



REGIONE SICILIANA
Libero consorzio dei comuni di Enna
COMUNE DI PIAZZA ARMERINA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "PIAZZA ARMERINA 1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 65.677 kWp E POTENZA DI IMMISSIONE 53.500 kW E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE NEL COMUNE DI PIAZZA ARMERINA (EN)

COMMITTENTE:



Iberdrola Renovables Italia S.p.A.

Sede Legale Piazzale dell'Industria n. 40
ROMA (RM) CAP 00144
CF/P.IVA 06977481008

SVILUPPATORE:



Fabroen s.r.l

Sede legale Via Brunetto Latini n. 11
Palermo (PA) CAP 90141
CF/P.IVA 05052720827
Legale rappresentante
Avv. Fabrizio Romeo



PROCEDIMENTO AUTORIZZATIVO ART. 12 D.LGS N° 387 DEL 2003 – V.I.A. (VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE) ART. 23 E ART. 27 BIS DEL D.LGS. 152/2006 E SS.MM.II.

RELAZIONE GEOLOGICA

Data	Formato	Scala	Codice Elaborato	Codice Terna	Livello di progettazione	REV.	Visto:
Dicembre 2023			RS06REL0017A0	202202304	Definitiva	0	

STRUTTURA DI PROGETTAZIONE	COMMITTENTE	Iberdrola Renovables Italia S.p.A. 	REDAZIONE	Dr. Arch. Calogero Morreale 
	REDAZIONE	Dr. Geol. Francesco La Mendola 	REDAZIONE	Dr. Agr. Salvatore Puleri
	REDAZIONE	Ing. El. Giuseppe Lo Presti 	REDAZIONE	Arch. P.P. Alessandro Terrana

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Sommario

PREMESSA	3
1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	8
2. FASI OPERATIVE	8
3. INQUADRAMENTI	9
3.1 INQUADRAMENTO CATASTALE.....	9
3.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE	10
3.3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE DUE AREE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	15
3.2.1 Area 1 - Area Nord (Foglio 84 Part. 30 – Foglio 43 part.3).....	15
3.2.2 Area 2 – Area Sud - Foglio 84 partt. 153-115 Foglio 43 part. 9.....	16
3.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE RISPETTO AL P.A.I. SICILIA	18
3.3.1 Area 1 – Foglio 84 Part. 30 – Foglio 43 part.3.....	21
3.3.2 Area 2 –Foglio 84 partt. 153-115 Foglio 43 part. 9.....	21
3.3 INQUADRAMENTO CAVIDOTTO 36 KV.....	22
3.4 COMPATIBILITÀ RISPETTO AL P.A.I. DELLA REGIONE SICILIANA	23
3.5 INQUADRAMENTO CAVIDOTTO NELL'ASSETTO GEOLOGICO GENERALE	23
4. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA GENERALE	25
4.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE DEI VERSANTI DEL BACINO DEL FIUME IMERA MERIDIONALE	26
4.2 DINAMICA GENERALE DEI VERSANTI DEL BACINO DEL FIUME IMERA MERIDIONALE	27
4.3 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA DELL'AREA INTERESSATA DAL PARCO FOTOVOLTAICO AI FINI DELLA "VERIFICA DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA"	28
4.3.1 GEOMORFOLOGIA AREA 1 – VERSANTE NW-N DI MONTE POLINO	29
4.3.2 GEOMORFOLOGIA AREA 2 – VERSANTE SUD MONTE POLINO	31
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE RISPETTO AL BACINO DEL FIUME IMERA MERIDIONALE (SALSO)	34
5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO RISPETTO AL TERRITORIO DI PIAZZA ARMERINA	34
5.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GENERALI DELL'AREA D'IMPIANTO (SETTORE MEDIO-ORIENTALE DEL BACINO DEL FIUME IMERA MERIDIONALE (SALSO))	36
5.3 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA AREA IMPIANTO: MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.....	38
5.3.1. Caratterizzazione geologico-stratigrafica Area 1	39

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

5.3.2. Caratterizzazione geologico-stratigrafica Area 2	39
6. IDROLOGIA E IDRAULICA DEL SITO	40
6.1 IDRAULICA DEL SITO	43
6.2. INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA	46
7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICO-SOTTERRANEA DELLA ZONA IMPIANTO ..	51
7.1 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICO-SOTTERRANEA DELLA ZONA IMPIANTO	51
7.2 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICO-SUPERFICIALE E IDROGRAFICA ZONA IMPIANTO	53
7.3 INTERFERENZE E COMPATIBILITÀ IDRAULICA TRA CAVIDOTTI INTERNI E RETE IDROGRAFICA NELL'AREA DI PROGETTO	54
7.4 CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI IN CLASSI DI PERMEABILITÀ	54
7.4.1 Idrogeologia sotterranea e idrografia Area 1	55
7.4.2 Idrogeologia sotterranea e idrografia Area 2	57
8. INVESTIGAZIONE GEOGNOSTICA/GEOFISICA DEL SITO: PIANO DELLE INDAGINI IN SITU ESPLETATE.....	59
8.1 CRITERI DI SCELTA, UBICAZIONE E DIMENSIONAMENTO DELL'INVESTIGAZIONE	59
8.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE IN SITU ESEGUITE.....	59
8.3 RISULTANZE INDAGINI IN SITU ESEGUITE: STRATIGRAFIA - MODELLAZIONE GEOTECNICA E SISMICA	60
8.3.1 Area 01 (Nord)– C.da Polino.....	60
8.3.2 Area 02 (Sud) – C.da Polino.....	63
8. INQUADRAMENTO RISPETTO ALLA ZONAZIONE SISMICA REGIONALE E NAZIONALE	68
8.1 RISCHIO SISMICO	74
8.2 RISPOSTA SISMICA	75
8.3 CLASSIFICAZIONE DEL SUOLO - AI SENSI DELLE NUOVE NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI (D.M. 14-01-2018).....	75
8.3.1 Categorizzazione sismica Area 1	76
8.3.2 Categorizzazione sismica Area 2	77
9. CONCLUSIONI	79

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO****PREMESSA**

A seguito di regolare incarico conferito dalla società committente Fabroen s.r.l., il sottoscritto **Dr. Geol. Francesco La Mendola**, con studio in Racalmuto (AG) nella contrada Arena Suffragio n.8, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 759, procedeva alla redazione del presente **Studio geologico-geomorfologico**, corredato dagli esiti delle **indagini geognostiche/geofisiche in situ e analisi di laboratorio**, a supporto del progetto di realizzazione di un campo agrivoltaico della potenza di 65,677 MW, da realizzarsi nel territorio del Comune di Piazza Armerina (EN)".

Dopo aver ottenuto l'approvazione alla S.T.M.G. da parte di Enel Terna, previa analisi di fattibilità redatta preliminarmente sui terreni di cui il committente ha avuto la disponibilità, nel presente livello di progettazione preliminare-definitiva è stata esperita la prima fase della campagna di indagini geognostiche/geofisiche necessaria per la caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica dei terreni, supportata dalle analisi chimiche sui campioni di suolo prelevati (indispensabile altresì per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo).

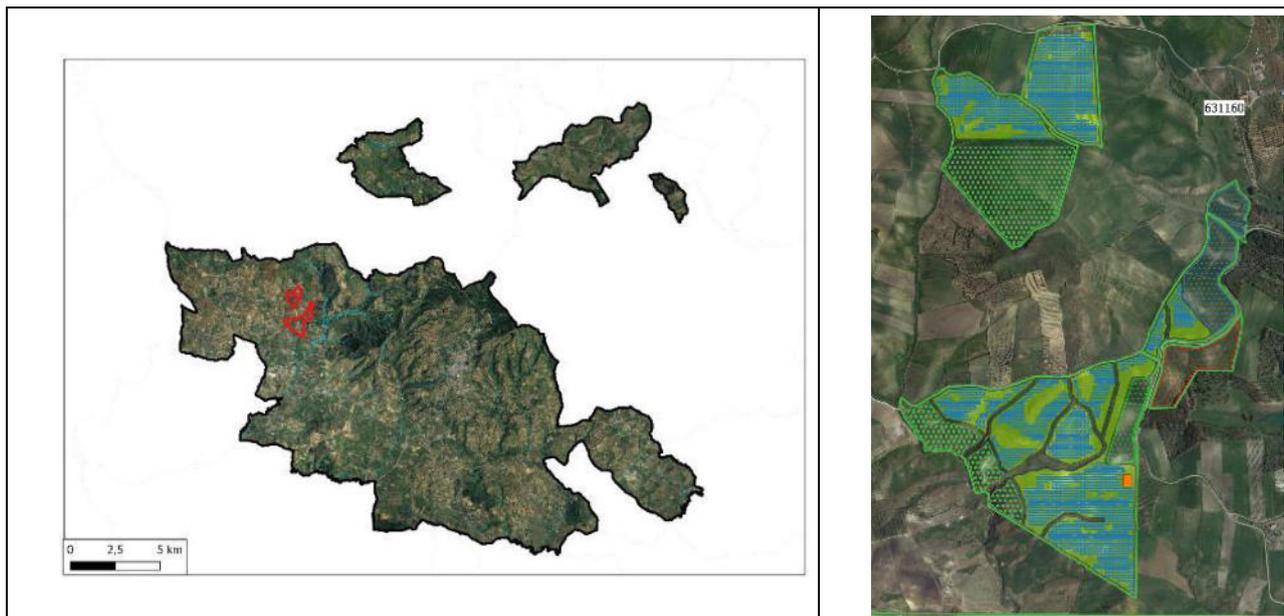
Tale fase d'indagine dovrà essere ulteriormente integrata e completata nella successiva fase esecutiva, attraverso una rete di sondaggi in situ e prove geotecniche, allo scopo di ottenere un maggior livello di approfondimento del sito.

Al fine di definire tutti gli aspetti di natura geologica, geotecnica, sismica, geomorfologica, geoambientale e idrogeologica, è stato eseguito uno studio di dettaglio dell'area in esame e di un sufficiente intorno geografico, in modo da evidenziare in maniera approfondita le caratteristiche l.s. dei terreni che possono condizionare le scelte progettuali e pervenire al modello geologico e geotecnico, ricostruendo un quadro completo dell'area in cui è stato analizzato il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico dei luoghi in cui è prevista la realizzazione del parco agro-fotovoltaico.

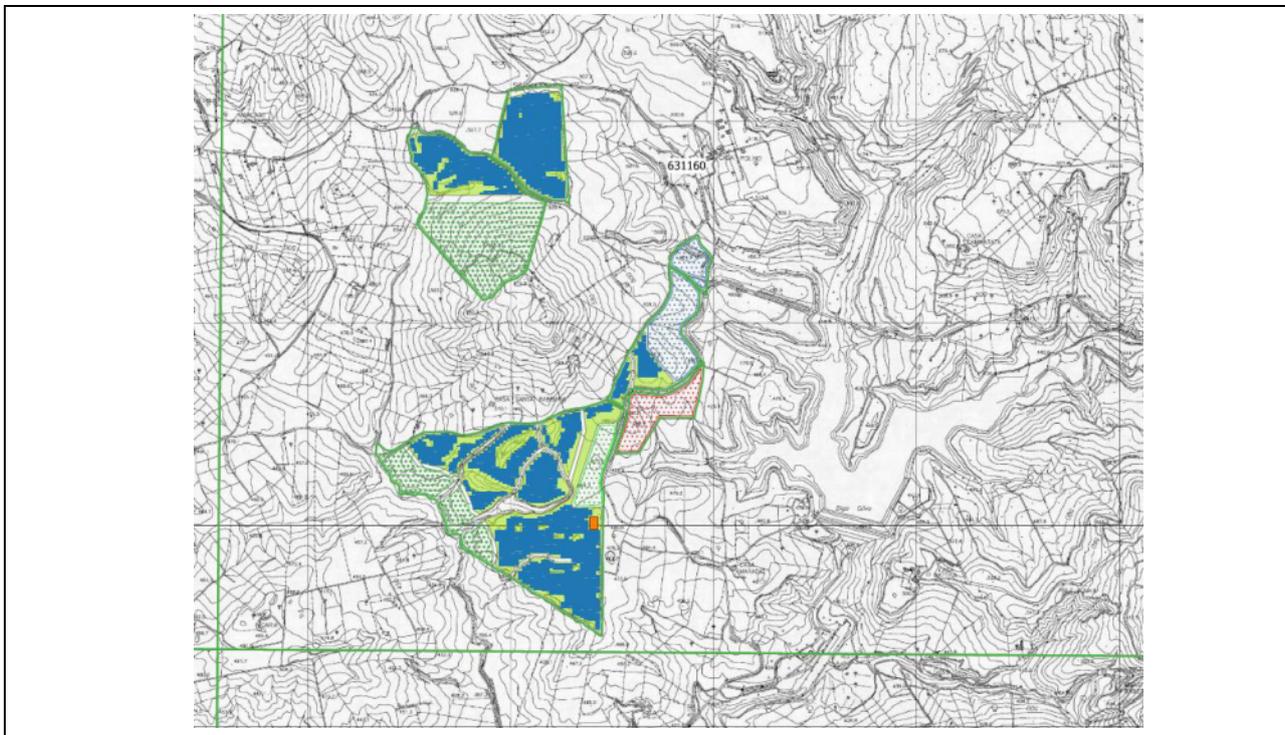
La superficie globale di progetto, ubicata nel settore settentrionale del territorio comunale di Piazza Armerina, nella C/da Polino, a circa 9 Km dal centro abitato, risulta costituita da due aree di forma irregolare aventi una superficie totale disponibile (lorda) di ha. 148.90 e una superficie disponibile (netta): ha

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

84.40, per una potenza nominale di 65,677 Megawatt, è stata suddivisa geograficamente in due aree, Area 1 e Area 2, appresso denominate anche Area nord e Area sud, entrambi ricadenti entro un raggio massimo di 2 chilometri, distinte analiticamente a partire dalla zona settentrionale in:



<ul style="list-style-type: none"> Area 1 (Area Nord): 	Foglio 84 Foglio 43	part. 30 part. 3
<ul style="list-style-type: none"> Area 2 (Area Sud) 	Foglio 43 Foglio 84	part. 9 partt. 115-153

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dovendo procedere, nella presente fase propedeutica di progettazione preliminare e definitiva, allo studio geologico-strutturale, geomorfologico e idrogeologico dell'intero territorio che ingloba le due aree del parco agrovoltaco, allo scopo di definirne la fattibilità geologica e geomorfologica lo scrivente si è recato sui luoghi per eseguire un primo rilevamento geologico, geostrutturale e geomorfologico di dettaglio, con relativa analisi dei dissesti esteso ai due settori territoriali interessati e a un significativo intorno.

Il rilevamento geostrutturale è stato esteso ad un ampio territorio al fine di poter meglio interpretare i lineamenti tettonici e giaciture nonchè desumere le caratteristiche meccanico-fisiche e petrografiche dei terreni in esame, affioranti nei settori del comprensorio interessato.

Nello step successivo si è proceduto alla programmazione, coordinamento e successiva esecuzione della fase investigativa geognostico/geofisica in situ, sotto la direzione tecnica dello scrivente, i cui esiti sono risultati indispensabili alla conoscenza/valutazione della caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni interessati dalle opere, al fine di poter pervenire al "modello geologico" e geotecnico, nonchè alle valutazioni conclusive del presente studio corredato dai necessari elaborati cartografici tematici.

Al fine di poter definire l'esatta modellazione geologico/geotecnica delle due aree è stato necessario effettuare un attento rilevamento di superficie,

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

attraverso diversi sopralluoghi necessari a poter definire una caratterizzazione generale dei siti, sotto il profilo geolitologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, utile per poter pervenire:

- ❖ al modello geologico di riferimento locale;
- ❖ alla parametrizzazione geotecnica;
- ❖ all'individuazione delle criticità geologiche o geomorfologiche che è risultato necessario approfondire, per valutare le interazioni tra i terreni di sedime e le opere di progetto, valutandone altresì la compatibilità geomorfologica.

Allo scopo di procedere ad un'esatta definizione del modello geotecnico è stato prioritariamente necessario esperire la programmata campagna di indagini in situ geognostiche/geofisiche e geotecniche di laboratorio, le cui elaborazioni allegate sono risultati indispensabili in tal senso.

Particolare attenzione è stata posta all'esame geomorfologico del territorio in studio, contestualizzando il settore di territorio nel quadro morfologico e orografico locale dei versanti appartenenti allo stesso comprensorio e allo stesso bacino idrografico generale, individuato nel settore medio-orientale del Fiume Imera Meridionale (Salso) e i suoi affluenti.

In osservanza a quanto sottolineato nella nota D.R.T. 112363 del 09.07.2021 della Regione Sicilia (rilascio del parere di compatibilità geomorfologica), tale analisi è risultata utile per accertare la presenza eventuale di pericolosità geologiche, verificando la compatibilità geomorfologica e idrogeologico-ambientale dei due siti, verificando altresì che la nuova destinazione d'uso fosse compatibile con il contesto morfologico territoriale locale, tanto più che il versante di progetto è ubicato in prossimità di un'area ZSC (Lago Olivo).

In tale ottica, attraverso una serie di sopralluoghi e con l'ausilio di una preliminare valutazione visiva di aerofoto e foto satellitari, si è proceduto ad una dettagliata analisi dei dissesti attivi e/o potenziali, al di là della cartografia ufficiale del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia, che è stata rigorosamente acquisita e cartografata.

Ciò al fine di valutare nel dettaglio l'idoneità geologica e le condizioni di stabilità dei versanti interessati dalle opere di progetto, valutando altresì l'eventuale presenza settori a dissesto attivo e/o potenziale nonché di agenti morfogenetici attivi destabilizzanti, la cui azione potrebbe innescare qualsivoglia forma di movimento gravitativo; ciò al fine di poter definire con estrema esattezza il layout di progetto e la corretta distribuzione delle opere .

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

All'analisi geomorfologica è seguito lo studio idrogeologico-sotterraneo e dell'idrografia superficiale, con riferimento all'attuale assetto idrografico-orografico locale e alle eventuali modificazioni orografiche che potranno essere indotte dalla realizzazione dei lavori e delle opere nelle fasi in corso d'opera e post-operam, rispetto alla fase ante-operam, valutando altresì la presenza eventuale di falde idriche e/o punti d'acqua che potrebbero generare interferenze con la messa in posa delle opere, pregiudicando qualitativamente e/o quantitativamente accumuli idrici eventualmente presenti.

Sulla base degli esiti emersi dagli studi e dalle indagini in situ su menzionati, si è pervenuti alla redazione dei seguenti allegati e tavole a supporto del presente studio geologico:

0059A0	TAVOLA INQUADRAMENTO TERRITORIALE GEOLOGICO
RS06EPD0060A0	TAVOLA DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)
RS06EPD0061A0	TAVOLA CARTA GEOLOGICA
RS06EPD0062A0	TAVOLA CARTA IDROGEOLOGICA
RS06EPD0063A0	TAVOLA DELLE SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE RAPPRESENTATIVE - AREA 1 (A)
RS06EPD0064A0	TAVOLA DELLE SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE RAPPRESENTATIVE - AREA 2 (B)
RS06EPD0065A0	TAVOLA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Fanno parte integranti della presente relazione i seguenti elaborati:

- ✓ Corografia con ubicazione delle due aree (scala 1/25.000);
- ✓ Stralcio planimetrico catastale Area 1
- ✓ Stralcio planimetrico catastale Area 2
- ✓ Stralci cartografici delle tavole del P.A.I.
- ✓ Carta dei dissesti,
- ✓ Carta delle pericolosità geomorfologiche,
- ✓ Carta della pericolosità idraulica e del rischio da esondazione.
- ✓ Report indagini geognostiche e geofisiche in situ comprensivo delle stratigrafie dei sondaggi meccanici a c.c. effettuati.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

Il presente studio geologico è stato redatto in ossequio ai criteri e alle disposizioni contenute nel quadro normativo sotto indicato:

- Decreto Ministeriale 11.03.1988 e ss.mm.ii. per quanto attiene le indagini sui terreni e sulle rocce;
- Disposizioni in materia ambientale emanate dal D.L. 152/2006 (T.U.A.) e ss.mm.ii.
- D.L n.42/2004: codice dei beni culturali e del paesaggio;
- "Norme Tecniche per le Costruzioni" emanate con D.M. 18.gennaio.2008 e ss.mm.ii.
- Nelle recenti "Norme Tecniche per le Costruzioni" vigenti (NTC 2018), emanate con D.M. 17.gennaio.2018 e ss.mm.ii. per quanto attiene alla sicurezza strutturale, nello specifico relativamente al punto 6.12 "Fattibilità di opere su grandi aree" e agli aspetti e alle norme antisismiche;
- Decreto Legge 387/2003 art.12 – Autorizzazione Unica.

2. FASI OPERATIVE

Lo studio è stato articolato nei seguenti step operativi:

Fase preliminare:

- contatti preliminari con il progettista, con lo strutturista, con l'agronomo, con l'ingegnere idraulico e con il paesaggista attraverso sopralluoghi mirati alla verifica della fattibilità delle opere nonché delle condizioni geologico-ambientali generali e del contesto pedo-climatico del sito, ai fini dell'idoneità geologica e geoambientale alla fattibilità delle opere;

- indagine fotografica e acquisizione di aerofoto;

Fase investigativa in situ preliminare:

- Esecuzione e Direzione Lavori delle indagini geognostiche e geofisiche in

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

situ (prospezioni preliminari rispetto alle indagini da esperire nella successiva fase esecutiva):

- ✓ n. 6 Sondaggi penetrometrici;
- ✓ n. 3 MASW;
- ✓ n. 3 pozzetti esplorativi (per terre e rocce da scavo);
- ✓ n. 3 campioni su cui effettuare analisi per caratterizzazione terre e rocce da scavo.

Fase di rilievo geologico-geomorfologico:

- rilevamento geologico di superficie per definire le condizioni stratigrafico-strutturali e l'idoneità geologica del territorio esaminato;
- rilevamento geomorfologico finalizzato alla verifica di compatibilità geomorfologica alla fattibilità delle opere;
- studio degli aspetti idrogeologici (superficiali e sotterranei), idrologici e geomorfologici di superficie, al fine di valutare le condizioni idrogeologico-sotterranee e le condizioni di stabilità generale del sito interessato dal progetto;

Fase finale di stesura dello Studio geologico:

- Redazione degli elaborati esecutivi.

3. INQUADRAMENTI

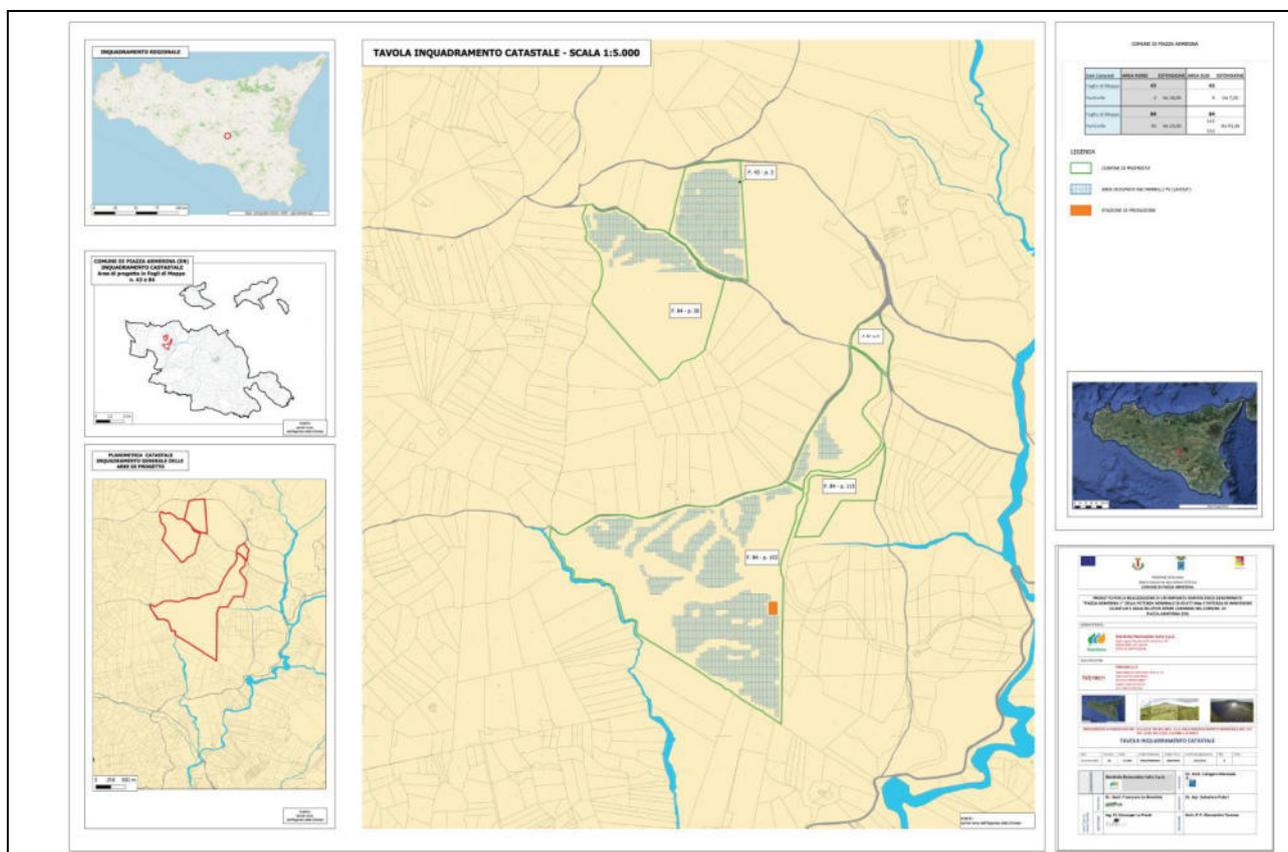
3.1 Inquadramento catastale

Le due sub-aree del sito sono state codificate con progressione numerica nella direzione da nord verso sud, in Area 1 (nord) e Area 2 (Sud), secondo la seguente identificazione catastale del N.C.T. di Piazza Armerina:

Area 1 - C.da Polino (Area Nord)	Foglio 84 Part. 30 – F. 43 part.3 N.C.T. di Piazza Armerina
---	--

Area 2 - C.da Polino (Area Sud)	Foglio 84 partt. 153-115 – F.43 part. 9 N.C.T. Piazza Armerina
--	---

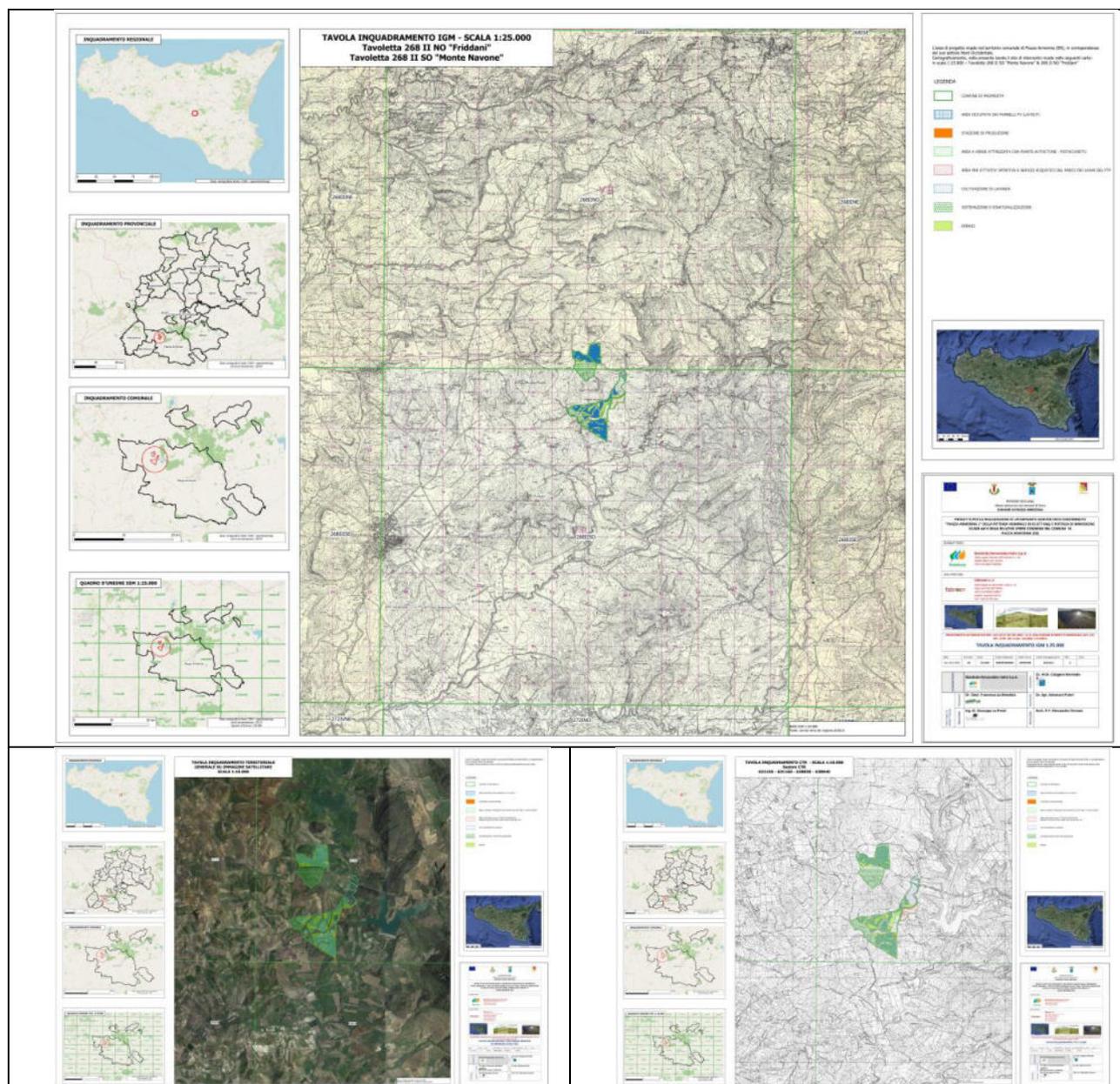
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



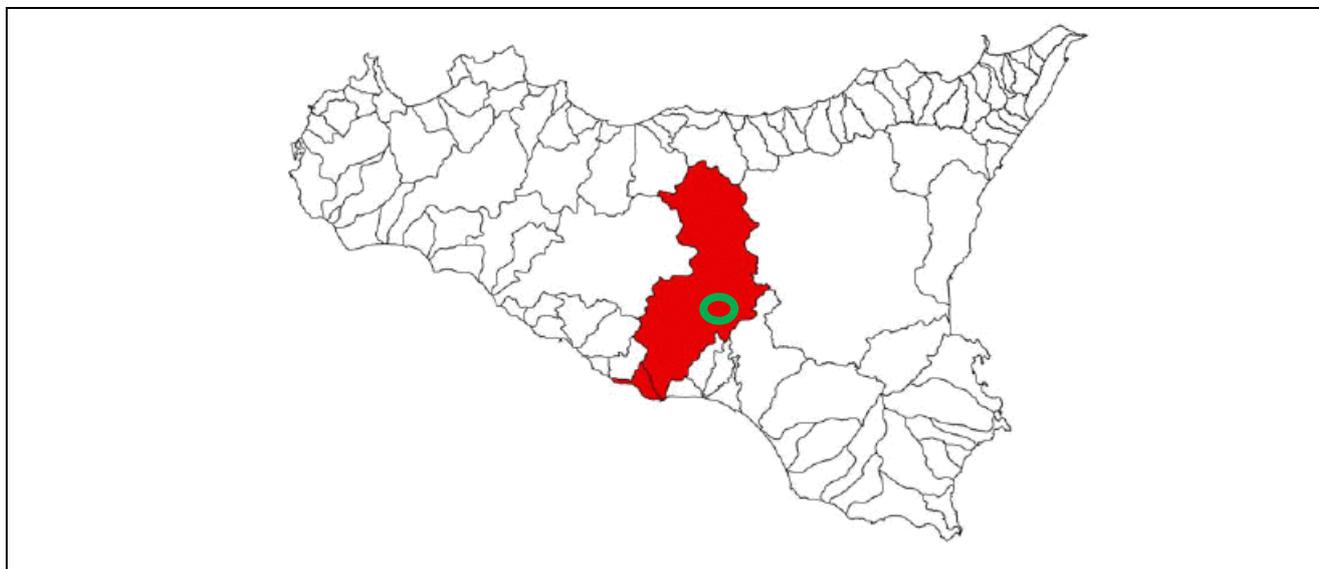
3.2 Inquadramento geografico generale

Nell'ambito della cartografia ufficiale dell'I.G.M.I. il comprensorio territoriale cui appartengono le due aree destinate all'impianto di pannelli agrivoltaici, per una potenza nominale di 65.677 kWp, ricade tra le Tavole F. 268 II N.O. "Friddani" e F. 268 II S.O. "Monte Navone", mentre nella cartografia regionale della Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia ricade nel Foglio 631 alla sezione n.631160 e s'inquadra nel contesto territoriale nella porzione medio-orientale del bacino idrografico generale del Fiume Imera Meridionale (Salso), in prossimità del Lago Olivo e della linea di spartiacque superficiale con l'adiacente bacino del fiume Gela.

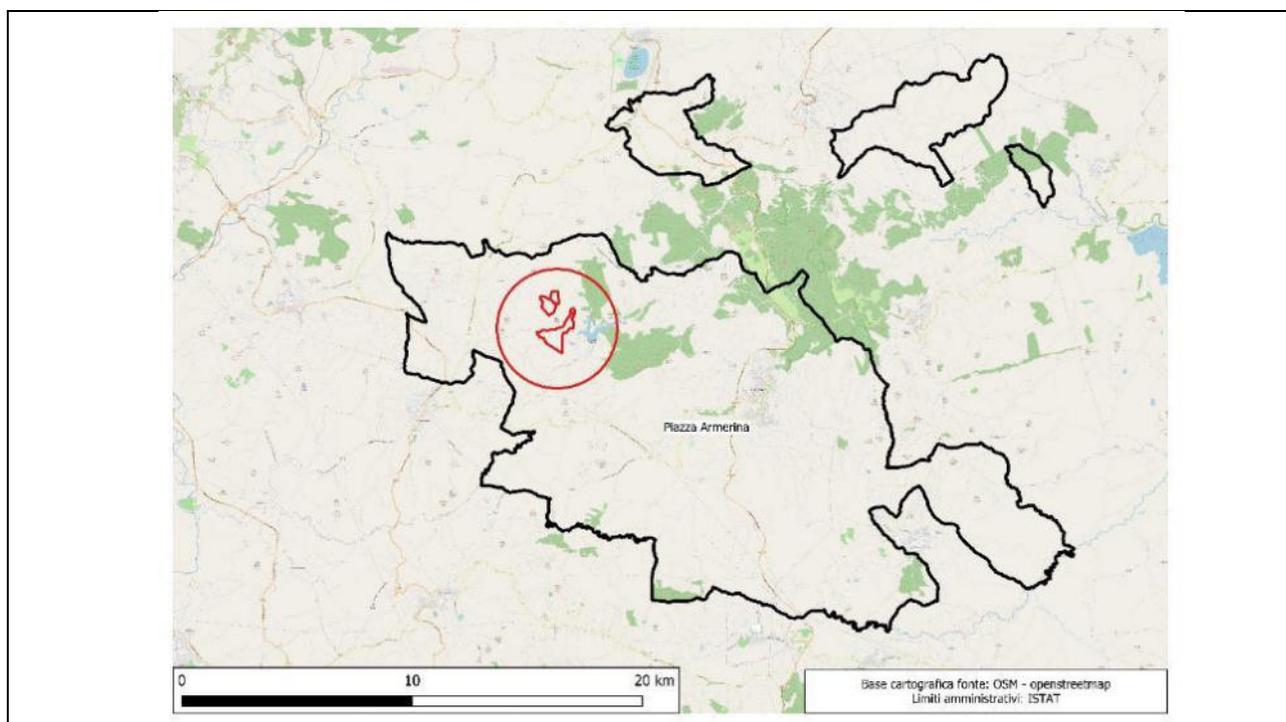
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



In un quadro morfologico generale, il bacino del Fiume Imera Meridionale (Salso) si sviluppa nel settore centro-meridionale della Sicilia lungo una direttrice N-S/NE-SW, a partire dalle pendici delle Madonie sino alla foce nel Canale di Sicilia nella costa meridionale della Sicilia, in corrispondenza del centro abitato di Licata. Esso confina, a partire dalla zona occidentale in senso destrorso, con i bacini del Fiume Palma, del Fiume Platani, Fiume Imera Settentrionale, Fiume Simeto, sino al bacino del Fiume Gela.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

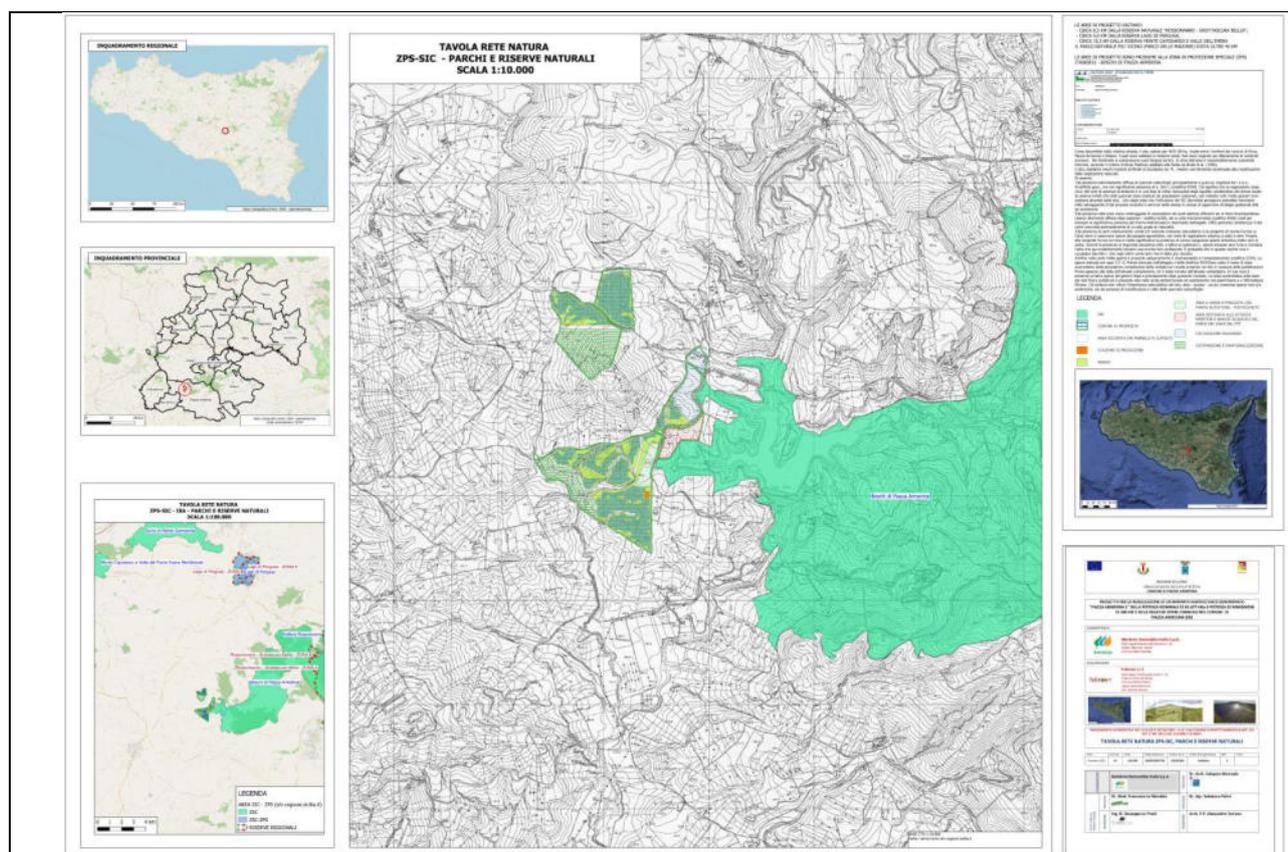
Il Fiume Imera Meridionale presenta un ampio bacino idrografico che si sviluppa dalle pendici dei Monti delle Madonie a Nord sino alle spiagge del Mediterraneo, precisamente al litorale di Licata a Sud.



Il circondario comprendente le due aree di progetto, altimetricamente compreso tra le quote topografiche assolute di mt. 610 s.l.m. (quota massima) e mt. 480 (quota minima), ricade nel settore nord-occidentale del territorio comunale di Piazza Armerina, rispetto al cui centro abitato il baricentro delle due

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

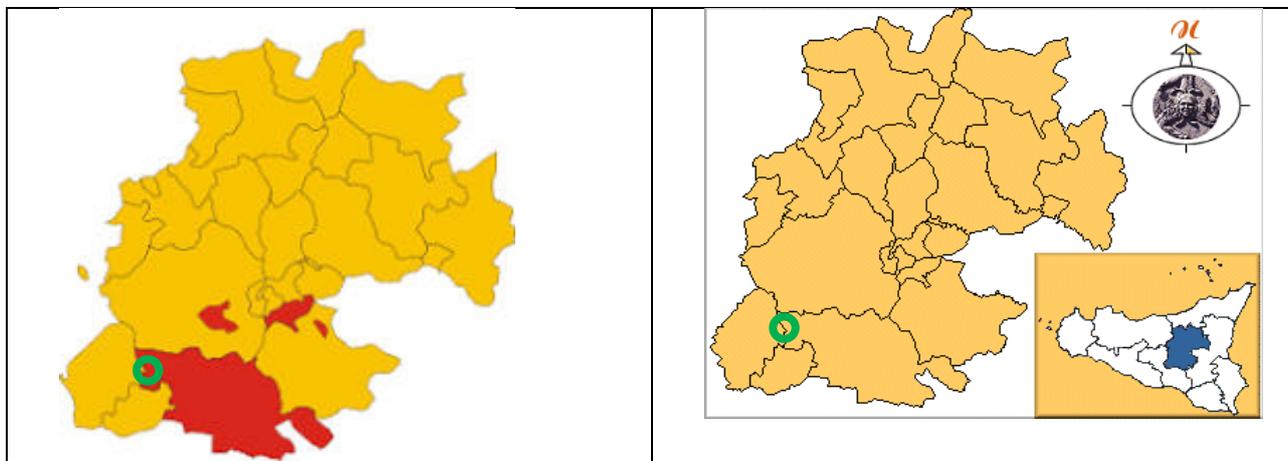
aree dista tuttavia ben 9,00 Km nella direzione NW, mentre gli altri centri abitati prossimi al sito di progetto sono Friddani (ubicato a Km.2,40 in direzione W-NW dal sito), Barrafranca (ubicato a Km. 2,00 in direzione Sud dal sito), mentre dall'estremità Ovest (margine del lago) dell' "Area ZSC" del Lago Olivo l'Area 2 (sud) del sito dell'impianto dista oltre 200 metri, rispetto al quale sono ubicate in direzione Ovest.



Rispetto al territorio regionale della Sicilia le due aree sono ubicate nel territorio di Piazza Armerina, costituente il settore meridionale del territorio della provincia di Enna, precisamente nella zona centro-orientale dell'isola.

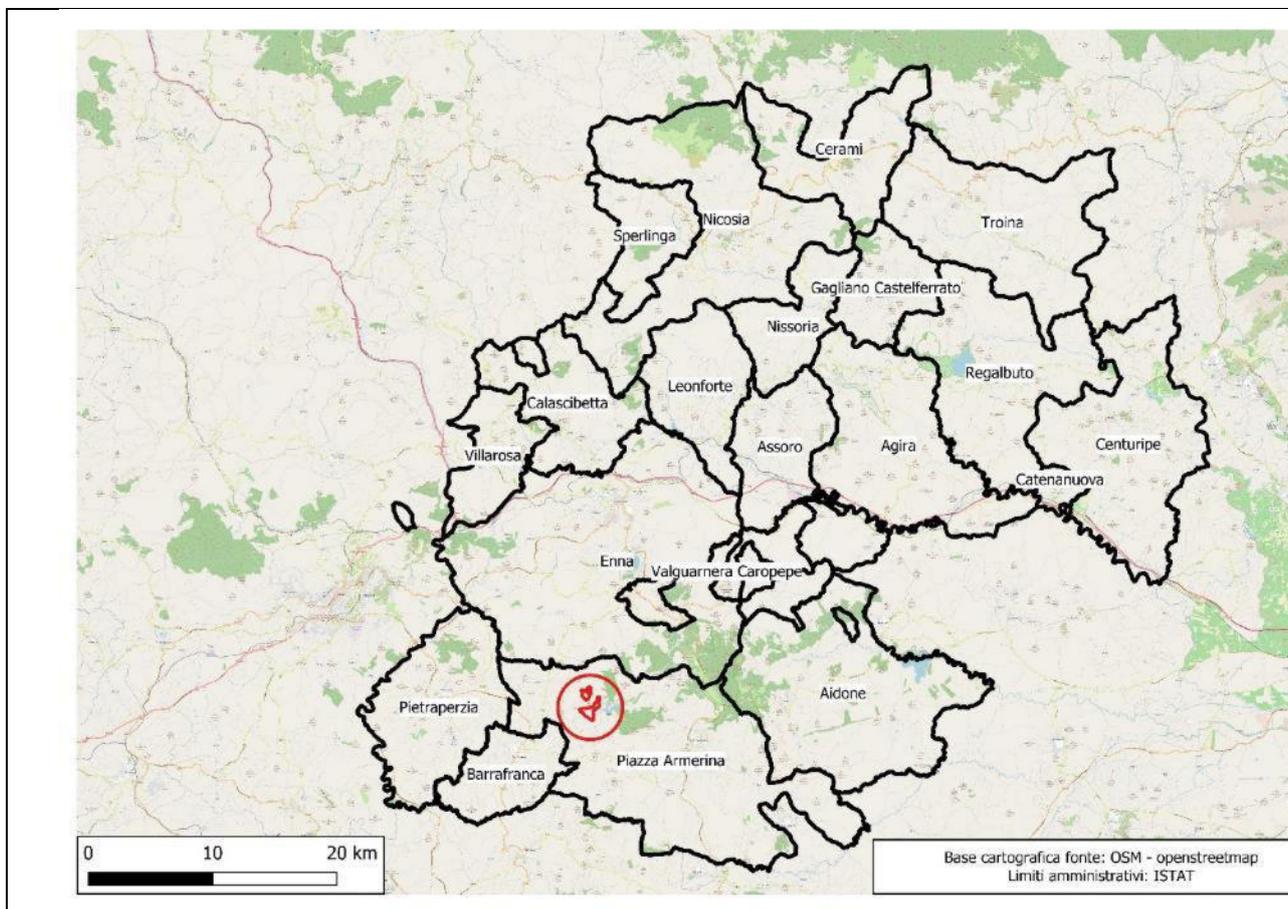
Al sito si accede dalla Strada Provinciale S.P. 12 il cui tracciato ciruisce ad Est la base dei versanti su cui si prevede la realizzazione dell'impianto (area 1 e area 2), delimitando il lato occidentale della diga Olivo, rispetto al cui margine l'area d'impianto è ubicata oltre la fascia di rispetto prevista dalla norma.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Da suddetta arteria SP 12 s'innesta una viabilità secondaria che, attraversando le contrade Polino e Critti, conduce alle due aree (vedansi corografia a scala 1:25.000 e carte di inquadramento geografico).

Rispetto al territorio provinciale di Enna il sito è ubicato nel settore meridionale.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**3.3 Inquadramento geografico delle due aree dell'impianto fotovoltaico****3.2.1 Area 1 - Area Nord (Foglio 84 Part. 30 – Foglio 43 part.3)**

L'area 1 di contrada Polino è ubicata alle coordinate geografiche medie di:

- ✓ 37° 41664 N di latitudine;
- ✓ 14° 26266 E di longitudine;

sul versante orografico nord-occidentale di Monte Polino, ad un intervallo altimetrico compreso tra la quota di m. 610 s.l.m. (massima) e di m. 490 s.l.m. (minima).



Vista da NW del settore più settentrionale dell'area A01S in cui è prevista la posa pannelli



Vista da W del settore SE dell'area A01N

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La porzione SW (particella 30-F.84) del versante risulta caratterizzata da acclività pari mediamente a 10°, degradante in direzione NW verso un impluvio defluente in direzione W, tributario di destra del Torrente Olivo.

La porzione NE del versante (particella 3-F.43) risulta caratterizzata da due deboli alture dolcemente mammellonari contrassegnate da un'acclività modesta pari mediamente a 11°, degradante in modo circolare, variabile prevalentemente in direzione est verso due deboli impluvi immissari di sinistra del Lago Olivo.

3.2.2 Area 2 – Area Sud - Foglio 84 partt. 153-115 Foglio 43 part. 9

Il versante meridionale costituente l'area 2 è ubicata alle coordinate geografiche medie di:

- ✓ 37° 403720 N di latitudine;
- ✓ 14° 262357 E di longitudine;



Vista da E del settore più settentrionale dell'area A02



Vista da E di parte del settore settentrionale dell'area A02

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

E' ubicata sul versante orografico meridionale e occidentale del Monte Polino (particella 153 F. 84), ad un intervallo altimetrico compreso tra la quota di m. 502 s.l.m. (quota massima) e di m. 420 s.l.m. (quota minima), variamente degradante con prevalenza nella direzione W-SW verso un sistema di impluvi tributari di sinistra sempre del Torrente Polino, affluente del Fiume Olivo in sinistra idraulica. Mentre la porzione meno estesa (particelle 115 del F. 84 e 9 del F. 43) è situata sul versante SE degradante su due deboli impluvi immissari del lago Olivo (margine estremo occidentale), il cui margine in questo settore sud dell'impianto risulta più vicino (vedasi Studio d'Incidenza Ambientale e Relazione Paesaggistica).



Lato Ovest del Lago Olivo – Schermatura arborea al perimetro

Il versante dell'area 2 è caratterizzato da acclività mediamente abbastanza modeste, variabili dai 5° ai 16°.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

- ✓ ad Est con i bacini idrografici del Torrente Gela (077), del Torrente Comunelli (076), del Torrente Rizzuto (074);
- ✓ a E-NE con il bacino del Fiume Simeto (094);
- ✓ a Nord confina con i bacini idrografici del Fiume Imera settentrionale (030) e del Fiume Pollina (026);
- ✓ ad Ovest è limitrofo ai bacini del Fiume Platani (063), del Fiume Naro (069) e del Fiume Palma (070).

Il bacino imbrifero del Fiume Imera Meridionale (Salso) rappresenta il secondo corso d'acqua della Sicilia, sia per l'ampiezza del bacino che per la lunghezza dell'asta principale. Esso si localizza nella porzione centrale del versante meridionale dell'isola e ha una forma allungata in senso N-S, occupando una superficie complessiva di circa 2000 kmq. Le quote più elevate dello spartiacque si localizzano a settentrione in corrispondenza della dorsale meridionale delle Madonie che separa il versante tirrenico del resto dell'isola.

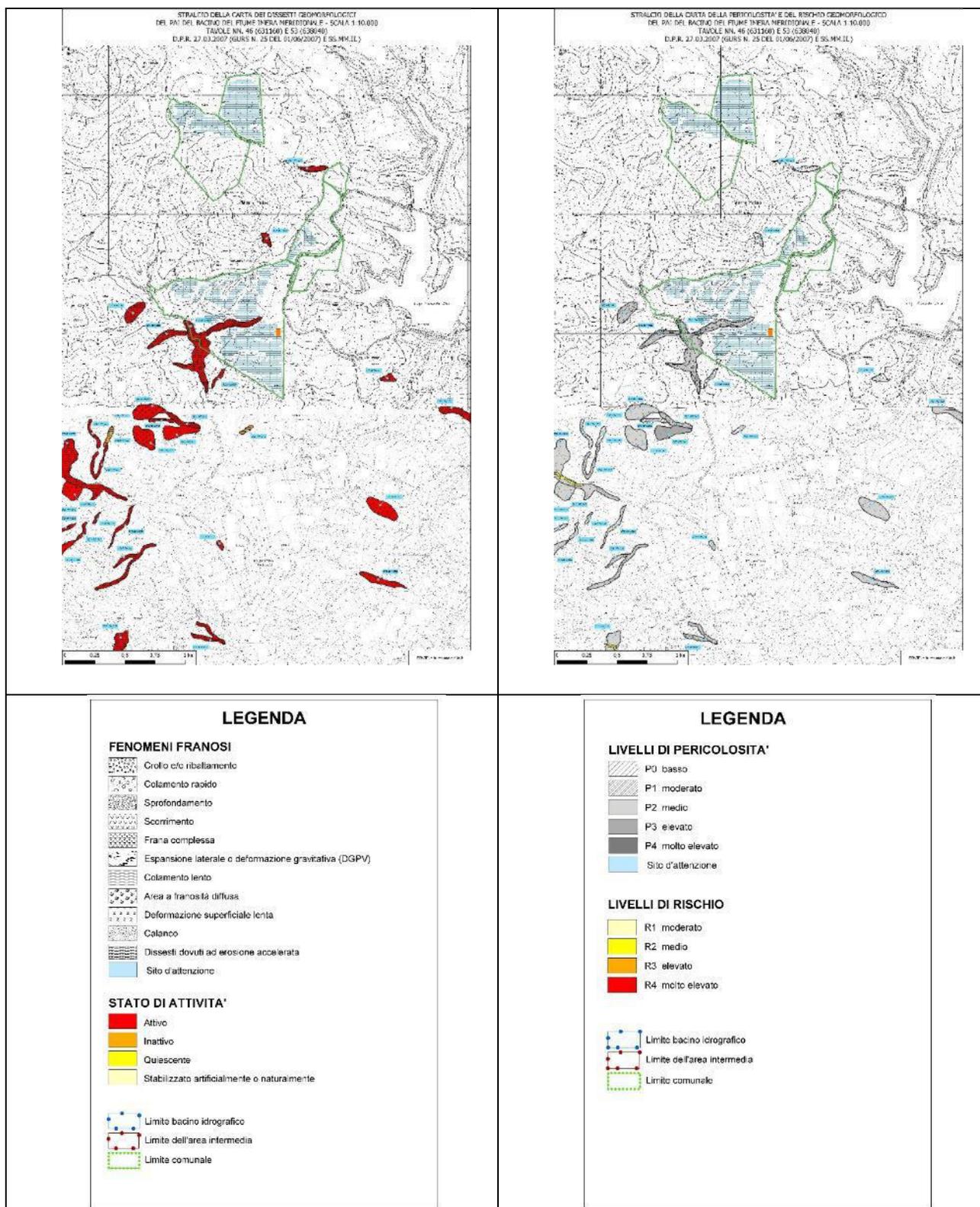
Da un punto di vista amministrativo, la porzione di territorio comunale di Piazza Armerina su cui è ubicato l'impianto è quella settentrionale situata nella porzione orientale del bacino del F. Imera Meridionale, in prossimità del Lago artificiale Olivo ubicato ad E-SE rispetto alle aree 1 e 2 del progetto in questione.

Dal punto di vista del dissesto idrogeologico e idraulico il bacino dell'Imera Meridionale è disciplinato dal Piano stralcio di bacino per l'Assetto idrogeologico di cui al Decreto Presidenziale 27.03.2007 "Approvazione del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del fiume Imera Meridionale ed area territoriale tra il bacino idrografico del fiume Palma e quello del fiume Imera Meridionale" (G.U.R.S. n. 25 del 01.06.2007) e successive modifiche e integrazioni derivanti dai decreti di aggiornamento al Piano stralcio e delle Norme di attuazione.

PROGETTAZIONE PER AUTORIZZAZIONE UNICA SECONDO L'ART. 12 DEL D.LGS. 387/2003 DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI PIAZZA ARMERINA (EN).

Procedura di V.I.A. ai sensi degli artt.23 e 27 bis del D.L. 152/2006

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

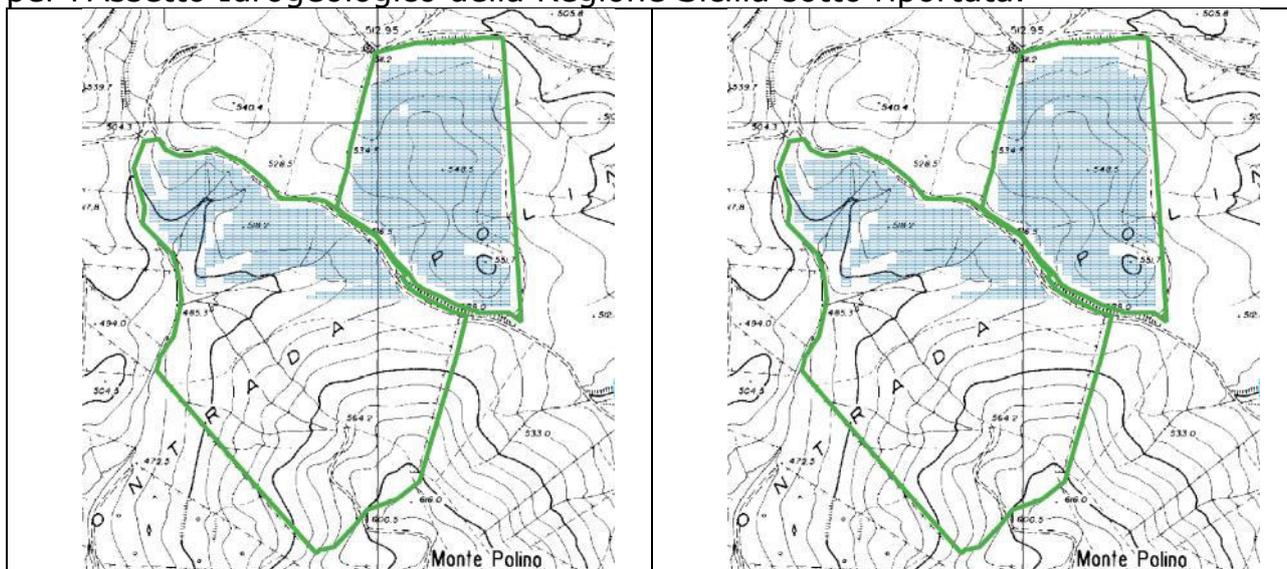


Carta dei dissesti e Carta della pericolosità geomorfologica

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

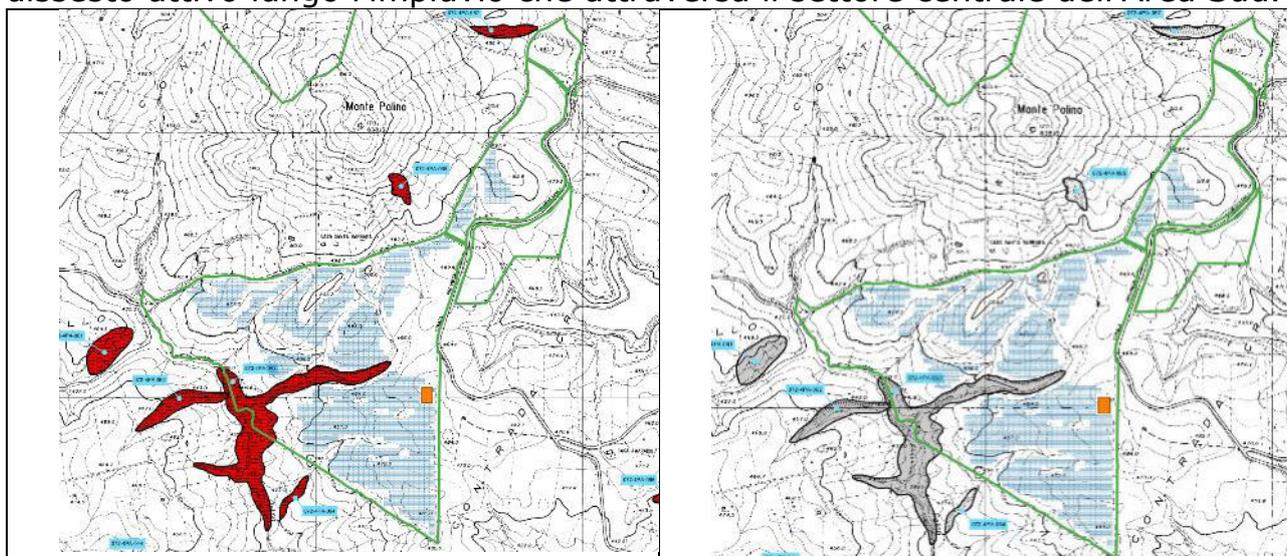
3.3.1 Area 1 – Foglio 84 Part. 30 – Foglio 43 part.3

Nei versanti su cui ricade l'area 1 d'impianto non insistono dissesti o aree a pericolosità geomorfologica, come risulta dalla cartografia ufficiale del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia sotto riportata.



3.3.2 Area 2 – Foglio 84 partt. 153-115 Foglio 43 part. 9

Nel versante su cui ricade l'area 2 d'impianto non insistono dissesti o aree a pericolosità geomorfologica, come risulta dalla cartografia ufficiale del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia, se si eccettua un modesto dissesto attivo lungo l'impiuvio che attraversa il settore centrale dell'Area Sud.



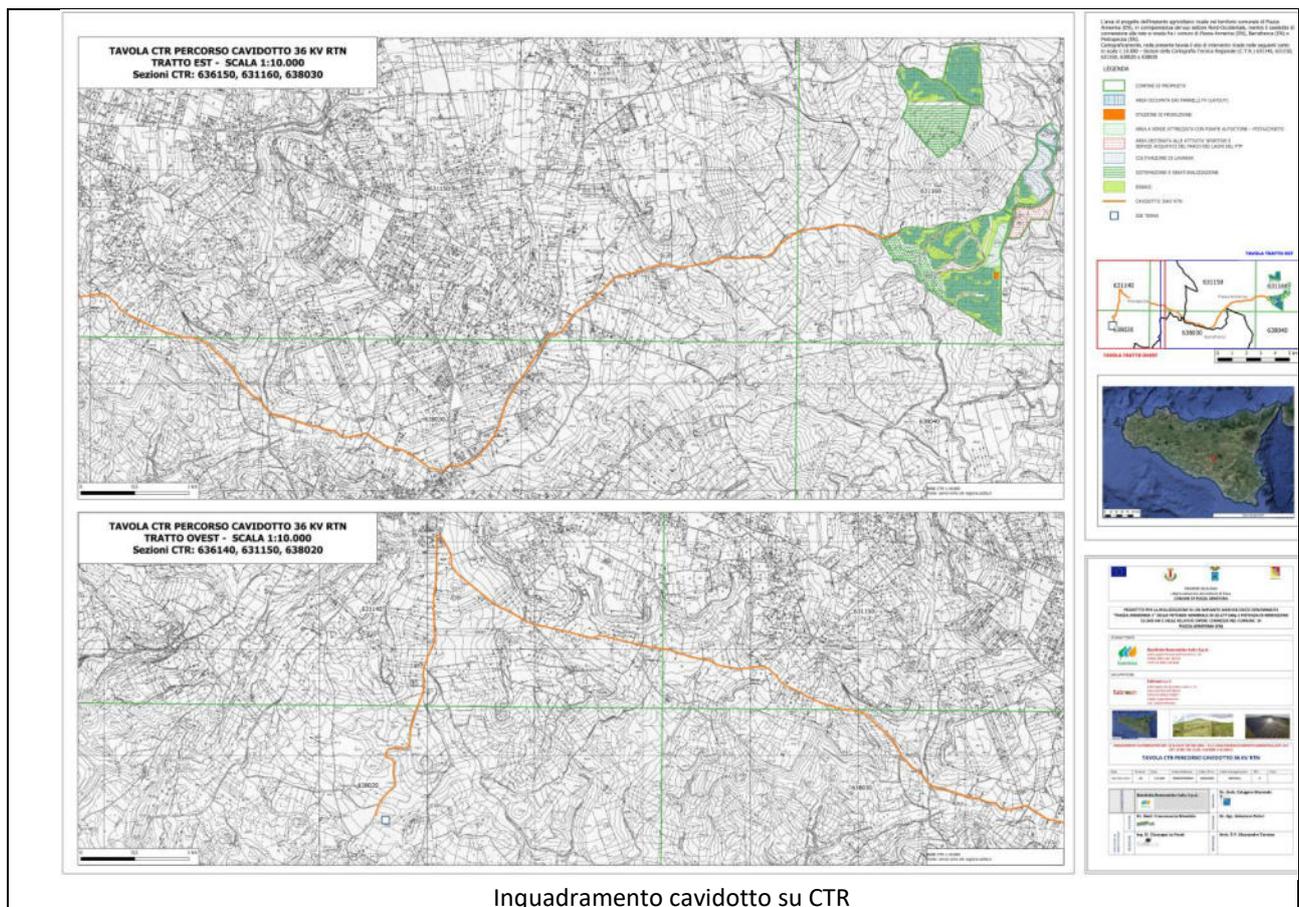
Tale dissesto classificato come fenomeno di erosione accelerata attivo è stato individuato nel P.A.I. con codice 072-4PA-063 e ad esso è associata un'area a Pericolosità media di tipo P2.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La superficie attorno ad esso, assialmente all'impluvio, è stata opportunamente esclusa dall'area di progetto prevedendo da essa un buffer di mt. 10 da due rispettivi fianchi ritenuto dallo specialista idraulico sufficiente rispetto al layout dell'impianto (vedasi planimetria - Vedasi Relazione Idraulica allegata).

3.3 Inquadramento cavidotto 36 KV

Il tracciato del cavo AT interrato presenta una lunghezza di circa 15 Km. , sino al probabile punto di connessione è stato individuato ad una distanza di Km. 1,35 a Sud del centro abitato di Pietraperzia. Il tracciato s'innesta dall'estremità occidentale dell'area 2 (tavola RS06EPD0069A0) per svilupparsi in direzione Ovest, attraversando i territori comunali di Barrafranca e Pietraperzia, secondo un percorso che segue le infrastrutture stradali, intersecando quattro assi idrografici (interferenze di cui si tratterà appresso), per innestarsi nella stazione su citata individuata a Sud di Pietraperzia.



Inquadramento cavidotto su CTR

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**3.4 Compatibilità rispetto al P.A.I. della Regione Siciliana**

Le aree di progetto risultano esterne alle zone di dissesto e di pericolosità geomorfologica del PAI; l'unica eccezione è rappresentata dal fenomeno di erosione accelerata attivo è stato individuato nel P.A.I. con codice 072-4PA-063 e ad esso è associata un'area a Pericolosità media di tipo P2, cartografato in corrispondenza della rete idrografica che caratterizza il margine sud-occidentale dell'area di progetto più meridionale (Area 2).

Il fenomeno geomorfologico in questione è connesso alla naturale capacità erosiva delle acque di ruscellamento incanalate che interagiscono con affioramenti di terreni argillosi facilmente erodibili e, pertanto, è strettamente limitato proprio al reticolo idrografico.

Naturalmente, questa porzione all'interno dell'area di progetto non sarà oggetto di alcun intervento strutturale connesso alla realizzazione degli impianti.

3.5 Inquadramento cavidotto nell'assetto geologico generale

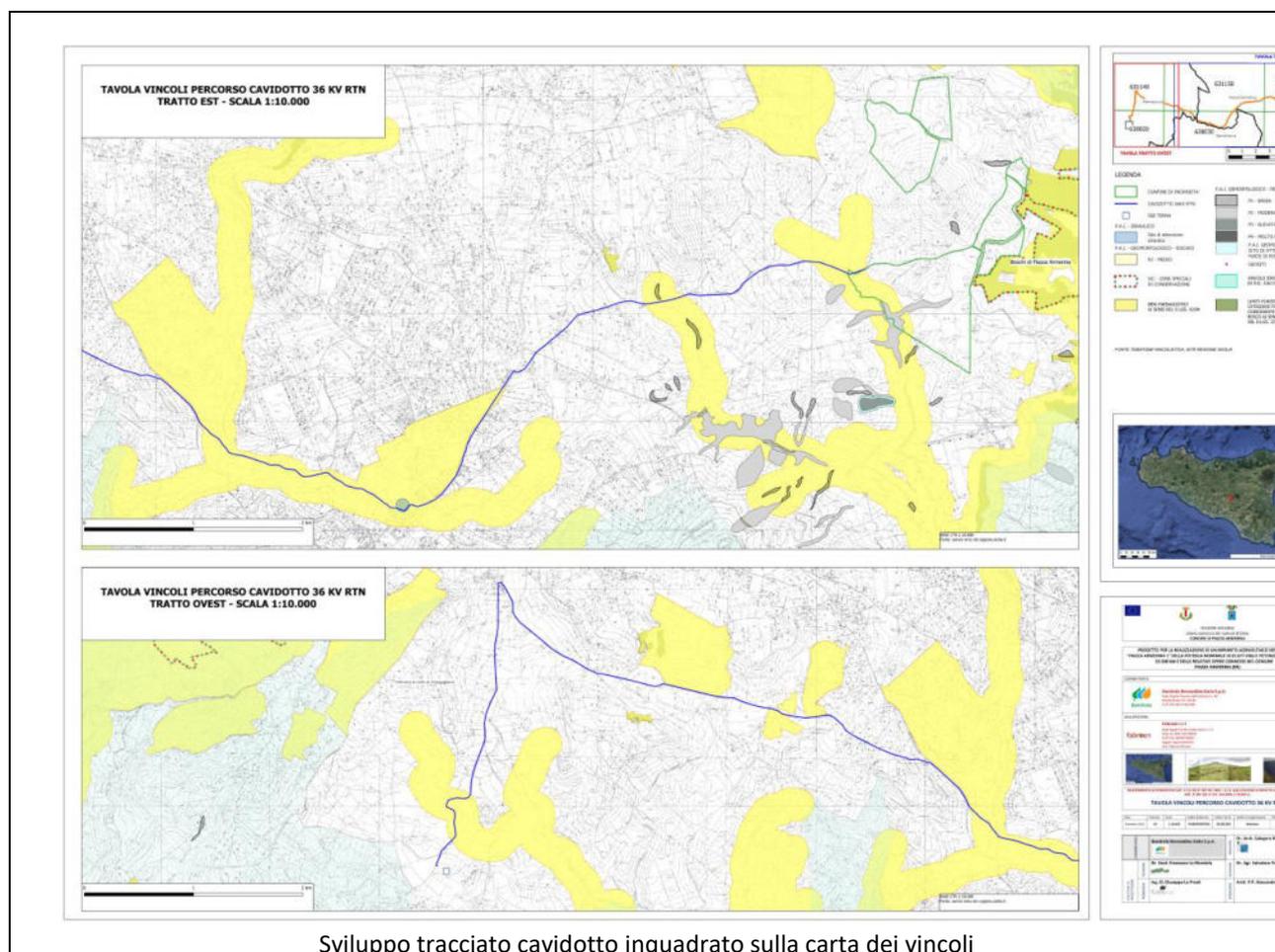
Il tracciato del cavidotto attraversa prevalentemente terreni limo-argillosi e argillo-sabbiosi, mentre lungo gli attraversamenti idrografici (vedansi figure a seguire) il cavidotto interseca i depositi alluvionali incoerenti.

In particolare il tracciato del cavidotto esterno di connessione 36 KV attraversa, lungo il suo percorso, quattro corsi d'acqua (con relative fasce di rispetto di 150 mt.) codificati a rischio geomorfologico R2 – MEDIO, e un sito di attenzione idraulica P.A.I. (Bivio Catena) (vedasi tavola allegata).

In corrispondenza degli attraversamenti idrografici gli innesti di inizio e di fine cavidotto, realizzati con una TOC o con spingi-tubo, dovranno essere posizionati al di fuori della fascia che si associa alla piena ordinaria che, nella fase esecutiva, probabilmente occorre determinare con esattezza.

Ciò al fine di incassare la struttura del cavidotto nel substrato argilloso bypassando la coltre alluvionale depositata sotto l'alveo degli impluvi attraversati, onde evitare di intercettare, durante la perforazione, zone di umidità ovvero blocchi o trovanti lapidei che potrebbero creare problemi al cavidotto stesso.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Sviluppo tracciato cavidotto inquadrato sulla carta dei vincoli

In corrispondenza dell'interferenza con il sito di attenzione idraulica, nella successiva fase progettuale esecutiva potrà essere effettuato un approfondimento idraulico sul sito per verificarne la compatibilità idraulica con il cavidotto di attraversamento.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**4. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA GENERALE**

Il bacino idrografico dell'Imera Meridionale , per effetto della sua notevole estensione, è caratterizzato da un assetto morfologico variabile.

L'andamento altimetrico del territorio risulta piuttosto regolare con progressiva diminuzione delle quote procedendo da Nord verso Sud e cioè dalle falde del gruppo montuoso delle Madonie verso la fascia costiera.

L'altitudine media comprende quote tra i 400 e gli 800 metri che definiscono un ambiente collinare, caratterizzato da forme dolci e mammellonari in corrispondenza di terreni plastici e da caratteri più marcati ed acclivi laddove affiorano depositi di natura lapidea; inoltre, laddove piastroni di natura sabbioso-calcarenitica sovrastano i sottostanti depositi argillosi, si riscontrano caratteristiche forme tabulari, interessate da frequenti incisioni vallive.

Altezze superiori si evidenziano solo in corrispondenza dei rilievi madoniti che costituiscono lo spartiacque settentrionale. Qui il paesaggio, caratterizzato da affioramenti arenaceo-conglomeratici, calcareo-marnosi e calcareo-dolomitici, presenta rotture di pendenze marcate e forti variazioni altimetriche.

Il settore prossimo alla foce è caratterizzato dall'ampia piana di Licata, costituita da vari ordini di terrazzi alluvionali e depositi di fondovalle.

In generale l'area territoriale del Foglio 071 è caratterizzata da un assetto morfologico prevalentemente di tipo collinare, in cui è possibile distinguere delle zone differenti. Infatti, tutto il settore settentrionale e la zona occidentale dell'area (dalla Foce del Fiume Palma sino a Punta Ciotta) sono caratterizzati da allineamenti di dorsali calcaree e gessose disposte in direzione prevalente W-NW/E-SE.

Nella porzione orientale, come nella fattispecie il comprensorio in oggetto, invece si sviluppano da W verso E zone a modesta acclività e sub-pianeggianti diffusamente edificate.

Nel settore costiero orientale, da Mollarella verso il Porto di Licata, si ha un nuovo allineamento di rilievi allungati in direzione prevalente W-NW/E-SE prospicienti la linea di costa.

La fascia costiera è caratterizzata da un andamento variabile: il settore più occidentale è costituito da una costa rocciosa, alta e frastagliata che si interrompe ad Est di Punta Ciotta, da dove inizia lo sviluppo di una costa bassa e sabbiosa di modesta ampiezza, delimitata da falesie argillose a luoghi attive durante i mesi invernali e, a tratti, protetta da sistemi di frangiflutti emersi in corrispondenza dell'area edificata di Poggio Carrubella. Quindi, da Torre San Nicola sino al Porto di Licata, riprende la costa alta a cale e falesie, costituite da

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

rocce lapidee e argillose, localmente interrotte da spiagge limitate in corrispondenza di Mollarella e in adiacenza al molo di ponente del Porto.

4.1 *Assetto geomorfologico generale dei versanti del bacino del fiume Imera Meridionale (Salso)*

I fattori che influiscono sull'assetto geomorfologico del territorio del bacino in studio sono molteplici e di varia natura; la loro azione determina una prevalente condizione di equilibrio precario che interessa sia la parte più superficiale che quella più profonda dei terreni che costituiscono i versanti.

Innanzitutto, le cause di tale instabilità o assetto geomorfologici sono da ricercare nella configurazione geologico-strutturale alquanto complessa da cui deriva la variabilità delle litologie affioranti.

Nel bacino, infatti, affiorano largamente sedimenti clastici pseudocoerenti o incoerenti che vanno dalle alternanze flysciodi arenaceo-argillose e dalle argille varicolori ai depositi silico-clastici medio-miocenici ed alle successioni argillo-marnose plio-quadernarie. Inoltre, il settore centrale e centro-meridionale è ampiamente occupato dai terreni evaporitici della Serie Gessoso-Solfifera, anch'essi interessati da fenomeni franosi a causa dell'intensa fratturazione dei termini lapidei e dei complicati rapporti giacitureali con i terreni circostanti.

A tale costituzione geologica si aggiungono le complesse vicissitudini tettoniche e neotettoniche subite da questo territorio nel corso delle ere geologiche, che hanno dato origine a versanti ancora giovani e con reticoli idrografici in approfondimento.

Anche il clima influenza negativamente le condizioni di equilibrio dei versanti. Infatti, l'alternarsi di prolungati periodi siccitosi con brevi, ma intensi, periodi piovosi svolge un ruolo preponderante nell'instaurare, in versanti a prevalente composizione argillosa, condizioni di disequilibrio, spesso con conseguente evoluzione a veri e propri movimenti franosi.

Alle naturali condizioni di instabilità vanno sommate le conseguenze dell'antropizzazione del territorio, dove spesso l'effetto di una dissennata o assente politica territoriale aggrava una situazione già precaria .

In generale si assiste:

- alla distruzione della copertura vegetale, efficace per la protezione del suolo, attraverso il disboscamento o addirittura gli incendi dolosi;
- all'abbandono delle campagne con relativa assenza dell'opera di presidio e di manutenzione dell'agricoltore o, di contro, alla massiccia meccanizzazione

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

agricola, con lavorazioni profonde che seguono linee di massima pendenza, in terreni non idonei a tali lavorazioni, sia per le pendenze eccessive sia per le caratteristiche pedologiche, con conseguente instaurarsi di processi di erosione accelerata e/o vere e proprie frane;

- allo sviluppo incontrollato dei centri abitati, con relative costruzioni di manufatti ed infrastrutture, senza tener conto delle reali condizioni geomorfologiche, geotecniche ed ambientali.

4.2 Dinamica generale dei versanti del bacino del fiume Imera Meridionale (Salso)

In gran parte del bacino i processi dinamici che agiscono nel modellamento dei versanti sono strettamente connessi ai fenomeni di intensa erosione, specialmente ad opera delle acque, che risultano in parecchi casi propedeutici al verificarsi di veri e propri movimenti franosi. Ciò è legato essenzialmente al netto prevalere di sedimenti di natura argillosa, argillo-marnosa, argillo-silto-sabbiosa che costituiscono oltre il 50% degli affioramenti nell'intera area del bacino, in concomitanza alla scarsa o assente copertura vegetale, all'acclività dei versanti ed alla loro esposizione.

In questo contesto si vengono, quindi, a delineare zone con caratteristiche e grado di dissestabilità differenti.

Si evidenziano:

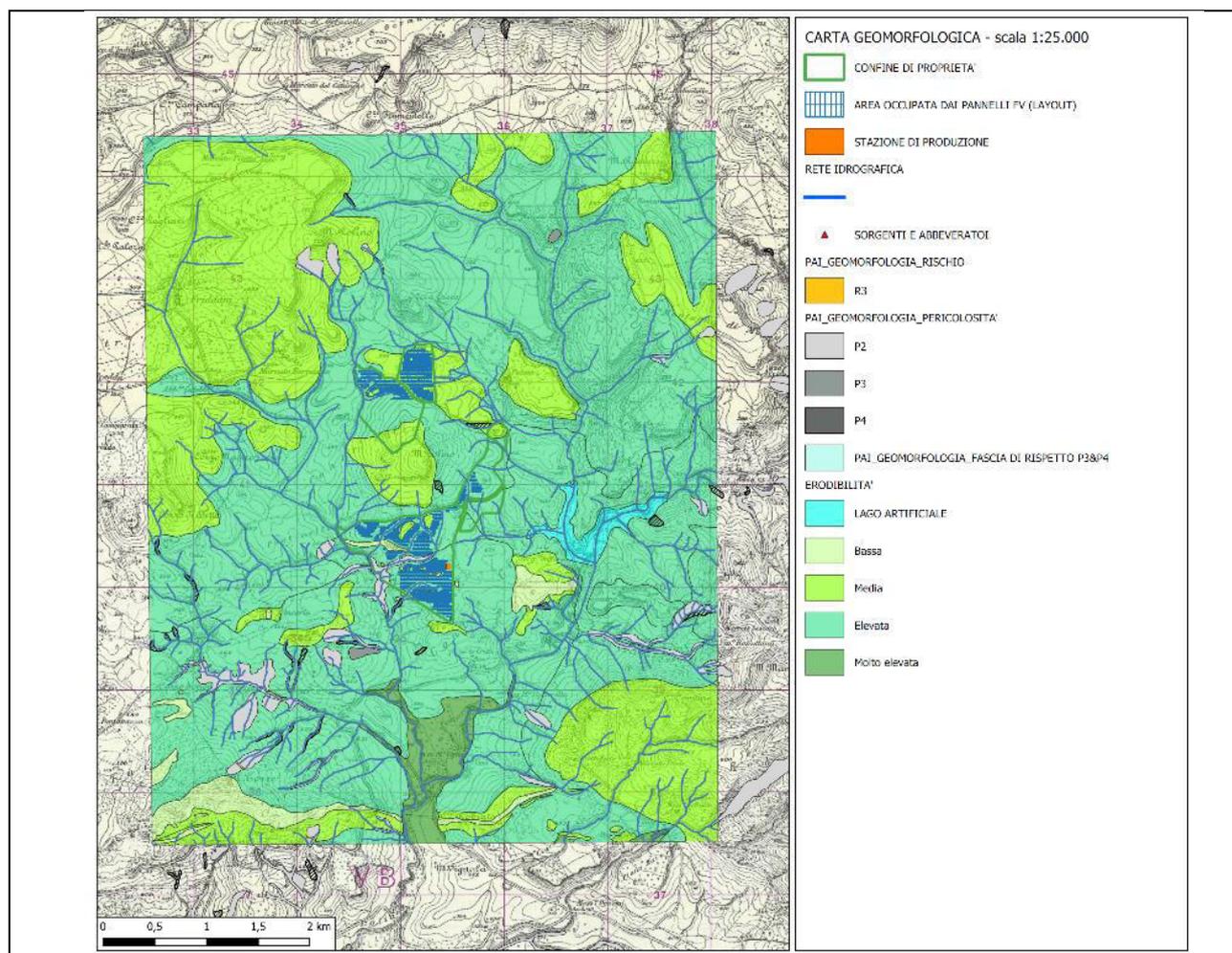
- aree in cui i processi erosivi non sono ancora incisivi e dove si osservano fenomeni tipo creep che interessano i pendii senza evolvere a vere frane;
- aree caratterizzate da erosione accelerata di tipo calanchivo e con prevalenza di processi erosivi legati all'azione delle acque incanalate che, talora, determinano movimenti gravitativi nei versanti per scalzamento al piede degli stessi;
- aree in cui i processi erosivi spinti hanno dato origine a dissesti superficiali che coinvolgono la porzione alterata dei terreni, spesso estendendosi in vaste porzioni di versanti e dove, talvolta, risulta alquanto difficile evidenziare i singoli movimenti;
- aree in cui si sono già instaurati veri e propri movimenti franosi, con superfici di distacco più profonde. Qui la tipologia dei movimenti è spesso di tipo complessa, generalmente data da uno scorrimento iniziale evolvente a colata, e dove si osservano locali riattivazioni, più o meno profonde, dovute all'alterazione delle condizioni di equilibrio raggiunte da antichi movimenti, generalmente quiescenti o stabilizzati;

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

- aree caratterizzate da fenomeni di crollo per effetto dell'intensa ed irregolare fatturazione e fessurazione degli ammassi rocciosi ed in corrispondenza di banconi rocciosi "aggettanti", evidenziatisi per erosione selettiva su alternanze di rocce a differente grado di resistenza all'erosione.

4.3 Caratterizzazione geomorfologica dell'area interessata dal parco fotovoltaico ai fini della "verifica di compatibilità geomorfologica"

Al fine di verificare la compatibilità geomorfologica e ambientale delle due aree, ovvero che la nuova destinazione d'uso sia compatibile con il contesto morfologico territoriale locale, tanto più che il versante di progetto è ubicato in prossimità di un'area ZSC, si procede ad una caratterizzazione geomorfologica, analiticamente area per area, contenente un'analisi dei dissesti e della pericolosità geomorfologica, in osservanza a quanto sottolineato nella nota D.R.T. 112363 del 09.07.2021 della Regione Sicilia (rilascio del parere di compatibilità geomorfologica).



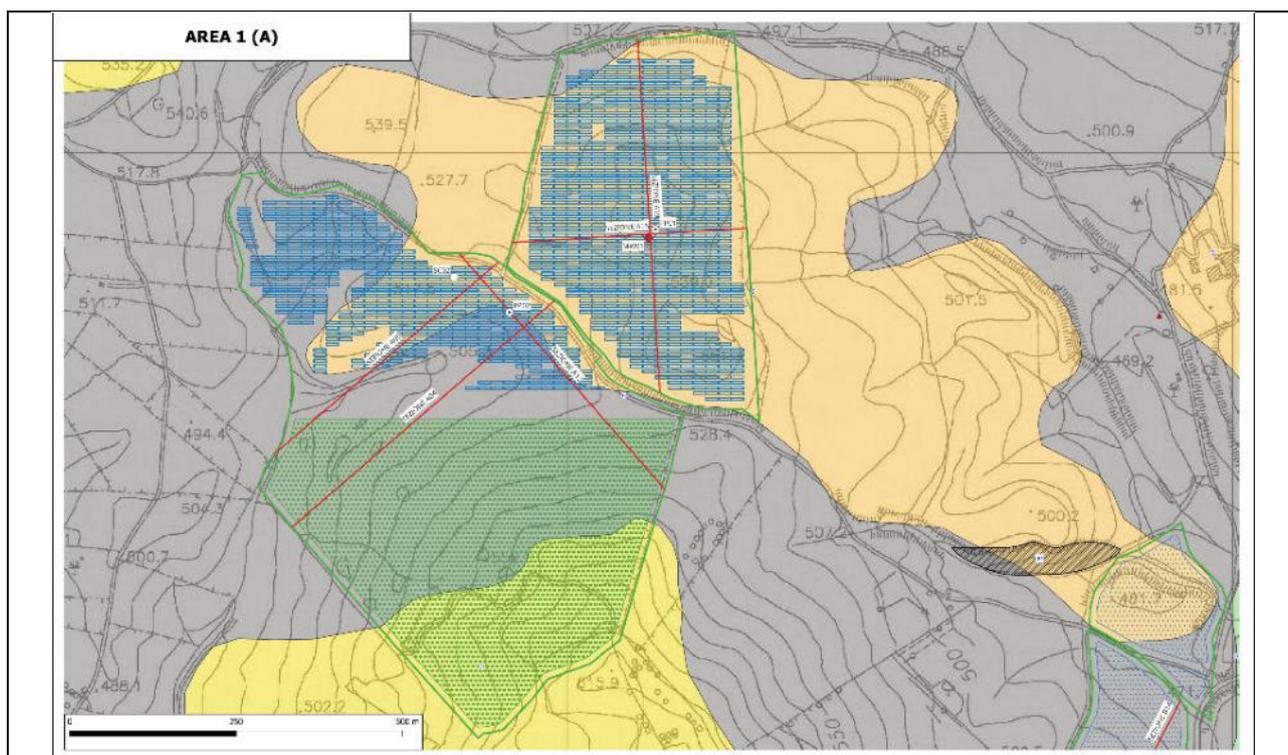
Di seguito viene effettuata una disamina delle eventuali criticità geologiche

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

e/o geomorfologico-idrogeologiche, onde poter pervenire alla compatibilità geomorfologica delle due aree, con il supporto determinante delle indagini in situ effettuate.

4.3.1 Geomorfologia Area 1 – Versante NW-N di Monte Polino

La natura litologica dell'affioramento del versante nord-occidentale di Monte Polino, costituita totalmente dai due membri litologici della "Formazione Enna" (sabbie argillose e argille limo-marnose), dà luogo ad una morfologia dolce, con profili debolmente concavi e a basso gradiente topografico, dunque di tipo "mammellonare", contrassegnata da modeste pendenze topografiche comprese tra i 5° e i 25°.



La porzione Nord dell'area 1 (part.3) risulta in particolare costituita da un sistema collinare allungato, orientato in direzione Nord-Sud, di natura sabbioso-argillosa, a modesta acclività, variabile ma non superiore ai 15°, lungo la cui superficie è prevista la collocazione di pannelli.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Veduta da Ovest del settore N dell'area 1

Le linee di impluvio, in questo settore, prendono forma a valle delle porzioni sommitali, in aree che non saranno oggetto di intervento; le acque superficiali si canalizzano naturalmente all'esterno del perimetro di progetto nelle due linee di deflusso, da dove si innestano due deboli assi idrografici immissari, dunque degradanti in direzione del margine NW del Lago Olivo.

Tra i due settori SW e Nord s'intravede sul terreno una debole linea di materiale rimosso coincidente con una linea di separazione verosimilmente dovuta al tracciato di una ex stradella (catastalmente ancora riportata), non rilevata dallo scrivente in quanto non più esistente sui luoghi.

La porzione SW dell'area 1 (part. 30) ricade sulle pendici occidentali del rilievo collinare che costituisce il settore Nord dell'area di progetto e lungo il versante settentrionale di Monte Polino. Dal punto di vista del ruscellamento superficiale, sulla porzione di versante sinistro del torrente Polino (part. 30), le acque di convogliano naturalmente nel suddetto torrente attraverso due linee di deflusso superficiale.



Veduta da Nord del settore W dell'area 1

Nel settore a quota più elevata della porzione SW dell'area 1, lungo le pendici settentrionali di Monte Polino, si rilevano modeste e sporadiche morfologie mammellonari, tipiche dei terreni limo-argillosi e sabbiosi, presumibilmente indici di corticali movimenti del suolo di tipo creep, per effetto delle quali, senza tuttavia riscontrarne una vera e propria criticità geomorfologica, sono state

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

escluse da qualsiasi tipo di intervento strutturale ma prescelte quali aree di sistemazione rinaturalizzazione .

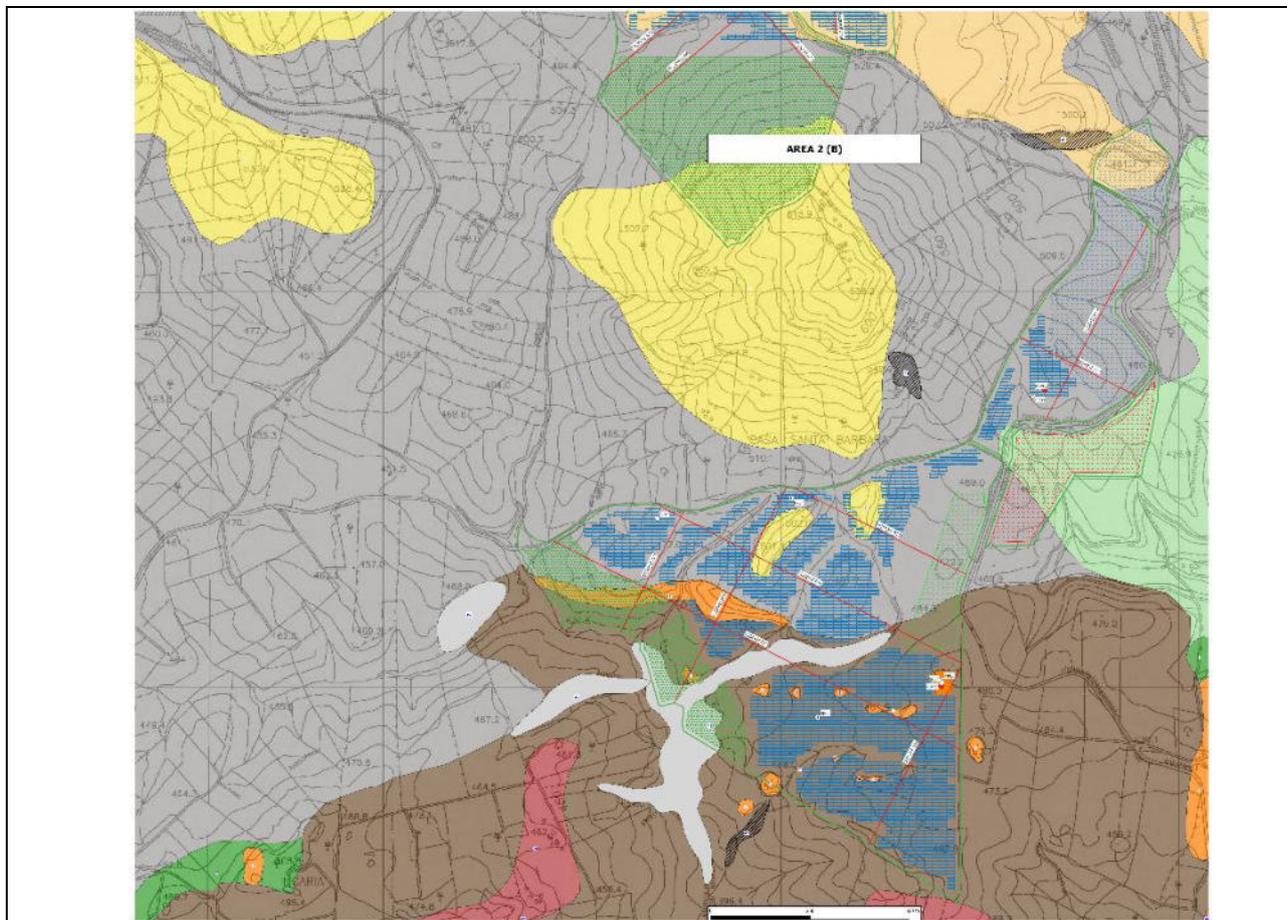
In corrispondenza dell'area 1, i siti di impianto sono ubicati su un versante assolutamente privo di qualsiasi fenomenologia di dissesto attivo e/o potenziale, come è testimoniato anche dall'assenza di vincoli del P.A.I. della Regione Sicilia.

A conferma di quanto sopra detto, gli esiti indagini in situ suffragano tali condizioni di stabilità suddescritte.

Per le caratteristiche su esposte il versante risulta decisamente stabile e idoneo alla realizzazione dell'impianto.

4.3.2 Geomorfologia Area 2 – Versante Sud Monte Polino

Sul fianco orografico meridionale di Monte Polino, opposto rispetto alla prima area, si sviluppa l'area 2 (area sud), più estesa della prima, di forma irregolare, anch'essa appartenente al versante orografico sinistro del Torrente Polino, ma più vicina al Lago Olivo, sulla quale si prevede una distribuzione di pannelli più discontinua; ciò per la presenza di tre deboli linee d'impluvio che la attraversano.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

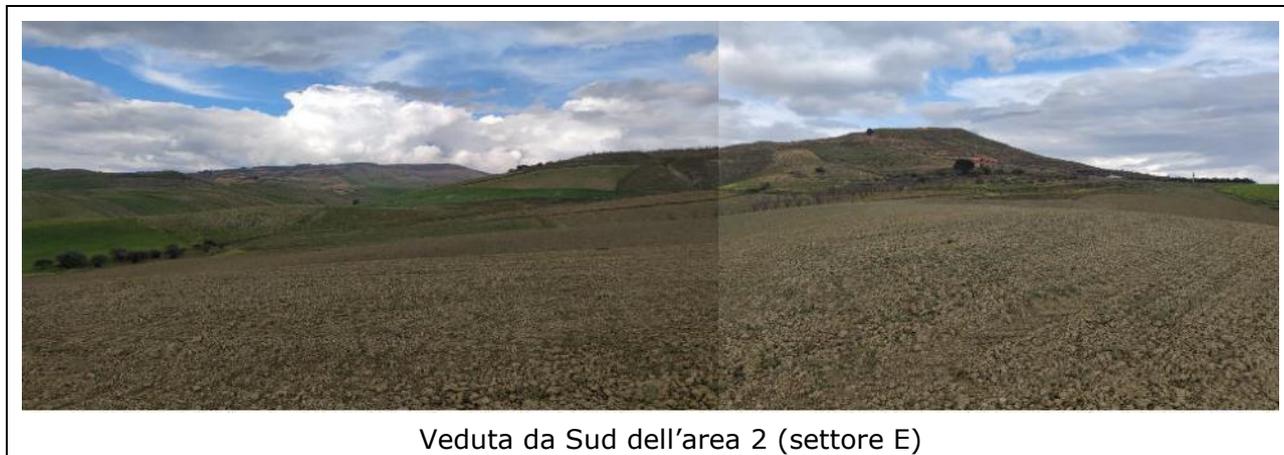
La porzione settentrionale dell'area 2 ricade sulle sabbie argillose (Fm. Enna) estesamente affioranti in questa porzione di territorio, così anche la porzione centro-meridionale si sviluppa sull'affioramento argillo-sabbioso della Formazione Terravecchia, esclusa una lieve fascia centrale lungo la quale affiora il Calcere di base evaporitico, presente anche in lembi residuali sparsi sul settore sud-orientale dell'area. Nelle porzioni a quota più elevatasi osservano affioramenti arenitici di modesta estensione (Sabbie di Lannari) che generano morfologie debolmente più aspre e comunque escluse dagli interventi di progetto. Analogamente, le incisioni di primo ordine che percorrono l'area in esame, tributari sempre del Torrente Polino, sono state escluse dalle opere di progetto attribuendo agli assi idrografici un buffer precauzionale di 10 metri come fascia di rispetto (vedasi relazione idraulica e idrologica a cura dell'Ingegnere Idraulico).

Proprio in corrispondenza dell'asse della linea d'impiuvio centrale, si riscontra un dissesto individuato nel P.A.I. con codice 072-4PA-063 e come "area a pericolosità moderata P2", opportunamente stralciata dal layout dell'impianto (vedasi planimetria del layout), per come descritto nel paragrafo 3.4.

Il resto dell'area non presenta condizioni di dissesto geomorfologico attivo e/o potenziale e, in relazione alle caratteristiche geologico tecniche dei terreni affioranti, sottoposti alle indagini geognostiche in situ preliminari, il sito di progetto è idoneo dal punto di vista geomorfologico alla realizzazione dell'impianto.



Veduta da Sud dell'area 2 (settore W)

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Sotto il profilo idraulico superficiale, sebbene le acque superficiali dilavanti il versante seguano il loro deflusso naturale canalizzandosi direttamente negli assi idrografici naturali, nella fase post-operam risulta opportuno ugualmente predisporre la realizzazione di un sistema di canalizzazione delle acque superficiali, al perimetro delle relative aree d'impianto, adeguatamente dimensionato, secondo i calcoli idraulici e la disposizione riportati nello Studio Idraulico (elaborato Studio Idrologico-Idraulico allegato).

Il dimensionamento di tale sistema di canalizzazione è stato effettuato dall'ingegnere idraulico anche in relazione all'entità della superficie a monte molto modesta, come di conseguenza risulta anch'esso molto modesto il carico idraulico dilavante su detta superficie a monte, oltre ovviamente agli altri parametri idraulici (vedasi Progetto Idraulico).

Tale sistema di canali segue l'orografia naturale dei versanti su cui si svilupperanno le opere di progetto, in direzione degli impluvi che attraversano le aree di progetto, secondo la pendenza topografica e secondo la disposizione plano-altimetrica che viene indicata nello studio idraulico.

Per le caratteristiche su esposte il versante risulta decisamente stabile e idoneo alla realizzazione dell'impianto

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE RISPETTO AL BACINO DEL FIUME IMERA MERIDIONALE (SALSO)**

L'intera superficie del bacino del Fiume Imera Meridionale (Salso) costituisce un settore geologico molto complesso ed articolato della nostra regione, sia dal punto di vista stratigrafico che geostrutturale.

Il bacino dell'Imera Meridionale si sviluppa in un settore della Sicilia caratterizzato da un complesso ed articolato assetto stratigrafico-strutturale.

Si passa dal gruppo montuoso delle Madonie, il cui assetto strutturale deriva dalla deformazione di domini paleogeografici mesozoico-terziari interessati da varie fasi plicative con differenti assi compressivi, ai terreni depositatesi nella "Fossa di Caltanissetta" caratterizzati generalmente da un comportamento più plastico.

In particolare il bacino di Piazza Armerina è situato in un'area della Sicilia centro-orientale, delimitata a Sud dal Canale di Sicilia, a Sud-est dall'altopiano Ibleo, ad Est dalla Piana di Catania e dal vulcano dell'Etna, a Nord dalla catena dei Nebrodi e ad Ovest dalla Fossa di Caltanissetta. Tale settore della Sicilia è parte integrante dei Monti Erei che, allineandosi con le strutture dei Nebrodi-Madonie e l'altopiano Ibleo, crea la linea di displuvio tra i bacini che sfociano sullo Jonio e quelli che hanno foce nel Mediterraneo.

5.1 Inquadramento geologico rispetto al territorio di Piazza Armerina

Come la gran parte della Sicilia centrale, l'intero territorio comunale di Piazza Armerina ricade all'interno della struttura depressa nota in letteratura come "Bacino di Caltanissetta", caratterizzata dalla deposizione della serie evaporitica, geograficamente compresa tra la catena dei monti Sicani ad Ovest e la struttura dei Monti Iblei ad Est.

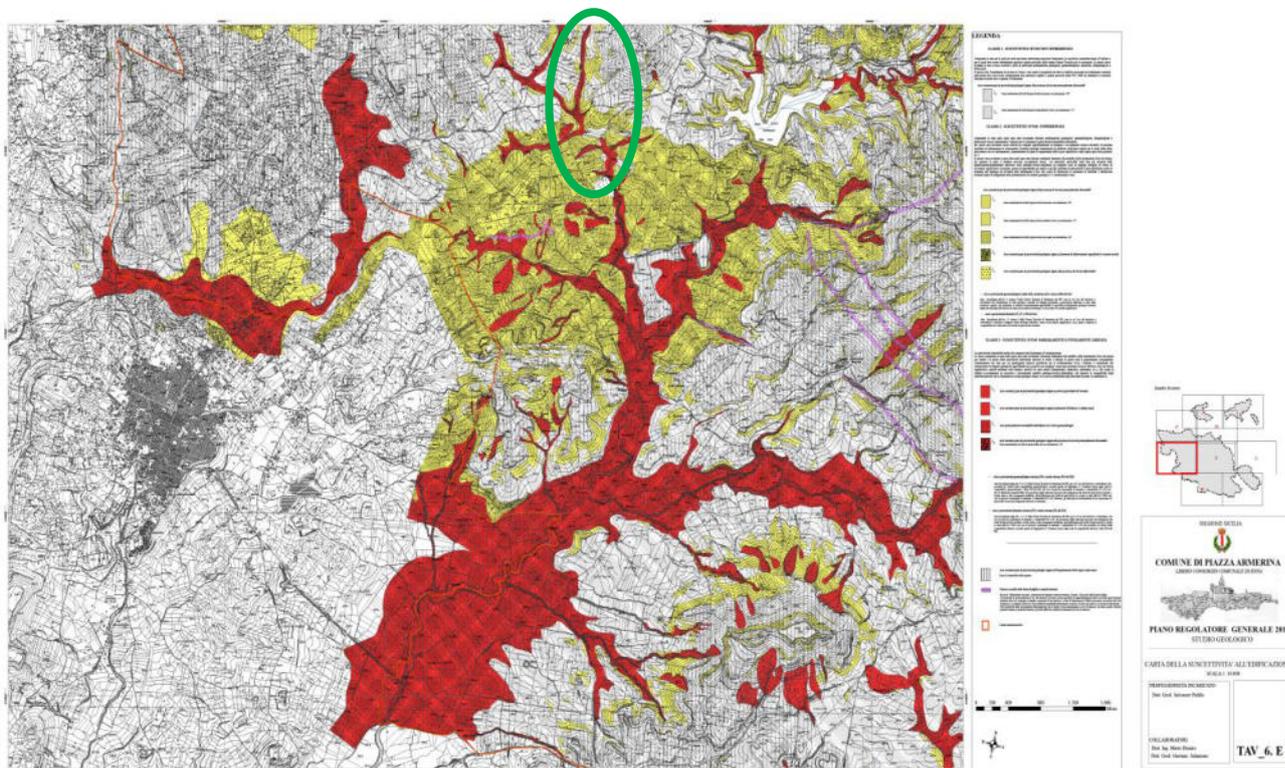
Questa struttura geologica ha ospitato gli ultimi movimenti traslativi di compressione delle falde della Catena esplicitasi fino al Pleistocene inferiore (Falda di Gela) e che hanno prodotto solo blandi piegamenti nelle formazioni plio-pleistoceniche interessate, da considerare parzialmente parautoctone.

Le unità litologiche ivi affioranti rappresentano, quindi, il prodotto della regressione connessa all'intenso sollevamento delle catene montuose poste più a Nord, con la conseguente formazione di notevoli accumuli litoranei regressivi intervallati da depositi di tipo trasgressivo, dovuti a brevi stasi nei movimenti di sollevamento.

La giacitura delle formazioni plio-pleistoceniche affiorano generalmente con pendenze comprese tra i 15° e i 25°, formando ampie sinclinali a grande raggio

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

di curvatura, a volte interessate da dislocazioni distensive riferibili a fasi tettoniche pleistoceniche-attuali.



Carta geologica di riferimento del P.R.G. di Piazza Armerina

La placca plio-pleistocenica giace in chiara trasgressione sia su alcuni lembi di marne a globigerine (Trubi), sia su terreni più antichi, costituiti dalla Serie Gessoso-Solfifera, ad argille e sabbie Tortoniane (Formazione Terravecchia), da Argille Scagliose e dal Flysch Numidico. Tutte queste formazioni che costituiscono il substrato del plio-pleistocene si trovano compresse e piegate in successioni spesso discordanti, a volte in sovrapposizione tettonica, attraverso raccorciamenti crostali avvenuti in prevalenza nel Miocene. La loro litologia è spesso prevalentemente argillosa e costituiscono il substrato impermeabile di una importante falda idrica superficiale contenuta nelle formazioni plio-quatinarie a litologia sabbioso-arenacea.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**5.2 Caratteristiche litologiche generali dell'area d'impianto (settore medio-orientale del bacino del Fiume Imera Meridionale (Salso))**

Di seguito vengono descritte le varie litologie affioranti nel settore di bacino interessato dall'impianto fotovoltaico e dalla rete di collegamento (cavidotto) alla cabina elettrica, procedendo dai termini più antichi verso i più recenti (*contrassegnati con il codice numerico attribuito nella legenda della Carta geologica allegata al progetto*):

- Formazione Terravecchia (11) *Tortoniano sup.*

Affiora in generale estesamente nel bacino ed in particolare nella zona a Sud tra Pietraperzia, Sommatino e Ravanusa.

In particolare, a settentrione prevale la litofacies sabbioso-arenaceo-conglomeratica mentre nel settore centro-meridionale sono ben rappresentati i termini della litofacies pelitica argillo-marnosa e marne.

Affiora nella porzione centrale e meridionale dell'Area 2.

- Serie Gessoso-Solfifera (Messiniano)

I termini costituenti la Serie Gessoso-Solfifera (Serie evaporitica), sebbene in affioramenti discontinui, sono ampiamente diffusi in tutto il bacino anche se la maggiore estensione si ha nell'area meridionale.

La successione della serie evaporitica, costituita dal basso verso l'alto da tripoli, calcare di base, argille brecciate (A.B.III), gessi, sabbie, arenarie ed argille, viene di seguito descritta:

- ✓ Tripoli (9) *Messiniano*

Costituito da diatomiti bianche, sottilmente stratificate, contenenti resti fossili di pesci, talora alternate a marne bianco-giallastre, è assente nell'area in questione, tranne in piccole placche di 5-10 metri presenti nella parte centro-settentrionale ed in quella meridionale;

- ✓ Calcare di base (8) *Messiniano*

Costituisce il termine più basso della serie ed è costituito da calcari massivi vacuolari o stratificati in banconi, di spessore decimetrico, separati da livelli pelitici di alcuni decimetri di spessore.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

- Trubi (7) *Pliocene inferiore*

Si tratta di marne calcaree a globigerine, di colore bianco-crema, ben stratificate. Sono presenti in affioramento nell'intero bacino ma hanno maggiore diffusione nella parte centro-meridionale, sotto forma di placche di modesta estensione.

Affiorano in una porzione esigua centrale dell'Area 2.

- Formazione di Enna *Pliocene medio-superiore*

✓ Membro argillo-limoso (6) Argille marnose grigio-azzurre, siltose, a stratificazione indistinta.

Affiorano nella porzione NE dell'Area 1 e nella porzione N-NE dell'Area 2;

✓ Membro sabbioso-argilloso (5) Sabbie argillose

Affiorano nella porzione N dell'Area 1

- Argille marnose di Geracello (4) *Pliocene superiore*

Marne argillose grigio-azzurre

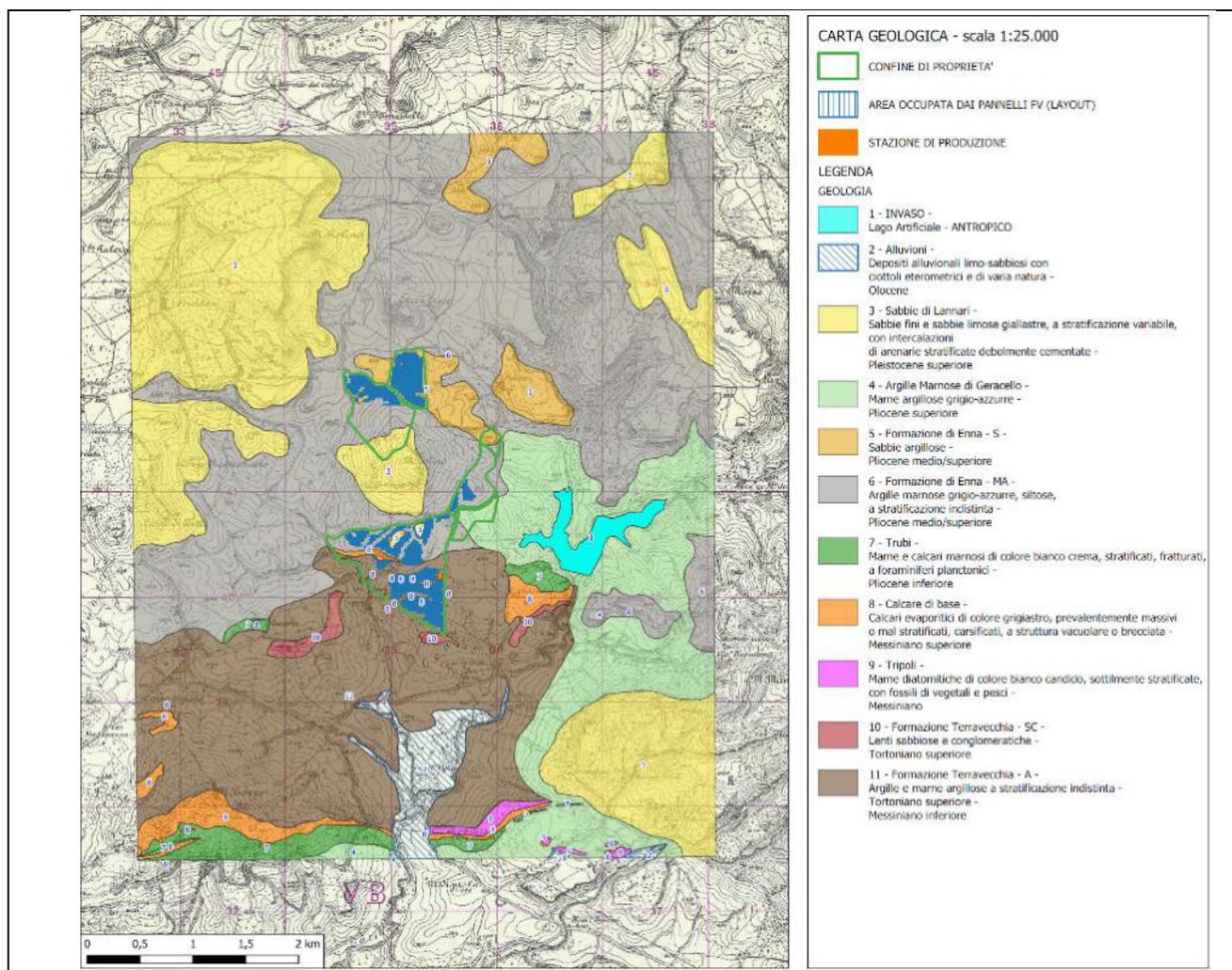
Affiorano in una fascia centrale dell'Area 2

- Sabbie di Lannari (3) *Pleistocene superiore*

Sabbie gialle fini, a stratificazione variabile, con intercalazioni di arenarie stratificare debolmente cementate.

Affiorano in una porzione estrema meridionale Area 1 (peraltro non interessata dai pannelli) e in modestissima estensione nell'area 2;

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



5.3 Caratterizzazione litologica area impianto: Modello geologico di riferimento

Tra tutte le formazioni affioranti nel comprensorio oggetto di studio, si riportano analiticamente, secondo la sequenza stratigrafica dall'alto (terreni più giovani) verso il basso (terreni più antichi), i termini litologici costituenti il modello geologico locale suddivisi per le due aree, secondo la stessa dicitura numerica della legenda (le formazioni sono contrassegnate col codice numerico attribuito nella legenda della Carta geologica):

03. Sabbie di Lannari	part. 30 F.84; part. 153 F.84;
04. Argille marnose di Geracello	part. 153 F.84;

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

	part. 115 F. 84
05. Sabbie argillose (Fm. Enna) – Settore nord Area 1	part. 3 F. 43; part. 30 F.84;
06. Argille marnose e siltose grigio-azzurre (Fm. Enna) – Settore SW Area1	part. 30 F. 84; part. 153 F.84;
08. Calcare di Base - Calcari evaporitici	part. 153 F.84;
11. Argille sabbiose Fm. Terravecchia	part. 153 F.84;

5.3.1. Caratterizzazione geologico-stratigrafica Area 1

Trattasi del versante settentrionale di Monte Polino, pressochè omogeneo sia sotto il profilo litologico che geomorfologico, caratterizzato dall'affioramento di sabbie limo-argillose passanti ad argille sabbiose.

Come verificato in sede di esecuzione di indagini penetrometriche, lo spessore corticale degli affioramenti è costituito da livelli alterati di natura prevalentemente argillo-limosa, il cui spessore varia da 1,0 a 2,0 m dal p.c.

Per la relativa caratterizzazione geologico-tecnica, si rimanda allo specifico paragrafo 8.3.

5.3.2. Caratterizzazione geologico-stratigrafica Area 2

Sotto l'aspetto litologico il versante meridionale del Monto Polino su cui insiste l'Area 2, più prossima al Lago Olivo, presenta caratteristiche affini in quanto prevale l'affioramento plastico argilloso, ma nella porzione centrale litologicamente più disomogeneo per la presenza di una fascia ridotta di calcare evaporitica.

L'area meridionale, peraltro, presenta un'estensione maggiore e una forma più irregolare, dunque una distribuzione dell'area dell'impianto più discontinua per la presenza di alcuni impluvi che la attraversano, rispetto ai cui assi si distanzia il layout di progetto (vedasi planimetria layout di progetto).

Tale settore è caratterizzato sia nella porzione N che nella zona centro-meridionale dagli affioramenti argillo-marnoso e argillo-sabbiosi. Seppur appartenenti adue formazioni geologiche diverse (Fm. Enna e Fm. Terravecchia - vedasi carta geologica-stralcio).

Sul settore centro-sud, adiacente all'area PAI a pericolosità P3, è stata prevista l'esecuzione di prove penetrometriche in situ e prova MASW, i cui esiti sono riportati nel paragrafo 8.3.

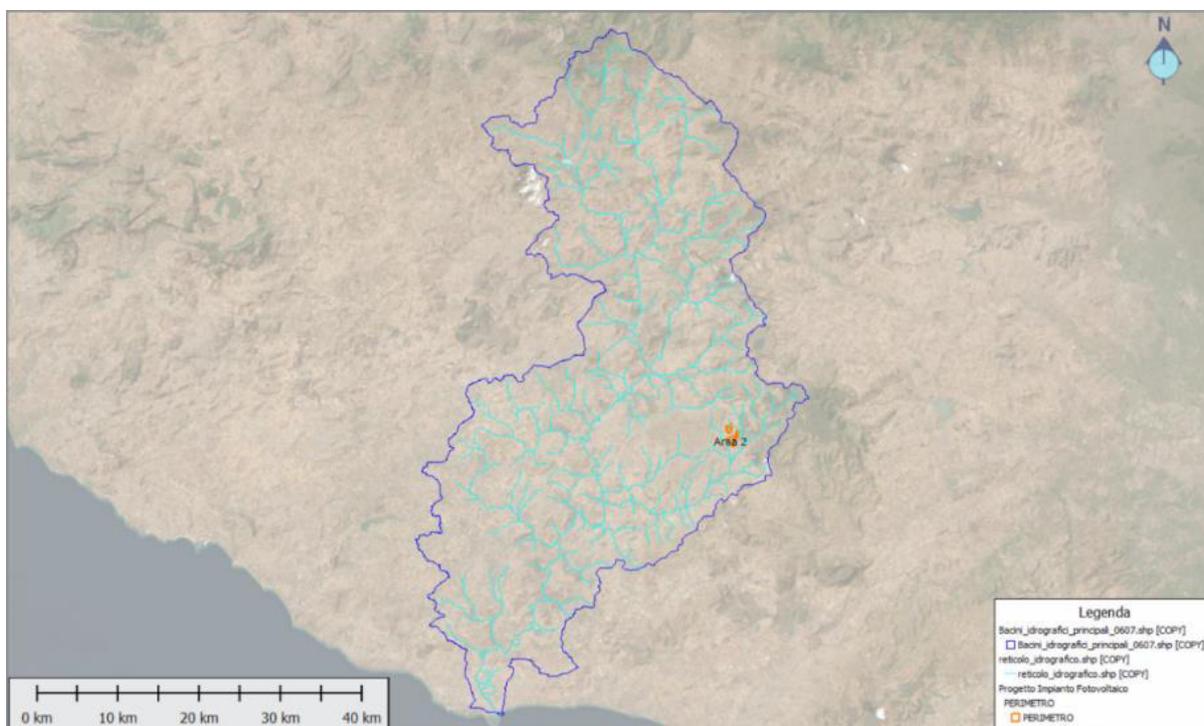
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**6. IDROLOGIA E IDRAULICA DEL SITO**

I bacini idrografici in cui saranno realizzati gli impianti fotovoltaici sono relativi a piccoli affluenti del Fiume Imera Meridionale (Salso) per entrambe le aree, in particolare l'area identificata come Area 02 è intersecata dal torrente Polino.

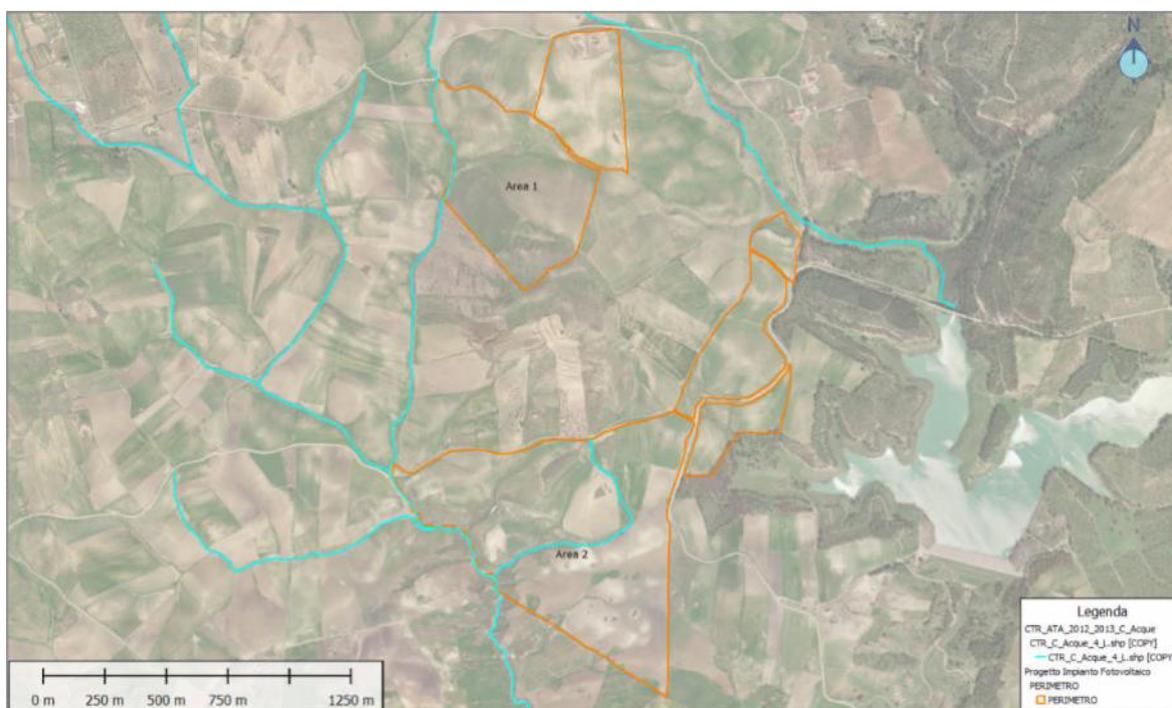


Identificazione delle aree di intervento.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



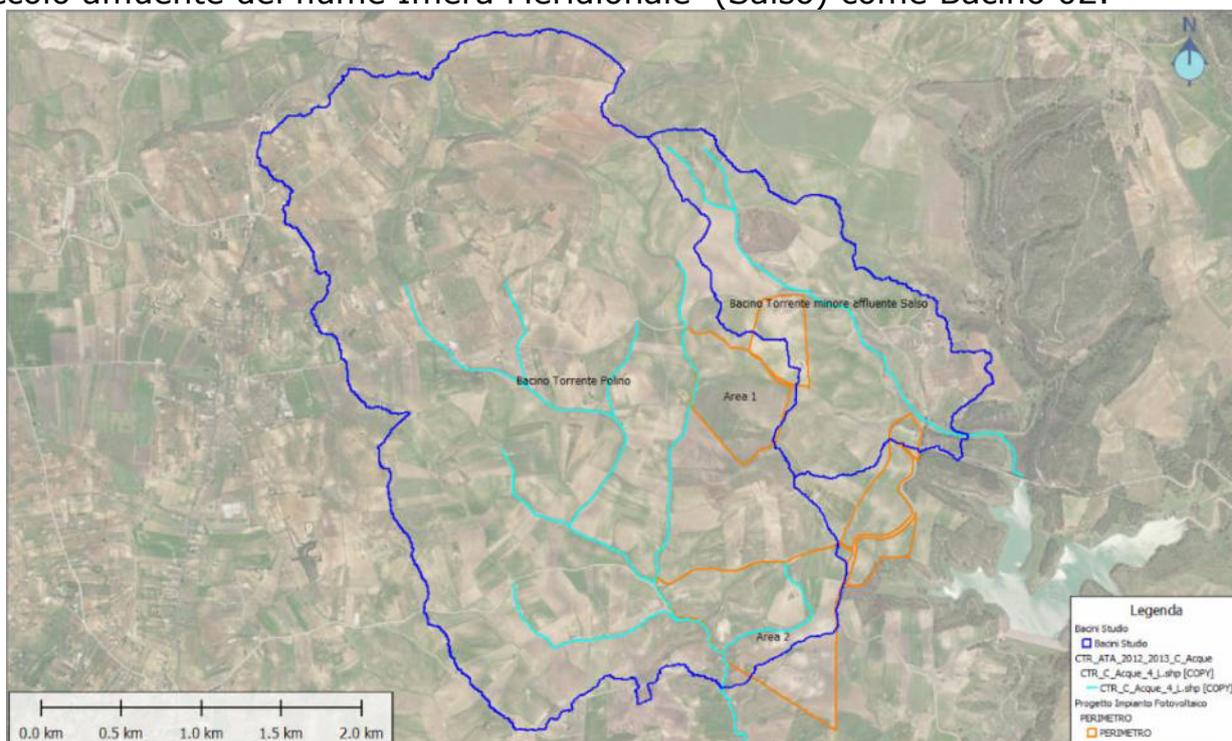
Bacino del fiume Imera Meridionale con indicazione aree interessate dagli impianti in progetto



Inquadramento delle aree dell'impianto fotovoltaico e interferenze con il reticolo idrografico ricavato dalla CTR della Regione Siciliana

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Sono stati individuati in totale due bacini idrografici in grado di generare interferenze con le opere da realizzare, con i relativi sottobacini. Essi sono stati identificati con i seguenti codici: il Bacino del torrente Polino come Bacino 01, il piccolo affluente del fiume Imera Meridionale (Salso) come Bacino 02.



Bacini idrografici delle aste interferenti con le aree dell'impianto fotovoltaico

Di seguito si riportano i valori delle grandezze morfometriche ricavati attraverso il software di analisi morfologica QGIS dei bacini identificati.

ID BACINO		ID01	ID02
ASTE FLUVIALI	L [km]	6.19	2.96
	Hmax	669.4	582.9
	Hmin	394.7	437.5
	i [%]	6.54	5.34
BACINI SCOLANTI	A [km ²] o S	9.7	2.0
	Hmax	722.1	709.8
	Hmin	399.7	448.2
	H media	536.2	522.0
	i [%]	18.9	18.9
	P [km]	20.409	10.845
	Dmax [Km]	10.2045	5.4225

Tabella
Grandezze caratteristiche dei bacini individuati

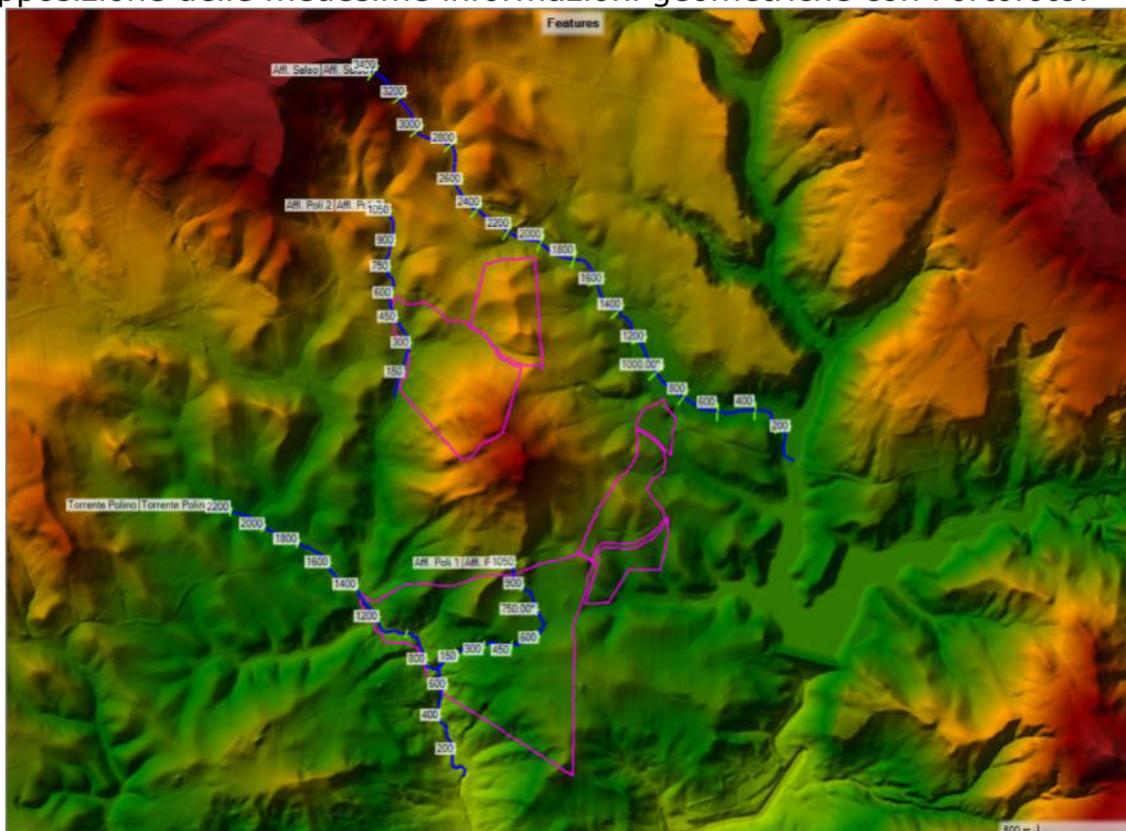
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

I calcoli idrologici sono stati effettuati in maniera analitica nell'allegata Relazione Idrologico-Idraulica.

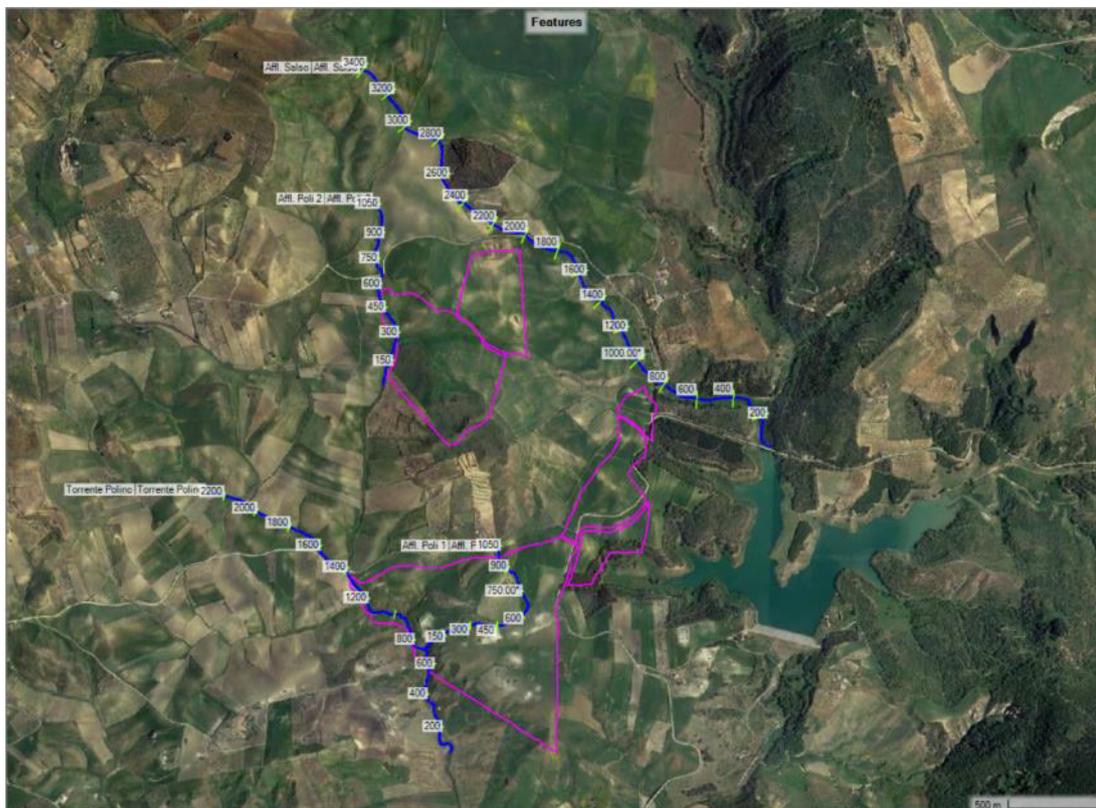
6.1 Idraulica del sito

Le figure che seguono mostrano l'estensione delle aste idrografiche oggetto di modellazione in relazione alla configurazione delle aree 01 e 02 di impianto delle opere in progetto, con indicazione delle sezioni di calcolo.

La prima figura è realizzata con il supporto cartografico costituito dal DEM 2m×2m elaborato dalla Regione Siciliana. La figura successiva evidenzia la sovrapposizione delle medesime informazioni geometriche con l'ortofoto.



Sovrapposizione del modello idraulico con il DEM – in magenta le aree dell'impianto.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

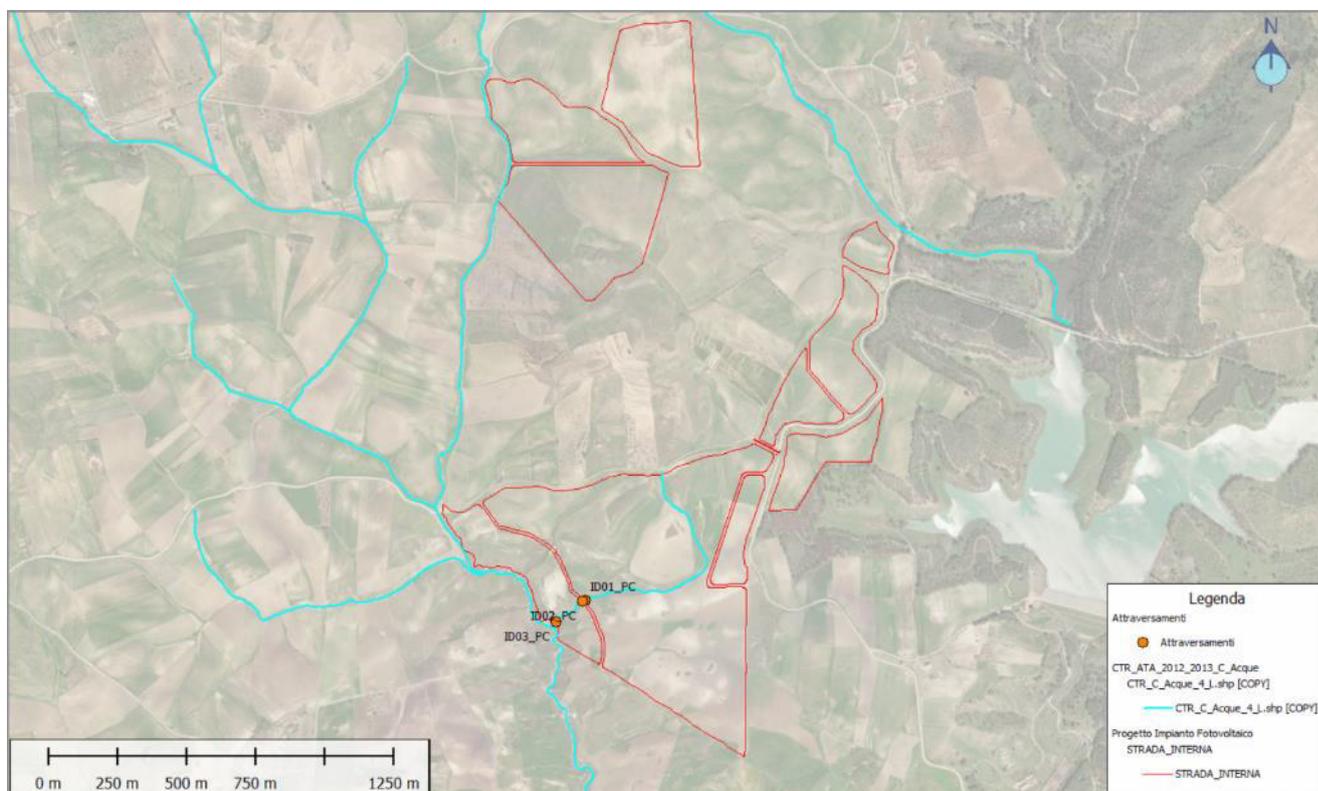
Sovrapposizione del modello idraulico con l'ortofoto – in magenta le aree dell'impianto.

Tutte le sezioni trasversali, i cui dati numerici sono stati inseriti nel modello di calcolo, sono state ricostruite per l'area oggetto di studio a partire dal modello digitale del terreno DEM 2m×2m elaborato dalla Regione Siciliana e scaricato dal sito web del Sistema Informativo Territoriale Regionale. Tale DEM è stato utilizzato per la realizzazione del modello attraverso il software RAS-Mapper, applicativo presente in HEC-RAS che permette la estrazione della geometria a partire da un modello digitale del terreno.

Le condizioni idrauliche al contorno imposte sono state descritte in precedenza.

In appendice allegata alla presente relazione si riportano tutte le sezioni modellate nello "Stato di Fatto" e gli attraversamenti presi in considerazione, presenti lungo le singole aste idrografiche modellate.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Posizionamento planimetrico degli attraversamenti idraulici.

Il dimensionamento di ciascun manufatto di attraversamento è stato effettuato con riferimento alla portata massima calcolata per il bacino considerato nella sezione di chiusura, adottando quindi per gli attraversamenti che in effetti ricadono più a monte una condizione molto cautelativa.

I tombini sono stati dimensionati e verificati secondo quanto previsto dalla normativa vigente per i tombini stradali, ossia soddisfacendo *il rispetto dei criteri dimensionali imposti dal punto 5.1.2.3. delle NTC 2018 e della Circolare 21 gennaio 2019 (NTC 2018): franco minimo pari a 0,50 m e tirante massimo pari a 2/3 dell'altezza della sezione*, per la portata con tempo di ritorno di 200 anni.

Le analisi di compatibilità sono state finalizzate a valutare che l'inserimento dell'opera, in coerenza con l'assetto idraulico dell'asta idrografica interessata, non comporti alterazioni delle condizioni di pericolosità idraulica e garantisca, con adeguati franchi di sicurezza, il deflusso della piena di progetto.

Per le opere di attraversamento previste, costituite da tombini circolari di diametro di 1.500 mm, sono state sviluppate le verifiche idrauliche dell'incisione rilevata, anche in questi casi con riferimento alle condizioni di moto permanente, attraverso l'applicazione dei codici di calcolo del software FHWA HY-8 Culvert Analysis Program.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

ATTRAV.	pend	D	num.
id	m/m	mm	elementi
ID01_PC	0,05	x.x00	x
ID02_PC	0,05	x.x00	x
ID03_PC	0,05	x.x00	x

Tabella: Riepilogo dati di calcolo per gli attraversamenti

Nella figura che segue sono riportate le sezioni tipo degli attraversamenti previsti in progetto per risolvere le interferenze tra la viabilità di servizio e la rete idrografica, con riferimento ai diametri della precedente tabella.

Si prevede la collocazione di tubi armco su un letto di posa di materiale arido adeguato e la costruzione di tronchi di raccordo a monte e a valle, da realizzarsi mediante gabbionate/materassi. Tali raccordi hanno la funzione di evitare i fenomeni di scalzamento in corrispondenza delle sezioni di passaggio e, inoltre, di raccordare anche altimetricamente le sezioni di sbocco a valle degli attraversamenti con l'alveo, nei casi in cui la pendenza dell'alveo risulti maggiore rispetto alla pendenza del manufatto di attraversamento.

Di seguito si espongono i risultati delle verifiche idrauliche effettuate relativamente agli attraversamenti in progetto. (Vedasi studio idraulico allegato).

ATTRAV.	pend	D	Q ₂₀₀	H	F	H Lim
id	m/m	mm	m ³ /s	m	m	m
ID01_PC						
<i>Legenda</i>						
pend	pendenza attraversamento					
D	diametro tombino circolare					
Q ₂₀₀	Portata con tempo di ritorno di 200 anni					
H	tirante massimo corrispondente alla portata con TR 200 anni					
F	franco all'interno del tombino (valore limite 0.50 m)					
H Lim	tirante limite pari a 2/3 della luce					

6.2. Invarianza idrologica e idraulica

Nel presente capitolo sono illustrate le considerazioni sviluppate con riferimento all'applicazione del principio di invarianza idrologica e idraulica, come

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

richiesto dal D.D.G. n. 102 del 2021¹. Si ricorda in proposito che l'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica ha l'obiettivo di mantenere invariato, in presenza di un intervento potenzialmente in grado di modificare le caratteristiche di permeabilità dei suoli, il valore del coefficiente idrometrico, cioè del contributo dell'unità di superficie alla formazione della portata.

Le valutazioni sono state eseguite in accordo all'Allegato 2 "Indirizzi tecnici per la progettazione di misure di invarianza idraulica e idrologica" del citato Decreto e seguendo quelle che sono, secondo il presente progetto, le previsioni di utilizzo delle due aree in questione successivamente alla installazione dei pannelli fotovoltaici. In particolare, ci si riferisce ai contenuti della Relazione Agronomica allegata al progetto, alla quale si rimanda per il dettaglio.

Appare rilevante evidenziare preliminarmente che nell'Allegato 2 richiamato il primo passo indicato nel descrivere la procedura per il calcolo dell'invarianza idraulica consiste (punto i.) nella "Preliminare valutazione della possibilità di limitare l'impermeabilizzazione del suolo preferendo, per quanto possibile, volumetrie edilizie che si sviluppino in altezza e sistemazioni permeabili delle aree scoperte possibilmente a verde". Tale raccomandazione, come è di seguito indicato, trova preciso riscontro nelle caratteristiche dell'impianto agro-fotovoltaico in progetto.

La superficie totale delle due aree è circa 148 ha e i moduli saranno installati con orientamento a sud.

Le strutture di sostegno (strutture fisse) delle stringhe saranno realizzate in acciaio inox e alluminio mentre i moduli saranno disposti in modo da far penetrare nel suolo sottostante luce e umidità a sufficienza.

La distanza minima dello spigolo inferiore della struttura rispetto al suolo sarà di 1,35 m, allo scopo di facilitare le operazioni di pulitura del suolo sottostante e di rendere possibili sia le attività agricole sia il pascolo ovino.

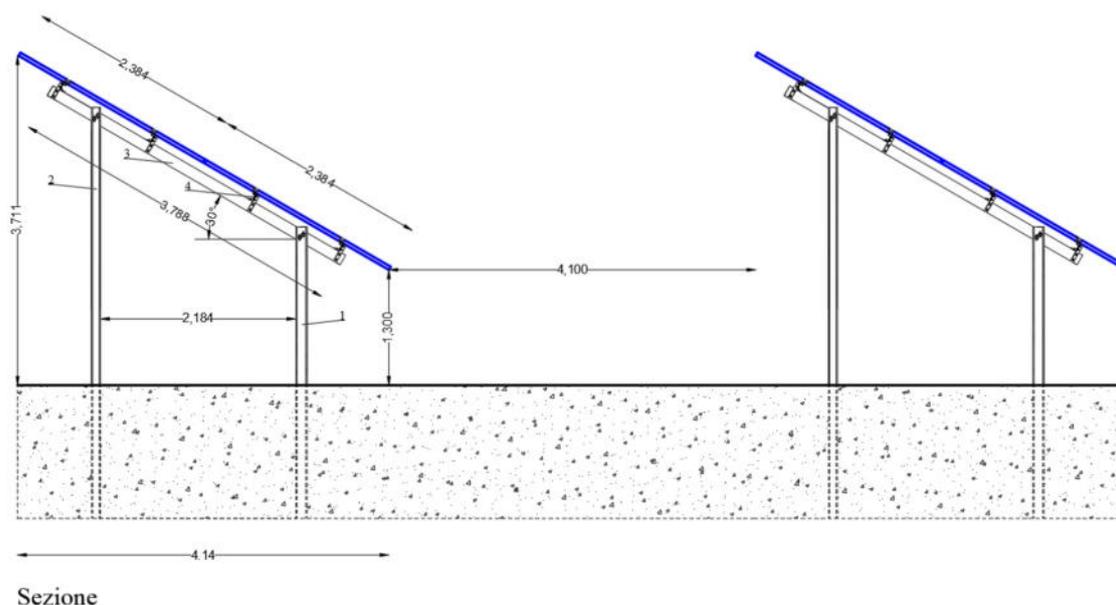
In particolare, nelle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici si afferma: *"Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).*

Quanto affermato nella Relazione Agronomica costituisce la premessa per una attenta riflessione circa la necessità di prevedere in progetto specifici presidi idraulici per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica. Tale esigenza nascerebbe nel caso in cui si riscontrassero, nella condizione "Stato di progetto", modifiche delle caratteristiche di permeabilità delle superfici tali da prefigurare aumenti dei deflussi superficiali, sia in termini di portate che di volumi.

¹ Decreto del Dirigente Generale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia n. 102 del 23 giugno 2021, recante "Criteri e metodi di applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica".

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La condizione "Stato di progetto", nel caso dell'intervento al quale si riferisce il presente studio, è caratterizzata essenzialmente dalla disposizione dei pannelli fissi installati in opera come nello schema della figura seguente.



Schema di installazione delle stringhe

Lo schema in figura evidenzia che con tale disposizione, in occasione degli eventi di pioggia, si genererebbe esclusivamente una concentrazione degli afflussi meteorici nelle fasce comprese tra i filari di pannelli. Tenendo nel giusto conto la peculiarità delle coltivazioni scelte, le caratteristiche di inclinazione dei pannelli rispetto alla pendenza generale di tutte le aree e la destinazione prevista per quelle aree, si ritiene del tutto ragionevole concludere che la condizione "Stato di progetto" (post operam) nelle due aree sarà tale da non configurare di fatto alcuna significativa modifica della caratteristica di permeabilità dei terreni interessati, la cui persistenza risulterà garantita dalla continua lavorazione agricola di cui saranno oggetto.

L'affermazione che non si preveda una perdita di permeabilità complessiva del suolo nelle aree oggetto degli interventi in seguito alla realizzazione del progetto (post operam) comporta che non si verificherà alcuna variazione dei deflussi superficiali generati dagli eventi di pioggia.

Il principio di invarianza idrologica e idraulica risulta pertanto rispettato nella condizione "Stato di progetto" senza che vi sia la necessità di prevedere specifiche opere, escludendo con tale affermazione anche la realizzazione di una qualsiasi rete di intercettazione dei deflussi superficiali. Infatti, la creazione di linee di concentrazione preferenziali accelererebbe il deflusso delle portate, via via crescenti, verso i corpi idrici recettori finali, dando luogo all'effetto

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

indesiderato di generare un aumento delle portate nella rete idrografica interessata. Il mantenimento del limitato ruscellamento superficiale naturale, non concentrato, comporta invece il perdurare dell'attuale meccanismo di progressivo smaltimento delle acque di origine meteorica per infiltrazione nel suolo, ulteriormente favorito dalla presenza degli apparati radicali delle coltivazioni.

In definitiva, preso atto che le superfici di suolo che si prevede in progetto di coprire con le stringhe di pannelli, così come quelle comprese tra stringhe adiacenti, saranno oggetto di interventi di inerbimento, rinzollatura periodica, realizzazione di fasce arboree nel perimetro di tutte le zone destinate all'installazione dei pannelli, adeguate a mantenere inalterata la permeabilità riferita alle condizioni ante operam, evidenziato che le pratiche agricole escludono che si possa attuare un effetto di compattazione del terreno in corrispondenza delle aree dei campi fotovoltaici, si ritiene di potere concludere che l'installazione dei pannelli non comporti un incremento del coefficiente di deflusso e, quindi, delle portate e dei volumi idrici prodotti in tempo di pioggia.

In conclusione, al fine di individuare con apposita modellazione idraulica le aree che possono essere raggiunte dalle acque in caso di eventi di piena corrispondenti a un tempo di ritorno di 5 anni e ampliando tali aree di 10 m da entrambi i lati. Come è argomentato in dettaglio nella Relazione Idraulica allegata al progetto, con riferimento alla disposizione planimetrica prevista in progetto per i moduli di pannelli fotovoltaici, la circostanza che alcuni pannelli ricadano all'interno della fascia di rispetto definita con il R.D. n. 523/04 non si ritiene costituisca, nella sostanza, effettiva inosservanza del vincolo, con riferimento alle finalità dello stesso.

La modellazione idraulica è stata effettuata, oltre che per il tempo di ritorno di 5 anni come prima indicato, anche per i tempi di ritorno di 50, 200 e 300 anni, indicati dal P.A.I., ed è stato verificato, ai fini della compatibilità idraulica degli interventi in progetto, che le aree soggette a esondazione risultano contenute all'interno della fascia di rispetto determinata con riferimento alle prescrizioni del Regio Decreto n. 523 del 1904.

Sono state analizzate le caratteristiche del progetto alla luce della esigenza di ottemperare al rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal Decreto del Dirigente Generale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia n. 102 del 23 giugno 2021 e dall'art. 11 delle Norme di Attuazione del P.A.I. Sicilia (aggiornamento 2021).

Il progetto prevede che le superfici di suolo che risulteranno occupate dalle stringhe di pannelli, così come quelle comprese tra stringhe adiacenti, saranno oggetto di specifici interventi volti a garantire la continuità delle pratiche agricole

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

(inerbimento, rinzollatura periodica, realizzazione di fasce arboree di mitigazione). Tali pratiche costituiscono a tutti gli effetti interventi di mitigazione dell'impatto delle opere sulle capacità drenanti dei terreni interessati, risultando adeguate a mantenere inalterata la permeabilità riferita alle condizioni ante operam e l'ampiezza delle superfici attive ai fini dello smaltimento dei volumi idrici di origine meteorica per infiltrazione nel suolo. Le pratiche agricole sono tali da escludere che si possa attuare un effetto di compattazione del terreno in corrispondenza delle aree dei campi fotovoltaici.

Pertanto, sulla base della relazione idraulica redatta si ritiene di poter escludere che la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico in progetto comporti una perdita di permeabilità del suolo né un incremento del coefficiente di deflusso e, quindi, delle portate e dei volumi idrici prodotti in tempo di pioggia. Per tale motivo, non si è prevista alcuna opera per la laminazione delle portate di piena di origine meteorica.

Infine, il raggiungimento degli obiettivi di tutela ambientale indicati in questa sede sarà garantito e salvaguardato dal monitoraggio ambientale e agricolo previsto in progetto, in conformità al comma 2 dell'art. 18 del D. Lgs.vo n. 152/2006, recante "Norme in materia ambientale", che recita: "Il monitoraggio assicura il controllo sugli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione dei piani e dei programmi approvati e la verifica del raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati, così da individuare tempestivamente gli impatti negativi imprevisti e da adottare le opportune misure correttive."

Sebbene il bacino imbrifero dell'Imera Meridionale abbia una notevole estensione, la presenza di affioramenti argillosi per oltre la metà della sua superficie, la variabilità e la discontinuità delle litologie presenti, nonché la posizione geografica corrispondente alla fascia più arida dell'isola, non consentono la formazione di acquiferi di notevole rilevanza per le risorse idriche della Sicilia. Basti pensare che la stessa città di Caltanissetta deve la sua dotazione idrica ai potenti acquiferi delle Madonie, attraverso l'acquedotto Madonie Ovest.

Nell'ambito dell'intero bacino i principali corpi idrici possono essere, comunque, individuati in corrispondenza dei depositi alluvionali, delle calcareniti e sabbie, dei calcari solfiferi e gessi e delle arenarie e conglomerati.

L'acquifero, che ha sede nelle alluvioni dell'Imera e nella Piana di Licata, possiede un elevato tenore in sale dovuto alla presenza di formazioni saline all'interno del bacino; quello sabbioso-calcarenitico, caratterizzato da una falda poco profonda, si estende tra Riesi e Caltanissetta e presenta variazioni di facies da sabbie fini ad arenarie stratificate e fessurate del Pliocene; nell'ambito della serie gessoso-solfifera, l'accumulo idrico, che ha sede in corrispondenza degli affioramenti alquanto frammentari di calcari e gessi, possiede una permeabilità discontinua per la presenza di intercalazioni pelitiche fra i banchi di roccia; il

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

corpo idrico, che si estende prevalentemente a nord di Alimena, si localizza in corrispondenza dei depositi arenaceo-conglomeratici del Tortonianiano.

Lo spessore della porzione arenacea è notevole e presenta un comportamento idraulico analogo alla porzione conglomeratica; infine, le falde idriche presenti in corrispondenza dei banconi arenacei flyscioidi, che risultano spesso diffusamente fessurati e/o molto alterati, fino alla formazione di sabbioni incoerenti, assumono un significato strettamente locale.

Le principali sorgenti, secondo il Piano Regionale di Risanamento delle Acque, sono circa una ventina ed utilizzate principalmente a scopo potabile. Tra queste, quelle con una maggiore portata media scaturiscono prevalentemente da acquiferi calcarei e calcarenitici.

7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICO-SOTTERRANEA DELLA ZONA IMPIANTO

Le condizioni idrogeologiche del territorio comunale individuano diverse classi a differente grado di permeabilità: dai terreni "impermeabili" fino ai litotipi caratterizzati da permeabilità "alta".

I rilievi evidenziano, in particolare, un territorio caratterizzato prevalentemente da terreni a permeabilità "medio-alta". Tale settore, che comprende anche l'abitato di Piazza Armerina, è interessato da numerosi pozzi (in coerenza con il grado di permeabilità).

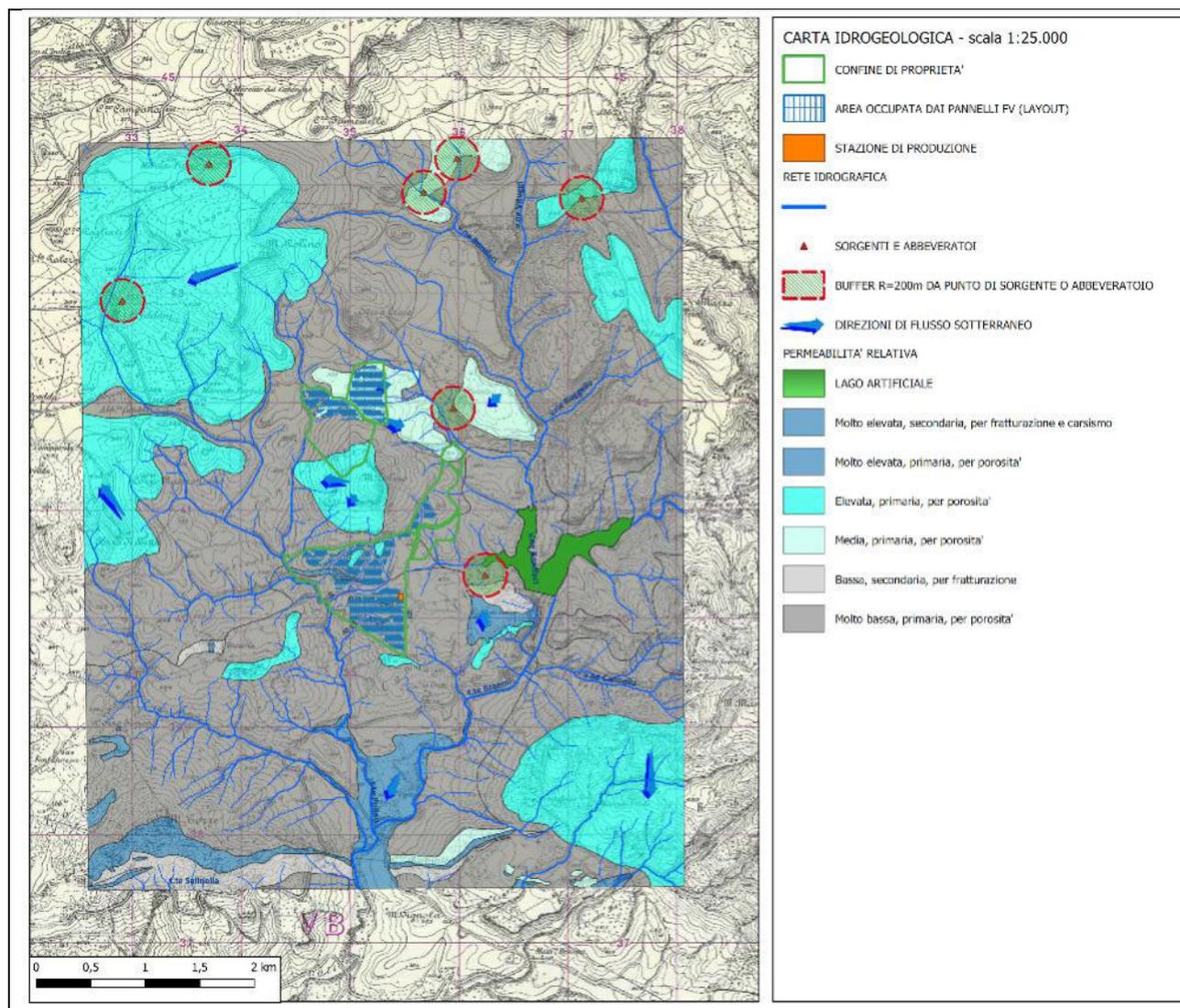
Nella fattispecie dell'Area 1 (nord) del territorio interessato dall'impianto, prevalgono in affioramento i terreni argillo-marnosi-sabbiosi scarsamente permeabili (termini argillosi impermeabili della Fm. Enna) che si riscontrano in contatto con le sabbie limo-argillose nel settore NE (part.3) (termini sabbioso-limo-argillosi mediamente permeabili della Fm. Enna).

7.1 Caratterizzazione idrogeologico-sotterranea della zona impianto

Sotto il profilo idrogeologico-sotterraneo i rapporti di contatto litologico relativo tra le due formazioni che affiorano nell'Area Nord e la variabilità di permeabilità primaria relativa tra le argille marnose (6) e le sabbie argillose determinano, per effetto di una giacitura in direzione est, all'interfaccia impermeabile-permeabile, un flusso idrico delle acque gravifiche nella suddetta direzione, dando luogo alla formazione di una modesta sorgente situata ad una distanza di circa 600 metri. Tale affioramento sorgentizio, regolarmente

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

cartografato nella carta idrogeologica e scaturiente dal piano di campagna a quote decisamente più basse rispetto all'area d'impianto (quota mt. 469 slm), risulta ubicato a distanza decisamente superiore alla fascia di rispetto pari a 200 metri prevista dal D.L. 152/2006.



Carta Idrogeologica:
il buffer di 200 mt. dalla sorgente viene evidenziato con il cerchio

Il versante sud su cui sarà realizzata l'Area 2 presenta una maggiore omogeneità litologica, e dunque di permeabilità, in quanto caratterizzata dall'affioramento argilloso l.s., se si eccettua una modestissima porzione di calcare di base esclusa dall'area d'impianto che tuttavia non risulta significativa ai fini della permeabilità.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'unica vera discontinuità netta si riscontra all'esterno del perimetro dell'impianto, ovvero a sud-est laddove affiora, ad una distanza di circa 650 mt. dall'estremità del perimetro, una placca calcarea (calcarea di base) che rappresenta l'unica formazione permeabile sede di acquifero. Anche in questo caso il contatto impermeabile-permeabile ha dato luogo alla costituzione di una falda libera sull'acquifero calcarea, il cui punto di trabocco è rappresentato appunto da suddetta sorgente.

Tale sorgente "di contatto", scaturiente proprio in prossimità della sponda ovest del Lago Olivo, dista circa 500 metri dal perimetro esterno dell'area d'impianto, e la relativa posizione, anche in questo caso, risulta decisamente superiore alla fascia di rispetto prevista dal T.U. ambientale pari a 200 metri e a quote decisamente più basse rispetto all'area d'impianto (quota mt. 435 slm).

Si precisa che la realizzazione delle opere consiste solamente in un semplice ancoraggio di pannelli nel livello superficiale, secondo la tecnica indicata in progetto, evitando dunque di arrecare modificazioni sia morfologiche alla superficie topografica nonchè alle caratteristiche di permeabilità e pedologiche dello strato di terreni agrario costituente il versante.

Si ha pertanto ragione di ritenere che il regime idrogeologico dell'acquifero, da cui affiorano entrambi le scaturigini sorgentizie, si manterrà inalterato e non subirà affatto alterazioni di portata (vedasi carta idrogeologica).

7.2 Caratterizzazione idrogeologico-superficiale e idrografica zona impianto (Area 1 e Area 2)

Geograficamente il parco agrofotovoltaico ricade nell'estrema porzione orientale media del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale (Salso), in prossimità della linea di displuvio con l'adiacente bacino idrografico del Fiume Gela con foce sullo stesso versante costiero.

Le due aree (area 1 e area 2) appartengono al versante orografico sinistro del Torrente Polino, affluente di destra del Fiume Olivo (nel tratto a monte del lago denominato Torrente Braemi), che rappresenta il ricettore idrografico finale delle acque superficiali defluenti sui versanti in oggetto. Solamente due modestissime porzioni dell'area 1 e 2, ubicate più a Est, ricadono sul versante orografico opposto (ma pur sempre nello stesso bacino) su cui si sviluppano due modesti assi idrografici immissari del Lago Olivo, ma trattasi tuttavia del settore escluso dai pannelli in quanto rientrante nella fascia di rispetto dal lago.

La messa in posa dei pannelli (fase post-operam,) secondo il layout di progetto, non produrrà alcuna alterazione delle pendenze e delle naturali linee

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

di deflusso superficiale esistenti che manterranno l'assetto orografico originario (fase ante-operam).

Pertanto, si ha ragione di ritenere che l'orografia originaria e l'equilibrio geomorfologico dei versanti interessati si manterranno inalterati in quanto le aree di progetto non subiranno alcuna modificazione morfologico-orografica.

7.3 *Interferenze e compatibilità idraulica tra cavidotti interni e rete idrografica nell'area di progetto*

Come si osserva dal layout allegato alla "Relazione delle opere elettriche", il tracciato dei cavidotti interni interserca i deboli assi idrografici presenti all'interno del Layout principale (Tavola RS06EPD0014A0), in asse ai quali è stata prevista una fascia di rispetto di 10 mt. (vedasi Relazione Idraulica).

Tali deboli impluvi che attraversano l'area 1 e l'area 2 rappresentano aste del primo ordine, dunque assai poco significativi in termini di portata e di carico idraulico superficiale. Pertanto gli spessori dei depositi alluvionali in corrispondenza del rispetto alveo sono molto ridotti, si stima non oltre dei 5-7 metri dal p.c. Soltanto un'indagine geognostica puntuale, da effettuare assolutamente nella fase esecutiva, potrà dare il valore esatto.

Dunque, l'attraversamento del cavidotto interno dovrà approfondirsi al di sotto di tale profondità di mt. 7 dal p.c., nell'ambito della formazione argillo-sabbiosa in posto, situata stratigraficamente al di sotto del letto delle alluvioni.

E' altresì opportuno affrontare il problema della compatibilità idraulica nella sezione di attraversamento. Per tale ragione, sulla base delle considerazioni idrauliche è opportuno che gli innesti dei cavidotti sul terreno, in corrispondenza di inizio e fine del tratto eseguito, debbano essere ubicati all'esterno di tale fascia che si associa alla piena ordinaria.

Dunque, operativamente attraverso lo spingitubo (o pressotrivella) si potrà procedere all'escavazione del materiale e contestuale infissione delle tubazioni, partendo da fuori la fascia su indicata, secondo un'inclinazione tale attraversare l'impluvio, ammorsandosi al di sotto dell'alveo (sotto circa i 5-7 metri), seguendo le modalità tecniche meglio descritte nella relazione delle opere elettriche.

7.4 *Classificazione dei terreni in classi di permeabilità*

Sulla base della natura litologica dei terreni, delle caratteristiche stratigrafiche, dell'omogeneità dei caratteri strutturali riscontrabili nell'ambito

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

delle singole unità, del loro assetto stratigrafico e tettonico-strutturale, si è proceduto ad una classificazione dei litotipi associando ad ognuno di essi un diverso grado di permeabilità, secondo la classificazione peraltro riportata nella legenda della carta idrogeologica allegata.

Tra le varie classi di permeabilità si riportano solamente quelle interessate dalle formazioni su cui ricade l'impianto e il tracciato del cavidotto:

a. Terreni a permeabilità molto bassa, primaria, per porosità: Argille sabbiose

molto bassa, influenzando notevolmente la circolazione sotterranea, risultando praticamente impermeabili ($10^{-5} < K < 10^{-7}$ cm/sec).

Non costituiscono un acquifero in quanto gli spessori non si rilevano risultano inferiori a 15 mt. dal p.c.

b. Terreni a permeabilità media primaria, per porosità: Sabbie limo-argillose

($10^{-4} < K < 10^{-5}$ cm/sec).

c. Terreni a permeabilità medio-alta primaria, per porosità: Sabbie

($10^{-3} < K < 10^{-4}$ cm/sec).

d. Terreni a permeabilità molto elevata secondaria, per fessurazione e carsismo: calcare di base.

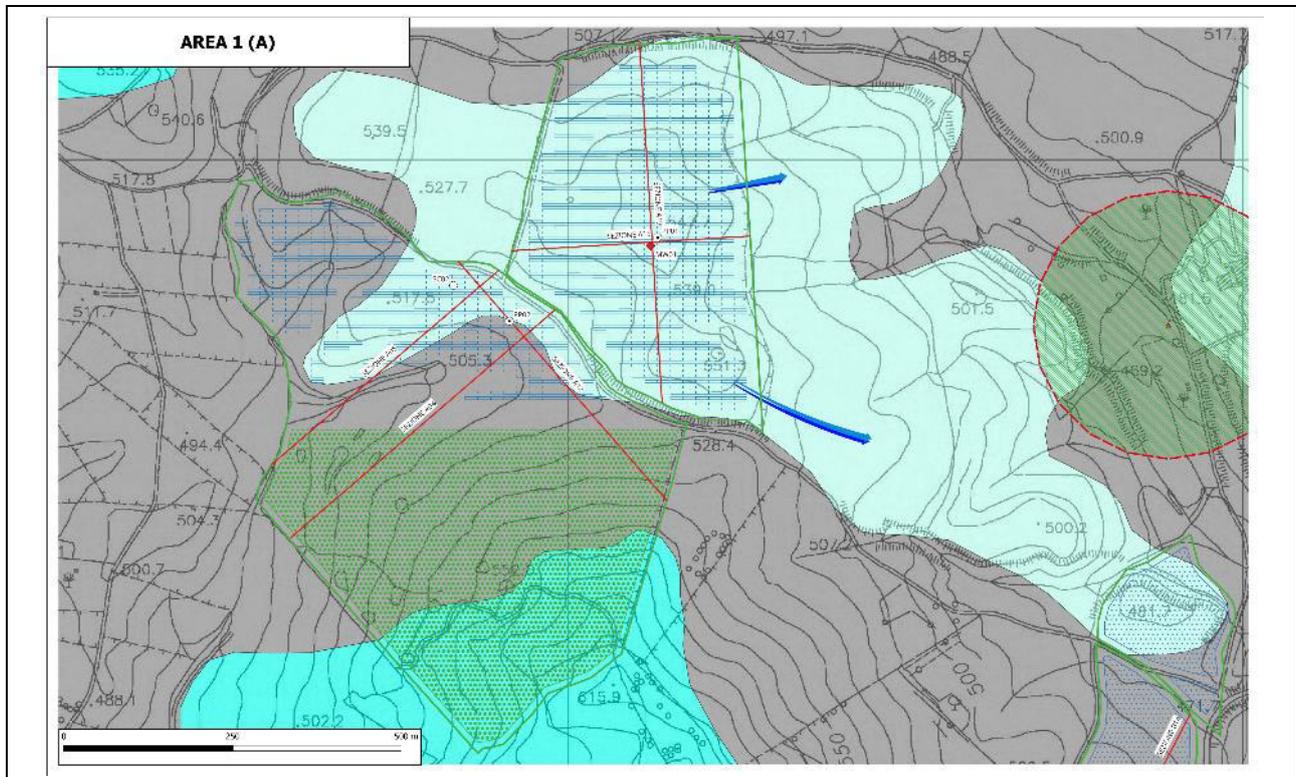
Sono rappresentati dalla formazione calcarea affiorante solamente nella porzione centro-sud dell'impianto permeabili per fessurazione

($10^{-2} < K < 10^{-1}$ cm/sec).

7.4.1 Idrogeologia sotterranea e idrografia Area 1

Sotto il profilo idrogeologico-sotterraneo, tenendo conto dell'estrema omogeneità litologica delle formazioni affioranti nell'Area nord, costituite da termini variabili dalle sabbie argillose alle argille marnose limo-sabbiose, dunque in generale scarsamente permeabili, la direzione di deflusso sotterraneo (sebbene modesto considerata la modesta permeabilità) va nella direzione Est verso un affioramento sorgentizio ubicato a notevole distanza dal sito e verso una quota più bassa, come dimostrano le linee di flusso sotterraneo (vedasi carta idrogeologica).

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



CARTA IDROGEOLOGICA - scala 1:3.000

LEGENDA

PERMEABILITA' RELATIVA

-  LAGO ARTIFICIALE
-  Molto elevata, secondaria, per fratturazione e carsismo
-  Molto elevata, primaria, per porosità
-  Elevata, primaria, per porosità
-  Media, primaria, per porosità
-  Bassa, secondaria, per fratturazione
-  Molto bassa, primaria, per porosità

 DIREZIONI DI FLUSSO SOTTERRANEO

 SORGENTI E ABBEVERATOI

 BUFFER R=200m DA PUNTO DI SORGENTE O ABBEVERATOIO

 SEZIONI GEOLOGICHE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

-  DL030
-  MASW
-  SCAVO
-  CONFINE PROPRIETA'
-  AREA OCCUPATA DAI PANNELLI FV (LAYOUT)
-  STAZIONE DI PRODUZIONE
-  AREA A VERDE ATTREZZATA CON PIANTE AUTOCTONE - PISTACCHIETO
-  AREA DESTINATA ALLE ATTIVITA' SPORTIVE E SERVIZI ACQUATICI DEL PARCO DEI LAGHI DEL PTP
-  COLTIVAZIONE_DI_LAVANDA
-  SISTEMAZIONE E RINATURALIZZAZIONE

Tuttavia, considerata la variabilità della permeabilità primaria dei terreni (da sabbie limose ad argille marnose) risulta possibile la presenza di venute

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

d'acque sub-superficiali che si riscontrano talvolta in sub-affioramento a livello superficiale, in quanto le acque non riescono ad infiltrarsi per formare potenziali acquiferi, limitandosi ad una circolazione sub-superficiale. Per tale ragione nell'Area nord è tuttavia possibile che si riscontrino tali modesti accumuli d'acqua a livello sub-superficiale determinati, appunto, dalla variabilità granulometrica dalle argille ai limi, sino alle sabbie lievemente più permeabili (partt. 3 e 30).

Sotto il profilo idraulico superficiale, in ragione del modestissimo carico idraulico del piccolo impluvio di primo ordine attraversante l'area nord (che peraltro è stato anche escluso dal layout dei pannelli) sul settore di versante argillo-limo-marnoso, non si ritiene affatto opportuna la realizzazione di opere, quali fosso di guardia circondariale o vasche di laminazione, ma quanto di un semplice sistema di canalizzazione delle acque superficiali, adeguatamente dimensionato secondo i calcoli idraulici riportati nello Studio Idraulico (elaborato Progetto Idraulico).

Ciò per consentire alle acque superficiali dilavanti il versante di continuare a seguire il loro originario deflusso naturale ante-operam, canalizzandosi direttamente negli assi idrografici naturali.

In corrispondenza delle interferenze tra la viabilità interna e gli impluvi presenti all'interno delle aree di progetto, è prevista la realizzazione di tombini idraulici di attraversamento, adeguatamente dimensionati in relazione all'entità della superficie a monte, del carico idraulico di acque dilavanti su detta superficie a monte e del valore di coefficiente di deflusso che lo scrivente ha comunicato all'Idraulico, oltre ovviamente agli altri parametri idraulici (vedasi Relazione Idraulica).

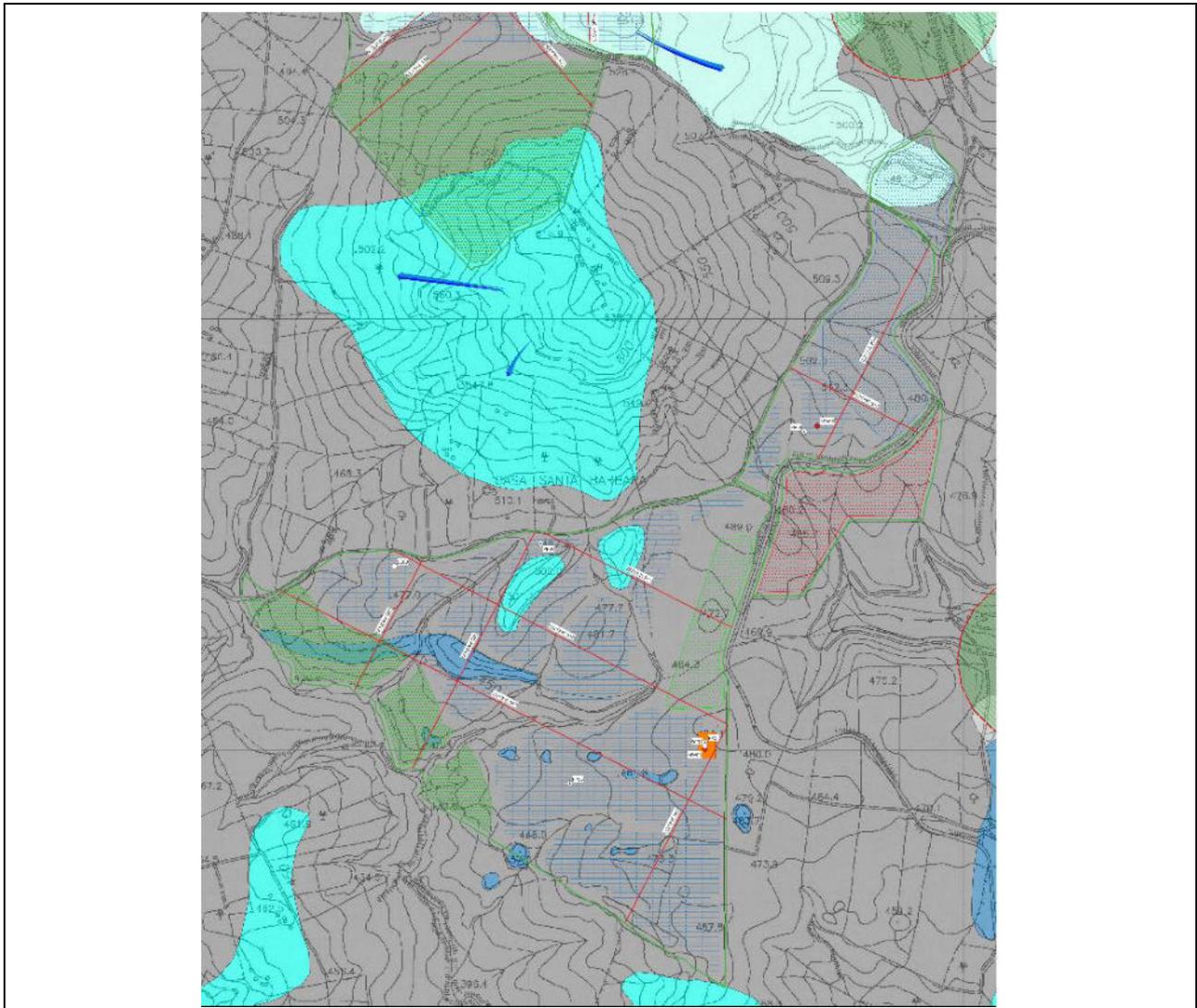
L'esatta disposizione di tali attraversamenti viari in relazione alla canalizzazione superficiale, secondo la pendenza topografica, viene prevista nell'allegato studio idraulico.

Nella fascia di rispetto dagli impluvi sarà prevista una rivegetazione ripariale con piante autòctone per meglio consolidare i versanti.

7.4.2 Idrogeologia sotterranea e idrografia Area 2

Trattandosi di un settore litologicamente più omogeneo rispetto all'area nord (1), ovvero più argilloso, nell'area sud (2) in questione, come sopra detto, eccetto una modestissima porzione centrale non significativa, la costituzione geologica dei terreni occupati dai pannelli varia solamente passando dalle solite argille marnose a quelle limo-sabbiose (Fm.Terravecchia) (vedasi carta geologica area 2).

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



CARTA IDROGEOLOGICA - scala 1:3.000

LEGENDA	INDAGINI GEONOSTICHE
PERMEABILITA' RELATIVA	● DL030
LAGO ARTIFICIALE	◆ MASW
Molto elevata, secondaria, per fratturazione e carsismo	○ SCAVO
Molto elevata, primaria, per porosità	CONFINE PROPRIETA'
Elevata, primaria, per porosità	AREA OCCUPATA DAI PANNELLI FV (LAYOUT)
Media, primaria, per porosità	STAZIONE DI PRODUZIONE
Bassa, secondaria, per fratturazione	AREA A VERDE ATTREZZATA CON PIANTE AUTOCTONE - PISTACCHIO
Molto bassa, primaria, per porosità	AREA DESTINATA ALLE ATTIVITA' SPORTIVE E SERVIZI ACQUATICI DEL PARCO DEI LAGHI DEL PTP
DIREZIONI DI FLUSSO SOTTERRANEO	COLTIVAZIONE DI LAVANDA
SORGENTI E ABBEVERatoi	SISTEMAZIONE E RINATURAZIONE
BUFFER R=200m DA PUNTO DI SORGENTE O ABBEVERatoio	
SEZIONI GEOLOGICHE	

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La situazione idrogeologica dell'Area sud risulta nello stesso perimetro di progetto caratterizzata da affioramenti a permeabilità quasi costante: dalle argille marnose (settore nord part. 153 e partt. 9 -115) si passa alle argille sabbiose (settore meridionale part.153) , entrambi a scarsissima permeabilità.

Appare chiaro, dunque, che anche in questo caso non esistono le condizioni di accumulo in profondità e che le acque si mantengono solamente a livello superficiale, defluendo sul suolo impermeabile e canalizzandosi nelle linee naturali di deflusso superficiale, mantenendo, nella fase post-operam, costante e immutata la loro disposizione orografica e il relativo regime che non potrà, dunque, essere affatto mutato dalle opere poste in essere.

8. INVESTIGAZIONE GEOGNOSTICA/GEOFISICA DEL SITO: PIANO DELLE INDAGINI IN SITU ESPLETATE

8.1 Criteri di scelta, ubicazione e dimensionamento dell'investigazione

Le indagini geognostiche e geofisiche in situ sono state necessarie per poter pervenire al "modello geologico definitivo" e alla modellazione geotecnica che, tuttavia, dovrà essere approfondita nella successiva fase progettuale esecutiva con l'esecuzione di ulteriori indagini geognostiche e geofisiche.

La scelta della tipologia d'indagine, effettuata analiticamente per ogni area d'impianto (Area 1 e Area 2), è stata condizionata dai seguenti fattori:

- ✓ Presenza di criticità geologiche o geomorfologiche;
- ✓ Natura litologica dei terreni presenti nell'ambito dell'area;
- ✓ Estensione dell'area.

Il piano delle indagini si è concentrato soprattutto laddove si è evidenziata la necessità di approfondimento su alcune porzioni nelle quali si sospettavano dissesti corticali e di conoscere gli spessori alterati o rimaneggiati.

Sulla base di detti criteri si è proceduti ad effettuare le seguenti indagini.

8.2 Indagini geognostiche e geofisiche in situ eseguite

In data 06.settembre.2023 sono state esperite ad opera della ditta GEO GAV srl le seguenti indagini in situ, geognostiche (sondaggi penetrometrici) e geofisiche (prove sismiche MASW), secondo il seguente programma di indagini:

- ✓ N. 6 Prove penetrometriche dinamiche;
- ✓ N. 3 Pozzetti geognostici per campionamento suolo (campioni

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

- ambientali);
 ✓ N. 3 prove geofisiche del tipo MASW.

Le prove penetrometriche DPSH, programmate dallo scrivente ed effettuate sotto la direzione tecnica/assistenza di un geologo della ditta GEOGAV, hanno raggiunto una profondità massima di 15,00 mt. dal p.c. e i relativi esiti sono riportati analiticamente nell'allegato report.

Le finalità delle due diverse tipologie d'indagine (diretta e indiretta) sono state quelle di:

- Valutare lo spessore e le determinare le caratteristiche macroscopiche dei terreni superficiali per il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo;
- Calcolare i parametri geotecnici del sottosuolo interessato;
- Calcolare la velocità di propagazione delle onde di taglio S per la caratterizzazione elasto-dinamica dei terreni indagati sino alla profondità di 30 mt. dal p.c. e determinare la categoria di suolo (NTC 2018).

8.3 Risultanze indagini in situ eseguite: Stratigrafia - Modellazione geotecnica e sismica

8.3.1 Area 01 (Nord)– C.da Polino

Prova Penetrometrica: DPSH01

Strato 1: Dal p.c. sino a m 1,00:

Terreno vegetale costituito da limi sabbiosi frammisti con presenza di sostanza organica;

Classificazione AGI; Terreno poco consistente.

Parametrizzazione geotecnica:

(Si riportano cautelativamente i valori inferiori)

$C_u = 0,21 \text{ Kg/cm}^2$	Coesione non drenata
$E_{ed} = 15,46 \text{ Kg/cm}^2$	Modulo edometrico
$G = 1,66 \text{ T/mc}$	Peso unità di volume
$G_{sat} = 1,86 \text{ T/mc}$	Peso unità di volume saturo

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

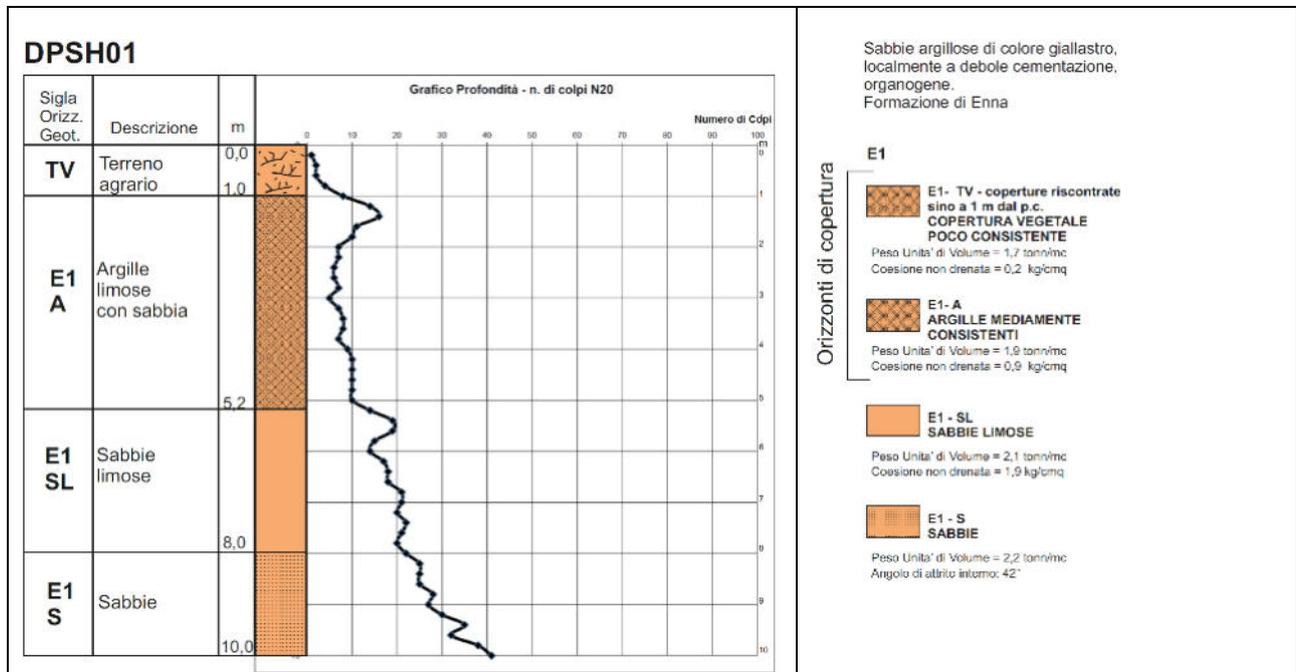
Strato 2: Da 1,00 sino a m 5,20

Argille sabbiose mediamente consistenti;

Classificazione AGI; Terreno poco consistente

Parametrizzazione geotecnica:

G = 1,9 tonn/mc	Peso Unita' di Volume
Cu = 0,9 kg/cm ^q	Coesione non drenata



Prova Penetrometrica: DPSH02

Strato 1: Dal p.c. sino a m 2,00

Terreno vegetale costituito da limi sabbiosi frammisti con presenza di sostanza organica

Classificazione AGI: Terreno poco consistente.

Parametrizzazione geotecnica:

Cu = 0,21	Kg/cm ^q	Coesione non drenata
Eed = 15,46	Kg/cm ^q	Modulo edometrico
G = 1,66	T/mc.	Peso unità di volume
G _{sat} = 1,86	T/mc.	Peso unità di volume saturo

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Strato 2: Da m 2,00 a 5,00

Argille limose

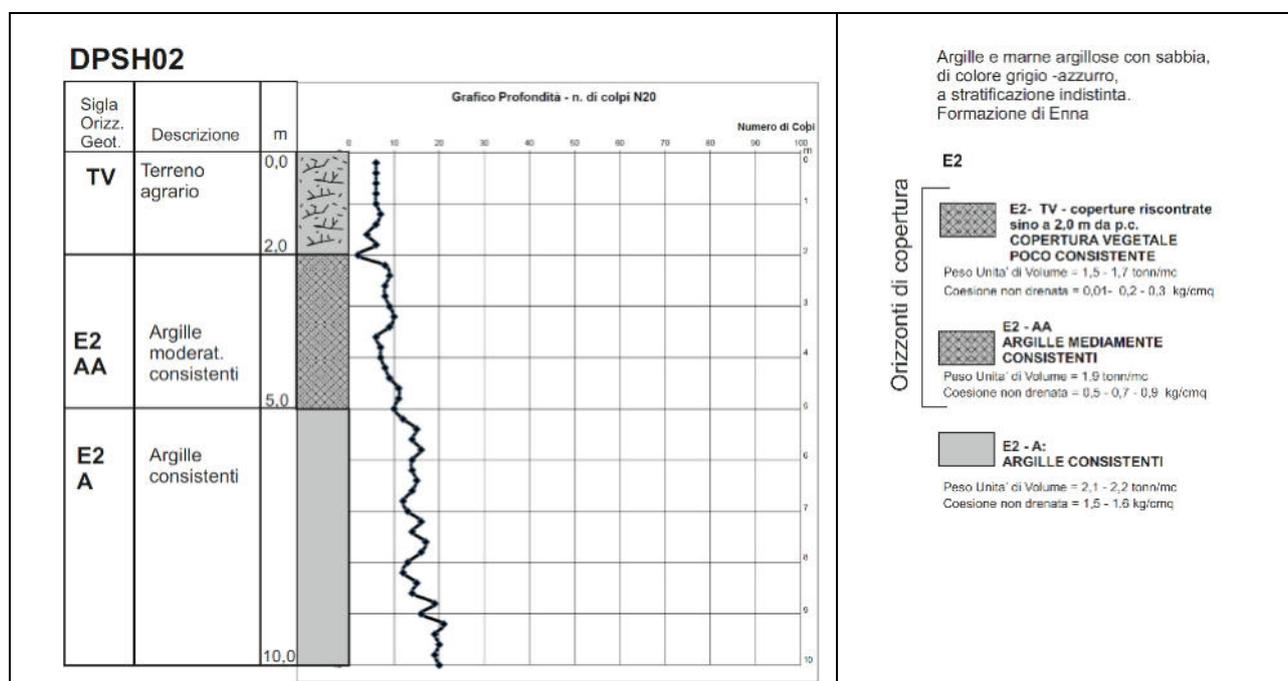
Classificazione AGI: Terreno mediamente consistente

G = 1,9 tonn/mc

Cu = 0,56 kg/cmq

Peso Unita' di Volume

Coesione non drenata



MASW: MW01

Il valore medio velocità equivalente onde di taglio della prova MASW01 è risultato il seguente:

V= 281 m/sec: Categoria di tipo C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, 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

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**8.3.2 Area 02 (Sud) – C.da Polino****Prova Penetrometrica: DPSH03****Strato 1: Dal p.c. sino a m 1,00**

Terreno vegetale costituito da limi sabbiosi frammisti con presenza di sostanza organica

Classificazione AGI; Terreno privo di consistenza

Parametrizzazione geotecnica: (Si riportano i valori inferiori)

➤ $C_u = 0,09$ Kg/cm ^q	Coesione non drenata
➤ $G = 1,52$ T/mc	Peso unità di volume
➤ $G_{sat} = 1,85$ T/mc	Peso unità di volume saturo

Strato 2: Da m 1,00 a 10,20

Argille mediamente consistenti.

Classificazione AGI: Terreno moderatamente consistente

$G = 1,88$ tonn/mc	Peso Unità' di Volume
$G_{sat} = 1,88$ tonn/mc	Peso Unità' di Volume saturo
$C_u = 0,48$ kg/cm ^q	Coesione non drenata

Prova Penetrometrica: DPSH04**Strato 1: Dal p.c. sino a m 1,00**

Terreno vegetale costituito da limi sabbiosi frammisti con presenza di sostanza organica

Classificazione AGI: Terreno privo di consistenza

Parametrizzazione geotecnica: (Si riportano i valori inferiori)

➤ $C_u = 0,32$ Kg/cm ^q	Coesione non drenata
➤ $G = 1,52$ T/mc	Peso unità di volume
➤ $G_{sat} = 1,85$ T/mc	Peso unità di volume saturo

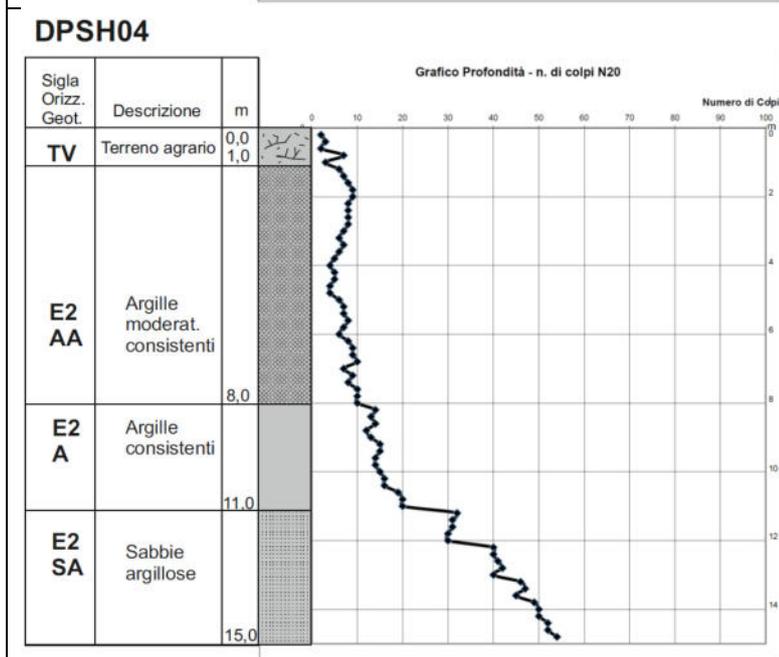
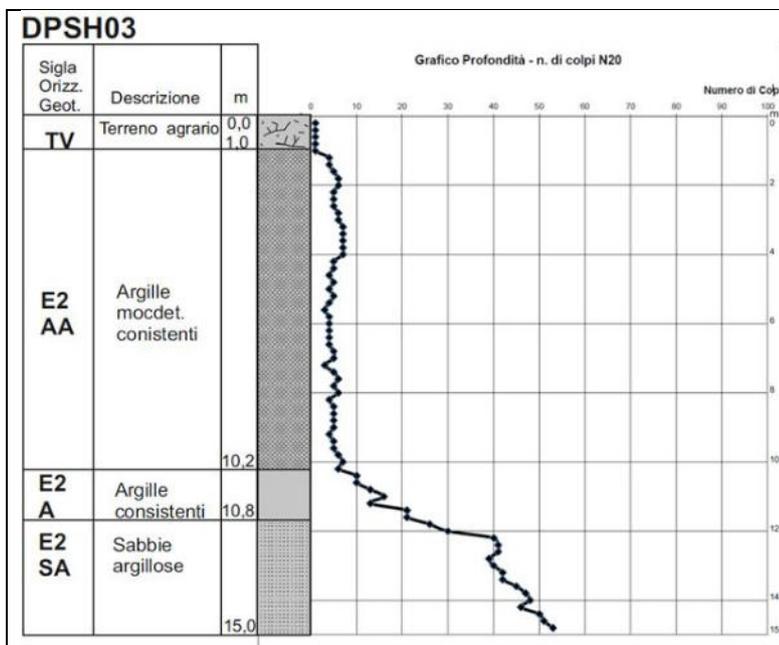
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Strato 2: Da m 1,00 a 8,00

Argille mediamente consistenti.

Classificazione AGI: Terreno moderatamente consistente

G = 1,9 tonn/mc	Peso Unita' di Volume
Cu = 0,4 - 0,6 kg/cmq	Coesione non drenata



Orizzonti di copertura

Argille e marne argillose con sabbia, di colore grigio-azzurro, a stratificazione indistinta. Formazione di Enna

- E2**
- E2- TV - coperture riscontrate sino a 2,0 m da p.c. COPERTURA VEGETALE POCO CONSISTENTE**
 Peso Unita' di Volume = 1,5 - 1,7 tonn/mc
 Coesione non drenata = 0,01 - 0,2 - 0,3 kg/cmq
 - E2 - AA ARGILLE MEDIAMENTE CONSISTENTI**
 Peso Unita' di Volume = 1,9 tonn/mc
 Coesione non drenata = 0,5 - 0,7 - 0,9 kg/cmq
 - E2 - A: ARGILLE CONSISTENTI**
 Peso Unita' di Volume = 2,1 - 2,2 tonn/mc
 Coesione non drenata = 1,5 - 1,6 kg/cmq

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Prova Penetrometrica: DPSH05

Strato 1: Dal p.c. sino a m 0,50

Terreno vegetale costituito da limi sabbiosi frammisti con presenza di sostanza organica

Classificazione AGI; Terreno privo di consistenza

Parametrizzazione geotecnica: (Si riportano i valori inferiori)

➤ $C_u = 0,32$ Kg/cm ^q	Coesione non drenata
➤ $G = 1,52$ T/mc	Peso unità di volume
➤ $G_{sat} = 1,85$ T/mc	Peso unità di volume saturo

Strato 2: Da m 0,50 a 7,00

Argille mediamente consistenti.

$G = 1,9$ tonn/mc	Peso Unita' di Volume
$C_u = 0,4 - 0,6$ kg/cm ^q	Coesione non drenata

Prova Penetrometrica: DPSH06

Strato 1: Dal p.c. sino a m 0,50

Terreno vegetale costituito da limi sabbiosi frammisti con presenza di sostanza organica;

Classificazione AGI; Terreno poco consistente.

Parametrizzazione geotecnica: inferiori)

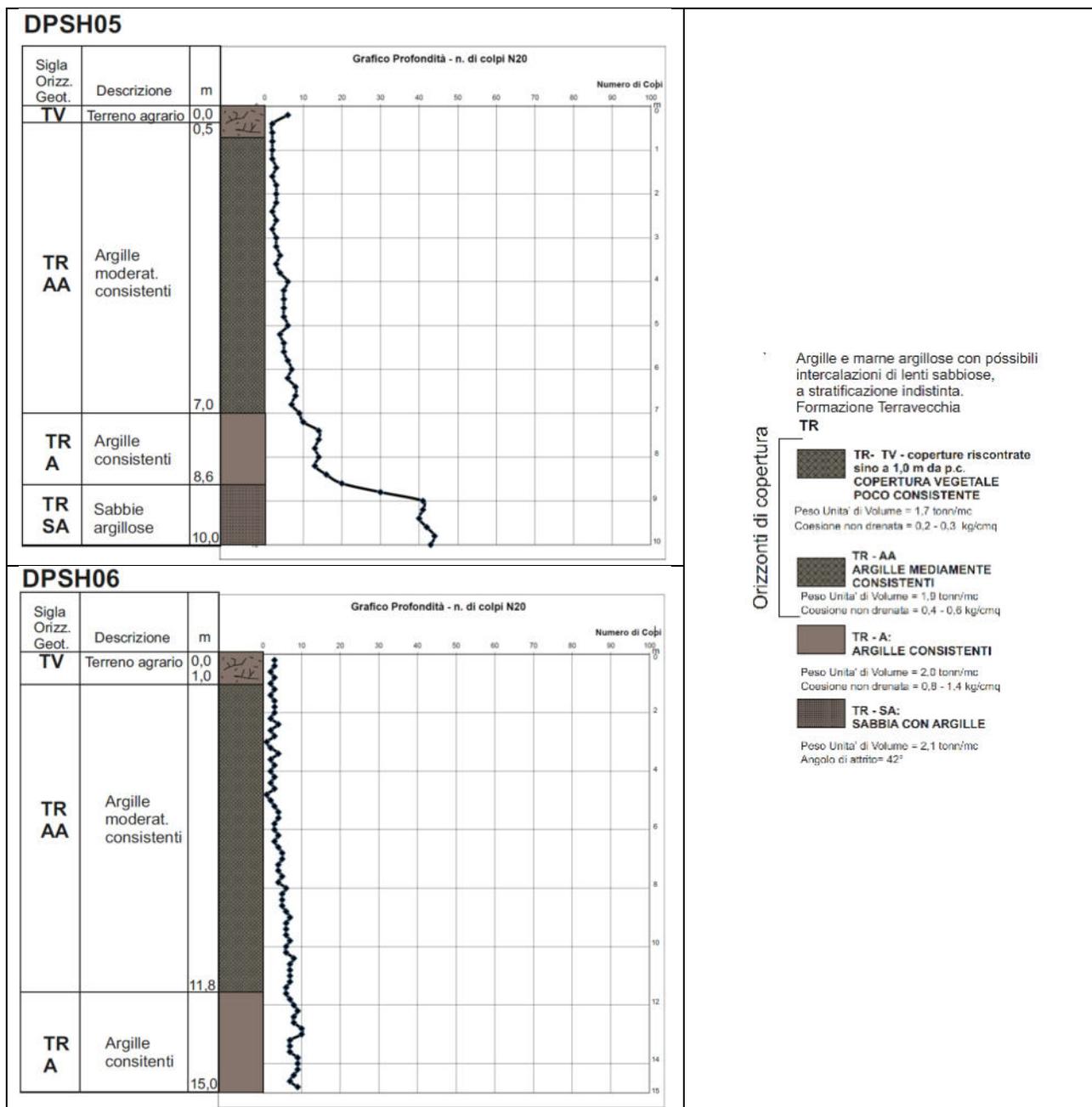
$C_u = 0,21$ Kg/cm ^q .	Coesione non drenata
$E_{ed} = 15,46$ Kg/cm ^q	Modulo edometrico
$G = 1,66$ T/mc	Peso unità di volume
$G_{sat} = 1,86$ T/mc.	Peso unità di volume saturo

Strato 2: Da m 0,50 a 7,00

Argille mediamente consistenti.

$G = 1,71$ tonn/mc	Peso Unita' di Volume
$C_u = 0,26$ kg/cm ^q	Coesione non drenata

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



MASW: MW02

Il valore medio velocità equivalente onde di taglio è il seguente:

V= 240 m/sec: Categoria di tipo C

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana finamediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, 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.

MASW: MW03

Il valore medio velocità equivalente onde di taglio- è il seguente:

V= 178 m/sec: Categoria di tipo E

Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**8. INQUADRAMENTO RISPETTO ALLA ZONAZIONE SISMICA REGIONALE E NAZIONALE**

Il presente paragrafo riporta l'inquadramento sismico del sito rispetto alla macrozonizzazione sismica del territorio interessato dal progetto.

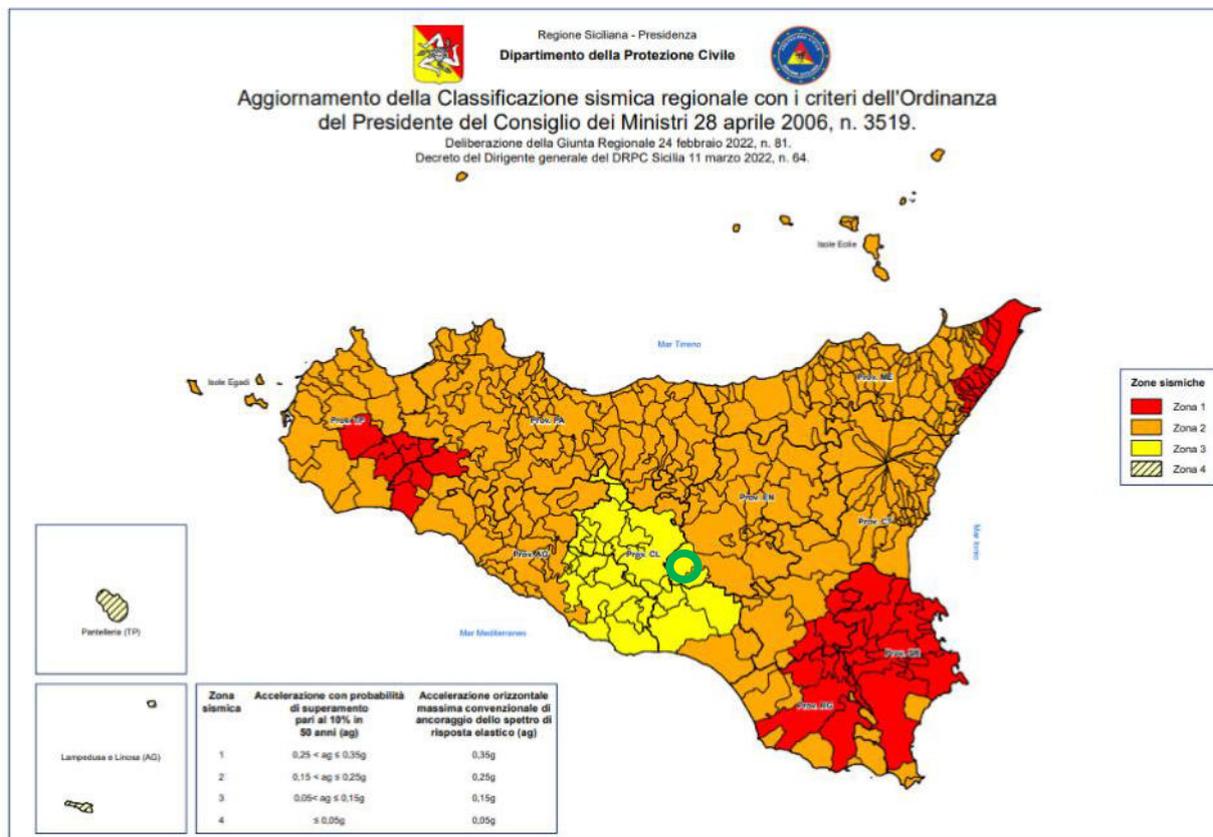
Rendendosi necessaria una riclassificazione del rischio sismico dei comuni della Sicilia, con recente decreto del dirigente generale del Dipartimento Regionale della Protezione Civile n. 64 dell'11 marzo 2022 è stata resa esecutiva la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione siciliana redatta con i criteri dell'OPCM 28 aprile 2006 n. 3519, (GAZZETTA UFFICIALE DELLA REGIONE SICILIANA - PARTE I n. 1325-3-2022), procedendo all'aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Siciliana disposta con deliberazione della Giunta regionale n.408/2003; inoltre con il provvedimento è stata approvata la mappa di pericolosità sismica di riferimento, a scala nazionale.

Tale aggiornamento era necessario per una incongruenza tra la classificazione sismica nazionale e quella vigente nell'Isola, che rendeva inapplicabile, per questi centri abitati, le agevolazioni fiscali previste dall'art. 16 del decreto legge n.63/2013 (c.d. "Sismabonus"), potenziate con il decreto ministeriale n.58/2017 e inserite tra gli interventi trainanti del Superbonus 110%, ai sensi del decreto legge n.34/2020 (c.d. "Decreto Rilancio") convertito, con modificazioni, dalla legge n.77/2020.

Pertanto il Dipartimento regionale della protezione civile ha provveduto ad elaborare una nuova classificazione sismica regionale, con l'ausilio di software GIS, utilizzando i dati pubblicati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Sulla base di tale riclassificazione delle zone sismiche e del relativo aggiornamento dell'elenco dei Comuni ricadenti all'interno delle stesse, il **Comune di Piazza Armerina** in questione è stato inserito nel gruppo dei comuni a rischio sismico minimo, ovvero a **grado sismico 2**.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Lo studio riferisce della pericolosità sismica del territorio, intesa come la probabilità statistica che si verifichi un evento sismico e la conseguente pericolosità indotta, legata a fattori locali geologici e geomorfologici che possono amplificare o attenuare le vibrazioni sismiche.

Lo studio è stato articolato secondo il seguente schema concettuale:

- Analisi della normativa di riferimento;
- Ricerca storica dei principali terremoti che, negli ultimi 200 anni, hanno interessato un areale di riferimento significativo, al fine di verificare la propensione statistica all'evento sismico;
- Analisi della pericolosità sismica indotta, riferita al contesto geologico e geomorfologico locale.

Con l'Ordinanza Presidente del Consiglio n° 3274 del 20/03/2003 pubblicata nella G.U. n. 105 8/5/2003 recepita dalla Regione Sicilia con delibera di Giunta regionale n° 408 del 19/12/2003 e successivo decreto del Dipartimento Regionale Protezione Civile del 15 gennaio 2004 - G.U.R.S. n° del 13/02/2004) in tema di classificazione sismica del territorio, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone a seconda della probabilità ed intensità dell'evento sismico (riferita ai valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g).

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Le prime tre corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974 e dei successivi decreti ministeriali, alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), mentre per la zona 2 è stata data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

Con la classificazione sopra riportata ha comportato per il territorio siciliano, oltre alla scomparsa delle zone non classificate che divengono di 4° livello (con facoltà della Regione di applicare eventuali norme tecniche specifiche), un complessivo aumento delle zone sismiche di 1° livello che passano da 18 Comuni a 36, tutte ristrette nel settore della Valle del Belice (Trapani) e in Provincia di Messina.

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g	740
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g	2.367
3	Zona che può essere soggetta a forti sismi ma rari	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g	3.014
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g	1.791

Con la nuova classificazione sismica, il territorio del Comune di Piazza Armerina è stato appunto classificato quale appartenente alla classe sismica 2.

La ricerca storica degli eventi sismici ha evidenziato che il settore maggiormente colpito in passato, e al tempo stesso maggiormente indiziato di un possibile ripetersi di calamità sismiche, è rappresentato dalla fascia orientale della Sicilia, dal Basso Tirreno al Canale di Sicilia e dal settore della Valle del Belice già in passato oggetto di violenti eventi sismici.

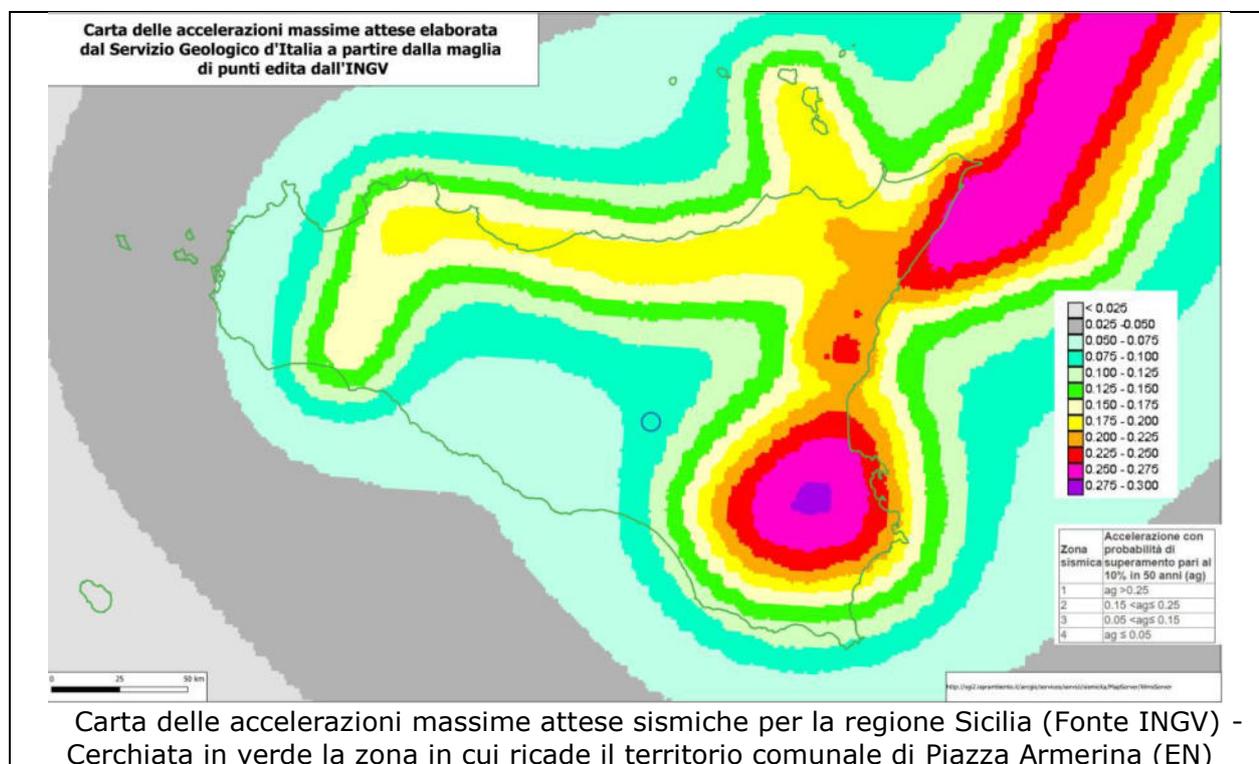
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La vivace tettonica regionale che contraddistingue il settore orientale, si esprime attraverso il frequente manifestarsi di terremoti nella provincia di Messina e Catania e Siracusa e trova un'ulteriore testimonianza nella presenza di vulcani attivi quali l'Etna, Vulcano e Stromboli.

Il settore occidentale siciliano a cavallo della Valle del Belice è stato interessato nel 1968 da una serie di forti scosse sismiche che provocarono gravissimi danni e vittime specialmente negli abitati di Gibellina, Montevago, S. Margherita Belice, Salemi, Partanna e Menfi.

L'ultimo evento sismico di impatto rilevante ha colpito proprio la zona sud-orientale della Sicilia il 13.12.1990. I restanti settori della Sicilia, non presentano eventi sismici storicamente significativi e statisticamente ricorrenti, così come tutto il settore attraversato dai lavori in progetto, ad esclusione di scosse o sciami sismici secondari.

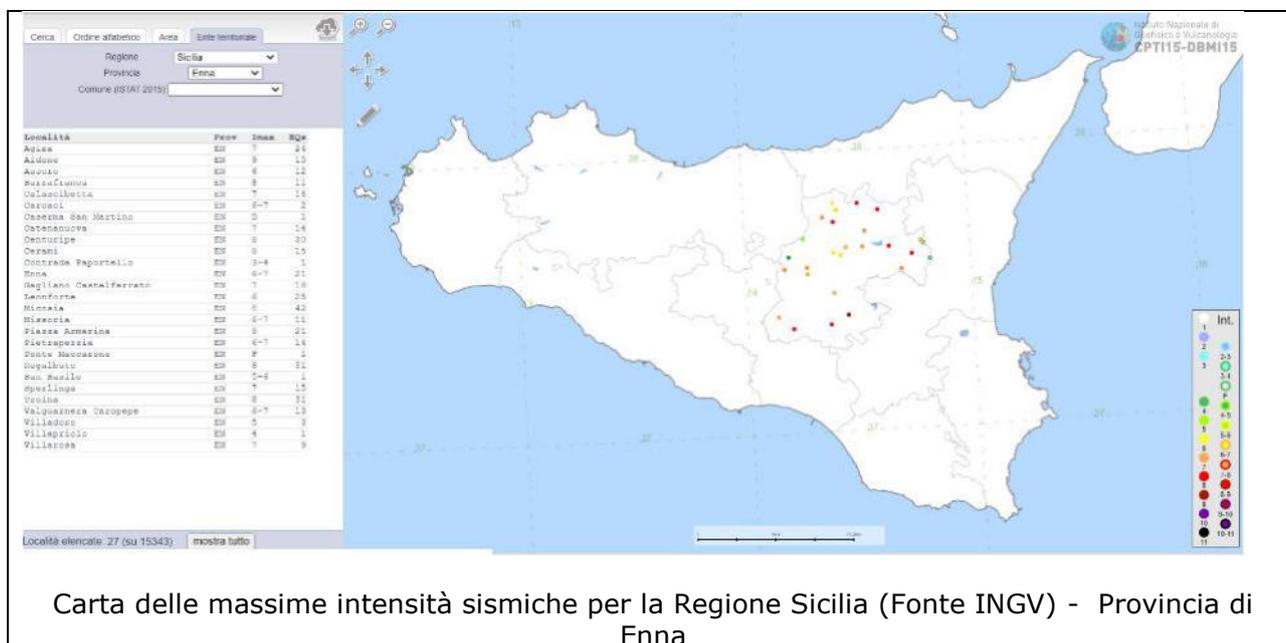
Dall'elaborazione statistica della distribuzione e intensità degli eventi sismici registrati, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto la carta della pericolosità sismica nazionale, dalla quale è estratta la parte rappresentativa della Sicilia.



PROGETTAZIONE PER AUTORIZZAZIONE UNICA SECONDO L'ART. 12 DEL D.LGS. 387/2003 DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI PIAZZA ARMERINA (EN).

Procedura di V.I.A. ai sensi degli artt.23 e 27 bis del D.L. 152/2006

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

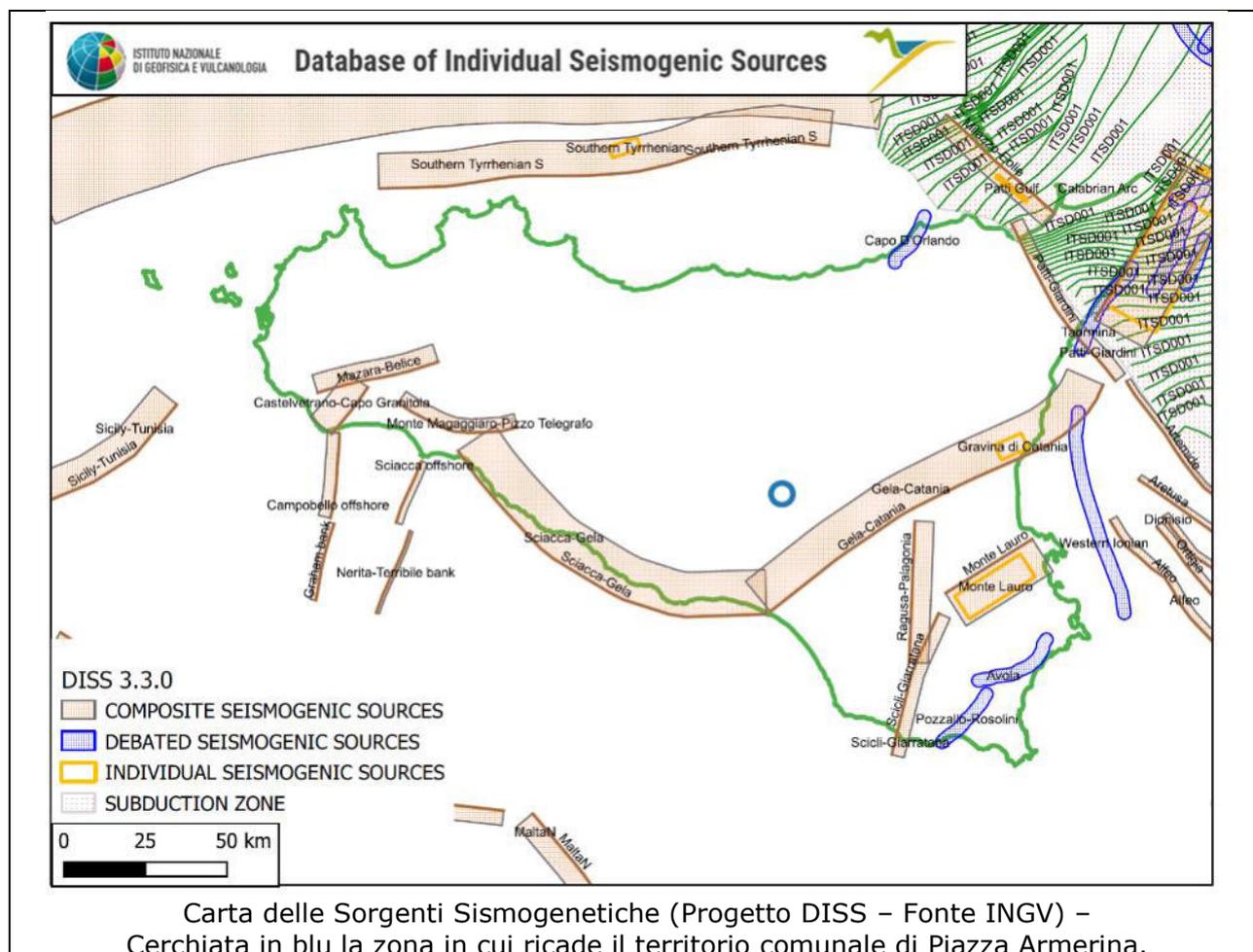


Carta delle massime intensità sismiche per la Regione Sicilia (Fonte INGV) - Provincia di Enna

Nell'ambito dell'archivi storici dell'INGV di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno non sono registrate osservazione sismiche disponibili per Piazza Armerina.

La carta delle massime intensità sismiche registrate in Sicilia prodotta dall'INGV, evidenzia come l'area della provincia di Enna sia principalmente caratterizzata da Intensità sismiche massime pari a 7.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



La normativa vigente, in termini di pericolosità sismica, è stata aggiornata con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e alle recenti N.T.C. 2018, secondo le cui disposizioni la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e la sua determinazione è stata eseguita secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

8.1 Rischio sismico

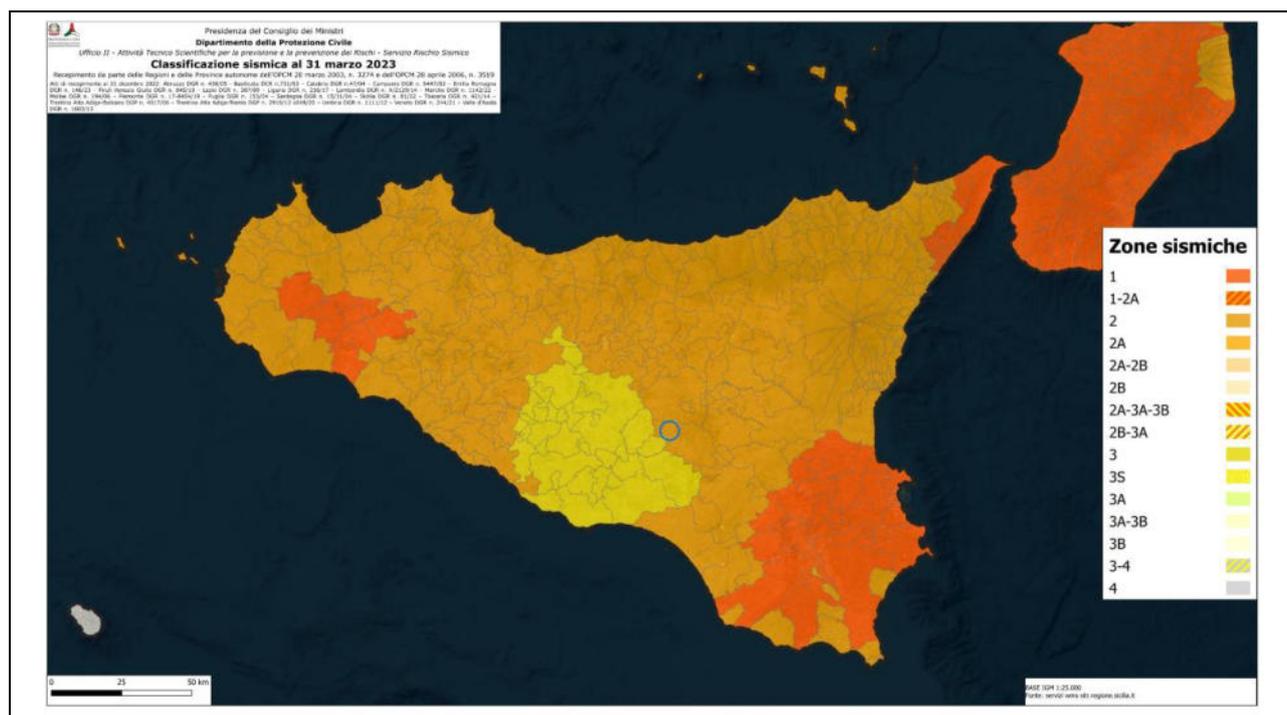
L'area in esame ricade in un territorio caratterizzato da coefficiente sismico $S = 9$, cioè in zone di seconda categoria.

In base all'ordinanza all'Ordinanza 3274 del 20 Marzo/03/2003 sono stati emanati i primi criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica. Nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S , nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC), nella classificazione 2003 la sismicità è definita invece mediante quattro zone, numerate da 1 a 4, recentemente passata da 1 a 3.

La corrispondenza fra queste diverse definizioni è riportata nella tabella seguente:

Decreti fino al 1984	GdL 1998	Classificazione
$S = 12$	Prima categoria	Zona 1
$S = 9$	Seconda categoria	Zona 2
$S = 6$	Terza categoria	Zona 3

Classificazioni sismiche



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Le norme tecniche indicano tre di accelerazioni orizzontali (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; pertanto il numero delle zone è fissato in quattro.

8.2 Risposta Sismica

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (V_{S30} comprese tra 800-360 m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Secondo quanto riportato nell'allegato "A" del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008). Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Come indicato nell'Allegato "A" del D.M. 14 gennaio 2008, sarà possibile ottenere il valore dei suddetti parametri spettrali (a_g , F_0 e T_C^*) propri del sito in esame tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni che comprendono l'area:

Come indicato nell'Allegato "A" del D.M. 14 gennaio 2008, sarà possibile ottenere il valore dei suddetti parametri spettrali (a_g , F_0 e T_C^*) propri del sito in esame tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni che comprendono l'area, di cui ai calcoli effettuati dallo Strutturista.

8.3 *Classificazione Del Suolo - ai sensi delle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M. 14-01-2018)*

Dal punto di vista sismico, il valore medio delle onde di taglio per i primi 30 m di profondità (V_{S30}) è stato determinato dall'esecuzione di n. 3 prove dirette del tipo MASW i cui risultati sono riportati nell'allegato report delle indagini.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Gli esiti hanno fatto collocare tali terreni nell'ambito della categoria C, tranne l'ultima prova (zona est dell'area 2) che ha fornito valori inferiori facendo attribuire i terreni alla categoria E (vedansi report e carta geologica allegati).

8.3.1 Categorizzazione sismica Area 1

Dalla classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC, gli esiti delle prove in situ nel sottosuolo, a partire dal livello del piano di posa delle fondazioni, hanno fornito valori tali da assimilare i terreni alla categoria 'C':

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Dalla classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC: la superficie topografica può essere classificata come appartenente alla categoria T1, in quanto il sito è ubicato in un

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

rilievo i cui versanti hanno inclinazione media, tra sommità e fondovalle, pari mediamente a circa 12° quindi :

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

8.3.2 Categorizzazione sismica Area 2

Dalla classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC, gli esiti delle prove in situ nel sottosuolo, a partire dal livello del piano di posa delle fondazioni, hanno fornito valori tali da assimilare i terreni alla categoria 'C'; mentre localmente nel settore orientale dell'area 2, in corrispondenza della Stazione di produzione, il valore rilevata dalla prova MASW è risultato da Categoria "E":

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{r_g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
 C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{r_g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{r_g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{r_g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Dalla classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC: la superficie topografica può essere classificata come appartenente alla categoria T1, in quanto il sito è ubicato in un rilievo i cui versanti hanno inclinazione media, tra sommità e fondovalle, pari a circa 12° quindi :

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
 T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
 T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**9. CONCLUSIONI**

Il presente studio è stato redatto a seguito di incarico conferitomi dalla società Fabroen s.r.l., a supporto della realizzazione dell'Impianto Agrivoltaico denominato "Piazza Armerina 1" comprendente due aree su cui si sono svolte le indagini (Area 1 e Area 2), ubicate nel territorio comunale di Piazza Armerina (EN).

Dalle valutazioni di carattere geologico-strutturale, idrogeologico, sismico, geomorfologico e geotecnico, supportate dalle indagini geognostiche e geofisiche effettuate in situ, si conclude quanto segue:

- ✓ Gli esiti dei sopralluoghi effettuati, del rilevamento geologico e geomorfologico di superficie fanno ritenere che il sito in oggetto risulti decisamente stabile e idoneo alla realizzazione delle opere di progetto, in quanto le condizioni geomorfologiche attuali dei versanti non lasciano intravedere evoluzioni morfodinamiche attive e/o potenziali, non segnalandosi pertanto evidenti processi o fenomeni di dissesto. L'unico settore circoscritto dell'impianto, in cui si è rilevata la presenza di una zona contrassegnata da un modesto movimento attivo, è quello adiacente all'impluvio che attraversa il settore centrale dell'Area Sud (Area 2), codificato nel PAI Sicilia come "area a pericolosità medio-alta P3" (tavola RS06EPD0060A0), la cui superficie assialmente all'impluvio è stata esclusa dall'area di progetto, prevedendo opportunamente un buffer di mt. 10 dai due rispettivi fianchi, come risulta dalla tavola del Layout (vedasi Studio Idraulico allegato al progetto);
- ✓ Sotto il profilo geomorfologico, nel complesso la morfologia dei versanti ospitanti le due aree risulta pressoché omogenea e uniforme, caratterizzata da deboli pendenze e forme collinari addolcite, con esposizione geografica dei versanti variabile prevalentemente da NW a Sud, dunque idonea alla captazione dell'irraggiamento solare;
- ✓ Sotto il profilo idrografico e idrogeologico superficiale, considerato un coefficiente di deflusso medio-alto dei terreni argillo-sabbiosi affioranti, il drenaggio superficiale delle acque dilavanti, favorito dalla presenza di una rete impluviale di tipo sub-dendritico nella zona di valle (ma poco sviluppata nella porzione di monte), avviene ordinatamente in direzione NW-SW lungo la rete di impluvi affluenti di sinistra del torrente Polino.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Le condizioni di permeabilità medio-bassa dei terreni affioranti, esclusa la limitatissima (e poco significativa) porzione sabbiosa dell'Area sud, fanno ritenere che la componente prevalente delle acque meteoriche sia quella di ruscellamento superficiale e che, dunque, non esistano le condizioni idrogeologico-strutturali di accumulo sotterraneo.

Pertanto, le acque superficiali defluenti lungo l'area globale dell'impianto (area 1 e area 2) anzitutto avranno un ridotto carico idraulico, considerato che le superfici di progetto sono entrambi in prossimità di linee di interfluvio, dunque sostanzialmente caratterizzate da una ridottissima area di accumulo a monte (vedasi Relazione Idrologico-Idraulica allegata).

Dunque, lungo l'area d'impianto dei moduli le acque saranno adeguatamente canalizzate ai margini secondo la naturale e originaria orografia del versante su cui saranno fissati i pannelli (per un maggiore approfondimento si consulti la relazione idraulica).

- ✓ Relativamente ai punti d'interferenza, per quanto riguarda l'aspetto idraulico il dimensionamento dei manufatti di attraversamento che risolvono le interferenze della viabilità di progetto con il reticolo idrografico, sono perfettamente localizzati ed evidenziati nello studio idraulico allegato. Per quanto attiene alle interferenze tra suddetti impluvi con la rete di cavidotti, considerati gli esigui spessori dei depositi alluvionali in corrispondenza dell'alveo (si stima non oltre dei 5-7 metri dal p.c. in asse all'alveo), l'attraversamento del cavidotto interno dovrà approfondirsi al di sotto di tale profondità di mt. 7 dal p.c., nell'ambito della formazione argillo-sabbiosa in posto, situata stratigraficamente al di sotto del letto delle alluvioni.
- ✓ Sulla base delle considerazioni sopra esposte, dal punto di vista geomorfologico, a parere dello scrivente, le opere di progetto non costituiscono affatto una turbativa alla situazione geomorfologica attuale in quanto la realizzazione delle stesse non va assolutamente a modificare od obliterare l'assetto orografico naturale del versante e dello stato attuale dei luoghi, poiché le acque superficiali, nelle fasi c.o. e post-operam, manterranno immutata l'originaria direzione di deflusso ante-operam in direzione NW-SW, verso cioè il ricettore idrografico superficiale naturale costituito dal torrente Polino.

Sotto il profilo geologico-strutturale i terreni affioranti nell'Area nord risultano appartenere alle seguenti formazioni litologiche:

- Argille marnose grigio-azzurre, siltose, a stratificazione indistinta (F.e Enna) nel settore SW;
- Sabbie argillose (F.ne Enna) nel settore NE.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Mentre nell'Area sud affiorano:

- Sabbie fini e sabbie limose giallastre, a stratificazione variabile, con intercalazioni di arenarie stratificate debolmente cementate (Sabbie di Lannari);
- Argille marnose grigio-azzurre, siltose, a stratificazione indistinta (F.ne Enna);
- Argille e marne argillose a stratificazione indistinta (F.ne Terravecchia), nel settore SW.

Dunque tutti i terreni affioranti variano da termini argillo-marnosi a quelli argillo-sabbiosi sino alle sabbie, tutti stratigraficamente caratterizzati da un livello di alterazione (terreno agrario) avente spessore variabile da un valore minimo di mt. 0,50 sino a un massimo di mt. 2,00 dal p.c.

Per tali caratteristiche stratigrafiche e sulla base dei requisiti geotecnici determinati dalle indagini in situ (prove penetrometriche e prove sismiche MASW), si ha ragione di ritenere che le teste dei pali di infissaggio dei moduli debbano raggiungere il substrato (riscontrabile a una profondità variabile da mt. 0,50 sino a mt. 2,00 dal p.c.). Pertanto, essi dovranno essere ancorati ad una profondità non inferiore ai 2,50 mt. dal p.c. e comunque in rigorosa osservanza agli esiti delle calcolazioni eseguite dallo strutturista, sulla base dei parametri geotecnici forniti.

Durante la fase esecutiva dovranno essere verificate le ipotesi elaborate nella presente relazione geologica, redatta necessariamente su indagini sviluppate per punti. Dunque, considerata la notevole estensione delle aree, nella successiva fase progettuale esecutiva dovrà essere potenziata la rete dei punti d'investigazione diretta attraverso ulteriori indagini geognostiche.

In tale ottica potranno altresì essere evidenziate e segnalate eventuali anomalie litologiche ed idrogeologiche, in modo tale da poter intervenire, nella fase esecutiva, repentinamente, sia modificando le operazioni di scavo sia,

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

eventualmente, intervenendo sulle strutture di fondazione con ulteriori calcoli e verifiche.

Lo scrivente si dichiara disponibile ad essere presente durante la posa in opera delle opere fondazionali per esprimere eventuali pareri tecnici in c.o. a supporto delle scelte decisionali del progettista.

In conclusione, considerando:

- le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito in oggetto ottenute dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite;
- la valutazione degli esiti geognostici e l'interpretazione critica delle osservazioni afferenti il complesso degli elementi oggettivi raccolti nel corso dei sopralluoghi;
- i carichi modesti delle opere in progetto trasmessi al suolo;

Tutto ciò considerato, si può esprimere parere positivo circa la fattibilità geologica per la realizzazione degli interventi in progetto, alle condizioni esposte nel presente studio.

Data, Dicembre 2023

Il Geologo incaricato