle seguenti leggi e/o decreti nazionali e/o regionali:

- R.D. n°1285 del 14/08/1920: "Regolamento per le derivazioni e utilizzazioni di acque pubbliche";
- D. M. del 16/12/1923: "Norme per la compilazione dei progetti di derivazione d'acqua";
- R.D. n°1775 del 11/12/1933: "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Regio Decreto n°2174 del 18/08/1934: "Disciplina delle acque sotterranee";
- Legge n°464 del 04/08/1984: "Obblighi di informazione al Servizio Geologico";
- Decreto del Presidente della Repubblica n°236 del 24/05/1988: "Norme tecniche per lo scavo, la perforazione, la manutenzione e la chiusura di pozzi d'acqua";
- Decreto Legislativo n°275 del 12/07/1993: "Riordino in materia di concessione di acque pubbliche";
- Legge n°36 del 05/01/1994: "Disposizioni in materia di risorse idriche";
- Decreto del Presidente della Repubblica n°238 del 18/02/1999: "Regolamento recante norme per l'attivazione di talune disposizioni della L.36/94 in materia di risorse idriche";
- Legge n°136 del 30/04/1999: "Norma per il sostegno ed il rilancio dell'edilizia residenziale pubblica e per interventi in materie di opere a carattere ambientale";
- Decreto Legislativo n°152 del 11/05/1999: "Testo unico sulla tutela delle acque dall'inquinamento";
- Decreto Legislativo n°258 del 18/08/2000: "Disposizioni correttive e interpretative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n°152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n°128";
- Decreto Legislativo n°152 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale";
- Deliberazione del Consiglio regionale n.11 del 29 marzo 2016 Aggiornamento Piano di Tutela delle acque



I contenuti del presente elaborato sono volti all'approfondimento del modello idrogeologico del sito 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**

#### **PARCO BRIC CIAN DE VACHE**

Al fine di semplificarne la trattazione il sito non è stato suddiviso in diverse zone unite dalla strada di collegamento, ma è stato trattato come un unico sito che dipartendosi dal Monte Cian de Vache (metri 380 s.l.m.) raggiungono le pendici del Bric Schiapao (metri 330 s.l.m.) passando per Bric di Genova (metri 483 s.l.m.) e Monte Ciri Nord (metri 450 s.l.m.)

L'ubicazione di tali aerogeneratori in coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N, è di seguito riportata:

<b>Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N</b>			
<b>AEROGENERATORE</b>	<b>COORD. X</b>	<b>COORD. Y</b>	<b>COORD. Z</b>
<b>AG01</b>	459129	4914202	433.5
<b>AG02</b>	458744	4913862	439.5
<b>AG03</b>	459337	4912794	380.3
<b>AG04</b>	459594	4914027	329
<b>AG05</b>	458565	4913384	416.5

I principali elementi in progetto sono i seguenti.

#### **PIAZZOLA DI MONTAGGIO**

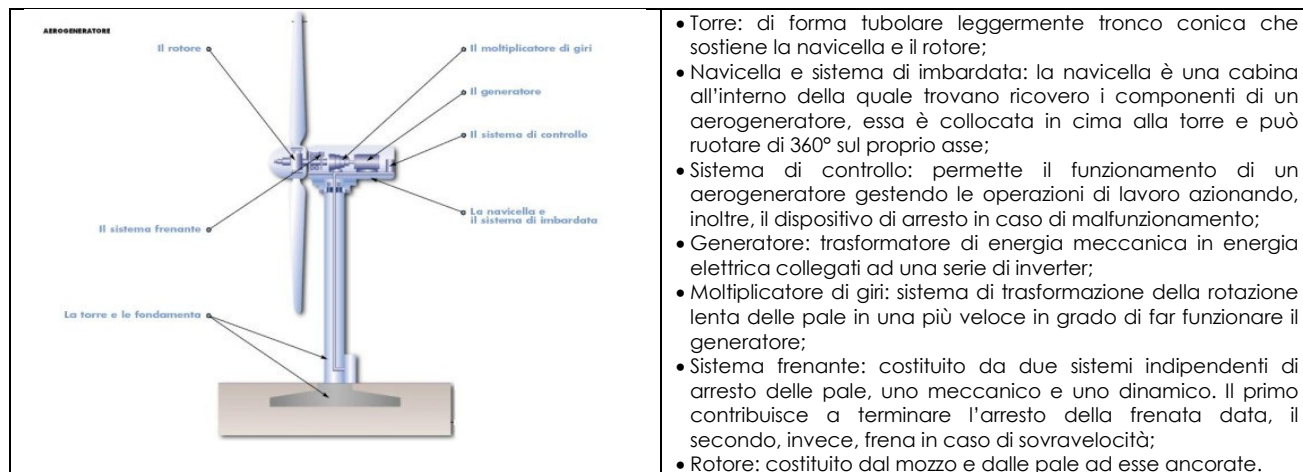
Per ogni aerogeneratore si prevede la realizzazione di una piazzola dalla forma variabile, e avente una superficie totale media di circa 4600 mq, tale superficie, una volta terminata la fase di cantiere, verrà in parte ripristinata ed in parte trasformata in strada di accesso al sito, lasciando un'area effettiva permanente ridotta rispetto a quella necessaria per il montaggio degli aerogeneratori. Com'è possibile vedere nelle tavole specifiche la posizione delle piazzole sul territorio segue a grandi linee l'orografia del terreno andandosi a incastrare all'interno delle forti pendenze che caratterizzano l'area. La piazzola di montaggio dell'aerogeneratore costituisce lo spazio di montaggio e successivamente manovra delle gru che permetteranno l'assemblaggio dei vari componenti degli aerogeneratori

#### **AEROGENERATORI**

Gli aerogeneratori, tipo Vestas V162 che verranno utilizzati saranno di potenza nominale di 6,20 MW, altezza al mozzo del rotore pari a 125 m per una altezza complessiva di 206 metri. Il montaggio di dette strutture avverrà secondo schemi prestabiliti e collaudati da imprese specializzate. I mezzi

principali utilizzati saranno le gru collocate nella piazzola riservata all'assemblaggio; nello specifico due saranno le gru necessarie, la prima, di dimensioni contenute, utilizzata principalmente per la fase di scarico dei componenti dai mezzi di trasporto mentre la seconda verrà utilizzata per il loro sollevamento e montaggio. Questa seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata alla minore distanza possibile rispetto al centro del posizionamento del pilone principale.

La struttura degli aerogeneratori e i loro componenti principali sono di seguito descritti.



### **STRUTTURE DI FONDAZIONE**

Le torri degli aerogeneratori verranno fissate al terreno attraverso un sistema fondale costituito da un plinto di fondazione di 22 metri di diametro per una altezza variabile di circa 4.00 metri dotato di pali di fondazione di tipo trivellati opportunamente calcolati ed immorsati nelle porzioni più sane ed inalterate del substrato roccioso. Sebbene per tutti gli aerogeneratori sia stata effettuata una campagna di rilievi geomeccanici in sito, la necessità d'uso e l'esatta lunghezza di tali fondazioni indirette dovrà essere calcolata turbina per turbina a seguito di indagini a carotaggio con recupero di campione, indagini geotecniche e geomeccaniche di laboratorio ed indagini geofisiche specifiche quali downhole e crosshole. Tali strutture di fondazione saranno opportunamente strumentate al fine di monitorarle in corso di edificazione e di funzionamento. La parte superiore delle fondazioni sarà di circa 20 cm sopra al piano campagna mentre il resto della fondazione verrà interrata ed il terreno sovrastante la stessa, rinverdito per una migliore mitigazione. Al pari dell'interramento della fondazione anche le scarpate generate dai fronti di scavo per la loro realizzazione verranno adeguatamente stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica e inerbite allo scopo di ridurre l'effetto erosivo delle acque meteoriche che verranno comunque raccolte in canalette posate a terra e convogliate in impluvi naturali.

### **ADEGUAMENTO E REALIZZAZIONE VIABILITA'**

Nella definizione del layout di progetto si è tenuto conto sia della viabilità esistente (sentieri) sia della necessità di realizzare nuovi tratti stradali laddove non siano presenti tracciati di alcun genere o dove non siano idonei quelli presenti.

Il trasporto delle pale e dei conci, ma anche dei mezzi necessari per il loro montaggio e la realizzazione delle opere, avviene mediante utilizzo di mezzi di trasporto eccezionale le cui dimensioni possono superare i trenta metri di lunghezza. Per tale motivo le strade da percorrere devono rispettare

delle specifiche caratteristiche dimensionali e costruttive (per esempio la pendenza o la stratificazione del pacchetto stradale) solitamente indicati dai trasportatori.

