



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 39.90 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
01	DICEMBRE 2023	Emissione				Geol. Raffaele Nardone EGM Project	Geol. Raffaele Nardone EGM Project

INDICE:

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TETTONICO.....	5
3.1 Geologia del Sito	8
4. ANALISI DEI VINCOLI	10
4.1 Vincoli P.A.I. (AdB Basilicata)	10
5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI	11
6. CARATTERI IDROGEOLOGICI	13
7. INDAGINI ESEGUITE	15
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
9 MODELLO GEOLOGICO TECNICO	30
10. SISMICITÀ DELL'AREA	31
11. MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO.....	33
13. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	38

1. PREMESSA

Nell'ambito del **"PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRI-VOLTAICO A TERRA "SANT'ARC.1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 51.89 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
- Carta di Sintesi della pericolosità geologica e geomorfologica in scala 1:2.000;
- Planimetria ubicazione indagini geologiche in scala 1: 500;
- 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.

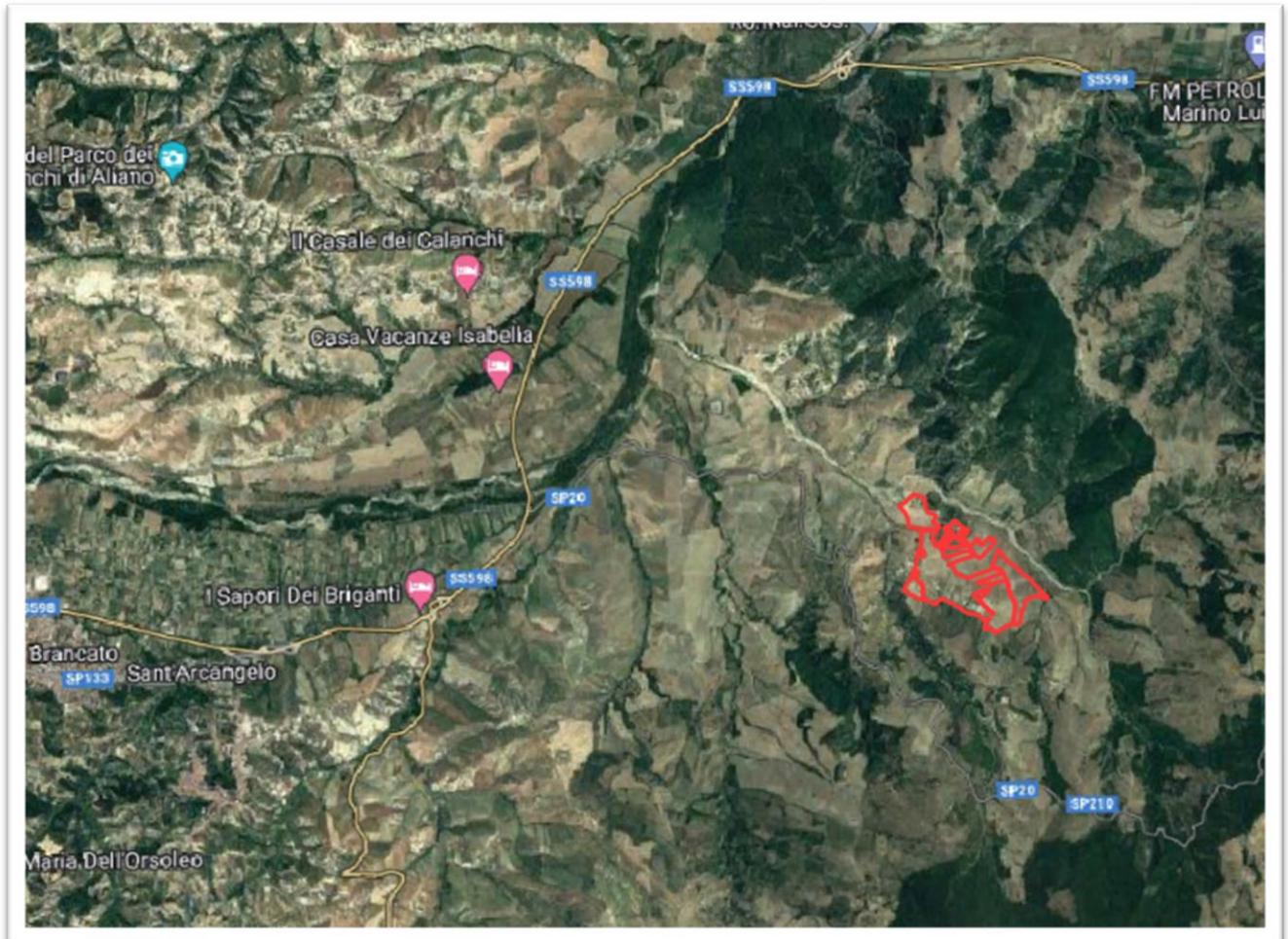


Figura 1 - Ubicazione dell'area dell'impianto Fotovoltaico su Ortofoto.

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.

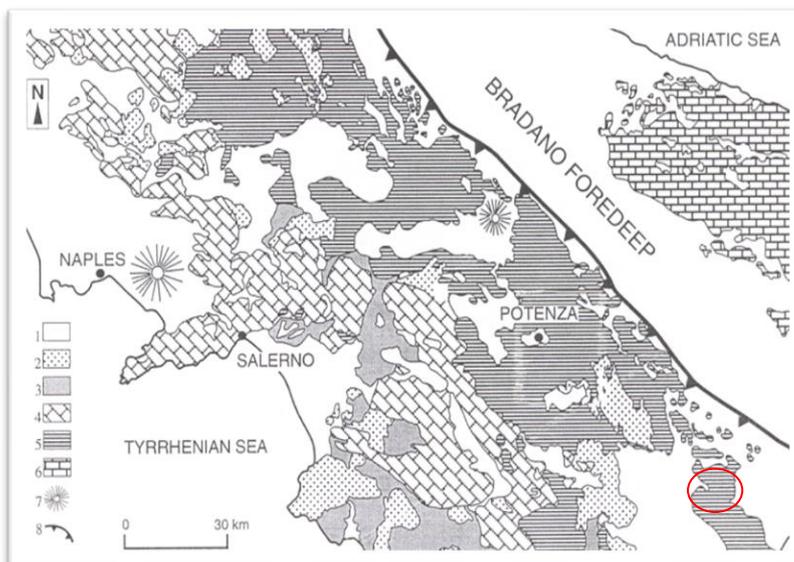


Figura - Mappa geologica schematica dell'Appennino Meridionale.

- 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 Variegate 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.

