

**REGIONE  
FRIULI - VENEZIA GIULIA**

COMUNE DI MARTIGNACCO (UD)

ATLAS SOLAR 2 s.r.l.  
Via Cino Del Duca, 5  
20122 MILANO (MI)  
P.IVA 03045640301

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO CON FOTOVOLTAICO AD INSEGUITORI MONOASSIALI  
PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, COMPRESIVO DI  
IMPIANTO AGRICOLO CON ANNESSO APIARIO, SITO NEL COMUNE DI  
MARTIGNACCO (UD), FORMATO DA DUE SEZIONI CIASCUNO PER UNA  
POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 9006 KW E POTENZA IN A.C. DI 8250  
KW, ALLA TENSIONE RETE DI 20 KV E DELLE RELATIVE OPERE DI RETE  
RICADENTI NEI COMUNI DI MARTIGNACCO (UD) E FAGAGNA (UD)**

**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE  
COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

**ELABORATO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

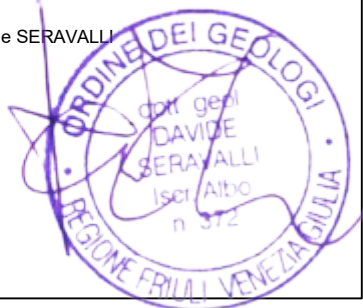
**DATA: 25/11/2021**

**SCALA : -**

**aggiornamento :**

**IL CONSULENTE**

Geol. Davide SERAVALLI



Energy for the Future

Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100  
Partita IVA 02943070306  
www.atlas-re.eu

revisione	descrizione	data	<b>DOC RS3.1</b>
A	RELAZIONE GEOLOGICA	25/11/2021	
B			
C			

## Sommario

1. INTRODUZIONE.....	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
3. IDROGRAFIA E FALDA FREATICA.....	9
4. VINCOLO PAIR.....	11
5. SISMICITÀ.....	13
DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO .....	15
6. COMPORTAMENTO SISMICO DEL TERRENO.....	18
7. INDAGINI .....	19
INDAGINE HVSR.....	19
CENNI TEORICI SULLA TECNICA HVSR .....	19
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	20
ACQUISIZIONE DATI.....	20
SOFTWARE DI ELABORAZIONE DATI .....	20
ELABORAZIONE DATI.....	20
RISULTATI.....	23
SCAVI DI SAGGIO .....	25
INDAGINE ERT - TOMOGRAFIE ELETTRICHE.....	26
Specifiche tecniche della strumentazione utilizzata .....	26
Campagna di indagini.....	26
Cenni teorici.....	27
Elaborazione dei dati .....	27
Interpretazione dei dati .....	29
8. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE.....	35
9. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	36
10. CONCLUSIONI .....	40

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico della committenza si redige la presente relazione geologica relativa ai terreni interessati dal progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico.

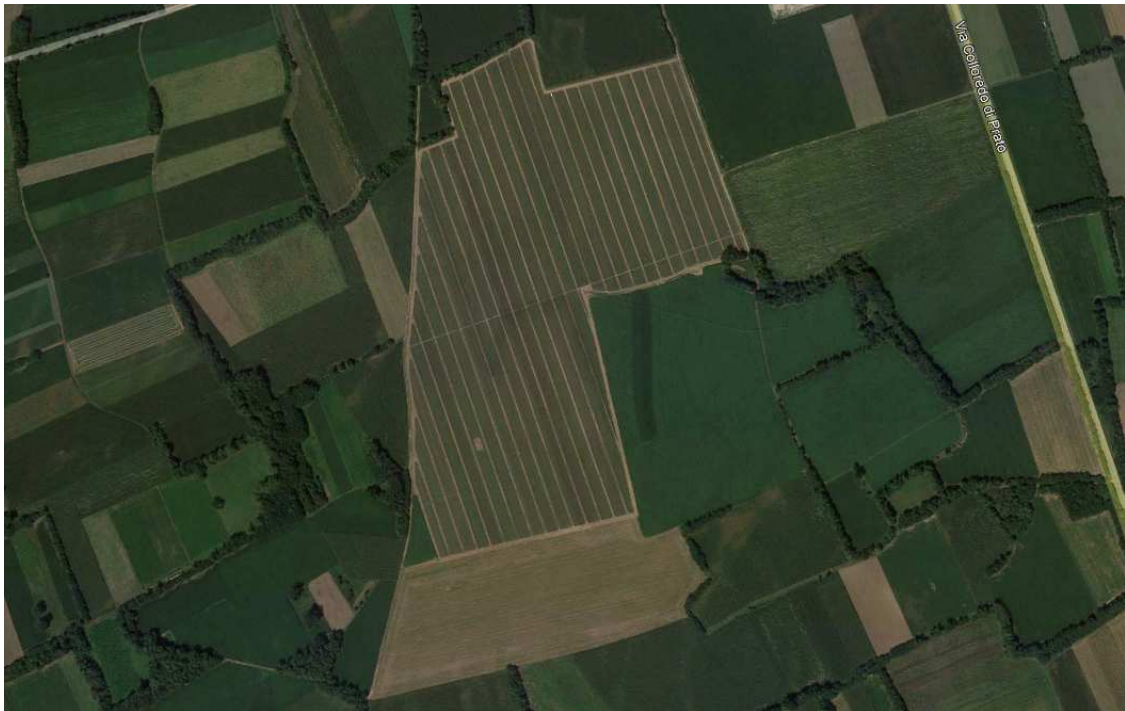
Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, su un terreno agricolo situato in comune di Martignacco, a sudovest dell’abitato di Nogaredo di Prato e poco più a nord della SP60. Inoltre è prevista la realizzazione di un cavidotto interrato per il collegamento dell’impianto fotovoltaico alla rete di distribuzione.

Le situazioni tettonica e geologica della zona sono ben delineate; l’area di intervento si situa in un tratto di alta pianura friulana poco a sud delle colline moreniche, che la orlano nel suo tratto settentrionale.

Per la redazione della presente relazione sono stati realizzati sopralluoghi e si è fatto riferimento ad informazioni bibliografiche. Inoltre, tra ottobre e novembre 2021, lo scrivente ha effettuato una campagna di indagini geognostiche presso i terreni su cui sorgerà il campo fotovoltaico, costituita da:

- Sette scavi di saggio;
- Un’indagine sismica HVSR;
- Due tomografie elettriche – indagine ERT.

### Vista aerea dell’area di intervento



- D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- D.M. 14/01/2008 recante "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare 2 febbraio 2009, n° 617 recante "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- Delibera del Consiglio Nazionale Geologi n. 111/2015 del 28 aprile 2015 - Raccomandazioni per la redazione della "relazione geologica ai sensi delle NTC" a cura del Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi.
- O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., contenente "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica"
- Legge regionale FVG 16/2009 Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio.
- Decreto Giunta Regionale del FVG n° 845/2010 del 06/05/2010 che definisce la classificazione sismica come richiesto dall'art 3, comma 2, lett a) della Legge Regionale 16/2009 "*classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità*"

### **Fonti bibliografiche**

- Catasto dei pozzi per acqua, REGIONE AUTONOMA FRIULI – VENEZIA GIULIA
- Annale freaticometrico, REGIONE AUTONOMA FRIULI – VENEZIA GIULIA
- Studio geologico per il P.R.G.C. – Variante Generale LR 52/91, GEOFIM (1999)
- Carta geologica d'Italia – Foglio 066 Udine
- I potenziali inquinamenti delle acque freatiche dell'Alta Pianura Friulana ad opera delle discariche – S. Stefanini e F. Giorgetti (1996)

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La zona oggetto di studio fa parte dell'alta pianura friulana, immediatamente a sud dell'anfiteatro morenico del Tagliamento. L'area è compresa tra gli ampi e piatti conoidi del fiume Tagliamento e del torrente Cormor.

Il territorio comunale di Martignacco può essere suddiviso in due zone ben distinte: la zona a nord che appartiene alle propaggini meridionali dell'anfiteatro morenico tilaventino, caratterizzata da una morfologia ondulata collinare e la zona meridionale pianeggiante dove inizia l'alta pianura friulana. Nell'area settentrionale prevalgono depositi morenici per lo più costituiti da limi con diverse quantità relative di sabbie e ghiaie e con la presenza di massi inglobati; la morfologia è dolce, con acclività di pochi gradi e con locali accentuazioni in corrispondenza delle incisioni torrentizie. Nella zona meridionale la morfologia è piatta, debolmente degradante verso sud con inclinazione media dello 0.8 %. I terreni superficiali sono opera della sedimentazione delle acque di fusione postglaciale: si tratta di alluvioni fluvio-glaciali costituite da ghiaie e sabbie con diverse percentuali di limo. Gli agenti atmosferici hanno determinato uno strato superficiale di alterazione, con spessori inferiori al metro, costituiti da sabbie limose con ghiaie e ciottoli; lo spessore di questi depositi aumenta alla base dei colli morenici per l'apporto locale di materiale colluviale.

Il sito in esame si colloca a sudovest della frazione di Nogaredo di Prato, in un tratto di pianura alluvionale.

Nel novembre 2021 lo scrivente ha realizzato dei sopralluoghi con l'esecuzione di indagini geognostiche. Sono stati realizzati sette scavi di saggio, due tomografie elettriche ed un'indagine sismica HVSR.

Dagli scavi è emerso che sul sito è presente una coltre di terreno vegetale il cui spessore varia tra 30 e 90 centimetri. Al di sotto del terreno vegetale è presente uno strato di transizione costituito da ghiaie con limo in proporzioni diverse e sabbie e limo, il cui spessore medio è di 40 centimetri. Al di sotto di questo strato, sono presenti ghiaie sabbiose debolmente limose con ciottoli.

Localmente, al di sotto del terreno vegetale è presente uno strato di limo sabbioso debolmente argilloso color ocra, che è stato riscontrato negli scavi 3 e 7. Si tratta di paleocanali, successivamente riempiti da materiale fine. Secondo le testimonianze raccolte, al margine occidentale del lotto indagato sono presenti paleocanali più profondi, dove lo spessore del limo sabbioso supera i due metri di spessore.

