

REGIONE  
BASILICATA



PROVINCIA DI  
POTENZA



COMUNE DI  
SANT'ARCANGELO

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRI-VOLTAICO  
A TERRA "SANT'ARC. 1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 50 MW  
LOCALITA' "MONTICELLI" NEL COMUNE DI SANT'ARCANGELO (PZ)

ELABORATO:

## RELAZIONE GEOLOGICA



PROPONENTE:

COMPAGNIA DEL SOLE TRE S.R.L.  
P.IVA IT04320520986  
VIA ALDO MORO, 28  
25043- BRENO (BS)

PROGETTAZIONE:

Ing. Carmen Martone  
Iscr. n. 1872  
Ordine Ingegneri Potenza  
C.F. MRTCMN73D56H703E



Geol. Raffaele Nardone  
Iscr. n. 243  
Ordine Geologi Basilicata  
C.F. NRDRFL71H04A509H



EGM PROJECT S.R.L.  
VIA VERRASTRO 15/A  
85100- POTENZA (PZ)  
P.IVA 02094310766  
REA PZ-206983

| Livello prog. | Cat. opera   | N° . prog.elaborato | Tipo elaborato | N° foglio | Tot. fogli | Nome file                             | Scala                                 |
|---------------|--------------|---------------------|----------------|-----------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| PD            | I.IF         | A.2                 | R              |           |            |                                       |                                       |
| REV.          | DATA         | DESCRIZIONE         |                |           | ESEGUITO   | VERIFICATO                            | APPROVATO                             |
| 00            | GENNAIO 2023 | Emissione           |                |           |            | Geol. Raffaele Nardone<br>EGM Project | Geol. Raffaele Nardone<br>EGM Project |



## INDICE:

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PREMESSA.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TETTONICO.....</b>   | <b>5</b>  |
| 3.1 Geologia del Sito .....  | 8         |
| <b>4. ANALISI DEI VINCOLI .....</b>  | <b>10</b> |
| 4.1 Vincoli P.A.I. (AdB Basilicata) .....  | 10        |
| <b>5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>6. CARATTERI IDROGEOLOGICI .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>7. INDAGINI ESEGUITE .....</b>  | <b>15</b> |
| 7.1 Indagini sismiche MASW .....   | 15        |
| 7.1.1 MASW 01.....   | 16        |
| 7.1.2 MASW 02.....   | 18        |
| 7.1.3 MASW 03.....   | 20        |
| 7.2 Indagini di tomografia geoelettrica ERT .....  | 22        |
| 7.2.1 TOMOGRAFIA GEOELETTRICA DENOMINATA TOMO1 .....                                       | 22        |
| 7.2.2 TOMOGRAFIA GEOELETTRICA DENOMINATA TOMO 2 .....                                      | 23        |
| 7.3 Prove penetrometriche dinamiche DPSH .....   | 25        |
| <b>9 MODELLO GEOLOGICO TECNICO .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>10. SISMICITÀ DELL'AREA .....</b>   | <b>31</b> |
| <b>11. MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO.....</b>                                       | <b>33</b> |
| <b>13. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....</b> | <b>37</b> |
| <b>14. CONCLUSIONI.....</b>  | <b>38</b> |

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del **"PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRI-VOLTAICO A TERRA "SANT'ARC.1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 50 MW LOCALITÀ "MONTICELLI" NEL COMUNE DI SANT'ARCANGELO (PZ)"**, la EGM Project srl ha ricevuto l'incarico di redigere lo studio geologico-tecnico sulle aree interessate dal progetto.

Il presente studio ha lo scopo di fornire, sulla base di specifiche indagini geologiche e geofisiche, le informazioni necessarie ai fini della determinazione della natura e della disposizione dei terreni, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo; illustra e caratterizza gli aspetti idrogeologici, geomorfologici e geomeccanici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica attraverso la redazione di una base cartografica tematica utilizzabile dai tecnici progettisti per la formazione di corrette e razionali scelte progettuali.

Il presente studio viene redatto in conformità alle seguenti normative:

- D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le costruzioni;
- Circolare applicativa del C.S.LL.PP. n° 7/2019;
- Piano di indirizzo Energetico Regionale (P.I.E.A.R.) della Regione Basilicata;
- Norme Tecniche di Attuazione del PAI dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale – sede Basilicata
- L.R. 23/1999 – tutela, governo e uso del territorio;
- L.R. 38/97 – Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico.
- L.R. n. 9/2011 – disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica;

Per la caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione, è stata esperita una campagna di indagini progettata e diretta dallo scrivente e consistita in:

- n° 3 Indagini sismiche di tipo Masw (Multichannel analysis surface waves);
- n° 2 Indagini di tomografie Geoelettrica ERT;
- n° 10 Indagini Penetrometriche dinamica continua DPSH.

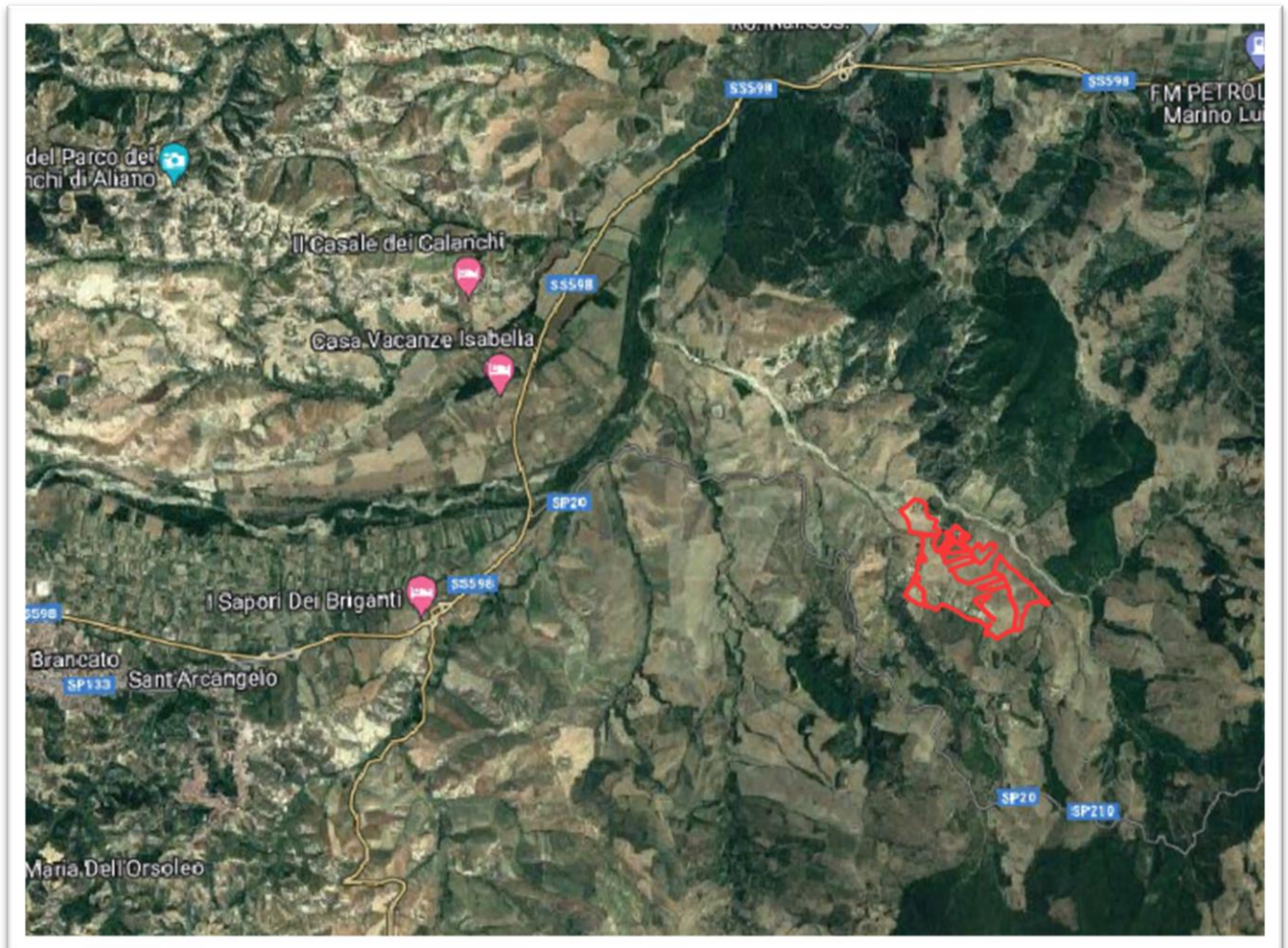
Le indagini espletate, hanno consentito l'acquisizione di dati utili alla compilazione di una cartografia geologica e geomorfologica generale. A corredo degli elaborati cartografici sono stati, inoltre, compilati profili geologici e geotecnici in modo da rendere chiara l'estensione in profondità dei corpi litologici riconosciuti in superficie e delle principali discontinuità strutturali.

L'elaborazione dei risultati ottenuti dal rilevamento di superficie, unitamente a quanto emerso nel corso della campagna geognostica, ha permesso di produrre degli elaborati grafici di sintesi comprendenti:

- Carta Geologica in scala 1: 2.000;
- Carta Geomorfologica in scala 1: 2.000;
- Carta Idrogeologica in scala 1:2.000
- Sezioni Litologiche in scala 1:1.000;
- Carta della Microzonazione Sismica di II livello scala 1:2.000
- Carta di Sintesi della pericolosità geologica e geomorfologica in scala 1:2.000;
- Planimetria ubicazione indagini geologiche in scala 1: 2.000;
- Rapporto tecnico delle indagini.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di interesse del progetto ricade nel territorio comunale di Sant'Arcangelo in provincia di Potenza, in località Monticelli. Nello specifico il Parco Fotovoltaico sarà ubicato ad EST dell'abitato di Sant'Arcangelo, ad una quota compreso tra 225 e 320 m s.l.m. ed è situata tra i corsi fluviali, Fiumarella Terlizzi e Fosso Pisciotola, affluente di Fiumarella Terlizzi che si immettono in destra orografica nel fiume Agri, così come di seguito riportato.



**Figura 1** - Ubicazione dell'area dell'impianto Fotovoltaico su Ortofoto.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TETTONICO

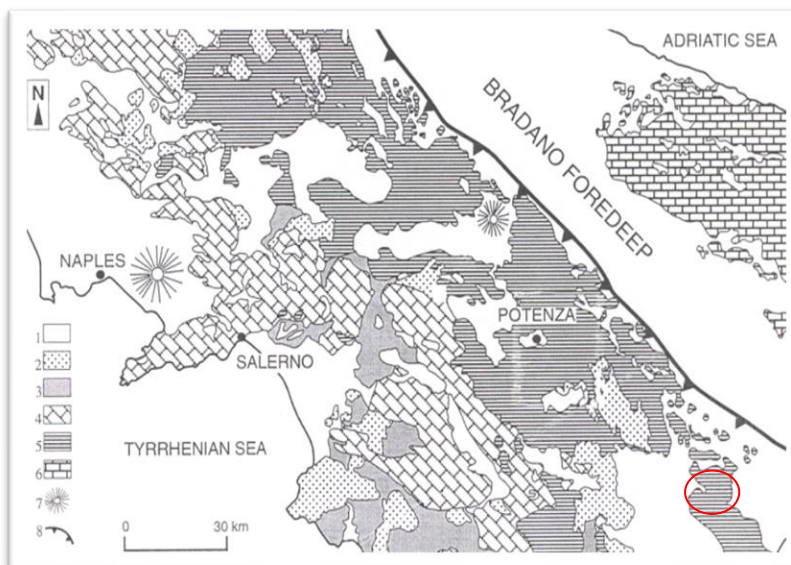
L'area in studio è compresa nel foglio geologico n° 211 "Sant'Arcangelo" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e dal punto di vista geologico regionale ricade in posizione circa assiale della catena Appenninica.

Il sistema catena-avanfossa-avampaese nell'Italia Meridionale è attualmente rappresentato da: Catena Sudappenninica, Fossa Bradanica e Avampaese Apulo-Garganico (Selli, 1962; D'Argenio et alii, 1973).

La catena sudappenninica è composta da una struttura a falde, generatasi per successive fasi deformative. Queste hanno realizzato la sovrapposizione tettonica di diverse unità stratigrafico-strutturali che in precedenza componevano un quadro paleogeografico molto articolato (Pescatore et alii, 1999) (fig.3.1).

La Fossa Bradanica (Migliorini, 1937) è un bacino di sedimentazione terrigena sviluppatosi durante il Plio-Pleistocene in un'area della piattaforma Apula attualmente ribassata verso la catena (Bradano Foredeep in fig. 2).

L'Avampaese Apulo-Garganico è costituito da quelle ampie porzioni della Piattaforma Apula non ancora raggiunte dalla deformazione orogenica appenninica.



**Figura** - Mappa geologica schematica dell'Appennino Meridionale.

- 1) Depositi Plio-Quaternari.
- 2) Depositi sin-tettonici del Miocene.
- 3) Unità Liguridi.
- 4) Piattaforma Appenninica.
- 5) Successioni lagonegresi.
- 6) Piattaforma Apula.
- 7) Apparati Vulcanici quaternari.
- 8) Thrust frontale della Catena. Da Pescatore et alii (1999).

Le unità litostratigrafiche affioranti sono classificate da Ogniben (1969) come complesso sicilide nei termini più antichi e dal ciclo di sedimentazione plio-pleistocenico del bacino di Sant'Arcangelo (Vezzani, 1967) per quelli più recenti.