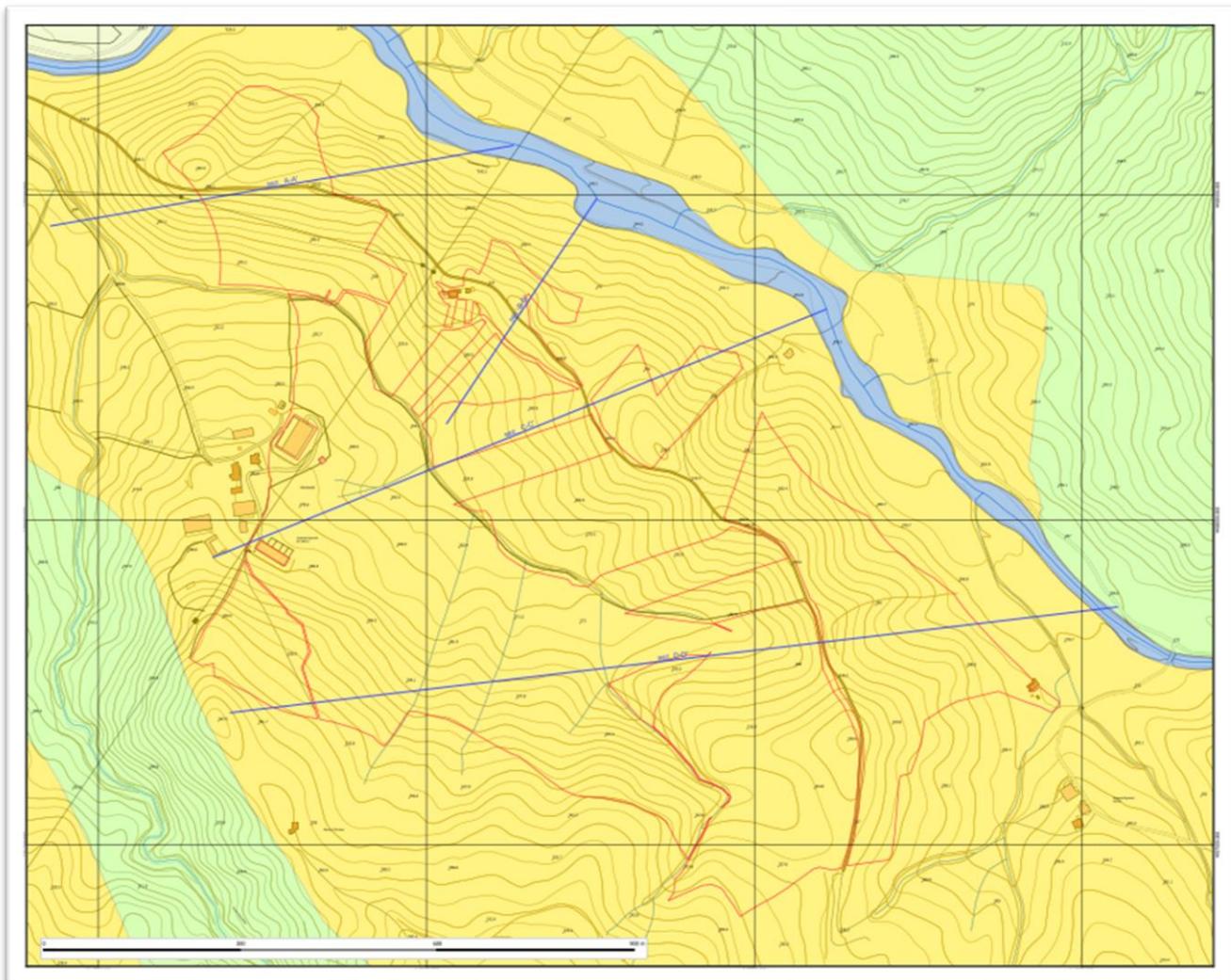
Depositi Recenti.

- **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

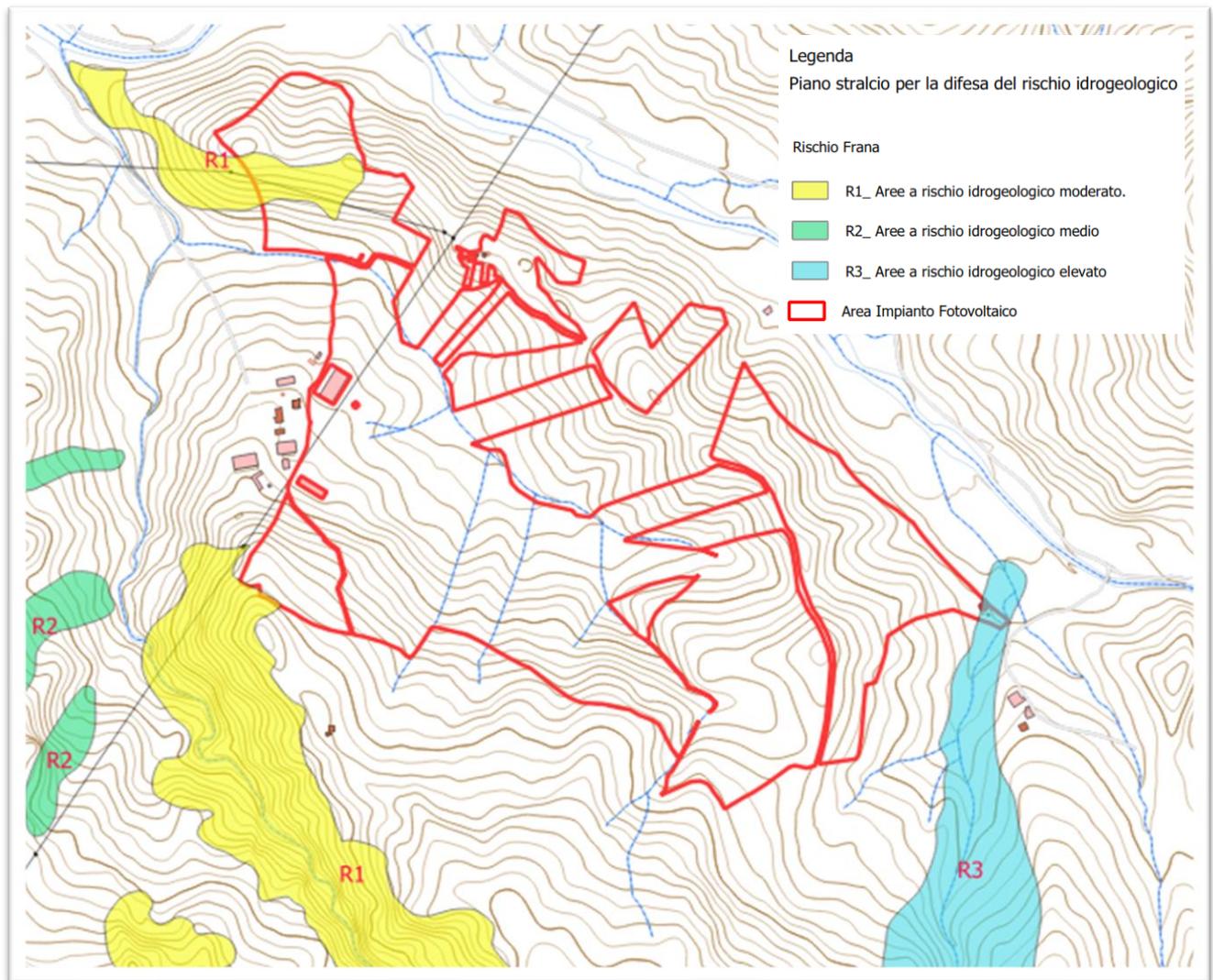
-  Membro di Sant'Arcangelo: Alternanza di calcari e calcari marnosi grigio chiari o biancastri e di argille grigio verdi scure con intercalazioni di arenarie, brecciole calcaree, siltiti e argille brune e rosse. Cretaceo sup.- Paleocene.
-  Argille marnose grigio verdi: Argille marnose grigio scure - 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.
-  Area dell'Impianto Fotovoltaico
-  Traccia di sezione

Stralcio della carta geologica dell'area di progetto.

