

# PARCO EOLICO MONTE GIAROLO

Il Committente:



Sede Legale:

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

Oggetto:

## RELAZIONE GEOLOGICA E DI PERICOLOSITA' SISMICA

Titolo:

### CABINA ELETTRICA



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

Formato A4

DICEMBRE 2022

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
22100	EO	DE	GE	R	01	0004	A

CONSULENZA GEOLOGICA A CURA DI:

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

Studio Associato  
di Geologia Tecnica



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

File: Monte\_Giarolo\_AL01\_2022\_Geologica\_finale\_Cabina 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. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – SOTTOSTAZIONE ELETTRICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Descrizione dei siti della sottostazione elettrica. ....</b>	<b>6</b>
<b>4. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>18</b>
<b>5. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>18</b>

## **0. SOMMARIO**

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

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

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

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

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

Il presente elaborato è stato specificatamente redatto per la sottostazione elettrica ubicata presso la Località Poggio Castagnola nel Comune di Albera Ligure.



**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 n° 7/2019</u>
<p><b>Paragrafo 3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</b> <b>Categorie di sottosuolo</b> Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, <math>V_s</math>. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità <math>V_s</math> per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.</p>	<p><b>Paragrafo C3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</b> Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno. Nei metodi semplificati è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici. In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4). (omissis) ...</p>
	<p><b>Paragrafo C6: PROGETTAZIONE GEOTECNICA.</b> ... (omissis) <b>La caratterizzazione e modellazione geologica del sito, è propedeutica all'impostazione della progettazione geotecnica ... (omissis)</b></p>
<p><b>Paragrafo 6.1.2: PRESCRIZIONI GENERALI.</b> Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, <b>devono essere esposti in una specifica relazione geologica</b> di cui al § 6.2.1.</p>	
<p><b>Paragrafo 6.2: ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO.</b> Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;</li> <li>2. scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;</li> <li>3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);</li> <li>4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive;</li> <li>5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni;</li> <li>6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.</li> </ol>	
<p><b>Paragrafo 6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b> Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, 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. 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. 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. 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>Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b> La relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definito sulla base di specifiche indagini e prove. Tale relazione, che comprende quanto previsto al § 6.2.1 delle NTC, tiene conto dei seguenti aspetti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetto litostrutturale e stratigrafico, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra vari corpi geologici);</li> <li>- caratteristiche geo-strutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti;</li> <li>- processi morfo evolutivi e principali fenomeni geomorfologici presenti, con particolare riferimento a quelli di frana individuandone stato e tipo di attività, di erosione e di alluvionamento;</li> <li>- caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea;</li> <li>- risultati dello studio sismotettonico;</li> </ul>

**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.

- 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 è un'area di 38x57 metri ove vi è un edificio tecnico di 34.40 x 8.55 m ed un'area con le apparecchiature elettriche necessarie alla trasformazione a 132KV della corrente proveniente dalle turbine che è a 36KV. Tale trasformazione permette di realizzare, senza eccessive perdite, la strada che collega il punto ove è realizzata la sottostazione al punto di consegna presente ad Arquata Scrivia.

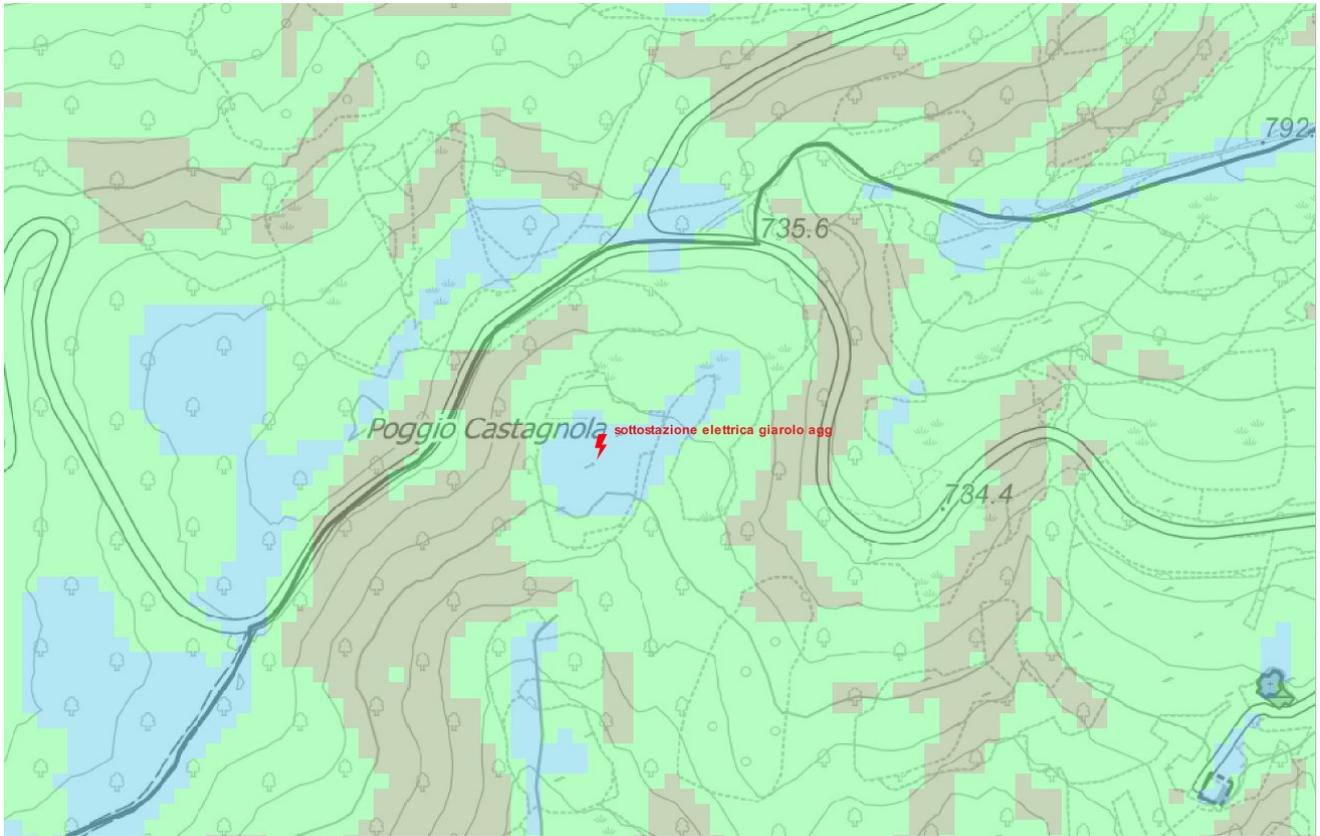
Poiché il terreno ove si è prevista la sottostazione presenta una certa pendenza, si sono previsti degli scavi e la realizzazione di un muro in calcestruzzo al fine di contenere il terreno ove si scava e parimenti il riempimento per la parte ove è necessario alzare la quota del terreno esistente. Al fine di mitigare la visibilità della sottostazione, si prevede una piantumazione perimetrale di alberi a medio fusto al fine di mitigare la visibilità del muro controterra.

