

# PARCO EOLICO IMPERIA MONTI MORO, GUARDIABELLA

Il Committente:



Sede Legale:

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

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA E DI  
PERICOLOSITA' SISMICA

Titolo:

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
06/2023	AC SS	Emissione	06/2023	AC SS	06/2023	AC SS

Formato A4

GIUGNO 2023

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
22109	EO	DE	GE	R	01	0006	A

CONSULENZA GEOLOGICA A CURA DI:

I Tecnici: Dott. Geol. Alessandro Canavero  
Dott.ssa Geol. Sabrina Santini

Studio Associato  
di Geologia Tecnica



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

File: Imperia\_Monti Moro Guardiabella\_IM01\_2022\_Geologica\_finale\_Sottostazione Elettrica.doc

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

---

**INDICE**

<b>0. SOMMARIO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. OGGETTO DELL'INCARICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.: .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INTERVENTO IN PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – SOTTOSTAZIONE ELETTRICA .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Descrizione del sito della sottostazione elettrica. ....</b>	<b>6</b>
<b>5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>17</b>
<b>6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>17</b>

## **0. SOMMARIO**

Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione geologica secondo il dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019, su incarico Loro conferito dalla 3R Energia S.r.l.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico del proponente 18 più Energia S.r.l. composto da 32 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2MW, per una potenza globale di 198.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che da Colle San Bartolomeo raggiungono San Bernardo di Conio passando per Monte Guardiabella e proseguono fino a Cipressa passando per il Colle d'Oggia e il Monte Faudò, nei territori comunali di Pieve di Teco, Caravonica, Borgomaro, Aurigo, Rezzo, Montalto Carpasio, Prelà, Dolcedo, Castellaro, Pietrabruna e Cipressa.

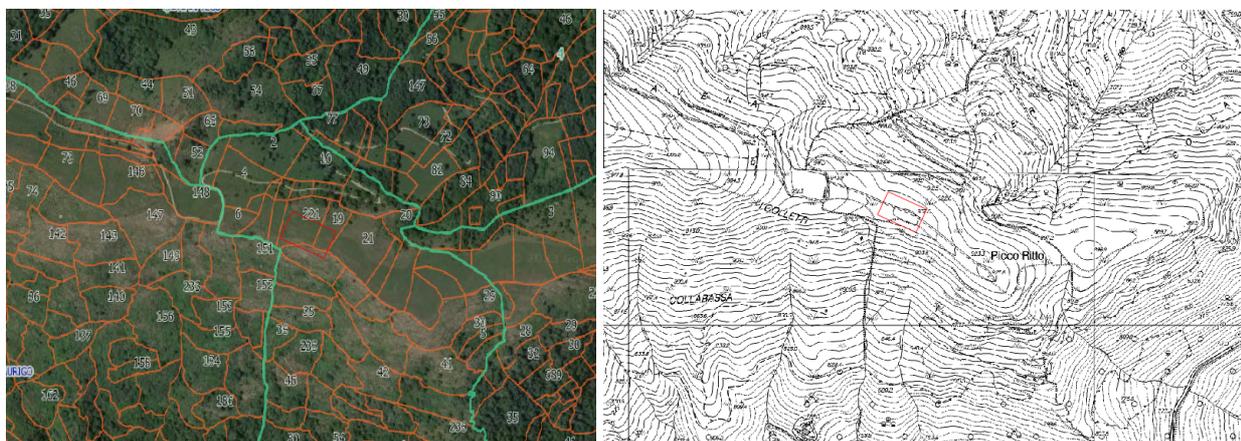
## **1. OGGETTO DELL'INCARICO**

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

Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PAI, repertorio cartografico della Regione 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 Imperia Monti Moro, Guardiabella. L'incarico consta nella stesura della relazione geologica e sismica propedeutica alla progettazione globale delle opere.

Il presente elaborato è stato specificatamente redatto per la sottostazione elettrica ubicata presso la Località Picco Ritto nel Comune di Borgomaro.



**Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento**

## 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.

<u>D.M. 17/01/2018</u>	<u>Circolare C.S. LL.PP nc 7/2019</u>
<p><b>Paragrafo 3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</b></p> <p><b>Categorie di sottosuolo</b></p> <p>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></p> <p>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.</p> <p>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></p> <p>... (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></p> <p>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></p> <p>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>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</p>	<p><b>Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b></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 (assetto litostrutturale 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> </ul>

inquadrate i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche

**La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto.**

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.

- caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- risultati dello studio sismotettonico;
- assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismoindotti.

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.

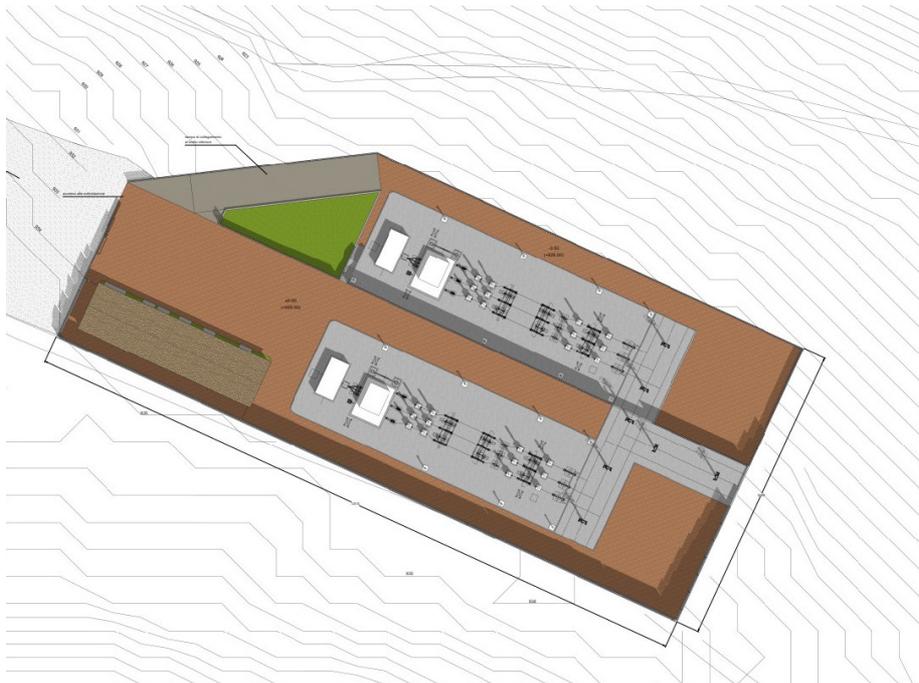
Il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. 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.

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**

La sottostazione elettrica sottende un'area di 126x56 m all'interno della quale è collocato un edificio ad uso tecnico delle dimensioni di 34.40 x 8.55 m e un'area atta ad ospitare le apparecchiature elettriche necessarie a trasformare la corrente proveniente dalle turbine eoliche, a 36KV, elevandola a 132KV. Tale elevazione di potenza permette di raggiungere il punto di consegna, collocato nel comune di Albenga e andando a posare idonei cavidotti interrati lungo le strade Provinciali esistenti, senza incorrere in eccessive perdite di rete.