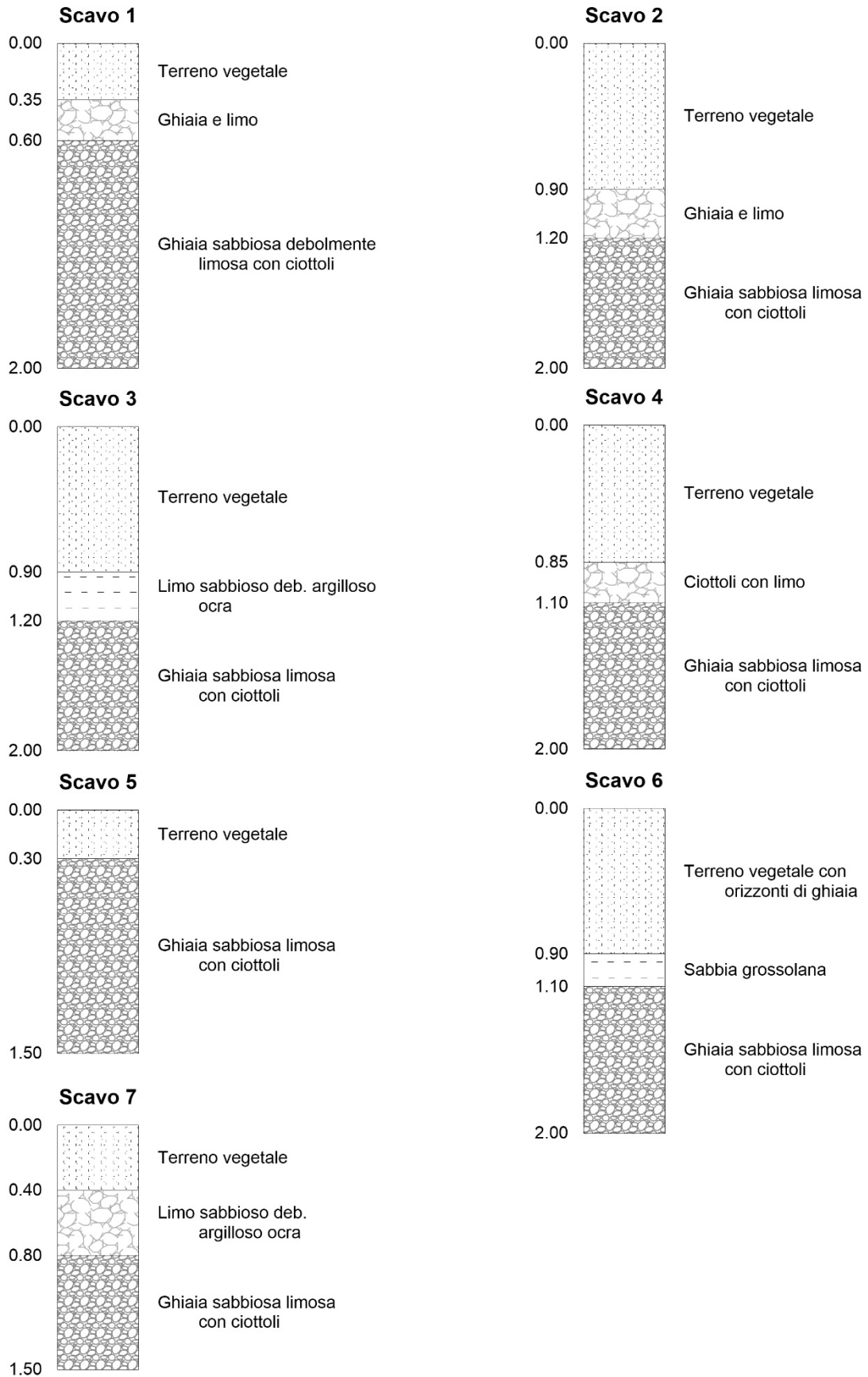
Dalla foto aerea di seguito riportata si può osservare come lo spessore della coltre di alterazione sia più limitato ad est, mentre nella parte occidentale del lotto gli spessori siano maggiori.



Si riportano di seguito le stratigrafie degli scavi di saggio, che hanno raggiunto la profondità di due metri.

Dalle tomografie elettriche è emerso che, fino alla profondità di oltre 7 metri dal piano campagna, la coltre alluvionale è omogenea.

Stratigrafia scavi di saggio



Estratto della Carta geologica d'Italia – Foglio 066 Udine



**subsistema di Canodusso (Bacino del F. Tagliamento)**

Ghiaie molto grossolane subarrotondate e ghiaie sabbiose debolmente limose, massive o con stratificazione da orizzontale a inclinata, matrice sabbiosa, tessitura da supporto di clasti a parzialmente aperta, con livelli, lenti e lingue di sabbia (depositi fluvioglaciali) (SPB<sub>3b</sub>); *diamicton* massivo contenente blocchi, con livelli, lenti e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati, clasti da angolosi a subarrotondati, striati, sfaccettati e localmente levigati, matrice limosa o sabbioso-limosa, deposito da addensato a molto addensato, tessitura a supporto di matrice (*till* indifferenziato) (SPB<sub>3c1</sub>); *diamicton* massivo, molto addensato, con blocchi, con livelli, lenti e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati, clasti da subarrotondati a subangolosi, striati, sfaccettati e levigati, matrice limosa, tessitura a supporto di matrice (*till* di alloggiamento) (SPB<sub>3c4</sub>); *diamicton* massivo, addensato, con numerosi blocchi, con livelli, lenti e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati, clasti da subarrotondati ad angolosi, striati, matrice sabbioso-limosa, tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti (*till* di ablazione) (SPB<sub>3c5</sub>); limite superiore in parte erosivo, in parte costituito dall'originaria superficie deposizionale caratterizzata da un suolo avente profilo tipo A-B-C (colore 7,5YR - 10YR), limite inferiore erosivo.

**PLEISTOCENE sup.**



SPB<sub>3</sub>



### 3. IDROGRAFIA E FALDA FREATICA

Le indicazioni inerenti la falda provengono dalla consultazione di dati bibliografici e dai dati in possesso dallo scrivente.

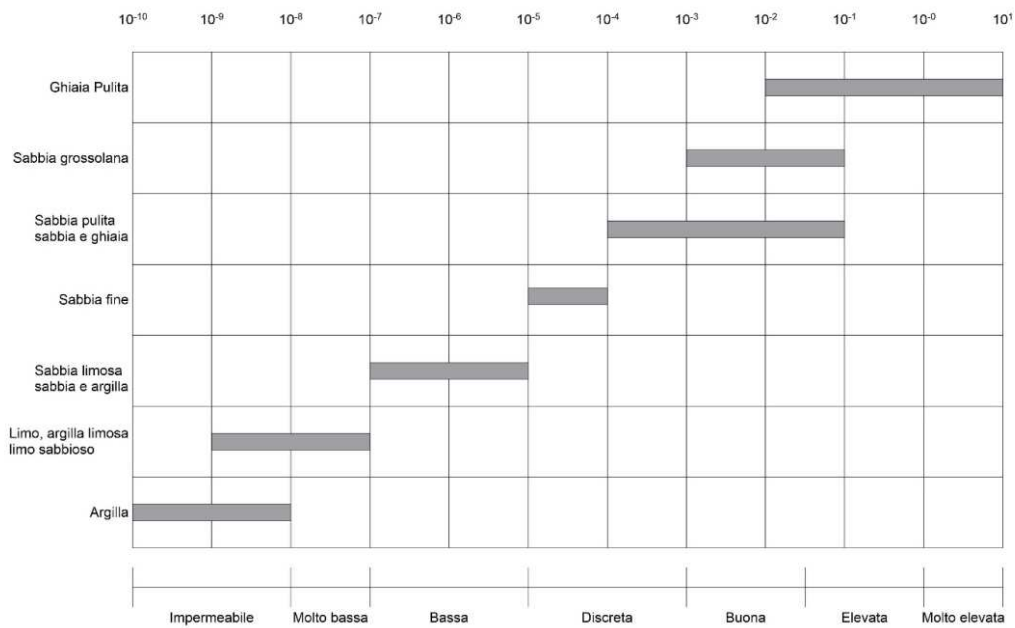
L'area in cui verrà realizzato il campo fotovoltaico è posta tra i bacini idrografici del Cormor (posto ad est) e del Corno (ad ovest).

Il deflusso delle acque avviene verso SSW, sia in fase di magra che di massimo impinguamento.

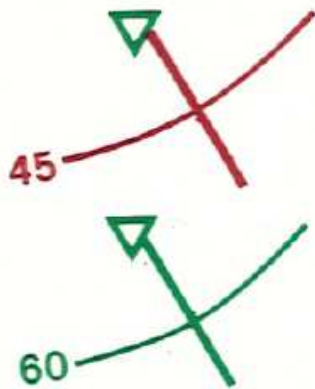
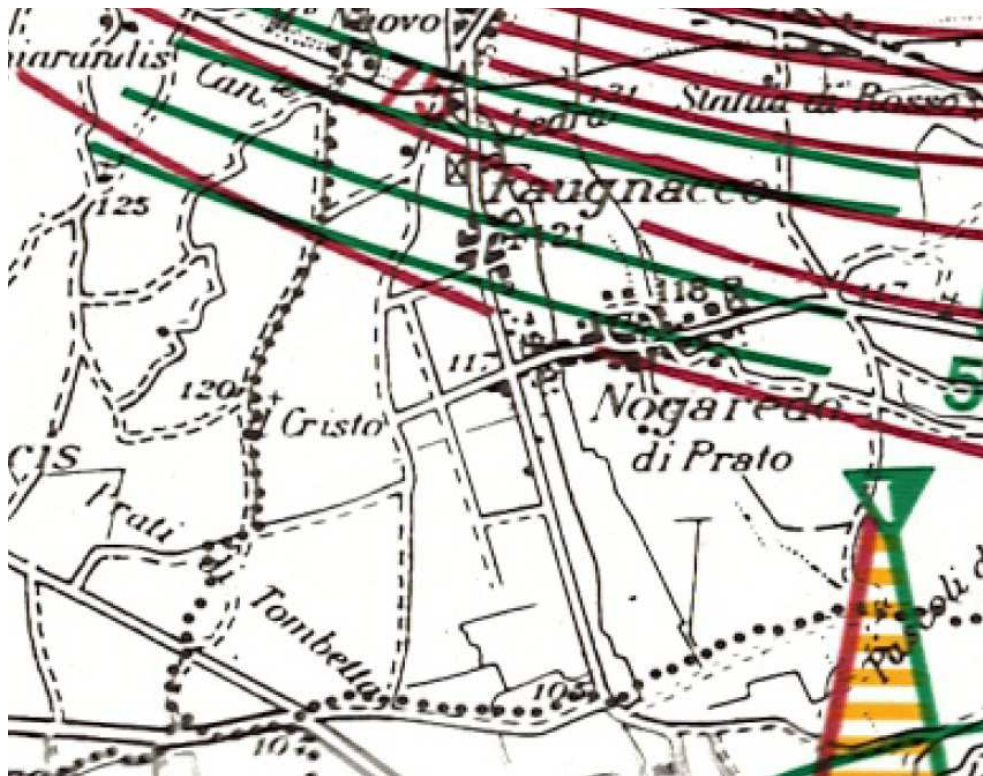
Tale falda oscilla di una quindicina di metri, con valori minimi di soggiacenza dell'ordine di 40 metri.

