

Proponente

Progettista

**ISTANZA VIA**  
**Presentata al**  
**Ministero della Transizione Ecologica**  
**e al Ministero della Cultura**  
**(Art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii**  
**Art. 12 del D. Lgs. 387/03 e ss. mm. ii.)**

**PROGETTO**

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)**  
**COLLEGATO ALLA RTN**  
**POTENZA NOMINALE (DC) 24,02MWp**  
**POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW**  
**Comune di Nulvi (SS)**

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**21-00018-IT-SAMURA\_RS-R05**

**PROPONENTE:**

**LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 9 S.R.L.**  
**Via Giacomo Leopardi, 7 – CAP 20123 Milano (MI)**  
**P. IVA e C.F. 11015620963 – REA MI - 2573025**

**GEOLOGO**

**DOTT. ALESSANDRO STANCARI**  
**Iscritto all' Ordine dei Geologi della Regione Sardegna al n. 541**

Data	Rev.	Stato del Documento	Redatto	Verificato	Approvato
11/2022	0	Prima Emissione	AS	GC	G. Mascari

  	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)          COLLEGATO ALLA RTN          POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP          POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW          Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05          RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>2 di 35</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Normativa di Riferimento .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b>	<b>Riferimenti bibliografici .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4</b>	<b>Inquadramento geografico e topografico. Uso del suolo .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5</b>	<b>Caratteristiche costruttive dell'opera in progetto .....</b>	<b>5</b>
<b>1.6</b>	<b>Metodologia delle indagini.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>STUDIO GEOLOGICO.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Contesto geologico.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Assetto litostratigrafico locale .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1</b>	<b>ZONA N°1 .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.2</b>	<b>ZONA N°2 .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.3</b>	<b>ZONA N°3 .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.4</b>	<b>ZONA N°4 .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.5</b>	<b>ZONA N°5 .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Contesto geomorfologico e idrografico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>Contesto idrogeologico .....</b>	<b>21</b>
<b>2.5</b>	<b>Analisi vincolistica dell'area di intervento.....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>STUDIO GEOTECNICO.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Caratteristiche geotecniche dei terreni.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.1</b>	<b>ZONA N°1 .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.2</b>	<b>ZONA N°2 .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.3</b>	<b>ZONA N°3 .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.4</b>	<b>ZONA N°4 .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.5</b>	<b>ZONA N°5 .....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>35</b>

  	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>3 di 35</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa

In riferimento al progetto per la realizzazione di un IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWp POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW, è stato commissionato allo scrivente geologo dott. Alessandro Stancari<sup>1</sup>, dalla TEP RENEWABLES S.R.L, lo studio necessario alla stesura della presente RELAZIONE GEOLOGICA le cui finalità, riferite all'area in oggetto, sono:

- Descrivere, in generale, le caratteristiche geologiche stratigrafiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area vasta che include le aree in studio
- Conseguire la parametrizzazione geotecnica per i terreni interessati dai carichi di esercizio delle soprastrutture in progetto;
- Conseguire la caratterizzazione sismica del sito in conformità alla normativa vigente

Le osservazioni e i dimensionamenti si basano su:

- Una analisi geologica dell'area di interesse basata sul dato bibliografico edito disponibile e sulle risultanze del rilevamento di campagna appositamente effettuato.
- N° 7 (sette) saggi di scavo geognostici
- N° 2 (due) prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH
- N° 2 (due) analisi sismiche mediante metodo MASW e rifrazione
- Dati provenienti da indagini eseguite dallo scrivente in aree adiacenti e geotecnicamente assimilabili.

La stesura della presente relazione è stata eseguita tra il 01 e il 21 settembre 2022, in ottemperanza a quanto stabilito dalla normativa vigente con particolare riferimento a:

### 1.2 Normativa di Riferimento

- **D.M. 14.01.2008** - Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Circolare del 2 febbraio 2009**, n. 617, C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- **D.M. 17.01.2018** - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019**, n. 7, del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- **Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007, C.S.LL.PP** - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

<sup>1</sup> Albo dei geologi della Regione Sardegna n° 541

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>4 di 35</b>

- **Eurocodice 8 (1998)** - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- **Eurocodice 7.1 (1997)** - Progettazione geotecnica - Parte I: Regole Generali – UNI
- **Eurocodice 7.2 (2002)** - Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- **Eurocodice 7.3 (2002)** - Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI
- **DPR 7 gennaio 1956 n° 164** art. 12 che tra tutte le operazioni di scavo e sbancamento specifica le norme riguardanti lo splateamento e lo sbancamento
- **D.M. Ambiente del 10 agosto 2012 n. 161**: I piani di utilizzo delle terre e rocce da scavo

### 1.3 Riferimenti bibliografici

- **Bowles Joseph** , 1991 - “Fondazioni -progetto ed analisi” - McGraw - Hill;
- **Day W. Robert**, 2002 - “Geotechnical Earthquake Engineering Handbook” - McGraw - Hill;
- **Nori Luca**, 2009 - “Caratterizzazione geotecnica e parametri di progetto secondo l'EC7 e 8 e il DM 14/01/2008 - Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- **Terzaghi**, 1943 –
- **Aru A., Baldacci P., Vacca A. (1991)**: *NOTA ILLUSTRATIVA ALLA CARTA DEI SUOLI DELLA SARDEGNA 1:250.000. pp 583.*
- **Comitato per il Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna** - *CARTA GEOLOGICA DELLA SARDEGNA - (scala 1: 200.000)*;
- **Carmigniani L., Oggiano G., Barca S., Conti P., Salvatori I., Eltrudis A., Funedda A. E. Pasci S. (2001)**. *NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA GEOLOGICA DELLA SARDEGNA IN SCALA 1:200.000. - MEMORIE DESCRITTIVE DELLA CARTA GEOLOGICA ITALIANA, vol. 60: 283.*
- **ISPRA – Servizio Geologico d'Italia** - *CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - FOGLIO 459 SASSARI (SCALA 1: 50.000)*;
- **RAS - Sardegna Geoportale** - *CARTA GEOLOGICA – ELEMENTI AREALI*  
<https://www.sardegnaageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>

Le indagini geotecniche sono state eseguite secondo le prescrizioni A.G.I. “**Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – giugno 1975**”.

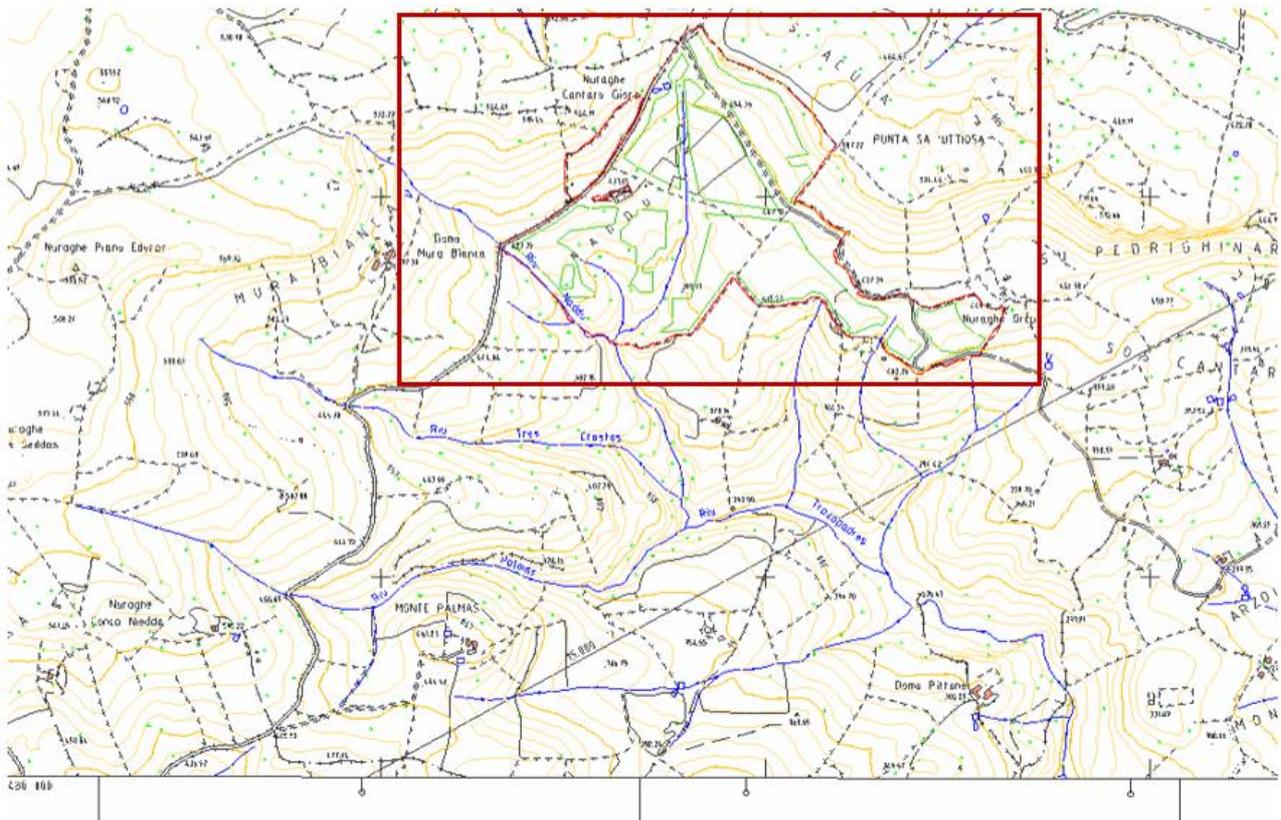
 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b> 0	0
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	5 di 35

#### 1.4 Inquadramento geografico e topografico. Uso del suolo.

Le aree destinate ad accogliere gli interventi in progetto sono ubicate nell'agro del Comune di NULVI (SS) a NE dell'Agglomerato Urbano a circa 5 km lineari dal centro dello stesso, nella località *Sa Mura*. Le aree hanno una estensione di circa 49.59 ha, con andamento planoaltimetrico prevalentemente inclinato, con pendenze superiori a 30° e quote comprese tra 480 m e 390 m s.l.m.m. L'uso del suolo è caratterizzato in parte dal prato-pascolo non irriguo al servizio dell'allevamento estensivo di ovini e in parte per la coltivazione di cerealicole

I riferimenti topografici e cartografici consistono in:

- Foglio n° 539 sez.III "SEDINI" dell'I.G.M.I. (scala 1:25.000)
- Foglio n° 442140 "Su Sassu" della Carta Tecnica Regionale Numerica (scala 1:10.000)



**Tav. 1: Inquadramento su Foglio n° 442140 "Su Sassu" della CTR**

#### 1.5 Caratteristiche costruttive dell'opera in progetto

Come accennato in premessa l'intervento consiste nella posa in opera di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 24,02 MW su una superficie di circa 49,59 ha con pannelli fissati direttamente al terreno tramite pali metallici di tipologia variabile in base alle caratteristiche del terreno. Sono previsti altresì alcuni manufatti a servizio dell'impianto dotati di fondazioni di tipo superficiale da dettagliare nelle successive fasi progettuali.

Per i dati caratteristici dell'impianto si rimanda alle relazioni tecniche progettuali.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>6 di 35</b>

## 1.6 Metodologia delle indagini

Nel mese di settembre 2022 è stata realizzata l'indagine geognostica nell'area oggetto del presente studio. Dopo una serie di rilevamenti atti a descrivere il quadro geologico superficiale si è provveduto a meglio definire l'assetto stratigrafico del sottosuolo con l'esecuzione di n° 6 (sei) saggi di scavo geognostici, mediante l'utilizzo di un escavatore oleodinamico cingolato tipo *girosagoma* da 80 q.li. L'approfondimento dei saggi di scavo è stato sempre spinto fino al limite operativo del mezzo utilizzato, determinato dal raggiungimento dello sbraccio massimo dell'utensile di scavo o dal rifiuto all'avanzamento per via dell'elevato addensamento dei litotipi attraversati. Le informazioni stratigrafiche ricavate dall'esecuzione dei saggi di scavo sono state integrate con quelle meccaniche conseguite con l'esecuzione di n° 2 (due) prove penetrometriche dinamiche continue, per le quali è stato utilizzato un penetrometro dinamico super pesante (maglio da 63,5 kg – DPSH secondo la classificazione dell'ISSMFE (1988)), modello PAGANI TG 63-200 (Foto 1-2) avente i seguenti standard tecnici:

<b>PESO DEL MAGLIO</b>	<b>63,5 kg</b>
<b>VOLATA DEL MAGLIO</b>	<b>70 cm</b>
<b>ANGOLO DI APERTURA DELLA PUNTA CONICA</b>	<b>90°</b>
<b>AREA DI BASE DELLA PUNTA CONICA</b>	<b>20 cm<sup>2</sup></b>
<b>DIAMETRO PUNTA CONICA</b>	<b>50,5 cm</b>
<b>PASSO DI LETTURA</b>	<b>20 cm</b>

La prova consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica in acciaio con apertura e diametro di base standard, tramite la percussione offerta dal maglio che, con la volata standard, percuote direttamente su una serie di aste di prolunga che reggono la punta conica stessa; nel proseguo della prova, l'infissione della punta alle varie profondità è garantita dall'aggiunta progressiva delle aste di prolunga (lunghezza = 1,00 m cadauna), fino al rifiuto all'infissione stabilito quando, per 50 colpi del maglio, questa risulta inferiore a 20 cm. Rilevando il numero di colpi del maglio per ogni 20 cm di infissione della punta si determina il parametro  $N_{20}$ . Questo parametro permette di individuare strati con un determinato  $N_{20}$  medio, il quale, previa relazione al parametro  $N_{spt}$ , consente di estrapolare, sulla base di relazioni empiriche, i principali parametri geotecnici dei vari strati stessi costituenti il volume significativo progettuale.

Il parametro  $N_{20}$  non è sufficiente per la quantificazione delle caratteristiche meccaniche delle litologie attraversate, che invece viene conseguita integrando il valore assoluto del parametro con le caratteristiche tessiturali e granulometriche dei terreni in analisi.

L'indagine ha quindi permesso di definire l'andamento stratigrafico del volume geotecnico significativo interessato dai carichi strutturali, valutando, per lo stesso, le caratteristiche meccaniche delle litologie rilevate mediante la quantificazione dei principali parametri geotecnici, fondamentali per le determinazioni geomeccaniche quali capacità portante, cedimenti assoluti e cedimenti differenziali.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b> 0	0
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	7 di 35



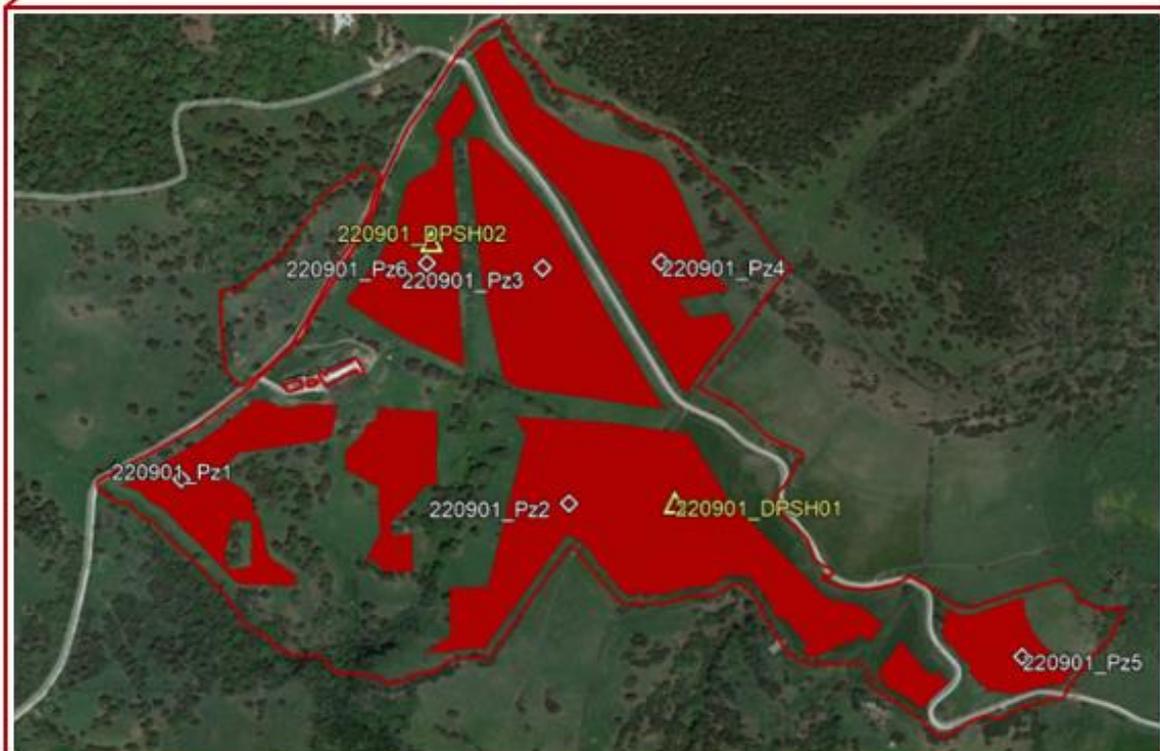
**Foto 1 e 2 Prova penetrometrica 220901\_DPSH01 e 22901\_DPSH02**

Di seguito le coordinate geografiche dei punti di indagine:

ID	TIPOLOGIA	DATA	LATITUDINE	LONGITUDINE	DA m	A m	ALTITUDINE
220901_Pz1	Saggio	01/09/22	40°48'41.71"N	8°46'45.61"E	0,00	3,00	422 m slm
220901_Pz1bis	Saggio	01/09/22	40°48'40.24"N	8°46'47.19"E	0,00	1,80	413 m slm
220901_Pz2	Saggio	01/09/22	40°48'40.70"N	8°47'06.89"E	0,00	1,20	425 m slm
220901_Pz3	Saggio	01/09/22	40°48'50.48"N	8°47'05.47"E	0,00	2,10	439 m slm
220901_Pz4	Saggio	01/09/22	40°48'50.62"N	8°47'11.84"E	0,00	1,10	464 m slm
220901_Pz5	Saggio	01/09/22	40°48'34.21"N	8°47'31.93"E	0,00	1,20	410 m slm
220901_Pz6	Saggio	01/09/22	40°48'50.69"N	8°46'59.18"E	0,00	2,50	438 m slm
220901_DPSH01	DPSH	01/09/22	40°48'40.75"N	8°47'12.68"E	0,00	3,60	442 m slm
220901_DPSH02	DPSH	01/09/22	40°48'51.60"N	8°46'59.45"E	0,00	2,60	427 m slm

Per le caratteristiche tecniche dell'indagine geofisica e per i relativi risultati conseguiti si rimanda al Report Sismico allegato alla presente relazione.

