

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI PALERMO
COMUNE DI MONREALE

LOCALITÀ MALVELLO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 35,94 MW E POTENZA DI IMMISSIONE 33,13 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Nome file stampa:

FV.MNR03.PD.A.02.pdf

Codifica Regionale:

RS06REL0004A0

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.MNR03.PD.A.02

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 2 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647311006



E-WAY 2 S.R.L
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
S.F.P.Iva 16647311006
PEC: e-way2srl@legalmail.it

Progettista:

E-WAY 2 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647311006



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.MNR03.PD.A.02	00	08/2023	A. Cauceglia	A. Bottone	A. Bottone

E-WAY 2 S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way2srl@legalmail.it tel. +39 0694414500



RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	1 di 36

INDICE

1. PREMESSA.....	6
2. INTRODUZIONE	7
3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO-TERRITORIALE.....	8
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	10
4.1 Sintesi metodologica per la caratterizzazione geologica e litostratigrafica dell'area parco ai fini della risoluzione Modello Geologico di Riferimento (MGR) ai sensi delle NTC 2018 §6.2.1	10
4.2 Inquadramento Geologico-Strutturale regionale	11
4.3 Geologia dell'area di intervento.....	13
5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	16
5.1 Pericolosità geomorfologica	18
5.2 Unità litotecniche	22
6. CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA	23
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA AREA	25
6.1 Normativa Vigente	25
6.2 Sismicità Storica Comune di Monreale	25
6.3 Accelerazione orizzontale massima attesa a_g	27
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	31
8. GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA	34

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento area di progetto su ortofoto.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 - Inquadramento area di progetto su IGM (1:25.000)</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4- Diagramma sismicità storica Comune di Monreale (PA) – Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)</i>	<i>26</i>
<i>Figura 5- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1 (Fonte: INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1)</i>	<i>27</i>
<i>Figura 6- Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) Progetto Esse1</i>	<i>28</i>
<i>Figura 7- Database of Seismogenic Sources (DISS v.3); il cerchio rosso indica l'ubicazione dell'area di progetto.....</i>	<i>29</i>



RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	4 di 36

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 - Riferimenti catastali area di progetto.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 2- Coordinate geografiche area di progetto.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 3 - Sintesi interferenze con aree perimetrare dall'Autorità di Bacino della Regione Siciliana</i>	<i>20</i>
<i>Tabella 4 - Complessi Idrogeologici interferenti con le opere di progetto</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 5- Sismicità Storica Comune di Monreale (PA). Fonte: Database Macrosismico Italiano DBMI15 v3.0 con finestra temporale 1000-2020</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 6- Spettri a pericolosità uniforme (UHS)- Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) Progetto Esse1</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 7- Categoria Suoli di Fondazione</i>	<i>30</i>
<i>Tabella 8- Tabella Categoria Topografica.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabella 9- Posizione spaziale del sito</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 10- Stati limite considerati per l'opera in progetto</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 11- Tabella coefficienti di amplificazione.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 12- Parametri Sismici.....</i>	<i>33</i>



RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	6 di 36

1. PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agro-fotovoltaico, sito in Monreale (PA), località Malvello.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 35,94 MW e una potenza nominale di 33,13 MW e presenta la seguente configurazione:

1. Un generatore fotovoltaico suddiviso in 9 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura;
4. Elettrodotto interno in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Elettrodotto esterno a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN a 220/36 kV in doppia sbarra da collegare in entra – esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico – Ciminna".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 2 S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00186 Roma (RM), P.IVA 16647311006

2. INTRODUZIONE

La presente relazione analizza l'area d'installazione di un impianto fotovoltaico costituito da una potenza nominale di 33,13 MW da ubicare nel comune di Monreale, in località Malvello. Con riferimento al suddetto intervento progettuale la presente relazione è stata redatta principalmente con lo scopo di ricostruire i principali caratteri geologici e geomorfologici, 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 per i successivi livelli di progettazione. Di seguito l'ubicazione su ortofoto dell'area d'intervento:

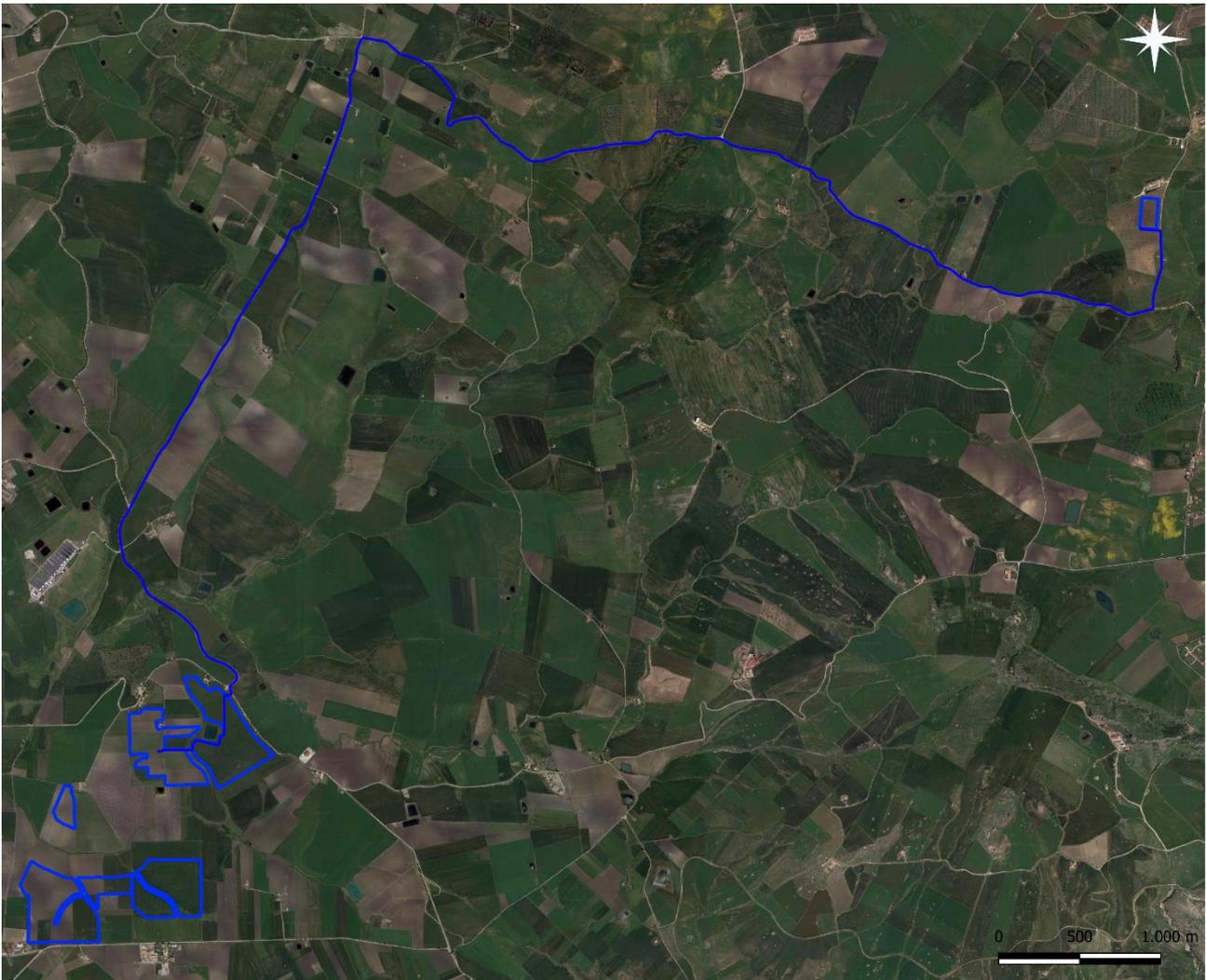


Figura 1 - Inquadramento area di progetto su ortofoto

**RELAZIONE GEOLOGICA**

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	9 di 36

Tabella 1 - Riferimenti catastali area di progetto

Comune	Foglio	Particella
Monreale, località Malvello	167	2-43-46-60-129-130-139-145- 146-148-149-150-151-153-155- 156-187-188-189-197-223-225- 305-306-307-308-309-361-418- 421-422-524-525-528-529-532- 557-558-559-560-563-564-565- 566-599-600-601
	168	186-190-191-269