Per quanto concerne la permeabilità dei terreni presso il campo fotovoltaico, secondo le granulometrie riscontrate durante gli scavi, si ritiene che essi abbiano permeabilità discreta, dell'ordine di  $10^{-4}$  m/s.

Valori indicativi dei coefficienti di permeabilità dei terreni in metri/secondo



*Estratto della Carta delle isofreatiche durante le fasi di massima e minima altezza della falda:*



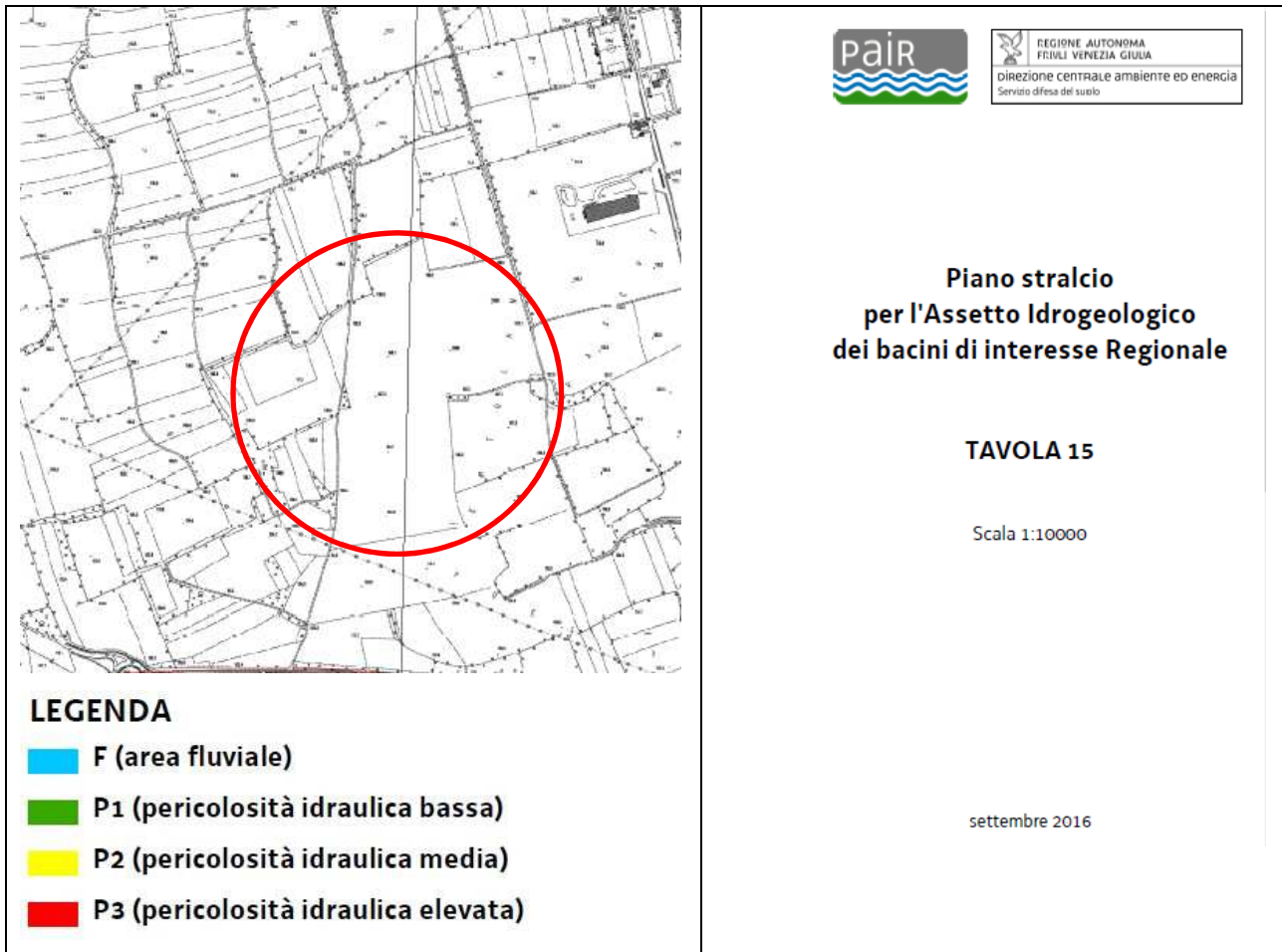
isofreatica della massima  
altezza della falda e direzione  
dei deflussi sotterranei in  
corrispondenza delle discariche

isofreatica della minima  
altezza della falda e direzione  
dei deflussi sotterranei in  
corrispondenza delle discariche

## 4. VINCOLO PAIR

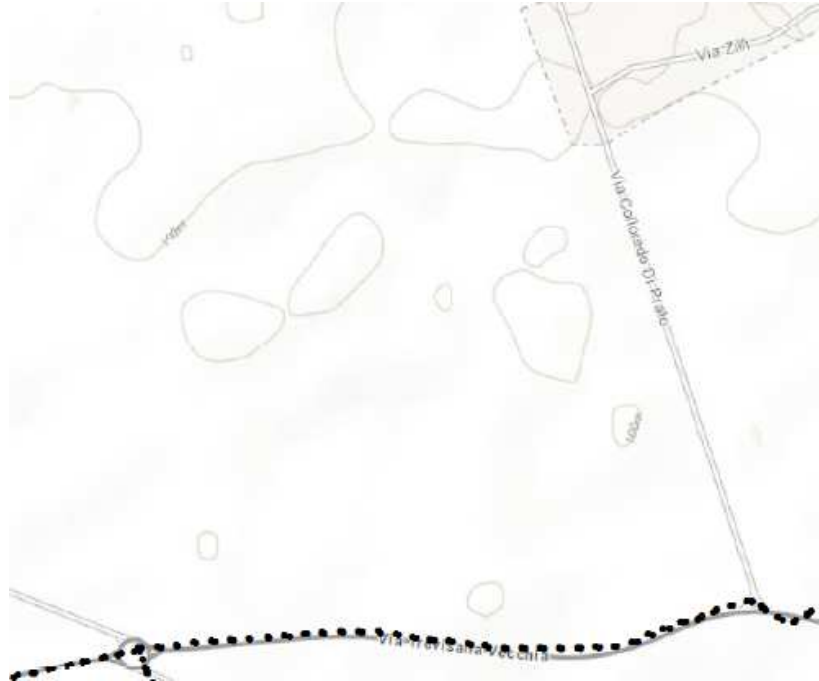
Ai sensi della vigente normativa PAIR, l'area su cui sorgerà il campo fotovoltaico non è interessata da vincoli, sulla base della cartografia di riferimento scaricata dai siti istituzionali il giorno 09.11.2021 e di seguito riportata:

### Pericolosità Idraulica:

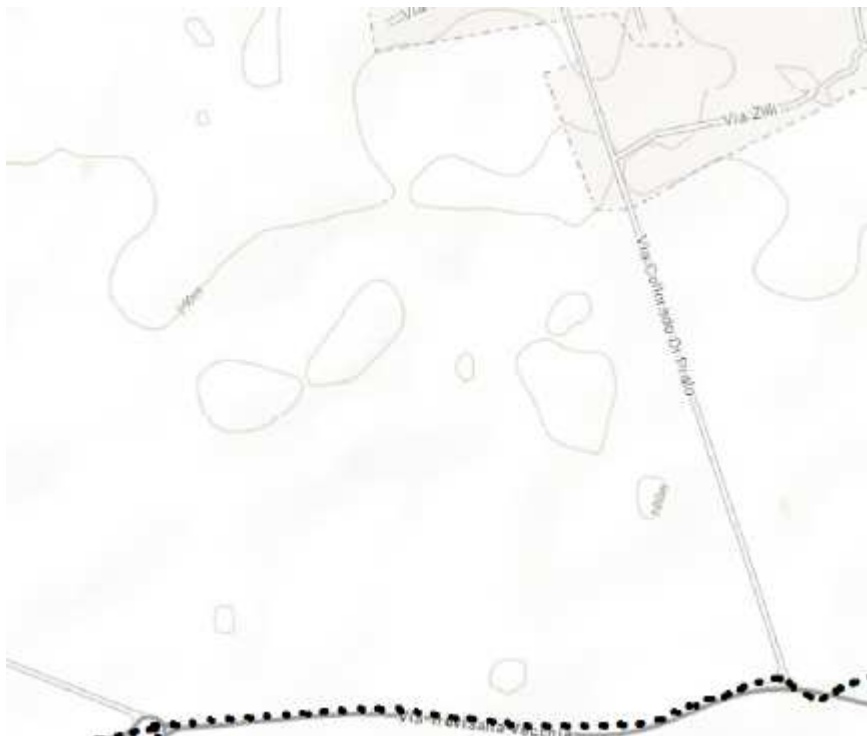


Si riporta di seguito uno stralcio del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2015-2021  
Direttiva alluvioni 2007/60/CE:

Aree allagabili – Altezze idriche con scenario di media probabilità (Tempo di ritorno 100 anni)



Aree allagabili – Altezze idriche con scenario di media probabilità (Tempo di ritorno 300 anni)



## 5. SISMICITÀ

La stima della pericolosità legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly Hazard from CApable faults), un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

*Il catalogo è in continuo aggiornamento e non può considerarsi completo o definitivo, non rappresenta la totalità delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio e quindi un riferimento bibliografico; il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate e della scala alla quale è stato pubblicato il dato.*



***Faglie potenzialmente capaci all'interno del territorio nazionale (immagini tratte da Portale Servizio Geologico d'Italia – ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Progetto ITHACA).***

Secondo la consultazione del sito ITHACA l'area di indagine non è interessata da alcuna faglia attiva o capace. Qualche centinaio di metri più a nord è segnalata la presenza della linea Udine-Buttrio.

Durante i rilievi in campagna non sono comunque state individuate morfologie riconducibili con la presenza di faglie attive ad andamento accertato.