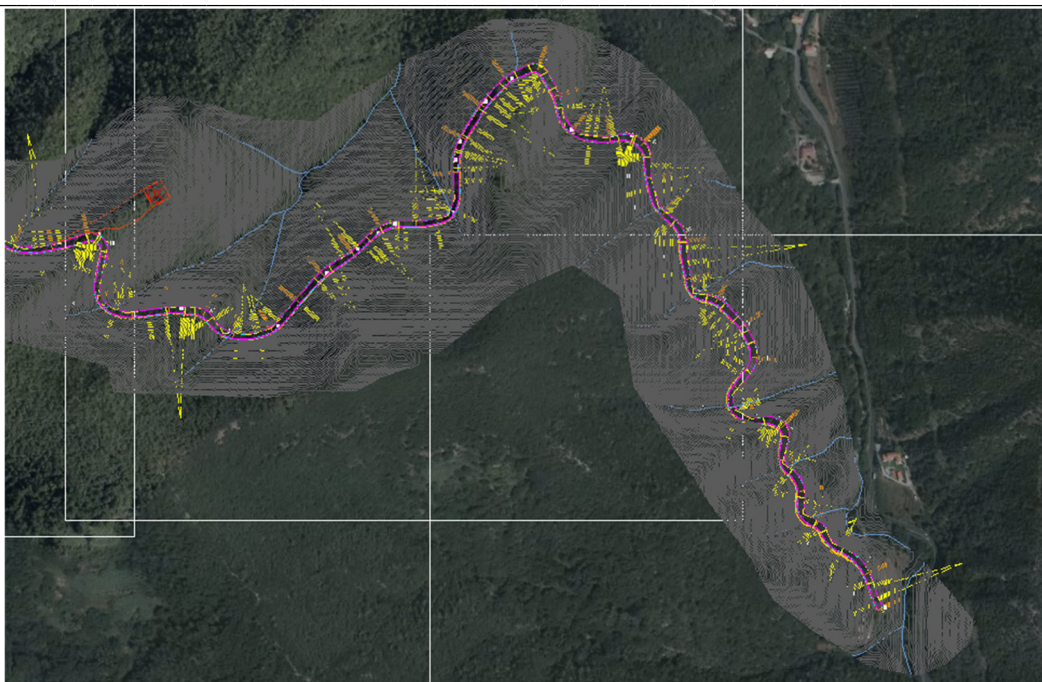
Nel complesso si può classificare due tipologie di viabilità: la strada di collegamento interna e la strada di accesso all'impianto eolico.

#### *STRADA DI ACCESSO*

Come da relazione di progetto con il termine "strada di accesso" all'impianto si intendono tutte quelle vie che collegano il parco eolico (in quota) con la, semplificando il termine, valle.

Il progetto prevede la realizzazione di una strada di accesso al parco eolico che dalla Strada Provinciale 334, dopo la località Vetriera, sale a ovest fino a raggiungere il versante interessato dal parco eolico, per una lunghezza complessiva di circa 2,5 km. Gli interventi di realizzazione della strada si rendono necessari in quanto in sito o non risulta presente nessuna struttura viari, seppur minima, oppure appaiono presenti solo sentieri pedonali o per biker che non rispondono assolutamente al transito dei mezzi previsti. Tra gli interventi necessari per garantire l'accesso dei mezzi da cantiere pesanti è presente la realizzazione di nuovo ponte di attraversamento del Torrente Riobasco.





La nuova carreggiata avrà una larghezza di circa 7 metri e, poiché non sono presenti strade alternative per raggiungere i versanti su cui insisteranno gli aerogeneratori, sarà di carattere permanente e realizzata con sottofondo in misto naturale. Vista la natura degli interventi, la situazione orografica e la necessità di mettere in sicurezza il versante a monte ed a valle della nuova strada di accesso si prevedono disgaggi, opere di consolidamento (pali, tiranti, ecc.), e la messa in opera di opere di protezione dei versanti di tipo attivo e passivo, a seconda delle singole necessità locali.

Di seguito sono riportate delle sezioni indicative della conformazione di progetto estratte dal progetto della strada di accesso.



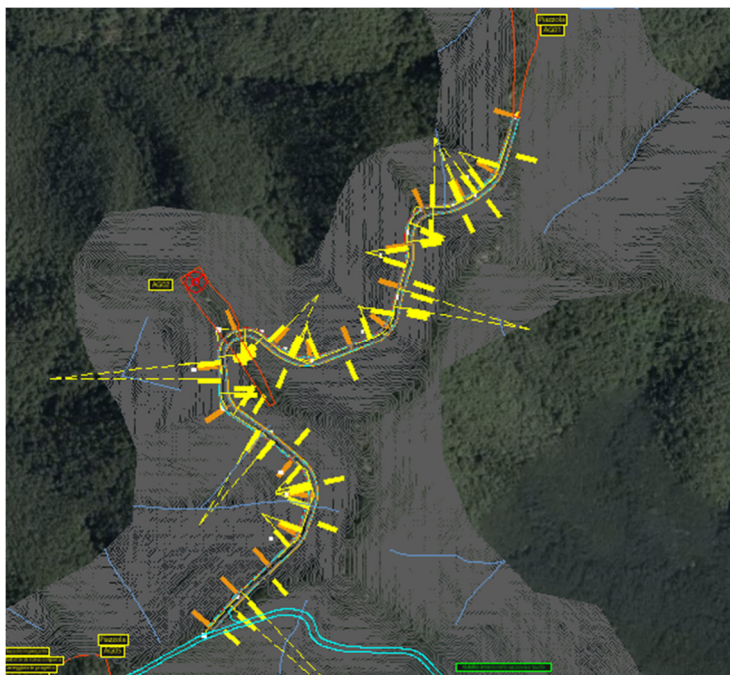
### STRADA DI COLLEGAMENTO

Con il termine di "strada di collegamento" si intendono tutte le vie che collegano le singole turbine eoliche tra di loro fino al collegamento con la relativa cabina elettrica.

Come per la viabilità di accesso anche la strada di collegamento sarà di nuova realizzazione in quanto pochi sono i tratti di sentieri esistenti identificati che transitano lungo il crinale e dunque non



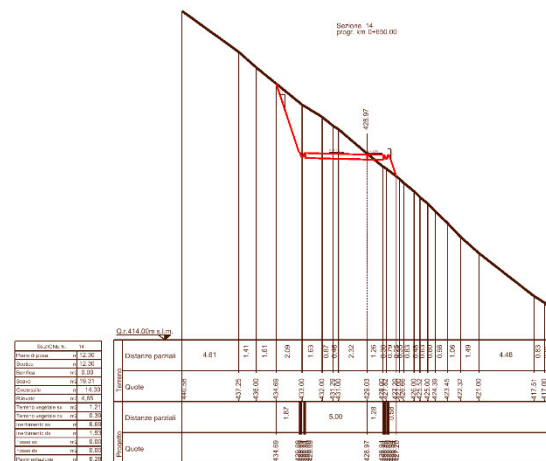
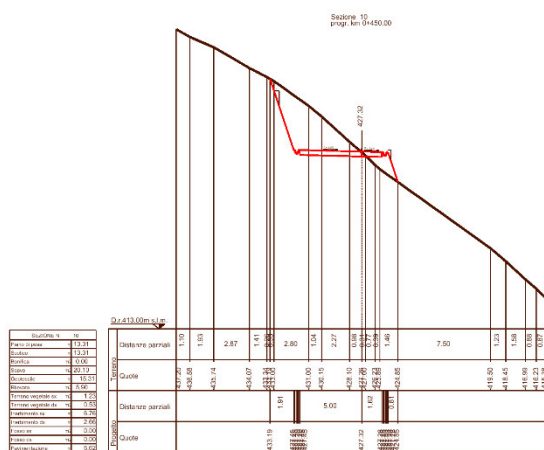
sufficienti al mantenimento di un sedime originario che permettesse la realizzazione di piste di cantiere rinforzate e in grado di sopportare il carico del transito dei mezzi.



La larghezza media della strada di collegamento sarà pari a circa 7 metri, salvo alcuni tratti stradali dove potrà arrivare anche a 10 metri per permettere di ottenere idonei raggi di curvatura. Nel complesso la strada di collegamento tra le tre aree di installazione e le piste necessarie al raggiungimento delle singole piazzole avrà una lunghezza complessiva di circa 2,5 km. La pendenza massima progettata per queste strade varia tra il 10% e il 18% oltre al quale i mezzi di trasporto e lavoro non riuscirebbero a transitare. Così come per le piazzole, anche la viabilità di collegamento verrà realizzata con sottofondo in misto naturale ed ulteriore strato di misto stabilizzato, mentre la formazione dei rilevati avverrà anche mediante l'impiego di materiale proveniente dagli scavi (se a seguito di analisi verrà classificato come idoneo) per la realizzazione delle sezioni in trincea.

Per quanto concerne l'approvvigionamento della materia prima e le aree di deposito, si prevede l'utilizzo di cave di inerti autorizzate e presenti in zona di cui verranno predisposte opportune convenzioni qualora l'esito della pratica andasse a buon fine.

Di seguito sono riportate delle sezioni indicative della conformazione di progetto estratte dal progetto della strada di collegamento.



## **SOVRASTRUTTURA VIARIA**

Il corpo stradale, definito come l'insieme delle operazioni necessarie a realizzare la strada in rilevato e quelle complementari necessarie a garantire nel tempo la stabilità e la sicurezza dell'opera costruita, è stato dimensionato sulla base del numero di veicoli in transito e dei carichi agenti sullo stesso. Oltre alle caratteristiche geometriche le nuove viabilità andranno a soddisfare anche i requisiti di capacità meccanica e di drenaggio superficiale; infatti, durante la realizzazione delle nuove piste tutti gli strati verranno adeguatamente compattati con appositi macchinari e dove necessario verranno previste opere di rinforzo dei terreni mediante posa di micropali. Inoltre, laddove in fase esecutiva venga evidenziata la presenza di falde acquifere verrà prevista la posa di materiale in geotessuto per evitarne la risalita e, come per la realizzazione delle piazzole, ove gli esiti di laboratorio siano positivi, si prevedere il riuso del materiale proveniente dagli scavi adeguatamente miscelato con misto stabilizzato granulometrico.

