



DICEMBRE 2022

**SOLAR CENTURY FVGC 7 S.R.L.**

**"SIGON"**

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 34 MW INTEGRATO  
CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 36 MW**

**LOCALITA' SPINASANTA - COMUNE DI CATANIA**

**Mantar**

**ELABORATI TECNICI DI PROGETTO**

**ELABORATO R06**

**RELAZIONE IDRAULICA**

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

**Coordinamento**

Eleonora Lamanna

Corrado Pluchino

**Codice elaborato**

2800\_5152\_SIGON\_PD\_R06\_Rev0\_RELAZIONE IDRAULICA

## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2800_5152_SIGON_PD_R06_Rev0_RELAZIONE IDRAULICA	12/2022	Prima emissione	M.I.	E.Lamanna/C.Pluchino	L.Conti

## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico - Coordinamento Progettazione	Ord. Ing. Prov. MI n. 27174 – Sez. A
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Giulia Peirano	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Milano n. 20208
Matteo Lana	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Corrado Avarino	Geologo	Ord. Geologi Sicilia n. 749
Santo Aparo	Agronomo	Ord. Dott. Agronomi e Forestali di Catania – n.1139
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Vincenzo Ferrante	Ingegnere Strutturista – Progettazione generale	Ord. Ing. Prov. Siracusa – Sez. A n. 2216
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Graziella Cusmano	Architetto -	Ord. Arch. Prov. Siracusa n. 1299
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Idraulico	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719

### Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156  
Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)





Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico	
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Lorenzo Griso	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Fabio A. Festante	Topographical Surveys/CAD Expert	
Andrea Incani	Esperto in Discipline Elettriche	

**Montana S.p.A.**

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156  
Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>DATI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>RILIEVO TOPOGRAFICO</b> .....	<b>8</b>
2.1.1	Modello digitale del terreno Regione Sicilia .....	8
2.1.2	Rilievo topografico .....	8
<b>2.2</b>	<b>NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>LOCALIZZAZIONE</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>COPERTURA DEL SUOLO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>13</b>
3.3.1	Inquadramento geologico generale .....	13
3.3.2	Aspetti geomorfologici .....	14
3.3.3	Circolazione Idrica Sotterranea .....	17
<b>3.4</b>	<b>IDROGRAFIA DEL TERRITORIO</b> .....	<b>18</b>
3.4.1	DBPRIOR10K .....	20
3.4.2	Istituto Geografico Militare (IGM) .....	21
<b>3.5</b>	<b>INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO</b> .....	<b>22</b>
3.5.1	Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) .....	22
3.5.2	Piano Stralcio di Bacino per L'Assetto Idrogeologico (PAI) .....	24
<b>4</b>	<b>STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>28</b>
4.2.1	Moduli fotovoltaici e strutture .....	29
4.2.2	Recinzione .....	31
4.2.3	Cabine di campo .....	32
4.2.4	Cavi di potenza e di controllo .....	32
4.2.5	Rete di drenaggio interna .....	33
4.2.6	Viabilità interna di servizio e piazzali .....	33
<b>5</b>	<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZE</b> .....	<b>34</b>
<b>5.2</b>	<b>NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>35</b>
<b>5.3</b>	<b>COMPATIBILITÀ E INVARIANZA IDRAULICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>36</b>
<b>5.4</b>	<b>PERCORSO DI CONNESSIONE</b> .....	<b>38</b>
5.4.1	METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC .....	38
5.4.2	Interferenza I1 .....	41
5.4.3	Interferenza A1 .....	43
<b>6</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>46</b>
<b>6.1</b>	<b>CONSIDERAZIONI CLIMATICHE</b> .....	<b>46</b>
<b>6.2</b>	<b>SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO</b> .....	<b>47</b>
<b>6.3</b>	<b>ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE</b> .....	<b>48</b>



---

6.3.1 Pioggia di progetto – Metodo VAPI Sicilia .....	48
<b>6.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO .....</b>	<b>53</b>
<b>6.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA) .....</b>	<b>54</b>
6.5.1 Valutazione ante – operam .....	55
6.5.2 Valutazione post – operam .....	56
<b>6.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM RISPETTO ALL’INVARIANZA IDRAULICA .....</b>	<b>57</b>
<b>7 VERIFICHE E DIMENSIONAMENTO IDRAULICI .....</b>	<b>60</b>
7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL’AREA DI INTERVENTO.....	60
7.2 SISTEMA PER IL SUPERAMENTO DELLE INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ INTERNA .....	62
<b>8 CONCLUSIONE .....</b>	<b>63</b>



## 1 PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un nuovo **Impianto Agrivoltaico** denominato “**SIGON**” della potenza di 34 **MWac** integrato con sistema di accumulo da 36 MW, da installarsi nel territorio comunale di Catania, in Località “Sigonella” e relative opere di connessione nel comune di Catania.

La Società proponente è la **SOLAR CENTURY FVGC 7 S.R.L.**, con sede legale in Via Caradosso 9, 20123 Milano.

Il progetto in esame è in linea con quanto previsto dal: “Pacchetto per l’energia pulita (Clean Energy Package)” presentato dalla Commissione europea nel novembre 2016 contenente gli obiettivi al 2030 in materia di emissioni di gas serra, fonti rinnovabili ed efficienza energetica e da quanto previsto dal Decreto 10 novembre 2017 di approvazione della Strategia energetica nazionale emanato dal Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare.

L’opera ha dei contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati mitigati. Il progetto sarà eseguito in regime “agrivoltaico” che produce energia elettrica “zero emission” da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l’attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che fornisca energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

Tale opera si inserisce inoltre nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l’impianto agrivoltaico venga in antenna a 36 kV con la futura stazione di trasformazione 380/150/36 kV di Pantano d’Arce, previo ampliamento della stessa, da inserire in entra – esce al futuro elettrodotto RTN 380 KV “Paternò -Priolo.

Il presente documento riporta lo studio idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale interno ed esterno all’area impianto, la valutazione del rispetto dell’invarianza idraulica e lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell’impianto fotovoltaico, analizzando le eventuali interferenze dei diversi componenti con le aree a pericolosità idraulica e identificando, nel caso, la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse.

L’inquadramento della pericolosità e del rischio idraulico è riferito alla nuova variante del PAI 2018 dell’Adb del distretto idrografico della Sicilia/PGRA.

Il progetto affronta quindi lo studio idrologico idraulico delle aree scolanti di interesse delle opere del progetto fotovoltaico con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, come richiesto dal D.D.G. 102/2021, analizzando quindi il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione invarianza idraulica, delle variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione delle variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Tale studio è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d’Assetto Idrogeologico redatto dall’Autorità di Bacino della Sicilia, ed è costituito da:



- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCl);
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Nel seguito si è proceduto al dimensionamento del sistema di gestione acque meteoriche dell'area impianto, basato sullo studio della direzione di deflusso principale delle acque ante-operam e dei principali punti di scarico al "ricettore".

## **2 DATI DI RIFERIMENTO**

### **2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO**

La campagna investigativa topografica ha interessato tutta l'area di progetto in modo completo e dettagliato.

Dapprima sono stati ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie della regione Sicilia. In seguito a completamento dell'indagine e per verifica dei dati in possesso è stato condotto un rilievo topografico eseguito con GPS.

#### **2.1.1 Modello digitale del terreno Regione Sicilia**

Attraverso la fonte ufficiale Regione Sicilia è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 2x2 metri di tutta l'area di progetto.

#### **2.1.2 Rilievo topografico**

Nel mese di novembre 2022 è stato eseguito un rilievo topografico con GPS al fine di definire l'andamento plano-altimetrico del terreno e la presenza di interferenze nelle aree destinate alla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico.

### **2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO**

I seguenti documenti sono stati utilizzati come principali riferimenti per lo studio:

- Progetto VAPI Sicilia – Valutazione delle Piene in Sicilia;
- D. Lgs. 152/06 e smi;
- D.D.G. 102/2021 Regione Sicilia – Allegato 1 “indirizzi applicativi invarianza idraulica ed idrologica”;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D. Lgs. 49/2010;
- Regione Sicilia – Servizio Protezione Civile – Centro Funzionale Regionale. Precipitazioni medie Annali 1921-2002;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione – Relazione Generale;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Allegati Cartografici;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della regione Siciliana;
- Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione – Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate irrigation – FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual pubblicato da FHWA (Federal Highway Administration – US Department of transportation).

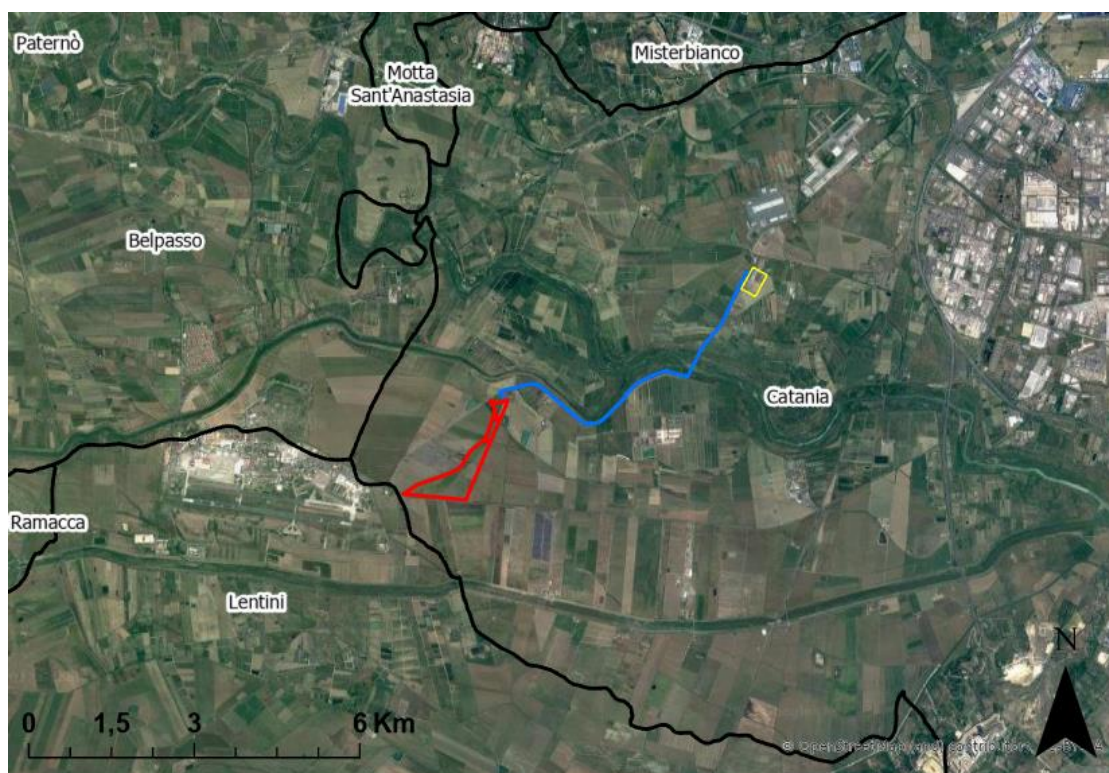


### 3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

#### 3.1 LOCALIZZAZIONE

L’impianto in oggetto ricade interamente all’interno del territorio comunale di Catania, nei pressi della zona industriale Pantano d’Archi, sia per l’installazione dei moduli fotovoltaici che per le opere di connessione.

L’impianto agrivoltaico Sigon è ubicato nel territorio comunale di Catania, a circa 15 km a sud-ovest dal centro abitato di Catania, in prossimità del confine occidentale del territorio comunale (circa 100 metri a est e circa 2000 metri a sud-est dal confine tra i comuni di Lentini e di Belpasso). Il sito risulta inoltre posto circa a 1 km a est dell’Aeroporto Aeronautico Militare di Sigonella (situato nel comune di Lentini) e a circa 6 km dall’abitato principale di Sigonella.







-  Connessione stazione
-  Area di progetto
-  Cavidotto di connessione
-  Confini comunali

Figura 3.1: Inquadramento territoriale dell’area di progetto

Il sito in oggetto risulta inoltre posto a circa 7,5 km a sud dal tracciato dell'autostrada A19 (autostrada Palermo-Catania), a circa 8 km a ovest del tracciato dell'autostrada A18 (autostrada Catania-Siracusa), a circa 2 km dalla strada provinciale SP104 e a circa 3 km dalla strada statale SS417.



Figura 3.2 Inquadramento stradale dell'area di progetto

Complessivamente l'area catastale presenta un'estensione di 54,57 ettari, di cui 42,12 ettari interessati all'impianto (area recinzione). L'area effettiva risulta suddivisa in tre sotto aree le cui superfici sono riportate nella tabella di seguito:

AREE	SUPERFICIE UTILE [HA]
C1	3,45
C2	3,06
C3	35,61
<b>TOT</b>	<b>42,12</b>



*Figura 3.3 Localizzazione cartografica delle aree cintate*

La connessione dell'impianto fotovoltaico alla Rete avverrà tramite la realizzazione di un cavidotto interrato di 36 kV dalla lunghezza di 5,16 Km dalla Cabina di connessione localizzata in Sito alla cabina di consegna presso la stazione Terna.

La linea di Connessione si estende nel territorio comunale di Catania e percorre una parte della Strada Provinciale n. 70ii e una parte della Strada Provinciale n.701.

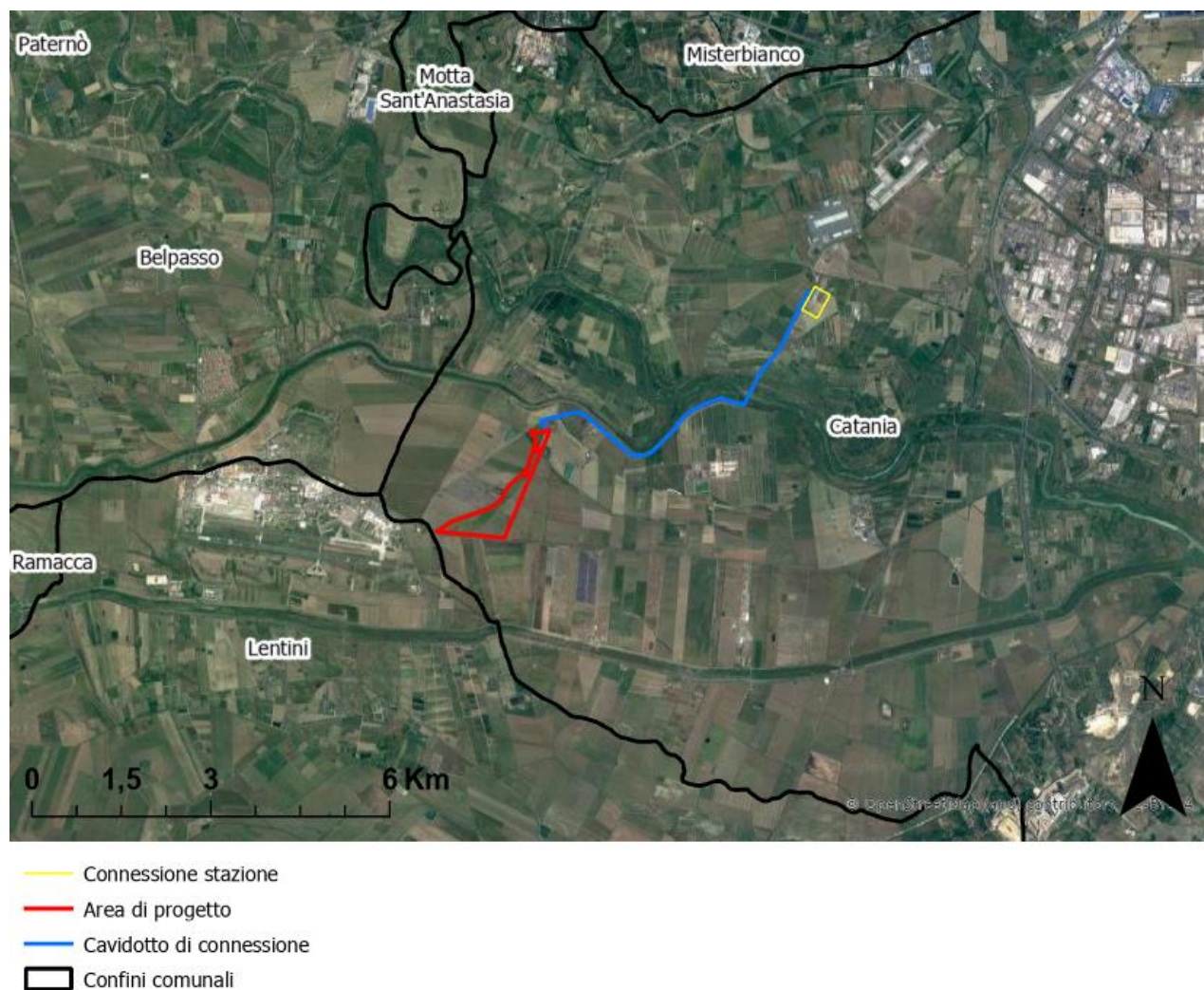


Figura 3.4 Inquadramento dell'area di progetto e della linea di connessione

### 3.2 COPERTURA DEL SUOLO

Nell'ambito dello studio idrologico e del calcolo è stata valutata sia la copertura del terreno sia l'uso del suolo dell'area di ubicazione delle opere dell'impianto fotovoltaico.

La zona nella quale verrà insediato il parco fotovoltaico (come la maggior parte delle aree circostanti) risulta caratterizzata nella sua quasi totalità da un uso agricolo, in particolare da seminativi semplici e colture erbacee estensive. Una limitata porzioni dell'area C3 risulta occupate da lago artificiale. Si evidenzia inoltre l'adiacenza di alcuni piccoli laghi artificiali lungo il confine.

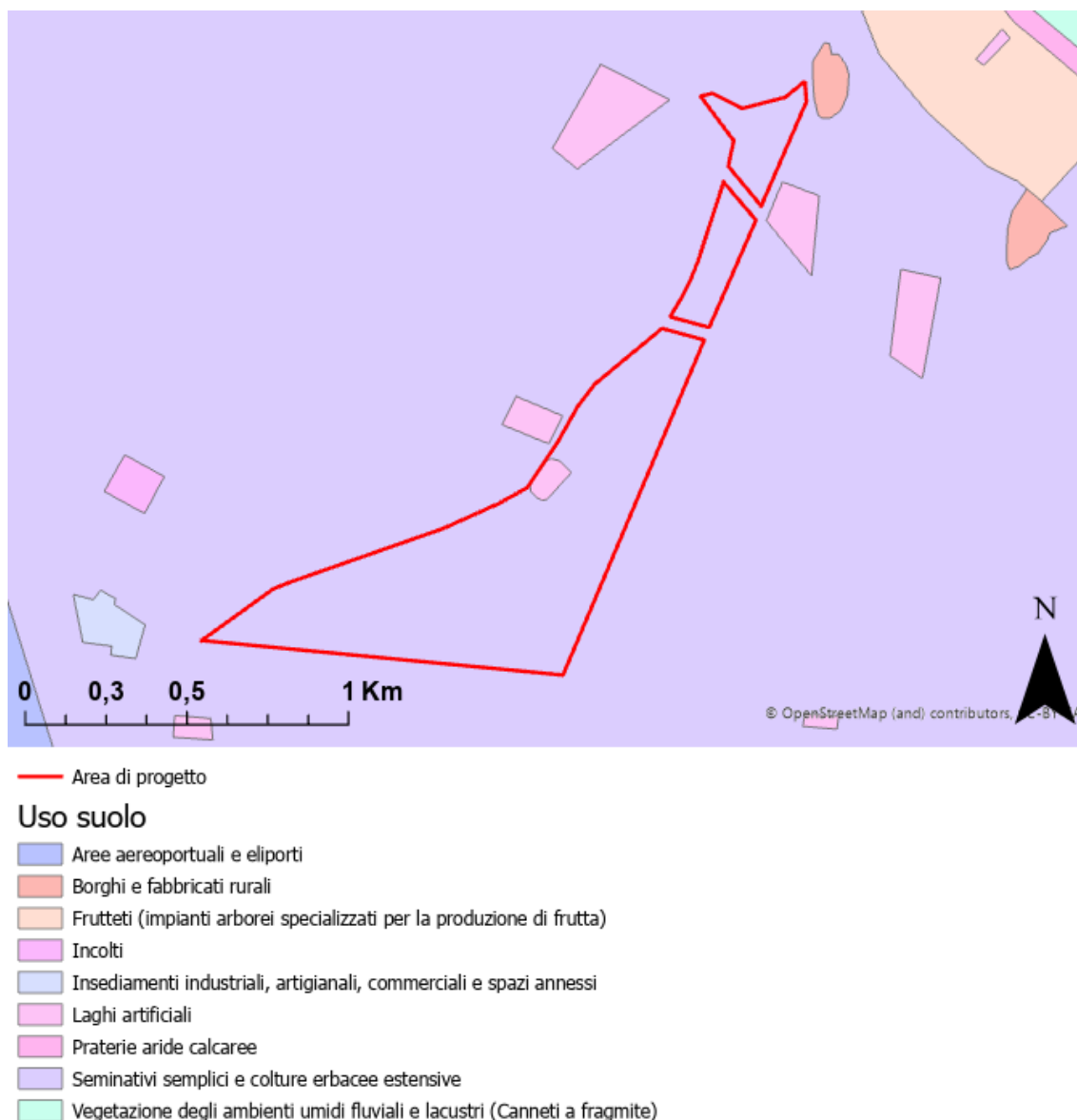


Figura 3.5 Stralcio carta uso del suolo Regione Sicilia - in rosso l'area di progetto

### 3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

#### 3.3.1 Inquadramento geologico generale

La località di Sigonella dal punto di vista geologico-strutturale appartiene alla Piana Costiera Alluvionale di Catania.

La Piana Costiera Alluvionale di Catania è caratterizzata da un complesso alluvionale, comprendente depositi alluvionali (talora terrazzati), depositi litorali e lacustri. In particolare, i vari depositi, sono localizzati lungo i principali affluenti del Fiume Simeto e sono costituiti prevalentemente da lenti e livelli discontinui di ghiaie e di sabbie limo-argillose.

Le proprietà idrogeologiche dei terreni affioranti nell'area in studio sono state desunte da due prove di premeabilità a carico costante tipo Lefranc eseguite in due sondaggi. I valori di permeabilità ricavati dalle suddette prove sono i seguenti:

- $K = 2.07 \cdot 10^{-5}$  cm/sec
- $K = 6.14 \cdot 10^{-6}$  cm/sec

Tali valori consentono di catalogare i litotipi di impostato, nella classe a permeabilità bassa. Da indagini geognostiche eseguite in zona è stata rinvenuta una falda alla profondità di circa 22.00 m dal piano campagna.



Area di progetto

Carta geolitologica d'Italia

 Alluvioni e terreni misti

Figura 3.6 Stralcio della carta geolitologica regionale - in rosso l'area di progetto

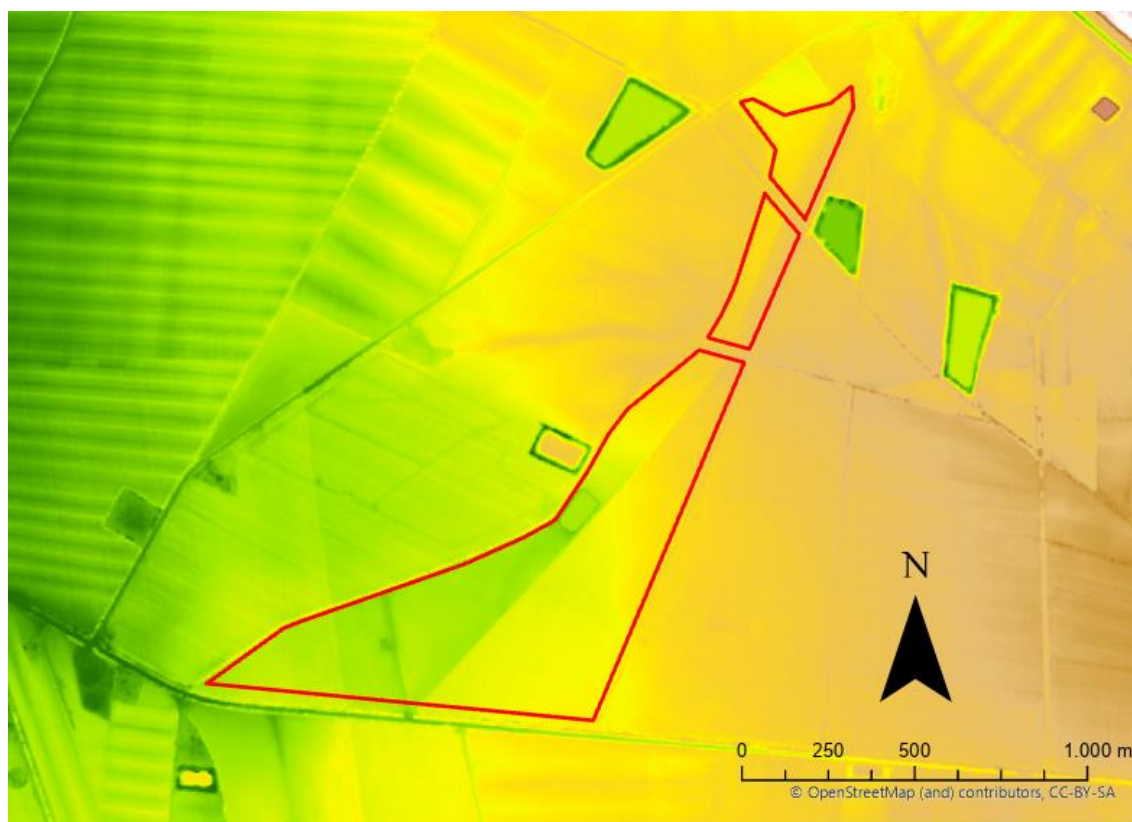
Per ulteriori considerazioni si fa riferimento alla relazione 2800\_5152\_SIGON\_PD\_R05\_Rev0\_RELAZIONE GEOLOGICA.

### 3.3.2 Aspetti geomorfologici

Dal punto di vista morfologico l'area in progetto risulta ubicata ad una quota media di 16 m s.l.m. e ricade in una zona prevalentemente pianeggiante da nord a sud nella zona delimitata dal Fiume Gornalunga e dal Fiume Dittaiono, e sfocia verso una zona a debole pendenza verso est, avvicinandosi alla foce del Fiume Simeto.

Come si nota in Figura 3.7, in accordo con il DTM del geoportale della regione Sicilia le tre aree di progetto, C1, C2 e C3 risultano degradanti dal punto di vista altimetrico procedendo da ovest verso est con un'acclività generalmente di bassa intensità (< 2%).

L'andamento regolare delle quote topografiche, l'assenza di qualsiasi forma di dissesto naturale, l'assenza di falda superficiale, fanno ritenere l'area in studio **"Morfologicamente stabile"**.



— Area di progetto

Elevazione

20,685

9,738

*Figura 3.7 Andamento altimetrico della zona in progetto*

Per ulteriori considerazioni si fa riferimento alla relazione  
2800\_5152\_SIGON\_PD\_R05\_Rev0\_RELAZIONE GEOLOGICA.

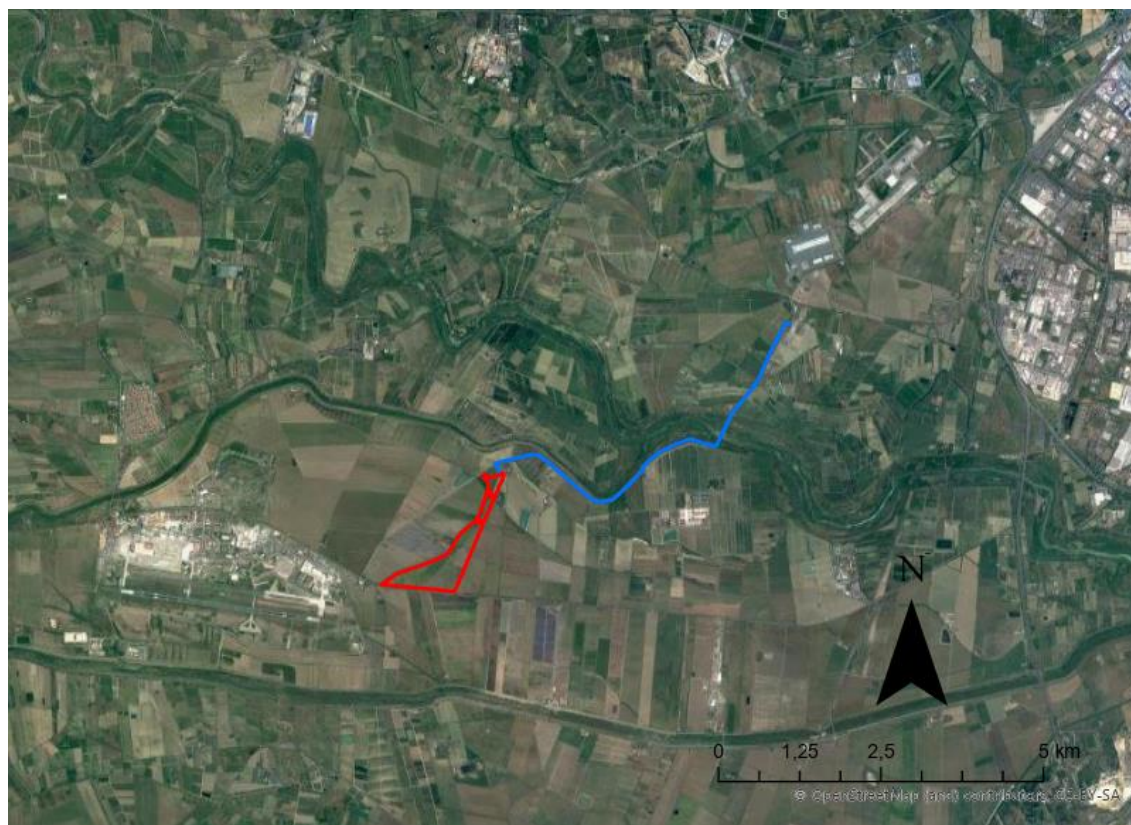


— Area di progetto

*Figura 3.8 Stralcio PAI Regione Siciliana, pericolosità geomorfologica (in rosso l'area di progetto)*

Come da Stralcio Cartografico sopra riportato si evidenzia che l'area di progetto non risulta essere interessata da Aree a Pericolosità Geomorfologica.





- Area di progetto
- Cavidotto di connessione

Figura 3.9 Stralcio PAI Regione Siciliana, pericolosità geomorfologica su area vasta

Come si evince dalla Figura 3.9 la linea di connessione risulta non essere interessata da Aree a Pericolosità Geomorfologica.

### 3.3.3 Circolazione Idrica Sotterranea

L'ultimo aggiornamento del Piano di Gestione del distretto idrografico della Sicilia è stato approvato con Deliberazione della giunta regionale della Regione Siciliana n.228 del 29 giugno 2016.

L'allegato 2b "Monitoraggio delle acque sotterranee" identifica un totale di 19 bacini idrogeologici suddivisi in 82 corpi idrici sotterranei.

Il sito in progetto ricade all'interno del bacino idrogeologico della Piana di Catania ed in particolare afferisce al Corpo Idrico Sotterraneo della Piana di Catania (ITR19CTCS01)

La Piana di Catania, che con i suoi 428 Km<sup>2</sup> di superficie è la più estesa delle pianure siciliane, è compresa tra il margine settentrionale dell'altopiano Ibleo e le propaggini meridionali dell'Etna. È costituita da depositi di tre principali corsi d'acqua che la attraversano con direzione all'incirca E-O: I Fiumi Simeto, Dittaino e Gornalunga.

L'acquifero principale è costituito sia dalle alluvioni e sabbie dunari recenti, sia dalle sabbie e ghiaie del Siciliano. Le perforazioni eseguite mostrano in particolare che questi livelli sono molto permeabili e contengono una falda artesianiana. La loro alimentazione, oltre alle precipitazioni locali, proviene dai fiumi che incidono la piana e dai torrenti recenti o antichi (letti fossili), che discendono dalle colline limitrofe.

L'acquifero alluvionale, rappresentato da 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 semi-confinatate. Tale eterogeneità granulometrica condiziona, infatti, l'esistenza e il movimento delle acque sotterranee in seno al complesso alluvionale, il quale poggia su sedimenti di natura prevalentemente pelitica di età plio-pleistocenica.

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 e di più elevata permeabilità dei depositi alluvionali.

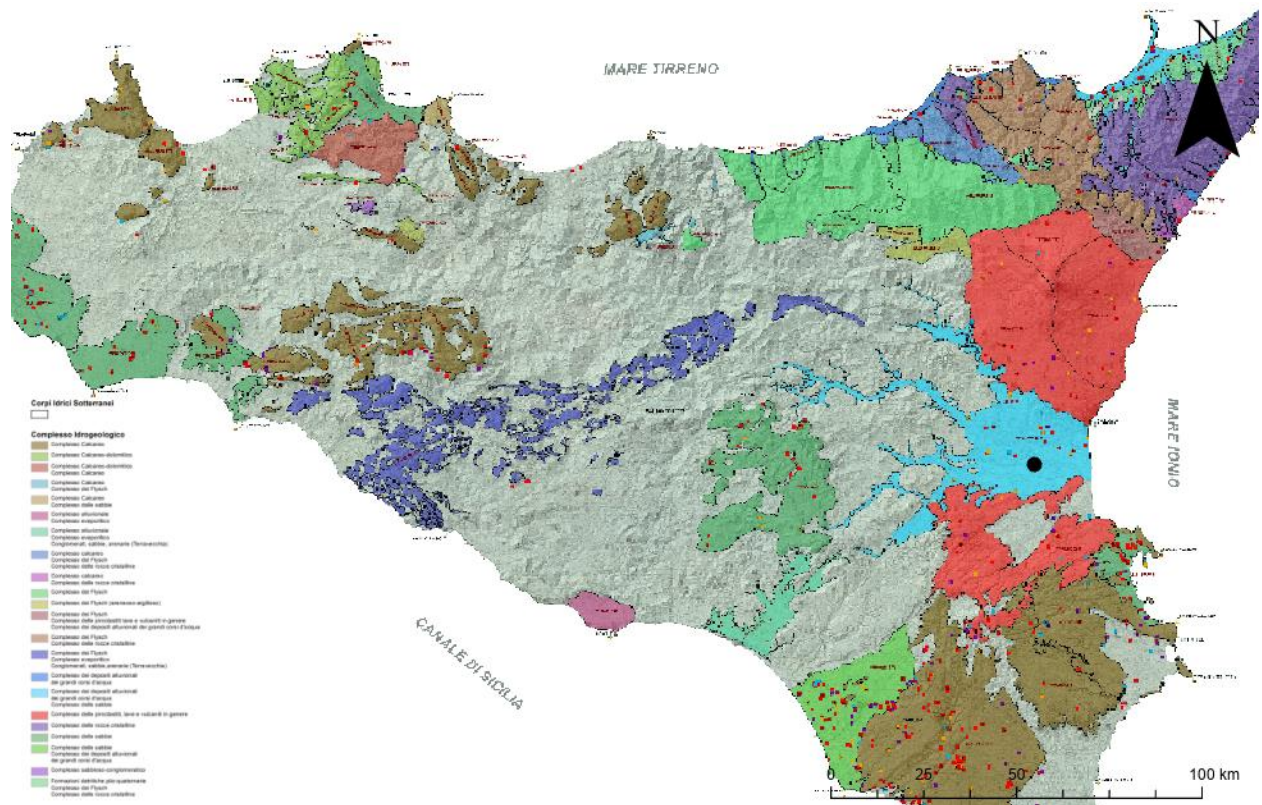


Figura 3.10 Stralcio della Tavola B1 Carta dei Corpi idrici sotterranei e delle stazioni di monitoraggio del Piano di gestione delle acque del distretto idrografico della Sicilia (in nero l'area di progetto)

### 3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

La Sicilia, estesa complessivamente 25,707 km<sup>2</sup>, è stata suddivisa in 102 bacini idrografici e aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori. Nel caso in esame l'area di interesse per il progetto ricade all'interno dell'"Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094)".