E' parimenti necessario realizzare una strada di accesso al terreno ove si prevede la realizzazione della sottostazione, che permette il collegamento dell'area alla strada che porta alla frazione Vendersi. Tale strada necessita di scavi e riporti di materiale, la stessa sarà asfaltata per garantire la carrabilità in ogni momento ai mezzi per la manutenzione. I muri controterra saranno realizzati con le terre armate al fine di meglio inserire a livello ambientale la strada.





La cartografia dei dissesti di versante, derivante da PAI, PRG, SIFRAP e DBGeo100 evidenzia come il sito interessato dalla sottostazione elettrica non risulti, invece interessato da dissesti cartografati.



**Figura 4.1: SG01- Estratto Carta Acclività  $\leq 10\%$  - Esposizione dei versanti NE**

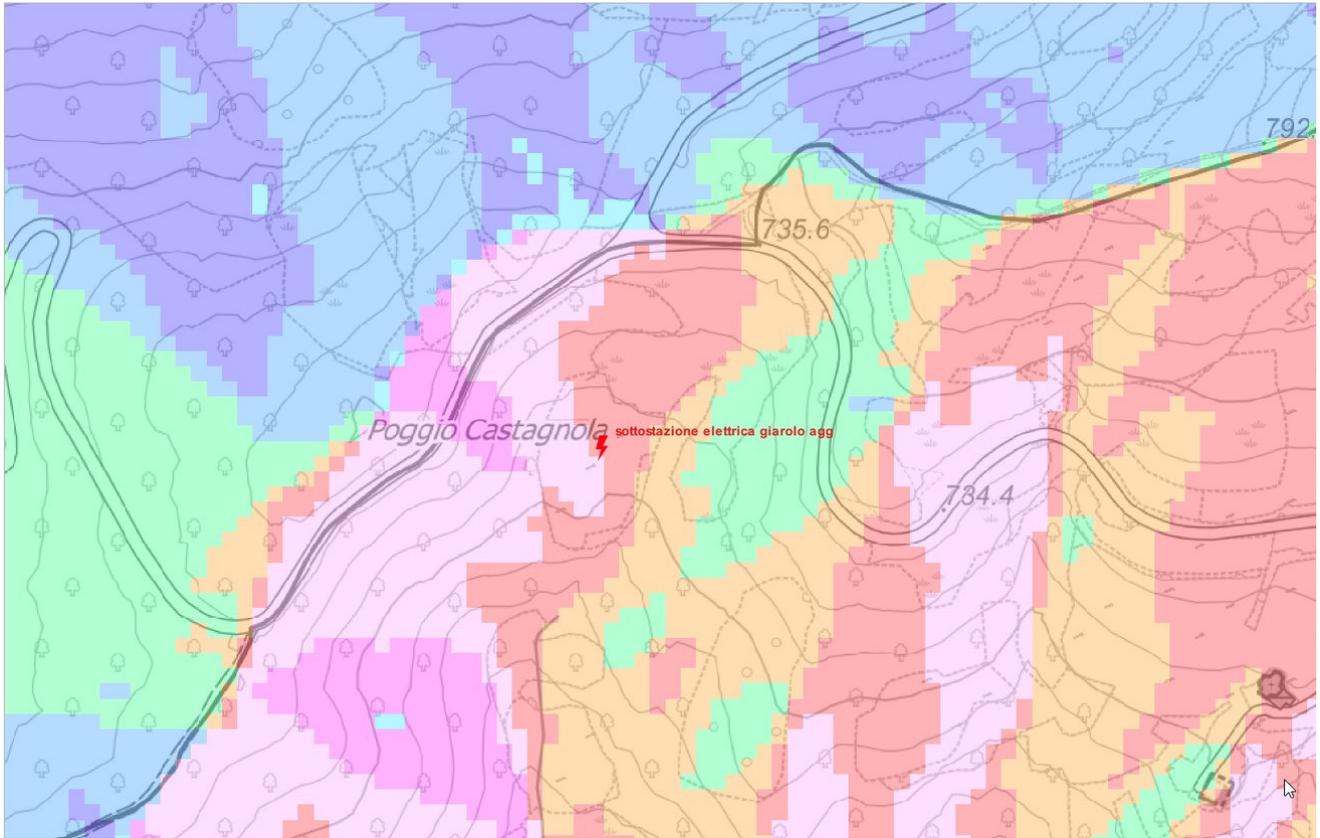