  	<p><b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b></p>	<p><b>Rev.</b> 0</p>	
	<p><b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b></p>	<p><b>Pag.</b> 8 di 35</p>	



 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>9 di 35</b>

## 2 STUDIO GEOLOGICO

Per meglio inquadrare le problematiche che verranno espresse in dettaglio nei prossimi paragrafi, verrà descritto il contesto geologico in cui si opererà al fine di ottenere il massimo supporto informativo tale da permettere la realizzazione degli interventi previsti in condizioni di massima sicurezza.

### 2.1 Contesto geologico

Le litologie che interessano nella sua interezza l'area in studio, appartengono ad una importante unità di origine vulcanica effusiva, denominata Unità delle Lave di Osilo (**OSL**) la cui genesi è legata a una complessa geodinamica collisionale e di rifting, di età oligo - miocenica, che innesca e determina il movimento *roto traslazionale* del Blocco Sardo-Corso.

Gli affioramenti di questa unità sono costituiti essenzialmente da lave di tipo andesitico di colore grigio scuro in colate e duomi, spesso porfiriche per plagioclasio e pirosseno che talvolta raggiungono i 3-4 mm, in genere massive ma qualche volta caratterizzate da foliazione da flusso marcata da fratturazione *platy jointing*. Le caratteristiche delle lave andesitiche non sono facilmente osservabili in quanto frequentemente interessate da importanti alterazioni idrotermali, con vaste zone di silicizzazione, che rendono difficoltoso il riconoscimento del protolite. Grazie ad importanti scavi per opere stradali, si è potuta osservare la presenza di depositi piroclastici di caduta intercalati alle lave, con spessori di alcuni metri.

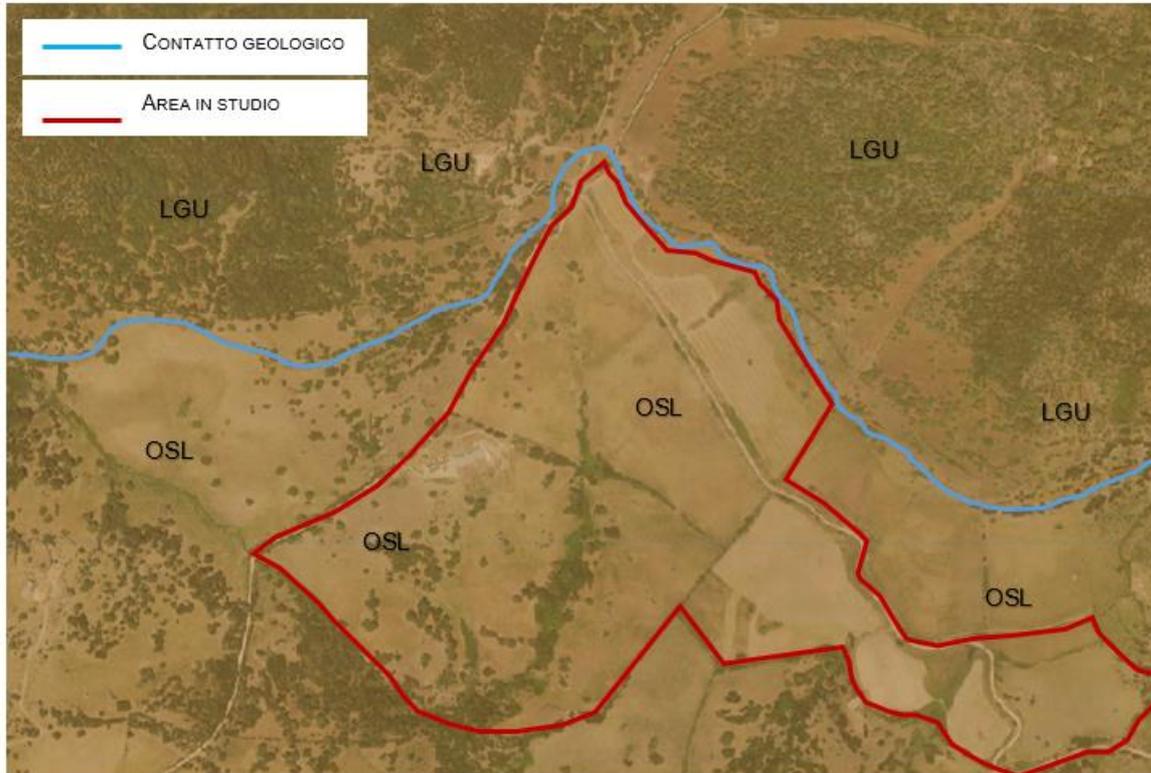
Nell'area in studio si rileva frequentemente una tipica litofacies dell'ammasso, caratterizzata da "brecce" costituite da elementi poliedrici, eterometrici (da pochi centimetri a 0,7-1 m) e non vescicolati, di andesite di colore da nero al violaceo, a seconda dell'alterazione, immersi in una abbondante matrice sabbiosa anche grossolana a cui sporadicamente si intercalano, con contatti netti, banchi di lave massive di debole spessore. Le brecce in generale sono prevalentemente matrice-sostenute ma in qualche caso, se si ha concentrazione di blocchi di maggiori dimensioni, risultano clasto-sostenute; raramente si è osservata una sorta di grossolana stratificazione. Questa facies ha reso possibile lo sviluppo di uno importante spessore pedologico sul quale viene condotta l'attività agricola locale.

Lo spessore dell'unità in affioramento e dell'ordine dei 500 m, anche se secondo Pecorini et alii (1988) lo spessore del complesso andesitico, stimato su base geofisica, è superiore al migliaio di metri.

Nuove determinazioni radiometriche eseguite nell'ambito del Progetto CARG (camp. AA120) con il metodo  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  su plagioclasio hanno fornito un'età di  $19,5 \pm 0,24$  Ma (Burdigaliano)

Le Lave di Osilo sono sormontate dalle Piroclastiti di Logulentu (**LGU**) rilevabili nelle porzioni topograficamente più elevate, immediatamente esterne all'area in studio; tali aree non sono coltivate ma occupate dalle specie vegetali appartenenti alla tipica *macchia mediterranea*. Trattasi di ignimbriti saldate, a composizione riolitica, interessate da intensa fratturazione talora ad angolo retto che consente una separazione lungo diedri le cui superfici esposte sono ornate da dendriti di manganese. La struttura è porfirica per fenocristalli di plagioclasio e biotite; la tessitura è macroeutaxitica per la presenza di fiamme deformate plasticamente che possono raggiungere il metro di lunghezza; nella parte alta la tessitura dell'unità perde la sua caratteristica peculiare pur mantenendo un aspetto chiaramente eutaxitico. Gli spessori di questi depositi sono variabili da qualche metro fino a 20-25 m. L'età radiometrica, determinata nell'ambito del Progetto CARG con metodo  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  su plagioclasio e biotite è di  $18,54 \pm 0,22$  Ma.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>10 di 35</b>



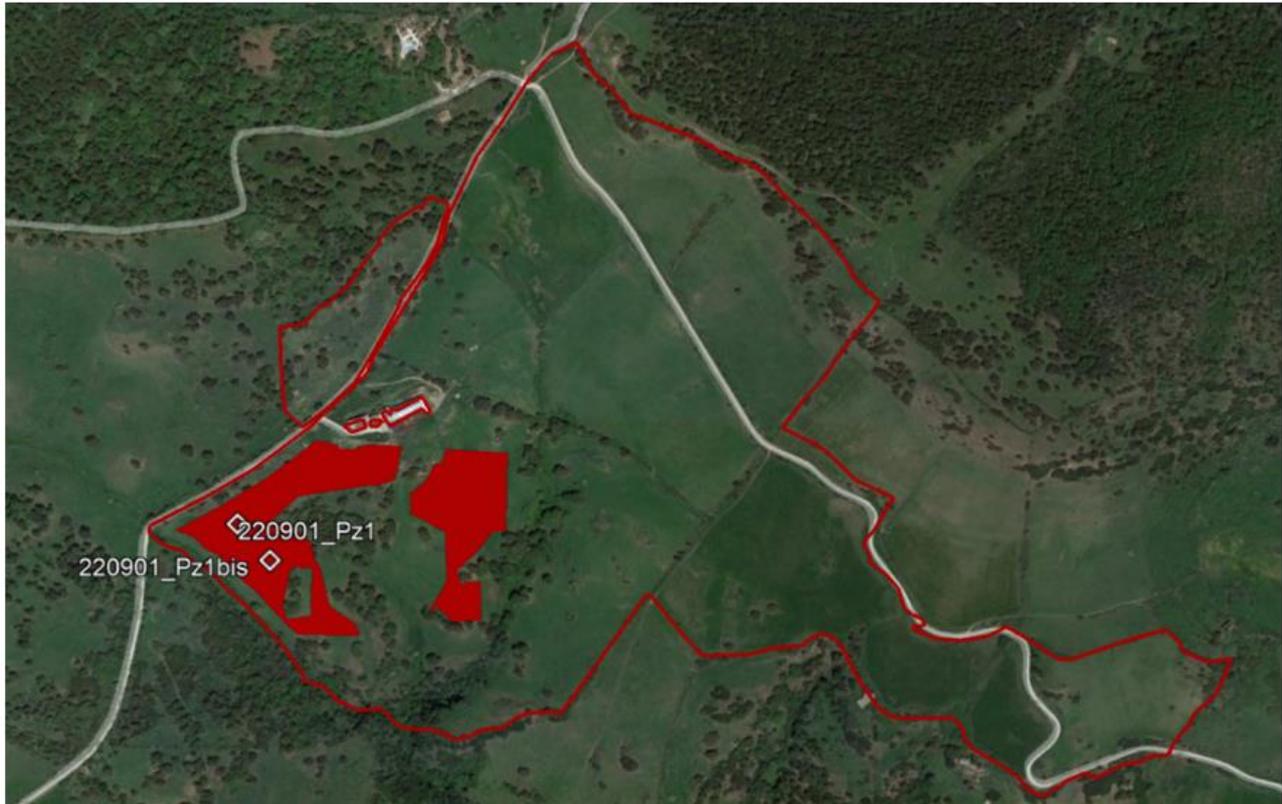
**Tav. 3: inquadramento su RAS- Sardegna Geoportale – Carta Geologica – Elementi areali**  
<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>

## 2.2 Assetto litostratigrafico locale

Dall'analisi dei terreni attraversati sia dai saggi di scavo che dalle prove penetrometriche eseguite (cfr par.1.6), si riportano gli andamenti stratigrafici e le caratteristiche tessiturali degli stessi; l'analisi è affrontata suddividendo l'area totale in 5 zone caratterizzate da un certo grado di omogeneità. I saggi raggiungono in pochi casi la profondità consentita dallo sbraccio massimo dell'utensile di scavo che si attesta a circa 3,00 m da p.c., in tutti gli altri casi si è rilevato un rifiuto all'avanzamento per elevata durezza dei litotipi attraversati. Le prove DPSH sono state eseguite in corrispondenza delle aree in cui nei saggi di scavo è stata raggiunta la profondità massima consentita dall'utensile di scavo utilizzato, e sono state protratte fino al rifiuto all'avanzamento.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>11 di 35</b>

### 2.2.1 ZONA N°1



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di due saggi di scavo: 220901\_Pz1 e 220901\_Pz1bis. Nell'area si rileva la presenza di una copertura detritica molto grossolana (ciclopica) con spessore circa metrico sovrapposta, nelle quote più alte, a spessori circa metrici di litologie terrose in facies sabbiosa. Nelle quote più basse una esigua copertura detritica ricopre direttamente il basamento lapideo locale.

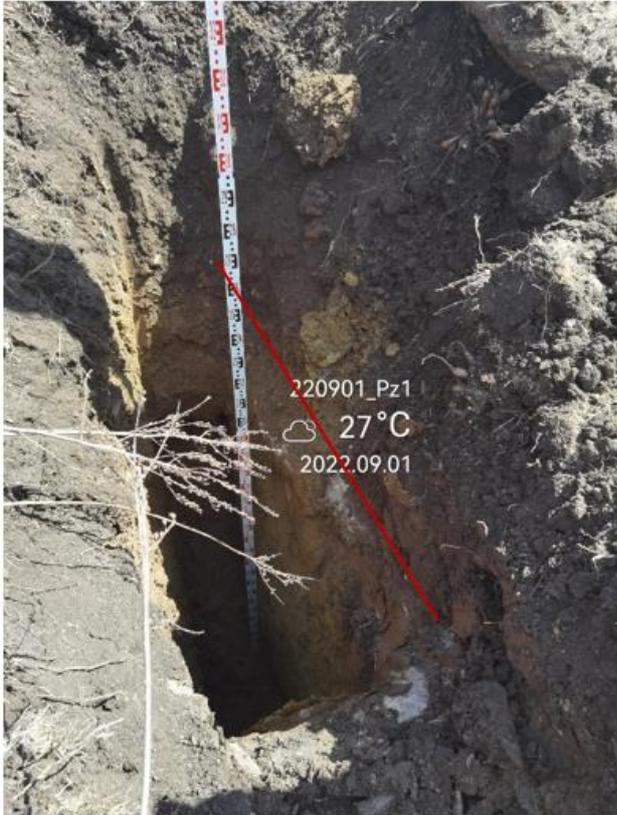
#### SAGGIO DI SCAVO 220901\_PZ1

- Da **0,00 m a 1,20 m** Detrito di versante costituito da trovanti di litotipi vulcanici con dimensioni fino a metriche caoticamente dispersi in una matrice limoso sabbiosa bruna plastica molto umida e pedogenizzata per uno spessore di circa 0,50 m da p.c.;
- Da **1,20 m a 3,00 m (e oltre?)** Facies brecciata del basamento lapideo andesitico costituita da limi sabbiosi argillosi ocracei, con screziature aranciate, poco plastici, umidi e poco addensati. Nel fondo scavo, raggiunto con lo sbraccio massimo dell'utensile di scavo, si rilevano i primi livelli lapidei.

#### SAGGIO DI SCAVO 220901\_PZ1bis

- Da **0,00 m a 0,60 m** Suolo superficiale con tessitura limosa sabbiosa poco umido con fessurazione verticale (vertisuolo) a formare tipici poligoni di terra;
- Da **0,60 m a 1,80 m** Detrito di versante costituito da ghiaia sabbiosa grossolana marrone con i clasti a spigoli vivi e ben impacchettati (poca matrice); addensata e asciutta. Fine scavo per rifiuto all'avanzamento.

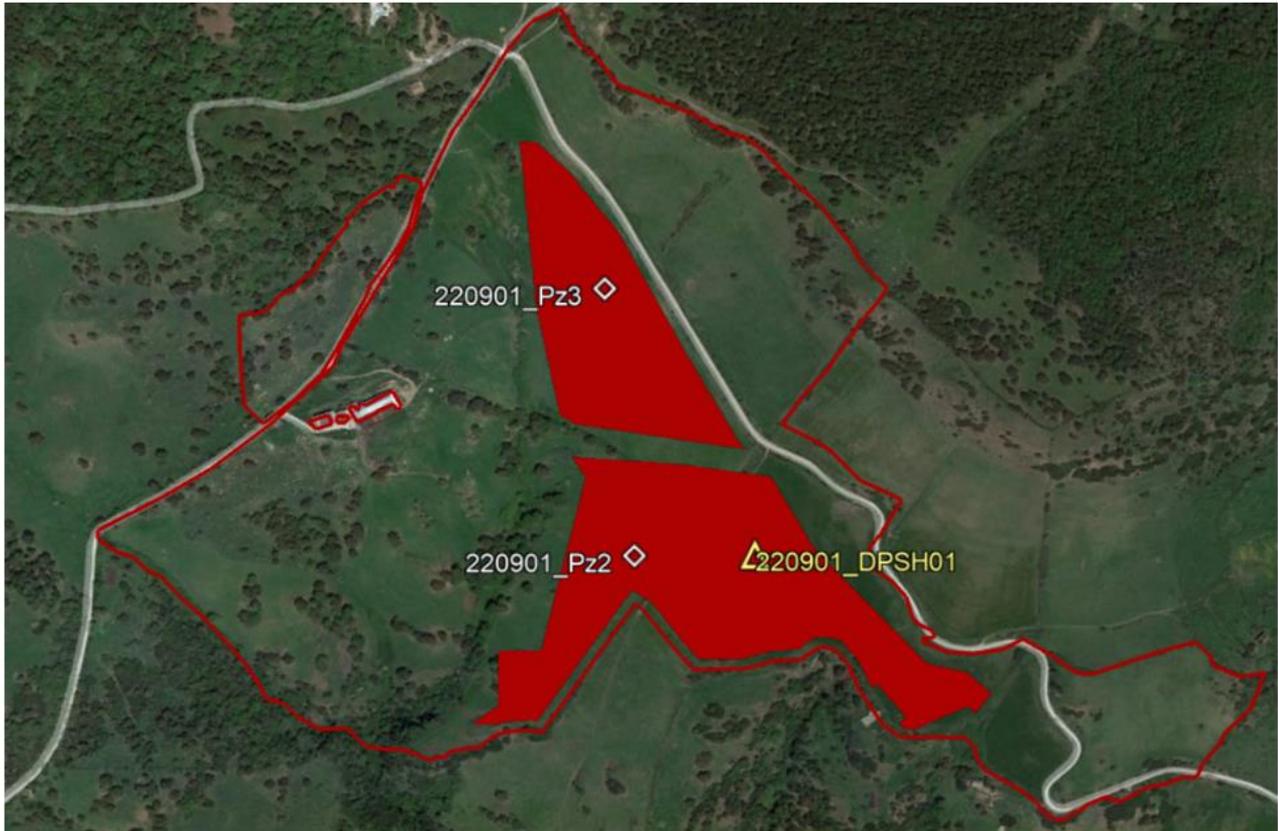
  	<p><b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b></p>	<p><b>Rev. 0</b></p>	
	<p><b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b></p>	<p><b>Pag. 12 di 35</b></p>	



**Foto 3 e 4.: Saggi di scavo 220901\_Pz1 e 220901\_Pz1bis. In evidenza i limiti di strato**

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>13 di 35</b>

## 2.2.2 ZONA N°2



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di due saggi di scavo (220901\_Pz2 e 220901\_Pz3) e con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica (220901\_DPSH01). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi direttamente poggiata sul basamento lapideo (Pz2) o sulle vulcaniti in facies di breccia sabbiosa (Pz3 e DPSH01) con spessore plurimetrico che evolve senza soluzione di continuità verso il basamento lapideo locale.

