

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

IMPIANTO PIETROLUPO 04

Comune di MINEO (CT)

Località “Contrada Torretta” - “Torretta Mongialino”

A. PROGETTO DEFINITIVO DELL’IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

OGGETTO

Codice: ITS_PTL04	Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs 387/2003 e D.Lgs 152/2006
N° Elaborato: A25	Relazione preliminare delle condizioni idrologiche

Tipo documento	Data
Progetto definitivo	Maggio 2022

Progettazione



Proponente



ITS Medora Srl
Via Sebastiano Catania, 317
95123 Catania (CT)
P.IVA 05767670879
pec: itsmedora@pec.it

Rappresentante legale

Emmanuel Macqueron

Progettisti

Ing. Vassalli Quirino



Ing. Speranza Carmine Antonio



REVISIONI

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	Maggio 2022	Emissione	LD	QV/AS/DR	QI

ITS_PTL04_A25_Relazione Preliminare delle condizioni idrologiche.doc	ITS_PTL04_A25_Relazione preliminare delle condizioni idrologiche.pdf
----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

INDICE

PREMESSA	3
1. INQUADRAMENTO NORMATIVO E COMPATIBILITA' DEL PROGETTO	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	8
2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	9
2.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DEI LUOGHI.....	11
3. DESCRIZIONE OPERE DA REALIZZARE	16
3.1 MODALITA' DI SCAVO	17
3.2 EVENTUALI IMPATTI SU SUOLO E SOTTOSUOLO.....	18
4. ANALISI PRELIMINARE DELLE CONDIZIONI IDROLOGICHE	21
4.1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO DELL'OPERA - BACINO IDROGRAFICO FIUME SIMETO.....	21
4.2 STUDIO IDROLOGICO.....	24
4.2.1. MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI DELLE PIOGGE: MODELLO TCEV E VAPI SICILIA	26
4.2.2. STIMA DELLE PORTATE	31
4.2.2.1. DEFINIZIONE DELLE PORTATE	32
5. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE	34
5.1. RISOLUZIONE INTERFERENZE CON STAFFAGGIO PONTE	39
5.2. RISOLUZIONE INTERFERENZA CON TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (TOC)	39
6. CONCLUSIONI	43

PREMESSA

La presente relazione di compatibilità idrologica ed idraulica riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 70 MW e delle opere connesse stanziato nell'agro del comune di Mineo (CT) su un'area di estensione pari a 137,61 ha circa nelle località "Torretta" e "Torretta Mongialino". Il proponente è la società ITS MEDORA SRL.

Il progetto agrovoltaico prevede l'installazione di n°118'908 pannelli fotovoltaici, di potenza unitaria pari fino a 665 Wp.

Sulla base delle indicazioni ricevute dal gestore di rete Terna S.p.a., è stata individuata la configurazione di allaccio che prevede il collegamento in antenna a 150 kV sulla futura stazione elettrica (SE) RTN 380/150 kV, da inserire in entra - esce sulla futura linea RTN a 380 kV di cui al Piano di Sviluppo Terna, "Raddusa".

La futura Stazione Elettrica di Terna verrà localizzata nel territorio comunale di Ramacca (CT), in area agricola, e vedrà un' occupazione di suolo di circa 1845 mq.

1. INQUADRAMENTO NORMATIVO E COMPATIBILITA' DEL PROGETTO

L'analisi condotta nel presente studio ha preso in considerazione gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore. In particolar modo è stato fatto riferimento al PAI, Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana emanato nel dicembre 2004, che individua le aree a rischio idraulico ed idrogeologico.

E' stato pertanto consultato il PAI del Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il Bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto emanato nel 2005. Alcuni aspetti, tra cui le Norme Tecniche di Attuazione, hanno poi subito modifiche con il **D.P. n. 9/ADB del 06/05/2021 - APPROVAZIONE "MODIFICHE ALLA RELAZIONE GENERALE - PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIANA" - REDATTA NEL 2004 E TABELLA ELEMENTI A RISCHIO - D.P. N. 9/ADB DEL 06/05/2021.**

Nella relazione di Piano sono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione.

Dagli elaborati grafici relativi alle carte di pericolosità idraulica (*Rif. Carta della pericolosità idrogeologica*) si può notare come l'intera area di progetto sia esterna alla perimetrazione del Piano di Bacino. Solo per un breve tratto del cavidotto esterno si ravvisa l'attraversamento delle aree a pericolosità bassa (P1), media (P2) ed elevata (P3).

Considerando l'eventuale interferenza con la fascia a pericolosità P3, compatibilmente con l'art. 26 delle Norme Tecniche di Attuazione, ne deriva che:

“ 26.1. Nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata (P4) ed elevata (P3) sono vietate tutte le opere e le attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio. Sono, in particolare, vietate le costruzioni e i manufatti che possano deviare la corrente verso rilevati e ostacoli nonché scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini, laddove esistenti.

26.2. Nelle aree a pericolosità idraulica P4 e P3 sono consentiti: a) la prosecuzione delle attività agricole e i cambi colturali, fermo restando che gli stessi non diano luogo a richieste di risarcimento del danno; b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica; c)

gli interventi di miglioramento statico, di adeguamento sismico e di demolizione e ricostruzione nel rispetto della volumetria e sagoma esistenti senza incremento dell'uso del suolo; d) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, gli interventi di restauro e risanamento conservativo e gli interventi di ristrutturazione edilizia degli edifici, come definiti dalla vigente normativa di settore, e senza cambio di destinazione d'uso che comportino aumento del carico urbanistico; e) gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume e cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico urbanistico; f) gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria, straordinaria e di consolidamento delle opere infrastrutturali e delle opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela; g) gli interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro e di abbattimento di barriere architettoniche; h) gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria, straordinaria di cui all'art. 2, commi 1 e 2, del D.P.R. 14 aprile 1993”.

“26.3. Nelle aree a pericolosità idraulica P4 e P3 sono consentiti, previa verifica di compatibilità: a) le opere di difesa, di sistemazione e di manutenzione idraulica, atte a mitigare i livelli di rischio atteso e pericolosità esistenti; b) la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti; c) nuove costruzioni necessarie per la conduzione aziendale delle attività agricole esistenti, non realizzabili in aree non soggette a pericolosità P4 e P3, purché le superfici abitabili siano ubicate a quote compatibili rispetto al livello idrico definito dalla piena di riferimento con un franco adeguato, e purché le costruzioni siano costruite secondo i principi di flood proofing, e l'azione statica e dinamica del più gravoso scenario.”

A valle di quanto esposto dalla normativa vigente, si desume che gli interventi connessi alla realizzazione del cavidotto risultano compatibili con la stessa. Si precisa inoltre che, al fine di non compromettere il deflusso sotterraneo del bacino intercettato, si ricorrerà alla tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata e/o alla tecnica dello staffaggio su ponte, delle quali si discuterà di seguito.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto di campo agri-voltaico prevede l'installazione di n° 118'908 pannelli fotovoltaici di una potenza complessiva pari circa a 70 MW da stanziare nel territorio comunale di Mineo (CT).

Il sito scelto per l'installazione dell'impianto agri-voltaico è da individuare nelle località "Contrada Torretta" e "Torretta Mongialino", area dislocata a sud-ovest del centro abitato di Ramacca da cui dista (in linea d'aria) 7 km circa, ad ovest del centro abitato di Palagonia da cui dista circa 9 km, a nord-ovest del centro abitato di Mineo da cui dista (in linea d'aria) circa 8 km, a nord-est dal centro di Caltagirone da cui dista circa 20 km, ad est da centro di Piazza Armerina da cui dista 15 km ed infine a sud-ovest dal centro di Aidone da cui dista 16 km.

Le coordinate geografiche che individuano il punto centrale del sito destinato alla realizzazione del progetto in esame sono fornite nel sistema UTM WGS 84 e sono le seguenti:

- Longitudine: 466.201 m E;
- Latitudine: 4.131.424 m N.

I pannelli saranno collegati fra loro ed alla stazione di trasformazione mediante cavi elettrici in CC a BT e poi alla cabina di consegna mediante un elettrodotto interrato a 30 kV.

La nuova stazione elettrica sarà localizzata nel territorio comunale di Ramacca e sarà inserita in entra - esce sulla futura linea a 380 kV "Raddusa".

L'impianto, e l'annesso cavidotto, ricadono nella seguente cartografia - Carta Tecnica Regionale (CTR) della regione Sicilia in scala 1: 5.000: Foglio n° 639080.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'elaborato grafico "Carta con localizzazione georeferenziata" raffigurante il perimetro dell'intera area individuata per la realizzazione dell'impianto; il sistema di riferimento utilizzato è l'UTM WGS 84.

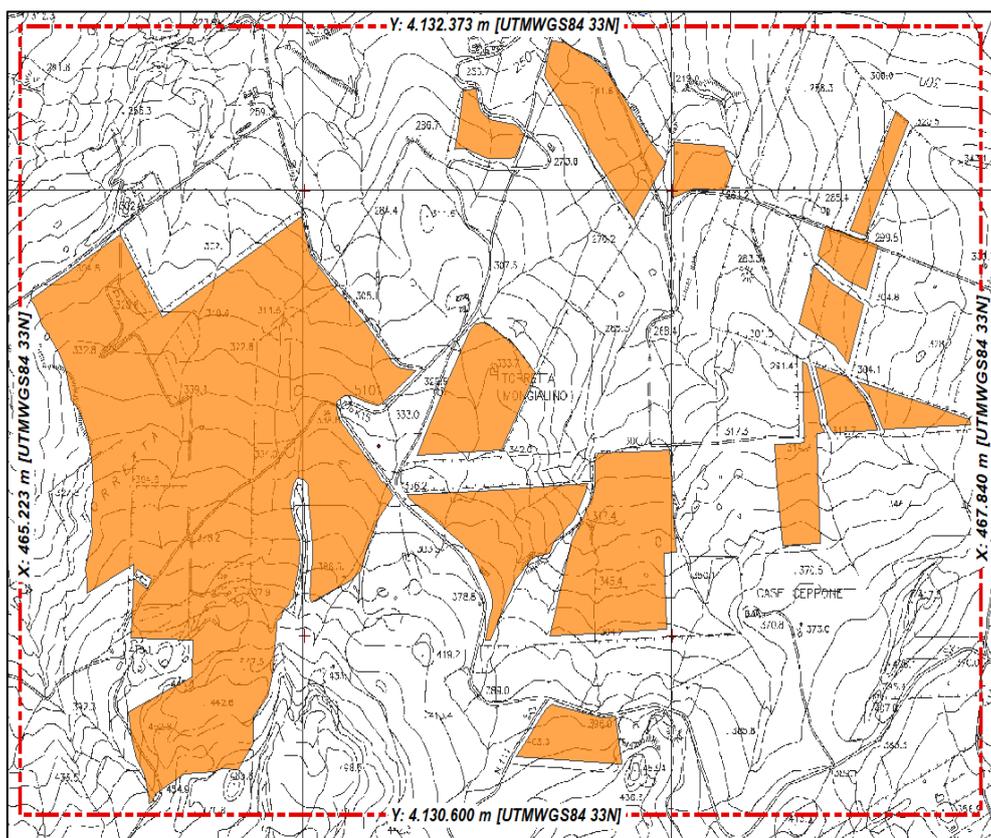


Figura 1: coordinate geografiche del perimetro racchiudente l'area di progetto fornite nel sistema di riferimento UTM WGS84

L'area da destinare al campo fotovoltaico è perlopiù destinata a seminativo e in minore entità al pascolo e si colloca all'esterno di aree di pregio ambientale e paesistico, lontano da corsi d'acqua naturali e impluvi.

La viabilità utile al collegamento dell'area è costituita in egual modo sia dalla SP 182 che dalla SP179.