Il Bacino del Fiume Simeto ricade nel versante orientale della Sicilia, occupa un'area complessiva di 4029 Km<sup>2</sup>.

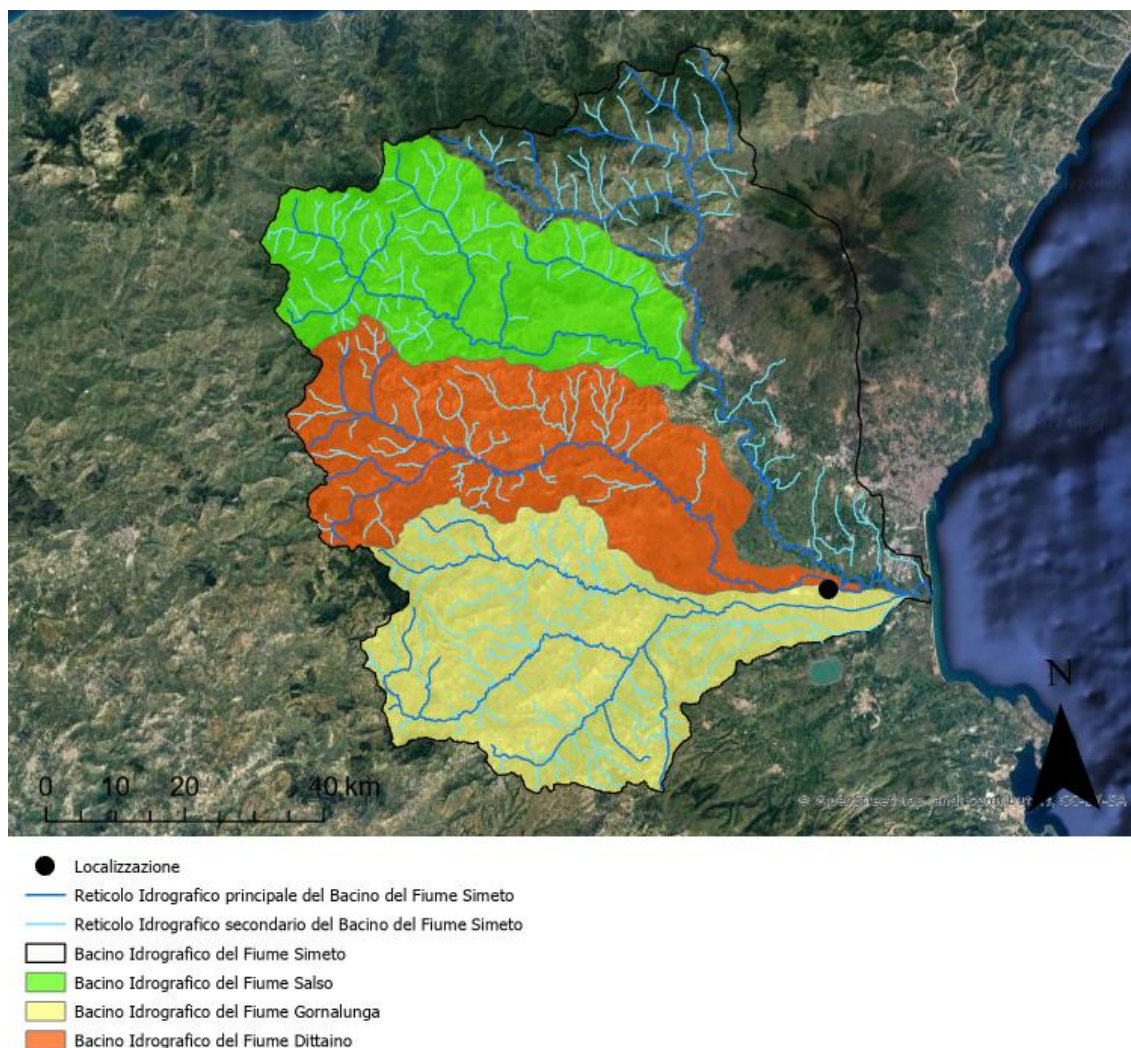
Il Fiume Simeto, propriamente detto, nasce dalla confluenza tra il Torrente Cutò, il Fiume Martello e il Torrente Saracena, nella pianura di Maniace. I suddetti corsi d'acqua si originano dai rilievi dei Monti Nebrodi, nella parte settentrionale del Bacino.

Il limite del Bacino interessa gran parte dei rilievi montuosi della Sicilia centro-orientale in particolare, lo spartiacque del bacino corre ad est in corrispondenza dei terreni 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 Fiume 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 Fiume Salso 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 e dalla mancanza di una vera e propria rete idrografica principale sulle formazioni vulcaniche molto permeabili dell'Etna.



*Figura 3.11 Idrografia del Bacino Idrografico del Fiume Simeto*

Il sito in progetto insiste sul sottobacino del Gornalunga (1001 Km<sup>2</sup>) ha origine dai Monti Erei e oltre al corso d'acqua principale, sul quale è stato realizzato il serbatoio Don Sturzo (o Ogliastro), 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.

Alla scala locale il sito risulta essere circa 9 chilometri a monte della confluenza tra il Fiume Gornalunga e il Fiume Simeto.



Figura 3.12 Idrografia attorno al sito in progetto

All'interno dell'area di progetto non ricadono corsi d'acqua principali e secondari, ma risultano presenti due canali irrigui consortili (uno passante tra l'area S1 e S2 e l'altro passante tra l'area S2 e S3) e percorsi di drenaggio che scorrono in punti non definiti ma separati.

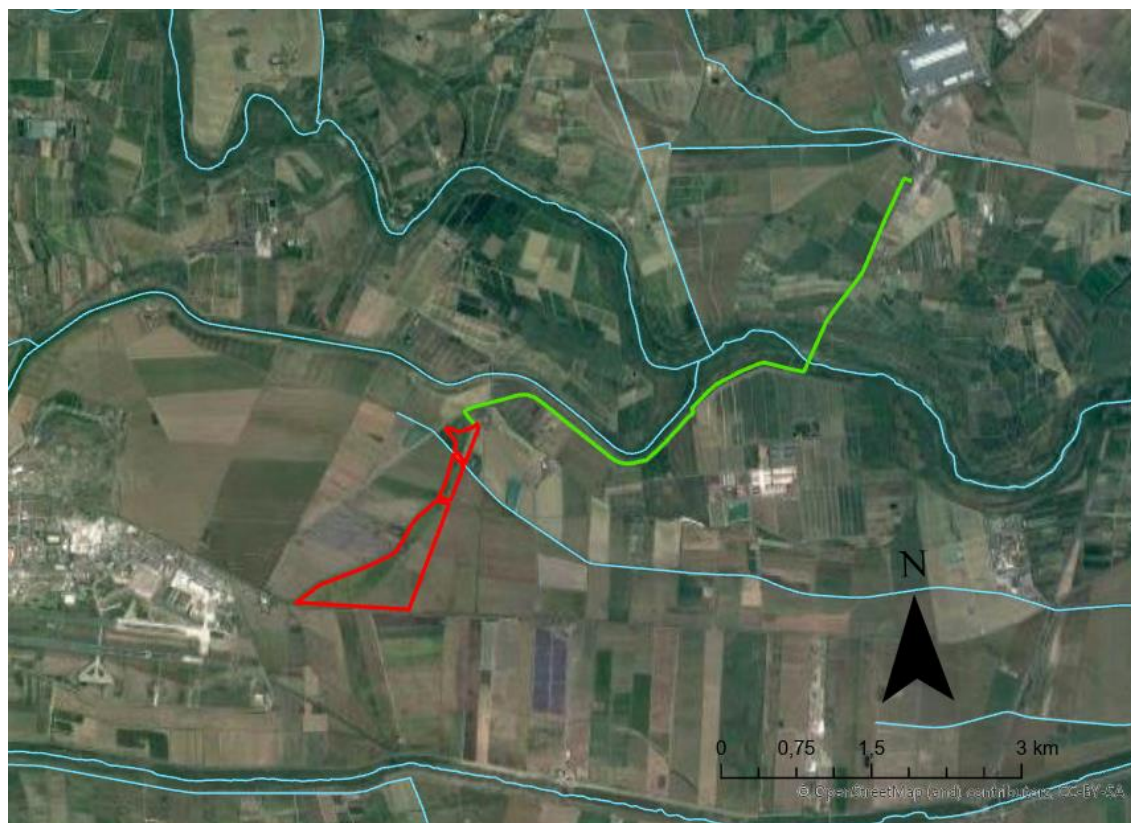
La rete esistente è descrivibile come l'unione di:

- Percorsi principali di drenaggio episodici naturali senza spesso solchi ben definiti;
- Rete agricola presente che ogniqualvolta avviene una coltivazione viene rinnovata e con scarico nei fossi esistenti e irrigui;
- Rete stradale antropica in fossi depressi;

### 3.4.1 DBPRIOR10K

Il progetto "Strati di priorità di interesse Nazionale" (DBPrior10k), è stato realizzato nell'ambito di intesa Stato-Regioni-Enti Locali sui Sistemi Informativi Geografici (Intesa GIS) a partire dal settembre 2003, ed è stato consegnato dal Centro Interregionale, che ne ha svolto la direzione lavori nel giugno 2005. Esso rappresenta la copertura della viabilità stradale e ferroviaria, dell'**idrografia** e dei limiti amministrativi, in scala 1:10 000, del Territorio Nazionale. Tramite il progetto DBPRIOR10K è disponibile il reticolo idrografico dei bacini facenti parte di tale progetto, tra i quali quindi la Sicilia Orientale.

Il tracciato del cavo di connessione interferisce con il reticolo idrografico.



- Area di progetto
- Cavidotto di connessione
- Elementi Idrici

Figura 3.13 Reticolo idrografico secondo il DBPRIOR10K

### 3.4.2 Istituto Geografico Militare (IGM)

L'Istituto Geografico Militare (IGM) ha il compito di fornire supporto geo-topo-cartografico alle Unità e ai Comandi dell'Esercito Italiano. L'istituto svolge le funzioni di ente cartografico dello Stato ai sensi della Legge n.68 del 2 febbraio 1960 ed opera alle dipendenze del Comando Militare della Capitale.

Il Geo-portale Nazionale fornisce un servizio di consultazione delle cartografie in formato WMS (Web Map Service) contenenti specifiche informazioni territoriali.

In particolar modo, è stata consultata la cartografia di base a scala 1: 25.000 dell'IGM per il recepimento di informazioni territoriali e l'identificazione di nuove interferenze.

Le interferenze con il reticolo idrografico mappato dall'IGM sono state verificate tramite ortofoto satellitare.

Il tracciato del cavo di connessione interferisce con elementi idrografici riportati nella carta catastale dell'IGM.

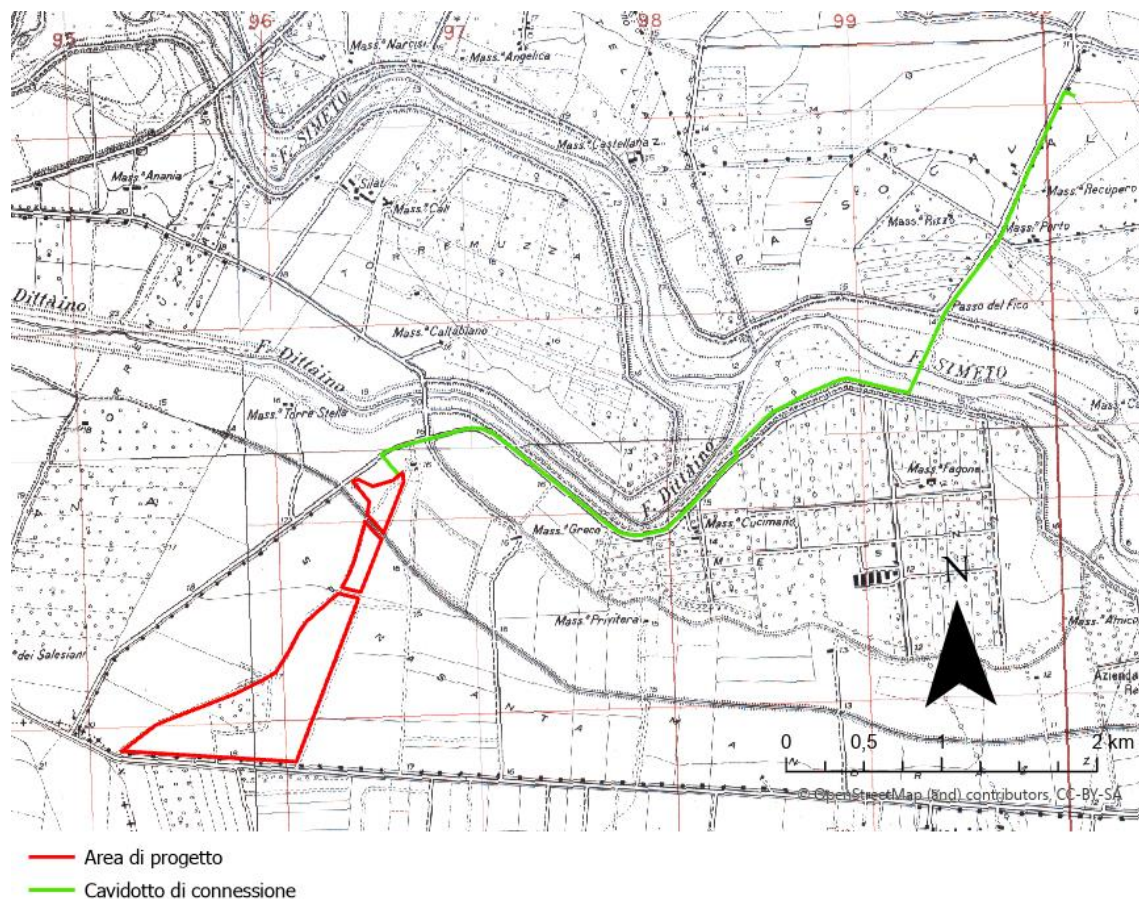


Figura 3.14 Cartografia di base scala 1:25000 dell'IGM

### 3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO

Il comune di Catania appartiene al Distretto Idrografico della Sicilia ed in particolare ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Gornalunga, che a sua volta risulta essere parte del bacino idrografico del Fiume Simeto.

#### 3.5.1 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

La Direttiva Comunitaria "Alluvioni" 2007/60/CE del 23 ottobre 2007, derivata dalla più generale Direttiva Comunitaria "Acque" 2000/60/CE, istituisce un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e persegue l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.

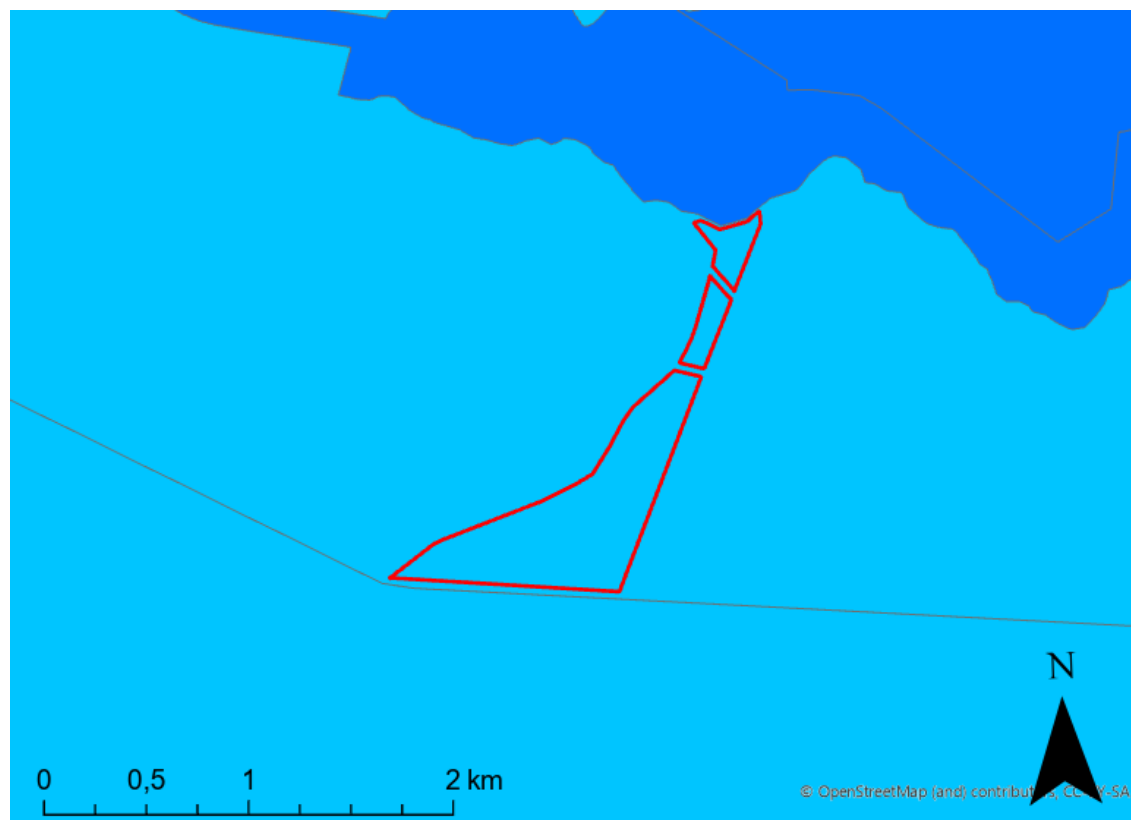
La direttiva Alluvioni è stata recepita in Italia dal D. Lgs. 49/2010 che ha introdotto il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) da predisporre per ciascuno dei distretti idrografici individuati nell'art. 64 del D. Lgs. 152/2006.