### SAGGIO DI SCAVO 220901\_PZ2

- Da **0,00 m** a **0,70 m** Suolo superficiale con tessitura limosa sabbiosa poco umido con fessurazione verticale (vertisuolo) a formare tipici poligoni di terra;
- Da **0,70 m** a **1,20 m** Facies brecciata del basamento lapideo andesitico costituita da sabbie limose argillose marroni poco plastiche, umide e poco addensate. Fine scavo per rifiuto all'avanzamento

### SAGGIO DI SCAVO 220901\_PZ3

- Da **0,00 m** a **0,60 m** Suolo superficiale con tessitura limosa sabbiosa poco umido con fessurazione verticale (vertisuolo) a formare tipici poligoni di terra;
- Da **0,60 m** a **1,40 m** Deposito colluviale costituito da ciottoli e trovanti con dimensioni anche pluridecimetriche addensati dispersi in una matrice limoso sabbiosa bruna plastica umida;

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>14 di 35</b>

- Da **1,40 m a 2,10 m (e oltre?)** Facies brecciata del basamento lapideo andesitico costituita da sabbie limose argillose marroni poco plastiche, umide e poco addensate. Fine scavo per raggio sbraccio massimo dell'utensile di scavo.

**PROVA PENETROMETRICA 220901\_DPSH01**

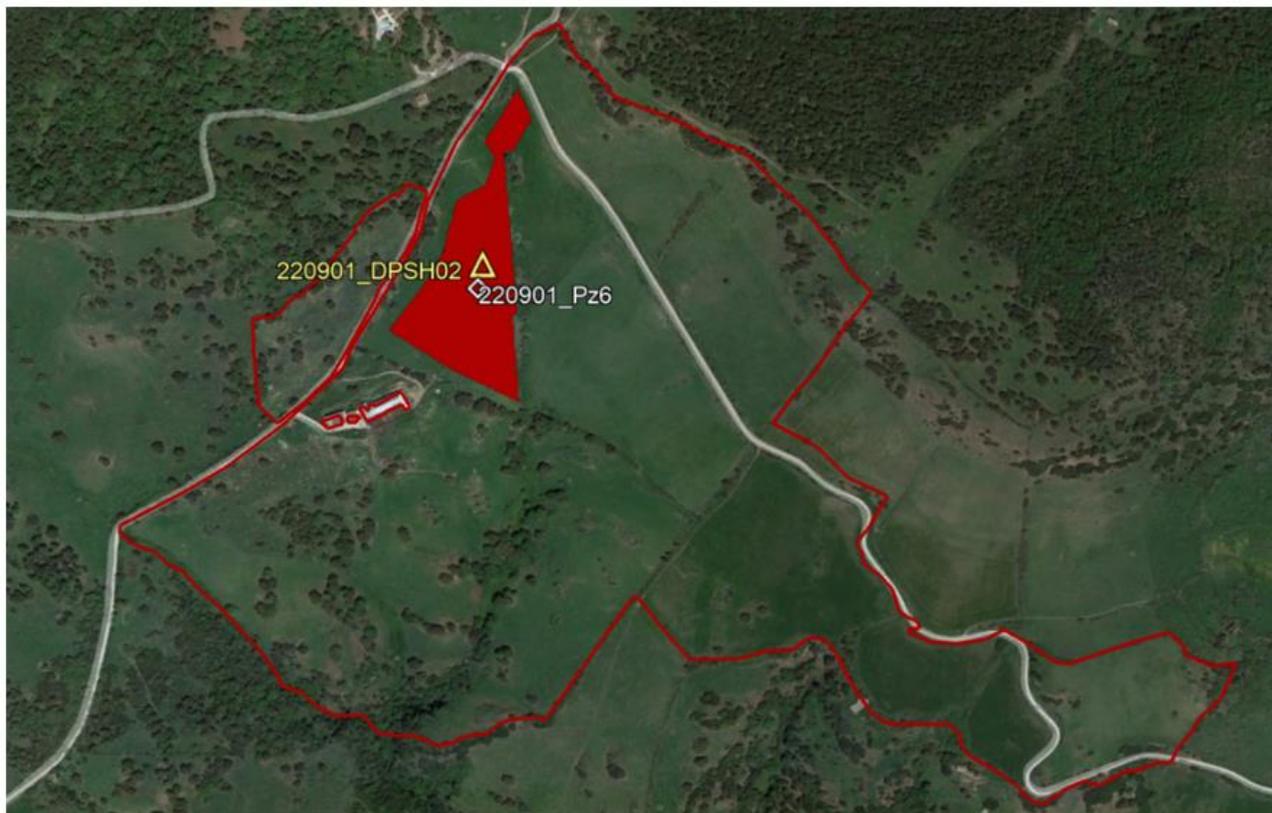
- Da **0,00 m a 0,80 m** I valori di resistenza meccanica alla punta si presentano in lieve aumento con la profondità e sono da riferire ai depositi pedogenici superficiali.  $N_{20}$  medio = 12
- Da **0,80 m a 3,00 m** I valori di resistenza meccanica alla punta si presentano piuttosto costanti e sono da riferire all'unità vulcanica in facies brecciata.  $N_{20}$  medio = 22
- Da **3,00 m e oltre?** I valori di resistenza alla punta aumentano rapidamente verso il rifiuto all'avanzamento (3,60) da riferire al basamento lapideo locale



**Foto 5 e 6.: Saggi di scavo 220901\_Pz2 e 220901\_3. In evidenza i limiti di strato**

  	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b> 0	0
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	15 di 35

### 2.2.3 ZONA N°3



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220901\_Pz6) e con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica (220901\_DPSH02). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi, direttamente poggiata su un deposito colluviale costituito da ciottoli e trovanti caoticamente dispersi in una matrice limoso sabbiosa nerastra, umida e plastica poco compatta.

#### SAGGIO DI SCAVO 220901\_PZ6

- Da **0,00 m** a **0,50 m** Suolo superficiale con tessitura limosa sabbiosa poco umido con fessurazione verticale (vertisuolo) a formare tipici poligoni di terra.
- Da **0,50 m** a **2,20 m** Deposito colluviale costituito da ciottoli e trovanti, al più decimetrici, caoticamente dispersi in una matrice limoso sabbiosa nerastra plastica umida e poco compatta.
- Da **2,20 m** a **2,50 m** Facies brecciata del substrato lapideo andesitico costituita da sabbie limose argillose marroni poco plastiche, umide e poco addensate. Fine scavo per raggiunto sbraccio massimo dell'utensile di scavo.

#### PROVA PENETROMETRICA 220901\_DPSH02

- Da **0,00 m** a **2,00 m** I valori di resistenza meccanica alla punta si presentano piuttosto costanti e sono da riferire sia ai depositi pedogenici superficiali che alle coltri colluviali.  $N_{20}$  medio = 10
- Da **2,00 m e oltre?** I valori di resistenza alla punta aumentano rapidamente verso il rifiuto all'avanzamento (2,60), quest'ultimo da riferire al basamento lapideo locale

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>16 di 35</b>



**Foto 7: Saggi di scavo 220901\_Pz6. In evidenza i limiti di strato**

  	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>17 di 35</b>

## 2.2.4 ZONA N°4



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220901\_Pz4). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi direttamente poggiate sul basamento lapideo; tra i due strati possono interpersi spessori variabili di depositi eluviali in facies limosa sabbiosa.

### SAGGIO DI SCAVO 220901\_PZ4

- Da **0,00 m a 0,40 m** Suolo superficiale con tessitura limosa sabbiosa poco umido con fessurazione verticale (vertisuolo) a formare tipici poligoni di terra.
- Da **0,40 m a 1,10 m e oltre?** Andesite alterata e sciolta in testa allo strato (sabbie poco limose) che diventa lapidea a fine scavo, quest'ultimo da riferire al rifiuto all'avanzamento.

 	<p><b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b></p>	<p><b>Rev.</b></p>	<p><b>0</b></p>
	<p><b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b></p>	<p><b>Pag.</b></p>	<p><b>18 di 35</b></p>



**Foto 8: Saggi di scavo 220901\_Pz4. In evidenza i limiti di strato**

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>19 di 35</b>

## 2.2.5 ZONA N°5



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220901\_Pz5). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi direttamente poggiata sul basamento lapideo; tra i due strati possono interpersi spessori variabili di depositi eluviali in facies limosa sabbiosa.

### SAGGIO DI SCAVO 220901\_PZ5

- Da **0,00 m** a **0,50 m** Suolo superficiale con tessitura limosa sabbiosa poco umido con fessurazione verticale (vertisuolo) a formare tipici poligoni di terra.
- Da **0,50 m** a **1,20 m e oltre?** Vulcanite (andesite) con pillow lavas in testa allo strato che diventa lapidea a fine scavo, quest'ultimo da riferire al rifiuto all'avanzamento.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>20 di 35</b>



**Foto 9: Saggi di scavo 220901\_Pz5. In evidenza i limiti di strato e le pillow lavas**

### **2.3 Contesto geomorfologico e idrografico**

La morfologia e l'evoluzione delle forme del territorio, in riferimento all'area vasta in studio, sono ovviamente influenzate dall'assetto geologico-strutturale del settore geografico e in particolare dagli eventi geodinamici occorsi durante il Terziario e quelli climatici caratterizzanti il Quaternario. Nell'Oligocene superiore, quando il blocco Sardo - Corso faceva parte della Placca Sud - Europea, la collisione nord - appenninica ha prodotto una tettonica a carattere essenzialmente trascorrente di tipo transtensivo con la relativa messa in atto di importanti processi vulcanici; questi ultimi hanno formato nuovi rilievi strutturali, che seppure modificati dagli agenti meteorici relativi a successive e importanti oscillazioni climatiche sono giunti, sempre col carattere di rilievo, fino ai giorni nostri. Come già descritto, l'ossatura geologica dell'area è costituita alla base da una unità vulcanica di tipo lavico a composizione andesitica (Lave di Osilo - OSL) mentre la parte alta, appena esterna all'area in studio, da una unità sempre origine vulcanica di tipo piroclastico e composizione riolitica (Lave di Logulentu - LGU). I due ammassi conferiscono forme decisamente differenti al paesaggio: più dolci le prime, al di sopra delle quali, in corrispondenza delle facies a "breccia" in abbondante matrice

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>21 di 35</b>

sabbiosa, si sono generati importanti corpi pedologici con carattere di *vertisuolo*, che in alcune porzioni dell'area in studio vengono coltivate per la produzione di cerealicole o foraggere; più aspre le seconde, ricoperte da un suolo molto sottile o in affioramento. La facile erodibilità delle andesiti rispetto alle piroclastiti riolitiche favorisce la formazione di detriti di versante, laddove alle soprastanti piroclastiti viene a mancare il sottostante supporto delle andesiti.

Non si evidenziano fenomenologie di scivolamento gravitativo dei suoli, attuali o pregresse; tuttavia, suscita molto interesse, allo scrivente, la consistente fessurazione stagionale degli stessi: tale fessurazione è quella che favorisce il movimento rotazionale verticale dei componenti del suolo ("*vertere*" - lat: rivoltare, ergo vertisuoli). Resta il dubbio circa la reattività degli stessi agli intensi, se non catastrofici, eventi piovosi che si manifestano, purtroppo, sempre più frequentemente nelle prime fasi della stagione autunnale: la veloce infiltrazione di grossi quantitativi d'acqua potrebbe innescare quei movimenti gravitativi fino ad oggi non osservati.

Da queste considerazioni possiamo affermare che l'assetto geologico strutturale locale conferisce all'area condizioni di assoluta stabilità.

Il reticolo idrografico dell'area, costituito da corsi d'acqua inclusi in bacini di I ordine, a carattere prevalentemente torrentizio stagionale, è poco sviluppato, con una serie di aste fluviali in alveo naturale, che complessivamente defluiscono verso S. Si rilevano, nelle fasce di contatto tra le due litologie vulcaniche sopradescritte, locali emergenze della falda imbrifer.



**Foto 10:** in prossimità del Saggio di scavo 220901\_Pz1. In evidenza la fessurazione del suolo.

## 2.4 Contesto idrogeologico

Le indagini effettuate non hanno individuato, per le profondità raggiunte, la presenza di falde imbrifere; tuttavia, si ritiene più che probabile la presenza, quanto meno stagionale, di una falda imbrifer sostenuta dagli orizzonti lapidei dell'unità andesitica (OSL), oltre che la presenza di circolazioni idriche profonde ( $\approx 10,0 \div 20,0$  m) per permeabilità di tipo sia matriciale che fissurale, frequenti nello sviluppo verticale della stessa unità.

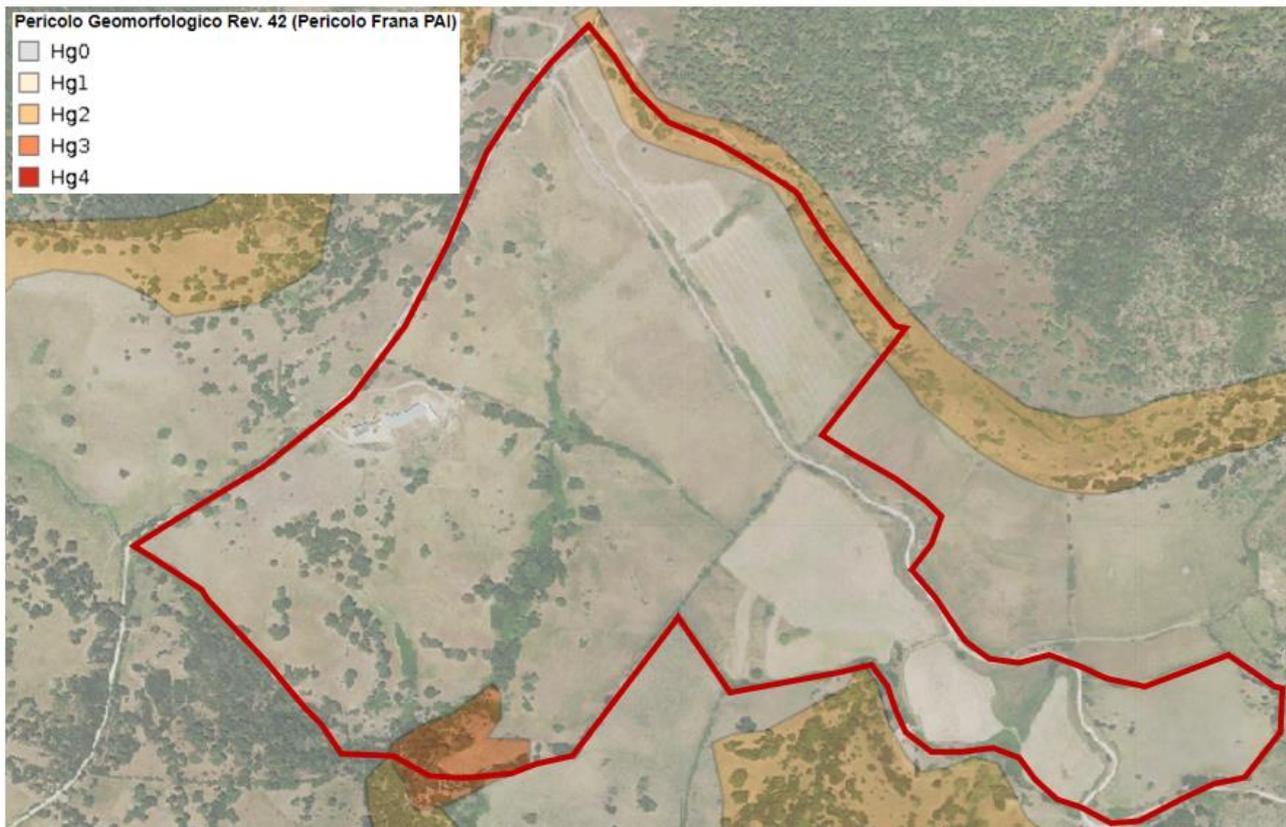
Si riporta nuovamente la tabella delle letture piezometriche effettuate:

ID	DATA	PROFONDITÀ FORO (M DA P.C.)	SOGGIACENZA (m da p.c.)
220901_Pz1	01/09/2022	3	assente
220901_Pz1bis	01/09/2022	1,8	assente
220901_Pz2	01/09/2022	1,2	assente
220901_Pz3	01/09/2022	2,1	assente
220901_Pz4	01/09/2022	1,2	assente
220901_Pz5	01/09/2022	1,2	assente
220901_Pz6	01/09/2022	2,5	assente
220901_DPSH01	01/09/2022	3,6	assente
220901_DPSH02	01/09/2022	2,6	assente

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>22 di 35</b>

## 2.5 Analisi vincolistica dell'area di intervento

A seguito di accertamenti e verifiche sul P.A.I. (Piano di assetto idrogeologico. Individuazione e perimetrazione delle aree a Rischio idraulico e geomorfologico e delle Relative misure di salvaguardia. Legge 267 del 3-08-1998 e successivi aggiornamenti (2020)) e sul P.F.A.R. (Piano Forestale Ambientale Regionale) si afferma che l'area vasta delimitata dal limite di proprietà, ed in particolare tutti i lotti di intervento che prevedono la realizzazione di soprastrutture, risultano inclusi in una fascia con pericolosità geomorfologica H<sub>g</sub>0 secondo PAI 2018 Rev. 42 PERICOLO FRANA, così come evidenziato in Tav 4. L'area classificata H<sub>g</sub>3 nella parte più S dell'area di limite proprietà e l'area classificata H<sub>g</sub>2 nella parte più NE della medesima area di proprietà, non contengono soprastrutture in progetto. La realizzazione dell'intero intervento dovrà, quindi, essere esclusivamente coerente agli strumenti urbanistici in vigore nell'area in studio ed ai piani di settore vigenti il cui compito volgerà a disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, e, in particolare, la realizzazione dei nuovi impianti in progetto.



