



REGIONE
BASILICATA



PROVINCIA DI
MATERA



COMUNE DI
STIGLIANO

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRI-VOLTAICO
A TERRA "STIGLIANO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW
LOCALITA' "STANZALAURO" NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT)

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA



PROPONENTE:

COMPAGNIA DEL SOLE DUE S.R.L.
P.IVA IT04320530985
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 EGM Project | Geol. Raffaele Nardone EGM Project |
| 01 | OTTOBRE 2023 | Revisione | | Geol. Raffaele Nardone EGM Project | Geol. Raffaele Nardone EGM Project |



INDICE:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>PREMESSA</i> | 2 |
| 2. <i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i> | 4 |
| 3. <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TETTONICO</i> | 5 |
| 3.1 <i>Geologia del Sito</i> | 7 |
| 4. <i>ANALISI DEI VINCOLI</i> | 9 |
| 4.1 <i>Vincoli P.A.I. (AdB Basilicata)</i> | 9 |
| 5. <i>CARATTERI GEOMORFOLOGICI</i> | 10 |
| 6. <i>CARATTERI IDROGEOLOGICI</i> | 13 |
| 7. <i>INDAGINI ESEGUITE</i> | 14 |
| 7.1 <i>Indagini sismiche MASW</i> | 14 |
| 7.1.1 <i>MASW 01</i> | 15 |
| 7.1.2 <i>MASW 02</i> | 17 |
| 7.1.3 <i>MASW 03</i> | 19 |
| 7.2 <i>Prove penetrometriche dinamiche DPSH</i> | 21 |
| 8. <i>MODELLO GEOLOGICO TECNICO</i> | 24 |
| 9. <i>VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI</i> | 25 |
| 10. <i>SISMICITÀ DELL’AREA</i> | 27 |
| 11. <i>MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO</i> | 29 |
| 12. <i>VERIFICHE DI STABILITÀ DEI VERSANTI</i> | 35 |
| 13. <i>CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA</i> | 41 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|  | <p>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRI-VOLTAICO A TERRA “STIGLIANO” DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW IN LOCALITA’ “STANZALAURO” NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT)</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 2 di 42</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|

1. PREMESSA

A seguito della revisione del layout di impianto relativo al **“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRI-VOLTAICO A TERRA “STIGLIANO” DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW IN LOCALITA’ “STANZALAURO” NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT)”**, la EGM Project srl ha ricevuto l’incarico di aggiornare 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° 6 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.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|  | <p>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA "STIGLIANO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW IN LOCALITA' "STANZALAURO" NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT)</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 3 di 42</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|

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 Geomorfológica in scala 1: 2.000;
- Carta Idrogeologica in scala 1:2.000
- Sezioni Litologiche in scala 1:1.000;
- Corografia dei bacini in scala 1:25.000;
- 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.
- Verifiche di stabilità del versante

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di interesse del progetto ricade nel territorio comunale di Stigliano in provincia di Matera, in località Stanzalauro. Nello specifico il Parco Fotovoltaico sarà ubicato a sud dell'abitato di Stigliano, ad una quota compreso tra 350 e 560 m s.l.m. ed è situata tra il Fosso San Giuseppe e il Fosso dell'Eremita affluenti Fiumara di Gorgoglione che si immettono in destra orografica Torrente Sauro.



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

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TETTONICO

L'area in studio è compresa nel foglio geologico n° 506 "Sant'Arcangelo" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 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.

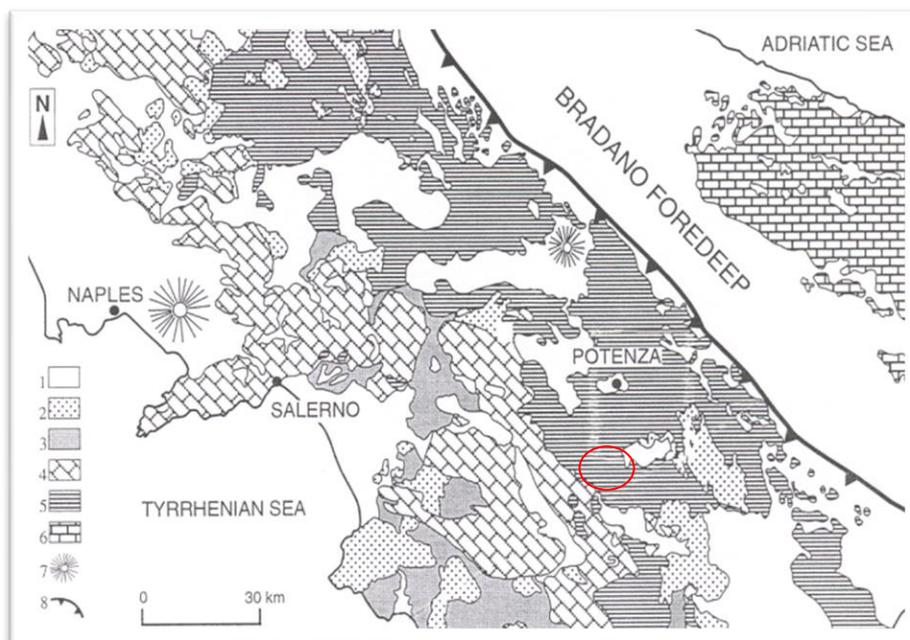


Figura - Mappa geologica schematica dell'Appennino Meridionale.
 1) Depositi Plio-Quaternari. 2) Depositi sin-tettonici del Miocene. 3) Unità Liguridi. 4) Piattaforma Appenninica. 5) Successioni lagonegesi. 6) Piattaforma Apula. 7) Apparati Vulcanici quaternari. 8) Thrust frontale della Catena. Da Pescatore et alii (1999).

Nello specifico sono presenti terreni “fliscioidi” (Complesso ex-basale - Ogniben, 1969) e terreni appartenenti Complesso Sicilide.

In particolare nell’area affiora estesamente la formazione del Flysch di Gorgoglione costituita da una di arenarie grigio giallastre, in strati gradati da sottili a spessi e di argille marnose grigioverdi. Nella porzione media e inferiore della formazione si rinvencono strati di spessore metrico di arenarie grossolane incoerenti e di conglomerati poligenici immersi in abbondante matrice sabbiosa. Lo spessore della formazione è di circa 1200 m.



Affioramento di sabbie nella parte bassa del sito nei pressi della fumara di Gorgoglione

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|  | <p>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA "STIGLIANO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW IN LOCALITA' "STANZALAURO" NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT)</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 7 di 42</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|

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.

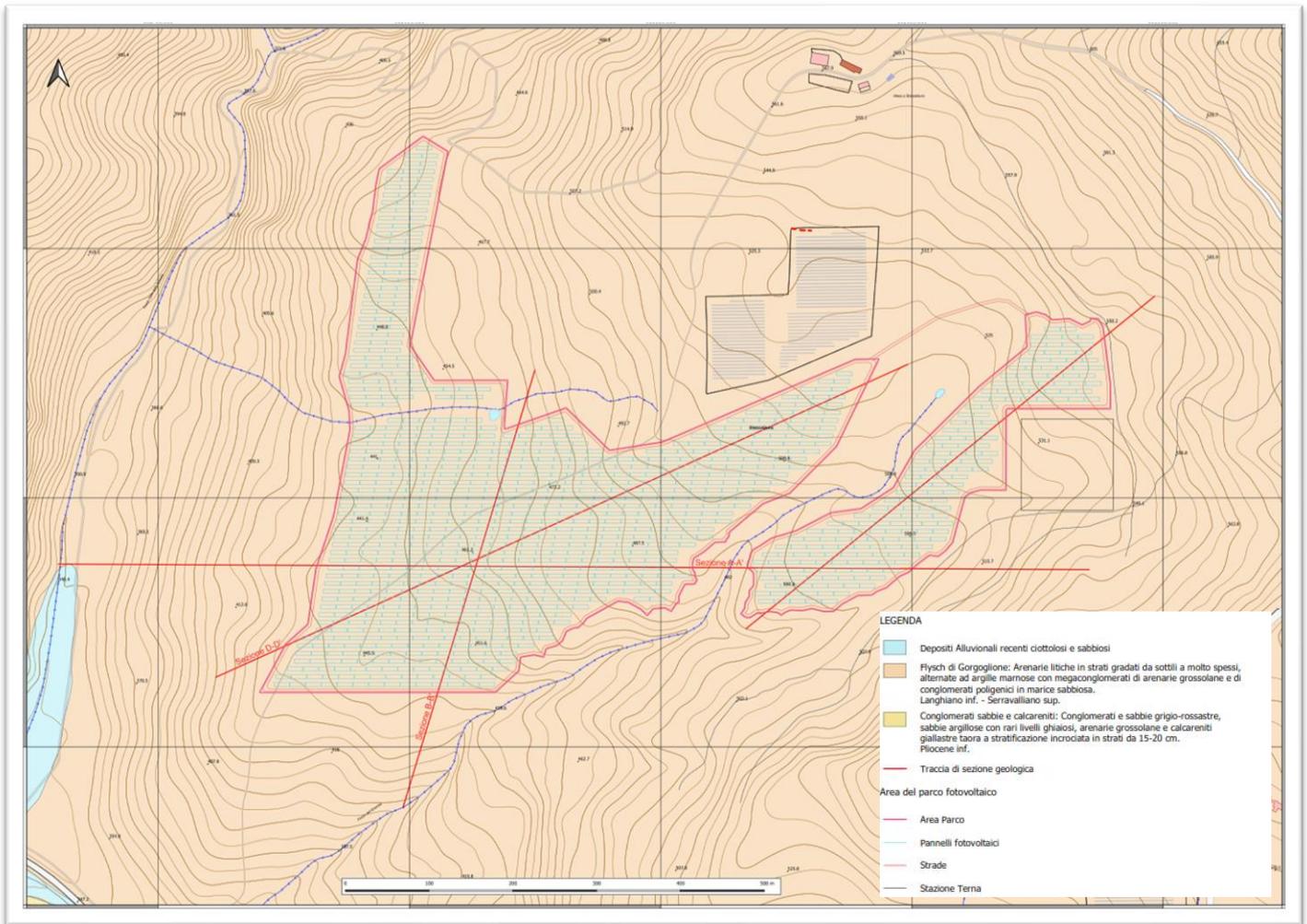
Le unità sono così descritte dalla più antica alla più giovane:

- ***Flysch di Gorgoglione:*** Alternanza di arenarie grigio-giallaste in strati da sottili a molto spessi, alternate ad argille marnose grigioverdi. Nella porzione inferiore della formazione sono presenti anche arenarie grossolane incoerenti e conglomerati poligenici immersi in abbondante matrice sabbiosa. Lo spessore della formazione è di 1.200 m. Langhiano inf. Serravalliano sup. Questi depositi affiorano estesamente nell'area in oggetto.