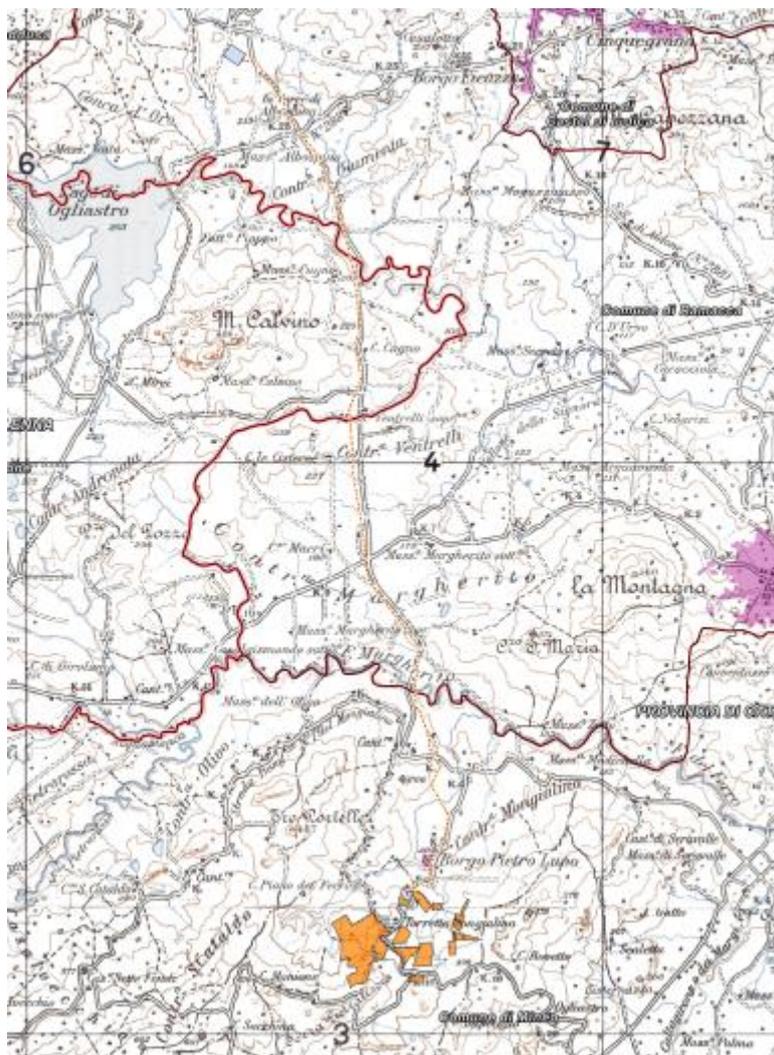


Figura 2: Inquadramento generale dell'area su IGM 25.000 (Rif. Elaborato grafico "Inquadramento generale")

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto di studio ricade all'interno dei Fogli 269 "Paternò" e 273 "Caltagirone" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100000) si inquadra geologicamente nella Falda di Gela, tra l'avampaese ibleo ed il sistema di avanfossa Gela - Catania. Quest'area fa parte dell'orogene appenninico-maghrebide, nel quale sono riconoscibili gli elementi strutturali derivanti dalla deformazione di settori paleocrostaali che caratterizzavano i domini di avampaese-avanfossa e quello di catena. In particolare, l'area di catena è caratterizzata da una serie di falde di ricoprimento derivanti dalla deformazione di sequenze depositatesi, non in uno, ma in diversi domini paleogeografici ubicati tra il paleomargine africano e quello europeo.

La ricostruzione litostratigrafica, scaturita dal rilevamento geologico di superficie esteso ad un'area più ampia rispetto a quella strettamente interessata dal progetto, ha messo in evidenza che le caratteristiche peculiari delle formazioni sono, dall'alto verso il basso stratigrafico, quelle di seguito descritte:

a) **Litofacies Calcarea:** costituita da calcare cristallino bianco-grigiastro da massivo a laminato, a luoghi con fantasmi di cristalli selenitici, e brecce calcaree con intercalazioni di argille brecciate, caratterizzati da clasti evaporitici di tipo calcareo. Spessore variabile fino a 40 m.

b) **Litofacies Argilloso-Sabbiosa:** marne argillose grigio-azzurre o brune e sabbie quarzose giallastre con grosse lenti di conglomerati a clasti eterometrici da piatti a sferici, arrotondati, di natura sia sedimentaria che cristallina di vario grado metamorfico, per lo più nella parte alta della formazione. Nelle marne sono presenti associazioni a nannofossili. Localmente si rinvencono intercalazioni di argille brecciate di colore bruno, inglobanti olistoliti eterometrici e poligenici di quarzareniti numidiche e lembi di argille varicolori. Lo spessore raggiunge una potenza di circa 200 m.

c) **Litofacies Argillitica:** argille scistose e scagliose varicolori di grande potenza, piuttosto tettonizzate, con nuclei piriformi di carbonato di ferro e cristalli lenticolari di gesso, talvolta con scisti bituminosi. Frequenti sono le intercalazioni di banchi di arenarie siliceo-ferruginose durissime.

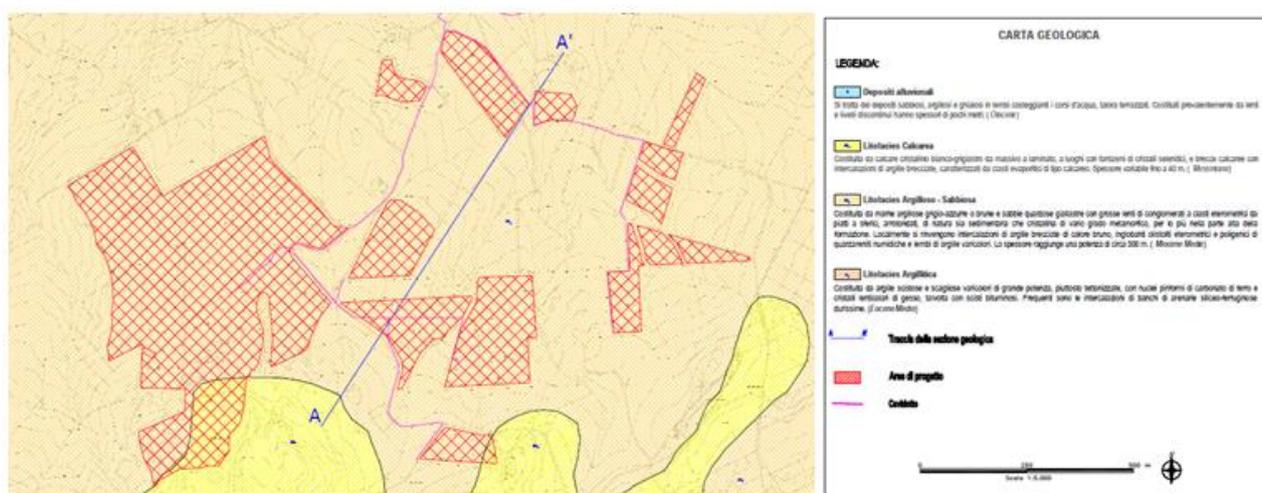


Figura 3:Carta geologica area di impianto (Rif.Carta Geologica)

2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti sono molto differenziate e questo dipende dalle caratteristiche proprie dei litotipi presenti, come la composizione granulometrica, il grado di addensamento o consistenza dei terreni, nonché dal grado di fratturazione dei livelli

lapidei o pseudolapidei e, più in generale, dalla loro porosità. Sulla base di tali parametri, quindi, è stata redatta la Carta Idrogeologica (allegato A.12.a.10) ed i terreni affioranti sono stati raggruppati in complessi idrogeologici, in relazione alle proprietà idrogeologiche che caratterizzano ciascun litotipo. I complessi idrogeologici scaturiti dalle formazioni presenti possono essere così raggruppati e caratterizzati:

- Terreni impermeabili (coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K = 10^{-7} - 10^{-9}$ m/s): Complesso Argilloso. Appartengono a tale complesso idrogeologico i terreni afferenti alla Litofacies Argilloso-Sabbiosa e Litofacies Argillitica. Sono litotipi da ritenersi impermeabili, in quanto tale complesso, anche se dotato di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Inoltre, trattandosi di argilla, anche se coesiva, è comunque soggetta a fessurarsi e a richiudere rapidamente le discontinuità con un comportamento di tipo plastico. Nell'insieme, il complesso litologico è da considerarsi scarsamente permeabile, in quanto anche la permeabilità dei sabbiosi è del tutto controllata dalla frazione argillosa. Ad essi si può attribuire un valore del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K = 10^{-7} - 10^{-9}$ m/s.
- Terreni mediamente permeabili (coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K = 10^{-3} - 10^{-4}$ m/s): Complesso Calcareao di cui fanno parte i litotipi afferenti alla Litofacies Calcarea. Questi ultimi hanno grado di permeabilità variabile da medio ad alto, principalmente in relazione allo stato di fratturazione. I depositi calcarei sono dotati di buona porosità primaria e la permeabilità, crescente in funzione del grado di fratturazione, è controllata dalla presenza di intercalazioni di argille brecciate. L'elevata porosità favorisce l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque di precipitazione meteorica ed un veloce loro drenaggio in profondità, senza che però si possano instaurare pericolosi aumenti delle sovrappressioni neutre. Tale acqua, drenando in profondità garantisce l'alimentazione del sistema acquifero che, al contatto con il basamento impermeabile argilloso, dà luogo ad acquiferi modesti. Da un punto di vista idrogeologico si tratta di terreni con permeabilità medio-alta pari a $K = 10^{-3} - 10^{-4}$ m/s.
- Le acque meteoriche che quindi raggiungono il suolo, sono ripartite tra quelle che vengono convogliate nel reticolo superficiale e quelle che si infiltrano nel sottosuolo, in funzione della permeabilità dei terreni interessati. Nel caso specifico, sono i terreni della formazione calcarea (complesso idrogeologico II - Terreni mediamente permeabili) a garantire l'infiltrazione di acqua che, dalle osservazioni condotte, tende ad accumularsi

in corrispondenza del contatto col substrato argilloso pressoché impermeabile. In ogni caso, per la definizione completa dei caratteri idrogeologici si rimanda alle successive fasi di progettazione e, in particolare, in seguito alla realizzazione delle indagini geognostiche dirette ed indirette e all'installazione dei piezometri, si potranno ottenere, con maggior dettaglio, indicazioni sulle escursioni piezometriche di eventuali falde. Per la rappresentazione cartografica della idrogeologia si rimanda all'Allegato A.12.a.10.

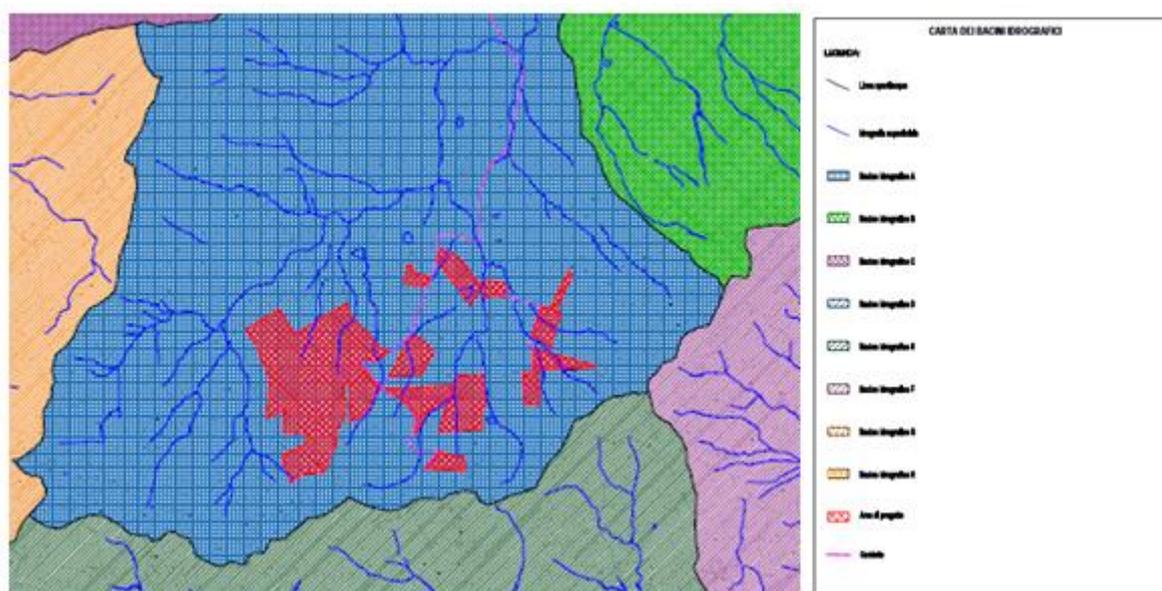


Figura 4: Stralcio carta dei bacini idrografici

2.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DEI LUOGHI

Come già precedentemente esposto, il sito è localizzato a circa 6 km dal centro abitato di Ramacca da cui dista (in linea d'aria) 6 km circa, a circa 11 km dal centro abitato di Palagonia ed infine a circa 12 km dal comune di Mineo. L'area di impianto ricade interamente in area agricola.