**Tav. 4: Inquadramento aree di perimetrazione rischi PAI (2020). Pericolo idraulico Rev. 59**

[https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree\\_tutelate](https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree_tutelate)

  	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>23 di 35</b>

### 3 STUDIO GEOTECNICO

Sulla base dei dati ottenuti dalle indagini geotecniche in situ svolte si è giunti ad una suddivisione schematica dei terreni, che prevede la presenza di varie unità geotecniche:

- Una copertura superficiale costituiti da un suolo limoso sabbioso
- Depositi di origine colluviale con comportamento meccanico di tipo attritivo.
- Ammassi di origine vulcanica costituiti da brecce in facies sabbiosa limosa con comportamento meccanico di tipo attritivo
- Basamento lapideo di origine vulcanica

Data la forte disomogeneità della distribuzione, sia orizzontale che verticale, dei litotipi si procede alla parametrizzazione riferendosi alla suddivisione in zone così come al par. 2.2

#### 3.1 Caratteristiche geotecniche dei terreni

##### 3.1.1 ZONA N°1



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di due saggi di scavo: 220901\_Pz1 e 220901\_Pz1bis. Nell'area si rileva la presenza di una copertura detritica molto grossolana (ciclopica) con spessore circa metrico sovrapposta, nelle quote più alte, a spessori circa metrici di litologie terrose in facies sabbiosa. Nelle quote più basse una esigua copertura detritica ricopre direttamente il basamento lapideo locale.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>24 di 35</b>

#### DETRITO DI VERSANTE

Da **0,00 m min - 1,20 m**: l'estrema eterogeneità dei litotipi inclusi in questo strato, caratterizzati da trovanti ciclopici con dimensione massima circa metrica caoticamente dispersi in una matrice limosa sabbiosa pedogenizzata in superficie, rende impossibile il corretto dimensionamento geotecnico. Lo strato si mostra comunque scavabile, per quanto la movimentazione dei massi più grossi potrebbe rendere l'attività di scavo molto complessa.

#### ANDESITE IN FACIES DI BRECCIA SABBIOSA

Da **1,20 m min - 3,00 m**: trattasi di sabbie limose debolmente argillose, con comportamento meccanico di attritivo; vista la presenza dei detriti di versante, che ha reso impossibile l'esecuzione delle prove penetrometriche il dimensionamento geotecnico è basato sugli esiti delle medesime prove eseguite nelle zone limitrofe (DPSH01)

PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO	(z)	<b>3,00</b>	m	
SPESSORE DELLO STRATO		<b>1,80</b>	m	
N <sub>20</sub>		<b>22</b>		PS_20220901_198
RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA		<b>23</b>	Mpa	PS_20220901_198
N <sub>SPT</sub>		<b>24</b>		f.c.=1,1
ANGOLO D'ATTRITO	(φ)	<b>38</b>	°	Meyerhof
COESIONE NON DRENATA	(C <sub>u</sub> )	<b>10</b>	kPa	
DENSITÀ RELATIVA	D <sub>r</sub>	-	%	
PESO DI VOLUME NATURALE	(γ <sub>nat</sub> )	<b>19,6</b>	kN/m <sup>3</sup>	Meyerhof
MODULO ELASTICO	(E)	<b>8,8</b>	MPa	Bowles
MODULO EDOMETRICO	(E <sub>d</sub> )	<b>7,6</b>	MPa	Begemann

#### ANDESITE LAPIDEA

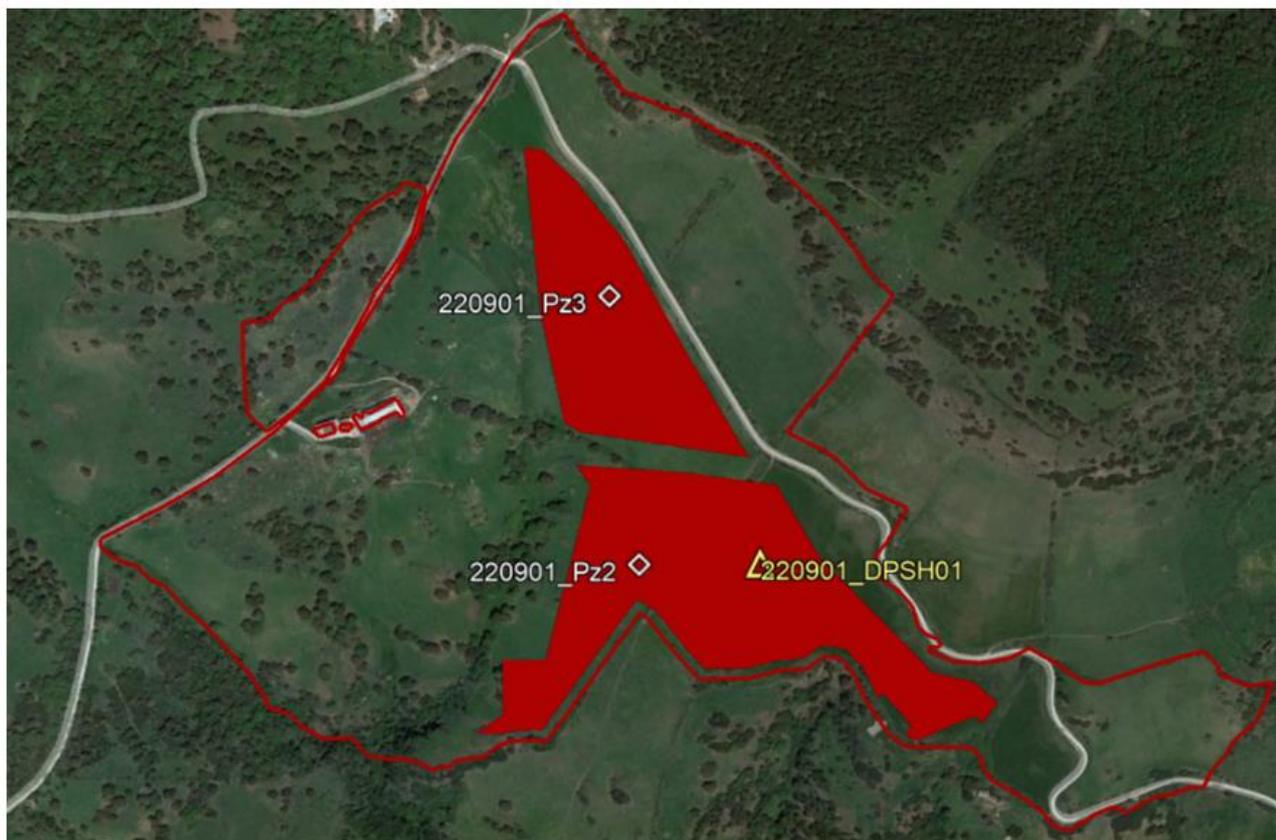
Da **3,00 m max e oltre**: piroclastiti lapidee molto consistenti. Il comportamento meccanico è quello proprio di un ammasso roccioso, che ha comportato il rifiuto all'avanzamento della prova penetrometrica DPSH eseguita.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata effettuata sulla base delle conoscenze dello scrivente circa le caratteristiche strutturali locali dello stesso e adottando il metodo di Beniawsky (1989), noto anche come RMR System.

PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO	(z)	-	m	
SPESSORE DELLO STRATO		-	m	
N <sub>20</sub>		<b>&gt;50</b>		PS_20220901_198
RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA		-	Mpa	PS_20220901_198
N <sub>SPT</sub>		<b>&gt;50</b>		f.c.=1,1
ANGOLO D'ATTRITO	(φ)	<b>25÷35</b>	°	RMR System - Beniawsky (1989)
COESIONE NON DRENATA	(C <sub>u</sub> )	<b>200÷300</b>	kPa	RMR System - Beniawsky (1989)
DENSITÀ RELATIVA	D <sub>r</sub>	-	%	
PESO DI VOLUME NATURALE	(γ <sub>nat</sub> )	<b>20÷22</b>	kN/m <sup>3</sup>	RMR System - Beniawsky (1989)
MODULO ELASTICO	(E)	<b>52</b>	MPa	RMR System - Beniawsky (1989)

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>25 di 35</b>

### 3.1.2 ZONA N°2



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di due saggi di scavo (220901\_Pz2 e 220901\_Pz3) e con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica (220901\_DPSH01). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi direttamente poggiata sul basamento lapideo (Pz2) o sulle vulcaniti in facies di breccia sabbiosa (Pz3 e DPSH01) con spessore plurimetrico che evolve senza soluzione di continuità verso il basamento lapideo locale.

#### SUOLO SUPERFICIALE

Da **0,00 m - 0,70 m max**: copertura pedogenetica superficiale in facies limoso sabbiosa con comportamento meccanico proprio delle terre fini (coesivo)

PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO	(z)	<b>0,70</b>	m	
SPESORE DELLO STRATO		<b>0,70</b>	m	
N <sub>20</sub>		<b>12</b>		PS_20220901_198
RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA		<b>23</b>	Mpa	PS_20220901_198
N <sub>SPT</sub>		<b>13</b>		f.c.=1,1
ANGOLO D'ATTRITO	(φ)	<b>0</b>	°	
COESIONE NON DRENATA	(C <sub>u</sub> )	<b>84</b>	kPa	Sanglerat
DENSITÀ RELATIVA	D <sub>r</sub>	-	%	
PESO DI VOLUME NATURALE	(γ <sub>nat</sub> )	<b>20,0</b>	kN/m <sup>3</sup>	Meyerhof

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>26 di 35</b>

<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>13</b>	MPa	Schultze
<b>MODULO EDOMETRICO</b>	(E <sub>d</sub> )	<b>7,8</b>	MPa	Stroud-Butler

Trattandosi di terreni superficiali il comportamento meccanico potrebbe cambiare notevolmente nelle stagioni opposte: i seguenti parametri sono pertanto da riferire all'attuale stagione estiva. Le evidenti forme di ritiro volumetrico, ben osservabili nel piano campagna, evidenziano una importante capacità del suolo ad imbibirsi d'acqua; una volta raggiunte la condizione di saturazione questa potrebbe comportare una importante diminuzione della resistenza meccanica rispetto a quella relativa ai parametri di cui nella soprastante tabella.

#### ANDESITE IN FACIES DI BRECCIA SABBIOSA

Da **0,70 m min - 3,00 m**: trattasi di limi sabbiosi e/o sabbie limose con comportamento meccanico proprio delle terre granulari (attritivo);

<b>PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO</b>	(z)	<b>3,00</b>	m	
<b>SPESORE DELLO STRATO</b>		<b>1,80</b>	m	
<b>N<sub>20</sub></b>		<b>22</b>		PS_20220901_198
<b>RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA</b>		<b>23</b>	Mpa	PS_20220901_198
<b>N<sub>SPT</sub></b>		<b>24</b>		f.c.=1,1
<b>ANGOLO D'ATTRITO</b>	(φ)	<b>38</b>	°	Meyerhof
<b>COESIONE NON DRENATA</b>	(C <sub>u</sub> )	<b>10</b>	kPa	
<b>DENSITÀ RELATIVA</b>	D <sub>r</sub>	-	%	
<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>	(γ <sub>nat</sub> )	<b>19,6</b>	kN/m <sup>3</sup>	Meyerhof
<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>8,8</b>	MPa	Bowles
<b>MODULO EDOMETRICO</b>	(E <sub>d</sub> )	<b>7,6</b>	MPa	Begemann

#### ANDESITE LAPIDEA

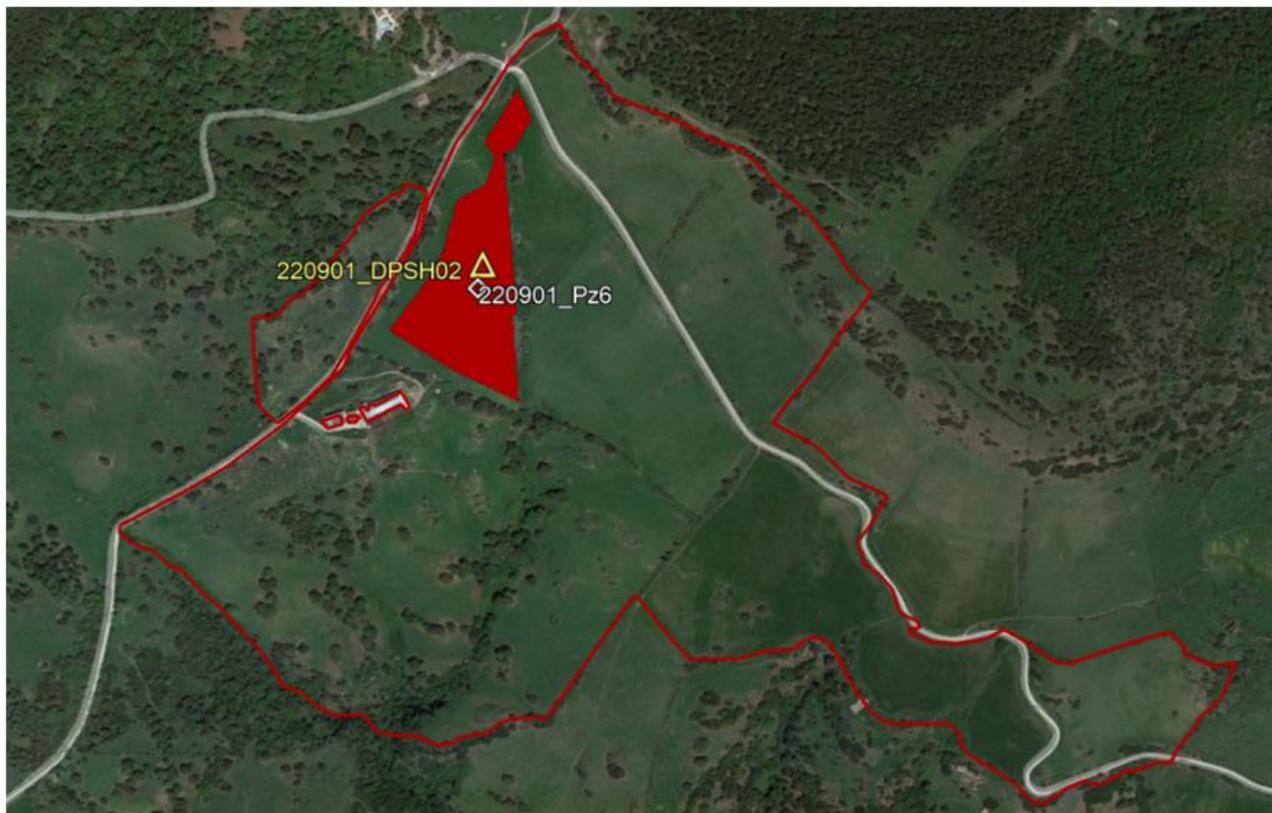
Da **3,00 m max e oltre**: piroclastiti lapidee molto consistenti. Il comportamento meccanico è quello proprio di un ammasso roccioso, che ha comportato il rifiuto all'avanzamento della prova penetrometrica DPSH eseguita.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata effettuata sulla base delle conoscenze dello scrivente circa le caratteristiche strutturali locali dello stesso e adottando il metodo di Beniawsky (1989), noto anche come RMR System.

<b>PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO</b>	(z)	-	m	
<b>SPESORE DELLO STRATO</b>		-	m	
<b>N<sub>20</sub></b>		<b>&gt;50</b>		PS_20220901_198
<b>RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA</b>		-	Mpa	PS_20220901_198
<b>N<sub>SPT</sub></b>		<b>&gt;50</b>		f.c.=1,1
<b>ANGOLO D'ATTRITO</b>	(φ)	<b>25÷35</b>	°	RMR System - Beniawsky (1989)
<b>COESIONE NON DRENATA</b>	(C <sub>u</sub> )	<b>200÷300</b>	kPa	RMR System - Beniawsky (1989)
<b>DENSITÀ RELATIVA</b>	D <sub>r</sub>	-	%	
<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>	(γ <sub>nat</sub> )	<b>20÷22</b>	kN/m <sup>3</sup>	RMR System - Beniawsky (1989)
<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>52</b>	MPa	RMR System - Beniawsky (1989)

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b> 0	0
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	27 di 35

### 3.1.3 ZONA N°3



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220901\_Pz6) e con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica (220901\_DPSH02). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi direttamente poggiata su un deposito colluviale costituito da ciottoli e trovanti caoticamente dispersi in una matrice limoso sabbiosa nerastra umida e plastica poco compatta.

#### SUOLO SUPERFICIALE

Da **0,00 m - 0,60 m max**: copertura pedogenetica superficiale in facies limoso sabbiosa con comportamento meccanico proprio delle terre fini (coesivo)

<b>PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO</b>	(z)	<b>0,60</b>	m	
<b>SPESORE DELLO STRATO</b>		<b>0,60</b>	m	
<b>N<sub>20</sub></b>		<b>12</b>		PS_20220901_198
<b>RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA</b>		<b>23</b>	Mpa	PS_20220901_198
<b>N<sub>SPT</sub></b>		<b>13</b>		f.c.=1,1
<b>ANGOLO D'ATTRITO</b>	(φ)	<b>0</b>	°	
<b>COESIONE NON DRENATA</b>	(C <sub>u</sub> )	<b>84</b>	kPa	Sanglerat
<b>DENSITÀ RELATIVA</b>	D <sub>r</sub>	-	%	
<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>	(γ <sub>nat</sub> )	<b>20,0</b>	kN/m <sup>3</sup>	Meyerhof
<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>13</b>	MPa	Schultze
<b>MODULO EDOMETRICO</b>	(E <sub>d</sub> )	<b>7,8</b>	MPa	Stroud-Butler

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>28 di 35</b>

Trattandosi di terreni superficiali il comportamento meccanico potrebbe cambiare notevolmente nelle stagioni opposte: i seguenti parametri sono pertanto da riferire all'attuale stagione estiva. Le evidenti forme di ritiro volumetrico, ben osservabili nel piano campagna, evidenziano una importante capacità del suolo ad imbibirsi d'acqua; una volta raggiunte la condizione di saturazione questa potrebbe comportare una importante diminuzione della resistenza meccanica rispetto a quella relativa ai parametri di cui nella soprastante tabella.

