

MAGGIO 2022

**SOCIETA' AGRICOLA SOLARPOWER SRL**

**IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO**

**COLLEGATO ALLA RTN**

**POTENZA NOMINALE 46.6 MW**

**COMUNE DI NARDO' (LE)**

**Montagna**

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO**

**Relazione idrologica e idraulica**

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

**Codice elaborato**

*2725\_4463\_NA\_VIA\_R03\_Rev0\_Relazione Idrologica e idraulica*



## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2725_4463_NA_VIA_R03_Rev0_Relazione Idrologica e idraulica	05/2022	Prima emissione	PSc	CP	L. Conti

## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Marco Corrà	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ord. Ing. Milano A29719
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico	Ordine Ing. Cagliari. 8788
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Sergio Alifano	Architetto	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Guido Bezzi	Agronomo	Ordine Agronomi di Foggia n. 382
Caterina Polito	Archeologo	Operatori abilitati all'archeologia preventiva n.2617
Fabio De Masi	Ingegnere – Acustico	Elenco nazionale ENTECA N. 5291
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Andrea Fanelli	Perito Elettrotecnico	
Massimiliano Kovacs	Geologo	Ordine Geologi Lombardia n.1021



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DATI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 TOPOGRAFIA .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia .....	6
<b>2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 LOCALIZZAZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2 COPERTURA DEL SUOLO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>7</b>
3.3.1 Geologia .....	7
3.3.2 Idrogeologia .....	9
3.3.3 Carta idrogeomorfologica della regione Puglia .....	10
<b>3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO .....</b>	<b>12</b>
3.4.1 Inquadramento idrologico, idraulico e geomorfologico .....	13
<b>3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE ...</b>	<b>15</b>
<b>4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>18</b>
4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto .....	19
4.1.2 Cabine di campo o PowerStation .....	19
4.1.3 Cavi di controllo e TLC .....	20
4.1.4 Rete di drenaggio interna .....	20
<b>4.2 CONNESSIONE ALLA RTN .....</b>	<b>21</b>
<b>5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERFERENZA .....</b>	<b>22</b>
<b>5.2 NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>22</b>
<b>5.3 PERCORSO DI CONNESSIONE .....</b>	<b>22</b>
5.3.1 P01 .....	22
<b>6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE .....</b>	<b>24</b>
<b>6.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO .....</b>	<b>25</b>
<b>6.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE .....</b>	<b>26</b>
<b>6.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO .....</b>	<b>29</b>
<b>6.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA) .....</b>	<b>31</b>
6.5.1 Valutazione ante-operam .....	31
6.5.2 Valutazione post operam .....	33
<b>6.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM ..</b>	<b>34</b>
<b>7. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI .....</b>	<b>38</b>
<b>7.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO .....</b>	<b>38</b>
<b>8. CONCLUSIONE .....</b>	<b>40</b>



---

**ALLEGATO/APPENDICE**

ALLEGATO 01 Planimetria gestione acque meteoriche



## 1. PREMESSA

Il presente documento riporta lo studio di compatibilità idraulica del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico ea della linea di connessione 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. In corrispondenza di canali irrigui/corsi d'acqua naturali si è inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

Lo studio Idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale, ai principali solchi vallivi o aree depresse e alle aree allagabili è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dalla nuova variante del PAI 2019 dall'AdB Puglia.

Il progetto affronta lo studio idrologico idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere del progetto fotovoltaico con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, analizzando quindi il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione 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 Puglia, ed è costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
- 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.

Per maggiori approfondimenti relativi alla planimetria gestione acque meteoriche interne e degli interventi di regimazione idraulica delle aree di progetto nel nuovo impianto fotovoltaico si rimanda all' Allegato 01 del presente documento.

## 2. DATI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Topografia

Per ricostruire l'andamento plano-altimetrico del terreno sono stati dapprima ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie dalla Regione Puglia e in seguito si è confrontato il modello digitale del terreno con le isoipse ricostruite tramite rilievo di dettaglio con drone reso disponibile dal cliente.

#### 2.1.1 Modello digitale del terreno Regione Puglia

Attraverso la fonte ufficiale Regione Puglia è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 8x8 metri di tutta l'area di progetto. Dunque è stato possibile ricostruire l'andamento altimetrico nelle aree in progetto (Figura 2.1).



Figura 2.1: Curve di livello aree di intervento

### 2.2 Normativa e fonti di riferimento

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

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- Regione Puglia - Servizio Protezione Civile - Centro Funzionale Regionale. Precipitazioni medie e di massima intensità registrate nella stazione pluviometrica locale 1921-2010;
- Autorità di Bacino della Puglia - Piano di Bacino - Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione - Relazione di Piano;
- PGRA;
- 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

Il progetto dell'impianto fotovoltaico interessa due aree, una di estensione pari a circa 38 ha (Area Sud) e l'altra di estensione di circa 8 ha (Area Nord), entrambe nel territorio comunale di Nardò in Provincia di Lecce. Le due aree sono pressoché pianeggianti ed hanno altezza sul livello del mare di circa 90 m quella a nord e di circa 55 m quella a sud. Quest'ultima si trova a sud della strada consortile (Consorzio di Bonifica Arneo) utilizzata anche per l'accesso all'impianto. Entrambe le aree sono attualmente a seminativo o a prato incolto.

Le aree di impianto restano confinate tra la SP 109 (a est), la SP 107 (a nord) il confine provinciale Lecce-Taranto (a ovest) e la pista automobilistica di Nardò (a sud), benché ubicate in Provincia di Lecce il centro abitato più vicino è Avetrana (Provincia di Taranto) ubicato a circa 5,5 km a ovest delle aree di impianto.

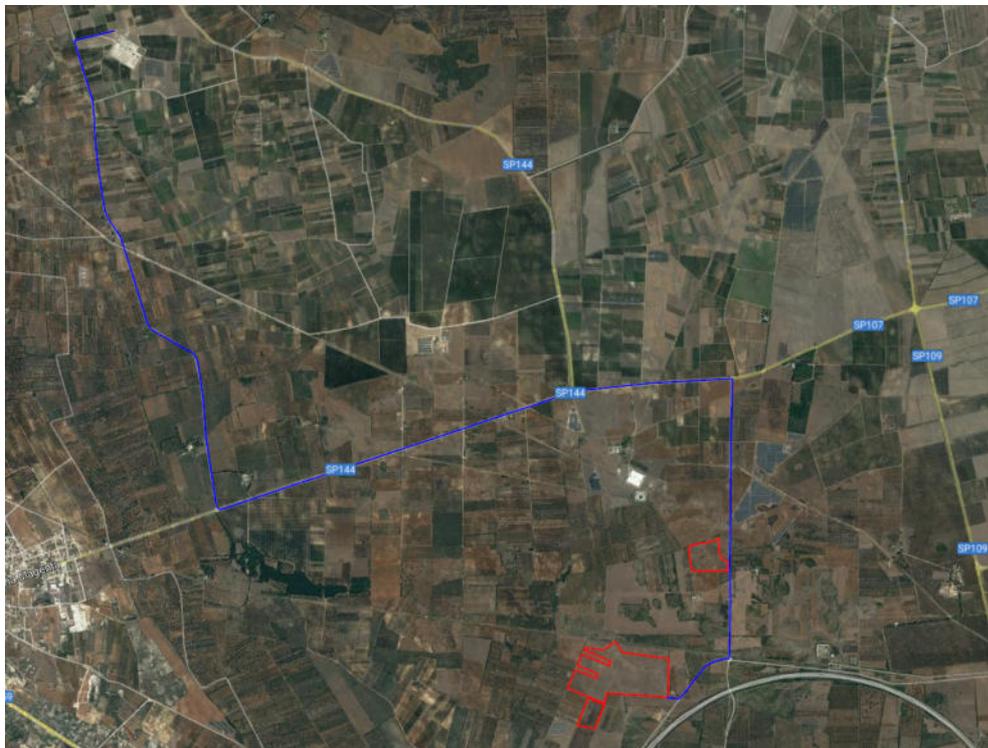


Figura 3.1: Inquadramento territoriale. In rosso il perimetro del sito, in blu il percorso di connessione alla RTN.

#### 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 è quella tipica del Tavoliere, caratterizzata da ampie aree pianeggianti ulteriormente modellate dall'azione antropica frutto dell'attività agricola.

#### 3.3 Inquadramento geomorfologico e idrogeologico

##### 3.3.1 Geologia

L'area in esame rientra nel Fg 203 "Brindisi" della Carta Geologica d'Italia. La morfologia della zona risulta pianeggiante, dolcemente degradante verso sud; l'area interessata dall'impianto è distinta in



due aree, le cui quote topografiche sono di circa 92-93 metri s.l.m. per quella più a nord e variabile tra 60 e 52 m s.l.m. per quella più a sud.

La configurazione geologico-strutturale della zona è risultata alquanto complessa per i fenomeni distensivi che hanno interessato il basamento carbonatico, dalla fine del Cretaceo fino al Pleistocene inf., generando una serie di alti strutturali (Horst) e di bacini (Graben) nei quali si sono depositate in trasgressione le sequenze sedimentarie mioceniche.

I bacini che presentano, in genere, una giacitura suborizzontale, sono stati interessati da fenomeni di deposizione e modellamento marino in seguito al sollevamento regionale avvenuto in tempi diversi e con intensità differente da luogo a luogo. Tale sollevamento è comprovato, lungo la costa, dalla presenza di sedimenti riferiti al Tirreniano posti a diverse quote. Nell'area in esame si rinviene ovunque la formazione calcarea ascrivibile a quella dei Calcari di Altamura (Cenomaniano-Turoniano)

I Calcari di Altamura costituiscono il basamento dell'intera Penisola Salentina, si presentano con stratificazione variabile, ad andamento ondulato, con strati di circa 20-30 cm di spessore che, a luoghi diminuisce ed assume la caratteristica struttura a "tavolette", con laminazioni ritmiche.

Sono interessati da fratturazione subverticale, con diaclasi e leptoclasti che, avendo un andamento normale ai piani di strato talvolta rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica.

Presenti, inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccazioni riempite di materiale residuale.

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana o nocciola, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm; talora si rinvencono banchi fino a 1.5 metri, l'immersione è verso OSO con pendenze comprese fra 6 + 13°. Alcune piccole variazioni di immersione danno luogo a deboli ondulazioni, mentre la fratturazione, localmente anche intensa, da origine ad una rete di fessure che conferisce alla formazione suddetta una generale permeabilità in grande.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera eseguita vicino Ugento, lo spessore massimo si aggira intorno ai 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le "Dolomie di Galatina". Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti, all'aumentare della profondità aumenta la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il loro ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo o più esattamente di piattaforma. Inoltre, dato che presenta spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato per effetto di una costante subsidenza.