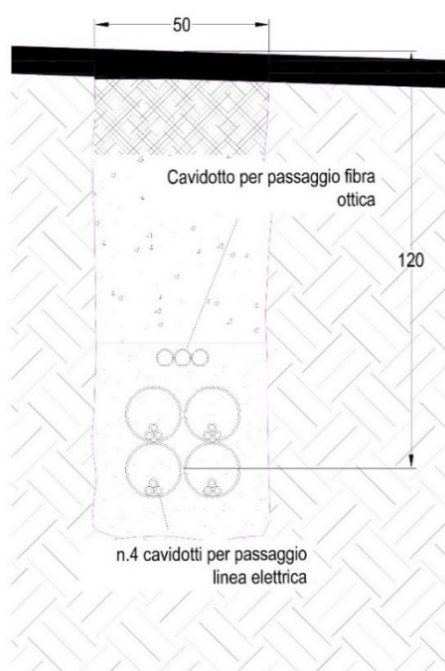
I materiali impiegati nella realizzazione del pacchetto stradale saranno appartenenti ai gruppi A1, A2 e A3 secondo la classificazione CNR-UNI 10006 in quanto dotati di buone capacità portanti in grado di limitare possibili cedimenti della pavimentazione stradale.

### **OPERE ELETTRICHE**

Le opere elettriche necessarie a convogliare l'energia prodotta alla rete Nazionale sono:

- Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra il parco eolico e le nuove cabine elettriche;
- Realizzazione cabine elettriche;
- Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra la cabina elettrica ed il punto di consegna siti in Mallare.

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 cabina elettrica e la cabina primaria verrà collocato lungo le strade comunali e Provinciali esistenti che raggiungono punto di consegna previsto nel comune di Mallare.



I collegamenti su strada avranno una profondità massima di 1,20 m al cui interno verranno posati n. 4 cavi XLPE e un tritubo da 50 mm; lo scavo avrà inoltre una larghezza di circa 50 cm per tutta la tratta di connessione.

Le tubazioni saranno segnalate nello scavo con un nastro monitor in PVC. La connessione alla RTN sarà costituita da una sezione di cavi a 36 kV atta a costituire 2 dorsali di collegamento dei gruppi di generatori (aerogeneratori eolici suddivisi per gruppi) con montanti di collegamento e risalite cavi, dalle protezioni generale (DG) avente anche funzione di ricalzo, di interfaccia (DDI) e servizi ausiliari (SA), nonché dai necessari alloggiamenti

misure e sezionamento. Da ogni gruppo di turbine è prevista la partenza di un circuito tripolare che giunge fino alle cabine elettriche mediante posa di un apposito e dedicato cavidotto interrato.

### **CABINE ELETTRICHE**

Le cabine elettriche sono previste nei pressi dell'AG04 all'interno di una area appendice della piazzola di montaggio della macchina. All'interno di questa area sono previsti quattro cabinati di tipo prefabbricato e ad uso tecnico delle dimensioni di 9,60x2,50 m e 6,76x2,50 m.



Ognuno dei locali tecnici è predisposto affinché possa ospitare specifiche apparecchiature necessarie al funzionamento dell'impianto e al successivo trasporto presso lo stallo Terna. I locali saranno così divisi:

- Cabina 01: locale del distributore
- Cabina 02: locale utente MT atto ad ospitare gli apparati
- Cabina 03: locale utente servizi ausiliari con gruppo elettrogeno integrato
- Cabina 04: locale utente per monitoraggio e controllo.

All'interno di questa ultima cabina sarà inoltre previsto il servizio igienico di tipo chimico e la raccolta delle acque piovane, con opportuna clorazione, per l'uso sanitario.

La nuova area contenente le cabine elettriche sarà raggiungibile dal medesimo nuovo tratto di strada che dalla viabilità di collegamento interna raggiunge l'aerogeneratore 04.

### **OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

- Scopo del progetto è stato anche quello di limitare quanto più possibile la realizzazione di opere civili che possano creare forti impatti ambientali sul contesto in cui vengono inserite pertanto, laddove non sarà possibile limitare gli scavi ed i riporti si provvederà, attraverso opere di ingegneria naturalistica, al ripristino delle scarpate ed alla mitigazione degli impatti visivi mediante i seguenti accorgimenti:
- Applicazione di idrosemina su tutte le superfici libere e sulle scarpate a monte delle piste di servizio;
- Rivestimenti di terreni acclivi mediante utilizzo di geocomposito al fine di preservare il terreno da agenti atmosferici che potrebbero compromettere la stabilità delle scarpate;
- Realizzazione di terre rinforzate per la stabilizzazione dei versanti aventi pendenze fino al 70%;
- Stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di viminate e/o palizzate

#### **4. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI**

Il programma di realizzazione dei lavori, come da descrizione contenuta nel progetto, sarà articolato in una serie di fasi lavorative che si svilupperanno nella sequenza di seguito descritta, che può risultare non esaustiva, desunta dalla relazione progettuale relativa alla cantierizzazione alla quale, pertanto, si rimanda per ulteriori dettagli.

Le macro-attività che si prevedono sono:

- Tracciamento nuove opere;
- Allestimento cantiere;
- Spostamento dei sovraservizi esistenti interferenti;
- Realizzazione strada tra turbina 01 turbina 05 con cavidotto elettrico;
- Realizzazione connessione tra cabine elettriche e punto di consegna;
- Realizzazione cabine elettriche;
- Realizzazione strada di accesso, scavo, fondazione indiretta (dove necessaria), plinto, piazzole;
- Trasporto aerogeneratori fino all'area di cantiere;
- Trasporto e montaggio aerogeneratori;
- Sistemazione piazzole aerogeneratori;
- Sistemazione strada di accesso agli aerogeneratori e riduzione sezioni dove necessario;
- Completamenti vari.

L'installazione del cantiere include l'uso di una superficie posta proprio all'inizio del cantiere stesso e a lato del nuovo ponte che si rende necessario per far accedere i mezzi all'area. Tale superficie può essere utile per stoccaggi temporanei di materiale e per la posa dei baraccamenti di cantiere.

Per quanto concerne invece le fasi lavorative necessarie per la posa degli elettrodotti sono:

- Allestimento cantiere temporaneo;
- Scavo in trincea;
- Posa tubazioni e cavi;
- Esecuzione di opere di rinterro;
- Giuntatura cavi e terminali;
- Rinterro buche di giunzione

In questo caso l'area di cantiere, se eseguita fuori dall'area già cantierizzata, sarà di tipo mobile e seguirà i metri di scavo giornalieri necessari alla posa totale.

#### **5. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO**

Il sedime dei diversi aerogeneratori nonché delle opere ad esso collegate ed accessorie è stato soggetto a studi geologici, geomorfologici e geomeccanici di dettaglio avente lo scopo di individuare le peculiarità dei siti d'indagine.



## **5.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO**

Il lavoro è consistito in un accurato rilievo geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area, il supporto cartografico utilizzato è quello del rilievo fornito dall'Ing. Bauducco, professionista incaricato dalla Committenza della progettazione globale dell'intervento.

Nella fase preliminare si è proceduto alla ricerca, raccolta ed analisi attenta e critica dei dati bibliografici esistenti che è stato possibile reperire e/o consultare presso i siti istituzionali dei diversi enti territoriali interessati, analizzando, anche con lo studio delle foto aeree, i fenomeni morfologici e l'evoluzione degli stessi sui versanti in studio. Da questa base di partenza si è proceduto, successivamente, ad una verifica diretta dei dati bibliografici esistenti mediante l'esecuzione di un rilevamento di campagna che ha permesso un'ulteriore acquisizione di dati necessari alla loro successiva elaborazione e alla stesura degli elaborati tematici di base (cartografia contenente informazioni relative alla geologia, geomorfologia ed idrogeologia).

Localmente sono stati effettuati puntuali rilievi geomeccanici degli ammassi rocciosi che sono sempre risultati a comportamento estremamente variabile, da buono a debole e complesso, dove per rocce deboli possono essere considerate quelle costituite da materiali a bassa resistenza oppure perché, indipendentemente dalla resistenza del materiale del continuum, si presentano fortemente interessate da piani di discontinuità dovuti a fratturazione, stratificazione, scistosità etc.

Nel primo gruppo ricadono le rocce a comportamento lapideo buono con importanti bancate mentre nel secondo quelle definite deboli in quanto costituite prevalentemente da materiali deboli o che, indipendentemente dalla resistenza dei minerali costituenti, risultano scistose unitamente ad altri materiali diventati deboli a seguito di processi d'alterazione chimica, degradazione fisica o di metamorfismo retrogrado. In tale categoria ricadono anche le rocce sottilmente stratificate, intensamente scistose e/o tutte quelle che, indipendentemente dalla genesi, hanno subito intensi processi di fratturazione.

Inoltre, nella classe delle rocce deboli possono essere inoltre inseriti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui quello debole è nettamente prevalente. Alla classe delle rocce complesse vengono anche riferiti tutti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui nessuno nettamente prevalente. In ogni caso le rocce deboli presentano un comportamento in qualche modo intermedio tra i terreni e le rocce propriamente dette e questo fa sì che le weak rock (terminologia anglosassone) siano generalmente difficili da descrivere, campionare e sottoporre a test.

La valutazione critica di tutti i dati presenti nella cartografia sopra citata, unitamente all'acquisizione della vincolistica vigente nei diversi territori comunali ha permesso di verificare la fattibilità geologica dell'intervento previsto.