#### DEPOSITI COLLUVIALI

Da **0,60 m - 2,00 m max**: il dimensionamento geotecnico riguarda l'abbondante matrice limoso sabbiosa nerastra che caratterizza lo strato, trascurando la presenza dei ciottoli e dei trovanti. Il comportamento meccanico è, quindi, proprio delle terre fini (coesivo)

PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO	(z)	<b>2,00</b>	m	
SPESORE DELLO STRATO		<b>1,40</b>	m	
N <sub>20</sub>		<b>10</b>		PS_20220901_199
RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA		<b>23</b>	Mpa	PS_20220901_199
N <sub>SPT</sub>		<b>11</b>		f.c.=1,1
ANGOLO D'ATTRITO	(φ)	<b>0</b>	°	
COESIONE NON DRENATA	(C <sub>u</sub> )	<b>72</b>	kPa	Sanglerat
DENSITÀ RELATIVA	D <sub>r</sub>	-	%	
PESO DI VOLUME NATURALE	(γ <sub>nat</sub> )	<b>19,5</b>	kN/m <sup>3</sup>	Meyerhof
MODULO ELASTICO	(E)	<b>10,4</b>	MPa	Schultze
MODULO EDOMETRICO	(E <sub>d</sub> )	<b>4,9</b>	MPa	Stroud-Butler

#### ANDESITE IN FACIES DI BRECCIA SABBIOSA

Da **2,00 m min - 2,40 m**: dato l'esiguo spessore e gli elevati valori di resistenza dinamica rilevati si trascura il dimensionamento geotecnico dello strato che può essere stratigraficamente annesso a quello sottostante;

#### ANDESITE LAPIDEA

Da **2,40 m e oltre**: piroclastiti lapidee molto consistenti. Il comportamento meccanico è quello proprio di un ammasso roccioso, che ha comportato il rifiuto all'avanzamento della prova penetrometrica DPSH eseguita.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata effettuata sulla base delle conoscenze dello scrivente circa le caratteristiche strutturali locali dello stesso e adottando il metodo di Beniauskis (1989), noto anche come RMR System.

PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO	(z)	-	m	
SPESORE DELLO STRATO		-	m	
N <sub>20</sub>		<b>&gt;50</b>		PS_20220901_198
RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA		-	Mpa	PS_20220901_198
N <sub>SPT</sub>		<b>&gt;50</b>		f.c.=1,1
ANGOLO D'ATTRITO	(φ)	<b>25÷35</b>	°	RMR System - Beniauskis (1989)
COESIONE NON DRENATA	(C <sub>u</sub> )	<b>200÷300</b>	kPa	RMR System - Beniauskis (1989)
DENSITÀ RELATIVA	D <sub>r</sub>	-	%	

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>29 di 35</b>

<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>	( $\gamma_{nat}$ )	<b>20÷22</b>	kN/m <sup>3</sup>	RMR System - Beniawsky (1989)
<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>52</b>	MPa	RMR System - Beniawsky (1989)

### 3.1.4 ZONA N°4



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220901\_Pz4). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi direttamente poggiata sul basamento lapideo; tra i due strati possono interpersi spessori variabili di depositi eluviali in facies sabbiosa.

#### SUOLO SUPERFICIALE

Da **0,00 m - 0,40 m max**: copertura pedogenetica superficiale in facies limoso sabbiosa con comportamento meccanico proprio delle terre fini (coesivo). Il dimensionamento geotecnico è stato conseguito utilizzando i dati forniti dalle prove eseguite nelle altre zone (DPSH01)

<b>PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO</b>	(z)	<b>0,40</b>	m	
<b>SPESSORE DELLO STRATO</b>		<b>0,40</b>	m	
<b>N<sub>20</sub></b>		<b>12</b>		PS_20220901_198
<b>RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA</b>		<b>23</b>	Mpa	PS_20220901_198
<b>N<sub>SPT</sub></b>		<b>13</b>		f.c.=1,1

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>30 di 35</b>

<b>ANGOLO D'ATTRITO</b>	( $\phi$ )	<b>0</b>	°	
<b>COESIONE NON DRENATA</b>	( $C_u$ )	<b>84</b>	kPa	Sanglerat
<b>DENSITÀ RELATIVA</b>	$D_r$	-	%	
<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>	( $\gamma_{nat}$ )	<b>20,0</b>	kN/m <sup>3</sup>	Meyerhof
<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>13</b>	MPa	Schultze
<b>MODULO EDOMETRICO</b>	( $E_d$ )	<b>7,8</b>	MPa	Stroud-Butler

Trattandosi di terreni superficiali il comportamento meccanico potrebbe cambiare notevolmente nelle stagioni opposte: i seguenti parametri sono pertanto da riferire all'attuale stagione estiva. Le evidenti forme di ritiro volumetrico, ben osservabili nel piano campagna, evidenziano una importante capacità del suolo ad imbibirsi d'acqua; una volta raggiunte la condizione di saturazione questa potrebbe comportare una importante diminuzione della resistenza meccanica rispetto a quella relativa ai parametri di cui nella soprastante tabella.

#### ANDESITE LAPIDEA

Da **0,40 m e oltre**: piroclastiti lapidee molto consistenti. Il comportamento meccanico è quello proprio di un ammasso roccioso, che ha comportato il rifiuto all'avanzamento delle prove penetrometriche DPSH eseguite.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata effettuata sulla base delle conoscenze dello scrivente circa le caratteristiche strutturali locali dello stesso e adottando il metodo di Beniauskas (1989), noto anche come RMR System.

<b>PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO</b>	(z)	-	m	
<b>SPESSORE DELLO STRATO</b>		-	m	
<b>N<sub>20</sub></b>		<b>&gt;50</b>		PS_20220901_198
<b>RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA</b>		-	Mpa	PS_20220901_198
<b>N<sub>SPT</sub></b>		<b>&gt;50</b>		f.c.=1,1
<b>ANGOLO D'ATTRITO</b>	( $\phi$ )	<b>25÷35</b>	°	RMR System - Beniauskas (1989)
<b>COESIONE NON DRENATA</b>	( $C_u$ )	<b>200÷300</b>	kPa	RMR System - Beniauskas (1989)
<b>DENSITÀ RELATIVA</b>	$D_r$	-	%	
<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>	( $\gamma_{nat}$ )	<b>20÷22</b>	kN/m <sup>3</sup>	RMR System - Beniauskas (1989)
<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>52</b>	MPa	RMR System - Beniauskas (1989)

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>31 di 35</b>

### 3.1.5 ZONA N°5



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220901\_Pz5). Nell'area si rileva la presenza di una copertura terrosa da pedogenesi direttamente poggiata sul basamento lapideo; tra i due strati possono interpersi spessori variabili di depositi detritici.

#### SUOLO SUPERFICIALE

Da **0,00 m - 0,50 m max**: copertura pedogenetica superficiale in facies limoso sabbiosa con comportamento meccanico proprio delle terre fini (coesivo). Il dimensionamento geotecnico è stato conseguito utilizzando i dati forniti dalle prove eseguite nelle altre zone (DPSH01)

PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO	(z)	<b>0,50</b>	m	
SPESORE DELLO STRATO		<b>0,50</b>	m	
N <sub>20</sub>		<b>12</b>		PS_20220901_198
RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA		<b>23</b>	Mpa	PS_20220901_198
N <sub>SPT</sub>		<b>13</b>		f.c.=1,1
ANGOLO D'ATTRITO	(φ)	<b>0</b>	°	
COESIONE NON DRENATA	(C <sub>u</sub> )	<b>84</b>	kPa	Sanglerat
DENSITÀ RELATIVA	D <sub>r</sub>	-	%	
PESO DI VOLUME NATURALE	(γ <sub>nat</sub> )	<b>20,0</b>	kN/m <sup>3</sup>	Meyerhof

 	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>32 di 35</b>

<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>13</b>	MPa	Schultze
<b>MODULO EDOMETRICO</b>	(E <sub>d</sub> )	<b>7,8</b>	MPa	Stroud-Butler

Trattandosi di terreni superficiali il comportamento meccanico potrebbe cambiare notevolmente nelle stagioni opposte: i seguenti parametri sono pertanto da riferire all'attuale stagione estiva. Le evidenti forme di ritiro volumetrico, ben osservabili nel piano campagna, evidenziano una importante capacità del suolo ad imbibirsi d'acqua; una volta raggiunte la condizione di saturazione questa potrebbe comportare una importante diminuzione della resistenza meccanica rispetto a quella relativa ai parametri di cui nella soprastante tabella.

#### ANDESITE LAPIDEA

Da **0,50 m e oltre**: piroclastiti lapidee molto consistenti. Il comportamento meccanico è quello proprio di un ammasso roccioso, che ha comportato il rifiuto all'avanzamento della prova penetrometriche DPSH eseguite.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata effettuata sulla base delle conoscenze dello scrivente circa le caratteristiche strutturali locali dello stesso e adottando il metodo di Beniawsky (1989), noto anche come RMR System.

<b>PROFONDITÀ BASE DELLO STRATO</b>	(z)	-	m	
<b>SPESSORE DELLO STRATO</b>		-	m	
<b>N<sub>20</sub></b>		<b>&gt;50</b>		PS_20220901_198
<b>RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA</b>		-	Mpa	PS_20220901_198
<b>N<sub>SPT</sub></b>		<b>&gt;50</b>		f.c.=1,1
<b>ANGOLO D'ATTRITO</b>	(φ)	<b>25÷35</b>	°	RMR System - Beniawsky (1989)
<b>COESIONE NON DRENATA</b>	(C <sub>u</sub> )	<b>200÷300</b>	kPa	RMR System - Beniawsky (1989)
<b>DENSITÀ RELATIVA</b>	D <sub>r</sub>	-	%	
<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>	(γ <sub>nat</sub> )	<b>20÷22</b>	kN/m <sup>3</sup>	RMR System - Beniawsky (1989)
<b>MODULO ELASTICO</b>	(E)	<b>52</b>	MPa	RMR System - Beniawsky (1989)

  	<p align="center"><b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b></p>	<p align="center"><b>Rev.</b></p>	<p align="center"><b>0</b></p>
	<p align="center"><b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b></p>	<p align="center"><b>Pag.</b></p>	<p align="center">33 di 35</p>

#### 4 CONCLUSIONI

In riferimento al progetto per la realizzazione di un IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW, è stato commissionato allo scrivente geologo dott. Alessandro Stancari<sup>2</sup>, dalla TEP RENEWABLES S.R.L, lo studio necessario alla stesura della presente RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA le cui finalità, riferite all'area in oggetto, sono:

- Descrivere, in generale, le caratteristiche geologiche stratigrafiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area vasta che include le aree;
- Conseguire la parametrizzazione geotecnica per i terreni interessati dai carichi di esercizio delle soprastrutture in progetto;
- Conseguire la caratterizzazione sismica del sito in conformità alla normativa vigente.

Le osservazioni e i dimensionamenti si basano su:

- Una analisi geologica dell'area di interesse basata sul dato bibliografico edito disponibile e sulle risultanze del rilevamento di campagna appositamente effettuato.
- N° 7 (sette) saggi di scavo geognostici
- N° 2 (due) prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH
- N° 2 (due) analisi sismiche mediante metodo MASW e rifrazione
- Dati provenienti da indagini eseguite dallo scrivente in aree adiacenti e geotecnicamente assimilabili.

Il substrato locale è costituito da terreni ascrivibili ad una unità di origine vulcanica del Miocene inferiore, denominata Unità delle Lave di Osilo (**OSL**). Gli affioramenti di questa unità sono costituiti essenzialmente da lave di tipo andesitico di colore grigio scuro in colate e duomi. Nell'area in studio si rileva frequentemente una caratteristica litofacies di tale ammasso vulcanico, caratterizzata da "brecce" costituite da elementi poliedrici, eterometrici, anche pluridecimetrici, di andesite immersi in una abbondante matrice con la granulometria della sabbia grossa, a cui sporadicamente si intercalano, con contatti netti, banchi di lave massive di debole spessore. Questa facies per lo più è direttamente ricoperta dallo strato da pedogenesi, ma talvolta, tra i due strati, si interpongono dei depositi colluviali o alluvionali che, in certe aree sono caratterizzati da trovanti con dimensione del metro.

L'assetto geologico dominante, che prevede la facies brecciata delle andesiti alla base sovrastata dal corpo pedologico, conferisce all'area in studio un assetto planimetrico generale molto dolce, seppure i dislivelli massimi assoluti superino abbondantemente i 20 m. Si può quindi affermare che le condizioni generali geomorfologiche e strutturali sono da considerare stabili.

Il reticolo idrografico è caratterizzato da bacini di I grado, con regime a forte carattere stagionale.

L'area vasta in studio, risulta inclusa nella fascia H<sub>90</sub> secondo il PAI 2018 Rev. 42 - PERICOLO FRANA: la realizzazione dell'intero intervento dovrà, quindi, essere esclusivamente coerente agli strumenti urbanistici in vigore nell'area in studio ed ai piani di settore vigenti il cui compito volgerà a disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, e, in particolare, la realizzazione dei nuovi impianti in progetto.

Le indagini effettuate non hanno individuato, per le profondità raggiunte, la presenza di falde imbrifere; tuttavia, si ritiene più che probabile la presenza, quanto meno stagionale, di una falda imbrifera sostenuta dal basamento lapideo locale (OSL), oltre che la presenza di circolazioni idriche profonde ( $\approx 10,0 \div 20,0$  m) per permeabilità di tipo fissurale

<sup>2</sup> Albo dei geologi della Regione Sardegna n° 541

  	<p align="center"><b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b></p>	<p align="center"><b>Rev.</b></p>	<p align="center"><b>0</b></p>
	<p align="center"><b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b></p>	<p align="center"><b>Pag.</b></p>	<p align="center">34 di 35</p>

La caratterizzazione geotecnica svolta ha evidenziato la presenza di terreni con comportamento meccanico sia attritivo che coesivo, entrambi contraddistinti da valori dei parametri geotecnici molto elevati; al di sotto di questi, con profondità minime dell'ordine del metro e massime di circa 4 m, è presente il substrato lapideo.

Per le caratteristiche tecniche dell'indagine geofisica e per i relativi risultati conseguiti si rimanda al Report Sismico allegato alla presente relazione.

Sanluri, settembre 2022

Dott. Geol. Alessandro Stancari



  	<p align="center"><b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</b></p>	<p align="center"><b>Rev.</b></p>	<p align="center"><b>0</b></p>
	<p align="center"><b>21-00018-IT-SAMURA_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</b></p>	<p align="center"><b>Pag.</b></p>	<p align="center">35 di 35</p>

## 5 ALLEGATI

In allegato alla presente relazione:

1. Certificati prova penetrometrica DPSH: PS\_20220901\_198 e PS\_20220901\_199
2. Report Sismico: INDAGINE GEOFISICA

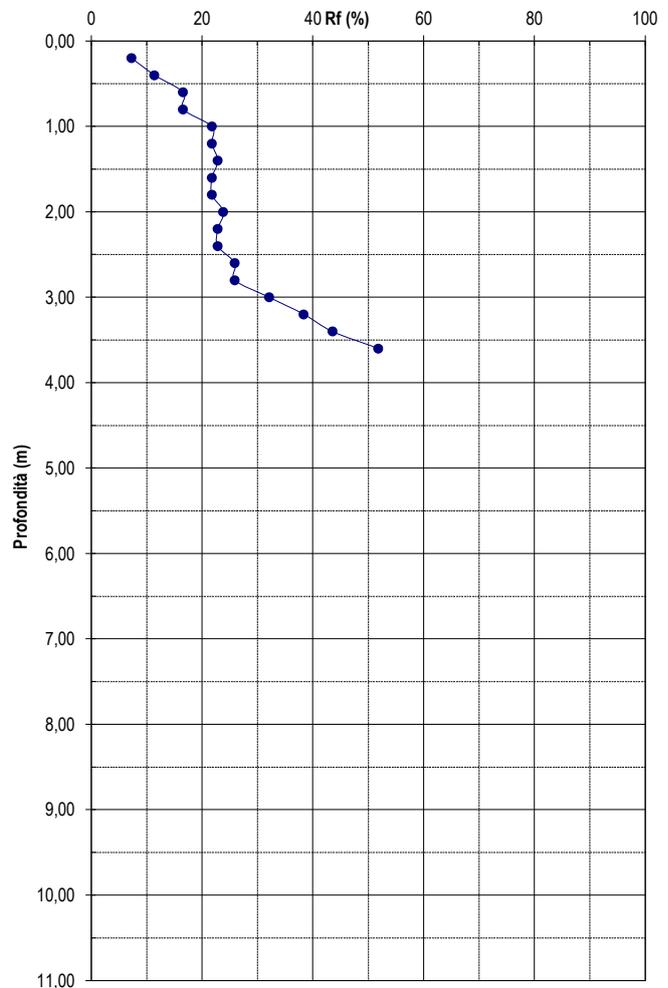
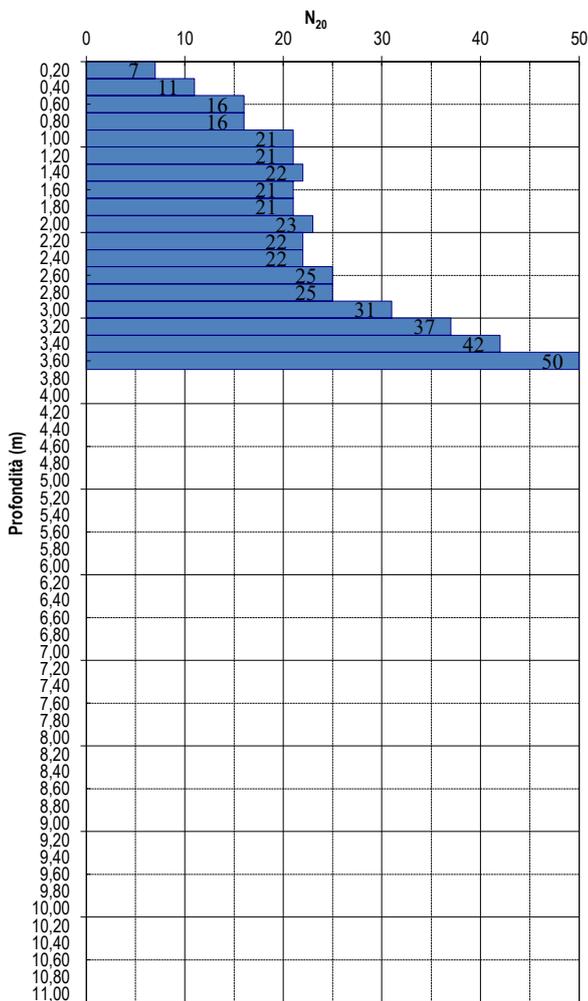


SEDE LEGALE E UFFICI Via Lorenzo il Magnifico n. 7  
09134 Cagliari (Italy)  
LABORATORIO Via Cagliari n. 33  
Zona Industriale di Sanluri  
TELEFONO / FAX +39 070 501363  
E MAIL info@geotechna.eu  
PEC geotechna.cagliari@pec.it