Il complesso sicilide è costituito da un insieme di terreni in falda di età Cretaceo-Paleogenica la cui attuale posizione stratigrafico-strutturale rappresenta il prodotto delle vicissitudini geologiche subite in seguito alla creazione dell'orogene appenninico. Si tratta, quindi, di terreni molto deformati e disposti in assetto caotico.

Nell'ambito della successione sono stati distinti diversi membri; in particolare sono rappresentati i termini del "Membro di Sant'Arcangelo" e le cosiddette "Argille varicolori superiori" e in sovrapposizione tettonica a tali terreni si rinvengono sedimenti torbiditici deposti in bacini tipo "piggy back" di età miocenica e noti come Flysch di Gorgoglione.

Le unità affioranti fanno parte dei depositi della Catena Appenninica meridionale e si estendono sulla dorsale di Valsinni delimitata ad ovest dal bacino di Sant'Arcangelo. I terreni affioranti rientrano nel complesso Sicilide e nel complesso di Oriolo che rappresenta terreni sedimentati post – orogene, mentre la successione Sicilide comprende alla base un flysch cretaceo seguiti verso l'alto da argille variegata di età cretaceo- eoceniche con intercalati calcari di età cartaceo- paleogenici e tufiti di età eocene- oligocene (Ogniben, 1968), questa successione si distingue in due falde: Falda di Rosito e Falda di rocca Imperiale. Fanno parte della Falda di Rosito: il Flysch di Nocera costituito da arenarie alternate ad argille grigio verdi con marne; La formazione delle Argille Variegata costituite da argille rosse e verdi scagliettate con intercalazioni calcarenitico calciruditiche, questa si suddivide in un membro argilloso inferiore e un membro mediano di Sant'Arcangelo a calcari e calcari marnosi e un membro superiore che si chiude con le Tufiti di Tusa; Il Membro di Sant'Arcangelo della formazione delle argille varicolori costituito da calcari marnosi grigio chiari e argille grigio verdi; Tufiti di Tusa costituite da un'alternanza di tufiti e arenarie tufitiche grigio verdognole; Flysch del Gorgoglione costituite da arenarie torbiditiche grigio-gialle e argille marnose grigio-verdi.

Il complesso di Oriolo è costituito da sedimenti post orogene, costituiti da Marne argillose; Conglomerati basali poligenici; Argille marnose grigio – nere; Sabbie, conglomerati e calcareniti; Argille marnose; Sabbie Gialle.

Ai depositi sin qui descritti seguono stratigraficamente verso l'alto il ciclo di sedimentazione plio-pleistocenico del bacino di Sant'Arcangelo. Quest'ultimo è caratterizzato da due distinte successioni marine, una più antica, di età pliocenica, denominata ciclo del Caliandro ed una più

recente, di età inframesopleistocenica, costituita dal basso da argille grigio-azzurre che verso l'alto passano a termini di transizione fino ad arrivare a depositi di ambiente continentale.



### 3.1 GEOLOGIA DEL SITO

Il rilevamento geologico di campagna eseguito ha permesso di cartografare e distinguere le seguenti Unità Litologiche affioranti nel territorio studiato, descritte in ordine cronologico dalla più recente alla più antica.

Le unità affioranti fanno parte dei depositi della Catena Appenninica meridionale e si estendono sulla dorsale di Valsinni delimitata ad ovest dal bacino di Sant'Arcangelo. I terreni affioranti rientrano nel complesso Sicilide e nel complesso di Oriolo che rappresenta terreni sedimentati post – orogene, mentre la successione Sicilide si distingue in due falde: Falda di Rosito e Falda di rocca Imperiale.

Le unità sono così descritte dalla più antica alla più giovane:

Successione Sicilide.

*Falda di Rosito:*

- **Membro di Sant'Arcangelo:** questo membro fa parte della formazione delle argille variegata, ed è caratterizzato da un'alternanza di calcari e calcari marnosi grigio chiari o biancastri tipo maioilica, con strati di circa 10-15 m e di argille grigio verdi scure con intercalazioni di arenarie, brecciole calcaree, siltiti e argille brune e rosse. L'età è del Cretaceo sup. – paleocene. Tale membro ha uno spessore compreso tra 500 e 1000 m.

Complesso di Oriolo:

- **Argille marnose grigio verdi:** Questi sedimenti sono costituiti da Argille marnose grigio scure – nere in facies salmastra passanti ad argille sabbiose con qualche livello di conglomerati poligenico, lo spessore è di circa 60 m. L'età è del Pliocene inferiore.

- **Sabbie conglomerati e calcareniti:** Questi sedimenti sono costituiti da sabbie, conglomerati e da calcareniti passanti ad argille biancastre, sono sedimenti affioranti lungo il Fiume Agri, il Fosso Pisciotta e in località Monticelli.

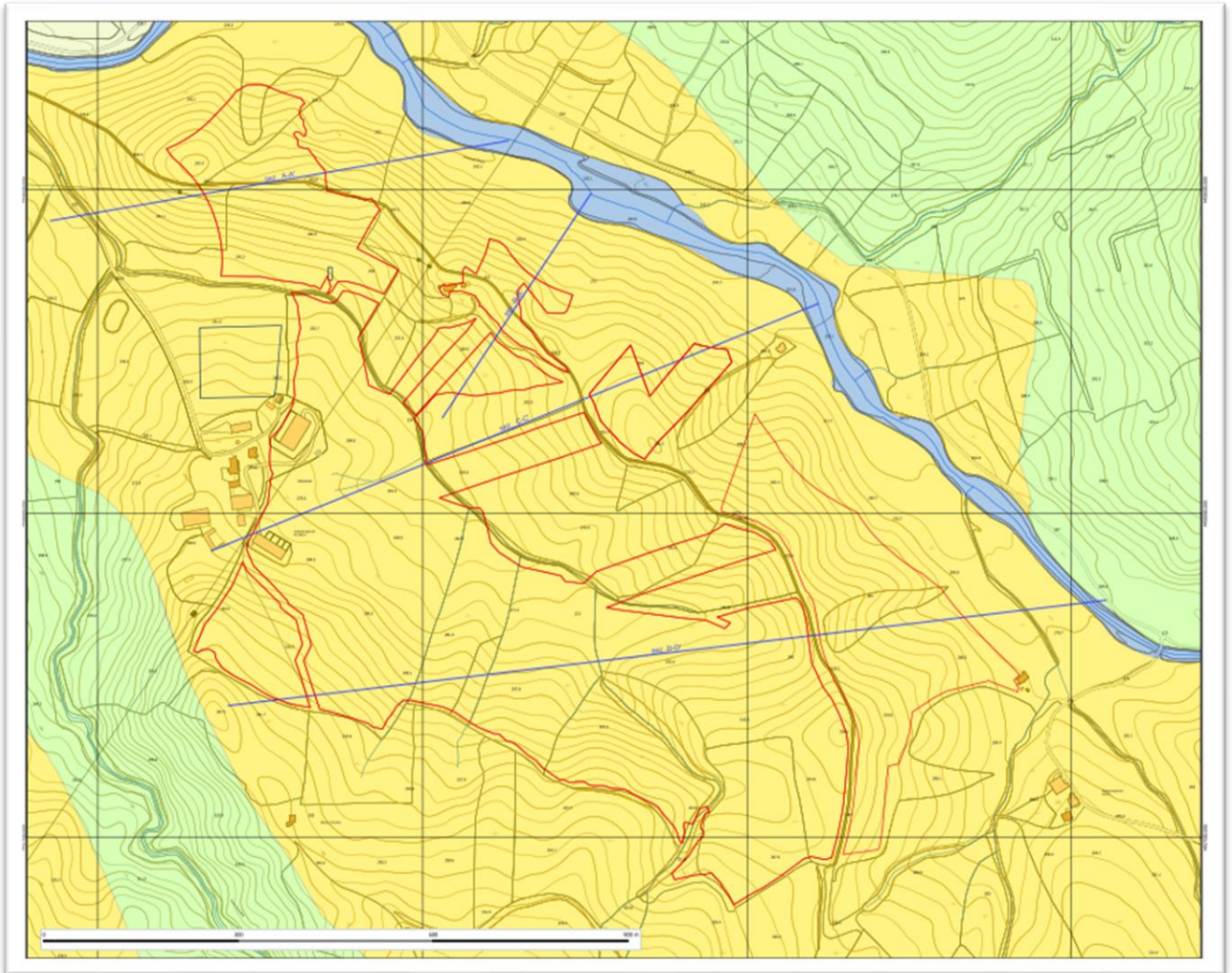
Depositi Recenti.

- **Depositi Alluvionali recenti:** rappresentano i sedimenti che fiancheggiano i corsi d'acqua e sono costituiti da ghiaie e sabbie.

In particolare nell'area di progetto risultano affioranti le seguenti unità dalla più antica alla più recente:

- **Argille marnose grigio verdi:** Argille marnose grigio scure – nere passanti ad argille sabbiose con qualche livello di conglomerati poligenico. (Pliocene inferiore).

- **Depositi Alluvionali recenti:** costituiti da ghiaie e sabbie. (Attuale).



LEGENDA

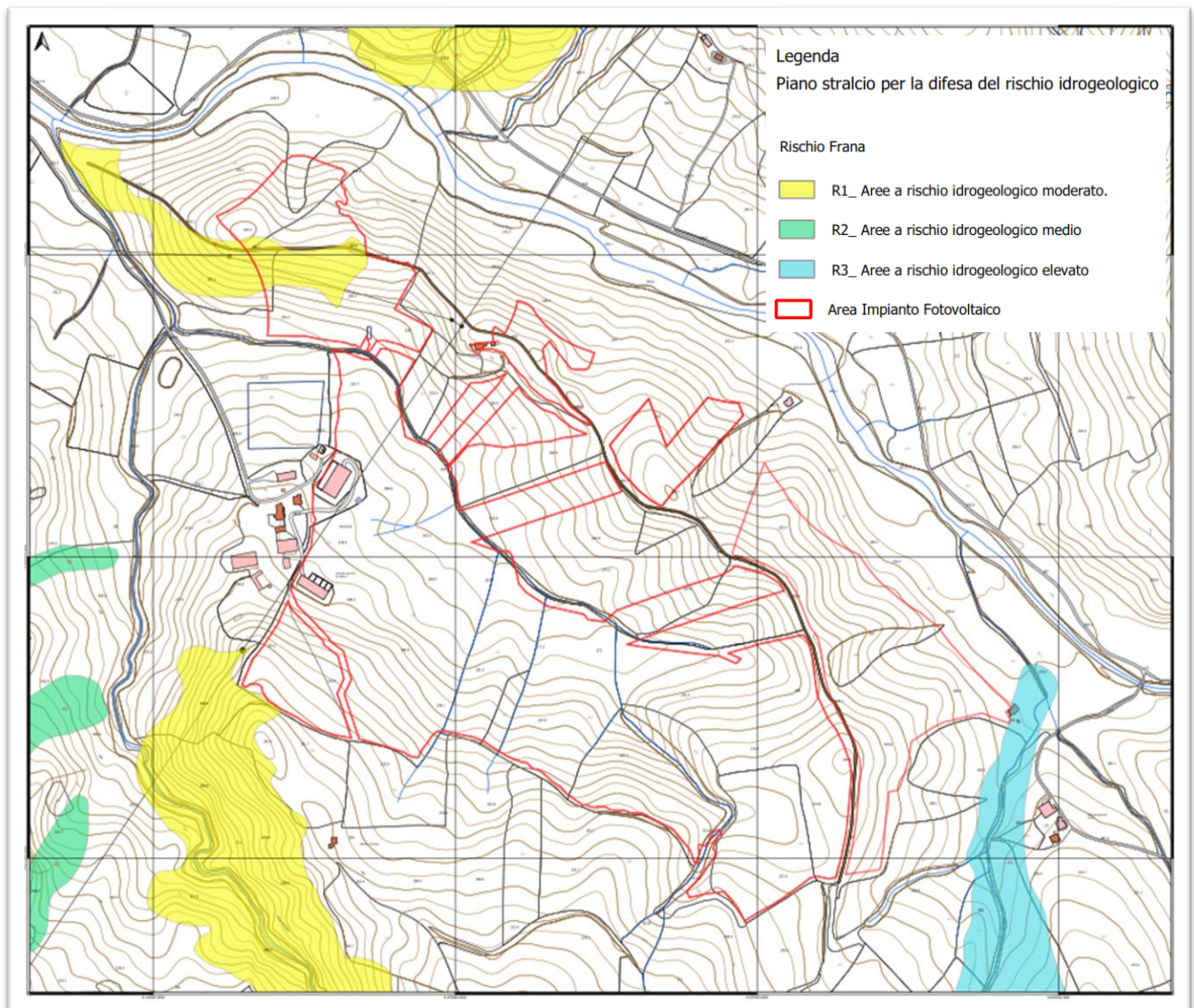
- Membro di Sant'Arcangelo: Alternanza di calcari e calcari marnosi grigio chiari o biancastri e di argille grigio verdi scure con intercalazioni di arenarie, brecciole calcaree, siltiti e argille brune e rosse. Cretaceo sup.- Paleocene.
- Argille marnose grigio verdi: Argille marnose grigio scure – nere passanti ad argille sabbiose con qualche livello di conglomerati poligenico. Pliocene inferiore.
- Sabbie conglomerate e calcareniti: Questi sedimenti sono costituiti da sabbie, conglomerati e da calcareniti passanti ad argille biancastre.
- Argille marnose siltose di colore da azzurro a grigio-verdi compatte con intercalazioni di sabbie gialle e grigio-nere.
- Depositi alluvionali recenti costituiti da ghiaie e sabbie.
- Perimetro del parco Fotovoltaico
- Stazione terna e cabina di smistamento
- Traccia di sezione geologica