Figura 4.2: SG01- Esposizione dei versanti da SSE a SSW

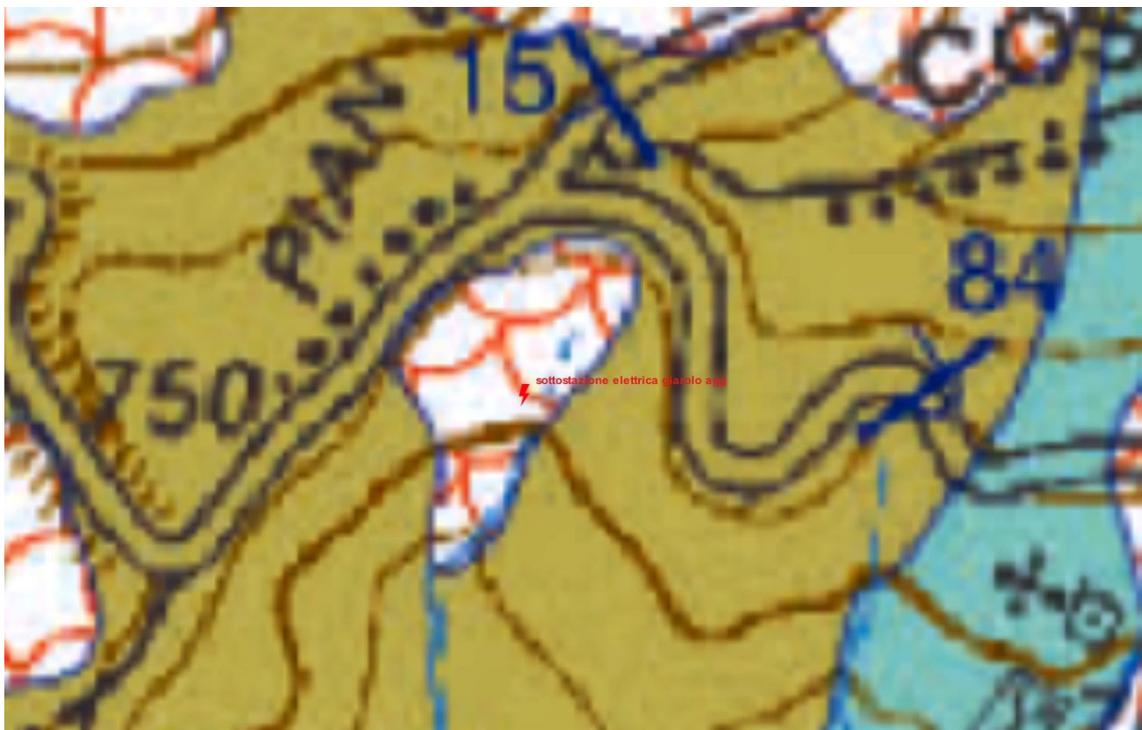


Figura 4.3: SG01- Estratto CARG – Deposito di frana

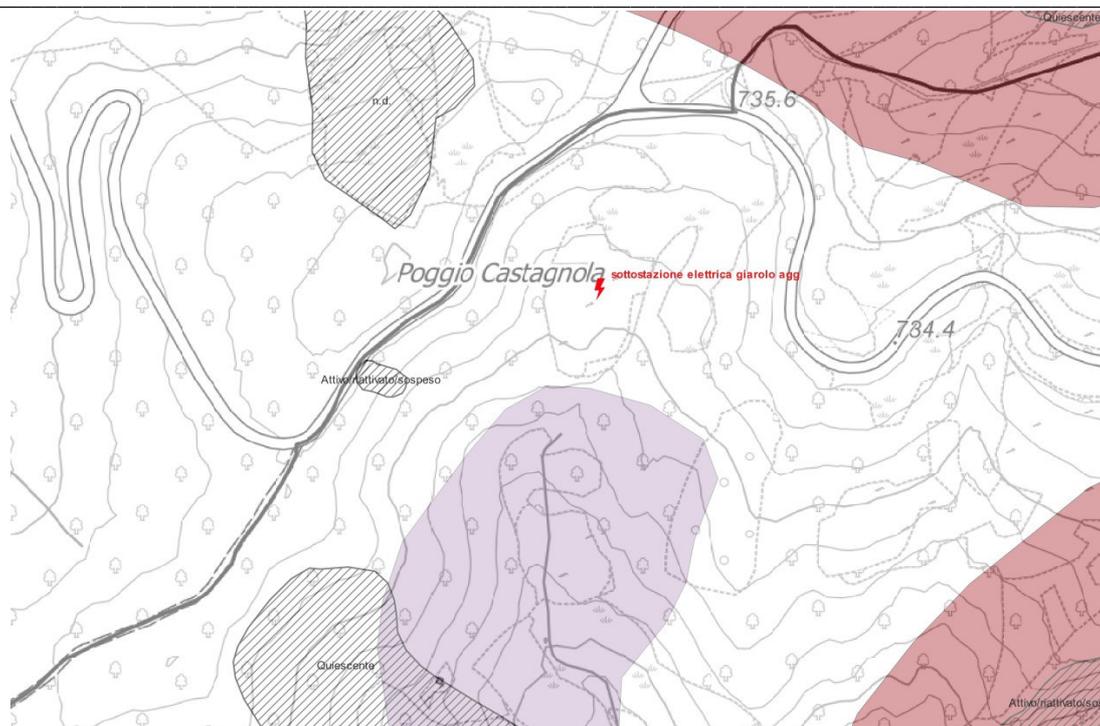


Figura 4.4: SG01 - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI, PRG e DBGeo 100

Il rilevamento condotto direttamente in sito e le indagini sismiche eseguite hanno evidenziato come il sito sia interessato da una spessa coltre plurimetrica sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione anch'esso di potenza plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso che, comunque, 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 della strada che conduce alla Località Vendersi mentre non sono evidenti zone di impregnazione e/o di ristagno idrico.