CERTIFICATO N.: PS\_20220901\_198  
COMMITTENTE: TEP Srl  
LOCALITA': Nulvi (SS)  
CANTIERE: Fotovoltaico Agricolo Sa Mura  
NOME PROVA 220901\_DPSH01  
PREFORO 0 (m)  
LIVELLO FALDA N.D. (m)  
TECNICO OPER. Dott. Alessandro STANCARI

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA [ISSMFE 1988-89]

DATA INIZIO PROVA: 01/09/2022  
PENETROMETRO Pagani mod: Tg 63-200  
DISPOSITIVO BATTITURA DPSH-B  
CARATTERISTICHE DELLA PUNTA: Apertura: 90° - Superficie base: 20 cm<sup>2</sup>



IL TECNICO DI LABORATORIO  
Dott. Geol. Alessandro Stancari

IL DIRETTORE TECNICO:  
Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina

Profondità (m)	N <sub>20</sub>	Rpd (kg/cm <sup>2</sup> )	Rpd (MPa)
0,2	7	74,02	7,3
0,4	11	116,31	11,4
0,6	16	169,19	16,6
0,8	16	169,19	16,6
1	21	222,06	21,8
1,2	21	222,06	21,8
1,4	22	232,63	22,8
1,6	21	222,06	21,8
1,8	21	222,06	21,8
2	23	243,20	23,9
2,2	22	232,63	22,8
2,4	22	232,63	22,8
2,6	25	264,35	25,9
2,8	25	264,35	25,9
3	31	327,80	32,1
3,2	37	391,24	38,4
3,4	42	444,11	43,6
3,6	50	528,70	51,8

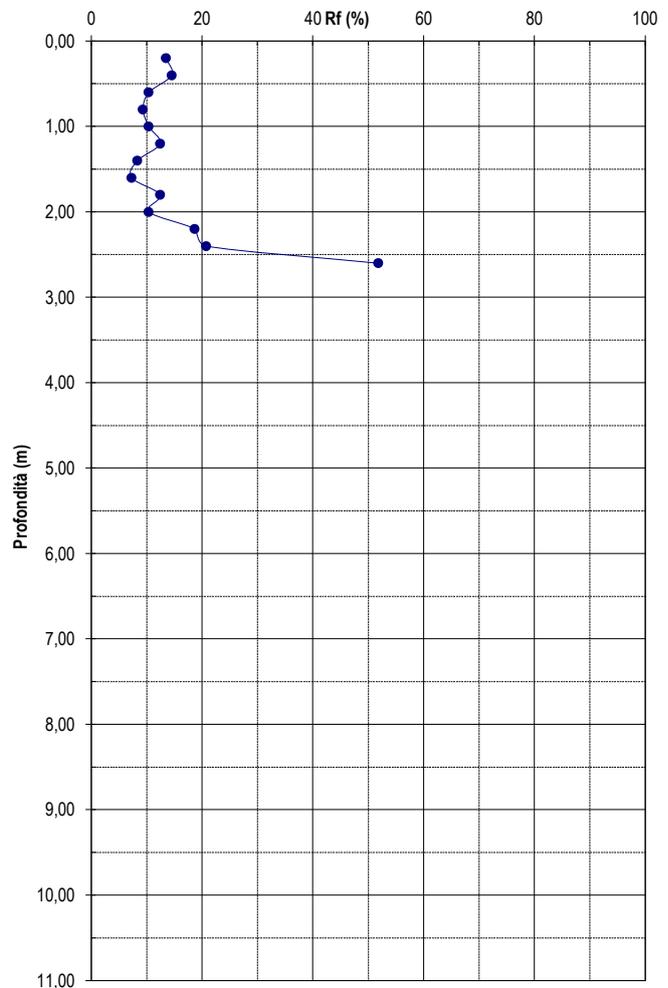
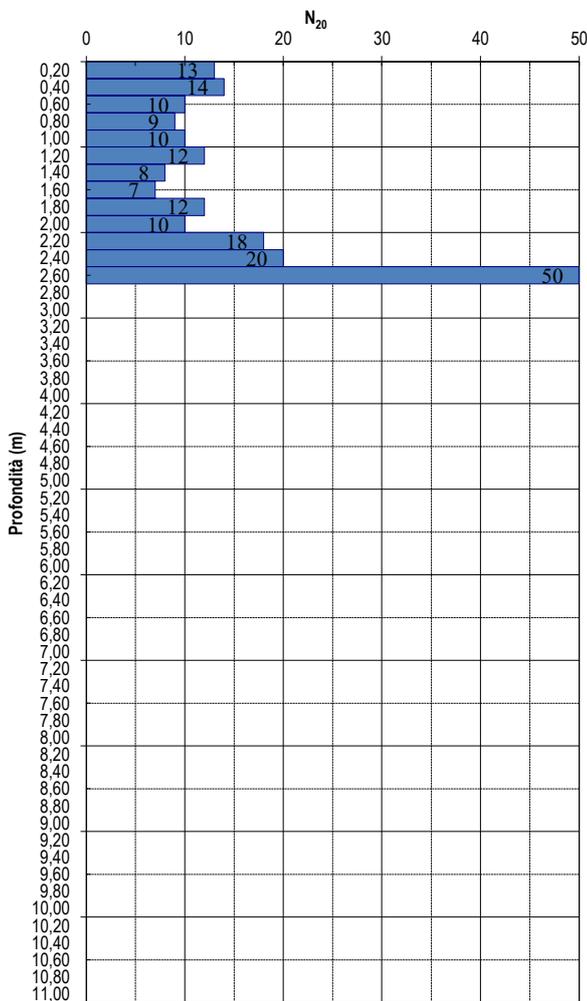


SEDE LEGALE E UFFICI Via Lorenzo il Magnifico n. 7  
09134 Cagliari (Italy)  
LABORATORIO Via Cagliari n. 33  
Zona Industriale di Sanluri  
TELEFONO / FAX +39 070 501363  
E MAIL info@geotechna.eu  
PEC geotechna.cagliari@pec.it

CERTIFICATO N.: PS\_20220901\_199  
COMMITTENTE: TEP Srl  
LOCALITA': Nulvi (SS)  
CANTIERE: Fotovoltaico Agricolo Sa Mura  
NOME PROVA: 220901\_DPSH02  
PREFORO: 0 (m)  
LIVELLO FALDA: N.D. (m)  
TECNICO OPER.: Dott. Alessandro STANCARI

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA [ISSMFE 1988-89]

DATA INIZIO PROVA: 01/09/2022  
PENETROMETRO: Pagani mod: Tg 63-200  
DISPOSITIVO BATTITURA: DPSH-B  
CARATTERISTICHE DELLA PUNTA: Apertura: 90° - Superficie base: 20 cm<sup>2</sup>



IL TECNICO DI LABORATORIO  
Dott. Geol. Alessandro Stancari

IL DIRETTORE TECNICO:  
Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina

Profondità (m)	N <sub>20</sub>	Rpd (kg/cm <sup>2</sup> )	Rpd (MPa)
0,2	13	137,46	13,5
0,4	14	148,04	14,5
0,6	10	105,74	10,4
0,8	9	95,17	9,3
1	10	105,74	10,4
1,2	12	126,89	12,4
1,4	8	84,59	8,3
1,6	7	74,02	7,3
1,8	12	126,89	12,4
2	10	105,74	10,4
2,2	18	190,33	18,7
2,4	20	211,48	20,7
2,6	50	528,70	51,8



**Dott. Geol. Mario Collu**  
C.FISC: CLLMRA72A18H856W  
P.IVA: 02592760926

**Via: Via Cavour 7**  
**09035 Gonnosfanadiga - SU**  
**Tel: 3496413891**  
**Email: collu.geo@gmail.com**

## **INDAGINE GEOFISICA**

**Data: AGOSTO 2022**

**Il committente**

**Il Tecnico**  
**GEOL. MARIO COLLU**

## INDICE

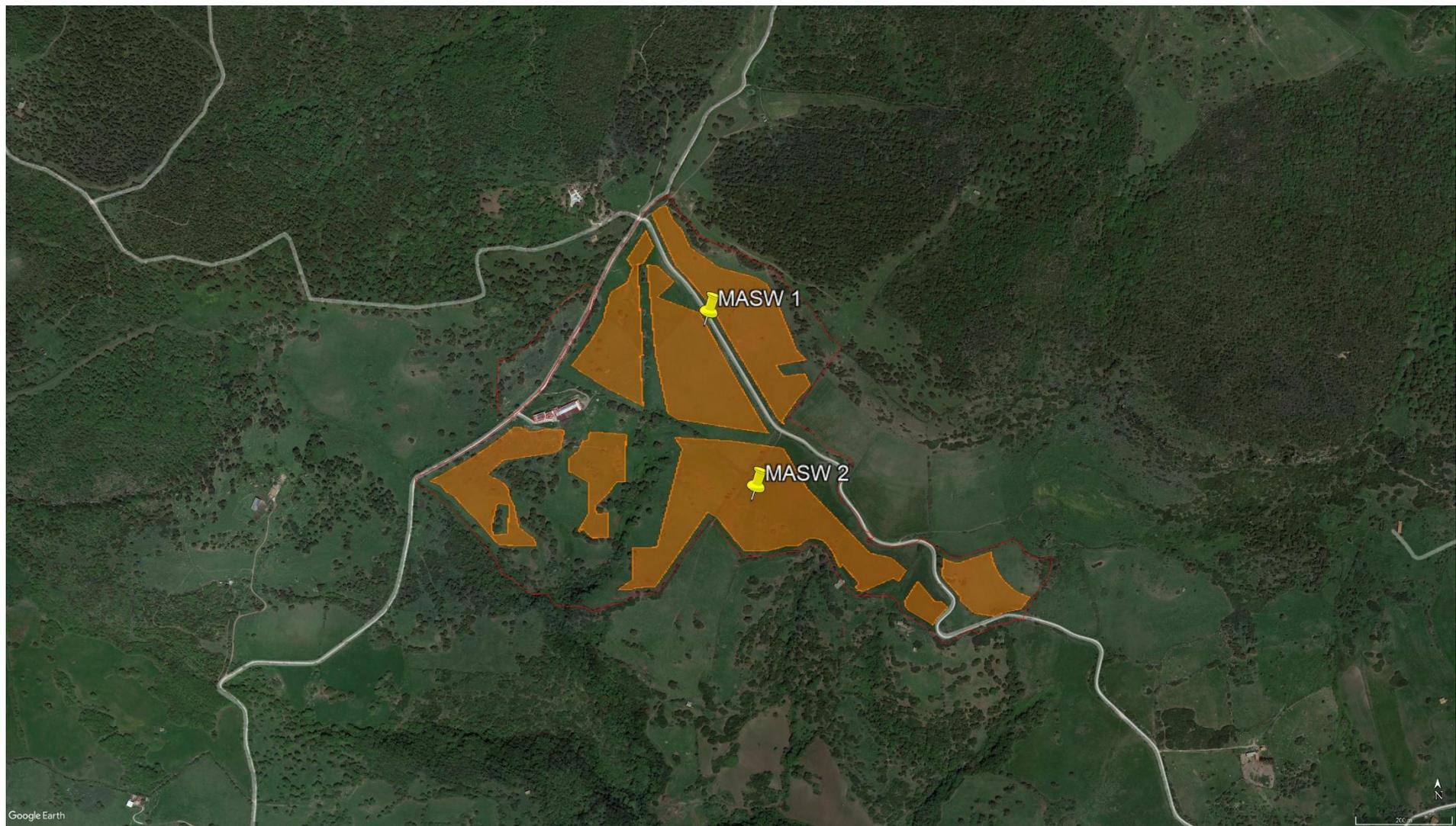
1.0	Premessa .....	2
2.0	Dati generali e localizzazione .....	2
3.0	Indagini sismiche .....	4
3.1	MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) .....	4
3.1.1	Tecnica e parametri utilizzati .....	4
3.1.2	Strumentazione utilizzata.....	5
3.1.3	Elaborazione dei dati.....	5
3.1.4	Categorie di sottosuolo .....	6
3.2	RIFRAZIONE .....	7
3.2.1	Elaborazione .....	7
4.0	MASW 1.....	8
4.1	Localizzazione e foto .....	8
4.2	Risultati dell'indagine MASW M1.....	9
4.2.1	Tracce .....	9
4.2.2	Analisi spettrale e curva di dispersione.....	9
4.2.3	Inversione, profilo di velocità e sismostratigrafia .....	10
4.2.4	Risultati: categoria di sottosuolo e altri parametri geotecnici.....	12
4.2.5	Altri parametri geotecnici.....	12
4.3	Risultati dell'indagine sismica rifrazione R1 .....	13
5.0	MASW 2.....	14
5.1	Localizzazione e foto .....	14
5.2	Risultati dell'indagine MASW 2 .....	15
5.2.1	Tracce .....	15
5.2.2	Analisi spettrale e curva di dispersione.....	15
5.2.3	Inversione, profilo di velocità e sismostratigrafia .....	16
5.2.4	Risultati: categoria di sottosuolo e altri parametri geotecnici.....	18
5.2.5	Altri parametri geotecnici.....	18
5.3	Risultati dell'indagine sismica rifrazione R2 .....	19

## **1.0 PREMESSA**

## **2.0 DATI GENERALI E LOCALIZZAZIONE**

L'indagine geosismica è stata eseguita nell'ambito del progetto per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico nel Comune di Nulvi (SS)

L'ubicazione generale è riportata in Figura 1.



**Figura 1. Inquadramento geografico degli interventi previsti (fonte Google Earth)**

## 3.0 INDAGINI SISMICHE

La sismica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- S-Trasversale: onda profonda di taglio;
- L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### 3.1 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità sfruttando le Onde di Rayleigh – "R".

#### 3.1.1 Tecnica e parametri utilizzati

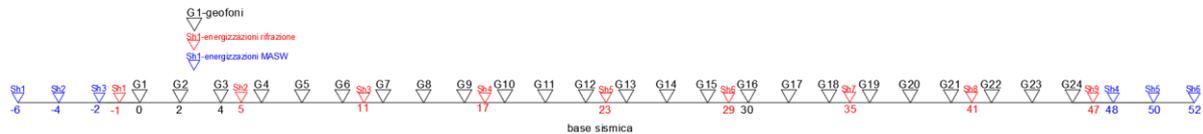
Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo." (da Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves – V. Roma 2006).

L'indagine svolta ha visto l'applicazione di tecnica M.A.S.W. di tipo attivo, ossia misura del comportamento dei terreni a seguito di un'energizzazione.

L'indagine si sviluppa mediante la materializzazione sul terreno di una linea retta con la posa di una fettuccia metrica. A seguire vengono posizionati i geofoni intervallati ad una distanza pari a 2,0 m. Esternamente alla stesa geofonica, da ora base sismica, a distanza di interesse che può essere pari ad un multiplo della distanza intergeofonica ma anche variabile (in funzione delle disponibilità di

cantiere), sia in andata (ovvero in prossimità del geofono 1) che al ritorno (ovvero all'ultimo geofono posizionato sulla base sismica), vengono svolte delle energizzazioni mediante massa battente pari a Kg 10,0. Nel caso in esame, sono state svolte le energizzazioni in “andata” e in “ritorno” con distanza dal geofono 1 e dal geofono 24 crescente e pari a 2m e 4m e 6m.



Il metodo risulta efficace se la base sismica è ubicata su piano a pendenza costante e per una stratificazione piano parallela al piano topografico.

La maggior profondità di caratterizzazione raggiunta è legata alla minor frequenza registrata. Come già indicato nella figura, una frequenza alta caratterizza gli strati superficiali. La registrazione delle frequenze minori è destinata ai geofoni più lontani dalla sorgente.

Il numero di geofoni utile all'esecuzione ottimale di un'indagine M.A.S.W. è risultato, per il cantiere svolto, di 24 geofoni dei quali sono state utilizzate tutte le tracce. Il tempo dell'acquisizione è stata definita in 2 secondi.

### 3.1.2 Strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione del cantiere d'interesse, ci siamo avvalsi di una strumentazione di acquisizione DoReMi, prodotto da SARA Electronic Instruments, 24bit con frequenza di campionamento 1000 Hz per ognuno dei 24 canali registrati, ciascuno attrezzato con geofoni verticali SARA electronics con frequenza propria di 4.5 Hz

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza battente da 10 kg impattante su piastra di battuta in duralluminio, diametro 18 cm, spessore 4 cm, peso 2 kg.

### 3.1.3 Elaborazione dei dati

Il metodo interpretativo della M.A.S.W. si compone dei seguenti passaggi di analisi dei segnali acquisiti:

- individuazione della variazione del segnale acquisito nel tempo
- analisi di Fourier con definizione dei contenuti spettrali acquisiti nei segnali
- stacking dello spostamento di fase con definizione delle velocità di rotazione retrograda compatibile con il campo di frequenza definita.

A posteriori dell'analisi matematica del segnale acquisito, definito un modello stratigrafico compatibile con la geologia locale, si provvede all'inversione della curva di dispersione ottenendo la sismo-stratigrafia.

### 3.1.4 Categorie di sottosuolo

Le “Norme Tecniche per le Costruzioni” aggiornate con D.M. del 17 gennaio 2018, definiscono le regole per progettare l’opera sia in zona sismica che in zona non sismica.

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale.

Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il “bedrock” attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Per quanto riguarda l’approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall’espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Con:

$h_i$  = spessore dello strato  $i$ -esimo;

$V_{s,i}$  = 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/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità viene riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità

Il sito può essere classificato con il valore delle  $V_s$  equivalenti secondo il seguente schema; ovvero:

Categoria	Descrizione	Profondità m	$V_s$ m/s
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m	Qualsiasi	>800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s	>30	$\geq 360 \leq 800$
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato 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.	>30	$\geq 180 < 360$
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.	>30	<180

Categoria	Descrizione	Profondità m	Vs m/s
E	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 m.	Fino a 30	C - D

## 3.2 RIFRAZIONE

In ambito di indagini indirette l'esplorazione geofisica di sismica a rifrazione risulta tra le metodologie più affermate e meglio sperimentate. Il metodo si basa sugli effetti di rifrazione del segnale sismico in corrispondenza dell'interfaccia tra un mezzo soprastante a velocità sismica minore rispetto ad uno strato sottostante al primo con velocità sismica inferiore.