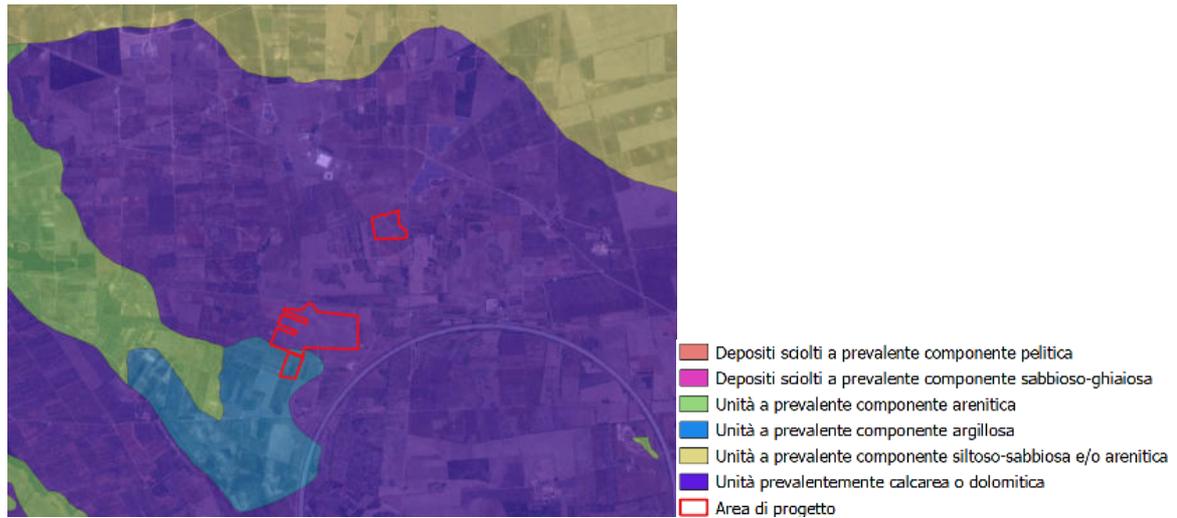


Figura 3.2: Carta litologica

### 3.3.2 Idrogeologia

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso un livello localizzato nei calcari cretacei denominato "acquifero di base" in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale.

Il gradiente idraulico, come emerge dai numerosi rilievi effettuati sui pozzi esistenti, è di 2.0 metri e tende progressivamente a ridursi verso S con una cadente piezometrica dell'ordine dello 0.02 %, fino ad annullarsi del tutto sulla costa dove dà vita ad una serie di sorgenti sottomarine.

In condizioni di equilibrio lo spessore della falda d'acqua dolce è legato dalla legge di Ghyben-Hensberg con la sottostante acqua salata di intrusione continentale, ponendo:

$H$  = spessore della falda

$h$  = gradiente idraulico abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La profondità di rinvenimento della falda è di superiore a 50 metri, pertanto le opere fondali non interagiranno con l'unica falda idrica presente.



Figura 3.3: Piano di tutela delle acque - Regione Puglia: Tav.6.2 "Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento

### 3.3.3 Carta idrogeomorfologica della regione Puglia

La Giunta Regionale della Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.

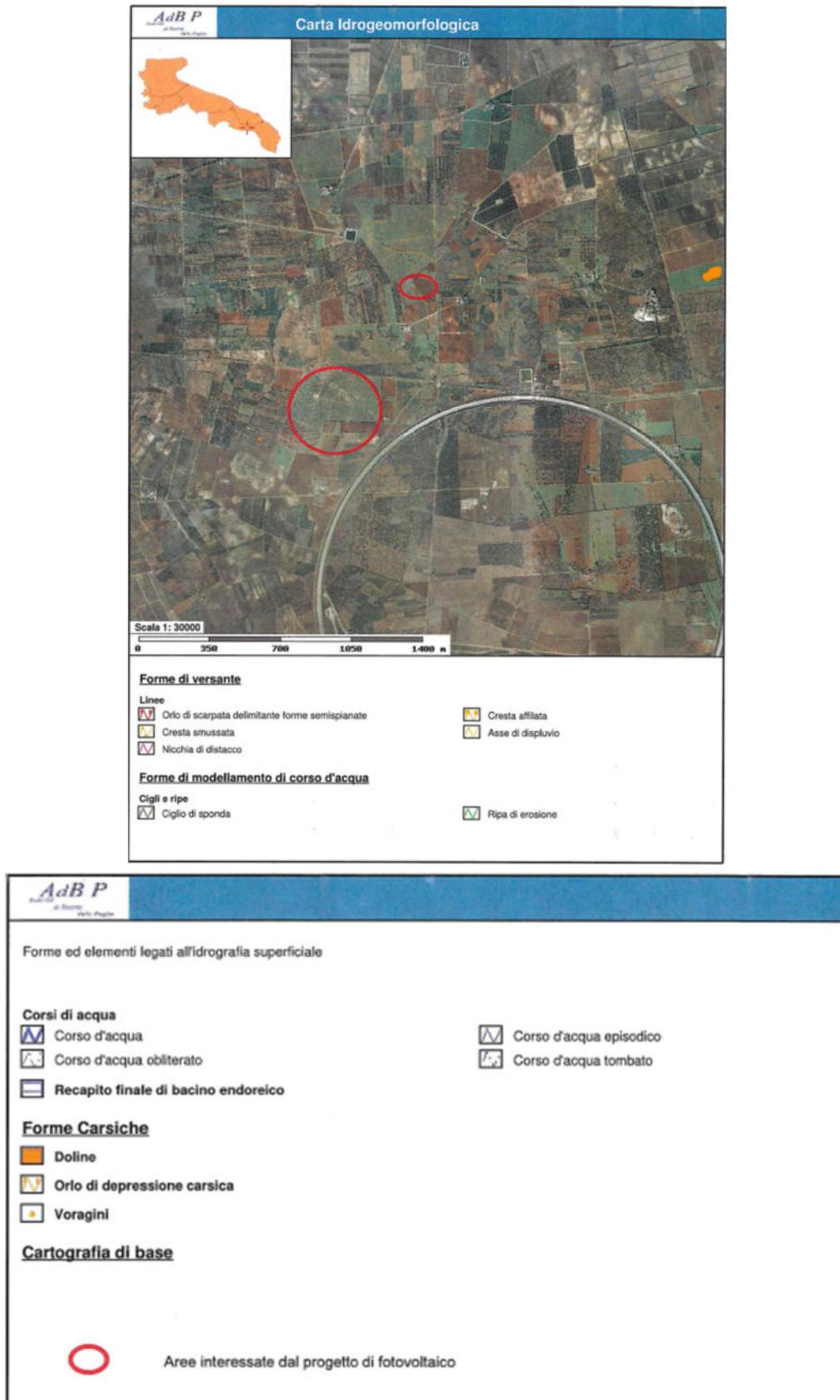
La Carta Idrogeomorfologica intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo ed è giustificata anche dalla specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese.

La redazione della Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha seguito un percorso strettamente definito e cadenzato che ha previsto un approfondimento continuo e costante del quadro conoscitivo fisico del territorio, sulla base anche della nuova cartografia tecnica e delle immagini disponibili e di conseguenti elaborazioni e valutazioni.

Risulta quindi tale cartografia sicuramente più aggiornata e precisa rispetto alla serie n.10 geomorfologia del PUTT, che lo sostituisce, considerata la scala di elaborazione del piano stesso, redatta sulla base del CTR.



Come si può osservare dallo stralcio della Carta Idrogeomorfologica allegato, nell'area oggetto di studio e nell'immediato intorno non è censita alcuna emergenza morfologica o idrogeologica che possa interferire con la realizzazione del progetto.



### 3.4 Idrografia del territorio

La Puglia, presenta una situazione idrologico ambientale caratterizzata da scarsa disponibilità idrica superficiale avente distribuzione molto differenziata sul territorio.

L'area in esame ricade nella Penisola Salentina, che presenta un reticolo esoreico poco sviluppato, costituito da alcuni impluvi naturali, sfocianti in mar, e canali artificiali realizzati per drenare le aree irrigue o per smaltire le acque accumulate in vore. Per vore si intendono le depressioni o cavità di origine carsica a sviluppo prevalentemente verticale che possono raggiungere strati anche molto profondi del sottosuolo.

La natura prevalentemente carsica determina di conseguenza la diffusa presenza di corsi d'acqua effimeri che si attivano idraulicamente solo in casi di eventi di particolare intensità.

I bacini endoreici sono invece bacini imbriferi che non posseggono un recapito finale in altri corpi idrici superficiali, ma confluiscono in vore e inghiottiti. Si creano pertanto, in territori carsici, quale il presente oggetto di analisi, in corrispondenza di depressioni topografiche, delle zone di accumulo e ristagno delle acque meteoriche. In funzione della capacità di infiltrazione del terreno e della capacità di evaporazione in atmosfera, le acque vi stazionano per tempi più o meno lunghi.

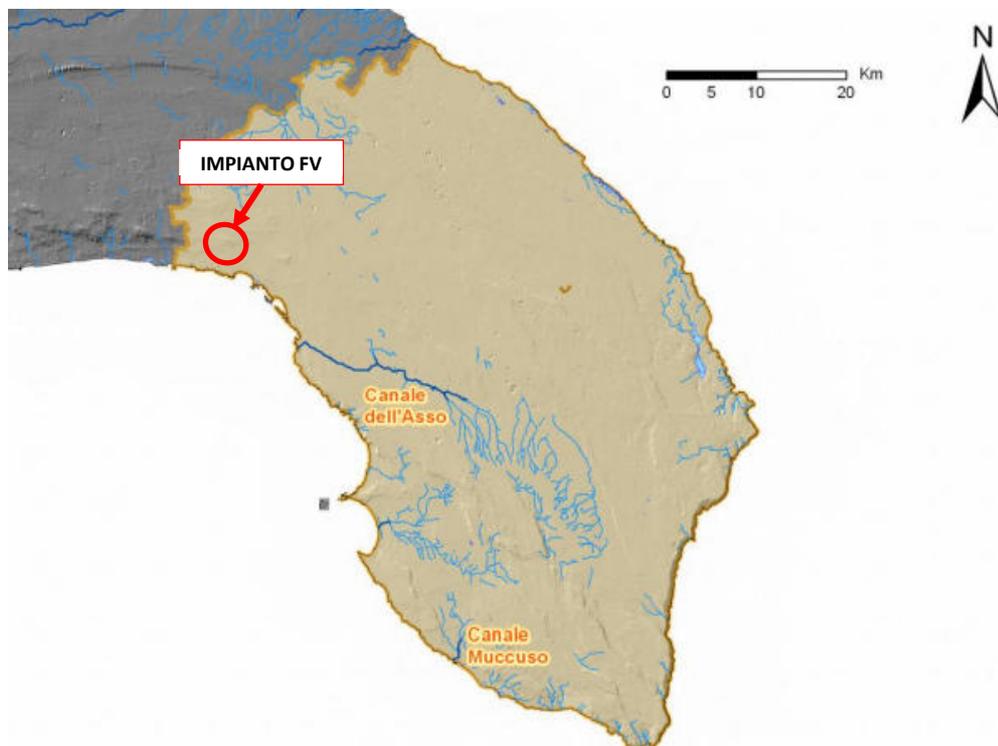


Figura 3.4: Corpi idrici superficiali (Relazione PGRA - AdB Puglia) ed ubicazione area di progetto.