4. ANALISI DEI VINCOLI

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

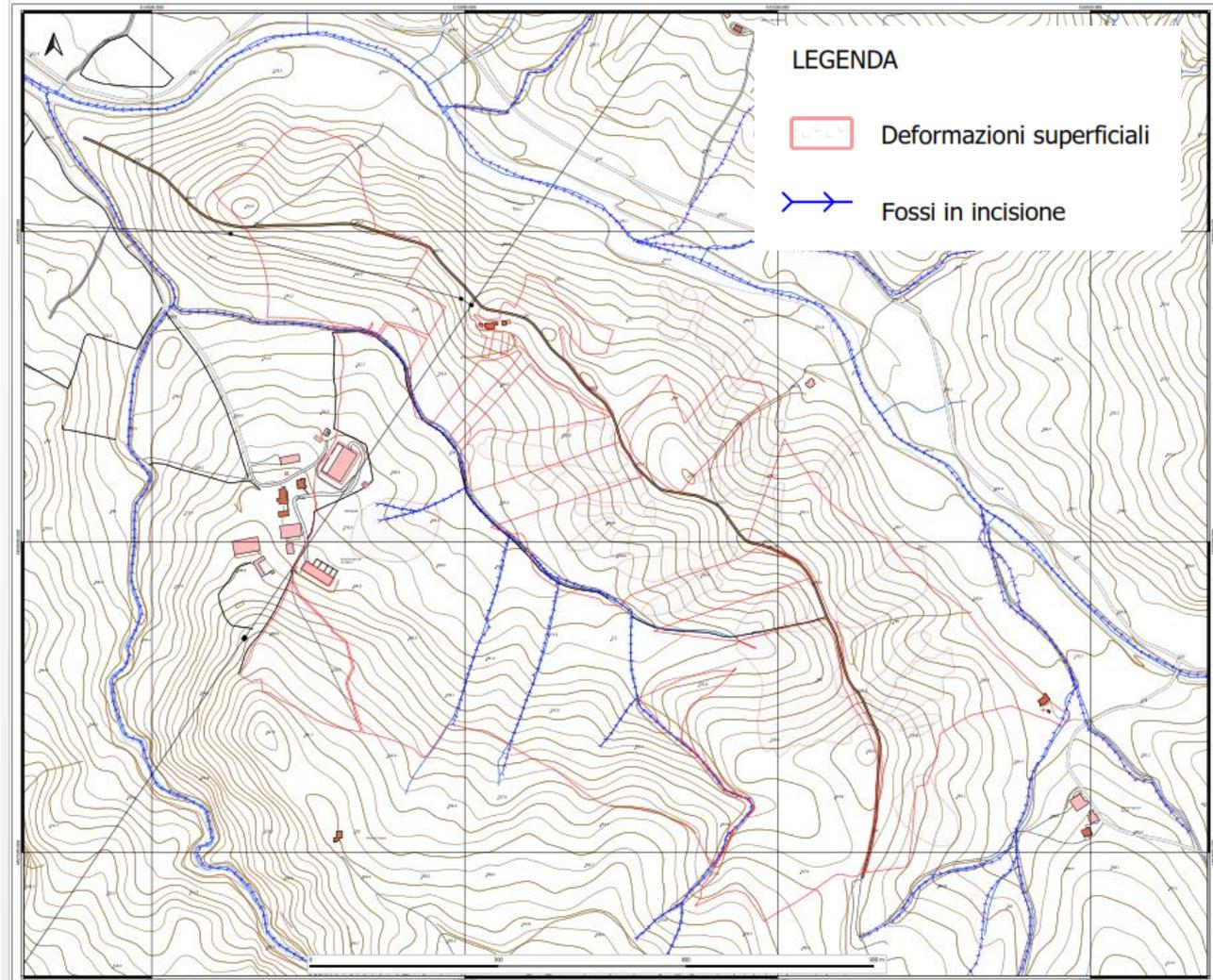
Dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Basilicata, si evince che all'interno dell'area interessata dal progetto, è presente un areale classificato a *a rischio frana* R1 e-nella parte terminale di un areale a rischio frana rR3, come riportato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

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 Mendolara 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 in filtrazione 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 Km², 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 calcirutiti, 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.

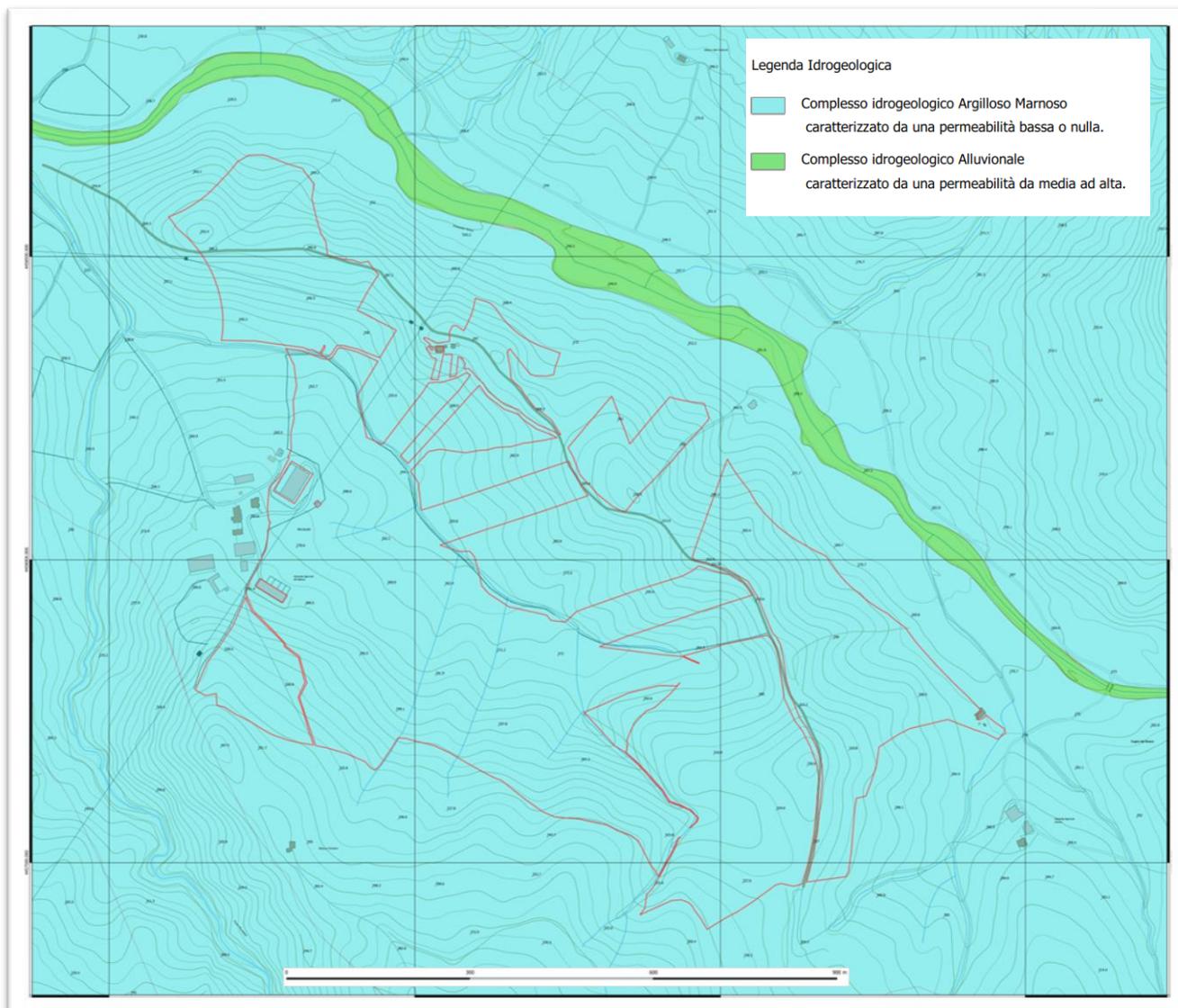


Figura. Stralcio della Carta Idrogeologica su CTR

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.