**Figura 3.1 - planimetria di progetto sottostazione elettrica**

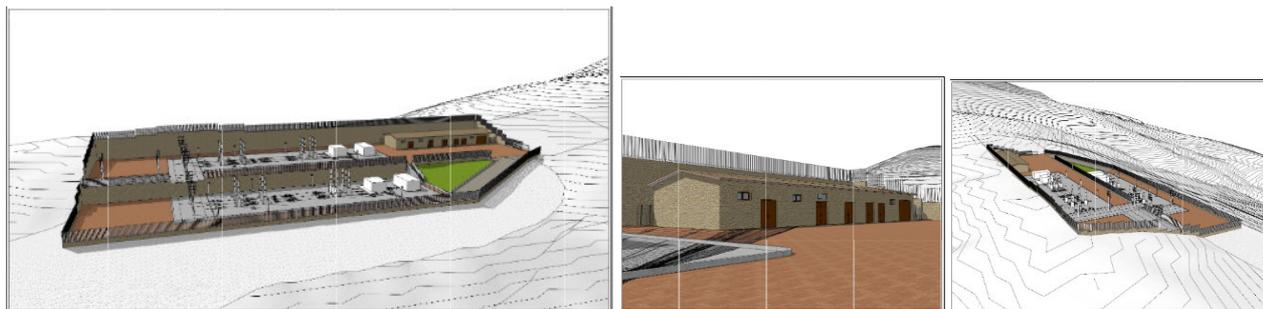
A livello morfologico il terreno sul quale è prevista la realizzazione della nuova sottostazione elettrica si presenta moderatamente acclive, comportando di conseguenza la realizzazione di importanti sezioni di scavo e la realizzazione di muri di contenimento in calcestruzzo. Tuttavia, al fine di limitare eccessive movimentazioni di terreno e di creare altresì situazioni di pericolo per la formazione di dissesti del terreno circostante, si è optato di realizzare la struttura su due distinti livelli a quote differenti. Tale soluzione, a livello architettonico, andrà a contribuire anche al suo inserimento nel paesaggio rendendolo meglio integrato nel versante che la ospita; inoltre, i materiali impiegati nella sua realizzazione rispecchieranno le seguenti caratteristiche:

- I muri di contenimento saranno rivestiti in pannelli di pietra locale;
- La copertura della sottostazione è prevista in tegole in laterizio;
- I materiali di finitura dei vari elementi edilizi presenteranno cromie idonee al contesto paesaggistico;

Infine per mitigare la visibilità della sottostazione, si prevede una piantumazione perimetrale di alberi a medio fusto.

La nuova sottostazione elettrica sarà raggiungibile da un nuovo tratto di strada che dalla viabilità di collegamento interna, devierà per permettere ai mezzi pesanti il suo raggiungimento durante tutto l'arco della sua vita utile. L'ingresso alla struttura sarà garantito sia da un cancello carraio che da uno pedonale garantendo quindi l'accesso diretto ai mezzi; inoltre all'interno dell'area sarà previsto un percorso carrabile di servizio all'intero impianto per il trasporto di eventuali componenti di ricambio.

L'area verrà inoltre recintata con elementi prefabbricati in calcestruzzo come da linee guida per la progettazione di questi sistemi sensibili.



**Figura 4.1: Opere in progetto**

## **4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – SOTTOSTAZIONE ELETTRICA**

### ***4.1 Descrizione del sito della sottostazione elettrica.***

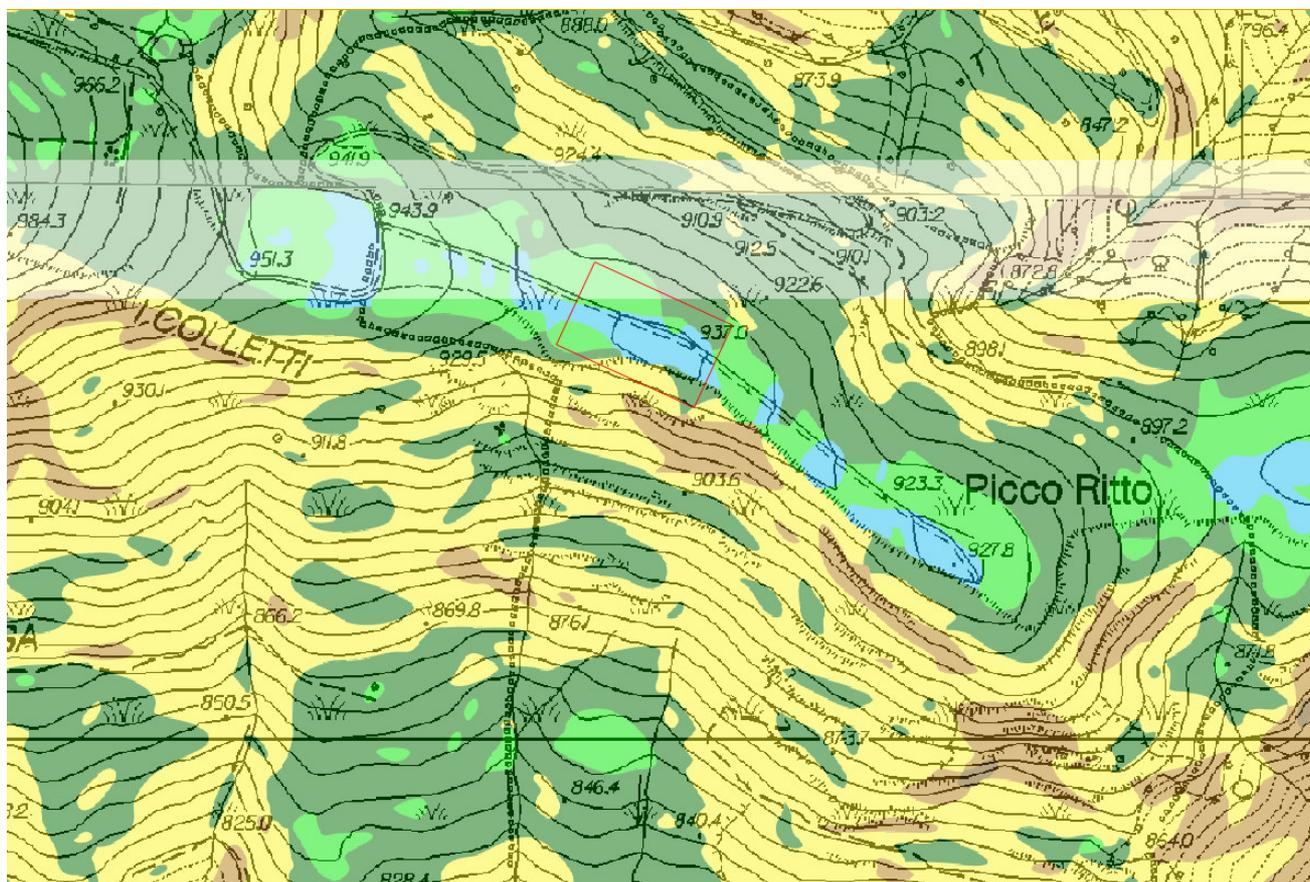
Il sito interessato dall'edificazione della sottostazione è ubicato nel Comune di Borgomaro, a breve distanza dal Picco Ritto, immediatamente a lato della nuova viabilità che verrà edificata/adequata per la messa in opera del parco eolico ad una quota di circa 937 metri s.l.m. e

risulta facilmente raggiungibile per mezzo di una ripida strada sterrata che si diparte dalla Strada Provinciale n° 21 tra le località di Colle San Bartolomeo e Casa della Serra.