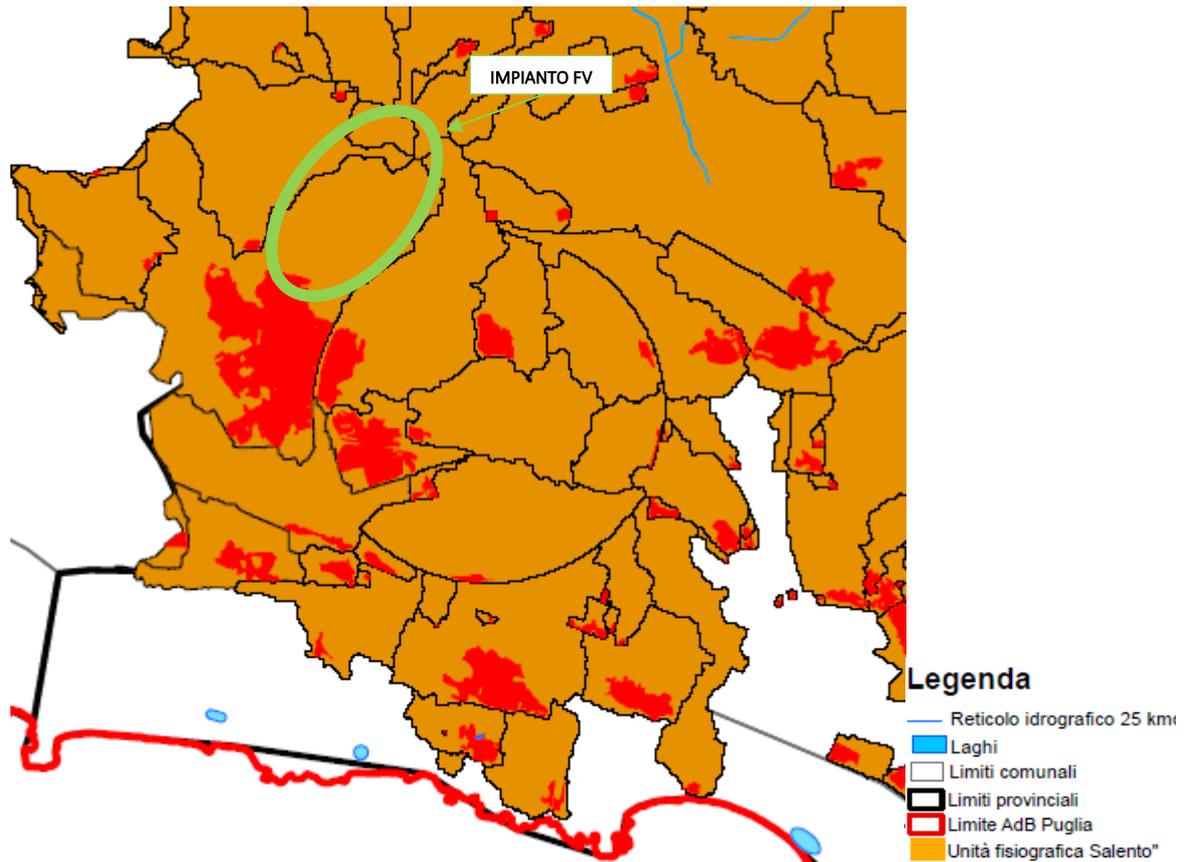


Figura 3.5: Indicazione bacini endoreici (Relazione PGRA - AdB Puglia) ed ubicazione area di progetto.

### 3.4.1 Inquadramento idrologico, idraulico e geomorfologico

L'area interessata dal progetto è classificata quale bacino endoreico, facente parte del raggruppamento dei bacini del Salento individuati dalla AdB, come già puntualizzato al paragrafo 3.4. I bacini della zona sono in gran parte di natura endoreica quale quello dell'area oggetto di studio.

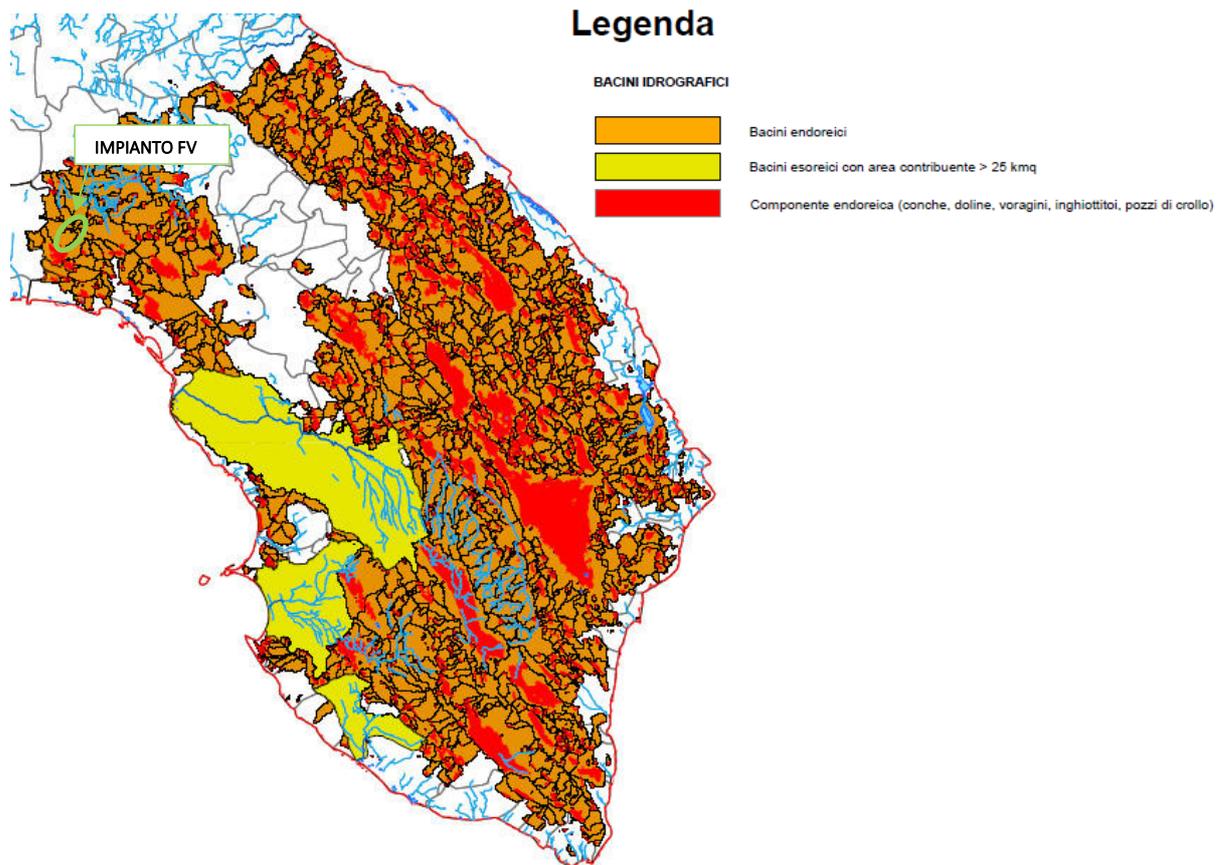


Figura 3.6: Indicazione bacini endoreici ed esoreici (Relazione PGRA - AdB Puglia) ed ubicazione area di progetto.

La Figura 3.7 presenta uno stralcio della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia dove si mostra a scala di progetto la tipologia dei depositi:

Due tipologie di depositi sono riconoscibili nelle aree di interesse:

- Depositi di tipo calcareo o dolomitico
- Depositi a componente prevalentemente argillosa

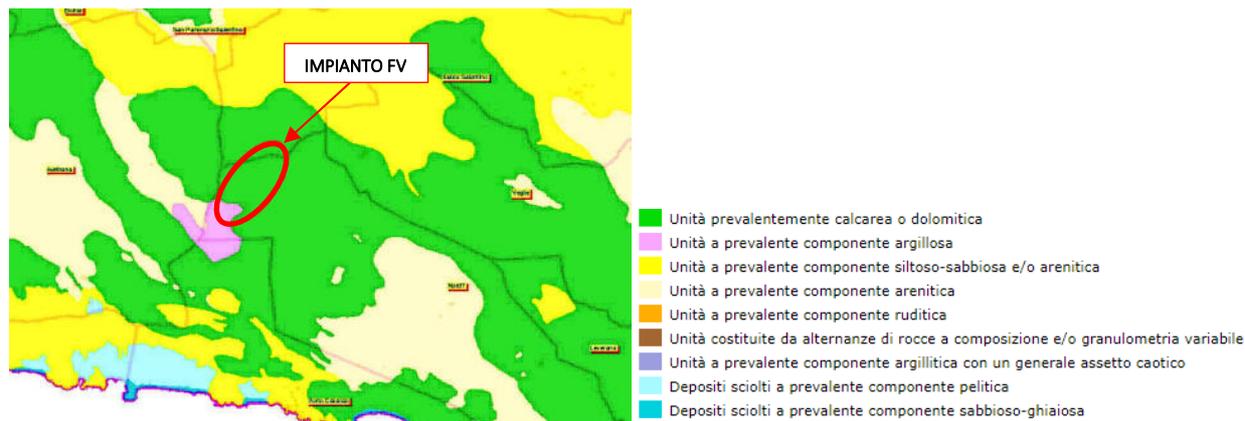


Figura 3.7: Stralcio carta idrogeomorfologica della Regione Puglia, in rosso l'area di interesse dell'impianto FV.

### 3.5 Inquadramento della pericolosità e del rischio idraulico dell'area di progetto e della linea di connessione

Il comune di Nardò appartiene oggi al Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, la struttura operativa di livello territoriale di riferimento è l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia (AdB DAM Puglia).

Lo strumento vigente sul territorio è Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - I ciclo (PGRA) approvato con Delibera del 3/3/2016 dal Comitato Istituzionale dell'autorità di Bacino del Liri-Garigliano integrato con i componenti designati dalle regioni ricadenti nel distretto.

Secondo quanto indica il PGRA, il territorio dell'unità regionale Puglia/Ofanto coinvolge territori interessati da eventi alluvionali contraddistinti da differenti meccanismi di formazione e propagazione dei deflussi di piena, motivo per cui, al fine di orientare meglio le scelte di piano è stato ulteriormente suddiviso in 6 Ambiti Territoriali Omogenei. Nardò ricade in quello definito "Salento", che è così descritto:

"La Penisola Salentina presenta un reticolo esoreico poco sviluppato, costituito da alcuni impluvi naturali, sfocianti in mare, e canali artificiali realizzati per drenare le aree irrigue o per smaltire le acque accumulate in vore. Ad esempio il canale Asso, che inizialmente defluiva naturalmente verso il recapito finale della voragine Colucce, è stato collegato con un canale deviatore a mare. I bacini endoreici sono invece bacini imbriferi che non posseggono un recapito finale in altri corpi idrici superficiali, ma confluiscono in vore e inghiottitoi. Si creano pertanto, in territori carsici, in corrispondenza di depressioni topografiche, delle zone di accumulo e ristagno delle acque meteoriche. In funzione della capacità di infiltrazione del terreno e della capacità di evaporazione in atmosfera, le acque vi stazionano per tempi più o meno lunghi." (rif. Relazione PGRA).