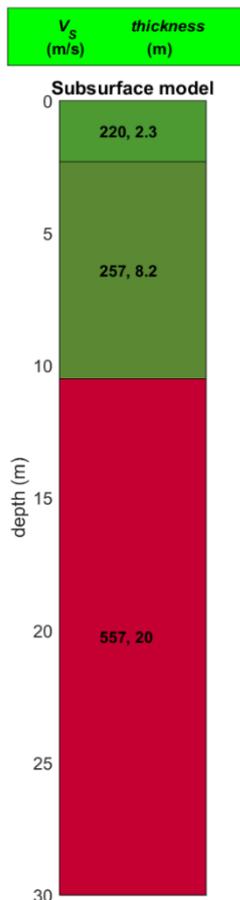
I risultati dell'elaborazione delle indagini sono descritti nel Rapporto Tecnico sulle Indagini e utilizzati per la caratterizzazione sismica del sottosuolo trattata nella presente relazione. Nel rimandare al "Rapporto tecnico delle indagini eseguite" in allegato per una più dettagliata lettura delle 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 γ (Kg/m³) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso

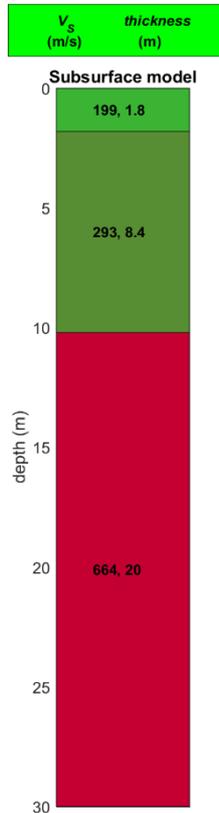
relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione VP e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni (<10⁻⁴) 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-01									
STRATOR	SPESSORE m	V_p m/s	V_s m/s	γ g/cm ³	λ (-)	MODULO DI-YOUNG Kg/cm ²	η R η T/m ² *sec	MODULO DI-TAGLIO Kg/cm ²	BULK-MODULUS Kg/cm ²
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 m	V_p m/s	γ g/cm ³	λ (-)	Modulo di carico su piastra Kg/cm ²	MODULO DI-YOUNG Kg/cm ²	Modulo Edometrico Kg/cm ²	MODULO DI-TAGLIO Kg/cm ²	Mod di Incompressibilità Kg/cm ²
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 Vs 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 **Vs30 di 444 m/s**.

Spessore (m)	Vs (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 VS (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (Kg/m³) 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 (<10⁻⁴) 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.

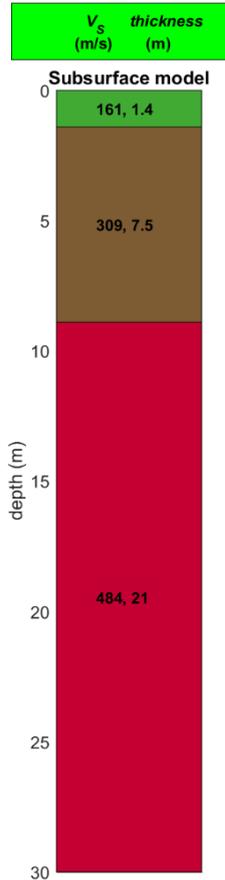
PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 02

STRATO	SPESSORE m	V_p m/s	V_s m/s	γ g/cm ³	λ (-)	MODULO DI YOUNG Kg/cm ²	R T/m ² *sec	MODULO DI TAGLIO Kg/cm ²	BULK MODULUS Kg/cm ²
1	1,8	487	199	1,88	0,4	2085	0,374	744	3474
2	8,4	718	293	1,97	0,4	4735	0,577	1691	7892
3	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 m	V_p m/s	γ g/cm ³	λ (-)	Modulo di carico su piastra Kg/cm ²	MODULO DI YOUNG Kg/cm ²	Modulo Edometrico Kg/cm ²	MODULO DI TAGLIO Kg/cm ²	Mod.di Incompressibilità Kg/cm ²
1	1,8	487	1,88	0,4	351,03	251,09	336	96,72	518
2	8,4	718	1,97	0,4	797,02	570,37	762	219,83	2345
3	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)	VS (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 VS (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (Kg/m³) 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 (<10⁻⁴) 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 03

STRATO	SPESSORE m	Vp m/s	Vs m/s	γ g/cm ³	λ (-)	MODULO DI YOUNG Kg/cm ²	R T/m ² *sec	MODULO DI TAGLIO Kg/cm ²	BULK MODULUS Kg/cm ²
1	1,4	394	161,00	1,83	0,4	1328	0,295	474	2214
2	7,5	757	309	1,99	0,4	5320	0,615	1900	8867
3	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 m	Vp m/s	γ g/cm ³	λ (-)	Modulo di carico su piastra Kg/cm ²	MODULO DI YOUNG Kg/cm ²	Modulo Edometrico Kg/cm ²	MODULO DI TAGLIO Kg/cm ²	Mod.di Incompressibilità Kg/cm ²
1	1,4	394	1,83	0,4	223,42	159,88	214	61,62	329
2	7,5	757	1,99	0,4	895,50	640,85	856	247,00	2634
3	21,1	1186	2,1	0,4	1789,20	1659,40	2218	639,47	4552

7.2 INDAGINI DI TOMOGRAFIA GEOELETRICA 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.

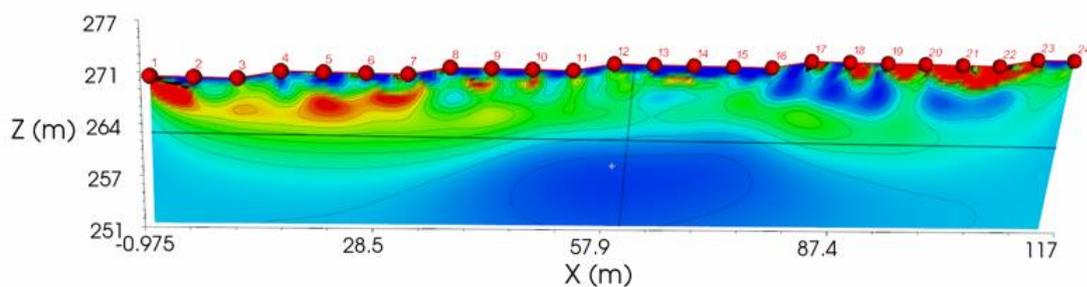
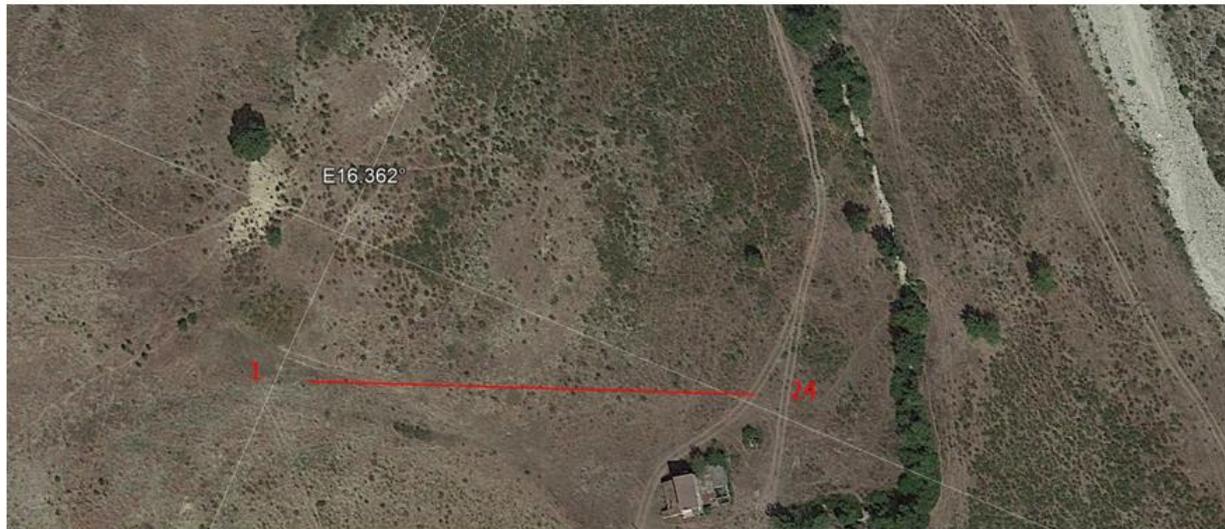
I dati delle indagini denominate Tomo 01 e Tomo 02 sono stati acquisiti in base alla disposizione quadripolare Wenner-Schlumberger, dove il metodo Wenner (alpha) che è sensibile ai cambiamenti verticali di resistività al di sotto del centro dello stendimento, ma è meno sensibile alle variazioni orizzontali, 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 Ω^*m , ascrivibili a depositi con maggior componente argillosa.