Attualmente l'area in progetto è in parte coltivata a colture, quali cereali e foraggere, in forma estensiva facendo ricorso alle tecniche convenzionali di coltivazione; mentre in parte risulta incolta. Senza entrare nei dettagli di ogni coltura, variabili da caso a caso, nella sua generalità questo tipo di coltivazioni sono caratterizzate da:

- Limitato utilizzo di manodopera, in conseguenza della totale meccanizzazione;
- Ricorso ad aratura profonda (30-40 cm), e lavorazioni meccaniche di erpicatura che, pur se utili a massimizzare la produttività, causano un impoverimento progressivo della sostanza organica del terreno per effetto dell'ossigenazione del terreno;

- Utilizzo di concimi (in particolare azotati), ammendanti e antiparassitari che, dilavati parzialmente dalle piogge, contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda, e alla contaminazione dei prodotti alimentari;
- Utilizzo abbondante di carburanti fossili per il funzionamento delle trattrici agricole convenzionali.

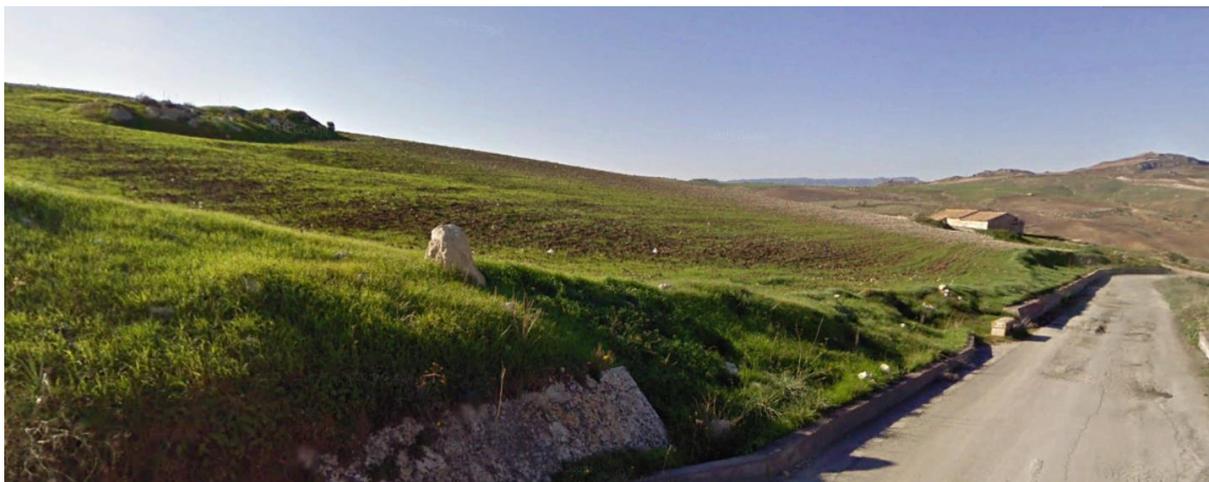


Figura 5: Immagine area di impianto ripresa da SP 179 in direzione sud-ovest (Fonte: Google Earth)

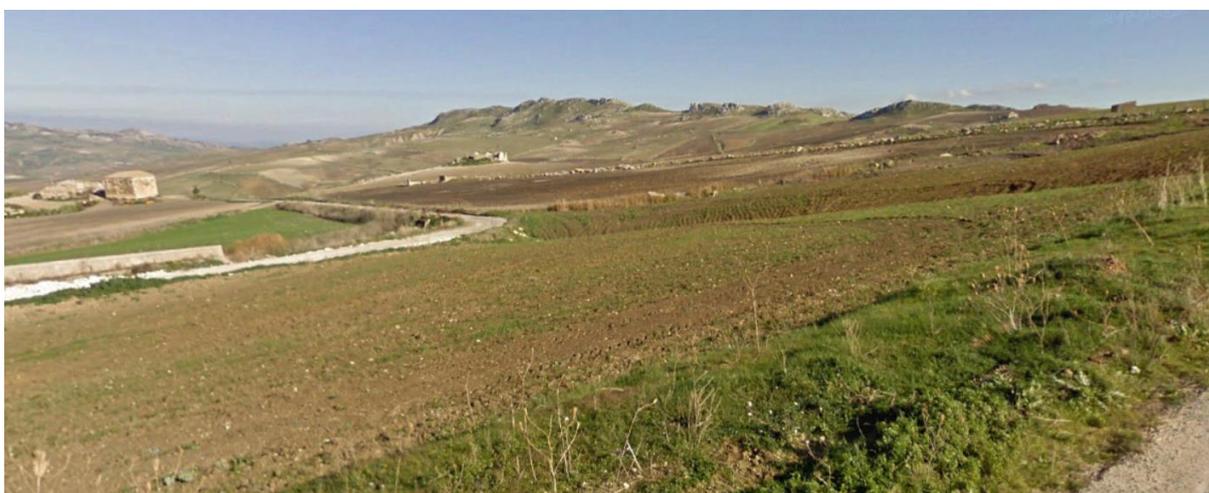


Figura 6: Immagine area di impianto ripresa da SP 179 direzione sud-est (Fonte: Google Earth)



Figura 7: Immagine area di impianto ripresa da SP 179, nei pressi di Borgo Pietrolupo (Fonte: Google Earth)

Il sistema agrivoltaico proposto prevede di installare inseguitori solari mono-assiali nei quali, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale (pannelli fissi

rivolti verso sud) che presenta una zona d'ombra concentrata in corrispondenza dell'area coperta dai pannelli stessi, vi è una fascia d'ombra che si sposta con gradualità durante il giorno da ovest a est sull'intera superficie del terreno. Come conseguenza non si vengono a creare zone costantemente ombreggiate o costantemente soleggiate. Tale sistema consente inoltre di non avere una copertura totale dell'area; infatti, considerando la proiezione orizzontale dei pannelli al suolo, solo il 30% della superficie totale risulta coperta da pannelli. La distanza delle interfile (pari a circa 6 m), consente inoltre di avere una copertura discontinua dell'area, non alterando il grado di permeabilità del suolo.

Inoltre, in funzione delle specifiche condizioni morfologiche ed orografiche in cui si opera, a valle di una analisi pedo-agronomica, è stato proposto di allestire opportune superfici per il collocamento di arnie, al fine di avviare in loco l'attività dell'apicoltura. Inoltre la produzione di miele potrà essere sostenuta anche destinando parte delle superfici lasciate scoperte dai pannelli fotovoltaici alla semina (idrosemina) di specie mellifere perenni con fioriture il più possibile scalari.

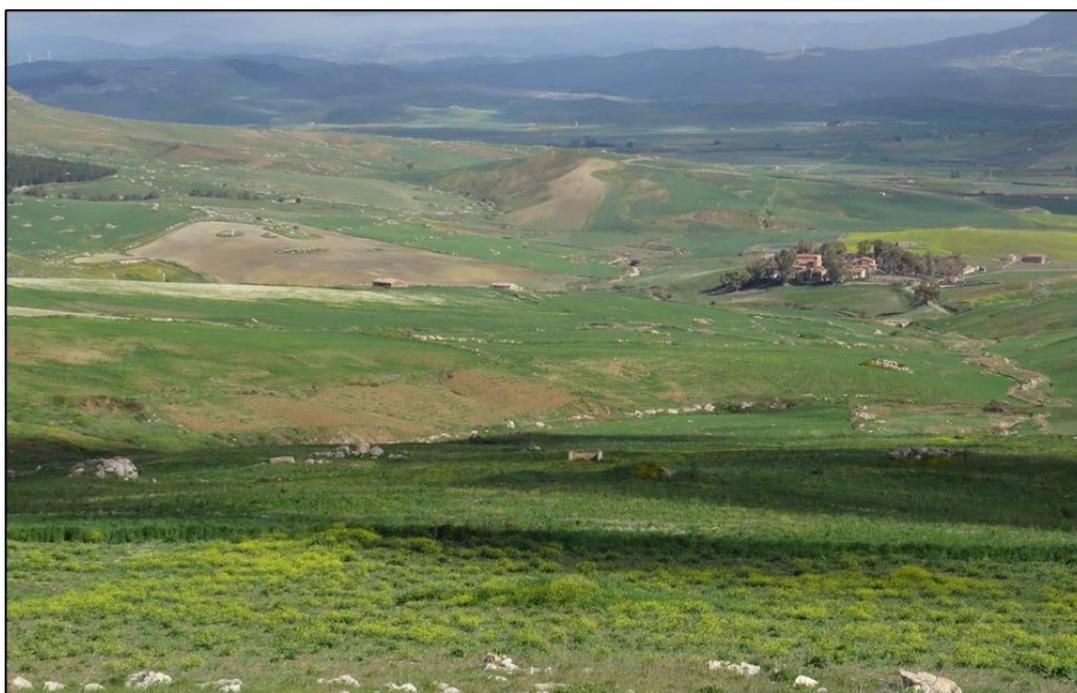


Figura 8: Foto (1) panoramica dei fondi agricoli destinati alla realizzazione dell'impianto



Figura 9: Foto (2) panoramica dei fondi agricoli destinati alla realizzazione dell'impianto



Figura 10: Foto (3) panoramica dei fondi agricoli destinati alla realizzazione dell'impianto

3. DESCRIZIONE OPERE DA REALIZZARE

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

Opere civili: ampliamento ed adeguamento della rete viaria esistente e realizzazione della viabilità interna all'impianto; realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici; realizzazione delle cabine di raccolta dell'energia elettrica prodotta e della sottostazione di trasformazione.

Opere impiantistiche: esecuzione dei collegamenti elettrici, tramite cavidotti interrati, tra le cabine elettriche e la stazione di trasformazione. Realizzazione degli impianti di terra dell'impianto e delle cabine di raccolta.

Le uniche opere per le quali sono previsti scavi di circa 1,20 metri di profondità sono quelle relative al tracciato del cavidotto. In relazione ai movimenti di terra si precisa che l'intervento prevede la maggior parte della movimentazione di materiale terroso a causa della preparazione del sito tramite scotico di una media di 20 cm di spessore di terreno vegetale e, invece, una media di 30 cm in corrispondenza delle strade.

Si riportano di seguito gli interventi rispetto ai quali sarà attesa la produzione di terre e rocce da scavo:

- Preparazione del piano di posa dell'intero sito;
- realizzazione della viabilità interna di accesso alle singole cabine sia per le fasi di cantiere che per le fasi di manutenzione ed adeguamenti della viabilità esistente per favorire l'accessibilità all'area di impianto;
- realizzazione di un'area di cantiere;
- realizzazione di cabine di raccolta;
- realizzazione di un elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30 kV di collegamento tra l'area impianto e la sottostazione elettrica MT/AT (30/150 kV);
- realizzazione di una sottostazione elettrica MT/AT (30/150 kV) completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario);

Riguardo ai pali di fondazione dei tracker, questi non necessitano delle fondazioni in calcestruzzo, infatti, sono costituiti da profili omega in acciaio per massimizzare la superficie di contatto con il suolo. Viene utilizzata una flangia da 5 cm per mantenere la direzione di inserimento del palo.

3.1 MODALITA' DI SCAVO

Durante la stesura del progetto esecutivo, verrà presentato un Piano esecutivo con precisa gestione delle terre e rocce da scavo.

Verranno pertanto eseguite le opportune analisi sul materiale prodotto ed, in particolare, se l'esito di tale indagine condotta evidenzia l'assenza di inquinanti, si darà corso al riutilizzo in sito e allo smaltimento a rifiuto della parte eccedente, con il conferimento di tali prodotti a impianti autorizzati al trattamento degli stessi, comunque presenti in zona, per il recupero e successivo riutilizzo.