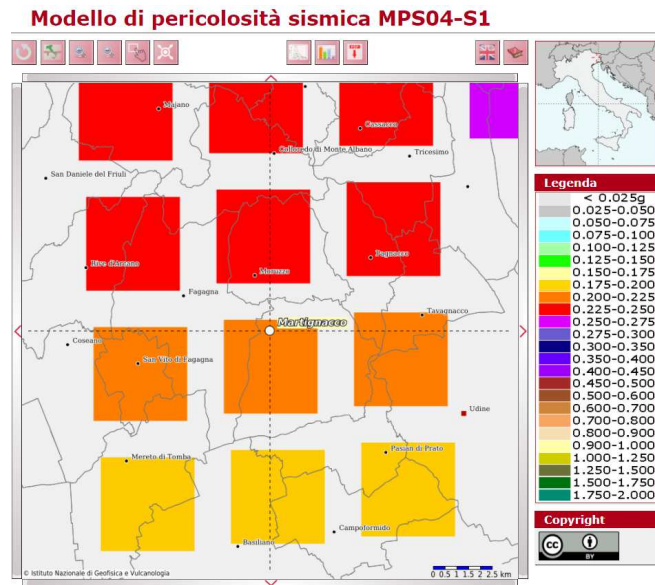
Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	77511
Fault Name	Udine-Buttrio
Region Name	Friuli Venezia Giulia
Tectonic Environment	ND
System Name	Gorizia - Udine
Synopsis	
Rank	Secondary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	320
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	NNE
Fault Length (km)	33.8
Mapping Scale	1:25000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Reverse
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Pleistocene generic
Applied Technique	Field studies

## **DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO**

La pericolosità sismica è la stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, o con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di pericolosità sismica di base e di pericolosità sismica locale.

La pericolosità sismica di base è la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica. (ICMS-2008).

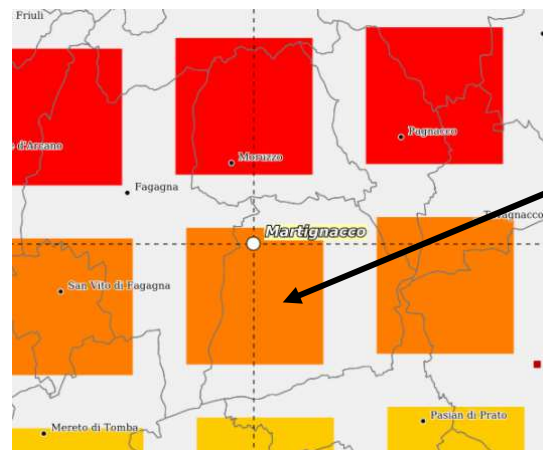
Sul sito dell'INGV è stato possibile visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°. Qui di seguito sono riportati i grafici relativi al nodo centrato all'interno del Comune di Martignacco.



**Fig. 1: Mappe interattive di pericolosità sismica – Valore di  $a(g)$  per il Comune di Martignacco (da sito INGV)**

Le mappe in  $a(g)$  (accelerazione orizzontale massima del suolo, come definita dall'OPCM 3519/2006, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA) sono state calcolate per differenti probabilità di superamento in 50 anni (in totale 9, dal 2% all'81%). Per il Comune di Martignacco il valore di  $a(g)$  calcolato per una probabilità di superamento del 10% in 50 anni è compreso tra 0.200g e 0.225g (Fig. 1).

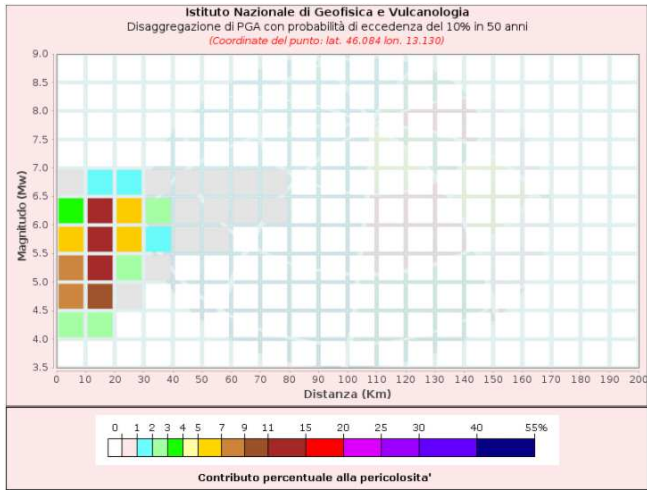
L'analisi di disaggregazione è stata effettuata per il nodo ricadente presso il capoluogo comunale, in quanto risulta quello più prossimo al sito di indagine (Fig. 2).



**Fig. 2: Nodo della griglia esaminato per la disaggregazione**

Per il nodo selezionato, si osserva che il maggior contributo percentuale alla pericolosità dell'area è dato da sorgenti sismogenetiche poste tra i 10 e i 20 km di distanza e capaci di dar luogo a terremoti con magnitudo superiore a 5.0 (Fig.3).





Distanza (Km)	Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 46.084 lon. 13.130)										
	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	2.7900	7.6000	7.0400	5.2100	3.1700	0.4270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	2.3600	9.7600	13.3000	13.6000	11.1000	1.7800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.4930	2.7900	5.0100	6.0000	1.1900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.1910	1.4500	2.6700	0.6280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2070	0.9210	0.2590	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.1190	0.0460	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0123	0.0102	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5,54	15,6	1,36

Fig 3: Grafico e Tabella dei valori di disaggregazione per il Comune di Martignacco (da INGV)

L'analisi della disaggregazione dei valori di  $a(g)$  riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza; questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile in analisi di microzonazione.

## 6. COMPORTAMENTO SISMICO DEL TERRENO

In riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia (D.G.R. 845/2010) il comune di **Martignacco** è stato compreso tra le zone sismiche Zona 2.

- Sulla base dell'indagine sismica svolta, si classifica il sito come appartenente alla categoria B dei suoli fondazionali:

Categoria di suolo	<i>Tipo di suolo</i>	$V_{S30}$ (m/s)
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri	> 800
<b>B</b>	<b><i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i></b> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da velocità equivalenti comprese tra 360 m/s e 800 m/s	<b>360-800</b>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s	180-360
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 m/s e 180 m/s	100-180
<b>E</b>	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri</i>	Come C e D con substrato con $V_{S30} > 800$ m/s

- Valori dei parametri  $T_E$  e  $T_F$ :

Categoria suolo	Categoria suolo	
	$T_E$ (s)	$T_F$ (s)
<b>A</b>	4.5	10.0
<b>B</b>	<b>5.0</b>	<b>10.0</b>
<b>C - D - E</b>	6.0	10.0

- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale:

Categoria suolo	Categoria suolo			
	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
<b>A - B - C - D - E</b>	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

## 7. INDAGINI

### INDAGINE HVSR

#### CENNI TEORICI SULLA TECNICA HVSR

La tecnica HVSR consiste nella misura passiva di rumore sismico ambientale (microtremori), ovvero di oscillazioni continue di piccola ampiezza originate dalla sovrapposizione di effetti generati sia da sorgenti naturali (perturbazioni meteorologiche a larga scala, vento, onde oceaniche,...) che da sorgenti antropiche (traffico, attività industriali,...), lungo tre assi ortogonali tra loro (N-S, E-W, U-D).

Le linee guida della tecnica per l'ottimizzazione del rilievo sono state illustrate dal progetto SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitation).

Il risultato dell'indagine HVSR è un grafico frequenza–ampiezza del rapporto tra il moto delle particelle lungo le componenti orizzontali e il moto delle particelle lungo la componente verticale (H/V).

Ciascun picco non industriale nel grafico H/V corrisponde generalmente ad una variazione di impedenza acustica  $I$  tra due mezzi ( $I=\rho v$ , dove  $\rho$  è la densità del mezzo attraversato e  $v$  è la velocità di propagazione delle onde sismiche nello stesso). Generalmente, il picco HVSR di origine naturale è determinato da una depressione nello spettro di ampiezza della componente verticale rispetto alle componenti orizzontali; i picchi di natura industriale, invece, si presentano come picchi positivi, di diversa ampiezza, su tutte e tre le componenti.

Nell'esempio semplificato di un sistema omogeneo e isotropo a due strati, quando all'interfaccia tra i due mezzi il rapporto delle impedenze è significativo, si genera un picco sulla curva del rapporto spettrale H/V in corrispondenza della frequenza di risonanza del sito ( $f_0$ ); tale frequenza dipende dalla profondità dell'interfaccia che genera il contrasto di impedenza ( $H$ ) e dalla velocità media di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) nello strato superficiale secondo la formula semplificata:

$$f_0 = V_s / 4H$$

Da ciò ne consegue che, a parità di  $V_s$  dello strato più superficiale, maggiore è la frequenza del picco di risonanza del sito e minore è la profondità della discontinuità che lo genera all'interno del sottosuolo. Viceversa, l'assenza di picchi di risonanza significativi sulla curva del rapporto spettrale H/V, indica sostanziale omogeneità all'interno del sottosuolo; tale situazione si verifica o in siti su roccia o in siti in cui la velocità di propagazione delle onde di taglio aumenta gradualmente con la profondità, senza significative variazioni di impedenza all'interno dello stesso.

## **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Le acquisizioni utili ad analizzare il rapporto spettrale H/V (HVSR) sono avvenute mediante sismografo triassiale denominato SR04HS Geobox, della ditta Sara Srl (Figura 1).



**Figura 1: Strumentazione utilizzata per le misure di microtremore**

## **ACQUISIZIONE DATI**

La durata di acquisizione è stata di 20 minuti, con frequenza di campionamento pari a 100 Hz.

## **SOFTWARE DI ELABORAZIONE DATI**

Per l'analisi dei dati HVSR si è adottato il software WinMASW Academy della ditta Eliosoft.

