

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI PALERMO
COMUNE DI MONREALE

LOCALITÀ PIETRALUNGA

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 16,09 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 15,64 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

Nome file stampa:

FV.MNR02.PD.A.02.1.pdf

Codifica Regionale:

RS12REL0003A0

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.MNR02.PD.A.02.1

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Piazza San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



E-WAY FINANCE S.p.A.

P.zza San Lorenzo in Lucina, 4

00186 - Roma

C.F./P.Iva 15773121007

Progettista:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Piazza San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007

| CODICE | REV. n. | DATA REV. | REDAZIONE | VERIFICA | VALIDAZIONE |
|--------------------|---------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| FV.MNR02.PD.A.02.1 | 00 | 04/2022 | A.Cauceglia | A.Bottone | A.Bottone |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA..... | 7 |
| 2. INTRODUZIONE | 8 |
| 3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO-TERRITORIALE..... | 9 |
| 4. CARATTERI GEOLOGICI..... | 11 |
| 4.1 Inquadramento Geologico-Strutturale | 11 |
| 4. CARATTERI GEOMORFOLOGICI..... | 18 |
| 5. CARATTERI IDROGEOLOGICI..... | 25 |
| 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA AREA | 27 |
| 6.1 Normativa Vigente..... | 27 |
| 6.2 Sismicità Storica Comune di Monreale..... | 27 |
| 6.3 Accelerazione orizzontale massima attesa a_g | 28 |
| 6.4 Sorgenti Sismogenetiche prossime all'area di progetto | 29 |
| 6.5 Categoria Sismica Suolo di Fondazione | 30 |
| 6.6 Coefficiente di amplificazione topografica | 31 |
| 6.7 Definizione dell'azione sismica | 32 |
| 9. GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA | 34 |



RELAZIONE GEOLOGICA

| | |
|----------------|--------------------|
| CODICE | FV.MNR02.PD.A.02.1 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 04/2022 |
| PAGINA | 3 di 36 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura 1- Layout di progetto su ortofoto</i> | <i>8</i> |
| <i>Figura 2- Layout di progetto su CTR.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Figura 3 - Schema tettonico della porzione di territorio oggetto di studio. L'area cerchiata in rosso rappresenta l'ubicazione del sito. Legenda: 1) depositi attuali, 2) sintemi quaternari, 3) sintema di Marsala, 4) evaporiti, Trubi e F.ne marnoso-arenacea del Belice, 5) f.ni Terravecchia e Baucina, 6) f.ne Castellana Sicula, 7) Unità Sicilidi, Unità S.S. Tusa-Troina, 8) Unità del flysch numidico, Unità S.S. Godrano-Montemaggiore Belsito, 9) Unità del Bacino di Lercara, Unità S.S. Roccapalumba, Unità Imeresi, Unità S.S. Sagana-Belmonte Mezzagno, 10) subunità Pizzuta-S.Cristina, 11) subunità Monte Leardo-Chiarastella, 12) Unità Sicane, Unità S.S Corleone Baccarù, subunità Balata-Zuccarone, 13) Unità prepanormidi, Unità S.S Roccamena, Unità Trapanesi, Unità S.S. Rocca Busambra: 14) Unità S.S. Monte Kumeta-Balatelle, subunità Marineo, 15) subunità Galiello, 16) subunità Maranfusa, 17) Unità S.S. Monte Kumeta-Balatelle 18) sovrascorrimenti, 19) faglie dirette, 20) faglie inverse ad alto angolo 21) faglie a componente trascorrente, 22) tracce superfici assiali pieghe principali, 23) tracce profili geologici non compresi in figura.....</i> | <i>12</i> |
| <i>Figura 4- Stralcio Foglio N°162- Corleone.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Figura 5- Contatto tra la Formazione delle Marne di san Cipirello e la Formazione di Terravecchia in corrispondenza dell'area di progetto (Cono ottico: NW)</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 6- Coltre eluvio-colluviale in corrispondenza dell'area di progetto con aree collinari riferibili alla Formazione delle Marne di San Cipirello e alti strutturali e morfologici riferibili ai calcari selciferi delle unità Trapanesi (Cono Ottico: Sud).....</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 7- Pendenze sulla direzione N-S dell'area d'impianto calcolate mediante il software PVSyst.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Figura 8- Mappa delle pendenze dell'area parco calcolate a partire dal Modello Digitale di Elevazione con passo di campionamento 1 metro e reperite dal Geoportale Nazionale, a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Figura 9- Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) per l'interferenza con area a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PG3)</i> | <i>23</i> |
| <i>Figura 10- Dissesti interferenti con le opere di progetto e relativi livelli di pericolosità identificati dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia. I dissesti perimetrati dal PAI del Bacino Idrografico del Fiume Belice e dal Progetto IFFI sono stati sovrapposti al DTM con passo di campionamento di 1 m. Dal DTM mostrato nelle due immagini in basso è possibile notare scarpate più o meno evidenti e leggere contropendenze.</i> | <i>24</i> |
| <i>Figura 11- Carta Idrogeologica area d'intervento</i> | <i>26</i> |
| <i>Figura 12- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1 (Fonte: INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1).....</i> | <i>29</i> |
| <i>Figura 13- Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) Progetto Esse1.....</i> | <i>29</i> |
| <i>Figura 14- Database of Seismogenic Sources (DISS v.3); il cerchio rosso indica l'ubicazione dell'area di progetto.</i> | <i>30</i> |



RELAZIONE GEOLOGICA

| | |
|----------------|--------------------|
| CODICE | FV.MNR02.PD.A.02.1 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 04/2022 |
| PAGINA | 5 di 36 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabella 1- Riferimenti catastali delle opere di progetto</i> | <i>10</i> |
| <i>Tabella 2- Riferimenti cartografici parco fotovoltaico.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Tabella 3- Sintesi interferenze con aree perimetrare dall’Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Regione Sicilia</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabella 4-Storia Sismica Comune di Monreale</i> | <i>28</i> |
| <i>Tabella 5- Categoria Suoli di Fondazione.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabella 6- Categoria Topografica</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabella 7- Posizione spaziale del sito.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabella 8- Stati limite considerati per l’opera in progetto.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Tabella 9- Coefficienti di amplificazione</i> | <i>33</i> |
| <i>Tabella 10- Parametri Sismici</i> | <i>33</i> |

1. PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agro-fotovoltaico di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "Pietralunga", sito in agro di Monreale (PA).

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 16,09 MWp e una potenza nominale di 15,64 MW ed è costituito dalle seguenti sezioni principali:

1. Un campo agro-fotovoltaico suddiviso in 4 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza nominale pari a 550 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker);
2. Una stazione di conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura a 36 kV;
4. Linee elettriche a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Una linea elettrica a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura con la Stazione Elettrica in fase autorizzativa "Monreale 3" 36/220 kV;

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Finance S.p.A., avente sede legale in Piazza San Lorenzo in Lucina, 4 - 00186 Roma (RM), P.IVA 15773121007.

2. INTRODUZIONE

La presente relazione analizza l'area d'installazione di un impianto fotovoltaico costituito da una potenza di 15,64 MW da ubicare nel comune di Monreale, in località Pietralunga. Proponente dell'iniziativa è la società E-Way Finance S.p.A., avente sede legale in Piazza San Lorenzo in Lucina, 4 - 00186 Roma (RM), P.IVA 15773121007. Il Legale rappresentate dell'impresa è Cerruti Domenico.

Di seguito l'ubicazione dell'area d'intervento:

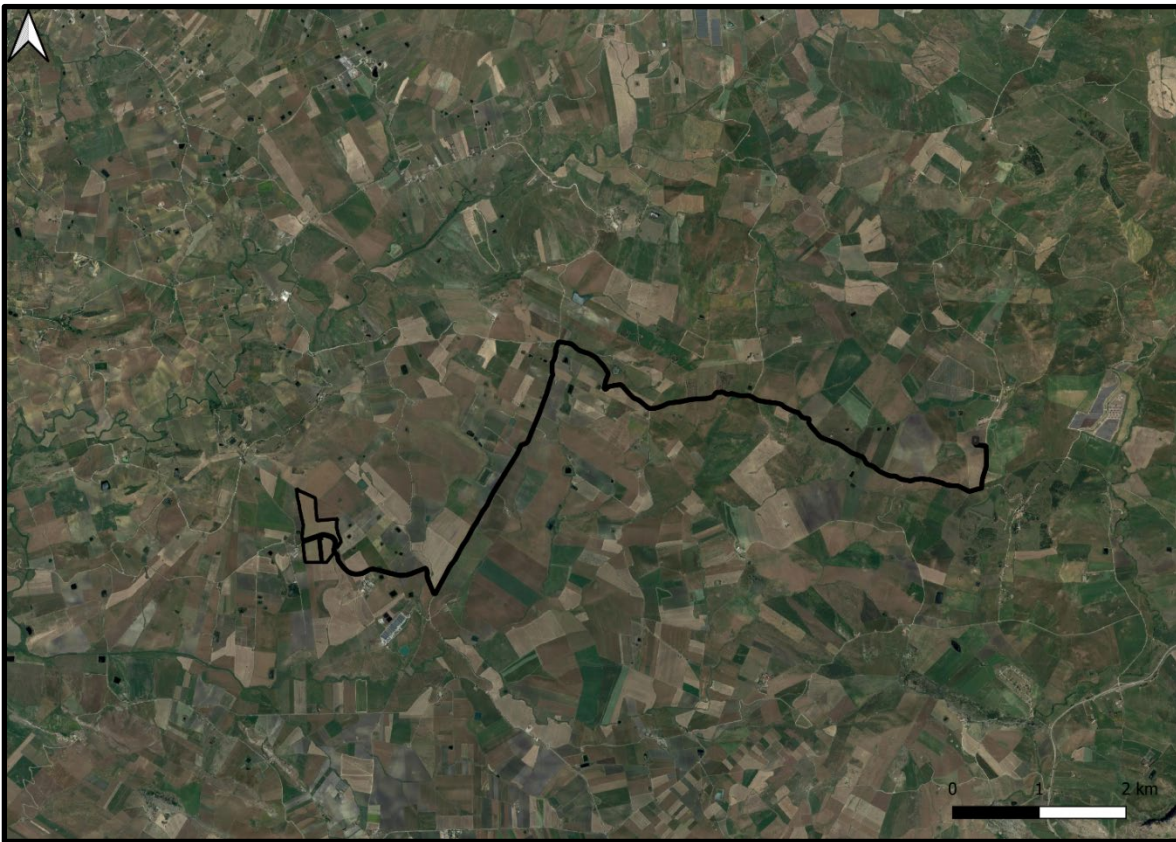


Figura 1- Layout di progetto su ortofoto

Con riferimento al suddetto intervento progettuale la presente relazione è stata redatta principalmente con lo scopo di ricostruire i principali caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici al fine di individuare eventuali criticità e determinare se queste siano causa di condizioni di rischio tali da compromettere la fattibilità del suddetto intervento. La caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area, oggetto del presente studio, è inoltre indirizzata ad una corretta pianificazione delle indagini geognostiche propedeutiche ai successivi livelli di progettazione.

