

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

Comune di Vizzini (CT)

Località “Poggio del Lago”

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

OGGETTO	
Codice: ITS_VZN	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	Settembre 2022

Progettazione


Progettisti
Ing. Vassalli Quirino 
Ing. Speranza Carmine Antonio 

Proponente
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p><b>ITS Vizzini Srl</b>            Via Sebastiano Catania, 317            95123 Catania (CT)            P.IVA 05767660870            pec: <a href="mailto:itsvizzini@pec.it">itsvizzini@pec.it</a></p> </div> </div>

Rappresentante legale
Emmanuel Macqueron

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

ITS_VZN_A25_Relazione preliminare delle condizioni idrologiche.doc	ITS_VZN_A25_Relazione preliminare delle condizioni idrologiche.pdf
--	--



## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INQUADRAMENTO NORMATIVO E COMPATIBILITA' DEL PROGETTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>5</b>
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	9
2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	12
2.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DEI LUOGHI.....	15
<b>3. DESCRIZIONE OPERE DA REALIZZARE</b> .....	<b>19</b>
3.1 MODALITA' DI SCAVO .....	20
3.2 EVENTUALI IMPATTI SU SUOLO E SOTTOSUOLO.....	21
<b>4. ANALISI PRELIMINARE DELLE CONDIZIONI IDROLOGICHE</b> .....	<b>23</b>
4.1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO DELL'OPERA - BACINO IDROGRAFICO FIUME ACATE .....	23
4.2 STUDIO IDROLOGICO .....	24
4.2.1. MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI DELLE PIOGGE: MODELLO TCEV E VAPI SICILIA .....	27
4.2.2. STIMA DELLE PORTATE .....	31
<b>4.2.2.1. DEFINIZIONE DELLE PORTATE</b> .....	<b>33</b>
<b>5. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE</b> .....	<b>35</b>
5.1. RISOLUZIONE INTERFERENZE CON STAFFAGGIO PONTE .....	38
5.2. RISOLUZIONE INTERFERENZA CON TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (TOC) .....	39
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	<b>42</b>

## **PREMESSA**

La presente relazione di compatibilità idrologica ed idraulica riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 45 MW e delle opere connesse stanziato nell'agro del comune di Vizzini (CT) su un'area di estensione pari a 118 ha circa in località "Poggio del Lago". Il proponente è la società ITS VIZZINI SRL.

Il progetto agrovoltaico prevede l'installazione di n°79'884 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 "Vizzini", da inserire in entra - esce sulla futura linea RTN a 380 kV di cui al Piano di Sviluppo Terna, "Chiaramonte Gulfi - Paternò".

## 1. INQUADRAMENTO NORMATIVO E COMPATIBILITA' DEL PROGETTO

L'analisi condotta nel presente studio ha preso in considerazione anche gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore. Proprio all'interno degli strumenti legislativi di recente emanazione (dicembre 2004), si è adottato il PAI, il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana che individua le aree a rischio idraulico ed idrogeologico.

In particolare, il territorio comunale di Vizzini ricade *nell'area afferente al Bacino Idrografico del Fiume Acate - 078 (AdB del Distretto Idrografico della Sicilia)* il quale è situato versante meridionale della Sicilia.

Dunque, per la compatibilità del progetto agrivoltaico è stato consultato il PAI del Bacino Idrografico Acate-Dirillo emanato nel 2004. Si evidenzia inoltre che alcuni aspetti del suddetto Piano Stralcio di Bacino, tra cui le Norme Tecniche di Attuazione, hanno recentemente 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 e pertanto non vi sono interferenze né con aree a rischio idraulico né con aree a pericolosità idraulica.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto di campo agrivoltaico prevede l'installazione di n° 79'884 pannelli fotovoltaici di una potenza complessiva pari circa a 45 MW da stanziare nel territorio comunale di Vizzini (CT).

Il sito scelto per l'installazione dell'impianto fotovoltaico è da individuare nelle località "Poggio del Lago", area dislocata a sud-est dei centri abitati di Vizzini (CT) e Buccheri (SR) da cui dista (in linea d'aria) rispettivamente 6 e 4 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: 482450 m - 484405 m E;
- Latitudine: 4110640 m - 4108839 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.

Per quanto riguarda il posizionamento della sottostazione, anch'essa sarà ubicata nel comune di Vizzini, nella provincia di Catania, e posizionata a nord rispetto all'area di impianto.

L'energia elettrica prodotta giungerà e sarà immessa, mediante collegamento in antenna a 150 kV, sulla futura SE di smistamento a 380/150 kV della RTN denominata "Vizzini", da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto "Chiaramonte Gulfi-Paternò".

L'impianto, e l'annesso cavidotto, ricadono nella seguente cartografia - Carta Tecnica Regionale (CTR) della regione Sicilia in scala 1: 10.000: Fogli n° 645060, n° 645020 e n° 640140.

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.

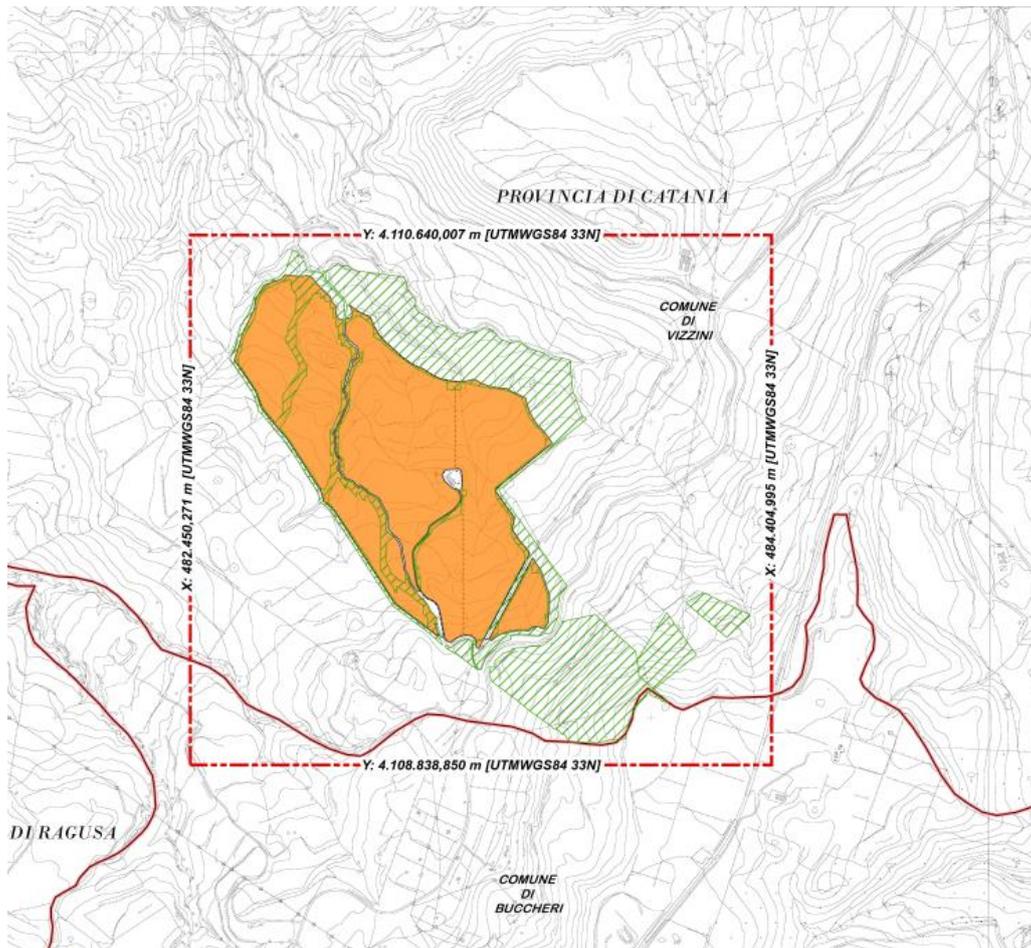


Figura 1: coordinate geografiche del perimetro racchiudente l'area di progetto fornite nel sistema di riferimento UTM WGS84

L'area da destinare al campo fotovoltaico è per la maggior parte utilizzata come seminativo e in minore entità è caratterizzata da aree caratterizzate da prati aridi, praterie e boscaglie ripariali.



Figura 2: Foto panoramica della futura area di impianto, scattata con il supporto di drone

La viabilità utile al collegamento dell'area è costituita dalla SS 124 - Strada Statale di Vizzini - che a mezzo della SS 194, con cui si innesta ad ovest, e poi della SS115, consente il collegamento alla E45 e dunque alla costa sud dell'isola.