- ***Conglomerati, sabbie e calcareniti:*** Questi sedimenti sono costituiti da conglomerati e sabbie grigio-rossastre, sabbie argillose e arenarie grossolane fino a calcareniti giallastre. Lo spessore massimo è di 100m e i depositi sono depositi nel Pliocene inferiore. I depositi affiorano a sud dell'area di interesse.

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

In particolare, nell'area interessata dal progetto, affiora una alternanza discontinua di livelli argilloso marnosi con livelli sabbioso arenacei

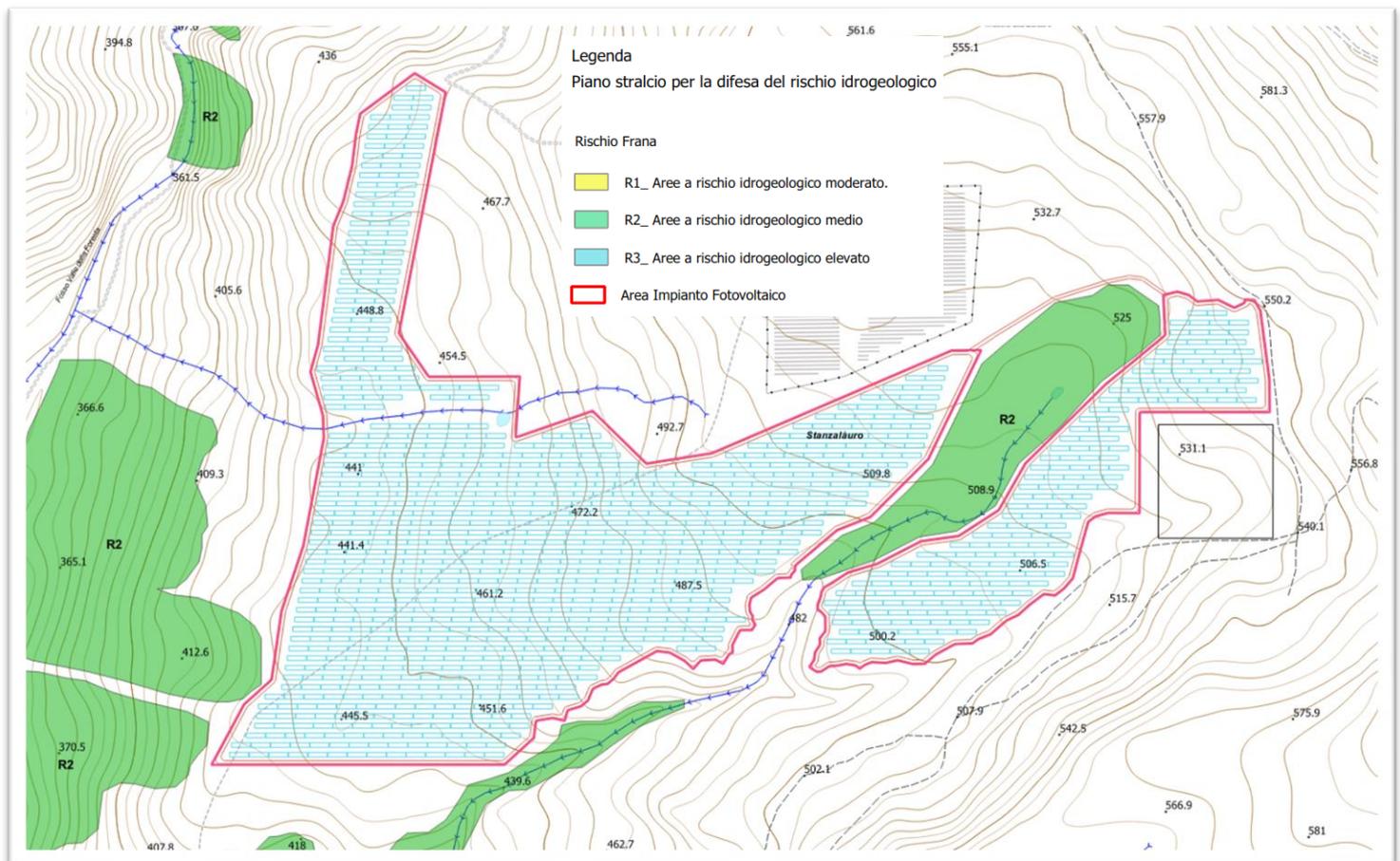


Stralcio della carta Geologica.

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 l'area interessata dal progetto, non ricade all'interno di areali a rischio idrogeologico con pericolosità da frana come riportato nello stralcio sottostante.

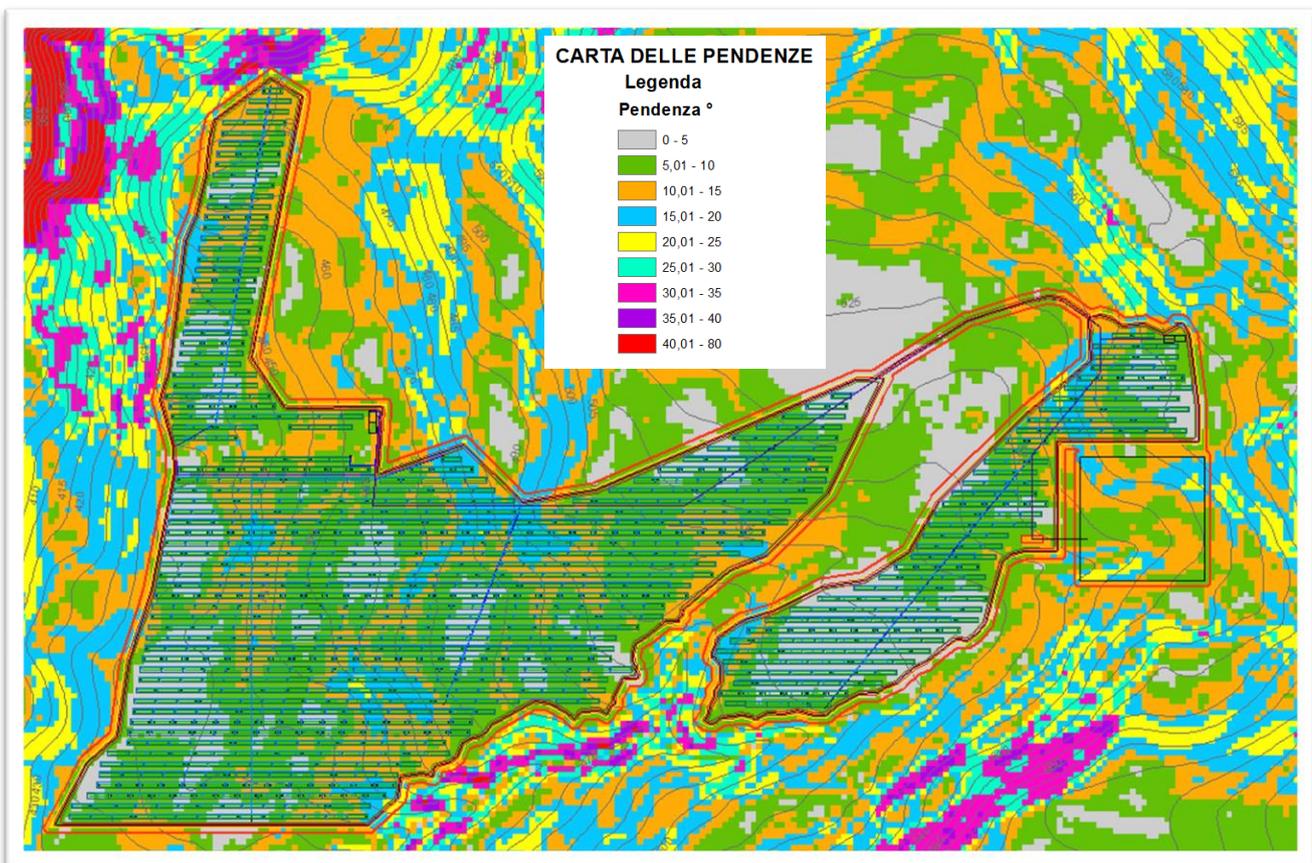


Stralcio della Carta del Rischio da frana redatta dall'AdBAM sede Basilicata.

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 su una dorsale morfologica denominata Stanzalature che si origina a quote maggiori passando da Serra Pasquale (711 m.s.l.m.) fino ad arrivare a Cugno dei Porcellini (778 m.s.l.m.). L'area in oggetto è limitata a nord ovest dal Fosso San Giuseppe e a sud est dal Fosso dell'Eremita.

A seguito della ricostruzione delle pendenze dell'area sulla base del Modello Digitale del Terreno della Regione Basilicata a 1 m, si è notato che l'area interessata dal progetto presenta pendenze variabili tra 0 e 15°. I versanti che degradano sia verso i fossi che verso la Fiumara di Gorgoglione, presentano pendenze molto più elevate e sono comprese tra 15 e 30°.



Stralcio Carta delle pendenze.