Per il Distretto Idrografico della Regione Sicilia a seguito della procedura di adozione da parte della Conferenza Istituzionale permanente con delibera n. 5 del 22/12/2021 è stato approvato il 1° aggiornamento del PGRA (2021-2027) afferente al 2° ciclo di gestione.

La definizione degli scenari di probabilità del Distretto Idrografico della Sicilia partendo dalle indicazioni fornite dal D. Lgs. 49/2010 tiene conto innanzitutto dell'origine dell'alluvione (fluviale, pluviale, marina

da elevato trasporto solido). Per le alluvioni di origine fluviale i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni sono i seguenti:

- **aree ad alta pericolosità (HPH):** aree inondabili con tempo di ritorno minore o uguale di 50 anni;
- **aree a media pericolosità (MPH):** aree inondabili con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale di 100 anni;
- **aree a bassa pericolosità (LPH):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 100 anni e minore o uguale a 300 anni.



— Area di progetto

#### PGRA

■ Pericolosità alta

■ Pericolosità media

■ Pericolosità bassa

*Figura 3.15 Stralcio del PGRA 2021 e ubicazione dell'area di progetto (in rosso).*

L'area di progetto, come si evince dalla Figura 3.15 ricade all'interno della fascia di pericolosità media individuata dal PGRA.

Per quanto riguarda invece la linea di connessione si nota come risulta ricadere all'interno della fascia di pericolosità alta individuata dal PGRA, dovuta all'esondazione del Fiume Dittaino e Simeto.

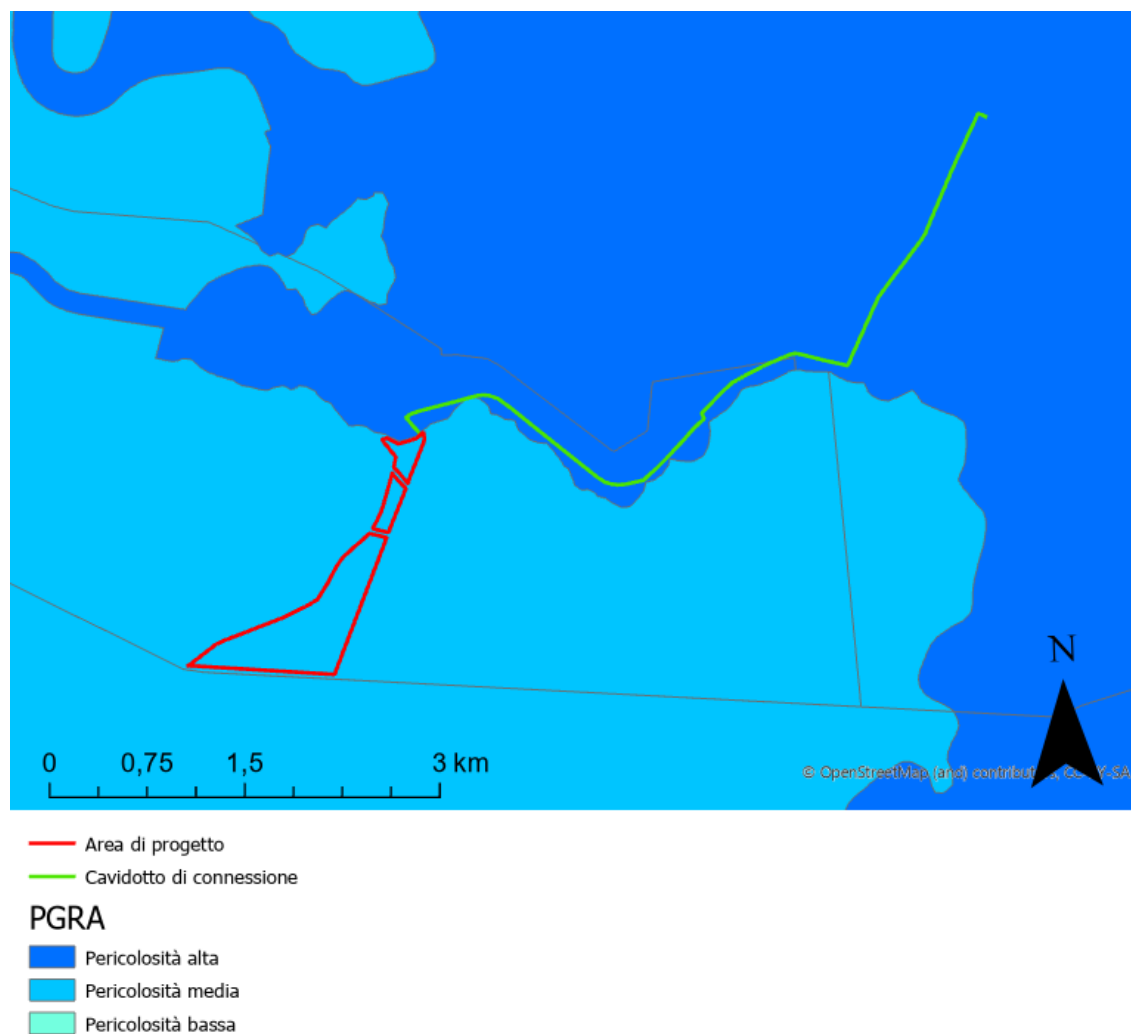


Figura 3.16 Stralcio del PGRA 2021, in rosso l'area di progetto ed in verde la linea di connessione

### 3.5.2 Piano Stralcio di Bacino per L'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi dell'Art. 17, comma 6 ter, della Legge 183/89 e dell'Art.1, comma 1, del DL 180/98 e s.m.i., ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico del territorio Siciliano.

Il riferimento territoriale del PAI, la Regione Sicilia è stata assimilata ad un unico bacino di rilievo regionale. La Sicilia è stata suddivisa in 102 bacini idrografici e aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori. Per ogni bacino idrografico è stato realizzato un piano stralcio. I piani sono pubblicati singolarmente, nel caso di bacini idrografici di maggiore estensione o le isole minori, o raggruppati nel caso dei bacini idrografici meno estesi e delle aree territoriali intermedie. Nel caso in esame l'area di interesse per il progetto ricade all'interno delle aree di competenza del PAI "Bacino del Fiume Simeto (94)".

Il Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico è stato redatto dall'Assessorato al Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, Dipartimento di Territorio e Ambiente, soggetto istituzionalmente deputato alla sua elaborazione; per l'aspetto idrologico-idraulico ci si è avvalsi della consulenza del Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università degli studi di Palermo.



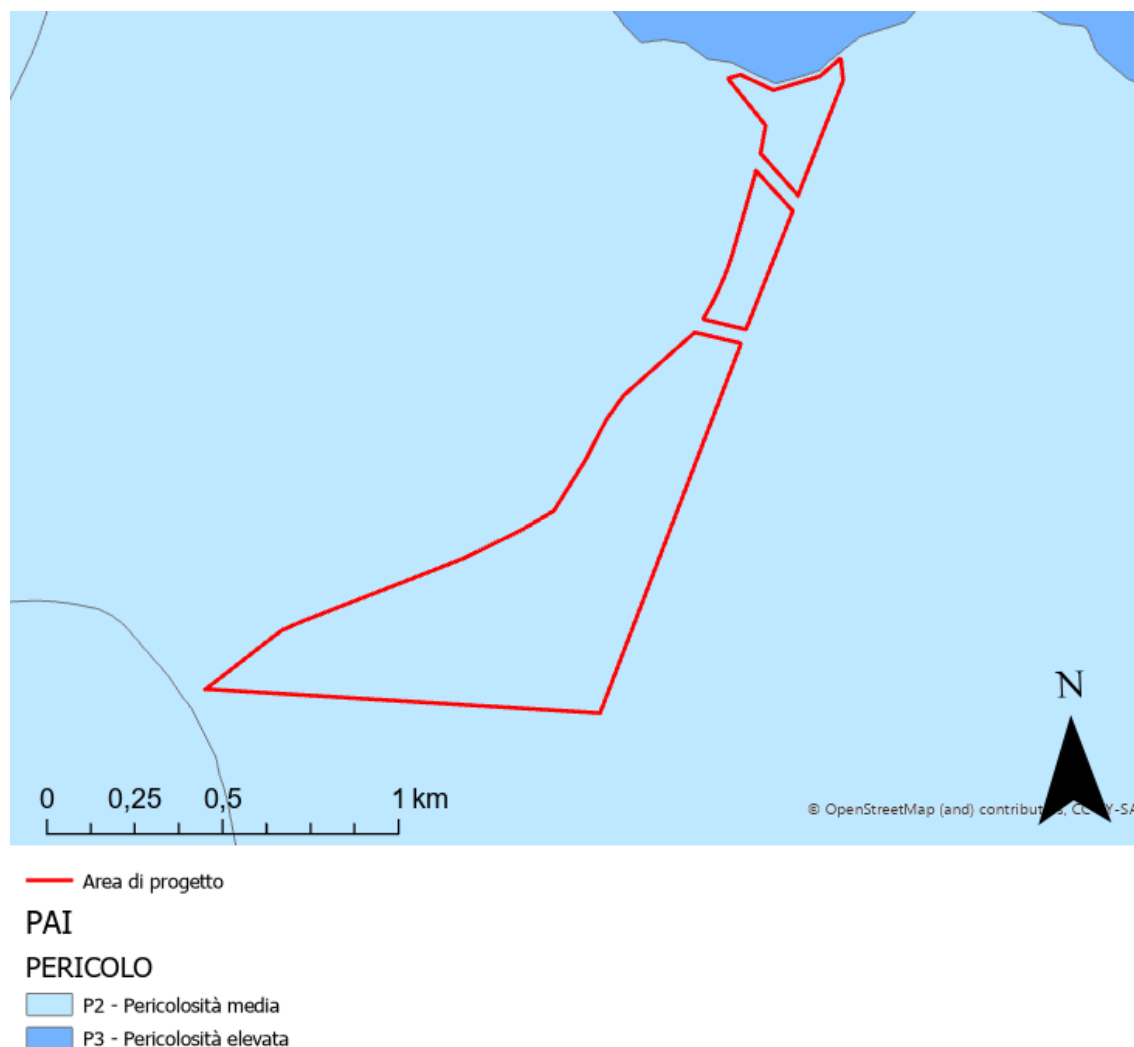


Figura 3.17 Stralcio carta PAI 2018 e area di progetto in rosso

L'area di progetto come si evince dalla Figura 3.17 rientra all'interno delle fasce di pericolosità media (P2) del PAI, inoltre non risulta ricadere all'interno dei siti di attenzione, intesi come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio.

Per quanto riguarda invece la linea di connessione si evince dalla figura di seguito come attraversi la zona classificata con pericolosità elevata (P3) relativamente alle esondazioni dell'alveo principale del fiume Dittaino e Simeto.



Figura 3.18 Stralcio carta PAI 2018 e area di progetto in rosso, in verde la linea di connessione

Ai sensi dell'articolo 27 dell'NTA del Piano per l'Assetto Idrogeologico, rientrando l'area di progetto nella fascia di pericolosità media P2 è stata valutata la compatibilità idraulica riportata al paragrafo 5.3.

## **4 STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI**

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra con strutture di tipo tracker e di tipo fisso in relazione alla morfologia dei suoli con tecnologia a moduli BI-facciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- Analisi vincolistica;
- Scelta della tipologia impiantistica;
- Ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica;
- Disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Inoltre il layout dell'impianto è stato progettato considerando le seguenti specifiche:

- Aree con strutture Tracker:
  - Larghezza tracker 2,384 m;
  - Altezza massima 2,62 m,
  - Larghezza viabilità perimetrale 4,00 m, interna al Sito 3,50 m;
  - Rispetto dei confini catastali di circa 15,00 m.

Tabella 4.1: Dati di progetto

IMPIANTO	STRUTTURA (PITCH 9.5 M)	N MODULI X STRUTTURA	N STRUTTURE	N MODULI COMPLESSIVI	POTENZA MODULO (WP)	POTENZA COMPLESSIVA (MWP)
SEZIONE C1	TIPO 1: 28x2	56	32	1792	690	1,24
	TIPO 2: 14x2	28	12	336	690	0,23
TOTALE SEZ C1						1,47
SEZIONE C2	TIPO 1: 28x2	56	55	3080	690	2,13
	TIPO 2: 14x2	28	8	224	690	0,15
TOTALE SEZ C2						2,28
SEZIONE C3	TIPO 1: 28x2	56	733	41048	690	28,32
	TIPO 2: 14x2	28	100	2800	690	1,93
TOTALE SEZ C3						30,26
<b>TOTALE</b>			<b>940</b>	<b>49280</b>		<b>34,00</b>



Figura 4.1 Layout di Progetto

#### 4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

#### 4.2 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 34 MW è così costituito da:

- n.1 cabina di smistamento. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;



- n.1 cabina di raccolta 36 kV di connessione. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n. 12 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- n. 1 locale magazzino;
- n. 1 locale ad uso ufficio;
- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno;
- L'impianto è completato da:
  - tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
  - opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per i dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda agli elaborati dedicati.

#### **4.2.1 Moduli fotovoltaici e strutture**

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, indicativamente della potenza di 690 Wp, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica ed è realizzata assemblando in sequenza diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato.

- vetro temperato con trattamento anti-riflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino.

#### **Struttura di tipo tracker**

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a +55° -55°.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni anti furto.
- Le caratteristiche generali della struttura sono:
  - materiale: acciaio zincato a caldo
  - tipo di struttura: Tracker fissata su pali
  - inclinazione sull'orizzontale +55° -55°
  - Esposizione (azimut): 0°
  - Altezza min: 0,72 m (rispetto al piano di campagna)
  - Altezza max: 4,78 m (rispetto al piano di campagna)

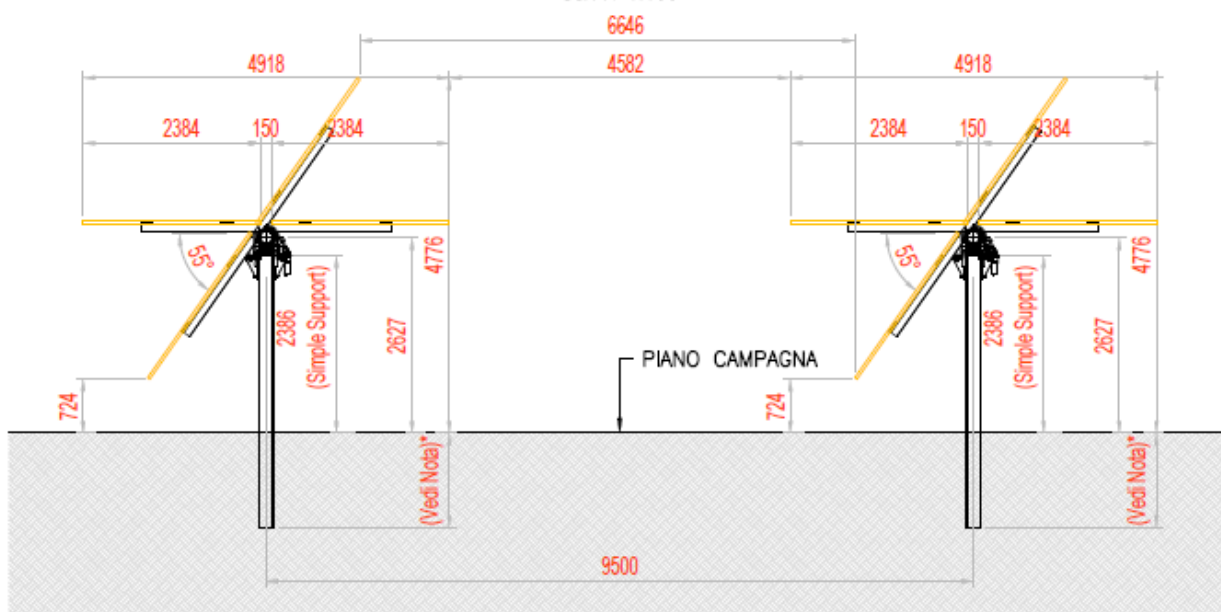


Figura 4.2: Particolare strutture di sostegno moduli tracker



Figura 4.3: Esempio di struttura a tracker monoassiale

In via preliminare è prevista una tipologia di portale costituito da 28 moduli, montati con una disposizione su una fila in posizione verticale.

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Durante la fase esecutiva, sulla base della struttura tracker scelta saranno definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di fondazione più adatta.