## **ELABORAZIONE DATI**

L'elaborazione è stata condotta utilizzando i parametri riportati qui di seguito (Figura 2).

step#1 (optional) - decimate  
64 Hz new frequency resample

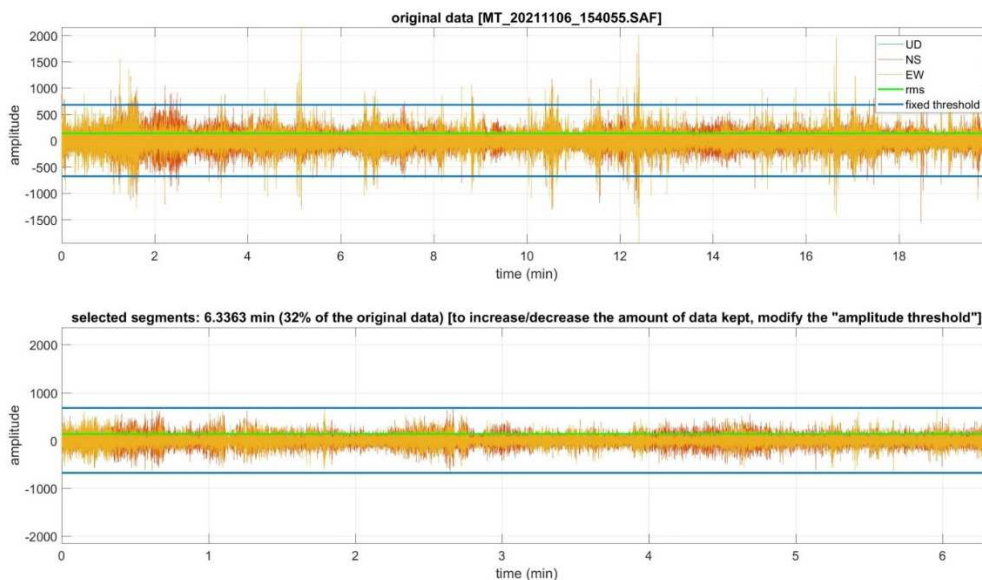
step#2 - H/V computation  
remove events both Rad. & ... clean axes  
20 window length (s) Min. freq.: 0.5Hz  
5 tapering (%)  
5 amplitude threshold test removal  
3 HVSR threshold  
15% spectral smoothing (triangular window)  
2 detrending order no equalization  
 Particle motion, all HVSRs, time lapse and video  
 full output compute

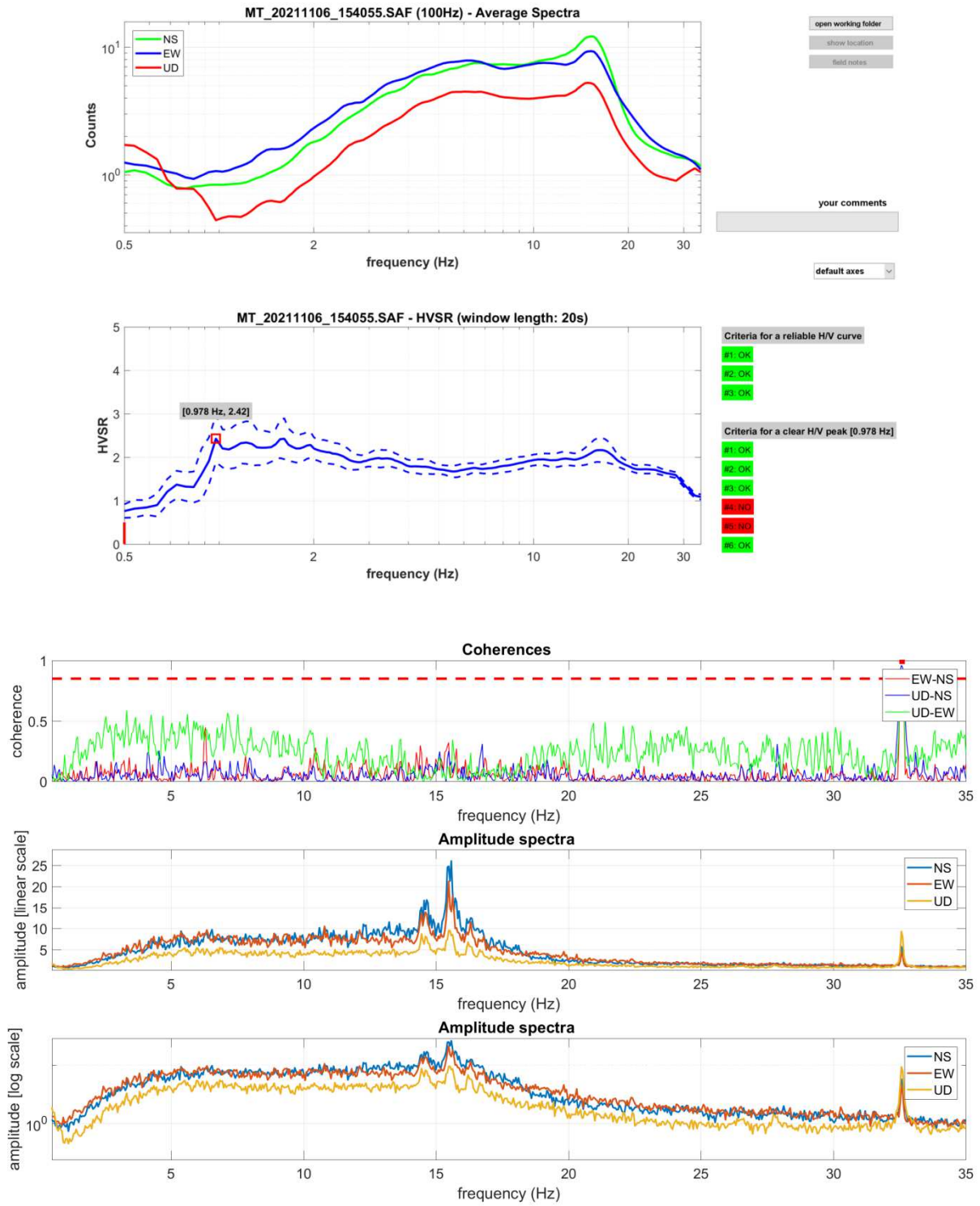
Figura 2: Parametri utilizzati nell'elaborazione

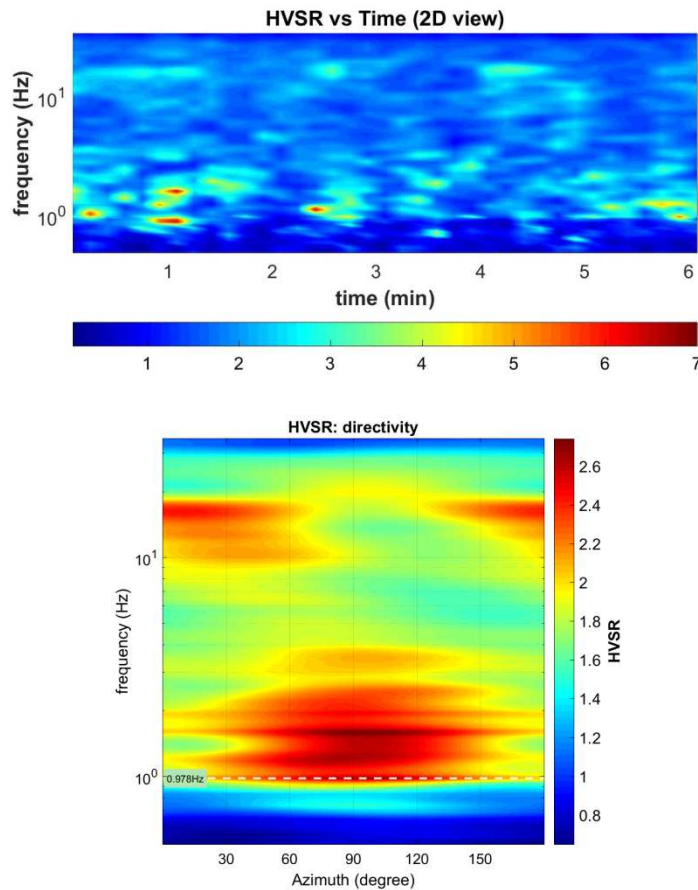
L'intervallo di analisi utilizzato è stato 0.5÷35 Hz.

Qui di seguito si riportano i grafici relativi alla misura effettuata che comprendono, nell'ordine:

- dati originali e soglie applicate per la rimozione di eventuali transienti;
- spettri singole componenti e rapporto spettrale H/V;
- funzioni di coerenza in funzione della frequenza e spettri di ampiezza in scala lineare e bilogarithmica;
- persistenza del segnale;
- direzionalità del segnale;







## RISULTATI

La curva H/V evidenzia un inarcamento della curva H/V nell'intervallo 1÷20 Hz, con ampiezze prossime a 2, senza chiari picchi.

La situazione è compatibile con la presenza, al di sotto del terreno vegetale ( $V_s \leq 200$  m/s) di terreni addensati già a partire da 2,3m ( $V_s \geq 370$  m/s) con un graduale e generale incremento in termini di  $V_s$  con la profondità.

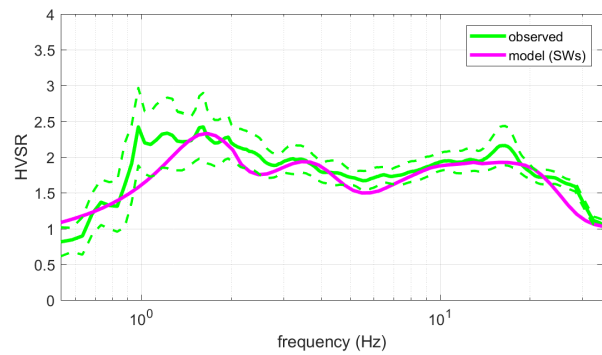
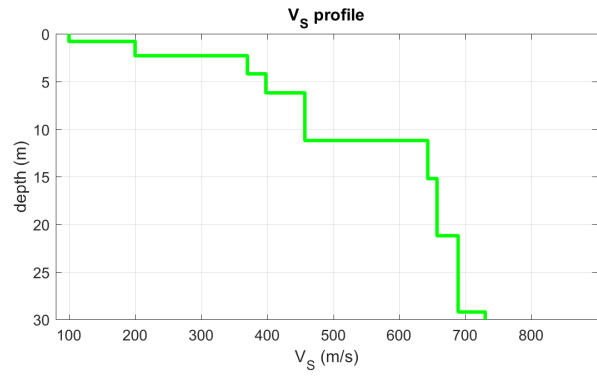
A partire da 11,2m dal piano campagna si osservano velocità compatibili con la presenza nel sottosuolo di orizzonti cementati e/o conglomerati ( $V_s \geq 643$  m/s).

Il substrato sismico ( $V_s \geq 800$  m/s) si trova a 39,2 m di profondità dal piano campagna.

La velocità equivalente che risulta dalla modellazione della curva H/V è di 464 m/s e pertanto si può classificare il sito come appartenente alla categoria B dei suoli fondazionali, secondo le NTC 2018.