*Stralcio della carta geologica dell'area di progetto.*

## 4. ANALISI DEI VINCOLI

### 4.1 VINCOLI P.A.I. (ADB BASILICATA)

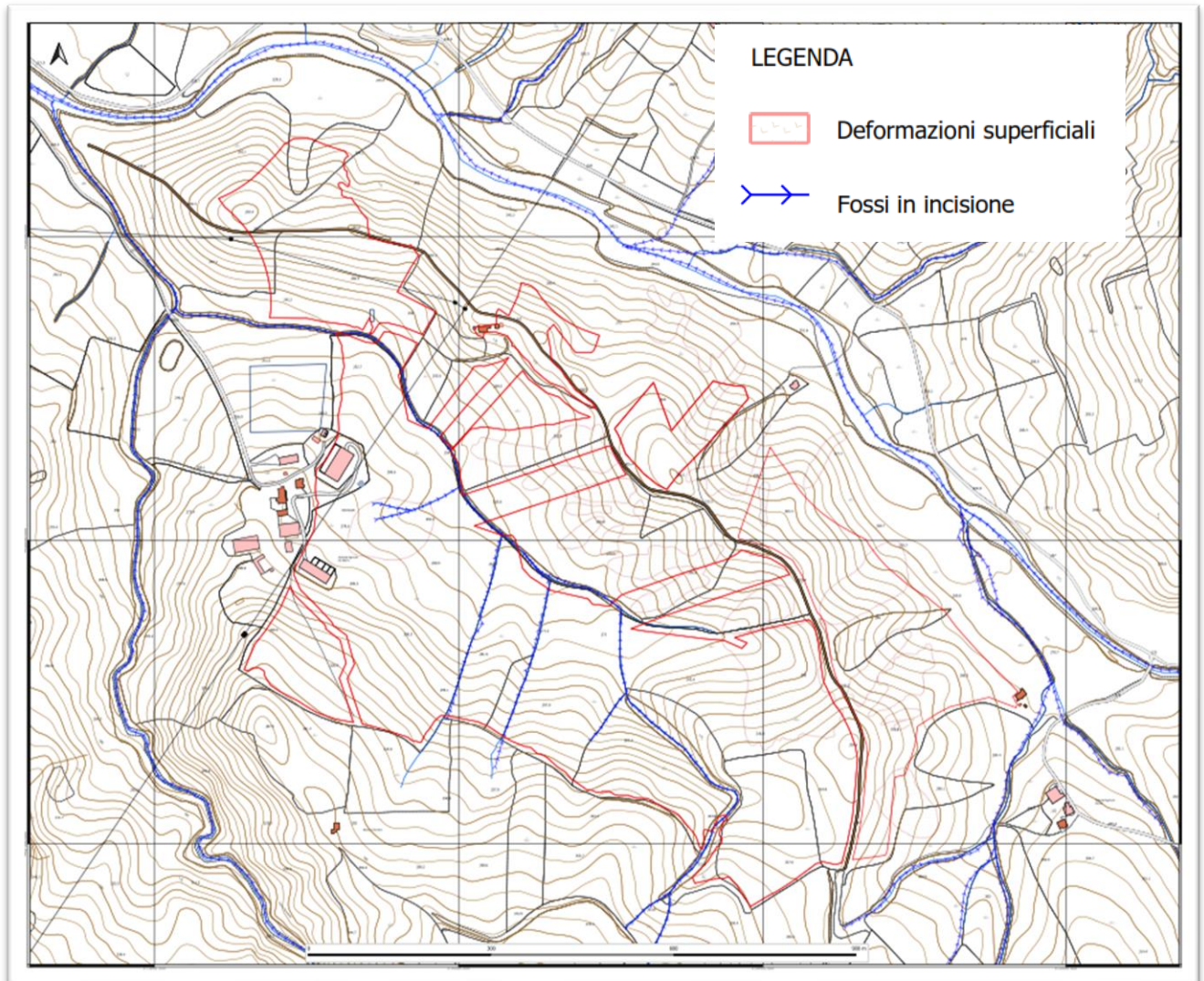
Dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Basilicata, si evince che all'interno dell'area interessata dal progetto, è presente un areale classificato a *a rischio frana* R1 e-nella parte terminale di un areale a rischio frana rR3, come riportato nello stralcio sottostante.



*Stralcio della Carta del Rischio da frana redatta dall'AdBAM sede Basilicata.*

## 5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area oggetto del presente studio, è situata su una zona montana caratterizzata dalla presenza di crinali morfologici che fungono da spartiacque, in particolare il sito è ubicato sul rilievo Monticelli bordato dalla Fiumarella Terlizzi e dal Fosso Pisciotola, tale rilievo presenta una morfologia con aree che hanno pendenze variabili, il Parco fotovoltaico ad una quota che va da 250 e 350m s.l.m.



*Stralcio Carta Geomorfológica.*

I principali rilievi nell'area circostante sono Monte Coppa di 586 m s.l.m., Cugno del Bosco di 311m s.l.m. Toppa Terremoto di 457m s.l.m. e Timpone Mendolarà 462m s.l.m., posti rispettivamente a sud est e sud ovest dell'area di interesse e sono caratterizzati da una morfologia conica e presentano alla loro sommità una cima.

A seguito del rilevamento geomorfologico integrato con lo studio di foto aeree è stato possibile riconoscere e cartografare i principali caratteri geomorfologici dell'area quali fossi e impluvi in approfondimento e i dissesti presenti in un'area più ampia dell'area interessata dal progetto

Sul sito sono stati osservati deformazioni plastiche superficiali che interessano i primi metri dal piano campagna, il contatto tra la coltre di frana e il substrato è stato ricostruito a seguito delle indagini eseguite quali tomografie elettriche e delle prove penetrometriche.

Le cause di innesco dei dissesti che interessano l'area in oggetto sono da ricercare nella combinazione di due fattori destabilizzanti:

- il primo è legato alle acque di infiltrazione provenienti da intensi e prolungati eventi meteorici, infatti, l'aumento del contenuto d'acqua nei terreni e il conseguente incremento delle pressioni neutre, porta ad un decremento delle resistenze di attrito lungo la superficie di contatto tra coltre colluviale e substrato alterato e all'interno del substrato stesso, presumibilmente nella zona a maggiore grado di alterazione.
- Il secondo è legato alla pendenza del versante dove i tratti più pendenti favoriscono lo scivolamento verso valle della coltre alterata imbibita.

## 6. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Il sistema idrografico principale presente è il fiume Agri orientato ovest est con un bacino imbrifero di 1500 Km<sup>2</sup>, ed è costituito da una morfologia montuosa fino alla dorsale di Stigliano per poi assumere una morfologia collinare e pianeggiante raggiungendo il mare Ionio, lungo il percorso si individuano valli parallele al fiume e una serie di affluenti perpendicolari al suo percorso.

Il fiume Agri si origina dalle propaggini occidentali di Serra di Calvello, dove è presente il gruppo sorgivo di Capo d'Agri. Il corso d'acqua riceve i contributi di numerose sorgenti alimentate dalle strutture idrogeologiche carbonatiche e calcareo silicee presenti in destra e in sinistra idrografica in particolare nel settore occidentale del bacino, nella restante parte, il bacino è costituito da terreni impermeabili. Gli affluenti maggiori, come i torrenti Sauro, Armento, Racanello, presentano alvei occupati da depositi alluvionali di considerevole spessore e a granulometria grossolana, assumendo il tipico aspetto di fiumara, alla confluenza del fiume Agri questi torrenti, così come i corsi d'acqua minori sviluppano apparati di conoide a granulometria ghiaiosa soggetti ad erosione ad opera delle acque del fiume Agri, il quale ha un trasporto solido molto elevato.

Nell'area oggetto di studio, in particolare è presente la Fiumara di Terlizzi le cui confluenze sono Fosso Fatigone in destra idrografica e Fosso Vaccarizzo in sinistra idrografica che si dirama da Monte Sant'Arcangelo di 850m s.l.m., mentre a sud ovest del rilievo Monticelli, la fiumara Terlizzi, riceve il contributo delle acque di Fosso Pisciotola che si immette in sinistra idrografica ad una quota di 250m.s.l.m. il quale si dirama da Piano del Salice a 700m s.l.m. La Fiumara di Terlizzi è un affluente minore del Fiume Agri che si immette nel fiume Agri in destra idrografica.

Quest'Area del fiume Agri presenta una morfologia collinare ed è caratterizzata dalla presenza di successioni mesozoico – terziarie riferibili all'unità Sicilidi e di Lagonegro, costituite da argille e marne con intercalazioni di calciruti, in discordanza seguono le successioni arenaceo – pelitiche depositatesi nei bacini intrappenninici del Miocene superiore, (Flysch del Gorgoglione) e successioni argilloso sabbiose plio-pleistoceniche del gruppo di Sant'Arcangelo.

L'assetto stratigrafico – strutturale del bacino dell'Agri condiziona l'infiltrazione delle precipitazioni meteoriche e l'andamento della circolazione idrica nel sottosuolo, le successioni stratigrafiche affioranti possono essere raggruppate in complessi idrogeologici caratterizzati da differente tipo e grado di permeabilità; nell'area oggetto di studio sono presenti i seguenti complessi:

- **complesso argilloso – marnoso**, che include le successioni marnoso argillose silicizzate dell'unità di Lagonegro e le successioni pelitiche dell'unità Sicilide, si tratta di complessi Idrogeologici caratterizzati da permeabilità bassa o nulla.

- **complesso Alluvionale**, che include i depositi conglomeratici e sabbiosi, si tratta di complessi Idrogeologici caratterizzati da media ad alta.

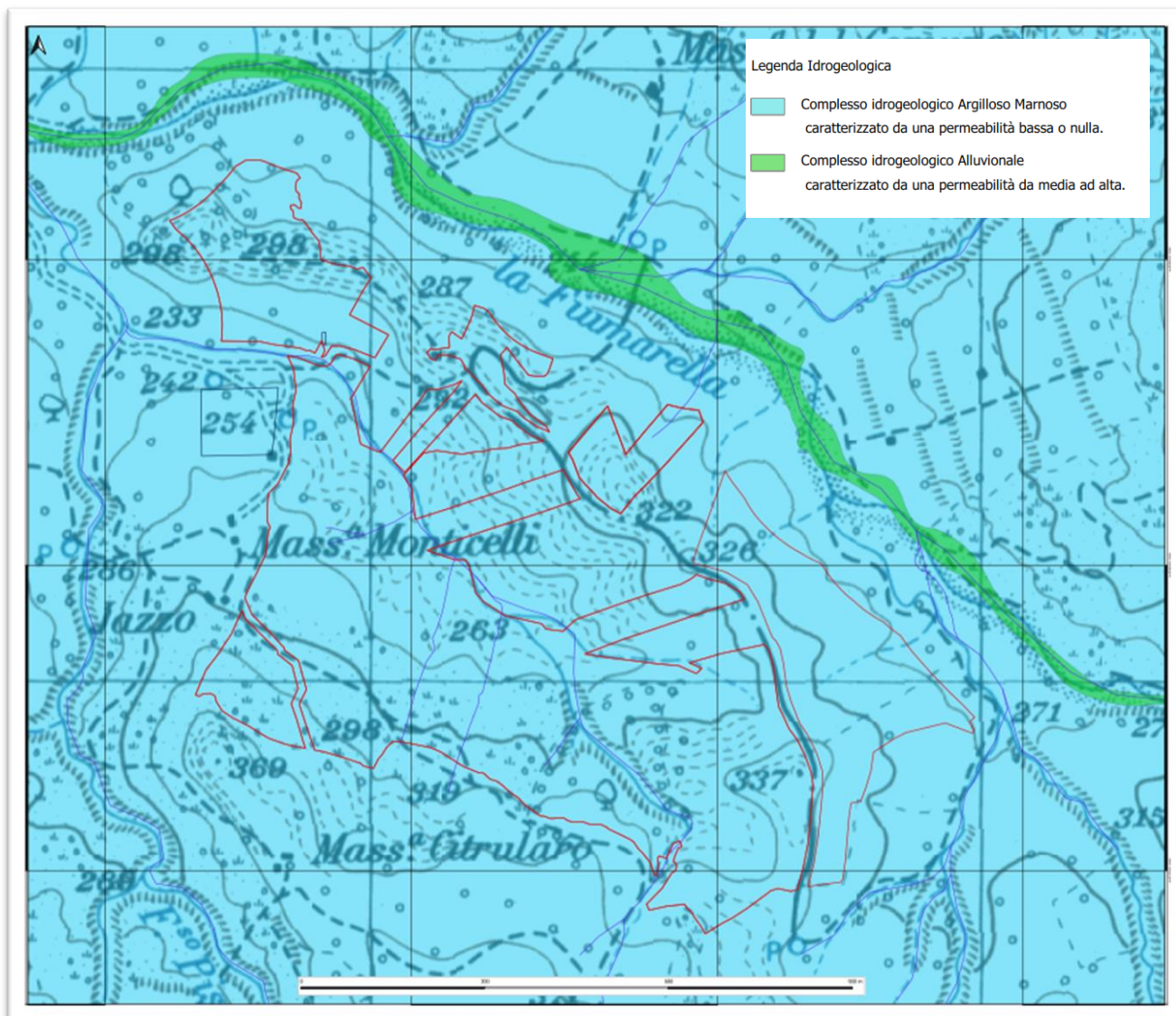


Figura. Stralcio della Carta Idrogeologica su CTR

## 7. INDAGINI ESEGUITE

Al fine di ricostruire l'andamento lito-stratigrafico del sottosuolo, la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati nonché la caratterizzazione sismica dei luoghi è stata programmata e diretta dallo scrivente una campagna di indagini geognostiche la cui ubicazione è riportata nell'allegato e caratterizzata da:

- 2 -Indagini geoelettriche ERT;
- 3 - Prospezioni sismiche di tipo MASW;
- 10 - Indagini Penetrometriche dinamiche continue DPSH.