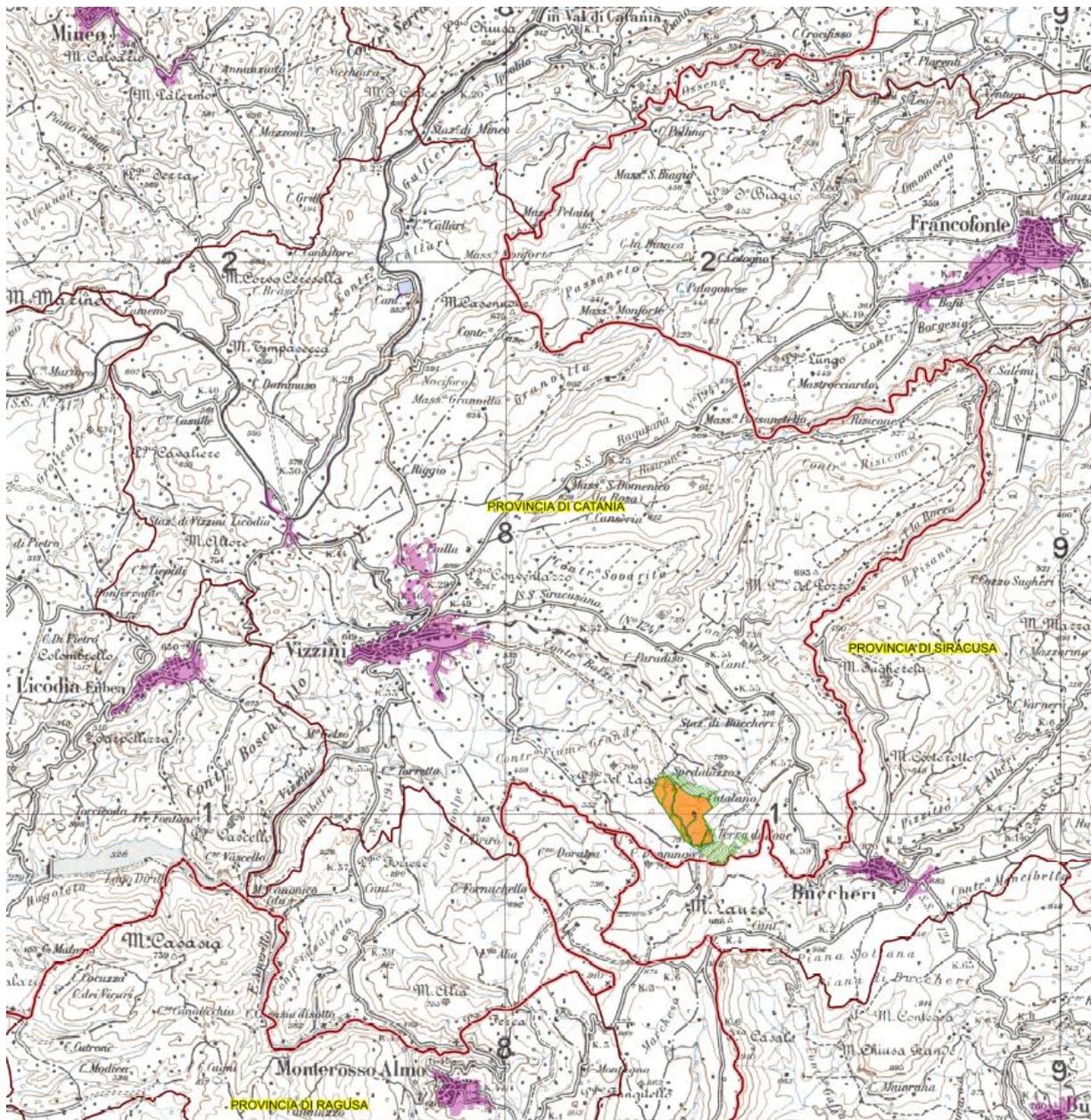


Figura 3: Inquadramento generale dell'area su IGM 25.000 (Rif. Elaborato grafico "Inquadramento generale")

## 2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

In merito all'aspetto litografico si fa riferimento alle caratteristiche riscontrate nel bacino idrografico Acate-Dirillo, bacino idrografico di riferimento al cui interno ricade il comune di Vizzini.

Nel bacino del fiume Dirillo, ad eccezione di una fascia di dune costiere e dei depositi alluvionali di fondovalle del corso d'acqua e dei suoi affluenti, gli altri terreni affioranti nella zona sono rappresentati essenzialmente da termini argillosi e sabbiosi ben esposti lungo i fianchi dell'incisione principale e di quelle secondarie.

Prevalentemente, gli strati si presentano con disposizione orizzontale o sub - orizzontale con lieve tendenza ad immergersi verso sud e sud - ovest.

Litostratigraficamente dall'alto verso il basso possiamo così distinguere:

***Spiagge attuali e depositi eolici (OLOCENE):*** si tratta di sabbie fini, gialle a prevalente composizione quarzosa ed in minor misura carbonatica. Affiorano lungo tutta la zona costiera, in località Macconi, prevalentemente in assetto di dune costiere di recente formazione. Esse derivano dall'azione degli agenti atmosferici ed in particolare dal trasporto eolico operato sulle sabbie litorali che vengono riprese e ridepositate verso l'entroterra nelle zone più a monte. Attualmente la formazione delle dune costiere risulta poco marcata in dipendenza degli interventi di bonifica e coltivazione del suolo operati dall'uomo, mentre l'azione marina appare indirizzata verso processi di erosione contrapposti a quelli di deposito che avvenivano in passato.

***Alluvioni fluviali (OLOCENE):*** i materiali alluvionali sono costituiti da lenti a livelli discontinui di ciottoli carbonatici di dimensioni variabili immersi in matrice sabbioso - limosa giallo - bruna. Si rilevano lungo gli alvei dei due principali corsi d'acqua che attraversano l'area, ossia il fiume Dirillo ed il torrente Ficuzza.

***Detrito di falda (PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE) e coni di detrito (PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE):*** La genesi delle coperture detritiche è determinata dall'alterazione e disfacimento delle formazioni in posto ad opera degli agenti esogeni. I prodotti del disfacimento presentano composizione afferente a quella dei materiali in posto. In generale, il detrito di falda è costituito da brecce ad elementi carbonatici con matrice carbonatica a granulometria sabbiosa. I coni di detrito sono costituiti da ghiaie ad elementi carbonatici subarrotondati con scarsa matrice costituita da sabbie carbonatiche e limi neri. Si rinvennero prevalentemente in contrada Ragoletto e Monello a testimonianza di un ambiente fluvio - deltizio.

**Depositi palustri (PLEISTOCENE SUPERIORE):** I depositi palustri antichi sono costituiti da argille e limi bruno - giallastri con livelli di torba e, localmente, rari resti di vertebrati. Si rilevano a lembi nel settore nord-est del bacino.

**Depositi limnici, silts e argille lacustri (PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE):** contenenti livelli torbosi, lenti di ghiaie, sabbie e silts travertinosi. Si rinvencono essenzialmente in C.da Sciri Sotto e Piano Ballatelle

**Terrazzi marini (PLEISTOCENE MEDIO):** altimetricamente correlabili con i depositi medio - pleistocenici si rinvencono fino a quote massime di 200 metri e risultano essere costituiti quasi sempre da spianate di abrasione con rari depositi costituiti da lembi di calcareniti bruno - giallastre a grana grossolana.

**Brecce calcaree (PLEISTOCENE MEDIO):** l'unità ha andamento lenticolare con spessori massimi di 15-20 m.

Alluvioni fluviali terrazzate (PLEISTOCENE MEDIO - OLOCENE): sono costituite da ciottoli carbonatici arrotondati in abbondante matrice sabbiosa generalmente arrossata, che raggiungono spessori fino ad oltre 10 metri.