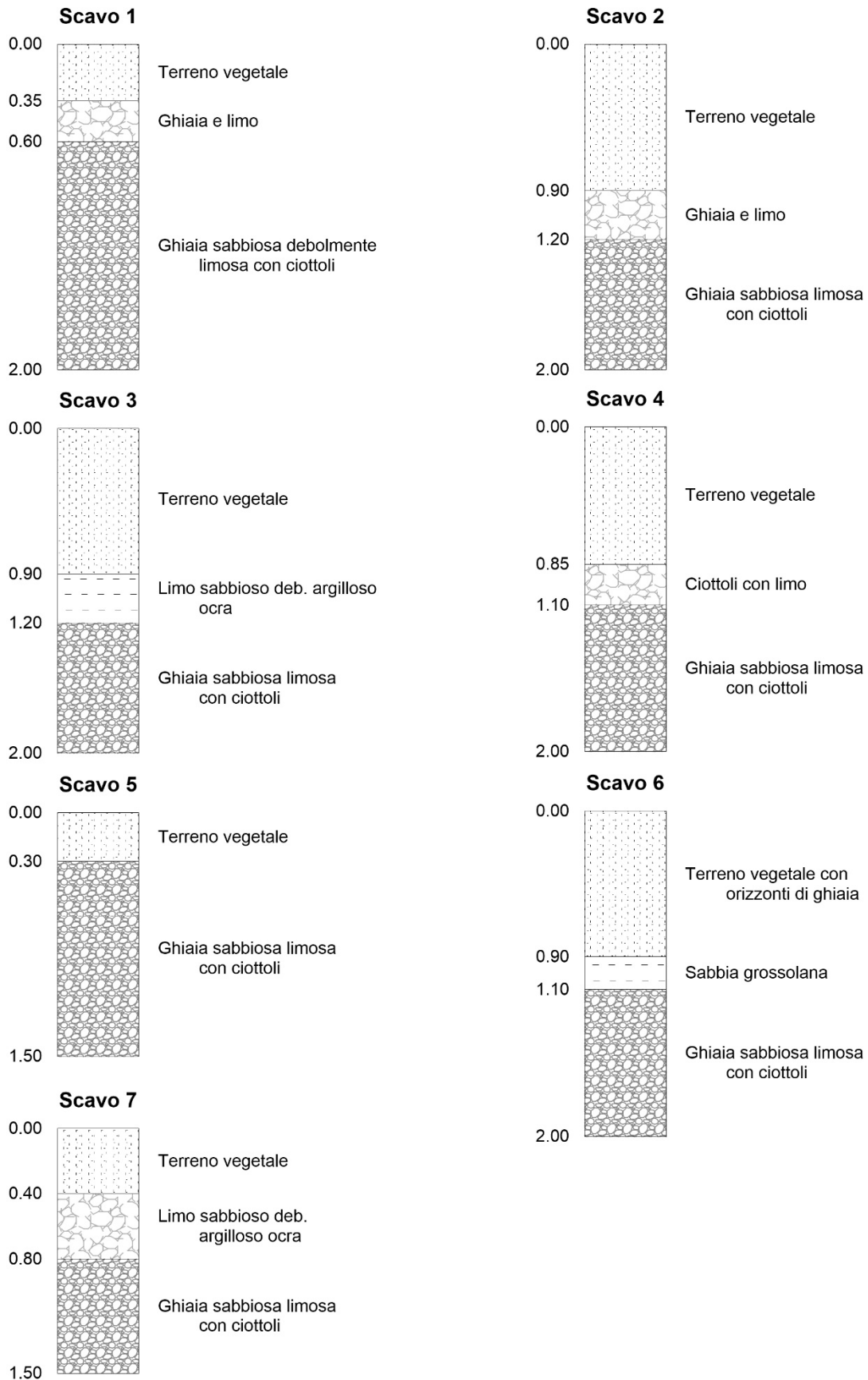
**Vs model (Vs30 & VsE: 464 464 m/s)**

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	100	0.8000	0.8000
2	200	1.5000	2.3000
3	370	1.9000	4.2000
4	398	2	6.2000
5	457	5	11.2000
6	643	4	15.2000
7	657	6	21.2000
8	689	8	29.2000
9	730	10	39.2000
10	800	15	54.2000
11	1400	160	214.2000
12	2800	0	0





## SCAVI DI SAGGIO



## INDAGINE ERT – TOMOGRAFIE ELETTRICHE

Si riportano di seguito i dati salienti delle tomografie elettriche realizzate presso l'area di interesse:

Tomografia 1	Spaziatura tra gli elettrodi 3 metri
	Lunghezza totale stendimento 69 metri
	Elettrodo 1 verso sud
Tomografia 2	Spaziatura tra gli elettrodi 3 metri
	Lunghezza totale stendimento 69 metri
	Elettrodo 1 verso sud

### Specifiche tecniche della strumentazione utilizzata

Lo strumento impiegato per la realizzazione delle prospezioni geofisiche è modello X612ME prodotto dalla MAE e consiste in un georesistivimetro digitale per la misura della resistività dei terreni con tecnica SEV o multielettrodo. La strumentazione integra al suo interno tutto il necessario per effettuare prospezione geoelettrica SEV o multielettrodo con 48 elettrodi.

Le caratteristiche tecniche dello strumento sono:

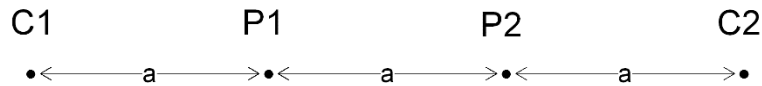
- Risoluzione scheda di acquisizione 24 bit
- Numero elettrodi gestiti senza box di espansione: 48
- Numero elettrodi gestiti con box di espansione: da 48 a 288
- Tensioni di uscita: da 50Va 800V (950V con generatore esterno opzionale)
- Potenza massima: 250W (600W con generatore esterno opzionale)
- Intensità massima corrente in uscita: 5 A a 50V
- Precisione della misura della corrente in uscita:  $\pm 0,2\mu\text{A}$
- Tempo di immissione: impostabile a partire da 0,25 sec. (Visualizzazione grafica dell'onda impostata)
- Precisione della misura della misura di potenziale:  $\pm 1,5\mu\text{V}$  nel range  $\pm 25\text{V}$
- Formato dei dati: TSV, CSV, DAT
- Display: LCD 12.2" con touch-screen integrato optical bonding

### Campagna di indagini

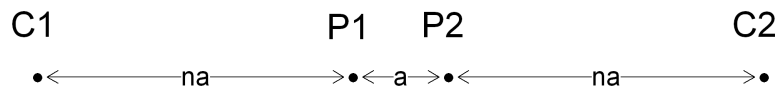
La campagna di indagini realizzata è costituita da due stendimenti, sui quali sono stati realizzati un array secondo la configurazione elettrodica Wenner Alpha ed uno secondo Wenner Schlumberger.

La corrente erogata durante le acquisizioni è pari a 160 mA con tensione massima di 800 V.

### WENNER ALPHA



### WENNER - SCHLUMBERGER



#### Cenni teorici

La tomografia elettrica di superficie si basa sull'acquisizione di un elevato numero di misure elettriche mediante un certo numero di elettrodi disposti ad intervalli regolari, lungo una superficie.

L'elaborazione del dato avviene mediante appositi software che si basano generalmente sul Metodo degli Elementi Finiti. Tale metodo prevede la suddivisione del sottosuolo in un numero finito di celle, al cui interno la resistività è uniforme ed incognita. Tali celle hanno generalmente forma quadrata o rettangolare, con dimensioni che dipendono dalla spaziatura tra gli elettrodi.

L'acquisizione in campagna consiste nell'immissione di corrente attraverso una coppia di elettrodi (AB) e di una misura della differenza di potenziale indotta mediante un'altra coppia di elettrodi (MN).

In modo automatico la strumentazione alterna gli elettrodi di energizzazione e di misura del differenziale di potenziale.

Il risultato finale è l'acquisizione di una maglia di punti di lettura lungo una sezione. Essendo noti l'intensità di corrente immessa e la differenza di potenziale indotta, è possibile per ogni punto determinare la resistività apparente.

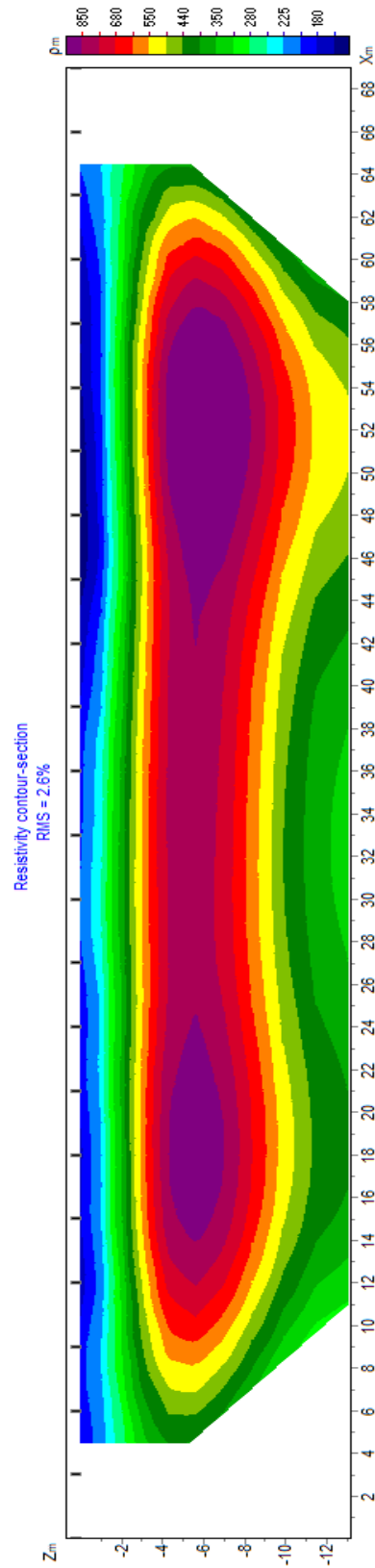
#### Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati raccolti in campagna è stata effettuata mediante software ZONDRES2D della Zond Software del Dott. Alex Kaminsky.

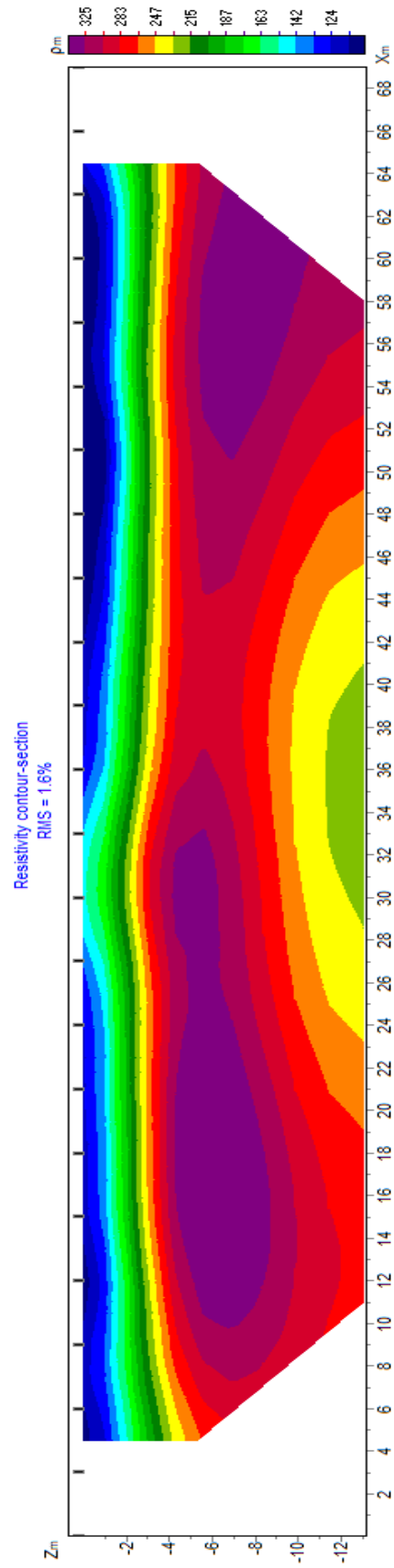
Tale software utilizza il Metodo dei Minimi Quadrati per convertire i valori di resistività apparente in una sezione. Il software permette inoltre la possibilità di modificare molteplici fattori da parte dell'operatore, al fine di individuare il modello che maggiormente rappresenta il substrato geologico dell'area indagata.