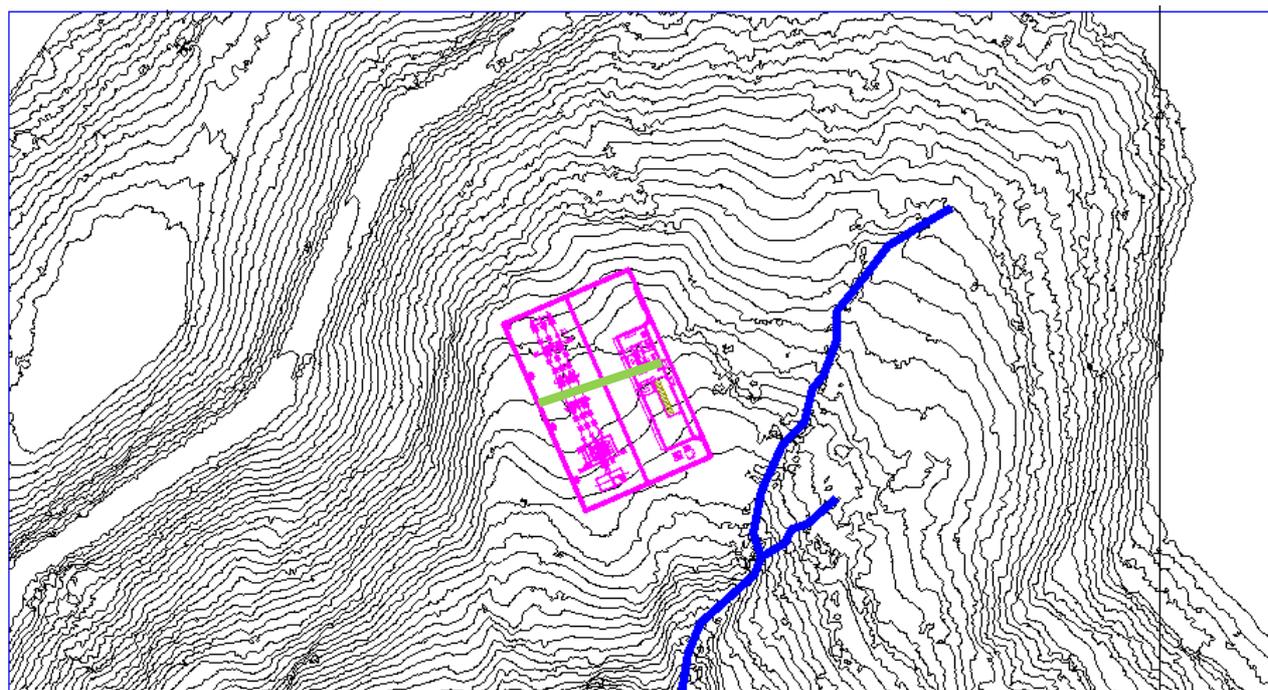


Figura 4.5: SG01 - In viola l'ingombro delle strutture, in verde la traccia dell'indagine sismica e in blu le zone di concentrazione delle acque superficiali.



**Figura 4.6: AG01- Sito di installazione**

Dal punto di vista sismico il sito è stato caratterizzato tramite le indagini di seguito descritte.

### **HVSR**

HVSR001 è stato eseguito in sovrapposizione al profilo sismico SG01, l'acquisizione è stata effettuata in prossimità dell'attuale edificio ed è durata per 20 minuti utilizzando un geofono 3C Gemini 2 PASI con frequenza naturale di risonanza 2 Hz.

Dataset: cabinahvsr.SAF

Notes: cabina hvsr

GPS data: Unavailable

Sampling frequency (Hz): 500

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 4.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

**##### SESAME criteria #####**

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.5 (q2.4)

Peak HVSR value: 2.2 (q0.4)

**=== Criteria for a reliable H/V curve ===**

#1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.549 > 0.5$  (OK)

#2. [ $nc > 200$ ]:  $253 > 200$  (OK)

#3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

**=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===**

#1. [exists f- in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f-) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.2Hz (OK)

#2. [exists f+ in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f+) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

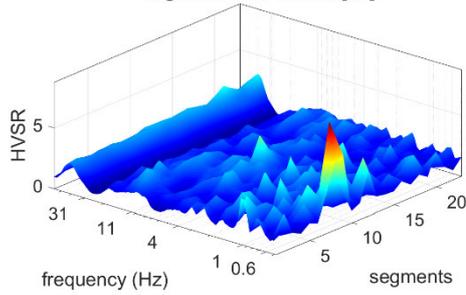
#3. [ $A_0 > 2$ ]:  $2.2 > 2$  (OK)

#4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f)] \text{ q } \sigma_A(f) = f_0 \text{ q } 5\%$ ]: (NO)

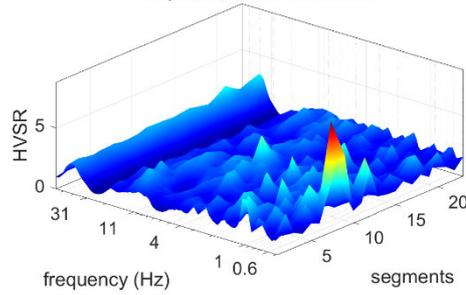
#5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $2.440 > 0.082$  (NO)

#6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $0.757 < 2$  (OK)