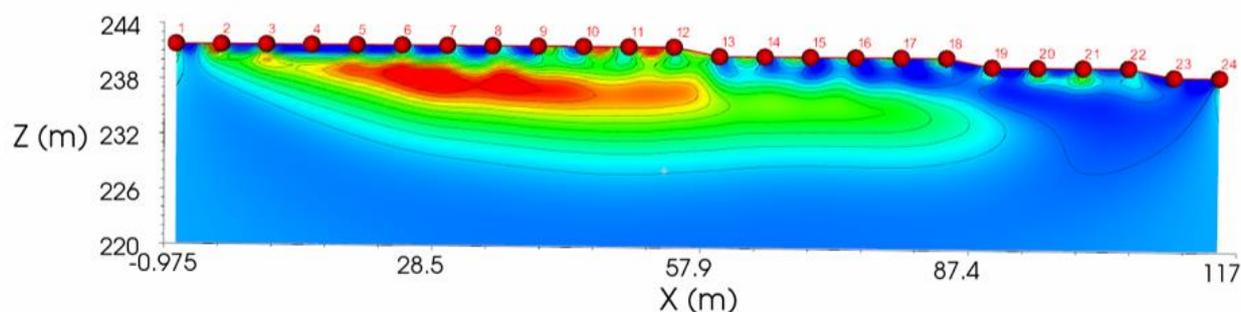


Ubicazione ed elettrosezione della Tomo 1

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.

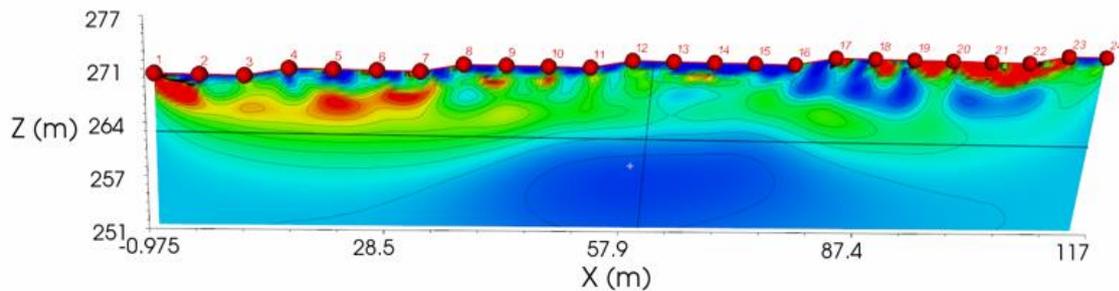
L'elettrosezione presenta valori di resistività compresi tra 15.6 – 74.7 Ω^*m , a tale range di valori è stato assegnato una scala colorimetrica che presenta colori che vanno dal blu (valori più bassi di resistività) al rosso - viola (valori più alti di resistività). Si osservano maggiori valori di resistività in alcuni punti nella porzione superiore della sezione, tali valori, si trovano in un range di resistività compreso tra 45.1 e 74.7 Ω^*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 Ω^*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 ⁴ Ωm
Argilla	1 – 120 Ωm
Sabbia	100 – 1000 Ωm
Limo	10 - 800 Ωm
Ghiaia	100-5000 Ωm
Calcere	100 – 5000 Ωm
Basalto	10 – 10 ⁵ Ωm
Marmo	100 – 10 ⁵ Ωm
Granito	100 – 10 ⁵ 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.

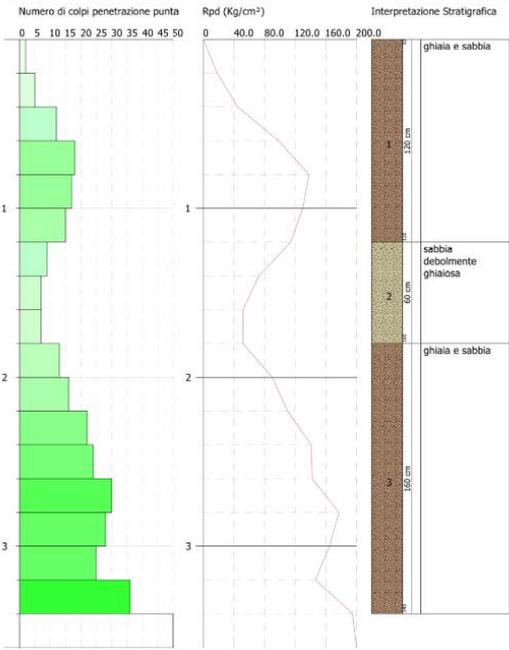
Di seguito si riportano i grafici delle prove eseguite.

Engineering Geology s.r.l.
 Via del Galileo 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 Galileo 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

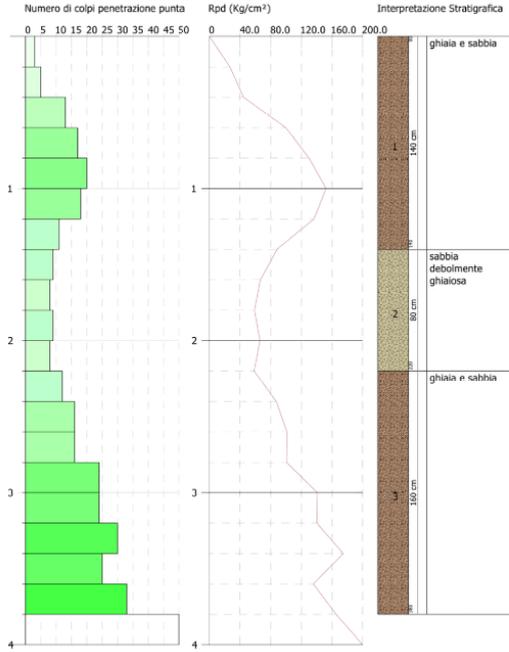


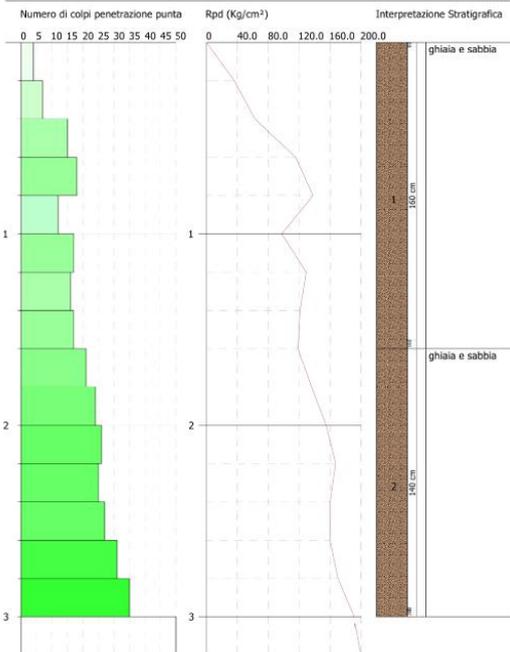
Grafico della DPSH1 e DPSH2

Engineering Geology s.r.l.
 Via del Galileo 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 Galileo 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