## Interpretazione dei dati

### Indagine numero 1



Indagine numero 2



Le due tomografie hanno dato dei risultati molto simili. Superficialmente è presente lo strato di alterazione, che è basso resistivo ed assume le tonalità del blu.

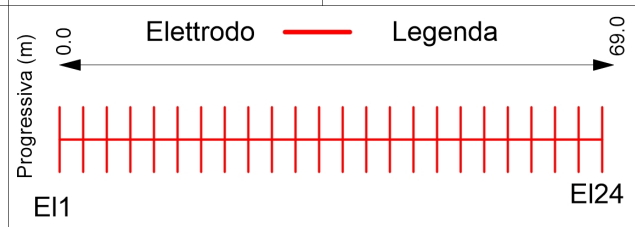
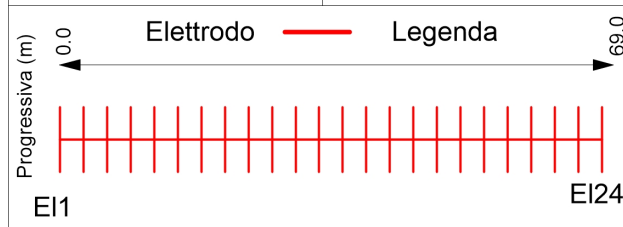
Certificati tomografie:

Tomografia elettrica 1

Committente	Atlas RE
Cantiere	Impianto fotovoltaico
Responsabile	Geol. Davide Seravalli
Data acquisizione	05.11.2021
ID linea	Tomo 1
Coordinate EI1	Lat: 5102759 Long: 355102
Coordinate EI24	Lat: 5102825 Long: 355081
N° elettrodi	24
Distanza elettrodi	3.0m
Geometria acquisizione	Wenner Schlumberger
N° quadrupoli	112
Formato dati	.dat

Tomografia elettrica 2

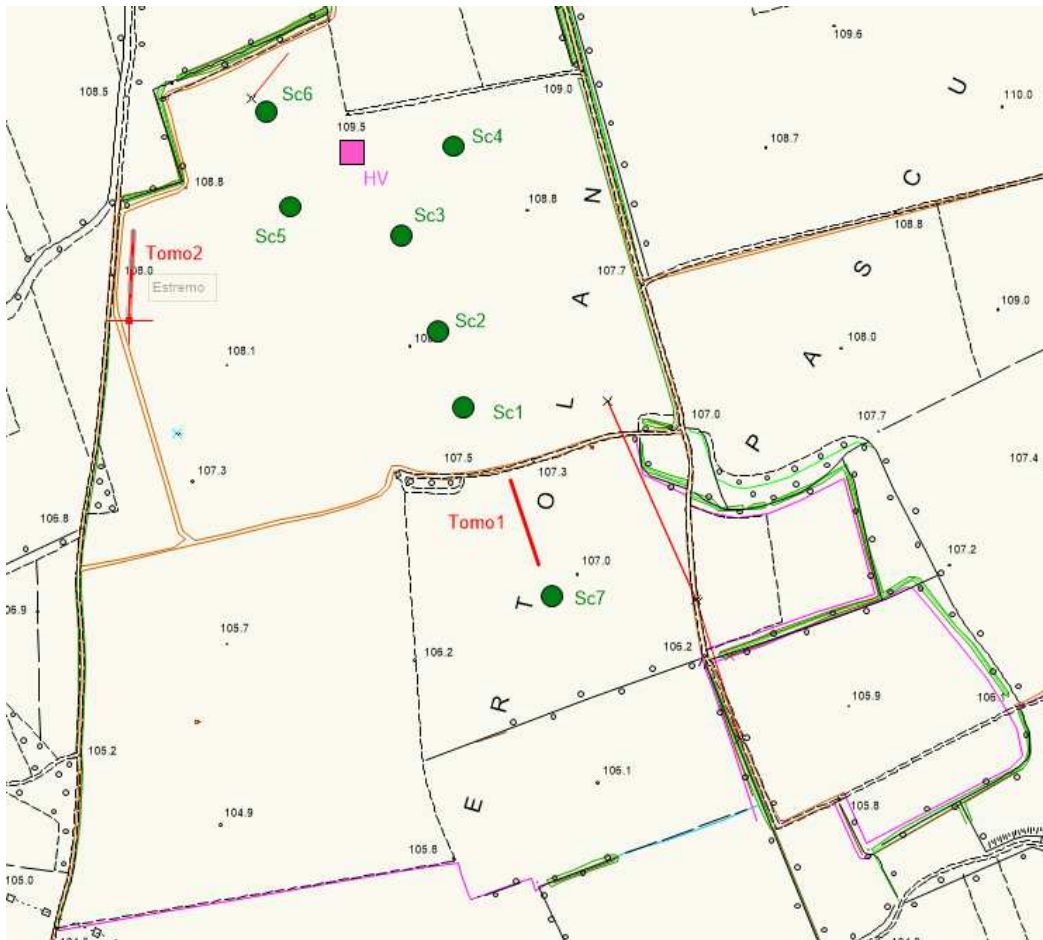
Committente	Atlas RE
Cantiere	Impianto fotovoltaico
Responsabile	Geol. Davide Seravalli
Data acquisizione	05.11.2021
ID linea	Tomo 2
Coordinate EI1	Lat: 5102947 Long: 354797
Coordinate EI24	Lat: 5103016 Long: 354791
N° elettrodi	24
Distanza elettrodi	3.0m
Geometria acquisizione	Wenner Schlumberger
N° quadrupoli	112
Formato dati	.dat







Posizione indicativa indagini: scavi (Sc), indagini ERT (Tomo) ed indagine HVSR (HV)



Documentazione fotografica



Indagine ERT 1



Indagine ERT 2



Indagine HVSR



Scavo di saggio 1



Scavo di saggio 2



Scavo di saggio 3



Scavo di saggio 4



Scavo di saggio 6

## 8. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE

Dato il quadro geologico generale dell'area, visti i dati sul sottosuolo relativi alle indagini eseguite sui terreni e quanto emerso dal rilievo di superficie in campagna, si ritiene di poter schematizzare la struttura del sottosuolo, per i primi metri, nel seguente modo:

TERRENO VEGETALE spessore medio 60 centimetri

peso di volume (kN/mc)	16,50 – 17,00
angolo di attrito interno (gradi sess,)	25° - 26°
coesione (kN/mq)	0
permeabilità (m/s)	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-7</sup>

GHIAIA E LIMO, SABBIA E LIMO fino alla profondità media di 0.9 e massima di 1.2 metri

peso di volume (kN/mc)	18,00 – 18,50
angolo di attrito interno (gradi sess,)	29° - 30°
coesione (kN/mq)	0
permeabilità (m/s)	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-8</sup>

GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA CON CIOTTOLI oltre la profondità media di 0.9 e massima di 1.2 metri

peso di volume (kN/mc)	18,50 – 19,00
angolo di attrito interno (gradi sess,)	33° - 34°
coesione (kN/mq)	0
permeabilità (cm/s)	10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-5</sup>

## 9. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 46,0645752 [°]  
 Longitudine (WGS84): 13,1255550 [°]  
 Latitudine (ED50): 46,0654602 [°]  
 Longitudine (ED50): 13,1265335 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	9873	46,084160	13,057970	5682,94
2	9874	46,084390	13,129930	2121,28
3	10096	46,034400	13,130160	3464,92
4	10095	46,034160	13,058300	6311,94

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,057	2,472	0,241
SLD	50	0,074	2,469	0,264
	72	0,089	2,465	0,274
	101	0,105	2,441	0,288
	140	0,122	2,425	0,306
	201	0,143	2,437	0,316
SLV	475	0,205	2,459	0,334
SLC	975	0,271	2,501	0,348
	2475	0,388	2,455	0,374

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,057	2,472	0,241
SLD	50	0,074	2,475	0,263
	72	0,089	2,465	0,274
	101	0,105	2,441	0,288
	140	0,122	2,425	0,305
	201	0,143	2,436	0,316
SLV	475	0,206	2,459	0,333
SLC	975	0,272	2,501	0,348

	2475	0,390	2,454	0,374
--	------	-------	-------	-------

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,478	0,239
SLD	50	0,067	2,458	0,267
	72	0,080	2,461	0,278
	101	0,094	2,455	0,289
	140	0,109	2,425	0,310
	201	0,128	2,442	0,318
SLV	475	0,183	2,475	0,337
SLC	975	0,237	2,559	0,350
	2475	0,338	2,515	0,374

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,479	0,239
SLD	50	0,067	2,459	0,267
	72	0,080	2,453	0,280
	101	0,093	2,459	0,290
	140	0,109	2,425	0,311
	201	0,127	2,442	0,319
SLV	475	0,181	2,477	0,339
SLC	975	0,235	2,561	0,351
	2475	0,334	2,520	0,374

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,055	2,474	0,240
SLD	50	0,071	2,467	0,265
SLV	475	0,196	2,466	0,335
SLC	975	0,258	2,525	0,349

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

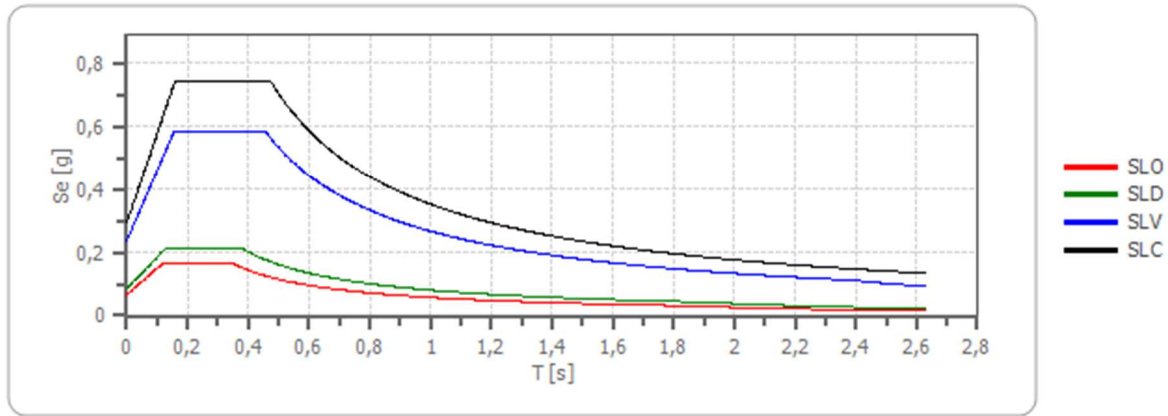
T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