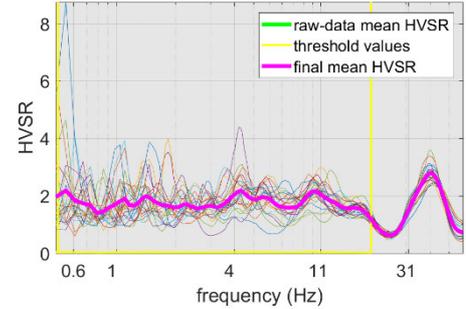
original HVSR curves [23]



kept all the HVSR curves



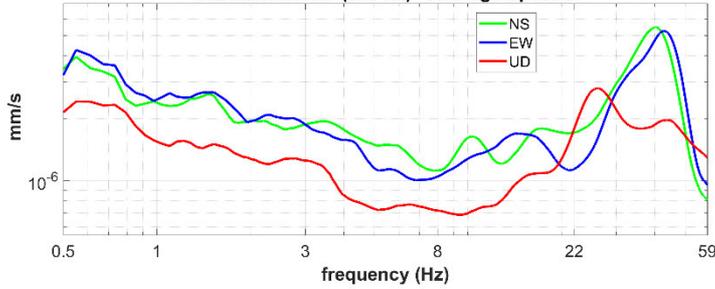
No outlier removal: kept all the HVSR curves



Software interface for HVSR analysis. It includes several panels:
 

- step#1 (optional) - decimate:** Controls for frequency range and resolution.
- step#2 - HV computation:** Parameters for window length, tapering, amplitude threshold, HVSR threshold, spectral smoothing, and detrending order.
- directivity analysis:** Options for save options, picking HV or amplitude spectra, and quick analysis.
- highlight a frequency:** Controls for highlighting specific frequencies.
- directivity over time:** Controls for time-based directivity analysis.

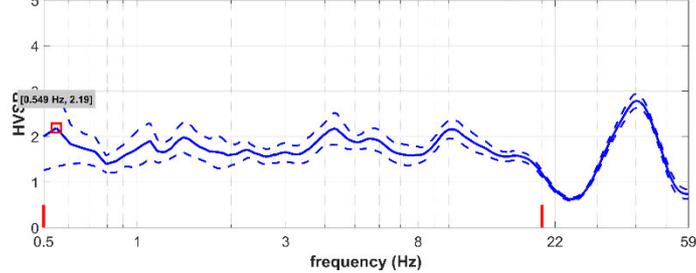
cabinahvsr.SAF (500 Hz) - Average Spectra



Interactive controls for the Average Spectra plot:
 

- open working folder
- show location
- add notes
- your comments
- default axes

cabinahvsr.SAF - HVSR (window: 20 s)



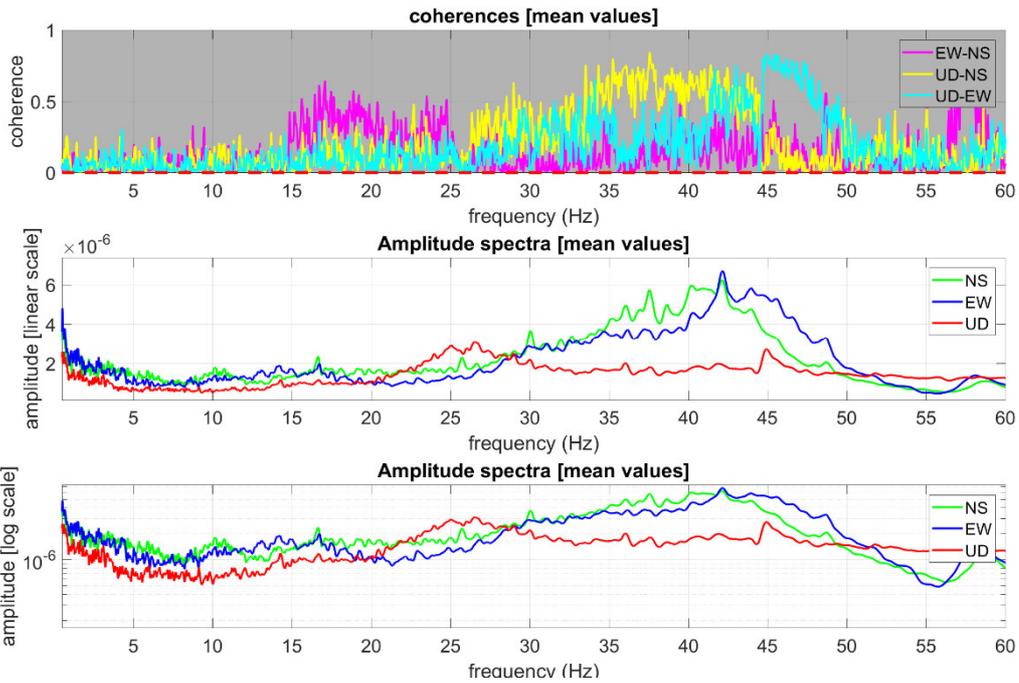
Criteria for a reliable HV curve:
 

- 91: OK
- 92: OK
- 93: OK

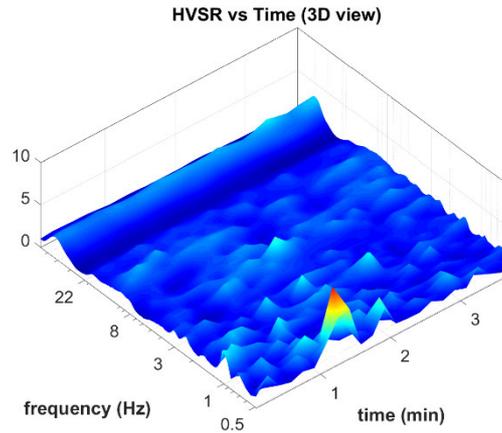
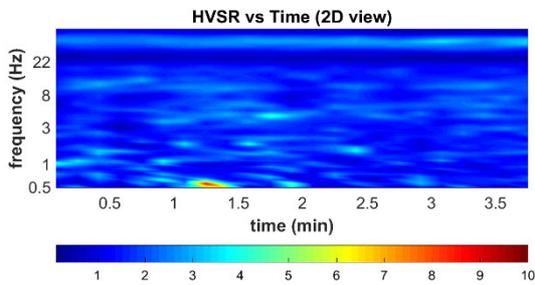
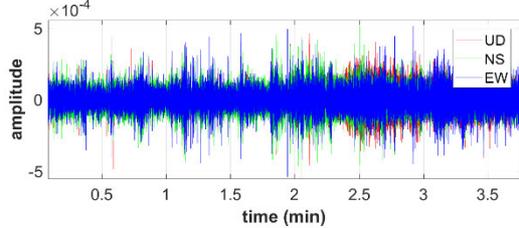
 Criteria for a clear HV peak [0.549 Hz]:
 