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di energizzazione/sparo), in corrispondenza di una molteplicità di ricevitori (geofoni) disposti allineati sulla superficie topografica.

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà fisico - meccaniche dei terreni e il grado di addensamento e/o la compattezza dei materiali da queste attraversati.

Le profondità raggiunte sono al massimo la metà della distanza compresa tra lo shot esterno e l'ultimo geofono della stesa sismica sviluppata. È comunque generalmente considerato che la profondità esplorata non superi 1/3 dello sviluppo geometrico sopradescritto.

La capacità risolutiva in termini di spessore degli strati sismici viene ad essere valutato in circa il 25% della distanza geofonica.

Nel caso in esame sono state eseguite 9 energizzazioni (due esterne e sette interne) al fine di meglio descrivere la geometria degli orizzonti rifrattori lungo l'intera base sismica, così come riportato precedentemente.

### 3.2.1 Elaborazione

La prima fase dell'elaborazione delle tracce sismiche consiste nell'individuare i primi arrivi. L'elaborazione dei dati di sismica a rifrazione è stata eseguita secondo il metodo tomografico. Questo metodo permette il superamento dei limiti imposti a livello geometrico dagli strati con inversione di velocità sismica. Di fatto lo sviluppo numerico vede la ricerca dei percorsi dei raggi sismici nello spessore sottostante la stesa sismica, individuando quei tratti a velocità uguale (o comunque contenuta in intervalli preordinati); una successiva campitura del grigliato di celle costruito al di sotto della base sismica permette una rappresentazione grafica che rende meglio leggibile le valutazioni che, per la gran mole di calcoli richiesti in fase di sviluppo del modello numerico, può essere affrontato solo mediante elaboratore elettronico.

## 4.0 MASW 1

### 4.1 Localizzazione e foto

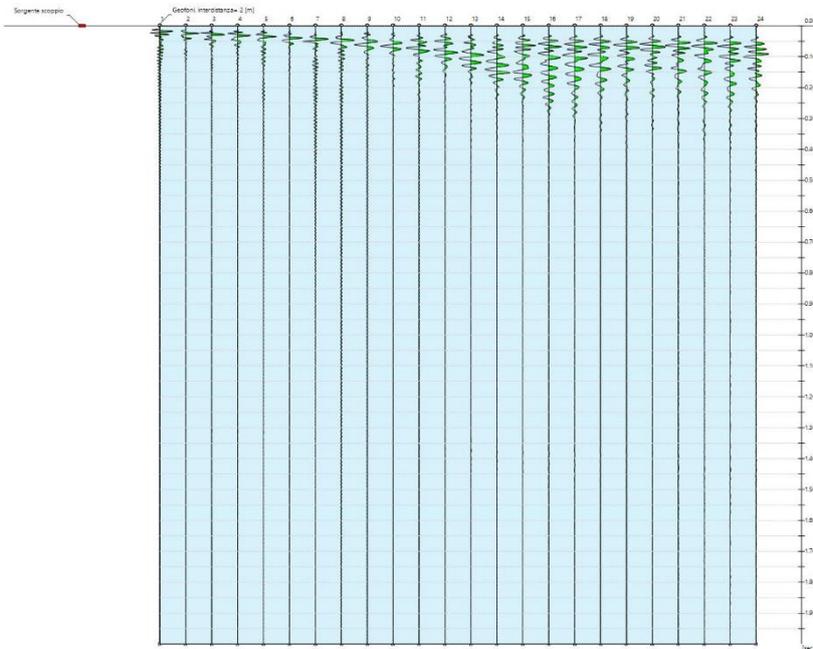
<b>Data</b>	01/09/2022
<b>Latitudine</b>	40.814360°
<b>Longitudine</b>	8.785130°



## 4.2 Risultati dell'indagine MASW M1

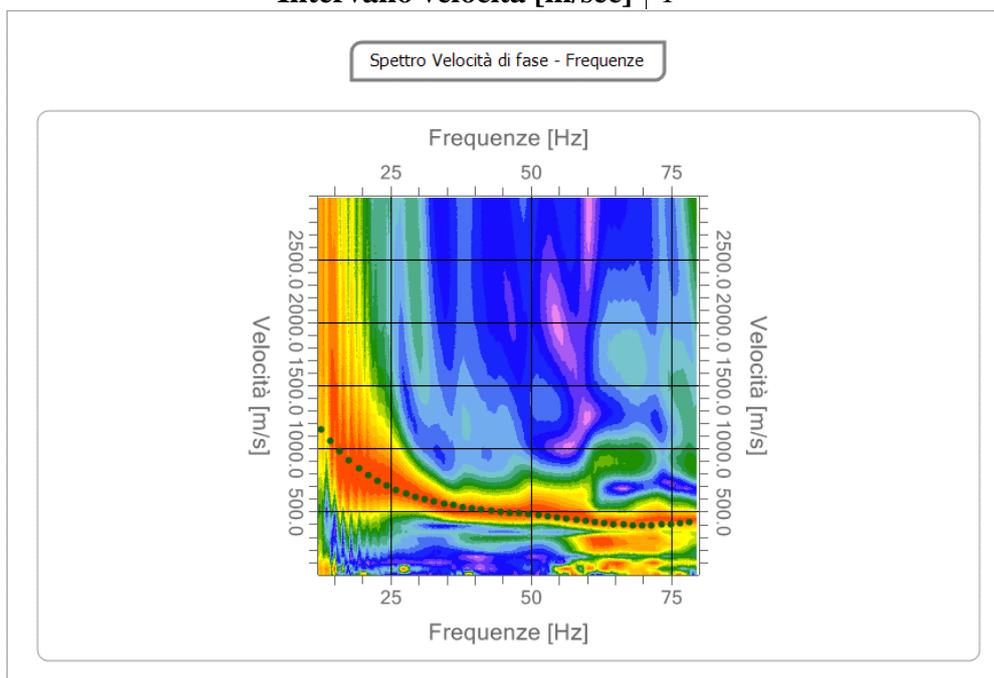
### 4.2.1 Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



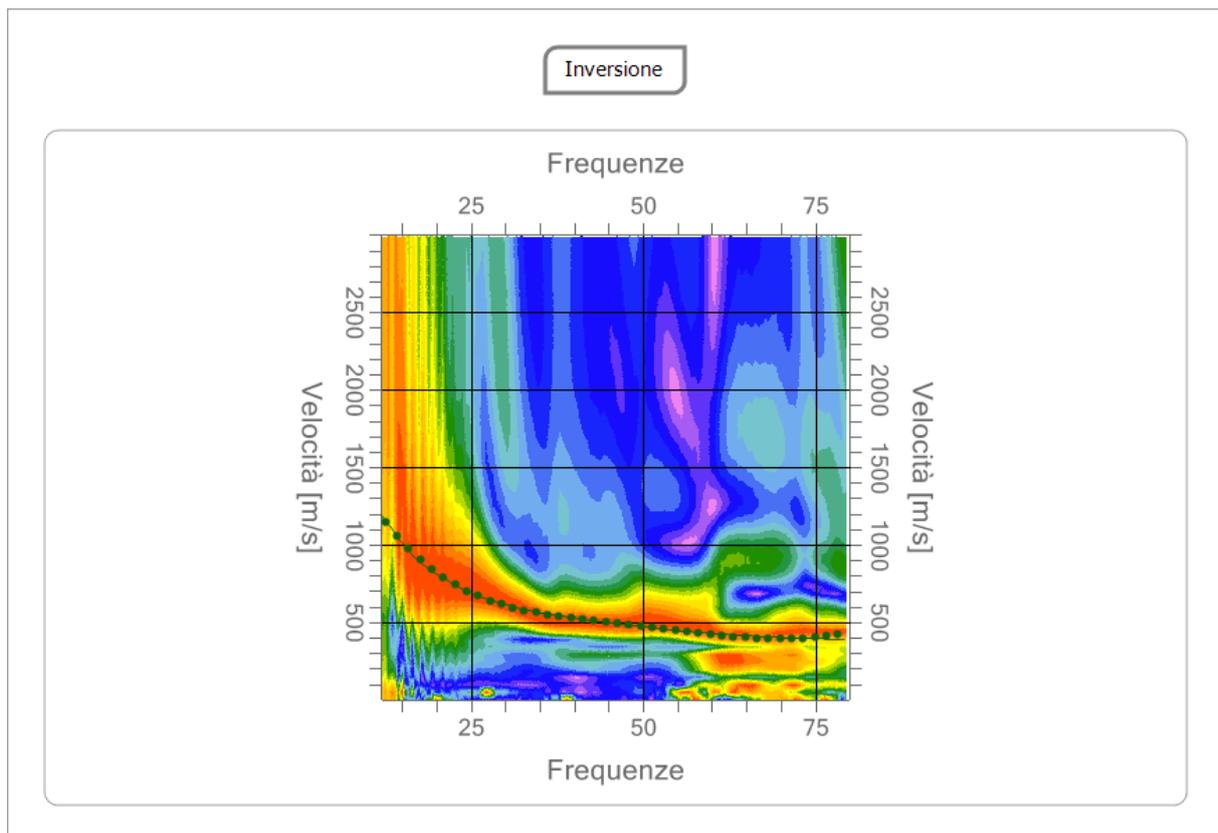
### 4.2.2 Analisi spettrale e curva di dispersione

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	12
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	80
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	3000
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



#### 4.2.3 Inversione, profilo di velocità e sismostratigrafia

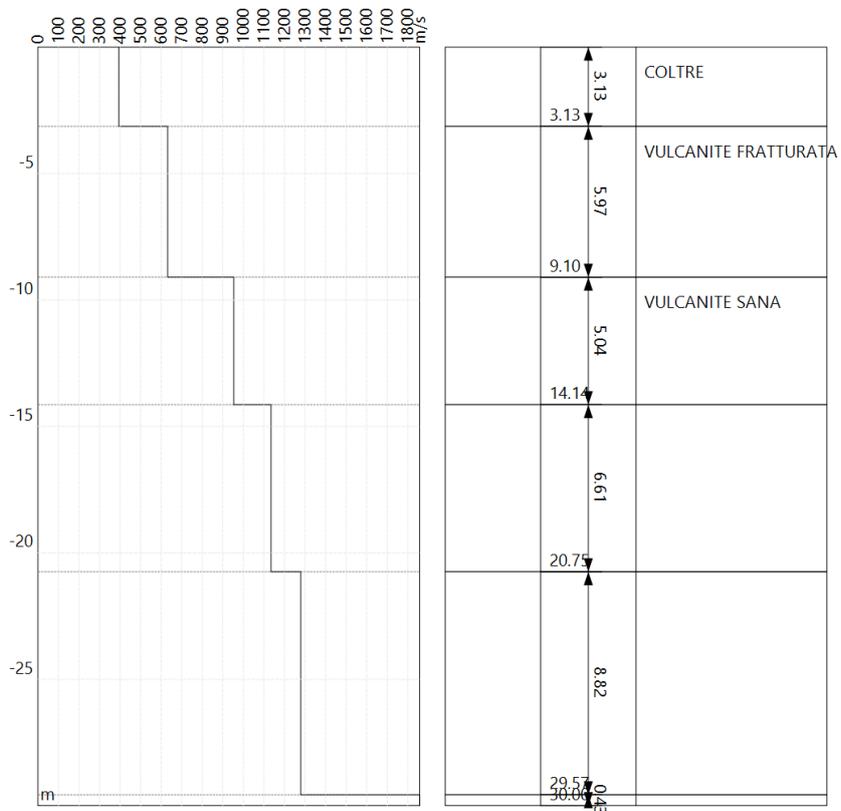
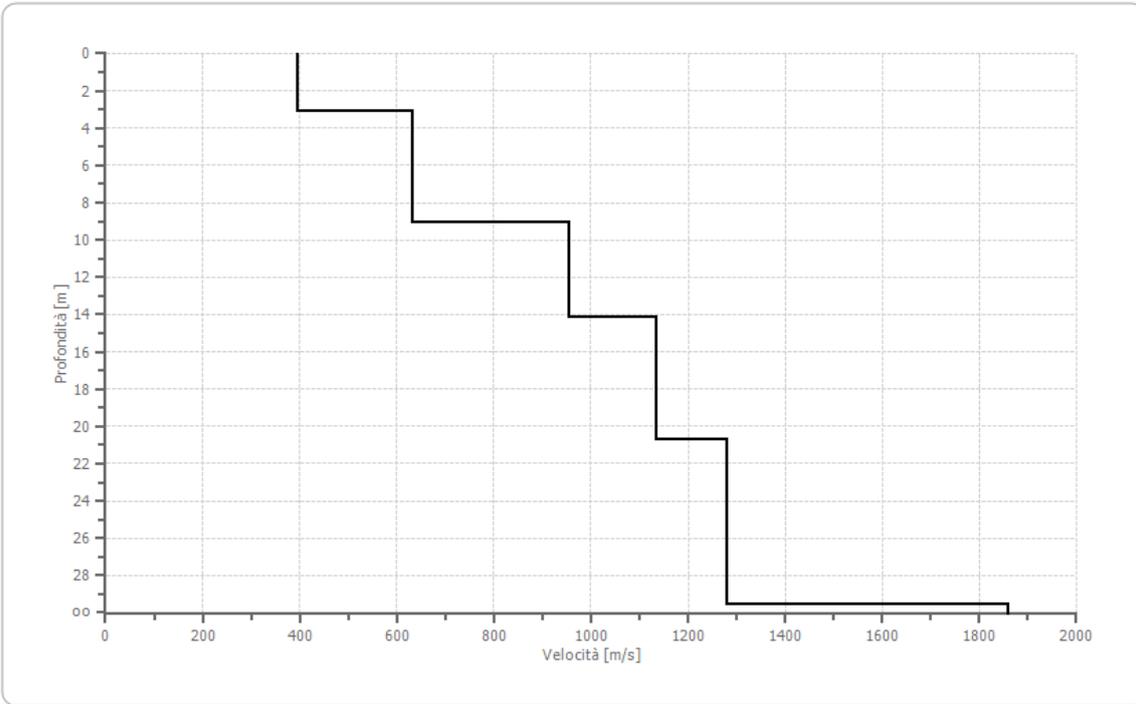
n	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coeff. Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	COLTRE ELUVIALE	3.13	3.13	1800.0	0.35	No	819.9	393.9
2	VULCANITE FRATTURATA	9.10	5.97	1900.0	0.25	No	1093.6	631.4
3	VULCANITE SANA	14.14	5.04	1900.0	0.25	No	1650.9	953.1
4		20.75	6.61	1900.0	0.25	No	1965.4	1134.7
5		29.57	8.82	1900.0	0.25	No	2215.9	1279.4
6		oo	oo	1900.0	0.25	No	3218.7	1858.3



Percentuale di errore

0.019 %

### Profilo di velocità



#### 4.2.4 Risultati: categoria di sottosuolo e altri parametri geotecnici

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=9.10 m)	522.89
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

#### 4.2.5 Altri parametri geotecnici

n	Prof.tà [m]	Spess. [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeff. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	3.13	3.13	393.86	819.89	1800.00	0.35	279.23	1209.98	837.68	753.91
2	9.10	5.97	631.39	1093.60	1900.00	0.25	757.44	2272.31	1262.39	1893.59
3	14.14	5.04	953.12	1650.86	1900.00	0.25	1726.04	5178.12	2876.73	4315.10
4	20.75	6.61	1134.70	1965.35	1900.00	0.25	2446.32	7338.95	4077.19	6115.79
5	29.57	8.82	1279.37	2215.94	1900.00	0.25	3109.91	9329.74	5183.19	7774.78
6	oo	oo	1858.34	3218.74	1900.00	0.25	6561.50	19684.49	10935.83	16403.74

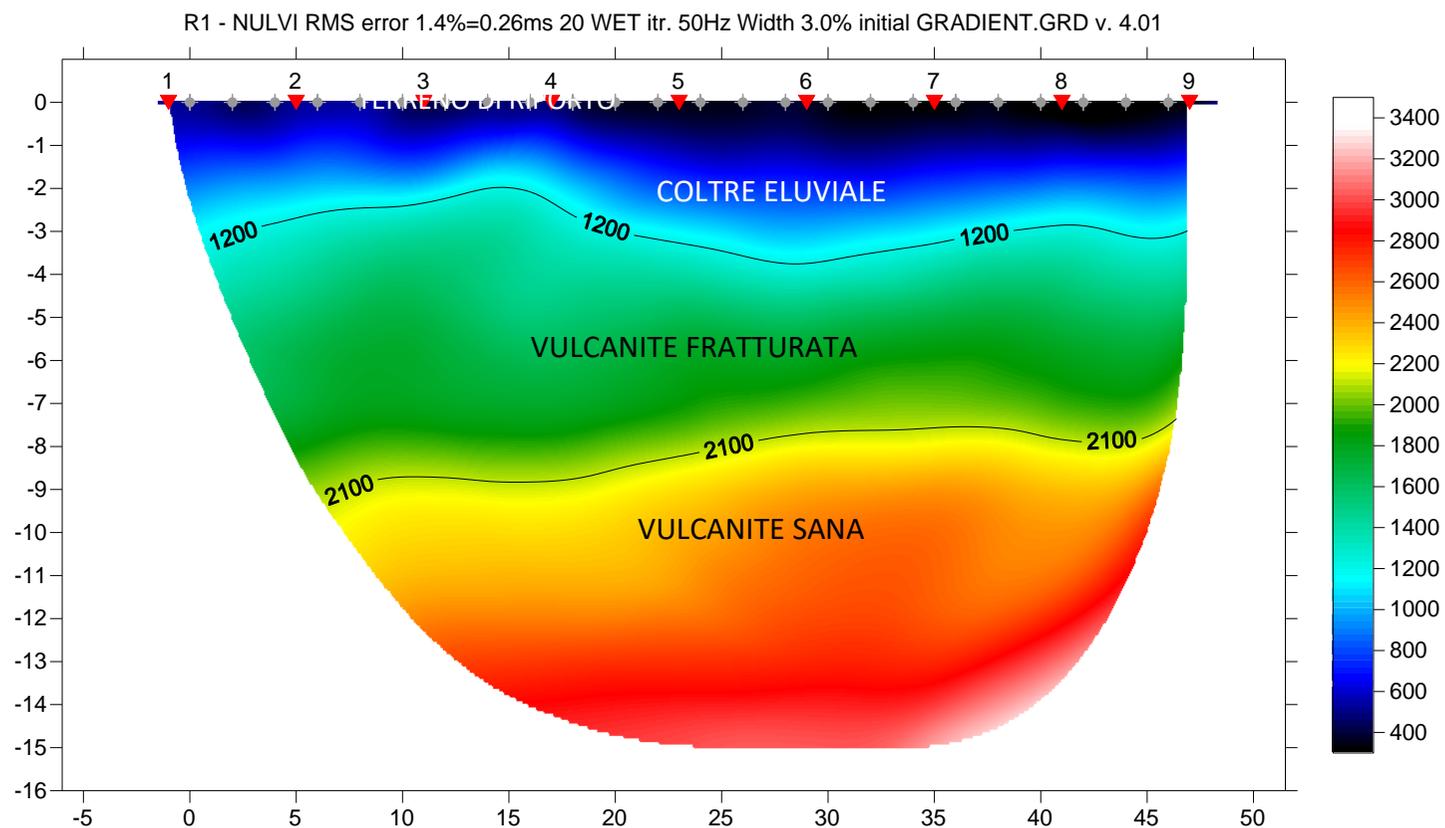
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