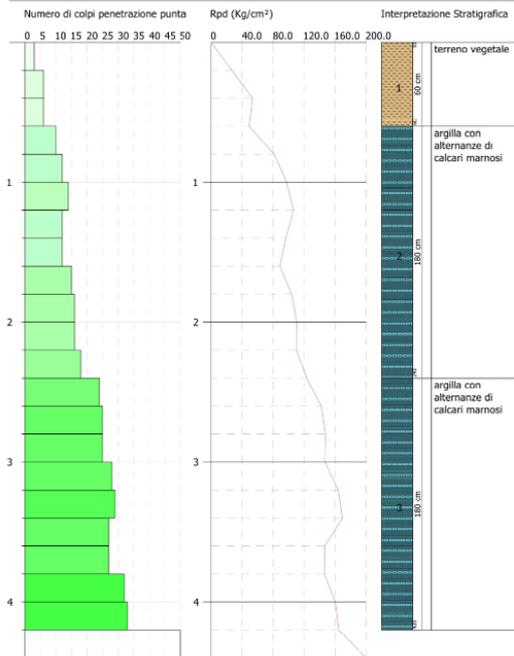


Grafico della DPSH3 e DPSH4

PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRI-VOLTAICO A TERRA "SANT'ARC.1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 51.89 MW LOCALITÀ "MONTICELLI" NEL COMUNE DI SANT'ARCANGELO (PZ)
RELAZIONE GEOLOGICA-

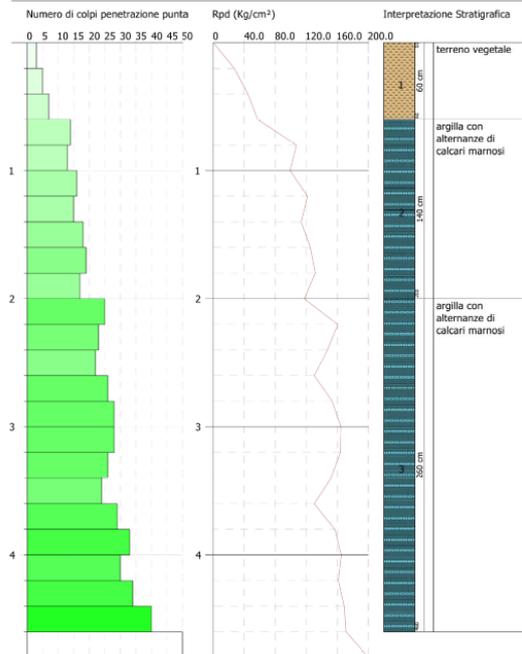
DATA:
DICEMBRE 2022
Pag 27

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

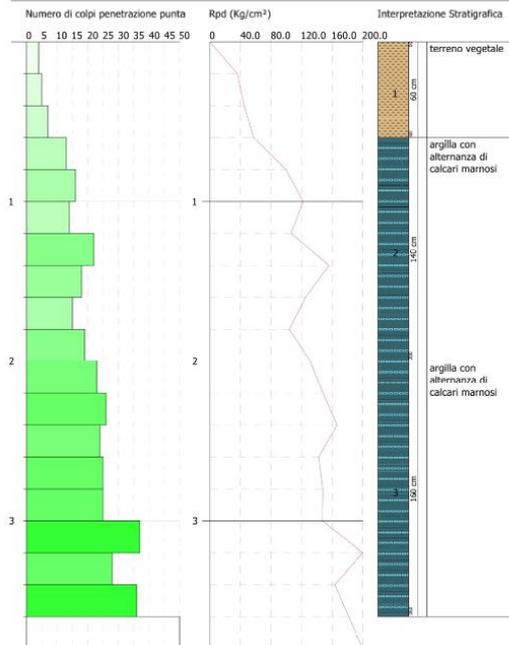


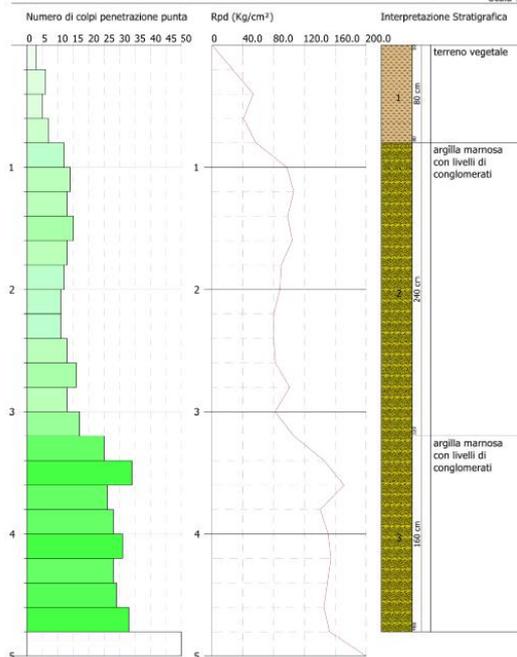
Grafico della DPSH5 e DPSH6

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

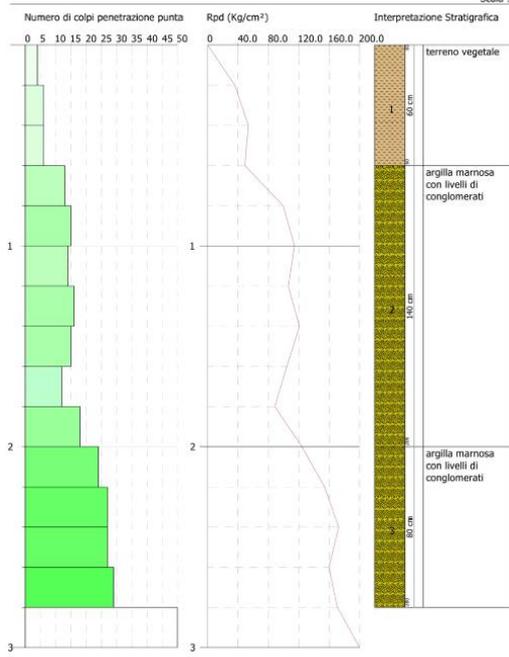


Grafico della DPSH7 e DPSH 8

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



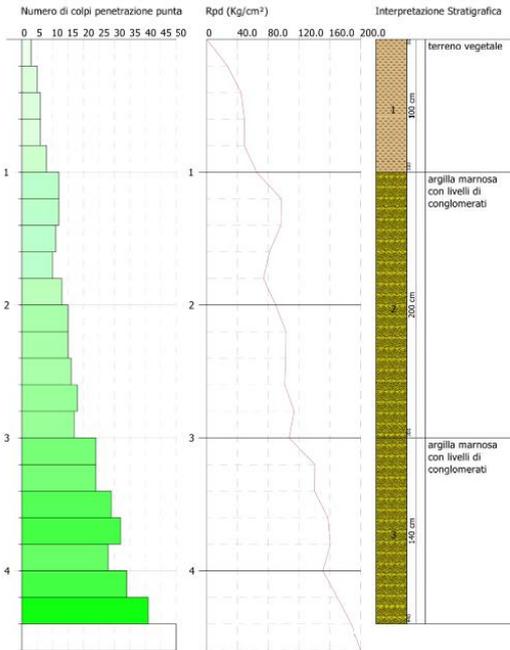
Engineering Geology s.r.l.
 Via del Gallitello 90/A
 Tel. 0971.26378 - Fax 0971.1940737
 85100 Potenza