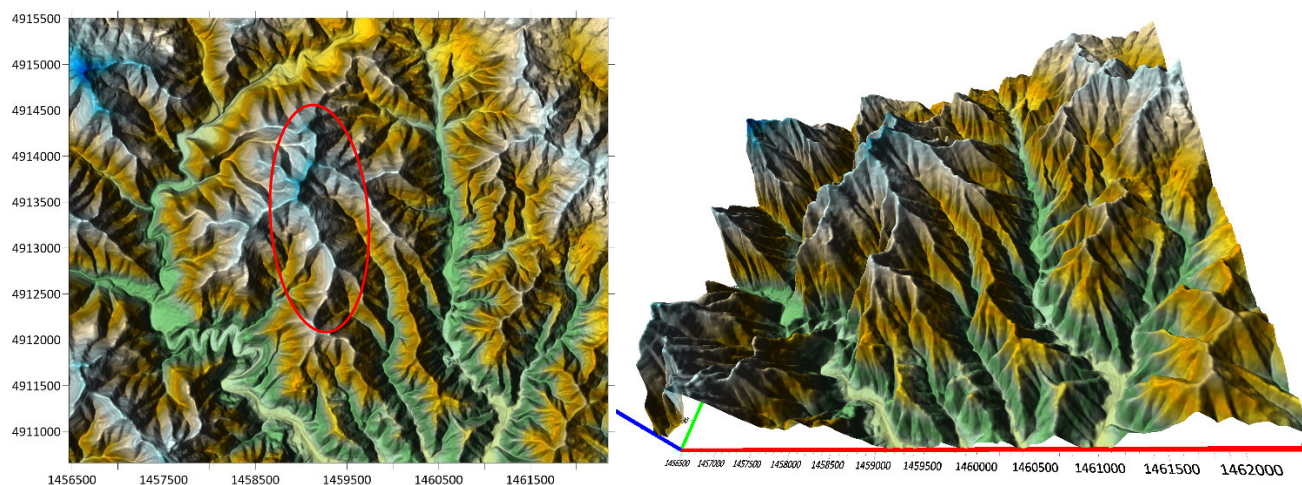
## **6. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE**

### **GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

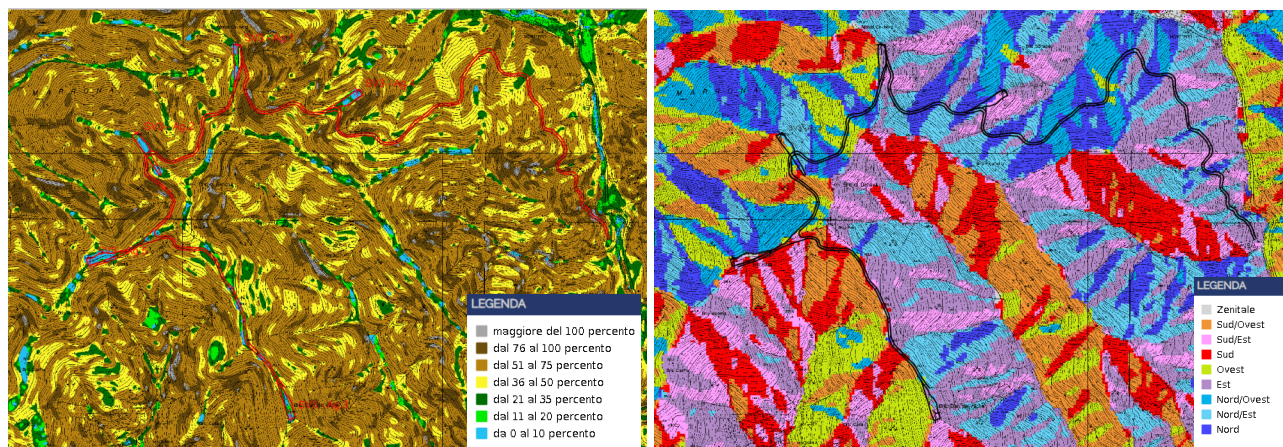
L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da una configurazione morfologica collinare, dove si riscontrano i rilievi anche mediamente elevati, con vette aventi altitudine comprese tra i 330 e i 480 metri s.l.m. L'aspetto morfologico risulta collegato alle caratteristiche litologiche delle formazioni

geologiche affioranti e all'evoluzione strutturale da queste subita durante la storia geologica dell'intera regione, in particolare l'ubiquitaria presenza, anche con presenza di vasti affioramenti, di litotipi appartenenti al basamento cristallino, o Massiccio Cristallino di Calizzano-Savona, che garantisce la presenza di versanti molto acclivi, spesso dirupati coperti da bosco, che alla base, in tempi passati erano coltivate. I versanti appaio localmente molto incisi dai corsi d'acqua che insistono su linee di debolezza tettonica e su contatti con un reticolo idrografico secondario che appare localmente embrionale per poi incidersi profondamente nel substrato dando luogo a vallette caratterizzate da aspri e ripidi versanti fino all'immissione, a valle, nei corpi idrici principali.

Il progetto prevede l'edificazione di cinque aerogeneratori, da AG01 a AG05, su una zona collinare/montuosa con un reticolo idrografico, presente sui versanti, ancora in fase di sviluppo.



**Figura 6.1: Modello 3D da DTM 10 m – Inquadramento di massima - presenza di esagerazione verticale.**



**Figura 6.2: Carta dell'acclività 7 classi e Carta dell'esposizione dei versanti 9 classi – Regione Liguria.**

Gli studi geologici sono stati redatti mediante controlli diretti sul terreno e usando come base le Carte Geologiche Regionali con elementi di Geomorfologia F.i CGR 229.4 SAVONA e 229.1 VARAZZE 1:25.000, riportando con sufficiente approssimazione, la distribuzione areale delle successioni litologiche affioranti nell'areale di intervento che sono sempre risultate ascrivibili all'Unità di Calizzano – Savona qui rappresentata da:

- **Ortogneiss Metagranitoidi II (Γ)**, ascrivibili al Carbonifero inferiore, metagranitoidi con sovraimpronta metamorfica prealpina in facies anfibolitica; granitoidi a grana da media a

grossolana, generalmente porfitici per grandi megacristalli di K-feldspato (fino a 8-10 cm); metagranitoidi con forte sovraimpronta metamorfica a carattere milonitico (**Gm**). Sono costituiti da metagranitoidi con sovraimpronta metamorfica in facies anfibolitica prealpina. Si tratta di rocce derivanti da graniti e granodioriti fortemente metamorfosati da eventi metamorfici sia ercinici che alpini, i primi in facies di alta temperatura, i secondi di grado più basso. Le strutture originarie sono localmente conservate. Possono presentarsi in facies di ortogneiss granitoidi o di granito tipico, ambedue comunque originatesi da cristallizzazione di magmi derivati da processi di anatessi o di anatessi avanzata. Nella facies ad ortogneiss le fasi deformative sono state intense ed hanno condotto l'ammasso ad assumere un aspetto lamellare ed una scistosità più o meno evidente, con tuttavia ancora chiari i caratteri primari magmatici. I minerali costituenti sono essenzialmente quarzo, feldspati, mica bianca, clorite ed epidoto, con, localmente, una tessitura occhiadina per la presenza di grossi individui di quarzo e K-feldspato. Nella facies a granito tipico le fasi deformative sono state poco intense, per cui la struttura è generalmente granulare, con grana da media a grossolana; solo localmente sono presenti tessiture scistose. I minerali fondamentali sono il quarzo, i feldspati, la mica bianca e la biotite, spesso trasformata in clorite. Al metamorfismo ed alle deformazioni erciniche e preerciniche si sovrappongono i fenomeni dovuti all'orogenesi della catena alpina, formata da un insieme di unità tettoniche trasportate ed appilate verso l'esterno dell'arco alpino, successivamente dapprima retroflesse, poi coinvolte nelle deformazioni di età e direzione appenninica. Queste litologie, in affioramento, in generale si presentano in facies massiva, dove si riconosce il fabric primario, rappresentato da rocce anequigranulari, con grossi feldspati euedrali, contenenti plagioclasio, mica bianca e biotite, più raramente si osservano affioramenti scistosi, con litotipi a grana fine in genere equigranulari con plagioclasio, mica bianca e biotite idiomorfa rispetto a K-feldspato e quarzo. In generale l'assetto strutturale dell'ammasso roccioso è caratterizzato dall'esistenza di diverse famiglie di giunti di discontinuità, l'intersezione delle quali provoca una suddivisione della roccia massiva in blocchi di dimensioni variabili da centimetriche a metriche in funzione della spaziatura fra le diverse famiglie di giunti. Le meso-strutture pertinenti al fabric primario sono rielaborate e trasposte dal fabric tettonico secondario che mostra strutture sia di tipo duttile, sia di tipo fragile.