Le indagini sono state e seguite al fine di caratterizzare preliminarmente le litologie affioranti nell'area.

### **7.1 INDAGINI SISMICHE MASW**

Al fine di ricostruire l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo sono state eseguite n° 3 indagini sismiche di tipo Masw. Lo scopo dell'indagine è stato quello di definire il profilo verticale della  $V_s$  (velocità di propagazione delle onde di taglio) e di classificare i terreni di fondazione sulla base del valore della  $V_{s30}$  (il valore medio della  $V_s$  nei primi 30m di profondità) nel caso in cui la prospezione non abbia rilevato il Bedrock sismico caratterizzato da velocità delle onde di taglio  $V_s > 800$  oppure si calcola la  $V_s$  equivalente ovvero la velocità media del pacco di strati al di sopra del substrato sismico rilevato.

I risultati dell'elaborazione delle indagini sono descritti nel Rapporto Tecnico sulle Indagini e utilizzati per la caratterizzazione sismica del sottosuolo trattata nella presente relazione. Nel rimandare al "Rapporto tecnico delle indagini eseguite" in allegato per una più dettagliata lettura delle stesse, di seguito si riporta la sintesi delle informazioni emerse dalle indagini.

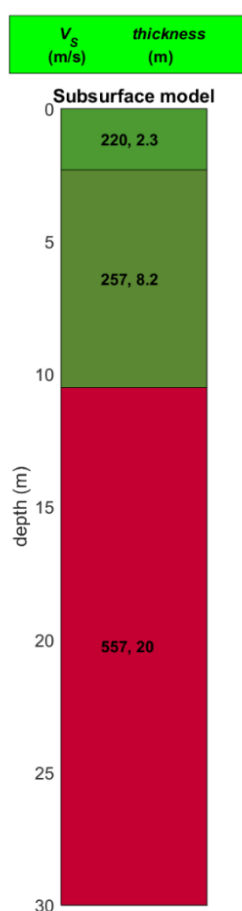
Nella seguente tabella si riportano la velocità delle  $V_{s30}$  e la categoria di sottosuolo relativa ad ogni indagine:

| N° MASW | $V_{s30}$ $V_{sEQ}$ | CATEGORIA DI SUOLO |
|---------|---------------------|--------------------|
| MASW 01 | 387m/s              | B                  |
| MASW 02 | 444m/s              | B                  |
| MASW 03 | 445m/s              | B                  |



Di seguito si riportano le colonne sismostratigrafiche ottenute dalle indagini eseguite a partire dalle quali è stato possibile ottenere una suddivisione in sismostrati.

### 7.1.1 Masw 01



La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 2.3 m, con velocità media delle onde di taglio di 220 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 8.2 m, con velocità media delle onde di taglio di 257 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 10.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 557 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con ottime caratteristiche geotecniche.

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una  $V_{s30}$  di 387 m/s.

| Spessore (m)       | $V_s$ (m/s) e deviazioni standard |
|--------------------|-----------------------------------|
| 2.3                | 220± 13                           |
| 8.2                | 257± 6                            |
| <i>semi-spazio</i> | 557± 16                           |

Nelle seguenti tabelle si riportano i parametri fisici dinamici calcolati a partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_S$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  (Kg/m<sup>3</sup>) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso

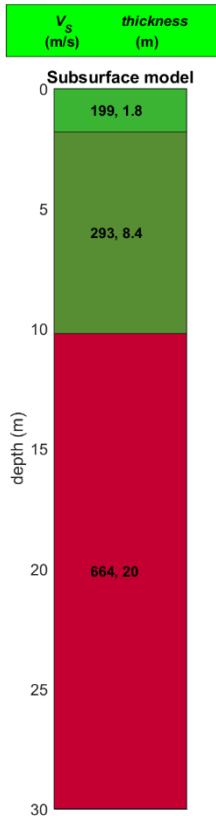
relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione VP e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni (<10<sup>-4</sup>) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

| PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW-01 |               |                       |                       |                        |          |                                       |                                 |  |                                    |
|---|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------|---------------------------------------|---------------------------------|--|------------------------------------|
| STRATOR   | SPESSORE<br>m | V <sub>p</sub><br>m/s | V <sub>s</sub><br>m/s | γ<br>g/cm <sup>3</sup> | λ<br>(-) | MODULO DI-YOUNG<br>Kg/cm <sup>2</sup> | η<br>R<br>T/m <sup>2</sup> *sec | MODULO DI-TAGLIO<br>Kg/cm <sup>2</sup> | BULK-MODULUS<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
| 1   | 2,3           | 539                   | 220                   | 1,9                    | 0,4      | 2575                                  | 0,418                           | 609                                    | 4291                               |
| 2   | 8,2           | 630                   | 257                   | 1,94                   | 0,4      | 3588                                  | 0,499                           | 1252                                   | 5980                               |
| 3   | 19,5          | 1364                  | 557                   | 2,13                   | 0,4      | 18503                                 | 1,186                           | 5910                                   | 30839                              |

| PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW-01 |               |                       |                        |          |  |                                       |   |  |  |
|---|---------------|-----------------------|------------------------|----------|--|---------------------------------------|---|--|--|
| STRATO  | SPESSORE<br>m | V <sub>p</sub><br>m/s | γ<br>g/cm <sup>3</sup> | λ<br>(-) | Modulo di carico<br>su piastra<br>Kg/cm <sup>2</sup> | MODULO DI-YOUNG<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Modulo Edometrico<br>Kg/cm <sup>2</sup> | MODULO DI-TAGLIO<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Mod di Incompressibilità<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
| 1   | 2,3           | 539                   | 1,9                    | 0,4      | 433,14   | 310,12                                | 413                                     | 119,60                                 | 635  |
| 2   | 8,2           | 630                   | 1,94                   | 0,4      | 604,03   | 432,17                                | 578                                     | 166,53                                 | 1779   |
| 3   | 19,5          | 1364                  | 2,13                   | 0,4      | 2403,51  | 2229,16                               | 2980                                    | 859,04                                 | 6115   |

### 7.1.2 Masw 02



La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.8 m, con velocità media delle onde di taglio di 199 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 8.4 m, con velocità media delle onde di taglio di 293 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 10.2 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 664 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con ottime caratteristiche geotecniche.

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una  $V_{s30}$  di **444 m/s**.

| Spessore (m)       | $V_s$ (m/s) e deviazioni standard |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1.8                | 199± 0                            |
| 8.4                | 293± 1                            |
| <i>semi-spazio</i> | 644± 10                           |

Nelle seguenti tabelle si riportano i parametri fisici dinamici calcolati a partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_S$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  (Kg/m<sup>3</sup>) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione  $V_P$  e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni ( $<10^{-4}$ ) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

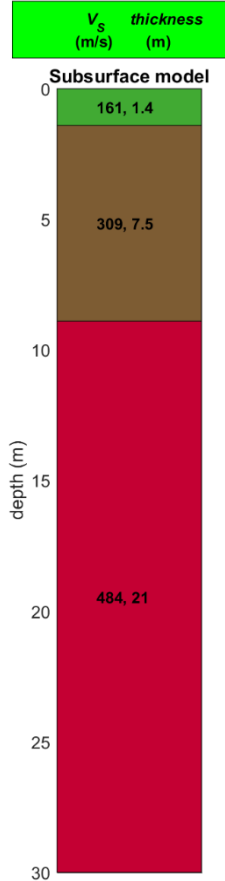
**PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 02**

| STRATO   | SPESSORE<br>m | $V_p$<br>m/s | $V_s$<br>m/s | $\gamma$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\lambda$<br>(-) | MODULO<br>DI YOUNG<br>Kg/cm <sup>2</sup> | R<br>T/m <sup>2</sup> *sec | MODULO<br>DI TAGLIO<br>Kg/cm <sup>2</sup> | BULK<br>MODULUS<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------|---------------|--------------|--------------|-------------------------------|------------------|--|----------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>1</b> | 1,8           | 487          | 199          | 1,88                          | 0,4              | 2085                                     | 0,374                      | 744                                       | 3474                                  |
| <b>2</b> | 8,4           | 718          | 293          | 1,97                          | 0,4              | 4735                                     | 0,577                      | 1691                                      | 7892                                  |
| <b>3</b> | 19,8          | 1626         | 664          | 2,17                          | 0,4              | 26789                                    | 1,441                      | 9567                                      | 44648                                 |

**PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 02**

| STRATO   | SPESSORE<br>m | $V_p$<br>m/s | $\gamma$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\lambda$<br>(-) | Modulo di carico<br>su piastra<br>Kg/cm <sup>2</sup> | MODULO<br>DI<br>YOUNG<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Modulo<br>Edometrico<br>Kg/cm <sup>2</sup> | MODULO<br>DI TAGLIO<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Mod.di<br>Incompressibilità<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------|---------------|--------------|-------------------------------|------------------|--|---|--|---|---|
| <b>1</b> | 1,8           | 487          | 1,88                          | 0,4              | 351,03   | 251,09                                      | 336  | 96,72                                     | 518   |
| <b>2</b> | 8,4           | 718          | 1,97                          | 0,4              | 797,02   | 570,37                                      | 762  | 219,83                                    | 2345  |
| <b>3</b> | 19,8          | 1626         | 2,17                          | 0,4              | 3480,00  | 3227,47                                     | 4315                                       | 1243,71                                   | 8855  |

### 7.1.3 Masw 03



La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.4 m, con velocità media delle onde di taglio di 161 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 7.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 309 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 8.9 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 484 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con ottime caratteristiche geotecniche.

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una  $V_{s30}$  di **445 m/s**.

| Spessore (m)       | $V_s$ (m/s) e deviazioni standard |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1.4                | 161± 14                           |
| 7.5                | 309± 5                            |
| <i>semi-spazio</i> | 484± 11                           |

Nelle seguenti tabelle si riportano i parametri fisici dinamici calcolati a partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_s$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  (Kg/m<sup>3</sup>) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione  $V_p$  e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni (<10<sup>-4</sup>) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

**PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 03**

| STRATO   | SPESSORE<br>m | Vp<br>m/s | Vs<br>m/s | γ<br>g/cm <sup>3</sup> | λ<br>(-) | MODULO<br>DI YOUNG<br>Kg/cm <sup>2</sup> | R<br>T/m <sup>2</sup> *sec | MODULO<br>DI TAGLIO<br>Kg/cm <sup>2</sup> | BULK<br>MODULUS<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------|---------------|-----------|-----------|------------------------|----------|--|----------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>1</b> | 1,4           | 394       | 161,00    | 1,83                   | 0,4      | 1328                                     | 0,295                      | 474                                       | 2214                                  |
| <b>2</b> | 7,5           | 757       | 309       | 1,99                   | 0,4      | 5320                                     | 0,615                      | 1900                                      | 8867                                  |
| <b>3</b> | 21,1          | 1186      | 484       | 2,1                    | 0,4      | 13774                                    | 1,016                      | 4919                                      | 22957                                 |

**PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 03**

| STRATO   | SPESSORE<br>m | Vp<br>m/s | γ<br>g/cm <sup>3</sup> | λ<br>(-) | Modulo di carico<br>su piastra<br>Kg/cm <sup>2</sup> | MODULO<br>DI<br>YOUNG<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Modulo<br>Edometrico<br>Kg/cm <sup>2</sup> | MODULO<br>DI TAGLIO<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Mod.di<br>Incompressibilità<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------|---------------|-----------|------------------------|----------|--|---|--|---|---|
| <b>1</b> | 1,4           | 394       | 1,83                   | 0,4      | 223,42   | 159,88                                      | 214  | 61,62                                     | 329   |
| <b>2</b> | 7,5           | 757       | 1,99                   | 0,4      | 895,50   | 640,85                                      | 856  | 247,00                                    | 2634  |
| <b>3</b> | 21,1          | 1186      | 2,1                    | 0,4      | 1789,20  | 1659,40                                     | 2218                                       | 639,47                                    | 4552  |

## 7.2 INDAGINI DI TOMOGRAFIA GEOELETTTRICA ERT

Lo scopo di tali indagini è stato quello di ricostruire, in base a valori di resistività apparente misurati in campagna, un modello di resistività del sottosuolo che possa ben rappresentare le caratteristiche litostratigrafiche della zona d'indagine fornendo indicazioni sulla struttura, porosità, contenuto in argilla e presenza di fluidi restituendo un'analisi ad alta risoluzione del sottosuolo nei punti in cui sono stati acquisiti i dati.