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

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

16-11-2022
 Scala 1:23



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

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

16-11-2022
 Scala 1:26

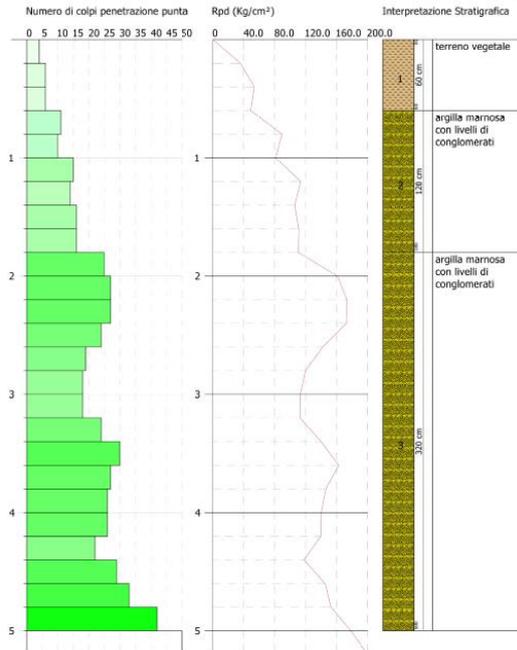


Grafico della DPSH9 e DPSH 10

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.

Unità	Descrizione litologica
Unità Geotecnica I	Argilla marnosa e argilla sabbiosa con livelli di conglomerati poligenici.
Unità Geotecnica II	Argilla marnosa e argilla sabbiosa con livelli di conglomerati da molto consistenti a estremamente consistenti.

Parametri caratteristici

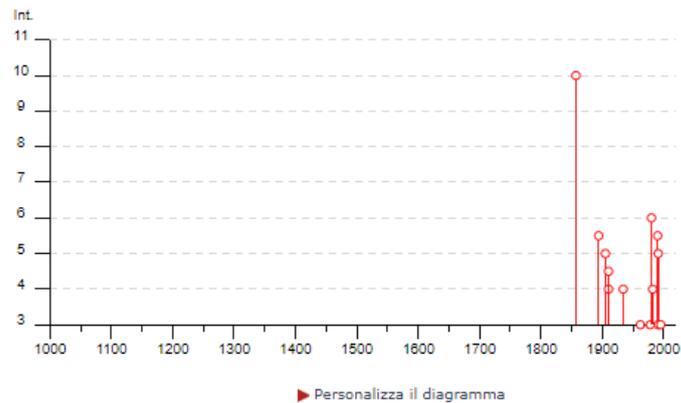
Unità Geotecnica	γ_v (KN/m³)	ϕ'	Cu (KPa)
I	19.0	23.4	78
II	24	31.8	272

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

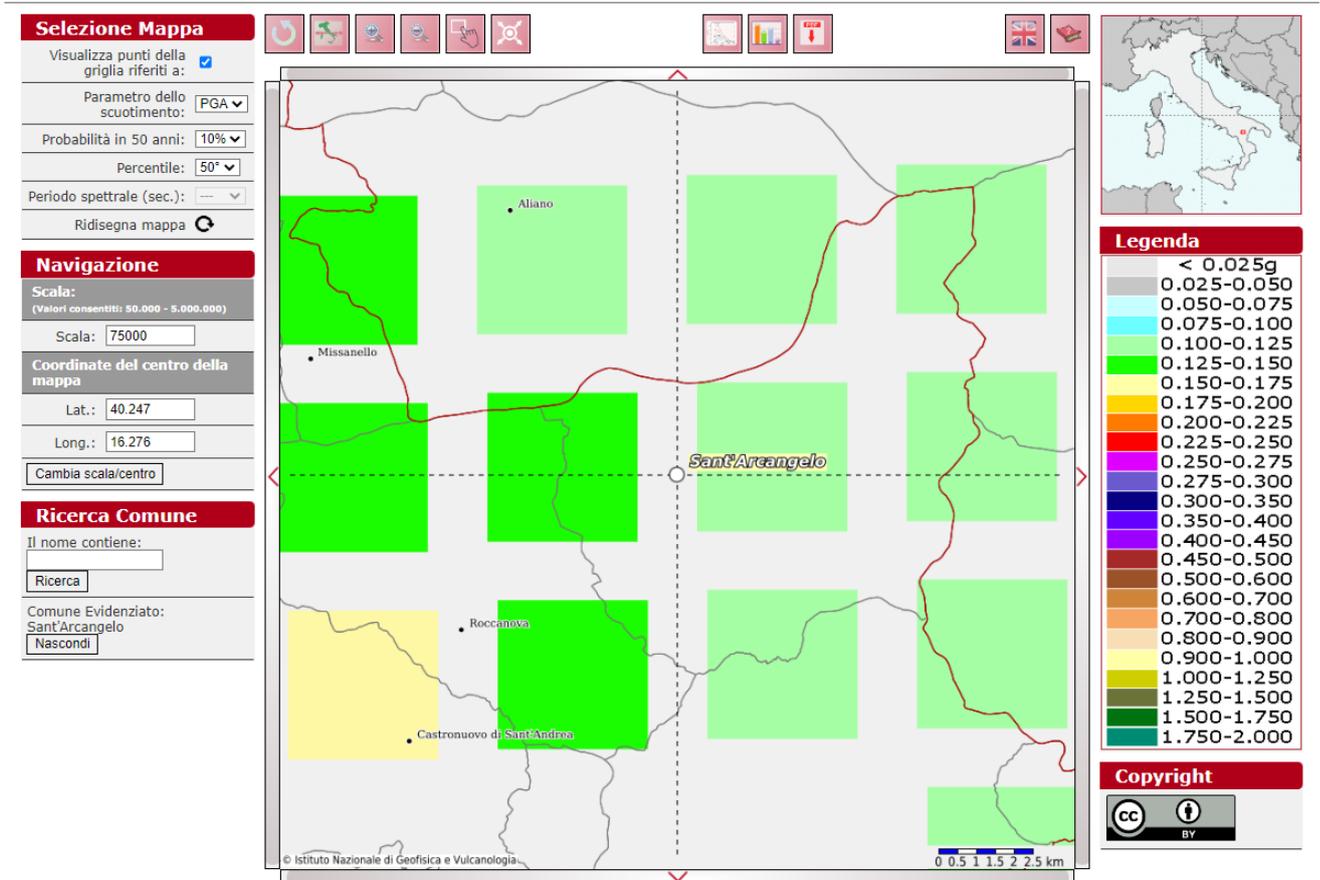
Grafico della distribuzione temporale e dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto

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	3a	0.150	6.7	80	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.