Tabella 2- Coordinate geografiche area di progetto

Coordinate (WGS-84)	
Latitudine	37.872516°
Longitudine	13.230897°
Quota media	320 m.s.l.m

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	10 di 36

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 Sintesi metodologica per la caratterizzazione geologica e litostratigrafica dell'area parco ai fini della risoluzione Modello Geologico di Riferimento (MGR) ai sensi delle NTC 2018 §6.2.1

Le Norme tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii, raccolgono in un unico organico testo le norme prima distribuite in diversi decreti ministeriali.

In funzione del tipo di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera da realizzare, il modello geologico di riferimento deve essere sviluppato in maniera tale da fornire elementi di riferimento per inquadrare eventuali criticità sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico. Le scelte progettuali devono tener conto, infatti, oltre che delle prestazioni attese delle opere, anche dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.

In riferimento alla modellazione geologica di riferimento ai sensi delle NTC 2018 di cui al §6.2.1 la norma recita testualmente:

<<Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici... La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.>>

In aggiunta, lo studio volto alla caratterizzazione geologica contempla inoltre *<< l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche>>*

Per ciò che concerne la ricostruzione dei caratteri litostratigrafici e strutturali dell'area in esame è stato

considerato il Progetto di Cartografia Geologica (Progetto CARG) in scala 1:50.000, ed in particolare il Foglio N°607- Corleone

4.2 Inquadramento Geologico-Strutturale regionale

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 palinspastiche 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. Trapanesi** 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.

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	12 di 36

Il dominio Numidico e Trapanese è stato interessato dalla tettonica appenninica a partire dalla fine dell'Oligocene; quest'ultima 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 sintettoniche, riferibili a bacini di *thrust-top*, anch'essi deformati. I depositi sin-tettonici di copertura alle U.S.S hanno un trend di messa in posto (NNW-SSE, E-W) correlabile alle strutture tettoniche compressive presenti nell'area.

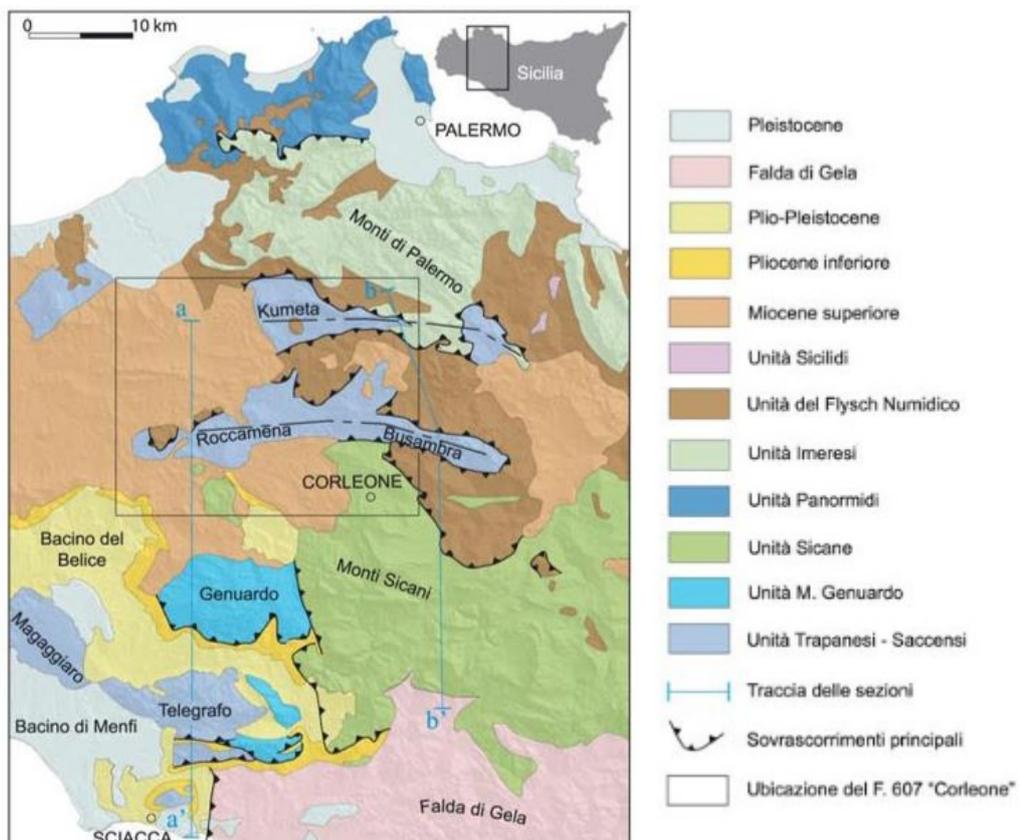


Figura 3 - Schema tettonico-strutturale dell'area oggetto di studio (Fonte: CARG- Foglio N°162- Corleone)

4.3 Geologia dell'area di intervento

L'area di progetto si colloca in area cartografata e riportata nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000

(Progetto CARG) e ricade nel Foglio N°162 – CORLEONE:

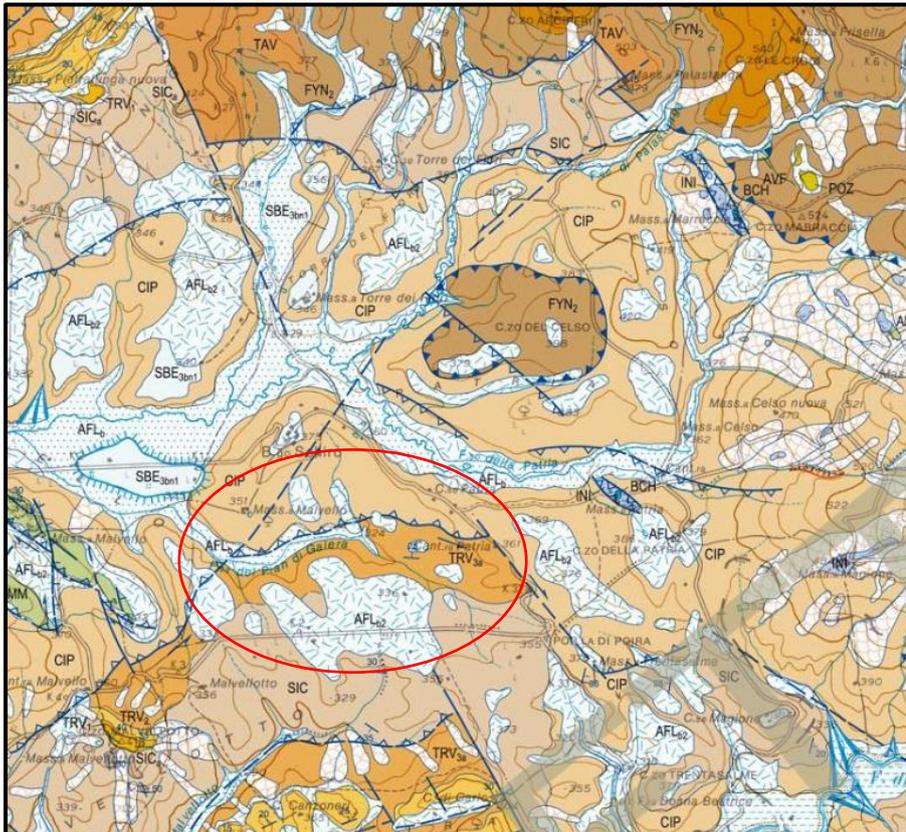
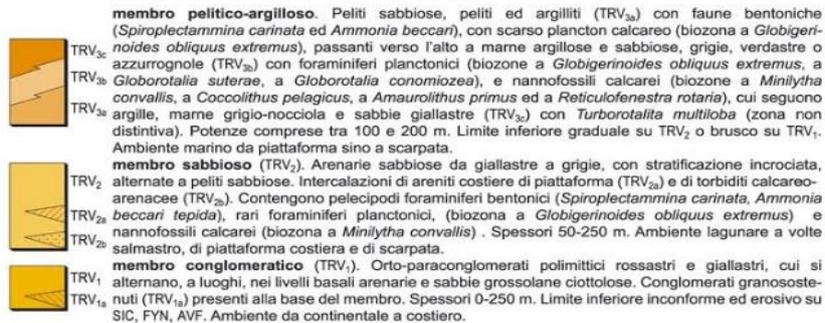


Figura 4- Stralcio Foglio N°162-CORLEONE (CARG)

- SINTEMA DI CAPO PLAIA**
 Depositi di frana (AFL₁), detriti di falda attuali ed accumuli di materiali eterometrici di spessore variabile (AFL₂), fluviali di fondovalle (AFL₃), colluviali (AFL_{3c}), detriti (AFL₄). Limite inferiore, una superficie di erosione post-glaciale incisa sui terreni più antichi; limite superiore, attuale superficie topografica marcata da suoli. E' databile all'intervallo temporale compreso tra la fine dell'espansione glaciale (15 ka) e l'attuale.
 PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE
- FORMAZIONE CASTELLANA SICULA**
 Argille giallo-rossastre e peliti sabbiose con rari foraminiferi planctonici (biozone a *Neogloboquadrina praetlantica* e a *Neogloboquadrina acostaensis*) e frequenti foraminiferi bentonici (*Ammonia inflata*, *Ephidium* spp.), con intercalazioni di arenarie e microconglomerati fangosostenuti generalmente sterili (SIC₂). Spessori 20-250 m. Limite inferiore discordante ed erosivo su AVF, CIP, FYN, TAV, EPI ed RCM. Ambiente di piattaforma esterna e scarpata.
 SERRAVALLIANO SUPERIORE - TORTONIANO INFERIORE
- SUCCESSIONE DELLA PIATTAFORMA CARBONATICA E CARBONATICO-PELAGICA TRAPANESE**
- MARNE DI SAN CIPIRELLO**
 Argille, marne argillose e sabbiose grigio-azzurrognole con foraminiferi planctonici (biozone MMI 6, MMI 7, MMI 8 (pars) e a *Neogloboquadrina acostaensis*) e con nannofossili calcarei (biozone MNN 6a e MNN 7a e a *Mirytilitha convallis*). Spessore massimo 180 m. Limite inferiore graduale su CCR, netto discordante (onlap) su AMM, BCH, INI. Ambiente pelagico ed emipelagico.
 SERRAVALLIANO - TORTONIANO INFERIORE

FORMAZIONE TERRAVECCHIA

Conglomerati, sabbie, peliti e marne. Potenze comprese tra 300 e 600 m. Ambiente deposizionale da paralicco-continentale a francamente marino. Limite inferiore inconforme a scala regionale.
TORTONIANO SUPERIORE - MESSINIANO INFERIORE



Il rilevamento geologico eseguito nell'area di progetto e suoi immediati dintorni ha permesso di cartografare e distinguere diverse unità litostratigrafiche di seguito riportate ed interferenti con l'area d'impianto ed il cavidotto di progetto:

- Depositi di versante ed eluvio-colluviale (Olocene) - ascrivibili al Sintema di Capo Plaia (AF_{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 (Progetto CARG). Le coperture eluvio-colluviali in corrispondenza dell'area di progetto derivano principalmente dal disfacimento del substrato pelitico-arenaceo e lo spessore è variabile.
- Formazione delle Marne di San Cipirello (CIP), Serravalliano-Tortoniano inferiore – costituita da argille, marne argillose e sabbiose con intercalazioni di arenarie e microconglomerati, 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.
Sui termini argillosi e argilloso-marnosi della Fm. di S.Cipirello presenti nella settore superiore dell'area su cui verrà installato l'impianto, poggiano in contatto tettonico i depositi silicoclastici della

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	15 di 36

Fm. di Terravecchia. Il contatto tra le due formazioni nell'area di progetto è sepolto al di sotto delle coltri eluvio-colluviali.

- 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. In corrispondenza dell'area di progetto, la Formazione di Castellana Sicula è ricoperta in discordanza dalla Fm. di Terravecchia (TRV1). Anche in questo caso il contatto tra le due formazioni è mascherato dalle coltri d'alterazione.
- Formazione di Terravecchia (Tortoniano superiore- Messiniano inferiore) – poggia in discordanza sui terreni della Formazione di San Cipirello e della Formazione di Castellana Sicula. Tale formazione è riferibile ai depositi terrigeni sintettonici di *thrust-top* depositati sulle unità deformate di catena. Nel Foglio Corleone sono stati cartografati tre diversi membri: un Membro Conglomeratico (TRV₁) – caratterizzato da conglomerati fluvio-deltizi con colorazioni dal rosso al giallastro alternati a livelli sabbiosi con ciottoli di natura silicea; un Membro Sabbioso (TRV₂) – caratterizzato da sabbie ed arenarie quarzose o clastico-carbonatiche in strati e banchi ed Membro Pelitico-Argilloso (TRV₃). All'interno di questo ultimo è stata distinta una litofacies pelitico-sabbiosa (TRV_{3A}), una litofacies argilloso-marnosa (TRV_{3B}) ed una litofacies marnoso-sabbiosa (TRV_{3C}). La litofacies TRV_{3A} è caratterizzata da peliti sabbiose, peliti ed argilliti passanti gradualmente verso l'alto ad una successione di marne argillose e sabbie grigio-azzurre (TRV_{3B}), quest'ultime passanti lateralmente a marne sabbiose ricche in pirite e gesso (TRV_{3C}). In corrispondenza dell'area di progetto affiora il solo membro pelitico-argilloso (TRV₃).
- Formazione del Flysch Numidico -FYN (Oligocene sup. Miocene inf.), a cui appartengono una serie di depositi con facies torbiditiche e caratterizzata nel complesso da peliti e peliti argillose con sottili intercalazioni arenacee e biocalcarenitiche e megabrecce carbonatiche, passanti in discordanza a marne, peliti ed arenarie quarzose con glauconite. A causa dell'elevato disturbo tettonico le giaciture non risultano ben preservate e talora i limiti tra i diversi membri della Fm. Flysch Numidico sono difficili da tracciare. Tuttavia, in corrispondenza del cavodotto di progetto è stato individuato sia il membro di Portella Colla (FYN₂), costituito da peliti e peliti argillose manganesifere con intercalazioni di banchi di siltiti e arenarie quarzose, che il membro di Geraci Siculo (FYN₅) costituito da banchi quarzarenitici ed arenarie giallastre con intercalazioni argillitiche ed argillo-sabbiose di vario spessore.