In campagna sono state acquisite esclusivamente misure di resistività, utili a mettere in evidenza sia le variazioni laterali entro un orizzonte di terreno, sia le variazioni con la profondità. Va specificato che non sempre le variazioni elettriche corrispondono a variazioni litostratigrafiche; la resistività è un parametro estremamente variabile in dipendenza di diversi fattori come la porosità, la presenza di fluidi, composizione mineralogica, grado di fratturazione, di saturazione e presenza di sostanze organiche, per cui le variazioni, anche nell'ambito di uno stesso litotipo, possono essere considerevoli. Il processo di inversione inoltre introduce delle incertezze che si ripercuotono nel modello di resistività. La tomografia acquisita deve essere interpretata inserendola nel contesto geologico, morfologico e geografico dell'area.

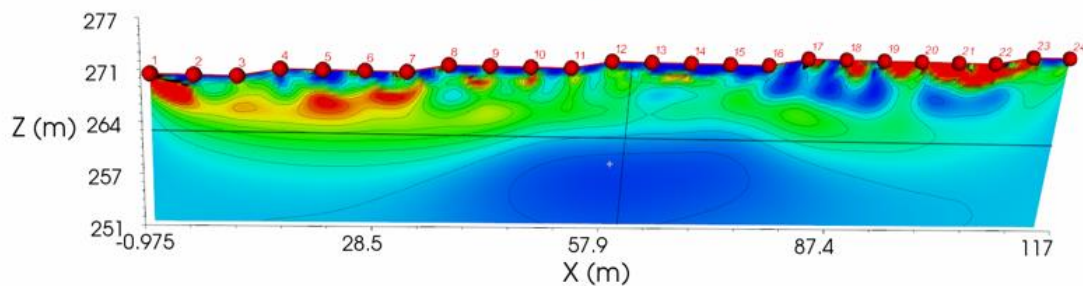
I dati delle indagini denominate Tomo 01 e Tomo 02 sono stati acquisiti in base alla disposizione quadripolare Wenner-Schlumberger, dove il metodo Wenner (alpha) che è sensibile ai cambiamenti verticali di resistività al di sotto del centro dello stendimento, ma è meno sensibile alle variazioni orizzontali, mentre, la configurazione Schlumberger è sensibile alle strutture orizzontali come il metodo Wenner ma all'aumentare del parametro  $n$  diventa sensibile anche alle strutture verticali. Le indagini hanno una configurazione del tipo Wenner-Schlumberger, sono lunghe 117m la cui distanza elettrolitica è di 5m e il numero di elettrodi di misura sono 24.

### 7.2.1 Tomografia geoelettrica denominata TOMO1

La tomografia denominata Tomo 1 è stata realizzata ad una quota media di 280m s.l.m, ha una lunghezza di 117 m ed ha raggiunto una profondità di investigazione di circa 24 m.

L'elettrosezione presenta valori di resistività compresi tra 11 – 77  $\Omega \cdot m$ , a tale range di valori è stato assegnato una scala colorimetrica che presenta colori che vanno dal blu (valori più bassi di resistività) al rosso - viola (valori più alti di resistività). Si osservano maggiori valori di resistività in alcuni punti nella porzione superiore della sezione e nel primo elettrostrato, tali valori, si trovano in un range di resistività compreso tra 44 e 77  $\Omega \cdot m$  e sono ascrivibili a depositi maggiormente resistivi di tipo argilloso sabbiosi, mentre, nell'elettrostrato sottostante, si osservano valori meno resistivi, con

intervalli di resistività che vanno da 11 a 27.5  $\Omega^*m$ , ascrivibili a depositi con maggior componente argillosa.



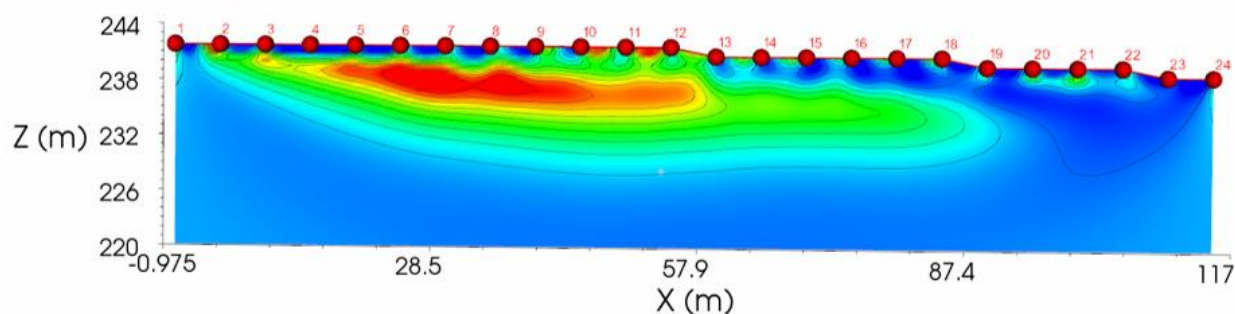
*Ubicazione ed elettrosezione della Tomo 1*

### *7.2.2 Tomografia geoelettrica denominata Tomo 2*

La tomografia denominata Tomo 2 è stata realizzata ad una quota media di 280m s.l.m, ha una lunghezza di 120 m ed ha raggiunto una profondità di investigazione di circa 24 m.

L'elettrosezione presenta valori di resistività compresi tra 15.6 – 74.7  $\Omega^*m$ , a tale range di valori è stato assegnato una scala colorimetrica che presenta colori che vanno dal blu (valori più bassi di resistività) al rosso - viola (valori più alti di resistività). Si osservano maggiori valori di resistività in alcuni punti nella porzione superiore della sezione, tali valori, si trovano in un range di resistività compreso tra 45.1 e 74.7  $\Omega^*m$  e sono ascrivibili a depositi maggiormente resistivi di tipo argilloso sabbiosi, mentre, nell'elettrostrato sottostante, si osservano valori meno resistivi, con intervalli di resistività che vanno da 15.6 a 30.3  $\Omega^*m$ , ascrivibili a depositi con maggior componente argillosa.

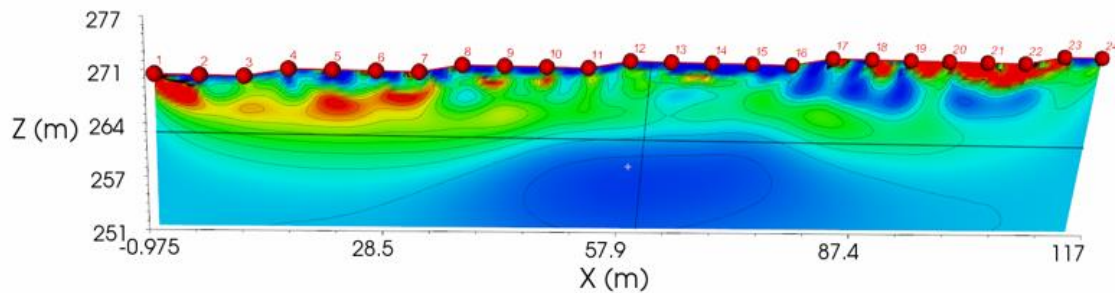
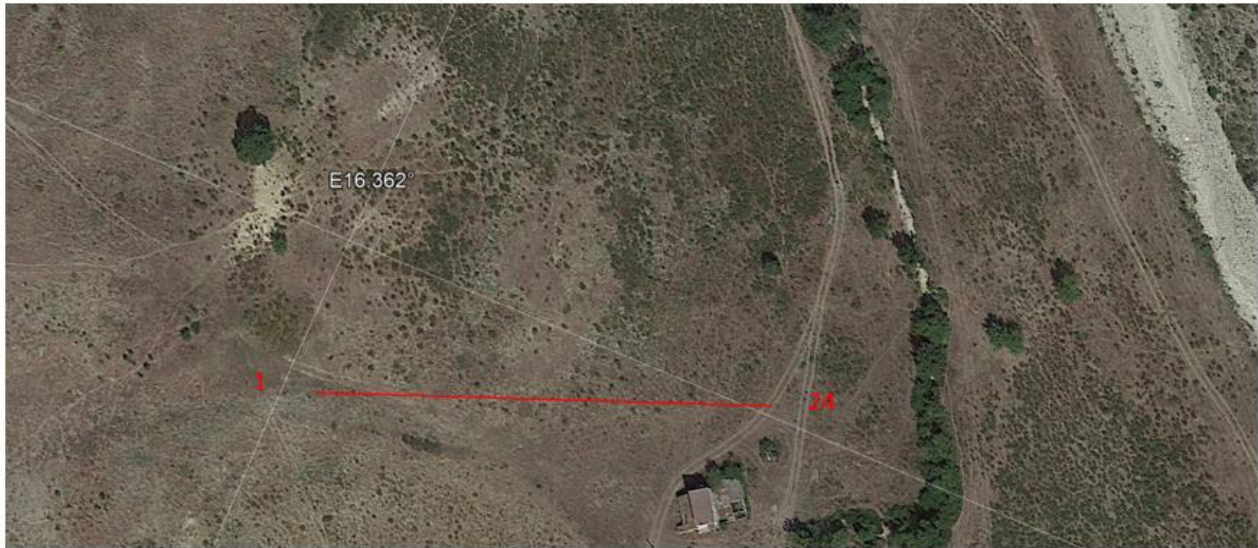




*Ubicazione ed Elettrosezione della Tomo 2*

La seguente tabella è rappresentativa degli intervalli di resistività di alcuni terreni.

| MATERIALE | INTERVALLO DI RESISTIVITÀ |
|-----------|---------------------------|
| Arenaria  | 60 – 10 <sup>4</sup> Ωm   |
| Argilla   | 1 – 120 Ωm                |
| Sabbia    | 100 – 1000 Ωm             |
| Limo      | 10 - 800 Ωm               |
| Ghiaia    | 100-5000 Ωm               |
| Calcere   | 100 – 5000 Ωm             |
| Basalto   | 10 – 10 <sup>5</sup> Ωm   |
| Marmo     | 100 – 10 <sup>5</sup> Ωm  |
| Granito   | 100 – 10 <sup>5</sup> Ωm  |



### 7.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di n° 10 prove penetrometriche continue dinamiche tipo DPSH.

Scopo di questa indagine è stato quello di risalire alle seguenti informazioni:

- Spessore delle coperture;
- Consistenza dei terreni attraversati;
- Resistenza alla penetrazione;
- Resistenza all'attrito laterale;
- Presenza di eventuali falde nella copertura;
- Ricostruzione dei piani di scorrimento poco profondi.

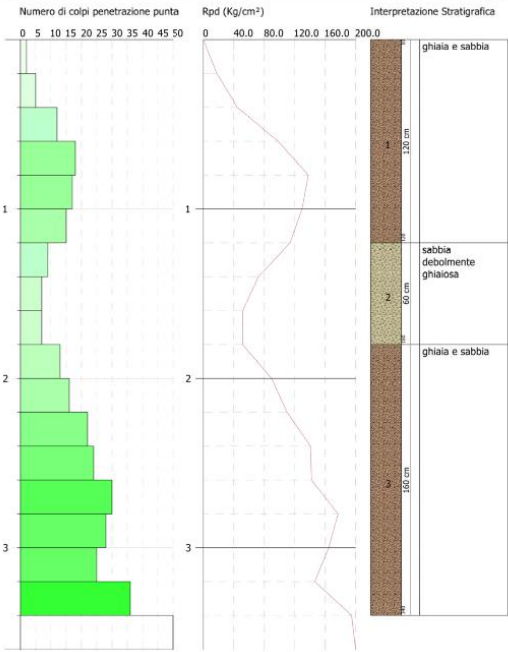
Di seguito si riportano i grafici delle prove eseguite.

Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Galilello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione: Località: Sant'Arcangelo (PZ)  
 Scala 1:18

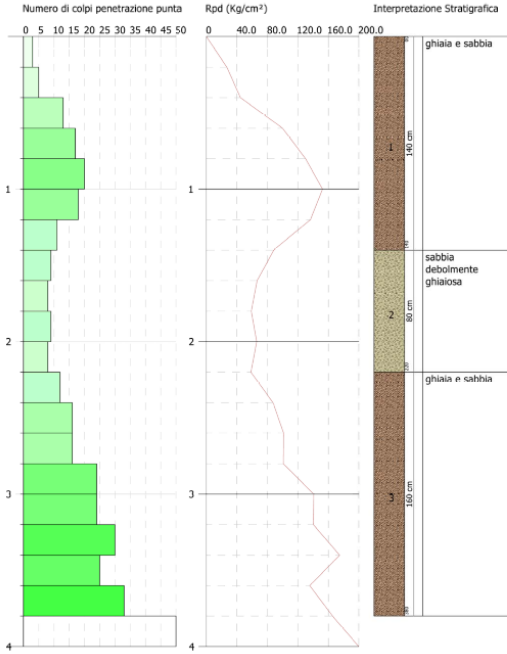


Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Galilello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione: Località: Sant'Arcangelo (PZ)  
 Scala 1:20



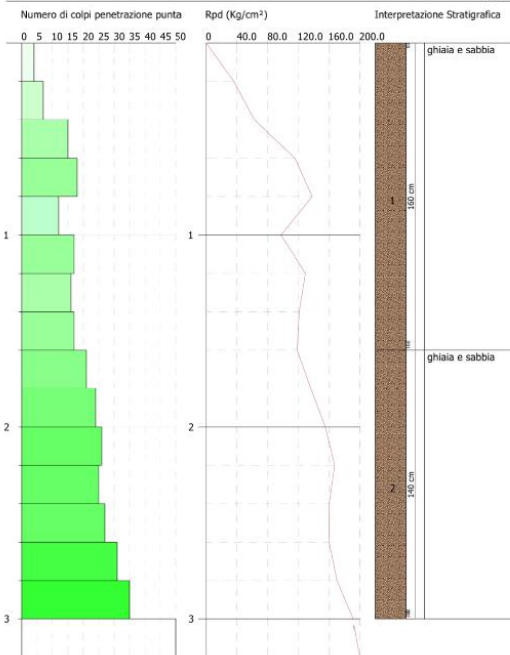
*Grafico della DPSH1 e DPSH2*

Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Galilello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione: Località: Sant'Arcangelo (PZ)  
 Scala 1:16