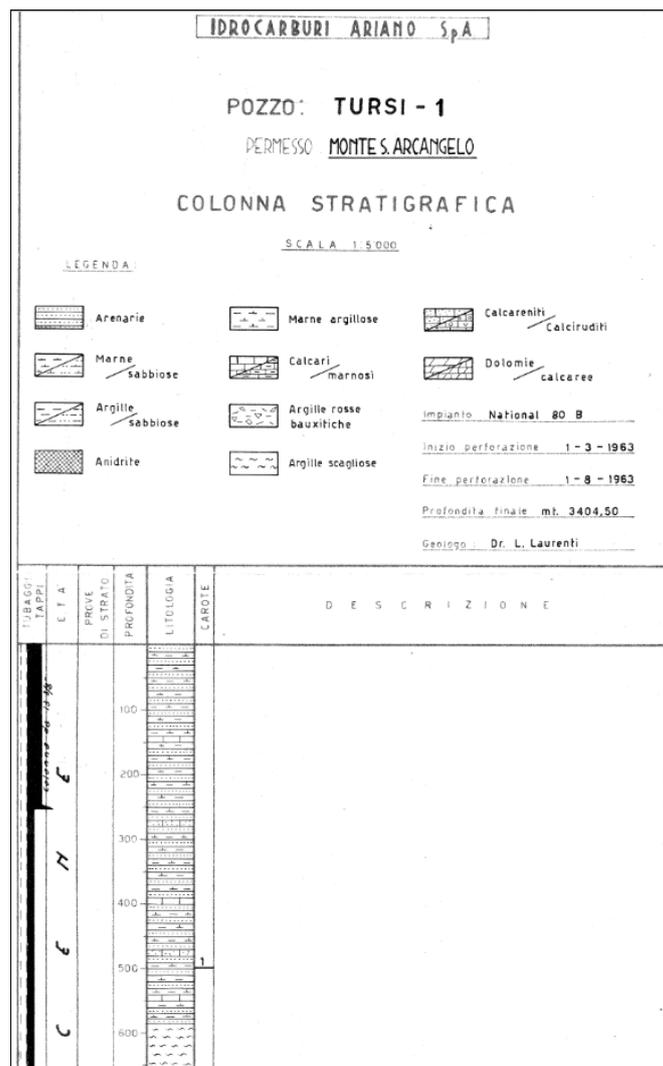
Quindi al fine di individuare la profondità del bedrock sismico si è proceduto a ricostruire il profilo della velocità utilizzando i dati registrati nelle prove sismiche ed in seguito per individuare la profondità del substrato sismico è stato considerato un aumento costante del gradiente della velocità 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

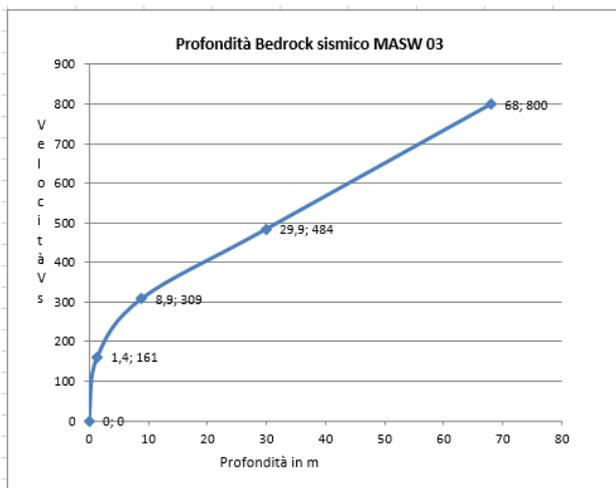
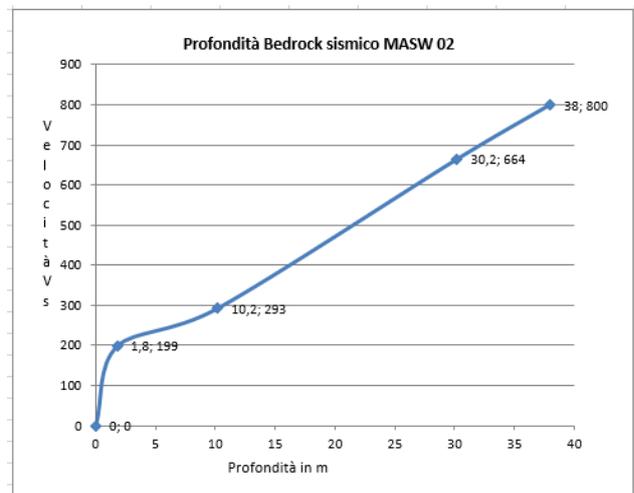
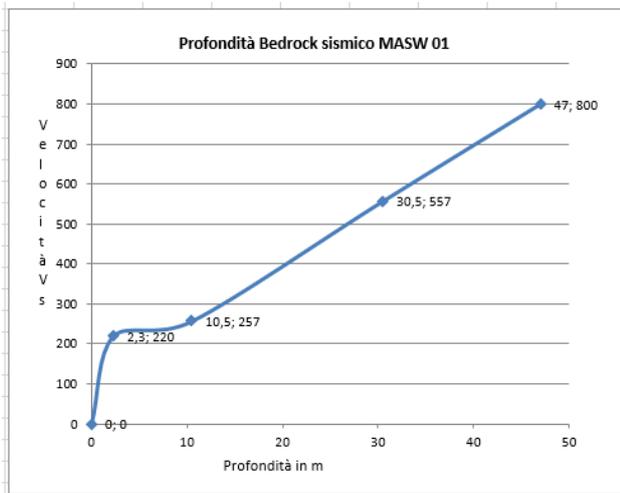
60m, lo stesso viene anche ricostruito dalla stratigrafia consultata di una perforazione eseguita dalla compagnia petrolifera Idrocarburi Ariano s.p.a., denominata Tursi 1, Monte S.Arcangelo 001, ubicato in località Lagarelli nel comune di Tursi della profondità di 3.400m. Di seguito si riportano l'ubicazione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

$$F_A = 1,96 \quad F_V = 1.71$$

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	
H	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	
H	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

MICROZONA 2

Corrisponde all'area in cui sono state eseguite le MASW 03, i cui fattori di amplificazione sono stati ricavati dall'abaco e corrispondono alla velocità (450 m/s) e profondità (68 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:

$$FA = 1,32 \quad Fv = 1.56$$

Fattore di amplificazione a_g (g) 0.18g
FA Argilla Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia

	V_{SH} (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	2.37	1.86	1.72	1.48	1.28	1.15	1.09	1.05	1.02	1.01
	10	2.62	2.40	2.07	1.75	1.52	1.36	1.25	1.17	1.07	1.02
	15	2.25	2.35	2.21	1.96	1.75	1.55	1.40	1.28	1.13	1.04
	20	1.86	2.12	2.15	1.98	1.80	1.62	1.48	1.36	1.18	1.06
	25	1.86	1.88	1.98	1.94	1.80	1.63	1.51	1.39	1.21	1.08
	30	-	1.86	1.87	1.80	1.75	1.62	1.50	1.39	1.22	1.08
	35	-	1.83	1.83	1.71	1.63	1.58	1.48	1.39	1.21	1.08
	40	-	1.79	1.80	1.71	1.56	1.52	1.45	1.36	1.21	1.08
	50	-	1.61	1.74	1.67	1.56	1.45	1.36	1.30	1.18	1.06
	60	-	1.53	1.66	1.62	1.54	1.43	1.34	1.27	1.15	1.05
	70	-	1.43	1.56	1.59	1.49	1.41	1.32	1.25	1.13	1.03

Fattore di amplificazione a_g (g) 0.18g
FV Argilla Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia

	V_{SH} (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	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
	70	-	2.20	2.16	2.06	1.89	1.72	1.56	1.43	1.21	1.08

Le due microzone, Zone stabili suscettibili di amplificazione locale, sono schematizzate 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

R3 Aree a rischio Idrogeologico elevato e a pericolosità elevata

Il Geologo

Geol. Raffaele NARDONE