#### 4.2.2 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto, la recinzione sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

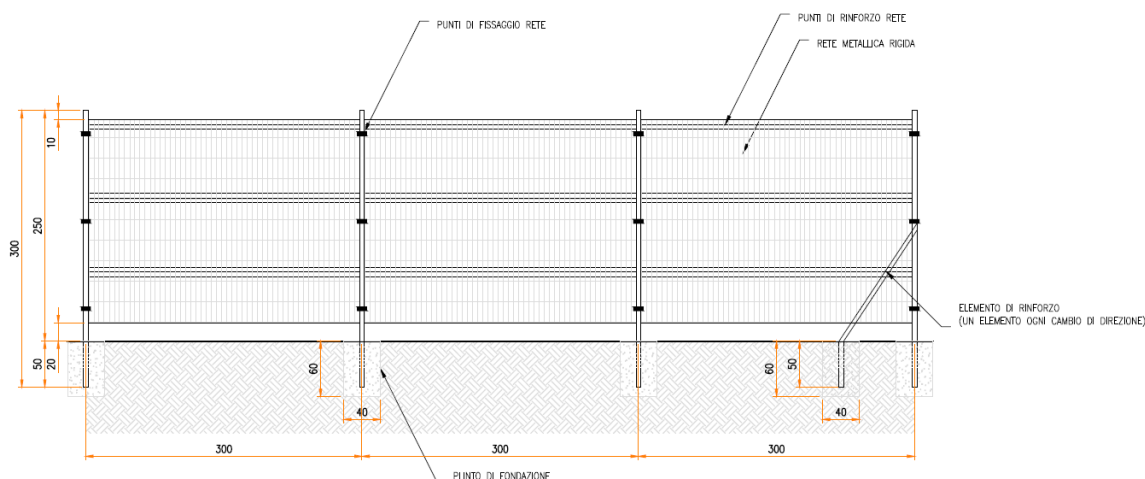


Figura 4.4: Particolare recinzione

Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 20 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

È stato previsto di mantenere una distanza di 7,5 m dalla recinzione medesima quale fascia antincendio e ubicazione delle strade perimetrali interne, dove non sarà possibile disporre i moduli fotovoltaici.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di 6 cancelli carrabili, due per ciascuna sottoarea.

Nella figura seguente si riporta il particolare dell'accesso al campo FV.

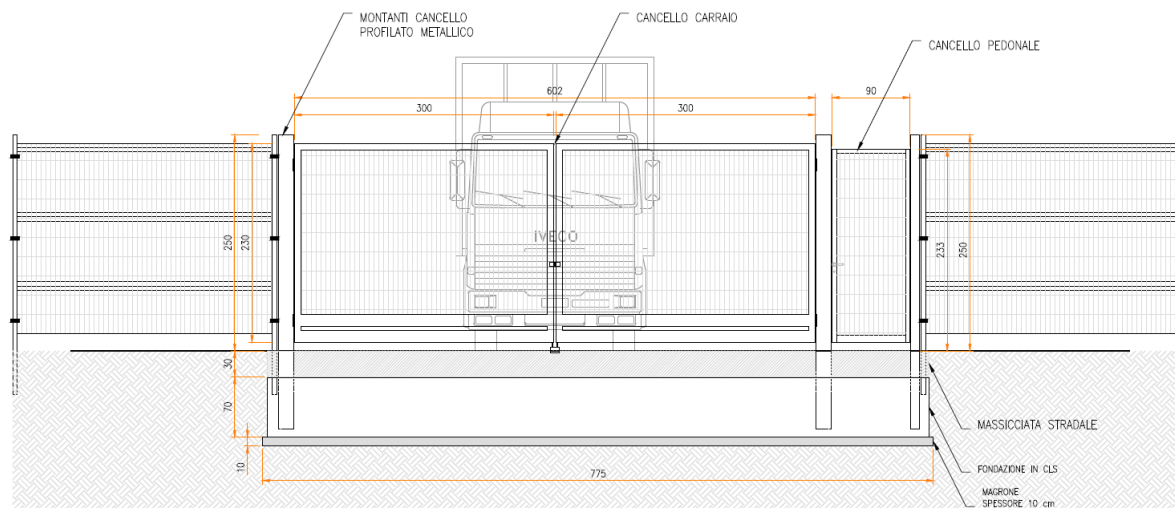


Figura 4.5: Particolare accesso

#### 4.2.3 Cabine di campo

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a livello di tensione 36 kV.

Le cabine saranno costituite da elementi prefabbricati suddivisi in più scomparti e saranno progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. Le pareti e il tetto saranno tali da garantire impermeabilità all'acqua e il corretto isolamento termico. Il locale avrà le dimensioni indicative riportate nell'elaborato grafico dedicato e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Per ognuna delle cabine è indicativamente prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

#### 4.2.4 Cavi di potenza e di controllo

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione, alternata alta tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le tre sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che





garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Sia per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

#### **4.2.5 Rete di drenaggio interna**

Sarà realizzata una rete di drenaggio in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente.

La rete drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto. I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre il valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi.

#### **4.2.6 Viabilità interna di servizio e piazzali**

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto (larghezza 3,5 m) e lungo il perimetro (larghezza 4 m).

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Le strade verranno realizzate, previo scavo di 30 cm dal piano campagna, con un pacchetto di 40 cm (30 cm di strato di fondazione + 10 cm di strato di finitura) così da risultare circa +10 cm dal piano campagna.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

## **5 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE**

### **5.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZE**

I paragrafi 3.4 e 3.5 individuano i possibili punti/tratti di interferenza tra le opere in progetto ed il reticolo idrografico esistente. Si è fatto riferimento al PAI, al PGRA e al DBPRIOR10K. In aggiunta, è stata consultata la cartografia di base su scala 1: 25.000 disponibile sul Geo-portale Nazionale per l'identificazione di canali minori.

All'interno dell'area di progetto recintata si riscontra l'area di pericolosità idraulica media secondo il PAI ed il PGRA, e si segnala un'interferenza del cavo di connessione con la zona soggetta a pericolosità idraulica alta (asta principale del fiume Dittaino, Figura 3.16 e Figura 3.18) inoltre si segnalano interferenze rispetto al reticolo idrografico del progetto "Strati Prioritari di Interesse Nazionale" DBPRIOR10K (Figura 3.13) e rispetto alla cartografia di base IGM (Figura 3.14).

Le soluzioni adottate per le interferenze con la linea di connessione sono di tipo 'trenchless', ovvero una tipologia di interrimento del cavo che non prevede il tradizionale scavo a cielo aperto. Esempi di tecnologie trenchless sono TOC, microtunnel e spingitubo.

Tuttavia non è sempre necessario interrare i cavi con tecnologie prive di trincea. Nei lunghi periodi di secca, tipici delle stagioni estive, sono consentiti gli scavi tradizionali purché il cavo venga interrato di almeno 1.5 metri dal punto di impluvio. Nei paragrafi successivi viene analizzata la compatibilità idraulica assumendo la condizione critica del cantiere durante la stagione più piovosa e quindi quando sono necessarie le tecnologie trenchless.



- Area di progetto
- Cavidotto di connessione
- Punti di interferenza

Figura 5.1 Identificazione di tutte le interferenze riscontrate lungo il tracciato di connessione

La tabella di seguito riporta un riepilogo dei vari punti analizzati lungo il percorso di connessione, indicando il livello di pericolosità individuato e la tecnologia prevista per la risoluzione dell'interferenza ove presente.

Tabella 5.1 Interferenze con il percorso di connessione

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ/TIPO	RISOLUZIONE
A1	Area allagabile	Alta (PAI/PGRA)	Cavo interrato
I1	Fiume Simeto	Alta (IGM/DBPRIOR10K)	TOC

## 5.2 NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nell'area di progetto risulta dal catasto e da un sopralluogo la presente un reticolo idrografico consortile esistente composto localmente da due canali che sono localizzati, uno tra il sito C1 e C2 e l'altro tra il sito C2 e C3. Tale vincolo è stato recepito nel progetto non considerando le aree comprese in una fascia di rispetto di 10 metri per garantire la compatibilità idraulica come mostrato in Figura 5.2.



Figura 5.2 perimetrazione sito e reticolo idrografico esistente

I canali di principale importanza risultano compresi tra C3 e C2 e tra C2 e C1.

### 5.3 COMPATIBILITÀ E INVARIANZA IDRAULICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Sulla base dei risultati del PGRA/PAI Sicilia e delle classificazioni, unitamente all'analisi del DTM e delle curve di livello è stato valutato l'ordine di grandezza di tirante durante eventi intensi durante eventi eccezionali con tempo di ritorno caratteristico della fascia P2 pari a circa 1,2 metri.



Figura 5.3: Profilo altimetrico e planimetria con aree allagabili (PAI) – area di alta in blu e area di media in azzurro

Il tirante idraulico non crea interferenza con la struttura dei tracker e inoltre l'installazione dell'impianto non modificherà l'idrodinamica fluviale e non determinerà variazioni del regime idrodinamico né di monte né di valle.

Per quanto riguarda i cabinati, essendo posizionati nelle zone altimetriche più elevate dell'area di progetto, per la maggior parte di essi è possibile ridurre la vulnerabilità mediante un rialzo pari a 10 centimetri dal piano campagna di progetto; mentre per i cabinati localizzati in zone più depresse si quantificherà il rialzo in fase di progettazione esecutiva.

Nel corso della fase esecutiva sarà realizzato uno studio di dettaglio idrologico e idraulico per verificare la pericolosità e vulnerabilità dell'impianto con valutazione del rischio finale.

Le condizioni del sito saranno mantenute sostanzialmente invariate attraverso il rispetto della topografia esistente, della rete di drenaggio esistente e degli scarichi esistenti.

Inoltre è prevista la modifica di uso del suolo attuale, con l'inserimento dei pannelli fotovoltaici e l'inerbimento perenne che determina il miglioramento delle condizioni di stabilità superficiali e antierosive del terreno.

La porzione di territorio che subirà la trasformazione sono le aree occupate dai Cabinati.

Nel caso di impermeabilizzazioni quali cabinati ai sensi di quanto prescritto in merito alla verifica di rispetto del principio di invarianza idraulica ai sensi del D.D.G. 102/2021 nelle zone con superficie minore o uguale a 1 ha di superficie impermeabile, si applicano i requisiti minimi per la realizzazione del sistema di raccolta, infiltrazione e/o laminazione delle acque piovane. Il volume complessivo dei predetti sistemi non potrà essere inferiore a 500 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile interna alle suddette zone.

Le tipologie di cabinati, classificate in funzione delle dimensioni planimetriche, sono 6. Di seguito in tabella si riportano le dimensioni e il volume di laminazione minimo di invaso per ogni singola tipologia di cabinato.

*Tabella 5.2: Volume di laminazione del singolo cabinato.*

TIPOLOGIA	LARGHEZZA [m]	PROFONDITA' [m]	VOLUME DI LAMINAZIONE [m <sup>3</sup> ]
1	5,99	2,29	0,69
2	12,12	2,46	1,49
3	37,79	10,1	19,08
4	10	3,3	1,65
5	7	5,8	2,03
6	14,2	7	4,97

## **5.4 PERCORSO DI CONNESSIONE**

Per quanto riguarda le linee di connessione, l'interferenza individuata ricade all'interno dell'area di pericolosità idraulica alta, denominata I1. Si è poi identificata l'area allagabile A1.

Segue un'analisi dettagliata delle interferenze riscontrate.

### **5.4.1 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC**

#### Analisi qualitativa

In seguito all'identificazione dei punti di interferenza, per gli attraversamenti dei corsi d'acqua naturali/antropici è stata effettuata un'analisi qualitativa di stabilità dei tratti di interesse. L'analisi è stata condotta sulla base delle indicazioni HEC-20 – Stream Stability at Highway Structures – FHWA.

Per ognuno è stato assegnato un valore numerico totale derivante dall'analisi qualitativa multicriteria al quale corrisponde una categoria di stabilità dell'alveo: eccellente, buono, moderato, cattivo stato.

Gli indicatori di stabilità considerati sono stati:



- i. caratteristiche e attività del bacino e delle golene: è stato valutato il grado di interferenza dovuto all'esercizio di attività come pascoli, allevamenti, costruzioni, infrastrutture, ecc.
- ii. periodicità caratteristica: periodicità e frequenza del flusso (effimero, regolare, flash flood, ecc.) e clima (umido, semiarido, arido);
- iii. classificazione geomorfologica del canale;
- iv. presenza e tipologia di aree golenali. Grado di confinamento, quindi se il canale è delimitato da argini, infrastrutture;
- v. materiale di fondo e granulometria tipologica;
- vi. presenza delle barre e caratteristiche dell'asta (pendenza longitudinale, il rapporto tra larghezza/altezza della sezione di interesse);
- vii. potenziali ostruzioni;
- viii. caratteristiche dello stato delle golene e delle sponde;
- ix. pendenza media delle sponde;
- x. grado di protezione delle sponde sulla base della copertura vegetale o di opere di ingegneria;
- xi. valutazione del livello di frastagliamento della sponda;
- xii. segni di cedimenti delle golene ed eventuali evidenze di trasporto di materiale;
- xiii. allineamento di eventuali ponti e pile rispetto al flusso.

### Analisi quantitativa

L'analisi quantitativa ha seguito la metodologia HEC18 "Evaluating Scour at Bridges" FHWA-HIF-12-003 basato sulle portate caratteristiche idrologiche/idrauliche, le caratteristiche geometriche e granulometriche del corso d'acqua.

La granulometria assunta è quella caratteristica dello stato risultante del modello geotecnico consistente al di sotto dei 3 metri da piano campagna in ciottoli di matrice sabbioso-limosa.

Considerata la stabilità geomorfologica complessiva non è stata considerata la migrazione dell'alveo.

A favore di sicurezza non sono stati considerati fenomeni di deposizione ma solo di erosione.

L'erosione totale potenziale è stata valutata come somma:

- a. erosione a lungo termine;
- b. erosione in corrispondenza di contrazioni;
- c. erosioni locali in corrispondenza di pile di ponti.

### Erosione a lungo termine

Il calcolo dell'erosione a lungo termine è stato condotto nell'ipotesi di formazione di uno strato di corazzamento "armoring". L'erosione graduale dello stato attivo di fondo con il dilavamento dei sedimenti crea uno strato di corazzamento assunto quale condizione di stabilità.

Tale stabilità è mantenuta sino a nuovo evento che supera quello alla base del calcolo.

Non essendo possibile stabilire allo stato attuale se tale corazzamento sia avvenuto o in divenire, a favore di sicurezza il valore di escavazione calcolato è stato sommato interamente con le altre erosioni.

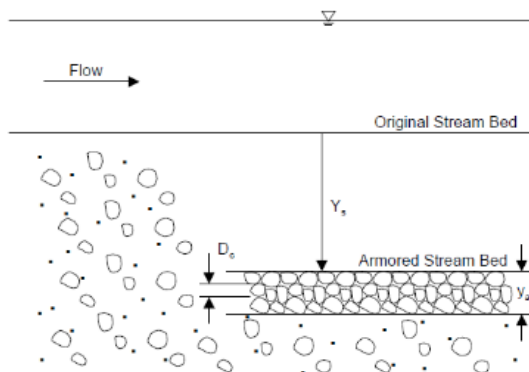


Figura 5.4 Dinamica erosione a lungo termine per corazzamento (FHWA)

La portata utilizzata per il calcolo dell'erosione a lungo termine è stata la portata formativa/dominante definita come quel valore teorico di portata che ha maggiori effetti sulla forma e sulle dimensioni dell'alveo.

Esistono tre possibili approcci per determinare tale portata "teorica" (Biedenharn et al.,2001):

- portata ad alveo pieno (bankfull discharge);
- portata con tempo di ritorno compreso tra 1 e 3 anni (il valore della portata con tempo di ritorno di 1.5 anni è quello più comunemente usato);
- portata efficace (effective discharge), intesa come portata che trasporta più sedimenti in un intervallo temporale sufficientemente ampio.

Nel presente calcolo è stata assunta la portata con metodo b.

### Erosione da contrazione e da pile in corrispondenza di ponti stradali

L'erosione dovuta alla presenza di un ponte di attraversamento stradale è calcolata come somma dell'erosione dovuta alla contrazione della vena più quella dovuta alla presenza di pile in alveo.

La portata alla base del calcolo a favore di sicurezza è quella con tempo di ritorno 200 anni.

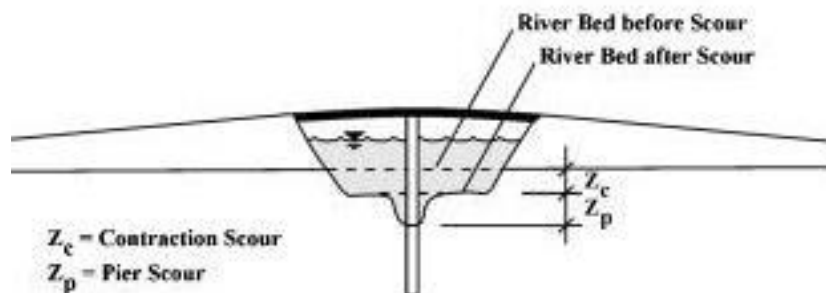


Figura 5.5 Erosioni assunte in corrispondenza di un ponte di attraversamento stradale (fonte FHWA).

### Contrazione

L'erosione di contrazione e da pile è diversa dal degrado a lungo termine, in quanto la contrazione si verifica in prossimità di restringimenti naturali o antropici quali ponti. Questa può essere ciclica e/o correlata al passaggio di una piena.

L'erosione dello stato attivo è tipicamente ciclica; ad esempio, durante la fase ascendente di evento di piena può creare erosioni che si riempiono poi nella fase discendente.



La natura ciclica incrementa la difficoltà nel determinare la profondità di escavazione dopo un'alluvione. A favore di sicurezza nel calcolo è assunta l'erosione totale calcolata quindi nel punto più critico della piena.

La contrazione del flusso può mediamente essere causata sia dalla diminuzione naturale dell'area di flussi del torrente sia da restringimenti antropici.

Assumendo la possibilità di rimozione dello strato di corazzamento in occasione di eventi di piena la formulazione adottata per il calcolo ha previsto la condizione di Live Bed cioè il trasporto solido in atto e non di acqua limpida come indicato da linea guida FHWA.

### **Pile e spalle**

Il meccanismo di base che causa l'erosione localizzata delle pile è presentato dalle correnti non lineari create dall'interazione tra flusso di monte e pila.