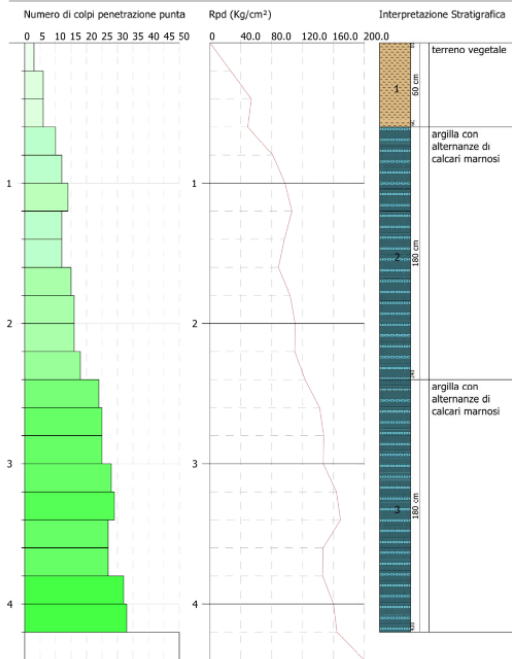


Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Galilello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH4  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione: Località: Sant'Arcangelo (PZ)  
 Scala 1:22



*Grafico della DPSH3 e DPSH4*

**PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRI-VOLTAICO A TERRA "SANT'ARC.1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 50 MW LOCALITÀ "MONTICELLI" NEL COMUNE DI SANT'ARCAANGELO (PZ)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA-**

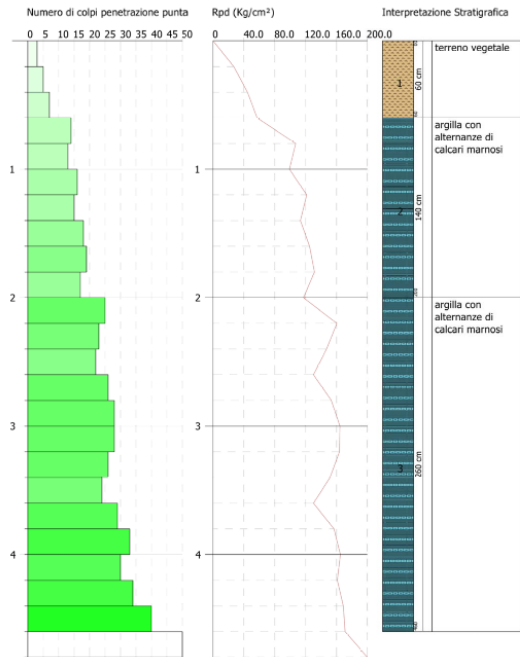
**DATA:**  
**GENNAIO 2023**  
**Pag 27**

Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Gallitello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH5  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione:  
 Località: Sant'Arcangelo (PZ) Scala 1:24

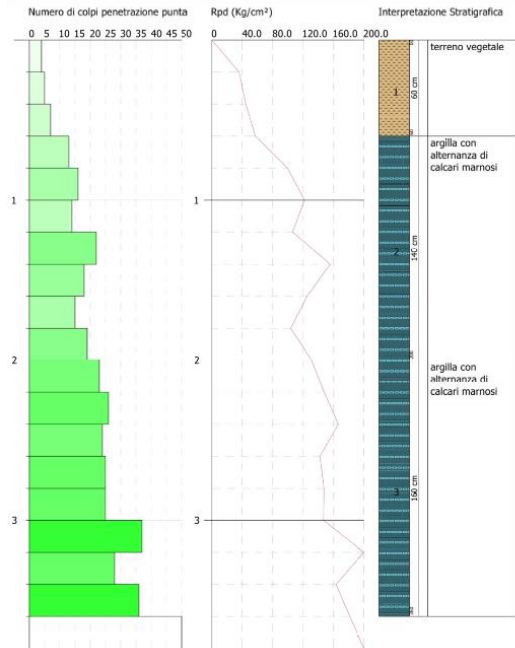


Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Gallitello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH6  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione:  
 Località: Sant'Arcangelo (PZ) Scala 1:19



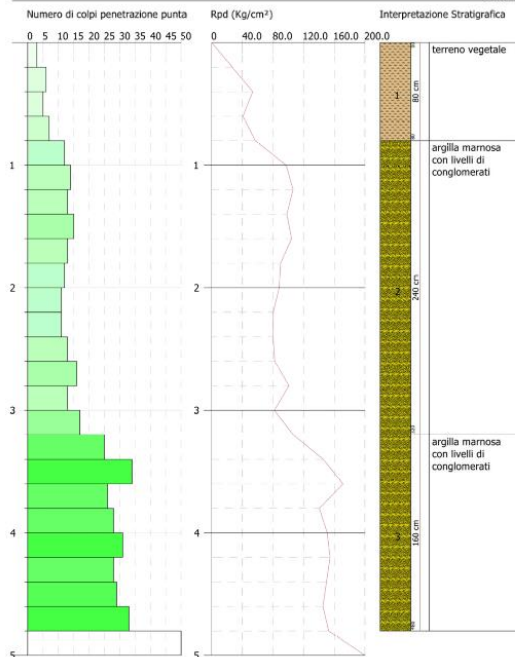
*Grafico della DPSH5 e DPSH6*

Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Gallitello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH7  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione:  
 Località: Sant'Arcangelo (PZ) Scala 1:25

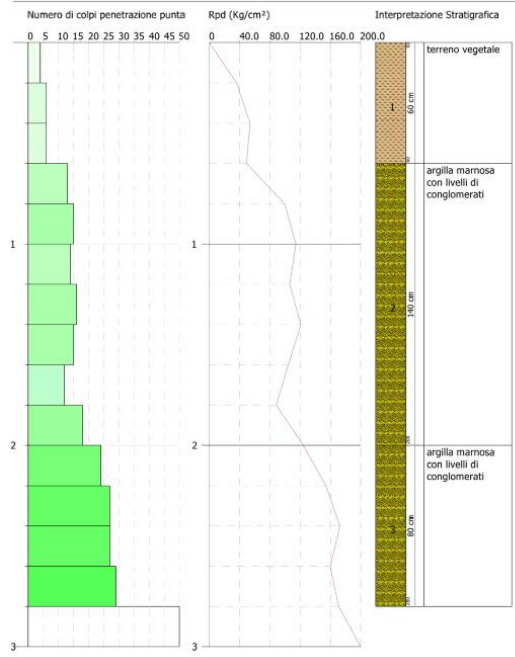


Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Gallitello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH8  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: 16-11-2022  
 Descrizione:  
 Località: Sant'Arcangelo (PZ) Scala 1:15



*Grafico della DPSH7 e DPSH 8*

Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Gallitello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



Engineering Geology s.r.l.  
 Via del Gallitello 90/A  
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737  
 85100 Potenza



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH9  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

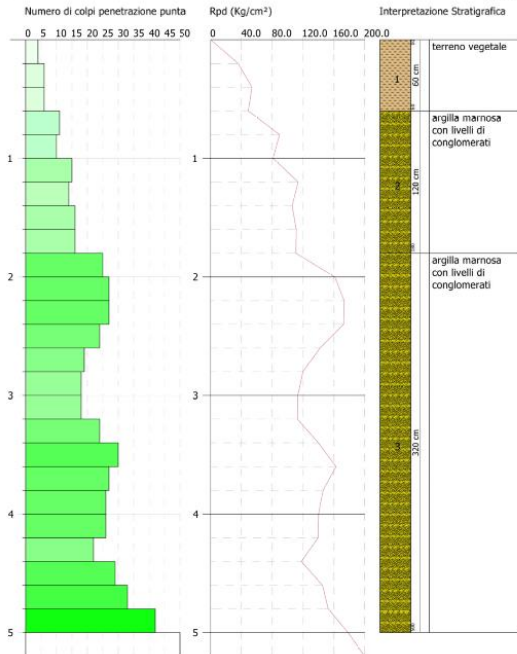
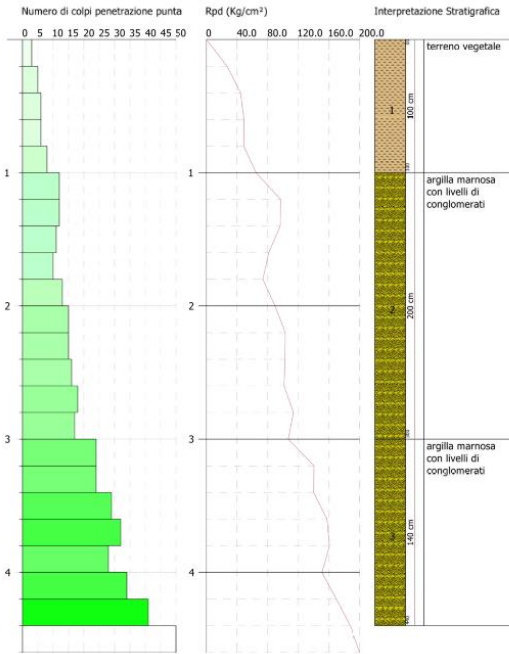
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH10  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Descrizione:  
 Località: Sant'Arcangelo (PZ)

16-11-2022  
 Scala 1:23

Committente:  
 Descrizione:  
 Località: Sant'Arcangelo (PZ)

16-11-2022  
 Scala 1:26



*Grafico della DPSH9 e DPSH 10*

Nella seguente tabella sono riportati le profondità raggiunte e le litologie interessate dalle prove:

| Prova  | Profondità dal p.c. | Litologia                                   | Ubicazione |
|--------|---------------------|---|------------|
| DPSH1  | 3.60 m              | Ghiaia e sabbia, sabbia debolmente ghiaiosa | Area Parco |
| DPSH2  | 4.00 m              | Ghiaia e sabbia, sabbia debolmente ghiaiosa | Area Parco |
| DPSH3  | 3.20 m              | ghiaia e sabbia                             | Area Parco |
| DPSH4  | 4.40 m              | argilla con alternanze di calcari marnosi   | Area Parco |
| DPSH5  | 4.80 m              | argilla con alternanze di calcari marnosi   | Area Parco |
| DPSH6  | 3.80 m              | argilla con alternanza di calcari marnosi   | Area Parco |
| DPSH7  | 5.00 m              | argilla marnosa con livelli di conglomerati | Area Parco |
| DPSH8  | 3.00 m              | argilla marnosa con livelli di conglomerati | Area Parco |
| DPSH9  | 4.60 m              | argilla marnosa con livelli di conglomerati | Area Parco |
| DPSH10 | 5.20 m              | argilla marnosa con livelli di conglomerati | Area Parco |

A seguito dell'elaborazione delle prove eseguite si nota che i depositi al di sotto del terreno vegetale (avente uno spessore variabile da 0.40 a 0.60 m) si presentano da molto consistenti a estremamente consistenti e da moderatamente addensati ad addensati secondo la classificazione AGI.

Si nota che a seconda delle prove sono presenti livelli spessore variabili di argille marnose, argille sabbiose o livelli conglomeratici.

## **9 MODELLO GEOLOGICO TECNICO**

Il modello geologico-tecnico del sottosuolo rappresenta la sintesi delle indagini geologiche e geotecniche eseguite.

Sono state individuate e distinte due unità geotecniche caratterizzate da uniformità sia litologiche che in termini di comportamento fisico-meccanico e geofisico, è stato possibile attribuire a ciascuna delle unità litostratigrafiche affioranti nell'area di progetto i valori delle proprietà fisico-meccaniche che meglio ne descrivono il comportamento globale.

Nel modello geologico tecnico non sono stati assegnati parametri geotecnici alla copertura vegetale di circa 1.m di spessore in quanto non utilizzabile ai fini fondali.

| <b>Unità</b>               | <b>Descrizione litologica</b>   |
|----------------------------|---|
| <b>Unità Geotecnica I</b>  | Argilla marnosa e argilla sabbiosa con livelli di conglomerati poligenici.                                      |
| <b>Unità Geotecnica II</b> | Argilla marnosa e argilla sabbiosa con livelli di conglomerati da molto consistenti a estremamente consistenti. |

### *Parametri caratteristici*

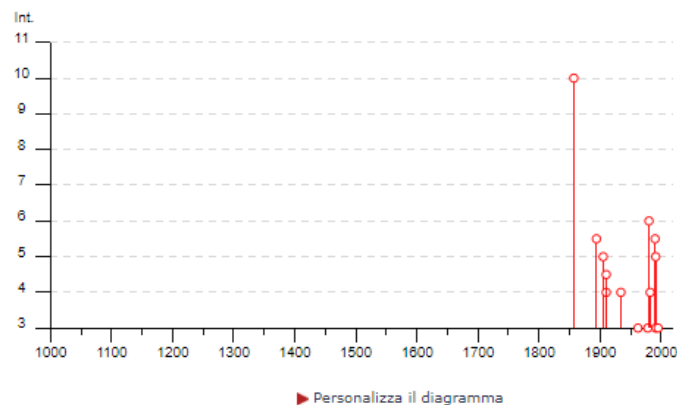
| <b>Unità Geotecnica</b> | <b><math>\gamma_v</math><br/>(KN/m<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\phi'</math></b> | <b>Cu<br/>(KPa)</b> |
|-------------------------|---|---------------------------|---------------------|
| <b>I</b>                | <b>19.0</b>   | <b>23.4</b>               | <b>78</b>           |
| <b>II</b>               | <b>24</b>   | <b>31.8</b>               | <b>272</b>          |

## 10. SISMICITÀ DELL'AREA

L'area in oggetto è caratterizzata da un'attività sismica di energia da bassa a moderata. Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 creato dal INGV nel periodo di tempo intercorso tra 1857 e il 2006 sono stati registrati e catalogati 18 terremoti con una magnitudo con una intensità epicentrale variabile da 5 a 11 e un momento magnitudo compreso tra 4.13 e 7.12. Di seguito si riportano gli eventi catalogati e il grafico della distribuzione temporale della magnitudo.

