

# 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:

AEROGENERATORI DA 1 A 5



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	0002	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:

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 – PARCO EOLICO AEROGENERATORI DA 1 A 7 .....</b>	<b>5</b>
<b>4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE - AEROGENERATORI .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 AEROGENERATORE AG01 .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 AEROGENERATORE AG02 .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3 AEROGENERATORE AG03 .....</b>	<b>23</b>
<b>4.4 AEROGENERATORE AG04 .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5 AEROGENERATORE AG05 .....</b>	<b>36</b>
<b>5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>43</b>
<b>6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>43</b>

## **0. SOMMARIO**

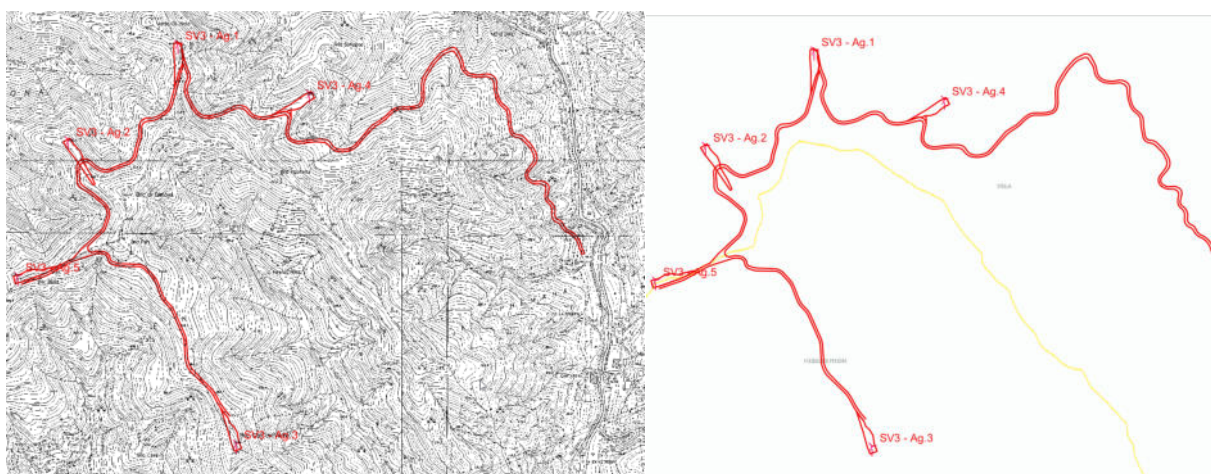
Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato 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**

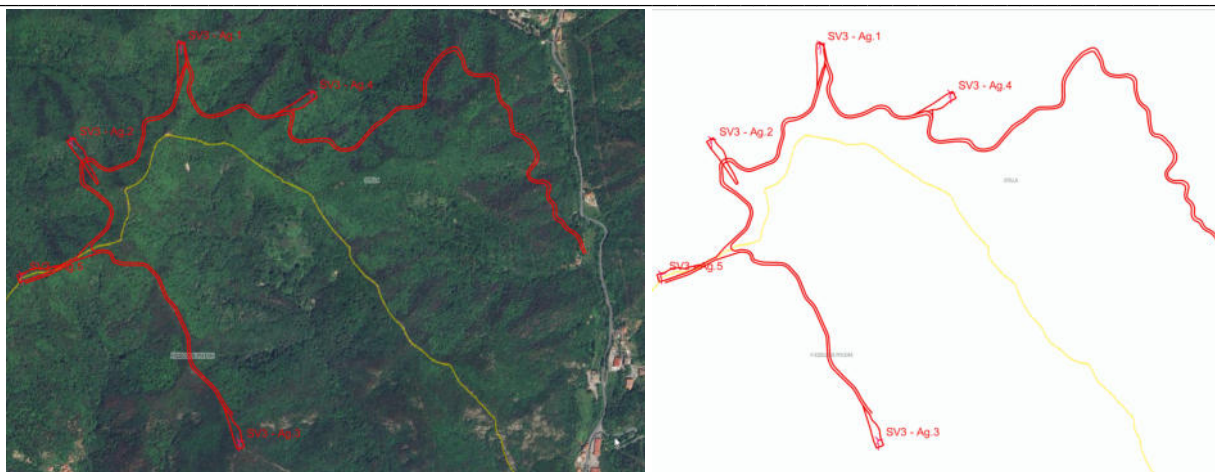
Su incarico conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Ric Cian de Vache e di tutte le opere accessorie e connesse.

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 Cian de Vache. L'incarico consta nella stesura della relazione geologica e sismica propedeutica alla progettazione globale delle opere, con particolare riferimento alla totalità degli aerogeneratori numerati da 1 a 5.



**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 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></p>	<p><b>Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b></p>



<p>Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, 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>La relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle 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 (assetti litostrutturali e stratigrafici, 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 sismodinamici.</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 – PARCO EOLICO AEROGENERATORI DA 1 A 7**

#### **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.

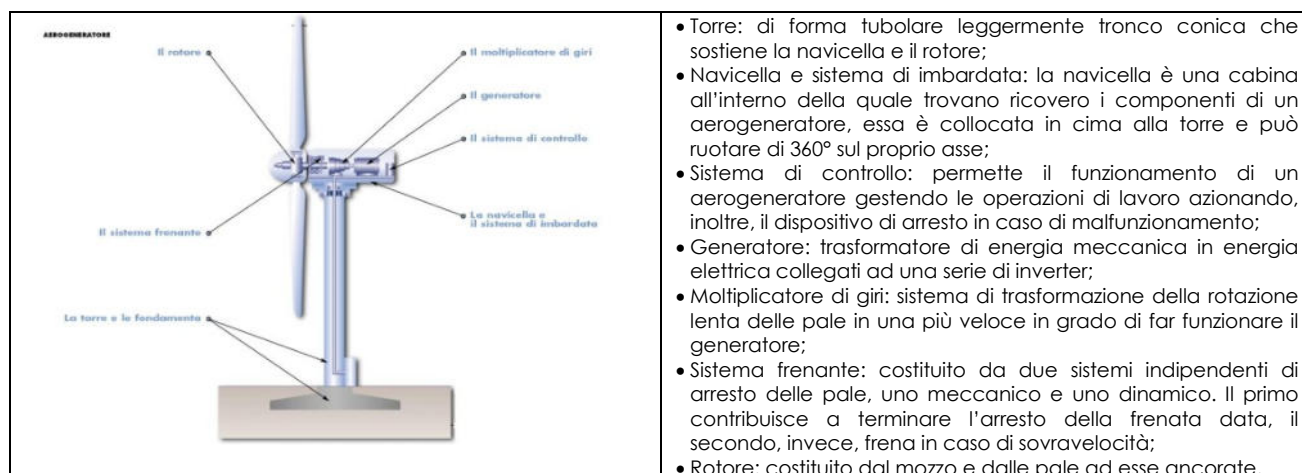
### **PIAZZOLA DI MONTAGGIO**

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.



- Torre: di forma tubolare leggermente tronco conica che sostiene la navicella e il rotore;
- Navicella e sistema di imbarcata: la navicella è una cabina all'interno della quale trovano ricovero i componenti di un aerogeneratore, essa è collocata in cima alla torre e può ruotare di 360° sul proprio asse;
- Sistema di controllo: permette il funzionamento di un aerogeneratore gestendo le operazioni di lavoro azionando, inoltre, il dispositivo di arresto in caso di malfunzionamento;
- Generatore: trasformatore di energia meccanica in energia elettrica collegati ad una serie di inverter;
- Moltiplicatore di giri: sistema di trasformazione della rotazione lenta delle pale in una più veloce in grado di far funzionare il generatore;
- Sistema frenante: costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale, uno meccanico e uno dinamico. Il primo contribuisce a terminare l'arresto della frenata data, il secondo, invece, frena in caso di sovravelocità;
- Rotore: costituito dal mozzo e dalle pale ad esse ancorate.

---

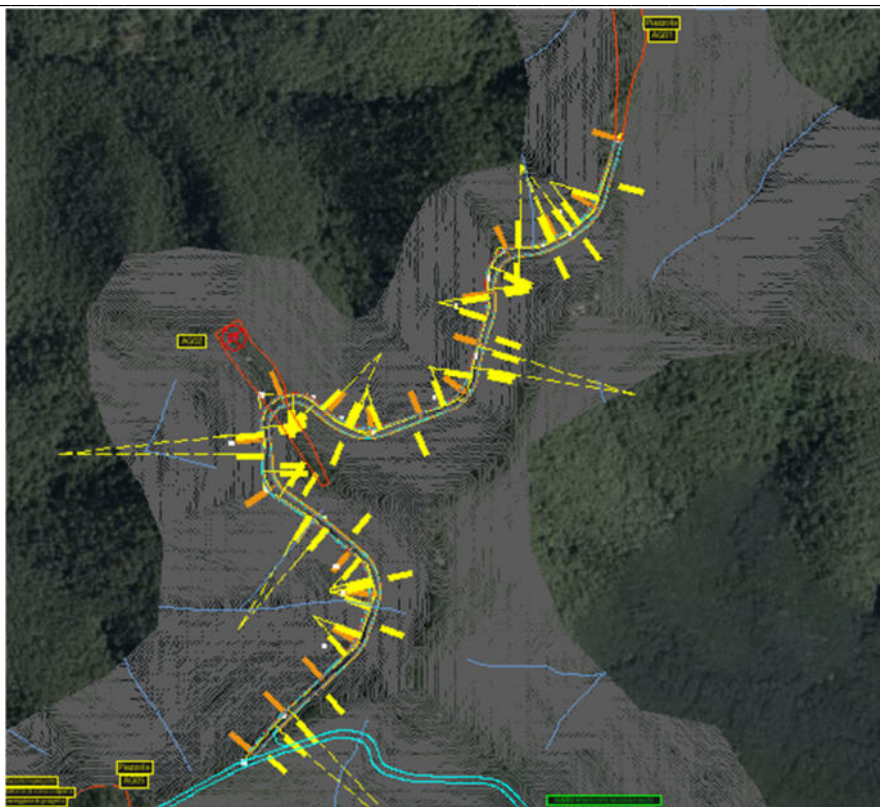
## **STRUTTURE DI FONDAZIONE**

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 rilevamenti 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.

## **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 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.





#### 4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE - AEROGENERATORI

##### 4.1 AEROGENERATORE AG01

Il sito dell'aerogeneratore AG01 è ubicato in prossimità di un sentiero che, dipartendosi come strada, dalla Località Casello della Frazione San Giovanni del Comune di Stella conduce verso sud al Monte Ciri Nord e collega tra loro i principali rilievi presenti in zona, ad una quota altimetrica di circa 433 m slm.

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
TURBINA	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
<b>AG01</b>	459129	4914202	433.5

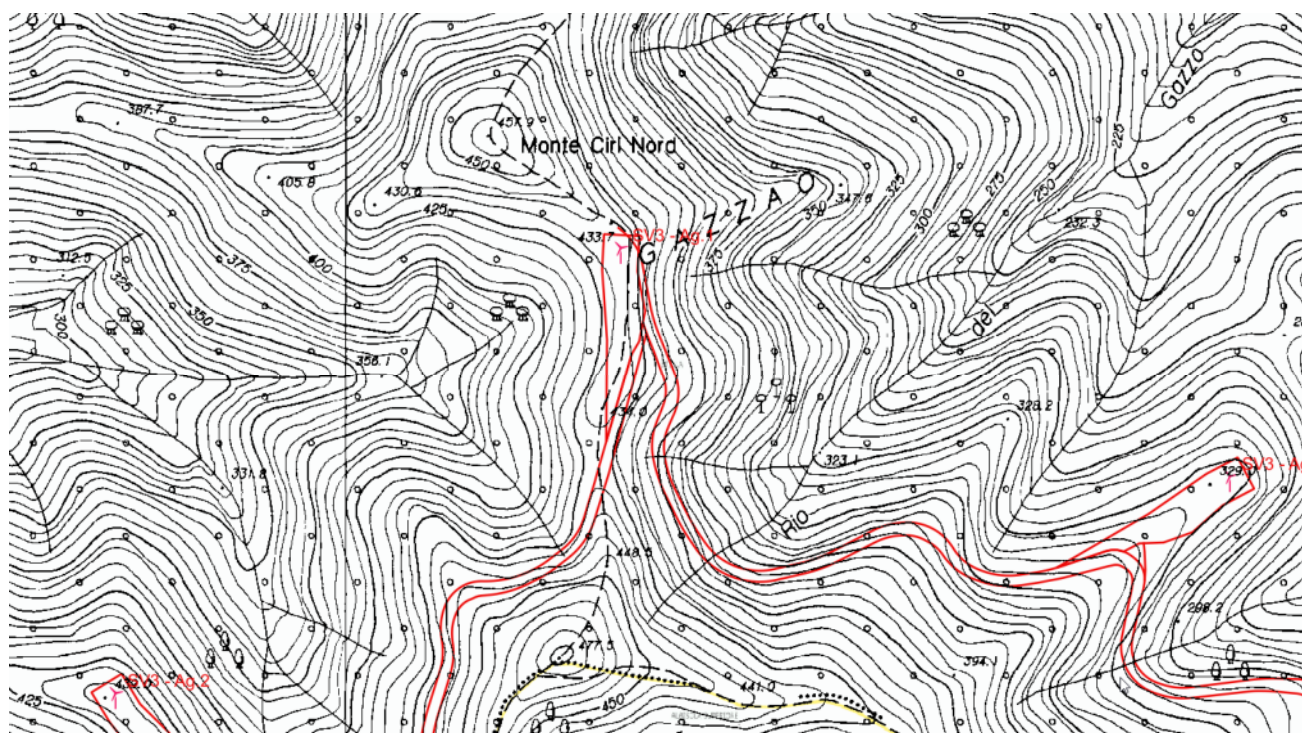
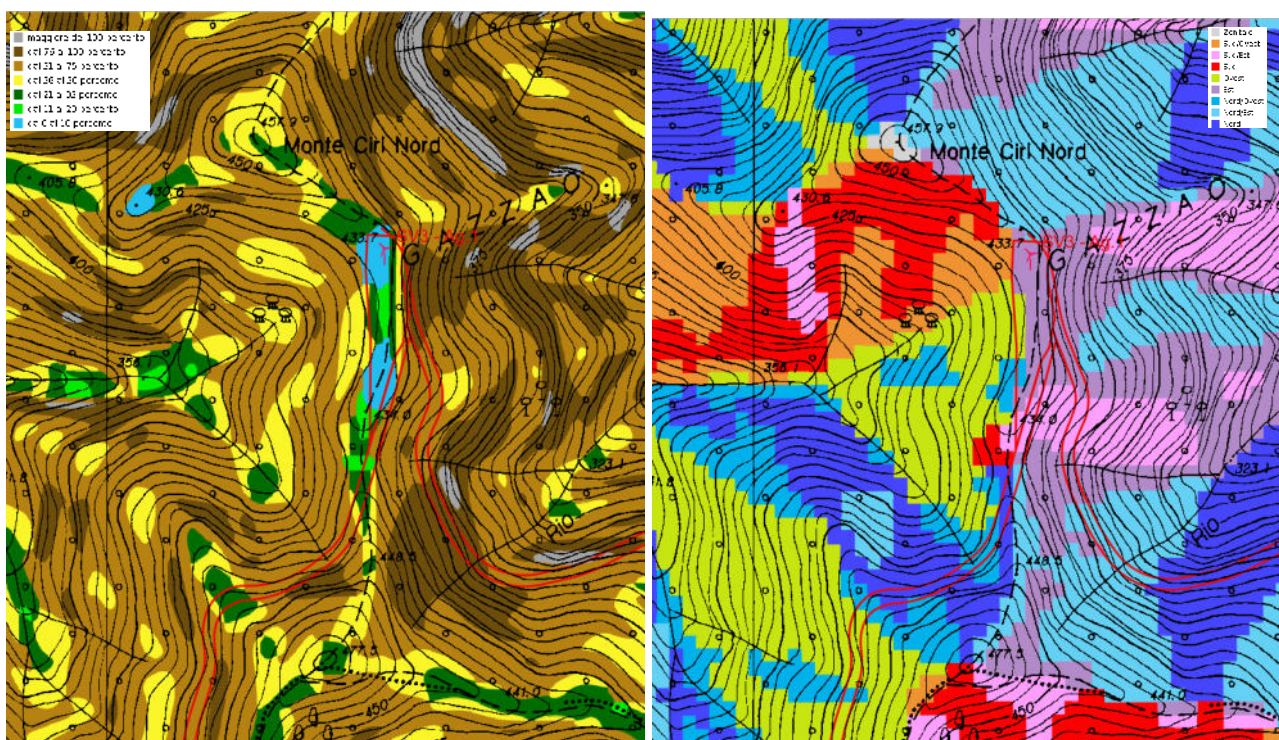


Figura 4.1.1: AG01 - Estratto Carta CTR

Il sito dell'aerogeneratore e della piazzola di esercizio risultano inserite in posizione zenitale alla sommità del versante: l'area risulta pertanto debolmente acclive, ma sui fianchi della zona di installazione sono presenti versanti molto acclivi anche fino al 100% che contornano una dorsale sommitale sottile. Dal punto di vista geologico osservabile dalla cartografia geologica CGR, nonché in sito sono qui presenti delle litologie subaffioranti, da coltri sottili per lo più ghiaioso sabbiose, ascrivibili agli Ortogneiss metagranitoidi II qui rappresentati da granitoidi a grana da media a grossolana, generalmente porfiritici per grandi megacristalli di K-felspato fortemente tettonizzati e fratturati.

La cartografia dei dissesti di versante, derivante da PAI e PDB evidenzia come il sito interessato dall'aerogeneratore 01 non risulti interessato da nessun tipo di dissesto. In particolare, entro il PAI dell'Autorità di Bacino del Distretto Settentrionale il sito è stato inserito entro le perimetrazioni P1, mentre nelle perimetrazioni della suscettività al dissesto del piano di bacino entro la zona a suscettività al dissesto basso PG1.



**Figura 4.1.2: AG01 - Estratto Carta Acclività 0-20% - Esposizione dei versanti Zenitale**



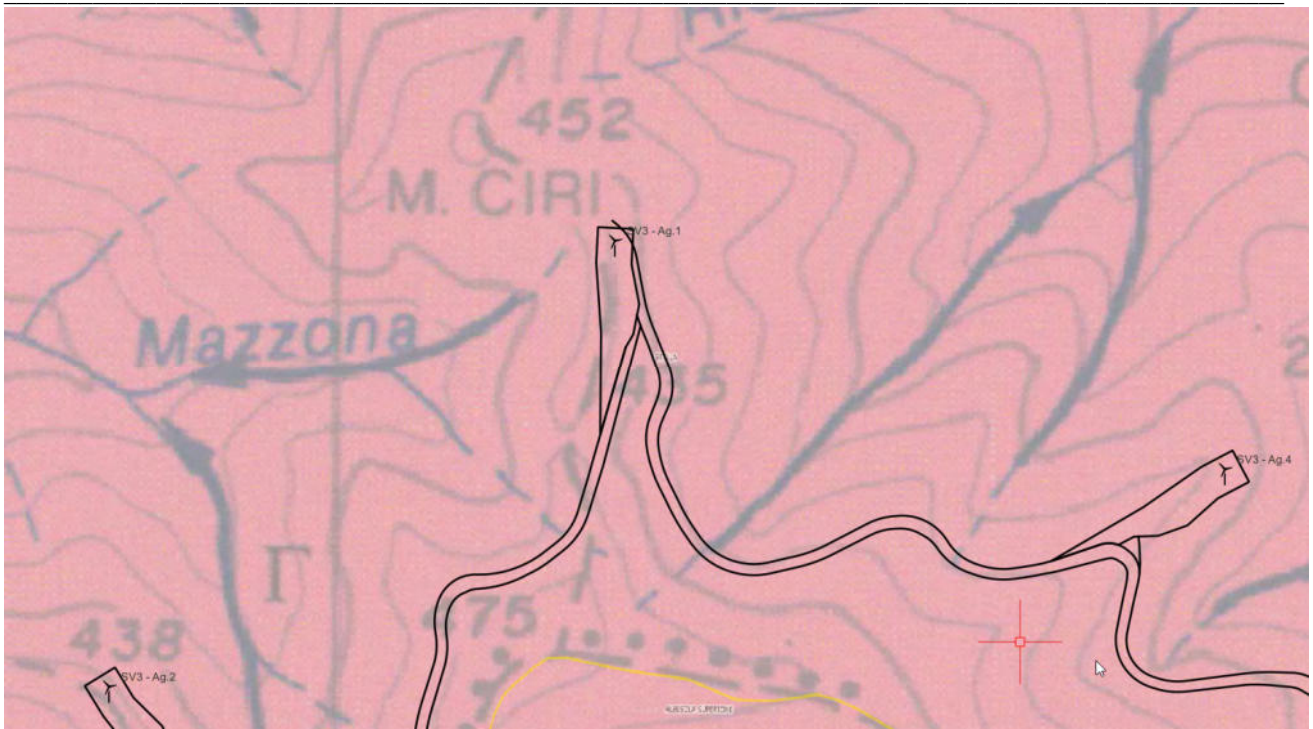


Figura 4.1.3: AG01- Estratto CGR 1:50000 – ORTOGNEISS METAGRANOTOIDI II

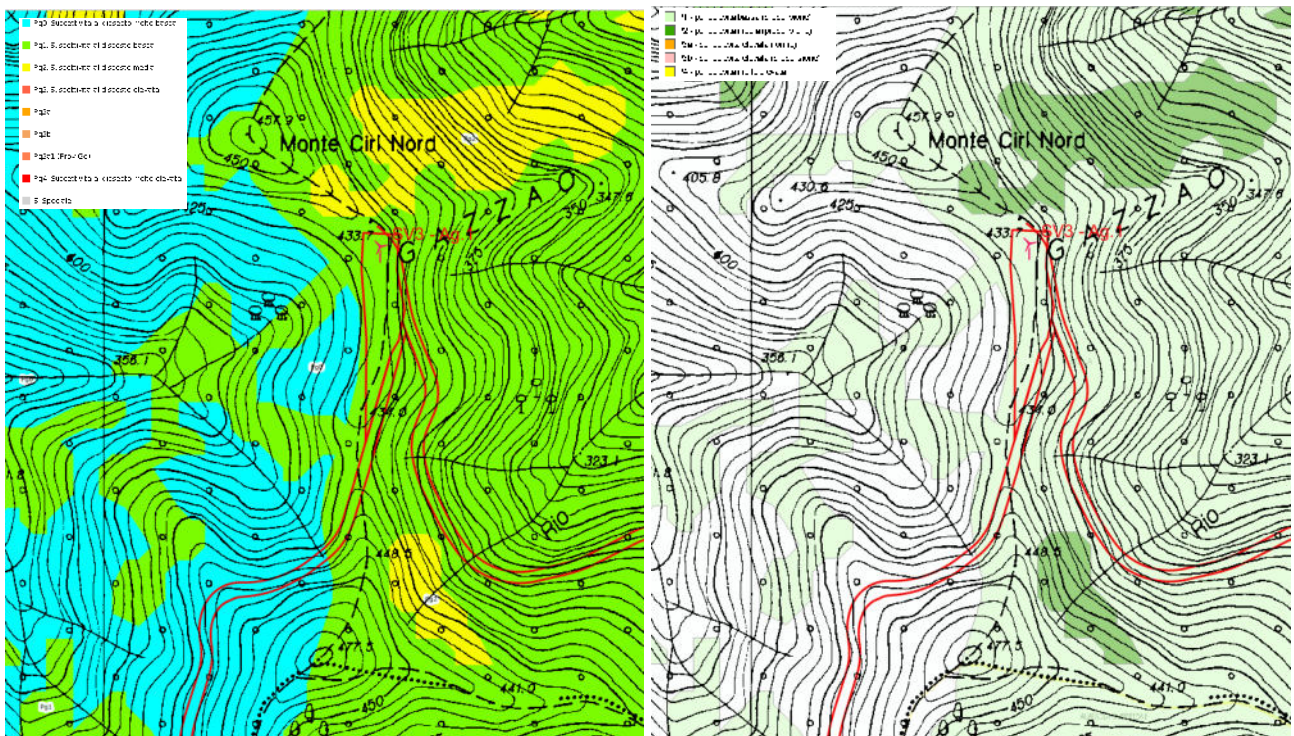


Figura 4.1.4: AG01 - Estratto Cartografie Piano di Bacino e PAI

Il sito non risulta interessato da dissesti cartografati entro gli elaborati IFFI né da rami idrografici cartografati entro la cartografia del reticolo idrografico regionale.



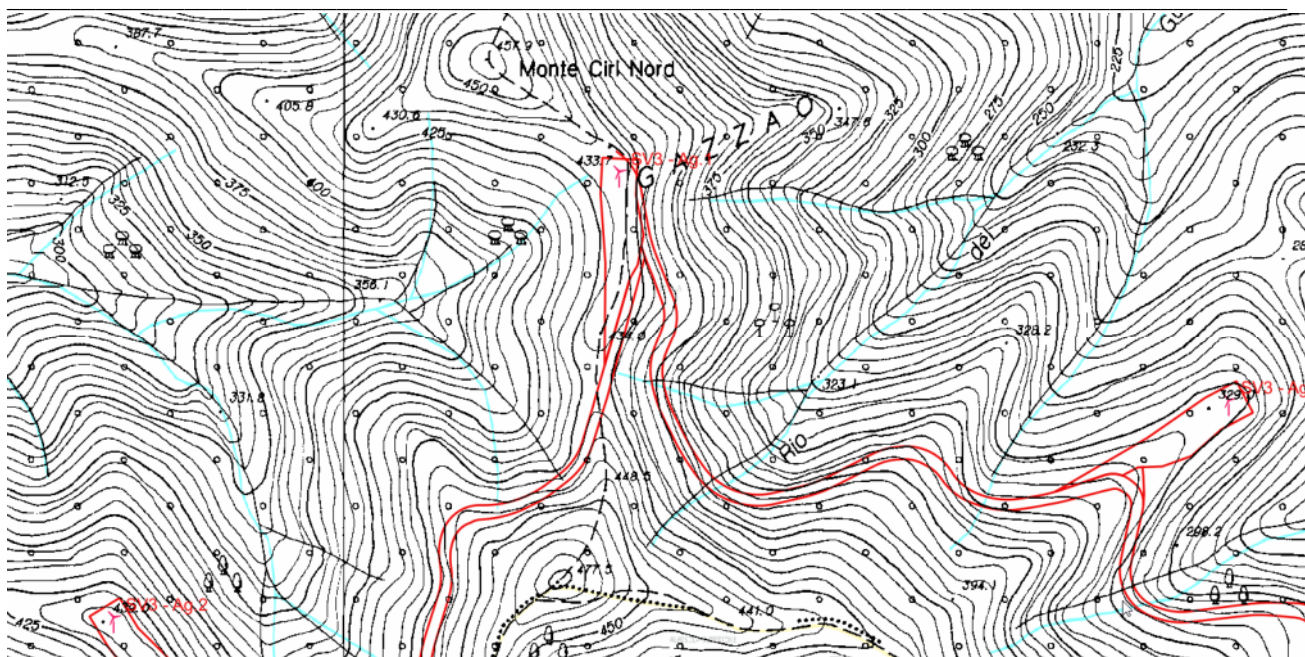


Figura 4.1.5: AG01 - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico

Il rilevamento condotto direttamente in sito ha evidenziato come l'areale sia interessato da una sottile coltre ghiaioso sabbiosa debolmente limosa sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione di potenza metrica e localmente plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso. Sulla porzione di versante a valle del sito di installazione, all'epoca del rilevamento non sono state evidenti zone di impregnazione, ma unicamente zone preferenziali di ruscellamento concentrato delle acque meteoriche e di erosione diffusa.

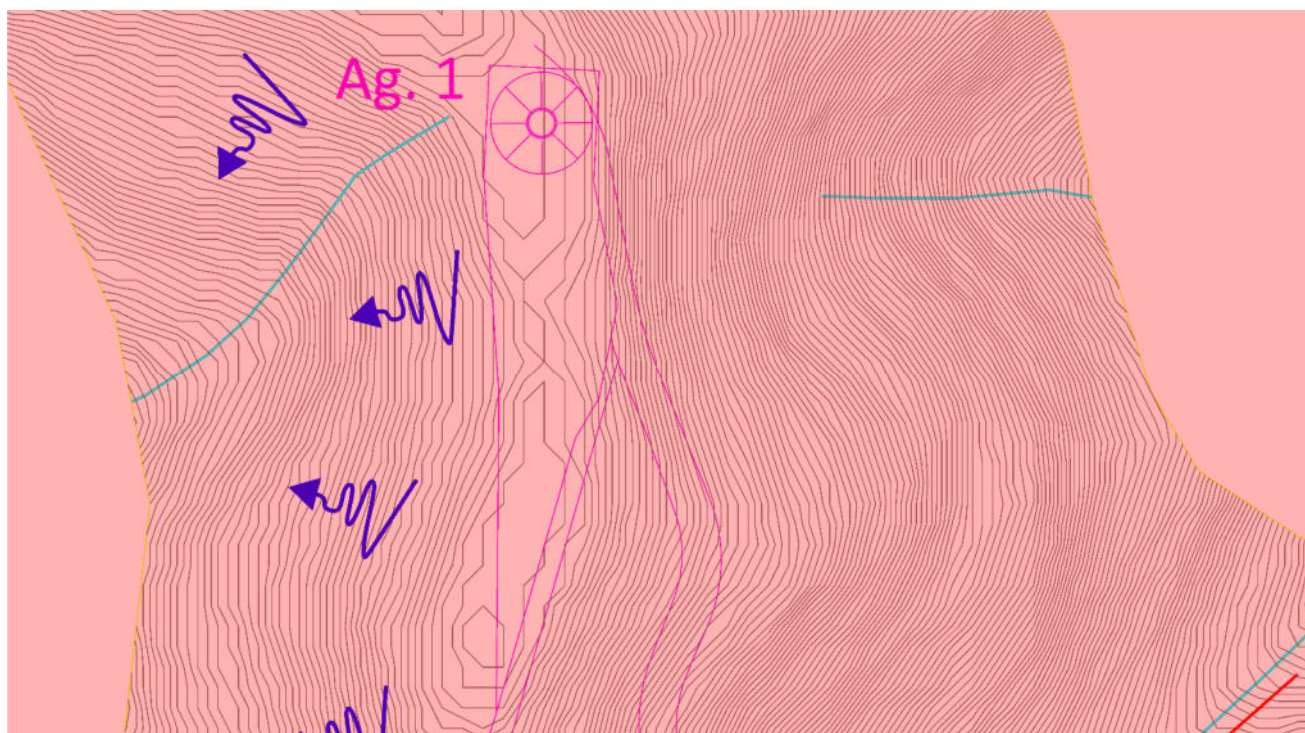


Figura 4.1.6: AG01- In viola l'ingombro delle strutture, in rosso la piazzola di servizio, in azzurro le zone di concentrazione delle acque superficiali, le frecce blu contorte indicano zone di erosione superficiale, con le linee rosse tratteggiate le faglie presunte e con pattern rosso chiaro la roccia sub-affiorante.





Figura 4.1.7: AG01- Sito di installazione, roccia sub-affiorante fessurata



Figura 4.1.8: AG01- Sito di installazione, Ortofoto/CTR

L'ammasso roccioso affiora e subaffiora da una copertura limoso sabbiosa potente pochi decimetri su tutta l'area di installazione e risulta interessato da più sistemi di stratificazione e fratturazione. Sebbene la tettonizzazione possa risultare localmente intensa la condizione generale dell'ammasso roccioso è tale da potergli attribuire un valore di GSI pari a **38**.

SET	Azimuth dip	dip
S1	140	50

Figura 4.1.9: AG01 – Principali set di discontinuità

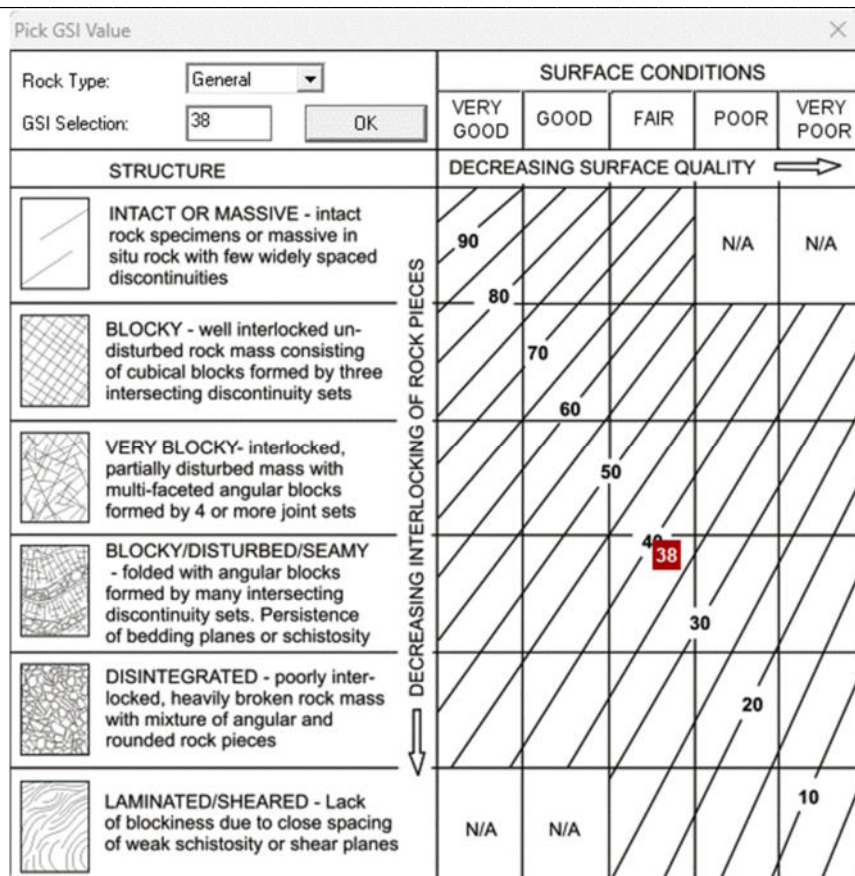


Figura 4.1.10: AG01 – Particolare attribuzione GSI

Le indagini effettuate nel corso della caratterizzazione geologica del Parco Eolico Bric Cian de le Vache consentono di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E ed una categoria topografica T4.**

#### CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.

Il calcolo dei parametri sismici per l'area di sedime, per la quale si ritiene che possa essere utilizzata una categoria di suolo di tipo E, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici:  **$a_g$ ,  $F_0$  e  $T_xC$**  e i valori dei coefficienti  **$k_h$ ,  $k_v$ ,  $a_{max}$  e  $Beta$ .**

#### Sito in esame.

latitudine: 44,3809128 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 8,4879923 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Classe d'uso: Classe IV: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;*

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T4

#### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	16911	44,378010	8,453517	2758,82



<b>Sito 2</b>	16912	44,380950	8,523294	2805,50
<b>Sito 3</b>	16690	44,430870	8,519193	6082,76
<b>Sito 4</b>	16689	44,427930	8,449334	6063,24

**Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii**

**Parametri sismici**

Vita nominale: 100 [anni]

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
<b>Operatività (SLO)</b>	120	0,034	2,572	0,227
<b>Danno (SLD)</b>	201	0,040	2,597	0,268
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	1898	0,075	2,829	0,338
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	2475	0,080	2,862	0,344

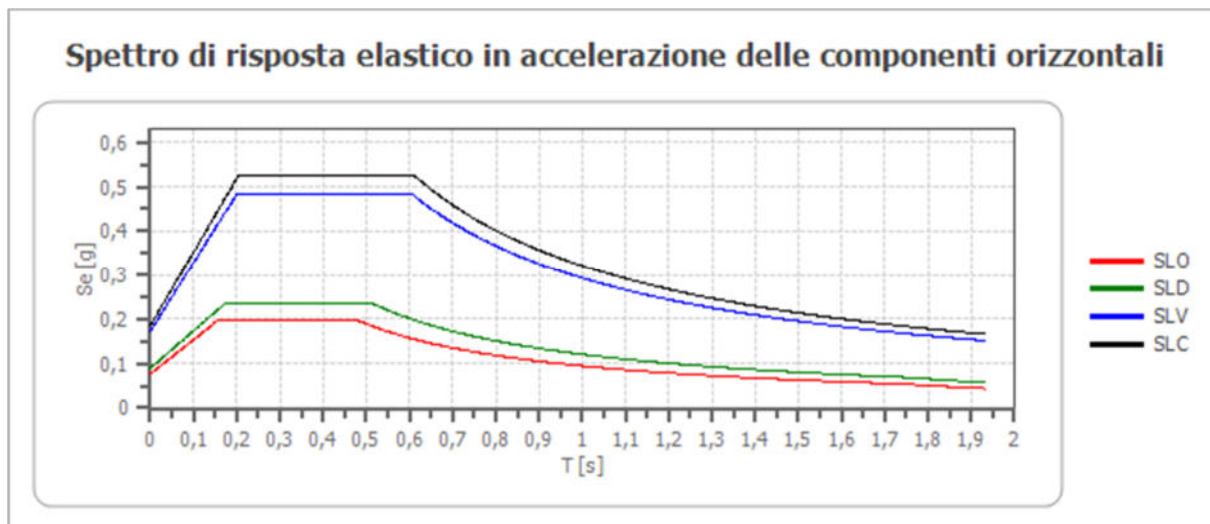
**Coefficienti Sismici**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,034	0,036
kv	0,008	0,009	0,017	0,018
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,747	0,876	1,653	1,767
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

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

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

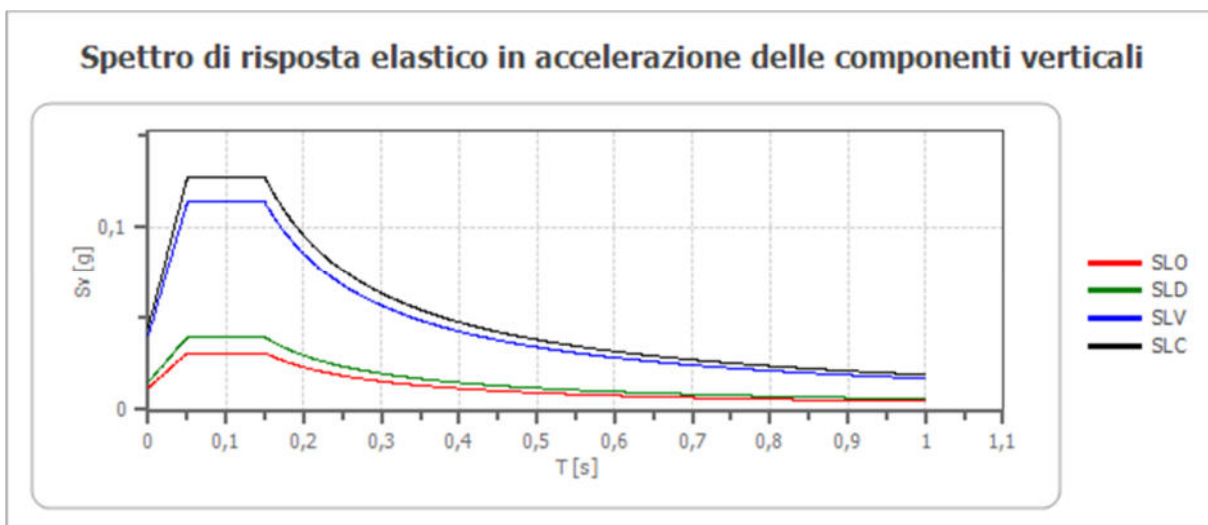
Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$ : 1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	Sf [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
<b>SLO</b>	2,0	0,034	2,572	0,227	1,600	2,080	1,400	2,240	1,000	0,158	0,473	1,736	0,076	0,196
<b>SLD</b>	2,0	0,040	2,597	0,268	1,600	1,950	1,400	2,240	1,000	0,174	0,522	1,760	0,089	0,232
<b>SLV</b>	2,0	0,075	2,829	0,338	1,600	1,770	1,400	2,240	1,000	0,199	0,598	1,901	0,169	0,477
<b>SLC</b>	2,0	0,080	2,862	0,344	1,600	1,760	1,400	2,240	1,000	0,202	0,606	1,922	0,180	0,516

**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

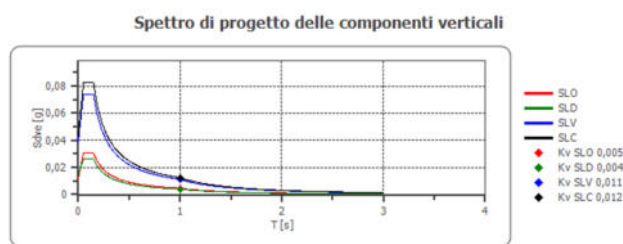
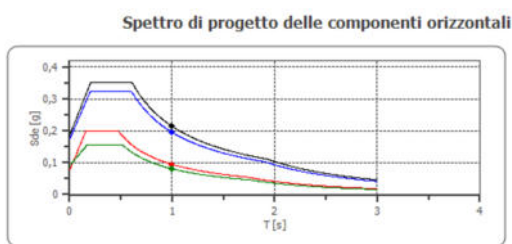


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
<b>SLO</b>	2,0	0,034	2,572	0,227	1	2,080	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
<b>SLD</b>	2,0	0,040	2,597	0,268	1	1,950	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,039
<b>SLV</b>	2,0	0,075	2,829	0,338	1	1,770	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,039	0,110
<b>SLC</b>	2,0	0,080	2,862	0,344	1	1,760	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,043	0,123

**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
<b>khi = Sde(T) Orizzontale [g]</b>	0,093	0,081	0,190	0,208
<b>kv = Sdve(T) Verticale [g]</b>	0,005	0,004	0,011	0,012



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
<b>SLO orizzontale</b>	2,0	0,034	2,572	0,227	1,600	2,080	1,400	2,240	1,000	0,158	0,473	1,736	0,076	0,196
<b>SLO verticale</b>	2,0	0,034	2,572	0,227	1,600	2,080	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
<b>SLD orizzontale</b>	2,0	0,040	2,597	0,268	1,600	1,950	1,400	2,240	1,500	0,174	0,522	1,760	0,089	0,155
<b>SLD verticale</b>	2,0	0,040	2,597	0,268	1,600	1,950	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,026
<b>SLV orizzontale</b>	2,0	0,075	2,829	0,338	1,600	1,770	1,400	2,240	1,500	0,199	0,598	1,901	0,169	0,318
<b>SLV verticale</b>	2,0	0,075	2,829	0,338	1,600	1,770	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,039	0,074
<b>SLC orizzontale</b>	2,0	0,080	2,862	0,344	1,600	1,760	1,400	2,240	1,500	0,202	0,606	1,922	0,180	0,344



<b>SLC verticale</b>	2,0	0,080	2,862	0,344	1,600	1,760	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,043	0,082
----------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### 4.2 AEROGENERATORE AG02

Il sito dell'aerogeneratore AG02 è ubicato su una limitata dorsale che si diparte dal Bric di Genova e si estende per lo più verso Nord/Ovest, ad una quota altimetrica di circa 439 m slm.

Coordinate piano: WGS 84 / UTM 32N			
TURBINA	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
<b>AG02</b>	437732	4920513	439.5

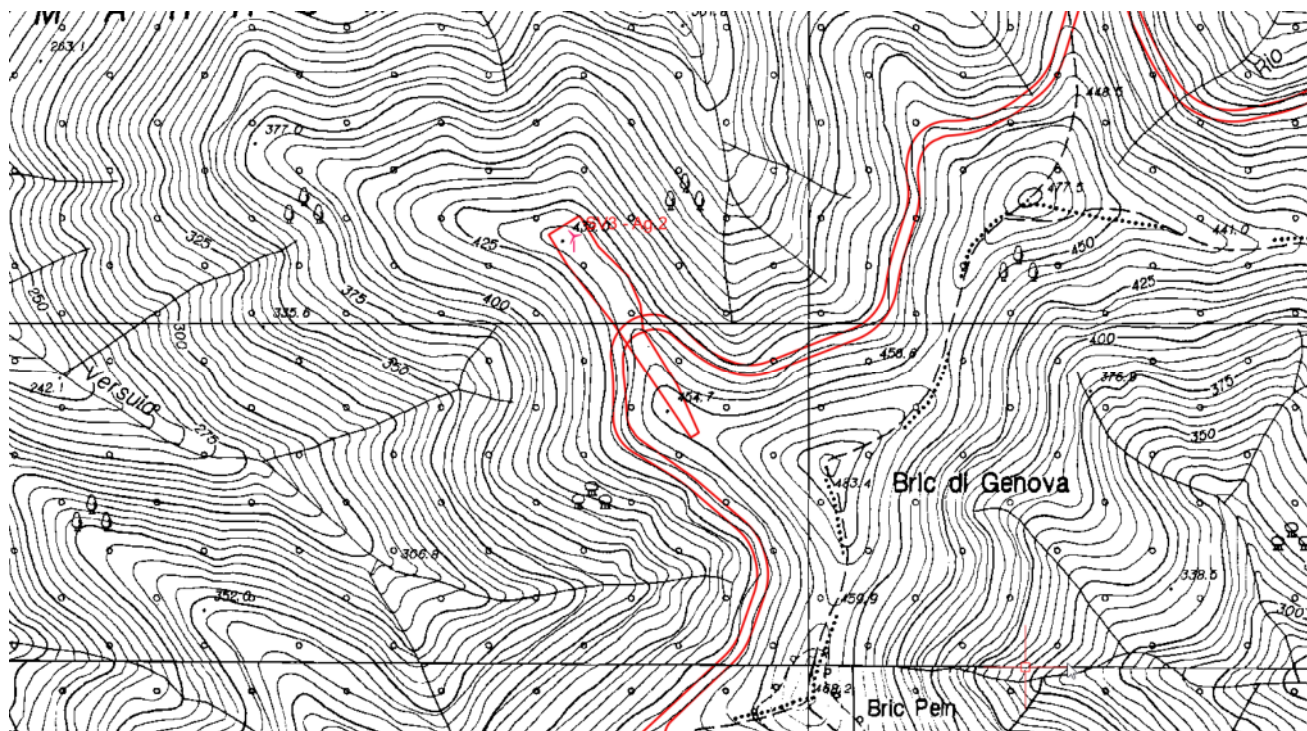


Figura 4.2.1: AG02- Estratto Carta CTR

Il sito dell'aerogeneratore e della piazzola di esercizio risultano inserite in posizione zenitale alla sommità del versante: l'area risulta pertanto da mediamente a debolmente acclive, ma sui fianchi della zona di installazione sono presenti versanti molto acclivi anche fino al 100% che contornano una dorsale sommitale sottile. Dal punto di vista geologico osservabile dalla cartografia geologica CGR, nonché in sito sono qui presenti delle litologie subaffioranti, da coltri sottili per lo più ghiaioso sabbiose, ascrivibili agli Ortogneiss metagranitoidi II qui rappresentati da granitoidi a grana da media a grossolana, generalmente porfiritici per grandi megacristalli di K-feldspato fortemente tettonizzati e fratturati.



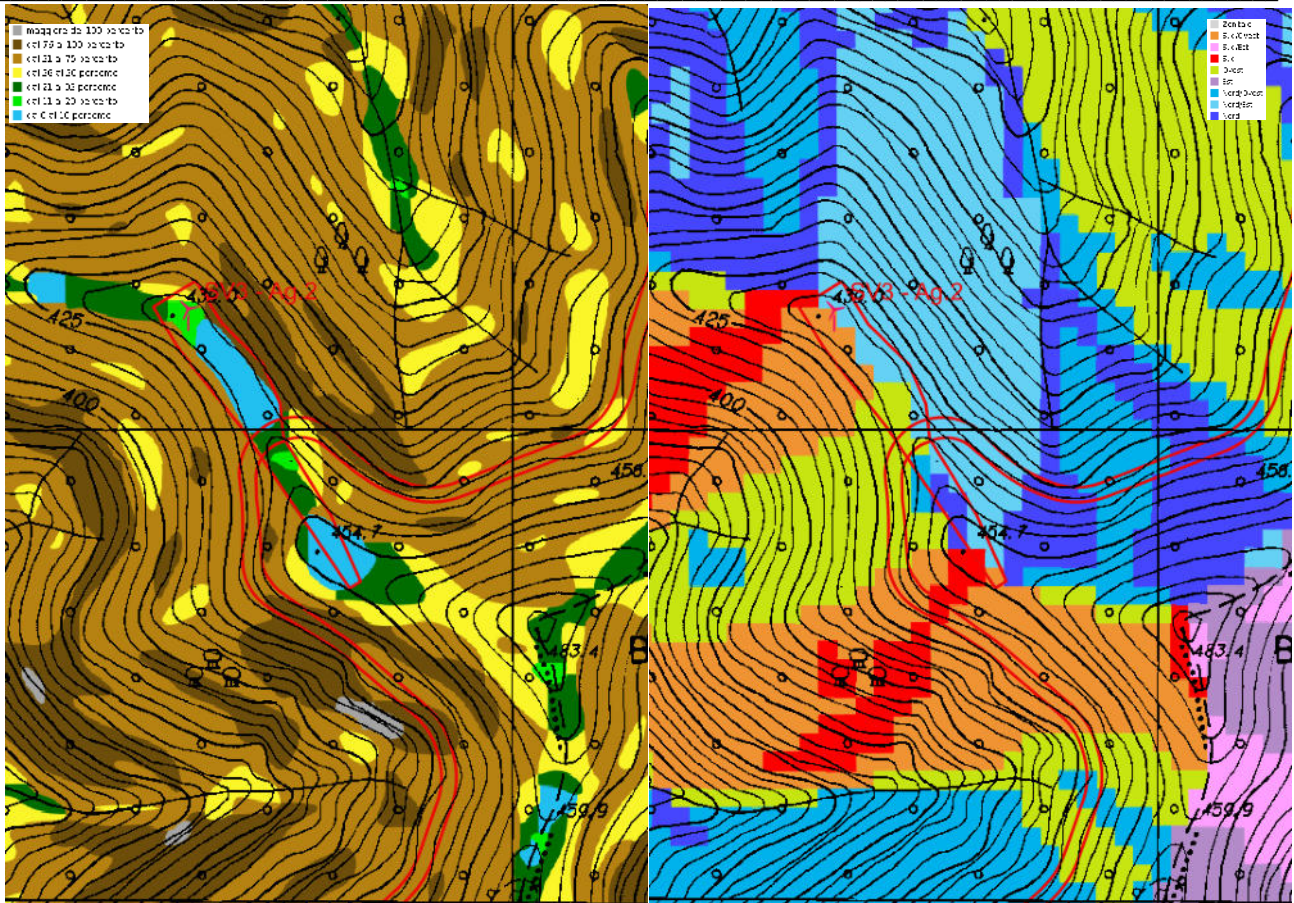


Figura 4.2.2: AG02- Estratto Carta Acclività 0-35% - Esposizione dei versanti zenitale

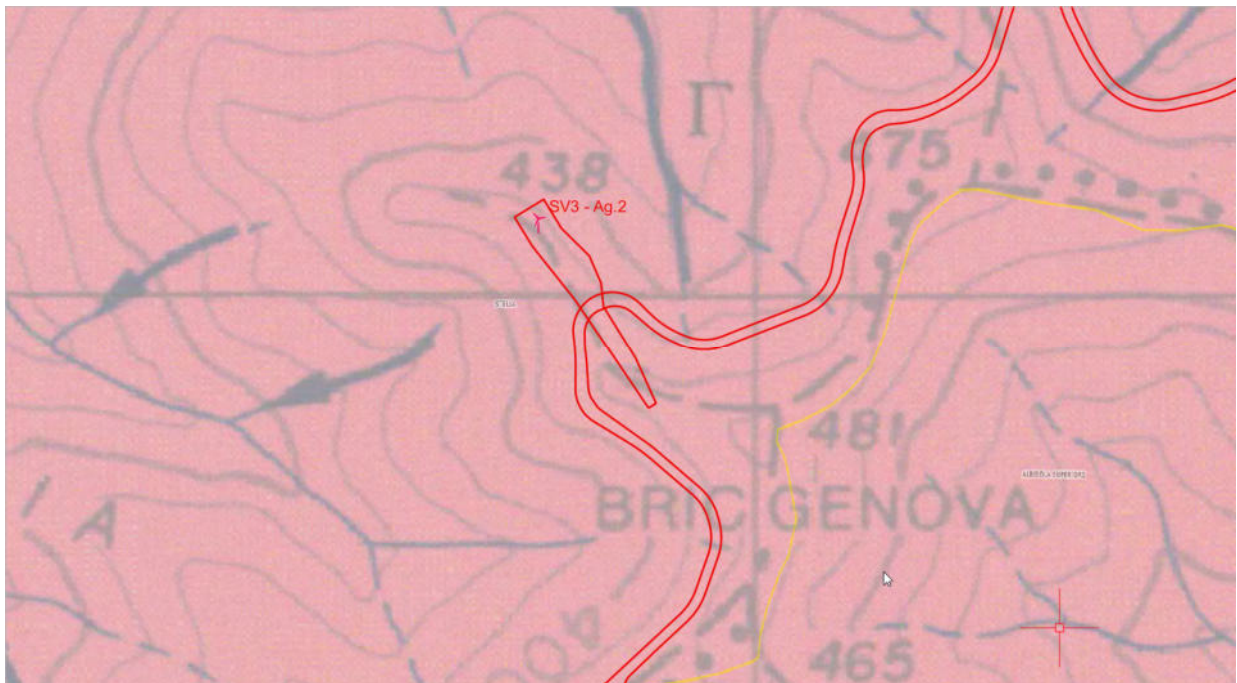


Figura 4.2.3: AG02- Estratto CGR 1:50000 – Ortogneiss metagranitoidi



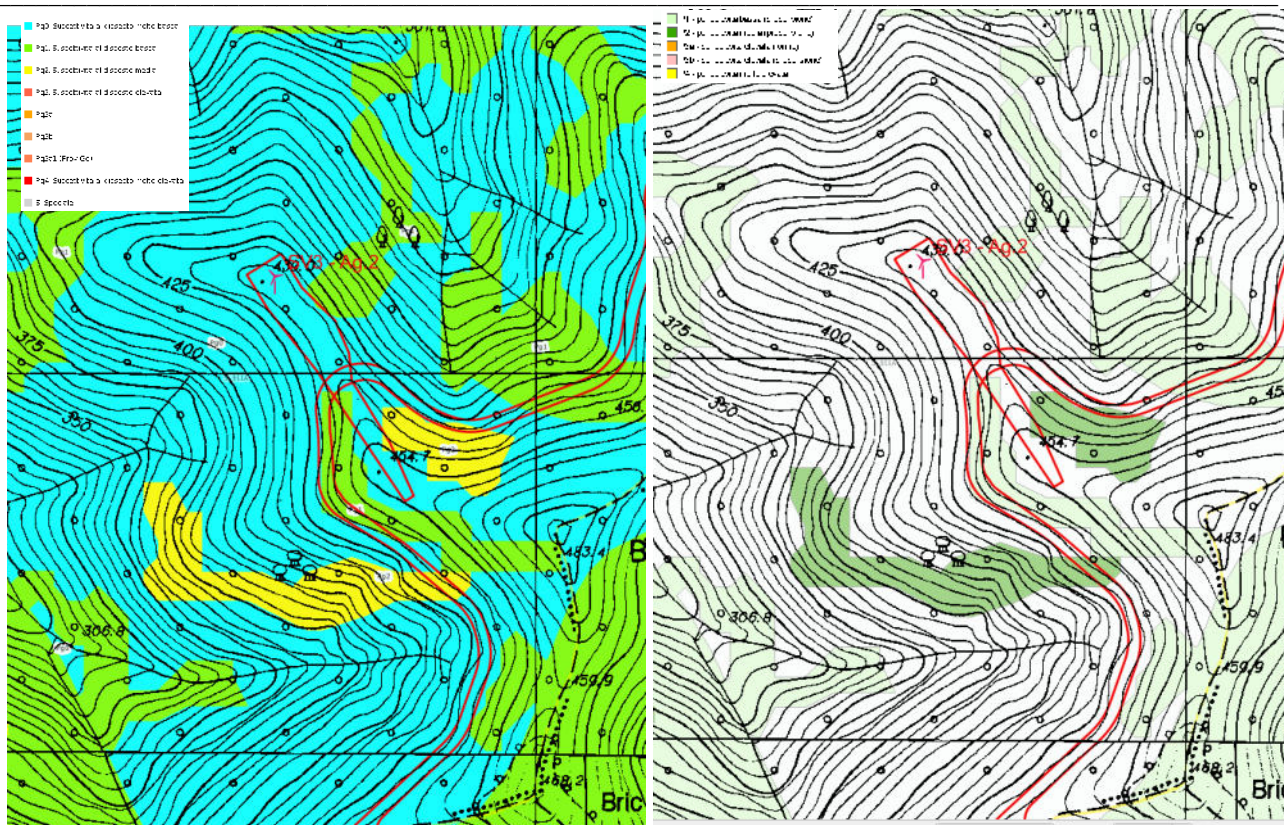


Figura 4.2.4: AG02 - Estratto Cartografie Piano di Bacino e PAI

La cartografia dei dissesti di versante, derivante da PAI e PDB evidenzia come il sito interessato dall'aerogeneratore 02 non risulti interessato da nessun tipo di dissesto. In particolare, entro il PAI dell'Autorità di Bacino del Distretto Settentrionale il sito è stato inserito entro le perimetrazioni P1 o esterno a qualsiasi perimetrazione, mentre nelle perimetrazioni della suscettibilità al dissesto del Piano di Bacino entro la zona a suscettibilità al dissesto molto basso Pg0, basso Pg1 e solo localmente media.

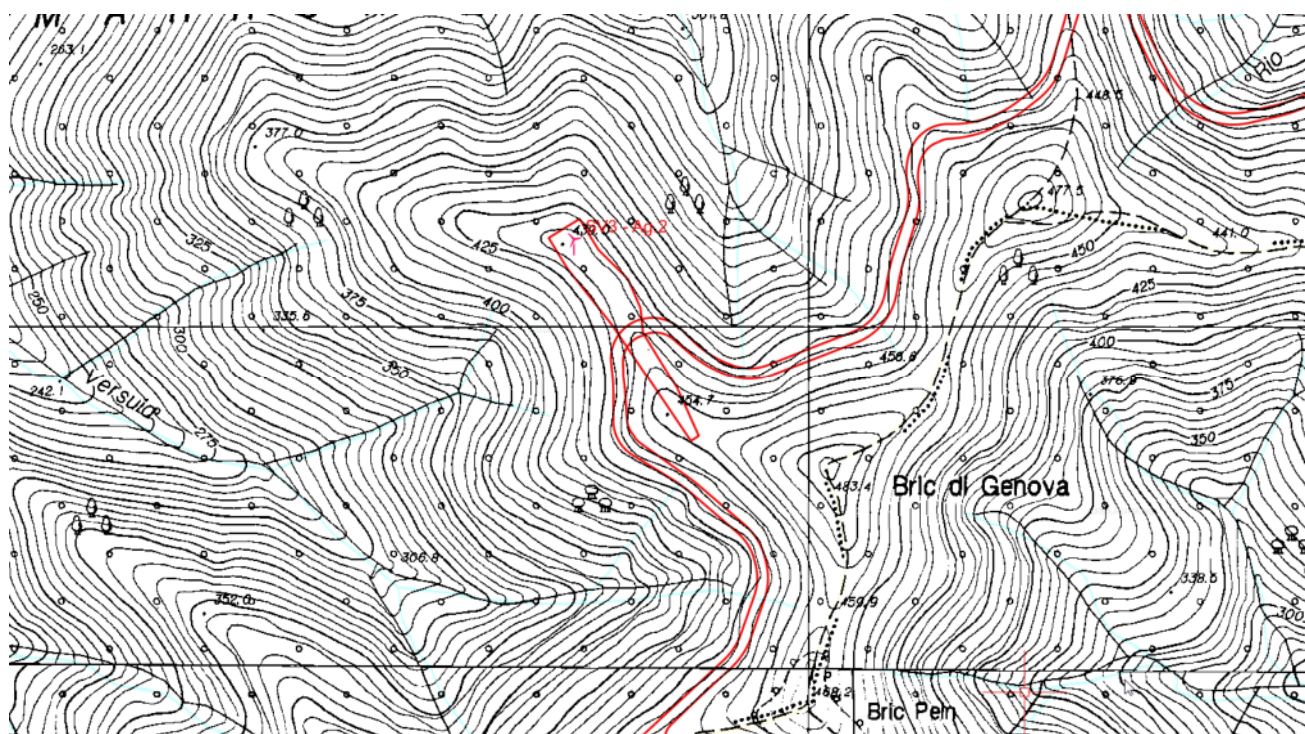


Figura 4.2.5: AG01 - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico Regione Liguria



Il rilevamento condotto direttamente in sito ha evidenziato come l'area sia interessata da una sottile coltre ghiaioso sabbiosa debolmente limosa sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione di potenza metrica e localmente plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso. Sulla porzione di versante a valle del sito di installazione, all'epoca del rilevamento non sono state evidenti zone di impregnazione, ma zone preferenziali di ruscellamento concentrato delle acque meteoriche e di erosione diffusa.

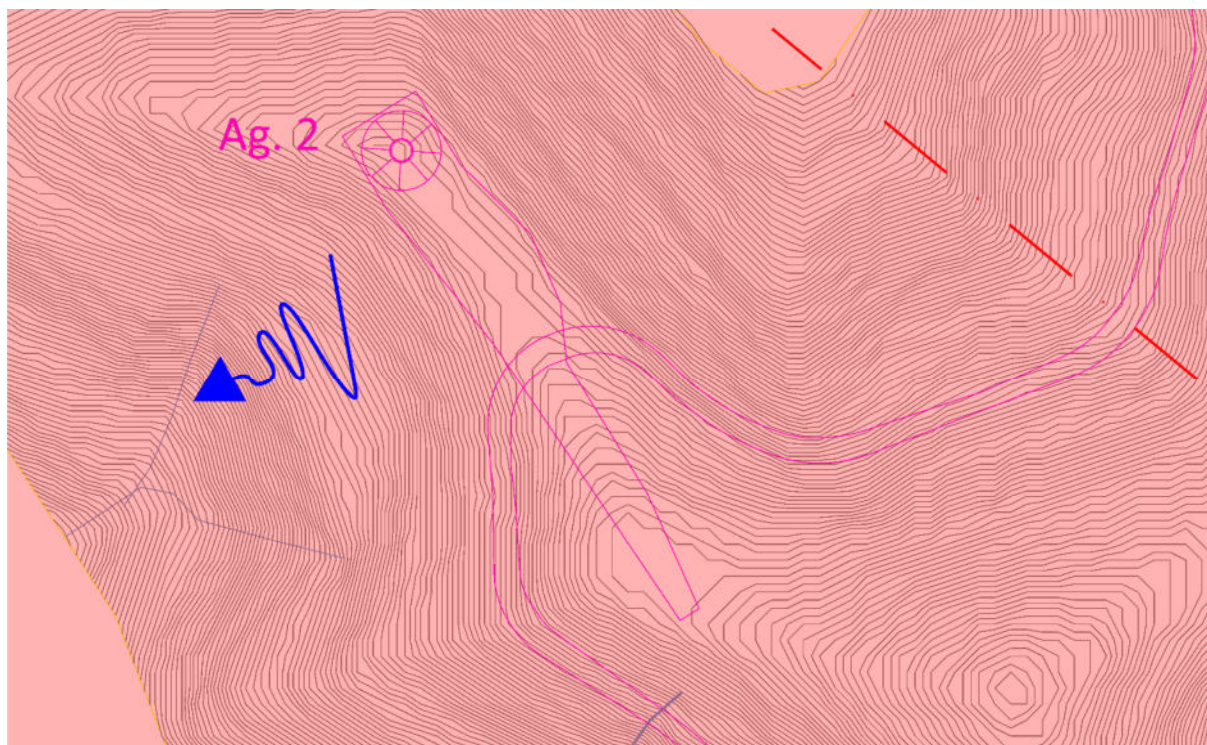


Figura 4.2.6: AG02- In viola l'ingombro delle strutture, in rosso la piazzola di servizio, in blu le zone di concentrazione delle acque superficiali, le frecce blu contorte indicano zone di erosione superficiale, con le linee rosse tratteggiate le faglie presunte e con pattern rosso chiaro la roccia sub-affiorante.

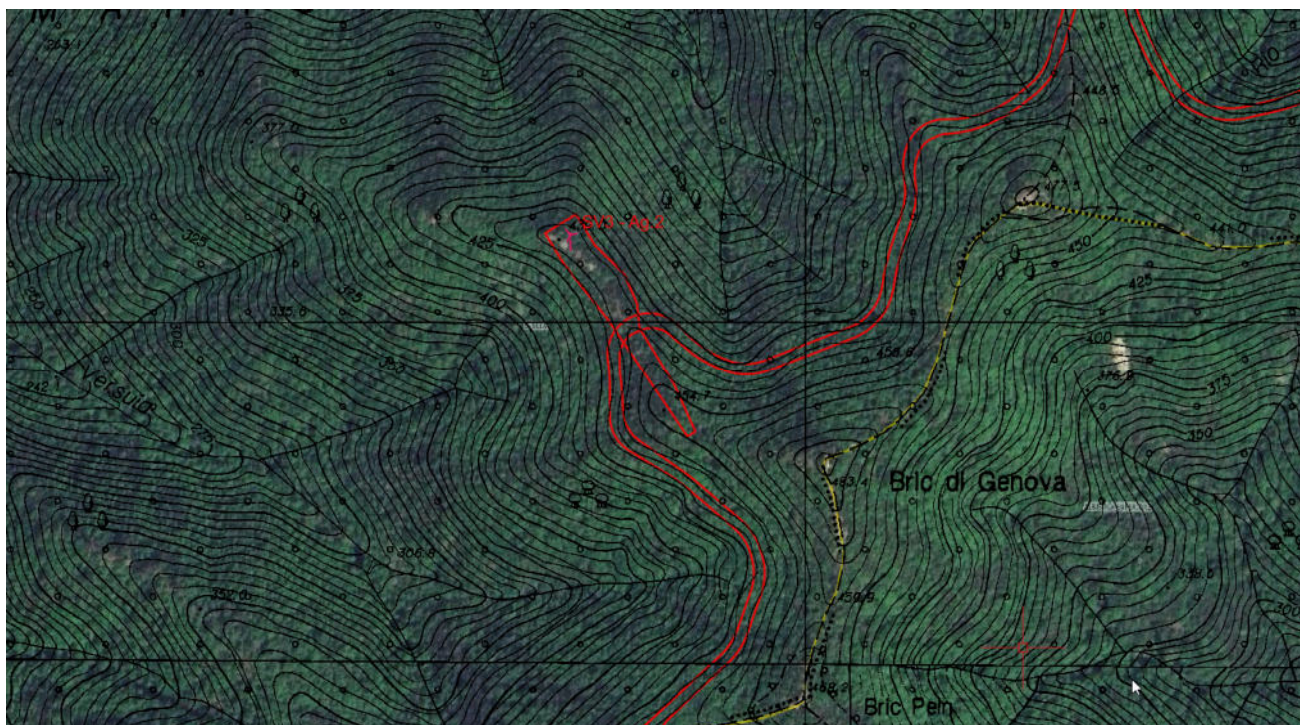


Figura 4.2.7: AG02- Sito di installazione, Ortofoto/CTR



Le indagini effettuate nel corso della caratterizzazione geologica del Parco Eolico Bric Cian de le Vache consentono di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E ed una categoria topografica T4.**

**CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.**

Il calcolo dei parametri sismici per l'area di sedime, per la quale si ritiene che possa essere utilizzata una categoria di suolo di tipo E, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici:  **$a_g$ ,  $F_0$  e  $T_xC$**  e i valori dei coefficienti **kh, kv,  $a_{max}$  e Beta.**

**Sito in esame.**

latitudine: 44,3778343 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 8,4831886 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Classe d'uso: Classe IV: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;*

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T4

**Siti di riferimento.**

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	16911	44,378010	8,453517	2358,22
<b>Sito 2</b>	16912	44,380950	8,523294	3206,14
<b>Sito 3</b>	17134	44,331040	8,527418	6280,13
<b>Sito 4</b>	17133	44,328100	8,457650	5891,13

**Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii**

**Parametri sismici**

Vita nominale: 100 [anni]

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
<b>Operatività (SLO)</b>	120	0,034	2,573	0,229
<b>Danno (SLD)</b>	201	0,040	2,597	0,268
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	1898	0,077	2,804	0,340
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	2475	0,083	2,832	0,346

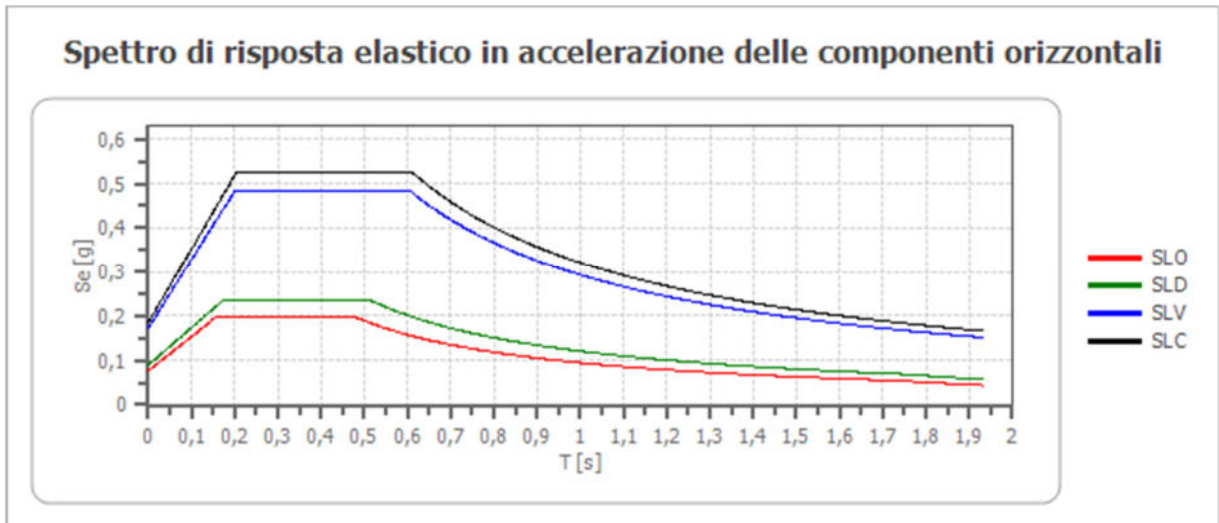
**Coefficienti Sismici**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>kh</b>	0,015	0,018	0,035	0,037
<b>kv</b>	0,008	0,009	0,017	0,019
<b><math>A_{max}</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	0,750	0,880	1,696	1,817
<b>Beta</b>	0,200	0,200	0,200	0,200

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

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$ : 1.000

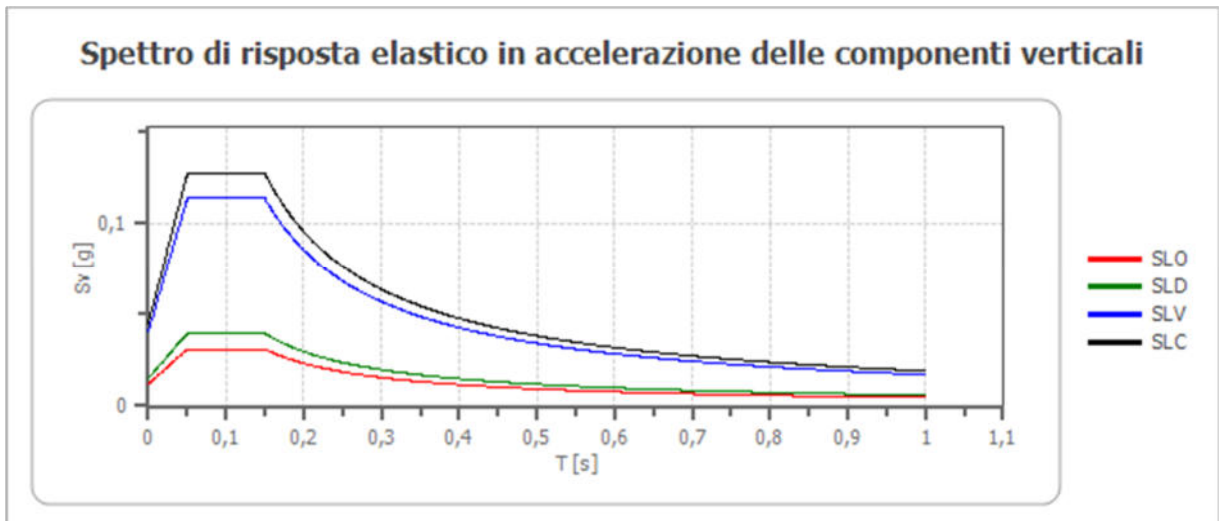


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,158	0,475	1,737	0,076	0,197
SLD	2,0	0,040	2,597	0,268	1,600	1,950	1,400	2,240	1,000	0,174	0,523	1,760	0,090	0,233
SLV	2,0	0,077	2,804	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,000	0,200	0,601	1,909	0,173	0,485
SLC	2,0	0,083	2,832	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,000	0,203	0,609	1,931	0,185	0,525

### 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(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,229	1	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD	2,0	0,040	2,597	0,268	1	1,950	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,039
SLV	2,0	0,077	2,804	0,340	1	1,770	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,041	0,114
SLC	2,0	0,083	2,832	0,346	1	1,760	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,045	0,127

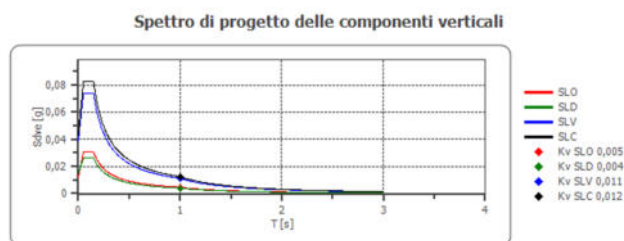
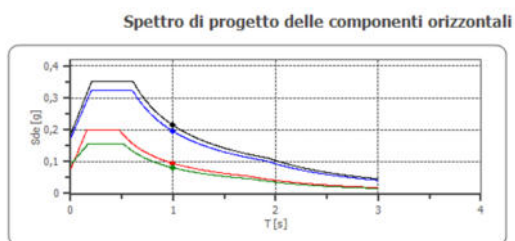
### Spettro di progetto

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
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,093	0,081	0,194	0,213
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,005	0,004	0,011	0,013



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,158	0,475	1,737	0,076	0,197
SLO verticale	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD orizzontale	2,0	0,040	2,597	0,268	1,600	1,950	1,400	2,240	1,500	0,174	0,523	1,760	0,090	0,155
SLD verticale	2,0	0,040	2,597	0,268	1,600	1,950	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,026
SLV orizzontale	2,0	0,077	2,804	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,500	0,200	0,601	1,909	0,173	0,323
SLV verticale	2,0	0,077	2,804	0,340	1,600	1,770	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,041	0,076
SLC orizzontale	2,0	0,083	2,832	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,500	0,203	0,609	1,931	0,185	0,350
SLC verticale	2,0	0,083	2,832	0,346	1,600	1,760	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,045	0,085

### 4.3 AEROGENERATORE AG03

Il sito dell'aerogeneratore AG03 è sulla sommità del Bric Cian de Vache ad una quota altimetrica di circa 380.3 m slm.

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
TURBINA	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
AG03	459337	4912794	380.3

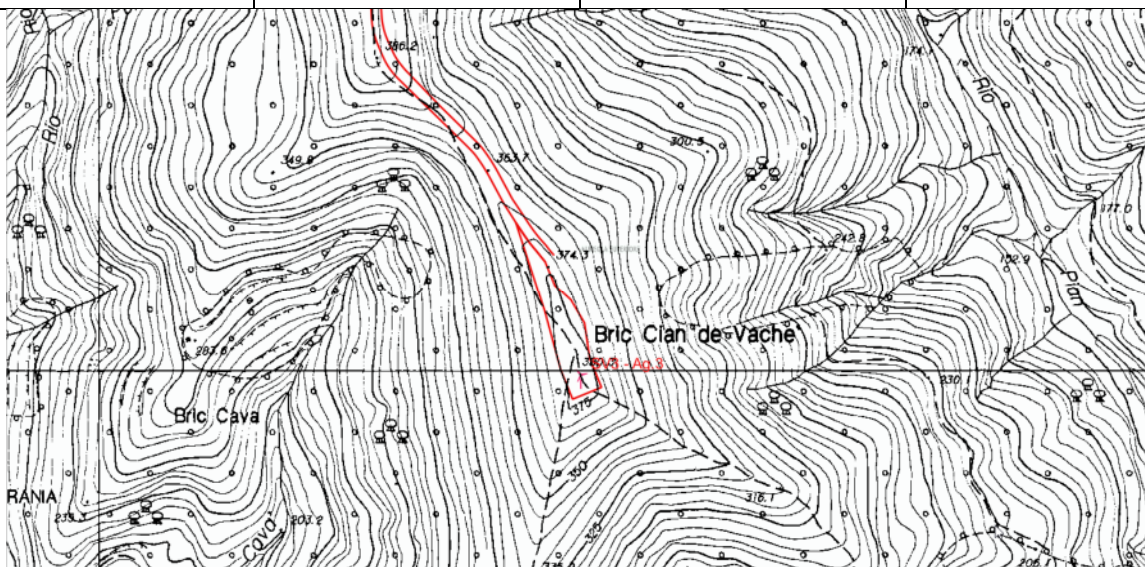
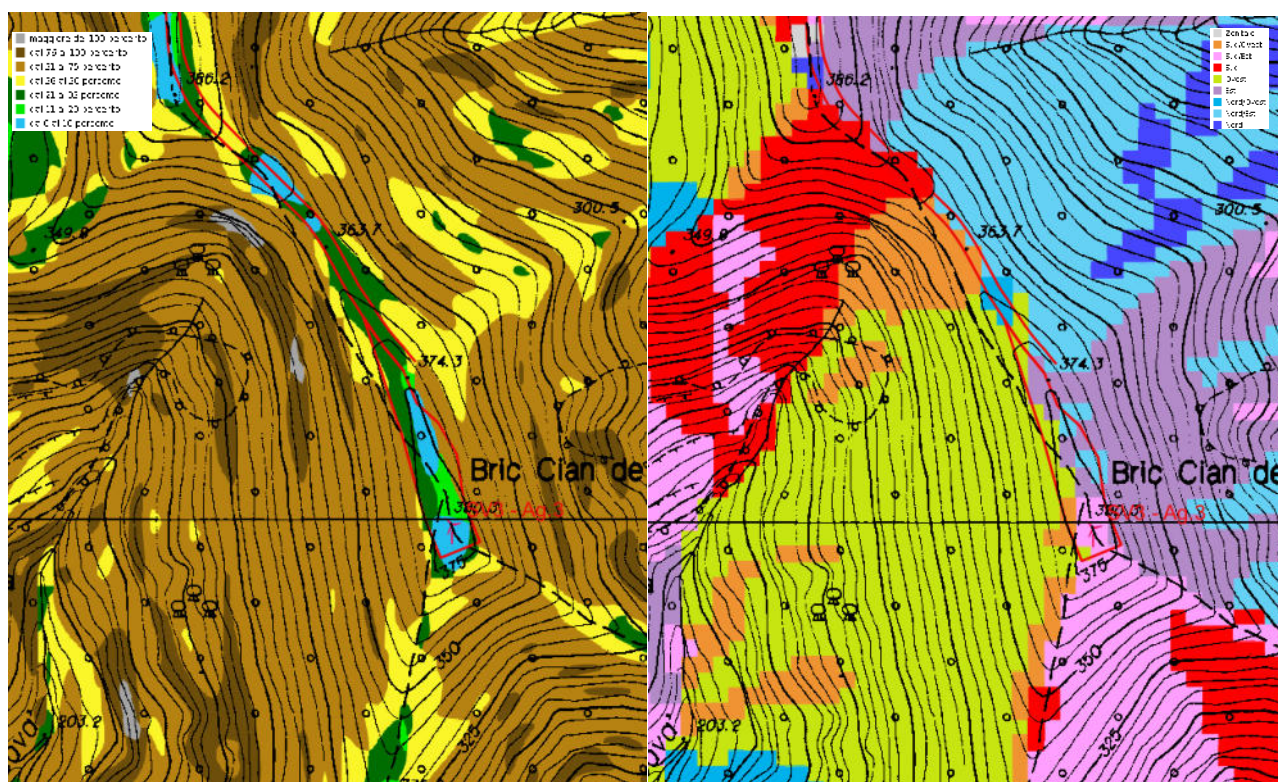


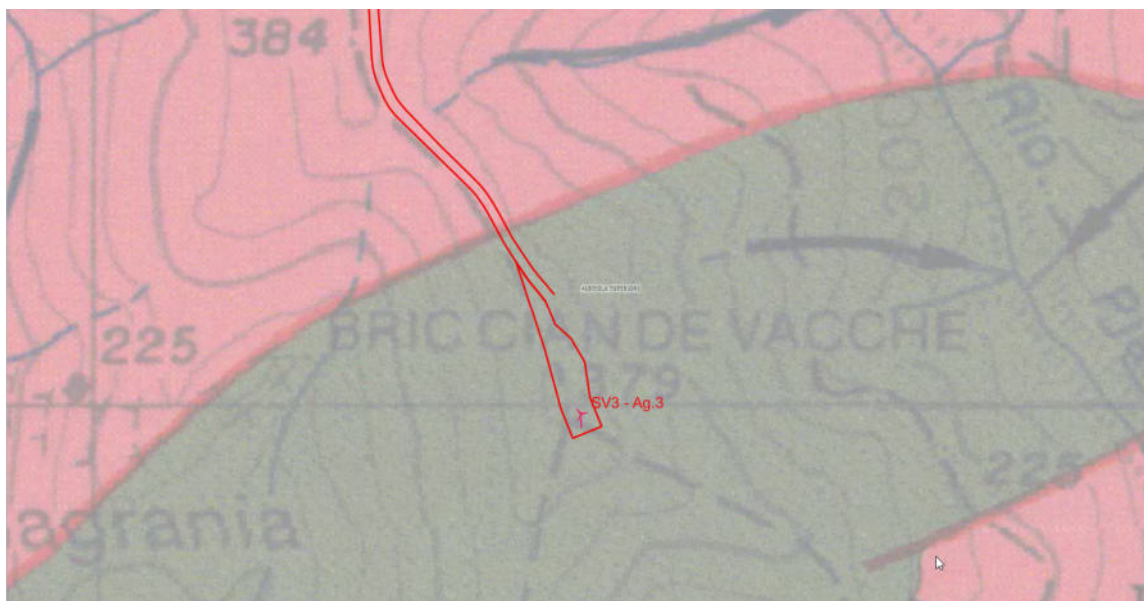
Figura 4.3.1: AG03- Estratto Carta CTR



Il sito dell'aerogeneratore e della piazzola di esercizio risultano inserite in posizione zenitale alla sommità del versante: l'area risulta pertanto da mediamente a debolmente acclive, ma sui fianchi della zona di installazione sono presenti versanti molto acclivi anche fino al 75% che contornano una dorsale sommitale sottile. Dal punto di vista geologico osservabile dalla cartografia geologica CGR, nonché in sito sono qui presenti delle litologie subaffioranti, da coltri sottili per lo più ghiaiose sabbiose, ascrivibili alle Anfiboliti ascrivibili all'Ordoviciano-Siluriano, con aspetto massiccio, anche se fratturato, a grana molto fine. Su di esse insistono numerosi sistemi di fratturazione che, nei livelli più superficiali, le disarticolano spesso in prismi isolati di roccia, talvolta è presente una foliazione molto fitta e localmente verticale.



**Figura 4.3.2: AG03- Estratto Carta Acclività 0-75% - Esposizione dei versanti prevalentemente zenitale**



**Figura 4.3.3: AG03- Estratto CGR 1:50000 – Anfiboliti**



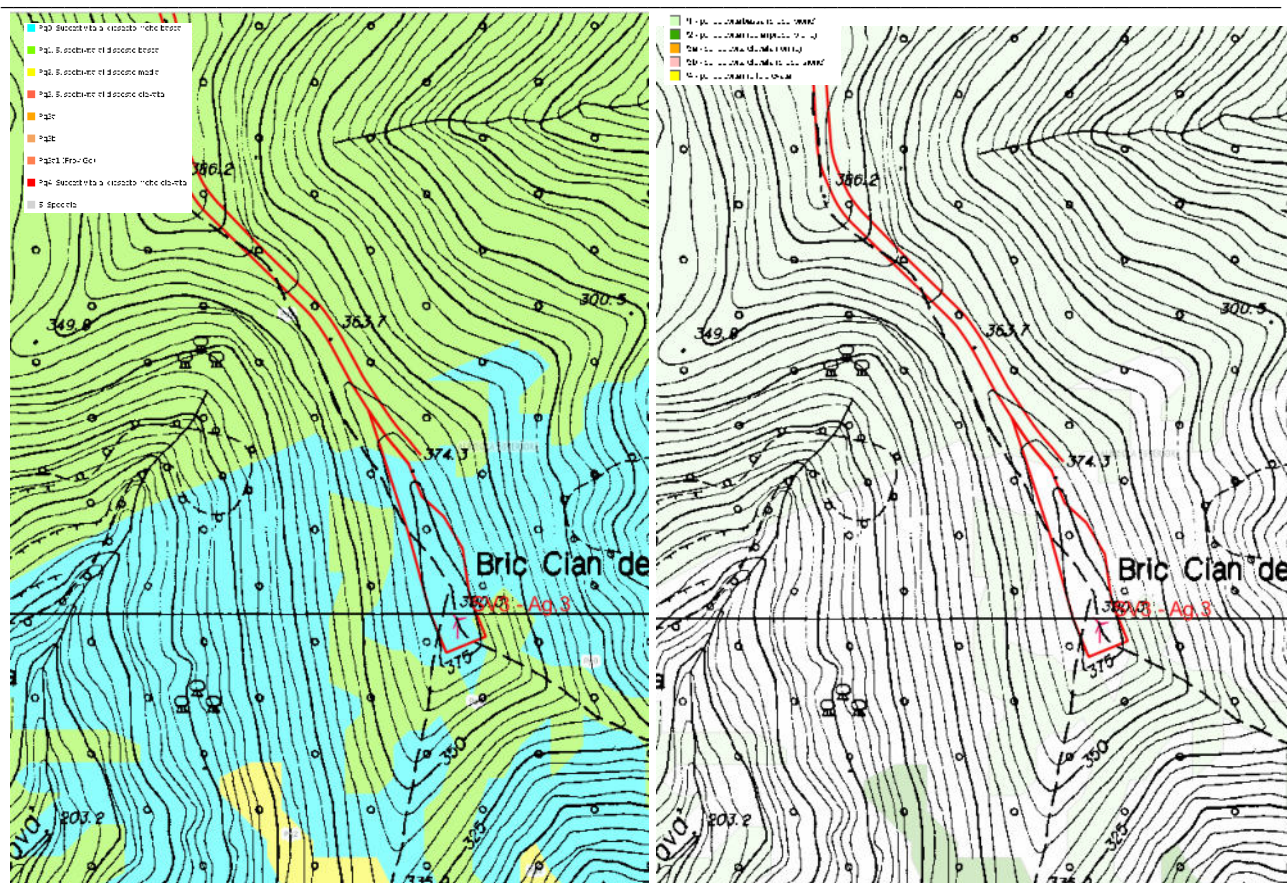


Figura 4.3.4: AG03 - Estratto Cartografie Piano di Bacino e PAI

La cartografia dei dissesti di versante, derivante da PAI e PDB evidenzia come il sito interessato dall'aerogeneratore 03 non risulti interessato da nessun tipo di dissesto. In particolare, entro il PAI dell'Autorità di Bacino del Distretto Settentrionale il sito è stato inserito entro le perimetrazioni P1 o esterno a qualsiasi perimetrazione, mentre nelle perimetrazioni della suscettività al dissesto del Piano di Bacino entro le zona a suscettività al dissesto molto basso Pg0 e basso Pg1.

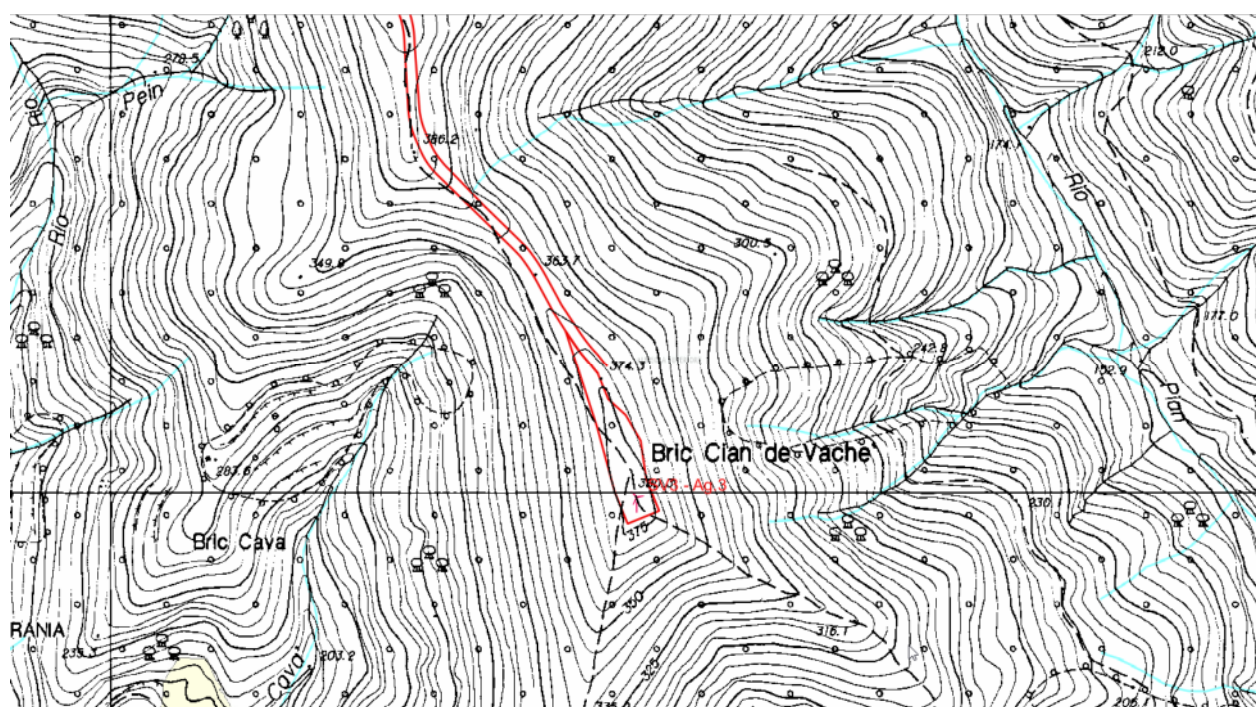
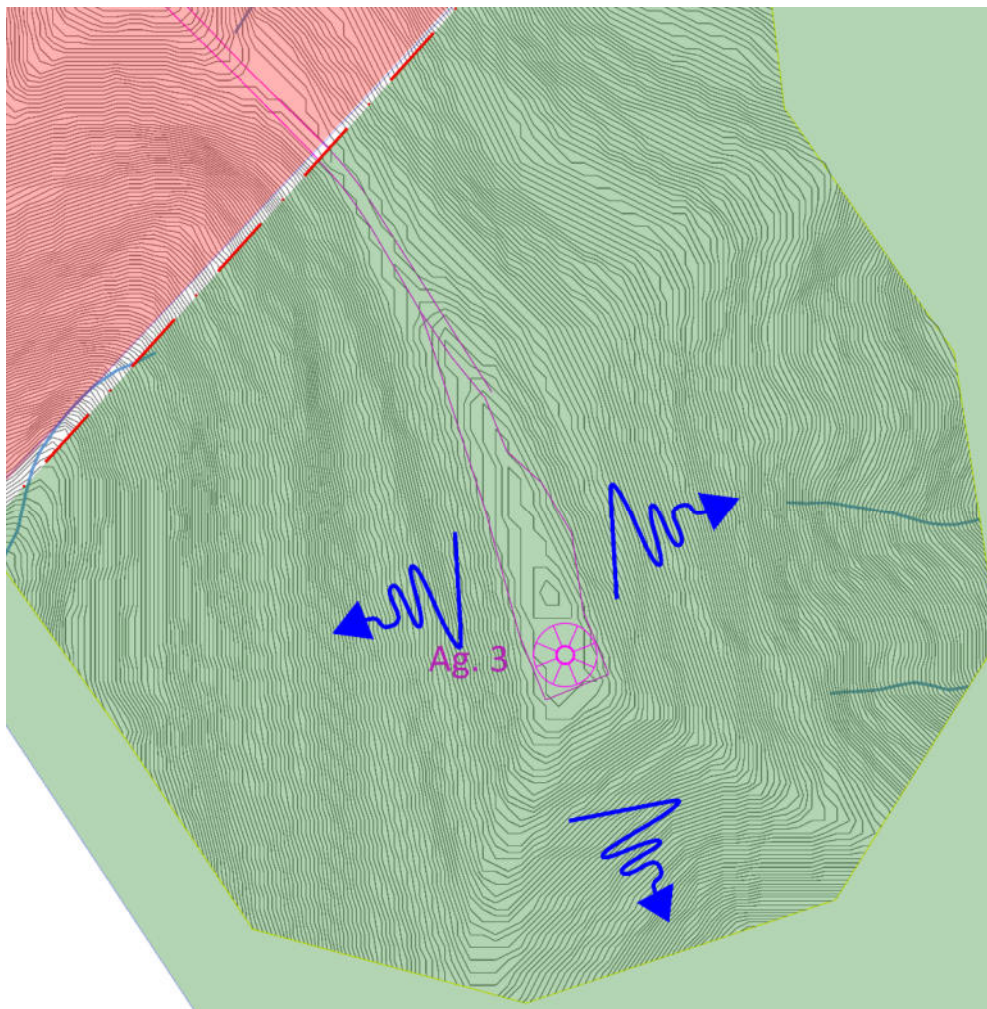


Figura 4.3.5: AG03 - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico Regione Liguria



Il rilevamento condotto direttamente in sito ha evidenziato come l'area sia interessata da una sottile coltre ghiaioso sabbiosa debolmente limosa sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione di potenza metrica e localmente plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso. Sulla porzione di versante a valle del sito di installazione, all'epoca del rilevamento non sono state evidenti zone di impregnazione, ma zone preferenziali di ruscellamento concentrato delle acque meteoriche e di erosione diffusa.



**Figura 4.3.6: AG03- In viola l'ingombro delle strutture, in rosso la piazzola di servizio, in blu le zone di concentrazione delle acque superficiali, le frecce blu contorte indicano zone di erosione superficiale, con le linee rosse tratteggiate le faglie presunte. In verde gli affioramenti rocciosi anfibolitici e rossi ascrivibili agli ortogneiss.**



**Figura 4.3.7: AG03- Fotogrammi delle rocce presenti nell'areale d'installazione di AG03**





Figura 4.3.8: AG03- Sito di installazione, Ortofoto/CTR

L'ammasso roccioso affiora e subaffiora da una copertura limoso sabbiosa potente pochi decimetri su tutta l'area di installazione e risulta interessato da più sistemi di stratificazione e fratturazione. Sebbene la tettonizzazione possa risultare localmente intensa la condizione generale dell'ammasso roccioso è tale da potergli attribuire un valore di GSI pari a **46**.

Pick GSI Value		SURFACE CONDITIONS				
Rock Type:	General	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
GSI Selection:	46					
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
	VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20	
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes					10

Figura 4.3.9: AG03 – Particolare attribuzione GSI

Le indagini effettuate nel corso della caratterizzazione geologica del Parco Eolico Bric Cian de le Vache consentono di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E ed una categoria topografica T4.**

**CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.**

Il calcolo dei parametri sismici per l'area di sedime, per la quale si ritiene che possa essere utilizzata una categoria di suolo di tipo E, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici:  **$a_g$ ,  $F_0$  e  $T_xC$**  e i valori dei coefficienti  **$k_h$ ,  $k_v$ ,  $a_{max}$  e  $Beta$ .**

**Sito in esame.**

latitudine: 44,3682480 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 8,4907131 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Classe d'uso: Classe IV: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;*

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T4

**Siti di riferimento.**

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	16911	44,378010	8,453517	3149,31
<b>Sito 2</b>	16912	44,380950	8,523294	2949,59
<b>Sito 3</b>	17134	44,331040	8,527418	5063,34
<b>Sito 4</b>	17133	44,328100	8,457650	5181,04

**Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii**

**Parametri sismici**

Vita nominale: 100 [anni]

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente  $c_u$ : 2

	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
<b>Operatività (SLO)</b>	120	0,034	2,573	0,230
<b>Danno (SLD)</b>	201	0,040	2,597	0,269
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	1898	0,077	2,803	0,340
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	2475	0,083	2,832	0,346

**Coefficienti Sismici**

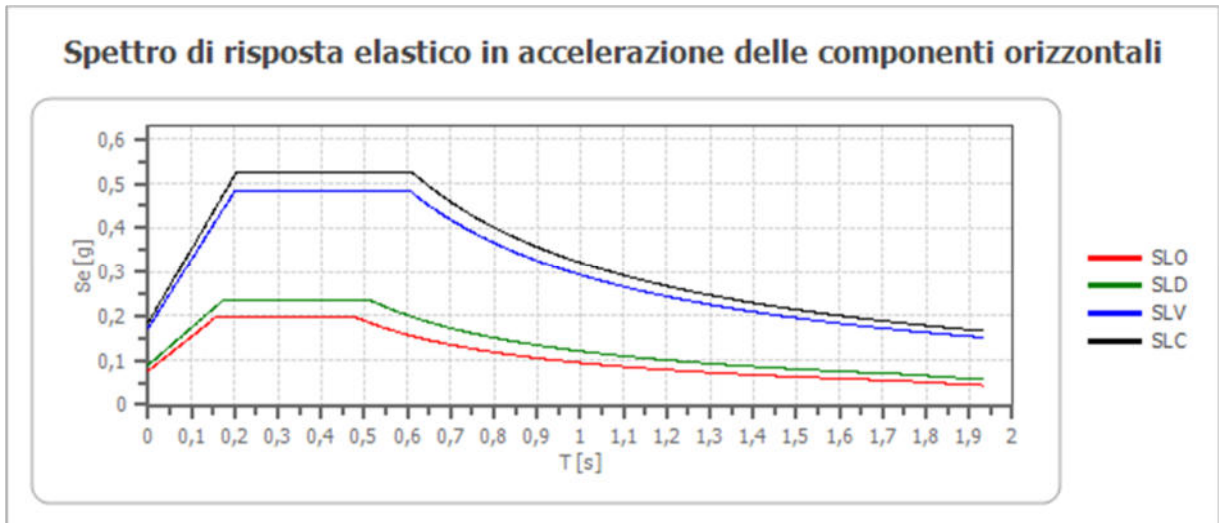
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
<b><math>k_h</math></b>	0,015	0,018	0,035	0,037
<b><math>k_v</math></b>	0,008	0,009	0,017	0,019
<b><math>A_{max}</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	0,750	0,880	1,698	1,821
<b>Beta</b>	0,200	0,200	0,200	0,200



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

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

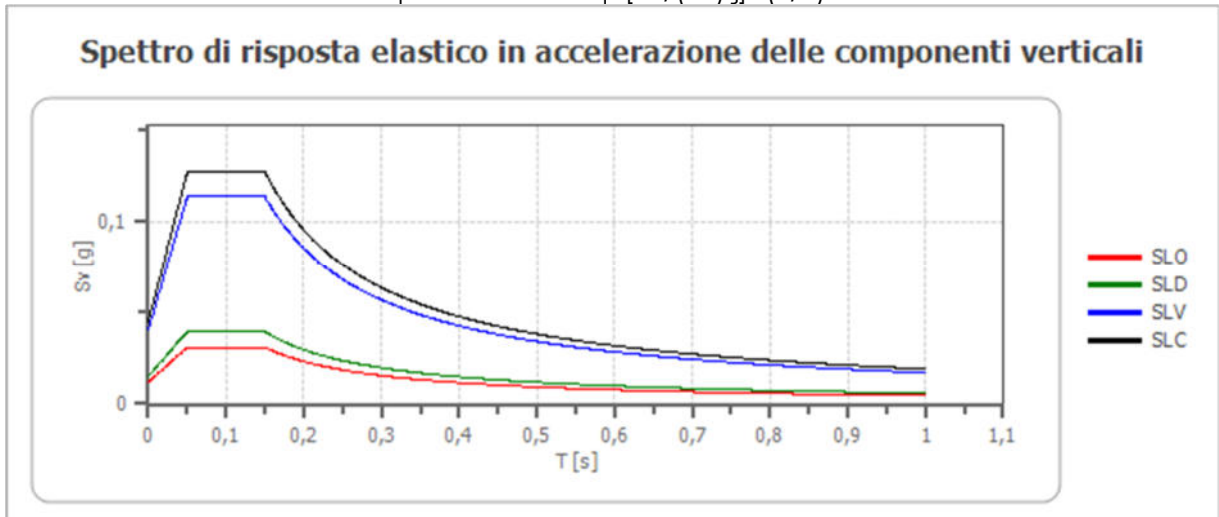


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,230	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,159	0,476	1,737	0,076	0,197
SLD	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,000	0,174	0,522	1,760	0,090	0,233
SLV	2,0	0,077	2,803	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,000	0,200	0,601	1,909	0,173	0,485
SLC	2,0	0,083	2,832	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,000	0,203	0,609	1,932	0,186	0,526

### 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(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,230	1	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD	2,0	0,040	2,597	0,269	1	1,940	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,039
SLV	2,0	0,077	2,803	0,340	1	1,770	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,041	0,114
SLC	2,0	0,083	2,832	0,346	1	1,760	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,045	0,128

### Spettro di progetto

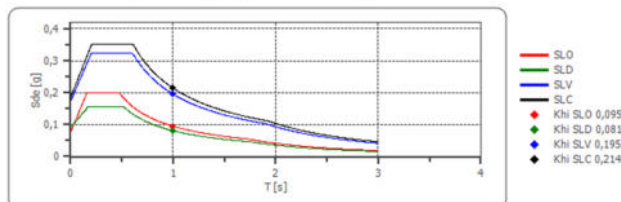
Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50

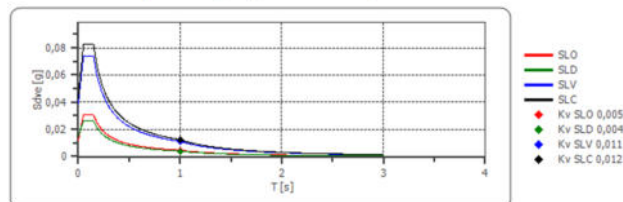
Periodo fondamentale  $T$ : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,094	0,081	0,195	0,213
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,005	0,004	0,011	0,013

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(TB) [g]
SLO orizzontale	2,0	0,034	2,573	0,230	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,159	0,476	1,737	0,076	0,197
SLO verticale	2,0	0,034	2,573	0,230	1,600	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD orizzontale	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,500	0,174	0,522	1,760	0,090	0,155
SLD verticale	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,026
SLV orizzontale	2,0	0,077	2,803	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,500	0,200	0,601	1,909	0,173	0,324
SLV verticale	2,0	0,077	2,803	0,340	1,600	1,770	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,041	0,076
SLC orizzontale	2,0	0,083	2,832	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,500	0,203	0,609	1,932	0,186	0,350
SLC verticale	2,0	0,083	2,832	0,346	1,600	1,760	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,045	0,085

#### 4.4 AEROGENERATORE AG04

Il sito dell'aerogeneratore AG04 è ubicato su una dorsale a sviluppo SW/NE che collega il Bric Schiapao con la dorsale entro le quale sono ubicati il Bric Ciri Sud ed il Bric di Genova, ad una quota altimetrica di circa 329 m slm.

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
TURBINA	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
AG04	459594	4914027	329

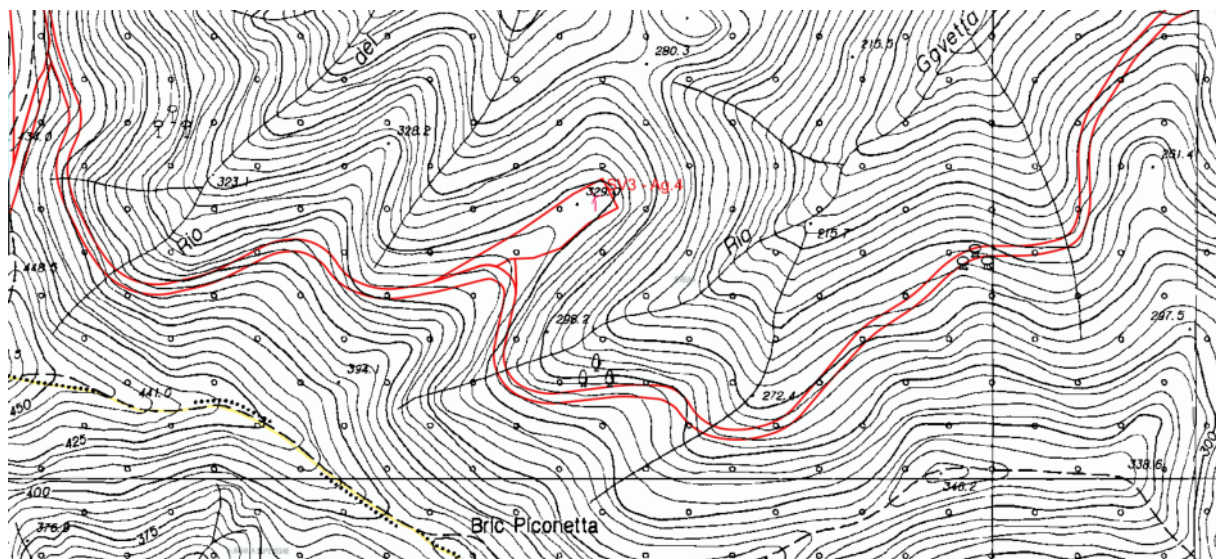
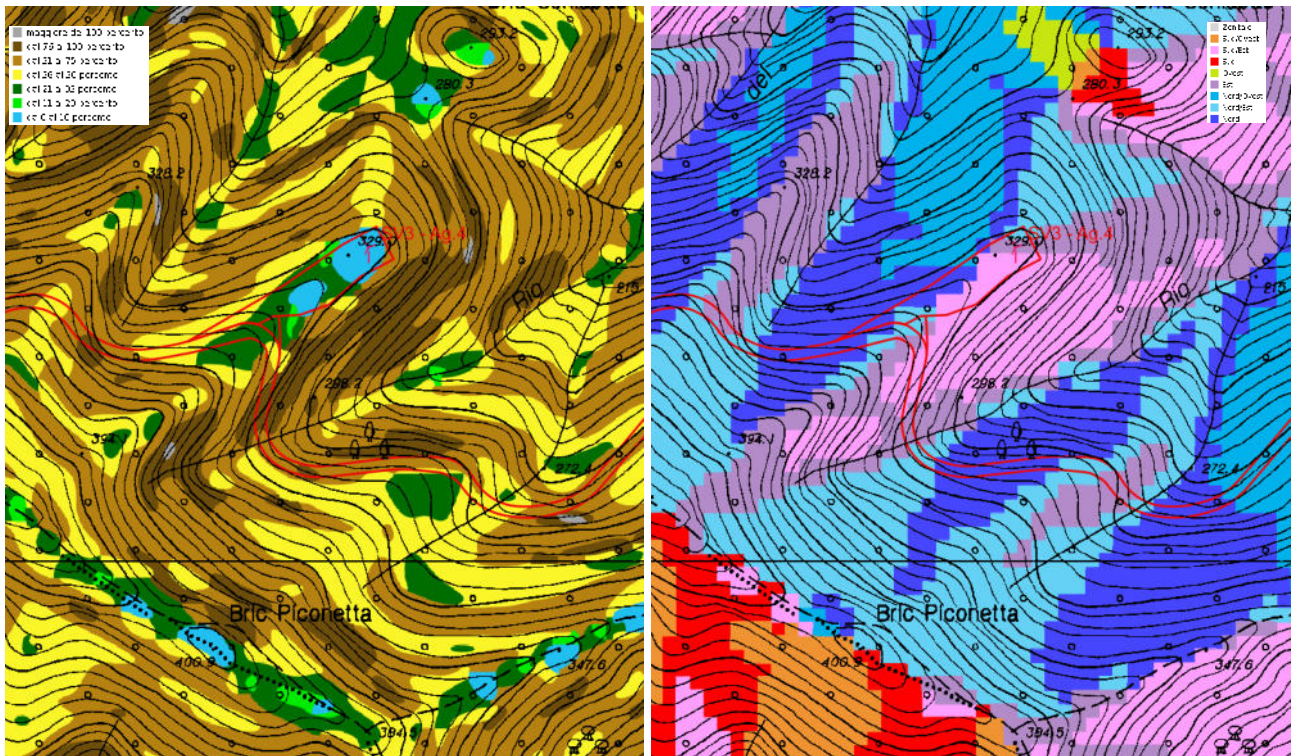


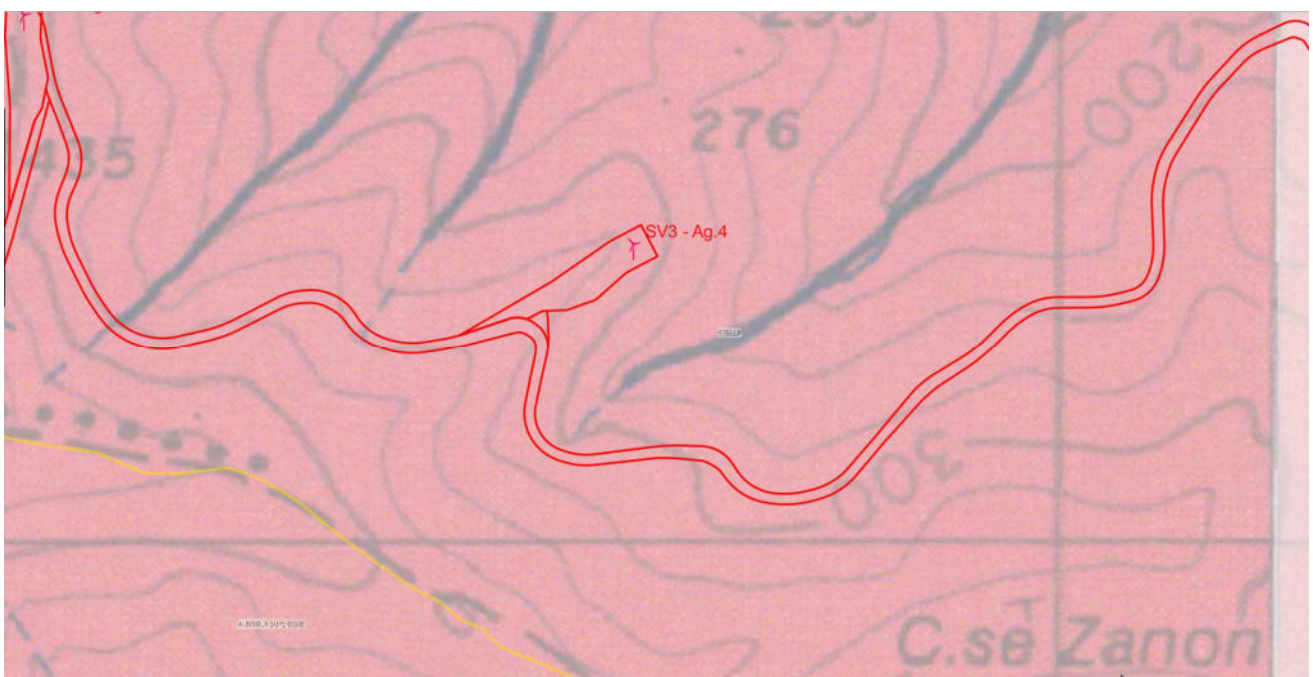
Figura 4.4.1: AG04- Estratto Carta CTR



Il sito dell'aerogeneratore e della piazzola di esercizio risultano inserite in posizione zenitale alla sommità del versante: l'area sommitale risulta pertanto da mediamente a debolmente acclive, ma sui fianchi della zona di installazione sono presenti versanti molto acclivi anche fino al 100% che contornano una dorsale sommitale sottile. Dal punto di vista geologico osservabile dalla cartografia geologica CGR, nonché in sito, sono qui presenti delle litologie subaffioranti, da coltri sottili per lo più ghiaioso sabbiose, ascrivibili agli Ortogneiss metagranitoidi II qui rappresentati da granitoidi a grana da media a grossolana, generalmente porfiritici per grandi megacristalli di K-feldspato fortemente tettonizzati e fratturati.



**Figura 4.4.2: AG04- Estratto Carta Acclività 0-50% - Esposizione dei versanti Sud/Est-Est/Nord-Nord/Ovest**



**Figura 4.4.3: AG04- Estratto CARG 1:50000 – Ortogneiss metagranitoidi**



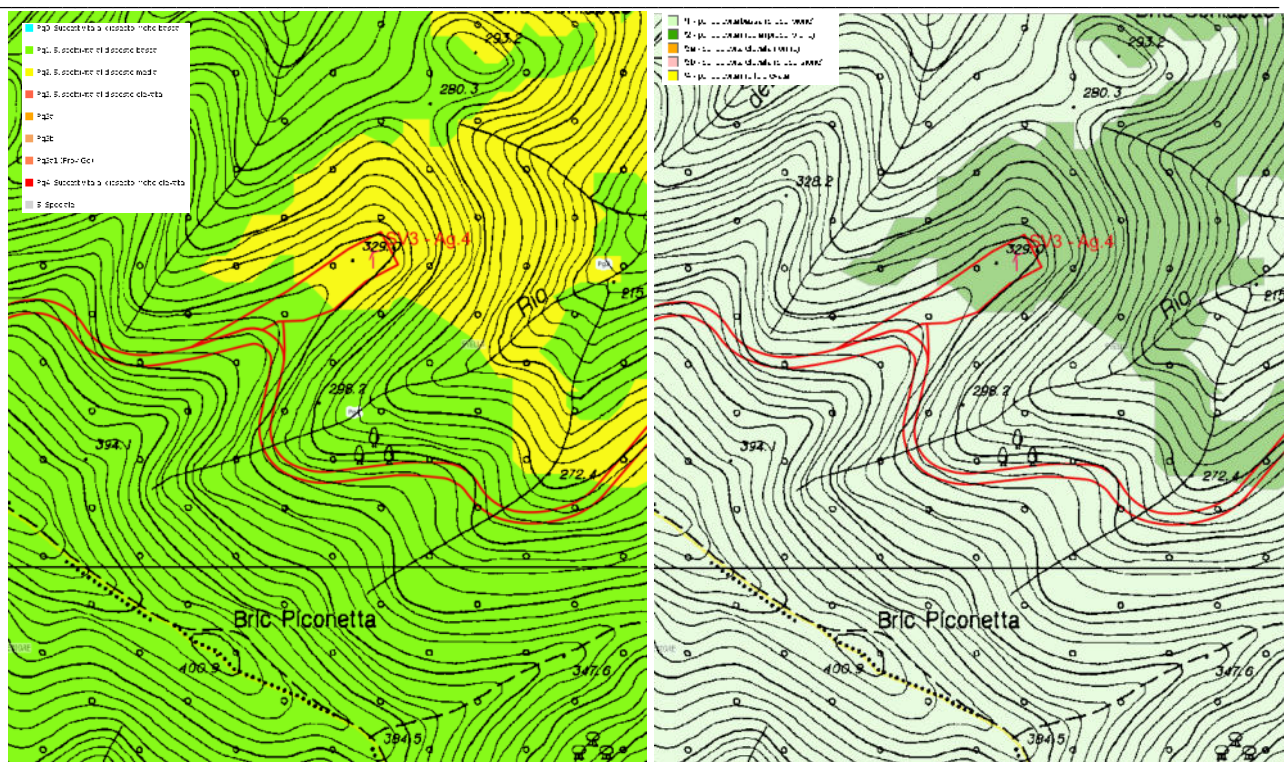


Figura 4.4.4: AG04 - Estratto Cartografie Piano di Bacino e PAI

La cartografia dei dissesti di versante, derivante da PAI e PDB evidenzia come il sito interessato dall'aerogeneratore 04 non risulti interessato da nessun tipo di dissesto. In particolare, entro il PAI dell'Autorità di Bacino del Distretto Settentrionale il sito è stato inserito entro le perimetrazioni P1 o P2, mentre nelle perimetrazioni della suscettività al dissesto del Piano di Bacino entro la zona a suscettività al dissesto media Pg2 e basso Pg1.

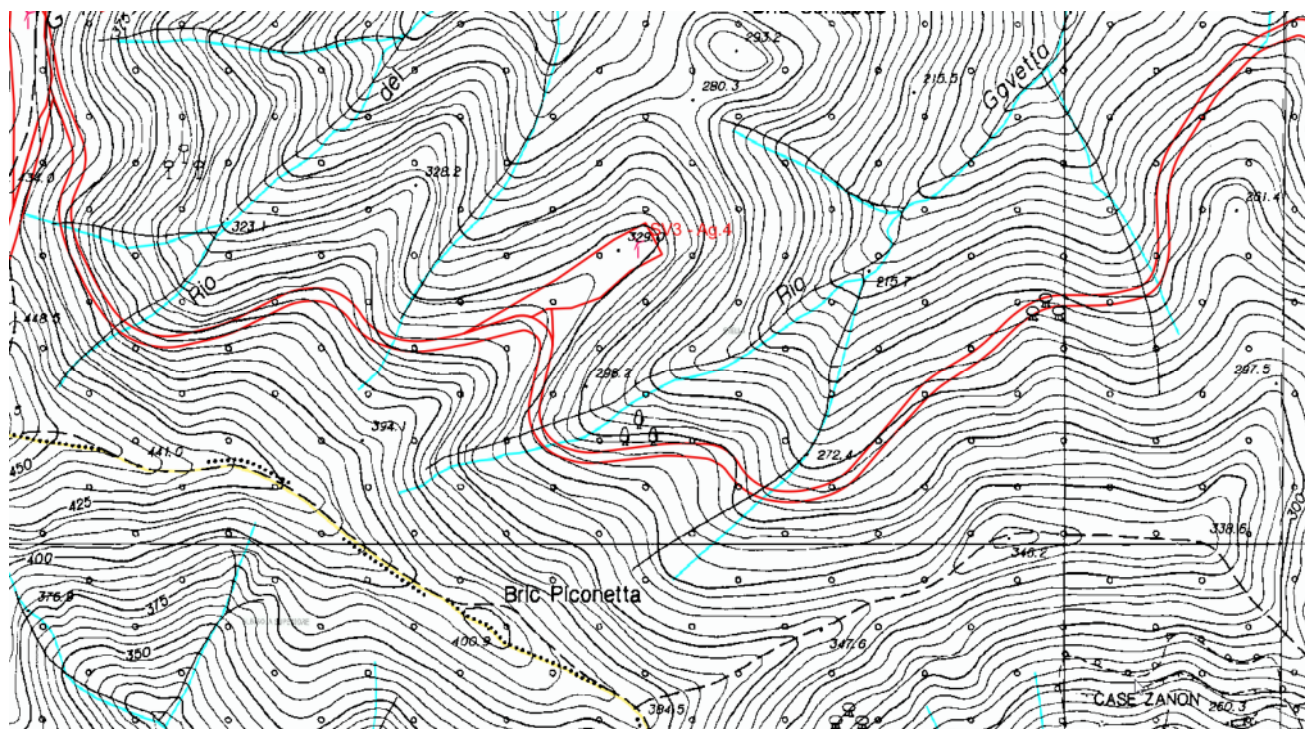


Figura 4.4.5: AG04 - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico Regione Liguria



Il rilevamento condotto direttamente in sito ha evidenziato come l'area sia interessata da una sottile coltre ghiaioso sabbiosa debolmente limosa sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione di potenza metrica e localmente plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso. Sulla porzione di versante a valle del sito di installazione, all'epoca del rilevamento non sono state evidenti zone di impregnazione, ma zone preferenziali di ruscellamento concentrato delle acque.

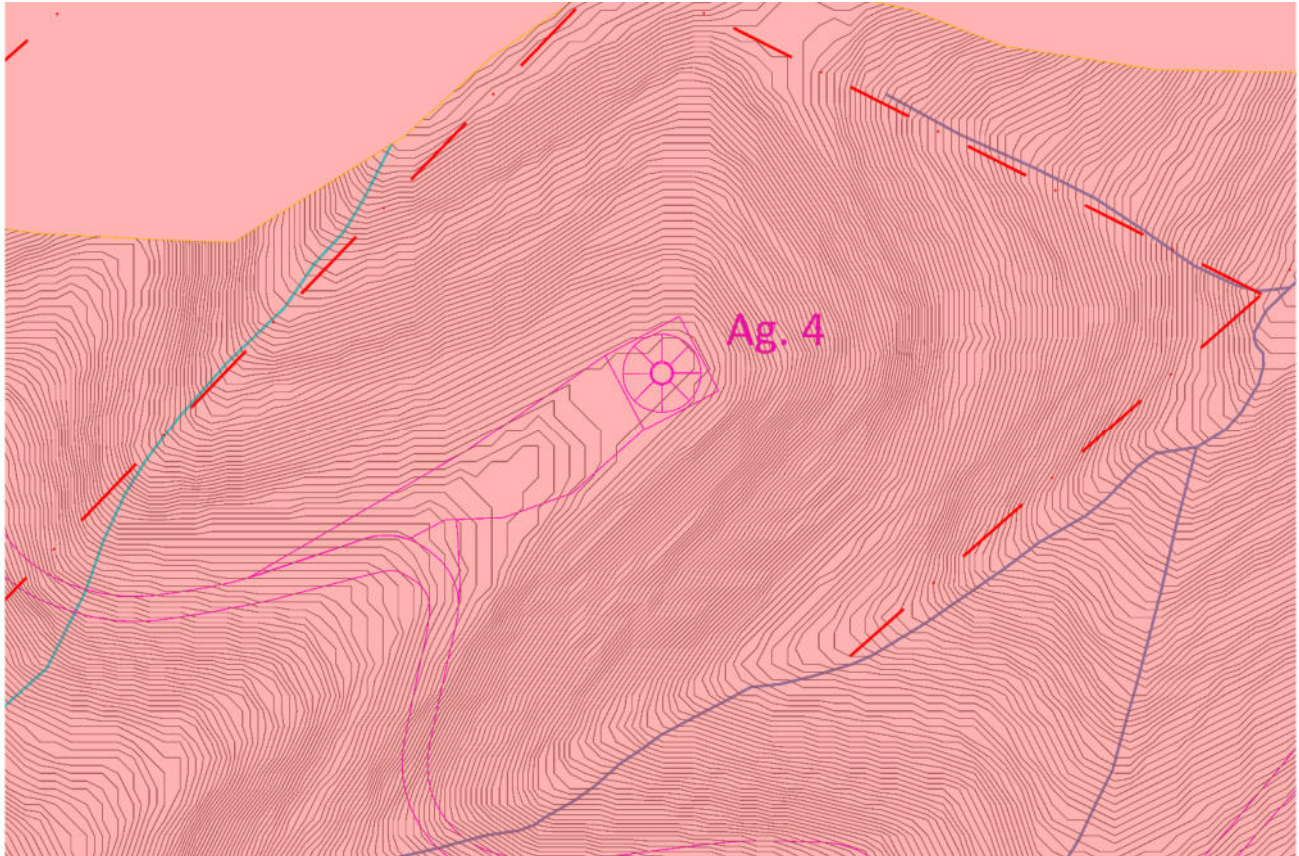


Figura 4.3.6: AG03- In viola l'ingombro delle strutture, in rosso tratteggiato le lineazioni tettoniche la piazzola di servizio, in blu le zone di concentrazione delle acque superficiali. In rosso le litologie ascrivibili agli Ortogneiss.

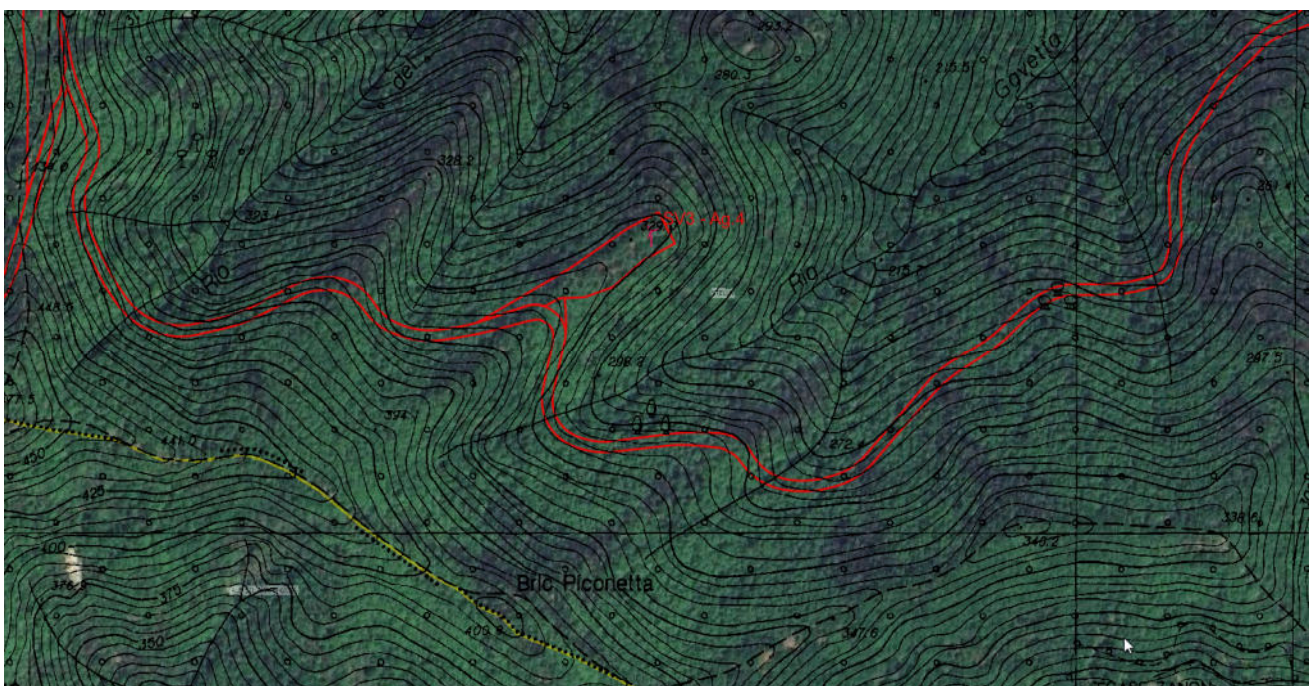


Figura 4.4.7: AG04- Sito di installazione, Ortofoto/CTR



Le indagini effettuate nel corso della caratterizzazione geologica del Parco Eolico Bric Cian de le Vache consentono di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E ed una categoria topografica T4.**

**CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.**

Il calcolo dei parametri sismici per l'area di sedime, per la quale si ritiene che possa essere utilizzata una categoria di suolo di tipo A, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici:  **$a_g$ ,  $F_0$  e  $T_xC$**  e i valori dei coefficienti  **$k_h$ ,  $k_v$ ,  $a_{max}$  e  $Beta$ .**

**Sito in esame.**

latitudine: 44,3793678 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 8,4938526 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Classe d'uso: Classe IV: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;*

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T4

**Siti di riferimento.**

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	16911	44,378010	8,453517	3209,25
<b>Sito 2</b>	16912	44,380950	8,523294	2346,35
<b>Sito 3</b>	17134	44,331040	8,527418	6000,13
<b>Sito 4</b>	17133	44,328100	8,457650	6386,38

**Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii**

**Parametri sismici**

Vita nominale: 100 [anni]

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente  $c_u$ : 2

	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
<b>Operatività (SLO)</b>	120	0,034	2,573	0,229
<b>Danno (SLD)</b>	201	0,040	2,597	0,269
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	1898	0,077	2,808	0,340
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	2475	0,083	2,838	0,346

**Coefficienti Sismici**

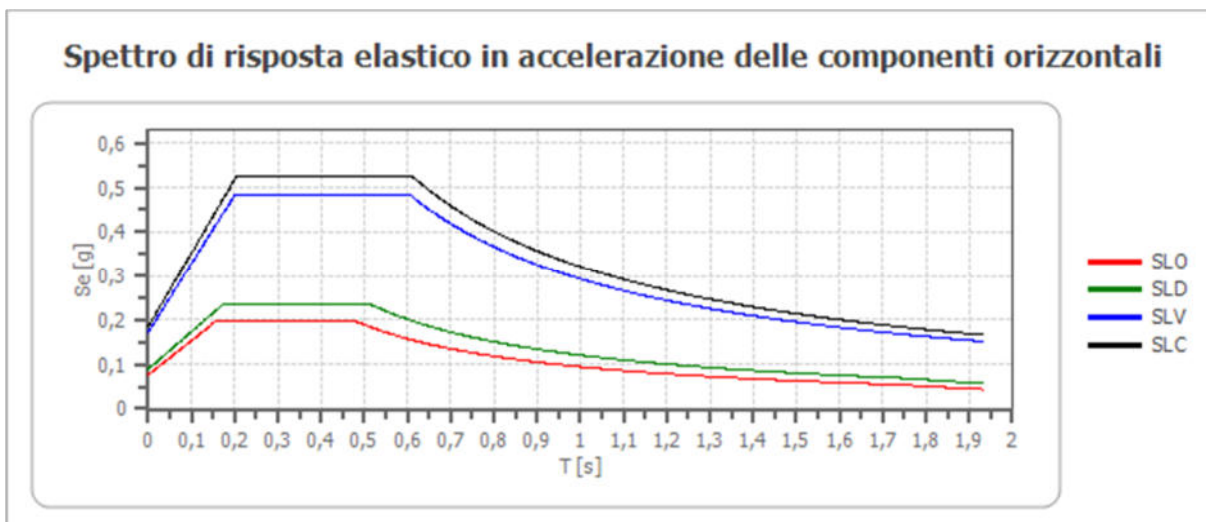
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
<b><math>k_h</math></b>	0,015	0,018	0,034	0,037
<b><math>k_v</math></b>	0,008	0,009	0,017	0,018
<b><math>A_{max}</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	0,750	0,880	1,690	1,811
<b>Beta</b>	0,200	0,200	0,200	0,200



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

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

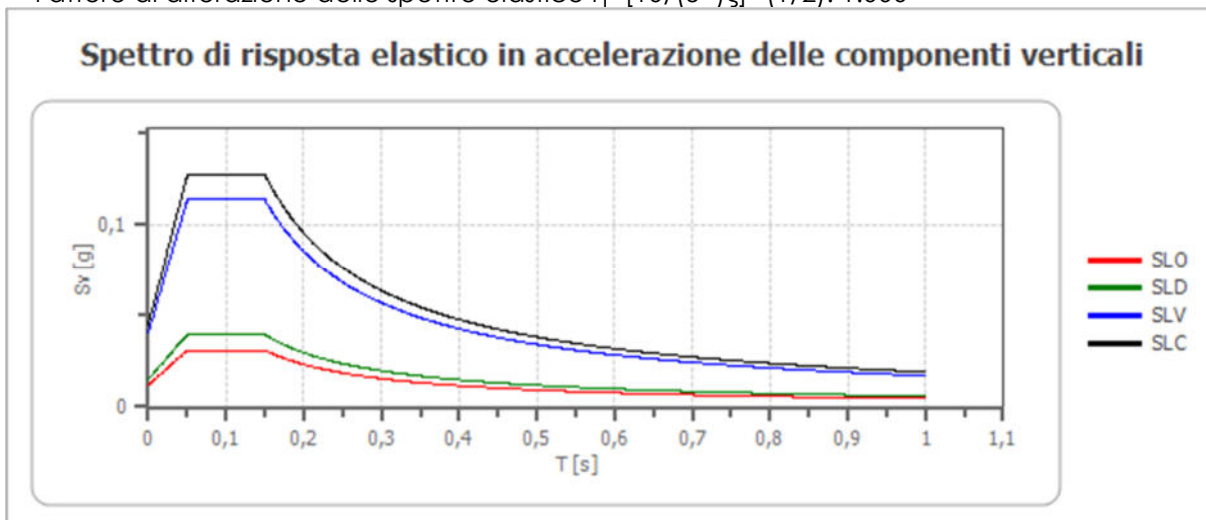


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,158	0,475	1,737	0,076	0,197
SLD	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,000	0,174	0,522	1,760	0,090	0,233
SLV	2,0	0,077	2,808	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,000	0,200	0,601	1,908	0,172	0,484
SLC	2,0	0,082	2,838	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,000	0,203	0,609	1,930	0,185	0,524

### 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(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,229	1	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD	2,0	0,040	2,597	0,269	1	1,940	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,039
SLV	2,0	0,077	2,808	0,340	1	1,770	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,040	0,113
SLC	2,0	0,082	2,838	0,346	1	1,760	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,045	0,127

### Spettro di progetto

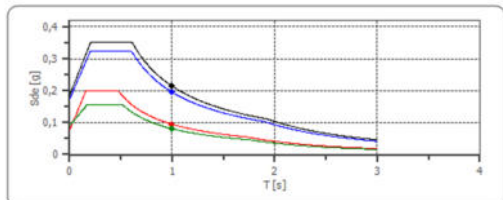
Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50

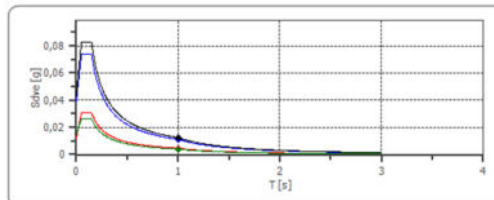
Periodo fondamentale  $T$ : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,093	0,081	0,194	0,213
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,005	0,004	0,011	0,013

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(TB) [g]
<b>SLO orizzontale</b>	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,158	0,475	1,737	0,076	0,197
<b>SLO verticale</b>	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
<b>SLD orizzontale</b>	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,500	0,174	0,522	1,760	0,090	0,155
<b>SLD verticale</b>	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,026
<b>SLV orizzontale</b>	2,0	0,077	2,808	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,500	0,200	0,601	1,908	0,172	0,323
<b>SLV verticale</b>	2,0	0,077	2,808	0,340	1,600	1,770	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,040	0,076
<b>SLC orizzontale</b>	2,0	0,082	2,838	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,500	0,203	0,609	1,930	0,185	0,349
<b>SLC verticale</b>	2,0	0,082	2,838	0,346	1,600	1,760	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,045	0,085

#### 4.5 AEROGENERATORE AG05

Il sito dell'aerogeneratore AG05 è sulla sommità del Bric Basia, su una dorsale che collega lo stesso con il Bric Pein ad una quota altimetrica di circa 416,5 m slm.

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
TURBINA	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
<b>AG05</b>	458565	4913384	416.5

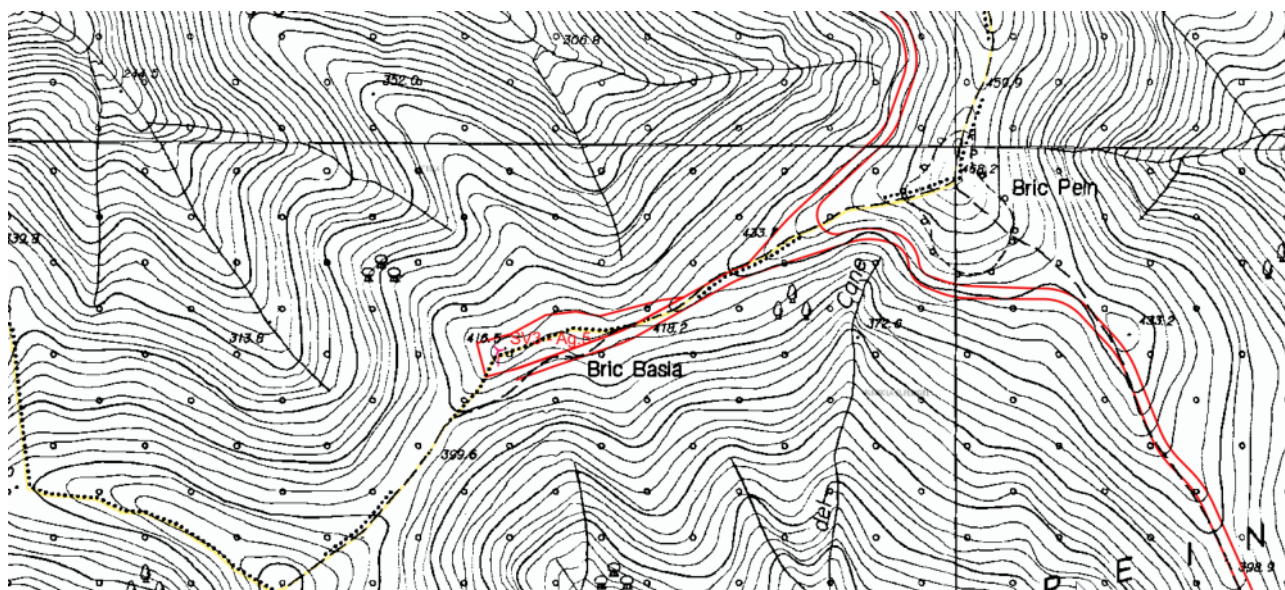


Figura 4.5.1: AG05- Estratto Carta CTR







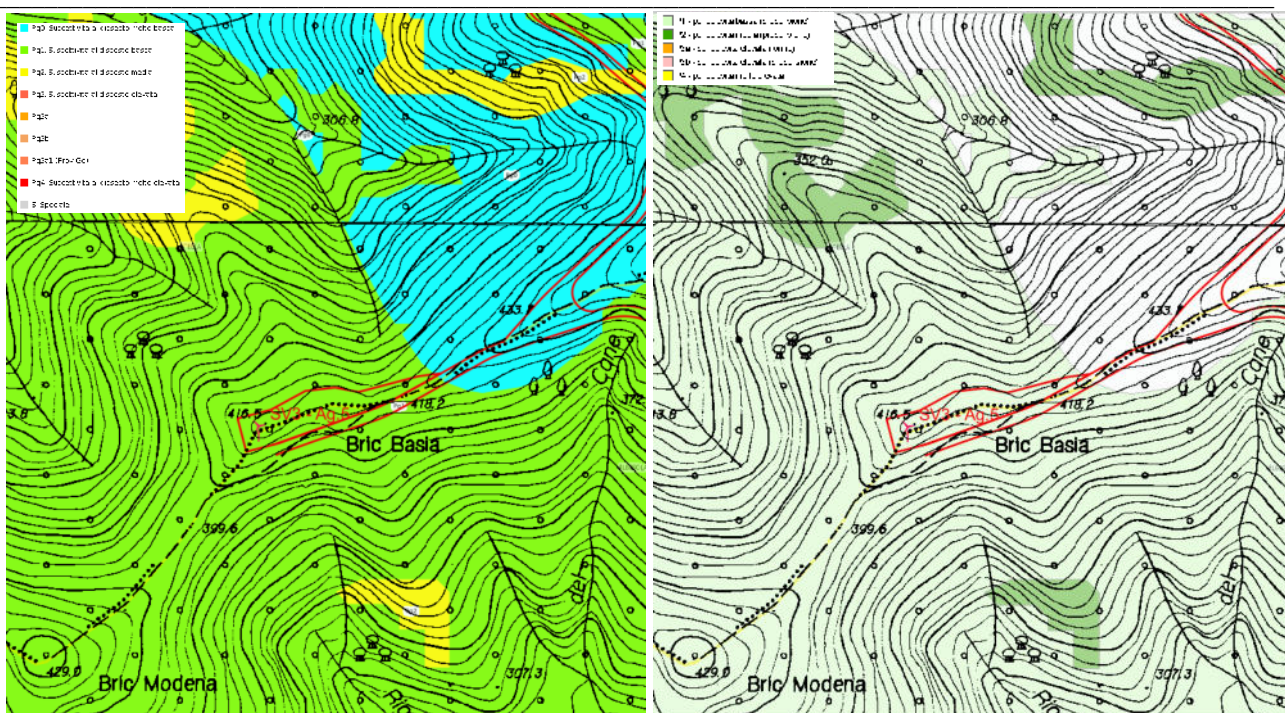


Figura 4.5.4: AG05 - Estratto Cartografie Piano di Bacino e PAI

La cartografia dei dissesti di versante, derivante da PAI e PDB evidenzia come il sito interessato dall'aerogeneratore 03 non risulti interessato da nessun tipo di dissesto. In particolare, entro il PAI dell'Autorità di Bacino del Distretto Settentrionale il sito è stato inserito entro le perimetrazioni P1 o esterno a qualsiasi perimetrazione, mentre nelle perimetrazioni della suscettività al dissesto del Piano di Bacino entro le zona a suscettività al dissesto molto basso Pg0 e basso Pg1.

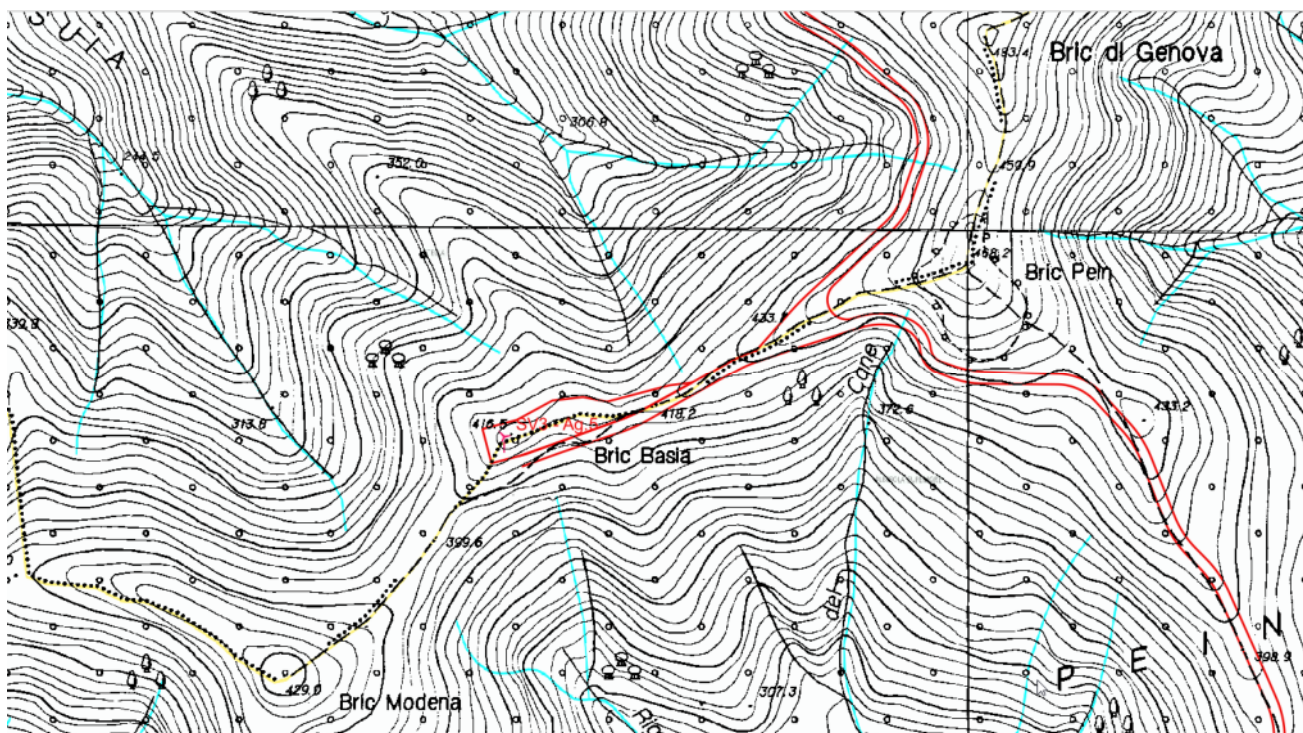


Figura 4.5.5: AG05 - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico Regione Liguria

Il rilevamento condotto direttamente in sito ha evidenziato come l'area sia interessata da una sottile coltre ghiaioso sabbiosa debolmente limosa sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione di



potenza metrica e localmente plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso. Sulla porzione di versante a valle del sito di installazione, all'epoca del rilevamento non sono state evidenti zone di impregnazione, ma zone preferenziali di ruscellamento concentrato delle acque meteoriche e di erosione diffusa.

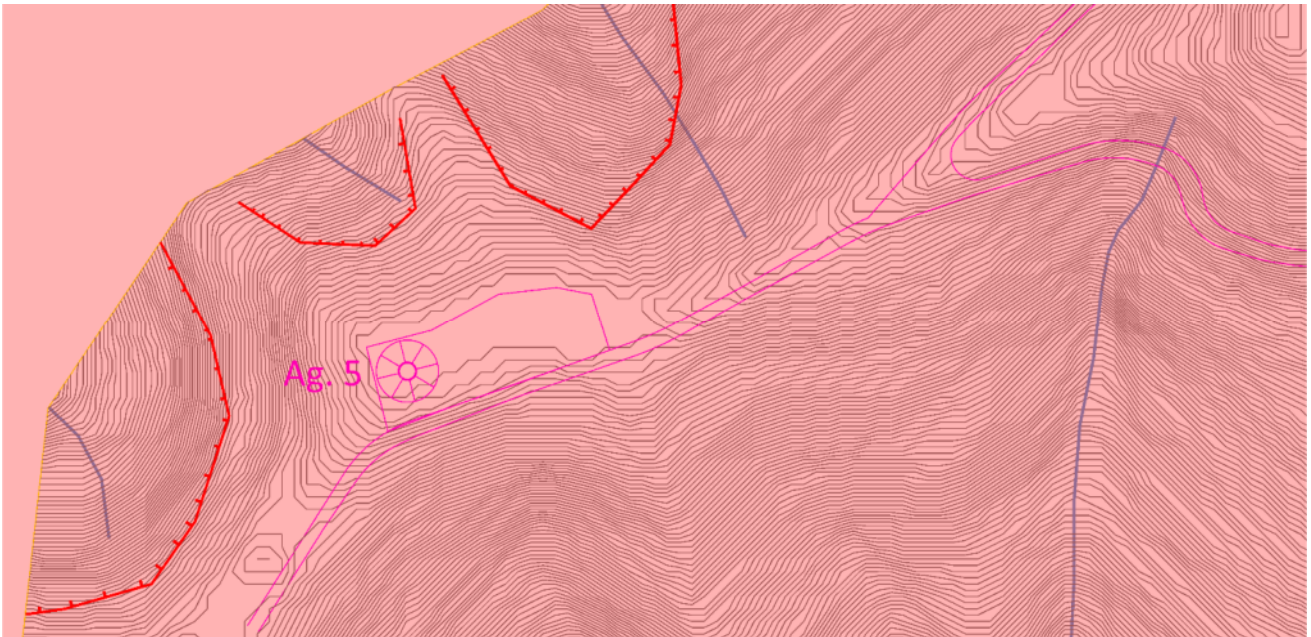


Figura 4.5.6: AG05- In viola l'ingombro delle strutture, in rosso la piazzola di servizio, in blu le zone di concentrazione delle acque superficiali. In rosso le litologie ascrivibili agli Ortogneiss, in rosso dentato le rotture del pendio.



Figura 4.5.6: AG05- Fotogrammi delle rocce presenti nell'areale d'installazione dell'aerogeneratore

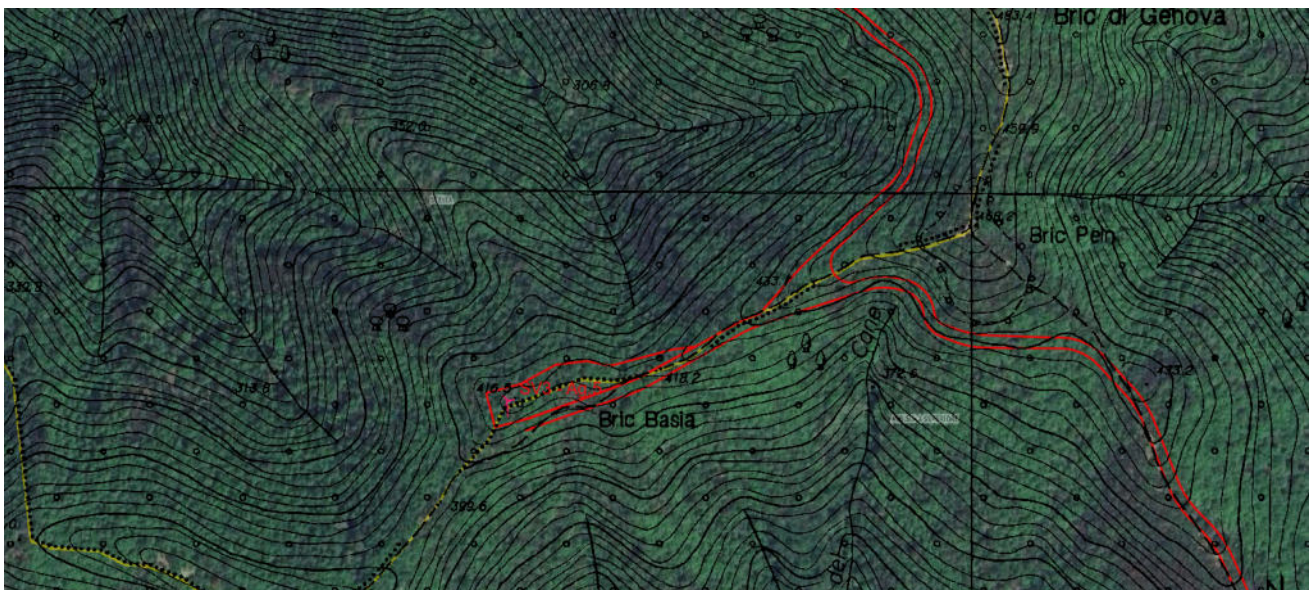


Figura 4.5.7: AG05- Sito di installazione, Ortofoto/CTR



L'ammasso roccioso affiora e subaffiora da una copertura limoso sabbiosa potente pochi decimetri su tutta l'area di installazione e risulta interessato da più sistemi di stratificazione e fratturazione. Sebbene la tettonizzazione possa risultare localmente intensa la condizione generale dell'ammasso roccioso è tale da potergli attribuire un valore di GSI pari a **46**.

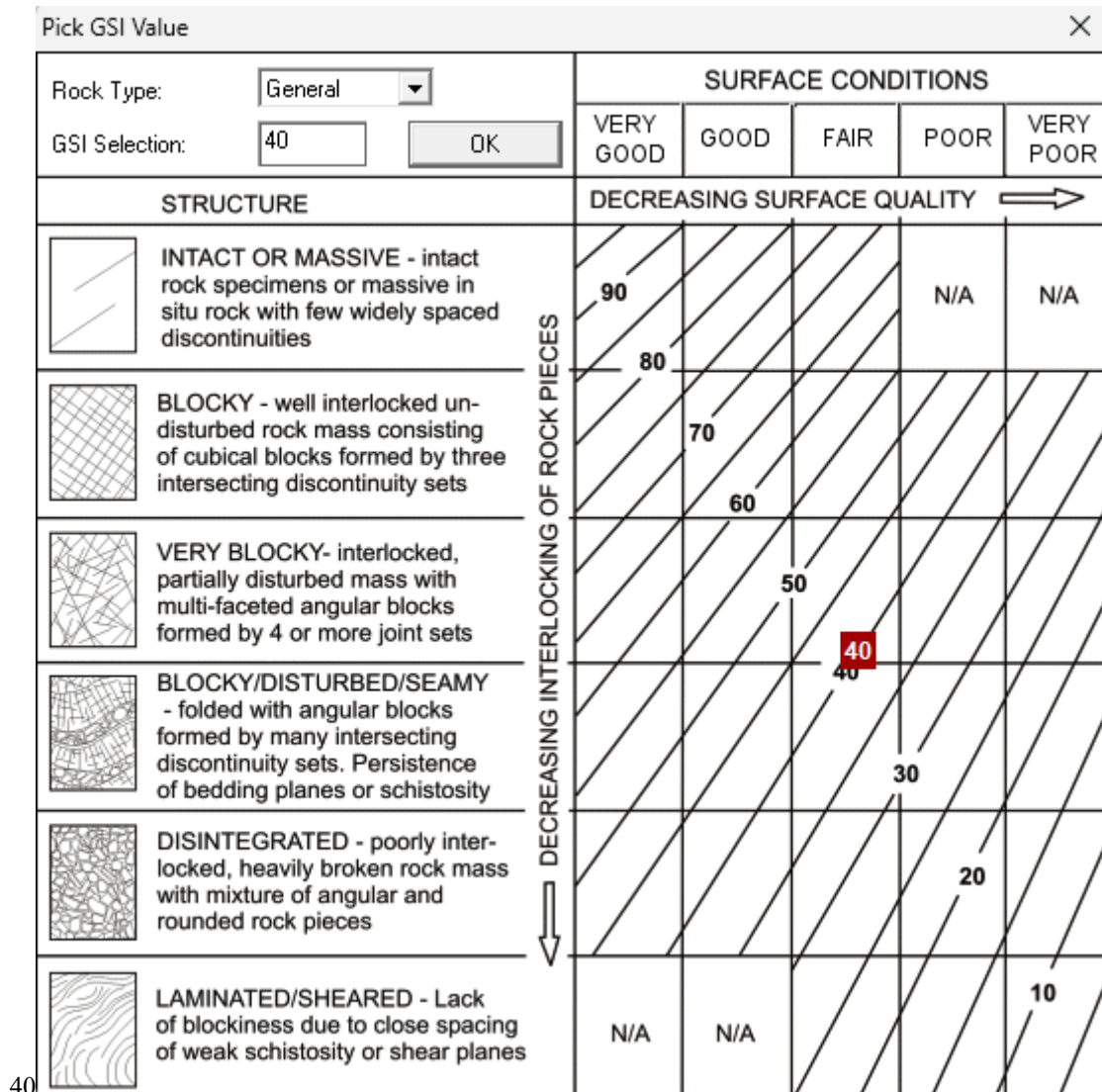


Figura 4.5.8: AG05 – Particolare attribuzione GSI

Le indagini effettuate nel corso della caratterizzazione geologica del Parco Eolico Bric Cian de le Vache consentono di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E ed una categoria topografica T4**.

#### CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.

Il calcolo dei parametri sismici per l'area di sedime, per la quale si ritiene che possa essere utilizzata una categoria di suolo di tipo E, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici:  **$a_g$ ,  $F_0$  e  $T_xC$**  e i valori dei coefficienti  **$k_h$ ,  $k_v$ ,  $a_{max}$  e  $Beta$** .

#### Sito in esame.

latitudine: 44,3735199 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 8,4938526 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Classe d'uso: Classe IV: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando*



appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T4

**Siti di riferimento.**

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	16911	44,378010	8,453517	3244,46
<b>Sito 2</b>	16912	44,380950	8,523294	2481,39
<b>Sito 3</b>	17134	44,331040	8,527418	5425,51
<b>Sito 4</b>	17133	44,328100	8,457650	5813,38

**Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii**

**Parametri sismici**

Vita nominale: 100 [anni]

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
<b>Operatività (SLO)</b>	120	0,034	2,573	0,229
<b>Danno (SLD)</b>	201	0,040	2,597	0,269
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	1898	0,077	2,806	0,340
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	2475	0,083	2,836	0,346

**Coefficienti Sismici**

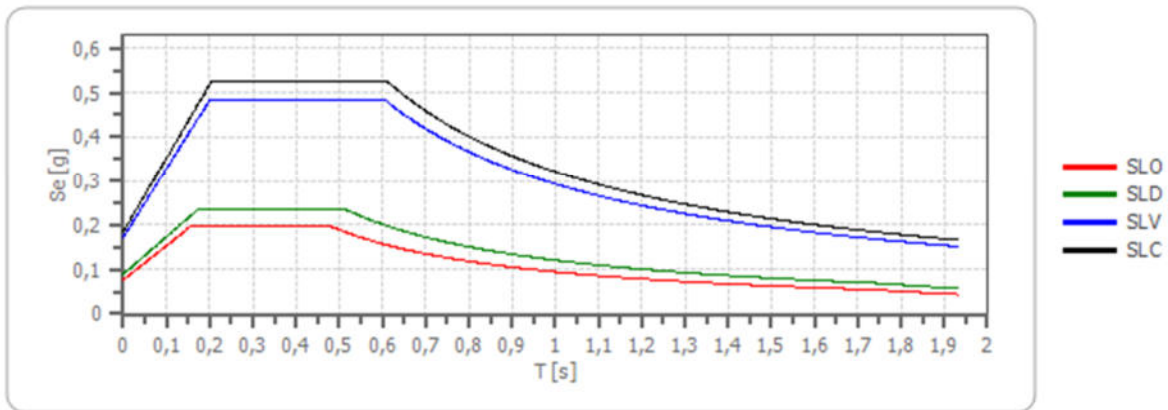
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,035	0,037
kv	0,008	0,009	0,017	0,019
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,750	0,880	1,693	1,814
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

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

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

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



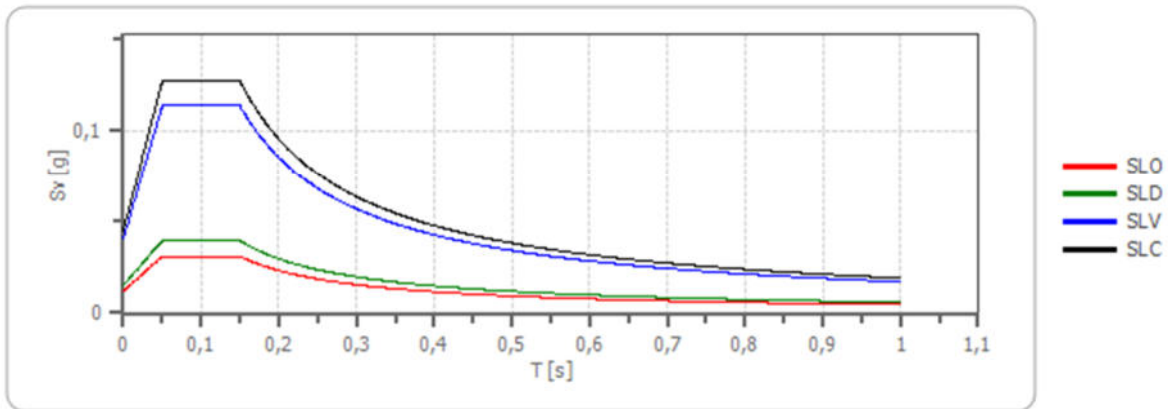
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,158	0,475	1,737	0,076	0,197
SLD	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,000	0,174	0,522	1,760	0,090	0,233
SLV	2,0	0,077	2,806	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,000	0,200	0,601	1,908	0,173	0,485
SLC	2,0	0,083	2,836	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,000	0,203	0,609	1,930	0,185	0,525

### 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

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



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,573	0,229	1	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD	2,0	0,040	2,597	0,269	1	1,940	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,039
SLV	2,0	0,077	2,806	0,340	1	1,770	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,040	0,114
SLC	2,0	0,083	2,836	0,346	1	1,760	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,045	0,127

### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50

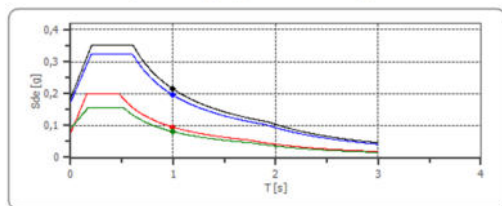
Periodo fondamentale  $T$ : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,093	0,081	0,194	0,213

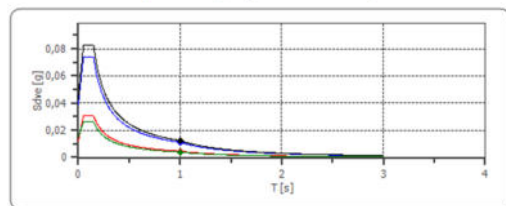


$k_v = Sdve(T)$	0,005	0,004	0,011	0,013
Verticale [g]				

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(TB) [g]
<b>SLO orizzontale</b>	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,158	0,475	1,737	0,076	0,197
<b>SLO verticale</b>	2,0	0,034	2,573	0,229	1,600	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
<b>SLD orizzontale</b>	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,500	0,174	0,522	1,760	0,090	0,155
<b>SLD verticale</b>	2,0	0,040	2,597	0,269	1,600	1,940	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,026
<b>SLV orizzontale</b>	2,0	0,077	2,806	0,340	1,600	1,770	1,400	2,240	1,500	0,200	0,601	1,908	0,173	0,323
<b>SLV verticale</b>	2,0	0,077	2,806	0,340	1,600	1,770	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,040	0,076
<b>SLC orizzontale</b>	2,0	0,083	2,836	0,346	1,600	1,760	1,400	2,240	1,500	0,203	0,609	1,930	0,185	0,350
<b>SLC verticale</b>	2,0	0,083	2,836	0,346	1,600	1,760	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,045	0,085

## 5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

L'intervento prevede l'edificazione di una serie di 5 aerogeneratori del futuro Parco Eolico Bric Cian de Vacchè previa escavazione e sbancamento di porzioni di versante interessate da potenti coperture superficiali a granulometria medio fine sovrapposte all'ammasso roccioso posto anche a grande profondità con edificazione di plinti circolari di 25 metri di diametro e, ove necessario di fondazioni profonde immorsate in profondità entro l'ammasso roccioso sano ed inalterato. I materiali di scavo, oltre a quanto strettamente necessario ai previsti rimodellamenti 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. A completamento del presente documento è stato sviluppato un piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

## 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
  - 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 Mw > a 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 di nuova edificazione degli aerogeneratori afferenti il Parco Eolico Bric Cian de Vacchè, per l'esecuzione del quale si forniscono qui le seguenti prescrizioni operative minime, da considerarsi per tutte le opere previste nel progetto, 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, al vincolo idrogeologico 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;
- le fondazioni dei nuovi manufatti dovranno essere opportunamente dimensionate, a seguito di indagini dirette da condursi su ogni sito di installazione per mezzo di operazioni a carotaggio con prelievo di campione, prove geotecniche di laboratorio e prove di tipo downhole/crosshole, in modo tale valutarne l'effettiva compatibilità con la situazione geologica rilevata in sito; sarà in ogni caso necessario, in fase prodromica a quella esecutiva, valutare, oltre alla tipologia delle fondazioni profonde, interventi di bonifica dei terreni mediante consolidamento e/o sostituzione;
- plinti di fondazione con fondazioni profonde a palo dovranno essere previsti per ogni condizione di rocce tenere o facilmente erodibili, ogni qualvolta il crinale dovesse risultare "sottile" e ogni qualvolta le operazioni di carotaggio, da eseguirsi in fase propedeutica alla progettazione esecutiva, dovessero indicare la presenza di condizioni giaciture sfavorevoli (tipo franapoggio meno inclinato del pendio, elevata fratturazione, ecc.) non visibili in superficie e dovuti alle condizioni tettonico/deformative alle quali è stato sottoposto l'ammasso roccioso;
- preliminarmente ad ogni operazione prevista si dovranno eseguire attività di ispezione e controllo del sito e delle porzioni limitrofe allo stesso al fine di evidenziare e risolvere qualsiasi criticità non evidente al momento di stesura del presente elaborato;
- le operazioni scavo e sbancamento del versante dovranno essere svolte in modo tale da minimizzare gli eventuali distacchi di elementi lapidei alterati o terreno di ricoprimento, così come le pareti definitive di rimodellamento dovranno avere una conformazione tale da garantirne la stabilità nel tempo;
- le verifiche preliminari dovranno essere condotte sulle scarpate di neoformazione in configurazione di progetto e dovranno essere tali da permettere una scelta di una situazione stabile e conservativa dei fattori di sicurezza cautelativi;
- i distacchi di elementi lapidei e porzioni di coltre dalle superficie definitive di rimodellamento del versante, intrinseci nell'esposizione delle stesse agli atmosferici, potranno essere contenuti tramite opportune opere di contenimento (reti o altro) oppure essere evitati tramite un opportuno programma di manutenzione comprendente consolidamenti locali e disaggi da effettuarsi con cadenza temporale prefissata e ravvicinata. Tale programma di manutenzione, seppur scadenzato diversamente, dovrà essere previsto anche in caso di posa di opere di contenimento;
- le strutture di fondazione dovranno essere dotate di monitoraggio tale da verificare le previsioni progettuali e gli standard di esercizio;
- per tutte quelle opere da eseguirsi in rilevato sarà necessario provvedere ad una bonifica del sottofondo ed a costituire rilevati strutturati atti a sopportare le sollecitazioni indotte dalle strutture;



- per tutte le opere lineari e non lineari che localmente interferiranno con zone di dissesto segnalate in cartografia ed evidenti sul terreno, sarà necessario provvedere con soluzioni progettuali idonee; particolarmente tali soluzioni dovranno ridurre l'azione ipogea di eventuali deflussi di circolazione;
- le opere di rimodellamento necessarie agli adeguamenti delle sezioni stradali dovranno avere scarpate contenute entro i 45° e stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica (inerbimenti, palizzate, viminate ecc.) oppure più ripide, ma dotate di opere di stabilizzazione e sostegno quali berlinesi, palificazioni o quanto ritenuto idoneo dal progettista strutturale. Qualora necessario per adeguamento ai carichi stradali previsti potranno anche qui essere utilizzate opere decisamente più impattanti, ma che permetteranno di assumere angoli di imposta più ripidi quali terre armate e gabbioni entrambe su superfici geotecnicamente consolidate che dovranno puntualmente essere calcolate al termine di idonea caratterizzazione geotecnica dei materiali e dei sedimenti di imposta delle strutture. Qualora si rendessero necessarie riprofilature in roccia, la scarpata finale, ove interessata da fenomeni di instabilità dovrà essere opportunamente consolidata per mezzo di reti e/o chiodature/tirantature o altre strutture in c.a..
- 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 dovranno prevedere disaggi, 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;
- le terre e rocce da scavo dovranno essere gestite ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

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 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