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.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|  | <p>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA "STIGLIANO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW IN LOCALITA' "STANZALAURO" NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT)</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 11 di 42</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|

Nei pressi dell'area interessata dal progetto, sono stati riscontrati e classificati diversi movimenti franosi che si originano a seconda delle differenti litologie affioranti. Infatti in corrispondenza di litologie arenacee e conglomeratiche e nei pressi delle incisioni, i versanti sono interessati da deformazioni superficiali lente che interessano i primi due metri di terreno alterato che ricopre i versanti più acclivi. Le deformazioni si innescano a seguito che a seguito di intensi e prolungati eventi piovosi che sommati alla elevata pendenza dei versanti compresa tra 25° e i 35° e alla scarsa copertura vegetale, tende a farla muovere lentamente verso valle. Questi movimenti sono limitati al versante e non coinvolgono l'area del parco posto a monte e caratterizzata da una pendenza inferiore

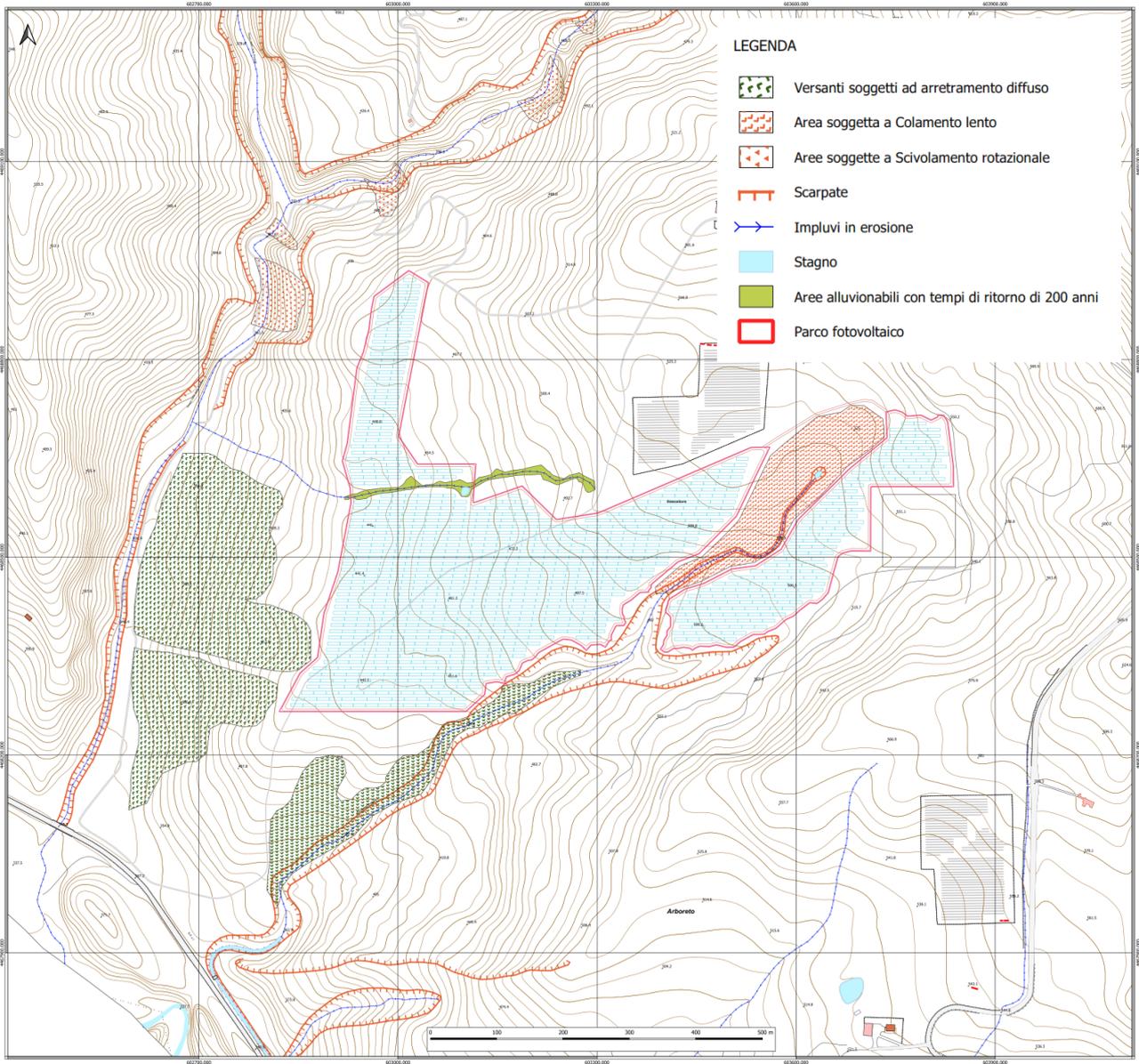
In corrispondenza del fosso dell'Eremita che si sviluppa tra le due arre del parco, è presente un'area interessata da colamento lento che interessa i primi due metri di terreno, ovvero la coltre vegetale e l'alterazione del substrato.

Inoltre, nella porzione settentrionale del parco è presente un'area di impluvio all'interno della quale è presente un'asta di deflusso avente un andamento ovest-est e che convoglia le acque di corrivazione verso la principale asta drenante dell'area ovvero il fosso S. Giuseppe.

Lo studio idraulico eseguito lungo l'asta presente all'interno dell'area parco, ha individuato una criticità idraulica rappresentata da una fascia alluvionabile con tempi di ritorno di 200 anni.

All'interno di quest'area non verranno installati pannelli fotovoltaici in modo da non alterare e ostacolare il deflusso delle acque superficiali verso il sottostante fosso, le interferenze con la viabilità interna al parco prevista dal progetto, saranno superate tramite la posa in opera di due tombini idraulici opportunamente dimensionati a seguito dello studio idraulico.

Come si evince dalla carta di seguito riportata, sia l'area in cui è prevista l'installazione dei pannelli i pannelli che l'area in cui verrà realizzata la sottostazione non è interessata da movimenti franosi in atto o potenzialmente attivi che possono innescarsi a seguito della realizzazione delle opere.



Stralcio della carta Geomorfológica

6. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Il sistema idrografico principale presente è la Fiumara di Gorgoglione orientato nord-ovest sud-est, ed è costituito da una morfologia montuosa fino all'immissione del Torrente Sauro pochi km più a valle.

In particolare, l'area interessata dallo studio, è sita su un rilievo collinare bordato da due fossi immissari della fiumara di Gorgoglione che hanno direzione nord-est sud-ovest. Il primo situato a nord dell'area in oggetto denominato Fosso San Giuseppe che si origina a quota 780 m.s.l.m ed ha una lunghezza di 3500 m, il secondo situato nella porzione meridionale del rilievo, è denominato Fosso dell'Eremita ha una estensione di 1300 m e si origina a 500 m.s.l.m. e ed è del

Le litologie affioranti nell'area condizionano 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 arenaceo conglomeratico**, che include i depositi arenacei e conglomeratici appartenenti alla formazione del Flysch di Gorgoglione, si tratta terreni caratterizzati da permeabilità media ad alta vista la composizione granulometrica dei depositi affioranti.

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:

- 3 - Prospezioni sismiche di tipo MASW;
- 6- 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.

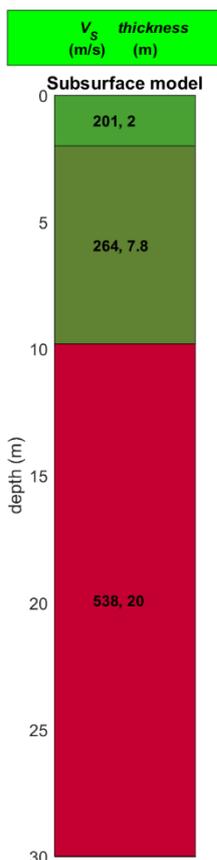
Nella seguente tabella si riportano la velocità delle V_{s30} e la categoria di sottosuolo relativa ad ogni indagine:

| N° MASW | V_{s30} V_{SEQ} | CATEGORIA DI SUOLO |
|---------|---------------------|--------------------|
| MASW 01 | 389m/s | B |
| MASW 02 | 430m/s | B |
| MASW 03 | 400m/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 2.0 m, con velocità media delle onde di taglio di 201 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 7.8 m, con velocità media delle onde di taglio di 264 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 9.8 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 538 m/s.

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una Vs30 di 389 m/s.

| Spessore (m) | V _s (m/s) e deviazioni standard |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 2 | 201±18 |
| 7.8 | 264±18 |
| <i>semi-spazio</i> | 538±5 |

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 01

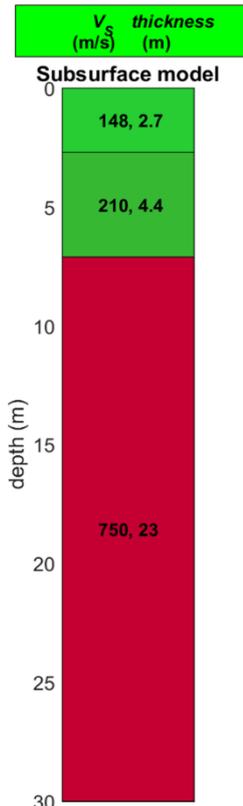
| STRATO | SPESSOR E m | V_p m/s | V_s m/s | γ g/cm ³ | λ (-) | MODULO DI YOUNG E Kg/cm ² | R g/cm ² | MODULO DI TAGLIO G Kg/cm ² | Mod.di Incompressibilità K Kg/cm ² |
|--------|-------------|-----------|-----------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | 2,0 | 92 | 201 | 1,88 | 0,4 | 2127 | 0,378 | 760 | 3545 |
| 2 | 7,8 | 47 | 264 | 1,95 | 0,4 | 3805 | 0,515 | 1359 | 6342 |
| 3 | 20,2 | 1318 | 538 | 2,12 | 0,4 | 17181 | 1,141 | 6136 | 28636 |

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 | 2,0 | 492 | 1,88 | 0,4 | 357,71 | 256,15 | 341 | 98,80 | 524 |
| 2 | 7,8 | 647 | 1,95 | 0,4 | 640,37 | 458,32 | 612 | 176,67 | 1882 |
| 3 | 20,2 | 1318 | 2,12 | 0,4 | 2231,72 | 2069,88 | 2767 | 797,68 | 5677 |

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 2.7 m, con velocità media delle onde di taglio di 148 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.4 m, con velocità media delle onde di taglio di 210 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 7.1 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 750 m/s.