### Sant'Arcangelo

PlaceID IT\_63324  
Coordinate (lat, lon) 40.246, 16.274  
Comune (ISTAT 2015) Sant'Arcangelo  
Provincia Potenza  
Regione Basilicata  
Numero di eventi riportati 18



| Effetti | In occasione del terremoto del |    |    |    |    |    |                              |      |            |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|------------------------------|------|------------|
| Int.    | Anno                           | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale             | NMDP | Io Mw      |
| 10      | 1857                           | 12 | 16 | 21 | 15 |    | Basilicata                   | 340  | 11 7.12    |
| NF      | 1893                           | 01 | 25 |    |    |    | Vallo di Diano               | 134  | 7 5.15     |
| 5-6     | 1894                           | 05 | 28 | 20 | 15 |    | Pollino                      | 122  | 7 5.01     |
| 5       | 1905                           | 09 | 08 | 01 | 43 |    | Calabria centrale            | 895  | 10-11 6.95 |
| 4       | 1910                           | 06 | 07 | 02 | 04 |    | Irpinia-Basilicata           | 376  | 8 5.76     |
| 4-5     | 1910                           | 10 | 03 | 11 | 04 |    | Basilicata meridionale       | 36   | 5-6 4.62   |
| NF      | 1915                           | 01 | 13 | 06 | 52 | 4  | Marsica                      | 1041 | 11 7.08    |
| 4       | 1934                           | 07 | 03 | 16 | 11 |    | Castelsaraceno               | 18   | 6 4.55     |
| 3       | 1962                           | 08 | 21 | 18 | 19 |    | Irpinia                      | 562  | 9 6.15     |
| 3       | 1978                           | 09 | 24 | 08 | 07 | 4  | Materano                     | 121  | 6 4.75     |
| 6       | 1980                           | 11 | 23 | 18 | 34 | 5  | Irpinia-Basilicata           | 1394 | 10 6.81    |
| 4       | 1982                           | 03 | 21 | 09 | 44 | 0  | Golfo di Policastro          | 125  | 7-8 5.23   |
| 5-6     | 1990                           | 05 | 05 | 07 | 21 | 2  | Potentino                    | 1375 | 5.77       |
| 3       | 1991                           | 04 | 18 | 19 | 24 | 0  | Piana di Metaponto           | 26   | 4.13       |
| 5       | 1991                           | 05 | 26 | 12 | 25 | 5  | Potentino                    | 597  | 7 5.08     |
| 3       | 1995                           | 05 | 29 | 20 | 44 | 2  | Val d'Agri                   | 103  | 5 4.18     |
| NF      | 1996                           | 04 | 03 | 13 | 04 | 3  | Irpinia                      | 557  | 6 4.90     |
| NF      | 2006                           | 06 | 22 | 19 | 34 | 5  | Costa calabra settentrionale | 161  | 4.70       |

Grafico della distribuzione temporale e dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto

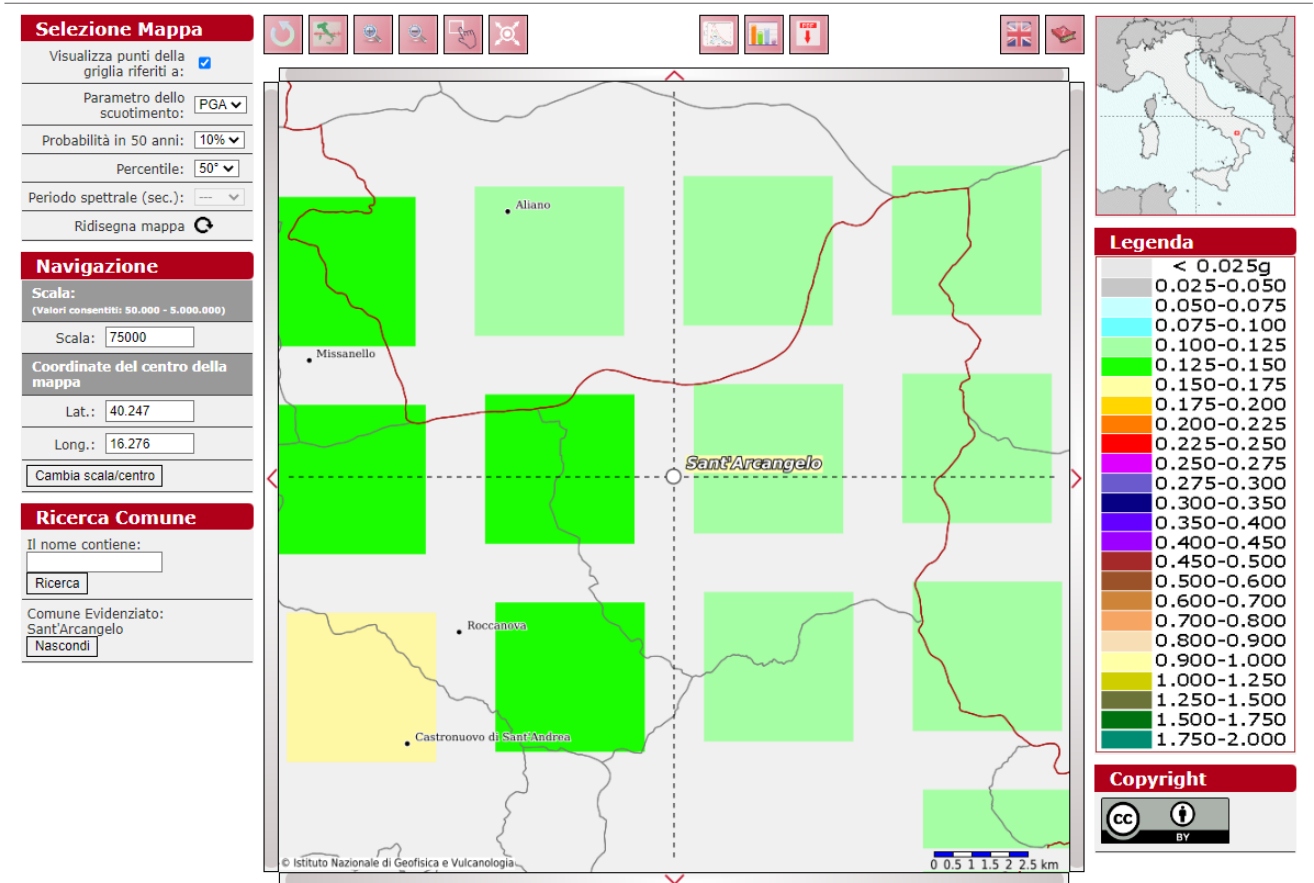
Elenco dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto



In relazione alla relativa vicinanza di importanti strutture sismo genetiche attivate frequentemente, soprattutto nella catena appenninica, le stime di pericolosità effettuate hanno fornito valori di accelerazioni di picco del suolo (PGA), con probabilità del 10% di essere superate in 50 anni, comprese tra 0.100 e 0.125 g.



## Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



## 11. MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO

Sulla base dei dati geologici, geomorfologici e sismici a disposizione si è proceduto alla stesura della Carta di Microzonazione Sismica seguendo le disposizioni "*Indirizzi e i criteri per la micro zonazione sismica*" dell'*OPCM n. 3907 del 13 novembre 2010*, come previsto dalla *L.R. n°9 del 7 giugno 2011* attuando la "*Procedura per la stesura della carta di micro zonazione omogenea in prospettiva sismica di livello 2*".

Si ricorda che nell'allegato 1 della su citata L.R. vengono forniti per ogni comune i valori di PGA, Magnitudo e Distanza epicentrale da utilizzare per gli studi di microzonazione sismica in materia di pianificazione, nella seguente tabella si riporta la Nuova Zona Sismica il valore di PGA, la magnitudo e la distanza epicentrale per il parco fotovoltaico a di nuova realizzazione.

| Comune         | Nuova Zona Sismica | PGA (g)      | Magnitudo  | Distanza (Km) | Opera in progetto  |
|----------------|--------------------|--------------|------------|---------------|--------------------|
| Sant'Arcangelo | <b>3a</b>          | <b>0.150</b> | <b>6.7</b> | <b>80</b>     | Parco fotovoltaico |

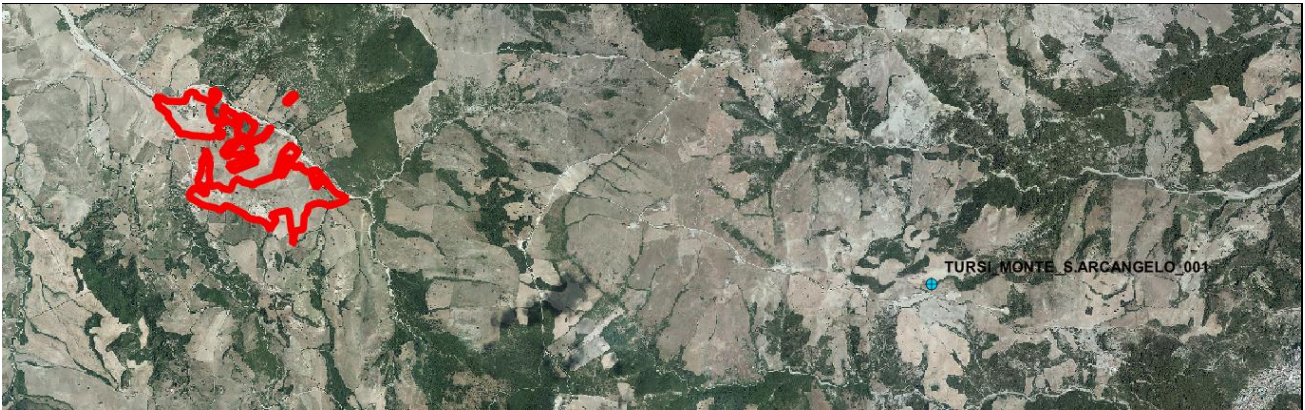
La microzonazione di 2° livello prevede l'impiego di parametri che quantificano la variazione del moto sismico in superficie quali FA (Fattore di amplificazione dello spettro elastico di superficie in termini di accelerazione) e FV (Fattore di amplificazione spettro elastico di superficie in termini di pseudovelocità) da applicare rispettivamente alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e alto periodo (FV), e rappresentano dei fattori di amplificazione degli spettri elastici di superficie (di sito) per amplificazioni litostratigrafiche e vengono quantificati mediante specifici "abachi" di riferimento riportati negli "Indirizzi".

Dall'analisi delle velocità delle onde S misurate mediante gli stendimenti sismico tipo MASW si è notato che il bedrock sismico (cioè quel terreno che è contraddistinto da una  $V_s > 800$  m/s) non è stato riscontrato nelle indagini sismiche nei primi trenta metri di terreno investigato, le quali hanno mostrato valori delle onde S dell'ultimo strato pari comprese tra 387 e 445 m/s.

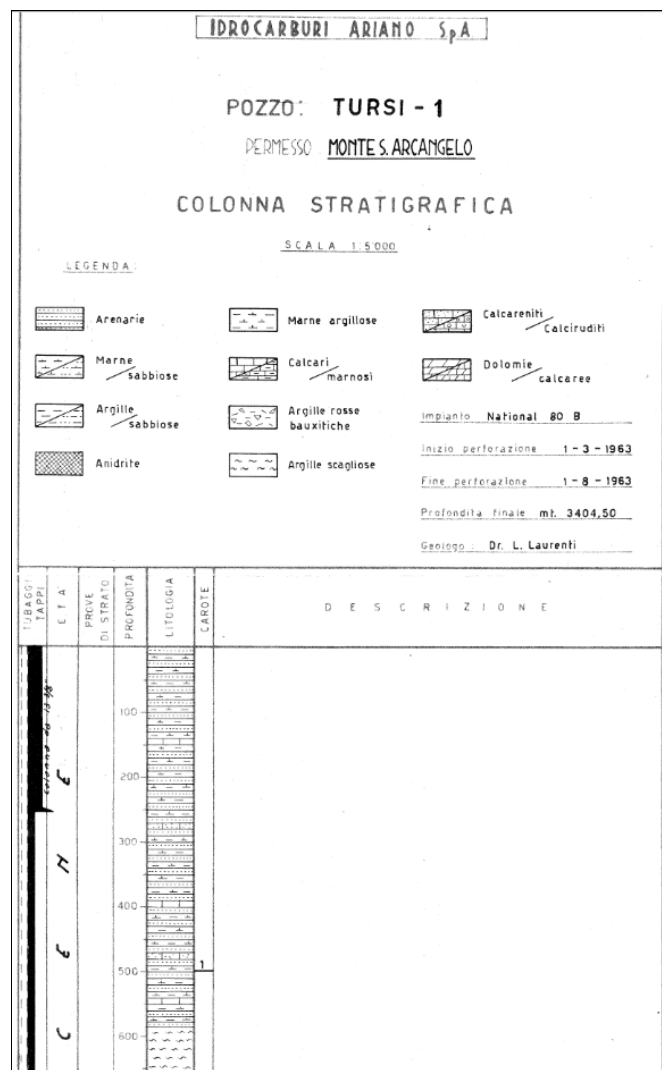
Quindi al fine di individuare la profondità del bedrock sismico si è proceduto a ricostruire il profilo della velocità utilizzando i dati registrati nelle prove sismiche ed in seguito per individuare la profondità del substrato sismico è stato considerato un aumento costante del gradiente della velocità registrato nell'ultimo sismostrato fino a quando è stata intercettata la velocità di 800m/s.