- **Anfiboliti (a), ascrivibili all' Ordoviciano-Siluriano**, metabasiti massicce polimetamorfiche in facies anfibolitiche, localmente granatifere; metabasiti polimetamorfiche a grana generalmente da fine a media, con relitti di paragenesi eclogitiche a granato. È una litologia derivante da metamorfismo di alto grado, a chimismo essenzialmente basico, costituito prevalentemente da associazioni di anfiboli e plagioclasio e localmente costituiscono inclusi basici nei graniti o negli gneiss. Si presentano in genere con aspetto massiccio, anche se fratturato, a grana molto fine, localmente interessate da bande o listature chiare per particolari arricchimenti in feldspati, o banderelle meno evidenti, di colore verde cupo, costituiti da aggregati di orneblenda. Su di esse insistono numerosi sistemi di fratturazione che, nei livelli più superficiali, la disarticolano spesso in prismi isolati di roccia, talvolta è presente una



foliazione molto fitta. L'alterazione chimica è genericamente limitata e dà per lo più prodotti a prevalenza di minerali argillosi. Localmente le anfiboliti affiorano sia in plaghe isolate all'interno degli gneiss (anche fortemente scistose) sia in masse più estese con uno stato di conservazione che è mediamente buono; in vicinanza dei contatti (il passaggio anfiboliti-gneiss è graduale, con fasce di transizione da anfiboliti gneissiche a gneiss anfibolici, fasce che tendono a rappresentare anche bande di maggior debolezza del litotipo), l'ammasso roccioso si presenta intensamente fogliettato, con i piani di foliazione paralleli al contatto, generalmente verticale.

### Coperture quaternarie

La presenza di estese zone di accumulo detritico lungo i pendii è da imputare, oltreché all'acclività, al carattere litologico e strutturale delle formazioni di substrato, interessate da intensa laminazione e fratturazione che produce il crollo di blocchi di dimensioni variabili.

Le coltri eluvio-colluviali sono ampiamente diffuse in tutta l'area e derivano dall'alterazione e disfacimento dei vari litotipi. Queste litologie, quando sono particolarmente alterate, come nei pressi di lineazioni tettoniche o contatti, assumono di fatto le caratteristiche di una copertura per cui la distinzione fra roccia e coltre non è sempre agevole ed il passaggio fra l'una e l'altra risulta sfumato. In talune zone, queste coltri raggiungono anche potenze superiori ai tre metri.

Nel corso dei secoli, dove possibile, tali coperture sono state regolarizzate con terrazzamenti agricoli che per lo più appaiono ancora in discrete condizioni anche se in genere abbandonati.

Nelle aree in cui il substrato è costituito da termini granitici, da gneiss o da anfiboliti, le coltri sono di natura prevalentemente granulare, con resistenza al taglio per attrito interno o per leggera cementazione. Su tali litotipi, comunque, fatte salve le fasce pedemontane dei versanti o zone a bande cataclaste, le coltri sono in genere di spessore modesto.

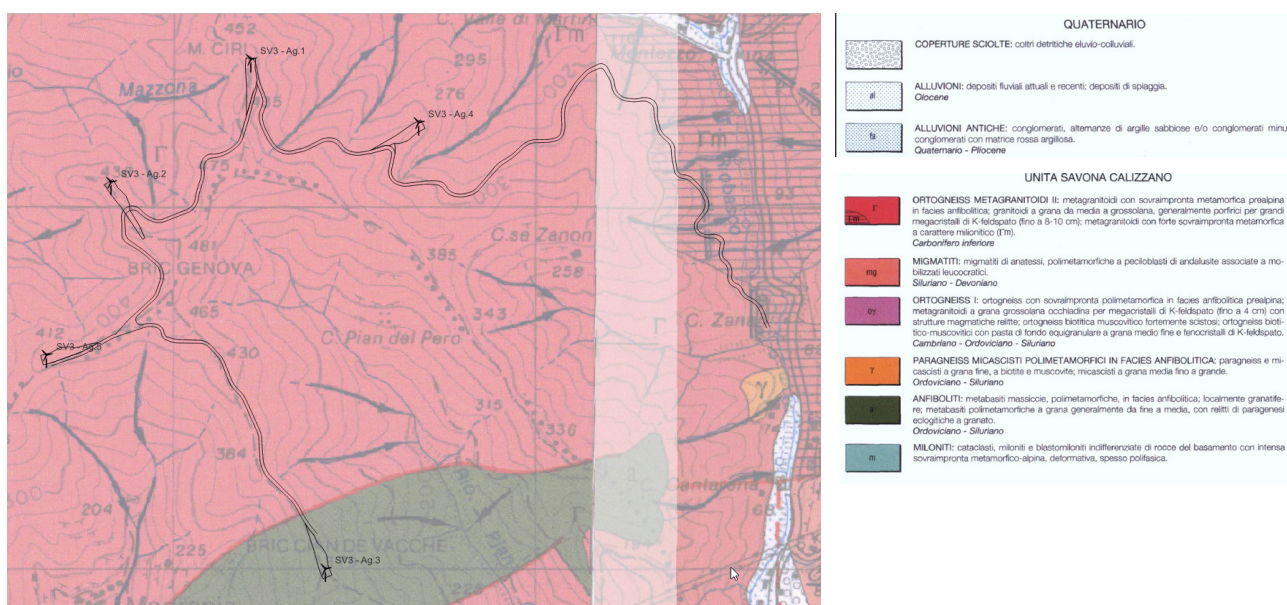


Figura 6.3: Estratti CGR Savona e Varazze – Regione Liguria



Dal punto di vista geomorfologico a valle dell'areale oggetto di studio, si riscontra la morfologia tipica della parte mediana della valle, stretta e acclive, dove l'andamento è controllato dai caratteristici Meandri di Ellera: qui la valle assume una configurazione abbastanza incassata con meandri a curvature anche molto accentuate, risentendo di lineazioni tettoniche minori, per poi ridivenire N-S fino alla rottura di pendio del tratto terminale.

La forma del bacino ed il modellamento dei versanti risultano, pertanto, influenzati, oltre che dalla tettonica, dall'assetto strutturale, dalle litologie, e, in particolare, dall'erosibilità di queste ultime e delle coltri detritiche. Sui versanti sono, pertanto, frequentemente rilevabili, oltre ai classici e localizzati fenomeni di erosione superficiale e incanalata, forme di erosione laterale di sponda, intesa come attività erosiva che i corsi d'acqua, anche minori, esercitano sulle sponde soprattutto in corrispondenza delle anse e può dar luogo a localizzati fenomeni di frana di crollo anche in aree ad alta stabilità.

Presso i siti di installazione le pendenze sono rilevanti ed il reticolo idrografico secondario scarsamente sviluppato.

## **IDROGEOLOGIA**

L'idrogeologia della zona risulta abbastanza semplificata; per quanto riguarda le acque superficiali:

- In prossimità del crinale il drenaggio delle acque è riconducibile essenzialmente alle precipitazioni ed avviene per ruscellamento superficiale diffuso e/o concentrato e, in base alle caratteristiche dei terreni e del substrato, per infiltrazione nel sottosuolo;
- le acque di pioggia che migrano a valle per ruscellamento diffuso, convergono in un reticolo idrografico di tipo immaturo con portate modeste; il reticolo idrografico vero e proprio con portate di maggiore importanza si sviluppa a quote inferiori rispetto a quelle di crinale;
- il reticolo idrografico è rappresentato da numerose piccole incisioni che si sviluppano lungo i versanti, contraddistinte da profilo di fondo generalmente ripido e percorse da deflussi a carattere non perenne/occasionale. Si tratta di corsi d'acqua caratterizzati da regimi dei deflussi tipicamente torrentizi con riattivazioni improvvise, talora accompagnate da violenta attività erosiva, a causa delle pendenze mediamente elevate dei pendii e delle dimensioni relativamente piccole dei bacini imbriferi.

In prossimità dei siti di installazione è possibile ipotizzare l'assenza di falde acquifere sotterranee dotate di potenza, continuità ed estensione areali significative in quanto sebbene il substrato roccioso possa risultare fratturato e pertanto dotato di permeabilità secondaria e le coperture sciolte possano essere anche dotate di una elevata permeabilità primaria per porosità che consenta l'infiltrazione delle acque meteoriche in profondità, queste vengono limitate sia dalla posizione morfologica sul crinale sia dal modesto areale sotteso.

A livello di ammasso roccioso la circolazione delle acque si può pertanto ipotizzare come limitata di fatto a fenomeni di modesti stillicidi dovuti a particolari condizioni strutturali che possono comunque aumentare, risultando comunque contenuti come conseguenza di marcati e consistenti

fenomeni meteorici e/o come conseguenza della potenziale fusione di possibili manti nevosi con lentissima permeazione dei fluidi all'interno delle masse rocciose.

In nessuna parte dei siti di installazione degli aerogeneratori si sono osservate zone di impregnazione e/o ristagno.