Coordinate piane: EPSG 3003			
SOTTOSTAZIONE	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
<b>IM00</b>	1414602	4872246	937

Il sito della sottostazione risulta inserito in un versante con esposizione quasi zenitale da S a N, per lo più debolmente acclive, ma con punte di elevata pendenza in prossimità dei margini, acclività variabile tra lo 0 e il 50%, mentre dal punto di vista geologico osservabile dalla cartografia geologica CARG ricade nelle litologie FSM1 ascrivibili al Flysh di Sanremo – Membro di Capo Mele, qui rappresentato da marne ed arenarie calcaree costituenti spessi strati torbiditici, organizzati in sequenze positive con banchi spessi 10-30 metri, con la porzione terminale costituita da calcilutiti. Sono inoltre presenti scarsi strati arenaceo-argillitici. Il sito risulta incluso in aree carsiche censite dalla Regione Liguria.

La cartografia dei dissesti di versante, derivante da PAI, PRG, e PDB evidenzia come il sito interessato dalla sottostazione elettrica non risulti, invece 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 e P2, mentre nelle perimetrazioni della suscettività al dissesto del piano di bacino entro le zona a suscettività al dissesto basso PG1 e medio Pg2.



**Figura 4.1: IM00 - Estratto Carta Acclività tra 0 e 50% -**

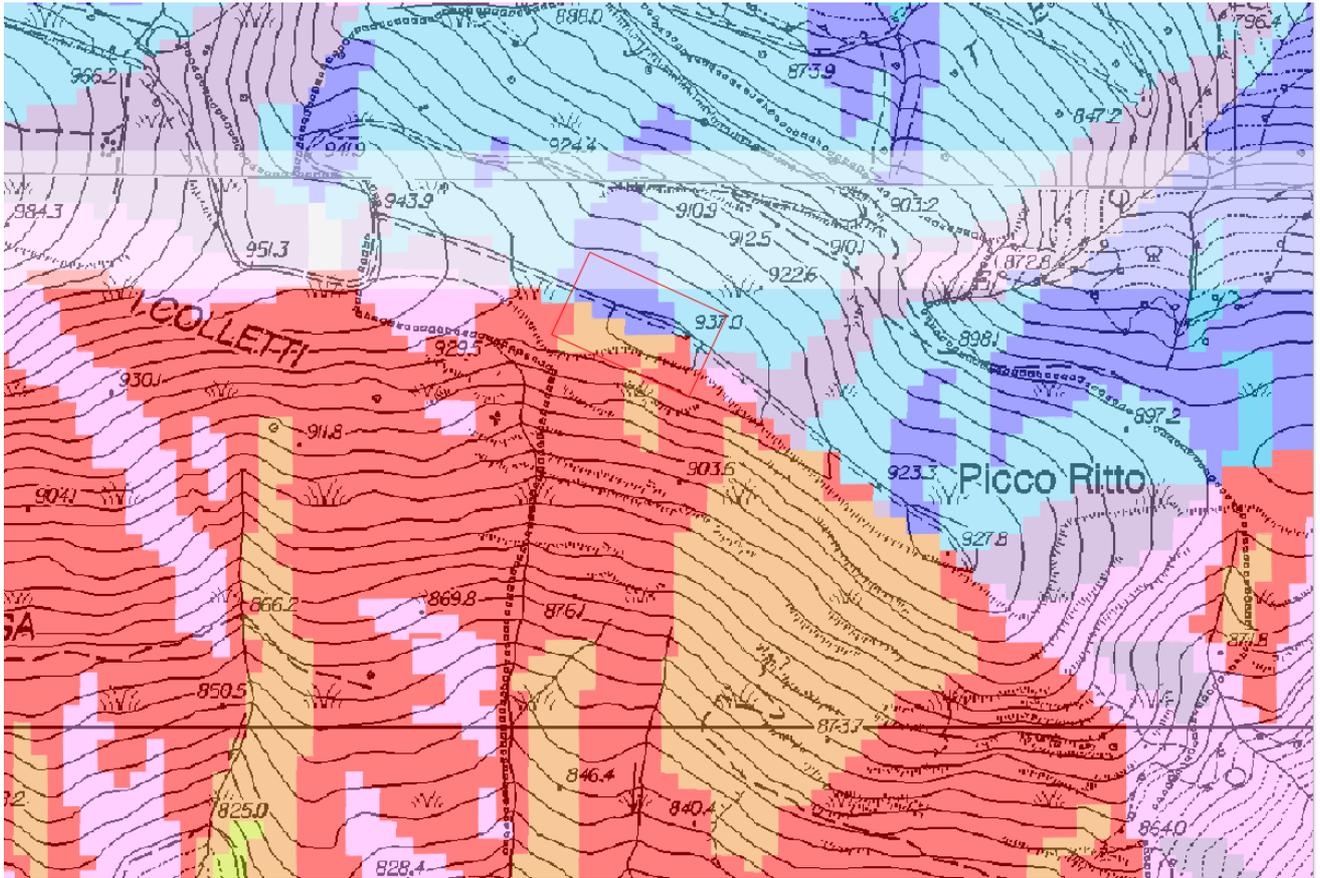


Figura 4.2: IM00 - Esposizione dei versanti da S a N



Figura 4.3: IM00 - Estratto CARG – FSM1

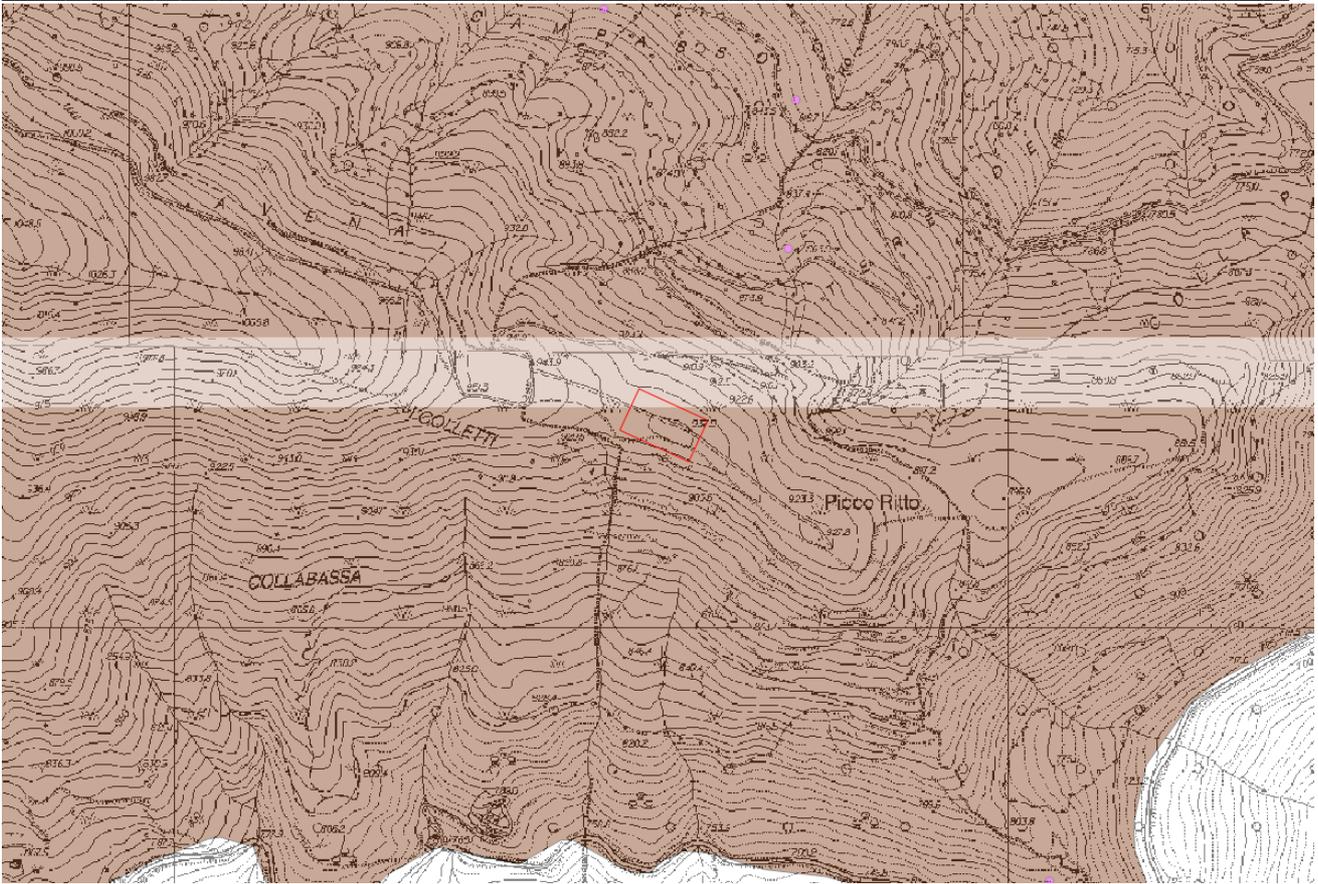


Figura 4.4: IM00 – Aree carsiche – Regione Liguria

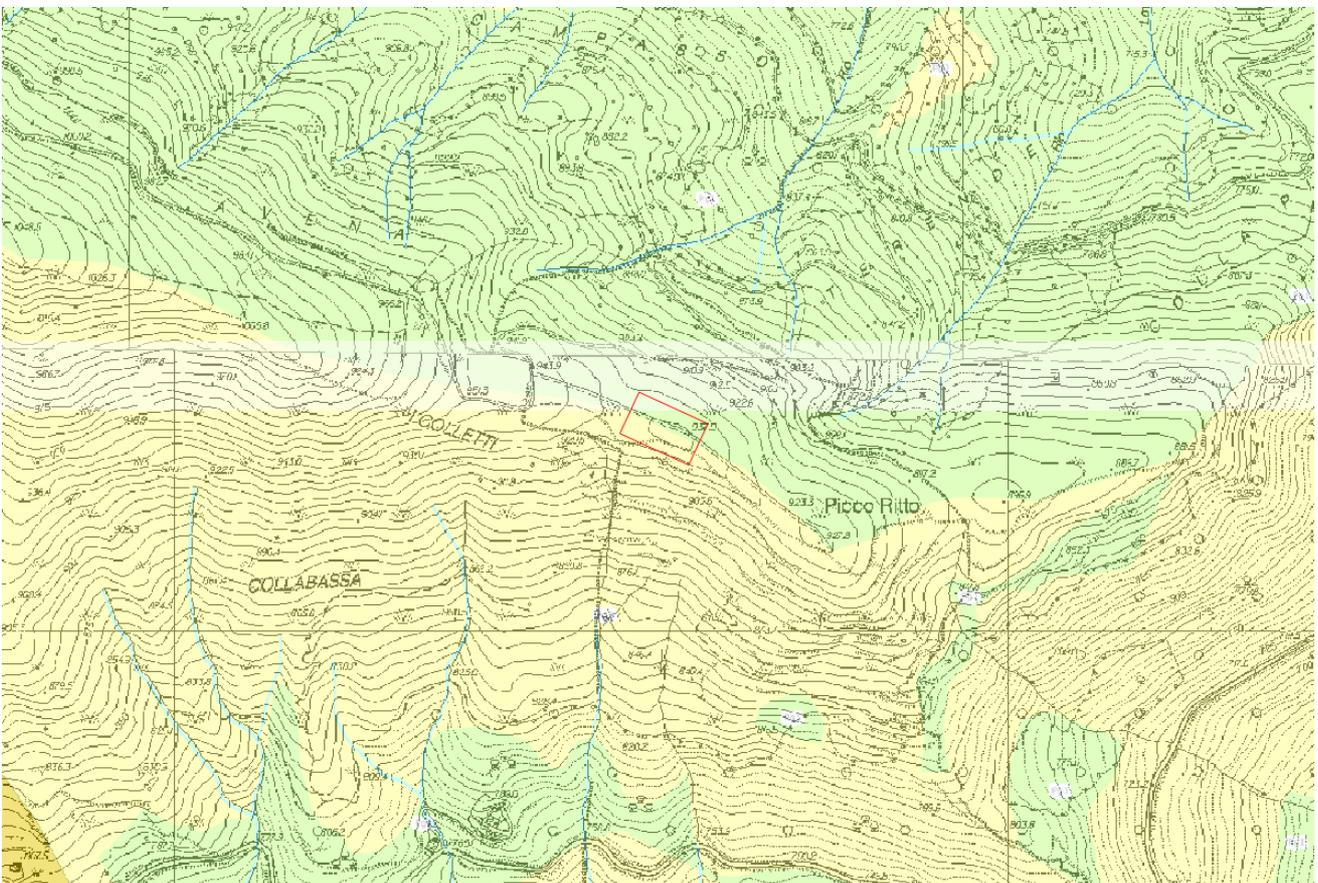


Figura 4.5: IM00 - Estratto Cartografie della Suscettività al Dissesto del PDB, reticolo idrografico regionale e IFFI