Tale studio è stato possibile perché nell'area sono presenti i depositi ascrivibili alle Argille marnose e argille sabbiose che, come dalla letteratura consultata, presentano uno spessore di circa

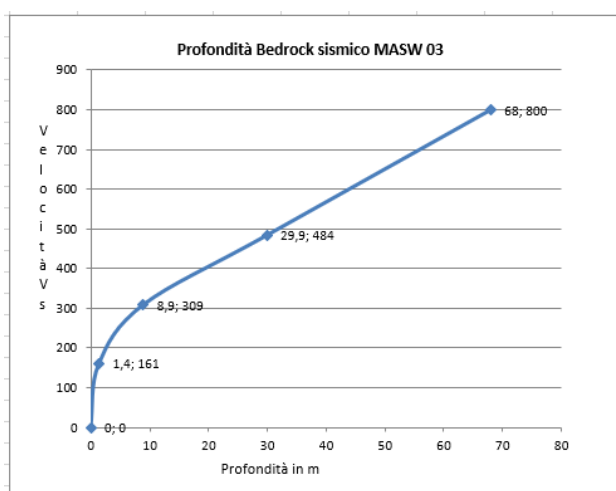
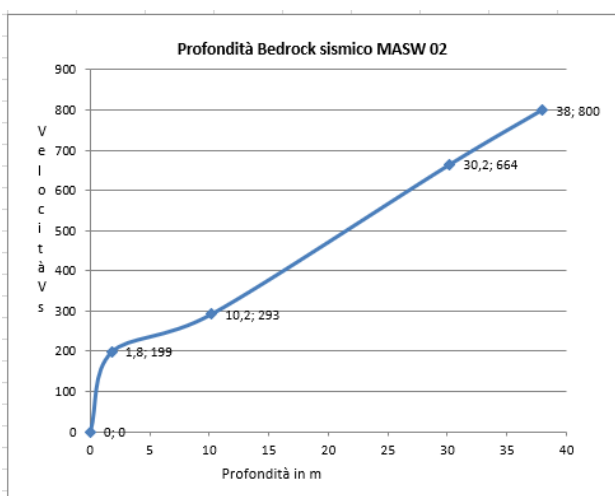
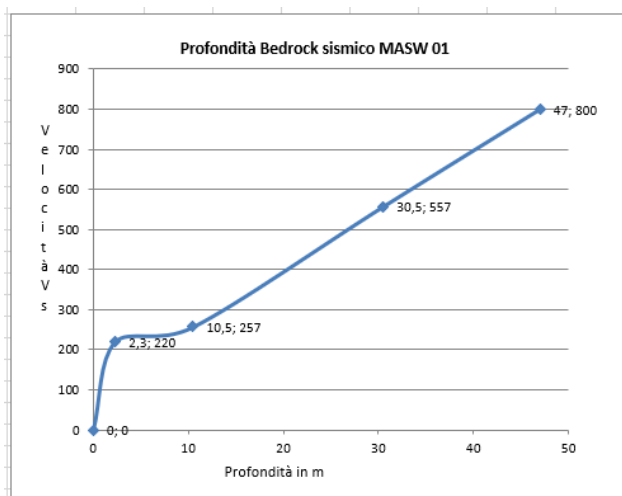
60m, lo stesso viene anche ricostruito dalla stratigrafia consultata di una perforazione eseguita dalla compagnia petrolifera Idrocarburi Ariano s.p.a., denominata Tursi 1, Monte S.Arcangelo 001, ubicato in località Lagarelli nel comune di Tursi della profondità di 3.400m. Di seguito si riportano l'ubicazione della perforazione e la stratigrafia del sondaggio consultato.



*Planimetria dell'ubicazione del pozzo Tursi 1-Monte S.Arcangelo 001*



*Stratigrafia del pozzo Tursi 1-Monte S.Arcangelo 001.*



Come si evince dai grafici allegati il “Bedrock sismico” si rinviene a una profondità variabile, dove; la MASW 01 incontra il Bedrock sismico ad una profondità di 47m; la MASW 02 incontra il Bedrock sismico ad una profondità di 38m e la Masw 03 incontra il Bedrock sismico ad una profondità di 68m.

Per ottenere i valori di FA e FV è stata calcolata la VSh relativa ai depositi presenti al di sopra del substrato sismico come riportato nella seguente tabella:

| Indagine | Litologia  | Prof bedrock sismico | Vs      |
|----------|--|----------------------|---------|
| MASW 01  | Argille marnose e argille sabbiose con livelli di conglomerati | 47 m                 | 388 m/s |
| MASW 02  | Argille marnose e argille sabbiose con livelli di conglomerati | 38 m                 | 444 m/s |

|         |  |     |         |
|---------|--|-----|---------|
| MASW 03 | Argille marnose e argille sabbiose con livelli di conglomerati | 68m | 463 m/s |
|---------|--|-----|---------|

Per maggiore margine di sicurezza, sapendo che il Bedrock sismico all'interno dell'area parco è situato a profondità comprese tra 47 e 68 m e che la velocità delle Vs è compresa tra 317 e 509 m/s sono state individuate due microzone omogenee suscettibili di amplificazione locale a cui sono stati assegnati i seguenti fattori di amplificazione.

#### MICROZONA 1

Corrisponde all'area in cui sono state eseguite le MASW 01 e 02, i cui fattori di amplificazione sono stati ricavati dall'abaco e corrispondono alla velocità (400 m/s) e profondità (50 m) considerando un livello energetico pari a  $0.05 < a_g \leq 0.15$  per sedimenti argillosi e con un profilo di velocità lineare pendenza intermedia:

$$FA = 1,96 \quad Fv = 1.71$$

Fattore di amplificazione  $F_A$       Tipo di terreno Argilla       $a_g$  (g) 0.18g      Profilo di velocità Lineare pendenza massima

|    | $V_{SH}$ (m/s) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|----|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|    | 150            | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500  | 600  | 700  |  |
| 5  | 2.61           | 2.36 | 1.75 | 1.34 | 1.17 | 1.09 | 1.05 | 1.03 | 1.02 | 1.01 |  |
| 10 | 3.29           | 2.93 | 2.57 | 2.10 | 1.77 | 1.49 | 1.32 | 1.19 | 1.07 | 1.02 |  |
| 15 | 3.31           | 3.28 | 3.00 | 2.44 | 1.95 | 1.65 | 1.43 | 1.29 | 1.12 | 1.04 |  |
| 20 | 2.89           | 3.29 | 3.23 | 2.72 | 2.16 | 1.81 | 1.56 | 1.40 | 1.16 | 1.06 |  |
| 25 | 2.87           | 3.23 | 3.36 | 2.82 | 2.25 | 1.92 | 1.66 | 1.47 | 1.22 | 1.08 |  |
| 30 | -              | 3.17 | 3.32 | 2.89 | 2.34 | 1.96 | 1.70 | 1.51 | 1.25 | 1.09 |  |
| 35 | -              | 3.09 | 3.27 | 2.84 | 2.35 | 1.98 | 1.73 | 1.54 | 1.27 | 1.09 |  |
| 40 | -              | 3.01 | 3.22 | 2.87 | 2.31 | 2.00 | 1.74 | 1.54 | 1.28 | 1.10 |  |
| 50 | -              | 2.81 | 3.13 | 2.76 | 2.30 | 1.96 | 1.71 | 1.55 | 1.28 | 1.09 |  |
| 60 | -              | 2.66 | 2.99 | 2.68 | 2.22 | 1.89 | 1.69 | 1.51 | 1.26 | 1.09 |  |

Fattore di amplificazione  $F_V$       Tipo di terreno Argilla       $a_g$  (g) 0.18g      Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia

|    | $V_{SH}$ (m/s) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|----|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|    | 150            | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500  | 600  | 700  |  |
| 5  | 1.18           | 1.09 | 1.04 | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 |  |
| 10 | 2.32           | 1.54 | 1.18 | 1.11 | 1.08 | 1.05 | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.00 |  |
| 15 | 2.99           | 2.13 | 1.61 | 1.29 | 1.16 | 1.11 | 1.07 | 1.05 | 1.02 | 1.01 |  |
| 20 | 3.15           | 2.56 | 1.93 | 1.56 | 1.32 | 1.18 | 1.13 | 1.09 | 1.04 | 1.01 |  |
| 25 | 3.05           | 2.76 | 2.23 | 1.78 | 1.49 | 1.30 | 1.19 | 1.13 | 1.06 | 1.02 |  |
| 30 | -              | 2.75 | 2.38 | 1.97 | 1.64 | 1.42 | 1.28 | 1.18 | 1.08 | 1.03 |  |
| 35 | -              | 2.70 | 2.49 | 2.06 | 1.74 | 1.52 | 1.35 | 1.23 | 1.10 | 1.03 |  |
| 40 | -              | 2.65 | 2.45 | 2.15 | 1.82 | 1.59 | 1.41 | 1.27 | 1.12 | 1.04 |  |
| 50 | -              | 2.45 | 2.39 | 2.17 | 1.94 | 1.71 | 1.52 | 1.37 | 1.17 | 1.05 |  |
| 60 | -              | 2.41 | 2.29 | 2.12 | 1.91 | 1.74 | 1.58 | 1.43 | 1.20 | 1.06 |  |

La microzona 1, definita come, Zona stabile suscettibile di amplificazione locale, è schematizzata nella cartografia associata.

### **13. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**

Coerentemente con le indicazioni ottenute nella circolare esplicativa del Regolamento di attuazione della Legge Regionale n° 23/99 è stata redatta la carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica relativamente alle aree di influenza delle opere da realizzare. La finalità è stata quella di definire in maniera compiuta la compatibilità delle opere a farsi con l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico delle aree individuando non solo le eventuali criticità ma anche gli accorgimenti tecnici da realizzare al fine di superare tali criticità vero quelle soluzioni volte al controllo dei processi di trasformazione dell'area.

Alla luce di quanto riportato nei paragrafi precedenti, il territorio interessato dalle opere in progetto ed oggetto di autorizzazione unica regionale è stato suddiviso nelle seguenti aree:

#### **AREE CON CRITICITA' PUNTUALI E MODERATE**

**Ib1** Aree su versante con pendenze comprese tra 5 e 25° stabili ed esenti da criticità geologiche geomorfologiche e idrogeologiche. Si tratta di aree utilizzabili, in fase di progettazione esecutiva dovranno essere approfondite le conoscenze geotecniche tramite indagini geotecniche in situ.

**Ib2** Aree situate nei pressi di incisioni e impluvi. Le criticità riscontrate nei pressi di queste aree sono legate alla presenza di incisioni ed impluvi all'interno delle quali si riscontra presenza di acqua solo a seguito di intensi e prolungati periodi piovosi. Per l'utilizzo di queste aree si prescrive la realizzazione di canalette e la sistemazione delle incisioni in modo da regimentare il deflusso delle acque e limitarne l'approfondimento

**Ib3** Aree su versante interessate da deformazioni superficiali, si tratta di movimenti lenti che si sviluppano all'interno del primo metro di terreno come dimostrato dalle indagini eseguite e sono situate in corrispondenza delle incisioni. I pannelli fotovoltaici in queste aree dovranno essere fondati ad una profondità maggiore di 3 m utilizzando una tipologia fondale di tipo indiretto in modo da assicurare la stabilità delle opere in oggetto. Inoltre, in quest'area dovranno essere previste opere di regimentazione delle acque superficiali al fine di evitarne il ristagno e la conseguente imbibizione delle porzione interessata dai movimenti superficiali.

AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO AUTORITÀ DI BACINO DELL'APPENNINO  
MERIDIONALE SEDE BASILICATA

**R1** Aree a rischio idrogeologico moderato e a pericolosità moderata

## **14. CONCLUSIONI**

Il presente studio è stato finalizzato alla definizione delle caratteristiche geologico–tecniche, geomorfologiche e sismiche dell'area interessata dalla realizzazione di parco agri-voltaico.

L'area indagata è posizionata su un rilievo denominato Monticelli che presenta pendenze variabili da debolmente inclinato inclinazioni più acclivi.

Gli studi e rilievi condotti e le indagini eseguite hanno consentito di ricostruire il modello geologico e litologico dei terreni affioranti, di caratterizzare tali terreni dal punto di vista sismico e geotecnico.

Dal punto di vista geomorfologico l'area è interessata da deformazioni superficiali e come dal Piano Stralcio per la Difesa da Rischio Idrogeologico da un'area a rischio moderato R1 e da aree situate in corrispondenza delle incisioni, ovvero da impluvi in arretramento, tali aree sono state descritte e individuate nella cara di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica.

Il Geologo

Geol. Raffaele NARDONE