**Sabbie (PLEISTOCENE INFERIORE):** si tratta di sabbie con lenti ghiaiose e argille salmastre, oltre che di sabbie fini quarzose con livelli arenacei e siltoso - argillosi. Estesi affioramenti di quest'ultime, si riscontrano lungo la media e bassa valle dell'Acate e a NW del bacino, in un'area compresa tra gli abitati di Caltagirone, Grammichele e Mazzarrone. La formazione occupa gran parte del territorio in esame costituendo una vasta zona pianeggiante

**Depositi sabbioso - calcarenitici (PLEISTOCENE INFERIORE):** sono costituiti da calcareniti e sabbie giallastre e calciruditi organogene massive o a stratificazione incrociata con livelli e lenti di conglomerati più frequenti alla base, passanti verso l'alto e lateralmente ad Argille siltoso - marnose grigio - azzurre talora con intercalazioni sabbioso - siltose. Le argille grigio azzurre nella media e bassa valle del Fiume Acate, passano verso l'alto ad alternanze costituite da Silts argillosi e arenarie fossilifere di colore giallastro. Affiorano estesamente nell'area medio - bassa del bacino

**Vulcaniti basiche (PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE):** Vulcaniti basiche prevalentemente submarine in basso e subaeree verso l'alto. I prodotti submarini sono dati da ialoclastiti, da brecce vulcanoclastiche a grana minuta e da brecce a pillows immerse in una matrice vulcanoclastica. Quelli subaerei sono costituiti da prevalenti colate di lave bollose e scoriacee e da subordinati

prodotti piroclastici. Sono presenti intercalazioni di materiale sedimentario, generalmente sabbie e limi carbonatici. Affioramenti estesi si rinvengono nell'area di Monte Lauro

**Marne grigio - azzurre e Sabbie giallastre e calcareniti (PLEISTOCENE SUPERIORE- PLEISTOCENE INFERIORE):** le marne grigio azzurre affiorano nella media valle del Fiume Dirillo e di Licodia Eubea e passano verso l'alto a sabbie giallastre e calcareniti organogene.

**Trubi (PLIOCENE INFERIORE):** Marne e calcari marnosi di colore bianco crema a frattura concoide.

**Formazione gessoso - solfifera (MESSINIANO):** nella zona di Licodia Eubea - Mineo - Grammichele sulle marne della F.ne Tellaro poggia una successione costituita da calcari marnosi e marne biancastre potente non più di 10 m e da gessi cristallini in grossi banchi con spessore massimo di 80 m.; seguono in discordanza brecce calcaree in abbondante matrice sabbiosa a clasti calcarei e gessosi, passanti verso l'alto a silts lacustri.

**Formazione Palazzolo (SERRAVALLIANO - TORTONIANO):** Sequenza prevalentemente calcarenitica all'interno della quale sono state distinte due litofacies: una costituita da un'alternanza di calcari e calcari - marnosi e l'altra caratterizzata da calcareniti bianco - giallastre più o meno tenere sovente in grosse bancate. Affioramenti si ritrovano nella zona di Monte Lauro.

**Formazione Tellaro (LANGHIANO INFERIORE - MESSINIANO):** marne grigio - azzurre a frattura sub - concoide contenenti sporadici orizzonti di un'alternanza calcarenitico- marnosa. Nella parte alta compaiono sovente marne calcaree giallastre, dove sono presenti grosse lenti di vulcanoclastiti e lave submarine basiche.

**Formazione Ragusa - Membro Irminio (AQUITANIANO - LANGHIANO INFERIORE):** alternanza di biocalcareni cementate di colore bianco - grigio e di calcareniti marnose giallastre scarsamente cementate.

**Formazione Ragusa - Membro Leonardo (OLIGOCENE SUPERIORE):** alternanza di calcisiltiti di colore biancastro, potenti 30-100 cm e di marne e calcari marnosi biancastri di 5-20 cm di spessore.

**Formazione Amerillo (EOCENE MEDIO):** calcilutiti biancastre con lenti di selce nera in strati da 10 a 20 cm, separati da sottilissimi livelli argillosi e spesso interessati da slumpings. Nel bacino si riscontrano in C. da Boschitello e nei pressi dell'abitato di Monterosso Almo.

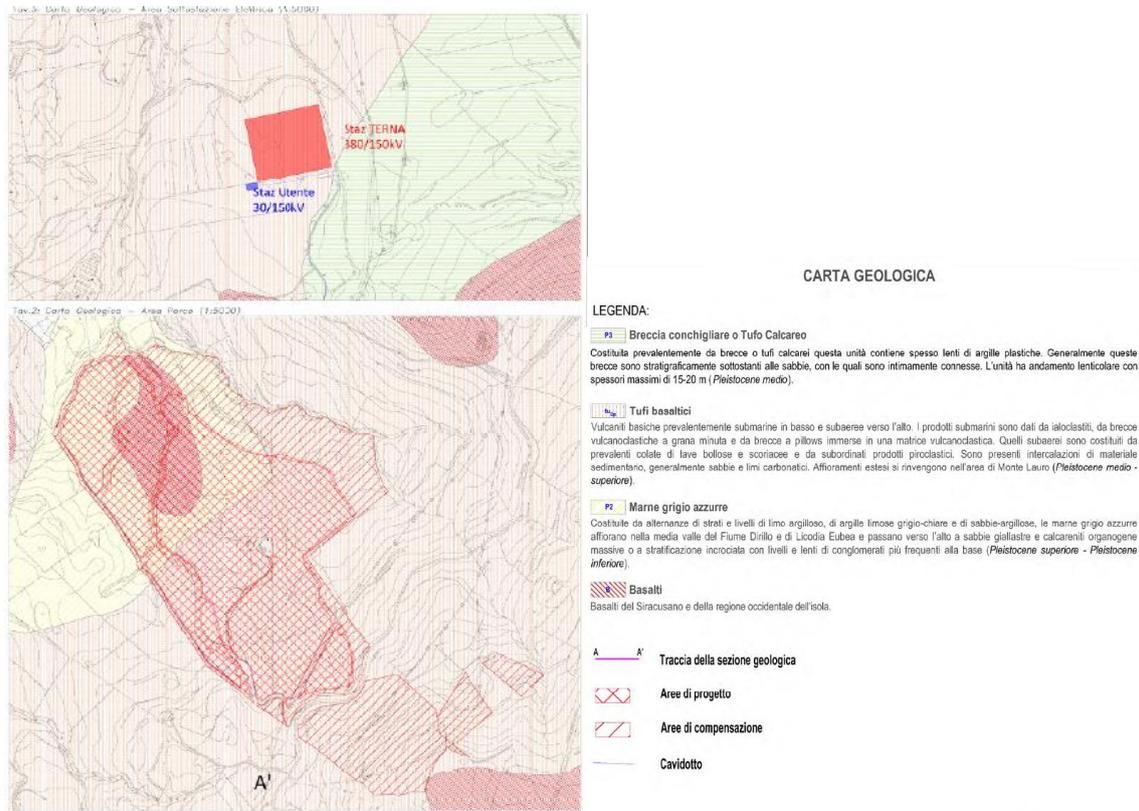


Figura 4: Stralcio carta geologica area di impianto (Rif. A.12a8 - Carta Geologica)

## 2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La permeabilità ed il comportamento idrogeologico dei terreni affioranti nel bacino in esame sono stati determinati prendendo in considerazione sia la loro natura litologico-sedimentologica, che il loro assetto strutturale.

Pur sottolineando l'estrema variabilità spazio-temporale che la permeabilità può presentare anche all'interno di una stessa unità, si è definito tale parametro sia qualitativamente (tipo) che quantitativamente (grado) per le formazioni affioranti nel bacino, allo scopo di valutare l'entità dell'infiltrazione idrica ed ottenere un quadro del regime di circolazione idrica sotterranea.

I litotipi affioranti nell'area in studio mostrano una permeabilità sia primaria per porosità che secondaria per fratturazione e, in misura minore, per carsismo. Il grado di permeabilità è molto variabile, oscillando da medio-alto a bassissimo.

I litotipi calcarei, gessosi e vulcanici hanno una permeabilità medio-alta, essendo sempre interessati da fratturazione e/o carsismo, pur a livelli variabili; pertanto, in essi si instaura una sicura circolazione idrica.

I litotipi a composizione prevalentemente argilloso-marnosa, invece, sono caratterizzati da un grado di permeabilità scarso o quasi nullo (impermeabili) che fa sì che in essi la circolazione idrica sotterranea sia praticamente assente. Talvolta, in corrispondenza di una coltre eluvio-colluviale spessa e/o contenente una frazione sabbiosa e/o intercalazioni litoidi si possono verificare delle infiltrazioni d'acqua fino ad alcuni metri di profondità a formare effimere falde acquifere superficiali.

Di seguito vengono distinte e raggruppate le formazioni affioranti nel bacino in base al tipo e al grado di permeabilità che possiedono.

