

# PROVINCIA DI MATERA COMUNE DI FERRANDINA

LOCALITA':

## LOCALITA' QUADRONE

PROGETTO:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRI-VOLTAICO A  
TERRA DELLA POTENZA NOMINALE 19,99 MW DENOMINATO "DALSOLAR1"**

TITOLO DOCUMENTO:

### RELAZIONE GEOLOGICA

SOGGETTO RICHIEDENTE

## DALSOLAR S.R.L.

SEDE LEGALE E UFFICI

Via Santa Sofia n.22

20122 - MILANO (MI)

CF e P.IVA n. 11013410961. N. REA MI-2573257

L'ESECUTORE:

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



Via V. Verrastro 15/A, 85100 Potenza  
P.Iva 02094310766

**Ing. Carmen Martone**

**Geol. Raffaele Nardone**



**Ing. Domenico Castaldo**

Iscr. n°8630 Y Ordine Ingegneri di Torino

C.F. CSTDNC 73M18 H355W

Viale Europa 42, 10070 - Balangero

tel 0123/346088 fax 0123/347458

info@studioingcastaldo.it cell 338/4727747

Codice lavoro	Livello progett.	Cat. Op.	Tipologia	Numero	Rev.	Pag.	di	Nome file	Scala	Progressivo
C261	PD	I.FV_IF	R	01	/00	1	1	A.2		2
Rev.	Data	Descrizione						Redazione	Controllo	Approvazione
00	31/01/2022	Emissione						ing. Domenico Castaldo EGM Project	ing. Domenico Castaldo EGM Project	ing. Domenico Castaldo EGM Project

## INDICE

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
3 ANALISI DEI VINCOLI .....	5
4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	6
5 ANALISI MORFOLOGICA DELL'AREA .....	9
6 NOTE DI IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA .....	11
7 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE .....	12
8. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO .....	15
9. MODELLO GEOTECNICO .....	16
10 SISMICITA' DELL'AREA .....	18
11 MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO .....	20
12 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	25
13 CONCLUSIONI .....	27
14 CAVIDOTTO .....	28
15 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA .....	33

## 1.PREMESSA

Nell'ambito del Progetto di "*PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,99 MW DENOMINATO "DALSOLARI"*", la DALSOLAR S.R.L. ha dato incarico alla EGM Project srl di redigere lo studio geologico sulle aree interessate dal progetto.

Il presente studio ha lo scopo di fornire, sulla base di specifiche indagini geognostiche e geofisiche, le informazioni necessarie ai fini della determinazione della natura e della disposizione dei terreni, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo; definisce il modello geologico 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 con particolare riferimento alle opere di fondazione.

Lo studio è stato eseguito seguendo le prescrizioni contenute nel:

- 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.

Per la ricostruzione del modello geologico-tecnico del sottosuolo e la caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione è stata esperita una campagna di indagini geotecniche e sismiche, consistita in:

- n°8 Prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n° 2 Stendimento sismico di tipo Masw;

Le indagini espletate, hanno consentito l'acquisizione di dati utili alla compilazione di una cartografia geologica e geomorfologica generale in scala 1:2.000. 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.

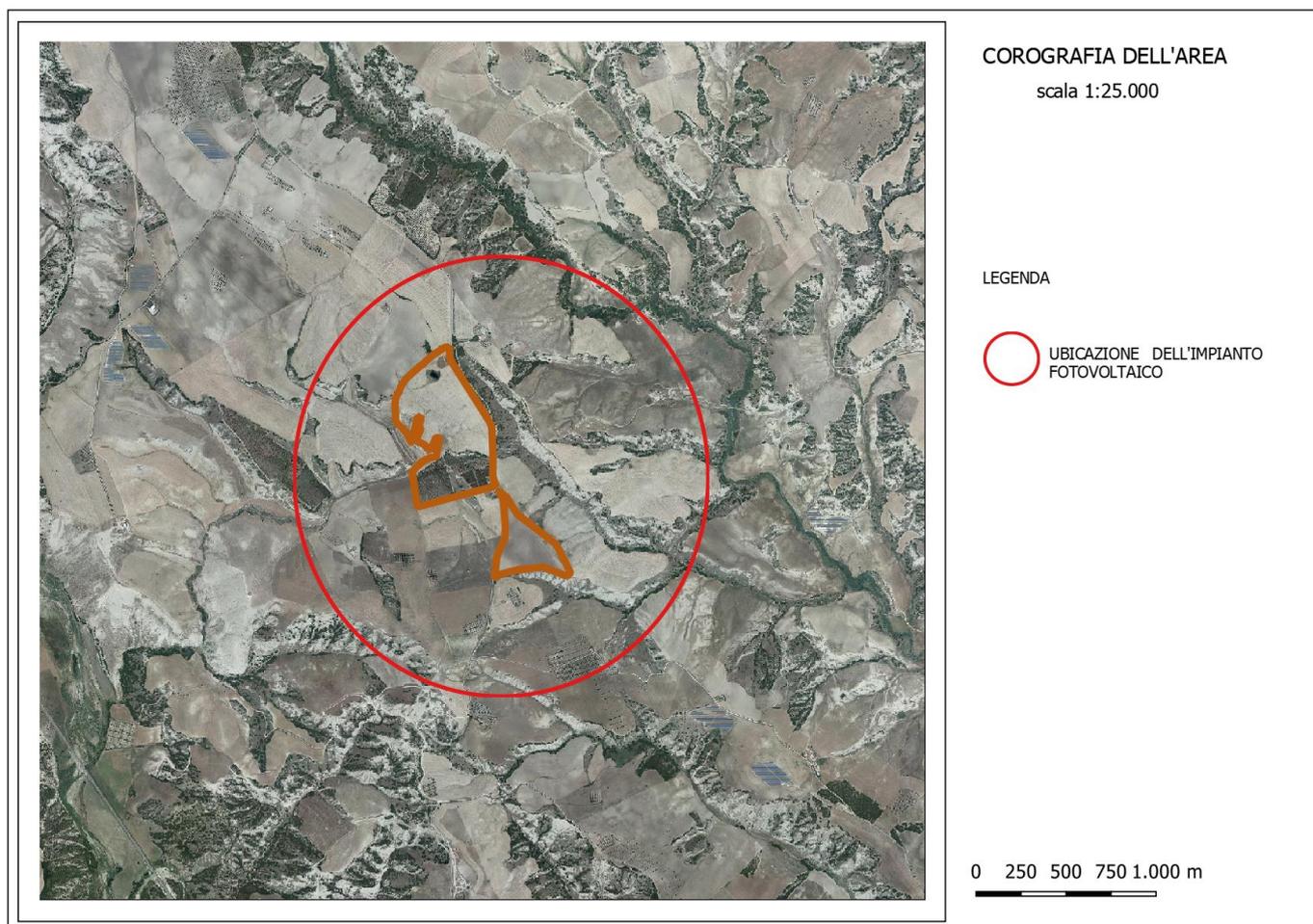
L'elaborazione dei risultati ottenuti dal rilevamento di superficie, unitamente a quanto emerso nel corso della campagna geognostica, ha permesso di produrre degli elaborati grafici di sintesi comprendenti:

- Planimetria ubicazione indagini geologiche in scala 1: 2.000;
- Carta Geologica in scala 1: 2.000;
- Carta Geomorfologica in scala 1: 2.000;
- Profili Geologici in scala 1:2.000;
- Carta della Microzonazione sismica di II livello in scala 1:2.000;
- Carta di Sintesi della pericolosità geologica e geomorfologica in scala 1:2.000;
- Corografia dei Bacini in scala 1:25.000;
- Carta Idrogeologica in scala 1:2.000;
- Rapporto tecnico delle indagini.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio, è sita nel territorio comunale di Ferrandina in località Quadrone, più in particolare è individuabile nei pressi del confine con di San Mauro Forte a SW.

L'area interessata dal progetto è sita in sinistra orografica del torrente Salandrella, affluente del fiume Cavone, ad una quota che va da 190 m a 220 m. s.l.m ed è individuabile al foglio 73, 74, E 75 P.LLE 42, 56, 83, 131, 132, 134, 136, 228, E 240 del Comune di Ferrandina, così come di seguito riportato.



### **3 ANALISI DEI VINCOLI**

Dall'esame della cartografia del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità interregionale di Bacino della Regione Basilicata, l'area in esame non risulta valutata pertanto non ricade in areali di rischio da frane o alluvioni, così come si evidenzia dallo stralcio di seguito riportato.



**Carta del Rischio idrogeologico.**

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio è interamente compresa nel foglio geologico n° 200 "Tricarico" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e dal punto di vista geologico regionale ricade nella fossa Bradanica.



L'evoluzione tettonico-sedimentaria del segmento meridionale d'avanfossa appenninica preso in esame, che comprende parte dei bacini pugliese e lucano (sensu CRESCENTI, 1971), ha inizio nel Pliocene inferiore, quando, a causa del progressivo avanzamento del fronte appenninico, il bacino è interessato da una generale migrazione verso E degli assi di subsidenza e delle relative depressioni (CASNEDI, 1988a). Il bacino, si presenta così con un margine interno instabile, con tendenza ad un forte sollevamento, ed un margine esterno subsidente che coinvolge via via, aree d'avampaese già dislocate verso la catena. In particolare, nell'area considerata è presente una coltre alloctona, interposti alla successione argilloso-sabbiosa pliocenica e pleistocenica in seguito alla fase tettonica mediopliocenica, e da sedimenti trasgressivi sul substrato carbonatico; la seconda è rappresentata solo da depositi trasgressivi sui calcari murgiani. I depositi che si rinvengono appartengono a diversi cicli sedimentari marini e lacustri, variamente interessati da fasi tettoniche con evoluzione che termina nel Pleistocene medio.

Le successioni litologiche appartenenti alle unità tettoniche che costituiscono la struttura dell'Arco appenninico meridionale affiorano solo nel settore occidentale del

bacino del fiume Cavone, mentre nella restante parte del bacino si rinvergono successioni riferibili al dominio paleogeografico dell'Avanfossa Bradanica.

Il settore occidentale del bacino del Cavone comprende il bacino del torrente Salandrella ed il bacino montano del torrente Misegna ed è caratterizzato dalla presenza di successioni riferibili all'Unità di Lagonegro, costituite da: alternanze di argille e marne rosse e verdi e risedimenti carbonatici (calcareniti, calcilutiti e calciruditi) in strati e banchi (Flysch Rosso Auct.); da quarzoareniti numidiche in strati e banchi con intercalazioni di livelli pelitici (Flysch Numidico Auct.); alternanze di arenarie arcosiche in strati e banchi, e di argille e marne siltose grigio verdi (Formazione di Serra Palazzo Auct.); alternanze di marne ed argille siltose grigio verdi e di risedimenti carbonatici (calcareniti, calcilutiti e calciruditi), talora organizzati in livelli di spessore metrico (Formazione di Serra Palazzo Auct.).

Sulle successioni dell'Unità di Lagonegro si rinvergono in contatto stratigrafico discordante, depositi di bacini impostati sulle coltri di ricoprimento rappresentati da:

- arenarie e conglomerati con intercalazioni di livelli pelitici di spessore variabile di età Miocene superiore, (Flysch di Gorgoglione Auct.), localizzati a ridosso del margine sud-occidentale del bacino;
- sabbie a grado di addensamento e/o cementazione variabile, argille siltose grigio-azzurre e conglomerati poligenici, di età Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, affioranti nell'area compresa tra gli abitati di Garaguso, San Mauro Forte e Stigliano.