Il vortice a ferro di cavallo creato è stato il risultato dell'accumulo di acqua sulla superficie a monte dell'ostruzione con prima importante escavazione e della successiva accelerazione del flusso con creazione di vortici a frequenza oscillatoria. L'azione di tali vortici rimuove il materiale del letto intorno alla base della pila.

Il tasso di trasporto dei sedimenti a valle del ponte è superiore al tasso di trasporto alla pila e, di conseguenza si sviluppa erosione. Con l'aumento della profondità dell'escavazione, la forza del vortice a ferro di cavallo si riduce, riducendo così il tasso di trasporto della regione di base.

Ristabilendo l'equilibrio tra l'afflusso e il deflusso del materiale del letto si crea una stabilità di fondo.

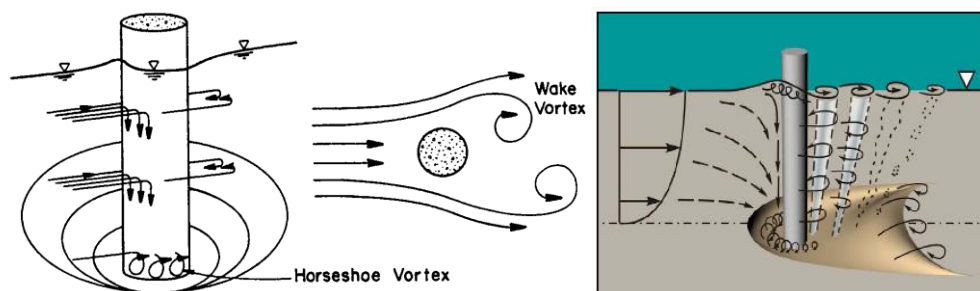


Figura 5.6 Dinamica di erosione in corrispondenza di pile strette (fonte FHWA)

## **5.4.2 Interferenza I1**

### **I1 – Identificazione**

L'attraversamento avverrà in corrispondenza dell'asta principale del fiume Simeto nel territorio comunale di Catania in provincia di Catania. Di seguito è riportato uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato della connessione. Consultati il PAI e il PGRA, l'interferenza ricade all'interno della fascia di pericolosità idraulica alta (T=50 anni).

Tabella 5.3: Riepilogo interferenza I1.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I1	Fiume Simeto	Pericolosità alta (T=50 anni)	TOC



Figura 5.7: Ubicazione interferenza I1, in verde il percorso di connessione.

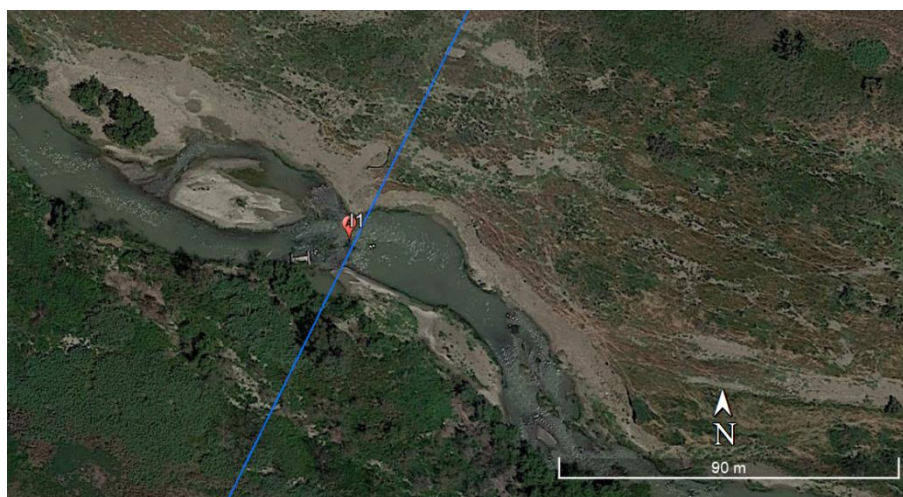


Figura 5.8: Ortofoto interferenza I1.

### **I1 – Osservazioni**

La sezione risulta molto ampia e con ben identificabili alvei di magra, golene e terrazzi.

Il corpo idrico in sezione di magra risulta non rivestito e con presenza di vegetazione erbacea ed arbustiva. L'asta risulta a tratti meandriforme.

### **I1 – Analisi qualitativa stabilità**

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 0, al tratto in oggetto è possibile assegnare un valore di 56, rientrante nella categoria "buono".

Il tratto risulta quindi caratterizzato da una buona stabilità.

### ***11 – Verifica di compatibilità idraulica – Analisi quantitativa***

La posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

La profondità di posa tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata sarà al minimo pari a 4 metri.

Si ritiene che a tale profondità l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa, ma si ritiene opportuno fare un'analisi in fase costruttiva.

#### **5.4.3 Interferenza A1**

##### ***A1 – Identificazione***

Per un'estensione di circa 5160 metri, il cavo attraverserà un'area allagabile di pericolosità idraulica alta, secondo il PAI e PGRA. L'interferenza è situata lungo una parte della Strada Provinciale n. 70ii e lungo una parte della Strada Provinciale n.701, tratti di strada viabile asfaltati; inoltre lungo un tratto sterrato che collega le due strade provinciali. Trattandosi di un'area alluvionale di pericolosità idraulica, è necessaria una verifica di compatibilità idraulica per consentire la posa del cavo in condizioni di sicurezza.

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto, dove è evidenziato in verde il tracciato di connessione, stralcio del PAI e PGRA.

*Tabella 5.4: Riepilogo interferenza A1.*

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
A1	Area allagabile	Alta	Cavo interrato



Figura 5.9: Stralcio PGRA, con le fasce di pericolosità alta (blu), media (azzurro) e bassa (celeste). In verde il cavidotto di connessione.

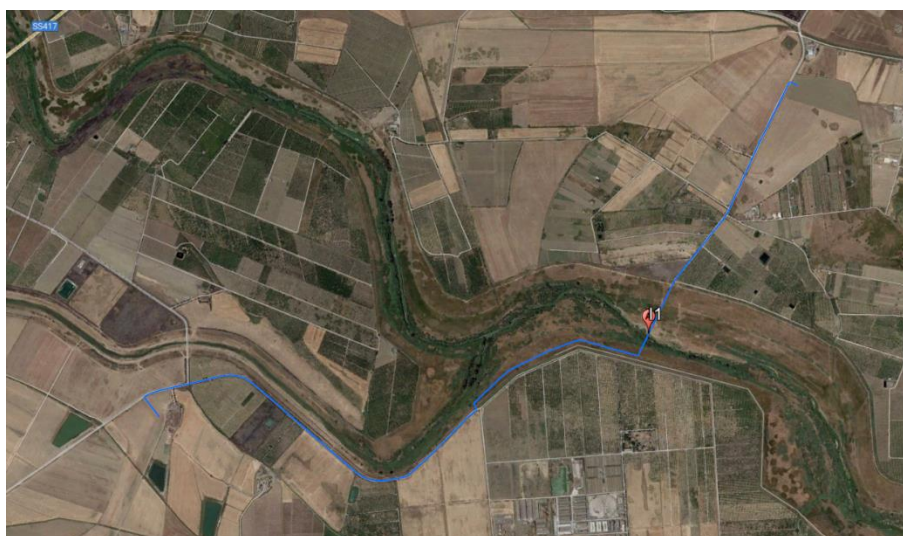


Figura 5.10: Ortofoto interferenza.

### A1 – Osservazioni

La pericolosità è dovuta alla presenza del Fiume Simeto, dal quale il tracciato del cavo di connessione interseca. L'area in oggetto presenta seminativi semplici e colture erbacee estensive.

Dalla visione delle immagini ortografiche, dal 2002 al 2022, non si evidenziano segni di erosione.



*A1 – Verifica di compatibilità idraulica*

Il cavo di connessione sarà interrato al di sotto del piano campagna, alla profondità di **1,5 metri**, per l'intera estensione dell'area allagabile. La zona risulta poco permeabile e ben compatta. Pertanto, nell'eventualità di allagamento, il cavo sarà protetto dall'erosione.

Si ritiene quindi superata l'interferenza A1 ed idraulicamente compatibile.

## **6 STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

In questo paragrafo si riportano le basi idrologiche implementate nello studio dell'idrografia esistente, nella valutazione ante-post operam, e nel dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale dell'area di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- Determinazione delle Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30 e 50 anni;
- Scelta del tempo di ritorno;
- Costruzione dello ietogramma di progetto;
- Stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma di progetto;
- Modello di trasformazione afflussi-deflussi – stima delle portate di progetto ante-operam e post-operam con considerazioni in merito all'invarianza idraulica.

### **6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE**

All'interno della Relazione di piano del PAI è descritto come la Regione Sicilia sia "caratterizzata da un clima temperato mediterraneo o, con maggiore precisione, si può parlare di clima temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e inverno mite".

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore orientale della Sicilia nel quale ricade l'area di studio, sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foresta della Regione Sicilia.

Il clima con i suoi molteplici aspetti e fenomeni, oltre ad avere contribuito alla formazione del paesaggio, ne influenza e ne condiziona la sua evoluzione, quindi l'analisi degli elementi climatici è importante non solo per la caratterizzazione climatica di un'area, ma per valutare e prevedere la distribuzione e l'intensità dei fenomeni di alterazione esogena e le risorse idriche sul territorio.

La limitata distribuzione delle stazioni termometriche non permette di evidenziare le eventuali variazioni presenti all'interno dell'area. Infatti, prendendo in considerazione i dati termometrici rilevati nel periodo di un trentennio e confrontando i valori relativi alle medie mensili ed annuali, il territorio in esame mostra un andamento termico piuttosto regolare, con valori medi sempre inferiori al 25 °C. Il mese più freddo risulta gennaio con una media nel range 5-6 °C mentre il più caldo agosto con una media nel range 21-22 °C, il valore medio annuo complessivo risulta compreso nel range 18-19 °C.

Dai dati pluviometrici raccolti è stato possibile evidenziare come la precipitazione media annua dell'intera area di interesse, nel periodo di osservazione trentennale risulta nella fascia climatica 400-450 mm, le variazioni riscontrate rientrano nell'andamento climatico medio della Sicilia centrale di tipo temperato-mediterraneo, caratterizzato da un periodo piovoso da ottobre ad aprile e minimi stagionali da giugno ad agosto.

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee ed essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

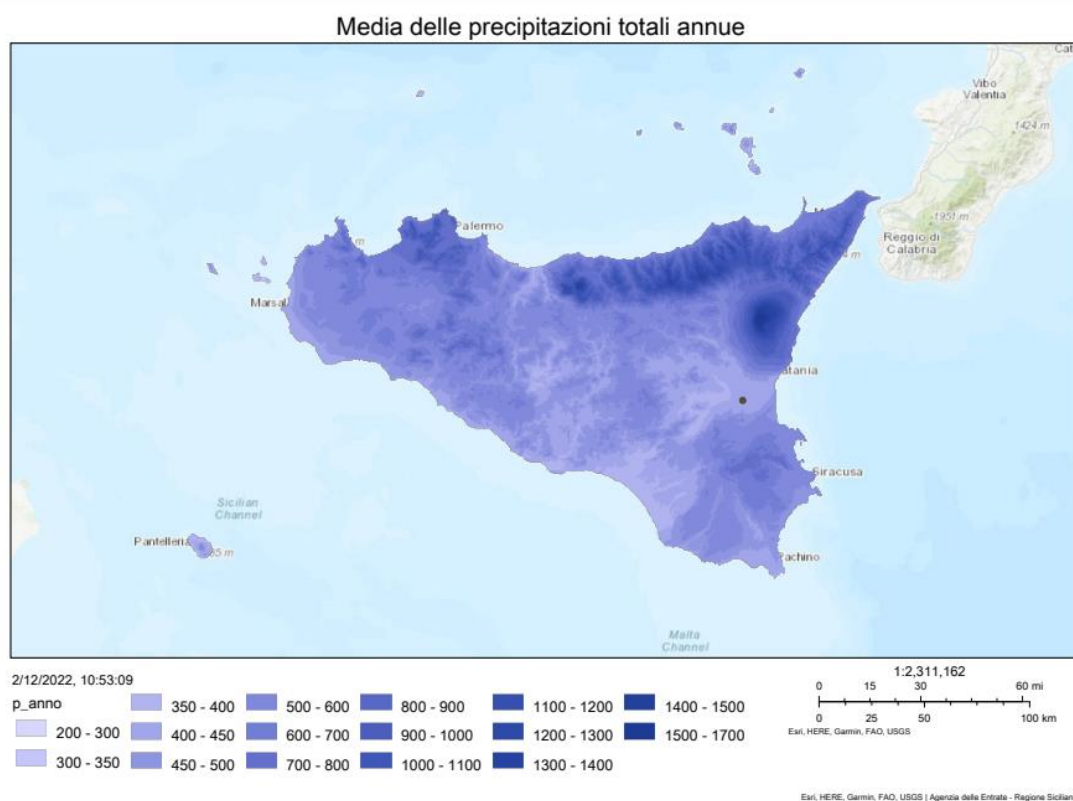


Figura 6.1 Mappa delle precipitazioni totali annue Regione Sicilia

## 6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

L’evento di pioggia di progetto alla base dei calcoli idrologici e della simulazione/dimensionamento idraulico è scelto in base al concetto di tempo di ritorno.

Il Periodo di ritorno di un evento, definito anche come “tempo di ritorno”, è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

Oltre al concetto di tempo di ritorno vi è poi la probabilità che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Il grafico riportato di seguito esprime il rischio di superare l’evento con tempo di ritorno T durante N anni.

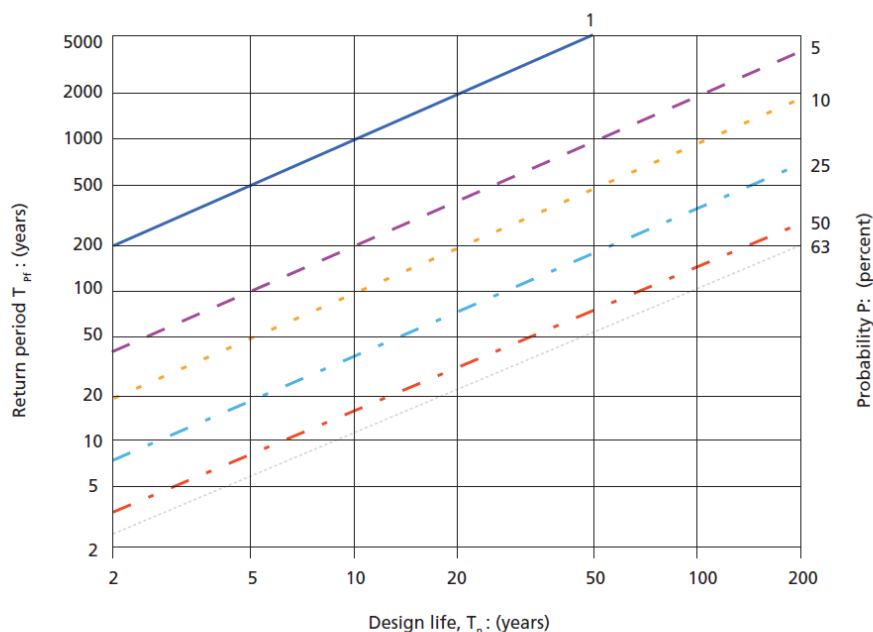


Figura 6.2 Probabilità che un evento con determinate tempo di ritorno si verifichi in N anni

La durata della vita utile dell’impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 30 anni, in accordo inoltre alla normativa relativa all’invarianza idraulica.

Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è assunto pari a 30 anni.

### 6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

#### 6.3.1 Pioggia di progetto – Metodo VAPI Sicilia

Per l’applicazione di un modello afflussi-deflussi e la successiva determinazione delle portate meteoriche superficiali, è stato necessario determinare la curva di possibilità pluviometrica caratteristica dell’area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla curva di possibilità pluviometrica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 50 anni.

Secondo quanto previsto dalla “Relazione di Piano (dic. 2004) – AdB” lo studio idrologico a livello di bacino per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno è da condurre in conformità con quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) e deve in ogni caso tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell’ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici.

L’analisi pluviometrica è stata svolta sulla base dell’Analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 e 24 ore. Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987) in cui per l’individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello è stato fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in tre sottozone A, B e C, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica.

L’area di progetto risulta ricadere nella sottozona C (Figura 6.3), pertanto sono stati calcolati i valori della curva  $K_{(T,a)}$  (variabile adimensionale dell’altezza di precipitazione rispetto alla media  $K_{(T,a)} =$



$h/\mu_{(d)}$ ) di assegnata durata e tempo di ritorno, risultando con ottima approssimazione dipendenti dalla durata della precipitazione ( $d$ ) e dal tempo di ritorno ( $T$ ) secondo la seguente formulazione riferita ad un tempo di ritorno superiore a 10 anni:

$$K_{(T,d)} = 0.5015 - 0.003516 d + (0.0003720 d^2 + 0.00102 d + 1.0101) \text{Ln } T$$

Dove:

- $h$  : variabile idrologica, altezza di precipitazione (mm);
- $\mu_{(d)}$  : valore medio teorico di altezza di pioggia della legge TCEV.



Figura 6.3 Sottozone omogenee (secondo livello) e area di progetto (rosso)

Il terzo livello di regionalizzazione prevede la stima delle medie di pioggia  $\mu_{(d)}$  nei siti privi di stazioni di misura o con modesto numero di anni di osservazione così da rendere applicabile la procedura in qualsiasi punto della regione.

Pertanto, è possibile determinare un legame tipo monomio tra la media  $\mu_c$  relativa alle durate di precipitazione considerate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) per ciascuna delle stazioni pluviografiche siciliane.