Quanto alle perimetrazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e di rischio, è opportuno fare riferimento alle mappe del PAI, il cui ultimo aggiornamento risale al 2019. Tali mappe, consultabili sul WebGis dell'AdB DAM Puglia, riportano infatti le modifiche approvate a seguito di approfondimenti conoscitivi nonché delle istruttorie svolte su richieste puntuali e successivo confronto con i soggetti e le amministrazioni comunali interessate. Di seguito si riporta uno stralcio della perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica secondo l'ultima Variante PAI approvata con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19 giugno 2019 - G.U. n. 194 del 20 Agosto 2019 per il sito di progetto. Nelle aree catastali disponibili non risulta presente alcuna fascia di pericolosità idraulica come mostrato in Figura 3.8.

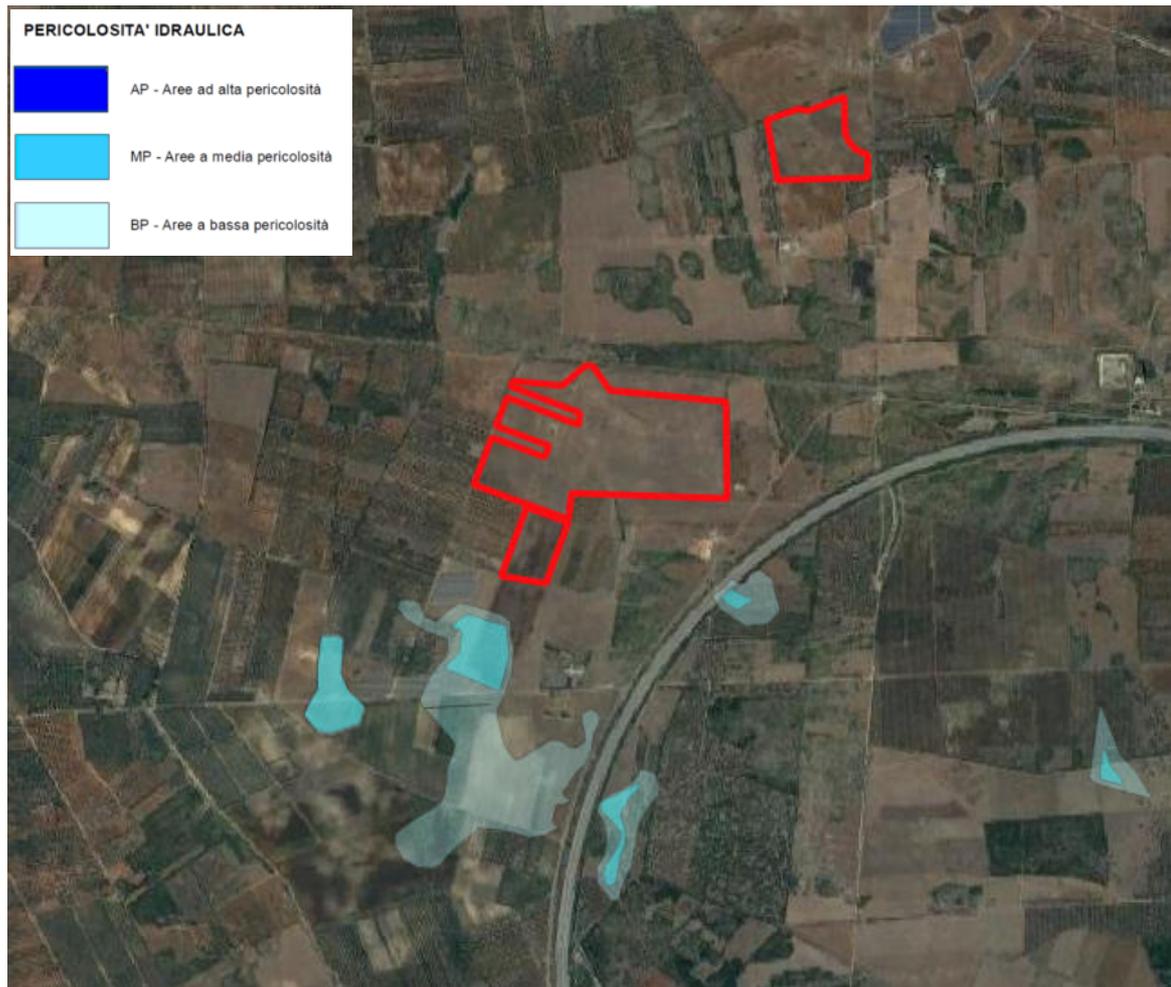
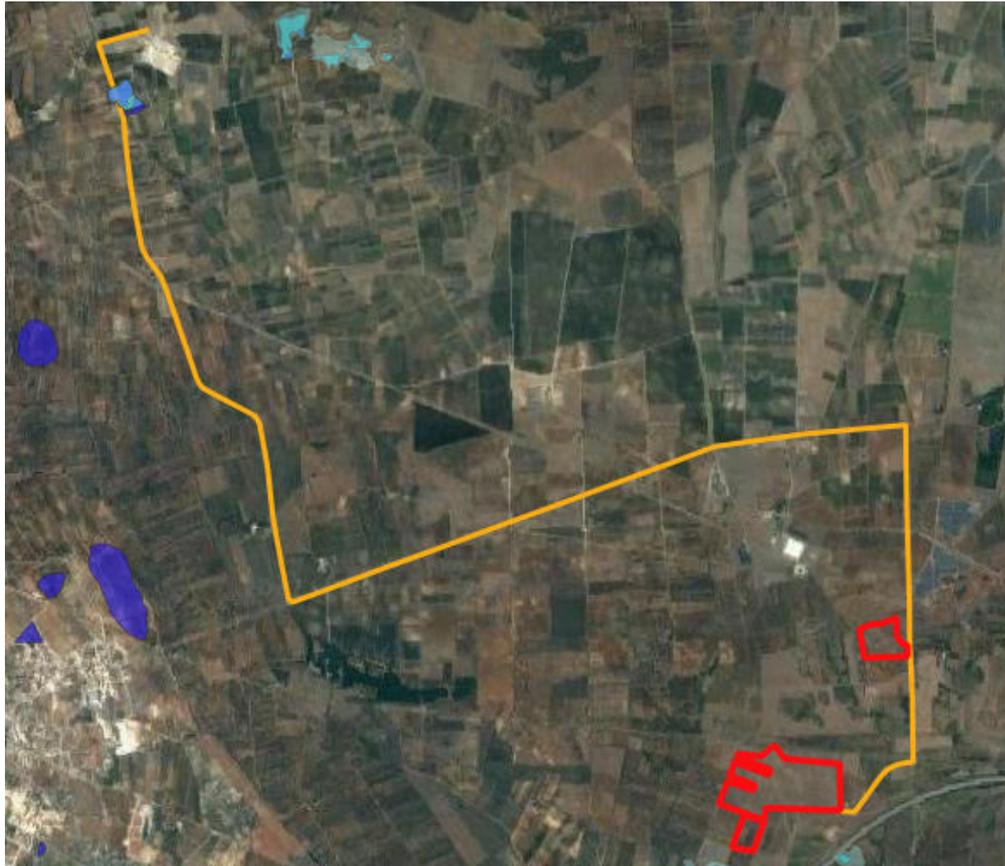


Figura 3.8: Stralcio assetto idrogeologico (PAI) - assetto idraulico territorio ex Autorità di bacino della Puglia pubblicato sulla gazzetta ufficiale del G.U. n. 194 del 20/08/2019. In rosso il sito di progetto.

Il percorso di connessione invece attraversa una fascia di media pericolosità idraulica.



*Figura 3.9: Stralcio assetto idrogeologico (PAI) - assetto idraulico territorio ex Autorità di bacino della Puglia pubblicato sulla gazzetta ufficiale del G.U. n. 194 del 20/08/2019. In rosso il sito di progetto e in arancione la linea di connessione.*

Inoltre, è stata effettuata un'analisi del PGRA aggiornato al 30/03/2016 riguardo l'area di progetto e la linea di connessione. È risultato che la mappatura delle fasce di pericolosità idraulica coincidono con quelle riportate dal PAI.



## 4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

### 4.1 Impianto fotovoltaico

L'area di progetto risulta distinta in 3 sezioni interessando complessivamente circa 46 ha.

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

- rispetto del PAI sulla base dell'ultimo aggiornamento 11/2019 nella predisposizione del layout;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia 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;
- predisposizione Sistema di Accumulo.

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A., tale soluzione emessa da Terna con Codice Pratica: 201000152 è stata accettata dalla proponente e prevede la connessione dell'impianto alla RTN nella SE Erchie a 150 kV.

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 46.6 MW è così costituito da:

- n.2 cabine di smistamento a livello di tensione 30 kV. In queste cabine confluiranno tutti i cavi (con isolamento fino a 42 kV) provenienti dalle diverse cabine di campo (Power Station): dalle cabine di smistamento partiranno le linee di connessione verso le cabine di sezionamento distribuite lungo il percorso di connessione verso la stazione elettrica Terna "Erchie". Nella stessa area all'interno delle cabine sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n. 11 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 tensione a livello di tensione 30 kV; 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;
- 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 dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda all'elaborato di progetto specifico.

#### 4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, indicativamente della potenza di 670 W<sub>p</sub>, 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.

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°.

- Altezza min: 0,85 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,878 m (rispetto al piano di campagna).

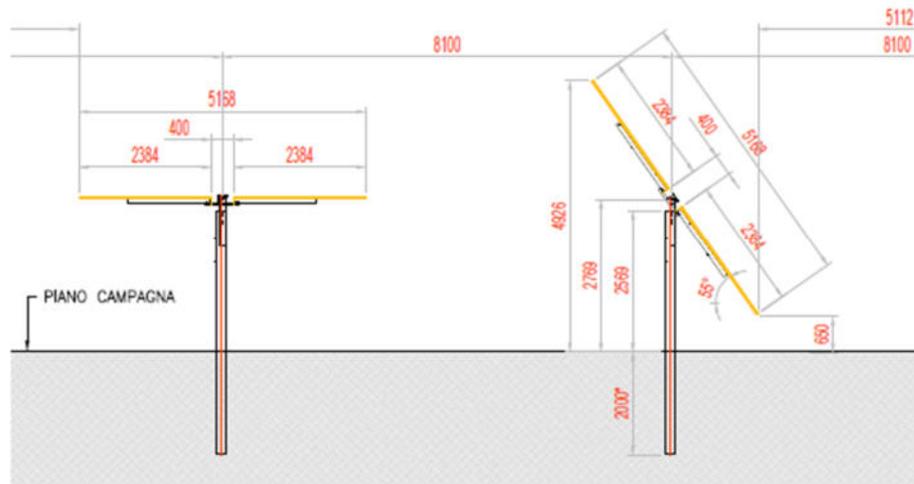


Figura 4.1: Particolare strutture di sostegno moduli, sezione trasversale.