### **7. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO**

In base alle indagini svolte nonché ai rilievi esperiti direttamente in sito, per l'area d'intervento è possibile individuare il seguente modello geologico:

***“Il sito è caratterizzato, per la sua quasi totale estensione da coperture da medie a sottili a granulometria grossolana/detritica e subordinata componente medio fine, il sottostante ammasso roccioso appartenente alle litologie metamorfiche del Massiccio Cristallino di Calizzano-Savona risulta scarsamente erodibile ad eccezione delle zone fortemente tettonizzate e milonitizzate, specie in prossimità dei passaggi litologici e delle faglie. La roccia esposta si presenta generalmente in buone condizioni, ma localmente fortemente alterata ed erodibile.*”**

### **8. MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SITO**

In base alle ricerche svolte nonché ai rilievi esperiti direttamente in sito, per il sottosuolo dell'area d'intervento è possibile individuare il seguente modello idrogeologico preliminare:

***“Il sito è interessato dalla presenza di coperture da medie a sottili a granulometria grossolana/detritica e subordinata componente medio fine, il sottostante ammasso roccioso risulta generalmente asciutto e solo in corrispondenza di intensi fenomeni meteorici può risultare interessato da permeabilità in grande per fratturazione e subordinatamente per porosità più o meno accentuata in base al tipo litologico presente in sito. All'epoca del rilevamento non sono risultate evidenti zone di impregnazione o di ristagno idrico.*”**

### **9. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO**

Le opere accessorie al Parco Eolico Bric Cian dele Vache, vista la conformazione del territorio entro il quale si inseriscono, inevitabilmente interseca il reticolo idrografico in prossimità di strade di collegamento e piazzole, come si può evincere dalla seguente figura 9.1

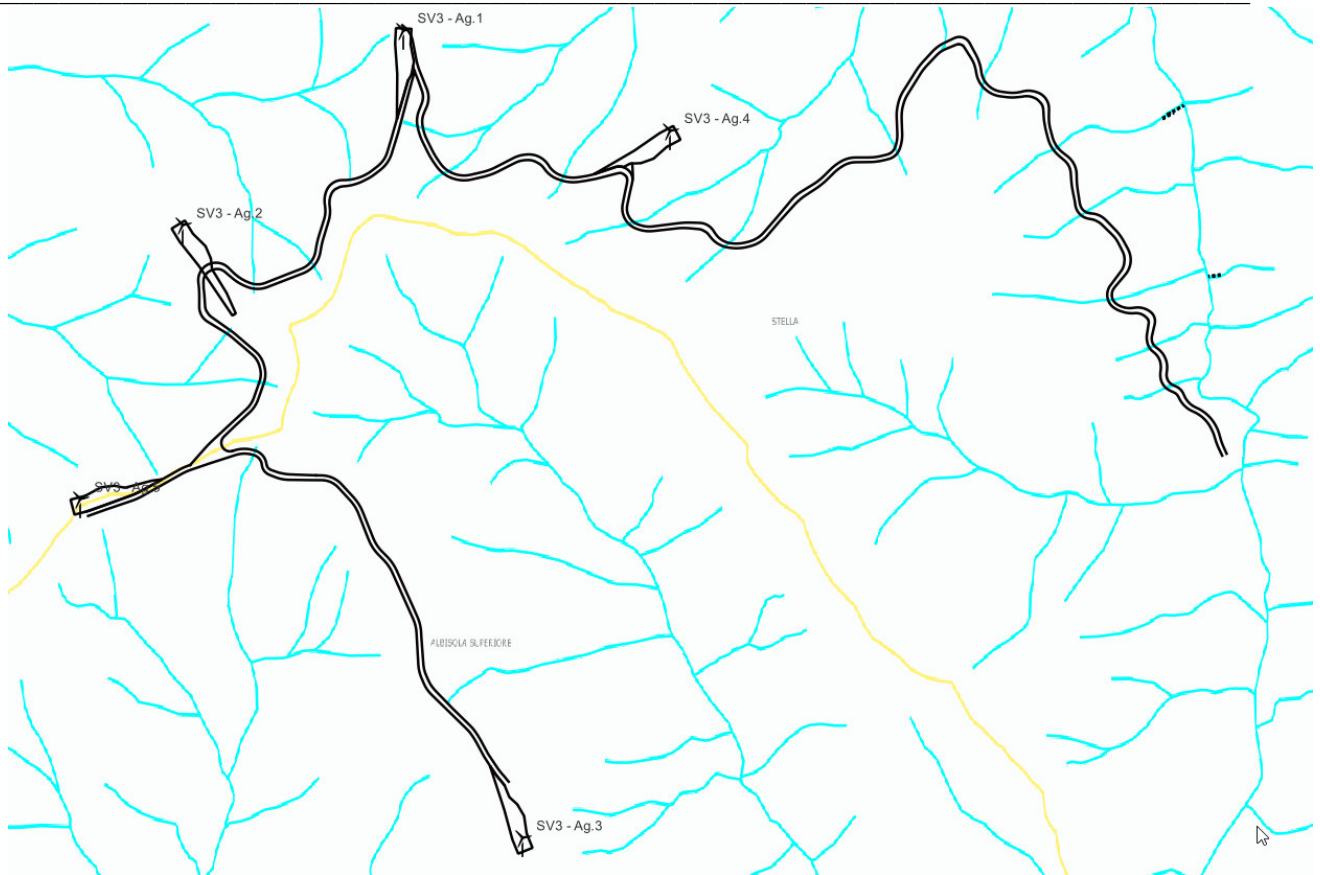


Figura 9.1 : materializzazione intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria



Figura 9.2 : materializzazione zona settentrionale intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria. Con stella gialla sono evidenziate le interferenze tra reticolo idrografico ed opere viarie e piazzole di montaggio.

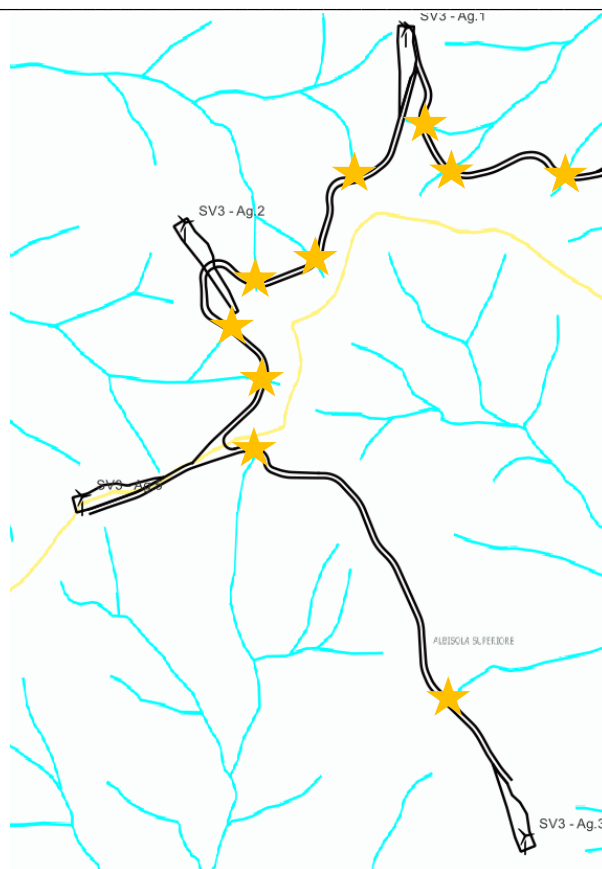


Figura 9.3 : materializzazione zona settentrionale intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria. Con stella gialla sono evidenziate le interferenze tra reticolo idrografico ed opere viarie e piazzole di montaggio

### 10. INTERFERENZA CON OPERE DI DERIVAZIONE IDRICA – POZZI, SORGENTI E OPERE DI PRESA.

Dall'esame dei dati relativi alle derivazioni idriche reperibili presso il geoportale regionale non sembra sussistano interferenze tra derivazioni e le opere in progetto, come si può evincere dalla seguente figura 10.1.

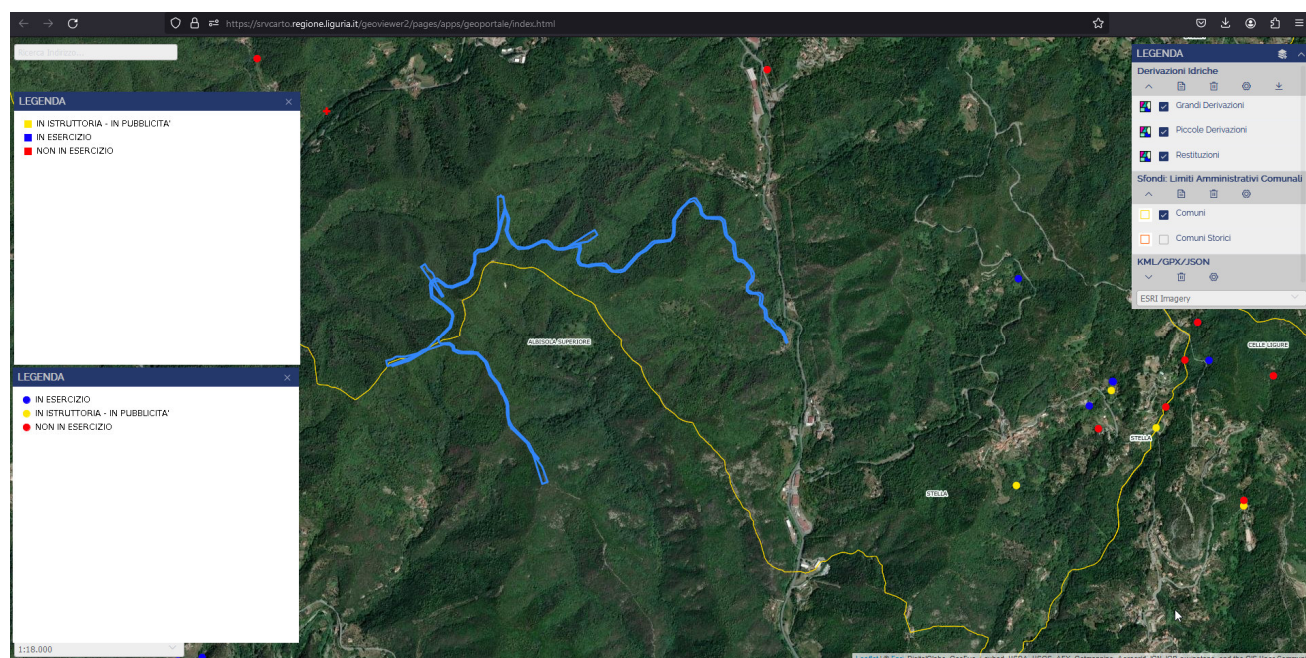


Figura 10.1 : Materializzazione intervento in progetto punti di prelievo risorsa idrica (pozzi, sorgenti, opere di presa, ecc.) – fonte dato GeoPortale Regione Liguria



## 11. INTERFERENZA CON I VINCOLI IMPOSTI DALLA PIANIFICAZIONE A SCALA DI BACINO.

Dall'esame dei dati relativi agli strumenti di pianificazione generale si osserva quanto di seguito descritto.