L'espressione determinata assume, dunque la forma:

$$\mu(d) = a d^n$$

I coefficienti  $a$  ed  $n$  sono tabellati per tutte le stazioni pluviografiche siciliane, per i siti sprovvisti di stazioni misure sono stimati sulla base delle cartografie estratte dall'allegato B del documento di piano del PAI (Figura 6.4 Figura 6.5) ottenute interpolando spazialmente sull'intera regione i dati puntuali tabellati di seguito riportate.

In corrispondenza del baricentro del bacino i parametri assumono i valori seguenti:

- $a = 32 \text{ mm/h}$
- $n = 0,36$

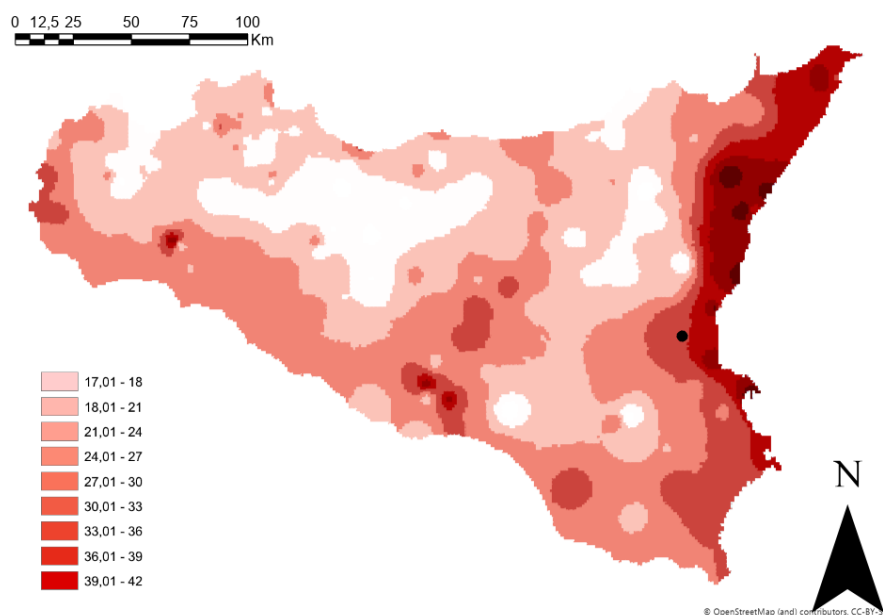


Figura 6.4 Carta del parametro *a* per il territorio siciliano - in nero il sito

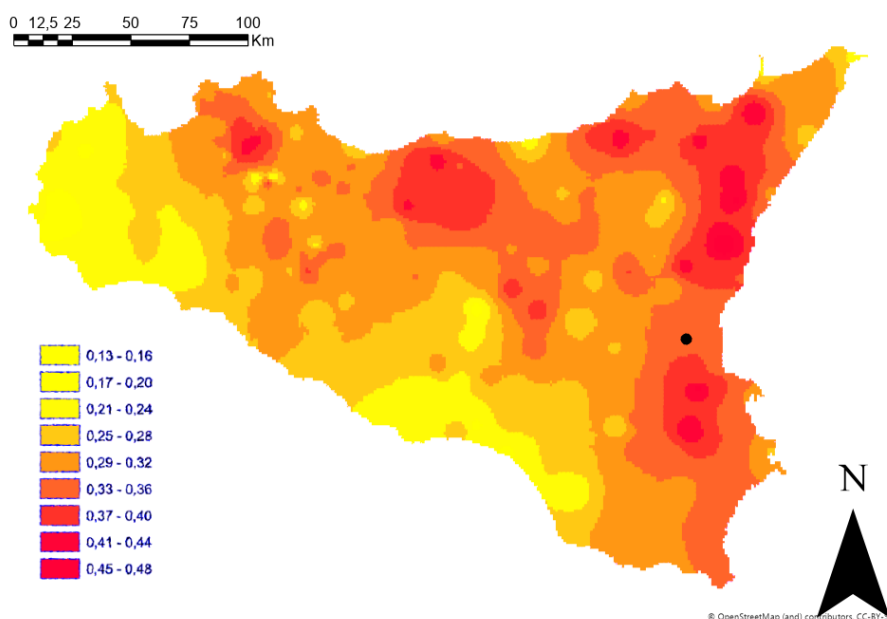


Figura 6.5 Carta del parametro *n* per il territorio siciliano - in nero il sito

È possibile, pertanto, riunendo le espressioni precedenti, determinare la curva di possibilità pluviometrica in funzione dei parametri *a* ed *n* che assume la seguente forma:

$$h_{(T,d)} = K_{(T,d)} a d^n$$

Per i valori dei tempi di corrvazione dei bacini studiati, che risultano inferiori ad un'ora, la curva di probabilità pluviometrica costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non può essere utilizzato per valori della durata inferiore ad un'ora. È stato tuttavia dimostrato (Vito Ferro, "La sistemazione dei bacini idrografici", McGraw – Hill editore) che l'altezza di pioggia  $h_{(T,d)}$  con

durata minore di 60 minuti è legata all'altezza di pioggia,  $h_{(T,60)}$ , di durata 60 minuti dal seguente legame funzionale (legge di Bell):

$$\frac{h_{(T,d)}}{h_{(T,60)}} = \left(\frac{d}{60}\right)^s$$

Dove:

- $h_{(T,60)}$  : altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 minuti e periodo di ritorno fissato T;
- $s$  : coefficiente dipendente della regione in esame, per la Sicilia assunto pari a 0.386.

Di seguito riportate le Curve di Possibilità Pluviometrica distinte per eventi pluviali di durata superiore e inferiore ad un'ora e per diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 30 e 50 anni).

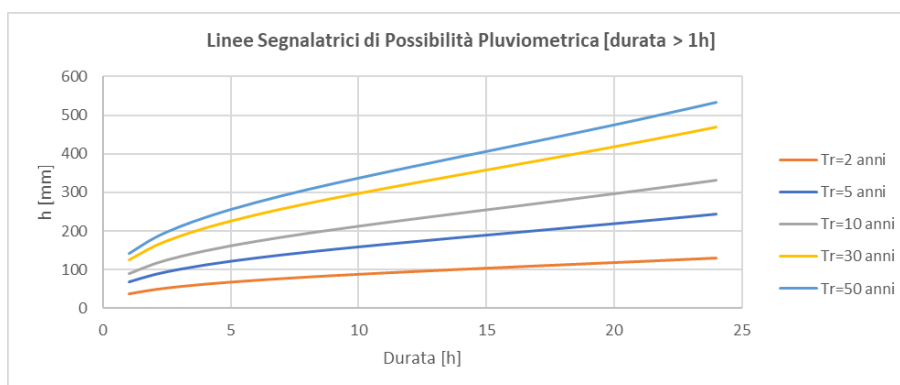


Figura 6.6 Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata maggiore di un'ora

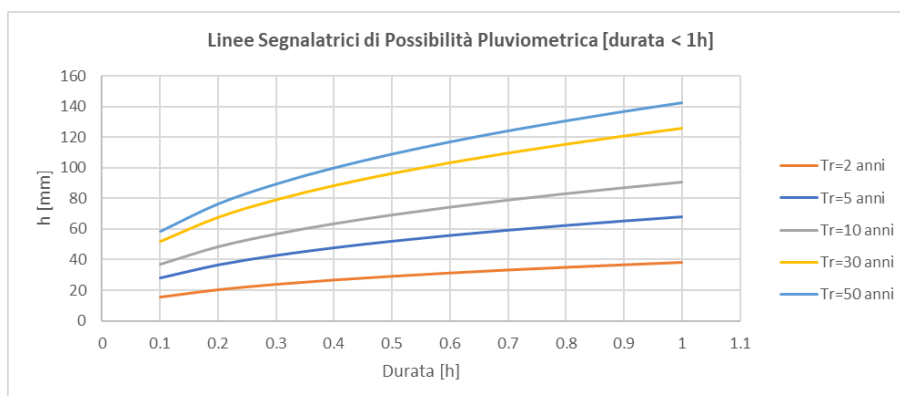


Figura 6.7 Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata minore di un'ora

Nella tabella seguente si riportano inoltre, per diverse durate (da 30 minuti a 24 ore) e tempi di ritorno (2, 5, 10, 30 e 50 anni), i valori dell'altezza di precipitazione  $h_{(T,d)}$  espressa in millimetri.

*Tabella 6.1 Altezza di pioggia per le diverse durate e per i diversi tempi di ritorno*

d [h]	T = 2 [ANNI]	T = 5 [ANNI]	T = 10 [ANNI]	T = 30 [ANNI]	T = 50 [ANNI]
0.5	29	52	69	96	109
1	38	68	90	126	143
2	49	87	116	162	183
3	57	101	135	188	212
4	63	112	150	209	236
5	68	122	162	227	257
6	73	130	174	243	275
7	77	138	184	258	292
8	81	145	194	272	308
9	85	152	204	285	323
10	88	159	213	298	337
11	91	165	221	310	352
12	94	172	230	322	365
13	97	178	238	334	379
14	100	184	246	346	393
15	103	189	255	358	406
16	106	195	263	370	420
17	109	201	271	382	433
18	112	207	279	394	447
19	115	213	288	406	461
20	117	219	296	418	475
21	120	225	305	430	489
22	123	231	313	443	503
23	126	238	322	456	518
24	129	244	331	469	533

## 6.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO

Nel presente paragrafo sono state identificate le singole aree scolanti e le principali caratteristiche sulla base del quale calcolare le portate idrologiche di riferimento.

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile con lo scopo di identificare le principali informazioni morfologiche ed idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

Il modello digitale del terreno utilizzato per la modellazione è stato ottenuto mediante rilievo fotogrammetrico di dettaglio come descritto nel paragrafo 2.1. La simulazione è stata condotta mediante algoritmi TauDem (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – Utah State University) e successivamente rielaborati in ambiente GIS.

L'analisi spaziale del DTM sull'area in esame ha permesso di identificare preliminarmente le informazioni idro-geomorfologiche della mappa, come la pendenza, i deflussi, le aree contribuenti, i bacini, i sottobacini e i risultanti percorsi di drenaggio principali e secondari.

Sono stati identificati come percorsi di drenaggio principali tutti quei percorsi che adducono 100 l/s e come percorsi di drenaggio secondari quelli che adducono 10 l/s durante l'evento avente 30 anni di tempo di ritorno.

Le opere in progetto insisteranno sui bacini scolanti identificati Figura 6.8. I sottobacini identificati in arancione risultano interessati dall'installazione dell'area di progetto.

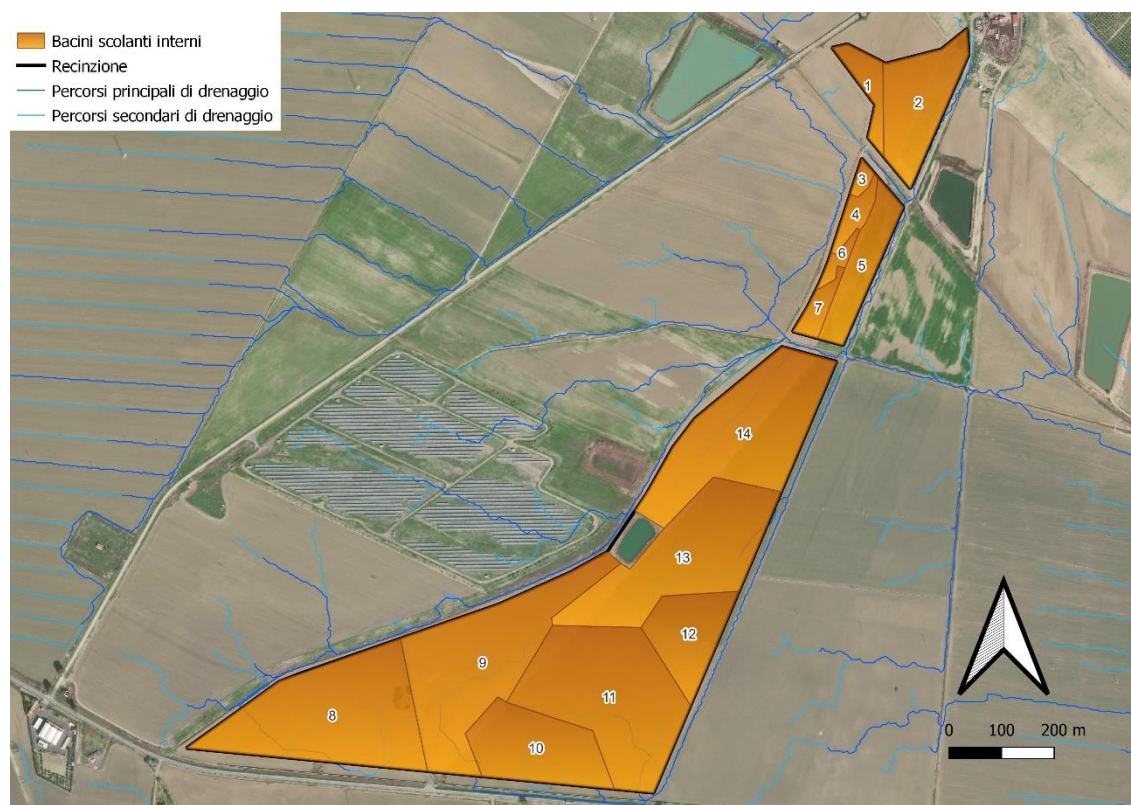


Figura 6.8 Delimitazione dei bacini scolanti interni e loro codifica (giallo), reticolo di drenaggio esterno ed interno alle sezioni di progetto (azzurro/blu).

Tabella 6.2 riporta i bacini scolanti interni all'area di progetto individuati e l'area delle relative superfici espresse in metri quadri.

La rete estratta attraverso la simulazione, descritta in precedenza, è stata quindi sovrapposta con le aree di progetto e sulla base dei risultati è stato definito il sistema interno di gestione delle acque meteoriche e i punti di affluenza.

Lo stato di progetto presenterà quindi una rete di drenaggio con i percorsi e punti di affluenza ai canali perimetrali compatibili con lo stato di fatto. La rete interna a tali siti sarà principalmente costituita da canalette in terra a cielo aperto.

Tabella 6.2 Superficie scolante dei bacini di drenaggio interni all'impianto

ID BACINO DI DRENAGGIO INTERNO	AREA [MQ]
1	7 564
2	26 929
3	1 738
4	4 874
5	16 693
6	2 634
7	4 715
8	63 239
9	61 650
10	30 950
11	64 334
12	20 769
13	53 769
14	56 114

## 6.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)

La determinazione della pioggia efficace, ovvero della porzione di volume della precipitazione che contribuisce effettivamente alla formazione dell'onda di piena è stata eseguita applicando il "metodo percentuale".

Questo metodo ipotizza che le perdite costituiscano una percentuale costante della quantità di pioggia durante l'evento.

Si considera il coefficiente di deflusso  $\varphi$ , caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta ( $P_{netta}$ ) e il volume di precipitazione totale ( $P$ ):

$$\varphi = \frac{P_{netta}}{P}$$

Al fine dell'ottenimento dello ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica "di progetto" viene moltiplicata per il parametro  $\varphi$ , ammettendosi così che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell'evento piovoso.

### 6.5.1 Valutazione ante – operam

Come descritto in precedenza, l'area di progetto si sviluppa su aree ad uso agricolo, in particolare da seminativi semplici e colture erbacee estensive.

L'assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana ha rilasciato la carta dei valori del Curve Number (CN), da cui è stato ricavato il valore di progetto assunto pari a **87** (Figura 6.9).

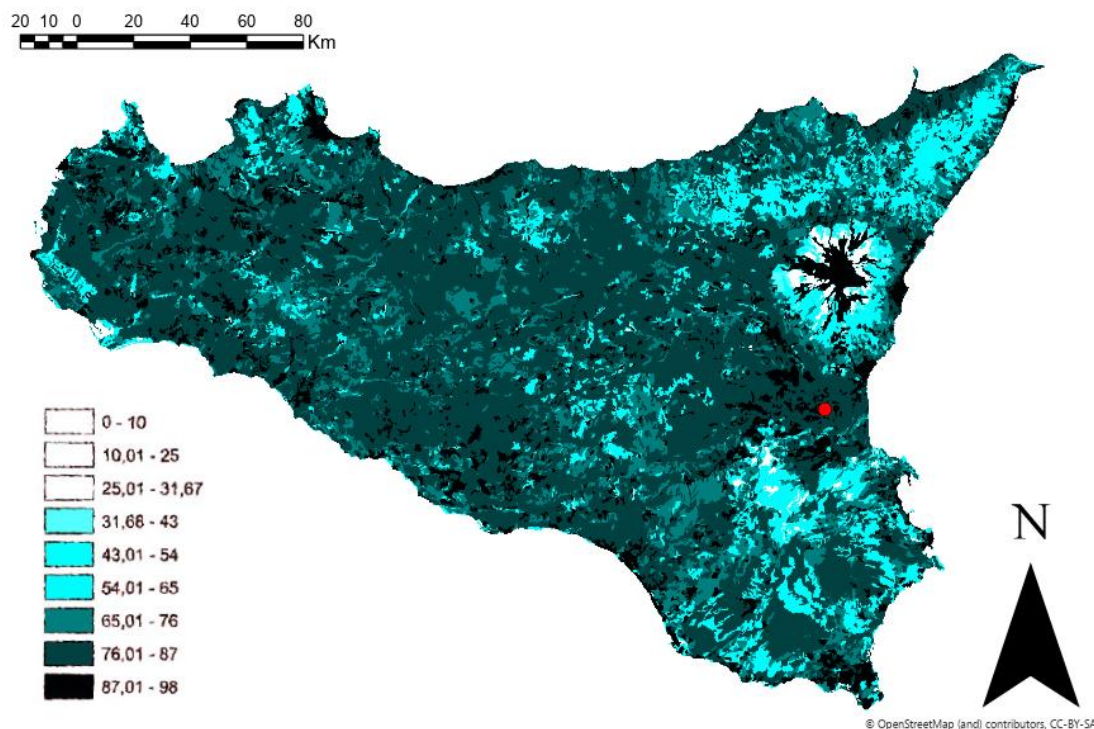


Figura 6.9 Carta dei valori di CN e ubicazione dell'area di progetto (in rosso)

Si assume che il valore di CN possa variare in relazione alle condizioni iniziali di imbibimento all'atto della piena. Lo stato di imbibimento viene espresso, in modo quali-quantitativo, in base ad un indice di pioggia, ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni che precedono l'evento di piena.