#### 4.1.2 Cabine di campo o PowerStation

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 media tensione 30 kV (MT).

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.

#### 4.1.3 Cavi di controllo e TLC

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.

#### 4.1.4 Rete di drenaggio interna

La progettazione della rete di drenaggio è stata costruita sulla base dell'individuazione delle principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino, come pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria. Una volta definiti i principali solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato attuale, identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno, è stata dimensionata la rete di drenaggio di progetto principalmente lungo tali solchi naturali.

Tale scelta consente di evitare di modificare la rete naturale, permettendo ai deflussi superficiali di seguire i percorsi naturali, senza interferenze dovute alla costruzione della viabilità, alla disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di 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. Non è prevista l'impermeabilizzazione di alcuna area se non trascurabilmente (cabine di campo). Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere complessive.

A favore di sicurezza è stata comunque valutata la condizione di infiltrazione ante-operam/post operam e possibili impatti negativi.

Fin dalla fase di cantiere, saranno realizzati i drenaggi di progetto, evitando quindi anche durante la fase di costruzione possibili ostruzioni o modifiche dei drenaggi naturali. La viabilità di cantiere sarà in materiale drenante.

L'attività di preparazione dell'area descritta sarà, in termini idrologici, paragonabile alla preparazione del terreno presemina.

In tali condizioni il recettore continuerà a ricevere le acque che riceve allo stato di fatto con un impatto idrologico e idraulico minimo.

### 4.2 Connessione alla RTN

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto tra l'impianto fotovoltaico e la sottostazione di trasformazione della RTN 150 kV denominata "Erchie".

Le opere di connessione dell'impianto alla Stazione Elettrica attraverseranno alcune aree rurali del Comune di Nardò (LE), Salice Salentino (LE); Avetrana (TA) e di Erchie (BR). In particolare, l'impianto di produzione da fonte solare si conetterà alla SE della RTN del comune di Erchie attraverso un elettrodotto MT 30 kV della lunghezza di circa 13,5 Km.

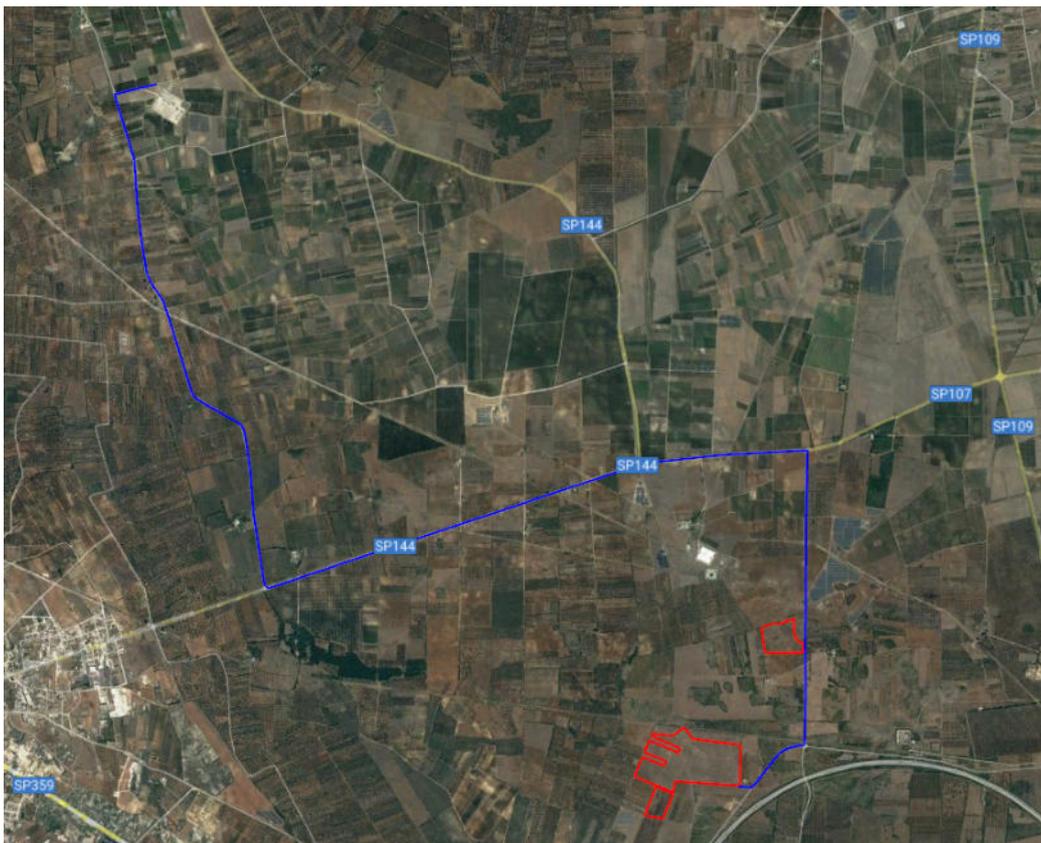


Figura 4.2: In BLU il percorso di connessione dal campo FV alla SSE



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

### 5.1 Identificazione dell'interferenza

Il paragrafo 3.5 individua i possibili punti/tratti di interferenza tra le opere in progetto e aree a pericolosità idraulica. Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PAI variante 2019, definendo il grado di pericolosità idraulica. Non è stata riscontrata alcuna pericolosità nell'area di progetto, tuttavia un'attenta analisi del percorso di connessione ha rilevato un'unica interferenza riportata in Tabella 5.1.

*Tabella 5.1: Interferenze con il percorso di connessione.*

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P01	Area Allagabile	Media	Cavo Interrato

Essendo i bacini delle aree oggetto di studio di carattere endoreico si escludono per la linea di connessione fenomeni di erosione a lungo termine che possano compromettere la stabilità della posa e dar luogo allo scoprimiento.

### 5.2 Nuovo impianto fotovoltaico

Nelle aree catastali disponibili per l'impianto fotovoltaico non risultano presenti fasce di pericolosità idraulica, secondo l'ultimo aggiornamento del PAI, come mostrato in Figura 3.8 a pagina 16.

Sulla base dell'analisi del PGRA, aggiornato al 30/03/2016, l'area di progetto non ricade in alcuna fascia di pericolosità.

Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione di un reticolo di drenaggio interno mediante l'impiego di sistemi di drenaggio sostenibile, al fine di favorire lo smaltimento e/o l'infiltrazione delle acque meteoriche, contrastando l'erosione del suolo e riducendo i picchi di deflusso.

Il progetto dell'ubicazione delle opere dell'impianto fotovoltaico e del reticolo di drenaggio interno ha tenuto in considerazione i solchi di drenaggio naturale esistenti ed è stato sviluppato con l'obiettivo di minimizzare l'impatto dell'impianto post-operam.

### 5.3 Percorso di connessione

Lungo il percorso di connessione alla cabina di consegna è stata individuata un'unica interferenza. Tale interferenza, qui denominata P01, è costituita da un'area allagabile. Di fatti essendo, i bacini delle aree oggetto di studio di carattere endoreico, non vi è presenza di corsi d'acqua superficiali e la formazione di impluvi quali solchi di drenaggio è estremamente limitata. Pertanto le acque meteoriche a valle di eventi intensi tendono ad accumularsi in depressioni naturali quale la zona in questione.

#### 5.3.1 P01

##### 5.3.1.1 Identificazione

L'interferenza è localizzata in una delle aree agricole adiacenti alla stazione elettrica denominata "Erchie".

*Tabella 5.2: Riepilogo interferenza P01.*

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
P01	Area Allagabile	Media	Cavo Interrato



*Figura 5.1: A sinistra Ubicazione interferenza P01, in rosso il percorso di connessione; A destra il terreno interessato da allagamenti con una frequenza di media pericolosità*



*Figura 5.2: Stralcio del PAI, in arancione la linea di connessione*

L'interferenza è come detto legata all'altimetria dell'area fasciata dal PAI rispetto alle zone di monte circostanti. Pertanto una posa interrata al di sotto del manto stradale risulta idonea al superamento di tale criticità e la posa risulta stabile.



## 6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

In questo paragrafo si riportano le basi per il 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;
- Determinazione delle Linee Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni;
- Costruzione dello ietogramma di progetto avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- Stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- Modello di trasformazione afflussi-deflussi stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

### 6.1 Considerazioni climatiche

All'interno della Relazione di piano del PAI è descritto come la regione Puglia sia "caratterizzata da un clima tipicamente mediterraneo, con inverno mite e poco piovoso e stagione estiva calda e secca.

I mesi estivi sono caratterizzati da siccità dovuta alle masse d'aria calda e secca tropicale che dominano sul bacino del Mediterraneo. I mesi invernali e autunnali presentano frequente nuvolosità e piogge relativamente abbondanti, recate in genere da venti sciroccali, avvicendate con periodi sereni e piuttosto freddi provocati da venti settentrionali e di Nord Est.

I giorni piovosi sono scarsi: il loro numero è compreso tra 60 e 80. Annualmente la regione riceve in media poco più di 600 mm di pioggia; la maggiore piovosità si osserva sul Gargano con 1.100-1.200 mm totali annui, interessato da piogge di tipo orografico a cui si aggiungono quelle d'origine frontale legate al ciclo genesi del Mediterraneo orientale.

La minore piovosità si osserva sul Tavoliere, con valori totali annui al di sotto dei 450 mm ed in una ristretta fascia costiera intorno a Taranto. Nel Subappennino Dauno si avvicina a 900 mm annui e la maggior parte delle aree pianeggianti ha meno di 700 mm annui. In tutta la regione, le precipitazioni si concentrano per oltre il 60% nei mesi autunno-invernali, con massimi nel Salento dove raggiungono l'80%. Il ciclo annuo mostra un solo massimo di piovosità ben distinto in novembre o in dicembre, mentre il minimo quasi sempre ricade in luglio per tutta la regione.

La stagione estiva è caratterizzata da una generale aridità su tutto il territorio: infatti, ad eccezione del Gargano e del Subappennino dove si hanno precipitazioni di poco superiori a 50 mm, i valori sono inferiori a 30 mm; in alcuni anni i mesi estivi sono stati del tutto privi di pioggia. Succede, tuttavia, che non siano infrequenti i brevi ed intensi rovesci estivi con punte 30-50 mm in pochi minuti. Elevata è, infine, la variabilità inter-annuale delle piogge: si può passare in una qualunque stazione dai 300 mm di un anno ai 900-1.000 mm dell'anno seguente, come è accaduto a Bari nel 1913 (371 mm) e nel 1915 (1.095 mm)." (Fonte Autorità di Bacino della Puglia - Dicembre 2004 – RELAZIONE DI PIANO)

Dal sito della Protezione Civile, <http://www.protezionecivile.puglia.it>, è possibile scaricare i dati di interesse meteorologico e idrologico. Il dataset fornito è articolato in 127 record, uno per stazione di monitoraggio presente sul territorio pugliese.

Il regime pluviometrico regionale evidenzia che quello della Puglia centrale, dopo quello del Tavoliere di Foggia, risulta il clima più arido; dai 450 mm annui di acqua intorno a Taranto si arriva fino ai 600-700 mm nella parte più alta della Murgia, per poi riscendere a circa 550 mm intorno a Bari. Caratteristica per la Puglia è la distribuzione non ideale delle piogge che prevalentemente avvengono nel semestre settembre-marzo, creando spesso situazioni di intensa e prolungata siccità nel restante periodo dell'anno. Frequente, anche se in modo irregolare, soprattutto nel periodo estivo, è il

fenomeno della grandine che risulta molto dannoso per il mondo agricolo e forestale, in particolare sulle fasce costiere. Come mostrato in Figura 6.1, l'area in oggetto risulta soggetta a una piovosità media inclusa nella fascia tra 601-700mm/anno.

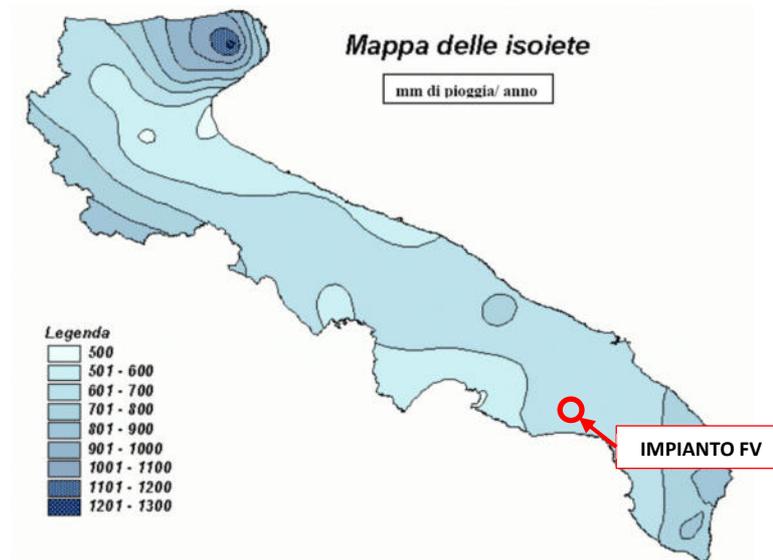


Figura 6.1: Mappa delle isoiete della Regione Puglia.

## 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:

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

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

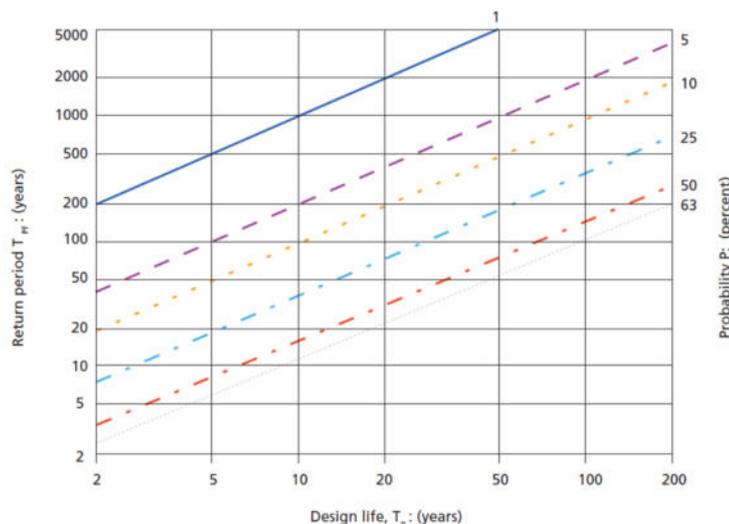


Figura 6.2: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni.

La durata della vita utile dell’impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 30 anni.

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

### 6.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense

Per l’applicazione del metodo dell’invaso lineare, impiegato nella stima delle portate meteoriche superficiali è stato necessario determinare la curva di possibilità climatica caratteristica dell’area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla curva di possibilità climatica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 100 anni.

Nel caso in esame la durata del campo fotovoltaico è assunta pari a 30 anni, pertanto il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione è stato assunto pari a 30 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 a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionali 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 ora 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).

Il territorio di competenza dell’Autorità di Bacino della Puglia dal punto di vista dell’approccio pluviometrico, sulla base dei risultati ottenuti è stato pertanto suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica.

L'intervento in oggetto ricade nella sottozona omogenea 6:

$$h(t,z) = 33.7 T_c^{(0,488+0.0022z)/3.178} \quad (2)$$

Dove:

$h(t,z)$  = Altezza della pioggia (mm) per fissata durata  $t$  e quota  $z$ ;

$T_c$  = durata dell'evento pluviale (ore).

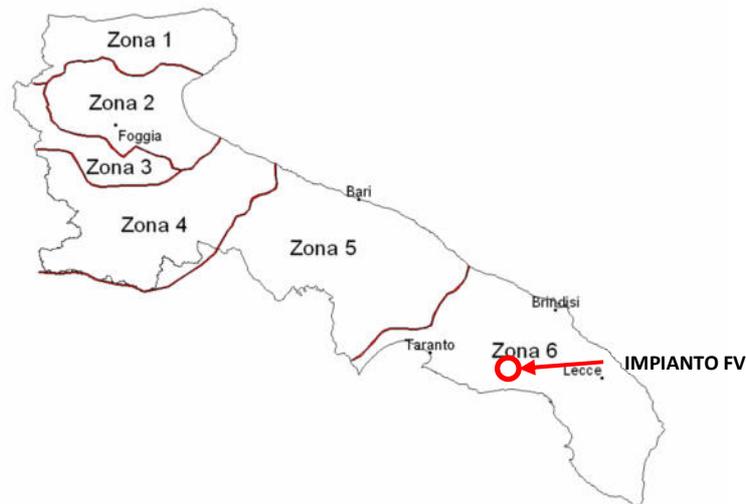


Figura 6.3: Zone omogenee, in rosso evidenziata al zona impianto ricadente in Zona 6

La Curva di Possibilità pluviometrica permette di stimare le altezze di precipitazione relative ad eventi pluviali con durate superiori ad 1h, in quanto i parametri di tale equazione vengono ottenuti mediante l'analisi di eventi pluviometrici di lunga durata ( $t > 60$  minuti). Nel caso di eventi brevi ( $t < 60$  minuti) è possibile stimare le altezze di precipitazione mediante la legge di Bell:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s \quad (3)$$

Dove:

$h_{60,T}$  = Altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 min e fissato  $T$ ;

$s$  = coefficiente dipendente dalla regione in esame, per la Puglia assunto pari a 0,227.

A tali altezze di precipitazione vanno applicati inoltre coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita  $K_T$  (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di Riduzione Areale  $K_A$  (funzione della superficie del bacino espressa in kmq, e della durata dell'evento di progetto espressa in ore).

Per la zona 6:

$$K_T = 0,1599 + 0,5166 \ln T \quad (4)$$

dove  $T$  è il Tempo di Ritorno di progetto considerato.

Nel caso in cui si debba condurre uno studio idrologico in un'area estesa, la precipitazione deve essere ragguagliata alla superficie del bacino idrografico considerato per tener conto del fatto che la precipitazione, calcolata come descritto in precedenza, è un valore puntuale e quindi va opportunamente ridotta di un valore (Fattore di Riduzione Areale) che dipende dall'estensione



dell'area studiata e dalla durata dell'evento. Per quanto concerne il Fattore di Riduzione Areale  $K_A$ :

$$K_A = 1 - (1 - e^{-0.0021A}) \cdot e^{-0.53d^{0.25}} \quad (5)$$

Tale fattore di correzione è stato trascurato nel contesto di progetto in quanto i bacini idrografici di riferimento risultano di estensione limitata.

Di seguito si riportano le Curve di Possibilità pluviometrica distinte per eventi pluviali di durata superiore o inferiore ad 1h e per diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni).

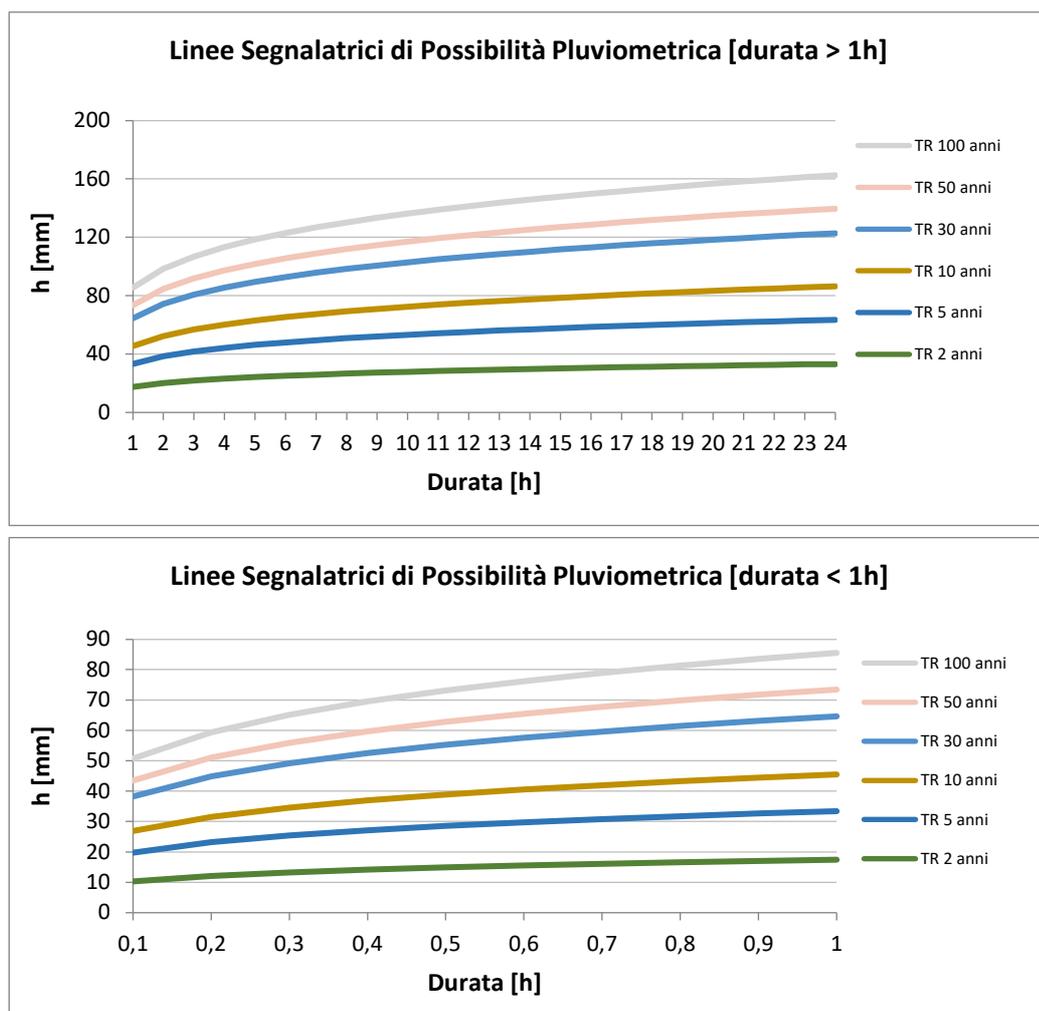


Figura 6.4: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata > 1h e < 1h.

Nella tabella seguente si riportano inoltre, per diverse durate (0,5 -24 h) e tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni), i valori delle altezze di precipitazione  $h_T(t)$  espresse in mm.



Tabella 6.1: Altezza di pioggia per le diverse durate per i diversi tempi di ritorno.

Durata evento critico [h]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO E DELLA DURATA H [MM]					
	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 30 anni	TR 50 anni	TR 100 anni
0.5	15	29	39	55	63	73
1	17	33	45	65	73	86
2	20	38	52	74	85	98
3	22	42	57	81	92	107
4	23	44	60	85	97	113
5	24	46	63	89	102	118
6	25	48	65	93	106	123
7	26	49	67	96	109	127
8	27	51	69	98	112	130
9	27	52	71	101	115	133
10	28	53	72	103	117	136
11	28	54	74	105	119	139
12	29	55	75	107	121	141
13	29	56	76	108	123	144
14	30	57	78	110	125	146
15	30	58	79	112	127	148
16	31	58	80	113	129	150
17	31	59	81	115	130	152
18	31	60	82	116	132	153
19	32	61	82	117	133	155
20	32	61	83	118	135	157
21	32	62	84	119	136	158
22	33	62	85	121	137	160
23	33	63	86	122	138	161
24	33	63	86	123	140	163

#### 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 e 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 quello della regione Puglia con maglia 8x8m.

Le opere in progetto insisteranno sui bacini scolanti identificati nella figura seguente.

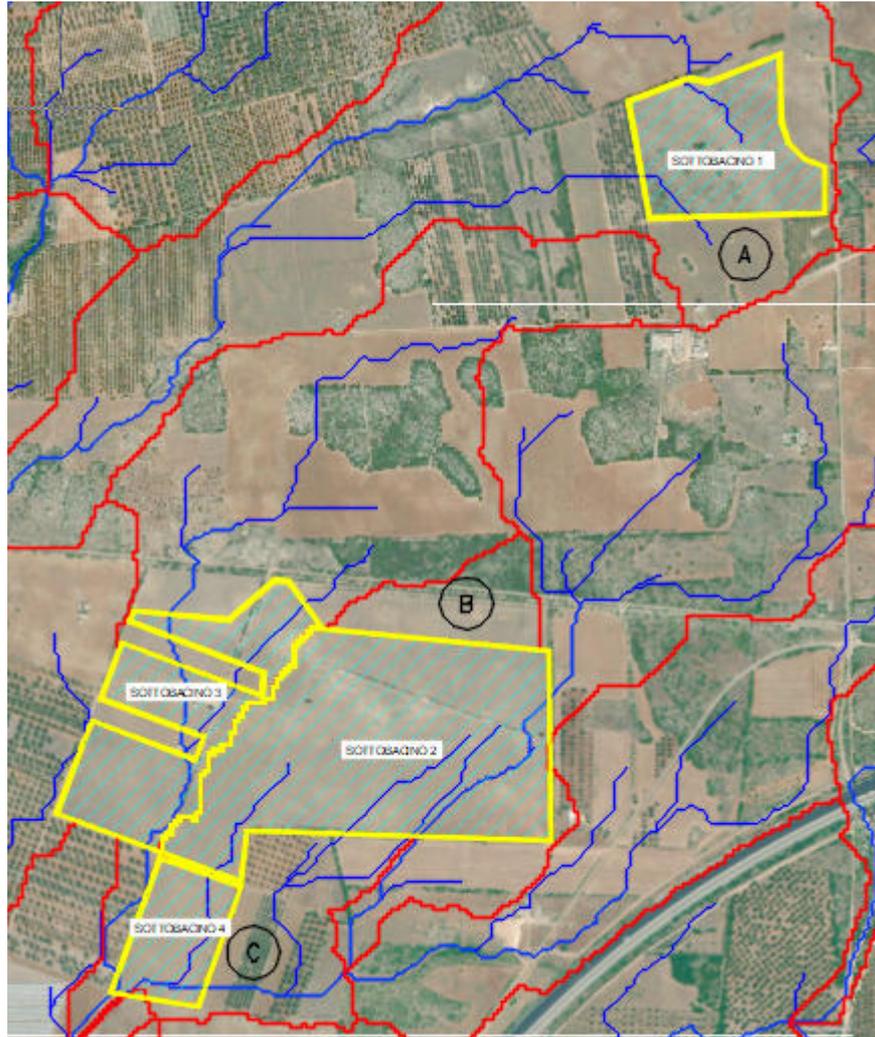


Figura 6.5: Delimitazione bacini scolanti e codifica (giallo), reticolo di drenaggio naturale esterno ed interno alle sezioni di progetto (blu) e limiti bacini idrografici (rosso).

Tutti i bacini identificati risultano essere interessati dall'installazione dei pannelli. La Tabella 6.2 seguente riporta i bacini scolanti individuati e relative superfici, evidenziando quelli che presentano aree di alimentazione esterne all'area di progetto (Bacini 2, 3, 4). Tale differenziazione viene effettuata al fine di indicare i bacini per cui il dimensionamento delle opere di scolo è stato realizzato sulla base delle aree effettive di alimentazione.

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 percorsi e punti di affluenza ai canali perimetrali compatibili con lo stato di fatto.

La rete naturale estratta risulta tuttavia soggetta a modifiche antropiche quali drenaggi agricoli dei campi adiacenti, muretti, viabilità ecc.

La rete interna a tali siti sarà principalmente costituita da canalette in terra a cielo aperto.



*Tabella 6.2: Bacini scolanti distinti in base alle aree di drenaggio, interne oppure esterne all'area di progetto e rispettive superfici.*

BACINI DI DRENAGGIO INTERNI		BACINI DI DRENAGGIO CON ALIMENTAZIONE ESTERNA	
ID Bacino	Area [mq]	ID Bacino	Area [mq]
1	80.404	2	746.473
2	231.224	3	540.515
3	105.697	4	628.258
4	42.078		

## 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"  $\phi$ .

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

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

$$\phi = \frac{P_{netta}}{P} \quad (6)$$

Al fine di ottenere lo ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica "di progetto" viene moltiplicata per il parametro  $\phi$ , 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

Le aree allo stato ante-operam non risultano impermeabilizzate e sono prevalentemente coltivate. Come descritto in precedenza, l'area di progetto si sviluppa su sistemi colturali e particellari complessi e su prati stabili non irrigui. Ai fini della presente analisi si assume il valore più conservativo.

Il terreno, come riportato nella figura seguente, risulta costituito principalmente da unità carbonatiche e perciò, secondo il metodo SCS-NC, ricade nella categoria suolo di tipo A, invero ad alta permeabilità. In riferimento a tali considerazioni, il valore del Curve Number è stato assunto pari a 72.

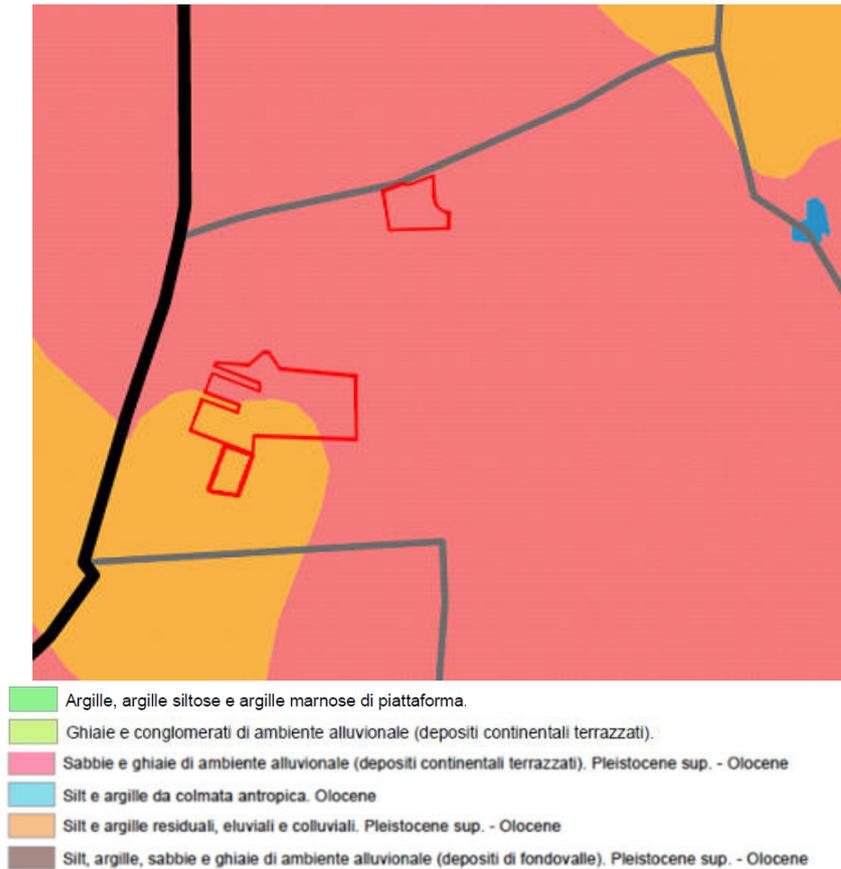


Figura 6.6: Stralcio carta geolitologica (Fonte: AdBP Candelaro - Allegato 1.2.1).

*In evidenza le aree di progetto.*

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 e III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Nell'ipotesi di ACM III il CN corrispondente risulta pari a 86.

Nella figura di seguito si riporta il grafico di correlazione CN-SCS/coefficiente di deflusso.

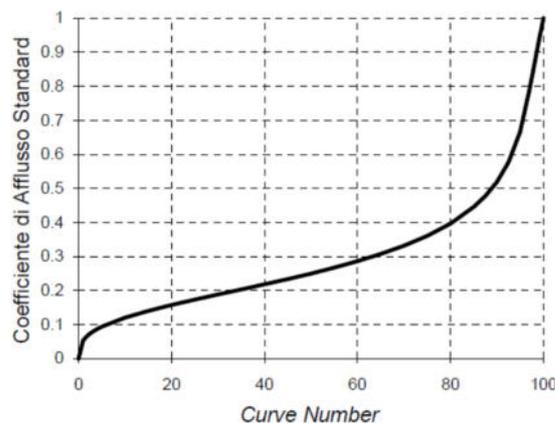


Figura 6.7: Correlazione da letteratura SCS-CN vs. coeff. afflusso/deflusso.

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro  $\phi$  è stato quindi assunto pari a 0,45.

### 6.5.2 Valutazione post operam

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

L'interasse fra le strutture sarà di circa 8,10 metri. L'altezza in mezzeria della struttura sarà di circa 2,8 m (rispetto al piano di campagna). I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo a 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.

Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, 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 tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed 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 6.8: Modulo tipo, descrivente il modello concettuale idrologico dell’installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l’area pannelli (in rosso) e l’area di interfila (Fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers).

Come descritto la proiezione del 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 di tilt della struttura pari a zero si ottiene un’area dry pari al 50% dell’area utile di installazione pannelli.

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

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

STATO DI FATTO	AREA [ha]	AREA MODULI [ha]	PERCENTUALE MODULI SU AREA NETTA ISTALLAZIONE PANNELLI	AREA DRY STIMATA DURANTE TILT PARI A 0° [ha]	PERCENTUALE AREA AVENTE EFFETTO POTENZIALMENTE DRY	COEFF. DEFLUSSO ANTE-OPERAM ASSUNTO	COEFF. DEFLUSSO POST-OPERAM STIMATO
Aree coltivate e prati non irrigui	45.85	21.52	0,47	10.76	0,23	0,45	0,58

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 e in progetto.

## 6.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto ante-operam e post-operam

Per calcolare le portate di scolo dai 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 e che la curva tempi aree 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:

$$Q_p = \phi \cdot \frac{i(T_0, t_c) \cdot A}{360} \quad (7)$$

Dove:

$Q_p$  = portata critica (netta) [m<sup>3</sup>/s];

$\phi$  = coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];

$i(T_0, t_c)$  = intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino ( $t_c$  - min) ed avente un tempo di ritorno ( $T$  - 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.

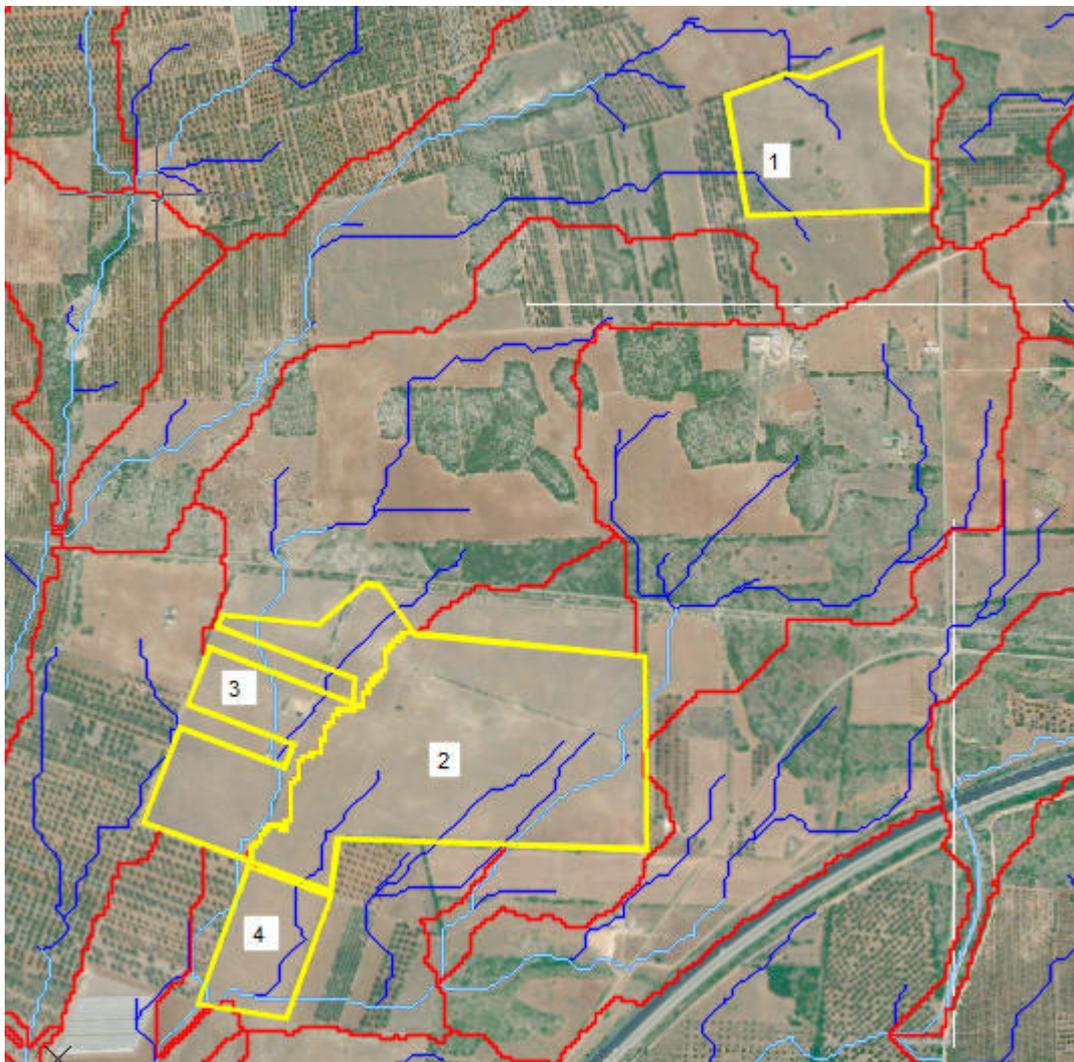


Figura 6.9: Delimitazione recinzione di impianto (giallo), rete di drenaggio naturale interna (blu e ciano) e spartiacque (rosso).



Come mostrato in Tabella 6.4, lo stato post-operam mostra un incremento dei picchi di deflusso proporzionale all'aumento del coefficiente di deflusso di circa il 29% nello 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 nello scenario ante- e post- operam.*

BACINO	1	2	3	4
S [ha]	80404	231224	105697	42078
Lasta [m]	334	760	566	352
tc [h]	0,32	0,40	0,36	0,32
Kt [-]	1,92	1,92	1,92	1,92
h(60) [mm]	50	53	52	50
h(t) [mm]	39	43	41	39
Intensità [mm/h]	121	107	113	121
Coeff. deflusso ante-operam	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>
Coeff. deflusso post-operam	0,58	0,58	0,58	0,58
Portata al colmo ante-operam Qcr [mc/s]	1,22	3,10	1,50	0,64
Portata al colmo post-operam Qcr [mc/s]	1,57	3,98	1,93	0,82



## 7. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI 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 dal 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 e gli indiretti processi di bioremediation;
- Contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- Fossi di scolo in terra;
- Protezione rete idrografica principale.

### 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 indentificato un reticolo idrografico principale caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma possono raggiungere portate significative in seguito ad eventi di pioggia intensi non ordinari.

Alcuni di questi ricadono all'interno dell'area di progetto, di conseguenza la loro pericolosità è stata studiata.

Il progetto ha previsto una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate, costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale.

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;
- Utilizzo in commistione con bacini di detenzione come ingresso o uscita.

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):

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} i^{1/2}}{n} \quad (8)$$

Dove:

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

Le canalette saranno realizzate in scavo con una sezione trapezia di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di  $26^\circ$ . Il dimensionamento effettivo delle canalette sarà rivisto nelle successive fasi progettuali.

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

Nei rami di significativa lunghezza, al fine di ridurre la velocità di scorrimento in occasione di eventi di 2-5 anni, saranno inseriti dei salti di fondo realizzati in pietrame.

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

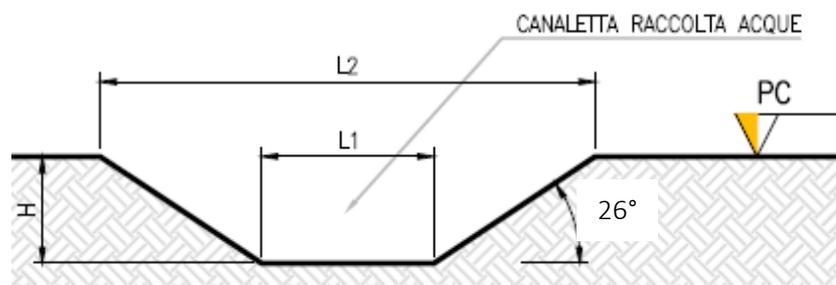


Figura 7.1: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

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

L'ubicazione planimetrica delle canalizzazioni è illustrata nell'Allegato 01.



## 8. CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico e della linea di connessione e ha analizzato le interferenze con le aree a 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 variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

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

Vista l'interdistanza esistente tra le strutture, l'altezza da piano campagna e la mobilità che varierà la copertura su suolo (rendendo quindi non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempo 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. Analogamente le platee di appoggio delle cabine avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

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 dal progetto, durante la fase post-operam, nello scenario più cautelativo, si registrerebbe un incremento dei deflussi totali di circa il 29%.

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. Inoltre saranno presenti elementi di drenaggio sempre costituiti da fossi in terra nelle zone di ristagno in modo da favorire il drenaggio delle acque. Infine sono previsti canali di drenaggio in terra adiacenti alla recinzione, per intercettare le acque provenienti dai sottobacini ad alimentazione esterna e favorirne il deflusso perimetralmente all'impianto (v. Allegato 01).

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 di 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.



---

In merito all'uso del suolo post-operam per le aree interne alla recinzione dell'impianto (nelle interfila dei moduli fotovoltaici) è prevista la possibilità che agricoltori locali possano avviare una produzione olivicola superintensiva.



**LEGENDA**

**REGIMAZIONE IDRAULICA**

- RETE DI DRENAGGIO
- SCARICO ACQUE

- RECINZIONE IN PROGETTO

- TRACKER (14 MODULI)
- TRACKER (28 MODULI)

- VIABILITA PERIMETRALE (LARGHEZZA 4 m)

**CABINATI**

- LOCALE GUARDIANA E CONTROLLO ACCESSI
- MAGAZZINO
- CABINA ELETTRICA DI CAMPO MT/BT
- CABINA ELETTRICA GENERALE

SCALA 1:4000 - 1 cm = 40 m



0		051	CP	LC	04/2022
REV.	DESCRIZIONE	DISSEG.	CONTROL.	APPROV.	DATA

<b>Montana</b>	Montana SpA Via Carlo Farini 6 20143 Milano Milano (sede certificata ISO)	Tel. +39.02.54118173 Fax +39.02.54128660 www.montanabene.com	P.IVA 1041420156 Cap. Soc. 600.000,00 €	 ISO 9001:2015 ISO 14001
	Brescia   Palermo   Cagliari   Roma			

Committente	SOCIETA' AGRICOLA SOLARPOWER SRL VIA JULIUS DURST 6 39042 - BRESSANONE (BZ)
Progettisti	ING. LAURA CONTI Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726
Oggetto	IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTICO COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 46.6 MW COMUNE DI NARDÒ (LE) PROGETTO DEFINITIVO
Tavola	PLANIMETRIA GESTIONE ACQUE METEORICHE
N. Rev.	ALLEGATO 01_PLANIMETRIA GESTIONE ACQUE METEORICHE
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA	
N. Tav.	N. Tav. Scala 1:4000