5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio in esame 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 spiccatamente meandriforme, incidendo principalmente litologie argilloso-marnose. Il sito nel complesso raggiunge quote non superiori ai 500 m.s.l.m. ed esibisce morfologie collinari con pendii ad acclività bassa e lineamenti fortemente influenzati dalla natura dei terreni affioranti: i termini argillosi (riferibili alla presenza del membro pelitico-argilloso della Fm. di Terravecchia, la Fm. di Castellana Sicula e la Fm. delle Marne di San Cipirello) cartografati nell'areale oggetto di studio sono infatti altamente suscettibili a processi di erosione subaerea, creando di conseguenza morfologie ondulate e pendenze poco accentuate e comprese tra 0° e 6°, così come visibile dalla carta delle pendenze in Fig.5.

Nei terreni argilloso-marnosi la dinamica evolutiva è principalmente da riferirsi a processi denudazionali causati allo smantellamento delle porzioni tenere di substrato, sia ad opera delle acque ruscellanti che di quelle incanalate. Ciò favorisce la formazione ed il relativo inspessimento delle coltri eluvio-colluviali che - laddove associate ad acclività maggiori ed a fenomeni piovosi intensi – possono essere passibili di fenomenologie gravitative. Generalmente il carattere impermeabile di suddette litologie limita i processi d'infiltrazione, creando pertanto le condizioni necessarie per l'imbibizione delle porzioni pellicolari di terreno, e favorendone quindi la loro eventuale fluidificazione.

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. Il tracciato idrografico è tale da assumere direzioni preferenziali, verosimilmente ereditate dai principali lineamenti tettonici locali connessi alle fasi di compressione appenninica.

Non sono state identificate in corrispondenza dell'area d'impianto forme di erosione lineare ed areale connesse all'azione modellatrice delle acque. Le basse pendenze infatti inibiscono l'azione erosiva delle stesse, limitando i processi di degradazione meteorica.

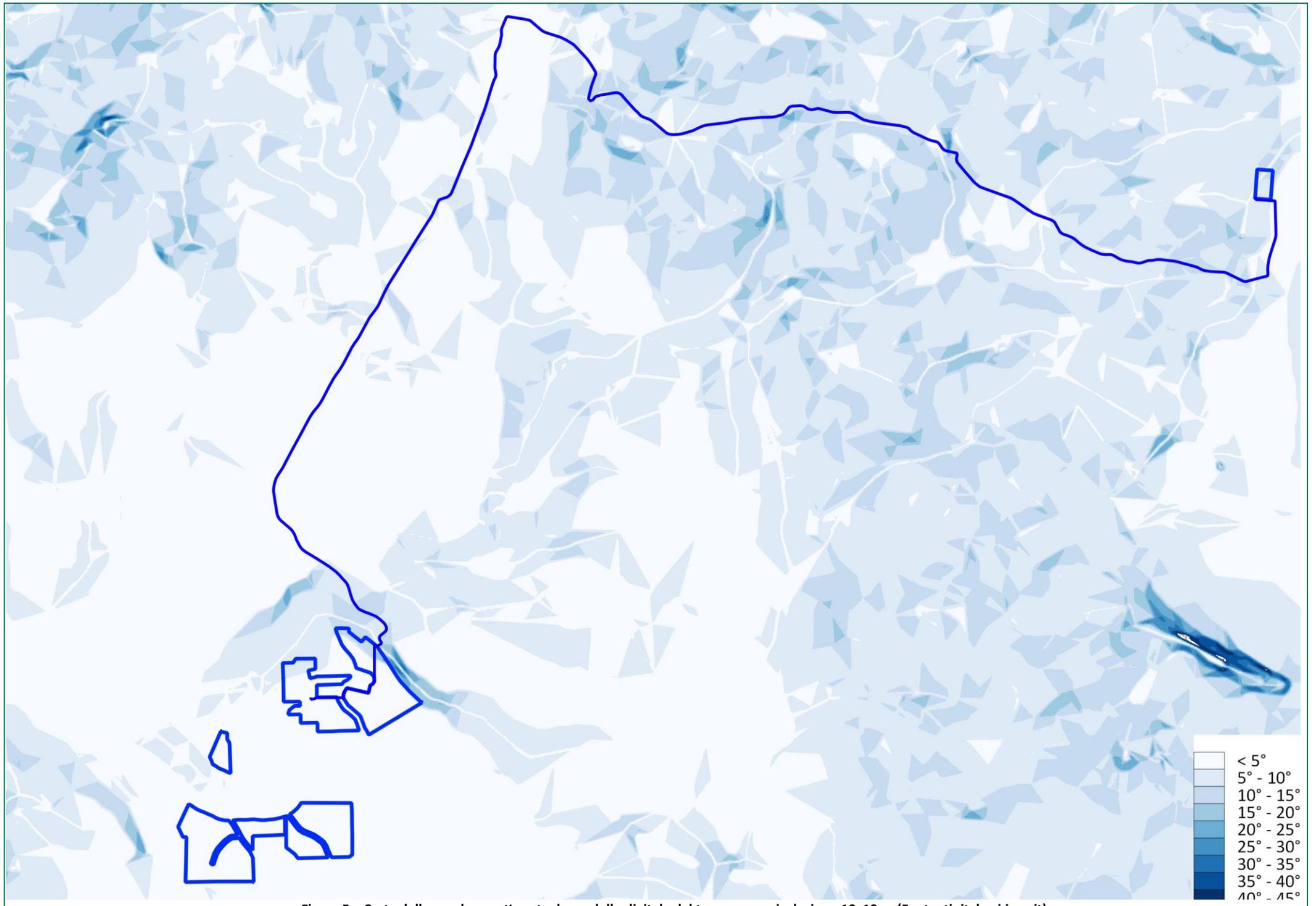


Figura 5 – Carta delle pendenze ottenuta da modello digitale del terreno con risoluzione 10x10 m (Fonte: tinality.pi.ingv.it)

5.1 Pericolosità geomorfologica

Il sito indagato ricade nei piani stralcio per l'assetto idrogeologico **dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia**.

Dalla consultazione della cartografia rilasciata dal PAI dell'AdB competente è emerso che parte del tracciato di cavidotto interferisce con un'area a Pericolosità Geomorfologica Moderata (P1). Dall'incrocio tra la cartografia IFFI con le perimetrazioni del PAI, la perimetrazione in oggetto è ascrivibile ad un'area interessata da un movimento complesso (ID Dissesto: 057-SMO-170) quiescente. I movimenti "complessi" non sono riconducibili ad un'unica categoria, bensì ad una combinazione di queste. Nella fattispecie, la porzione interessata dal dissesto si caratterizza per la presenza del membro pelitico del Flysch Numidico su una porzione di versante avente pendenza pari a 11°. 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 si specifica che il cavidotto si attesterà su viabilità esistente in corrispondenza della sopracitata interferenza - e data l'entità ridotta dell'opera e la superficialità dell'intervento (lo scavo massimo per la posa del cavidotto avrà un ingombro di 1m di larghezza per 1.20 m di profondità), e poiché il passaggio avviene per tale condizione sempre su viabilità esistente, non si prevedono incrementi delle condizioni di rischio, e pertanto l'opera risulta compatibile con le prescrizioni dell'ADB competente. 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. 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-traslato 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 connessa all'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