A seconda di tale valore, vengono identificate le tre classi AMC I, II, III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Il valore di CN mappato in Figura 6.9 rappresenta il valore di AMC II, ma a vantaggio di sicurezza nelle successive fasi di calcolo sarà considerato un valore di AMC III derivabile grazie alla seguente equazione:

$$CN (III) = \frac{23 CN (II)}{10 + 0.13 CN (II)}$$

Il valore derivato di CN nell'ipotesi di AMC III è **94**.

Nelle figure di seguito si riportano i grafici relativi alla correzione CN/coefficiente di deflusso ad altezza di precipitazione fissata e il grafico di correlazione tra altezza di precipitazione e coefficiente di deflusso a CN fissato.

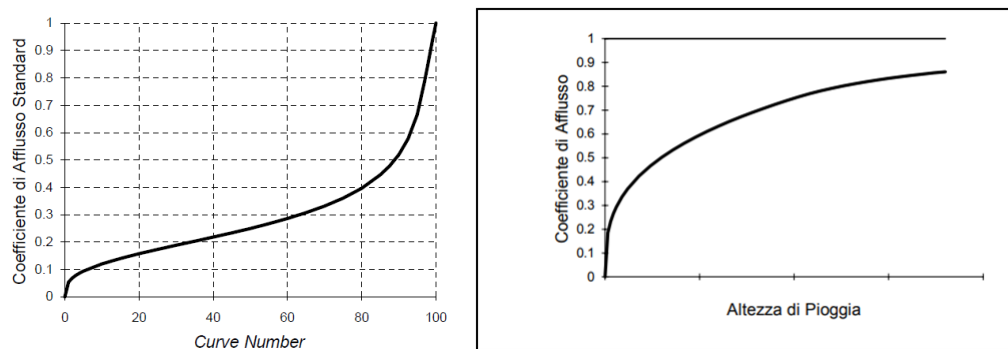


Figura 6.10 Correlazioni da letteratura SCS-CN vs. coeff. afflusso/deflusso e coeff. Afflusso/altezza di pioggia

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro  $\varphi$  è stato quindi assunto pari a **0.65**.

### 6.5.2 Valutazione post – operam

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l’impatto dell’installazioni di strutture tracker.

L’interasse tra le strutture sarà di circa 9,5 metri. L’altezza in mezzeria della struttura sarà di circa 2,63 metri (rispetto al piano campagna). I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo allo zero solo in condizioni di messa in sicurezza in occasione di velocità del vento superiore alla soglia limite.

Si ritiene che durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto, la capacità di infiltrazione, così come le caratteristiche di permeabilità del terreno, delle aree di intervento non siano modificate dall’installazione delle strutture tracker.

Quindi si ritiene rispettata l’invarianza idraulica ed idrologica del progetto (a meno delle platee di appoggio delle cabine).

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche durante lo scenario peggiore non ordinario, si è valutata arealmente l’incidenza e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili.

Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. “Hydrologic response of solar farm”, Cook, Lauren, Richard – 2013 – American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico di impianto come costituito da un’area di installazione pannelli e una di interfila.

L’area di interfila presenta una capacità di infiltrazione non influenzata.

Il modello schematizza l’area interessata dalla struttura come composta al 50% da una sezione “wet” con capacità di infiltrazione non influenzata e collegata alla precedente area di interfila e una sezione “dry” che si assume a favore di sicurezza come non soggetta ad infiltrazione diretta e quindi con coefficiente di deflusso pari a 1. Lo schema è visibile nella figura seguente.



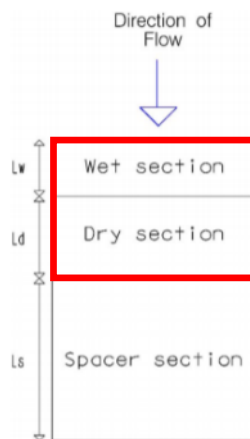


Figura 6.11 Modulo tipo, descrivente il modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l'area pannello (in rosso) e l'area di interfila (fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers).

Come descritto la proiezione dei tracker a terra non risulterà fissa in quanto la struttura varierà il tilt durante le fasi della giornata. Volendo comunque assumere la condizione più sfavorevole di evento intenso di progetto in occasione del tilt della struttura pari a zero si ottiene un'area dry pari al 50% dell'area utile di installazione dei pannelli.

Nel calcolo della pioggia netta è stato quindi calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle precedenti assunzioni.

Si sottolinea che durante piogge annuali/ordinarie, considerata la rotazione dei tracker e la loro altezza, il regime di infiltrazione naturale risulterà immutato rispetto all'ante-operam.

Tabella 6.3 Aree scolanti e caratteristiche di infiltrazione negli scenari ante/post operam

STATO DI FATTO	AREA [HA]	AREA MODULI [HA]	PERCENTUALE DEI MODULI SULL'AREA NETTA INSTALLAZIONE E DI PANNELLI	AREA DRY STIMATA CON TILT PARI A 0° [HA]	PERCENTUALE AREA AVENTE EFFETTO POTENZIALMENTE DRY	COEF. DI DEFLUSSO ANTE-OPERAM ASSUNTO	COEFF. DI DEFLUSSO POST-OPERAM STIMATO
coltivato	42,12	153 316	0,36	7,67	0,18	0,65	0,71

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati sono state calcolate le portate al colmo durante l'evento intenso di progetto negli scenari ante-operam e post-operam, valutando inoltre la capacità idraulica dei canali esistenti in progetto.

## 6.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM RISPETTO ALL'INVARIANZA IDRAULICA

Per calcolare le portate di scolo dei bacini imbriferi costituiti dai singoli settori in cui è prevista la posa delle strutture fotovoltaiche, si è determinato per ognuno di essi l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante che la curva area tempi del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_p = \varphi \frac{i(T, t_c) A}{360}$$

Dove:

- $Q_p$ : portata critica (netta) [m<sup>3</sup>/s];
- $\varphi$ : coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
- $i(T, t_c)$ : intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino  $t_c$  espresso in minuti ed avente un tempo di ritorno  $T$  espresso in anni [mm/h];
- $A$ : superficie del bacino [ha];

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. I bacini scolanti sono riportati nella figura seguente.

Lo scenario post operam presenta immutato regime di infiltrazione. Considerando lo scenario peggiore, come mostrato Tabella 6.3, lo stato post-operam mostra un incremento del coefficiente di deflusso pari a circa il 10% rispetto allo stato ante-operam per i bacini scolanti interni all'area di progetto (nel caso dello scenario più critico di terreno saturo e posizione dei tracker orizzontale).

Dal confronto ante-operam/ post-operam emerge che l'aumento delle portate al colmo sarà compatibile con la rete di drenaggio esistente e con le portate attualmente scolanti.

*Tabella 6.4 Determinazione delle portate di progetto con tempo di ritorno 30 anni nello scenario ante e post operam per i bacini interni all'area di progetto*

BACINO	1	2	3	4	5	6	7
S [ha]	0,76	2,69	0,17	0,49	1,67	0,26	0,47
L <sub>asta</sub> [m]	182	250	62	170	330	140	155
t <sub>c</sub> [h]	0,28	0,30	0,26	0,28	0,32	0,28	0,28
K <sub>t</sub> [-]	3,94	3,94	3,94	3,94	3,94	3,94	3,94
h (60) [mm]	126,02	126,02	126,02	126,02	126,02	126,02	126,02
h(t) [mm]	77,5	79,1	75,2	77,5	80,7	76,9	77,2
i [mm/h]	273,15	264,2	286,6	273,1	255,9	276,7	274,9
Coeff. deflusso ante-operam	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Coeff. deflusso post-operam	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
<b>Portata al colmo ante-operam Q<sub>cr</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>0,37</b>	<b>1,28</b>	<b>0,09</b>	<b>0,24</b>	<b>0,77</b>	<b>0,13</b>	<b>0,23</b>
<b>Portata al colmo post-operam Q<sub>cr</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>0,41</b>	<b>1,41</b>	<b>0,10</b>	<b>0,26</b>	<b>0,85</b>	<b>0,14</b>	<b>0,26</b>



BACINO	8	9	10	11	12	13	14
S [ha]	6,32	6,17	3,10	6,43	2,08	5,38	5,61
L <sub>asta</sub> [m]	450	580	280	370	200	500	460
t <sub>c</sub> [h]	0,34	0,37	0,31	0,32	0,29	0,35	0,34
K <sub>t</sub> [-]	3,94	3,94	3,94	3,94	3,94	3,94	3,94
h (60) [mm]	126,02	126,02	126,02	126,02	126,02	126,02	126,02
h(t) [mm]	83,0	85,4	79,7	81,5	78,1	84,0	83,2
i [mm/h]	244,7	234,0	261,0	252,0	269,7	240,4	243,9
Coeff. deflusso ante-operam	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Coeff. deflusso post-operam	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
<b>Portata al colmo ante-operam Q<sub>cr</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>2,79</b>	<b>2,60</b>	<b>1,46</b>	<b>2,93</b>	<b>1,01</b>	<b>2,33</b>	<b>2,47</b>
<b>Portata al colmo post-operam Q<sub>cr</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>3,07</b>	<b>2,86</b>	<b>1,60</b>	<b>3,21</b>	<b>1,11</b>	<b>2,56</b>	<b>2,71</b>

Analizzando i risultati ottenuti si ritiene che quanto prescritto in merito alla verifica di rispetto del principio di invarianza idraulica ai sensi del D.D.G. 102/2021 sia soddisfatto. Le condizioni di permeabilità naturali dell'area di intervento vengono pressoché mantenute, con un lieve incremento del coefficiente di deflusso che conseguentemente non genera un aumento rilevante delle portate stimate nelle condizioni post-operam.

## **7 VERIFICHE E DIMENSIONAMENTO IDRAULICI**

Le opere di mitigazione si inseriscono nel progetto più articolato del sistema di regimazione idraulica del sito di intervento.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque del sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione;
- contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- fossi di scolo a terra;
- protezione della rete idrografica principale;
- opere di dissipazione con depressione al fine di rallentare le acque e favorire infiltrazione.

### **7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO**

Attraverso l'analisi TauDEM rielaborata in ambiente GIS (come descritto nel paragrafo 6.4) è stato identificato il reticolo idrografico naturale interno ed esterno al sito caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma una via preferenziale di deflusso.

Alcuni di questi ricadono all'interno dell'area di progetto, di conseguenza la loro pericolosità è stata valutata e nel caso sono state identificate soluzioni di gestione.

Il progetto ha previsto una sistemazione del drenaggio oggi non identificata al fine di indirizzare e distribuire le portate con similitudine rispetto all'ante-operam.

La rete è costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale e rinverdite spontaneamente.

Tra i vantaggi idraulici essi immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza. Tali opere sono state e sono tuttora largamente in uso nelle aree rurali.

Durante l'avvento dei sistemi di gestione sostenibile questa categoria è stata rielaborata progettualmente creando nuove funzioni quali detenzione, infiltrazione, bioremediation ed ecologica.

Di seguito alcuni esempi:

- Può essere promossa la sedimentazione mediante l'uso di una fitta vegetazione, solitamente piante erbacee, che garantisce basse velocità di flusso per intrappolare gli inquinanti particellari e indiretti effetti di fitodepurativi;
- È possibile installare dighe o berme lungo il fosso per favorire ulteriormente lo stoccaggio, il rallentamento, la sedimentazione e l'infiltrazione;
- Mediante la formazione di sottofondo in materiale drenante è possibile incrementare l'infiltrazione creando opere miste con trincee drenanti;

Nel presente paragrafo sono dettagliate le verifiche idrauliche di moto uniforme per il dimensionamento dei canali e delle canalette di drenaggio dei diversi settori dell'impianto.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning (parametro che si usa nello studio dei flussi dei canali e che varia rispetto alla natura della superficie di riferimento):

$$Q = \frac{A R^{2/3} i^{1/2}}{n}$$

Dove:

- $Q$  : portata di riferimento [ $m^3/s$ ];
- $A$  : area della sezione bagnata [ $m^2$ ];
- $R$  : raggio idraulico [ $m$ ] (rapporto tra l'area bagnata ed il corrispondente perimetro bagnato della sezione);
- $i$  : pendenza dell'alveo [ $m/m$ ];
- $n$  : coefficiente di scabrezza di Manning [ $s/m^{1/3}$ ].

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolari in c.a. carrabili o da tubazioni in HDPE carrabili.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa ad un tempo di ritorno di 30 anni.

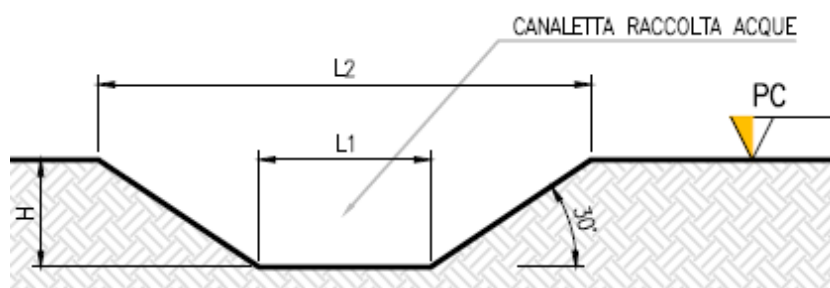


Figura 7.1 Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo

In fase progettuale sarà valutata la possibilità di inserire dei salti di fondo con materiale di riporto lungo le canalette. Tali elementi consentiranno la dissipazione di energia, dunque il rallentamento delle velocità nel caso in cui il flusso d'acqua lungo le canalette più estese raggiungesse velocità elevate.

In sito, allo stato di fatto, sono già presenti piccoli canali rinverditi per la regimazione delle acque, soprattutto lungo i bordi delle strade.

Gli scarichi della rete di drenaggio senza modifiche tra ante-operam e post-operam convergeranno ai ricettori esistenti.

Il progetto ha inoltre previsto la definizione di una via preferenziale per le acque scolanti nell'area catastale, inoltre durante la Fase Esecutiva e unitamente al proprietario dell'area saranno apprese le attuali gestioni delle acque e pratiche agricole stagionali al fine di integrarle nel progetto costruttivo dei drenaggi.

L'ubicazione planimetrica delle canalizzazioni è illustrata nella Tav. 2800\_5152\_SIGON\_PD\_R06\_Rev0\_RELAZIONE IDRAULICA\_Allegato 01

Dopo aver individuato, nell'area catastale, le posizioni e il numero di canalette esterne ed interne in funzione della rete di drenaggio (vedere Tav. 2800\_5152\_SIGON\_PD\_R06\_Rev0\_RELAZIONE IDRAULICA) è stata ipotizzata preliminarmente in una tipologia di canaletta, che sarà verificata in fase esecutiva. Di seguito si riportano le caratteristiche della canaletta tipo utilizzata all'interno dell'area di progetto:

*Tabella 7.1: Caratteristiche tipologia canaletta.*

TIPOLOGIA	PENDENZA SPONDE [°]	L2 [m]	L1 [m]	H [m]
1	26	1	0,2	0,2

## **7.2 SISTEMA PER IL SUPERAMENTO DELLE INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ INTERNA**

Ognuna delle intersezioni con la viabilità perimetrale dei campi prevede un passaggio sotto la strada tramite tubazioni di diametro nominale 400 mm a valle della quale è prevista la realizzazione di un'area di dissipazione realizzata tramite ciottoli intasati della lunghezza di 1.5 metri.

La localizzazione di tali condotte viene individuata in planimetria nella Tav. 2800\_5152\_SIGON\_PD\_R06\_Rev0\_RELAZIONE IDRAULICA.

## 8 CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna ha analizzato le interferenze con le aree di pericolosità idraulica e ha quindi identificato la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse.

Si evidenzia che l'approccio utilizzato nello studio ha posto grande attenzione non solo alla mera progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) con le infrastrutture verdi, che mitigano gli impatti biofisici delle opere in progetto, riducendo il potenziale rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

Questo studio ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione del coefficiente di deflusso e modifiche del deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

La trasformazione non trascurabile è relativa all'installazione di cabinati. Al fine di applicare l'invarianza idraulica quindi si è scelto di considerare come area impermeabile la superficie dei cabinati. Si premette che la superficie totale di installazione dei cabinati è comunque trascurabile se comparata all'estensione dell'impianto. Di conseguenza si è calcolato il volume minimo di invaso per la laminazione per ogni tipologia di cabinato.

In merito allo stato post-operam, si è valutato l'impatto dell'installazione delle strutture tracker mono-assiali.

Vista l'inter-distanza esistente tra le strutture, l'altezza del piano campagna e la mobilità che varierà la copertura del suolo (rendendo quindi non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempi di ritorno pari a quello di progetto non sono previste variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza nell'ipotesi di fissità orizzontale dei tracker e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili. Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard – 2013 American society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

Nelle aree interessate del progetto, durante la fase post-operam, nello scenario più cautelativo, si registrerebbe un incremento dei deflussi totali di circa il 10%.

Nel confronto tra la rete di drenaggio naturale dello stato di fatto e di progetto si segnala che si è prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, realizzati in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente.

Tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità, nella disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala e scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante.