

REGIONE: SICILIA
PROVINCIA: ENNA
COMUNE: TROINA



Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"

**RELAZIONE GEOLOGICA
R-AMB-005-GEOL**

IL TECNICO	IL PROPONENTE
GEOLOGO	ARNG SOLAR IV S.R.L. Sede legale: Piazza Ettore Troilo 27 PESCARA (PE), 65127 PEC: arngsolar4@pec.it Numero REA PE – 419960 P.IVA 02339110682
Dottor Geologo Giancarlo Rocco Di Berardino g.diberardino@proes.it	
RESPONSABILE TECNICO	
Ingegnere Maurizio Elisio m.elisio@studioelisio.com	

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 2 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

SOMMARIO

1.0	INTRODUZIONE.....	3
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	3
1.2	REGIME VINCOLISTICO.....	4
1.3	UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO.....	6
2.0	ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	8
2.1	GEOLOGIA GENERALE E LOCALE.....	8
2.2	GEOMORFOLOGIA	11
2.3	IDROGEOLOGIA	13
3.0	ANALISI GEOTECNICA	16
4.0	ANALISI SISMICA.....	17
4.1	INQUADRAMENTO MACROSISMICO	17
4.2	FAGLIE E TETTONICA	18
4.3	MICROZONAZIONE SISMICA	18
4.4	LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	19
5.0	CONCLUSIONI.....	21
5.1	STATO DEI LUOGHI	21
5.2	CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO.....	21
5.3	CONSIDERAZIONI FINALI.....	21
6.0	BIBLIOGRAFIA	23
7.0	ALLEGATI.....	24

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 3 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco 02/2023

1.0 INTRODUZIONE

La Società **ARNG SOLAR IV S.r.l.**, Pescara (PE) Piazza Ettore Troilo 27, CAP 65127, P.IVA 02339110682, PEC arngsolar4@pec.it (di seguito **Proponente**) ha in progetto la realizzazione di un impianto agrivoltaico chiamato **Troina 27.5**, nel territorio comunale di Troina (EN), Regione Sicilia, della potenza complessiva di 36,5016 MWp. Parte integrante del progetto, assieme all'impianto fotovoltaico, saranno un allevamento di ovini, la coltivazione di ginestra e finocchietto e un allevamento di api. In relazione a tale impianto agrivoltaico il **Proponente** ha in progetto la realizzazione di opere di collegamento alla RTN (di seguito **opere di connessione**):

- cavidotto interrato da 36 kV, lungo circa 1,76 km, che collega l'impianto agrivoltaico in antenna con la nuova stazione elettrica 150/36 kV RTN "TROINA" (di seguito **cavidotto**);
- nuova stazione elettrica 150/36 kV RTN "TROINA" (di seguito **stazione**);
- raccordi aerei 150 kV Troina C.le – Adrano e raccordi aerei 150 kV Regalbuto – Grottafumata (di seguito **raccordi**).

Titolo del progetto: "TROINA 27.5" (di seguito **Progetto**). L'*iter* procedurale per l'ottenimento dei permessi alla realizzazione del progetto prevede la trasmissione, da parte del **Proponente**, di diversi elaborati ad Enti di competenza per l'acquisizione delle autorizzazioni. Tra i diversi studi da esibire, vi è anche il presente elaborato "Relazione geologica" (di seguito **studio**).

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo **studio** è redatto al fine di caratterizzare, da un punto di vista geologico e geomorfologico, i terreni destinati ad accogliere il parco agrivoltaico (di seguito **parco AV**) in predicato di realizzazione e quelli presenti lungo la linea del **cavidotto**. Inoltre, saranno portati all'attenzione anche gli aspetti sismici relativi all'area in cui si inserisce il **Progetto**. Lo **studio** procede attraverso informazioni bibliografiche oltre che un rilevamento geologico e geomorfologico di campagna. Non sono state effettuate indagini *in situ*, per le quali si rimanda alla fase esecutiva una volta posizionati sul terreno i perimetri delle strutture che abbisogneranno di opere fondazionali.

Non saranno oggetto dello **studio** la **stazione** e i **raccordi**.

Di seguito, una descrizione sommaria delle opere fotovoltaiche e per l'evacuazione dell'energia prodotta.

Parco AV

- I moduli fotovoltaici saranno fissati al di sopra di strutture tracker, con l'asse di rotazione disposto in direzione Nord-Sud, distanziati di 5,50 m (rispetto all'asse di rotazione) l'uno dall'altro; i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno; la profondità standard di infissione varia da 1,3 a 1,7 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno e ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire anche modifiche non trascurabili. La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra l'installazione: si evita in generale l'esecuzione di opere di calcestruzzo e verrà facilitata enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo. Saranno inoltre posati in opera abbeveratoi e mangiatoie per gli ovini da allevamento e arnie per le

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 4 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

api: parte integrante del progetto saranno, oltre l'impianto fotovoltaico, un allevamento di ovini, la coltivazione di finocchietto e ginestra e un allevamento di api.

- Le cabine di trasformazione AT/BT, da realizzare nel numero di 11 (numerate 1 ÷ 11), per le quali saranno adottate delle soluzioni cabinate a container oppure prefabbricate progettate secondo le vigenti normative impiantistiche, saranno posizionate ognuna su di una fondazione in calcestruzzo; il **parco AV** sarà inoltre dotato di una cabina di ricezione, sezionamento e controllo e di una cabina container per lo stoccaggio dei materiali, anch'esse posate in opera ognuna al di sopra di un basamento in calcestruzzo; Verranno realizzati dei basamenti in calcestruzzo con scavo di profondità mediamente intorno a 80-90 cm e comunque non superiore a 1,2 m.

In generale, i basamenti in calcestruzzo comprenderanno:

- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/AT e cabine di ricezione);
- plinti di fondazione dei pali della illuminazione e videosorveglianza perimetrale: conglomerato cementizio per formazione di 5d blocco di fondazione per pali, con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a Rck 20 N/mm²; con formazione di foro centrale (anche mediante tubo di cemento rotocompresso o PVC annegato nel getto) e fori di passaggio dei cavi;
- basamenti di rinforzi dei pali della recinzione perimetrale.

Quanto ai lavori civili/movimenti terra, questi saranno limitati alle operazioni essenziali: opere fondazionali, scavi per posa in opera dei cavidotti di collegamento, opere perimetrali, sistemazioni locali del profilo del terreno per la posa in opera delle suddette strutture o delle file di pannelli, viabilità e nondimeno per la realizzazione di opere di regimazione idraulica a protezione dei luoghi *i.e.* del **Progetto** stesso.

Opere di connessione

- Il cavidotto sarà posato, nella quasi totalità del percorso, al di sotto di strade esistenti sterrate, I cavi verranno interrati ad una profondità minima di 1,2 metri e posati su un letto di sabbia vagliata. La distanza minima tra l'asse delle terne, disposte a trifoglio, sarà pari a 40 cm. In corrispondenza di ogni giunto verrà realizzato un pozzetto di ispezione. Nel medesimo scavo verrà posata la fibra ottica armata, al fine di garantire la comunicazione tra il sistema di protezione dell'impianto fotovoltaico e il sistema di protezione installato nel fabbricato 36kV di Terna. Oltre alla segnalazione in superficie della presenza del cavidotto mediante opportuni ceppi di segnalazione, verrà anche posizionato un nastro monitore al di sopra dei cavi al fine di segnalarne preventivamente la presenza in caso di esecuzione di scavi. La larghezza dello scavo è di circa 1 m, mentre la quota di posa delle terne di cavi sarà pari a circa 1,2 metri di profondità, al di sopra di circa 10 cm di sabbia o terra vagliata. Il riempimento tipico del pacchetto di scavo è visibile nel seguito, per le tre tipologie di scavo, sotto strada asfaltata, sotto strada sterrata e sotto il piano di campagna.

Per i tipici progettuali si rimanda agli e elaborati di progetto.

1.2 REGIME VINCOLISTICO

Circa il quadro vincolistico idrogeologico-idraulico relativo a **parco AV e cavidotto**, si riporta quanto segue:

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 5 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

TIPOLOGIA VINCOLISTICA	P	A
PAI (Area di attenzione) – P0		
PAI (Pericolosità geomorfologica moderata) – P1		
PAI (Pericolosità geomorfologica media) – P2		
PAI (Pericolosità geomorfologica elevata) – P3		
PAI (Pericolosità geomorfologica molto elevata) – P4		
PAI (Pericolosità Idraulica) – Sito di attenzione		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica elevata P3		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica media P2		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica bassa P1		
Vincolo Idrogeologico (RD3267/23)		

Tabella 1-1: P - vincolo presente; A - vincolo assente.