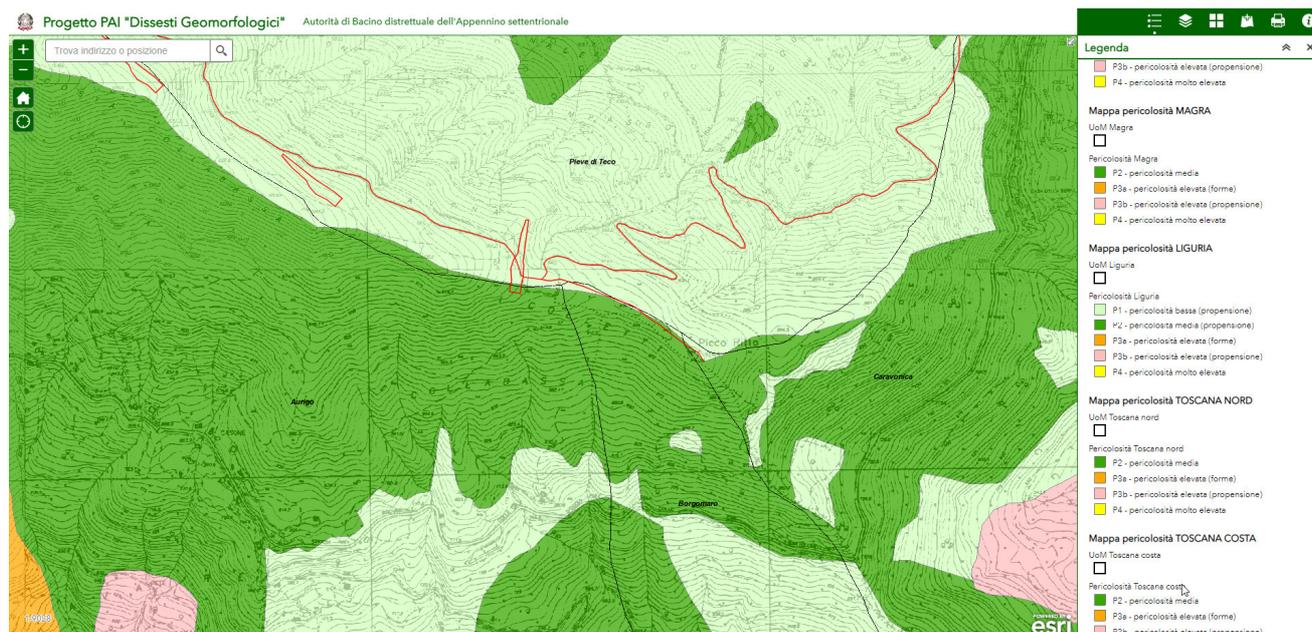


Figura 4.6: IM00 – Progetto di PAI Autorità distretto idrografico Appennino Settentrionale

Il rilevamento condotto direttamente in sito e le indagini sismiche eseguite hanno evidenziato come il sito sia interessato da una coltre plurimetrica sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione anch'esso di potenza plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso che, comunque, qui non risulta esposto o evidente in prossimità del futuro sedime di imposta delle fondazioni. Dal punto di vista idrogeologico, in posizione limitrofa risulta presente un impluvio di modeste dimensioni avente origine immediatamente al di sotto del sedime di imposta della sottostazione mentre non sono evidenti zone di impregnazione e/o di ristagno idrico.

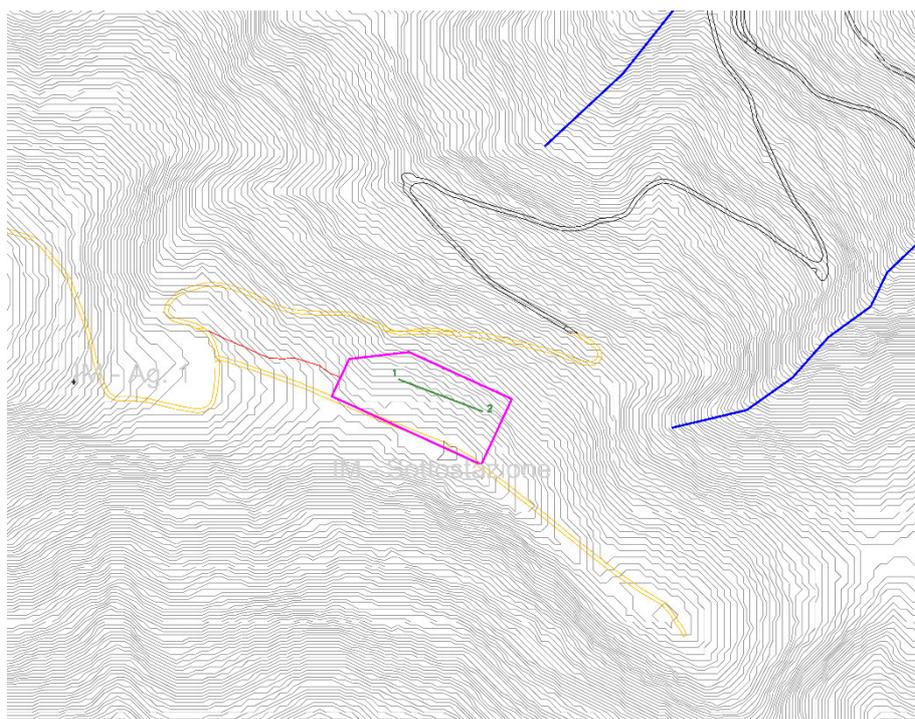


Figura 4.7: IM00 - In viola l'ingombro delle strutture, in verde la traccia dell'indagine sismica e in blu le zone di concentrazione delle acque superficiali.



Figura 4.8: IM00- Sito di installazione sottostazione

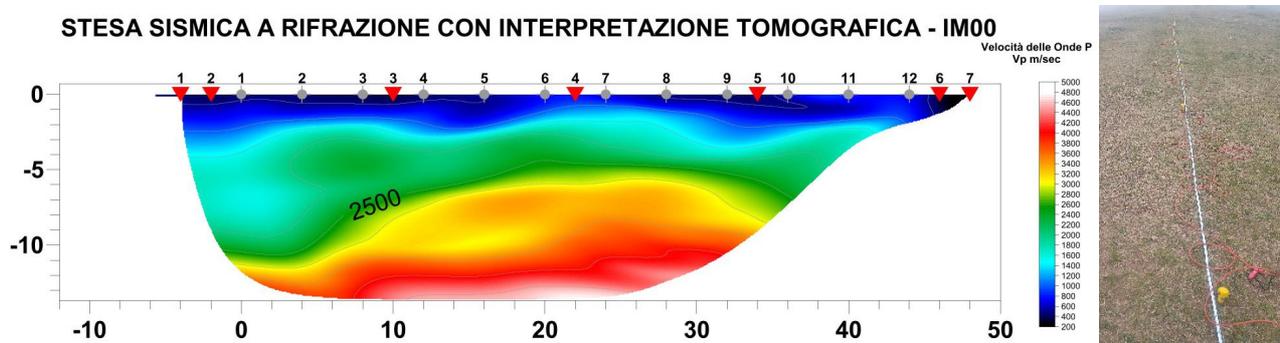


Figura 4.1.9: IM00 - Interpretazione tomografica stesa sismica a rifrazione IM00

Il profilo sismico IM00 è stato eseguito sul sedime della struttura in progetto. Lo stendimento di 12 geofoni con interasse di 4 metri è orientato con il geofono 1 verso WNW, mentre l'ultimo verso ESE. L'acquisizione è stata eseguita con un tempo di campionamento di 125  $\mu$ s ed una durata di acquisizione su ogni singola battuta 2048 ms e l'elaborazione effettuata tramite software tomografico dedicato ha portato alla soluzione grafica di seguito riportata.

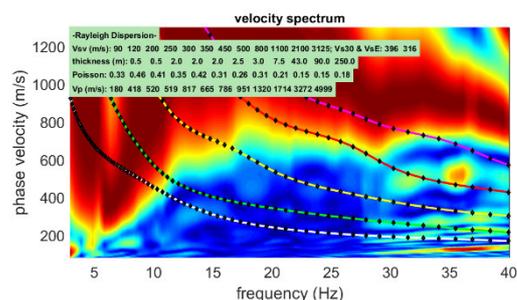
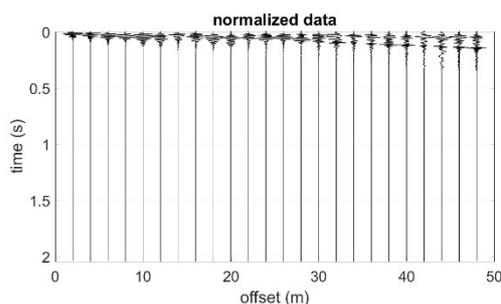
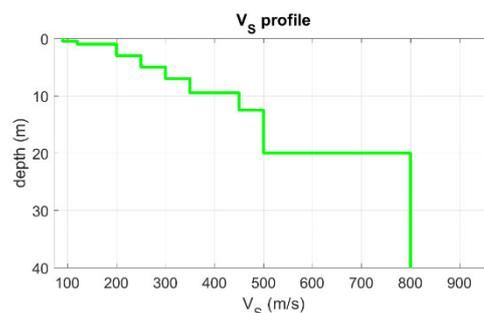
Dall'analisi delle risultanze ottenute si evince che il sito in esame è una zona interessata da coltri detritiche con potenze plurimetriche che giacciono su un cappellaccio d'alterazione (ammasso roccioso molto alterato) anch'esso avente spessori plurimetrici. L'ammasso roccioso con buone caratteristiche fisico meccaniche è evidente dalla profondità di 4 – 5 metri dal piano campagna: non si esclude la presenza di falda subsuperficiale.

Il profilo sismico MASW è stato eseguito in sovrapposizione alla stesa sismica IM00 - 01. L'acquisizione è stata eseguita con un tempo di campionamento di 125  $\mu$ s e una durata di acquisizione su singola battuta di 2048 ms.

Lungo l'allineamento distanza intergeofonica è stata predisposta di 2,00 ml per una lunghezza complessiva di 46,00 ml con l'utilizzo di 24 canali per l'acquisizione ed è stata realizzata una battuta, in andata, sullo stesso allineamento in offset di 2,00 metri. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nel seguente report di elaborazione.

Spessore (m)	VS (m/s)
0.5	90
0.5	120
2	200
2	250
2	300
2.5	350
3	450
7.5	500
43	800
90	1100
Semi-spazio	2100

Modello medio individuato (Vs30 e Vseq del modello medio dal p.c.: 396 e 316 m/s).



**Figura 4.1.10: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30 e del Vseq, ottenute dall'elaborazione degli spettri di velocità di fase – MASW.**

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato pari a 396 m/s (considerando come riferimento il piano campagna) ed una Vs,eq di 316 m/s definita nelle NTC come;

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

Dove

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N$  numero di strati;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

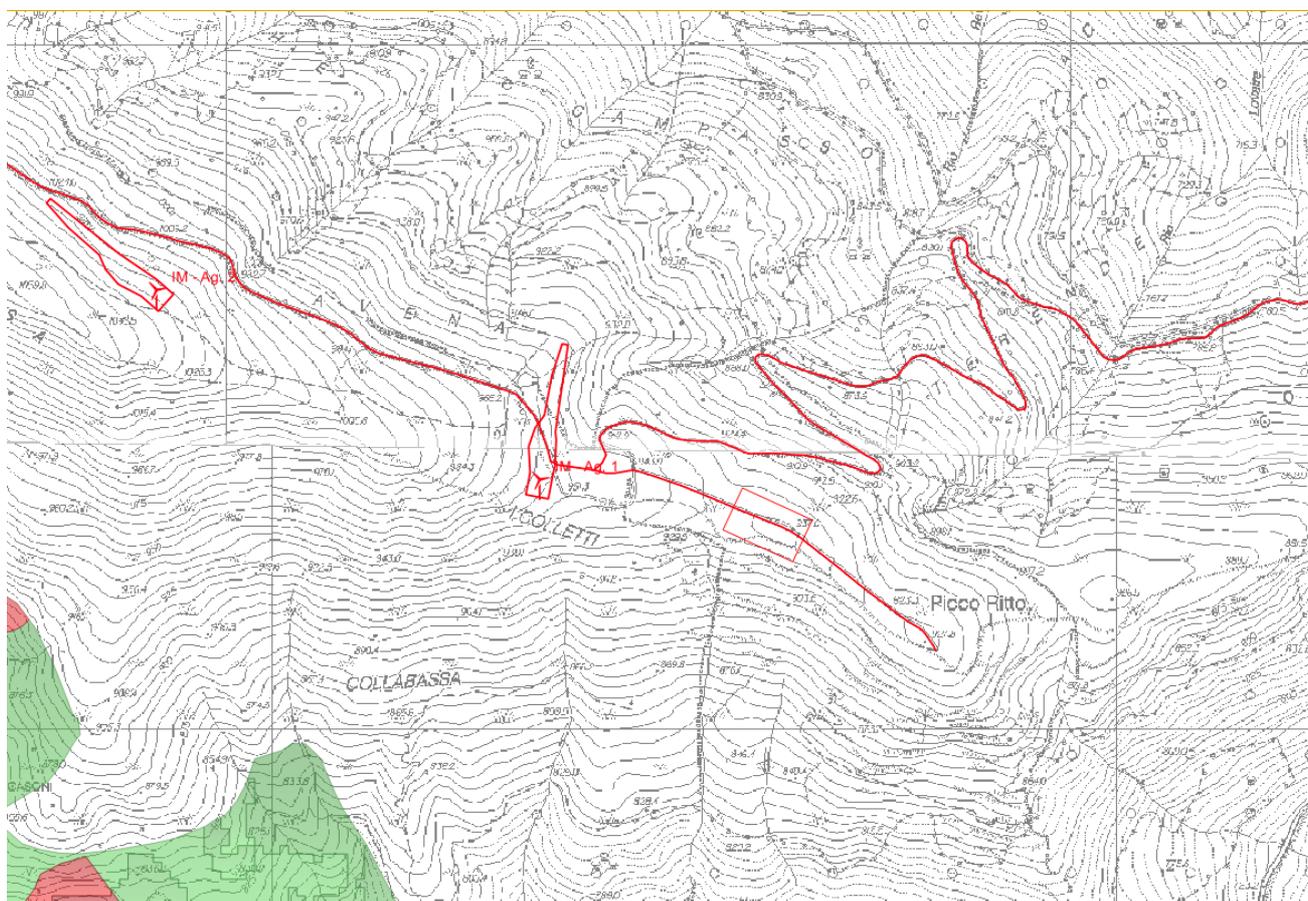
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (considerando come riferimento il piano

campagna) con una  $V_{s30}$  di 396 m/s e la relativa  $V_s$ , eq di 316 m/s ed una altezza  $H >$  di 30,00 metri, che permette di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E**.

#### **INQUADRAMENTO DELL'AREA NELL'AMBITO DEGLI STUDI E DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LIGURIA.**

Sebbene l'area oggetto di intervento risulti essere inserita entro le aree soggette a liquefazione ai sensi della DGR. n. 535 del 18.06.2021, non ricade in ambiti urbanistici riconducibili ad ambienti geomorfologici riconducibili ai tipi A e B della tabella B del §.1 - Condizioni e Contesti territoriali di applicazione dell'Allegato 1 della DGR, pertanto l'intervento è fattibile nel rispetto degli accertamenti ordinari attesi dalle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018) sulla base di opportuni approfondimenti geologico-geotecnici.