**Stabilità di pendii e fondazioni**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,057	0,082
kv	0,007	0,009	0,028	0,041
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,648	0,840	2,310	2,880
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

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

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

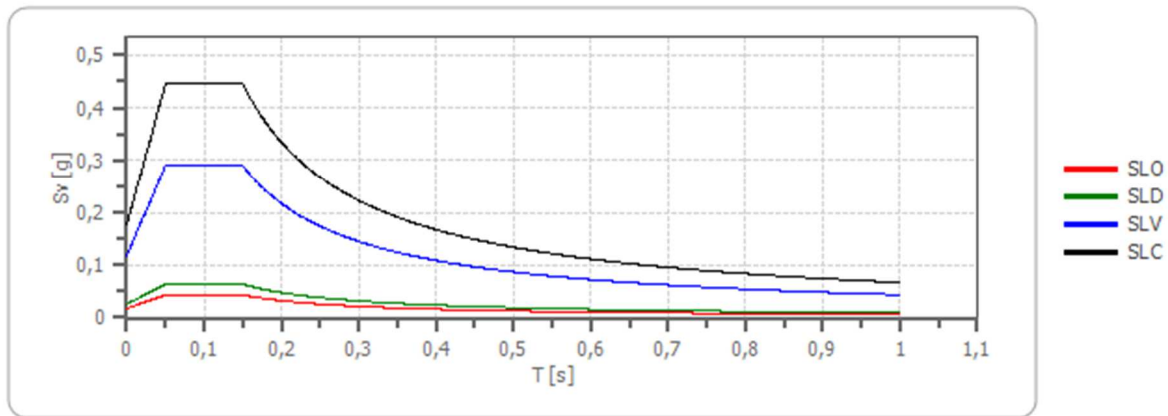


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,055	2,474	0,240	1,200	1,460	1,000	1,200	1,000	0,117	0,351	1,820	0,066	0,164
SLD	1,0	0,071	2,467	0,265	1,200	1,440	1,000	1,200	1,000	0,127	0,381	1,885	0,086	0,211
SLV	1,0	0,196	2,466	0,335	1,200	1,370	1,000	1,200	1,000	0,153	0,459	2,385	0,236	0,581
SLC	1,0	0,258	2,525	0,349	1,140	1,360	1,000	1,140	1,000	0,158	0,474	2,630	0,294	0,741

### 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



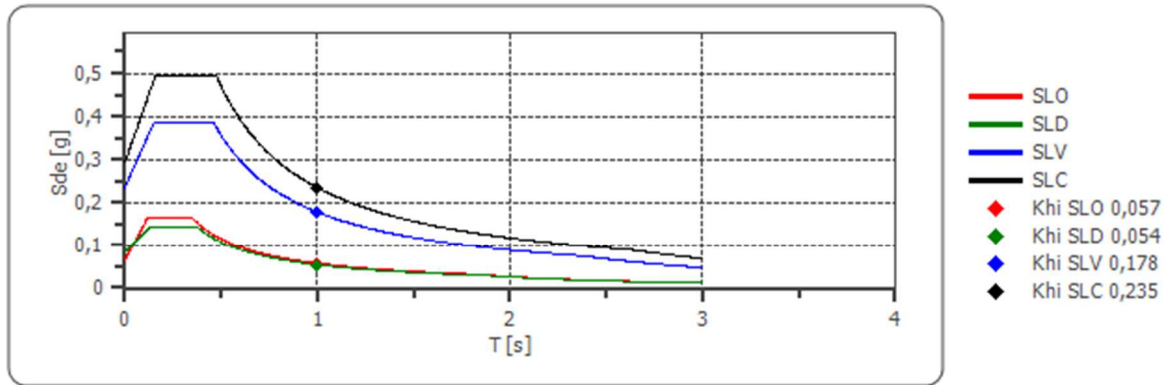
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,055	2,474	0,240	1	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,043
SLD	1,0	0,071	2,467	0,265	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,026	0,064
SLV	1,0	0,196	2,466	0,335	1	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,117	0,289
SLC	1,0	0,258	2,525	0,349	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,177	0,446

### Spettro di progetto

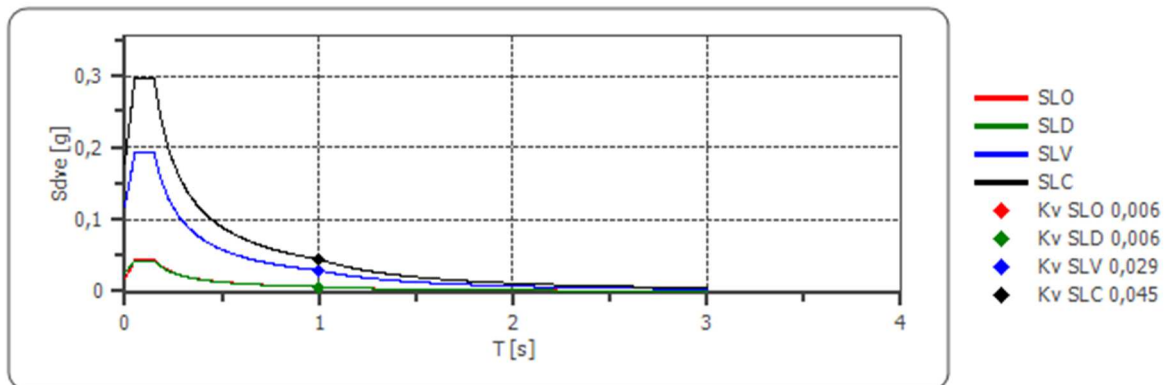
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50  
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50  
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,057	0,054	0,178	0,235
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,006	0,006	0,029	0,045

### 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	1,0	0,055	2,474	0,240	1,200	1,460	1,000	1,200	1,000	0,117	0,351	1,820	0,066	0,164
SLO verticale	1,0	0,055	2,474	0,240	1,200	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,043
SLD orizzontale	1,0	0,071	2,467	0,265	1,200	1,440	1,000	1,200	1,500	0,127	0,381	1,885	0,086	0,141
SLD verticale	1,0	0,071	2,467	0,265	1,200	1,440	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,026	0,042
SLV orizzontale	1,0	0,196	2,466	0,335	1,200	1,370	1,000	1,200	1,500	0,153	0,459	2,385	0,236	0,387
SLV verticale	1,0	0,196	2,466	0,335	1,200	1,370	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,117	0,193
SLC orizzontale	1,0	0,258	2,525	0,349	1,140	1,360	1,000	1,140	1,500	0,158	0,474	2,630	0,294	0,494
SLC verticale	1,0	0,258	2,525	0,349	1,140	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,177	0,297

## **10. CONCLUSIONI**

Su incarico della committenza si redige la presente relazione geologica relativa ai terreni interessati dal progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, su un terreno agricolo situato in comune di Martignacco, a sudovest dell'abitato di Nogaredo di Prato e poco più a nord della SP60. Inoltre è prevista la realizzazione di un cavidotto interrato per il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla rete di distribuzione.

Le situazioni tettonica e geologica della zona sono ben delineate; l'area di intervento si situa in un tratto di alta pianura friulana poco a sud delle colline moreniche che la orlano nel suo tratto settentrionale.

Per la redazione della presente relazione sono stati realizzati sopralluoghi e si è fatto riferimento ad informazioni bibliografiche. Inoltre tra ottobre e novembre 2021, lo scrivente ha effettuato una campagna di indagini geognostiche presso i terreni su cui sorgerà il campo fotovoltaico costituita da:

- Sette scavi di saggio;
- Un'indagine sismica HVSR;
- Due tomografie elettriche – indagine ERT.

Sulla base dei rilievi svolti si ritiene lecito affermare quanto segue:

- Il campo fotovoltaico verrà realizzato nella zona meridionale del territorio comunale di Martignacco;
- Il comune ricade in Zona sismica Z2;
- La classe topografica dei luoghi di intervento è T1;
- Il sito si classifica come appartenente alla categoria B dei suoli fondazionali;
- Il lotto non è vincolato ai sensi della vigente normativa PAIR;
- Secondo la consultazione del sito ITHACA l'area di indagine non è interessata da alcuna faglia attiva o capace. Qualche centinaio di metri più a nord è segnalata la presenza della linea Udine-Buttrio. Durante i rilievi in campagna non sono comunque state individuate morfologie riconducibili con la presenza di faglie attive ad andamento accertato;
- In questo settore pianeggiante la falda è posta a profondità minima di una quarantina di metri;



- Le indagini hanno permesso di caratterizzare il sottosuolo; i terreni superficialmente sono caratterizzati da una coltre di alterazione spessa mediamente 60 centimetri costituita da limi ed argille. Al di sotto è presente uno strato di transizione costituito da ghiaia e limo e miscele di sabbie e limi. Oltre la profondità media di 0,9 metri e massima di 1,2 metri dal piano campagna prevalgono le ghiaie sabbiose debolmente limose con ciottoli;
- Le fondazioni delle strutture potranno essere dimensionate sulla base delle informazioni fornite nel capitolo dedicato alle indicazioni geologico tecniche;
- Secondo le testimonianze raccolte, al margine occidentale del lotto indagato sono presenti paleocanali profondi, dove lo spessore del limo sabbioso supera i due metri di spessore. Nel caso in cui le nuove strutture dovessero insistere su tali terreni, andranno adottate tutte le cautele del caso, allargando la base di appoggio del plinto.

In fase di realizzazione degli scavi sarà comunque opportuno controllare congiuntamente con lo scrivente che la situazione geologica corrisponda a quella delineata su tutta la superficie d'intervento. Quest'operazione di controllo, in fase esecutiva, sarà attuata con riferimento soprattutto all'individuazione di piccole lenti superficiali di terreni rimaneggiati e finalizzata all'adozione degli opportuni accorgimenti tecnici eventualmente necessari.

Gemona del Friuli, 19 novembre 2021

Dott. Geol. Davide Seravalli

Allegati:

- All1: Corografia
- All2: Carta geolitologica
- All3: Carta della falda