3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO-TERRITORIALE

L'area su cui verrà installato l'impianto ricade amministrativamente nel territorio comunale di Monreale ed è localizzata a circa 8 km ad est del comune di Camporeale ed a 7 km a sud dal comune di San Giovanni Jato. Il sito è raggiungibile dalla strada provinciale 65, fino al congiungimento con la strada provinciale 91. L'opera nel suo complesso è individuabile su:

- Cartografia Tecnica Regionale- Regione Sicilia in scala 1:10.000 all'interno dei Quadranti: 607060 – 607070
- Foglio N°249 II S.O. (Monreale), N°249 III (Partinico), N°258 I N.O (Piana degli Albanesi), N°258 IV N.E (Alcamo), N°258 IV S.E (Camporeale) della cartografia IGM in scala 1: 25.000.

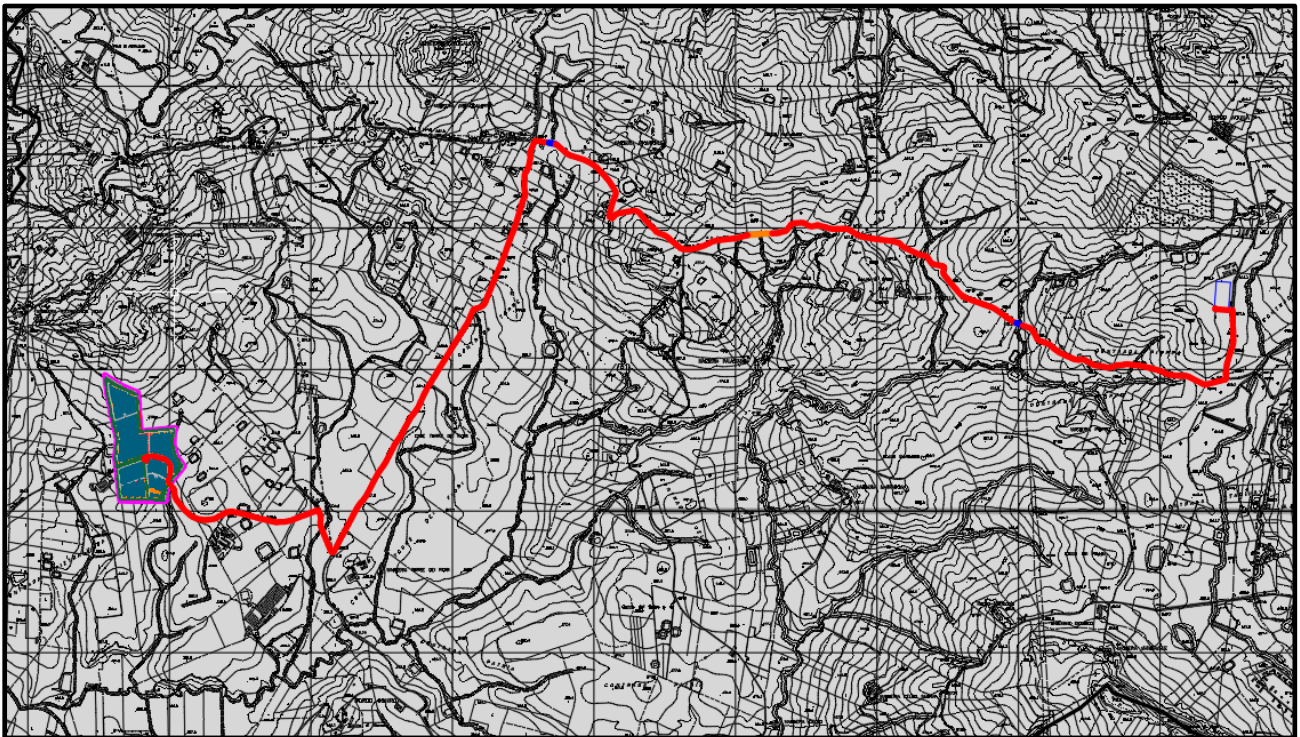


Figura 2- Layout di progetto su CTR

Da un punto di vista catastale l'impianto ricade nei seguenti fogli e particelle:

Tabella 1- Riferimenti catastali delle opere di progetto

| Riferimenti catastali | | | |
|-------------------------------------|--------|--|-----------|
| Comune | Foglio | Particella | Area (ha) |
| Monreale, località "Pietralunga" | 146 | 112-113-114-115-126- 16-45-57-61-62-63-64- 65-66 | 27,25 |

I riferimenti cartografici dell'impianto sono:

Tabella 2- Riferimenti cartografici parco fotovoltaico

| Coordinate Parco Agrovoltaiico di progetto- Comune di Monreale "Loc. Pietralunga" | | | | | | |
|---|---------|--------------------|---------|-------------|---------|--------------------|
| UTM-WGS 84- FUSO 33 | | UTM-ED 50- FUSO 33 | | GAUSS BOAGA | | Quote altimetriche |
| Est | Nord | Est | Nord | Est | Nord | 370- 353 m.s.l.m |
| 342763 | 4195578 | 342831 | 4195770 | 2362771 | 4195584 | |
| 342836 | 4195216 | 342904 | 4195408 | 2362844 | 4195222 | |

4. CARATTERI GEOLOGICI

4.1 Inquadramento Geologico-Strutturale

L'area interessata dall'installazione dell'impianto si inquadra in un settore appartenente all'edificio della catena Siculo-Maghrebide, formatasi a seguito del processo di collisione del blocco sardo-corso con il margine africano. Tale porzione di territorio è caratterizzata da successioni sedimentarie meso-cenozoiche appartenenti a diversi domini paleogeografici scollati dal loro substrato di appartenenza a partire dall'Oligocene superiore ed impilati in una serie di falde tettoniche, sovrapposte e successivamente ricoperte in discordanza dai depositi sintettonici terrigeni Miocenici.

Nella fattispecie, in Sicilia Occidentale sono state individuate e cartografate (Progetto CARG) sette unità stratigrafico-strutturali (U.S.S) per le successioni meso-cenozoiche affioranti e sepolte. Quest'ultime sono state distinte e delimitate attraverso il riconoscimento di significativi contatti tettonici a letto e a tetto delle stesse. Attraverso ricostruzioni palinospastiche si è infatti osservato che tali unità costituivano distinti domini di facies sviluppatasi a cavallo tra la Tetide ed il margine continentale africano. In suddetto contesto, raffigurato in Fig. 3, l'area oggetto di studio è ubicata a cavallo tra l'**Unità S.S. Trapanese** e le successioni deformate dell'**Unità S.S. del Flysch Numidico**, entrambe sigillate dai **depositi miocenici di avanfossa**.

- L'unità S.S. Trapanese-Saccenese rappresenta un dominio di sedimentazione carbonatica instauratosi nel Trias superiore e caratterizzato da una prima fase di sedimentazione carbonatica, testimoniata dalla presenza di potenti successioni di calcari e dolomie in facies di piattaforma carbonatica, seguita da una fase di sedimentazione pelagica tra il Giurassico e l'Oligocene (e.g. Rosso Ammonitico). La sedimentazione carbonatica passa a mista carbonatica-silicoclastica nel Miocene, marcando il completo annegamento della piattaforma.
- L'unità S.S. del Flysch Numidico rappresenta un dominio di sedimentazione bacinale sviluppatosi come copertura alle unità meso-cenozoiche Panormidi e Imeresi. Il dominio Numidico è caratterizzato essenzialmente da successioni torbiditiche costituite da siltiti, argilliti, marne argillose ed arenarie quarzose depositatesi a partire dall'Oligocene superiore. I terreni del flysch numidico affiorano prevalentemente nella zona compresa tra la dorsale di M.Kumeta e Pizzo Nicolosi, raggiungendo potenze dell'ordine di diverse centinaia di metri.

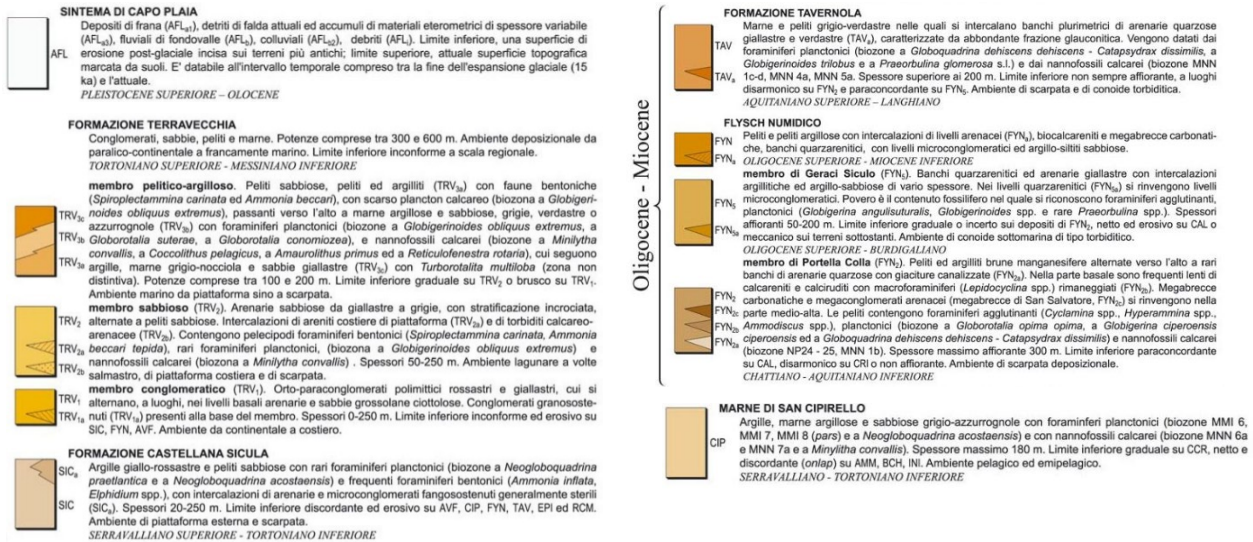
Il dominio Numidico e Trapanese è stato interessato dalla tettonica appenninica a partire dalla fine dell'Oligocene; responsabile dell'attuale assetto geomorfologico e geologico strutturale. Con la tettonica appenninica si assiste infatti alla progressiva deformazione dei domini paleogeografici pre-Miocenici (e.g.