- **Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale.**
  - **PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale:** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a qualsiasi perimetrazione. Il ponte di nuova edificazione risulta invece inserito, entro aree interessate dalle fasce fluviali.
  - **Progetto di PAI "Dissesti Geomorfolologici":** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a perimetrazioni di pericolosità elevata o molto elevata ricadendo unicamente in aree a pericolosità media e bassa P2 e P1.
  
- **Regione Liguria – Piano di Bacino di Rilevo Regionale.**
  - **P.d.B. rilievo regionale – Fasce fluviali:** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a qualsiasi perimetrazione. Il ponte di nuova edificazione risulta invece inserito entro una zona interessata dalla perimetrazione delle fasce fluviali.
  - **P.d.B. rilievo regionale - Suscettività al dissesto:** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a perimetrazioni di suscettività al dissesto elevata o molto elevata ricadendo unicamente in aree a suscettività al dissesto media, bassa e molto bassa Pg2, Pg1 e Pg0.

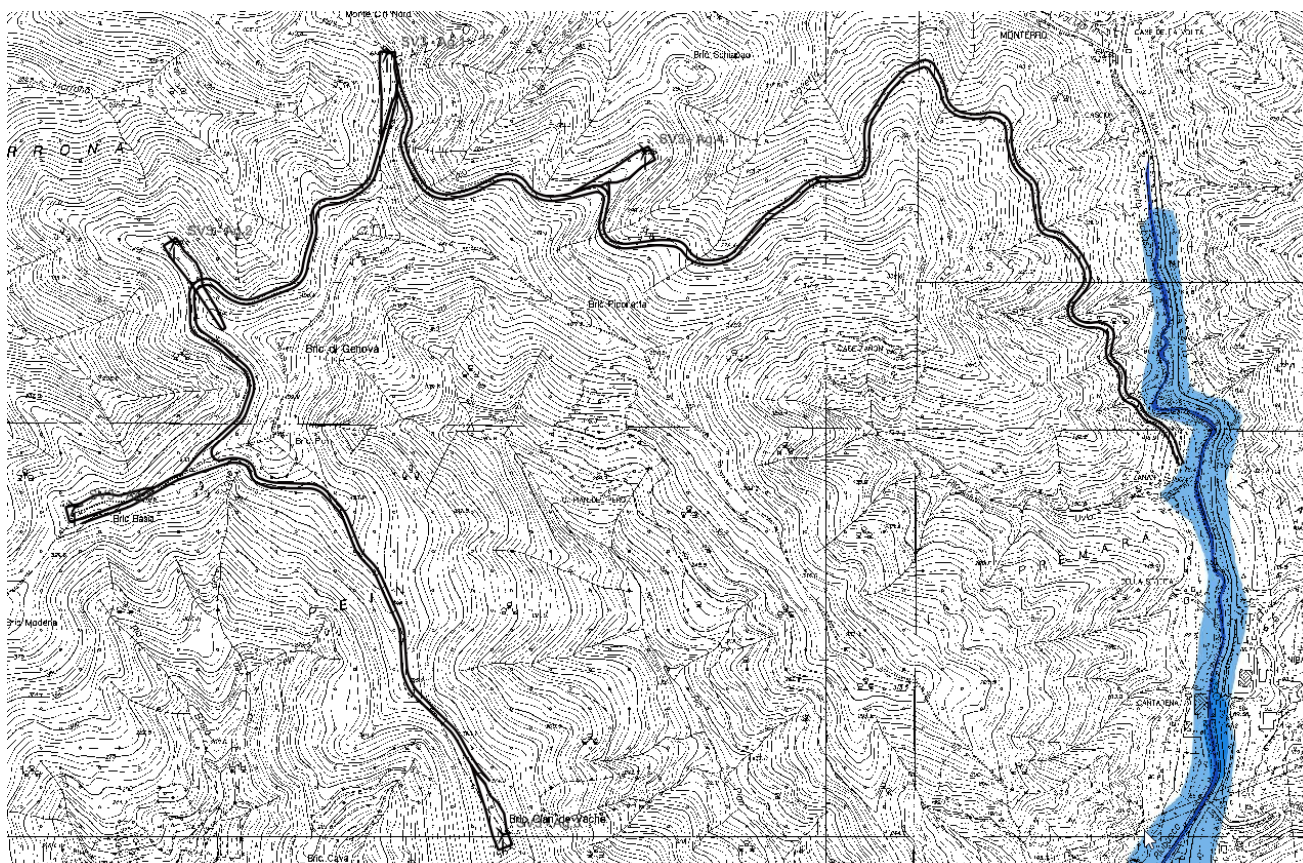


Figura 11.1 : Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale - PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale



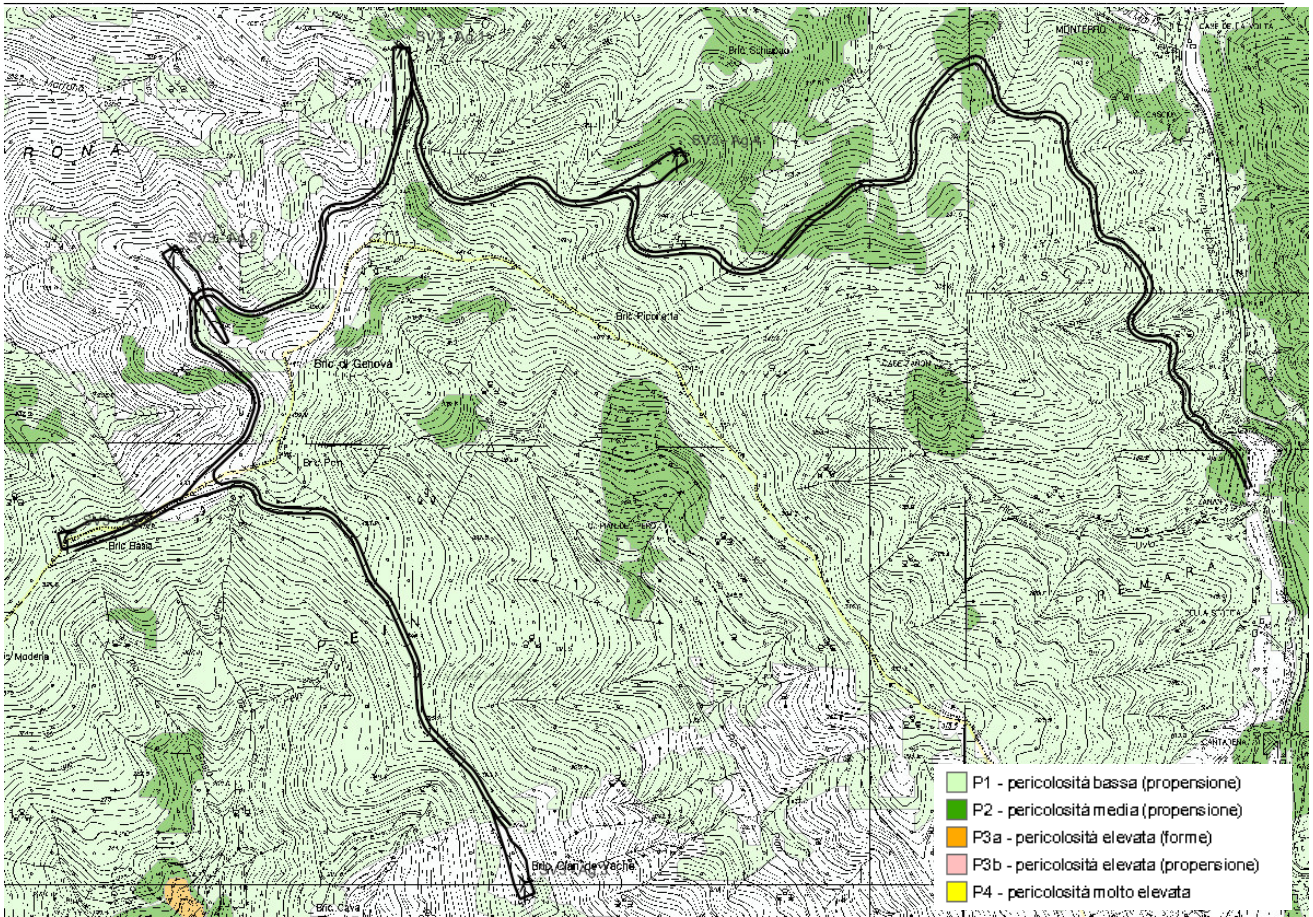


Figura 11.2 : Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale - Progetto di PAI "Dissesti Geomorfoloici"