### 4.3 Risultati dell'indagine sismica rifrazione R1



Dal punto di vista stratigrafico la sezione in tomografia sismica può essere così suddivisa:

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]
1	COLTRE ELUVIALE	3	3	400 - 1200
2	VULCANITE FRATTURATA	9	6	1200 - 2100
3	VULCANITE SANA	>9		>2100

## 5.0 MASW 2

### 5.1 Localizzazione e foto

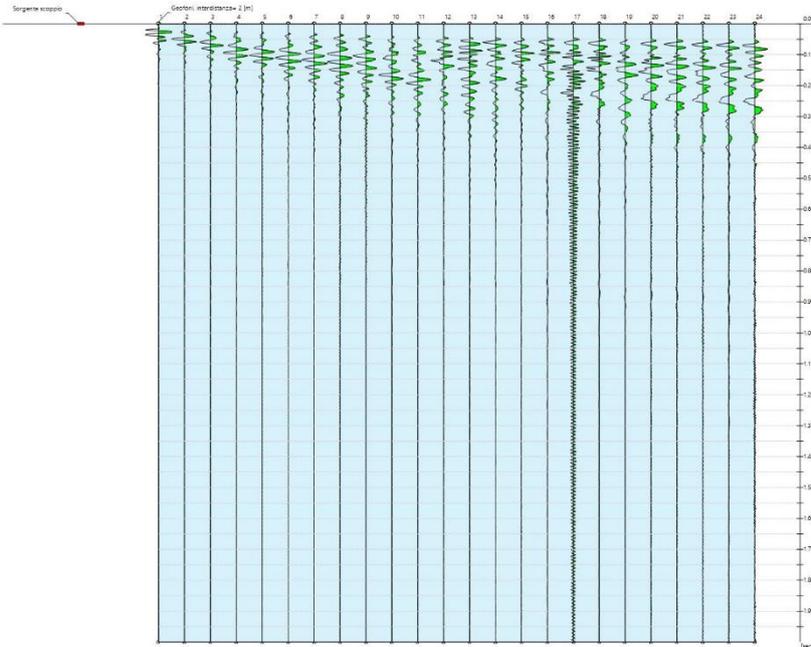
<b>Data</b>	01/09/2022
<b>Latitudine</b>	40.811157°
<b>Longitudine</b>	8.786281°



## 5.2 Risultati dell'indagine MASW 2

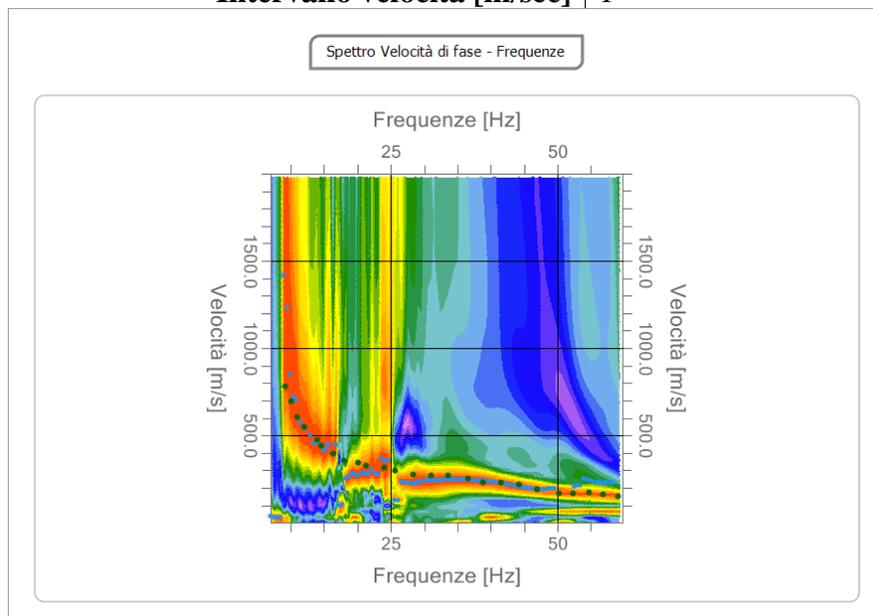
### 5.2.1 Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00



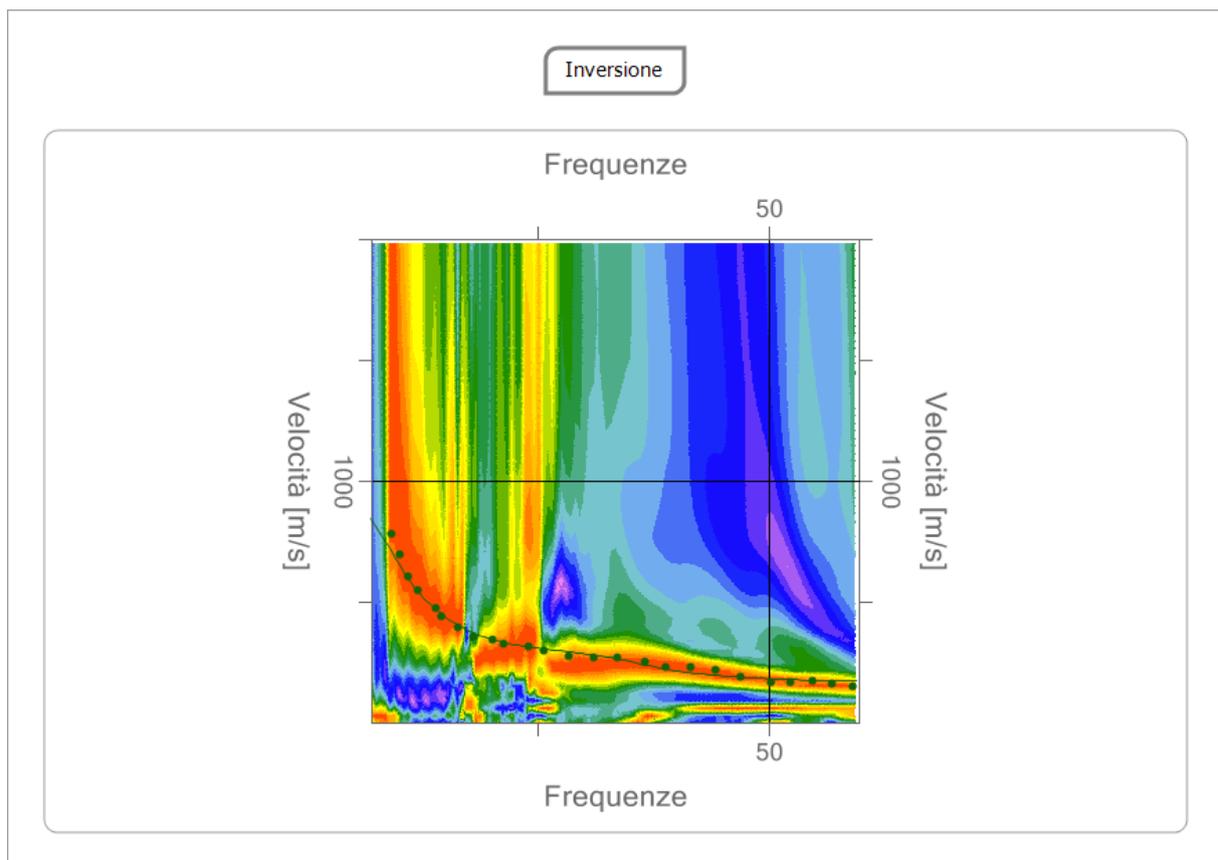
### 5.2.2 Analisi spettrale e curva di dispersione

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	7
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	2000
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### 5.2.3 Inversione, profilo di velocità e sismostratigrafia

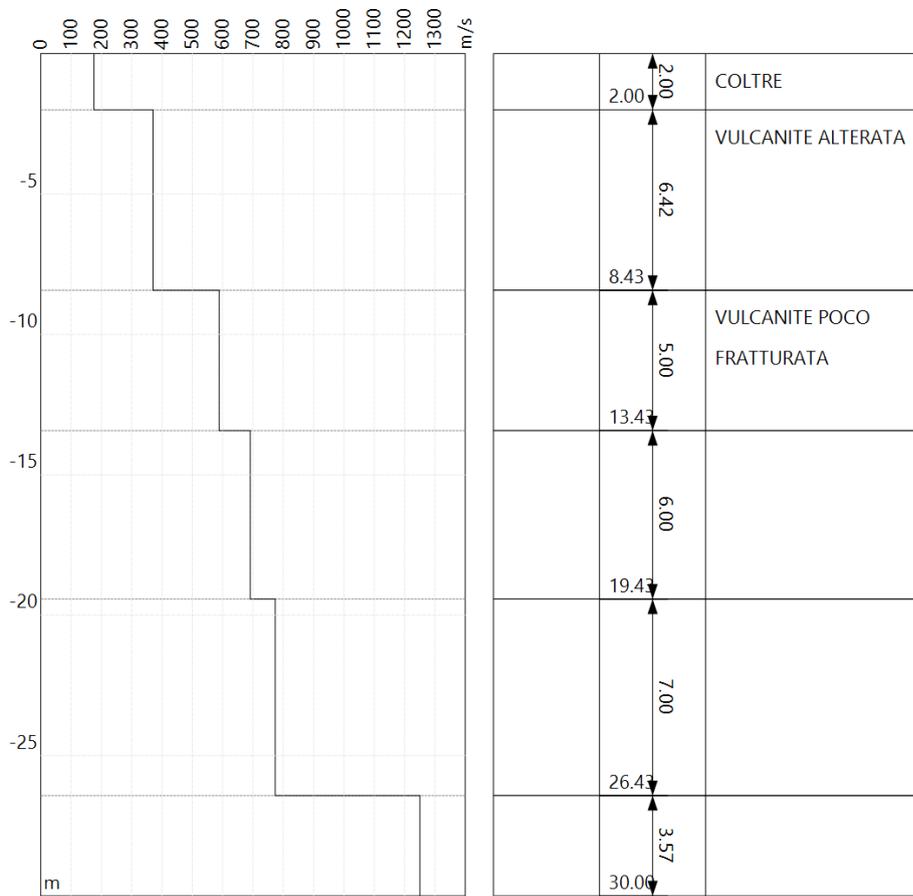
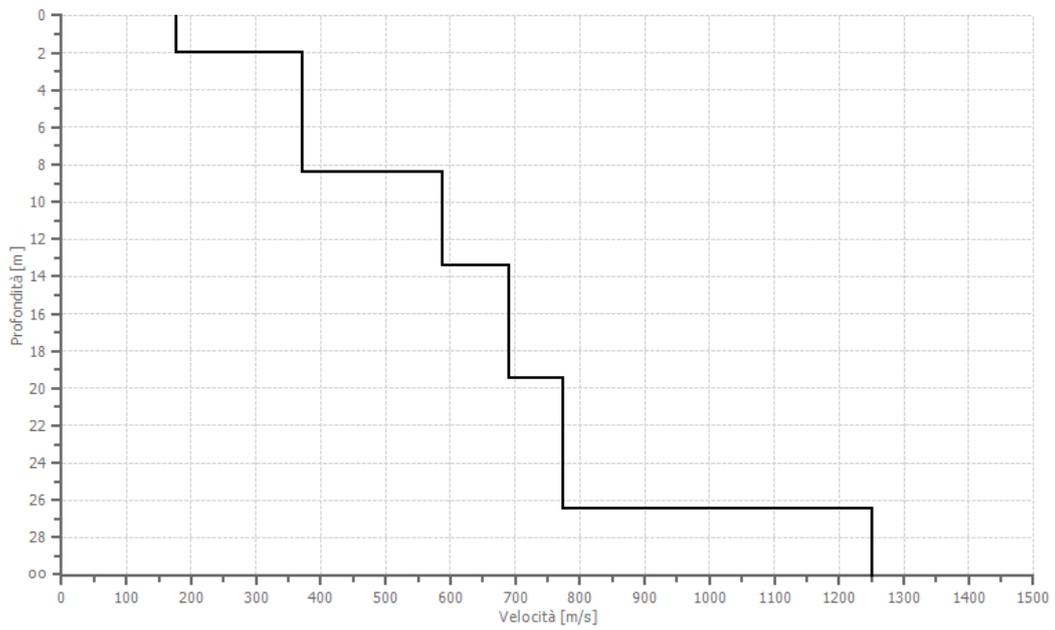
n	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coeff. Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	COLTRE	2.00	2.00	1800.0	0.35	No	365.6	175.6
2	VULCANITE ALTERATA	8.43	6.42	1900.0	0.30	No	692.7	370.3
3	VULCANITE POCO FRATTURATA	13.43	5.00	1900.0	0.30	No	1100.8	588.4
4		19.43	6.00	1900.0	0.25	No	1197.0	691.1
5		26.43	7.00	1900.0	0.25	No	1340.0	773.7
6		oo	oo	1900.0	0.25	No	2166.4	1250.8



Percentuale di errore

0.308 %

### Profilo di velocità



#### 5.2.4 Risultati: categoria di sottosuolo e altri parametri geotecnici

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=23.43 m)</b>	480.68
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

#### 5.2.5 Altri parametri geotecnici

n	Prof.tà [m]	Spess. [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeff. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	2.00	2.00	175.64	365.62	1800.00	0.35	55.53	240.62	166.59	149.93
2	8.43	6.42	370.25	692.68	1900.00	0.30	260.47	911.63	564.34	677.21
3	13.43	5.00	588.38	1100.75	1900.00	0.30	657.75	2302.14	1425.13	1710.16
4	19.43	6.00	691.07	1196.97	1900.00	0.25	907.40	2722.20	1512.33	2268.50
5	26.43	7.00	773.68	1340.04	1900.00	0.25	1137.29	3411.87	1895.48	2843.22
6	oo	oo	1250.78	2166.41	1900.00	0.25	2972.43	8917.30	4954.06	7431.09

G0: Modulo di deformazione al taglio;

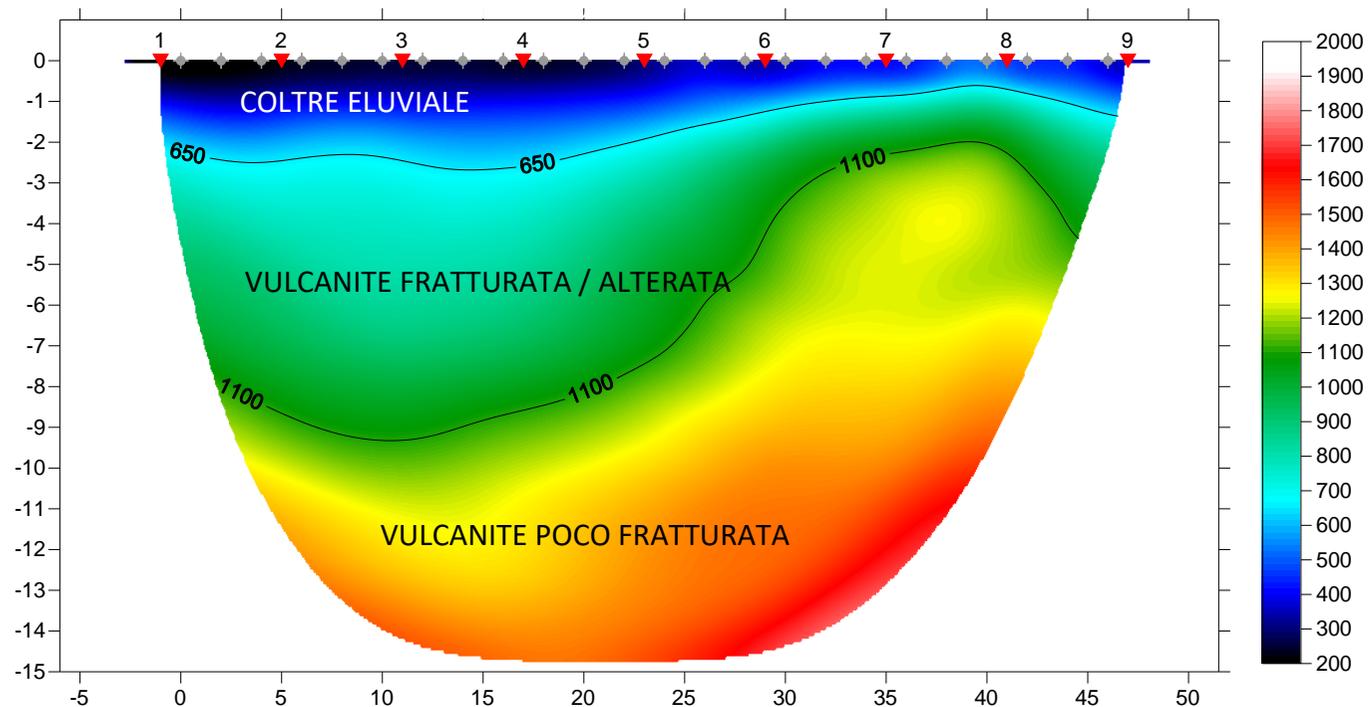
Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

### 5.3 Risultati dell'indagine sismica rifrazione R2

R2 - NULVI RMS error 3.2%=0.85ms 20 WET itr. 50Hz Width 7.0% initial GRADIENT.GRD v. 4.01



Dal punto di vista stratigrafico la sezione in tomografia sismica può essere così suddivisa:

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]
1	COLTRE ELUVIALE	2	2	200 – 650
2	VULCANITE FRATTURATA / ALTERATA	8	6	650 – 1100
3	VULCANITE POCO FRATTURATA	>8		>1100