Nel caso in cui la caratterizzazione e codifica evidenzia l'impossibilità del riutilizzo del materiale in causa, si procederà allo smaltimento secondo legge con trasportatori e impianti autorizzati al trattamento. Eventuali eccedenti di terreno non vegetale che non verranno riutilizzati in sito verranno smaltiti come rifiuto non pericoloso in discarica autorizzata (codice CER 17 05 XX) o conferiti a centro di recupero. Si riportano nella tabella seguente i codici CER relativi alle terre e rocce da scavo prodotte.

Codifica CER per rifiuti di terre e rocce da scavo	
17 05	Terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio
17 05 03*	Terre e rocce contenenti sostanze pericolose
17 05 04	Terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03*

Relativamente al terreno da scavare, dopo la caratterizzazione e codifica con esami fisico chimici positivi, si prevede il riutilizzo parziale in cantiere, senza trattamenti del materiale scavato per il rinterro. Il materiale in esubero sarà smaltito conferendolo ad aziende che lo riutilizzeranno per riempimenti e/o riporti.

In merito alle modalità di scavo, le lavorazioni saranno differenti in base alla tipologia di opera da realizzare. Si riporta nella tabella seguente una sintesi delle modalità di scavo distinguendo, per ogni opera civile, l'attività di scotico dall'attività di scavo vero e proprio:

Preparazione area impianto	<i>SCOTICO 20-30 cm</i>
Cavidotto interno	<i>SCAVO CIRCA 1,20 m</i>
Cavidotto esterno	<i>SCAVO CIRCA 1,20 m</i>
Viabilità interna	<i>SCOTICO 30- 40 cm</i>
Cabina di campo	<i>SCOTICO 30- 40 cm</i>
Cabina di consegna	<i>SCOTICO 30- 40 cm</i>
Stazione Utente	<i>SCAVO CIRCA 60-70 cm</i>

3.2 EVENTUALI IMPATTI SU SUOLO E SOTTOSUOLO

Sottosuolo- L'area di impianto è prossima al bacino idrogeologico della Piana di Catania; questa si estende per circa 428 kmq ed è la più estesa delle pianure siciliane, è compresa tra il margine settentrionale dell'Altopiano Ibleo e le propaggini meridionali dell'Etna.

L'acquifero principale è costituito sia dalle alluvioni e sabbie dunari recenti, sia dalle sabbie e ghiaie del Siciliano. Le indagini eseguite mostrano in particolare che questi livelli sono molto permeabili e che contengono una falda in pressione. La loro alimentazione, oltre alle precipitazioni locali, proviene dai fiumi che incidono la Piana, e dai torrenti recenti o antichi che distendono dalle colline limitrofe. Dai dati stratigrafici di numerosi pozzi, parte dei quali raggiungono il substrato argilloso impermeabile, e da quelli derivanti da indagini geofisiche (Breusse & Huot,1954; CMP, 1982) si evidenzia una morfologia del tetto del substrato impermeabile caratterizzata da diverse depressioni allungate grosso modo in senso Ovest-Est, che condizionano la circolazione idrica sotterranea.

Situazioni più favorevoli relativamente a spessore, permeabilità e trasmissività dell'acquifero si hanno nella zona nord-orientale della pianura, dove si concentrano infatti i pozzi con maggiore produttività.

La direzione generale dei deflussi sotterranei è da Ovest verso Est, parallelamente allo sviluppo del reticolo idrografico. Dall'andamento della superficie piezometrica risulta evidente la presenza di un asse di drenaggio preferenziale coincidente con la zona di maggiore spessore ed a

più elevata permeabilità dei depositi alluvionali. Nella Piana di Catania lo spessore del ricoprimento permeabile varia fra 0 e 100 metri.

L'acquifero alluvionale, rappresentato dai depositi eterogenei sotto il profilo granulometrico, costituisce un sistema complesso, sede di corpi idrici in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfiniate. Tale eterogeneità granulometrica condiziona infatti l'esistenza ed il movimento delle acque sotterranee in seno al complesso alluvionale, il quale poggia su sedimenti di natura prevalentemente pelitica di età plio-pleistocenica (Lentini et al., 1984).

I pozzi più produttivi sono maggiormente addensati nelle aree in cui il materasso alluvionale assume maggiore spessore, in corrispondenza con i probabili assi di drenaggio del paleo-Simeto. Diversa la situazione al margine settentrionale del Plateau Ibleo, laddove l'elevata produttività delle opere di captazione è riconducibile all'alimentazione profonda dovuta ai sottostanti livelli vulcanici e calcarenitici (Ferrara & Marchese, 1977).

Come ampiamente esposto nel quadro di riferimento ambientale (Rif. A13) i pali di fondazione delle strutture dei tracker e gli scavi per il tracciato del cavidotto raggiungeranno al più profondità di 1,2 m dal piano campagna, pertanto si esclude in ogni caso un'interferenza con il deflusso sotterraneo.

Inoltre il progetto di agrivoltaico in oggetto non prevede l'utilizzo di sostanze pericolose per la falda sottostante e in ogni caso verranno messe in atto tutte le misure di mitigazione finalizzate alla salvaguardia del flusso sotterraneo.

Acque superficiali - Durante la fase di esercizio la presenza degli pannelli fotovoltaici così come dei tratti adibiti al passaggio dei mezzi potrebbe alterare la conformazione del suolo, motivo per cui le acque superficiali potrebbero vedere alterato il loro normale deflusso superficiale. Per evitare questo, verranno previste misure di mitigazione e criteri progettuali quali:

- sagomatura piazzali;
- pavimentazione con materiali naturali che favoriscano il drenaggio (al posto dell'utilizzo di pavimentazioni bituminose che potrebbero accentuare ancor di più il problema);
- la realizzazione, ove necessario, di un sistema di canalizzazione delle acque per provvedere alla loro opportuna regimentazione conducendole al corpo idrico superficiale più prossimo;

- eventuale posa di una tubazione per consentire il regolare deflusso idrico superficiale laddove i tratti di strada e cavidotto siano interferenti con le linee d'impluvio.

Suolo - Oltre alla copertura di suolo, particolare attenzione deve essere rivolta all'instabilità dei terreni utilizzati per l'installazione dell'impianto. L'instabilità geotecnica potrebbe derivare dall'attività di scavo, riporto e realizzazione di eventuali fondazioni per l'installazione dei moduli fotovoltaici, che in questo caso non verranno previste in quanto la tecnologia dei tracker prevede l'utilizzo di pali di fondazione ad infissione.

Inoltre l'impianto in progetto viene concepito in modo da assecondare la naturale conformazione del sito limitando, per quanto possibile, movimentazioni di terra e alterazioni morfologiche.

Le opere generalmente vengono localizzate su aree geologicamente stabili o comunque con un profilo tale da risultare già idoneo alla posa dei pannelli, escludendo a priori situazioni particolarmente critiche.

Le attività di escavazione, relativamente più profonde, sono limitate alla sola posa del cavidotto.

4. ANALISI PRELIMINARE DELLE CONDIZIONI IDROLOGICHE

Nel seguente paragrafo verrà descritta la metodologia che, in una fase successiva, verrà utilizzata per il calcolo delle portate e per verifica delle stesse. Questo risulterà poi fondamentale per la valutazione di eventuali opere di regimentazione.

4.1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO DELL'OPERA - BACINO IDROGRAFICO FIUME SIMETO

Il principale corso d'acqua in prossimità della zona interessata dall'intervento in progetto è il Fiume Simeto.

Le caratteristiche principali di tale corso d'acqua sono di seguito elencate:

- Versante: Orientale
- Provincia: Catania, Enna, Messina, Palermo, Siracusa
- Compartimento idrografico: Palermo
- Bacino idrografico principale: F. Simeto
- Recapito del corso d'acqua: Mare Ionio
- Superficie totale del bacino imbrifero (Kmq): 4186,1
- Affluenti: T.Cutò, F.Gornalunga, Fosso Buttaceto, F.Traina, T.Saracena, F.Salso , Vallone Salato, F. Dittaino, T.Finaita.
- Serbatoi ricadenti nel bacino: Biviere di Cesarò, Nicoletti, Ancipa, Ogliastro, Pozzillo.
- Altitudine minima (m.s.m): 0
- Altitudine massima (m.s.m): 3274

Il bacino imbrifero del Fiume Simeto si estende complessivamente su una superficie di circa 4030 Kmq.

Il Fiume Simeto, propriamente detto, nasce dalla confluenza tra il Torrente Cutò, il Fiume Martello e il Torrente Saracena, nella pianura di Maniace. I suddetti corsi d'acqua si originano dai rilievi dei Monti Nebrodi, nella parte settentrionale del bacino. Il limite del bacino interessa gran parte dei rilievi montuosi della Sicilia centro-orientale ricadenti nelle province di Catania, Enna, Messina, Palermo e Siracusa.

In particolare, lo spartiacque del bacino corre ad est in corrispondenza dei terreni vulcanici fortemente permeabili dell'Etna; a nord la displuviale si localizza sui Monti Nebrodi; ad ovest essa separa il bacino del Simeto da quello del Fiume Imera Meridionale; infine a sud-est ed a sud lo spartiacque corre lungo i monti che costituiscono il displuvio tra il bacino del Simeto e quello dei fiumi Gela, Ficuzza e San Leonardo.

Gli affluenti principali del Fiume Simeto sono il Torrente Cutò, il Torrente Martello, il Fiume Salso, il Fiume Troina, il Fiume Gornalunga e il Fiume Dittaino.

Procedendo da monte verso valle, il bacino del Fiume Simeto è distinto nei seguenti bacini principali: Alto e Medio Simeto, Salso, Dittaino, Gornalunga e Basso Simeto.

Il Bacino dell'Alto e Medio Simeto, fino alla confluenza con il F. Salso (733 Km²), comprende il versante meridionale dei Nebrodi e le pendici occidentali dell'Etna. Il reticolo idrografico è caratterizzato dalla presenza di numerosi affluenti in sponda destra dell'asta principale del Simeto (che prende tale nome dalla confluenza tra il T.te Saracena e il T.te Cutò) e dalla mancanza di una vera e propria rete idrografica principale sulle formazioni vulcaniche molto permeabili dell'Etna.

Il Bacino del Salso (808 Km²) comprende la parte più occidentale del versante meridionale dei Nebrodi e presenta una rete idrografica molto ramificata a monte (T.te di Sperlinga, T.te di Cerami, T.te Mande), un tronco centrale (a valle del serbatoio Pozzillo) che scorre nella vallata con andamento Ovest-Est e una parte finale che, dopo aver raccolto le acque del F. di Sotto Troina, sbocca nel Simeto. L'asta principale del Salso si sviluppa complessivamente per circa 65 km.

Il Bacino del Dittaino (959 Km²) è compreso tra il bacino del Salso a Nord e quello del Gornalunga a Sud e presenta una rete idrografica ramificata nella parte montana e con un andamento a meandri nella parte centrale e valliva. L'asta principale si sviluppa complessivamente per circa 93 km.

Il Bacino del Gornalunga (1001 Km²) ha origine dai Monti Erei e oltre al corso d'acqua principale, sul quale è stato realizzato il serbatoio Don Sturzo (o Ogliaastro), comprende il bacino del suo principale affluente di destra, il F. Monaci, costituito da numerosi affluenti (F.so Acquabianca, F.so Pietrarossa, F. Caltagirone, ecc). L'asta principale del Gornalunga si sviluppa complessivamente per circa 80 km.

Il Bacino del Basso Simeto, si estende dalla confluenza del Salso alla foce; esso comprende il tronco vallivo del Simeto il quale, attraversando la Piana di Catania, riceve le acque del Dittaino e successivamente quelle del Gornalunga.

Su ognuno dei grandi affluenti suddetti sono stati realizzati invasi artificiali che si riportano nella tabella seguente.

FIUME SIMETO	CORSO D'ACQUA	INVASO
	F. Gornalunga	Ogliastro
	F. Dittaino	Nicoletti
	T. Pietrarossa	Pietrarossa
	T. Sciaguana	Sciaguana
	F. Simeto	Contrasto-Barca di Paternò
	F. Salso	Pozzillo
	F. Troina	Ancipa

Nel bacino del Fiume Simeto sono stati realizzati importanti interventi per la difesa del suolo. Alcuni interventi, finalizzati alla difesa delle inondazioni, hanno riguardato la inalveazione dei tronchi vallivi dei fiumi Simeto, Dittaino e Gornalunga. Altri interventi, finalizzati alla salvaguardia dei serbatoi dall'interramento, hanno interessato principalmente i bacini sottesi dai serbatoi di Pozzillo ed Ogliastro. Sono stati effettuati rimboschimenti in alcune zone dei bacini e sistemazioni idrauliche di torrenti e valloni.