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una V_{s30} di **430 m/s**.

| Spessore (m) | V_s (m/s) e deviazioni standard |
|--------------|-----------------------------------|
| 2.7 | 148±2 |
| 4.4 | 210±5 |
| semi-spazio | 750±13 |

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

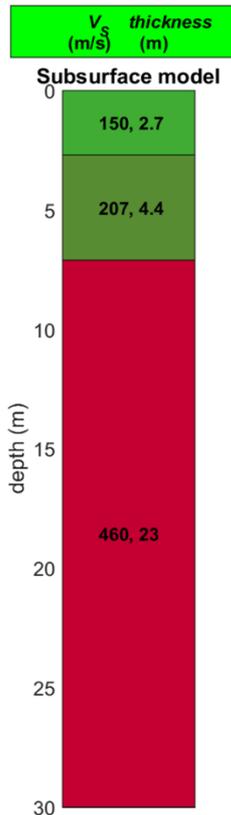
laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

| 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 E Kg/cm ² | R g/cm ² | MODULO DI TAGLIO G Kg/cm ² | Mod.di Incompressibilità K Kg/cm ² |
| 1 | 2,7 | 63 | 148 | 1,81 | 0,4 | 1110 | 0,268 | 396 | 1850 |
| 2 | 4,4 | 95 | 210 | 1,85 | 0,39 | 2268 | 0,389 | 816 | 3436 |
| 3 | 22,9 | 1766 | 750 | 2,19 | 0,39 | 34246 | 1,643 | 12319 | 51888 |

| 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 | 2,7 | 363 | 1,81 | 0,4 | 186,62 | 133,63 | 178 | 51,54 | 273 |
| 2 | 4,4 | 495 | 1,85 | 0,39 | 379,35 | 273,14 | 356 | 106,06 | 1072 |
| 3 | 22,9 | 1766 | 2,19 | 0,39 | 4422,25 | 4125,92 | 5382 | 1601,44 | 10822 |

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 2.7 m, con velocità media delle onde di taglio di 150 m/s e corrisponde a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 4.4 m, con velocità media delle onde di taglio di 207 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 7.1 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità Vs media di 460 m/s.

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una **Vs₃₀ di 400 m/s**.

| Spessore (m) | VS (m/s) e deviazioni standard |
|--------------|--------------------------------|
| 2.7 | 150±10 |
| 4.4 | 207±6 |
| semi-spazio | 460±17 |

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 | V_p m/s | V_s m/s | γ g/cm ³ | λ (-) | MODULO DI YOUNG E Kg/cm ² | R g/cm ² | MODULO DI TAGLIO G Kg/cm ² | Mod.di Incompressibilità K Kg/cm ² |
| 1 | 2,6 | 67 | 150 | 1,81 | 0,4 | 1140 | 0,272 | 407 | 1901 |
| 2 | 5,5 | 95 | 210 | 1,85 | 0,39 | 2268 | 0,389 | 816 | 3436 |
| 3 | 22,0 | 1648 | 700 | 2,19 | 0,39 | 29832 | 1,533 | 10731 | 45200 |

| PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 03 | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|---------------|--------------|-------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 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 | 2,6 | 367 | 1,81 | 0,4 | 191,71 | 137,27 | 183 | 52,94 | 281 |
| 2 | 5,5 | 495 | 1,85 | 0,39 | 379,35 | 273,14 | 356 | 106,06 | 1072 |
| 3 | 22,0 | 1648 | 2,19 | 0,39 | 3852,24 | 3594,12 | 4688 | 1395,03 | 9427 |

7.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di n° 6 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.

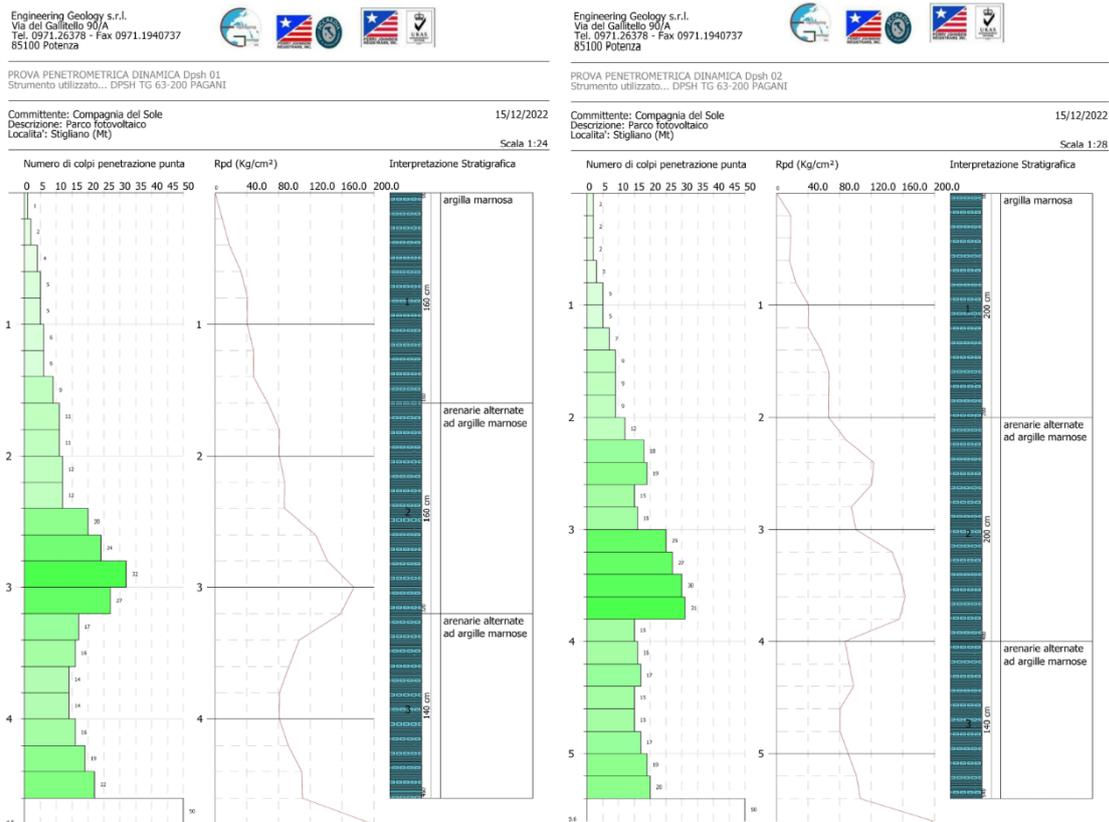


Grafico della DPSH1 e DPSH2

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

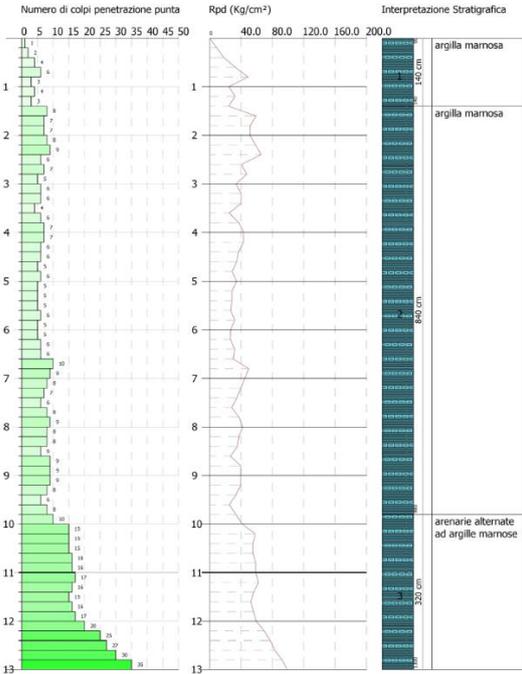


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 03
 Strumento utilizzato... Dpsh TG 63-200 PAGANI

Committente: Compagnia del Sole
 Descrizione: Parco fotovoltaico
 Localita': Stigliano (Mt)

15/12/2022

Scala 1:64



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



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 04
 Strumento utilizzato... Dpsh TG 63-200 PAGANI

Committente: Compagnia del Sole
 Descrizione: Parco fotovoltaico
 Localita': Stigliano (Mt)

15/12/2022

Scala 1:32

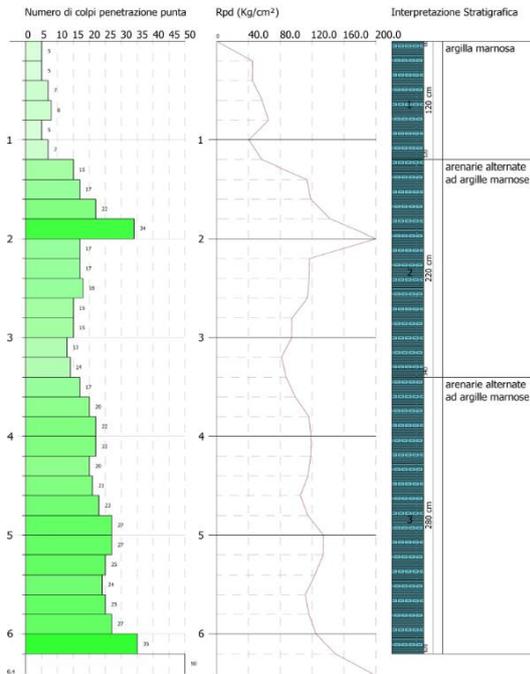


Grafico della Dpsh3 e Dpsh4

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

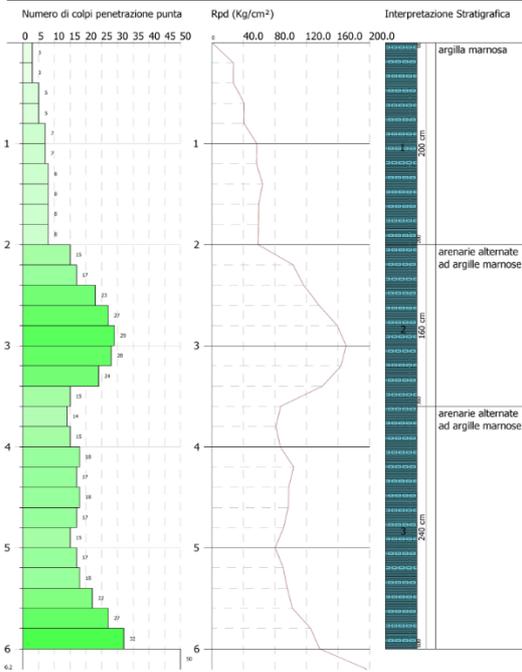


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 05
 Strumento utilizzato... Dpsh TG 63-200 PAGANI

Committente: Compagnia del Sole
 Descrizione: Parco fotovoltaico
 Localita': Stigliano (Mt)

15/12/2022

Scala 1:31



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



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 06
 Strumento utilizzato... Dpsh TG 63-200 PAGANI

Committente: Compagnia del Sole
 Descrizione: Parco fotovoltaico
 Localita': Stigliano (Mt)

15/12/2022

Scala 1:30

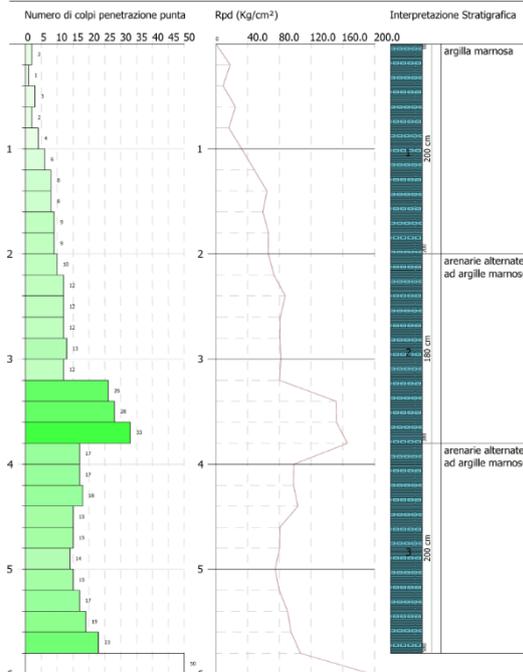


Grafico della Dpsh5 e Dpsh6

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

| Prova | Profondità dal p.c. | Litologia | Ubicazione |
|-------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| DPSH1 | 4.80 m | Argille e arenarie | Area Parco |
| DPSH2 | 5.60 m | Argille e arenarie | Area Parco |
| DPSH3 | 13.00 m | Argille e arenarie | Area Parco |
| DPSH4 | 6.40 m | Argille e arenarie | Area Parco |
| DPSH5 | 6.20 m | Argille e arenarie | Sottostazione Elettrica |
| DPSH6 | 6.00 m | Argille e arenarie | Area Parco |

A seguito dell'elaborazione delle prove eseguite si nota che i depositi al di sotto del terreno vegetale (avente uno spessore medio di 0.80 m) si presentano da consistenti a molto consistenti e da moderatamente addensati ad addensati secondo la classificazione AGI.

Si nota che a diverse altezze a seconda del punto di investigazione sono presenti livelli maggiormente addensati dello spessore medio di circa 1 m riconducibili a bancate di Arenarie cementate.

8 MODELLO GEOLOGICO TECNICO

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

La caratterizzazione geotecnica è scaturita dall'interpretazione di prove penetrometriche dinamiche pesanti eseguite nell'area in esame i cui report sono riportati nel Rapporto tecnico delle indagini.

L'elaborazione delle prove penetrometriche è stata eseguita con l'ausilio del software Dynamic Probing da cui è scaturita la caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante l'utilizzo di **correlazioni geotecniche per terreni a comportamento attritivo**; in particolare, a vantaggio di sicurezza, **la caratterizzazione meccanica dei terreni è stata definita utilizzando la correlazione Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche**

| Unità | Descrizione litologica |
|----------------------|------------------------------------------------|
| Coltre | Argille limose. |
| Unità Geotecnica II | Argille marnose con livelli sabbioso arenacei. |
| Unità Geotecnica III | Argille marnose. |

Parametri caratteristici

| Unità Geotecnica | γ_v (KN/m ³) | ϕ' | C (KPa) |
|------------------|------------------------------------|---------|------------|
| Coltre | 18.8 | 22 | 0 |
| II | 21.8 | 28 | 0 |
| III | 20.3 | 26 | 0 |

9. VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Per liquefazione di un terreno si intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$t=c+(Sv0 -u)\tan f$$

dove:

c = coesione del terreno

Sv0 = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine

u = pressione interstiziale dell'acqua^[SEP]

f= angolo di resistenza al taglio del terreno,

È evidente che la grandezza "t" si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le seguenti condizioni:

a) $c = 0$;

b) $(Sv0 - u) = 0$;

(il caso j = 0 non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione "c=0" non può ovviamente verificarsi).

La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

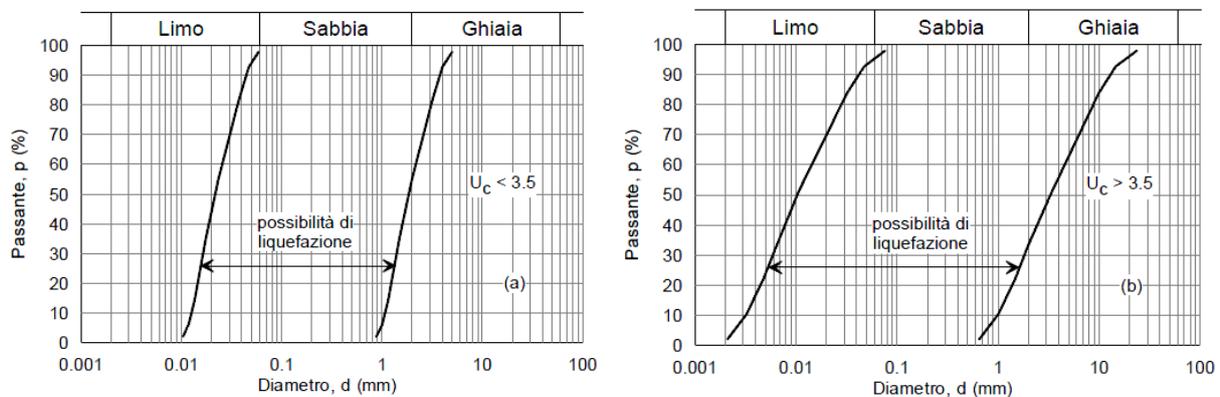
La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($Sv0 = u$). In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

Il D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), richiede di effettuare la verifica a liquefazione nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti al fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

Nelle stesse NTC è riportato che la verifica a liquefazione **può essere omessa** quando si manifesti **almeno una delle seguenti circostanze**:

- eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

- profondità media stagionale della falda superiore a -15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



- Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Nell'area in esame, si esclude la presenza di falda almeno nei primi 20 metri di profondità sia per l'assetto idrogeologico dei luoghi che per l'assenza, nell'ambito idrogeologico significativo, di emergenze idriche e di pozzi.

Inoltre le fondazioni delle strutture fotovoltaiche sono superficiali ovvero sono del tipo palo infisso a pressione nel primo metro e mezzo di profondità.

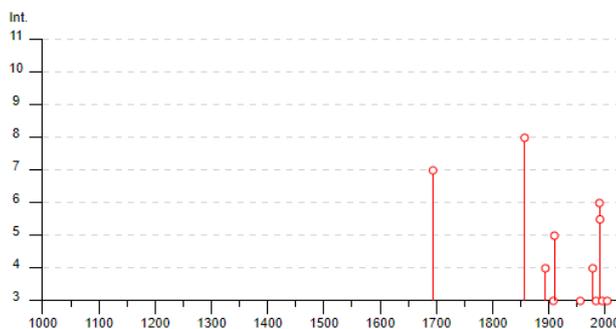
10. SISMICITÀ DELL'AREA

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 11694 e il 2006 sono stati registrati e catalogati 20 terremoti con una magnitudo con una intensità epicentrale variabile da 4 a 11 e un momento magnitudo compreso tra 4.18 e 7.12. Di seguito si riportano gli eventi catalogati e il grafico della distribuzione temporale della magnitudo.

Stigliano



PlaceID IT_63486
 Coordinate (lat, lon) 40.403, 16.229
 Comune (ISTAT 2015) Stigliano
 Provincia Matera
 Regione Basilicata
 Numero di eventi riportati 20



► Personalizza il diagramma

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | NMDP | Io | Mw |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|------------------------------|------|----|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | | | |
| 7 | 1694 | 09 | 08 | 11 | 40 | | Irpinia-Basilicata | 251 | 10 | 6.73 |
| 8 | 1857 | 12 | 16 | 21 | 15 | | Basilicata | 340 | 11 | 7.12 |
| NF | 1893 | 01 | 25 | | | | Vallo di Diano | 134 | 7 | 5.15 |
| 4 | 1894 | 05 | 28 | 20 | 15 | | Pollino | 122 | 7 | 5.01 |
| NF | 1906 | 07 | 02 | 19 | 50 | | Montemurro | 15 | 4 | 3.78 |
| 3 | 1908 | 03 | 26 | 13 | 49 | | Materano | 21 | 5 | 4.31 |
| 5 | 1910 | 06 | 07 | 02 | 04 | | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 | 5.76 |
| 2 | 1934 | 07 | 03 | 16 | 11 | | Castelsaraceno | 18 | 6 | 4.55 |
| NF | 1951 | 01 | 16 | 01 | 11 | | Gargano | 73 | 7 | 5.22 |
| 3 | 1956 | 01 | 09 | 00 | 44 | | Materano | 45 | 6 | 4.72 |
| 4 | 1978 | 09 | 24 | 08 | 07 | 4 | Materano | 121 | 6 | 4.75 |
| 3 | 1984 | 05 | 07 | 17 | 50 | | Monti della Meta | 911 | 8 | 5.86 |
| NF | 1984 | 05 | 11 | 10 | 41 | 4 | Monti della Meta | 342 | 7 | 5.47 |
| 6 | 1990 | 05 | 05 | 07 | 21 | 2 | Potentino | 1375 | | 5.77 |
| NF | 1990 | 08 | 28 | 19 | 02 | 5 | Potentino | 84 | | 4.21 |
| S-6 | 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 |
| 3 | 2004 | 09 | 03 | 00 | 04 | 1 | Potentino | 156 | 5 | 4.41 |
| NF | 2006 | 06 | 22 | 19 | 34 | 5 | Costa calabre settentrionale | 161 | | 4.70 |

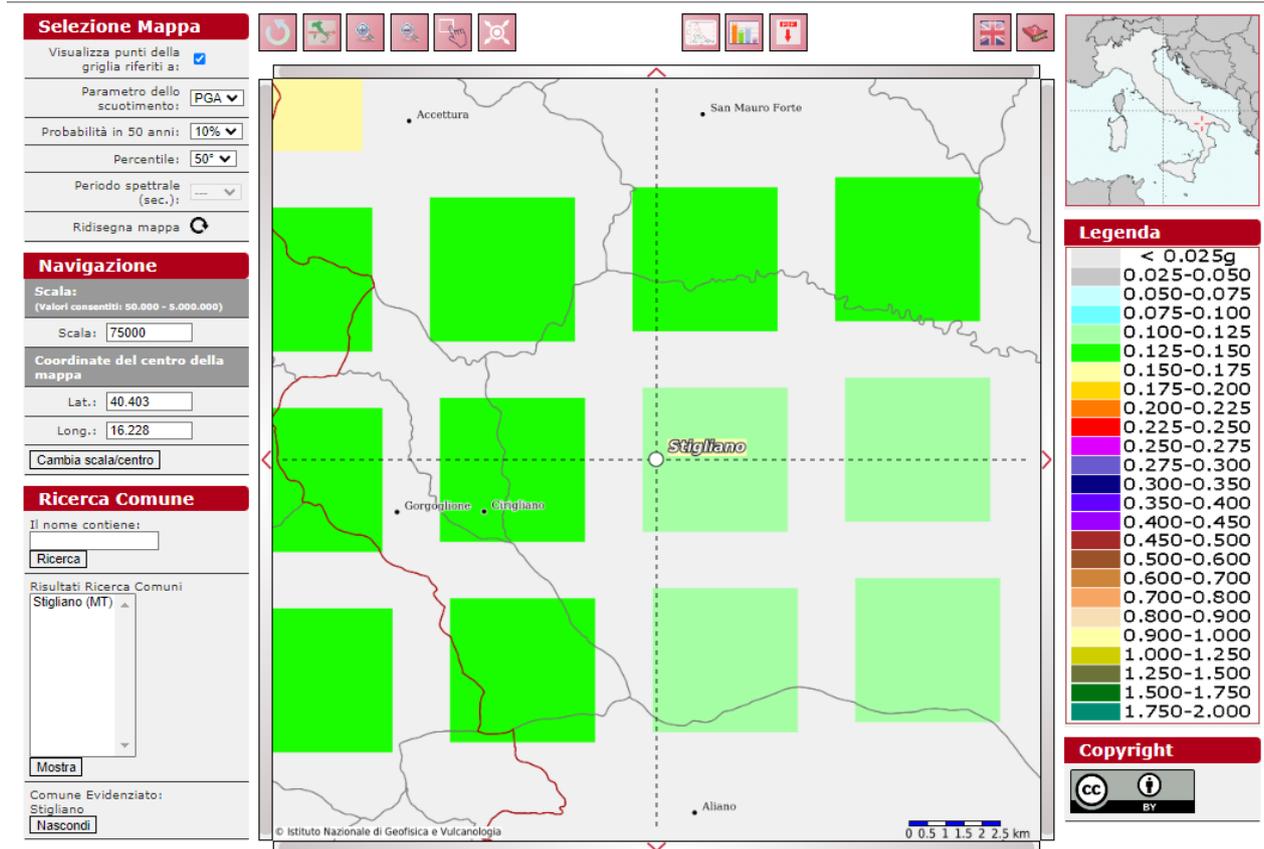
Grafico della distribuzione temporale e dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto

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 0.125 e 0.150 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 |
|-----------|--------------------|--------------|------------|---------------|--------------------------|
| Stigliano | 3a | 0.150 | 6.7 | 100 | Parco fotovoltaico e SSE |

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".

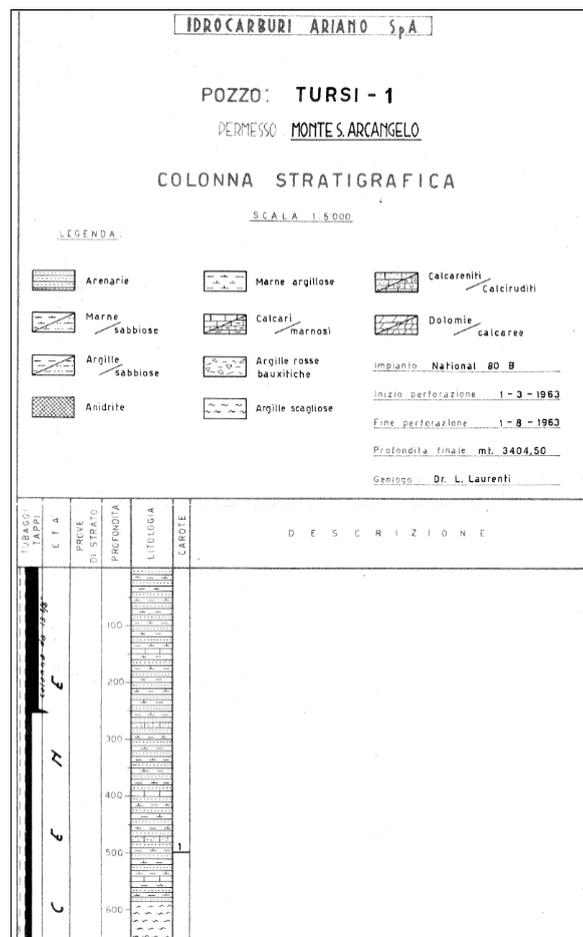
Dall'analisi delle velocità delle onde S misurate mediante gli stendimenti sismico tipo MASW si è notato che il bedrock sismico (cioè quel terreno che è contraddistinto da una $V_s > 800$ m/s) non è stato riscontrato nelle indagini sismiche nei primi trenta metri di terreno investigato, le quali hanno mostrato valori delle onde S dell'ultimo strato pari comprese tra 385 e 444 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.

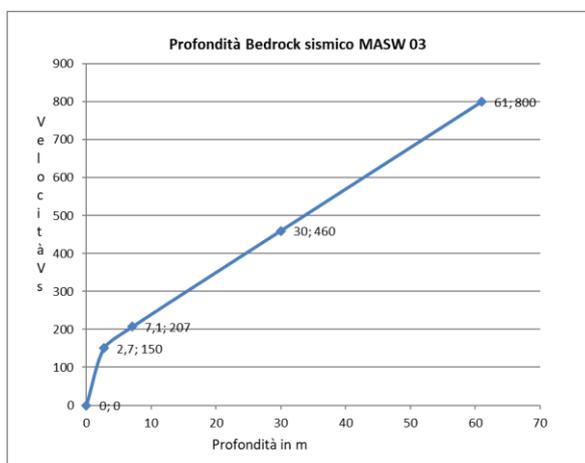
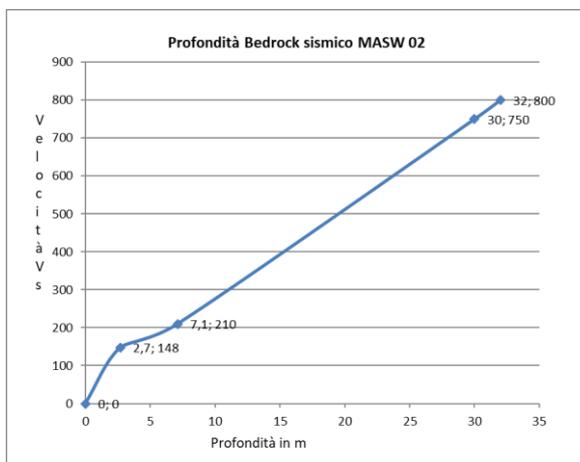
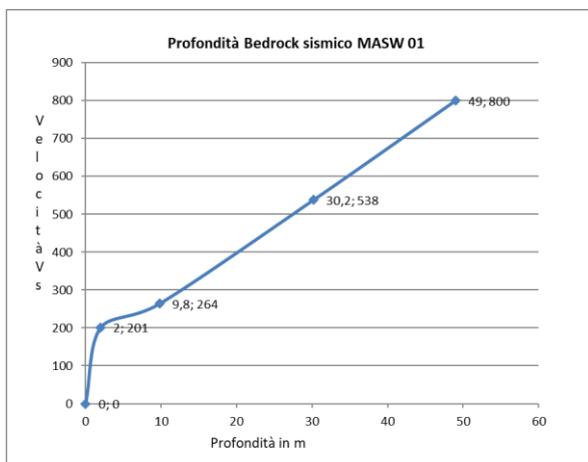
Tale studio è stato possibile perché nell'area sono presenti i depositi ascrivibili al Flysch di Gorgoglione che come dalla letteratura consultata, presentano uno spessore di circa 1200m, lo stesso viene anche ricostruito dalla stratigrafia consultata di una perforazione eseguita dalla compagnia petrolifera 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 02 incontra il Bedrock sismico ad una profondità di 32m; la MASW 03 incontra il Bedrock sismico ad una profondità di 61m e la Masw 01 incontra il Bedrock sismico ad una profondità di 49m.

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 | Prof bedrock sismico | Vs |
|----------------|----------------------|----------------|
| MASW 01 | 47 m | 388 m/s |
| MASW 02 | 38 m | 444 m/s |
| MASW 03 | 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 32 e 61 m e che la velocità delle Vs è compresa tra 3389 e 430

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 03, i cui fattori di amplificazione sono stati ricavati dall'abaco e corrispondono alla velocità (350 m/s) e profondità (60 m) considerando un livello energetico pari a $0.05 < ag \leq 0.15$ per sedimenti argillosi e con un profilo di velocità lineare pendenza intermedia:

FA = 2.22 Fv = 1.91

| Fattore di amplificazione | | Tipo di terreno | | a_g (g) | | Profilo di velocità | | | | | |
|---------------------------|----|-----------------|------|-----------|------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| FA | | Argilla | | 0.18g | | 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 | | Tipo di terreno | | a_g (g) | | Profilo di velocità | | | | | |
|---------------------------|----|-----------------|------|-----------|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| FV | | Argilla | | 0.18g | | 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

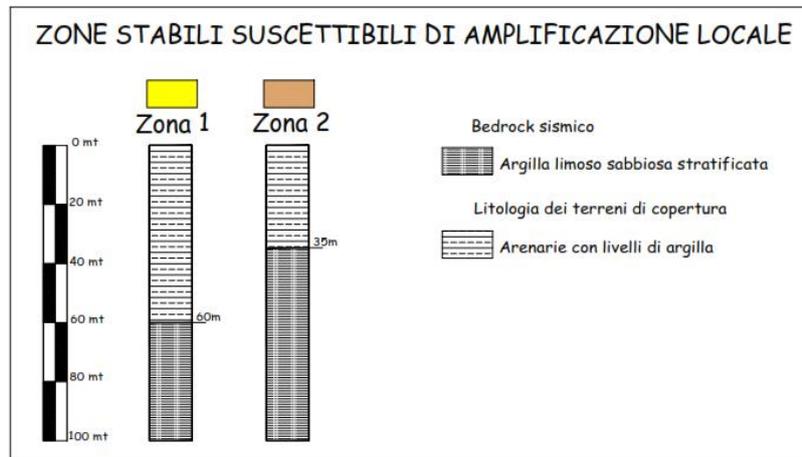
Corrisponde all'area in cui sono state eseguite le MASW 03, i cui fattori di amplificazione sono stati ricavati dall'abaco e corrispondono alla velocità (**450 m/s**) e profondità (**35 m**) considerando un livello energetico pari a **0.05 $a_g \leq 0.15$** per sedimenti argillosi e con un profilo di velocità lineare pendenza intermedia:

$$FA = 1,58 \quad FV = 1.52$$

| Fattore di amplificazione | Tipo di terreno | $a_g (g)$ | | | | | | | | | | Profilo di velocità |
|---------------------------|-----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
| FA | Argilla | 0.18g | | | | | | | | | | 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 | Tipo di terreno | $a_g (g)$ | | | | | | | | | | Profilo di velocità |
|---------------------------|-----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
| FV | Argilla | 0.18g | | | | | | | | | | 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 figura sottostante.



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

| | FA | FV | Informazioni sulle zone suscettibili di amplificazioni locali |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|---------------------------------------------------------------|
| Zona 1  | 2.22 | 1.91 | Profondità del bedrock sismico 40mt |
| Zona 2  | 1.58 | 1.52 | Profondità del bedrock sismico 35 mt |

12. VERIFICHE DI STABILITÀ DEI VERSANTI

Per quanto concerne la stabilità delle aree oggetto del presente studio, oltre a considerazioni di carattere squisitamente geomorfologico, sono state eseguite anche alcune verifiche analitiche di stabilità del versante, condotte secondo le sezioni A-A', B-B', C-C' e D-D' lungo la linea di massima pendenza, così come indicate nelle allegate cartografie. La verifica è stata condotta impiegando il metodo di Jambu lungo la direzione di massima pendenza, utilizzando il programma SLOPE 2023 prodotto dalla Geostru S.r.l..

Il calcolo è stato eseguito lungo la direzione della massima pendenza, impiegando il metodo di Bishop, avendo eseguito uno studio di microzonazione sismica di II° livello il fattore di amplificazione FA è stato utilizzato definire il valore dell'accelerazione massima attesa al sito.

secondo la seguente formula

$$A_{max} = Pga * Fa * St$$

Pga = ampiezza massima dell'accelerazione al suolo

Fa = Fattore di accelerazione orizzontale

St = effetto di amplificazione topografica

In seguito sono stati calcolati i coefficienti di azione sismica orizzontale (K_h) e verticale (K_v)

$$K_h = \beta_s \times (a_{max}/g) \quad e \quad K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

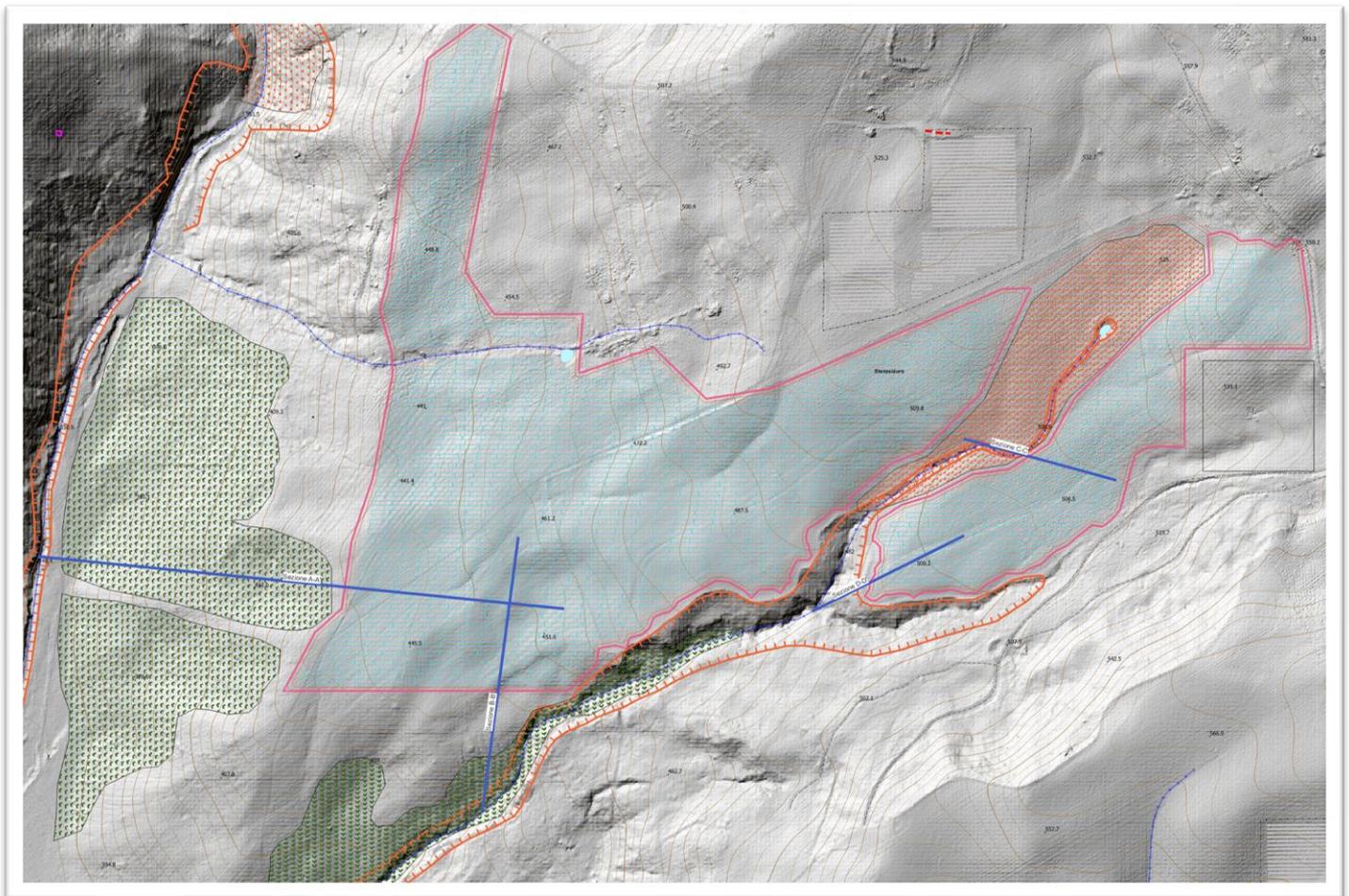
In accordo con le norme tecniche è stato assegnato un coefficiente β_s paria **0,28** nella condizione ante operam.

Nella seguente tabella si riportano i coefficienti per i diversi aerogeneratori:

| | MZ1 | MZ2 |
|---------------------------------------------------|-------|------|
| $A_{max} = Pga * Fa * St$ | 3.88 | 2.78 |
| KH ante operam $K_h = \beta_s \times (a_{max}/g)$ | 0.11 | 0.07 |
| KV ante operam $K_v = K_h/2$ | 0.055 | 0.04 |

Le verifiche sono state eseguite utilizzando il programma Slope, nelle seguenti condizioni:

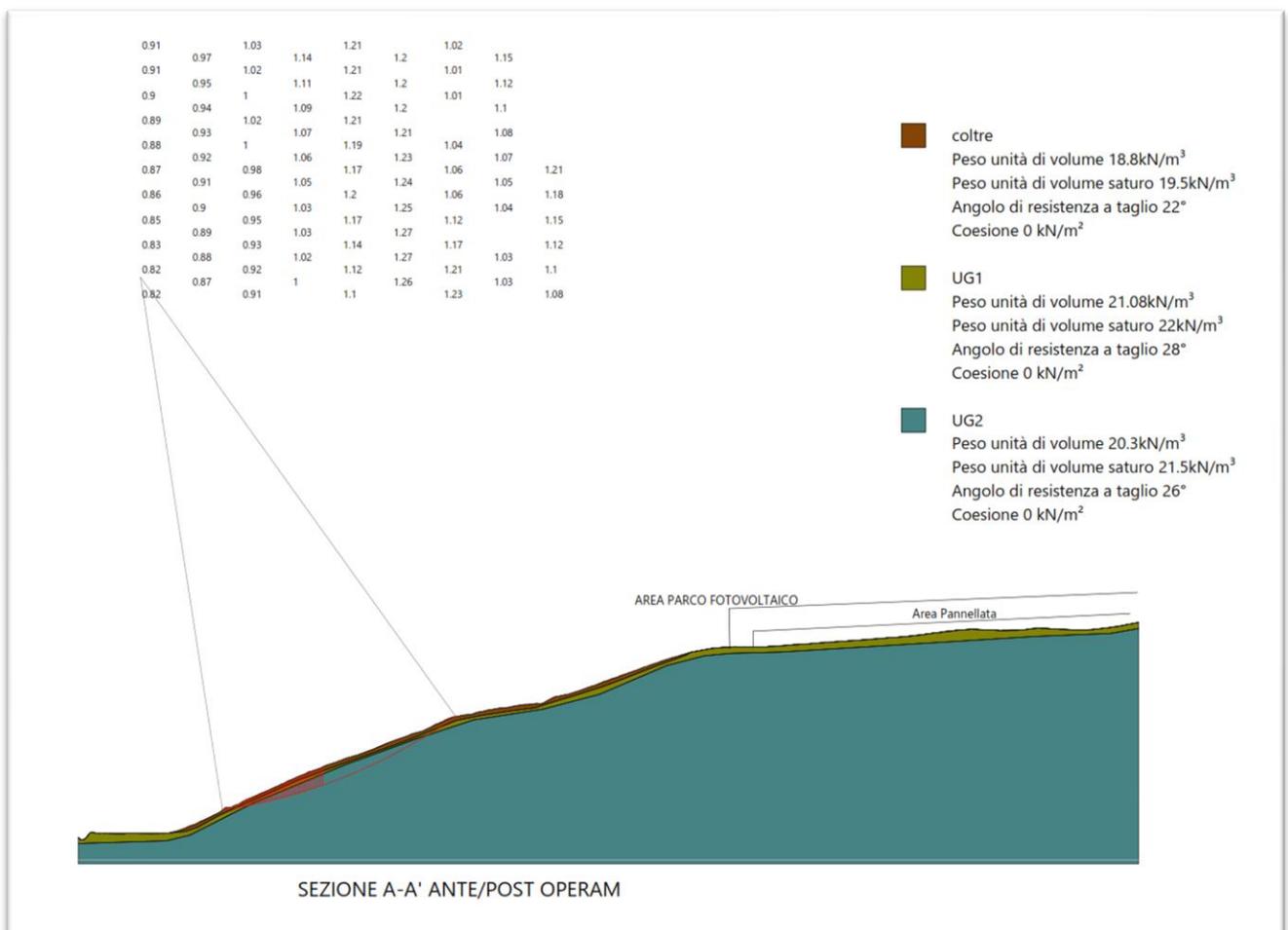
- Applicando le Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 utilizzando l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2);
- Utilizzando per le sezioni che interessavano due microzone i valori di A_{max} K_h e K_v più sfavorevoli a margine di sicurezza
- allo stato attuale che coincide con il post opera visto che il progetto non prevede trasformazioni;
- assumendo che il versante risulta essere stabile con un fattore di sicurezza >1.1 in condizioni dinamiche.



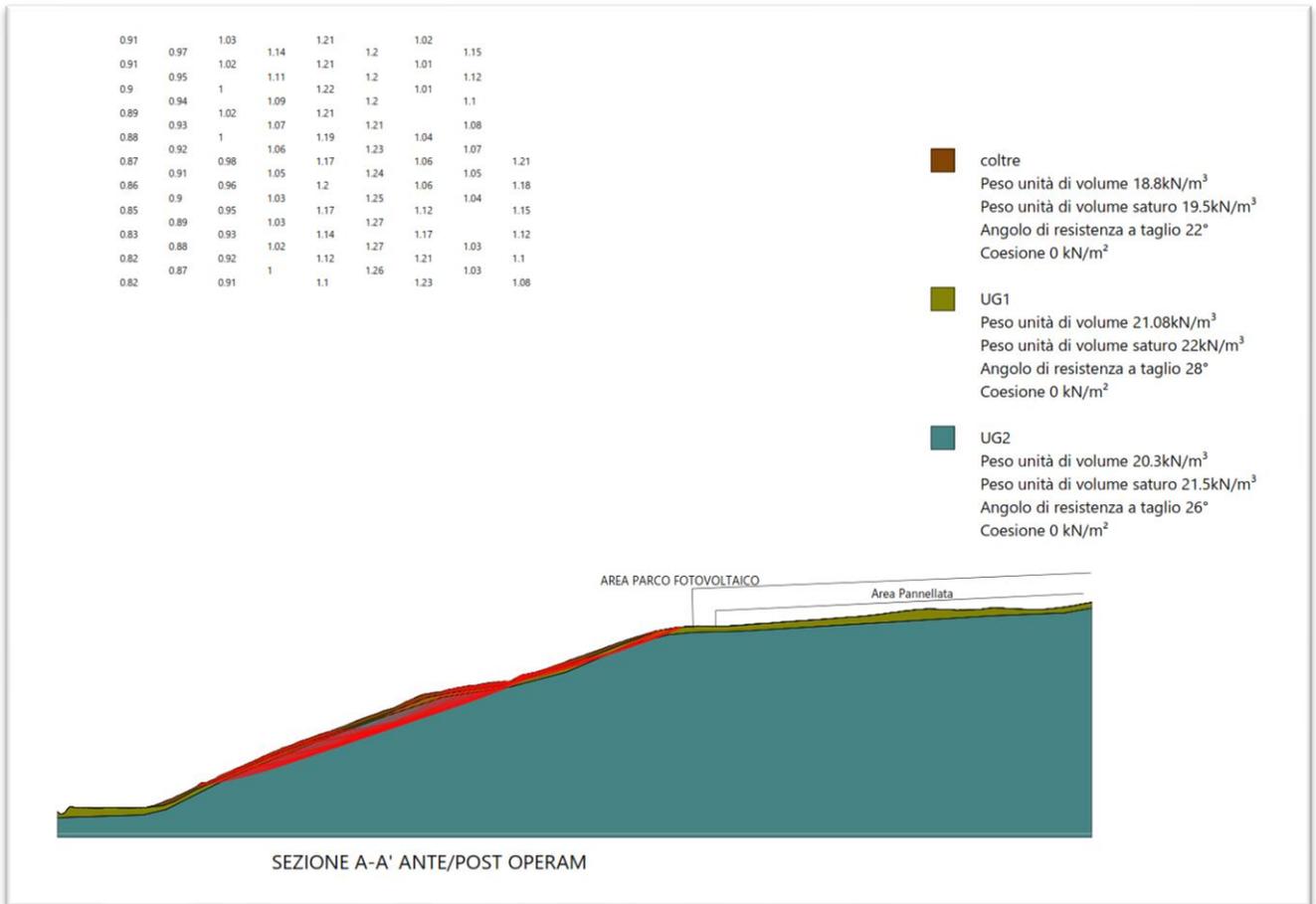
Ubicazione delle tracce di verifica di stabilità

| SEZIONE | FS ANTE/POST OPERAM (Superficie minima) |
|---------|--------------------------------------------|
| A-A' | 0.82 |
| B-B' | 0.82 |
| C-C' | 2.36 |
| D-D'' | 0.99 |

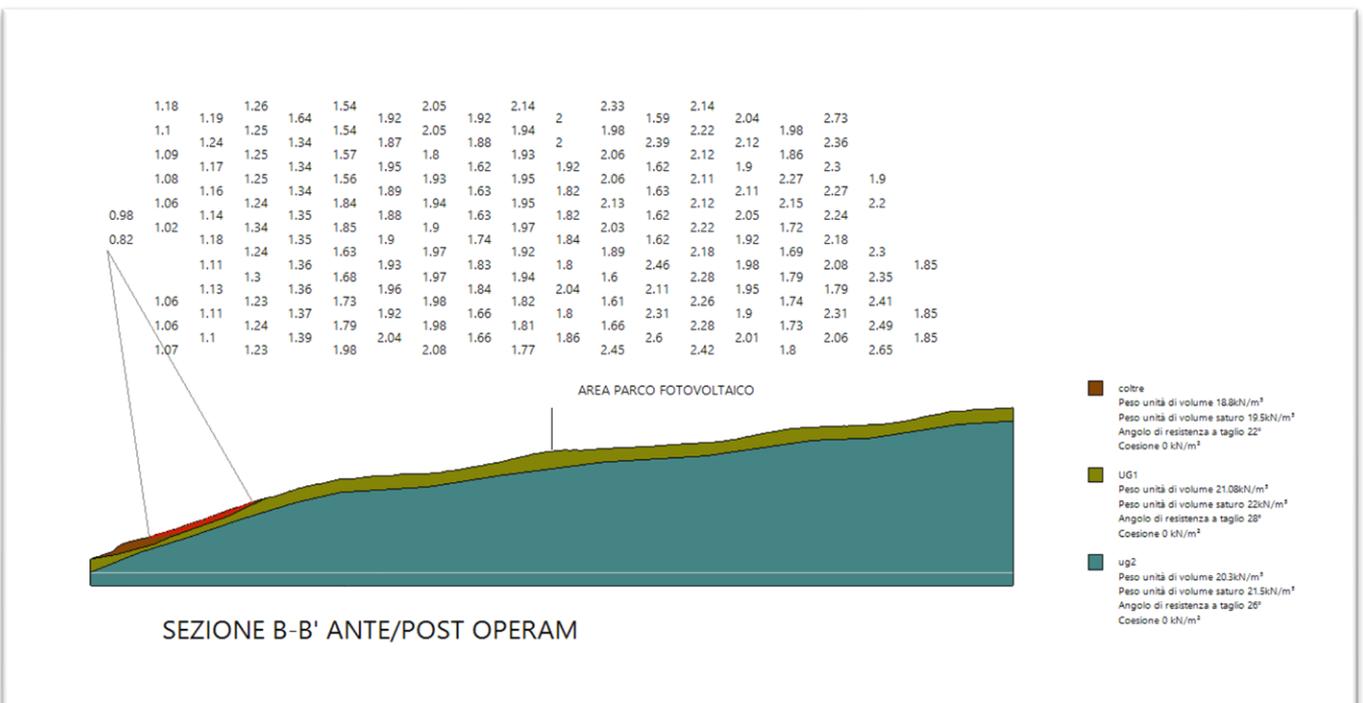
In merito alle sezioni A-A', B-B' e D-D', le superfici di nuova formazione con fattori di sicurezza inferiori a 1.1 in presenza di sisma interessano soltanto **i versanti più acclivi che ricadono al di fuori dell'area di progetto**, inoltre, l'analisi delle superfici critiche di scorrimento mette in evidenza che l'evoluzione di queste frane **non è di tipo regressivo-sequenziale**, pertanto le aree di progetto **non saranno interessate** da tali fenomenologie di dissesto.



Superficie con fattore di stabilità minimo



Superfici di nuova formazione con fattore di stabilità < a 1.1



Superficie con fattore di stabilità minimo

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|  | <p>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA "STIGLIANO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW IN LOCALITA' "STANZALAURO" NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT)</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 41 di 42</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|

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 NON CRITICHE

Ib Aree non critiche Aree su versante con pendenza compresa tra 5 e 20°, stabili ed esenti da problematiche di stabilità. all'interno di quest'area verranno installati i pannelli fotovoltaici e verrà realizzata la sottostazione elettrica. In fase di progettazione esecutiva si prescrive la realizzazione di indagini geognostiche e geofisiche in modo da affinare il modello geologico dell'area. Le opere in progetto sono compatibili con l'assetto geologico e geomorfologico dell'area.

AREE CON CRITICITA' PUNTUALI E MODERATE

I Ib Aree con criticità puntuali e moderate si tratta di aree situate in una fascia di rispetto di 5 m dal perimetro delle aree a pericolosità idrogeologica cartografate dall'autorità di Bacino della Basilicata. All'interno di queste aree è prevista solo la realizzazione di tratti di strade interne al parco.

AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO ELEVATO

IVb Aree con criticità idrauliche elevate Si tratta di aree non utilizzabili situate in corrispondenza della fascia alluvionabile (con tempi di ritorno di 200 anni) ricostruita a seguito dello studio idraulico. In quest'area non verranno installati pannelli fotovoltaici per non alterare il deflusso delle acque. Le interferenze con la viabilità interna al parco prevista dal progetto e le aree alluvionabili saranno risolte tramite la realizzazione di due tombini idraulici opportunamente dimensionati a seguito dello studio idraulico.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|  | PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA "STIGLIANO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 20 MW IN LOCALITA' "STANZALAURO" NEL COMUNE DI STIGLIANO (MT) RELAZIONE GEOLOGICA | DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 42 di 42 |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

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

R2 Aree a rischio idrogeologico medio e a pericolosità media

Il Geologo

Geol. Raffaele NARDONE