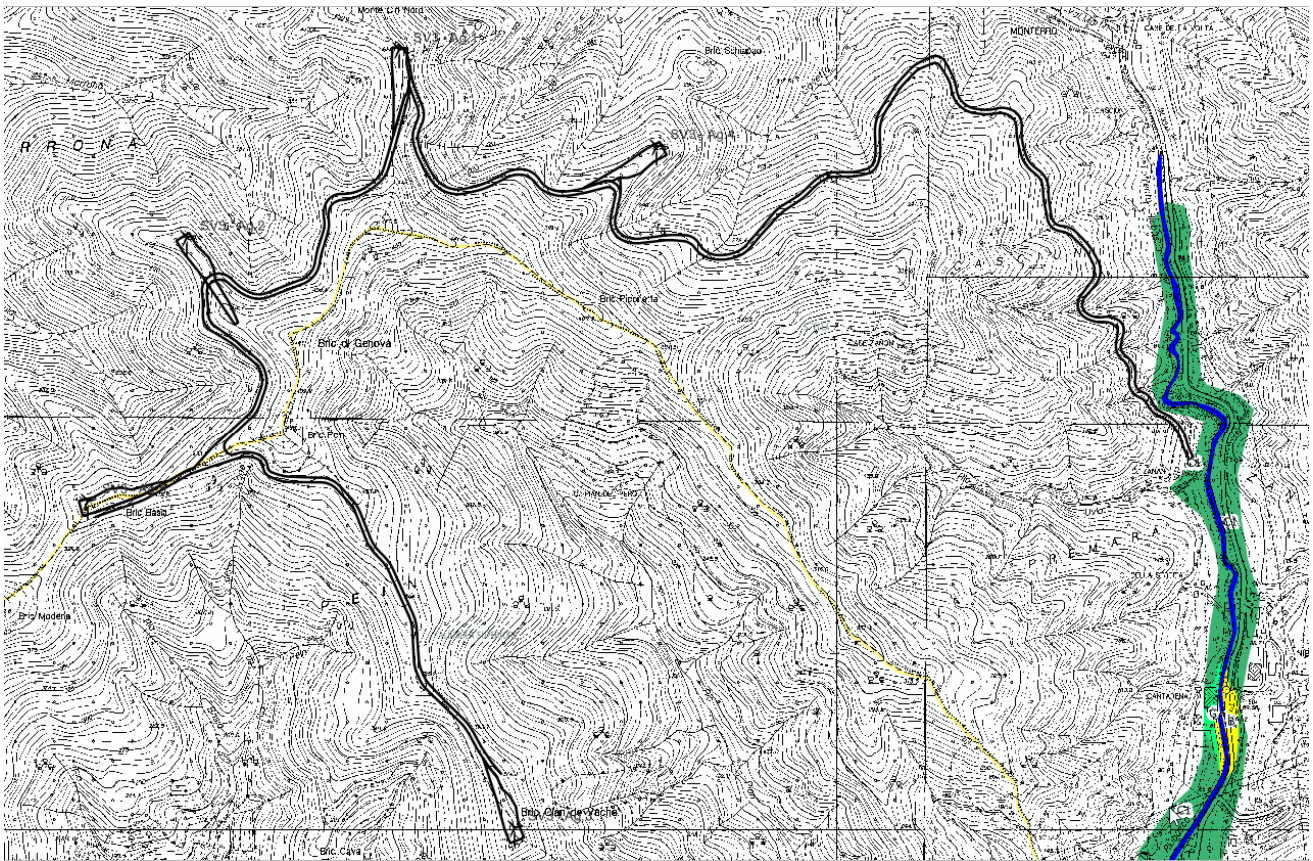


Figura 11.3 : P.d.B. rilievo regionale – Fasce fluviali



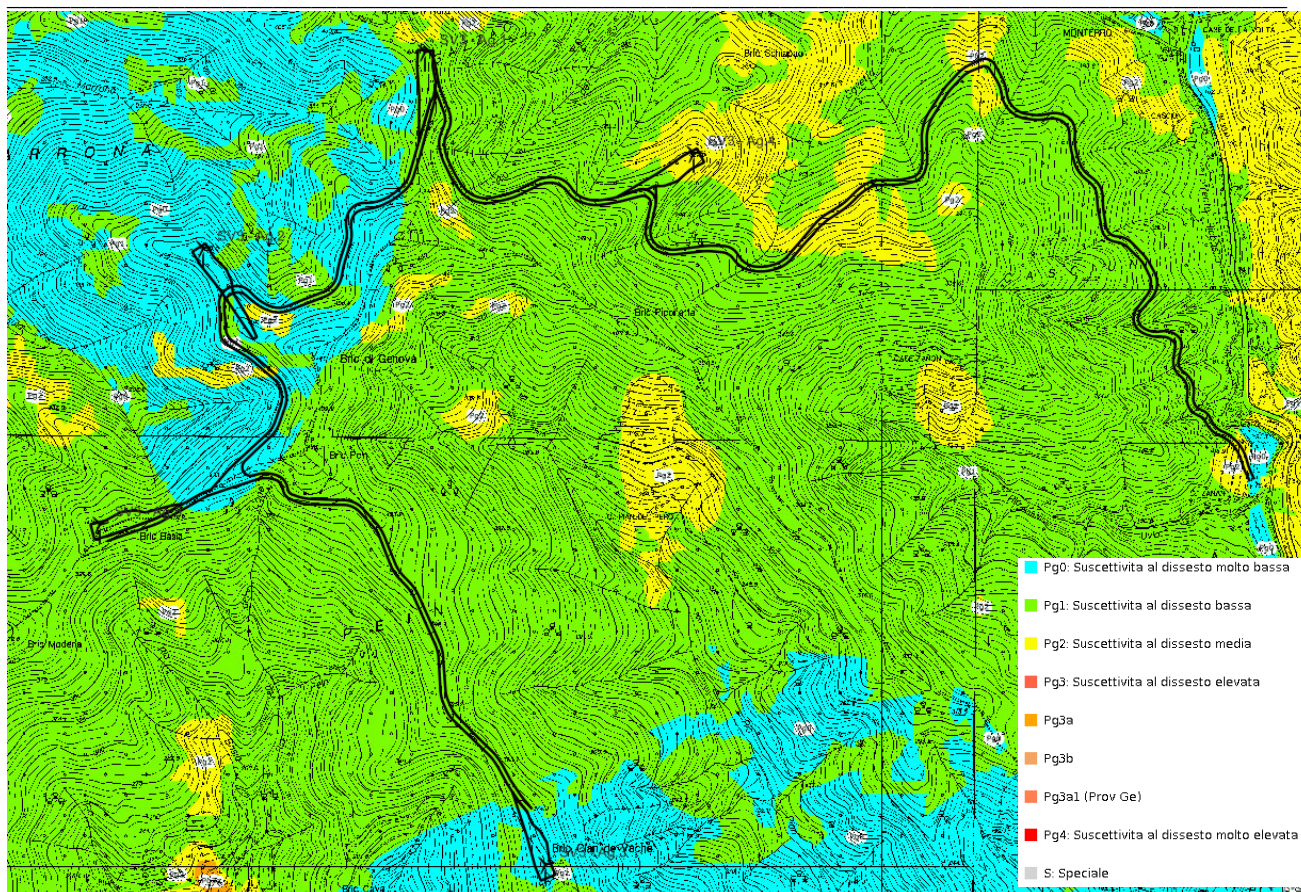


Figura 11.4 : P.d.B. rilievo regionale - Suscettività al dissesto

## 12. CONSIDERAZIONI FINALI.

La presente relazione riferisce sulla situazione idrogeologica riscontrata direttamente in situ e basata sugli elementi osservati durante i sopralluoghi condotti per l'espletamento dell'incarico ricevuto, relativamente al sito sul quale è prevista la costruzione del Parco Eolico Bric Cian de Vache, da realizzarsi per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, delle relative opere di connessione e distribuzione.

**Nessun aerogeneratore ricade direttamente in aree caratterizzate da pericolosità geomorfologica, idraulica e/o rischio.**

Dal punto di vista idrologico, è il caso di raccomandare, in fase di progettazione e realizzazione delle opere di drenaggio delle acque piovane, asservite alle strutture, di rispettare il naturale deflusso del reticolo esistente; tale accorgimento, peraltro giustificato da una preliminare valutazione del rapporto costi-efficacia dei sistemi drenanti da realizzare, risulta a favore del mantenimento della stabilità generale dei processi morfologici in atto.

L'unica valutazione da considerare riguarda l'eventuale determinazione preliminare della portata di deflusso sostenibile dagli attuali impluvi superficiali. Tale valutazione non può prescindere dal progetto esecutivo delle opere drenanti; in fase di progettazione; si rimanda quindi al tecnico incaricato.

Per ciò che concerne l'aspetto idrologico, non si evidenziano problematiche legate a fenomeni di affioramento di falda in quanto le caratteristiche litostratigrafiche delle unità litologiche presenti conferiscono alle stesse alta permeabilità tanto che le acque si infiltrano e permeano sino a collocarsi

nella falda freatica per cui non si ravvisano problematiche d'interferenza tra il programma di progetto proposto e le acque di scorrimento sotterranee.

Per quanto attiene agli aspetti idrogeologici, è possibile ipotizzare diverse, ma ridotte, falde idriche superficiali che circolano all'interfaccia coltre/ammasso roccioso e/o nelle fratture dell'ammasso roccioso, tutte di modesta potenzialità e spessore, le cui piezometriche dovranno essere verificate per mezzo di indagini dirette (sondaggi) da eseguirsi in sito.

Savona, li aprile 2024

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

*(Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini)*

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

*(Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero)*