- 94: OK
- 95: NO
- 96: OK

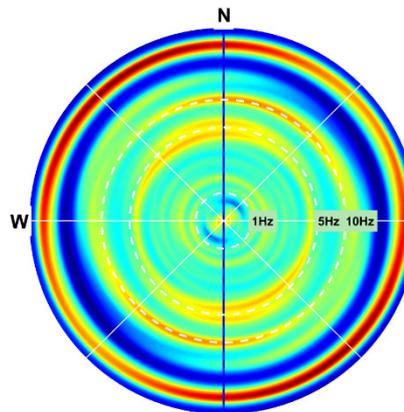
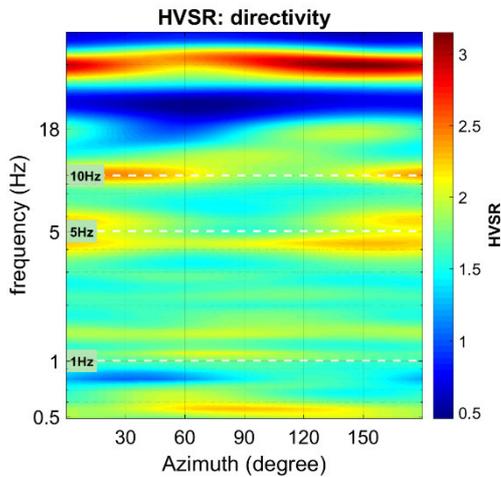
To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

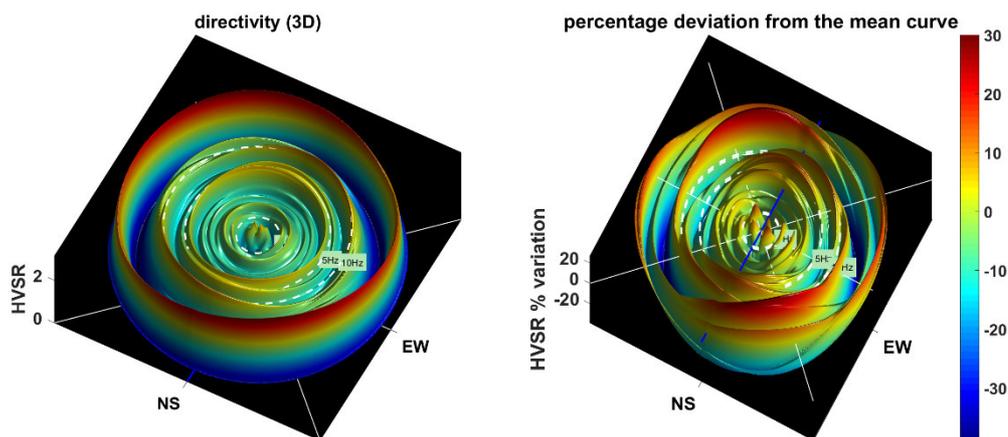


##### Continuity (Persistence) of the H/V Spectral Ratio



##### Directivity of the H/V Spectral Ratio





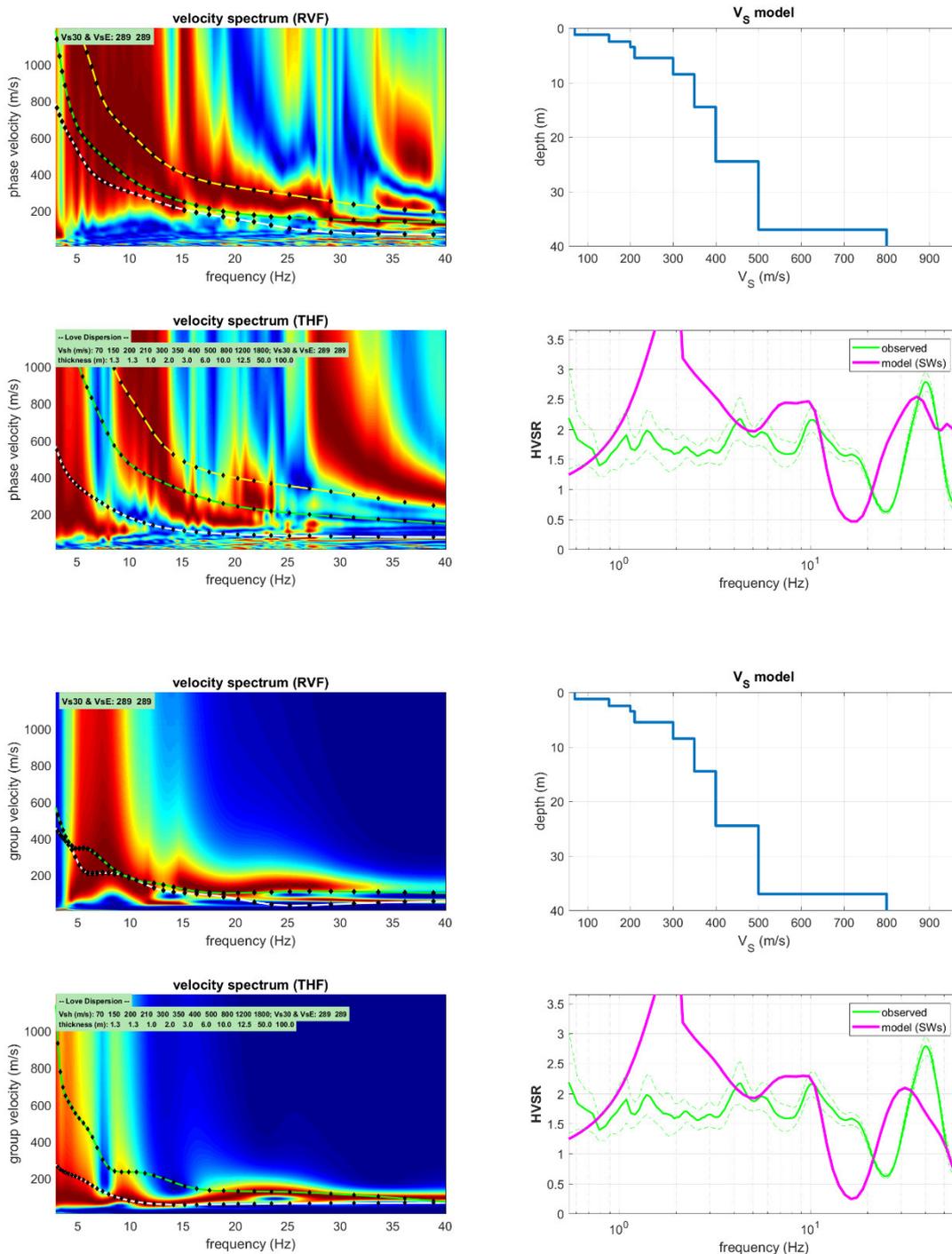
### MASW

Il profilo sismico MASW SG01 - 01 è stato eseguito in prossimità del sedime di fondazione della nuova sottostazione elettrica. L'acquisizione, effettuata dopo un rilievo HVSZ di 20 minuti, 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 18 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, dapprima con onde di fase e successivamente di gruppo, 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)
1.25	70
1.25	150
1	200
2	210
3	300
6	350
10	400
12.5	500
50	800
100	1200
Semi-spazio	1800

Modello medio individuato (Vs30 e Vseq del modello medio dal p.c. rispettivamente di 289 e 289 m/s).



**Figura 4.7: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30 e del Vseq, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW e HVSR.**

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 289 m/s (considerando come riferimento il piano campagna) ed una Vs,eq di 289 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  $V_s$  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 289 m/s e la relativa  $V_{s,eq}$  di 289 m/s ed una altezza  $H >$  di 30,00 metri, che permette di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo C**.

#### **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: 44,7215157 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 9,0795784 [°] - 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: T3

#### **Siti di riferimento.**

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	15588	44,702610	9,059848	2617,30
<b>Sito 2</b>	15589	44,705180	9,130128	4388,01
<b>Sito 3</b>	15367	44,755120	9,126468	5261,05
<b>Sito 4</b>	15366	44,752540	9,056159	3914,39

#### **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 <sub>g</sub> [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	120	0,054	2,490	0,255
Danno (SLD)	201	0,068	2,475	0,268
Salvaguardia della vita (SLV)	1898	0,160	2,463	0,286
Prevenzione dal collasso (SLC)	2475	0,175	2,464	0,288

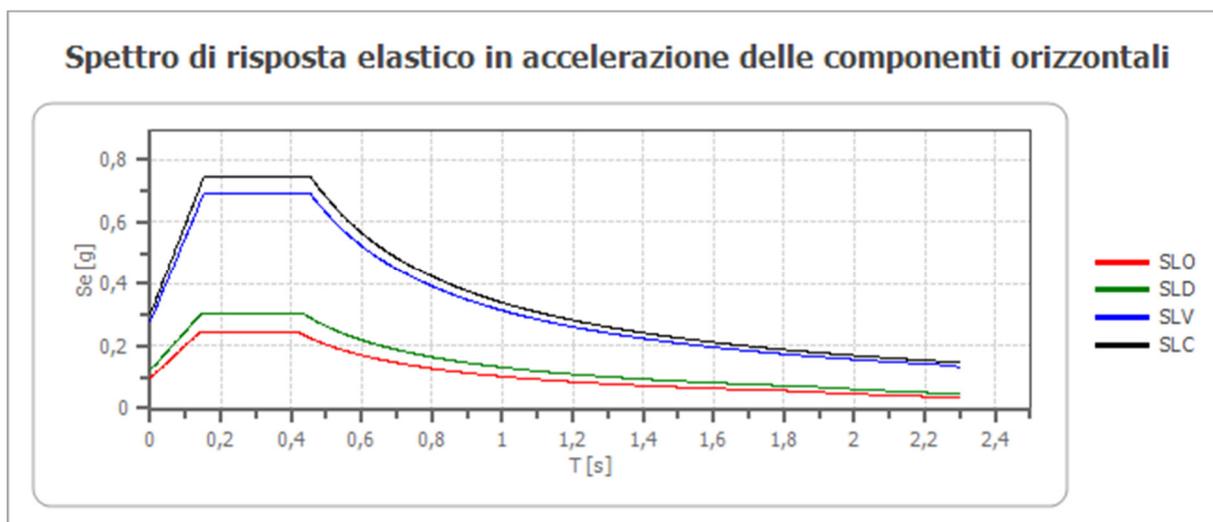
### Coefficienti Sismici

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,020	0,025	0,067	0,073
kv	0,010	0,012	0,034	0,036
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,960	1,202	2,747	2,965
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

### 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



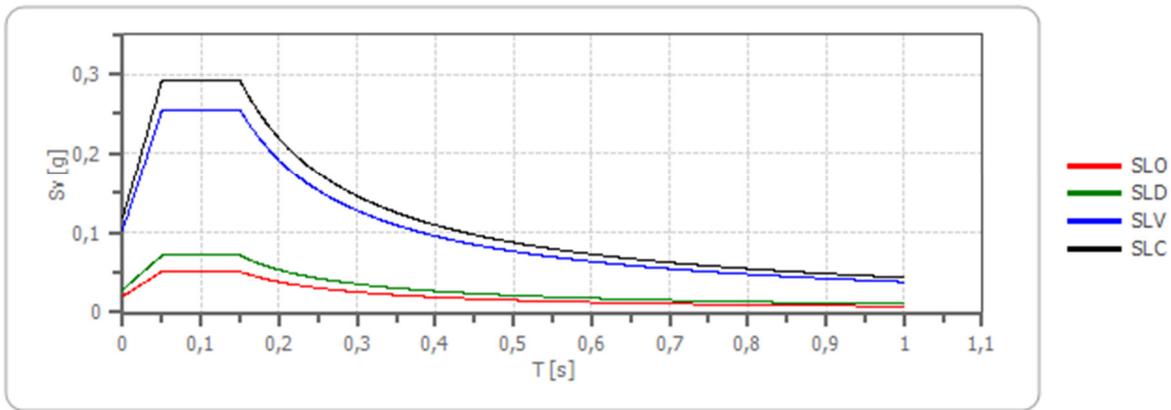
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,054	2,490	0,255	1,500	1,650	1,200	1,800	1,000	0,140	0,420	1,818	0,098	0,244
SLD	2,0	0,068	2,475	0,268	1,500	1,620	1,200	1,800	1,000	0,145	0,434	1,872	0,123	0,303
SLV	2,0	0,160	2,463	0,286	1,460	1,590	1,200	1,752	1,000	0,152	0,455	2,240	0,280	0,690
SLC	2,0	0,175	2,464	0,288	1,440	1,580	1,200	1,728	1,000	0,152	0,455	2,300	0,302	0,745

### 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]
<b>SLO</b>	2,0	0,054	2,490	0,255	1	1,650	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,021	0,051
<b>SLD</b>	2,0	0,068	2,475	0,268	1	1,620	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,029	0,071
<b>SLV</b>	2,0	0,160	2,463	0,286	1	1,590	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,104	0,255
<b>SLC</b>	2,0	0,175	2,464	0,288	1	1,580	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,119	0,292

### Spettro di progetto

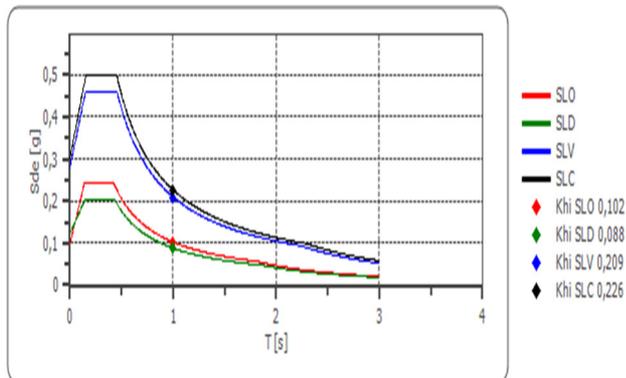
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50

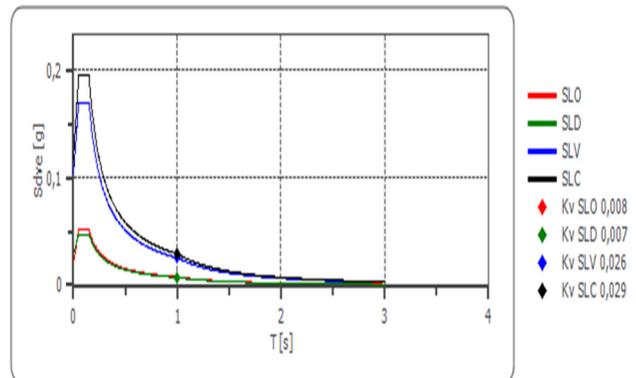
Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>khi = Sde(T) Orizzontale [g]</b>	0,102	0,088	0,209	0,226
<b>kvv = Sdve(T) Verticale [g]</b>	0,008	0,007	0,026	0,029

### 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	0,054	2,490	0,255	1,500	1,650	1,200	1,800	1,000	0,140	0,420	1,818	0,098	0,244
<b>SLO verticale</b>	2,0	0,054	2,490	0,255	1,500	1,650	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,021	0,051

<b>SLD orizzontale</b>	2,0	0,068	2,475	0,268	1,500	1,620	1,200	1,800	1,500	0,145	0,434	1,872	0,123	0,202
<b>SLD verticale</b>	2,0	0,068	2,475	0,268	1,500	1,620	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,029	0,048
<b>SLV orizzontale</b>	2,0	0,160	2,463	0,286	1,460	1,590	1,200	1,752	1,500	0,152	0,455	2,240	0,280	0,460
<b>SLV verticale</b>	2,0	0,160	2,463	0,286	1,460	1,590	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,104	0,170
<b>SLC orizzontale</b>	2,0	0,175	2,464	0,288	1,440	1,580	1,200	1,728	1,500	0,152	0,455	2,300	0,302	0,497
<b>SLC verticale</b>	2,0	0,175	2,464	0,288	1,440	1,580	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,119	0,195

## **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 potenti 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: potenziale
  - Rischio frana potenziale: presene
  - 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 a supporto del Parco Eolico Monte Giarolo, 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 dicembre 2022

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

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