Rocce permeabili per porosità. Tale tipo di permeabilità è offerta dai depositi clastici incoerenti dei detriti di falda presenti ai piedi dei rilievi, dai depositi alluvionali, dai depositi sabbiosi e sabbioso - calcarenitici, nonché dalla componente arenitico-ruditica della F.ne Gessoso-Solfifera.

Rocce permeabili per fessurazione e carsismo. Tale tipo di permeabilità è dovuto ad una fitta rete di fessurazione originatasi in seguito ad intensi sforzi tettonici a cui sono state sottoposte tali rocce. Successivamente, le acque arricchite in CO<sub>2</sub>, svolgendo un'azione solvente sulle rocce di composizione carbonatica, allargano le fessure, dando luogo a fenomeni carsici più o meno spinti che aumentano la permeabilità creando delle vie preferenziali di drenaggio in corrispondenza delle fratture principali.

Presentano tale tipo di permeabilità le calcareniti ed i calcari - marnosi della Fm. Palazzolo e della Fm. Ragusa, le vulcaniti plio - Pleistoceniche, la Fm. Amerillo, nonché le componenti calcareo-lapidee della Fm. Gessoso-Solfifera.

In tali rocce l'infiltrazione e lo scorrimento delle acque avvengono prevalentemente in senso verticale e secondo lamine orizzontali sul tetto degli strati più impermeabili sottostanti.

Rocce impermeabili. Notoriamente vengono considerate impermeabili tutte le rocce che presentano una frazione argillosa prevalente, nonché quelle rocce che si presentano in banchi integri e/o con strati calcilutitici alternati o intercalati a livelli marnosi.

Tale tipologia è attribuibile ai depositi limnici, silts e argille lacustri, alle argille siltoso -marnose grigio azzurre del Pleistocene inf., alle marne grigio azzurre del Pleistocene sup. - Pleistocene inf., alle marne grigio azzurre della Fm. Tellaro.

Considerando la tipologia di permeabilità è stata fatta una classificazione del grado di permeabilità presentato dai litotipi affioranti nel bacino in esame, al fine di individuare i caratteri

della circolazione idrica sotterranea. In particolare, si sono distinti quattro gradi di permeabilità, di seguito descritti.

Terreni molto permeabili. A questa categoria sono ascrivibili le litologie caratterizzate da permeabilità per fessurazione e carsismo; la permeabilità primaria per porosità è di esigua importanza, trattandosi di rocce litoidi compatte ed è comunque legata all'eventuale presenza di livelli calcarenitici e calciruditici presenti all'interno delle formazioni calcaree.

Nei terreni molto permeabili la circolazione idrica avviene principalmente attraverso le fratture e i vuoti creati dai processi di dissoluzione; le formazioni dotate di questo grado di permeabilità rivestono notevole importanza in quanto sedi di consistenti falde idriche, ubicate generalmente in profondità.

Terreni mediamente permeabili. Sono litologie essenzialmente caratterizzate da permeabilità primaria variabile e da una modesta permeabilità per fessurazione; quest'ultima tipologia di permeabilità si presenta quando il terreno ha consistenza litoide ed è stato sottoposto a stress tettonici.

Nei terreni mediamente permeabili la circolazione idrica è affidata essenzialmente alla porosità degli strati e in misura minore all'eventuale rete di fessurazione; i terreni sopracitati costituiscono spesso degli acquiferi di potenzialità e soggiacenza variabile; sono molto frequenti falde acquifere sospese, superficiali o a livelli sovrapposti.

Nei terreni mediamente permeabili si identificano tutti i complessi detritici e alluvionali di natura conglomeratico-sabbiosa, la Fm. Gessoso-Solfifera e tutte le componenti calcarenitiche di spessore consistente intercalate nelle varie formazioni.

Terreni impermeabili. Essi sono rappresentati dalle litologie nelle quali si verifica una circolazione idrica praticamente trascurabile e che per tali caratteristiche fungono da substrato alle falde acquifere.

In questa categoria si identificano tutte le facies costituite da una frazione argillosa prevalente: depositi palustri, depositi limnici, silts e argille lacustri del Pleistocene medio - superiore, argille grigio - azzurre del Pleistocene inferiore.

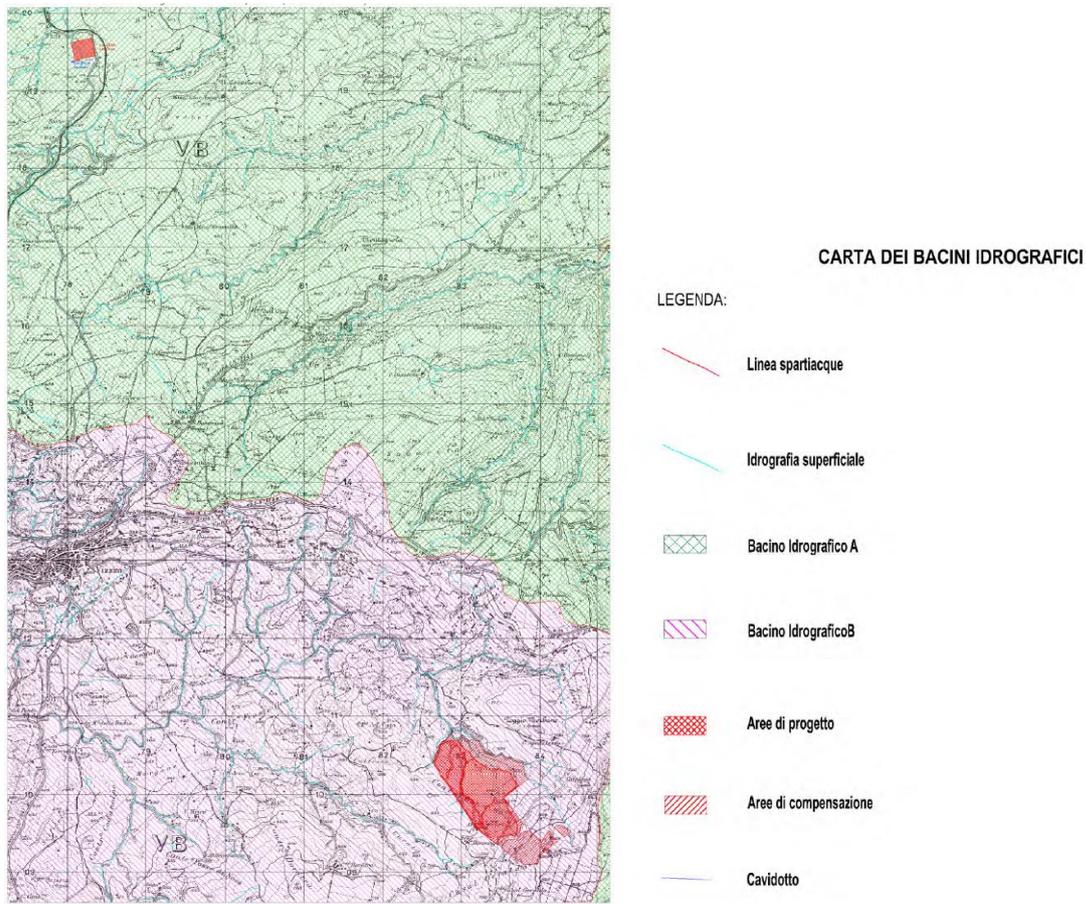


Figura 5: Stralcio carta dei bacini idrografici (Rif.A.12 a12)

### 2.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DEI LUOGHI

Come già precedentemente esposto, Il sito è localizzato a circa 6 km da Vizzini (CT) e circa 4 km dal centro abitato di Buccheri.

Attualmente l'area in progetto è in parte destinata 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 6: Immagine area di impianto ripresa da strada comunale in corrispondenza di Contrada Donninga in direzione nord-ovest (Fonte: Google Earth)



Figura 7: Foto scattata con drone dal centro dell'impianto in direzione nord-ovest



Figura 8: Panoramica scattata con supporto di drone da Strada Statale 124

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.

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. Le distanze intercorrenti tra i pannelli, poi, permetteranno l'insediamento di un adeguato pascolo ovino, possibile in ragione della mansuetudine che caratterizza i greggi composti da detti

quadripedi e della produzione di cereali e foraggi ad essi destinati all'interno di aree separate a ciò dedicate.

### **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 e, 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 scavo 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

**Acque sotterranee**- L'area di impianto è prossima al bacino idrogeologico dei Monti Iblei; 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.