In riferimento alle MS1: Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) della Regione Liguria l'area di intervento risulta esterna alle perimetrazioni effettuate.

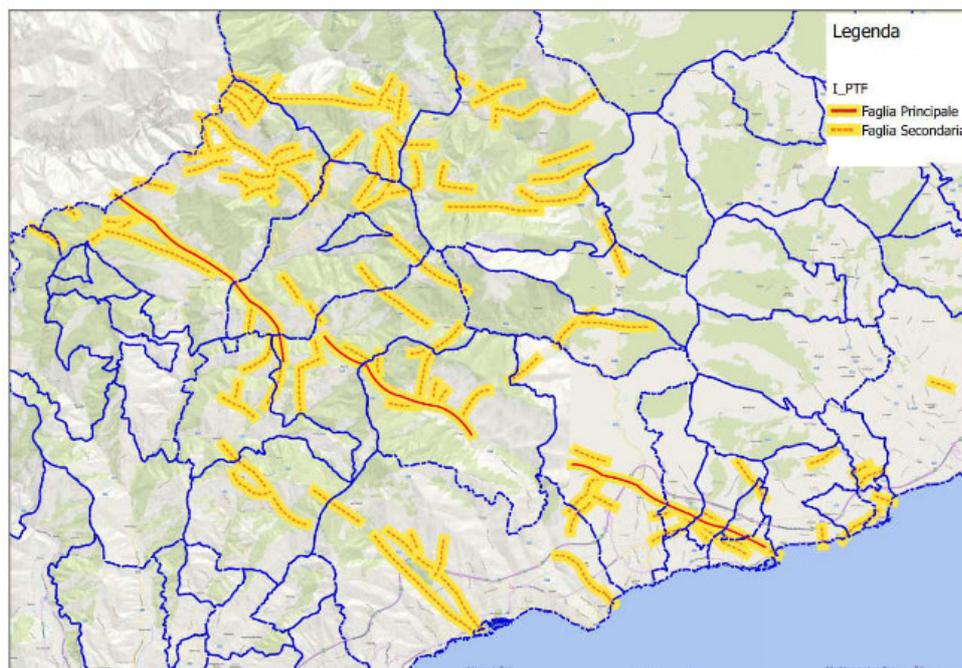


**Figura 4.1.11: IM00 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) della Regione Liguria.**

Infine, relativamente alle Zone Sismogenetiche della Liguria individuate dalla D.G.R. 534 del 18.06.2021 l'area oggetto di intervento non risulta interessata da faglie Attive Capaci (FAC) e neppure da Faglie Attive Potenzialmente Capaci (FPAC), la più vicina delle quali risulta essere la Zona Pigna-Taggia Fault System (cod. I\_PTF) che interessa i Comuni di Santo Stefano al Mare, Terzorio, Castellaro, Pompeiana, Taggia, Ceriana, Bajardo, Castel Vittorio, Pigna e interessa, invece, solo con strutture secondarie i seguenti comuni Cipressa, Sanremo, Imperia, Badalucco, Montalto Ligure, Molini di Triora, Triora, Perinaldo, Apricale e Rocchetta Nervina.

## Zona Pigna-Taggia Fault System

(zona sismogenetica I\_PTF)



ID	Zone sismogenetiche	Indicata in DISS e/o ITHACA	Sismicità recente (1980 – 2018)	Condizioni preliminari per l'individuazione di una FAC	Comuni interessati (Comuni elencati in parentesi interessati solo da strutture secondarie)
1	I_PTF (Pigna-Taggia Fault system)	SI	SI  - oltre 500 terremoti con $M_l$ max - 4.1 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Terremoti storici con <math>M_w &gt; 5.5</math>:</b> SI (l'evento del 1887 presenta differenti ipotesi di localizzazione all'interno del CPTI; una di queste è compatibile con una struttura in terra)</li> <li>• <b>Dati di Letteratura riportanti la presenza di faglie all'interno di formazioni tardo-pleistoceniche-oloceniche:</b> NO (non sono disponibili informazioni circa la visibilità della faglia in formazioni recenti databili)</li> <li>• <b>Indicazioni in Studi MS:</b> NON NOTO (la MS di Livello I del Comune di Pigna e di Taggia riportano <math>Z_{FAC}</math> derivate da Ithaca e non da studi di dettaglio)</li> </ul>	Santo Stefano al mare Terzorio Castellaro Pompeiana Taggia Ceriana Bajardo Castel Vittorio Pigna (Cipressa – Sanremo – Imperia – Badalucco – Montalto Ligure – Molini di Triora – Triora – Perinaldo – Apricale – Rocchetta Nervina)

Figura 4.1.12: Regione Liguria – Scheda I\_PTF Pigna-Taggia Fault System.

### 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  $kh$ ,  $kv$ ,  $a_{max}$  e  $\beta$ .

### Sito in esame.

latitudine: 43,9993744 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 7,9345942 [°] - 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>	18457	44,003780	7,927509	749,13
<b>Sito 2</b>	18458	44,007020	7,996813	5048,51
<b>Sito 3</b>	18680	43,957130	8,001255	7107,44
<b>Sito 4</b>	18679	43,953880	7,932065	5062,75

**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]	Fo [-]	Tc* [s]
<b>Operatività (SLO)</b>	120	0,077	2,480	0,254
<b>Danno (SLD)</b>	201	0,105	2,411	0,269
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	1898	0,270	2,493	0,321
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	2475	0,300	2,499	0,326

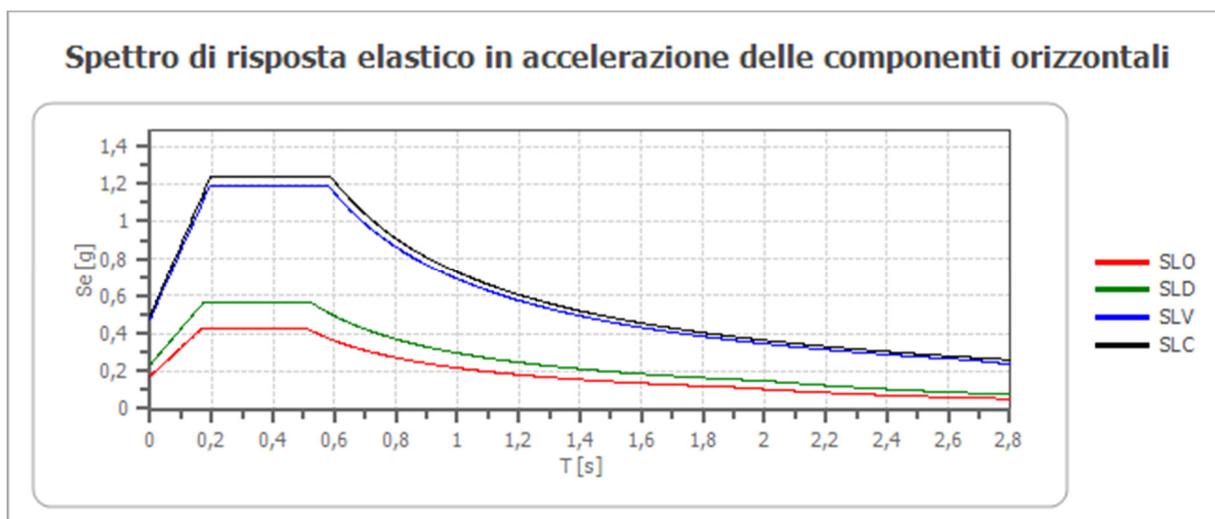
**Coefficienti Sismici**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,035	0,056	0,134	0,139
kv	0,017	0,028	0,067	0,069
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	1,695	2,303	4,677	4,856
Beta	0,200	0,240	0,280	0,280

**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

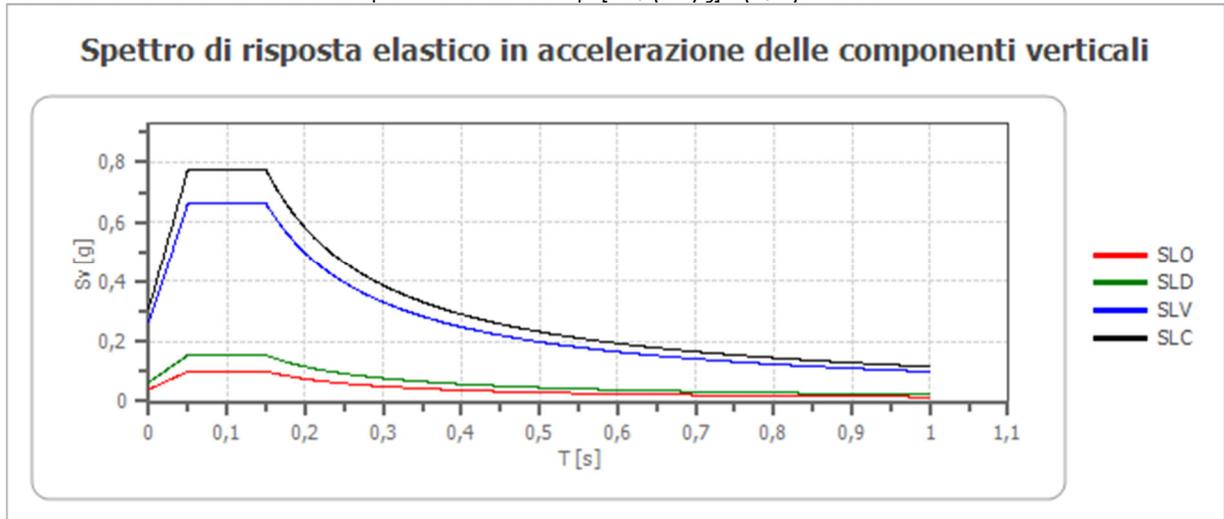


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,077	2,480	0,254	1,600	1,990	1,400	2,240	1,000	0,169	0,506	1,909	0,173	0,429
SLD	2,0	0,105	2,411	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,000	0,174	0,522	2,019	0,235	0,566
SLV	2,0	0,270	2,493	0,321	1,260	1,810	1,400	1,764	1,000	0,194	0,581	2,681	0,477	1,189
SLC	2,0	0,300	2,499	0,326	1,180	1,800	1,400	1,652	1,000	0,196	0,588	2,799	0,495	1,238

### 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 [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,077	2,480	0,254	1	1,990	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,041	0,100
SLD	2,0	0,105	2,411	0,269	1	1,940	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,064	0,155
SLV	2,0	0,270	2,493	0,321	1	1,810	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,266	0,662
SLC	2,0	0,300	2,499	0,326	1	1,800	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,310	0,775

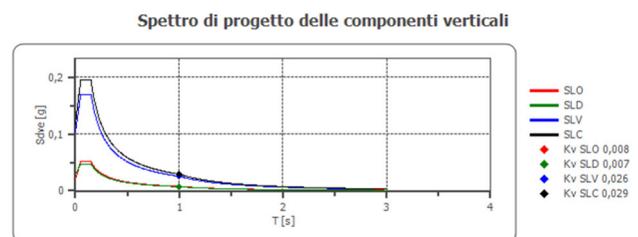
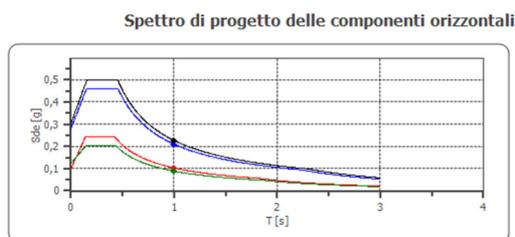
### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50

Periodo fondamentale  $T$ : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,217	0,197	0,460	0,485
$k_{v} = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,015	0,015	0,066	0,078



	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	0,077	2,480	0,254	1,600	1,990	1,400	2,240	1,000	0,169	0,506	1,909	0,173	0,429
<b>SLO verticale</b>	2,0	0,077	2,480	0,254	1,600	1,990	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,041	0,100
<b>SLD orizzontale</b>	2,0	0,105	2,411	0,269	1,600	1,940	1,400	2,240	1,500	0,174	0,522	2,019	0,235	0,377
<b>SLD verticale</b>	2,0	0,105	2,411	0,269	1,600	1,940	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,064	0,103
<b>SLV orizzontale</b>	2,0	0,270	2,493	0,321	1,260	1,810	1,400	1,764	1,500	0,194	0,581	2,681	0,477	0,793
<b>SLV verticale</b>	2,0	0,270	2,493	0,321	1,260	1,810	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,266	0,442
<b>SLC orizzontale</b>	2,0	0,300	2,499	0,326	1,180	1,800	1,400	1,652	1,500	0,196	0,588	2,799	0,495	0,825
<b>SLC verticale</b>	2,0	0,300	2,499	0,326	1,180	1,800	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,310	0,517

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

L'intervento prevede l'edificazione di un edificio previa escavazione e sbancamento di una porzione di versante interessato da coperture superficiali a granulometria medio fine sovrapposte all'ammasso roccioso posto solo a grande profondità. Tali materiali, 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.

## **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: possibile
  - 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
  - Rischio liquefazione potenziale: da valutare
- **Rischio cavità: assente.**

### **PRESCRIZIONI**

L'intervento in progetto è un intervento di nuova edificazione (sottostazione elettrica) a supporto del Parco Eolico Monte Moro - Guardiabella, per l'esecuzione del quale si forniscono qui le seguenti prescrizioni operative:

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

- non si potranno effettuare accumuli di materiale senza appositi contenimenti;
- le fondazioni dei nuovi manufatti dovranno essere opportunamente dimensionate in modo tale da risultare compatibili con la situazione geologica rilevata in sito; sarà in ogni caso possibile valutare, oltre alla tipologia delle fondazioni profonde, interventi di bonifica dei terreni mediante consolidamento e/o sostituzione;
- preliminarmente ad ogni operazione prevista si dovranno eseguire delle attività di ispezione e controllo del sito e delle porzioni limitrofe allo stesso al fine di evidenziare e risolvere qualsiasi criticità;
- 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 superfici 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.

Si evidenzia, infine, che 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 giugno 2023

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