## 1.1 GEOLOGIA DELL'AREA

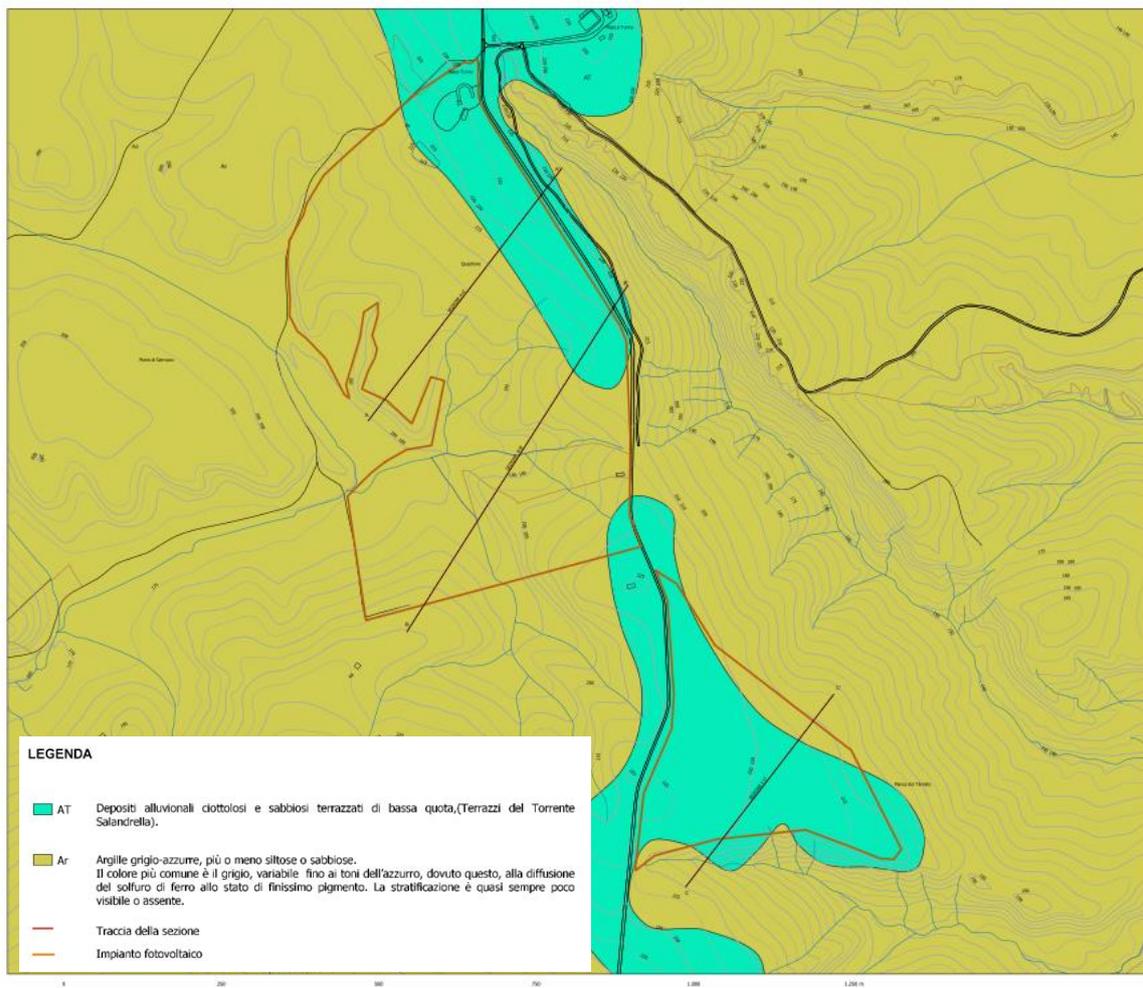
Il rilevamento geologico di superficie ha consentito di riconoscere e cartografare le litologie principali di seguito descritte dalle più recenti alle antiche.

### **Depositi alluvionali attuali**

Costituite da una alternanza di livelli limoso sabbiosi a grana fine di colore marrone chiaro - beige con livelli di conglomerati poligenici e livelli sabbiosi a grana fine.

### Argille sub appenniniche

Argille grigio-azzurre, più o meno siltose o sabbiose, il colore più comune è il grigio, variabile fino ai toni dell'azzurro, dovuto questo, alla diffusione del solfuro di ferro allo stato di finissimo pigmento. La stratificazione è quasi sempre poco visibile o assente. Pliocene.



Carta Geologica

## **5 ANALISI MORFOLOGICA DELL'AREA**

Lo studio dei caratteri geomorfologici è stato condotto su un'area relativamente ampia tale da mettere in evidenza i processi morfoevolutivi presenti nell'area in oggetto.

L'area in oggetto di studio, è situata nei pressi del Torrente Salandrella, affluente del fiume Cavone, e del rilievo Collinare Serra d'Olivo, parte del parco ricade su un terrazzo alluvionale situato ad una quota di 200 m. s.l.m., e parte si estende sul rilievo collinare Serra D'Olivo a quote che vanno dai 250 ai 350 m m.s.l.

Il torrente Salandrella, affluente del fiume Cavone, il quale si origina col nome di Torrente Salandrella, nasce nella zona montuosa centro-meridionale della Basilicata, percorre da nord-ovest a sud-est la provincia di Matera e raggiunge la costa ionica nel Golfo di Taranto; è lungo solo 49 km e la superficie del suo bacino è di circa 675 kmq e confina con i bacini del fiume Basento e del fiume Agri. Lungo il percorso del torrente Salandrella sono presenti dei terrazzi fluviali, i quali sono rappresentativi dell'incisione della pianura alluvionale dal corso fluviale.

Sulla destra e sulla sinistra idraulica del torrente si riconoscono dei terrazzi fluviali antichi in quanto posti a quote superiori all'attuale livello del corso d'acqua e quindi non soggetti ad alluvionamento anche nei periodi di piena.

In particolare, sul versante interessato dal progetto, sono presenti delle incisioni che confluiscono all'interno del Fosso del Turo in cui solo periodicamente si evidenzia la presenza idrica.

Tra i caratteri geomorfologici che interessano l'area di progetto, sono presenti le aree calanchive le quali bordano la zona interna del fosso Turo. I calanchi sono forme digitate di erosione lineare veloce, e sono provocati dall'erosione dell'acqua che penetra nelle fessure degli strati argillosi creando con il tempo delle incisioni e poi dei veri e propri fossi calanchivi, questi elementi geomorfologici sono caratteristici dell'Avanfossa Bradanica e dei terreni argillosi.

L'assetto stratigrafico strutturale del bacino del Cavone condiziona le caratteristiche di franosità del territorio nelle aree di affioramento di successioni arenaceo-pelitiche o calcareo-pelitiche dell'Unità di Lagonegro sono interessate per lo più da frane del tipo scivolamento rotazionale e da frane complesse del tipo scivolamento rotazionale-colamento

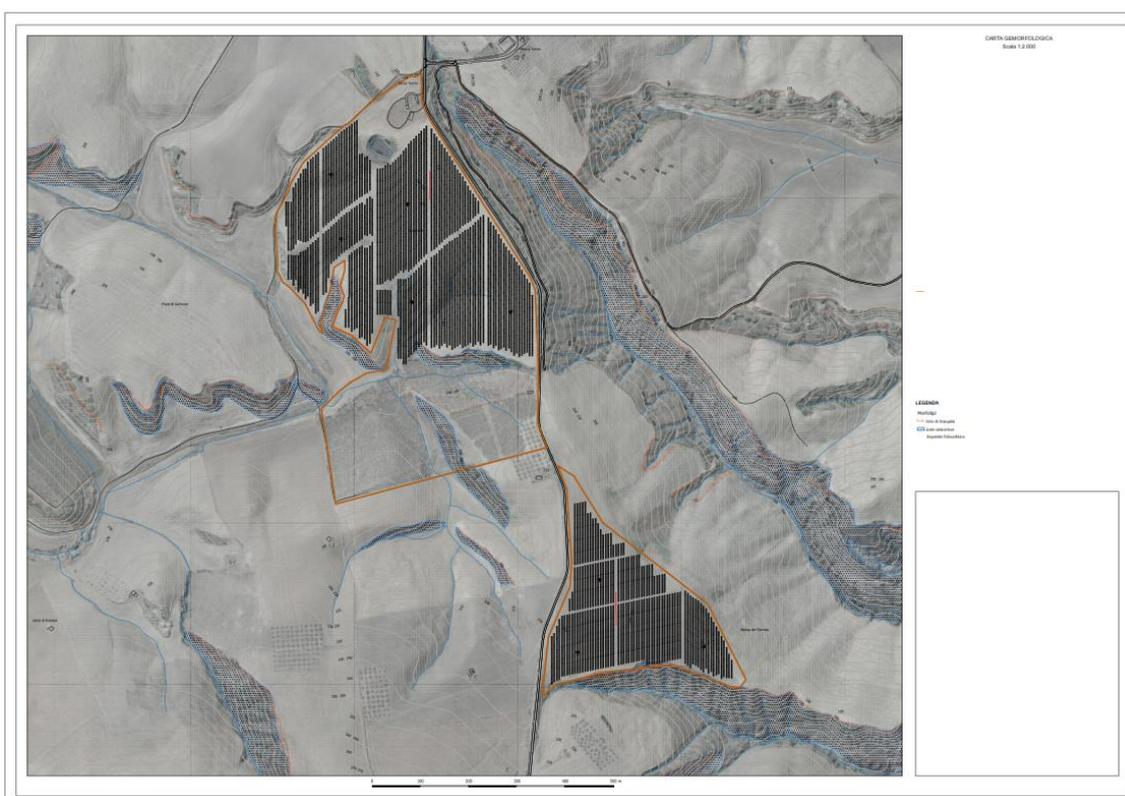
lento.

Le aree di affioramento delle successioni argillose dell'Avanfossa Bradanica sono caratterizzate dalla presenza diffusa di forme calanchive, frequenti sono i movimenti franosi del tipo colamento lento e movimenti gravitativi superficiali del tipo creep, mentre meno diffuse sono fenomenologie franose del tipo scivolamento rotazionale e frane complesse del tipo scivolamento rotazionale-colamento lento.

Il parco fotovoltaico verrà realizzato su un versante che degrada verso Sud Est con una inclinazione compresa tra 0 e 10°, anche se si raggiungono pendenze di 30° in corrispondenza dei fianchi delle incisioni.

Quindi, al fine di annullare l'approfondimento del profilo di fondo e il richiamo di materiali per scoscendimenti di materiali lungo le sponde delle incisioni, si consiglia la realizzazione di opere di regimentazione delle acque di corrivazione, inoltre nelle immediate vicinanze queste aree si sconsiglia il posizionamento di pannelli fotovoltaici.

A seguito del rilevamento geomorfologico integrato con lo studio di foto aeree, nell'area non sono stati riconosciuti morfotipi riconducibili a movimenti franosi in atto o potenzialmente attivi che si possano innescare o riattivare a seguito della realizzazione delle opere in oggetto.



Carta Geomorfologica

## **6 NOTE DI IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA**

Il principale corso d'acqua presente nei pressi dell'area interessata dal progetto è il Fiume Cavone. Il bacino del fiume Cavone (superficie di 675 kmq) presenta caratteri morfologici prevalentemente collinari, ad eccezione che nella porzione settentrionale (bacino montano del torrente Salandrella) a morfologia prevalentemente montuosa e nella porzione orientale in cui si passa da una morfologia da basso collinare a pianeggiante in prossimità della costa.

Il fiume Cavone ha origine dalle propaggini orientali di Monte dell'Impiso (con quote tra 1319 e 1272 m s.l.m.) e nel tratto montano assume il nome di torrente Salandrella: Il Cavone ha una lunghezza di 49 km e non ha affluenti importanti, al di fuori del torrente Misegna, tributario in destra. In assenza di precipitazioni meteoriche le portate del fiume Cavone nel periodo estivo possono ritenersi praticamente nulle, in quanto il contributo del deflusso idrico sotterraneo al corso d'acqua è trascurabile. Il regime del fiume Cavone presenta carattere torrentizio; il suo tronco montano e quello delle aste secondarie risultano essere incassati. Nel tratto medio-basso l'alveo del Cavone mostra condizioni di sovralluvionamento, mentre nell'area della piana costiera presenta lo sviluppo di ampi meandri. I terreni presenti nell'area appartengono a due complessi idrogeologici di seguito descritti:

### ✓ **COMPLESSO ALLUVIONALE (Terreni altamente permeabili)**

All'interno di tale classe di permeabilità vengono considerati i terreni riferibili ai depositi alluvionali terrazzati antichi.

La prevalenza dei litotipi sabbioso-conglomeratici e l'assetto strutturale stratificato, con alternanza di termini conglomeratici alternata a livelli sabbiosi e limosi.

### ✓ **COMPLESSO ARGILLOSO LIMOSO-S (Terreni poco permeabili)**

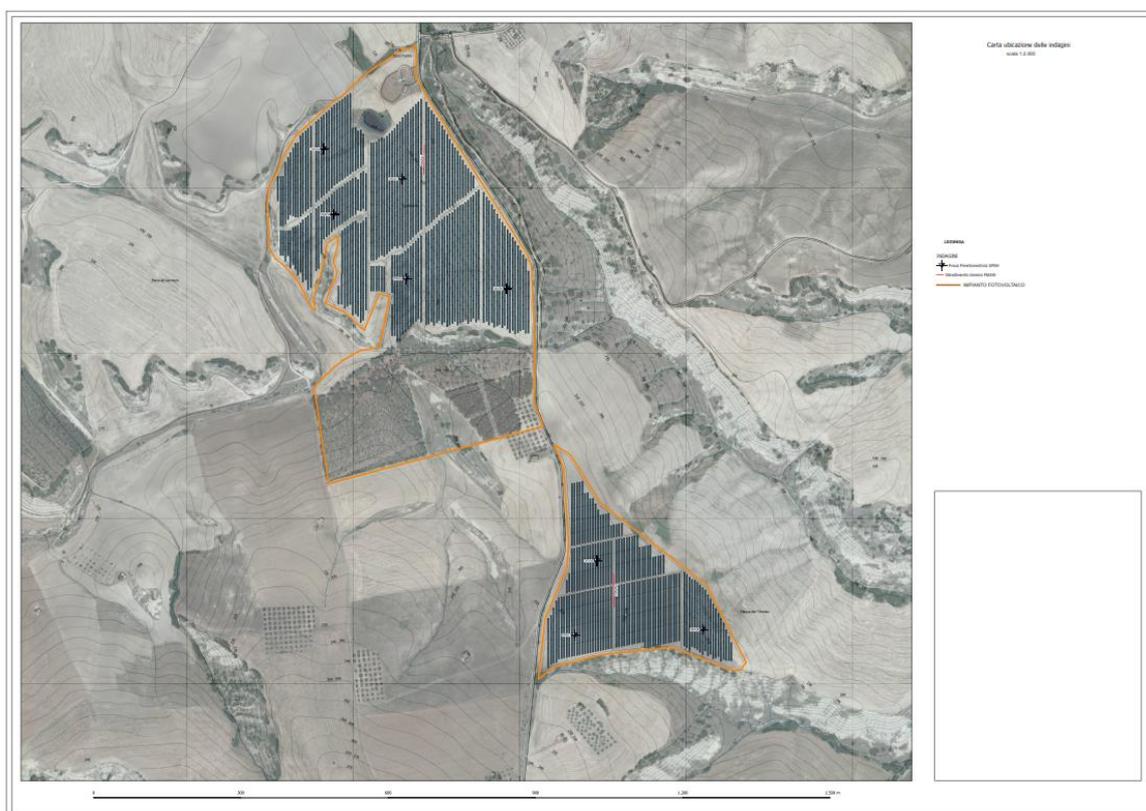
A tale classe di permeabilità sono riferibili esclusivamente i depositi ascrivibili alle argille grigio-azzurre limose, questi terreni sono contraddistinti da una bassa permeabilità.

Nell'area si possono sviluppare al contatto tra la coltre di alterazione e il substrato geologico dei filetti idrici discontinui sia in profondità che arealmente alimentati dalle acque di infiltrazione. Le prove penetrometriche eseguite non hanno mostrato la presenza di acqua.

## 7 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

Allo scopo di definire i principali caratteri litostratigrafici del sottosuolo, il comportamento geotecnico dei terreni e definire la caratterizzazione sismica dei luoghi, direttamente impegnati dalle opere in progetto, il rilievo di superficie è stata realizzata una campagna di indagini geognostica e geofisica così come riportato nella carta di ubicazione:

- n° 2 prospezioni geofisiche con metodologia MASW
- n°8 prove penetrometriche dinamiche DPSH.



Carta Ubicazione delle indagini

Di seguito vengono sintetizzate ed interpretate le risultanze delle indagini eseguite in relazione alla situazione geologica locale emersa durante il rilevamento geologico di superficie.

## 7.1 PROSPEZIONI SISMICHE MASW

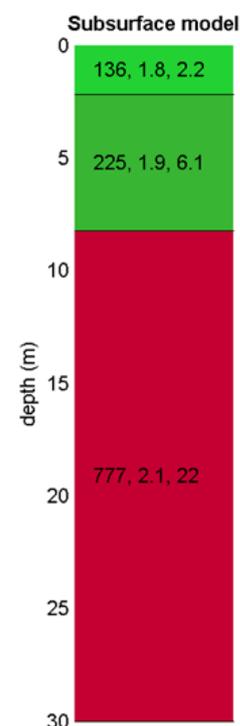
Al fine di ricostruire l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo sono state eseguite due stendimenti sismici tipo MASW all'interno delle aree interessate dal progetto. Lo scopo dell'indagine è stato quello di definire il profilo verticale della  $V_S$  (velocità di propagazione delle onde di taglio) e di classificare i terreni di fondazione degli aerogeneratori sulla base del valore della  $V_{S30}$  (il valore medio della  $V_S$  nei primi 30m di profondità).

Di seguito si riporta la colonna sismostratigrafica ottenuta dalle indagini eseguite, da cui è stato possibile ottenere una suddivisione in sismostrati caratterizzati da analoghe velocità delle onde S.

### Masw 01

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

- Il primo sismostrato, quello più superficiale, ha uno spessore di circa 2,2 m, con velocità delle onde S di 136 m/s, riferibile a terreno agrario;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 6,1 m, con velocità delle onde di taglio di 225 m/s e corrisponde a depositi con buone caratteristiche geotecniche e si presentano mediamente consistenti e/o addensati;
- Segue a profondità maggiori di circa 9 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione superiore ai 30 m dal p.c., un terzo sismostrato che presenta velocità  $V_S$  media di 777 m/s ed è riferibile ad un deposito con buone caratteristiche geotecniche.

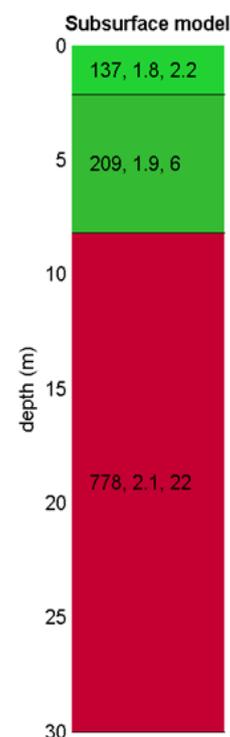


Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14/09/2005) il sito in esame rientra quindi nella categoria B in quanto la velocità delle onde di taglio nei primi 30 m, è pari a **423 m/s**.

## Masw 02

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

- Il primo sismostrato, quello più superficiale, ha uno spessore di circa 2,2 m, con velocità delle onde S di 137 m/s, riferibile a terreno agrario;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 6 m, con velocità delle onde di taglio di 209 m/s e corrisponde a depositi con buone caratteristiche geotecniche e si presentano mediamente consistenti e/o addensati;
- Segue a profondità maggiori di circa 9 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione superiore ai 30 m dal p.c., un terzo sismostrato che presenta velocità  $V_s$  media di 778 m/s ed è riferibile ad un deposito con buone caratteristiche geotecniche.



Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, ex DM 14/09/2005) il sito in esame rientra quindi nella categoria B in quanto la velocità delle onde di taglio nei primi 30 m, è pari a **413 m/s**.

### 7.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Al fine di caratterizzare i terreni dal punto di vista geotecnico sono state eseguite otto prove penetrometriche dinamiche utilizzando il penetrometro Pagani, la loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

Le prove eseguite hanno raggiunto profondità variabili da -8.00 m (DPSH2) a 15.10 m (DPSH7) prima di raggiungere il rifiuto.

A seguito dell’elaborazione delle prove eseguite all’interno dell’area è stato possibile individuare al di sotto del terreno vegetale avente uno spessore medio di 0.810 m un primo strato di spessore variabile da 1.40 a 6.40 m caratterizzato da una consistenza variabile da poco a moderatamente consistente. Al di sotto si registra un aumento del

numero di colpi che comporta un aumento della consistenza da molto a estremamente consistente.

## **8. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO**

La diretta osservazione dei terreni affioranti eseguita durante il rilevamento geologico dell'area d'intervento e le informazioni ricavate dall'indagine geofisica, hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

Di seguito si riporta la descrizione in dettaglio delle Unità Litostratigrafiche individuate:

### **Terreno vegetale** (spessore di circa 1,10 m dal p.c.)

Costituito da limi sabbioso argillosi di colore marrone scuro nero plastici e poco consistenti;

### **U.L.2 Depositi alluvionali Terrazzati:**

Alternanza di livelli limoso sabbiosi con livelli conglomeratici e livelli di sabbie a grana fine. Lo spessore dei depositi è di circa 4 m;

### **U.L.3 Substrato geologico**

Argille limose di colore grigio azzurro al con all'interno resti di bivalve, i depositi si presentano asciutti, compatti e molto consistenti.

## 9. MODELLO GEOTECNICO

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni è scaturita dalla consultazione di prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno aventi le stesse caratteristiche litologiche e prelevati durante la campagna di indagini eseguita per la realizzazione della sottostazione elettrica, mentre gli spessori delle unità geotecniche derivano dalla ricostruzione stratigrafica a seguito dell'elaborazione dei dati registrati dallo stendimento sismico.

Si specifica che per una più precisa caratterizzazione geotecnica, dovranno essere eseguite in sito indagini geognostiche e geofisiche in modo da affinare il modello geologico tecnico ad oggi ricostruito utilizzando le indagini pregresse consentendo al progettista corrette scelte

### U.G.1 DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI

Costituiti da una alternanza di livelli limoso argilloso sabbiosi asciutti con una consistenza variabile da mediamente consistenti a consistenti con livelli di conglomerati di spessore metrico di ciottoli poligenici eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa e con livelli a grana fine asciutte e molto addensate.

La caratterizzazione dell'unità geotecnica U.G.1 è stata possibile attraverso i parametri dedotti dalle prove penetrometriche e dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nell'area della sottostazione.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri geotecnici caratteristici e di progetto e i parametri dinamici che caratterizzano l'unità:

#### *Parametri caratteristici*

$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ KPa	Cu KN/m <sup>2</sup>
19.6	25.4	18.12	129.56

## U.G.2 ARGILLE LIMOSE GRIGIO AZZURRE

Costituito da argille limose asciutte, compatte e molto consistenti.

La caratterizzazione dell'unità geotecnica U.G.2 è stata possibile attraverso i parametri dedotti dalle prove penetrometriche e dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nell'area della sottostazione.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri geotecnici caratteristici e di progetto e i parametri dinamici che caratterizzano l'unità:

### *Parametri caratteristici*

$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\varphi'$ (°)	$c'$ Kg/cm <sup>2</sup>	Cu KN/m <sup>2</sup>
21.06	20°	23	306.97

## 10 SISMICITA' 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 20 terremoti con una magnitudo con una intensità epicentrale variabile da 5 a 11 e un momento magnitudo compreso tra 4.70 e 7.12. Di seguito si riportano gli eventi catalogati e il grafico della distribuzione temporale della magnitudo.

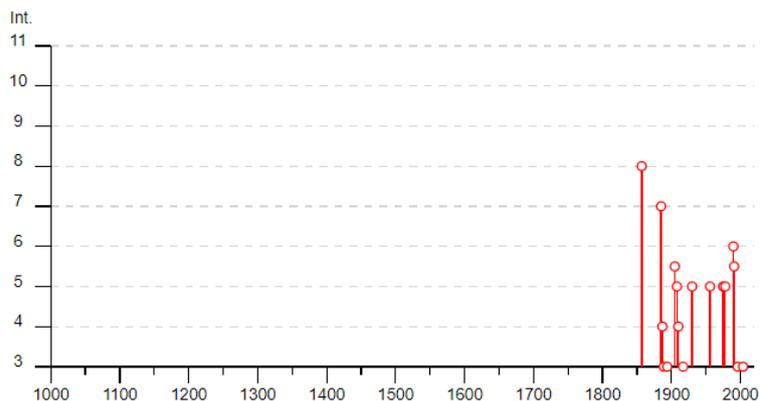
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
7	1885	12	24	10	50		Basilicata	7	6-7	5.09
4	1887	12	03	03	45		Calabria settentrionale	142	8	5.55
3	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
3	1894	05	28	20	15		Pollino	122	7	5.01
5-6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
5	1908	03	26	13	49		Materano	21	5	4.31
4	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
2	1913	06	28	08	53	02	Calabria settentrionale	151	8	5.64
3	1917	06	12	18	44		Golfo di Taranto	11	4-5	5.35
5	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
2	1932	03	30	09	56	26	Bassa Murgia	28	5	4.54
5	1956	01	09	00	44		Materano	45	6	4.72
5	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02
5	1978	09	24	08	07	44	Materano	121	6	4.75
6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
5-6	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
3	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 calabra settentrionale	161		4.70

*Elenco dei terremoti che hanno interessato il comune di Ferrandina*

**RELAZIONE GEOLOGICA**

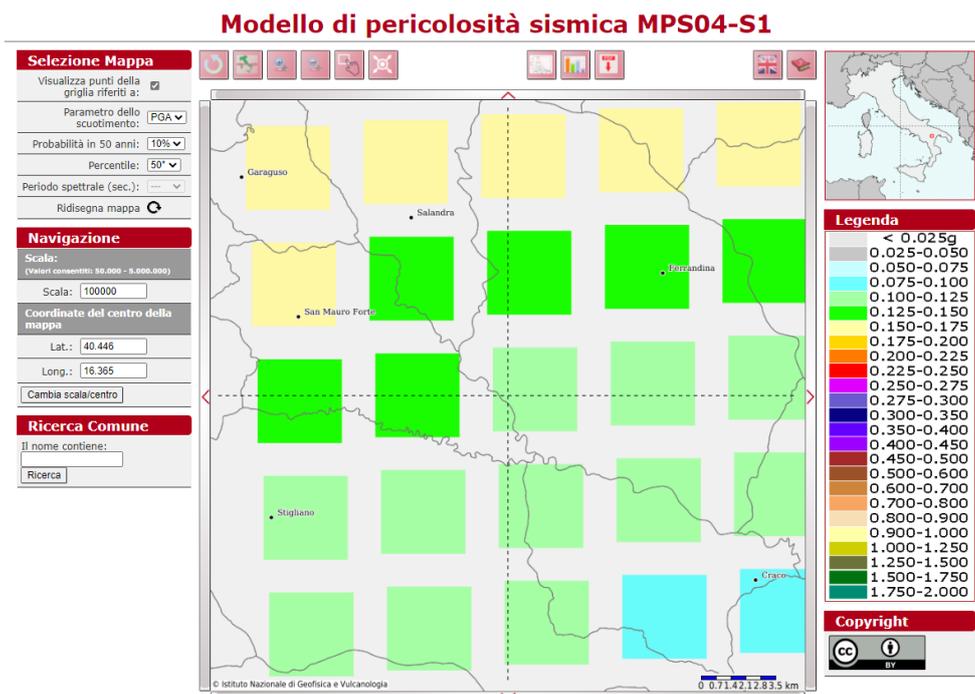
**Ferrandina**

PlaceID	IT_63413
Coordinate (lat, lon)	40.495, 16.457
Comune (ISTAT 2015)	Ferrandina
Provincia	Matera
Regione	Basilicata
Numero di eventi riportati	20



*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 0.175 g.



## 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 e dato che il progetto interessa tra comuni per maggiore chiarezza, nella seguente tabella si riportano la Nuova Zona Sismica il valore di PGA, la magnitudo e la distanza epicentrale per l'area interessata dal parco Fotovoltaico.

Comune	Nuova Zona Sismica	PGA (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
Ferrandina	2d	0.175	5.2	5

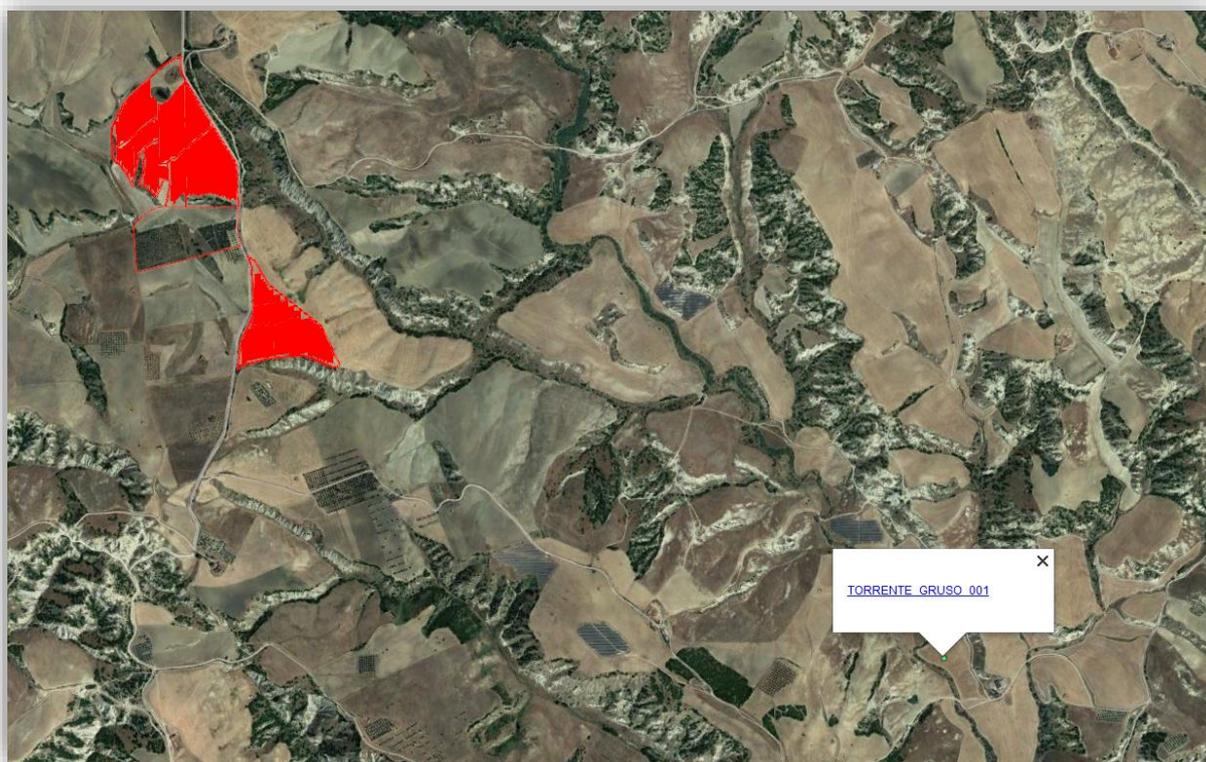
La microzonazione di 2° livello prevede l'impiego di parametri che quantificano la variazione del moto sismico in superficie quali FA (fattore di accelerazione) e FV (fattore di velocità) da applicare rispettivamente alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e alto periodo (FV).

Dall'analisi delle velocità delle onde S misurate mediante lo stendimento 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 nei primi trenta metri di terreno investigato, e quindi al fine di individuare la profondità del bedrock sismico si è proceduto a ricostruire il profilo della velocità utilizzando i dati registrati nella prova sismica 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.

Questo è stato possibile in quanto in profondità non sono presenti variazioni

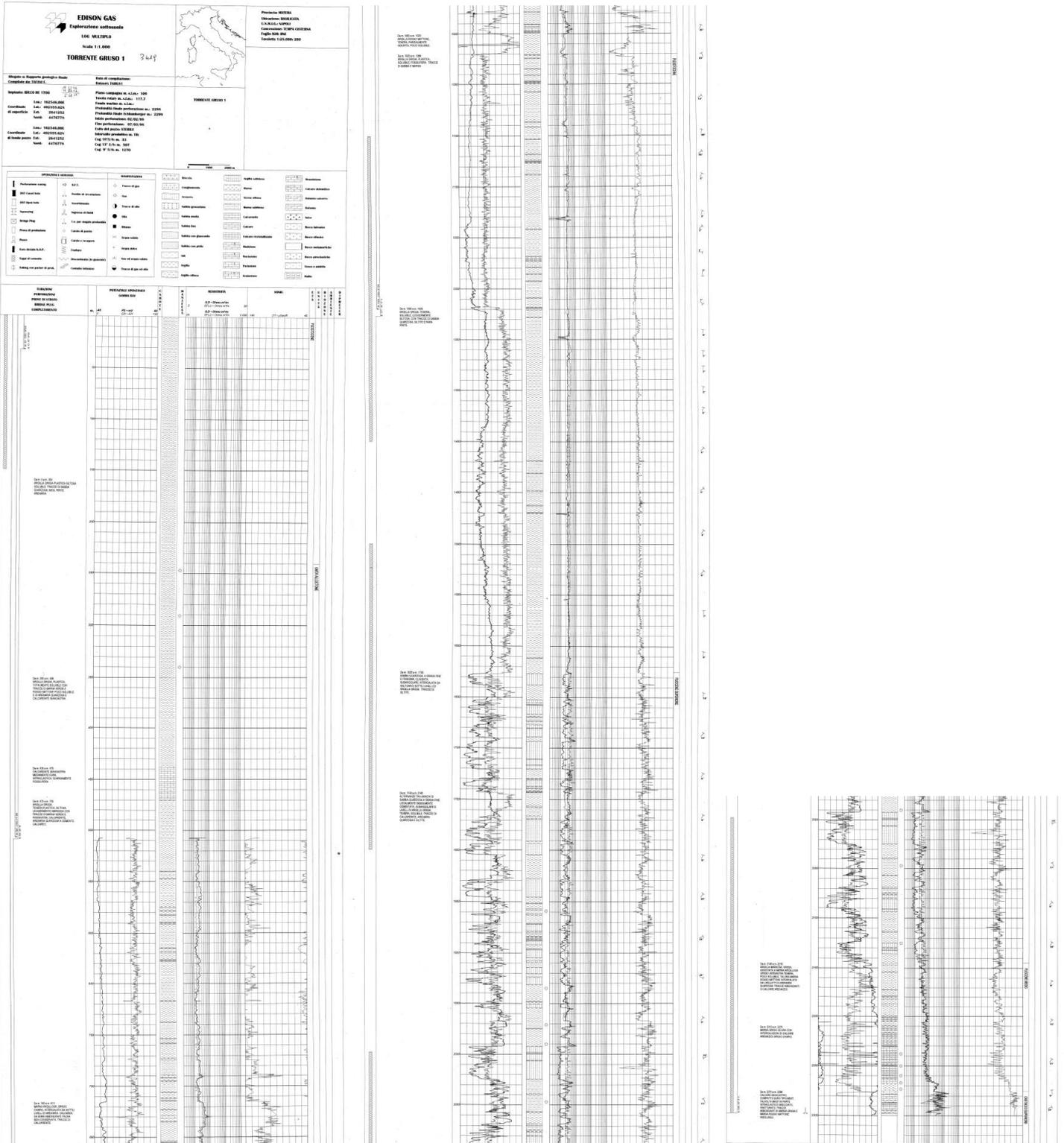
## RELAZIONE GEOLOGICA

litologiche infatti, nell'area al di sotto dei depositi alluvionali del Fiume Basento e Salandrella si rinvengono i depositi ascrivibili alle Argille grigio-azzurre che hanno uno spessore di circa 800 mt. Inoltre nell'area non sono presenti lineamenti tettonici quali faglie dirette, faglie trascorrenti o sovrascorrimenti capaci di interrompere la continuità stratigrafica sia in superficie che in profondità. Lo spessore della formazione argillosa, è stato ricostruito a seguito delle perforazioni eseguite dalle compagnie petrolifere per la ricerca di Gas e Idrocarburi in particolare, è stata consultata la stratigrafia del pozzo Torrente Gruso001 realizzato dall'Edison Gas nel 1998 e ubicato a circa 3.0 Km dal sito in oggetto. Di seguito si riportano l'ubicazione della perforazione e la stratigrafia del Pozzo esplorativo realizzato.



Ubicazione del Pozzo Torrente Gruso 001

**RELAZIONE GEOLOGICA**



**Stratigrafia del Pozzo Grottole 2**

Come si evince dal grafico allegato il “Bedrock sismico” si rinviene a una profondità di circa 77 m. 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:

RELAZIONE GEOLOGICA

Indagine	Litologia	Prof bedrock sismico
MASW 01	Argille	31 m
MASW 02	Argille	31 m

I parametri riportati nella tabella, hanno permesso di accedere agli Abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici in modo da determinare i valori di FA e FV.

In particolare il sito oggetto di studio è stato classificato come **"Zona stabile suscettibile di amplificazione Locale"**

Livello energetico	Tipo di terreno	Profilo di velocità
0.18 g	Argille	pendenza intermedia

Sapendo che la profondità del bedrock sismico = **31 m** e la velocità **VSh(31) = 413 m/s** i fattori di amplificazione determinati dall'abaco corrispondenti alla velocità (**400 m/s**) e profondità (**35 m**) sono: **FA = 1,58 Fv = 1,52.**

Fattore di amplificazione FA	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	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
80	-	1.41	1.53	1.49	1.47	1.37	1.31	1.23	1.12	1.02	
90	-	1.33	1.46	1.47	1.42	1.36	1.28	1.22	1.10	1.01	

RELAZIONE GEOLOGICA

Fattore di amplificazione  
FV

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
	70	-	2.20	2.16	2.06	1.89	1.72	1.56	1.43	1.21	1.08
80	-	2.07	2.14	1.97	1.85	1.69	1.56	1.44	1.22	1.09	
90	-	2.06	2.01	1.92	1.77	1.66	1.54	1.43	1.23	1.09	

## **12 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 su versante esenti da problematiche di stabilità)**

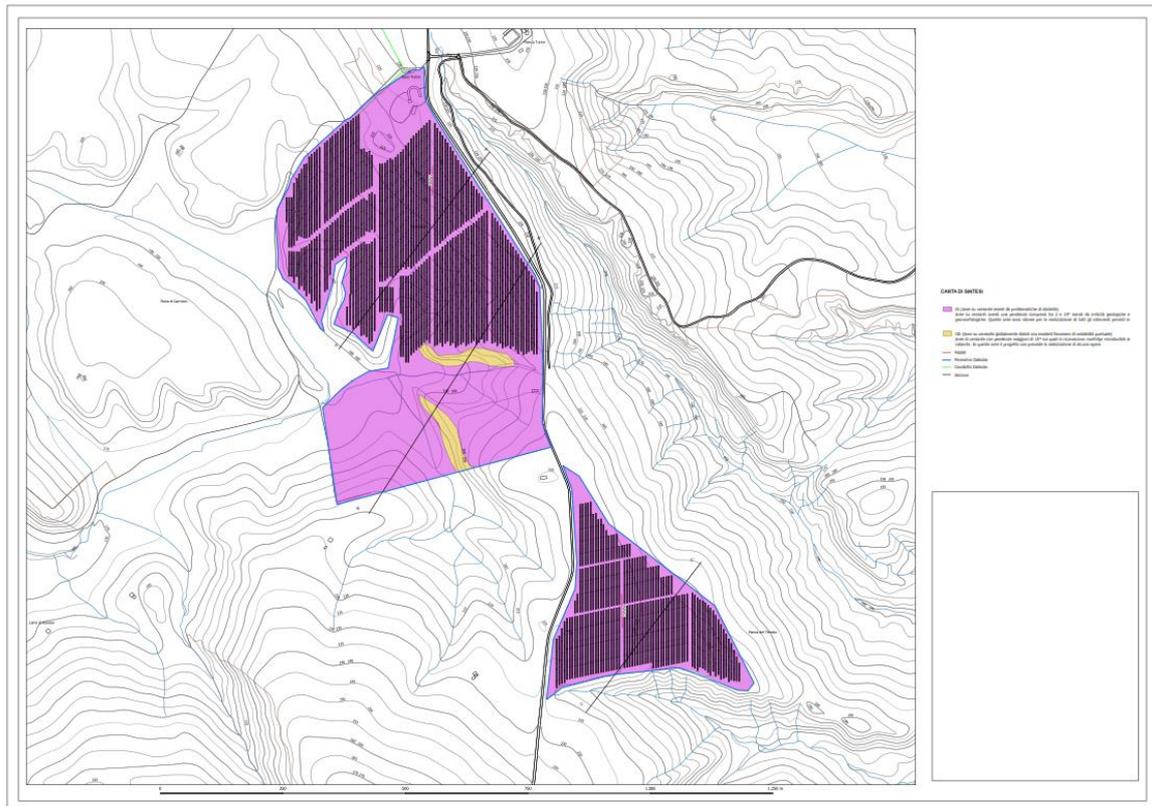
Aree su versanti aventi una pendenza compresa tra 2 e 10° esenti da criticità geologiche e geomorfologiche. Queste aree sono idonee per la realizzazione di tutti gli interventi previsti in progetto quali installazione dei pannelli fotovoltaici, cabine di consegna e posa in opera del cavidotto interno al parco.

### AREE CON CRITICITÀ PUTUALI E MODERATE

#### **IIb (Aree su versante globalmente stabili con modesti fenomeni di instabilità puntuale)**

Aree di versante con pendenze maggiori di 15° sui quali si riconoscono morfotipi riconducibili ai calanchi. In queste aree il progetto non prevede la realizzazione di alcuna opera.

RELAZIONE GEOLOGICA



### **13 CONCLUSIONI**

Sulla base delle indagini geologiche geotecniche e geofisiche eseguite, del rilevamento geologico e geomorfologico, l'area ha evidenziato criticità geologiche connesse alla presenza di versanti soggetti ad arretramento diffuso, dove sono presenti gli impluvi ricadenti all'interno del perimetro del parco fotovoltaico. In queste aree non è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici.

Nel complesso, l'area non presenta particolari criticità geologiche e geotecniche; di seguito si riportano le seguenti prescrizioni che il progettista dell'opera dovrà tenerne conto in fase di progettazione:

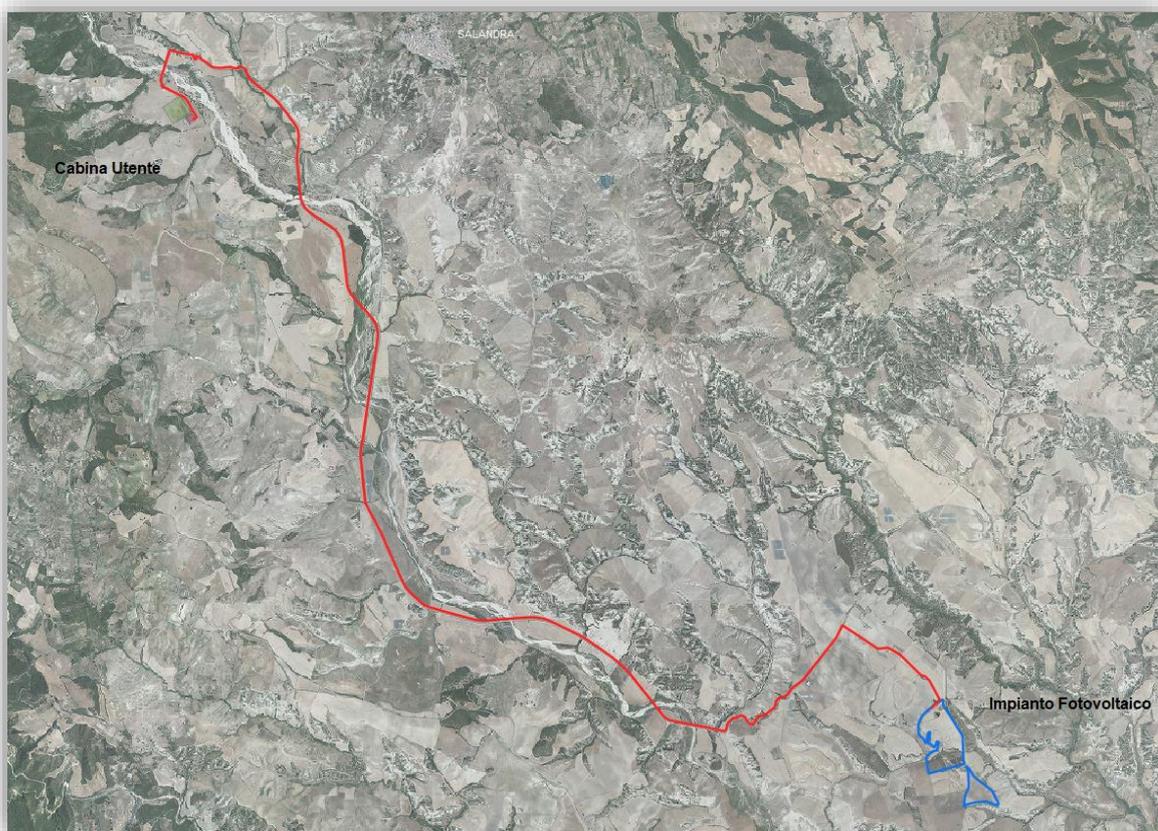
- *Si consiglia di evitare il posizionamento della struttura portante dei pannelli nei pressi dei versanti calanchivi.*

Pertanto si esprime la piena fattibilità e compatibilità dell'intervento previsto con l'assetto geologico e idrogeologico dell'area raccomandando di recepire nel progetto esecutivo dell'opera quanto prescritto nelle pagine precedenti.

**Si precisa che non sono state eseguite le verifiche di stabilità del versante in quanto l'area è sub orizzontale e che il progetto non prevede la realizzazione di sbancamenti tali da creare destabilizzazioni al versante.**

## 13 CAVIDOTTO

Il cavidotto collegherà il parco fotovoltaico alla sottostazione ubicata nel territorio comunale di Garaguso al limite con il territorio di Salandra nei pressi del Torrente Salandrella e avrà una lunghezza di 17.500 chilometri.



Ubicazione della cabina utente e del tracciato del cavidotto rispetto al territorio circostante.

Il tracciato del cavidotto segue la viabilità esistente S.P.4, strada a scorrimento veloce, che tocca i territori comunali di Garaguso, Salandra, San Mauro Forte e Ferrandina dove sarà ubicato l'impianto in oggetto.

Nella figura sottostante è riportata una planimetria di sintesi delle aree in progetto poste a vincolo idrogeologico. A tal proposito è opportuno specificare che la cartografia presente del vincolo idrogeologico relativa al comune di San Mauro Forte non ricopre l'intero territorio comunale, quindi il percorso del cavidotto ricadente nel medesimo

RELAZIONE GEOLOGICA

comune è stato considerato, in via precauzionale, interamente posto a vincolo idrogeologico.



**Stralcio della carta del Vincolo Idrogeologico (le aree tratteggiate in rosso sono sottoposte a vincolo)**

Lo studio dei caratteri geomorfologici è stato condotto su un'area relativamente ampia tale da mettere in evidenza i processi morfoevolutivi che si instaurano nell'area (cfr. "Carta Geomorfologica").

L'area dove verrà ubicata la sottostazione elettrica è posizionata su un pianoro alla quota di circa 280 m.s.l.m. limitato ad est dal torrente Salandrella e ad ovest da un rilievo collinare che da Tempa del Riso degrada verso il torrente Salandrella in direzione Sud Ovest – Nord Est.

Le deboli pendenze e le litologie affioranti fanno escludere le criticità di tipo geomorfologiche.

Infatti, l'area della sottostazione elettrica sarà realizzata su un antico terrazzo alluvionale posto ad una quota di circa 280 m.s.l.m. che degrada verso Ovest con una inclinazione media di circa 3°. Data la blanda pendenza della zona non sono state prodotte le verifiche di stabilità del versante né l'opera va ad influenzare l'attuale circolazione idrica superficiale.

L'altra parte dell'opera che ricade, a tratti, in aree a vincolo idrogeologico è il cavidotto.

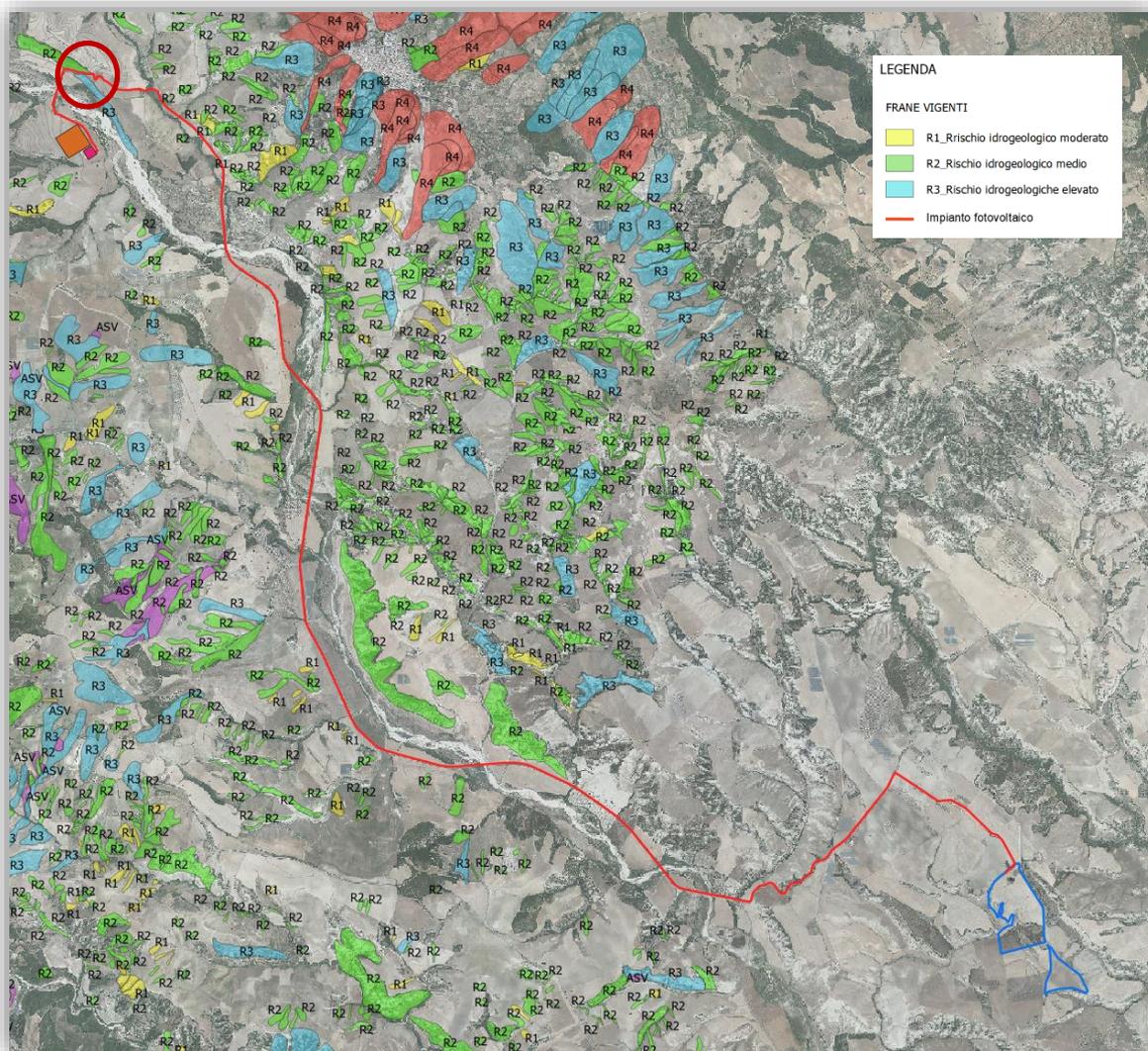
La posa in opera del cavidotto prevede la realizzazione di trincee temporanee di dimensioni in sezione di 0,80x1,30 m, aperte per il tempo necessario alla posa in opera del corrugato. L'opera pertanto avrà un'incidenza geomorfologica nulla e non si avrà in alcun modo un aggravio delle condizioni di rischio.

Il percorso del cavidotto insiste tutto su strada esistente e per la maggior parte sulla S.P.4 a scorrimento veloce. Tanto, unito al fatto che impegna aree di fondo valle a debole pendenza, fa escludere la possibilità di innesco di movimenti franosi né la realizzazione dell'opera altera l'attuale equilibrio idrogeologico e la regimentazione delle acque di ruscellamento.

**Pertanto, considerate le deboli pendenze che non superano mai il 10%, non sono state prodotte le verifiche di stabilità del versante**, inoltre tale percorso non rientra negli areali cartografati e riportati nella carta delle frane editate dall'Autorità di bacino della Basilicata, per un breve tratto che interseca un areale a rischio R2 nelle vicinanze del ponte della Salandrella in località Vaccarizza. A tal proposito, è stato prodotto apposita istanza di autorizzazione all'AdB Basilicata.

Dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Basilicata, si evince che l'intera opera non ricade in areali a rischio frana tranne per un piccolo tratto del cavidotto che intercetta un areale R2 (rischio medio).

RELAZIONE GEOLOGICA



**Stralcio della carta del rischio frana del P.A.I. AdB della Basilicata**

A tal riguardo è stato predisposto apposito studio di compatibilità idrogeologica ai sensi dell'articolo 22 comma 1 e 2 del P.A.I per le fasce di versante trattandosi di opere tecnologiche a rete caratterizzate da un'effettiva esigenza di interesse pubblico.

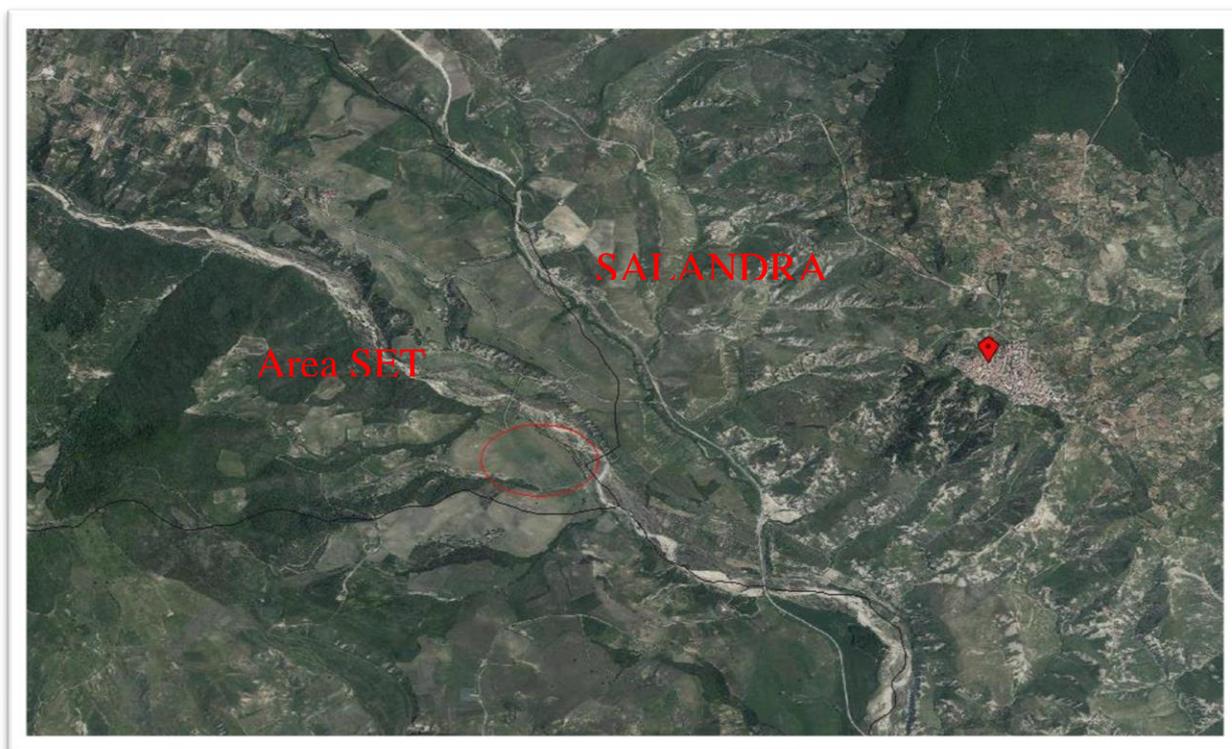
La scelta del tracciato è stata studiata per avere un minor impatto sull'ambiente in quanto il tracciato seguirà la viabilità esistente, non saranno previsti nuovi sbancamenti lungo i versanti e va ad impegnare porzioni di versante stabili allo stato attuale e, comunque, con un grado di pericolosità geologica compatibile con le opere a farsi.

Inoltre, si evidenzia che, data la semplicità dell'opera che prevede l'esecuzione di una semplice trincea di sezione 0,80x1,30 m e la messa in opera di un tubo corrugato contenente un cavo elettrico, l'intervento non aggraverà le condizioni di rischio

**esistenti né costituisce elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti.**

### **13 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA**

L'area di interesse del progetto ricade nel territorio comunale di Garaguso al limite con il territorio di Salandra nei pressi del Torrente Salandrella.



**Fig. 1** Ubicazione della sottostazione elettrica rispetto al territorio circostante

Più in dettaglio l'area è ubicata nei pressi del toponimo Canalecchia su un antico terrazzo alluvionale ad una quota di circa 280 m s.l.m. ed è individuabile in catasto al foglio di mappa 47 part. 410 e 387.

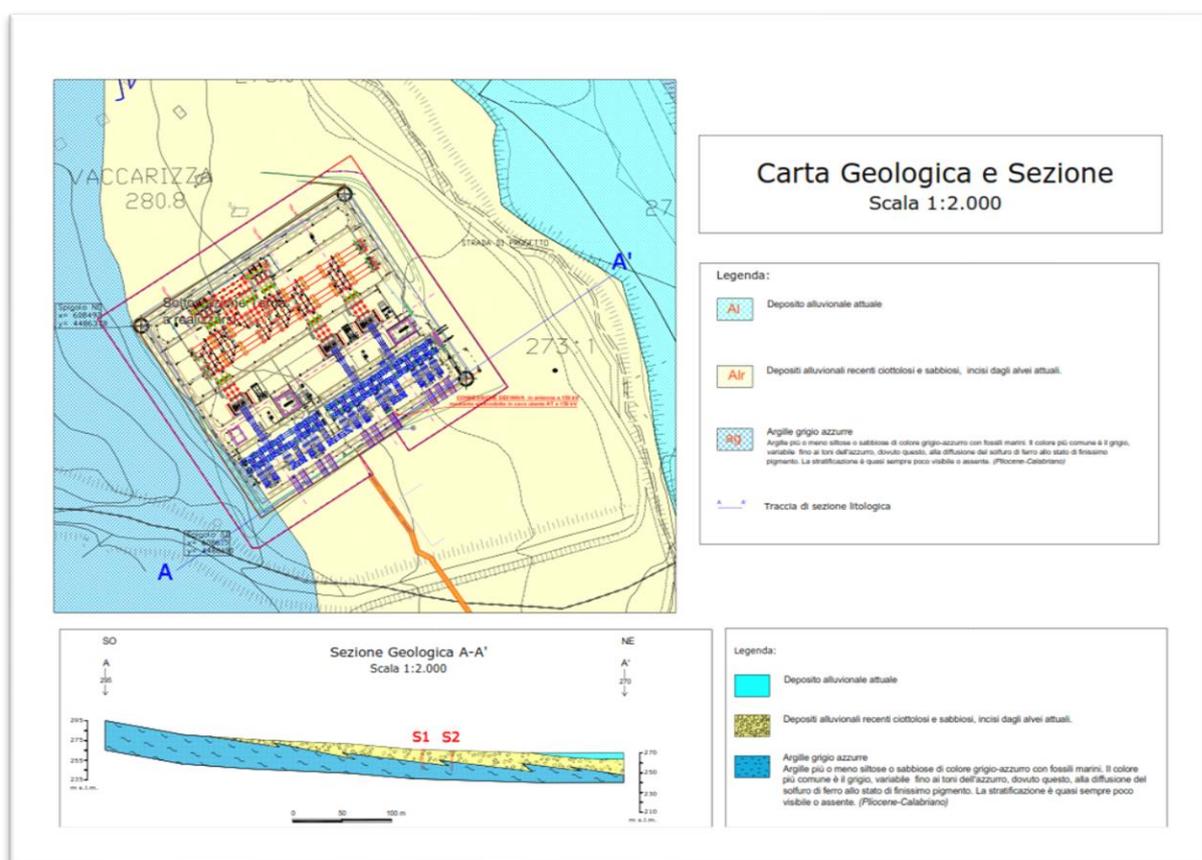
Il rilevamento geologico di campagna eseguito ha permesso di cartografare e distinguere le seguenti Unità Litostratigrafiche affioranti nel territorio studiato, dal basso verso l'alto, in considerazione dell'età del dominio paleogeografico di appartenenza.

#### **U.L.1 Depositi alluvionali antichi**

Costituite da una alternanza di livelli limoso sabbiosi a grana fine di colore marrone chiaro, beige con livelli di conglomerati poligenici e livelli sabbiosi a grana fine.

## U.L. 2 Argille grigio azzurre

Argille più o meno siltose o sabbiose di colore grigio-azzurro con fossili marini. Da un punto di vista mineralogico, sono abbastanza omogenee. Presentano generalmente maggiori quantità di Illite e Clorite e subordinatamente minerali espandibili, quali ad esempio Smectiti ed infine Caolinite. Tra i non argillosi e in ordine di abbondanza si ritrova quarzo, calcite e feldspati. Il colore più comune è il grigio, variabile fino ai toni dell'azzurro, dovuto questo, alla diffusione del solfuro di ferro allo stato di finissimo pigmento. La stratificazione è quasi sempre poco visibile o assente. (Pliocene-Calabriano).



Lo studio dei caratteri geomorfologici è stato condotto su un'area relativamente ampia tale da mettere in evidenza i processi morfoevolutivi che si instaurano nell'area (cfr. All. Geo.02 Carta Geomorfologica).

L'area in oggetto è ubicata su un pianoro alla quota di circa 280 m.s.l.m. limitato ad ovest dal torrente Salandrella e ad est da un rilievo collinare che da Tempa del Riso degrada verso il torrente Salandrella in direzione Sud Ovest – Nord Est.

L'area in oggetto è dominata da versanti sui quali si instaurano sistemi calanchivi particolarmente sviluppati soprattutto nelle aree prive di vegetazione. I calanchi si

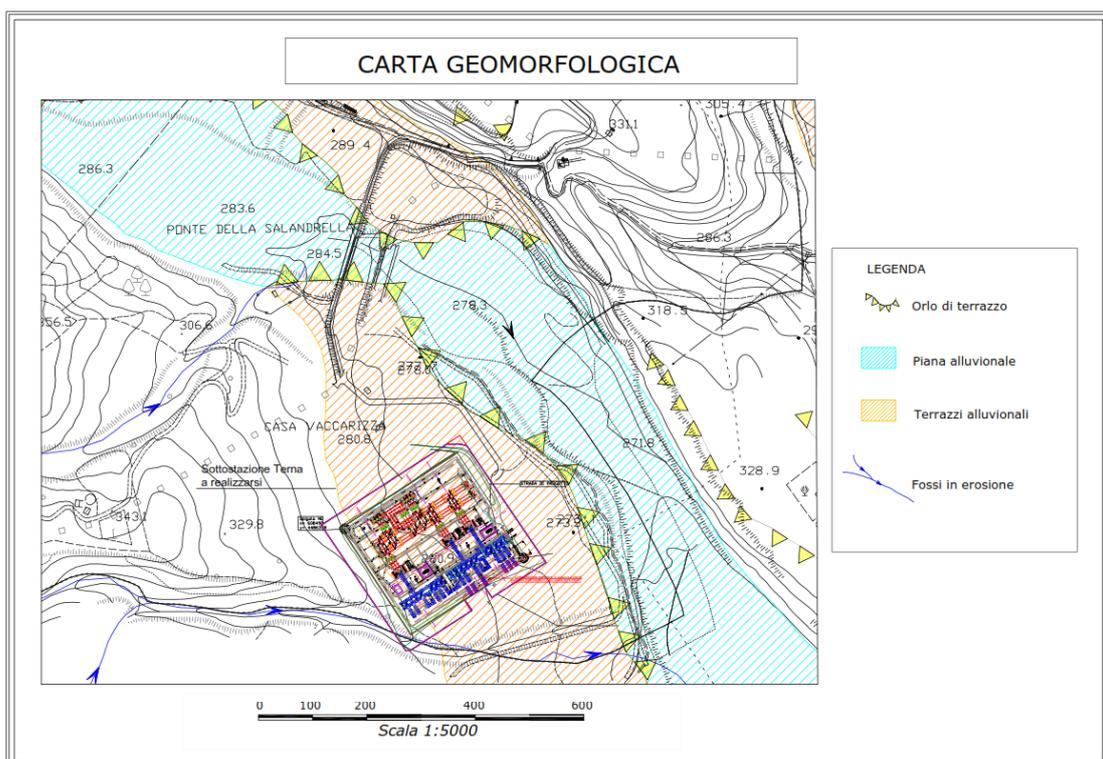
sviluppano sui litotipi argillosi plio-pleistocenici. Quest'area è contraddistinta da un'estrema intensità dei processi di denudazione legati alle acque correnti superficiali ed incanalate.

L'altro elemento morfologico di rilievo è rappresentato dal Torrente Salandrella, un corso d'acqua di tipo Braided che scorre all'interno di un alveo fluviale di grandi dimensioni con all'interno barre fluviali che dividono la corrente nei periodi di elevata portata idrica.

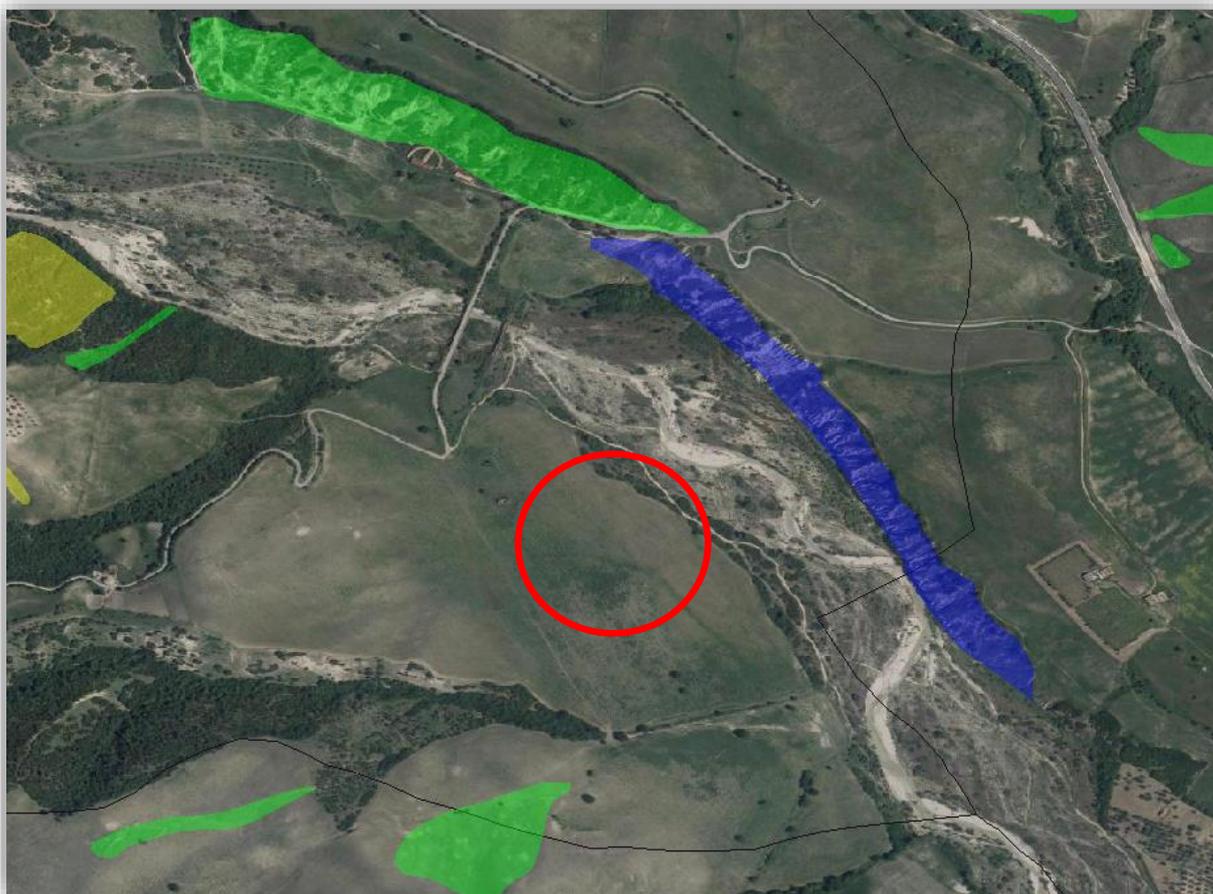
Sulla destra idraulica del torrente si riconoscono dei terrazzi fluviali antichi in quanto posti a quote superiori all'attuale livello del corso d'acqua e quindi non soggetti ad alluvionamento anche nei periodi di piena del torrente, mentre sulla sinistra idraulica sul versante si riconoscono le caratteristiche forme calanchive.

La sottostazione elettrica verrà realizzata su un antico terrazzo alluvionale posto ad una quota di circa 280 m.s.l.m. che degrada verso Ovest con una inclinazione media di circa 3°. Data la blanda pendenza della zona non sono state prodotte le verifiche di stabilità del versante.

**Da quanto esposto si asserisce che l'area su cui sarà ubicata la sottostazione elettrica non è interessata da fenomeni franosi in atto o potenzialmente attivi che possano compromettere la stabilità dell'area.**



Dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino meridionale Sede Basilicata, si evince che l'intera area della sottostazione elettrica non ricade in areali a rischio frana.



**Figura 2 Stralcio della carta del rischio frana del P.A.I. AdB della Basilicata**

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico l'area vasta considerata è costituita da terreni caratterizzati da valori di permeabilità estremamente variabili e, comunque, strettamente legati alla natura geologica degli stessi.

Di seguito è condotta un'analisi qualitativa sul grado di permeabilità di tali litotipi e sulla circolazione delle acque superficiali e profonde. In questa, i litotipi sono stati associati in complessi aventi analoghe caratteristiche di permeabilità, sia essa primaria per porosità e/o secondaria per fratturazione, nonché per alterazione e degradazione.

Le proprietà idrogeologiche dei terreni affioranti sono infatti strettamente connesse con la litologia, ed è stato possibile raggruppare i depositi in due complessi idrogeologici.

**Complesso Alluvionale:** Costituito dai depositi sabbioso-limoso-conglomeratici, contraddistinti da una buona permeabilità primaria variabile in funzione del grado di cementazione e della presenza di intercalazioni di sedimenti a grana fine. Nell'area sono sede di acquiferi di limitata potenzialità.

**Complesso delle Argille grigio azzurre:** Interessano gran parte dell'area in studio. Non sono sede di accumulo di acque sotterranee essendo pressoché impermeabili e quindi costituiscono l'impermeabile di base della falda idrica presente nelle coltri sovrastanti a maggiore permeabilità.

In conclusione la circolazione idrica sotterranea è assai complessa proprio a causa dell'assetto geo-litologico che è contraddistinto da una marcata anisotropia sia in senso orizzontale che verticale. Durante la perforazione dei sondaggi e a seguito del monitoraggio piezometrico eseguito all'interno del sondaggio denominato S1 attrezzato con piezometro a tubo aperto non è stata riscontrata la presenza di falda

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 e caratterizzata da:

- 2 Sondaggi a carotaggio continuo;
- prelievo di 2 campioni indisturbati a diverse profondità sui quali sono state eseguite prove di laboratorio geotecnico per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni;
- 4 SPT all'interno del foro di sondaggio;
- 2 Prospezione sismica di tipo MASW;
- 1 Profilo di resistività elettrica;

Per la perforazione dei sondaggi a carotaggio continuo è stata utilizzata una sonda gommata del tipo CMV 900 munita di testa idraulica avente coppia 950 kgm ed argano da 1600 kg di tiro.

Durante la perforazione dei sondaggi sono stati prelevati a varie profondità n 2 campioni indisturbati sottoposti a prove di classificazione e di resistenza meccanica presso

il laboratorio geotecnico "Laborgeo s.r.l." di Matera. A fine perforazione il sondaggio S1 è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto.

### Stratigrafie dei sondaggi

L'analisi del materiale carotato ha portato alla stesura delle stratigrafie di dettaglio, così come riportato nelle colonne stratigrafiche allegate, schematizzate come di seguito:

#### **Sondaggio S1**



-0,00 – 1,10 mt. Terreno vegetale di natura limoso-sabbioso-argilloso;

-1,10 – 5,50 mt. limi sabbiosi asciutti con consistenza variabile da mediamente consistenti a consistenti di colore nocciola con aspetto caotico;

-5,50 – 6,30 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa di colore beige ;

-6,30 – 10,00 mt. sabbie a grana fine asciutte e molto addensate.

-10,00 – 11,30 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa.

-11,30 – 20,00 mt. Argille limose di colore grigio azzurro con all'interno resti di bivalve, asciutte compatte e molto consistenti.

Nel sondaggio S1 sono stati prelevati 2 campioni indisturbati denominati rispettivamente C1, prelevato alla profondità tra 3,00 – 3,40 m e C2 prelevato alla profondità compresa tra 12,50 e 13,00 m e sono state eseguite due prove penetrometriche in foro SPT.

A seguito del monitoraggio piezometrico eseguito ad oggi non è stata riscontrata la presenza di falda.

## Sondaggio S2



- 0,00 – 1,10 mt Terreno vegetale di natura limoso-sabbioso-argillosa;;

-1,10 –5,70 mt. limi sabbiosi asciutti con consistenza variabile da mediamente consistenti a consistenti di colore nocciola con aspetto caotico;

-5,70 – 6,50 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa di colore beige ;

-6,50 – 9,30 mt. sabbie a grana fine asciutte e molto addensate.

-9,30 – 10,80 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa.

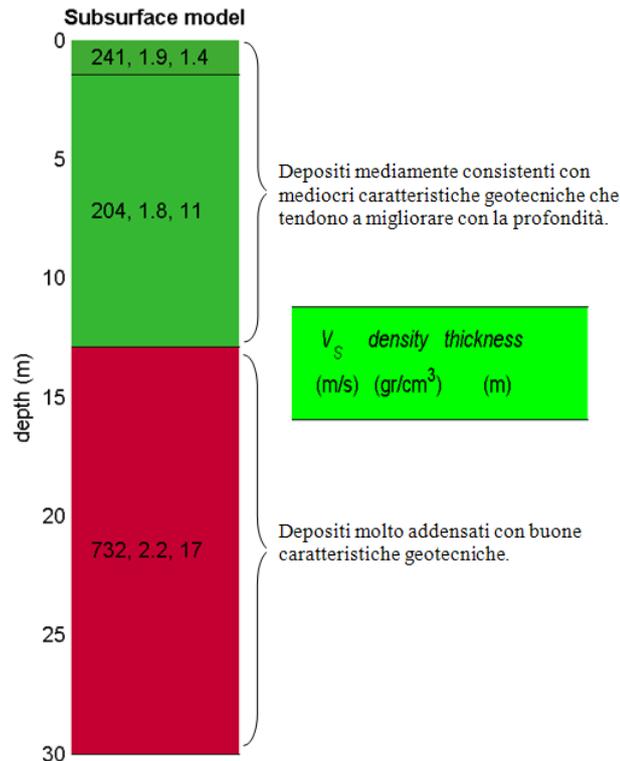
-10,80 – 20,00 mt. Argille limose di colore grigio azzurro con all'interno resti di bivalve, asciutte compatte e molto consistenti.

Indagine geofisica di tipo Masw.

Al fine di ricostruire l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo sono state eseguite n° 2 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 degli aerogeneratori sulla base del valore della  $V_{s30}$  (il valore medio della  $V_s$  nei primi 30m di profondità).

Di seguito si riporta la colonna sismostratigrafica ottenuta dalle indagini eseguite, da cui è stato possibile ottenere una suddivisione in sismostrati caratterizzati da analoghe velocità delle onde S.

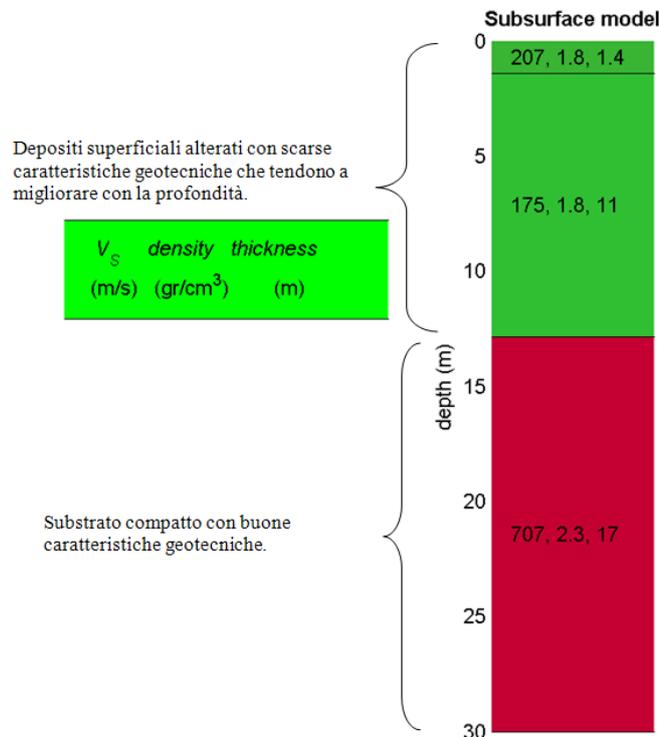
Masw01 –Sottostazione elettrica



Schematizzando, la stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da due sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 12.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 207 m/s e corrisponde a un deposito abbastanza alterato con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 12.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 732 m/s ed è riferibile al substrato geologico compatto.

Masw02 –Sottostazione elettrica



Schematizzando, la stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da due sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 12.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 175 m/s, riferibile al suolo agrario e a terreni superficiali maggiormente alterati e decompressi caratterizzati da mediocri caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 12.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 707 m/s ed è riferibile ad un deposito consistente (substrato geologico) con ottime caratteristiche geotecniche.

### Prove di laboratorio

Nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo, sono stati prelevati 2 campioni indisturbati, sottoposti ad analisi di laboratorio presso il laboratorio geotecnico Laborgeo s.r.l. di Matera.

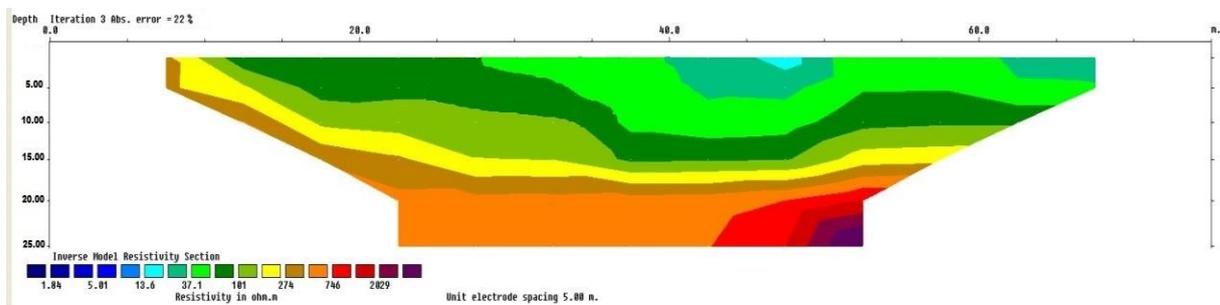
Di seguito si riporta il quadro riassuntivo dei risultati delle prove.

Camp.	Profondità m	W %	$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m <sup>2</sup> $\varphi^\circ$	E.L.L. cu KN/m <sup>2</sup>	COMPRESSIONE EDOMETRICA P (KPa) - Cv (cm <sup>2</sup> /sec) - K (cm/sec)	UNI	
1	3.00-3.40	17.13	19.63	16.76	20.64	27.40	0.635	38.84	73.92	0.00	18.76	53.74	27.50	30	21	9	18.12-25.4°	129.56	P=98.07 - k=2.39E-08 - Cv=1.62E-03 P=196.13 - k=9.65E-09 - Cv=5.95E-04	A - 4 CL	
2	12.50-13.00	19.73	21.06	17.59	21.19	27.50	0.563	36.04	96.30	0.14	5.77	52.45	41.64	36	26	10	22.79 - 20.2°	306.97	P=98.07 - k=1.64E-08 - Cv=1.25E-03 P=196.13 - k=9.48E-09 - Cv=6.34E-04	A - 4 ML	

### Indagini geoelettriche: profilo di resistività'

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

Di seguito si riporta il risultato dell'inversione tomografica ottenuta a partire dai dati acquisiti nel profilo di resistività elettrica:



La tomografia evidenzia una distribuzione delle misure abbastanza regolare. I valori di resistività più bassi (10 – 100 ohm\*m) si sono misurati dalla superficie fino a 5 – 6 m di profondità in corrispondenza di depositi limoso – sabbiosi.

A questi depositi seguono delle sabbie asciutte molto addensate e dei conglomerati, contemporaneamente i valori di resistività aumentano fino 300 – 500 ohm\*m.

Dal punto di vista geotecnico, gli studi effettuati sui terreni presenti nell'area dimostrano una forte corrispondenza tra la suddivisione geologica legata alle caratteristiche genetiche e deposizionali dei diversi complessi litologici cartografati e la suddivisione effettuata sulla base delle caratteristiche geotecniche.

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni è scaturita sia da prove in situ che da prove di laboratorio geotecnico effettuate su n° 2 campioni indisturbati prelevati nel corso di indagini geognostiche eseguite.

A ciascuna delle unità litostratigrafiche sono stati attribuiti i valori delle proprietà fisico-meccaniche che meglio ne descrivono il comportamento globale. In funzione di quanto acquisito nel corso dello studio, è stato possibile definire il modello geologico del sottosuolo, costituito da 2 unità geotecniche a cui sono stati assegnati i relativi parametri caratteristici e di progetto. Per ciò che concerne la definizione di tali parametri è opportuno una precisazione in accordo con quanto indicato nell'EC7 e nelle NTC 2018.

Per **valore caratteristico**, secondo l'EC7, s'intende quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento.

Pertanto, viste le finalità del presente studio, di seguito verrà eseguita una parametrizzazione geotecnica "media" dei litotipi ai quali possono essere associati i **valori caratteristici** per le singole unità geotecniche individuate.

**I parametri di progetto** sono stati invece calcolati utilizzando **l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2)** contenuti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018).

In pratica, **ai valori caratteristici (Vk) individuati sono stati applicati i coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma_M$  (CP) in funzione dello stato limite considerato.**

I valori di progetto (Vd) di  $c'$  e  $\phi'$  si ottengono, quindi, dividendo i valori caratteristici (Vk) per un coefficiente riduttivo parziale M2, considerato che l'approccio scelto è **l'Approccio 1 Combinazione 2.**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**DA1.C2** - Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2):

$$tg \varphi' d = tg \varphi' k / 1,25$$

$$c'd = c'k / 1,25$$

$$cud = c'k / 1,4$$

$\varphi'd$  = angolo di attrito di progetto;  $c'd$  = coesione drenata di progetto;  $cud$  = coesione non drenata.

Il modello geotecnico di riferimento su cui effettuare corrette scelte progettuali è il seguente:

**U.G.1 DEPOSITI ALLUVIONALI**

Costituiti da una alternanza di livelli limoso argilloso sabbiosi asciutti con una consistenza variabile da mediamente consistenti a consistenti con livelli di conglomerati di spessore metrico di ciottoli poligenici eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa e con livelli a grana fine asciutte e molto addensate.

Per la caratterizzazione dell'unità geotecnica a margine di sicurezza, sono stati utilizzati i parametri geotecnici relativi al campione C1 prelevato all'interno dei depositi limosi, ovvero quelli contraddistinti da proprietà geotecniche inferiori.

Nella classificazione *A.G.I. (1977)* tale deposito è ascrivibile ad un limo argilloso a bassa plasticità mentre il sistema di classificazione *U.S.C.S.* definisce questo materiale come argille inorganiche a bassa compressibilità (*CL*).

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri geotecnici caratteristici e di progetto e i parametri dinamici che caratterizzano l'unità:

$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\varphi'$ °	$c'$ KPa	Cu KN/m <sup>2</sup>
19.6	25.4	18.12	129.56

**U.G.2 Argille Limose Grigio Azzurre**

Costituito da argille limose asciutte, compatte e molto consistenti.

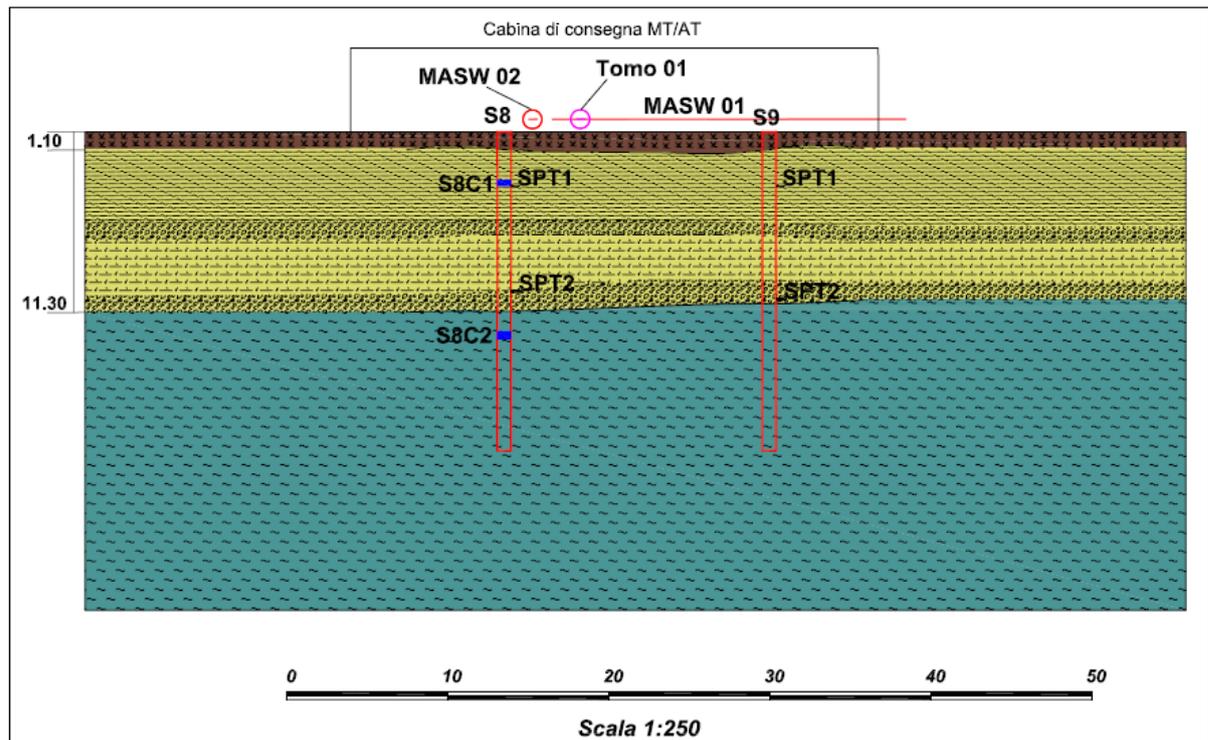
Nella classificazione *A.G.I. (1977)* tale deposito è ascrivibile ad un limo argilloso mentre il sistema di classificazione *U.S.C.S.* definisce questo materiale come limi inorganici a bassa compressibilità (*ML*).

La caratterizzazione dell'unità geotecnica U.G.2 è stata possibile attraverso i parametri dedotti in laboratorio sul campione C2 prelevato tra -12.50 e -13.00 m. dal p.c..

RELAZIONE GEOLOGICA

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri geotecnici caratteristici e di progetto e i parametri dinamici che caratterizzano l'unità:

$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ Kg/cm <sup>2</sup>	$C_u$ KN/m <sup>2</sup>
21.06	20°	23	306.97



LEGENDA

 Terreno Vegetale limi sabbioso-argillosi di colore marrone scuro plastici e poco consistenti.	 U.G.1: Alternanza di livelli limosi sabbiosi con livelli conglomeratici poligenici ed eterometrici e con livelli sabbiosi a grana fine. (Depositi alluvionali antichi)	 U.G.2: Argille limose di colore grigio azzurre asciutte compatte e molto consistenti.
$\gamma = 19.63$ KN/mc $\phi = 25.49^\circ$ $c' = 18$ KPa $C_u = 129$ Kpa	$G = 69.52$ MPa $E = 220$ MPa $K = 672$ Mpa	$G = 1015$ MPa $E = 2985$ MPa $K = 16588$ Mpa
$V_{p0} = 639$ m/s $V_{s0} = 192$ m/s	$\gamma = 21.06$ KN/mc $\phi = 20^\circ$ $c' = 23$ KPa	$V_{p0} = 3024$ m/s $V_{s0} = 719$ m/s

La caratterizzazione sismica del sottosuolo eseguita con le indagini sismiche di tipo MASW, ha permesso di definire il terreno di fondazione ed il comportamento in condizioni dinamiche. Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **Ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **F<sub>0</sub>** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **Tc\*** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Di seguito sono forniti i valori di **ag**, **F<sub>0</sub>** e **T<sub>c</sub>\*** nonché lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali ed orizzontali, necessari per la determinazione delle azioni sismiche:

Litologia prevalente: **Argille limose**

Classe d'uso: **4** Vita Nominale: **50 anni** Categoria topografica: **T1**

Periodo di riferimento: **50 anni**  $V_{S30} = 331$  m/s Categoria di

Sottosuolo: **C**

**Parametri Sismici**

	Probab. Sup. (%)	TR (anni)	ag (g)	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> * (s)
<b>SLO</b>	<b>81</b>	30	0,044	2,413	0,291
<b>SLD</b>	<b>63</b>	63	0,058	2,432	0,298
<b>SLV</b>	<b>10</b>	332	0,156	2,480	0,353
<b>SLC</b>	<b>5</b>	682	0,198	2,504	0,361

Per il calcolo dell'accelerazione massima attesa al sito si fa riferimento alla seguente formula riferita allo Stato Limite SLV:

$$a_{gmax} = S_s * S_t * a_g$$

$$S_s = 1,500 \quad S_t = 1,000 \quad a_g = 0,156 \text{ g}$$

$$a_{gmax} = 0.234$$

con

$$K_h = 0.049 \text{ (coeff. azione sismica orizzontale)}$$

$$K_v = 0.024 \text{ (coeff. azione sismica verticale)}$$

Il Geologo

Dott. Geol. Raffaele NARDONE