Dal punto di vista geologico, il bacino idrografico è costituito, in prevalenza, da terreni impermeabili o che presentano un grado di permeabilità basso. Sono tuttavia presenti nel bacino affioramenti localizzati di terreni permeabili assai estesi e di notevole spessore che permettono il formarsi di acquiferi sotterranei di rilevante consistenza, come nella zona vulcanica dell'Etna.

Nelle zone con terreni impermeabili è presente una rilevante circolazione di acque superficiali a regime prevalentemente torrentizio, con la tipica alternanza di lunghi periodi di secca con brevi, ma a volte violente piene.

Nel bacino del Fiume Simeto ricadono i centri abitati di Andrano, Belpasso, Biancavilla, Bronte, Camporotondo Etneo, Motta S.Anastasia, Paternò, S.Maria di Licodia, a parte quelli ricadenti nei bacini dei fiumi Cutò, Troina, Salso, Dittaino e Gornalunga.

4.2 STUDIO IDROLOGICO

Per ottenere una rappresentazione quotata della zona di analisi, al fine di ricostruire la complessa rete idrografica dell'area e la suddivisione del bacino per ciascun corso d'acqua attivo o effimero presente nella porzione di terreno studiata, è stata utilizzata la Cartografia Tecnica in scala 1:10000 della Regione Siciliana¹. Per quanto riguarda invece le informazioni altimetriche si è fatto riferimento al DTM (Digital Terrain Map) con una risoluzione a 2 metri, che si è mostrato sufficientemente rappresentativo della zona in analisi.

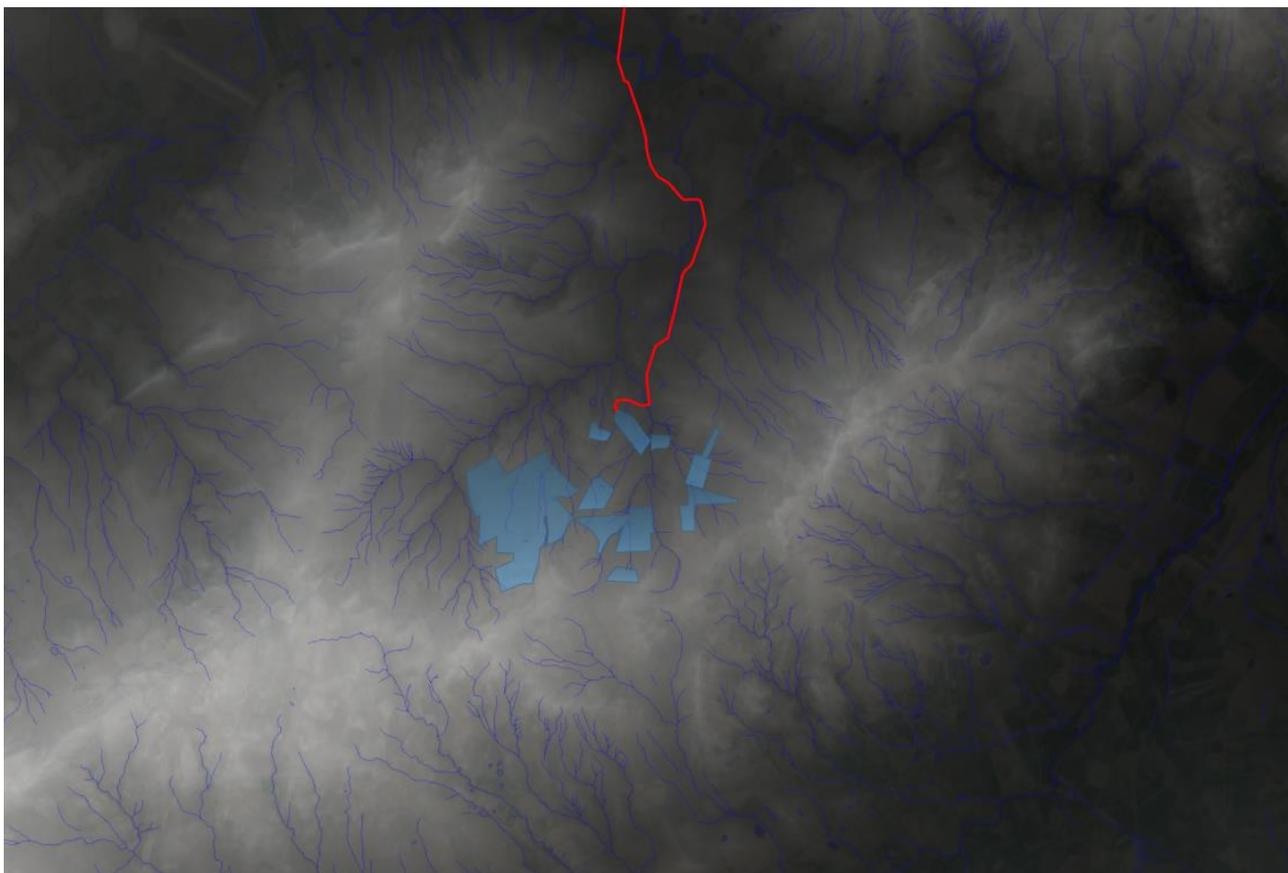


Figura 11: Digital Terrain Map con risoluzione a 2 metri e reticolo idrografico

L'area di impianto è interessata da una serie di corsi d'acqua minori, perlopiù superficiali e di natura stagionale, affluenti del Torrente Mongialino. Nella fase di inserimento dei tracker si è prestato attenzione a non interferire con il reticolo idrografico, lasciando, ove opportuno, una fascia di rispetto idonea.

Per l'individuazione del reticolo idrografico sono state utilizzate le carte IGM 25000, CTR 10 000 della regione Sicilia ed ortofoto.

¹ Geoportale della Regione Sicilia

Successivamente sono stati tracciati i bacini idrografici calcolando tutte le statistiche zonali riferite al bacino e al corso d'acqua in questione.

I corsi d'acqua presenti nell'area di impianto sono tutti classificati dalla CTR come “*Corso d'acqua non rappresentabile*”, si tratta pertanto di corsi d'acqua minori che nella maggior parte dei casi hanno carattere superficiale e stagionale.

Nell' area di impianto sono stati identificati 15 bacini per i quali sono state calcolate superficie, lunghezza dell'asta principale, la quota in corrispondenza della zona di chiusura e la quota massima. L'analisi idrologica verrà effettuata esclusivamente lungo l'area di impianto in quanto il cavidotto si attesta interamente su strada esistente, dotata pertanto di opere di regimentazione. Per la risoluzione delle interferenze fra il cavidotto MT ed il reticolo idrografico si rimanda ai paragrafi successivi.

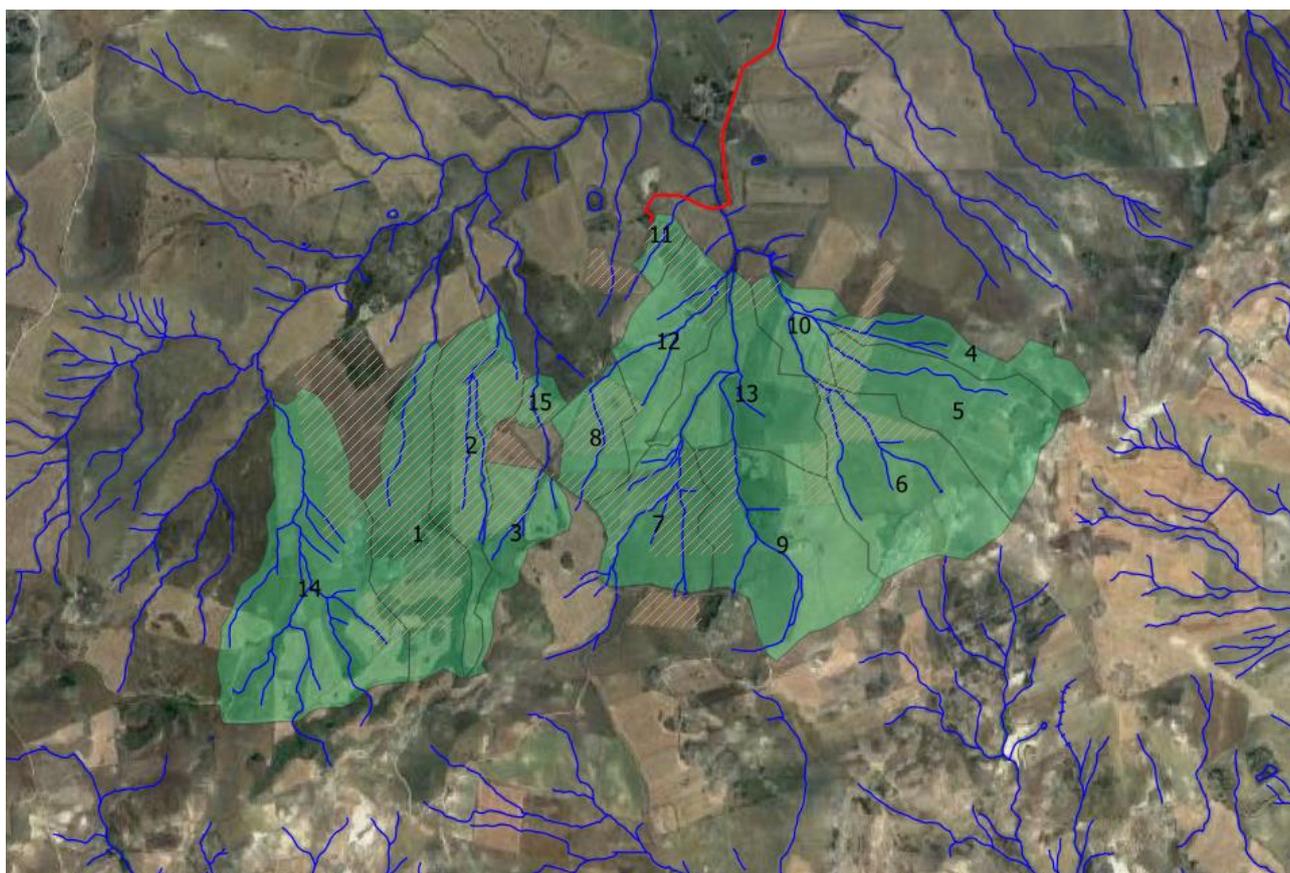


Figura 12: Rappresentazione del reticolo idrografico e relativi bacini afferenti l'area di impianto

Tabella 1: Dati relativi ai bacini idrografici individuati sull'area di impianto

BACINI	Superficie (kmq)	Lunghezza asta principale (km)	H,media	H,min (m.s.l.m)	H,max (m.s.l.m)
1	0,321	0,761	408,5782	303,32	520,05
2	0,267	0,316	355,1512	275,25	520,14
3	0,177	0,42	385,6768	306,78	519,84
4	0,136	0,325	356,7872	284,30	446,51
5	0,291	0,84	360,111	284,89	440,85
6	0,359	0,639	355,5587	282,99	416,89
7	0,219	0,744	353,2872	284,43	395,59
8	0,122	0,635	337,3111	300,12	369,48
9	0,4	1,023	361,5786	293,26	406,81
10	0,105	0,365	273,9741	238,28	292,90
11	0,033	0,281	254,2165	233,36	274,69
12	0,205	0,618	281,9031	234,49	348,16
13	0,275	0,792	286,4948	230,16	340,02
14	0,62	0,908	407,4075	287,91	495,96
15	0,031	0,228	321,84	306,77	335,67

4.2.1. MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI DELLE PIOGGE: MODELLO TCEV E VAPI SICILIA

Il modello TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità, seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI. La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni. La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la afferente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata componente base, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (componente straordinaria genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica).

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, LogNormale, etc.) riescono a rendere conto. Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà pertanto riferimento alla procedura descritta nel progetto VAPI

Sicilia (Ferro e Cannarozzo, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007. La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni valori statistici.