In particolare, il cavidotto ricade nel corpo idrico sotterraneo del **Lentinese (R19IBCS02)** (Figura 39). Questo si estende in affioramento da Monte Lauro a Scordia e da Monte Lauro a Punta Castelluccio. Questo presenta permeabilità essenzialmente di tipo secondario, ma localmente anche primario. Mediamente si può considerare tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  cm/s. lo spessore può variare da pochi metri fino a 250 m e oltre. Spesso non è sempre distinguibile la falda contenuta nelle vulcaniti da quella contenuta nel sottostante o laterale acquifero carbonatico, in quanto esiste una certa continuità idraulica. Il deflusso delle acque sotterranee del suddetto acquifero, nell'ambito del bacino del Lentinese, si manifesta con un trend direzionale verso Nord-Est. Ad est è limitato da un alto strutturale con direzione NE-SO.

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 dei 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 e sottosuolo** - 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 potrebbe inoltre risultare fondamentale, in una fase successiva, per la valutazione di eventuali opere di regimentazione.

##### 4.1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO DELL'OPERA - BACINO IDROGRAFICO FIUME ACATE

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

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

Tabella 1: scheda tecnica di identificazione del Bacino Acate-Dirillo - (Fonte: PAI)

Bacino idrografico principale	Fiume Acate-Dirillo
Province	Caltanissetta-Catania-Ragusa-Siracusa
Versante	Meridionale
Recapito del corso d'acqua	Mare Mediterraneo
Lunghezza asta principale	54 Km
Affluenti di 1° ordine	Torrente Ficuzza
Serbatoi ricadenti nel bacino	Vasca Mazzarronello - Diga Ragoletto
Altitudine massima	986 m
Superficie totale del bacino idrografico	739,93 Km <sup>2</sup>
Territori comunali ricadenti nel bacino	Gela, Niscemi (CL), Caltagirone, Grammichele, Licodia Eubea, Mazzarrone, Mineo, Vizzini (CT), Acate, Chiaramonte Gulfi, Comiso, Giarratana, Monterosso Almo, Ragusa, Vittoria (RG), Buccheri (SR)
Centri abitati ricadenti nel bacino	Caltagirone, Grammichele, Licodia Eubea, Mazzarrone, Vizzini (CT), Acate, Chiaramonte Gulfi, Monterosso Almo (RG)

Il bacino idrografico del Fiume Acate o Dirillo è localizzato nella Sicilia sud - orientale, al limite della vasta pianura di Vittoria (RG) ed in prossimità del margine sud-occidentale dell'Altopiano Ibleo. Ha un'estensione areale di circa 740 km<sup>2</sup> ed altimetria compresa fra 0 e 986 m s.l.m.

L'area circoscritta entro il bacino comprende, complessivamente, quattro province dell'Isola includenti quindici territori comunali e precisamente: la provincia di Caltanissetta, con il territorio comunale di Niscemi e per una piccola striscia in prossimità della costa, il territorio comunale di Gela; la provincia di Catania con i comuni di Caltagirone, di Grammichele, di Mazzarrone, di Mineo, di Vizzini, di Licodia Eubea, fino allo spartiacque con il fiume di Caltagirone; la provincia di Ragusa,

con i comuni di Acate, Chiamonte Gulfi, Comiso, Giarratana, Monterosso Almo, Vittoria, Ragusa, fino agli spartiacque con i fiumi Ippari ed Irminio; la provincia di Siracusa per un breve tratto in prossimità dello spartiacque con il fiume Anapo, comprendente il comune di Buccheri;

In tabella 1 vengono elencate le province ed i comuni, ricadenti all'interno del bacino, con i relativi valori di popolazione residente e superficie areale.

#### 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, sono stati incrociati i dati ricavati dalla carta IGM 25 000 e dalla Cartografia Tecnica in scala 1:10000 della Regione Siciliana<sup>1</sup>. 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. Il tutto è stato infine verificato tramite una analisi desktop tramite immagini satellitari.

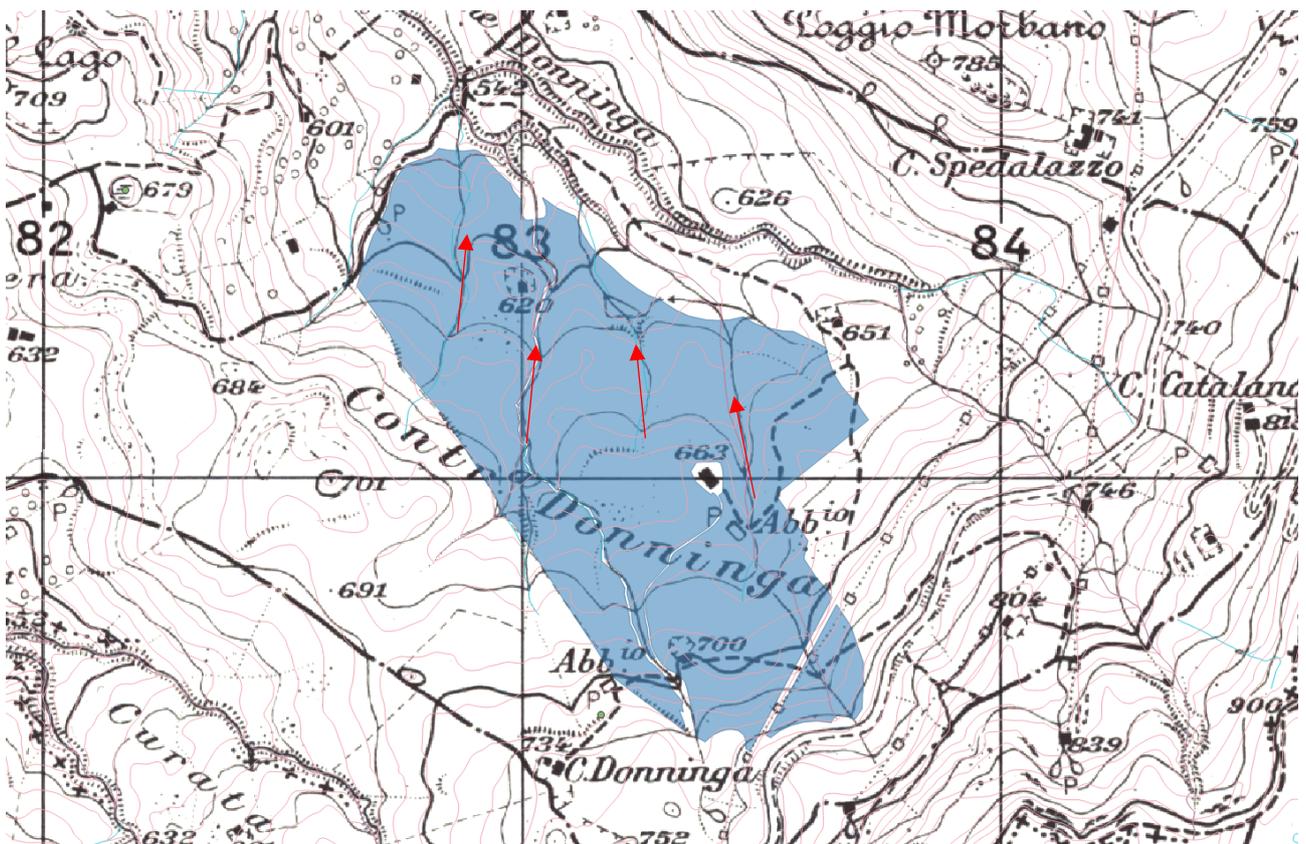


Figura 9: Sovrapposizione area impianto a carta IGM 25 000 ed a Carta Tecnica Regionale 1:10 000. Le frecce in rosso indicano la direzione dell'acqua in funzione delle curve di livello

<sup>1</sup> Geoportale della Regione Sicilia

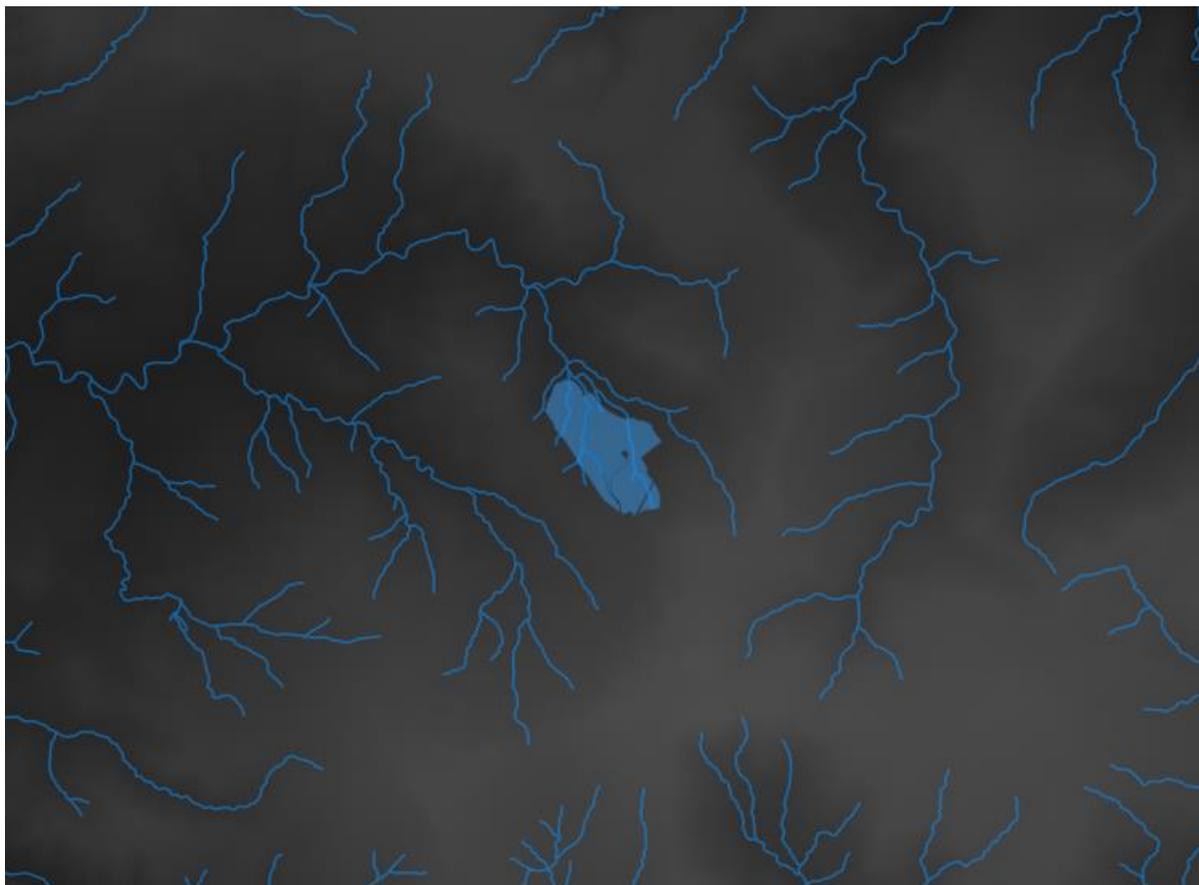


Figura 10: Digital Terrain Map con risoluzione a 2 metri e reticolo idrografico

L'area di impianto è interessata da una serie di corsi d'acqua minori, perlopiù superficiali e di natura stagionale, affluenti del Vallone Donninga. 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, come già detto, sono state utilizzate le carte IGM 25000, CTR 10 000 della regione Sicilia ed ortofoto.

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.

Per l'analisi idrologica sono stati considerati tutti i corsi d'acqua afferenti ad una fascia di rispetto pari a 150 m a partire dal perimetro dell'impianto in oggetto. E' stato pertanto individuato un unico bacino idrografico per il quale è stata calcolata superficie, lunghezza dell'asta principale,

la quota in corrispondenza della zona di chiusura ( $h_{\min}$ ) e la quota massima ( $h_{\max}$ ). 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.

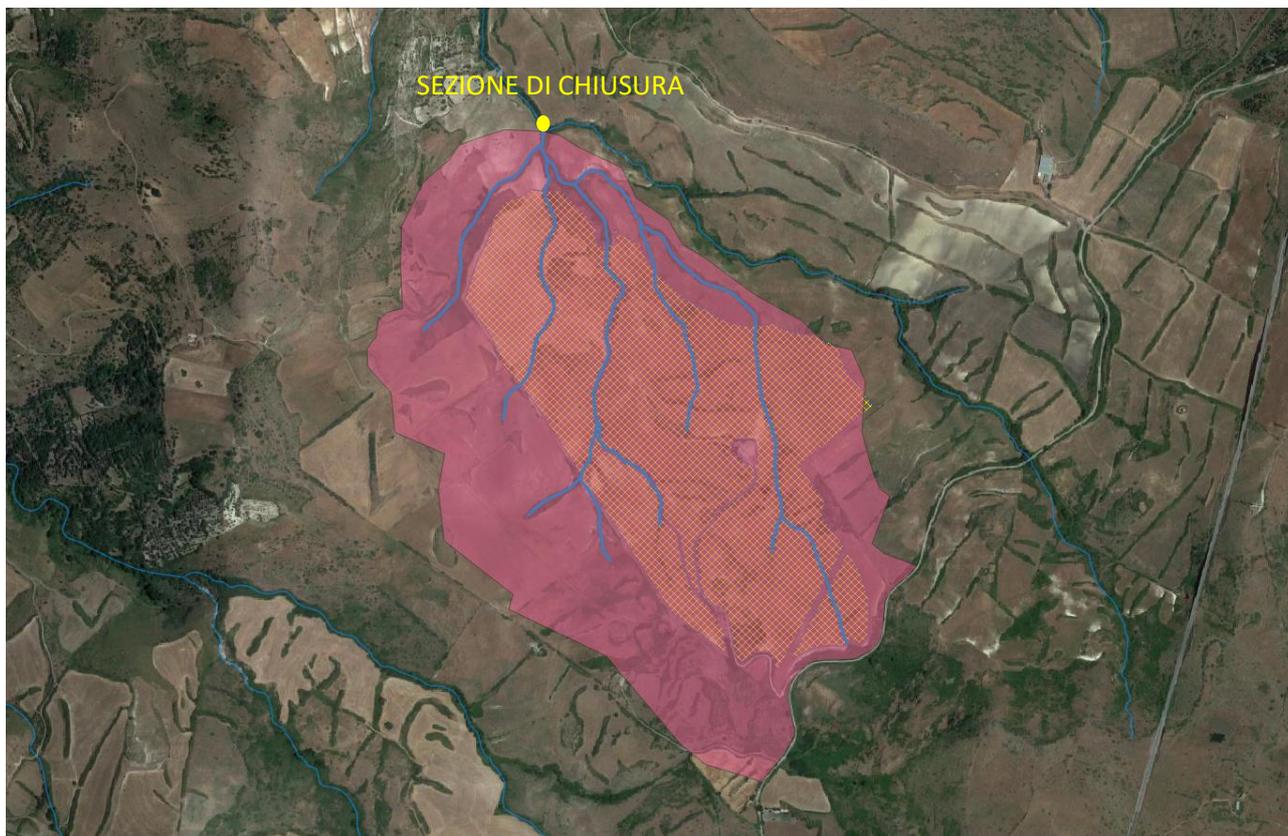


Figura 11: Rappresentazione del reticolo idrografico e relativo bacino afferente all'area di impianto

Tabella 2: 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	1,78	658,85	540,28	766,99

#### 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  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  dalla durata  $t$ :

$$\Theta = 1.95 + 0.0284 t$$

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

## Il 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  $\lambda_1$ , indicato con  $\Lambda_1$ , 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 ( $h'_t$ ) 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:

$$\begin{aligned} \text{Sottozona A } b_0(t) &= 0.5391 - 0.001635 \cdot t \\ b_1(t) &= 0.0002121 \cdot t^2 + 0.00117 \cdot t + 0.9966 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sottozona B } b_0(t) &= 0.5135 - 0.002264 \cdot t \\ b_1(t) &= 0.0001980 \cdot t^2 + 0.00329 \cdot t + 1.0508 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sottozona C } b_0(t) &= 0.5015 - 0.003516 \cdot t \\ b_1(t) &= 0.0003720 \cdot t^2 + 0.00102 \cdot t + 1.0101 \end{aligned}$$



Confrontando le medie teoriche  $\mu$  con le medie campionarie  $m_c$  si è riscontrato che, per ciascuna durata, i parametri statistici  $\Lambda_1$   $\Theta_1$  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.

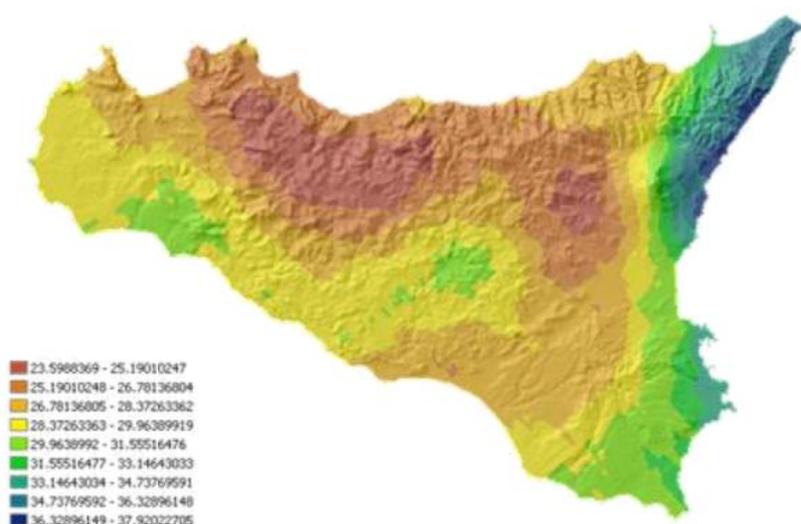


Figura 13: Valori per il coefficiente  $a$  per il territorio siciliano (Lo Conti et Al; 2007)

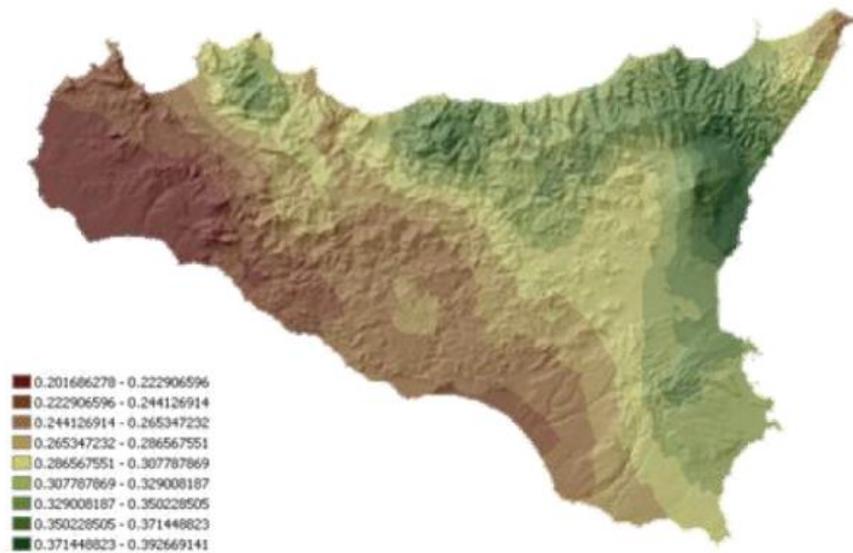


Figura 14: Valori per il coefficiente n per il territorio siciliano (Lo Conti et Al;2007)

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  $T_r > 5$  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  $m^3/s$  ;

$\phi$  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 ( $Km^2$ );

$\tau_c$  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 ipotizzato 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 ( $km^2$ )

$L$ = 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  $km^2$ , 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 (km<sup>2</sup>)

**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 6 diverse punti di intersezione tra cavidotto eventuali interferenze, localizzati lungo il tracciato del cavidotto esterno di collegamento del parco alla stazione di utenza 30/150 kV.

In particolare:

1. Attraversamento con passaggio in TOC della fascia fluviale del Vallone Donninga, nel territorio comunale di Vizzini. La TOC in questione prevede sia il passaggio del letto del fiume che la percorrenza in parallelo dello stesso in quanto il cavidotto ricade nella fascia dei 150 metri (A-A');
2. Attraversamento con passaggio in TOC della fascia fluviale di un affluente secondario del Vallone Donninga, al confine comunale di Vizzini (B-B');
3. Attraversamento con passaggio in TOC della fascia fluviale di un affluente secondario del Vallone Donninga, al confine comunale di Vizzini (C-C');
4. Attraversamento in TOC della linea di acquedotto presente a nord-ovest del centro abitato di Vizzini (D-D');
5. Attraversamento con passaggio in TOC di area ricadente in fascia fluviale dei 150 metri. In questo caso la TOC è stata opzionata in quanto il cavidotto, per un breve tratto, non percorrerà strada esistente e/o asfaltata. Pertanto, al fine di evitare l'impatto visivo dovuto ad eventuali scavi si propone il passaggio in TOC (E-E'). Inoltre, tale TOC ha il duplice scopo di non creare interferenza con la rete ferroviaria;
6. Attraversamento con passaggio in TOC della fascia fluviale Vallone Novevolte, nel territorio comunale di Vizzini (F-F').

Per altre interferenze con piccoli corsi d'acqua verrà proposto l'utilizzo dello staffaggio su ponte così come descritto successivamente nel dettaglio.

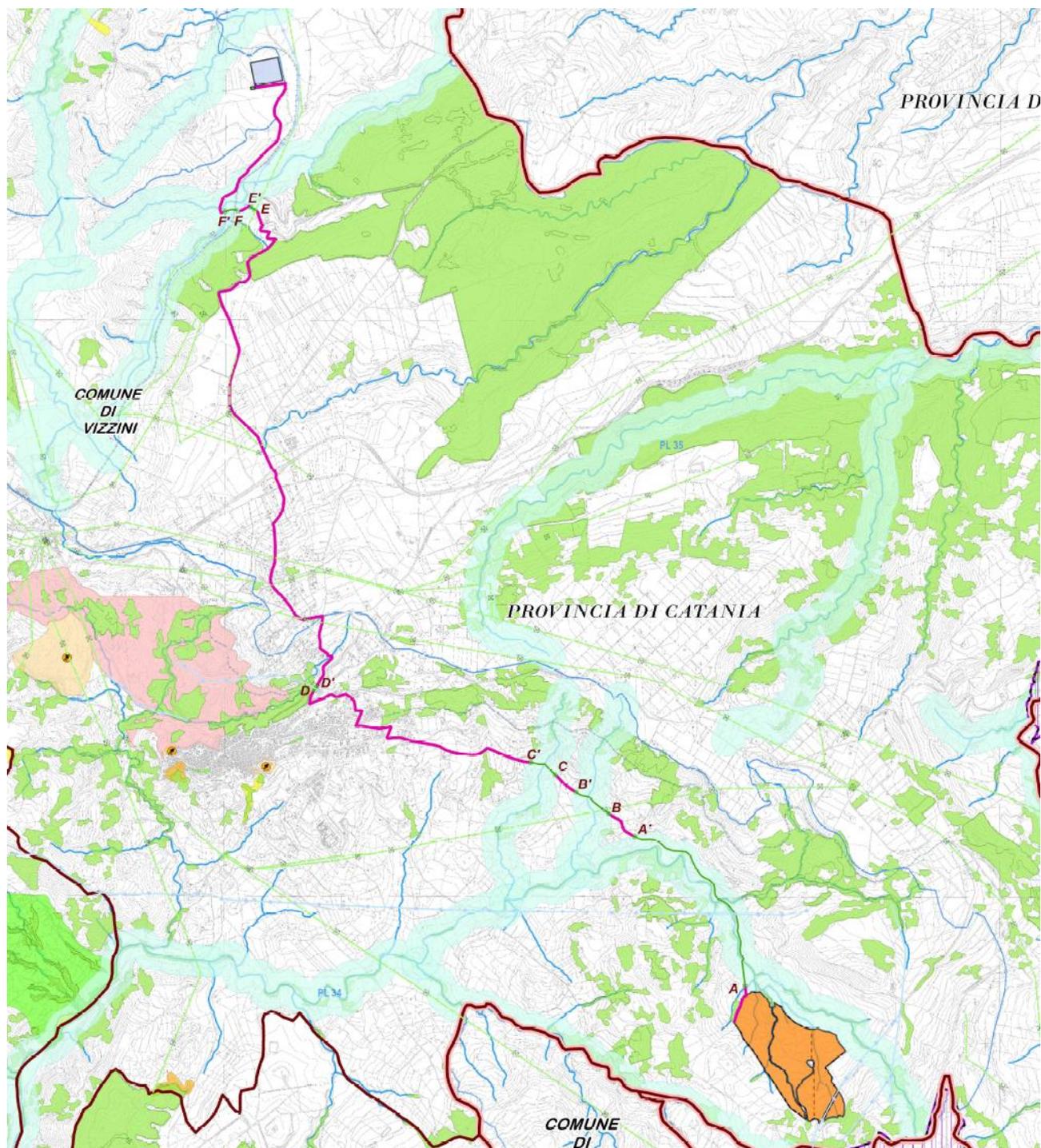
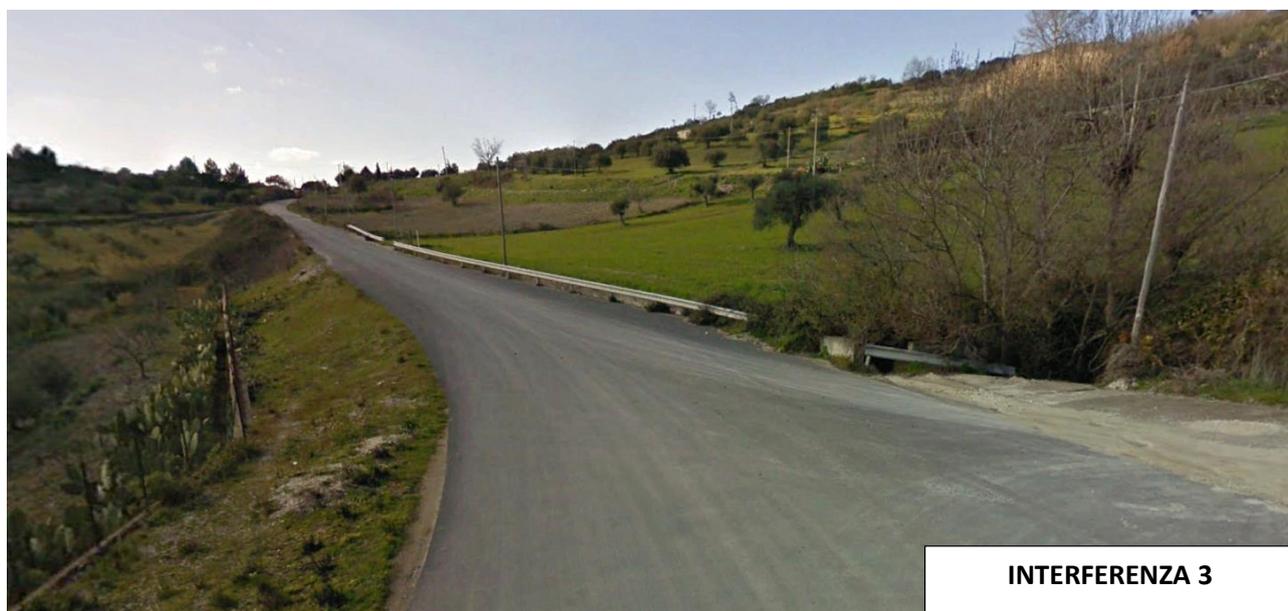
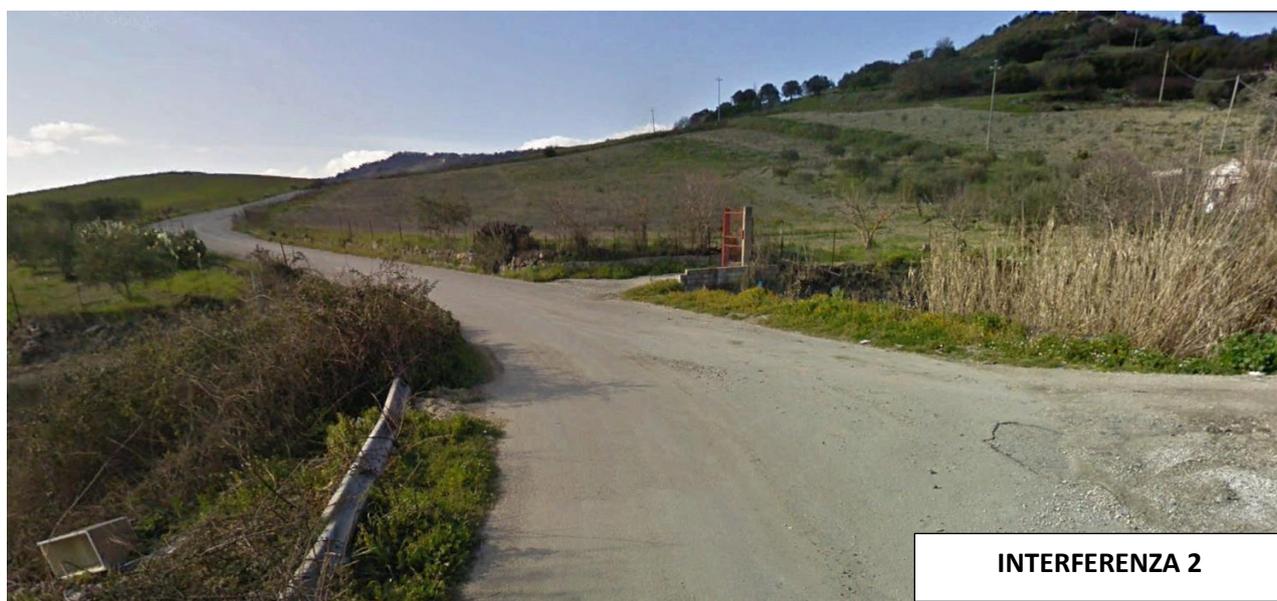


Figura 15: Ipotesi di utilizzo di TOC per le interferenze con il reticolo idrografico

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. 6 punti di interferenza. Per tutti e 6 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, staffaggio e/o Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). Per i dovuti approfondimenti si rimanda all'elaborato grafico sopracitato.

Si riportano di seguito le immagini delle interferenze<sup>2</sup> che potranno essere risolte tramite l'utilizzo di staffa a spalla del ponte o TOC.



---

<sup>2</sup> Non vengono riportate le immagini delle interferenze 1 e 4 in quanto non è possibile catturare l'immagine tramite Street View, ma in ogni caso da Google Earth è evidente il passaggio del cavidotto su strada esistente e dunque con presenza di ponte di attraversamento per l'interferenza 1 e di passaggio di acquedotto per l'interferenza 4.



### 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 interrate, 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".

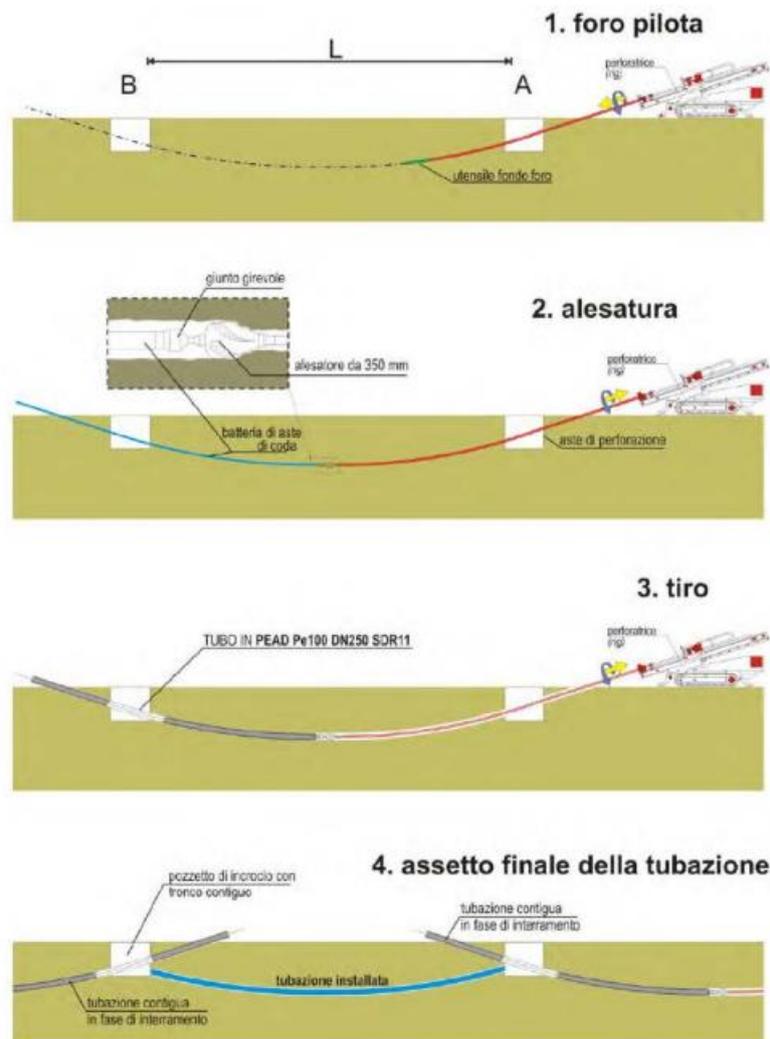


Figura 16: Schematizzazione delle fasi generali sinteticamente descritte

## 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 45 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 Acate. 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.