Unità di Piattaforma Carbonatica Trapanese) e la contemporanea messa in posto delle unità torbiditiche bacinali (e.g. Flysch Numidico). Successivamente le unità flyschoidi numidiche, scollate dal loro substrato oceanico (dominio Panormide e Imerese) furono interessate da un notevole trasporto tettonico, accavallandosi sulle unità di piattaforma Trapanesi a seguito della ben documentata fase collisionale Miocenica. A questa fase è associato un trend deformativo con pieghe orientate principalmente NNW-SSE e a vergenza SO, a cui si sovrappongono sistemi di pieghe della successiva fase deformativa ad orientazione principale E-W/NNE-SSW associate a sistemi di faglie transpressive e *thrust*. Quest'ultimi agiscono da piani di scollamento preferenziali per il trasporto tettonico della pila di sedimenti carbonatici e silicoclastici delle U.S.S presenti. In particolare, a quest'ultima fase deformativa è associata la messa in posto delle unità terrigene sin-tettoniche, riferibili a bacini di *thrust-top*, anch'essi deformati. I depositi sintettonici di copertura alle U.S.S hanno un trend di messa in posto (NNW-SSE, E-W) correlabile con le strutture tettoniche compressive presenti nell'area.



Figura 3 - Schema tettonico della porzione di territorio oggetto di studio. L'area cerchiata in rosso rappresenta l'ubicazione del sito. Legenda: 1) depositi attuali, 2) sistemi quaternari, 3) sistema di Marsala, 4) evaporiti, Trubi e F.ne marnoso-arenacea del Belice, 5) f.ni Terravecchia e Baucina, 6) f.ne Castellana Sicula, 7) Unità Sicilidi, Unità S.S. Tusa-Troina, 8) Unità del flysch numidico,

| | |
|----------------|--------------------|
| CODICE | FV.MNR02.PD.A.02.1 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 04/2022 |
| PAGINA | 14 di 36 |



Il rilevamento geologico eseguito in corrispondenza dell'**area di impianto** e nei suoi immediati dintorni ha permesso di cartografare e distinguere diverse unità litostratigrafiche di seguito riportate:

- **Depositi di versante ed eluvio-colluviale (Olocene)** - ascrivibili al Sintema di Capo Plaia (AFL_{B2}). Quest'unità raggruppa depositi di versante, fluviali, eluvio-colluviali e detriti di falda. Il limite inferiore per questi depositi è posto in corrispondenza di una superficie inconforme post-glaciale incisa sui terreni più antichi. Le coperture eluvio-colluviali in corrispondenza dell'area di progetto derivano principalmente dall'alterazione in situ del substrato pelitico-marnoso a seguito dell'instaurarsi di fenomeni di weathering chimico e fisico a favore - quindi - della pedogenesi, oltre che da processi di mobilizzazione ad opera delle acque meteoriche che hanno contribuito all'accumulo di clasti poligenici ed eterometrici derivanti dal disfacimento delle porzioni lapidee affioranti nell'areale e poste a quote più elevate.
- **Formazione delle Marne di San Cipirello (CIP), Serravalliano-Tortoniano inferiore** - costituita da argille e marne argillose con elevato contenuto di foraminiferi planctonici, caratteristiche di un ambiente di sedimentazione pelagico ed emipelagico di rampa (> 500 metri). Le marne della Fm. di San Cipirello testimoniano la completa chiusura del ciclo di sedimentazione carbonatica di piattaforma a seguito del progressivo abbassamento del livello del mare e conseguente regressione marina. A cavallo tra il Giurassico ed il Miocene infatti, le piattaforme carbonatiche trapanesi furono interessate da periodi di emersione ed erosione che portarono all'instaurarsi di condizioni paleoambientali di mare basso con deposizione di calcareniti galuconitiche (e.g.

Calcareniti di Corleone) passanti lateralmente a sedimenti in facies di piattaforma continentale esterna (rampa) in cui si depositavano le argille e marne-argillose della Fm. di S.Cipirello.

I termini argillosi e argilloso-marnosi della Fm. di S.Cipirello sono presenti nella porzione inferiore del sito su cui verrà installato l'impianto e sono tettonicamente sovrapposti alle argille e peliti sabbiose della Fm. di Castellana Sicula.

- **Formazione di Castellana Sicula** (SIC), *Serravalliano superiore- Tortoniano inferiore* – costituita da argille, peliti sabbiose grigio-azzurre con intercalazioni di lenti arenacee e sabbie quarzoso-micacee. A monte del sito interessato dall'installazione dell'impianto quest'unità è ricoperta, in contatto inconforme ed erosivo, dai depositi sintettonici ascrivibili alla Fm. di Terravecchia (TRV₁). A sud dell'area di progetto invece, come sopra descritto, la Fm. di Castellana Sicula è stata cartografata in contatto tettonico con le marne e marne-argillose della Fm. delle Marne di S.Cipirello. Tale contatto tettonico – interferente con la porzione inferiore dell'area di progetto - non è visibile sia per la presenza delle coltri eluvio-colluviali di copertura alle unità di substrato, sia per la spiccata similarità litologica e quindi identica predisposizione litostrutturale all'erosione selettiva. L'uguaglianza nel comportamento meccanico delle due formazioni è tale da non creare, da un punto di vista strettamente geomorfologico, alti e bassi strutturali identificabili in superficie. La transizione tra la Fm. di Castellana Sicula e i sovrastanti terreni della Fm. di Terravecchia è stata descritta lungo una sezione naturale esposta nell'area di Censito Sparacia- Contrada Vallefondi, in cui è possibile distinguere quattro intervalli:
 - **Intervallo 1-** Argille e siltiti argillose grigio-rossastre con intercalazioni centimetriche di arenarie calcaree e arenarie laminate
 - **Intervallo 2-** Arenarie grigie con ciottoli passanti verso l'alto a marne sabbiose con presenza di strutture canalizzate
 - **Intervallo 3** – Arenarie e conglomerati fango-sostenuti passanti verso l'alto a peliti e marne sabbiose
 - **Intervallo 4-** Arenarie ciottolose e arenarie giallastre ben stratificate.

Questa sezione risulta di notevole interesse ai fini della caratterizzazione litostratigrafica in corrispondenza dell'area d'impianto per la definizione del Modello Geologico di Riferimento (MGR), in quanto a monte del campo fotovoltaico è da ritrovarsi il contatto (in discordanza) con la Fm. di Terravecchia.

- **Formazione di Terravecchia** (Tortoniano superiore- Messiniano inferiore) – poggia in contatto erosivo sui terreni della Formazione delle Marne di San Cipirello. Tale formazione è riferibile ai depositi terrigeni sintettonici di *thrust-top* depositati sulle unità deformate di catena. In particolare, nell'area oggetto di studio affiora la fascia di transizione tra il membro conglomeratico (TRV₁) e il membro sabbioso (TRV₂). Il primo è costituito da paraconglomerati polimitici fluvio-deltizi alternati a sabbie grossolane con livelli ciottolosi (TRV₁), passanti verso l'alto a banchi di arenarie quarzose o clastico-carbonatiche grossolane giallastre e localmente bioturbate (TRV₁).

Il membro arenaceo-conglomeratico della Fm. di Terravecchia, pur essendo esterno alla perimetrazione dell'area su cui verrà installato l'impianto, è stato tuttavia considerato ai fini del volume geomorfologico significativo in quanto rientra nell'unità fisiografica in cui ricade l'intervento.

4.3 Geologia area interessa da installazione cavidotto e sottostazione

Gli scavi da realizzare per la posa dell'elettrodotta interesseranno oltre che le porzioni superficiali delle unità silicoclastiche precedentemente descritte, anche le unità terrigene del **Flysch Numidico**. In particolare, il cavidotto di progetto interferisce con due membri della suddetta unità, i cui limiti sono difficilmente identificabili in sito a causa del marcato grado di tettonizzazione subito oltre che per la pedogenesi spinta. Nella fattispecie, nell'area in esame può essere riconosciuto un membro pelitico (FYN), composto da peliti e peliti argillose con intercalazione di livelli arenacei, biocalcareni e megabrecce carbonatiche ed il sottostante membro argillitico (FYN₂), meglio noto come Membro di Portella Colla, caratterizzato invece da una successione di peliti e argilliti brune manganesifere passanti verso l'alto a banchi di arenarie quarzose. **La Stazione Utente** da realizzare sarà invece ubicata in corrispondenza dei terreni della **Formazione di Tavernola** (Aquitano Sup.- Langhiano), posta in paraconcordanza al di sopra delle unità numidiche e caratterizzata da successioni marnose e marnoso-pelitiche nelle quali si ritrovano intercalazioni di arenarie quarzoso-glauconitiche. Sulla base di ricostruzioni geometriche lo spessore dell'intera successione sembra essere di circa 200 metri, tuttavia i notevoli processi di deformazione tettonica subiti dalla Formazione di Tavernola non consentono una stima accurata dell'intera potenza. Circa la distribuzione areale e i relativi rapporti stratigrafici delle unità litostratigrafiche interessate dalle opere di progetto si rimanda alla carta geologica.



Figura 5- Contatto tra la Formazione delle Marne di san Cipirello e la Formazione di Terravecchia in corrispondenza dell'area di



Figura 6- Coltre eluvio-colluviale in corrispondenza dell'area di progetto con aree collinari riferibili alla Formazione delle Marne di San Cipirello e alti strutturali e morfologici riferibili ai calcari selciferi delle unità Trapanesi (Cono Ottico: Sud)

4. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il territorio di Monreale ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Belice, la cui sorgente si localizza a sud dei Monti di Palermo e – nell'area in esame - presenta un carattere meandriforme, incidendo perlopiù litologie argilloso-marnose. Il sito nel complesso raggiunge quote non superiori ai 500 m.s.l.m ed esibisce morfologie collinari con versanti a pendenza minore di 10° (Fig.9) e lineamenti fortemente influenzati dalla natura dei litotipi affioranti: le successioni argilloso-marnose - riferibili ai depositi marnosi delle Unità Trapanesi (Fm. delle Marne di San Cipirello) ed alle unità flyschiodi numidiche (Fm. di Castellana Sicula) - sono infatti associate a forme dolci e arrotondate con pendii poco inclinati. Suddette litologie rappresentano anche le porzioni di territorio con pedogenizzazione più spinta, in corrispondenza delle quali i processi di alterazione del substrato risultano più intensi per la naturale predisposizione ai processi di disfacimento in condizioni subaeree.

Di fatto, l'assetto litostratigrafico e l'orografia esercitano un forte controllo sulla potenza delle coltri regolitiche: esiste una naturale propensione all'ispessimento alla base dei versanti ed in corrispondenza delle unità post-orogeniche di natura argilloso-marnosa. Di contro, in corrispondenza delle unità litoidi di substrato la formazione delle stesse risulta meno intensa. Quest'ultime tendono a produrre forme più aspre ed alti morfologici con una dinamica evolutiva connessa a fenomenologie da crollo e ribaltamento e accumulo di detriti alla base dei versanti.

L'idrografia superficiale è anch'essa controllata dalla natura del substrato in quanto il reticolo idrografico tende ad essere meno sviluppato in corrispondenza delle unità lapidee, presentando di contro una maggior densità di drenaggio in corrispondenza dei termini argilloso-marnosi, più suscettibili ai processi denudazionali. In aggiunta, l'idrografia superficiale è tale da assumere direzioni preferenziali, verosimilmente ereditate dai principali lineamenti tettonici locali connessi alle fasi di compressione appenninica.

Nella fattispecie dell'areale interessato dalle opere in progetto, i termini lapidei presenti a monte nell'area d'impianto sono riferibili ai depositi terrigeni sinorogenici della Fm. di Terravecchia, i quali sigillano le unità marnoso-argillose della Fm. di Castellana Sicula. Considerando una scala d'osservazione maggiore, gli stessi alti morfologici sono stati identificati anche in corrispondenza dei litotipi carbonatici del dominio Trapanese, i quali – quando giustapposti ai termini pelitici- danno luogo a rilievi più o meno isolati connessi perlopiù a processi di erosione differenziale.

Sulla base delle considerazioni appena esposte, è pertanto possibile distinguere due principali fenomenologie morfo-evolutive ascrivibili all'attuale assetto geomorfologico:

- Nei terreni argilloso-marnosi la dinamica evolutiva è principalmente da riferirsi a processi fluvio-denudazionali causati dallo smantellamento delle porzioni tenere di substrato ad opera delle acque ruscellanti ed incanalate. Ciò favorisce la formazione ed il relativo ispessimento delle coltri d'alterazione che - laddove associate a pendenze maggiori ed a fenomeni piovosi intensi - possono evolvere attraverso complesse dinamiche di dissesto. Il carattere impermeabile di suddetti litotipi inibisce i processi d'infiltrazione, creando le condizioni per l'imbibizione delle porzioni pellicolari di terreno, favorendone pertanto la loro fluidificazione. Nell'areale oggetto di studio sono infatti comuni indicatori di deformazioni superficiali lente (creep) e fenomeni di erosione accelerata (gully) legate all'azione modellatrice delle acque. Tali evidenze sono state individuate sia in corrispondenza dell'area d'impianto che lungo i settori interessati dalla posa dell'elettrodotto di progetto.
- Nei termini litoidi la morfodinamica è principalmente da riferirsi a processi di modellamento controllati da fenomeni di crollo o ribaltamento, quest'ultimi dipendenti dalle caratteristiche meccaniche delle discontinuità presenti negli ammassi rocciosi affioranti. Risulta opportuno sottolineare che l'area di progetto **non insiste direttamente** su porzioni di territorio interessate da unità litostratigrafiche aventi carattere litoide.

Il sito indagato ricade nei piani stralcio per l'assetto idrogeologico **dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia**. Come si evince dalla Carta della Pericolosità Geomorfologica reperibile sul portale dall'Autorità di Bacino, parte dell'impianto interferisce con un'area a Pericolosità Geomorfologica Moderata (P1). Dall'incrocio tra la cartografia IFFI con le perimetrazioni del PAI dell'AdB competente è emerso che tale area è interessata da un movimento complesso (**ID Dissesto: 057-SMO-125**) quiescente. I movimenti "complessi" non sono riconducibili ad un'unica categoria, bensì ad una combinazione di queste. Nella fattispecie, la porzione di pendio interessata dal dissesto si caratterizza per la presenza del Membro conglomeratico-arenaceo della Fm. di Terravecchia, su cui si impostano i terreni argilloso-marnosi della Fm. delle Marne di San Cipirello su una porzione di versante con pendenza non superiore ai 10° (Fig. 7- 8).

Per ciò che concerne i tratti a "Pericolosità Moderata" le NTA del PAI dell'AdB competente non applicano particolari prescrizioni essendo *ammesse, previa verifica di compatibilità, tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale che non aggravino le condizioni di pericolosità dell'area o ne aumentino l'estensione, in accordo con quanto previsto dagli strumenti urbanistici e Piano di Settore vigenti* (art. 23). In riferimento a tale criticità è prevista l'installazione di un opportuno sistema di regimazione delle acque, il quale inibirà i processi di mobilizzazione delle coltri d'alterazione responsabili dei movimenti franosi censiti dal PAI.

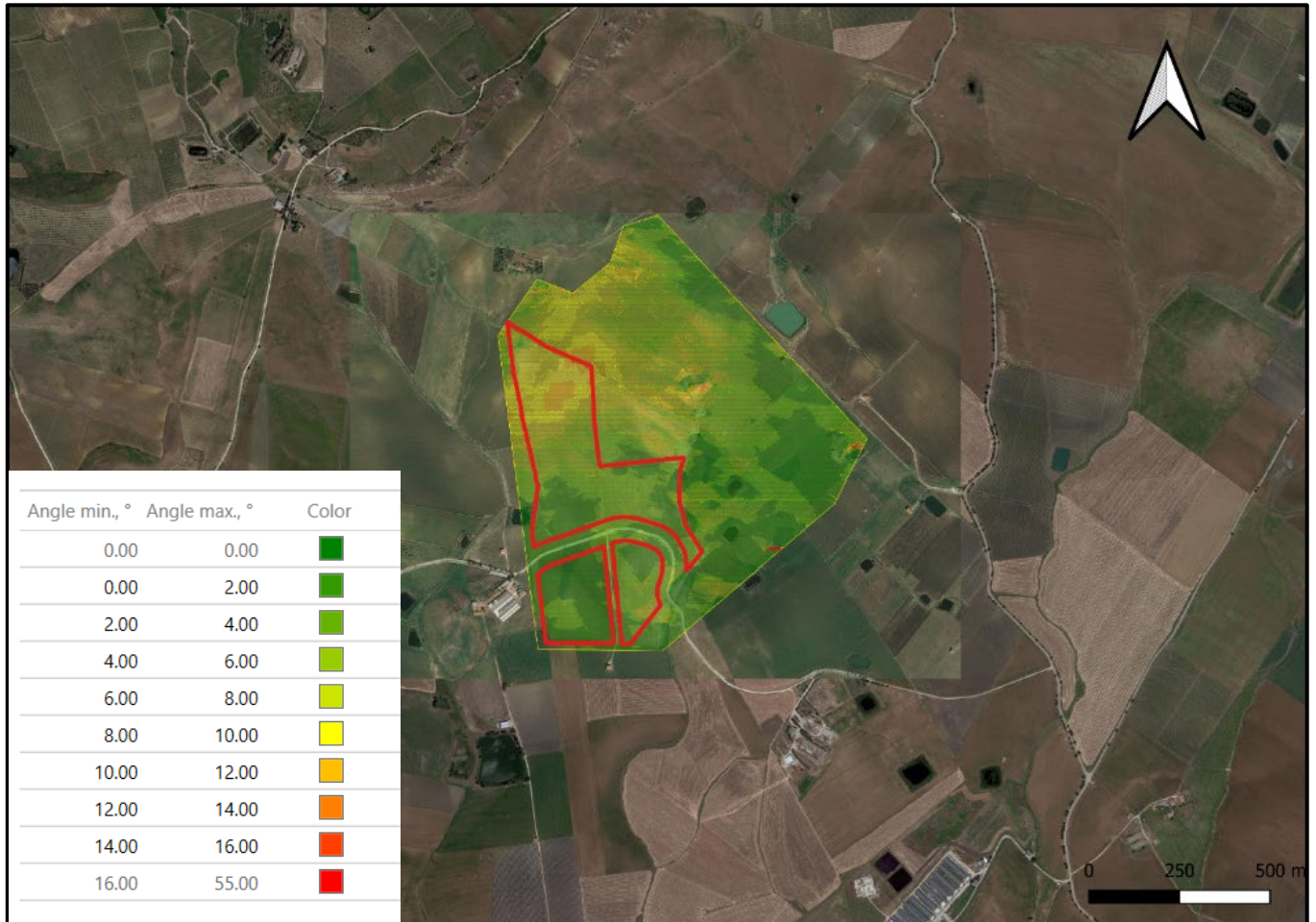


Figura 7- Pendenze sulla direzione N-S dell'area d'impianto calcolate mediante il software PVSyst

Dall'analisi cartografica sono emerse inoltre tre interferenze tra le perimetrazioni del PAI con parte del tracciato del cavidotto di progetto che interessa la strada provinciale SP 42. In particolare, il primo tratto interferisce con un'area a Pericolosità Geomorfologica Moderata (PG1), per cui valgono le prescrizioni di cui sopra. Anche in questo caso si tratta di un movimento complesso quiescente (**ID DISSESTO: 057-SMO-170**) che interessa però la litofacies argillosa del Flynch Numidico. A tal proposito, si specifica che in questo settore il cavidotto si attesterà lungo viabilità esistente, per cui, data l'entità ridotta dell'opera e la superficialità dell'intervento non si prevedono condizioni di rischio vincolanti che possano pregiudicare la fattibilità dell'opera di progetto. La superficialità degli scavi per la posa del cavidotto non determinerà una variazione sostanziale del regime delle acque, né tantomeno aumenti di carico e/o mutamenti delle condizioni di drenaggio, fattori che contribuiscono all'aumento degli sforzi tangenziali mobilitati.

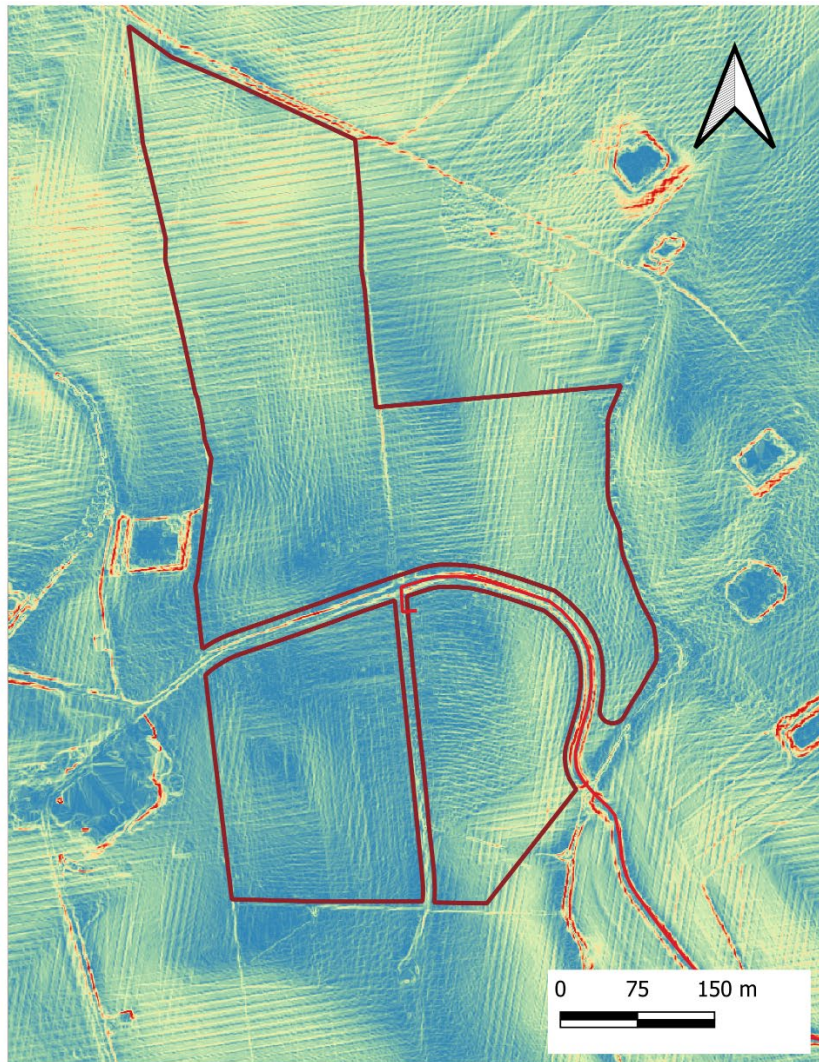
**Pendenze [%]**

Figura 8- Mappa delle pendenze dell'area parco calcolate a partire dal Modello Digitale di Elevazione con passo di campionamento 1 metro e reperite dal Geoportale Nazionale, a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

In virtù di suddette condizioni, l'assetto geomorfologico in questo tratto non verrà perturbato dall'opera in progetto e verrà quindi mantenuta una condizione di stabilità idrogeologica. Il secondo tratto interferisce invece con un'area a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PG3), all'interno della quale *sono vietati interventi di nuova edificazione privata, seppur prevista dagli strumenti urbanistici e scavi, riporti, movimenti di terra e*

tutte le attività sul territorio che possano esaltare il livello di pericolosità (art.21 NTA). Tale perimetrazione corrisponde ad una porzione di versante in cui è stato identificato uno scorrimento rotazionale-traslattivo attivo (ID DISSESTO: 057-SMO-169) in corrispondenza della litofacies pelitica del Flysch Numidico. Dallo studio bibliografico, corroborato dal rilievo in sito effettuato, in corrispondenza di tale tratto è emersa una predisposizione alla mobilitazione a causa dell'elevata plasticità della coltre d'alterazione della litofacies pelitica della sequenza flyschoidale. Tale caratteristica - intrinseca alle sequenze argillose - predispone le condizioni durante le stagioni piovose per uno spiccato incremento delle pressioni di poro e conseguente diminuzione della resistenza al taglio, favorendone quindi la mobilitazione. Per tali motivi in questo tratto si è ritenuto necessario posizionare il cavidotto con installazione in TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) al fine di minimizzare movimenti di terra che possano innescare eventuali frane, bypassando tutte le possibili superfici di potenziale rottura da individuare attraverso opportune indagini e tecniche di monitoraggio. Il punto di ingresso e uscita della trivellazione sarà localizzato ad una distanza di 40 metri dalla perimetrazione dell'area in frana, la lunghezza planimetrica totale sarà invece di circa 160 metri. La profondità è il parametro geometrico che sarà valutato nelle successive fasi progettuali attraverso opportune verifiche di carattere geologico e geotecnico. Di seguito è riportata una sezione schematica dell'intervento. Il terzo tratto del cavidotto di progetto interferisce con un'area a Pericolosità Geomorfologica Media (PG2). Rispetto tale interferenza, l'Autorità di Bacino ai sensi dell'art.22 delle Norme Tecniche di Attuazione *consente, previa verifica di compatibilità, l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali, attuativi, e di settore, sia per gli elementi esistenti sia per quelli di nuova realizzazione purché corredati da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente ed estese ad un ambito morfologico o ad un tratto di versante significativi, individuabili nel contesto del bacino idrografico di ordine inferiore in cui ricade l'intervento.* Il corpo di frana associato a tale interferenza è identificato con il codice **057-SMO-168** e rientra nella categoria delle aree soggette a frane superficiali diffuse, le quali si riferiscono a tutti quei settori di versante che in passato sono stati interessati da frane di varia tipologia coinvolgendo spessori generalmente limitati dei terreni sciolti di copertura e le quali si sono innescate contestualmente ad eventi meteorologici di forte intensità. Dalle perimetrazioni IFFI e dell'AdB tale area risulta attualmente in movimento. In riferimento a ciò, ai sensi del comma 2 dell'articolo sopracitato *gli studi geologici devono tener conto degli elaborati cartografici del P.A.I., onde identificare le interazioni fra le opere previste e le condizioni geomorfologiche dell'area. Tali studi devono individuare gli interventi di mitigazione compatibili con il livello di criticità dell'area anche al fine di attestare che le opere non aggravino le condizioni di pericolosità o ne aumentino l'estensione.* Considerando tali prescrizioni, nelle successive fasi progettuali dovrà essere garantito uno studio di stabilità globale della porzione di versante interessata dal dissesto, individuando le

unità litotecniche e riconoscendo quelle le cui caratteristiche meccaniche predispongono le condizioni per una loro eventuale mobilitazione.

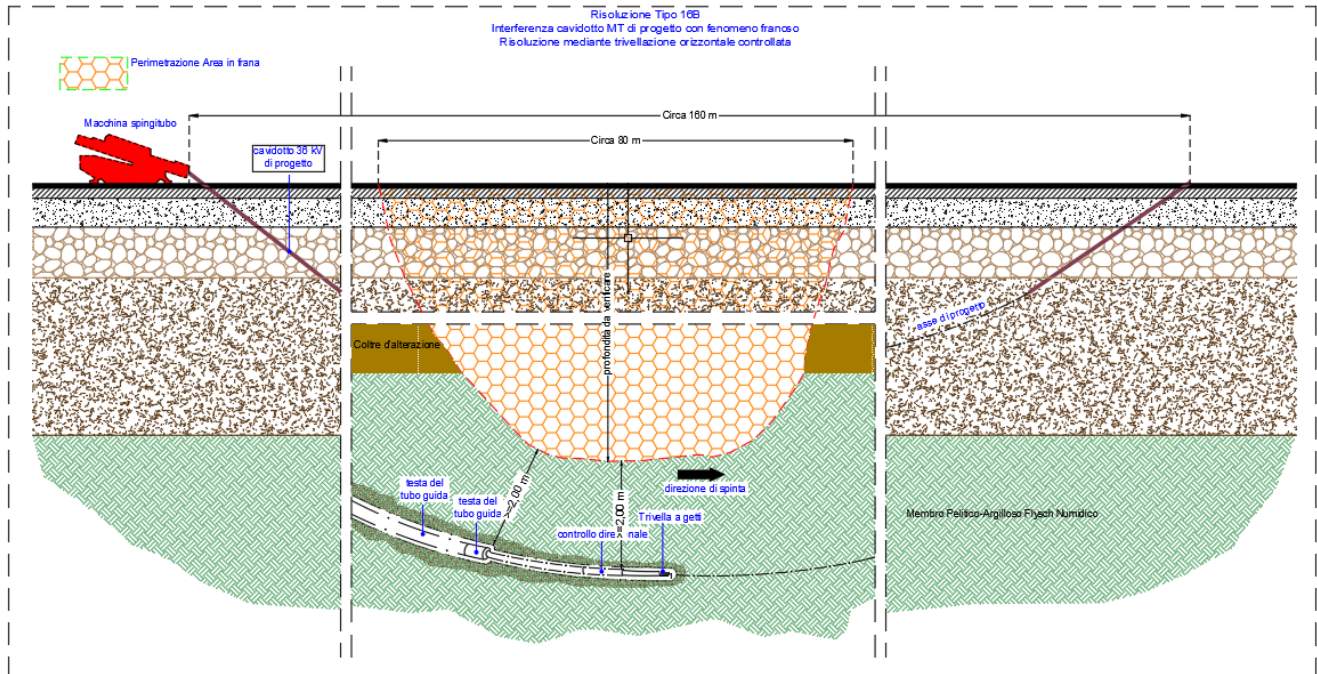


Figura 9- Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) per l'interferenza con area a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PG3)

Tabella 3- Sintesi interferenze con aree perimetrate dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Regione Sicilia

| Opere di progetto | Pericolosità Geomorfologica | Tipologia Dissesto | Stato |
|-------------------|--|------------------------------------|------------|
| Area Impianto | Pericolosità Geomorfologica Moderata (PG1) | Movimento Complesso | Quiescente |
| Cavidotto | Pericolosità Geomorfologica Moderata (PG1) | Movimento Complesso | Quiescente |
| Cavidotto | Pericolosità Geomorfologica Elevata (PG3) | Scorrimento rotazionale-traslativo | Attivo |
| Cavidotto | Pericolosità Geomorfologica Media (PG2) | Aree a Franosità Diffusa | Attivo |

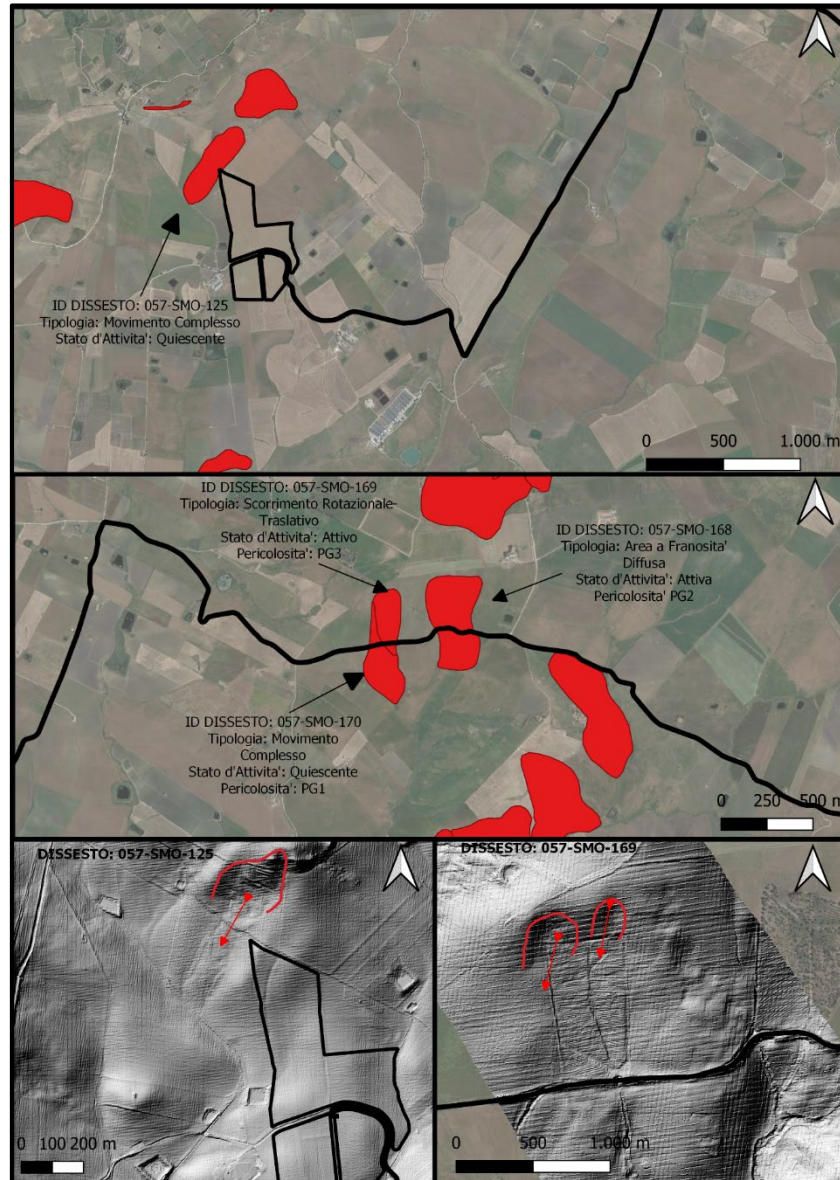


Figura 10- Dissesti interferenti con le opere di progetto e relativi livelli di pericolosità identificati dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia. I dissesti perimetrati dal PAI del Bacino Idrografico del Fiume Belice e dal Progetto IFFI sono stati sovrapposti al DTM con passo di campionamento di 1 m. Dal DTM mostrato nelle due immagini in basso è possibile notare scarpate più o meno evidenti e leggere contropendenze.

5. CARATTERI IDROGEOLOGICI

La circolazione idrica sotterranea nell'area oggetto di studio è fortemente influenzata dalla permeabilità dei terreni affioranti, in funzione della quale si verifica l'infiltrazione e conseguente accumulo di acqua gravifica ed eventuale formazione di falde idriche. Nella fattispecie le opere di progetto interessano le litofacies pelitico-argillose dei termini flyschiodi (Flysch Numidico) e le unità marnoso-argillose delle unità Trapanesi (Fm. di Castellana Sicula, Fm. delle Marne di San Cipirello), le quali possono essere considerate omogenee dal punto di vista idrogeologico, tanto da essere raggruppate in uno stesso **complesso idrogeologico argilloso-marnoso**. Il grado e il tipo di permeabilità variano generalmente da strato a strato; tuttavia, la presenza di interstrati pelitici conferisce nell'insieme uno scarso grado di permeabilità, per porosità e subordinatamente per fratturazione. La presenza di interstrati arenacei può aumentare localmente la permeabilità, a cui si alternano comunque i termini marnosi e argillosi praticamente impermeabili. Pertanto, in tale complesso la circolazione idrica sotterranea è esigua e si instaura principalmente nella fascia di alterazione superficiale. In definitiva, **questo complesso sia per l'estensione di affioramento e sia per i caratteri di permeabilità può assumere a tutti gli effetti il ruolo di impermeabile di base.**

Le litofacies arenaceo-conglomeratiche della Fm. di Terravecchia costituiscono un **complesso idrogeologico arenaceo**, caratterizzato da un grado di permeabilità superiore a quello del complesso precedente e da un tipo di permeabilità per fratturazione e subordinatamente per porosità. Il grado di approfondimento della circolazione idrica sotterranea è legato allo sviluppo di fratture ed allo stato di intasamento delle stesse: è possibile pertanto la presenza di acquiferi nei corpi arenaceo-conglomeratici della Fm. di Terravecchia. I depositi alluvionali costituiscono un terzo complesso, denominato **complesso alluvionale**, caratterizzato da permeabilità per porosità piuttosto elevate ma comunque funzione della granulometria. In corrispondenza dei livelli ghiaiosi e ciottolosi la permeabilità infatti è piuttosto alta.

Dal quadro idrogeologico descritto è stata quindi accertata l'assenza di accumuli idrici significativi nei livelli superficiali, oltre che eventuali falde idriche interagenti con le opere di progetto.

| | |
|----------------|--------------------|
| CODICE | FV.MNR02.PD.A.02.1 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 04/2022 |
| PAGINA | 26 di 36 |

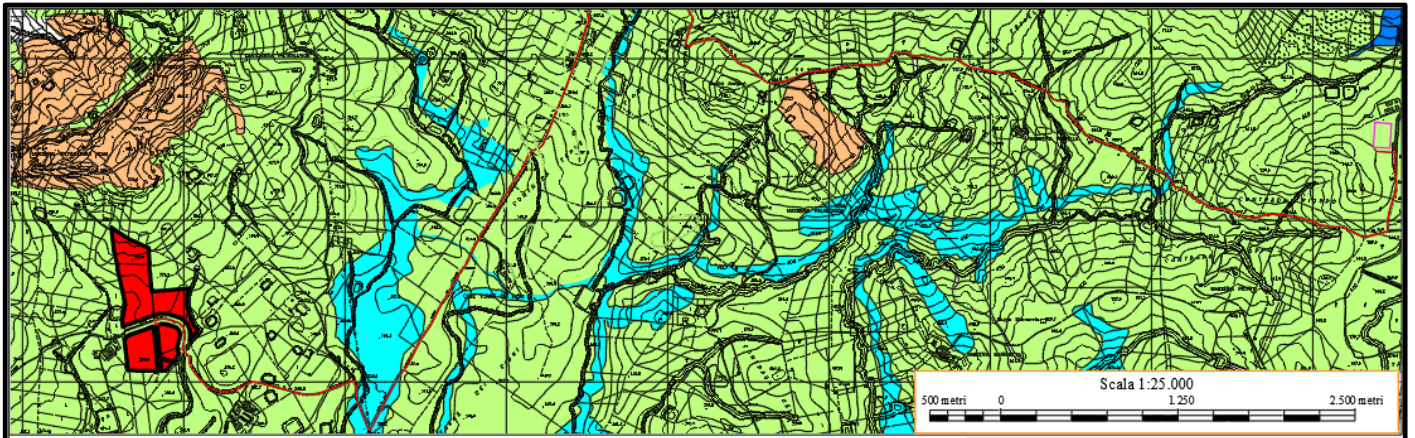
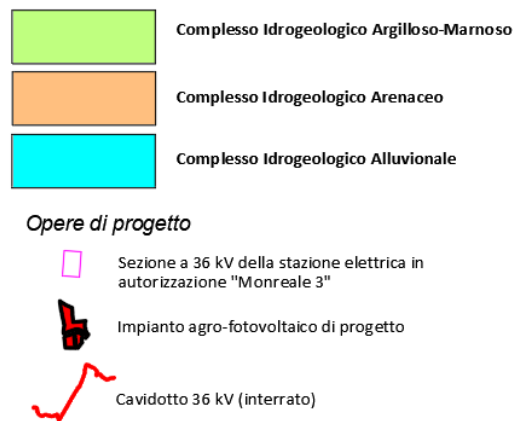


Figura 11- Carta Idrogeologica area d'intervento



6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA AREA

6.1 Normativa Vigente

Le azioni sismiche di progetto vengono definite dalle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018). Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla Pericolosità Sismica di Base dell'area di indagine e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ed ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR. I valori di a_g , F_0 , e T^*_c sono i parametri su sito rigido orizzontale che definiscono le forme spettrali per ciascuna probabilità di superamento PVR in un determinato periodo di riferimento.

6.2 Sismicità Storica Comune di Monreale

La storia sismica (INGV- Database Macrosismico Italiano – versione DMI15 v3.0) del territorio di Monreale riporta 17 eventi sismici di origine tettonica appenninica che sono stati risentiti nell'area (Tabella 6; Fig.12).

I principali, con intensità fino a 6-7, sono riferiti agli eventi del 1823, 1968, 1940, 2002 con epicentro in Sicilia Settentrionale, Valle del Belice e Tirreno Meridionale. Il territorio del Comune di Monreale è classificato come **zona sismica 2** ai sensi dell'OPCM 3274/2003. Tale zona è caratterizzata da *una pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti* con valori di pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido pari 0,25 g. Tale valore di pericolosità non ha però influenza sulla progettazione. Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018), infatti, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali.

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| PLACE ID | IT_66482 |
| Coordinate (latitudine, longitudine) | 38.082, 13.291 |
| Comune | Monreale |
| Provincia | Palermo |
| Regione | Sicilia |
| Numero di eventi riportati | 17 |

Tabella 4-Storia Sismica Comune di Monreale

| Effetti | | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|---------------------|--------------------------------|------|--------|------|--|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw | |
| 7 | 1823 -03- 05 | Sicilia settentrionale | 107 | 8 | 5.81 | |
| 6-7 | 1968 -01- 15 | Valle del Belice | 162 | 10 | 6.41 | |
| 6 | 1940 -01- 15 | Tirreno meridionale | 60 | 07-ago | 5.29 | |
| 6-7 | 2002- 09 -06 | Tirreno meridionale | 132 | 6 | 5.92 | |
| 5 | 1726 -09- 01 | Tirreno meridionale | 8 | 07-ago | 5.48 | |
| 5 | 1736- 08 -16 | Sicilia centro-settentrionale | 5 | 06-lug | 4.86 | |
| 4 | 1998 -01- 17 | Golfo di Castellammare | 21 | | 4.83 | |
| F | 1893 -05- 11 | Isola di Ustica | 15 | 5 | 4.59 | |
| 3 | 1959 -12 -23 | Piana di Catania | 108 | 06-lug | 5.11 | |
| 2-3 | 1995 -05- 29 | Isole Egadi | 45 | 5 | 4.78 | |
| 2 | 1954- 11 -20 | Sicilia centro-occidentale | 34 | 05-giu | 4.24 | |
| 2 | 1981 -06 -07 | Mazara del Vallo | 50 | 6 | 4.93 | |
| NF | 1898- 11- 03 | Calatino | 48 | 05-giu | 4.51 | |
| NF | 1909- 06 -07 | Corleone | 16 | 03-apr | 3.73 | |
| NF | 1999 -12 -30 | Tirreno meridionale | 29 | | 4.83 | |
| NF | 2004 -05 -05 | Isole Eolie | 641 | | 5.42 | |
| NF | 2005 -11 -21 | Sicilia centrale | 255 | | 4.56 | |

6.3 Accelerazione orizzontale massima attesa a_g

Con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018), all' OPCM 3274/2003 e 3519/2006, l'INGV (**Progetto Esse1**) ha redatto una mappa di pericolosità sismica con valori di pericolosità espressi in termini di accelerazione orizzontale massima con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni riferita a suoli rigidi (categoria A; $V_{s30} > 800$ m/s). Per il territorio di Monreale i valori di accelerazione orizzontale massima attesa a_g indicati sono compresi tra 0.150g e 0.175g (Figura 12).

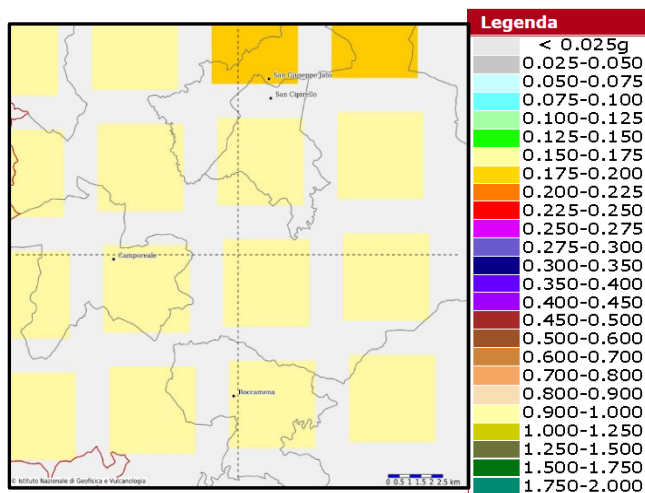


Figura 12- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1 (Fonte: INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1)

Per ogni singolo nodo della griglia in Figura 13 è possibile analizzare il contributo delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza alla pericolosità del nodo della relativa a(g). Per lo stesso nodo si otterranno anche i valori medi di M-D-ε (Magnitudo-Distanza-Epsilon). Di seguito il risultato considerando il nodo della griglia in cui ricade il territorio in esame:

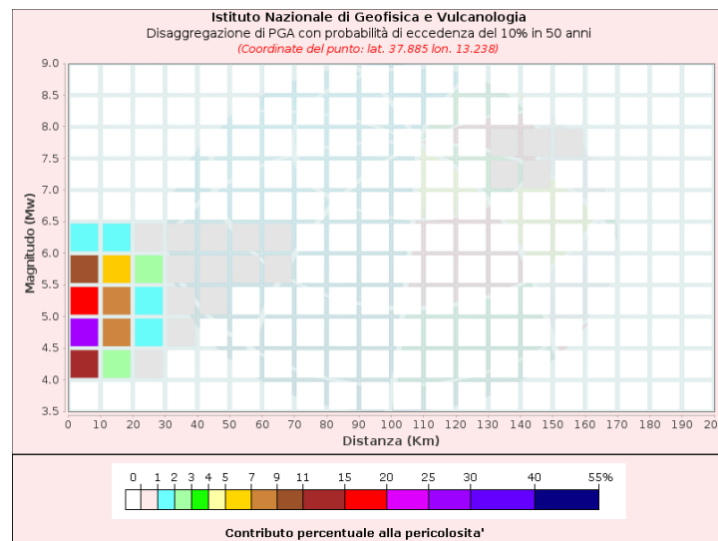


Figura 13- Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) Progetto Esse1

6.4 Sorgenti Sismogenetiche prossime all'area di progetto

Al fine di analizzare le sorgenti sismogenetiche prossime all'area di progetto si è fatto riferimento al Database delle sorgenti sismogenetiche Italiane DISS (Valensise & Pantosti, 2001). Suddetto Database è costituito da sorgenti sismogenetiche rappresentate nelle tre dimensioni, ottenute parametrizzando la geometria e la cinematica di grandi faglie attive ritenute in grado di generare terremoti di magnitudo (Mw) superiore a 5.5. L'area in esame è localizzata a circa 16 km dalla sorgente sismogenetica composita (ZS) di Mazara-Belice (DISS-ID: ITCS021) a cui è associata una magnitudo massima Mw di 5.6 legata ad un sistema di splay con direzione WNW-ESE, associato al fronte dei thrust della catena Appennino-Maghrebide. Il sito inoltre è localizzato a circa 30 km dalla sorgente sismogenetica composita di Monte Magaggiaro-Pizzo Telegrafo (DISS.ID: ITCS120), la cui cinematica risulta simile alla precedente.

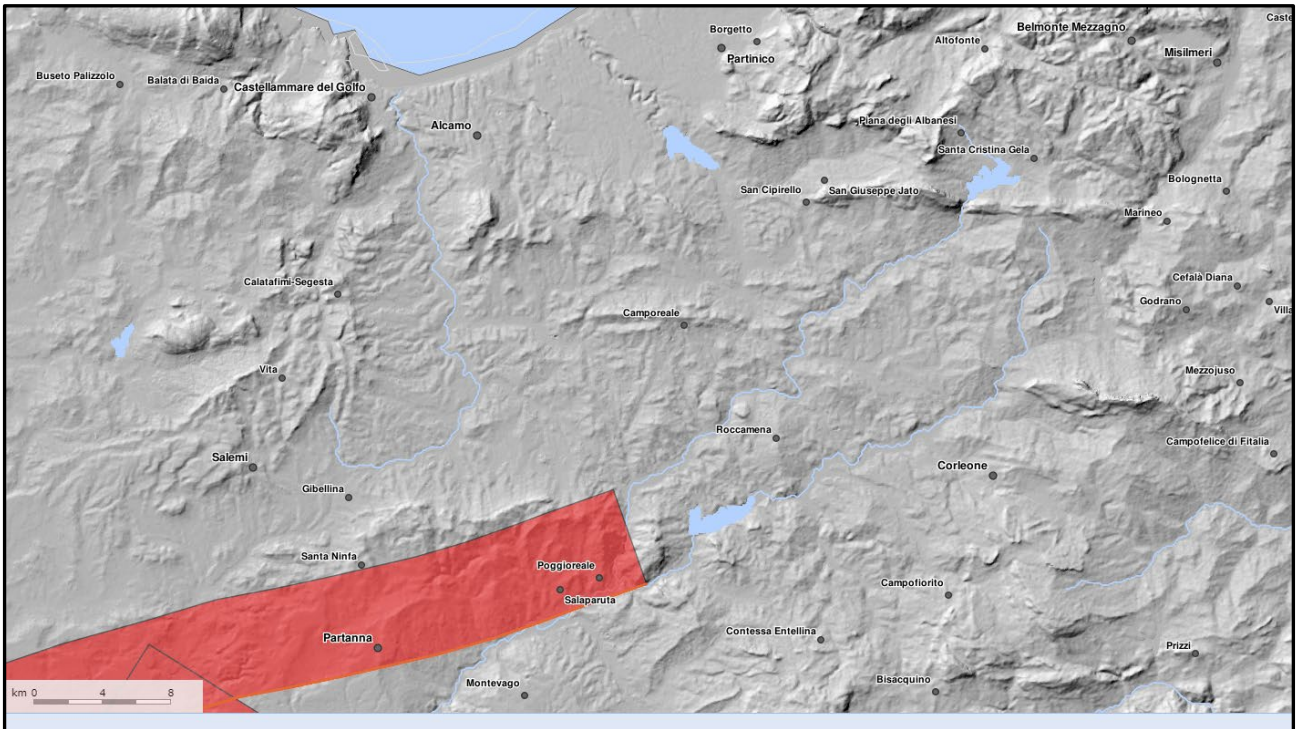


Figura 14- Database of Seismogenic Sources (DISS v.3); il cerchio rosso indica l'ubicazione dell'area di progetto.

6.5 Categoria Sismica del Suolo di Fondazione

Il D.M. 17/01/2018 ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Tra le importanti novità relative alle metodologie di calcolo delle strutture è stato introdotto l'uso dei coefficienti per la determinazione dello spettro elastico di risposta. Quest'ultimo dipende dalla classificazione dei suoli, i quali vengono ripartiti nelle cinque categorie definite nella Tabella 5, distinte sulla base del parametro V_{Seq} , NSPT o C_u .

Tabella 5- Categoria Suoli di Fondazione

| CATEGORIA | DESCRIZIONE |
|-----------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio > 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente comprese tra 360 m/s e 800 m/s |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite dalle categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri. |

Il parametro V_{seq} , è definito dalla seguente formula:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} . Quest'ultimo parametro si ottiene ponendo H=30 nella e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Nel caso dell'area oggetto di studio, attraverso un'approfondita consultazione bibliografica sulle porzioni limitrofe l'area di progetto aventi caratteristiche litostratigrafiche e topografiche simili, si può assumere una categoria sismica di suolo di tipo **B**. In fase di progettazione esecutiva, tuttavia, attraverso opportune indagini geofisiche (MASW, HVSR) sito-specifiche verrà accertato il reale valore di V_{seq} per la definizione della categoria sismica del suolo di fondazione.

Suolo di tipo B:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente comprese tra 360 m/s e 800 m/s.

6.6 Coefficiente di amplificazione topografica

In riferimento alla definizione della Categoria Topografica, il D.M. 17/01/2018 prevede la classificazione indicata in Tab.6. Sulla base delle condizioni topografiche, **il coefficiente di amplificazione topografico viene posto uguale a T1**

Tabella 6- Categoria Topografica

| Categoria | Caratteristiche Superficie Topografica | S _T |
|-----------|--|----------------|
| T1 | Superficie Pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ | 1.0 |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$ | 1.2 |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° | 1.2 |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ | 1.4 |

6.7 Definizione dell'azione sismica

Secondo le NTC 2018 per ogni costruzione bisogna indicare un'accelerazione di picco e relativo spettro di risposta elastico, individuato sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Considerando per l'opera una Vita Nominale di 30 anni ed una Classe d'Uso I (CU=0.7) si ottiene un periodo di riferimento V_r pari a 35. I parametri a_g , F_0 , T_c riferiti a suolo rigido con morfologia orizzontale da utilizzare per la definizione dell'azione sismica del sito di progetto sono stati calcolati con il software Geostru. In funzione di questi dati è possibile ricavare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali e verticali del moto per gli stati limite (SLE e SLU) in funzione della categoria topografica e di sottosuolo. Pertanto, il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s varierà in funzione della categoria di sottosuolo, il coefficiente di amplificazione topografica sarà funzione della categoria topografica per il sito di riferimento.

Tabella 7- Posizione spaziale del sito

| POSIZIONE SPAZIALE SITO E DETERMINAZIONE PARAMETRI SISMICI | |
|--|-----------|
| CITTA' | Monreale |
| PROVINCIA | Palermo |
| LATITUDINE | 37.892222 |
| LONGITUDINE | 13.212500 |
| CLASSE EDIFICIO | II |
| VITA NOMINALE | 50 |

Tabella 8- Stati limite considerati per l'opera in progetto

| STATO LIMITE | | | | |
|--|------------------|--------------------------|----------------------|----------------|
| | Tr (anni) | a_g (g) | F₀ | Tc* (s) |
| SLO (Operatività) | 30 | 0.041 | 2.349 | 0.233 |
| SLD (Danno) | 35 | 0.045 | 2.345 | 0.230 |
| SLV (Salvag.Vita) | 332 | 0.144 | 2.367 | 0.290 |
| SLC(prevenz.Collasso) | 682 | 0.194 | 2.430 | 0.304 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | 35 | | | |

Tabella 9- Coefficienti di amplificazione

| CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI | | | | |
|---|--|------------|------------|------------|
| Tipo | Stabilità dei pendii e fondazioni | | | |
| Cat. Sottosuolo | B | | | |
| Cat. Topografica | T1 | | | |
| | SLO | SLD | SLV | SLC |
| SS Amplificazione Stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| CC coeff. funz categoria | 1,48 | 1,48 | 1,41 | 1,40 |
| ST Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Tabella 10- Parametri Sismici

| COEFFICIENTI SISMICI | | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | SLO | SLD | SLV | SLC |
| kh | 0.010 | 0.011 | 0.042 | 0.056 |
| kv | 0.005 | 0.005 | 0.021 | 0.028 |
| Amax (m/s ²) | 0.482 | 0.531 | 1.699 | 2.287 |
| Beta | 0.200 | 0.200 | 0.240 | 0.240 |

9. GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA

Con il presente studio sono stati esaminati gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici per l'installazione di un impianto fotovoltaico per una potenza nominale unitaria di 15.64 MW da ubicare all'interno del territorio comunale di Monreale in località Pietralunga.

L'intera area del parco presenta morfologie connesse al contesto geologico-strutturale, tipico dei settori di catena con presenza di sedimenti silicoclastici. La natura argilloso-marnosa delle unità litostratigrafiche rilevate in corrispondenza dell'area d'impianto ha originato un territorio collinare con acclività medio-bassa. Considerando un ambito significativo in riferimento agli obiettivi del presente studio, gli alti morfologici identificati nell'area oggetto di studio sono da correlarsi all'unità lapidea ascrivibile al membro arenaceo-conglomeratico della Fm. di Terravecchia, mentre morfologie più dolci sono da riferirsi alle litofacies pelitico-marnose, più suscettibili a processi di morfo-selezione ed ascrivibili alla presenza della Fm. delle Marne di S.Cipirello ed alla Fm. di Castellana Sicula. Quest'ultime in corrispondenza dell'area d'impianto sono mantellate da una coltre di depositi eluvio-colluviali, il cui spessore e relative proprietà geotecniche saranno valutate successivamente in fase di progettazione esecutiva. In riferimento a ciò, risulta doveroso sottolineare che data l'entità esigua degli scarichi in fondazione provenienti dalle sovrastrutture, si ritiene plausibile l'assenza di specifiche problematiche di carattere geotecnico tali da condizionarne l'esercizio. Sarà comunque necessaria la modellazione geotecnica di dettaglio attraverso l'estrapolazione dei principali parametri geotecnici e la definizione delle unità litotecniche, previa identificazione del volume geotecnico significativo d'indagine ai sensi delle NTC 2018 (§6.2.2).

Dal quadro idrogeologico è stata accertata l'assenza di accumuli idrici significativi nei livelli superficiali e di eventuali falde freatiche nei primi metri di profondità.

Da un'attenta consultazione cartografica e dai rilievi effettuati è emerso che i processi morfogenetici nell'areale di progetto possono essere schematizzati all'azione erosiva lineare ed areale ad opera delle acque meteoriche sulle coltri d'alterazione e sulle unità di substrato. La natura argilloso-limosa di suddette coltri limita i processi d'infiltrazione delle acque alla sola porzione areata superficiale, predisponendo le condizioni per l'imbibizione delle porzioni pellicolari di terreno. Nei confronti della pericolosità geomorfologica sono state individuate le seguenti interferenze da parte dell'AdB territorialmente competente e di seguito riportate in tabella:

| Opera di progetto | Pericolosità Geomorfologica | Tipologia Dissesto | Stato |
|-------------------|--|----------------------------------|------------|
| Area Impianto | Pericolosità Geomorfologica Moderata (PG1) | Movimento Complesso | Quiescente |
| Cavidotto | Pericolosità Geomorfologica Moderata (PG1) | Movimento Complesso | Quiescente |
| Cavidotto | Pericolosità Geomorfologica Elevata (PG3) | Scorrimento rotazionale-traslato | Attivo |
| Cavidotto | Pericolosità Geomorfologica Media (PG2) | Aree a Franosità Diffusa | Attivo |

Il comportamento sismico dei terreni è stato analizzato attraverso un'attenta consultazione bibliografica, la quale ha permesso di collocare i terreni oggetto del presente studio in Categoria Sismica B.

Categoria di Suolo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente comprese tra 360 m/s e 800 m/s. Si rimanda ad ogni modo alle successive fasi progettuali per l'esecuzione di opportune indagini sismiche (e.g. HVSr, MASW) per la caratterizzazione sismica del sottosuolo.

Sulla scorta di quanto appena esposto si esprime parere favorevole alla fattibilità dell'intervento a condizione che si ottemperi alle seguenti condizioni e prescrizioni:

- Al fine di garantire un corretto assetto idrogeologico in corrispondenza delle interferenze con le perimetrazioni a pericolosità geomorfologica PG1 e PG2, l'intera area d'impianto ed il settore interessato dal tracciato di cavidotto andranno dotati di opportuni sistemi di regimazione e smaltimento delle acque superficiali con lo scopo di preservare le condizioni drenate dei terreni, impedendo la saturazione degli strati superficiali ed il conseguente degrado delle loro caratteristiche meccaniche, contribuendo favorevolmente alla stabilità generale del pendio.
- Ai sensi delle NTC 2018, dovrà essere effettuata una verifica di stabilità globale del versante in corrispondenza delle interferenze riportate in tabella e che interessano il tracciato del cavidotto interrato. In riferimento a ciò, sarà necessario identificare le unità litotecniche in un ambito di versante significativo ed individuare tutte le potenziali superfici di rottura connesse al



RELAZIONE GEOLOGICA

| | |
|----------------|--------------------|
| CODICE | FV.MNR02.PD.A.02.1 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 04/2022 |
| PAGINA | 36 di 36 |

meccanismo di dissesto nel tratto individuato. Per ottemperare alle suddette prescrizioni normative, alla verifica di stabilità seguiranno opportune ipotesi di interventi di mitigazione.