I Livello di regionalizzazione

L'applicazione della TCEV effettuata facendo ricorso ai massimi annuali delle altezze di pioggia di fissata durata misurati in stazioni localizzate nel territorio siciliano hanno evidenziato, al primo livello di regionalizzazione, la seguente dipendenza dei parametri Λ^* e Θ^* dalla durata t :

$$\Theta = 1.95 + 0.0284 t$$

$$\Lambda = 0.175 t^{0.301}$$

II Livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione, la Sicilia è divisa in tre sottozone A, B e C e a ciascuna di esse è attribuito, per una prefissata durata, un valore costante del parametro λ_1 , indicato con Λ_1 , che risulta dipendente dalla durata:

$$\text{Sottozona A } \Lambda_1 = 14.55 t^{0.2419}$$

$$\text{Sottozona B } \Lambda_1 = 12.40 t^{0.1802}$$

$$\text{Sottozona C } \Lambda_1 = 11.96 t^{0.0960}$$

In ciascuna sottozona il parametro risulta anch'esso dipendente dalla durata:

$$\text{Sottozona A } \alpha = 3.52208 t^{0.1034}$$

$$\text{Sottozona B } \alpha = 3.3536 t^{0.0945}$$

$$\text{Sottozona C } \alpha = 3.3081 t^{0.0765}$$

In ciascuna sottozona, per valori del tempo di ritorno $Tr \geq 10$ anni, la funzione inversa della P ($h'_{t,Tr}$) assume la seguente espressione:

$$h'_{t,Tr} = b_0 + b_1 \cdot \log(Tr)$$

Essendo $h'_{t,Tr}$ i valori di h'_t di assegnato tempo di ritorno Tr e in cui i coefficienti b_0 e b_1 sono dipendenti dalla durata secondo le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} \text{Sottozona A} \quad & b_0(t) = 0.5391 - 0.001635 \cdot t \\ & b_1(t) = 0.0002121 \cdot t^2 + 0.00117 \cdot t + 0.9966 \\ \text{Sottozona B} \quad & b_0(t) = 0.5135 - 0.002264 \cdot t \\ & b_1(t) = 0.0001980 \cdot t^2 + 0.00329 \cdot t + 1.0508 \\ \text{Sottozona C} \quad & b_0(t) = 0.5015 - 0.003516 \cdot t \\ & b_1(t) = 0.0003720 \cdot t^2 + 0.00102 \cdot t + 1.0101 \end{aligned}$$



Figura 13: Zonizzazione VAPI Sicilia

L'espressione della curva di probabilità pluviometrica si otterrà moltiplicando la relazione (1) con i coefficienti determinanti per ciascuna sottozona mediante le (2), per la legge di variazione della media della legge TCEV con la durata, ovvero:

$$h_{t,Tr} = h'_{t,Tr} \cdot \mu(t)$$

In cui $h'_{t,Tr}$ è l'altezza di pioggia di assegnata durata t e prefissato tempo di ritorno Tr .

III Livello di regionalizzazione

Quest'ultima fase dell'indagine pluviografica aveva come obiettivo quello di individuare un criterio regionale per la stima di μ nei siti privi di stazioni di misura o con un numero modesto di anni di osservazione, così da rendere applicabile la (3) in qualsiasi punto della regione.

Confrontando le medie teoriche μ con le medie campionarie m_c si è riscontrato che, per ciascuna durata, i parametri statistici Λ_1 Θ_1 possono ritenersi, con buona approssimazione, coincidenti e per ciascuna stazione è stato riconosciuto il seguente legame di potenza:

$$m_c = a \cdot t^n$$

In questo modo è consentito, peraltro, di svincolare il terzo livello di regionalizzazione dalla procedura gerarchica, essendo l'aggiornamento della media campionaria indipendente dalle fasi precedenti,

questo legame di tipo monomio è stato riconosciuto nelle 172 stazioni pluviografiche siciliane relativamente alle 5 durate di pioggia. Questo risultato consente di definire la curva di probabilità pluviometrica, piuttosto che ricorrendo ai cinque valori della media (m_t per $T=1,3,6,12$ e 24 ore), con soli due parametri a e n . Tali parametri sono riportati per ciascuna stazione pluviografica (Cannarozzo, D'Asaro e Ferro, 1993).

Per i siti sprovvisti di misura i coefficienti a e n possono essere stimati sulla base della carta iso- a e delle iso- n non essendo stato rilevato né un legame interno tra le due costanti in parola, né una variabilità in funzione dell'altitudine media.

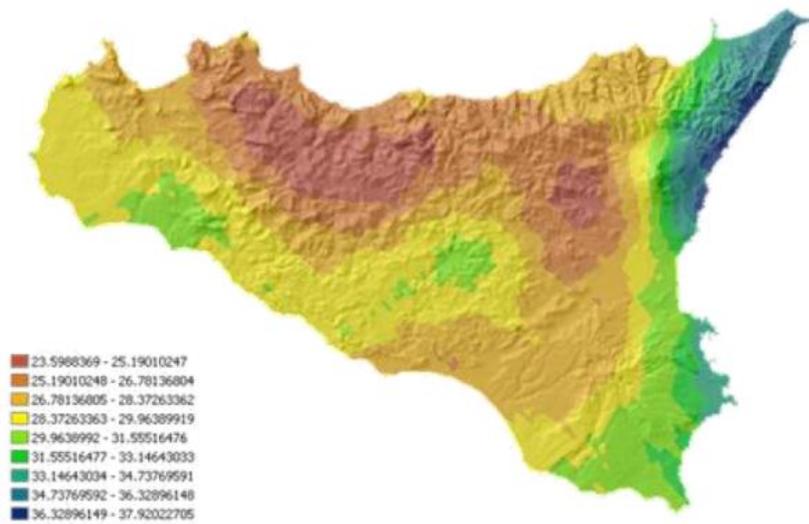


Figura 14: Valori per il coefficiente a per il territorio siciliano (Lo Conti et Al; 2007)

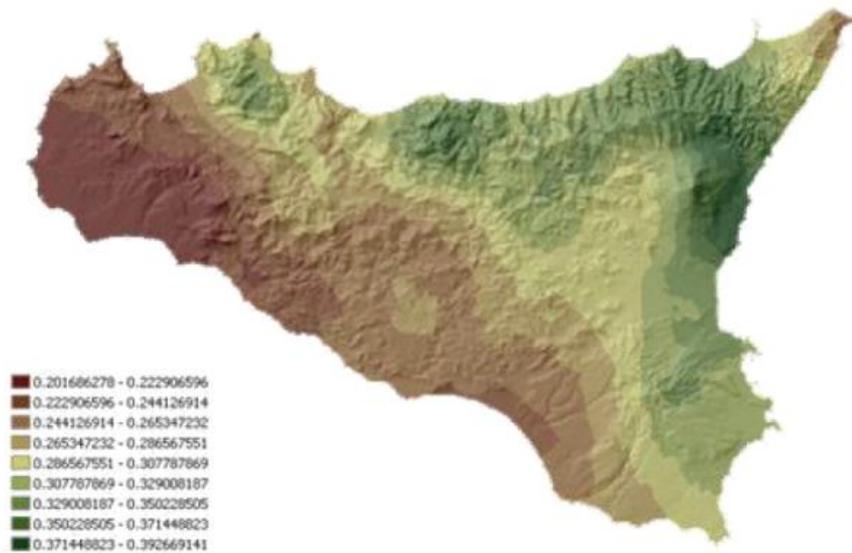


Figura 15: Valori per il coefficiente n per il territorio siciliano (Lo Conti et Al; 2007)

Tutti i bacini afferenti all'area di impianto ricadono nella sottozona C e, pertanto, la curva di possibilità pluviometrica avrà la seguente espressione:

$$h_{i,T_r} = \left[(0.5015 - 0.003516 \cdot t) + (0.0003720 \cdot t^2 + 0.00102 \cdot t + 1.0101) \cdot \log(T_r) \right] \cdot a \cdot t^n$$

In cui i coefficienti a e n verranno stimati sulla base della carta delle iso- a e delle iso- n soprariportate.

4.2.2. STIMA DELLE PORTATE

Il progetto VAPI ha previsto, con riferimento ai massimi annuali delle portate al colmo come per le altezze di pioggia di prefissata durata, l'applicazione della legge di distribuzione TCEV a scala regionale mediante la procedura gerarchica su tre livelli successivi come precedentemente descritto. L'applicazione di tale metodologia nel caso in esame non sembra condurre ad un'adeguata valutazione delle portate. La stima della portata di piena di assegnato tempo di ritorno si ottiene, per i bacini siciliani, dalla relazione:

$$Q_{Tr} = x'_{Tr} \cdot Q_m$$

Dove la funzione inversa della curva di crescita è approssimata per $Tr > 5$ anni con l'espressione:

$$x'_{Tr} = a_0 + a_1 \cdot \log(T_r)$$

Con $a_0 = 0,1864$ e $a_1 = 1,9484$ costanti per tutto il territorio della regione Sicilia

Se la sezione di interesse è strumentata, la stima della portata media può essere effettuata facendo ricorso al campione disponibile dei massimi annuali delle portate al colmo. Se la sezione è priva di stazione di misura bisogna individuare un bacino idrografico idrologicamente omogeneo (avente stessa esposizione, stessa precipitazione media, stesse caratteristiche di permeabilità, ecc).

In alternativa si può applicare una relazione regionale, cioè tarata utilizzando tutti i valori medi di Q_m anche per sezioni non strumentate, facendo ricorso a parametri morfofisiografici come la superficie del bacino. La stima della media dei massimi annuali della portata al colmo valida per tutto il territorio siciliano (Ferro, 2006) può essere determinata con la seguente:

$$Q_m = 1.2543 \cdot A^{0.8621}$$

In cui Q_m è espressa in m^3/s e A in km^2 .

Tra i modelli che fanno riferimento al concetto di evento meteorico critico, la formula razionale è certamente uno dei più applicati. La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q_{VAPI} = 278 \frac{\phi \cdot S \cdot h_{VAPI}}{\tau_c}$$

In cui

Q_{VAPI} : portata di piena m^3/s ;

ϕ coefficiente di deflusso;

h_{VAPI} pioggia netta, ricavata dalle curve di possibilità pluviometrica, risultato dell'analisi VAPI per le precipitazioni (m);

S area del bacino (Km^2);

τ_c solo una part del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena.

4.2.2.1. DEFINIZIONE DELLE PORTATE

La definizione delle portate in corrispondenza della sezione di chiusura dei bacini idrografici verrà effettuata con due metodologie: il modello cinematico e il modello VAPI.

Il primo passo per l'individuazione delle portate per ogni interferenza con i metodi cinematico e VAPI consiste nella determinazione del tempo di corrivazione scegliendo la formula opportuna. I dati necessari per il calcolo dei tempi (S, L, H_{top} , H_0 , i_m, v) possono essere determinati grazie alla ricostruzione del DTM del bacino idrografico.

Per la determinazione della portata liquida con il metodo cinematico è stato si ipotizza un coefficiente di deflusso tale da tener conto del comportamento del suolo in seguito ad eventi estremi e nell'ipotesi di considerare un notevole grado di saturazione dello stesso. Studi pregressi hanno dimostrato come in una fase di valutazione preliminare delle portate si è stimato come più plausibile e cautelativo un valore del coefficiente di deflusso pari a 0,5.

La valutazione delle portate con il metodo razionale verrà eseguita utilizzando le curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 100, 200 e 300 anni. I risultati ricavati terranno conto dei tempi di corrivazione calcolati mediante le formule di seguito riportate, a seconda delle caratteristiche del bacino.

Formula di Giandotti (1934)

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_{media} - h_{min}}}$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione

A = area del bacino (km²)

L = lunghezza dell'asta principale (km)

h_{media} = quota media del bacino (m s.l.m.)

h_{min} = quota della sezione di chiusura (m s.l.m.)

L'espressione appena descritta è ottimale per bacini di superficie compresa tra 170 e 70000 km², per cui non sarebbe formalmente corretto il suo utilizzo.

Formula di Viparelli

$$t_c = \frac{L}{S}$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione (h)

L = lunghezza dell'asta principale (km)

S = area del bacino (km²)

Formula di Kirpich (1940)

$$t_c = 0.000325 L^{0.77} i_v^{-0.385}$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione (h)

L = lunghezza dell'asta principale (m)

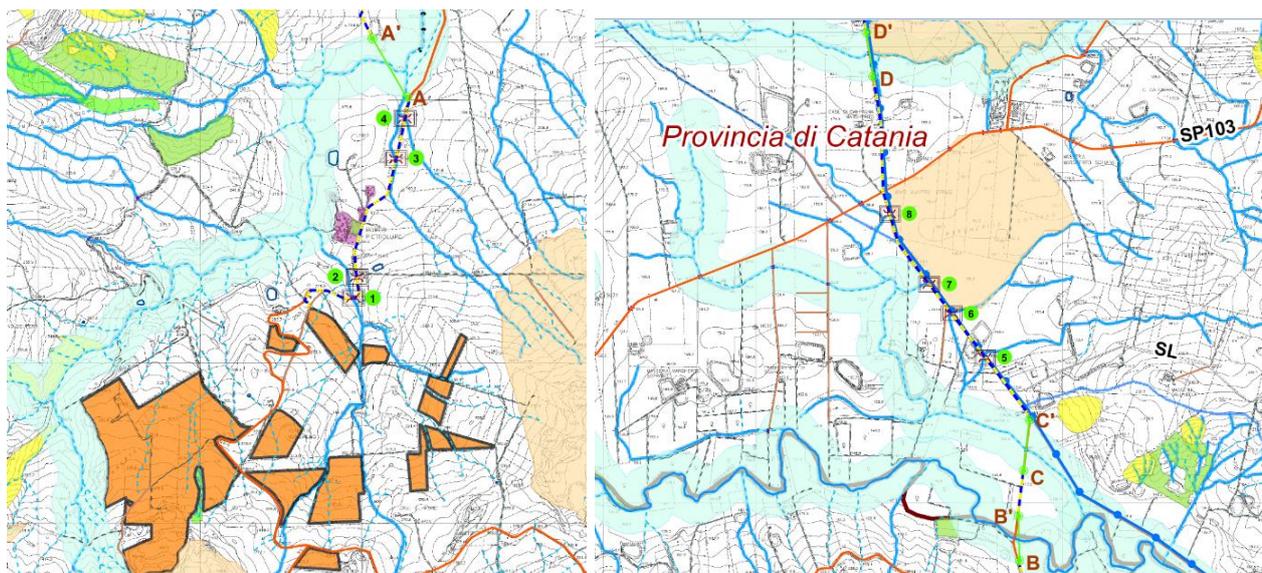
i_v = pendenza media del versante (-)

5. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE

Dalla sovrapposizione del layout di impianto con il reticolo idrografico, emerge che l'elemento che interferisce con il suddetto reticolo è il cavidotto esterno di collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la stazione di Utenza 30/150 kV.

Come si evince dall'immagine seguente, sussistono 16 diversi punti di intersezione tra cavidotto e reticolo idrografico, localizzati lungo il tracciato del cavidotto esterno di collegamento del parco alla stazione di utenza 30/150 kV.

Nell'immagine che segue viene riportato il dettaglio dei 16 punti di interferenza tra il cavidotto esterno del parco fotovoltaico con il reticolo idrografico.



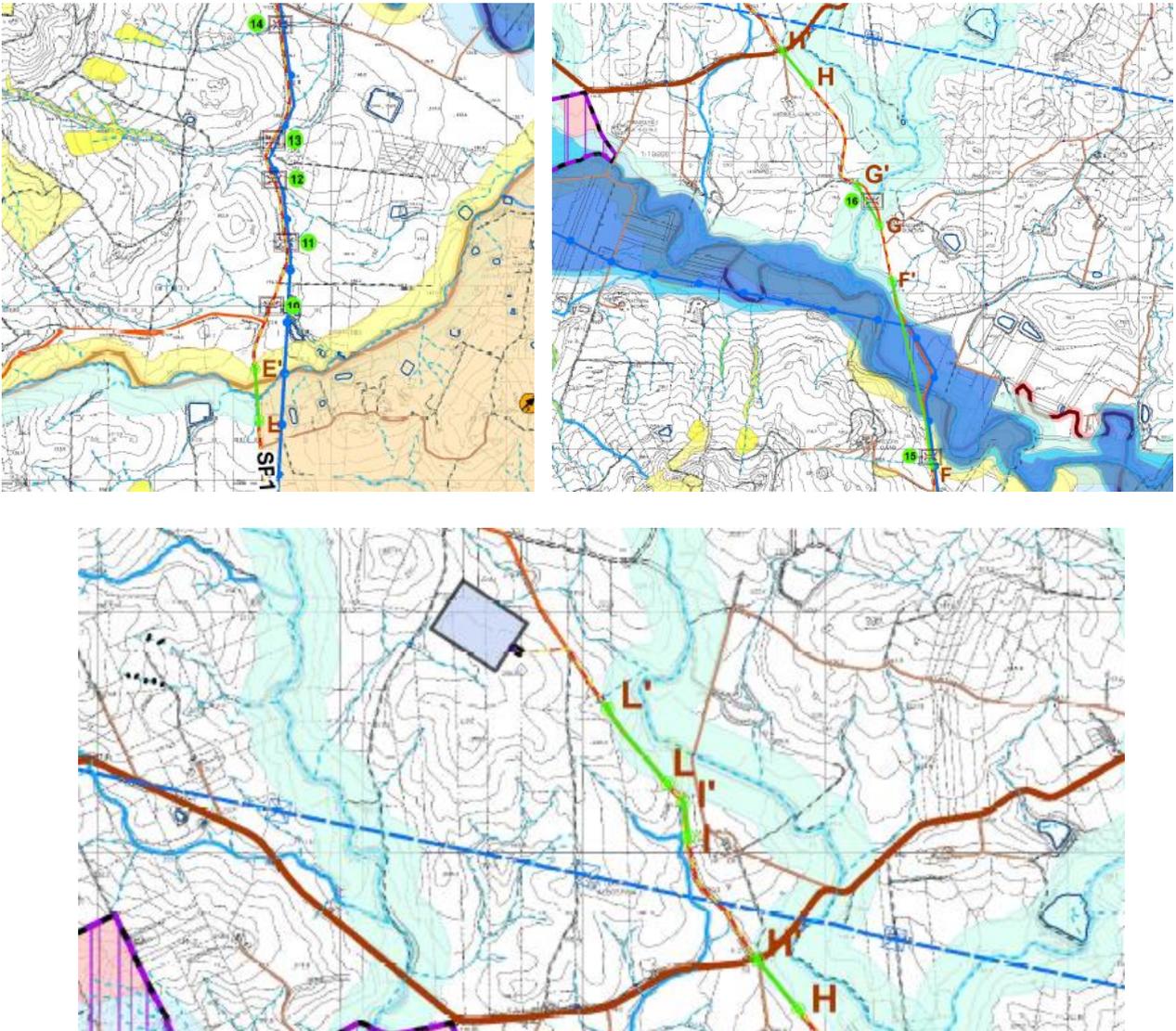


Figura 16: Stralcio Carta delle interferenze

	INIZIO		FINE	
	X	Y	X	Y
A-A'	X:467.285,74	4.133.630,65	X:467.050,56	Y:4.134.039,78
B-B'	X: 466.714,60	Y:4.135.589,72	X:466.706,38	Y:4.135.941,37
C-C'	X:466.734,75	Y:4.136.183,27	X:466.771,34	Y:4.136.570,75
D-D'	X:465.764,92	Y:4.138.776,21	X:465.708,93	Y:4.139.118,15
E-E'	X:465.589,47	Y:4.140.315,69	X:465.564,83	Y:4.140.670,33
F-F'	X:465.670,85	Y:4.142.866,07	X:465.410,29	Y:4.144.108,41
G-G'	X:465.348,32	Y:4.144.413,03	X:465.178,09	Y:4.144.713,91
H-H'	X:464.887,12	Y:4.145.344,12	X:464.713,03	Y:4.145.557,78
I-I'	X:464.431,32	Y:4.146.064,23	X:464.415,49	Y:4.146.205,08
L-L'	X:464.347,44	Y:4.146.290,55	X:464.095,80	Y:4.146.600,74

Figura 17: Ipotesi di utilizzo di TOC per le interferenze con il reticolo idrografico

Sulla base delle informazioni rilevate su ortofoto e da indagini/sopralluoghi eseguiti in sito, è stato possibile classificare le caratteristiche degli attraversamenti, su strade asfaltate o in pietrame o su terreno agricolo, presenti lungo l'alveo dei corsi d'acqua interferenti con il cavidotto esterno. Da tale attività è stato possibile individuare n. 16 punti di interferenza. Per tutti e 16 questi punti di interferenza, la proponente ha deciso, a valle di studi ed approfondimenti, di utilizzare come tipologie di intervento, atte a risolvere l'interferenza, mediante staffaggio ovvero mediante la Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). Per i dovuti approfondimenti si rimanda all'elaborato grafico sopraccitato.

Si riportano di seguito le immagini delle interferenze con il reticolo idrografico.





Intersezione 3



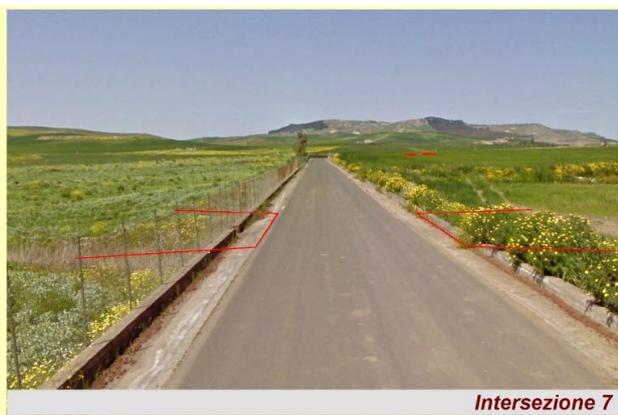
Intersezione 4



Intersezione 5



Intersezione 6



Intersezione 7



Intersezione 8



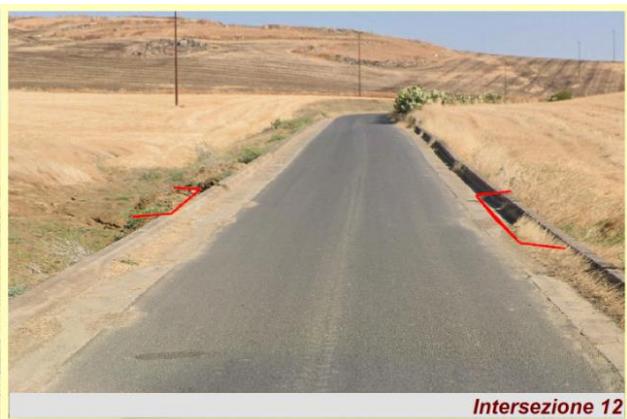
Intersezione 9



Intersezione 10



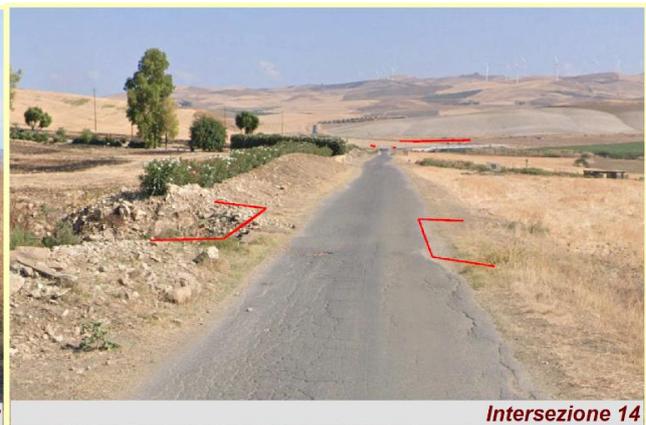
Intersezione 11



Intersezione 12



Intersezione 13



Intersezione 14



5.1. RISOLUZIONE INTERFERENZE CON STAFFAGGIO PONTE

Per i tratti di cavidotto MT di collegamento tra il parco fotovoltaico e la stazione utente, qualora il tracciato del cavidotto prevede l'attraversamento di ponti pre-esistenti, sarà valutata la possibilità di effettuare lo staffaggio sotto la soletta in c.a. del ponte stesso o sulla fiancata della struttura mediante apposite staffe in acciaio, realizzando cunicoli inclinati per raccordare opportunamente la posa dei cavi realizzati lungo la sede stradale (in profondità circa 1,2 m) con la posa mediante staffaggio.

5.2. RISOLUZIONE INTERFERENZA CON TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (TOC)

Il parco agri-voltaico in progetto ed in particolare il cavidotto MT di collegamento tra quest'ultimo e la stazione utente, si sviluppa per la maggior parte su strada. Lungo tale tracciato vi sono alcuni punti di interferenza, dal punto di vista idraulico, tra il cavidotto MT ed il reticolo idrografico rappresentato sulla carta IGM. La proponente, allo scopo di risolvere tali interferenze, ha previsto l'utilizzo della tecnica denominata "Trivellazione Orizzontale Controllata" (TOC) con la quale è possibile posare il cavo elettrico evitando la realizzazione ovvero l'esecuzione di scavi in trincea a cielo aperto. Tale tecnica è propriamente utilizzata per tutti quegli attraversamenti di ostacoli naturali e/o artificiali (canali, fossi, acquedotto, metanodotti, strade, ferrovie, ecc.) che si possono trovare lungo il tracciato di posa del cavidotto. L'utilizzo della tecnica TOC permette, soprattutto con riguardo al superamento di ostacoli come canali e/o fossi, che nella sezione di attraversamento:

- non venga alterata la conformazione fisica e geologica dell'ostacolo attraversato;
- non venga ristretta la sezione libera dell'ostacolo attraversato;
- non venga alterato in alcun modo il naturale deflusso delle acque, anche in regime di piena.

La tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o Trivellazione Orizzontale Teleguidata (TOT) o anche Perforazione Teleguidata o Perforazione Direzionale, è una tecnologia di perforazione con controllo attivo della traiettoria. In altri termini attraverso l'uso combinato di un sistema di guida e di utensili fondo foro direzionabili è possibile realizzare fori nel sottosuolo guidando la perforazione secondo percorsi prestabiliti contenenti anche curve plano-altimetriche. Nell'interramento di tubazioni interrato, la principale caratteristica della TOC (comune ad altre tecnologie così dette no-dig o trenchless) è quella di ridurre drasticamente gli scavi a cielo aperto, permettendo di realizzare intere linee semplicemente incrociando in opportuni punti o vertici una serie di tronchi. Mediante la tecnica TOC l'interramento di ciascun tronco di tubazione viene realizzato seguendo tre fasi caratteristiche:

→ perforazione pilota (pilot bore); in questa fase seguendo una traiettoria prestabilita che può anche contenere curve plano-altimetriche, si realizza una perforazione in genere di piccolo diametro (4"- 8" ovvero 100-200 mm);

→ alesatura (backreaming); terminata la perforazione pilota si disconnettono gli utensili di perforazione e si monta un allargatore di foro detto back-reamer o alesatore, che viene tirato a ritroso nel foro pilota; se il foro finale è di grande diametro i passaggi di alesatura sono più d'uno, con aumento progressivo del diametro dell'alesatore, in funzione delle caratteristiche del terreno e dell'impianto;

→ tiro (pullback); terminata l'alesatura si procede al tiro della tubazione da installare entro il foro così allargato. Se la tubazione è di piccolo diametro (non superiore a 10" ÷ 12" ovvero 250÷300 mm), la lunghezza di tiro contenuta (entro i 100 m), ed il terreno favorevole, alesatura e tiro possono essere condotti in un'unica fase. Prima dell'esecuzione del foro pilota e comunque dopo aver eseguito indagine atta ad individuare la presenza di eventuali sottoservizi presenti nell'area di intervento, si vanno a realizzare apposite buche di varo. Buche di varo Le buche di varo, vengono realizzate per permettere il posizionamento della macchina perforatrice. Tali buche, che avranno dimensioni di 2,00 x 1,50 mt per una profondità che può variare dai 2,00 mt ai 1,50 mt, verranno eseguite ad intervalli regolari lungo il tracciato (il passo tra le buche dipende dalle condizioni del terreno) e/o agli estremi dell'ostacolo da superare Esecuzione del foro pilota Questa è la prima vera nonché la più delicata delle fasi di lavoro. La trivellazione avviene mediante l'inserimento nel terreno di una serie di aste la prima delle quali collegata ad una testa orientabile che permette di essere guidata. La possibilità di guida, durante la perforazione, avviene grazie alla presenza di una sonda radio montata sulla testa di perforazione, che emettendo delle onde radio, fa sì che istante per istante, possa essere rilevata

millimetricamente la sua posizione e quindi eventualmente corretta secondo il percorso da eseguire. L'asportazione del terreno in eccesso avviene per mezzo di fanghi bentonitici e vari polimeri che, passando attraverso le aste di perforazione e fuoriuscendo dalla testa, asporta il terreno facendolo defluire a ritroso lungo il foro, fino alla buca di partenza sottoforma di fango. Il sistema di perforazione ad espulsione di fanghi sopra descritto non è impiegabile per la trivellazione in materiali molto compatti e in tutti i tipi di roccia. In tali circostanze si impiegano sistemi di trivellazione a roto-percussione che consistono nell'impiego di speciali martelli pneumatici a fondo foro direzionabili, alimentati da aria compressa additivata da schiume fluide (biodegradabili). Tale sistema non garantisce però un preciso direzionamento. Estremamente più efficace e precisa è invece la perforazione idromeccanica con "mud-motor", ottenuta per mezzo di uno speciale motore a turbina, azionata da una circolazione forzata di fanghi a cui è collegato un utensile che, taglia meccanicamente e con facilità le rocce. Il controllo della testa di trivellazione generalmente avviene ad onde radio o via cavo per mezzo di una speciale sonda che alloggiata all'interno della testa ed in grado di fornire in ogni istante:

- Profondità;

- Inclinazione;

- Direzione sul piano orizzontale.

A tale scopo, esiste una vasta gamma di strumenti disponibili per qualsiasi tipo di intervento più o meno precisi a seconda delle necessità. Alesatura del foro Una volta realizzato il foro pilota, indipendentemente dal metodo impiegato, la testa di trivellazione viene sostituita con particolari alesatori che vengono trascinati a ritroso all'interno del foro, che ruotando grazie al moto trasmesso dalle aste esercitano un'azione fresante e quindi allargante sul foro sempre coadiuvati dai getti di fango per l'asportazione del terreno e la stabilizzazione delle pareti del foro (generalmente il diametro dell'alesatura deve essere del 20-30% più grande del tubo da posare). Tiro e posa della tubazione Terminata la fase di alesatura, viene agganciato il tubo camicia o il fascio di tubi dietro l'alesatore stesso per mezzo di un giunto rotante ad evitare che il moto di rotazione sia trasmesso al tubo stesso e viene trainato a ritroso fino al punto di partenza. In terreni morbidi e/o incoerenti, questa fase avviene contemporaneamente a quella di "alesaggio".

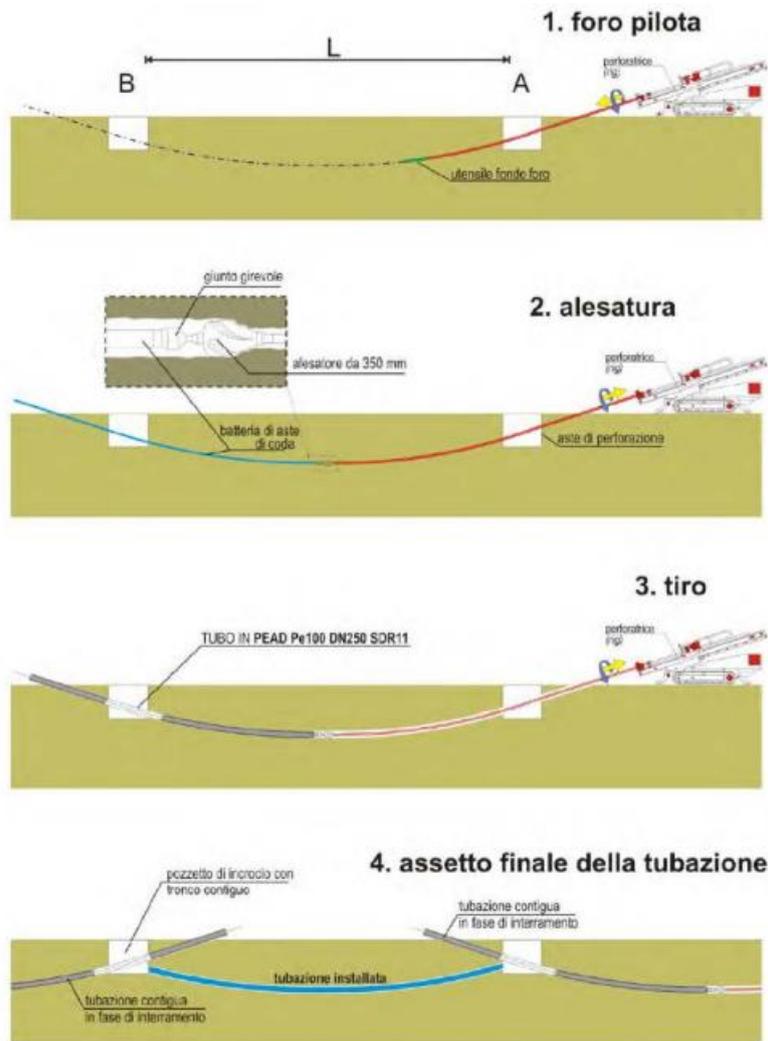


Figura 18: Schematizzazione delle fasi generali sinteticamente descritte

6. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di verificare gli effetti sul regime idraulico dovuti alla proposta progettuale relativa alla realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva di 70 MW e delle relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione, al funzionamento ed alla connessione dell'impianto alla Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN).

L'area di impianto ricade nel bacino idrografico del fiume Simeto. Da analisi sulle matrici ambientali coinvolte si è visto che tutti gli impatti su suolo, sottosuolo e acque superficiali sono da ritenersi bassi in quanto la struttura scelta non va ad alterare in alcun modo lo stato di fatto dei luoghi. Infatti, sulle aree di impianto, non verranno previsti scavi profondi ma esclusivamente interventi di scotico della parte superficiale al fine di livellare l'area e di preparare le zone destinate alle cabine di campo e alle piazzole di cantiere.

Riguardo ai corsi d'acqua presenti sull'area di impianto, questi sono classificati come "corsi d'acqua non rappresentabili" (CTR 10.000,2013). Si tratta dunque di corsi d'acqua secondari di carattere perlopiù superficiale e stagionale. Si è pertanto proceduto ad un'analisi del sito prevedendo delle fasce di rispetto, ove necessarie, al fine di non alterare il deflusso dei suddetti corsi d'acqua. In ogni caso, in una fase successiva, si provvederà ad un calcolo delle portate insistenti sull'area di impianto e alla progettazione di eventuali opere di regimentazione, laddove necessarie.

Per le interferenze con il reticolo idrografico correlate all'attraversamento del cavidotto esterno interrato di collegamento fra l'area di impianto e la stazione utente 30/150 kV, sono state proposte delle risoluzioni tipologiche. Dall'analisi del progetto, nella redazione dello studio, non sono state condotte valutazioni analitiche da un punto di vista idraulico, poiché le scelte progettuali proposte, come quella di utilizzare lo staffaggio ovvero la TOC per gli attraversamenti, consentono di realizzare l'opera senza alterare il regime idraulico dell'area. Dunque, per quanto concerne l'apporto alla rete idrografica di superficie presente nelle aree limitrofe, la presenza dell'impianto non comporterà modifiche dell'assetto attuale. Nemmeno la realizzazione di opere di regimazione idraulica produrrà effetti negativi sul deflusso delle acque per cui è possibile considerarle ininfluenti riguardo le attuali portate idriche in alveo. Pertanto, dall'analisi del progetto in esame si può affermare che l'intervento non induce variazioni di rilievo nell'ambito della relazione tra gli eventi meteorologici ed il suolo. Per quanto esposto e argomentato nella presente relazione, si ritiene compatibile l'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto con gli assetti idrogeologico e idrologico di sito specifici.