Per la realizzazione del **Progetto**, sono stati analizzati gli stralci delle mappe del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sicilia che disciplinano il governo del territorio in materia di alluvioni e frane. Con il Piano per l'Assetto Idrogeologico viene avviata, nella Regione Siciliana, la pianificazione di bacino, intesa come lo strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, della quale ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano. In particolare, per quanto riguarda l'assetto dei versanti (pericolosità geomorfologica), il limite del lotto complessivo che accoglierà il **parco AV** è interessato da pericolosità di tipo P1 (nella zona orientale) e da pericolosità di tipo medio P2 nel settore centro-occidentale. In ogni caso, in nessuna di queste zone di interferenza saranno collocate opere relative al progetto in predicato di realizzazione: si tratta dunque di interferenze formali ma non sostanziali, dal momento che le aree vincolate non verranno interessate da lavori e manterranno lo *status quo ante*. Circa il **cavidotto**, questo mostra una minima interferenza con una pericolosità moderata P1: come mostrato nella Carta Geomorfologica originale, tale pericolosità non sembra corrispondere ad alcun tipo di processo di versante (in accordo a quanto segnalato dall'IFFI che non indica la presenza di frane e/o soliflussi lungo il tracciato del **cavidotto**). Per quanto riguarda invece l'assetto idraulico (pericolosità idraulica), i siti che accoglieranno il **Progetto** sono del tutto scevri da qualsiasi problematica: le fasce di pericolosità idraulica più prossime sono distanti chilometri.

Il vincolo idrogeologico è istituito e normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e il successivo regolamento di attuazione R.D. 1126/1926. Il Regio Decreto rivolge particolare attenzione alla protezione dal dissesto idrogeologico, soprattutto nei territori montani, ed istituisce il vincolo idrogeologico come strumento di prevenzione e difesa del suolo, limitando il territorio ad un uso conservativo. Le aree sottoposte a vincolo idrogeologico corrispondono ai territori delimitati ai sensi del Regio Decreto nei quali gli interventi di trasformazione sono subordinati ad autorizzazione. La loro conoscenza è fondamentale nell'ottica di una pianificazione sostenibile del territorio, al fine di garantire che tutti gli interventi interagenti con l'ambiente non ne compromettano la stabilità e si prevenga l'innescamento di fenomeni erosivi. Un terreno vincolato ai sensi della 3267/1923 può essere gravato anche da altri vincoli che nel corso degli anni

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 6 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

sono stati imposti con norme che si sono succedute e che via via hanno ulteriormente limitato l'uso del territorio: per esempio le zone vincolate idrogeologicamente ubicate lungo le zone costiere (pinete litoranee) sono assoggettate anche a vincoli di tipo paesaggistico – ambientale, vedi PPR. In un terreno soggetto a vincolo idrogeologico in linea di principio qualunque intervento che presuppone una variazione della destinazione d'uso del suolo deve essere preventivamente autorizzata dagli uffici competenti. Le autorizzazioni non vengono rilasciate quando esistono situazioni di dissesto reale, se non per la bonifica del dissesto stesso o quando l'intervento richiesto può produrre i danni di cui all'art. 1 del R.D.L. 3267/23 (art 1 : Sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque). L'art. 7 del R.D.L. 3267 postula un divieto di effettuare le seguenti attività:

1. trasformazione dei boschi in altre qualità di coltura;
2. trasformazione dei terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione.

In particolare, per la Regione Sicilia, il decreto del 1923 prevede il rilascio di nulla osta e/o autorizzazioni per la realizzazione di opere edilizie, o comunque di movimenti di terra, che possono essere legati anche a utilizzazioni boschive e miglioramenti fondiari, richieste da privati o da enti pubblici. Fatto salvo quanto premesso, sul sito di intervento grava il vincolo idrogeologico RD 3267/23.

1.3 UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

Il **parco AV** in predicato di realizzazione si inserisce all'interno di una superficie catastale complessiva (**Superficie Disponibile**) di circa 73,6 ettari complessivi. Di questa superficie totale a disposizione del **Proponente**, una parte sarà recintata (circa 50,1 ettari totali) e occupata dal **parco AV (Superficie Occupata)**. I terreni che accoglieranno il **parco AV** si trovano nel territorio comunale di **Troina (EN)**, nel settore Nord-orientale della regione Sicilia, circa una quindicina di chilometri ad Ovest delle pendici dell'Etna, circa 17,5 km a SW della cittadina di Bronte. Le zone sono raggiungibili, provenendo da Nord, percorrendo l'autostrada E90 fino all'uscita Falcone; si procede sulla SS113 in direzione Est fino alla SS185 la quale si prende in direzione Sud fino all'altezza di Moio Alcantara, quindi sulla SP1 e poi sulla SP89 in direzione Ovest, fino alla SS120 che, percorsa per un breve tratto fino ad Ovest di Randazzo, porta alla SS284; si procede su quest'ultima in direzione Sud fino ad Adrano, quindi su Via Maria Santissima delle Salette in direzione SW fino alla SS575; quest'ultima, percorsa verso NW, conduce alla SP55b che, percorsa in direzione Sud, conduce infine ai luoghi di intervento. Il **cavidotto** si snoda nel medesimo territorio comunale, lungo una viabilità in terra battuta. Di seguito, un estratto fuori scala dall'originale 1:25.000 (da elaborato 63231A "CARTOGRAFIA 1:25.000" della documentazione di progetto, cui si rimanda per i dettagli).

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 7 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

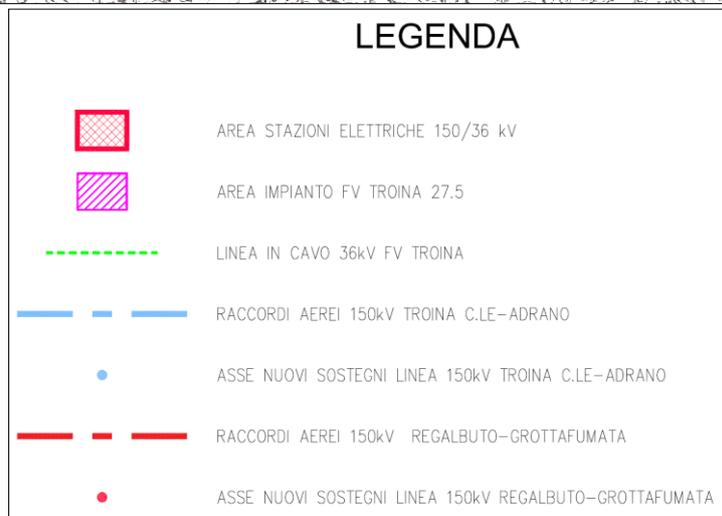
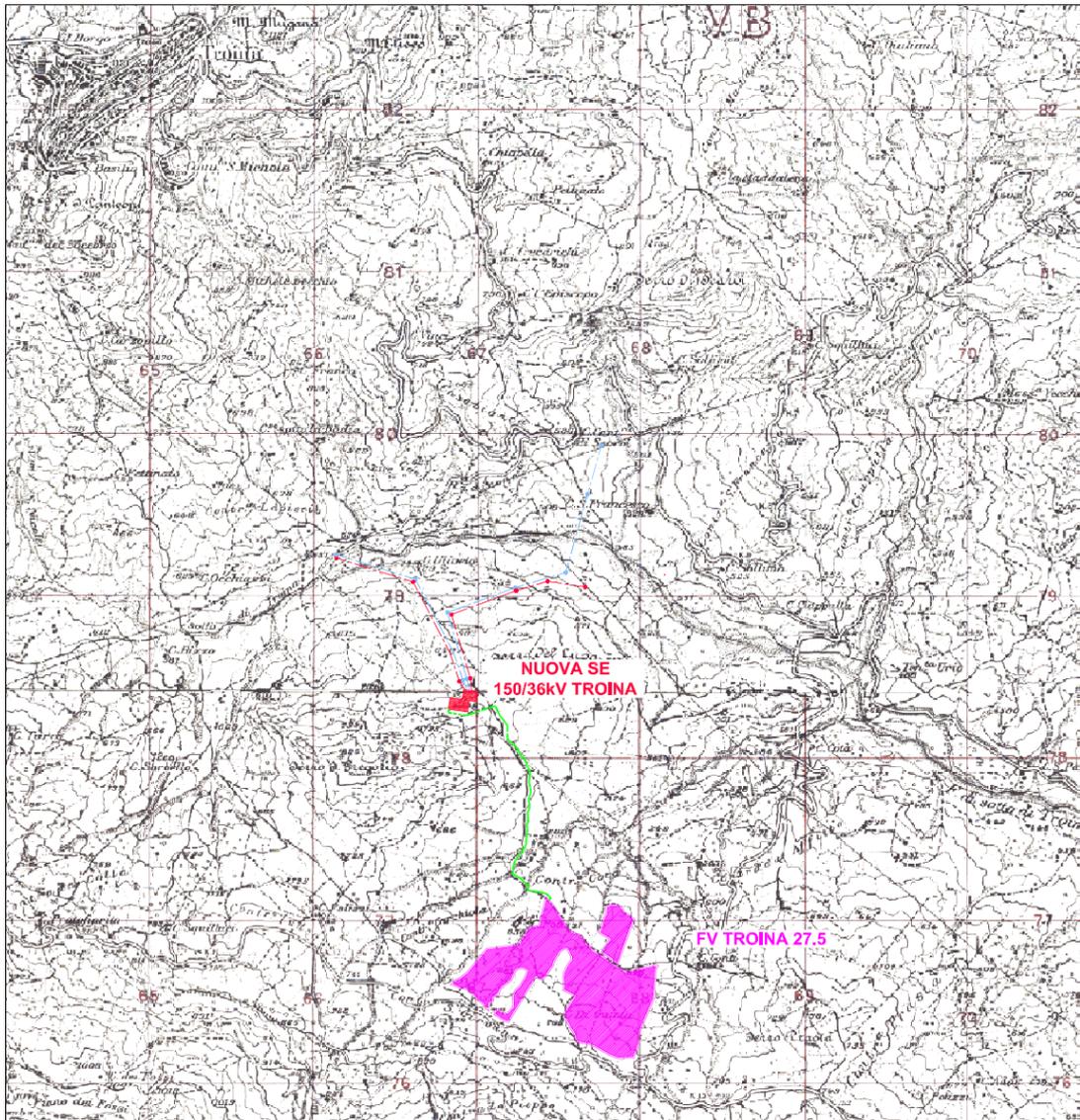


Figura 1-1: il parco fotovoltaico Troina 27.5, che si sviluppa nell'omonimo territorio comunale, assieme alle connessioni.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 8 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2022

2.0 ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

2.1 GEOLOGIA GENERALE E LOCALE

In una visione di ampio respiro, i luoghi d'interesse ricadono all'interno del dominio tettono-sedimentario delle falde appenniniche meridionali magrebino-siciliane ed avampaese deformato (CATALANO ET ALII, 2002), FFTB (Fold and Thrust Belt) *sensu* Di MAGGIO ET ALII (2017), identificate come *catena* nel lavoro di BIANCHI ET ALII (1987), costituite da varie parti del margine della Tetide (BUTLER ET ALII, 2014), in sovrascorrimento sull'avampaese ibleo (BIANCHI ET ALII, *IBIDEM*; CATALANO ET ALII, 2013). L'area è in prossimità del settore in cui vi è la sovrapposizione delle Unità Sicilidi sui depositi di margine fino a bacino ed avanfossa dell'Oligocene – Pleistocene inferiore (Di MAGGIO ET ALII, *IBIDEM*). Da un punto di vista geodinamico, il settore della Sicilia orientale si inserisce dunque nell'accavallamento delle Unità della Catena Appenninica al di sopra delle Unità litostratigrafiche dell'Avampaese emerso, nel contesto dei diversi domini strutturali del Mediterraneo centrale (LENTINI & CARBONE, 2014). Si veda a tale proposito la figura subito sotto.

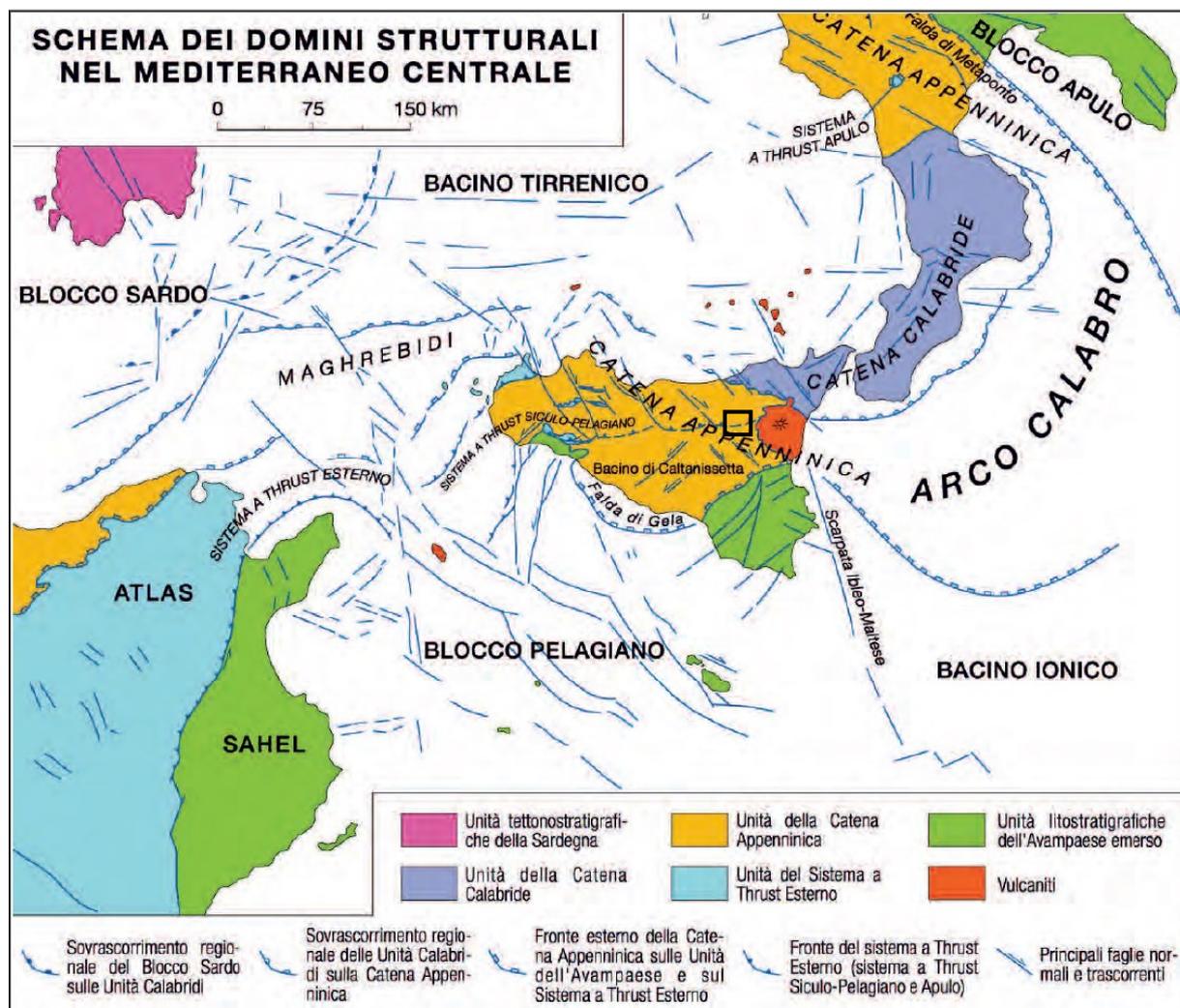
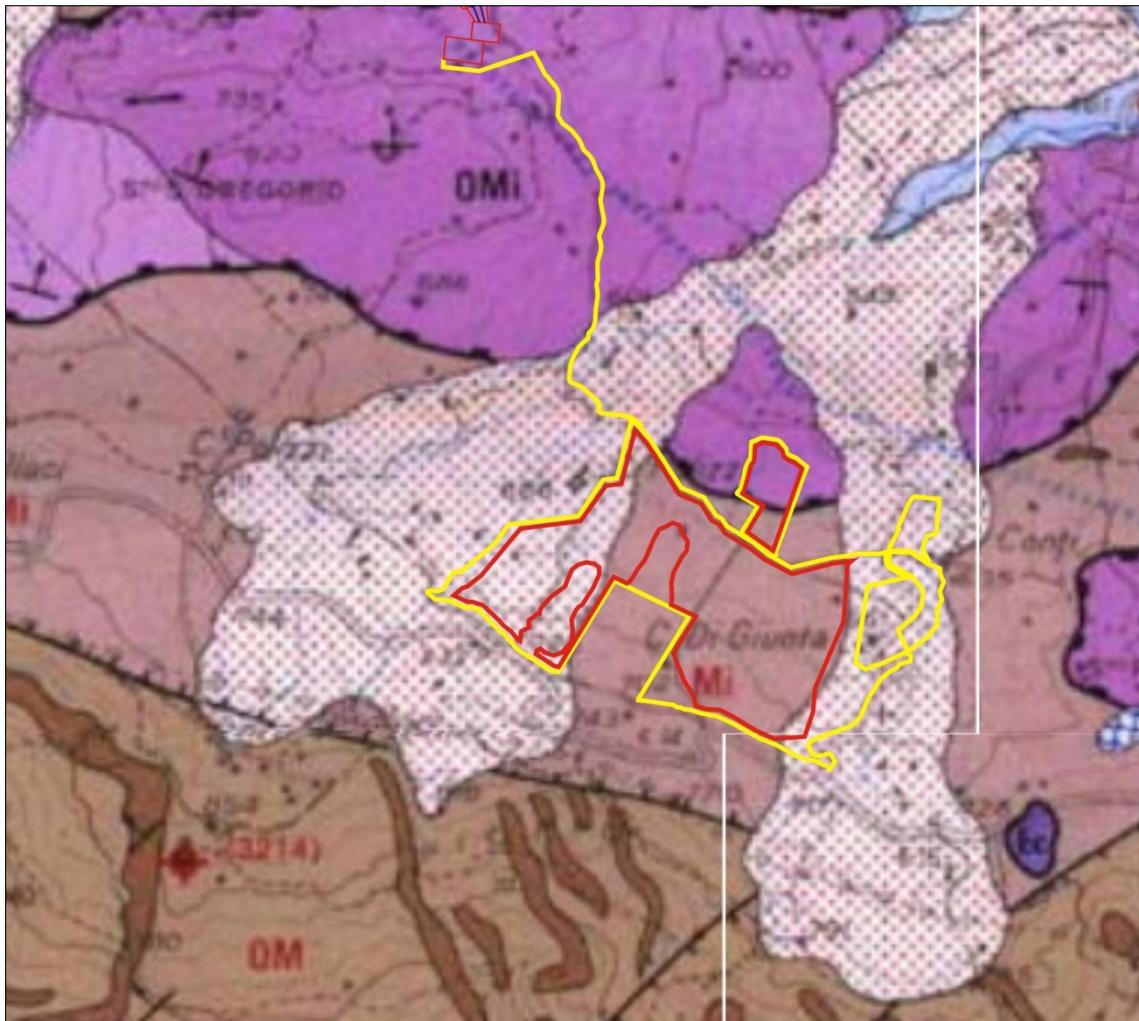


Figura 2-1: il quadro geodinamico in cui si inserisce la Sicilia (da Lentini & Carbone, 2014). Nel riquadro in nero ricade l'area di Troina.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 9 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

Ancora, il settore crostale in cui si inquadra tale contesto strutturale è quello della *crosta continentale africana*, più specificamente per la zona di Troina in prossimità del passaggio tra quella deformata e quella non deformata (LENTINI & CARBONE, *IBIDEM*).

Localmente, facendo riferimento a quanto riportato in GRASSO *ET ALII* (1991) (figura seguente), il sottosuolo che ospiterà il **parco AV** è costituito sostanzialmente da argille brune ascritte alla formazione del Flysch Numidico (Mi), di età burdigaliana e, in misura estremamente ridotta (soltanto una porzione centrale di perimetro lotto), dai depositi marnosi, calcareo-marnosi e calcarei del Flysch di Troina-Tusa (OMi) di età miocenico-inferiore. La formazione del Flysch di Troina-Tusa si trova in ricoprimento tettonico al di sopra del Flysch Numidico. Inoltre è segnalata la presenza di "detriti" su una buona parte del versante su cui si profila il lotto di interesse. Il **cavidotto** attraversa i terreni del Flysch di Troina-Tusa (OMi). **A valle del rilevamento di campagna, si conferma la presenza di depositi sostanzialmente pelitici sulla pressochè totalità del versante; quelli indicati come detriti dalla cartografia sotto sono identificabili come coltri di detrito eluvio-colluviale, con abbondante frazione di trovanti grossolani, talora di dimensioni superiori al decimetro, immersi nella frazione fine. Un certo spessore di coltre eluvio-colluviale è presente nella pressochè totalità del paesaggio e nella Carta Geologica originale viene rappresentata dove sono presumibilmente presenti gli spessori maggiori (zone depresse, di accumulo).**



ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 10 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

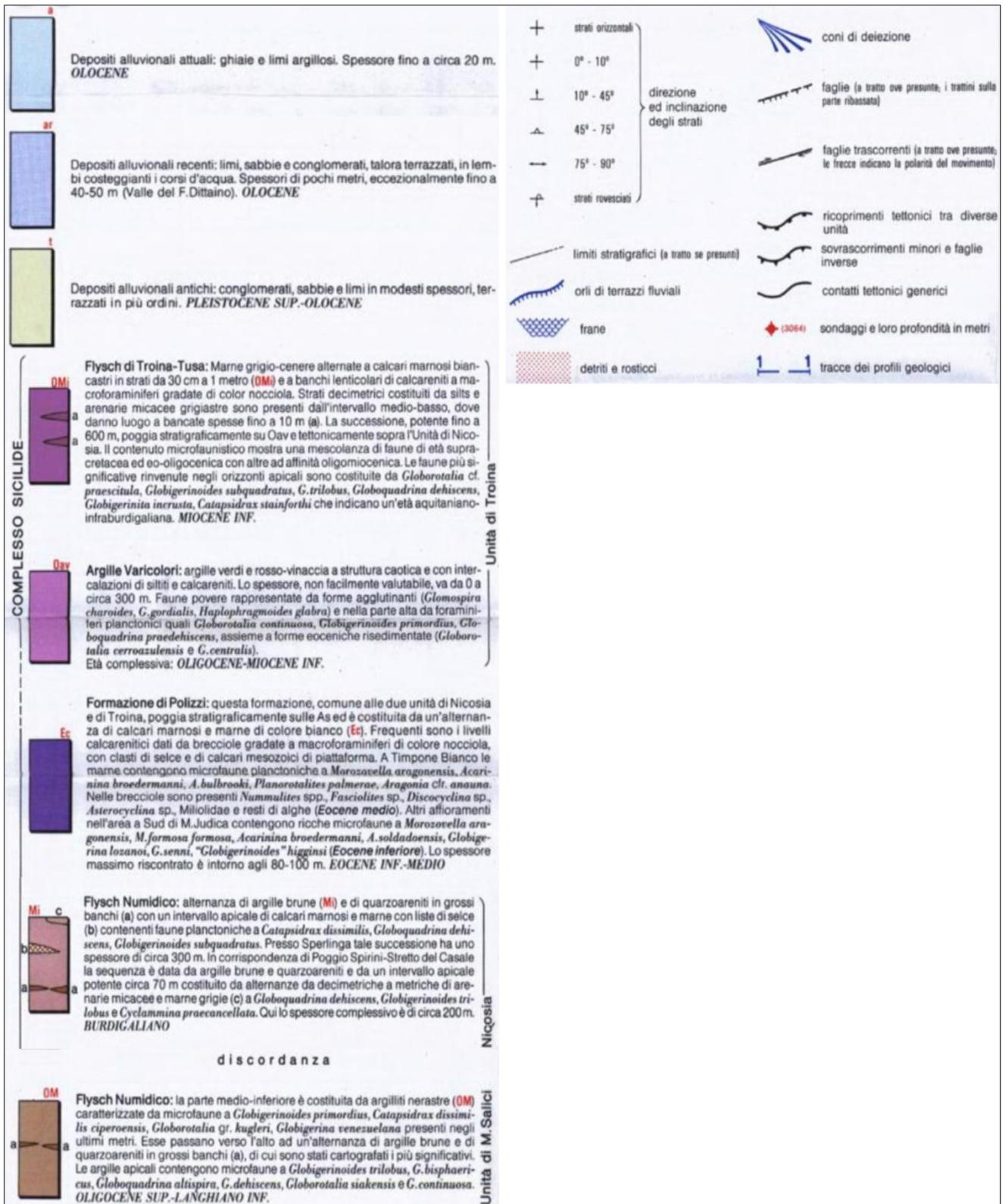


Figura 2-2: stralcio fuori scala da Grasso et alii (1991). In giallo il perimetro dei lotti disponibili ed il cavidotto, in rosso i terreni effettivamente interessati dai lavori inerenti il Progetto per il parco AV.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 11 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

2.2 GEOMORFOLOGIA

In linea generale, il territorio in cui si inserisce il **Progetto** è caratterizzato da pendenze relativamente blande, a luoghi piuttosto acclivi, che degradano verso i fossi intagliati all'interno di depositi di varia natura, che vanno da peliti fino a depositi litoidi. Nel documento *Relazione* di aggiornamento del PAI del 2005 inerente alle zone “• Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094) • Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo (094A) • Lago di Pergusa (094B) • Lago di Maletto (094C)” (REGIONE SICILIA, 2005), si riporta quanto segue.

Il bacino idrografico del Simeto, l'area territoriale tra i bacini del fiume Simeto e del fiume San Leonardo, il Lago di Maletto e il Lago di Pergusa sono aree caratterizzate da molteplici processi erosivi e da diffusi fenomeni gravitativi che si manifestano con maggiore incidenza in corrispondenza dei versanti argillosi di media ed alta collina. I territori compresi nell'area esaminata presentano una complessa articolazione geostrutturale a cui corrisponde un susseguirsi di variazioni litologiche e conseguenti disuniformità morfologiche. I terreni offrono resistenze diversificate all'azione degli agenti erosivi in dipendenza del litotipo interessato, per cui le forme morfologiche che ne risultano sono disomogenee, talvolta arrotondate, talvolta smussate; i declivi si presentano sia aspri, sia estremamente addolciti, sia a terrazzi. Il fattore climatico ha anch'esso una notevole importanza sulle modalità di evoluzione dei processi geomorfologici nel territorio esaminato. In particolare, negli ultimi anni, si è potuto verificare, riguardo al fiume Simeto, come la zona centrale del bacino (tra le valli del Fiume di Sperlinga e del Dittaino) risulti particolarmente soggetta ad eventi piovosi di forte intensità in autunno e primavera, con concentrazioni di pioggia superiori al resto dell'area, mentre è particolarmente “asciutta” nel periodo estivo. Tutto ciò determina una elevata predisposizione ai processi di desertificazione, come illustrato nella recente Carta della vulnerabilità alla desertificazione della Regione Siciliana. Gli aspetti vegetazionali assumono ruolo di causa aggravante o principale, se consideriamo l'esiguo spessore dei suoli siciliani, specialmente quando il territorio in esame è collinare e/o montano. L'uso agricolo estensivo di gran parte del territorio collinare ha determinato, nel corso degli ultimi due millenni, la scomparsa delle foreste collinari e la condizione relitta della vegetazione naturale limitata a sporadiche aree su cui, peraltro, si accanisce la piaga degli incendi dolosi.

Il territorio del Comune di Troina ricade in massima parte nel settore del versante meridionale della catena costiera siciliana, con affioramenti di sequenze flyschoidi argillose con intercalazioni arenacee o calcareo-marnose. La morfologia del territorio appare molto frammentata, con ampie vallate alternate a ripidi pendii congiungenti verso contrafforti arenacei e calcarei. I crolli sono diffusi soprattutto in corrispondenza delle alture su cui si sviluppa il centro abitato e la sua immediata periferia. Frequenti i corpi di frane per colamento o scorrimento, soprattutto nei settori occidentale e settentrionale del territorio. I processi erosivi più severi si incontrano lungo le scarpate del settore centrale in relazione ai forti dislivelli esistenti. Le coltri superficiali più vulnerabili al soliflusso e a frane di limitato spessore e ampiezza, sono maggiormente diffuse nel settore orientale del territorio comunale.

Parco AV

In dettaglio, i terreni che accoglieranno il progetto si trovano a quote comprese tra i 720 e i 620 m circa sul livello del mare, rispettivamente in corrispondenza della zona occidentale e di quella orientale del lotto complessivo di interesse. L'intero sito ha pendenza complessiva verso i quadranti settentrionali. La morfologia è sostanziata quindi da un versante relativamente regolare che degrada dalle pendici settentrionali di Monte Salici verso la valle alluvionale del corso d'acqua denominato *Fiumetto di sotto di Troina*, il quale rappresenta il livello idrografico di base locale e mostra qui andamento circa WNW - ESE.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 12 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

Circa i processi legati alla gravità, in accordo a quanto segnalato dall'IFFI, è presente una zona centrale a franamenti superficiali diffusi (si veda la Carta Geomorfologica Originale): tali movimenti sono da ricercare nelle coltri di alterazioni superficiali le quali, appesantendosi durante gli eventi piovosi, iniziano a scivolare al di sopra del substrato inalterato costituito da terreni pressoché impermeabili. Non si tratta dunque di importanti fenomeni di versante bensì di piccole frane che avvengono spesso a profondità, al limite, prossime all'interfaccia coltre/substrato. Per lo più sono piccoli colamenti superficiali. Dove non presenti frane superficiali vere e proprie si può parlare in generale di soliflusso. Ancora, sebbene in letteratura i movimenti di versante vengano formalmente attribuiti al processo "gravità", il fattore scatenante in questo contesto morfostratigrafico è, in ultima analisi, l'acqua: se i terreni in questione fossero sempre asciutti (se non ci fossero, per assurdo, eventi piovosi) non si avrebbe alcun tipo di franamento nonostante la forza di gravità. Il PAI della Regione Sicilia attribuisce un certo grado di pericolosità ad alcune zone del versante (si veda precedente paragrafo dello 1.2 **studio**) proprio in ragione della propensione che queste hanno ad essere afflitte dai suddetti franamenti superficiali diffusi. Non si ravvisano morfologie che indicano fenomeni franosi importanti, vale a dire caratterizzati da superfici di distacco profonde e nette (le frane superficiali diffuse qui presenti sono spesso coalescenti e le superfici di distacco non sempre ben distinguibili) e di dimensioni areali piuttosto estese. La presenza di detrito superficiale nelle coltri produce anche un certo fenomeno di *soil creep* che si aggiunge al generale soliflusso. In estrema sintesi, il versante è afflitto da zone a franamenti diffusi superficiali che si sovrappongono ad un generale soliflusso delle coltri eluvio-colluviali: tali processi caratterizzano molto spesso i versanti sostanzialmente pelitici come quello allo studio e non costituiscono una condizione eccezionale. La situazione non appare dunque particolarmente critica dal momento che nessuna morfologia da fenomeno franoso profondo ed esteso è stata riconosciuta. I processi qui agenti sono del tutto mitigabili attraverso semplici opere di regimazione delle acque superficiali (nello spirito dell'ingegneria naturalistica) dal momento che, lo si ribadisce, il motore che regge tale condizione è in buona sostanza l'acqua (piovana). **Circa i processi legati alle acque di scorrimento superficiali**, l'elemento morfologico principale della zona è, come detto in precedenza, il *Fiumetto di sotto di Troina*, il quale scorre a poco meno di 2 km di distanza (in linea d'aria) a Nord del limite del parco e non ha processi erosivi nei confronti del medesimo. Su tutti i luoghi agisce il normale dilavamento diffuso superficiale. Inoltre, sono presenti diverse erosioni lineari che solcano il versante in direzione circa SW-NE, alcune delle quali sembrano associate ad attività antropica: appaiono come canali di regimazione creati con mezzi meccanici agricoli. È inoltre presente un piccolo specchio d'acqua, nella porzione occidentale del lotto nel suo complesso, probabilmente di origine antropica (di sbarramento) per utilizzo irriguo nei periodi particolarmente asciutti. In via collaterale, **i processi legati all'uomo** sono relativamente ridotti nelle immediate vicinanze del sito di interesse: la viabilità introduce, in estrema sintesi, il principale elemento di discontinuità assieme all'attività agricola, la quale modifica il contesto primigenio attraverso le operazioni di aratura della coltre di suolo. La presenza di fabbricati è molto modesta. Inoltre, sono presenti diverse pietraie sui terreni: si tratta di cumuli di rocce per lo più arenacee o comunque di natura silicea o calcareo-silicea, derivanti da depositi flyschoidi, che l'essere umano ha creato durante la pratica agricola, per togliere dai terreni coltivati elementi che rendono difficili le lavorazioni. Sulla dorsale montuosa di Monte Salici – Monte Pellegrino sono presenti aerogeneratori elettrici.

Cavidotto

Il tracciato si lascia alle spalle il **parco AV** alla quota di circa 630 m s.l.m. e raggiunge un impluvio al punto più basso del proprio tracciato, circa 605 m s.l.m., per poi proseguire verso la **stazione** lungo il fianco di un versante, immergente verso oriente, a quote variabili tra i 615 e i 700 m circa s.l.m. in zona di arrivo. Lungo

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 13 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

la propria strada, il **cavidotto** non intercetta alcun tipo di processo di versante o legato alle acque di scorrimento superficiale che possa rappresentare una criticità nei suoi confronti e, specularmente, la sua posa in opera non interferirà con le normali dinamiche morfoevolutive dei luoghi. In particolare, in zona di Contrada Carchiola, vengono attraversati diversi impluvi senza che scarpate di erosione intercettino il tracciato: in corrispondenza del primo fosso attraversato, una piccola scarpata erosiva si trova in prossimità della strada che accoglierà il **cavidotto** ma attualmente non erode i terreni su cui sorge. In ogni caso, qualora in fase esecutiva, dettagliando il progetto, ci si rendesse conto che tale processo potrebbe rappresentare in futuro una criticità, sarà possibile intervenire con opere di regimazione idraulica e protezione della strada (quindi del **cavidotto**), nello spirito dell'ingegneria naturalistica, eliminando qualsiasi problema. In relazione ai fenomeni di versante, è indicata dal PAI una sottile striscia a pericolosità moderata P1 con la quale la strada, quindi il tracciato in progetto, interferisce: a tale criticità non corrisponde alcun tipo di processo franoso o di formativo lento di superficie (soliflusso). Neppure l'IFFI segnala la presenza di fenomeni gravitativi. Probabilmente, il PAI attribuisce la pericolosità all'eventualità che le coltri presenti in corrispondenza del piccolo impluvio, dove si segnala il pericolo P1, possano muoversi lungo il pendio. Anche in questo caso, sarà possibile eseguire approfondimenti e sulla loro scorta eventualmente intervenire tramite semplici opere di regimazione idraulica e messa in sicurezza.

2.3 IDROGEOLOGIA

A grande scala, per l'intero territorio del bacino idrografico del Fiume Simeto, in cui ricade anche l'area di interesse, il documento *Relazione* di aggiornamento del PAI del 2005 citato in precedenza riporta quanto segue.

I terreni affioranti all'interno del bacino del Fiume Simeto e delle aree attigue presentano condizioni di permeabilità molto diverse, in relazione alla varietà dei termini costituenti le varie successioni stratigrafiche e alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tali successioni. Possiamo effettuare una distinzione tra il settore NE del bacino del fiume Simeto, corrispondente alla zona vulcanica dell'Etna, e il settore SW, che si estende dagli Iblei sino agli Erei e ai Monti Nebrodi-Caronie. Il primo presenta un'idrografia quasi assente, essendo caratterizzato da terreni permeabili che permettono l'infiltrazione delle acque in profondità, con la formazione di acquiferi sotterranei di rilevante consistenza. Il secondo, invece, caratterizzato in prevalenza da terreni impermeabili o a permeabilità bassa, presenta un elevato ruscellamento e un'infiltrazione efficace molto ridotta. I corsi d'acqua con direzione prevalente da ovest verso est confluiscono verso la "Piana di Catania", dove i terreni a media permeabilità condizionano sia il ruscellamento che l'infiltrazione efficace. I terreni a bassa permeabilità rappresentano in genere piccole isole sparse in modo difforme, sia nel settore settentrionale che in quello meridionale e Sud-occidentale. È stata effettuata una classificazione finalizzata a rappresentare l'influenza dei singoli terreni sulla formazione dei deflussi superficiali in base alle loro caratteristiche di permeabilità. La classificazione adottata raggruppa i terreni presenti nel territorio in quattro tipi:

- Terreni molto permeabili per fessurazione e/o per porosità;
- Terreni da media ad alta permeabilità;
- Terreni con bassa permeabilità;
- Terreni impermeabili.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 14 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

I terreni del primo tipo prevalgono in corrispondenza del massiccio etneo, del complesso carbonatico ed, in generale, degli affioramenti calcarei, dove l'alta permeabilità dei terreni rende pressoché nullo il ruscellamento, mentre l'infiltrazione efficace assume i valori più alti. La porosità delle rocce laviche può variare in funzione della natura, della struttura e del grado di alterazione dei prodotti effusivi, con percentuali di porosità che raggiungono valori tra il 10% ed il 50% nelle colate di lave bollose e percentuali quasi sempre elevate nei prodotti piroclastici. La permeabilità delle vulcaniti è collegata essenzialmente alle fessure di raffreddamento, alle caverne di svuotamento lavico ed alle discontinuità tra le colate successive. Valori elevati di permeabilità si possono avere anche nelle rocce laviche compatte. Le formazioni calcaree presentano elevata permeabilità in "grande" che tende ad aumentare nel tempo in relazione all'allargamento delle fratture per processi di soluzione. La permeabilità intrinseca della roccia, legata alla porosità interstiziale, è estremamente variabile da una formazione all'altra e anche nell'ambito della stessa formazione.

I terreni da media ad alta permeabilità sono rappresentati dai depositi clastici, dal detrito, dalle alluvioni e dai termini principali del Complesso evaporitico, ossia il Tripoli, il Calcarea di base ed i Gessi. depositi clastici sono diffusamente distribuiti con netta prevalenza nelle depressioni determinate dai corsi d'acqua, nella "Piana di Catania" e al piede dei versanti. Il comportamento complessivo dei depositi alluvionali è determinato dall'alternarsi e dalle variazioni laterali dei livelli, talora prevalentemente ghiaiosi, talora prevalentemente sabbioso-limoso-argillosi. I livelli con classi granulometriche più grossolane presentano porosità, compresa generalmente tra il 20% ed il 30%, variabile in funzione della forma, dell'uniformità, e della disposizione degli elementi. I depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso-limosi hanno valori di porosità compresi tra il 30% ed il 45 %; passando ai livelli con prevalenza della frazione più fine si ha un aumento del valore della porosità, ma un abbassamento della capacità idrica effettiva. La permeabilità dei termini della Serie Gessoso-Solfifera è legata principalmente alla presenza di fratture ed è crescente in funzione della solubilità della roccia; per il Calcarea di Base è da considerarsi anche un certo grado di permeabilità dovuto alla porosità primaria.

I terreni a bassa permeabilità rappresentano in genere piccole isole sparse in modo difforme sia nel settore settentrionale sia in quelli occidentale e sud-occidentale. Si tratta dei termini calcarenitico-sabbiosi, conglomeratico-arenacei e arenacei; in corrispondenza dei livelli molto alterati si può avere un certo grado di porosità; la permeabilità risulta discreta a livello dei più grossi banconi diffusamente fessurati, altrove è molto bassa per influenza degli interstrati pelitici.

I terreni impermeabili sono presenti diffusamente in tutto il bacino, con maggiore diffusione nelle zone collinari e montane, laddove affiorano le formazioni prevalentemente argillose e argilloso-marnose. La presenza di terreni impermeabili rende massimo il ruscellamento, annullando quasi totalmente l'infiltrazione efficace. I termini calcarei o arenacei in seno alla massa argillosa permettono una circolazione idrica realmente molto limitata.

In dettaglio, i terreni destinati ad accogliere il **Progetto** appartengono a quest'ultima tipologia: si tratta di suoli pressoché impermeabili, caratterizzati sicuramente da bassissimi valori di trasmissività. Ciò deriva dalla natura litologico-tessiturale dei sedimenti in questione, prevalentemente pelitici. Una certa permeabilità può essere rintracciata nelle coltri di alterazione eluvio-colluviale, le quali dunque possono appesantirsi durante gli eventi piovosi e parimente veder peggiorare le proprie caratteristiche fisico-meccaniche. Ciò vale soprattutto in concomitanza di periodi particolarmente asciutti, quando la fratturazione superficiale dovuta alla secchezza conferisce una certa capacità di assorbire eventuali acque dilavanti. Ma tale fenomeno è limitato ad un relativamente piccolo spessore del suolo, fino a dove l'umidità naturale non è persistente e

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 15 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

non impedisce la fratturazione per disidratazione. Pertanto, nei luoghi di interesse, non è presente falda in sottosuolo: sostanzialmente tutta l'acqua piovana alimenta la circolazione idrica superficiale tramite il ruscellamento diffuso e concentrato e non si infiltra se non nelle modalità descritte poco sopra, con aliquote praticamente trascurabili e anzi del tutto nulle nei periodi più umidi.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 16 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

3.0 ANALISI GEOTECNICA

Come anticipato nel paragrafo 1.1 dello **studio**, non sono state effettuate indagini *in situ* allo scopo di parametrizzare fisicamente e meccanicamente i terreni destinati ad accogliere il **Progetto**. Le indagini potranno essere pianificate e realizzate in fase esecutiva, una volta perimetrata sul terreno le opere da realizzare, soprattutto scavi e fondazioni.

In via preliminare, si può comunque affermare che i terreni hanno certamente natura coesiva, talora coesivo-incoerente dove presente una abbondante frazione detritica, e che l'angolo di attrito interno medio è, almeno per gli orizzonti inalterati, al minimo uguale al valore medio del pendio, dal momento che franamenti importanti non ve ne sono e il versante appare, macroscopicamente, stabile. Tale discorso potrebbe non essere valido in media per le coltri di alterazione eluvio-colluviali, dal momento che presentano franamenti diffusi superficiali.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 17 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

4.0 ANALISI SISMICA

4.1 INQUADRAMENTO MACROSISMICO

In relazione a quanto contenuto nelle **norme** (poi ripreso in sostanza dalle **nuove norme**), in particolare "ALLEGATO A ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI: PERICOLOSITÀ SISMICA", in cui si riporta: [Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>], si è provveduto all'utilizzo della griglia in rete dell'INGV (Progetto DPC – INGV – S1), all'indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>. Dunque, sul reticolo di riferimento, sintetizzato dalla *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale* (**Figura 4-1**), per l'area in cui ricade l'intero progetto si ha un valore di pericolosità di base (a_g) all'interno dell'intervallo **$0,1 \text{ g} \leq a_g \leq 0,125 \text{ g}$** , al 50° percentile, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ovvero allo 0.0021 come frequenza annuale di superamento ed al corrispondente periodo di ritorno di 475 anni; tali condizioni al contorno rispettano la Zonazione MPS04 dell'INGV.

In base alla *mappa della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Uff. prevenzione, valutazione e mitigazione del Rischio Sismico, Classificazione Sismica al 2010*, il territorio comunale di **Troina** è classificato come **zona 2** e rientra, per l'OPCM n.3519 del 28_04_06, nel **range di accelerazione attesa di $0,15 < a_g \leq 0,25$** . Ai fini della caratterizzazione, per cautela, il sito rientra nel **range di pericolosità sismica di base di $0,15 \text{ g} \leq a_g \leq 0,25 \text{ g}$** .

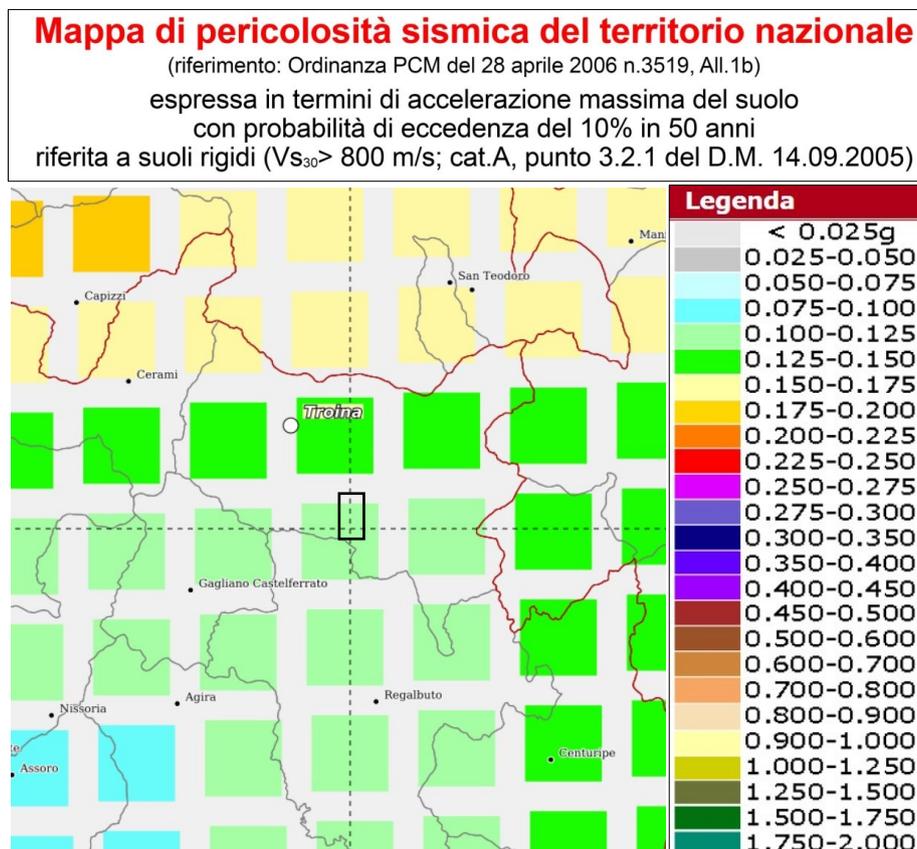


Figura 4-1: nel riquadro in nero ricade l'area di intervento, per la quale si ha una pericolosità di base $0,1 \text{ g} \leq a_g \leq 0,125 \text{ g}$.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 18 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco 02/2023

4.2 FAGLIE E TETTONICA

All'indirizzo <http://www.6aprile.it/featured/2016/10/27/ingv-mappa-interattiva-faglie-italiane.html> è presente la mappa interattiva delle faglie attive della Penisola, capaci di generare sismi con intensità minima di 5.5. A seguito della sua consultazione, **non risultano faglie attive prossime all'area di progetto**: il lineamento attivo più vicino ad essa è quello denominato *Sistema di faglia Alfeo* (sorgente collegata: ITCS122), ad oltre 53 km verso ESE. Questo sistema di fagliazione si inquadra nel contesto geodinamico dell'*Arco Calabro*. Di seguito, dal portale dell'INGV (e bibliografia relativa).

La subduzione della crosta oceanica nell'Arco di Calabria è iniziata circa 80 Ma fa (FACCENNA ET ALII, 2001) ed è tuttora in corso lungo una porzione piuttosto piccola (ca. 150 km) dell'arco compreso tra la *Stretta di Catanzaro* (Istmo di Catanzaro) a Nord e lo *Stretto di Messina* a Sud. Gli effetti della recente convergenza NNW-SSE delle placche sulla subduzione sono gradualmente diminuiti con la progressiva rotazione e migrazione verso Sud-Est dell'Arco di Calabria a causa della collisione continentale in Sicilia (CIFELLI ET ALII, 2008). Il margine Sud-occidentale dell'interfaccia di subduzione è caratterizzato da un'impostazione strutturale complessa. Vicino all'alto sottomarino dell'Alfeo, la continuità laterale dell'interfaccia di subduzione è interrotta da un sistema di faglie normali oblique ad alto angolo con andamento NW-SE, lato NE ribassato (MAESANO ET ALII, 2020). Questo sistema di faglie è costituito da una grande faglia che delimita l'Alfeo *Seamount* a Est e da una più complessa matrice di faglie *en-echelon* a Nord-Ovest. Questo sistema taglia l'intera crosta ionica almeno fino alla Moho, con spostamento crescente da SE a NW, ed è definito come *Subduction Transform Edge Propagator* (STEP, *sensu* GOVERS & WORTEL, 2005) della zona di subduzione calabrese provvisoriamente identificata da POLONIA ET ALII (2011). A Est della *Scarpata di Malta*, il cuneo post-messiniano esterno raggiunge le regioni oltre il sistema di faglie STEP. I cataloghi storici e strumentali dei terremoti (GRUPPO DI LAVORO ISIDE, 2007; GUIDOBONI ET ALII, 2019; ROVIDA ET ALII, 2021) mostrano una notevole concentrazione di terremoti dannosi nell'area. In particolare questa regione è stata colpita dal terremoto del 13 dicembre 1990 (Mw 5.6); qui possiamo ricordare che, più a Ovest, si è verificato il noto terremoto distruttivo dell'11 gennaio 1693 (Mw 7.3). Il sistema di faglie STEP è composto da segmenti di faglie quasi verticali NW-SE, che assecondano il moto differenziale tra l'orogene siciliano collisionale e lo *slab* calabrese in arretramento con movimenti trastensivi e *strike-slip*. Il sistema di faglie STEP si è sviluppato nella placca inferiore ionica ed è confinato al di sotto della base del cuneo di accrezione che funge da orizzonte di disaccoppiamento meccanico tra la placca inferiore e quella superiore (MAESANO ET ALII, *IBIDEM*). La componente di movimento *dip-slip* del sistema di faglia STEP controlla alcuni bacini localizzati nel cuneo di accrescimento della placca superiore. L'età di inizio del sistema di faglie STEP nell'area ionica è vincolata dallo sviluppo dei bacini sopra il cuneo di accrezione. Si ritiene che tale età sia inferiore a 2,6 Ma nell'*offshore* di Catania, ma diventa progressivamente più giovane spostandosi verso la piana abissale ionica, dove l'età di inizio è stimata in 1,3 Ma (MAESANO ET ALII, *IBIDEM*). Le caratteristiche superficiali associate all'attività del sistema di faglie STEP sono state ben documentate negli ultimi anni da diversi autori utilizzando dati geofisici ad alta risoluzione (POLONIA ET ALII, *IBIDEM*; GUTSCHER ET ALII, 2016).

4.3 MICROZONAZIONE SISMICA

L'area del progetto non rientra all'interno delle carte delle M.O.P.S. (Microzonee Omogenee in Prospettiva Sismica) delle mappe di microzonazione sismica della Regione Sicilia. In base a quanto indicato dal documento GRUPPO DI LAVORO MS (2008), che rappresenta gli indirizzi e criteri in materia di microzonazione sismica, è possibile definire in linea generale le zone in cui ricade il **Progetto** come *stabili suscettibili di*

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 19 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

amplificazioni locali per ragioni litostratigrafiche. Le aree con franosità diffusa superficiale possono essere identificabili come *instabili per frana*.

4.4 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Di seguito, basandosi esclusivamente sui dati bibliografici, si riportano le valutazioni in merito alla possibilità di liquefazione per i terreni in corrispondenza delle aree che ospiteranno il **Progetto**

Casi in cui si può escludere che si verifichino fenomeni di liquefazione

Il § 2.7.1.1 del volume GRUPPO DI LAVORO MS (*IBIDEM*) (di seguito *indirizzi*) recita:

[La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5 (capitolo 2.8).
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1 g.
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15 g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine45, FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$;

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: $(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$, in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione $C_N = (p_a / \sigma'_v)^{0.5}$ essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la tensione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.7-1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 2.7-1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.

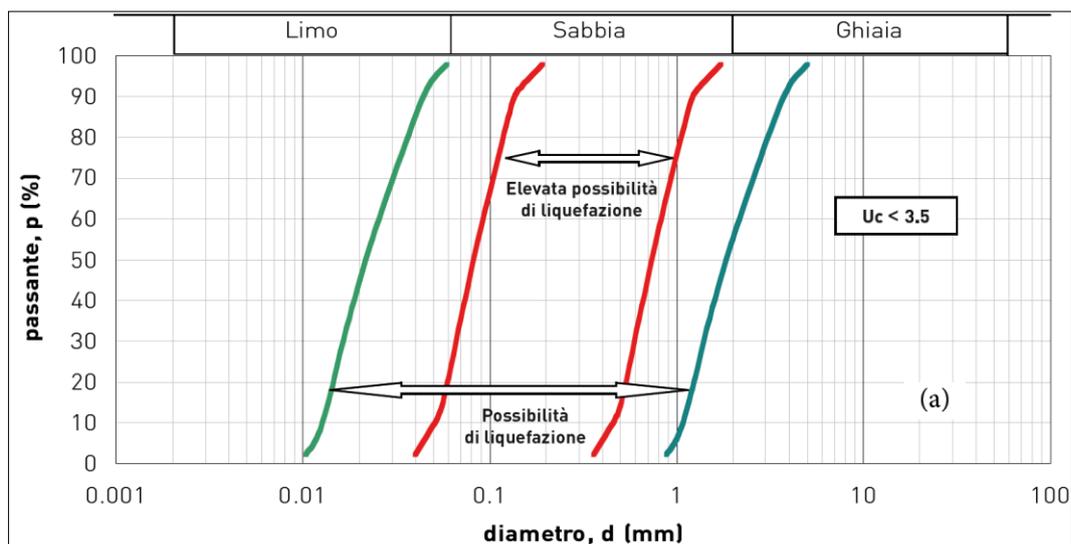
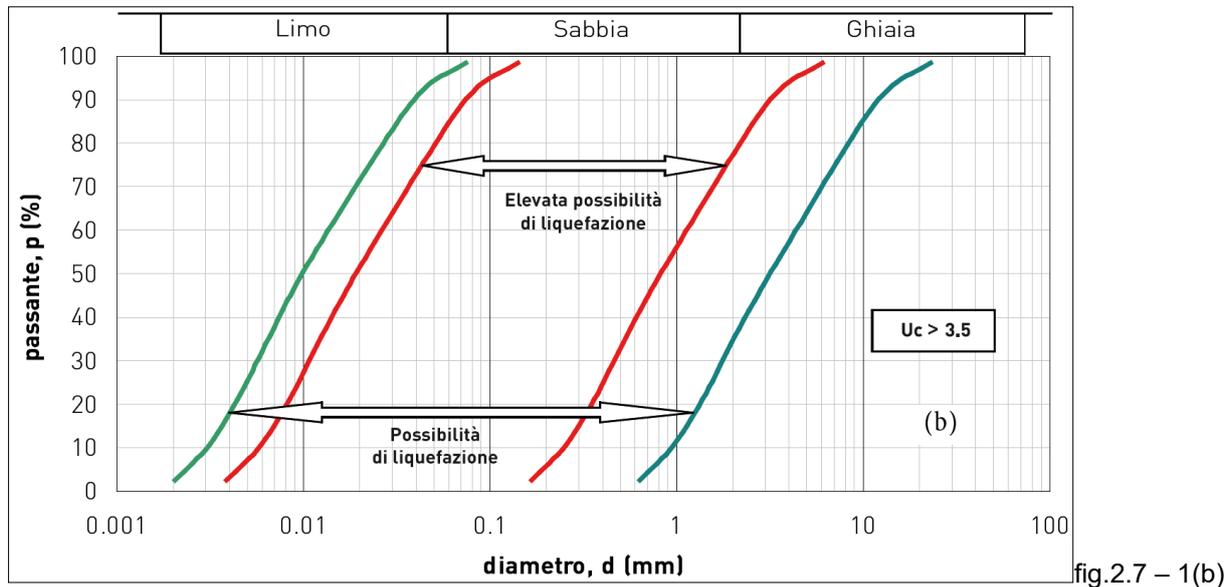


fig.2.7 – 1(a)

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 20 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023



5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna⁴⁶.

46 L'indicatore è valido solo nel caso di piano campagna orizzontale, in presenza di edifici con fondazioni superficiali.].

Check list per il sito di interesse

Andando a verificare i singoli punti, per valutare la necessità o meno di effettuare un'analisi numerica sul *potenziale di liquefazione*, risulta quanto segue:

1. Il sito di interesse è ricade, a meno di errori derivanti dalla scala grafica di rappresentazione, all'interno della *zona 933* della zonazione Z9 di MELETTI & VALENSISE (2004); per tale motivo, ai sensi di quanto riportato nella tabella 2.8-1 degli *indirizzi*, la magnitudo da considerare è $M_{w\ max} = 6,14$ ($6,14 > 5$).
2. $0,15\ g < a_g < 0,25\ g$ ($a_g > 0,1\ g$).
3. $0,15\ g < a_g < 0,25\ g$ ($a_g > 0,15\ g$); per cui non servono ulteriori valutazioni circa $(N_1)_{60}$.
4. Nello specifico, non sono state condotte analisi granulometriche che possano indicare in quale settore delle figure 2.7 ricadano i terreni di interesse; tuttavia, in base ai rilievi, i sedimenti possono essere ritenuti di natura fine, coesiva (argille prevalenti) in base a quanto osservato in campagna e ai dati bibliografici.
5. Non è presente falda in sottosuolo in corrispondenza della zona del **parco AV**.

Riassumendo in tabella sotto Tabella 4-1:

Punto della check list	Verificato	Non verificato
1		
2		
3		
4		
5		

Tabella 4-1: si può escludere il fenomeno della liquefazione per ragioni idrogeologiche e litostratigrafiche.

Dunque, in base agli *indirizzi*, non è necessario valutare la suscettibilità a liquefazione dei terreni in sottosuolo in termini di fattore di sicurezza F_s per l'area destinata ad accogliere il **Progetto**.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 21 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

5.0 CONCLUSIONI

5.1 STATO DEI LUOGHI

Geomorfologia

Da un punto di vista geomorfologico, non si ravvisano particolari criticità. In corrispondenza del **parco AV**, è presente una zona in dissesto diffuso superficiale, dove si ritrovano un soliflusso più o meno esteso e piccole frane (sovraimposte sull'area in deformazione lenta) di tipo colamento. Tutti questi processi riguardano le coltri di alterazione eluvio-colluviale, vale a dire interessano i prim spessori di suolo e non intaccano in alcun modo il substrato inalterato. Queste problematiche, che di per se stesse non rappresentano una particolare condizione ostativa alla realizzazione delle opere, possono essere eliminate piuttosto semplicemente attraverso delle opere di regimazione idraulica: sul versante in questione, come nella pressochè totalità dei medesimi contesti morfostratigrafici, l'agente scatenante e che sostiene tali fenomeni è l'acqua. Se questi terreni fossero per assurdo sempre asciutti (*i.e.* se mantenessero il proprio grado di umidità naturale senza appesantimento per imbibizione in concomitanza di eventi piovosi particolarmente sfavorevoli in termini di *soglia d'innescio*) non si avrebbero ne' il soliflusso ne' i piccoli franamenti superficiali. Per tale ragione, la realizzazione delle opere di regimazione e smaltimento delle acque piovane non solo avrà lo scopo di salvaguardare il **Progetto** ma rappresenta anche un elemento di messa in sicurezza del versante, nel pieno spirito di quanto indicato dal PAI, in base al quale qualsiasi nuova opera non deve peggiorare le condizioni di pericolosità geomorfologica pregresse e i nuovi interventi dovrebbero anzi migliorare le condizioni di stabilità (come quelle poco sopra ricordate e che faranno parte del progetto in predicato di realizzazione).

Per quanto riguarda le acque di scorrimento superficiale, esse hanno dato origine a diverse incisioni sui versanti, probabilmente alcune sono state anche accentuate e sagomate dall'azione dell'uomo, proprio a scopo di regimazione.

5.2 CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

La caratterizzazione del volume significativo di terreno potrà essere effettuata in fase esecutiva, a valle dei risultati di indagini *in situ* originali. Per ora, è possibile affermare quanto segue:

- non è presente falda acquifera nel sottosuolo di interesse;
- i terreni non sono suscettibili di liquefazione;
- l'angolo di attrito interno del substrato marino non degradato è almeno uguale, mediamente, alla pendenza media del versante di interesse mentre quello delle coltri, mediamente, potrebbe essere inferiore;
- il comportamento dei terreni che accoglieranno **Progetto** è di tipo coesivo e talora coesivo-incoerente.

5.3 CONSIDERAZIONI FINALI

- Per il versante che accoglierà il **parco AV**, l'unica criticità potrebbe essere rappresentata dalle acque dilavanti: se per assurdo i terreni si mantenessero sempre asciutti, non avverrebbero fenomeni franosi in simili contesti morfostratigrafici.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 22 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

- Sulla base di quanto affermato subito sopra, sarà opportuno realizzare un adeguato sistema di regimazione e smaltimento delle acque piovane in modo tale da eliminare la reale criticità presente: le acque di pioggia (selvagge e di scorrimento).
- **In via collaterale, si rammenta come il vento potrebbe rappresentare la sola problematica reale per la tenuta di opere come il *parco AV* in progetto.**

Chieti, Febbraio 2023

Il tecnico
Dottor Gelogo Di Berardino Giancarlo Rocco

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 23 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2023

6.0 BIBLIOGRAFIA

In ordine di citazione

- CATALANO R., MERLINI S. & SULLI A. (2002) - The structure of western Sicily, central Mediterranean. *Petroleum Geoscience*, Vol. 8 2002, pp. 7–18.
- DI MAGGIO C., MADONIA G., VATTANO M., AGNESI V. & MONTELEONE S. (2017) – Geomorphological evolution of western Sicily, Italy. *GEOLOGICA CARPATHICA*, FEBRUARY 2017, 68, 1, 80 – 93.
- BIANCHI F., CARBONE S., GRASSO M., INVERNIZZI G., LENTINI F., LONGARETTI G., MERLINI S. & MOSTARDINI F. (1987) – Sicilia orientale: profilo geologico Nebrodi - Iblei. *Mem. Soc. Geol. It.*, 38 (1987), 429-458, 8 ff., 1 tav. f.t.
- BUTLER R. W. H., MAZZOLI S., CORRADO S., DE DONATIS M., DI BUCCI D., GAMBINI R., NASO G., NICOLAI C., SCROCCA D., SHINER P., ZUCCONI V. (2004) - Applying Thick-skinned Tectonic Models to the Apennine Thrust Belt of Italy—Limitations and Implications. K. R. McClay, ed., *Thrust tectonics and hydrocarbon systems: AAPG Memoir82*, p. 647-667.
- CATALANO R., VALENTI V., ALBANESE C., ACCAINO F., SULLI A., TINIVELLA U., MORTICELLI M. G., ZANOLLA C. & GIUSTINIANI M. (2013) – Sicily’s fold–thrust belt and slab roll-back: the SI.RI.PRO. seismic crustal transect. *Journal of the Geological Society*, London, Vol. XX, 2013, pp. 1 – 14.
- LENTINI F. & CARBONE S. (2014) – Geologia della Sicilia. *mem. Descr. Carta Geol. d’It. XCV* (2014), pp. 7- 414, figg. 533, tabb. 5; Tavv. 5.
- GRASSO M., LENTINI F., CARBONE F., MONACO C. & CATALANO S. (1991) - CARTA GEOLOGICA DELLA SICILIA CENTRO – ORIENTALE, SCALA 1:50.000. MEM, PRESENTAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA DELLA SICILIA CENTRO - ORIENTALE, VOL: XLVII, FASC. UNICO, 1991.
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008) - Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
- MELETTI C. & VALENSISE G. (2004) – Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo. INGV.

ARNG SOLAR IV S.R.L. Piazza Ettore Troilo, 27 65127 - Pescara (PE) C.F e P.IVA: 02339110682 PEC: arngsolar4@pec.it	Relazione geologica	Foglio 24 di Fogli 24
	Impianto Agrivoltaico "TROINA 27.5"	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2023

7.0 ALLEGATI

Codifica	Descrizione
D-AMB-011	Carta Topografica su base IGM
D-AMB-012	Carta Topografica su base CTR
D-AMB-013	Inquadramento su immagine Satellitare
D-AMB-029	Carta Geologica originale
D-AMB-030	Carta Geomorfologica originale