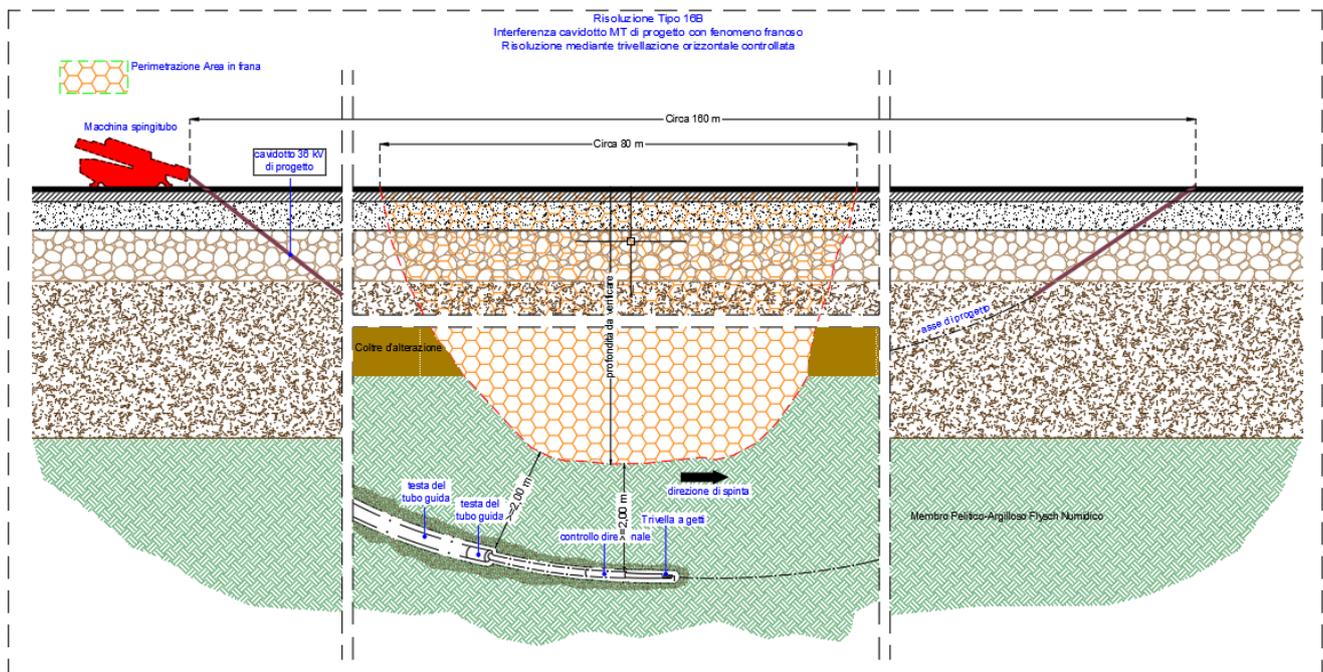


Figura 6 - Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) per l'interferenza con area a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PG3)

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

E-WAY 2 S.R.L. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

*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 distinguendo quelle - le cui caratteristiche meccaniche - predispongono le condizioni per una loro eventuale mobilizzazione.*

In Figura 7 seguenti sono riportate le interferenze tra il cavidotto di progetto e le perimetrazioni delle aree a pericolosità geomorfologica censite dal PAI. In Tabella 3 è riportata una schematizzazione delle frane sopracitate.

Tabella 3 - Sintesi interferenze con aree perimetrate dall'Autorità di Bacino della Regione Siciliana

Opere di progetto	Pericolosità Geomorfologica	Tipologia Dissesto	Stato
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

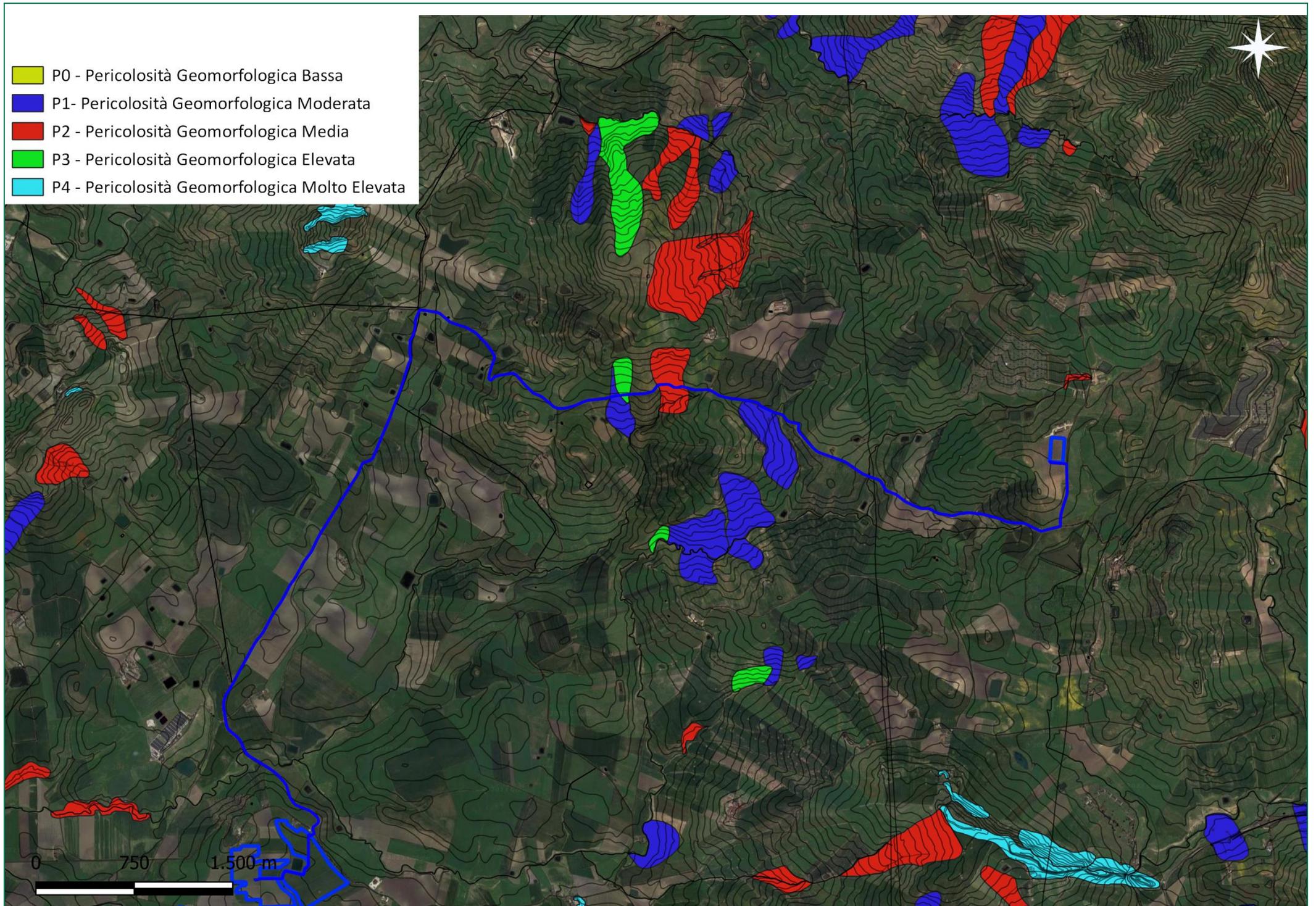


Figura 7 – Interferenze cavidotto di progetto con le perimetrazioni del PAI dell'Autorità di Bacino della Regione Sicilia

5.2 Unità litotecniche

Considerando l'Allegato D della Circolare n.28807 del 20/06/2014 "Guida schematica alla definizione di unità litotecniche del substrato e delle coperture" sono state identificate le unità caratterizzate da un comportamento meccanico omogeneo. Le unità litotecniche possono essere suddivise in due distinte macrocategorie: Unità Litotecnica del **Substrato** e della **Copertura**. All'interno di tali macrocategorie esistono tutta una serie di distinzioni costruite sulla base della natura litologica, granulometrica e proprietà tecniche delle unità litostratigrafiche, consultabili nell'allegato.

Nella fattispecie dell'areale di progetto possono essere distinte tre principali unità litotecniche:

- **U.L.1.B4:** Unità litotecnica di substrato caratterizzata da successioni strutturalmente ordinate e caratterizzate da alternanze ordinate di livelli pelitici e livelli lapidei. La componente pelitica è maggiore del 75%.
- **U.L.1.B2:** Unità litotecnica di substrato caratterizzata da alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici con componente lapidea >75%.
- **U.L.2.H1C:** Unità dei terreni di copertura a grana fine e finissima caratterizzata da limi argillosi inglobanti frammenti lapidei spigolosi o arrotondati
- **U.L.2.G2C:** Unità dei terreni di copertura a grana medio fine con sabbie limose e limi sabbiosi inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati

Nella seguente tabella è riportata una correlazione tra le unità litotecniche identificate con le unità litostratigrafiche interessate dall'installazione delle opere di progetto.

Unità Litotecnica	Unità Litostratigrafica	Opera di progetto
U.L.1.B4	Fm. Marne di San Cipirello – Formazione di Castellana Sicula- Fm. di Terravecchia	Area impianto – Cavidotto di progetto
U.L.1.B2	Litofacies arenacea Flysch Numidico	Cavidotto di progetto
U.L.1.H1C	Coltre eluvio-colluviale	Area impianto
U.L.1.G2C	Depositi alluvionali	Cavidotto di progetto

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	23 di 36

6. CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA

L'assetto geologico-strutturale dell'area di progetto si riflette nell'attuale situazione idrogeologica. La circolazione idrica sotterranea, essendo strettamente legata alle litologie affioranti può essere sostanzialmente schematizzata – considerando un ambito idrogeologico significativo – come segue:

- Rocce e/o terreni a permeabilità da media ad elevata per porosità e fratturazione - riferibili alle unità litoidi del Flysch Numidico a permeabilità da media ad alta per porosità - nel caso del membro sabbioso della Fm. di Terravecchia - e fratturazione laddove prevale la componente arenaceo-conglomeratica. I valori di permeabilità sono compresi tra 10^{-7} m/s $< k >$ 10^{-2} m/s pur risultando comunque variabili in funzione del grado di fratturazione ed alterazione.
- Rocce e/o terreni a permeabilità da media a bassa- riferibili alle unità terrigene della Fm. di Castellana Sicula e alle Marne di San Cipirello. Data la natura marnoso-argillosa di tali unità, i valori di permeabilità risultano essere piuttosto bassi, ricadendo in un range variabile dai $1 \cdot 10^{-7}$ ad $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Nei confronti della circolazione idrica sotterranea, le litologie marnoso-argillose della Fm. di Castellana Sicula e delle Marne di San Cipirello fungono essenzialmente da acquiclude, tamponando le unità a permeabilità maggiore ascrivibili al membro arenaceo-conglomeratico della Fm. di Terravecchia.

Nella fattispecie le opere di progetto interessano le litofacies pelitico-argillose dei termini flyscioidi (Flysch Numidico) e le unità marnoso-argillose delle unità Trapanesi (Fm. di Castellana Sicula, Fm. delle Marne di San Cipirello) oltre che le unità sinorogeniche (litofacies argilloso pelitica della Fm. di Terravecchia), le quali possono essere considerate omogenee dal punto di vista idrogeologico, tanto da essere raggruppate in uno stesso **complesso idrogeologico** denominato **pelitico-argilloso**. Il grado e il tipo di permeabilità variano generalmente da strato a strato, tuttavia la presenza di interstrati pelitici conferiscono 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**.

La litofacies arenacea del Flysch Numidico costituisce 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: e' possibile pertanto la presenza di acquiferi nei corpi arenacei del Flysch numidico, pur essendo presenti interstrati pelitici che fungono da livelli impermeabili.

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.

In tal senso risulta comunque opportuno specificare che nonostante il carattere impermeabile dei terreni su cui verrà installato l'impianto, le porzioni alterate dei termini argilloso-marnosi unitamente alle coltri eluvio-colluviali possono essere sede di circolazione idrica sub-superficiale, qualora dotate di permeabilità secondaria. Di conseguenza, nei periodi piovosi è probabile l'instaurarsi di manifestazioni idriche superficiali con formazione di falde sospese non permanenti. Nella tabella seguente è riportata una schematizzazione dei complessi idrogeologici individuati rispetto le opere oggetto del presente studio.

Tabella 4 - Complessi Idrogeologici interferenti con le opere di progetto

Complesso Idrogeologico (C.I.)	Permeabilità (K)	Opera di progetto
C.I. Pelitico-Argilloso	$10^{-7} - 10^{-9}$	Area impianto – Cavidotto di progetto
C.I. Arenaceo	$10^{-7} - 10^{-5}$	Cavidotto di progetto
C.I. Alluvionale	$10^{-5} - 10^{-2}$	Cavidotto di progetto

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	25 di 36

7. 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

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	

Tabella 5- Sismicità Storica Comune di Monreale (PA). Fonte: Database Macrosismico Italiano DBMI15 v3.0 con finestra temporale 1000-2020

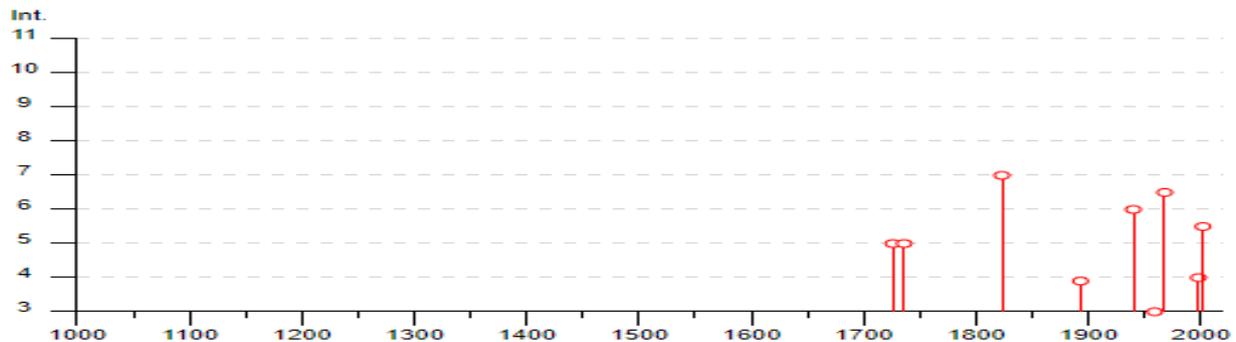


Figura 3- Diagramma sismicità storica Comune di Monreale (PA) – Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	27 di 36

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 (Fig.13).

Per ogni singolo nodo della griglia in Fig.7 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:

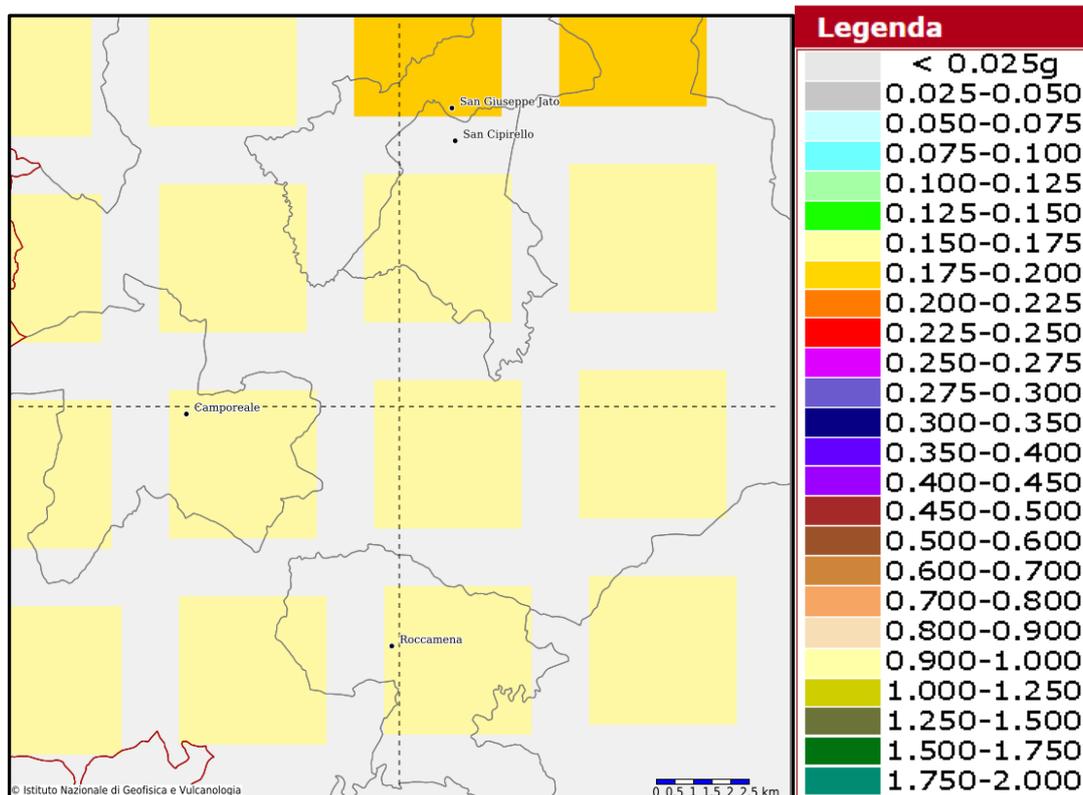


Figura 4- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1 (Fonte: INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1)

Tabella 6- Spettri a pericolosità uniforme (UHS)- Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) Progetto Esse1

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	28 di 36

PoE in 50 anni	Accelerazione (g)											
	Periodo (g)											
	0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	
2%	0.306	0.636	0.794	0.842	0.770	0.675	0.520	0.326	0.235	0.139	0.099	
5%	0.217	0.459	0.569	0.566	0.537	0.434	0.344	0.213	0.151	0.092	0.067	
10%	0.163	0.342	0.419	0.410	0.384	0.304	0.240	0.148	0.105	0.063	0.047	
22%	0.113	0.236	0.282	0.274	0.249	0.196	0.153	0.093	0.067	0.038	0.027	
30%	0.095	0.201	0.236	0.229	0.207	0.161	0.126	0.076	0.052	0.029	0.020	
39%	0.081	0.173	0.200	0.194	0.172	0.134	0.105	0.060	0.040	0.023	0.015	
50%	0.068	0.147	0.167	0.162	0.143	0.110	0.084	0.046	0.030	0.017	0.010	
63%	0.055	0.122	0.137	0.132	0.114	0.089	0.063	0.034	0.022	0.011	0.007	
81%	0.049	0.089	0.100	0.097	0.082	0.059	0.042	0.019	0.000	0.000	0.000	

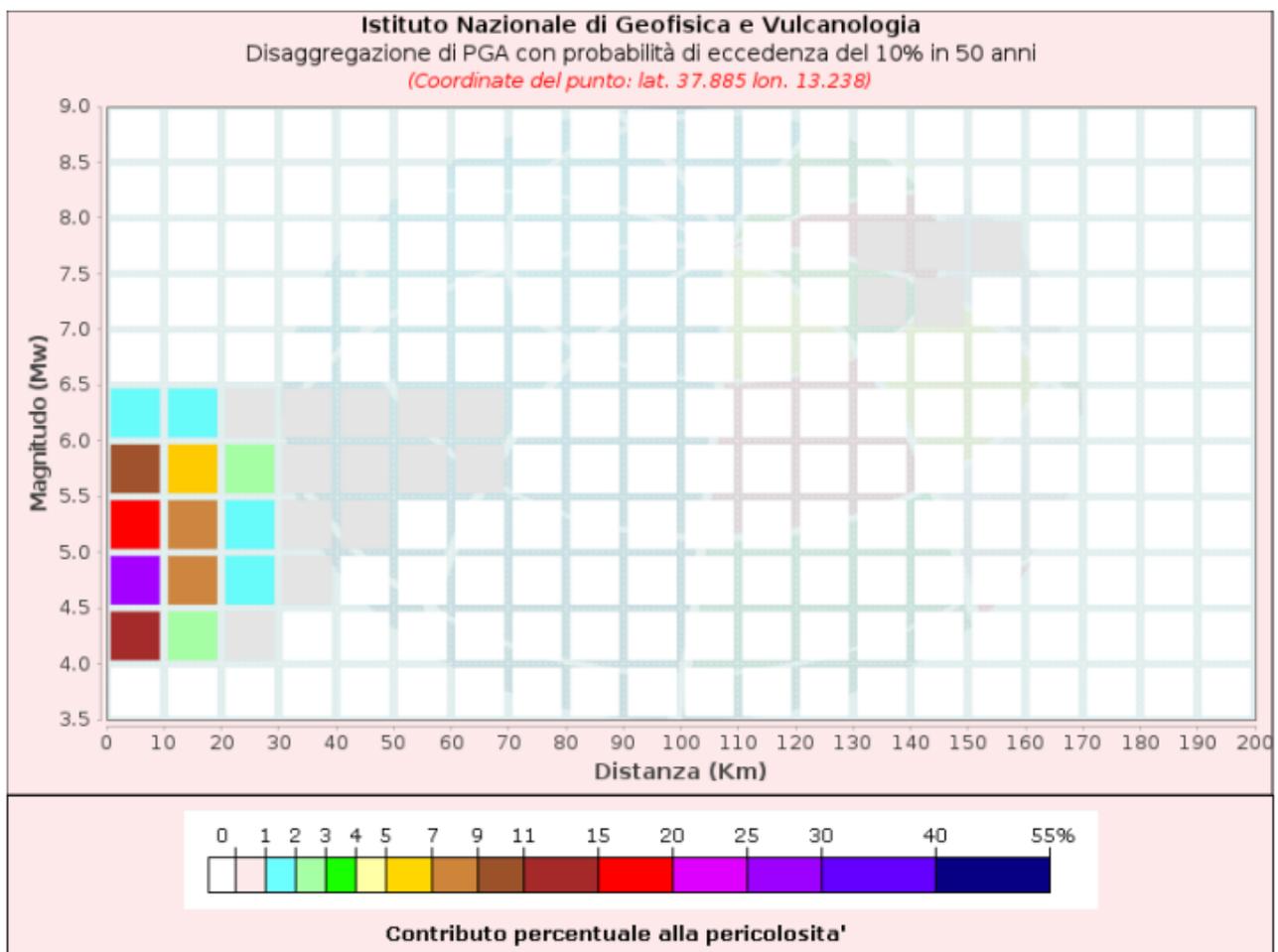


Figura 5- Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) Progetto Esse1

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 composta (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 composta di Monte Magaggiaro-Pizzo Telegrafo (DISS.ID: ITCS120), la cui cinematica risulta simile alla precedente.

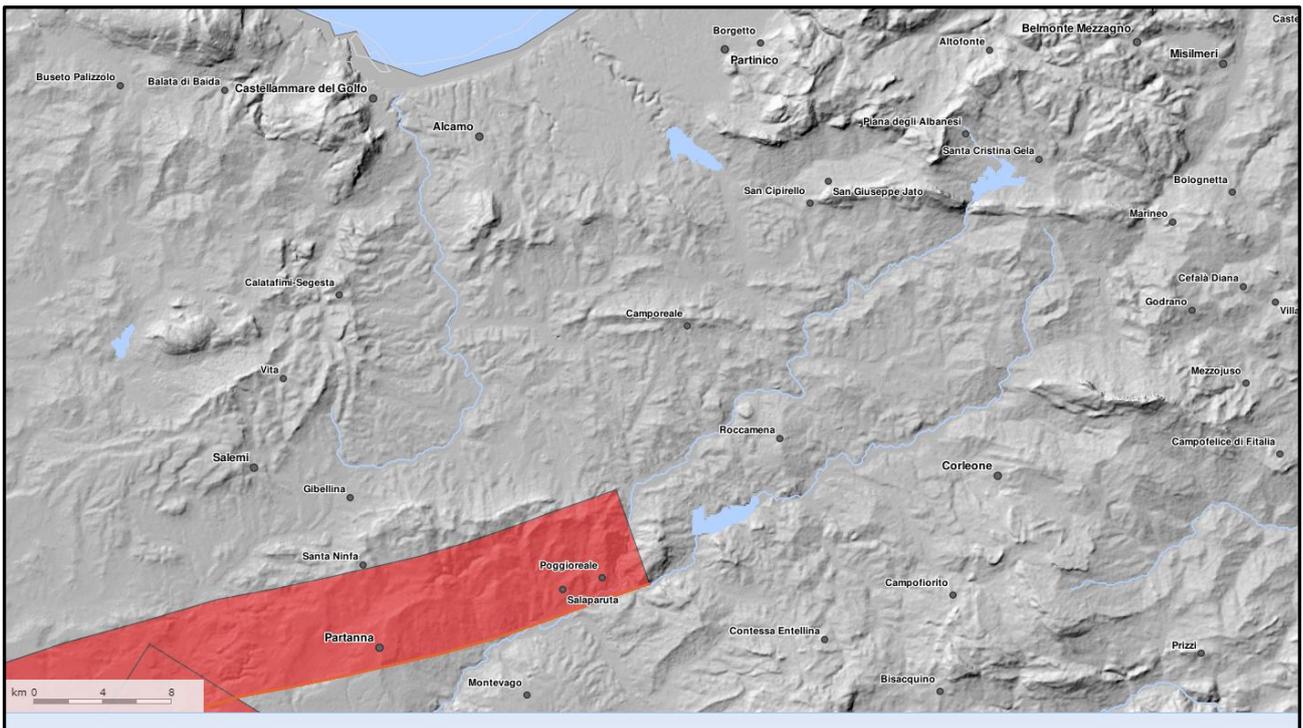


Figura 6- Database of Seismogenic Sources (DISS v.3); il cerchio rosso indica l'ubicazione dell'area di progetto.

6.5 Categoria Sismica 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 in cinque categorie definite nella Tab. 3.2.II, distinte in cinque categorie principali sulla base del parametro V_{seq} , NSPT o C_u .

Tabella 7- 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 fine 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 fine 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 definitiva 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 8- Tabella 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 9- 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 10- 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 11- Tabella 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

**RELAZIONE GEOLOGICA**

CODICE

FV.MNR03.PD.A.02

REVISIONE n.

00

DATA REVISIONE

08/2023

PAGINA

33 di 36

Tabella 12- 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

CODICE	FV.MNR03.PD.A.02
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	08/2023
PAGINA	34 di 36

8. 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 con potenza di picco pari a 35,94 MW e potenza nominale di 33,13 MW.

Al fine di permettere agli organi competenti di formulare un accurato parere e quindi una corretta valutazione ed interpretazione delle problematiche riguardanti l'area d'intervento, sono state redatte dallo scrivente degli elaborati cartografici relativi all'individuazione perimetrale dell'area di sedime delle opere in progetto così riassumibili:

- 1- Carta Geologica in scala 1:10.000
- 2- Carta Geomorfologica in scala 1:10.000
- 3- Carta Idrogeologica in scala 1:10.000

L'intera area del parco presenta morfologie influenzate dal contesto litologico e geologico-strutturale, variabili ereditate dalle fasi deformative e deposizionali della tettonica appenninica. La presenza di litologie di natura argilloso-marnosa rilevate nel sito ha originato un territorio collinare con scarse pendenze, nel quale si rinvencono localmente alti morfologici da riferirsi alla presenza delle unità lapidee affioranti. Le morfologie più dolci, riferibili alla presenza di litofacies argilloso-marnose e sede dell'impianto oggetto del presente studio, e più suscettibili ai processi di morfoselezione sono ascrivibili alla presenza della Fm. delle Marne di S.Cipirello ed alla Fm. di Castellana Sicula. Quest'ultime 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. Nonostante ciò, sarà comunque necessaria la modellazione geotecnica definitiva 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).

Da un'attenta consultazione cartografica e dai rilievi effettuati è emerso che i processi morfogenetici nell'areale di progetto possono essere schematizzati alla sola eventuale azione erosiva lineare ed areale ad opera delle acque meteoriche sulle coltri eluvio-colluviali. Tuttavia, dal rilievo in sito non sono state identificati fenomeni erosivi incipienti.

E-WAY 2 S.R.L. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

La presenza di coltri di natura argilloso-limosa limita i processi d'infiltrazione delle acque alla sola porzione areata superficiale, creando le condizioni necessarie per l'imbibizione delle porzioni pellicolari di terreno. A tal proposito, si suggerisce l'installazione di cunette drenanti scavate nel terreno, interventi tali da garantire il convoglio delle acque e la conseguente riduzione del deflusso idrico superficiale e/o eventuali episodi di ristagno. Risulta ad ogni modo opportuno specificare che l'infissione dei pannelli non determinerà una variazione sostanziale del regime delle acque, né tantomeno aumenti consistenti di carico tali da mutare le naturali condizioni di drenaggio; fattori questi che contribuiscono all'aumento degli sforzi tangenziali mobilitati nelle coltri d'alterazione.

Nei confronti della pericolosità geomorfologica sono state individuate interferenze da parte dell'AdB territorialmente competente con il tracciato di cavidotto di progetto. Il tratto di cavidotto interferente con l'area a Pericolosità Geomorfologica Elevata (P3) sarà risolto mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), bypassando tutte le potenziali superfici di rottura responsabili dell'area in dissesto considerata. Per le interferenze tra il cavidotto di progetto con le aree a pericolosità geomorfologica moderata (P1) e media (P2) non si prevedono incrementi delle condizioni di rischio in quanto lo stesso si attesterà su viabilità esistente e – data l'entità ridotta dell'opera – la realizzazione dello stesso non determinerà una variazione sostanziale del regime delle acque, né tantomeno aumenti di carico e/o mutamenti delle condizioni di drenaggio tali da contribuire all'accentuazione dei fenomeni di dissesto.

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.*

Sulla scorta di quanto appena esposto si esprime un parere favorevole alla fattibilità dell'intervento di progetto non essendo presenti particolari limitazioni da un punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologici.