

NOVEMBRE 2023



SOLAR CAPITAL 5 S.R.L.

**IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 44 MW**

COMUNE DI TORREMAGGIORE (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Relazione idrologica e idraulica

Progettista

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

Codice elaborato

2748_5572_TM_VIA_R06_Rev0_Relazione idrologica e idraulica

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_5572_TM_VIA_R03_Rev0_ Relazione descrittiva generale	11/2023	Prima emissione	G.d.L.	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
Daniele Crespi	Project Manager e Coordinamento SIA	
Corrado Pluchino	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Marco Corrù	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Elena Comi	Biologo	
Sergio Alifano	Architetto	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	
Matteo Cuda	Naturista	
Graziella Cusmano	Architetto	
Raffaella Bertolini	Esperto Ambientale	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere strutturista	Ordine Ingegneri Siracusa n.2216

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





Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine Geologi Puglia n. 327
Nazzario D'Errico	Agronomo	Ordine Agronomi di Foggia n. 382
Felice Stoico	Archeologo	
Marianna Denora	Architetto - Acustica	Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521

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





INDICE

1. PREMESSA	6
2. DATI DI RIFERIMENTO	8
2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO.....	8
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	8
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	9
3.1 LOCALIZZAZIONE	9
3.2 COPERTURA DEL SUOLO	10
3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO.....	10
3.3.1 Geologia	10
3.3.2 Caratterizzazione dei litotipi locali e assetto litostratigrafico	12
3.3.3 Aspetti geomorfologici	13
3.3.4 Inquadramento idrogeologico	14
3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO.....	14
3.4.1 Inquadramento idrologico, idraulico e geomorfologico	17
3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE ...	18
3.5.1 Piano Assetto Idrologico (PAI).....	18
3.5.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	20
3.5.3 Carta idrogeomorfologica della Puglia	21
4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI	23
4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	23
4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto	24
4.1.2 Cabine di campo	25
4.1.3 Cavi di controllo e TLC	25
4.1.4 Rete di drenaggio interna.....	25
4.2 LINEA DI CONNESSIONE.....	26
5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE, SEU/COLLEGAMENTO SE RTN	28
5.1 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – IMPIANTO FOTOVOLTAICO	28
5.2 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – CAVO DI CONNESSIONE.....	30
5.3 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC.....	32
5.3.1 Analisi qualitativa.....	32
5.3.2 Analisi quantitativa	32
5.4 RISOLUZIONE INTERFERENZE CAVO DI CONNESSIONE	35
5.4.1 I01	35
5.4.2 I02	37
5.4.3 I03	39
5.4.4 I04, I05, I06, I07	41
5.4.5 I08	43
5.4.6 I09	46
6. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	49
6.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE	49



6.2	SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	50
6.3	ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	51
6.4	IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO	54
6.5	VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)	56
6.5.1	Valutazione ante-operam	56
6.5.2	Valutazione post operam	57
6.6	MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM ..	59
7.	VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	63
7.1	SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	63
7.1.1	Punti di scarico dei canali di drenaggio	65
8.	CONCLUSIONE	66

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01 Planimetria gestione acque meteoriche



1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo Solar Capital 5 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Sud-Ovest del comune di Foggia, nel territorio comunale di Torremaggiore di potenza pari a 44 MW su un'area catastale di circa 84,49 ettari complessivi di cui circa 60,39 ettari recintati.

Solar Capital 5 S.r.l. è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Torremaggiore (FG). Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

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.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su strutture mobili (tracker) di tipo monoassiale mediante palo infisso nel terreno.

Le strutture saranno posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno; pertanto, saranno poste ad una distanza tra loro di 9,50 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento. Saranno utilizzate due tipologie di strutture, una da 52 moduli (Tipo 1) e l'altra da 26 moduli (Tipo 2).

I terreni non occupati dalle strutture dell'impianto continueranno ad essere adibiti ad uso agricolo ed è prevista una piantumazione e coltivazione di ulivi.

Il progetto rispetta i requisiti riportati all'interno delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" in quanto la superficie minima per l'attività agricola è pari al 72,70% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 38,77%.

Infine, l'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "San Severo 380 – Rotello 380".

Il presente documento costituisce la Relazione Descrittiva Generale del Progetto Definitivo redatto, insieme con i suoi allegati, nel rispetto delle Linee Guida "Disciplina del procedimento unico di autorizzazione alla realizzazione ed all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili" approvate con DGR 28 dicembre 2010, n. 3029.

Il presente documento riporta lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico e 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 dal PAI dell'Autorità di Bacino Regionale/Interregionale Puglia/Ofanto e dal PGRA del Distretto dell'Appennino Meridionale (AdB DAM). Per l'individuazione di elementi idrici nei pressi dell'area di



progetto, sono stati anche consultati la carta idrogeomorfologica della Puglia e le immagini ed ortofoto ricavate da Google Earth o da rilievo.

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 Puglia/Ofanto, 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 RILIEVO TOPOGRAFICO

Per determinare la topografia delle aree interessate dall'opera in esame, 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.

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;
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Appennino Meridionale;
- 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 in esame è ubicato in alcuni terreni a Nord - Ovest del comune di Torremaggiore in Provincia di Foggia. L'intera superficie catastale dell'area oggetto di intervento è pari a circa 80 ettari di cui 60,39 ettari interessati dall'impianto. Il campo fotovoltaico in progetto è costituito da 5 sezioni S1 S2, S3, S4 e S5 localizzate a circa 8 km a nord -ovest del centro abitato di Torremaggiore, a circa 7 km a sud - ovest del centro abitato di San Paolo di Civitate:

- Area S1: sito a est della SP9 di estensione catastale pari a circa 17.59 ha (12,82 ha cintati);
- Area S2: sito a est della SP9 adiacente alla S1 di estensione catastale pari a circa 25.03 ha (14,37 ha cintati);
- Area S3: sito a est della SP9 a sud dell'area S2 di estensione catastale pari a circa 9.74 ha (2,51 ha cintati)
- Area S4: sito a est della SP9 a sud dell'area S3 di estensione catastale pari a circa 6.71 ha (2,72 ha cintati);
- Area S5: sito a nord della strada SP11 di estensione catastale pari a circa 6.71 ha (27,96 ha cintati);



Figura 3-1: Localizzazione dell'area d'intervento. In rosso le sottoaree di progetto.

3.2 COPERTURA DEL SUOLO

I terreni rientranti nel presente progetto sono indicati, dall'autorità regionale, come seminativi semplici in aree irrigue e vigneti.

La zona nella quale verrà insediato il parco agrivoltaico è quella tipica del Tavoliere, caratterizzata da ampie aree pianeggianti ulteriormente modellate dall'azione antropica frutto dell'attività agricola. L'area è scarsamente antropizzata, sono presenti vigneti e altri insediamenti produttivi agricoli. Si segnala la presenza di fiumi, torrenti, fossi, canali e idrovie nei pressi dell'area d'impianto.

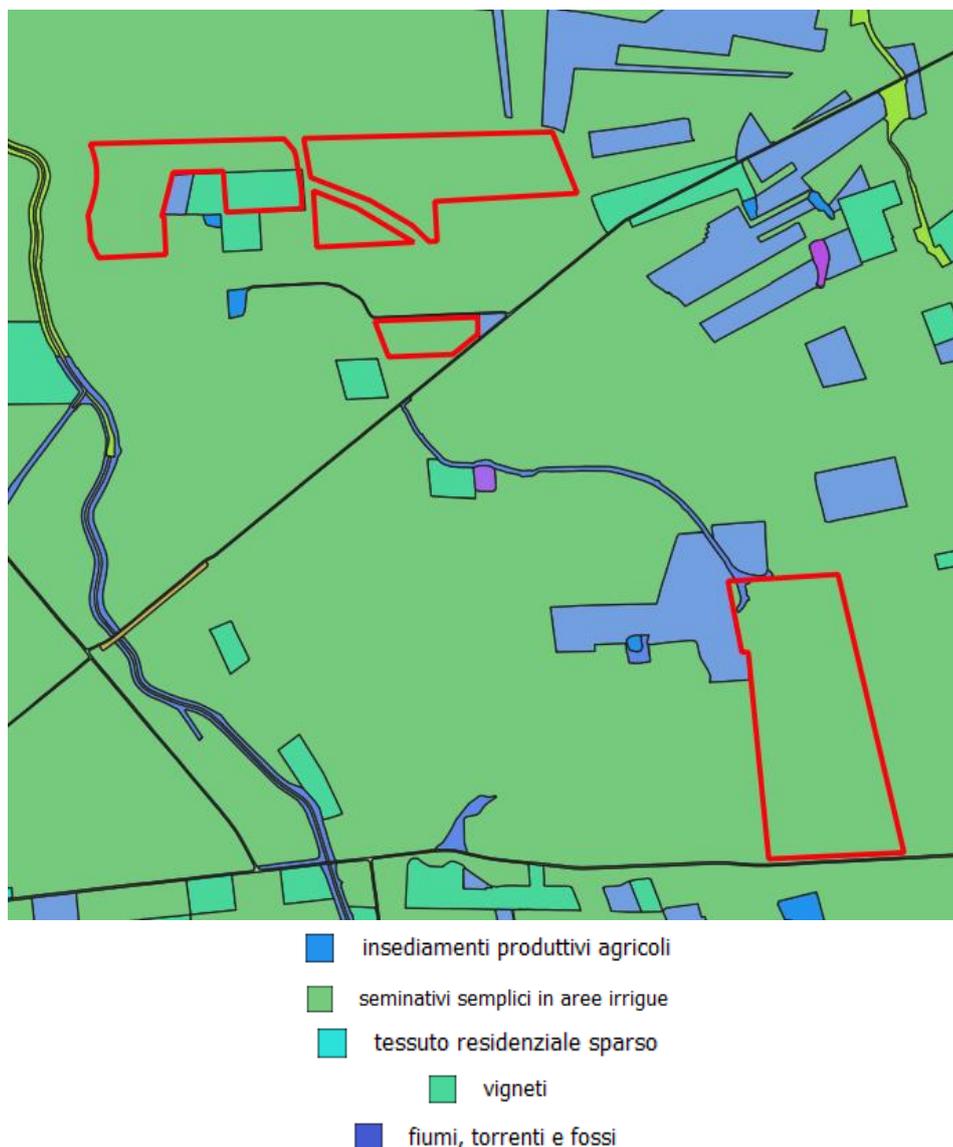


Figura 3-2: Stralcio carta uso del suolo (fonte: geoportale Regione Puglia).

3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

3.3.1 Geologia

Da un punto di vista strettamente geologico gli affioramenti dell'area appartengono ad un grande complesso morfologico-strutturale, allungato per lo più in direzione appenninica (NO-SE), con carattere di bacino che ospita terreni prevalentemente clastici d'età plio-quadernaria ed è solcato dai torrenti e dai fiumi più importanti della Puglia nord-orientale. Dall'alto verso il basso stratigrafico, l'intera area è ricoperta sopra da depositi quadernari, in prevalenza di facies alluvionale. Tra questi

prevale argilla più o meno marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta). Al di sotto si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso-ghiaioso a cui fa da basamento impermeabile il complesso delle argille azzurre pliocenico-calabriere che costituisce il ciclo sedimentario più recente delle argille subappennine.

Il substrato profondo è costituito da una potente successione calcareo-dolomitica su cui poggia l'argilla con ripetute e irregolari alternanze di livelli sabbiosi e ghiaiosi.

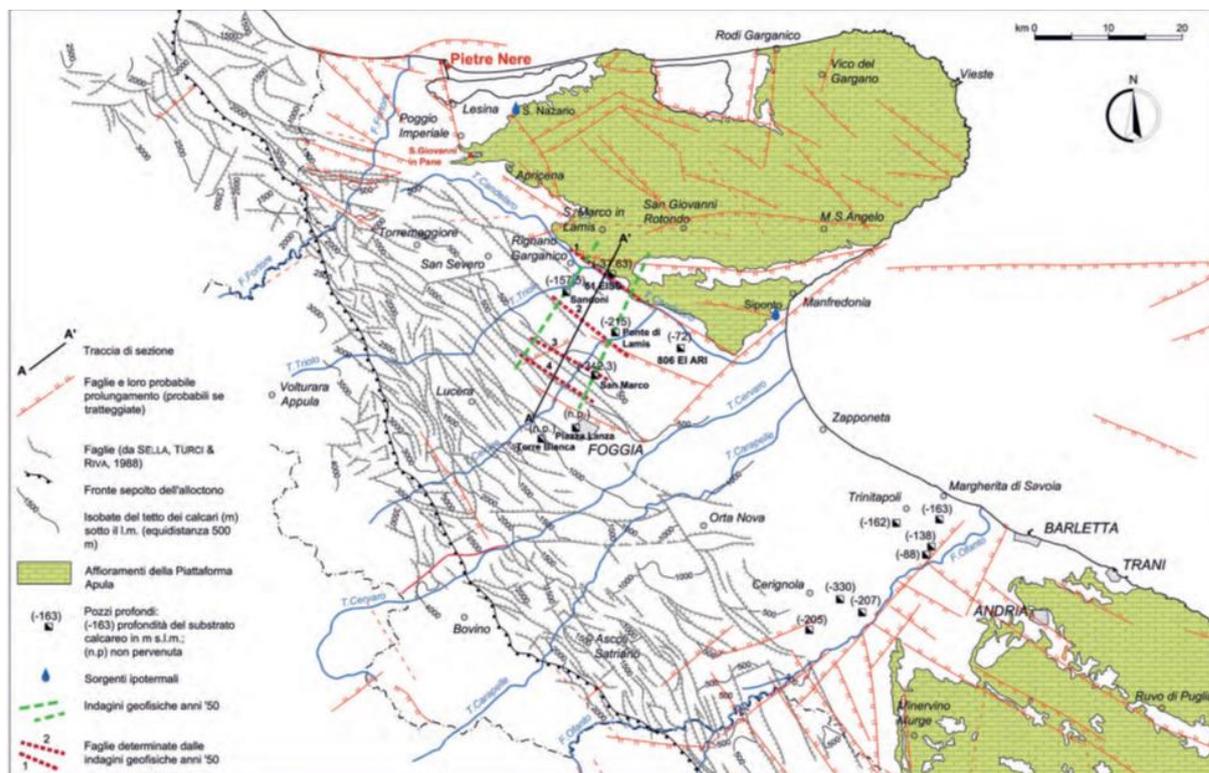


Figura 3.3: Lineamenti strutturali del Gargano e del Tavoliere con indicazione dei risultati delle indagini geognostiche e geofisiche condotte nella prima metà del secolo scorso. Indicazione dei pozzi profondi ubicati in destra Ofanto, delle sorgenti ipotermali e della Punta delle Pietre Nere sita lungo il litorale del lago di Lesina

Il motivo geologico strutturale più evidente è rappresentato da linee tettoniche con direzione NNO-SSE e NE-SO e in tale direzione si sviluppano anche gli assi di ampie strutture plicative in un regime compressivo, individuatesi fin dal Miocene medio. Queste hanno determinato strutture geologiche complesse con rapporti di sovrapposizione e contatti (stratigrafici e/o tettonici) diversi e variabili da zona a zona. Le fasi tettoniche successive non hanno modificato sostanzialmente questi allineamenti strutturali anche se ne hanno accentuati gli effetti coinvolgendo le formazioni plioceniche, determinando sovrascorrimenti e faglie inverse e rendendo tettonici molti dei contatti tra le varie formazioni geologiche.

In base alle più recenti interpretazioni, il modello geodinamico di questa porzione di territorio può essere di contro schematizzato con la seguente evoluzione paleogeografico-strutturale:

- formazione della piattaforma carbonatica mesozoico-paleogenica (substrato profondo – Piattaforma Apula), caratterizzata da strutture horst e graben associate ad un regime distensivo;
- riattivazione della Piattaforma Apula in un regime compressivo con relativa individuazione dell'avanfossa a partire dal Miocene (Fossa Bradanica);

- riempimento di questo bacino subsidente durante il Plio-Pleistocene con la sedimentazione di depositi argillosi di mare profondo (Argille Azzurre);
- sollevamento regionale dovuto a sovrascorrimento NE vergenti, concomitante con oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare e conseguente importante fase di terrazzamento con depositi marini ed alluvionali nel Pleistocene-Olocene. La generale pendenza verso oriente rappresenta, probabilmente, l'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei depositi fluviali che su di essa si sono adagiati.

Entrando più nel dettaglio l'evoluzione strutturale generale, che caratterizza la zona del Preappennino Dauno, è sostanzialmente iniziata con la sedimentazione, nel Miocene, di una potente serie torbiditica (depositi accumulatisi in seguito a eventi gravitativi sui fondali marini) sopra il complesso basale carbonatico (substrato). Contemporaneamente alla trasgressione miocenica si determina un abbassamento dell'area con la formazione di un bacino di accumulo di depositi clastici provenienti, in prevalenza, da aree emerse limitrofe.

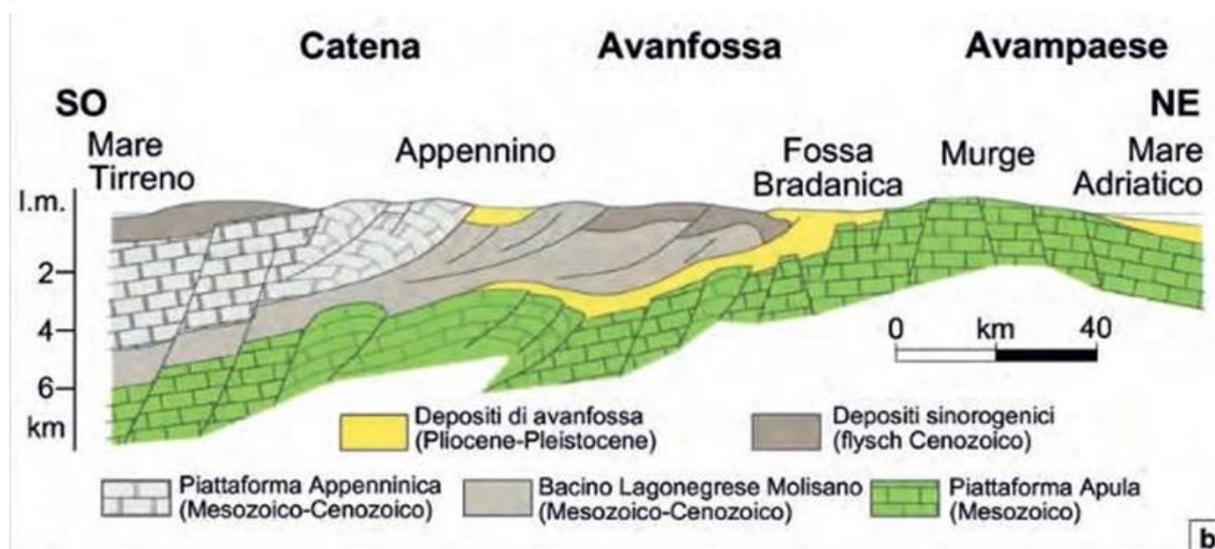


Figura 3.4: Sezione geologica schematica attraverso l'avanfossa appenninica

Dal Pliocene inferiore si ha un progressivo approfondimento del bacino diventando di avanfossa in seguito al sovrascorrimento delle unità appenniniche più esterne su di esso. Le geometrie tra le unità nel bacino sono tali che i depositi prevalentemente argillosi, di ambiente marino vanno a sedimentarsi al di sopra di queste unità appenniniche sovrascorse (depositi di avanfossa – Argille Azzurre).

Successivamente, nel Pliocene superiore-Olocene la regressione marina ha consentito la deposizione di materiale continentale clastico limoso – sabbioso e ghiaioso. Il sollevamento che ha causato la regressione è tuttora attivo con l'attivazione di dislocazioni tettoniche trasversali.

3.3.2 Caratterizzazione dei litotipi locali e assetto litostratigrafico

L'area in progetto ricade nel settore centrale dell'estesa piana del Tavoliere, caratterizzata da affioramenti di depositi continentali terrazzati, presenti alla quota di pochi metri al di sopra di quella degli alvei attuali e poggianti sulle formazioni argillose marine Plio-Pleistoceniche.

La formazione dei depositi continentali è legata all'ultima fase dell'evoluzione geodinamica della regione, caratterizzata dal progressivo sollevamento ed emersione di tutta l'area avvenuta a partire dal Pleistocene medio e tuttora in atto. Durante tale processo l'azione degli agenti esogeni, esercitata sulle terre già emerse, causava erosione con trasporto verso il mare in regressione dei prodotti erosi. Le concomitanti oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare hanno favorito la formazione dei depositi terrazzati.



Figura 3.5: Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.00, foglio 155 "San Severo" - nel riquadro le aree di insediamento dell'impianto fotovoltaico

I terreni alluvionali sono costituiti da limi sabbiosi talora argillosi con ghiaie e ciottoli poligenici ed eterometrici, talora addensati e debolmente cementati, in matrice sabbioso limosa di colore avana. Tali depositi contengono intercalazioni lentiformi di limi sabbiosi più o meno argillosi. Nella parte superficiale si rinvencono talvolta croste biancastre a lamine orizzontali, costituiti da limi sabbiosi di natura carbonatica contenenti talora elementi di ghiaia. La natura continentale del deposito alluvionale è evidenziata dalla morfologia dei ciottoli che si presentano generalmente sub-arrotondati, anche se non mancano talora quelli appiattiti ad indicare un parziale rimaneggiamento ad opera del moto ondoso del mare in regressione.

Questi depositi alluvionali, che nel foglio n° 396 "S. Severo" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG) vengono attribuiti al "Sintema di Motta del Lupo", sono datati Pleistocene Superiore ed hanno uno spessore massimo di 30 m circa. Tale spessore è legato all'andamento del substrato sul quale si sono depositi ed all'azione erosiva superficiale.

Il substrato dei depositi continentali è rappresentato dalla formazione argilloso-marnosa sovraconsolidata, costituita dalle "argille grigio-azzurre subappennine" del Pleistocene inf. e dalle sottostanti argille Plioceniche, la cui potenza è dell'ordine di centinaia di metri.

Il passaggio fra i depositi alluvionali e la formazione argillosa plio-pleistocenica avviene gradatamente ed è segnato dalla presenza di sabbie limo-argillose giallastre marine di età post-calabriana, affioranti in aree abbastanza estese a N-E e a S-E di Foggia.

3.3.3 Aspetti geomorfologici

Il territorio del Comune di Torremaggiore posto nella parte nordorientale del Tavoliere di Puglia, presenta un andamento tipicamente collinare.

La morfologia del territorio comunale è tipica della parte alta della Pianura di Capitanata, di raccordo con i Monti Dauni, con quote minime prossime a 50 metri sul livello del mare e massime di poco superiori a 200 metri. L'area di studio è ubicata a quote comprese tra 100 e 120 metri s.l.m. Buona

parte del territorio comunale presenta pendenze variabili, generalmente riferibili alle piane alluvionali generate dai corsi d'acqua che lo attraversano. L'andamento della superficie topografica è pertanto interrotto dalle incisioni vallive, allungate generalmente in direzione E-O, che solcano la pianura, drenando le acque superficiali provenienti dal Subappennino. L'azione erosiva piuttosto spinta di questi corsi d'acqua ha portato ad un profondo smembramento dei terrazzi marini in corrispondenza delle quote più elevate del medio Tavoliere.

Il reticolo idrografico è caratterizzato anche da corsi d'acqua di minor intensità che si manifestano con incisioni non molto approfondite, solitamente povere d'acqua, che hanno esercitato una debole attività erosiva.

Nell'area di intervento il reticolo idrografico è caratterizzato da un corso d'acqua (canale Santa Maria) con direzione E-O che poco a Est del sito confluisce nel torrente Triolo.

3.3.4 Inquadramento idrogeologico

La situazione stratigrafica e strutturale del Tavoliere porta a riconoscere tre unità acquifere principali:

ACQUIFERO FESSURATO CARSIICO PROFONDO: Situato in corrispondenza del substrato carbonatico pre-pliocenico del Tavoliere, esso costituisce l'unità acquifera più profonda;

ACQUIFERO POROSO PROFONDO: È costituito dai diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione plioleistocenica delle "Argille grigio-azzurre". I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità variabili tra i 150 m e i 3000 m dal piano campagna, il cui spessore non supera le poche decine di metri;

ACQUIFERO POROSO SUPERFICIALE: Corrisponde agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali del Pleistocene superiore-Olocene che ricoprono con notevole continuità laterale le sottostanti argille.

Più dettagliatamente, dalle stratigrafie di numerosi pozzi per acqua realizzati in zona, si evidenzia l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi a minore permeabilità.

Questi, tuttavia, non costituiscono orizzonti separati ma idraulicamente interconnessi e danno luogo ad un unico sistema acquifero. In linea generale, si può affermare che i sedimenti più permeabili prevalgono nella zona di monte mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso-sabbiose che svolgono il ruolo di acquitardo.

Nell'area di studio i depositi continentali affioranti sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità, molto variabile nei litotipi presenti, sia in senso orizzontale che verticale. Il coefficiente di permeabilità è compreso tra valori medi e bassi; i valori maggiori, stimati in 10^{-2} - 10^{-4} cm/s, sono attribuibili ai banchi sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, mentre quelli inferiori stimati in 10^{-4} - 10^{-7} cm/s, si riferiscono agli intervalli limo-sabbioso-argillosi o a livelli di sabbie e ghiaie più cementate.

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'ambito territoriale di progetto risulta a carattere torrentizio e come gran parte del resto del territorio pugliese si caratterizza per un esteso sviluppo di solchi erosivi naturali in cui vengono convogliate le acque in occasione di eventi meteorici intensi, a volte compresi in ampie aree endoreiche aventi come recapito finale la falda circolante negli acquiferi carsici profondi.

Nello specifico l'area di interesse rientra nell'Idro-ecoregione 16 "BasilicataTavoliere", unità idrografica 3 "Tavoliere delle Puglie" ed è interessata dal bacino del Candelaro, il quale rientra tra i maggiori corsi d'acqua, insieme al Fiume Ofanto, sia per estensione della rete fluviale che per

significatività dei deflussi. In Figura 3-7 si evidenziano i corsi idrici fluviali principali nel territorio e considerati dal Piano di Gestione delle Acque.

L'idrografia è piuttosto evidente e risulta bloccata entro argini imposti negli ultimi due secoli per poter meglio esercitare la pratica agricola. Il reticolo idrografico è caratterizzato da corsi d'acqua che si manifestano, generalmente, come incisioni non molto approfondite, solitamente povere d'acqua, che hanno esercitato una debole attività erosiva consentendo al paesaggio di conservare abbastanza integra la successione dei terrazzi marini.

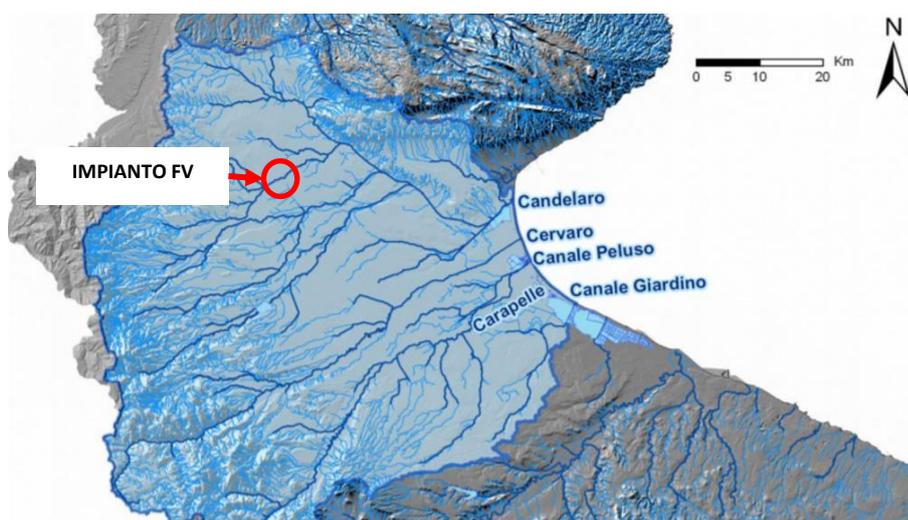


Figura 3-6: Corpi idrici superficiali (Relazione PGRA - AdB Puglia) ed ubicazione area di progetto.



Figura 3-7: Suddivisione del territorio regionale e inquadramento area di progetto.

Il bacino in analisi è riconosciuto dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale (ADM) e interessa le Regioni Puglia e minima parte di Campania e Basilicata. L’Unità di Gestione (*Unit of Management – UoM*) del bacino è denominata ITR1611020.



Figura 3-8: Caratteristiche fisiografiche, reticolo idrografico e limiti della UoM ITR1611020 – Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

Il territorio della UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto si estende per circa 20.000 km² sviluppandosi prevalentemente in Puglia e in minima percentuale nelle regioni Basilicata (7%) e Campania (4%). Il territorio di competenza coinvolge aree interessate da eventi alluvionali contraddistinti da differenti meccanismi di formazione e propagazione dei deflussi di piena. Il territorio è suddivisibile nei seguenti ambiti territoriali omogenei:

- Gargano;
- Fiumi Settentrionali (Candelaro, Cervaro e Carapelle);
- Ofanto;
- Bari e Brindisi;
- Arco Ionico;
- Salento.

L’ambito territoriale dei Fiumi Settentrionali è caratterizzato dalla presenza di corsi d’acqua che sottendono bacini di alimentazione di rilevante estensione, dell’ordine di alcune migliaia di km², che comprendono settori altimetrici di territorio che variano da quello montuoso a quello di pianura. I corsi d’acqua principali sono rappresentati dal Candelaro, Cervaro e Carapelle.

Il torrente Candelaro è un fiume della provincia di Foggia, lungo circa 70 km, utilizzato per l’irrigazione dei campi. A causa dell’utilizzo dell’acqua del fiume per scopi irrigui, le portate hanno subito nel corso degli anni una diminuzione repentina. Tra gli affluenti vi sono il canale Radicosa, il torrente Triolo, il torrente Salsola e il torrente Celone.

I Fiumi Settentrionali sottendono bacini di elevata estensione che comprendono settori altimetrici del territorio che variano da quello montano a quello di pianura. Le aree del Tavoliere, ove le pendenze si riducono notevolmente, sono quelle maggiormente interessate dai fenomeni di allagamento legati principalmente al sormonto delle strutture arginali lungo i principali corsi d'acqua sino alla foce, all'insufficienza degli attraversamenti idraulici, le cui luci possono risultare ostruite da vegetazione o materiale trasportato dalla corrente e all'insufficienza delle sezioni al contenimento delle portate idrologiche.

3.4.1 Inquadramento idrologico, idraulico e geomorfologico

Il territorio della Regione Puglia presenta un assetto idrogeomorfologico fortemente eterogeneo, caratterizzato dalla presenza di pochi corsi d'acqua a carattere perenne o effimero e di numerosi solchi erosivi di origine fluvio-carsica ('lame' e 'gravine') o reticoli di drenaggio di difficile individuazione che, solo in seguito ad eventi pluviometrici eccezionalmente intensi, danno origine ad un deflusso superficiale concentrato il cui recapito finale può essere nel mare per i bacini esoreici o in depressioni carsiche.

Nella zona pedegarganica e del Tavoliere, differentemente dal resto della Puglia, la minore permeabilità dei suoli consente la formazione dei principali corsi d'acqua non episodici ovvero quelli relativi ai bacini dei torrenti Candelaro, Carapelle e Cervaro.

L'area interessata dal progetto ricade all'interno del bacino regionale del Candelaro, nell'ambito dei Fiumi Settentrionali del bacino Puglia/Ofanto. Non vi sono interferenze del layout di impianto col reticolo idrografico. Le aree di impianto si trovano a stretta vicinanza con alcuni affluenti del Torrente Candelaro.

I corsi d'acqua del Tavoliere meridionale hanno un andamento subparallelo con direzione da Sud-Ovest a Nord-Est e presentano un tracciato irregolare.

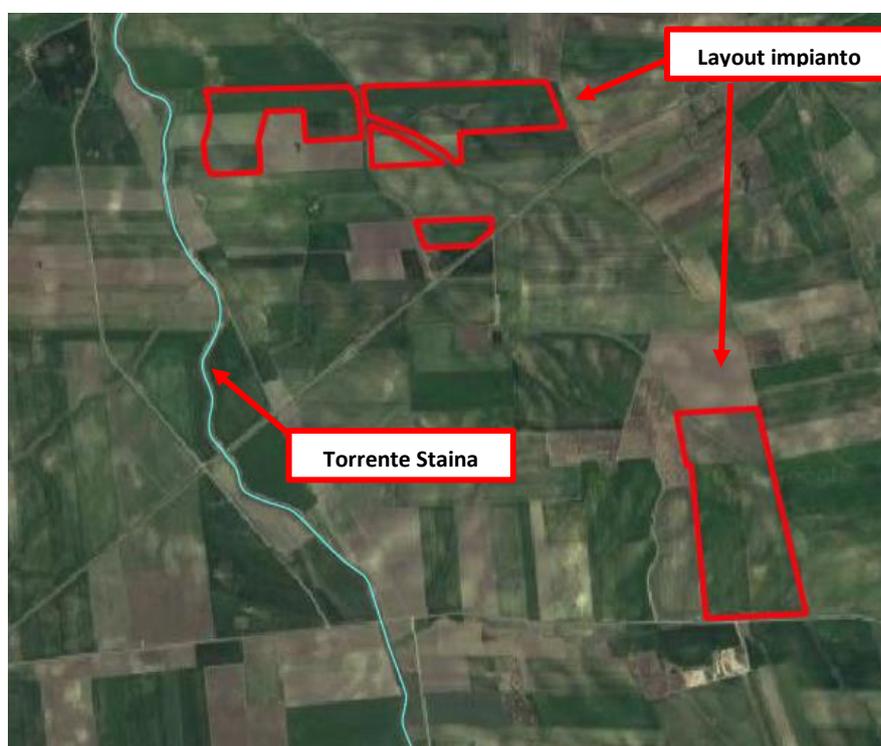


Figura 3-9: Stralcio carta dei corsi d'acqua ricadenti nel bacino Candelaro nei pressi dell'area di impianto.

Come sopra riportato, l'impianto è prossimo al torrente Staina, affluente in destra idraulica del torrente Candelaro.

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

L'area di progetto appartiene all'unità di gestione (UoM) del Bacino Interregionale del Fiume Fortore (ITI015) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (DAM).

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

3.5.1 Piano Assetto Idrologico (PAI)

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il bacino interregionale del fiume Fortore (PAI) è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, 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 e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino interregionale del fiume Fortore.

Il PAI trova applicazione nei territori su cui ha competenza l'Autorità di Bacino interregionale del fiume Fortore, definiti secondo le indicazioni contenute nella Legge 183/89 e nelle delibere del Consiglio regionale n. 109 del 18 dicembre 1991 e n. 110 del 18 dicembre 1991 in cui si stabilisce apposita intesa con le Regioni Basilicata e Campania per il governo sul bacino idrografico interregionale del fiume Ofanto e dalla Legge Regionale n. 12 del 20/04/2001 riguardante l'intesa raggiunta tra le Regioni



Abruzzo, Campania, Molise e Puglia per l'istituzione dell'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore.

L'assetto idrogeologico comprende:

- a) l'assetto idraulico riguardante le **aree a pericolosità e a rischio idraulico**;
- b) l'assetto dei versanti riguardante le aree a pericolosità e a rischio di frana.

3.5.1.1 Classi di Pericolosità idraulica

Il PAI individua e perimetra a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità idraulica.

Si individuano le seguenti tre classi di aree a diversa pericolosità idraulica:

- **Aree a pericolosità idraulica alta (P3):** aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- **Aree a pericolosità idraulica moderata (P2):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- **Aree a pericolosità idraulica bassa (P1):** aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

Il PAI definisce anche per i tratti fluviali **non studiati**, una fascia di rispetto pari a:

- **40 metri** per il reticolo principale;
- **20 metri** per il reticolo minore (corsi d'acqua identificabili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 con propria denominazione);
- **10 metri** per il reticolo minuto (restanti corsi d'acqua distinguibili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 ma privi di una propria denominazione).

L'elenco degli interventi consentiti in corrispondenza delle aree di pericolosità idraulica si riporta negli artt. 13, 14 e 15 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI per il bacino interregionale del fiume Fortore.

L'area di progetto non interferisce con le aree di pericolosità.

Per quanto riguarda la linea di connessione, dalla Figura 3-10 si evince che l'elettrodotto interferisce con la mappa di pericolosità e con le fasce di rispetto fluviale definite dal PAI. Si rimanda al paragrafo 5 per lo studio di compatibilità, l'individuazione e la risoluzione delle interferenze.

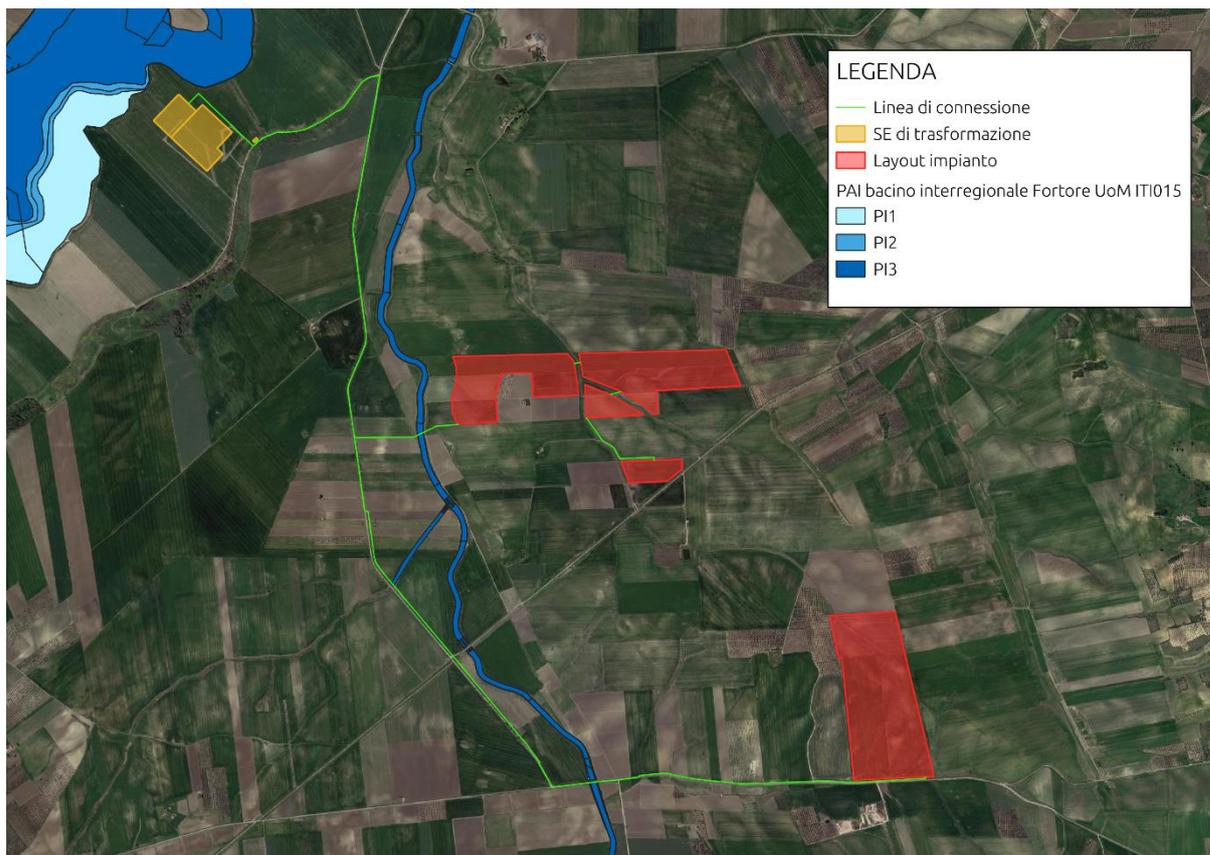


Figura 3-10: stralcio assetto idrologico (PAI) per il bacino interregionale del fiume Fortore UoM ITI015

3.5.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del rischio alluvioni (PGRA) è lo strumento di riferimento nella pianificazione in ambito distrettuale della strategia per la gestione del rischio da alluvioni. In considerazione dell'art.7 co.6 lett. a) e b) del D.Lgs. 49/2010, gli Enti territorialmente interessati sono tenuti a conformarsi alle disposizioni del PGRA rispettandone le prescrizioni nel settore urbanistico, ai sensi dei commi 4 e 6 dell'articolo 65 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e predisponendo o adeguando, nella loro veste di organi di protezione civile, per quanto di competenza, i piani urgenti di emergenza di cui all'articolo 67, comma 5, del decreto legislativo n. 152 del 2006, facendo salvi i piani urgenti di emergenza già predisposti ai sensi dell'articolo 1, comma 4, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267. Si specifica, inoltre, che dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e sul Bollettini Regionali, negli ambiti perimetrati dalle mappe del PGRA e non ricompresi nei P AI, vigono misure di salvaguardia, le quali decadono con l'adozione del Decreto Segretariale di aggiornamento dei relativi PAI e, comunque, non oltre novanta giorni dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e sui Bollettini Ufficiali delle Regioni della delibera di adozione di tali misure di salvaguardia da parte della Conferenza Istituzionale permanente.

La perimetrazione delle aree allagabili rispetto tre diversi livelli di pericolosità è disponibile sul geoportale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

3.5.2.1 Definizione degli scenari di probabilità nel Distretto

La definizione degli scenari di probabilità nel Distretto dell'Appennino Meridionale 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:

- a) **Aree ad alta pericolosità (HPH)**: aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- b) **Aree a media pericolosità (MPH)**: aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore o uguale a 200 anni;
- c) **Aree a bassa pericolosità (LPH)**: aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

Dalla Figura 3-11 si evince che vi sono interferenze del layout di progetto e della line di connessione con il PGRA. Si rimanda al paragrafo 5 per lo studio di compatibilità, l'individuazione e la risoluzione delle interferenze.

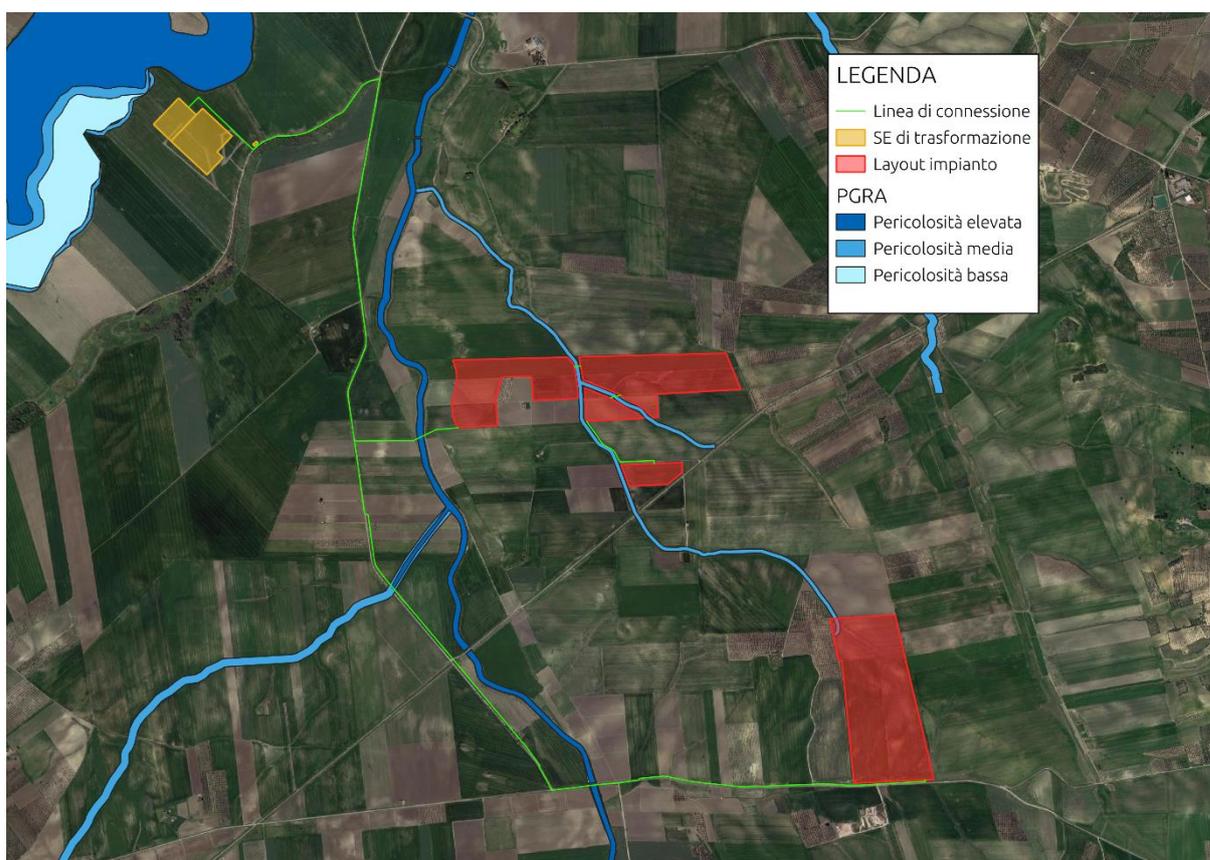


Figura 3-11: stralcio PGRA 2021 – Estensione dell'area allagabile associata a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

3.5.3 Carta idrogeomorfologica della Puglia

L'Autorità di Bacino della Puglia ha realizzato la nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese in scala 1:25.000, nell'ambito della redazione del nuovo Piano Paesaggistico della Puglia. La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia si è posta come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente ed aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento agli assetti morfologici naturali o indotti dall'uomo. La Carta intende rappresentare un concreto strumento operativo di conoscenza ambientale e di supporto decisionale nel campo delle attività di pianificazione territoriale e settoriale a diversa scala in Puglia, contribuendo ad affermare i principi della tutela, valorizzazione e integrazione

dei naturali assetti e processi geomorfologici ed idrologici del territorio pugliese e delle loro tendenze evolutive nelle norme d'uso e di trasformazione del territorio, previste dai diversi strumenti di pianificazione e programmazione a venire.

Al fine di identificare i corpi idrici interferenti con l'area interessata dall'intervento, è stata consultata anche la carta Idrogeomorfologica della Puglia.

Si riporta in Figura 3-12 uno stralcio della carta da cui si evince la presenza di interferenze dell'area di impianto e della linea di connessione con il reticolo idrografico esistente. Si rimanda al paragrafo 5 per lo studio di compatibilità, l'individuazione e la risoluzione delle interferenze.

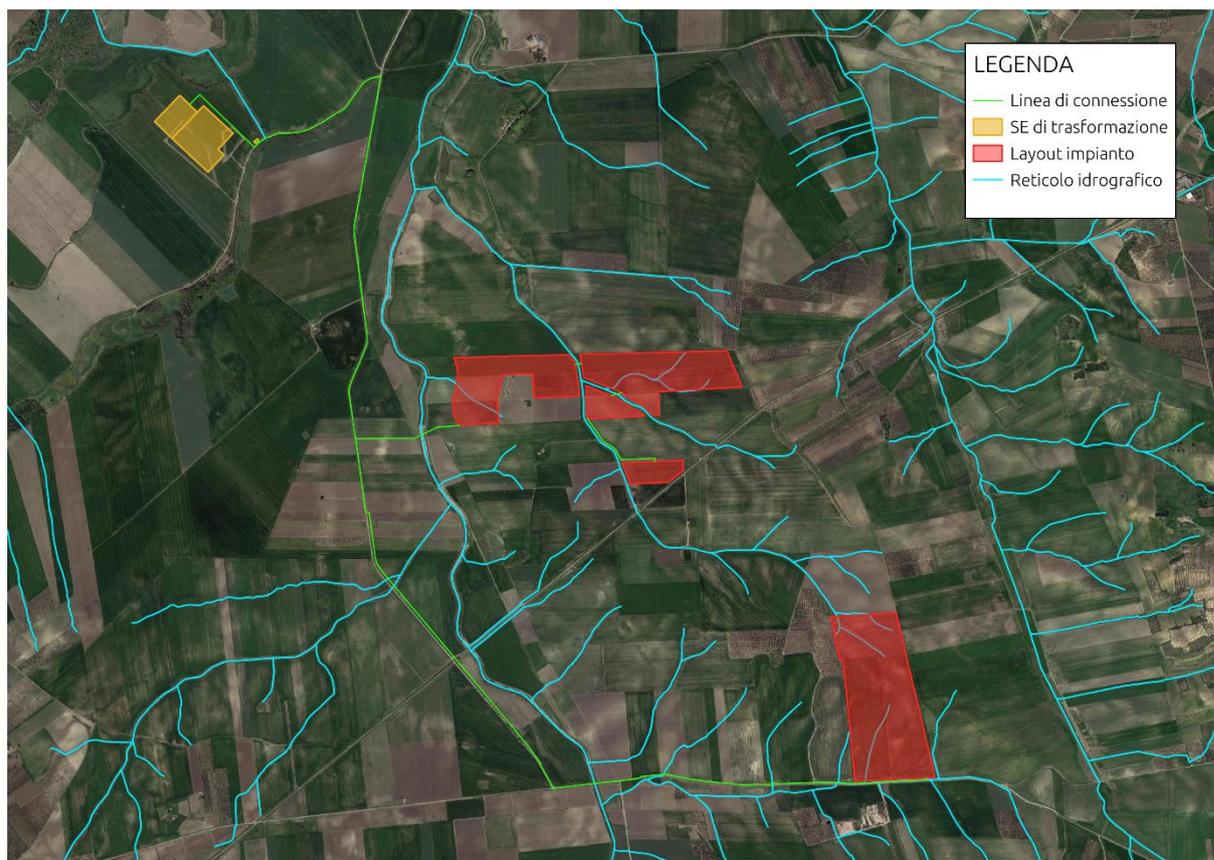


Figura 3-12 Sovrapposizione area di impianto e reticolo idrografico da Carta Idrogeomorfologica della Puglia

4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 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.

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 202200941 è stata accettata dalla proponente e prevede la connessione dell'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "San Severo 380 – Rotello 380".

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 31,40 MW è costituito da:

- n. 2 Cabina di Smistamento 36 kV di Campo. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n. 13 Cabine di Campo. Le Cabine di Campo avranno la funzione di elevare la tensione da bassa tensione a livello di 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 dagli inverter di stringa che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- n. 115 Inverter di Stringa. Gli inverter di stringa, definiti anche inverter distribuiti, hanno la funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC). Tali inverter sono distribuiti all'interno dell'impianto e raggruppati in sottocampi che convergono ognuno ad una cabina di campo;
- n. 4 Uffici e n. 4 Magazzini a uso del personale;
- Moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondante 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;
- macchinari per la conduzione del piano colturale previsti da progetto agronomico

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 della rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza 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 alla *2748_5572_TM_VIA_R09_Rev0_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici* e agli elaborati dedicati.

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 690 W_p, 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: 0,50 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,815 m (rispetto al piano di campagna).

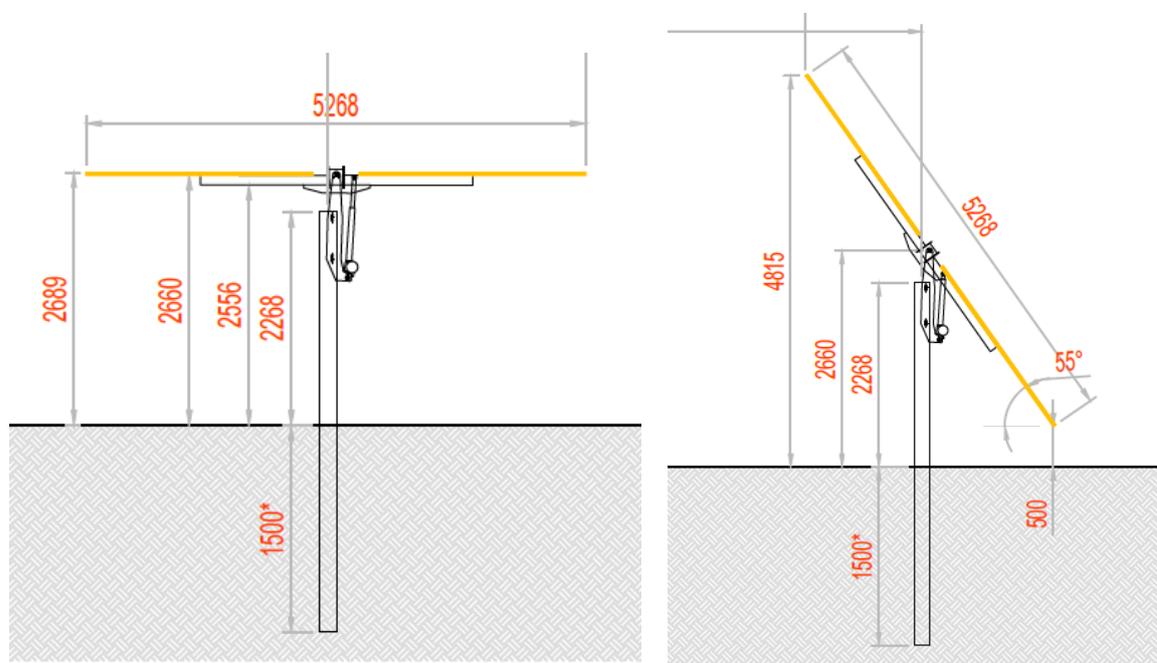


Figura 4-1: Particolare strutture di sostegno moduli, sezione trasversale.

4.1.2 Cabine di campo

Le Cabine di Campo hanno la funzione di elevare il livello di tensione della corrente da bassa tensione (BT) a livello di tensione di 36 kV.

I componenti delle Cabine di Campo saranno trasportabili su camion, in un unico blocco già assemblato pronto al collegamento (trasformatore incluso). Le Cabine di Campo avranno le dimensioni indicative riportate nell'elaborato grafico dedicato e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni. Trattandosi di una soluzione "outdoor", tutti gli elementi costituenti le Cabine di Campo sono adatti per l'installazione all'esterno, non risulta quindi necessario alcun tipo di alloggiamento.

Al fine di garantire la continuità di servizio per i circuiti ausiliari delle apparecchiature installate nella Cabina di Campo, si prevede l'installazione di un gruppo statico di continuità indicativamente da 5 kVA; con riserva di carica per la specifica gestione del riarmo delle bobine di minima tensione, inserite nelle celle di Media tensione, così come prescritto dalla Normativa CEI- 0/16.

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 sostenibilità e l'attenzione alle acque non ha riguardato solo la progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche ma è risalita a monte integrandosi nello stato di fatto minimizzando le interferenze con l'idrografia esistente e l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) a favore delle infrastrutture verdi che mitigano gli impatti biofisici dovuti all'urbanizzazione riducendo il rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

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, di smistamento e ausiliarie). 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. Oltre al potenziale impatto negativo stimato il progetto prevede anche opere compensative che avranno effetti positivi durante la fase di esercizio.

Inoltre, 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, che prevedono sistemi distribuiti di infiltrazione e laminazione delle acque, in somiglianza alle dinamiche naturali del reticolo di drenaggio. A tal proposito, il progetto ha previsto la realizzazione di fossi di scolo realizzati con ingegneria naturalistica e bacini di laminazione e infiltrazione localizzate (5x5 m). Il carico idrico sul ricettore è stato ridotto andando a decentrare i flussi di acqua meteorica in più diramazioni, permettendo l'infiltrazione in punti dislocati, sfruttando i bacini che si rinverdiranno spontaneamente.

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 ricettore continuerà a ricevere le acque che riceve allo stato di fatto con un impatto idrologico e idraulico minimo.

Per un approfondimento in merito alle opere di mitigazione e compensazione previste si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale. Tutte queste opere mitigative e compensative concorreranno al miglioramento della copertura del suolo, alla permeabilità dell'area ed alla regimazione delle acque oggi in parte assente.

4.2 LINEA DI CONNESSIONE

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di trasmissione nazionale e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulle linee elettriche, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto tra l'impianto fotovoltaico e una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN.

L'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "San Severo 380 – Rotello 380", attraverso cavidotto 36 kV della lunghezza di circa 7,40 km.

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto tra l'impianto fotovoltaico e la Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN.



Figura 4-2 - Soluzione di Connessione alla SE - In giallo il percorso di connessione dal campo FV (aree bianche con contorno rosso) alla nuova SE di Trasformazione (area blu più area arancione)

Si rimanda al progetto di connessione per i contenuti di dettaglio del cavidotto.

5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, LINEA DI CONNESSIONE, SEU/COLLEGAMENTO SE RTN

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 e PGRA, definendo il grado di pericolosità idraulica. In aggiunta è stato consultato il reticolo idrografico del bacino del bacino Fortore tracciato dal progetto DBPRIOR10K e la carta idrogeomorfologica della Puglia per valutare l'interferenza con corsi e canali minori. La presenza di eventuali rigagnoli è stata confermata dalla visione di ortofoto e fotografie eseguite in sopralluogo.

5.1 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nell'area catastale disponibile per l'impianto fotovoltaico non risultano interferenze con le fasce individuate dall'ultimo aggiornamento del PAI, come si evince dalla Figura 3-10: stralcio assetto idrologico (PAI) per il bacino interregionale del fiume Fortore UoM ITI015.

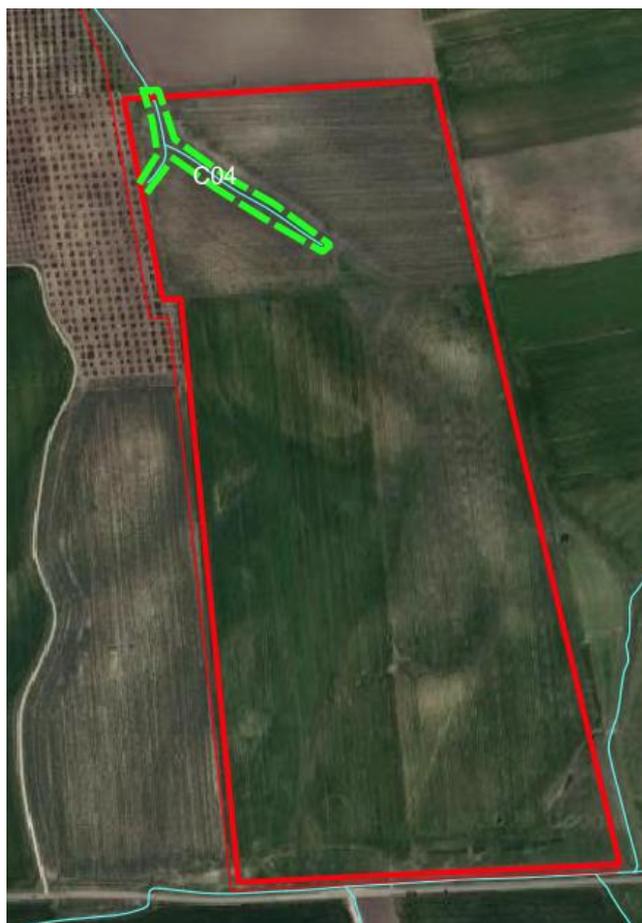
Si individua un'interferenza con un'area a pericolosità media definita dal PGRA (Figura 5-1).



Figura 5-1: Interferenza tra la perimetrazione del sito e il PGRA

Sono presenti interferenze con i corpi idrici individuati dalla carta idrogeomorfologica della Puglia, che si mostrano nelle figure seguenti.





 **Recinzione**

Figura 5-2: Interferenze tra la perimetrazione del sito e i corpi idrici esistenti

Le interferenze individuate sono state recepite nel progetto non installando in quelle zone le opere principali dell'impianto (Tracker e cabinati). La recinzione è l'unica opera che interferisce e non crea ostacolo per il deflusso. Inoltre, la strada perimetrale sarà in materiale permeabile.

Si conclude quindi che l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico è idraulicamente compatibile.

5.2 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – CAVO DI CONNESSIONE

Il tracciato del cavo di connessione interferisce in più punti con le mappe PAI e PGRA e con il reticolo idrografico esistente.

Le soluzioni adottate sono "cavo interrato" o "trenchless", ovvero una tipologia di interramento del cavo che non prevede il tradizionale scavo a cielo aperto. Tra le tipologie di *trenchless* vi sono: TOC, microtunnel, spingitubo, ecc.

Per le interferenze con i corsi d'acqua si prevede l'impiego di una soluzione di tipo TOC, mentre per le aree allagabili si ritiene sufficiente interrare il cavo ad una profondità prevista dalle normative CEI, considerando che la strada sterrata compattata, debolmente permeabile, garantirà protezione dall'erosione al cavo di connessione in caso di allagamento.

Il cavo ad alta tensione sarà posizionato ai sensi della normativa vigente. È stata verificata la profondità di rinterro tale per cui l'opera in progetto risulta non interferente con la dinamica fluviale.

Nei casi in cui non fosse necessaria la tecnologia TOC e la profondità di interro da normativa risultasse più restrittiva rispetto a quella dei calcoli idraulici, si potrà adottare la soluzione di interramento.

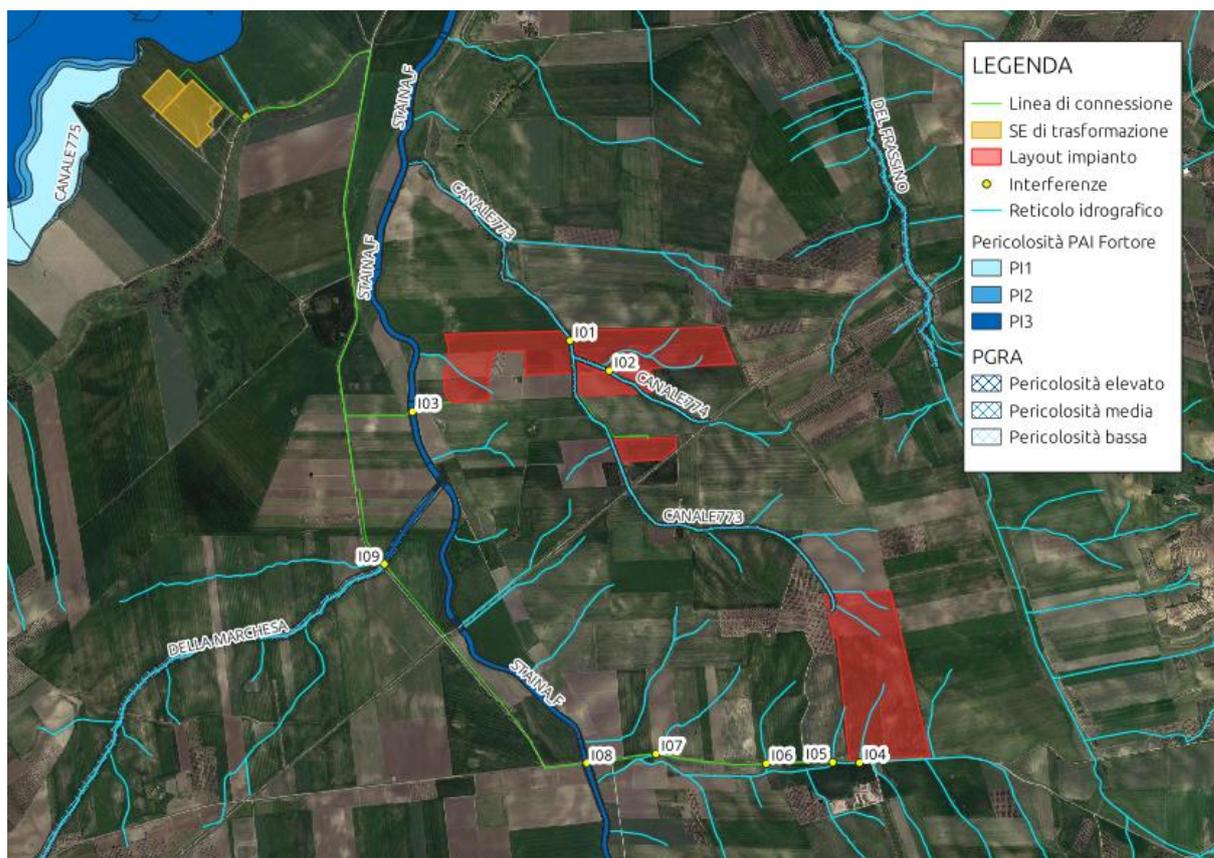


Figura 5-3: Identificazione punti di interferenza col tracciato del cavo di connessione

La tabella di seguito riporta un riepilogo per i 9 punti di interferenza individuati lungo il percorso di connessione, indicando il livello di pericolosità individuato e la tecnologia prevista per la risoluzione dell'interferenza ove presente. Il paragrafo 5.3 riporta la metodologia di analisi qualitativa e quantitativa per la definizione della minima profondità di posa.

Tabella 5.1: Interferenze con il percorso di connessione.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I01	Canale 773	Media (PGRA)	TOC
I02	Canale 774	Media (PGRA)	TOC
I03	Torrente Staina	Alta (PAI e PGRA)	TOC
I04	Reticolo minore (ID 85242)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato
I05	Reticolo minore (ID 85238)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato
I06	Reticolo minore (ID 85243)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato
I07	Reticolo minore (ID 85252)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato
I08	Torrente Staina	Alta (PAI e PGRA)	TOC
I09	Torrente della Marchesa	Alta (PAI e PGRA)	TOC

5.3 METODOLOGIA DI VERIFICA PROFONDITÀ DI SICUREZZA POSA TOC

5.3.1 Analisi qualitativa

In seguito all'identificazione dei punti di interferenza, per gli attraversamenti di 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 multicriteriata al quale corrisponde una categoria di stabilità dell'alveo: eccellente, buono, moderato, cattivo stato.

Gli indicatori di stabilità considerati sono stati:

1. Caratteristiche e attività del bacino e delle golene: è stato valutato il grado di interferenze dovuto all'esercizio di attività come pascoli, allevamenti, costruzioni, infrastrutture, ecc.
2. Periodicità caratteristica: periodicità e frequenza del flusso (effimero, regolare, flash flood, ecc) e clima (umido, semiarido, arido);
3. Classificazione geomorfologica del canale;
4. Presenza e tipologia di aree golenali. Grado di confinamento, quindi se il canale è delimitato da argini, infrastrutture;
5. Materiale di fondo e granulometria tipologica;
6. Presenza delle barre e caratteristiche dell'asta (pendenza longitudinale, il rapporto tra larghezza/altezza della sezione di interesse);
7. Potenziali ostruzioni;
8. Caratteristiche dello stato delle golene e delle sponde;
9. Pendenza media delle sponde;
10. Grado di protezione delle sponde sulla base della copertura vegetale o di opere di ingegneria;
11. Valutazione del livello di frastagliamento della sponda;
12. Segni di cedimenti delle golene ed eventuali evidenze di trasporto di materiale;
13. Allineamento di eventuali ponti e pile rispetto al flusso.

5.3.2 Analisi quantitativa

L'analisi quantitativa è stata effettuata in corrispondenza delle interferenze Puntuali.

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

La granulometria assunta è quella caratteristica dello strato risultante dal modello geotecnico consistente al di sotto dei 3 metri da piano campagna in ciottoli di matrice sabbiosa-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.

5.3.2.1 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 strato 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.

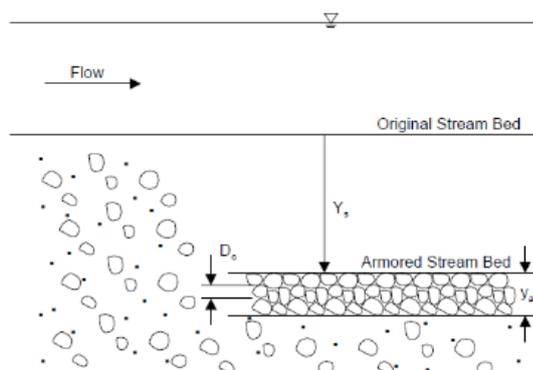


Figura 5-4: Dinamica erosione a lungo termine per corazzamento (fonte FHWA).

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):

- a. Portata ad alveo pieno (bankfull discharge);
- b. 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);
- c. 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.

5.3.2.2 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 riportata dallo "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico pugliese, con particolare riferimento alle aree del Gargano, delle coste joniche e salentine della Regione Puglia" nelle sezioni.

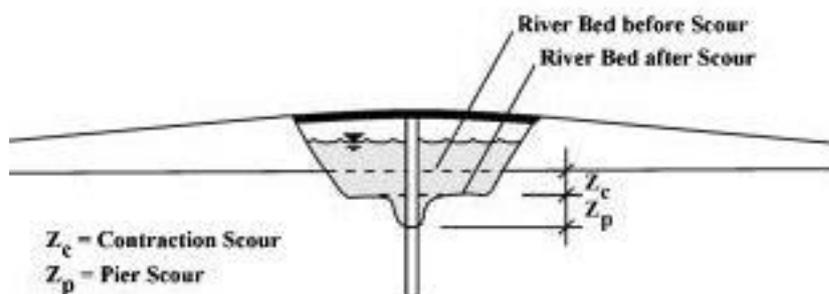


Figura 5-5: Erosioni assunte in corrispondenza di un ponte di attraversamento stradale (fonte FHWA).

Contrazione

L'erosione da 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 strato 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 da una diminuzione naturale dell'area di flusso 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 di 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 rappresentato dalle correnti non lineari create dall'interazione tra flusso di monte e pila.

Il vortice a ferro di cavallo creato è il risultato dell'accumulo di acqua sulla superficie a monte dell'ostruzione con prima importante escavazione e della successiva accelerazione del flusso con creazioni 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 un'erosione. Con l'aumento della profondità dell'escavazione, la forza del vortice a ferro di cavallo si riduce, riducendo così il tasso di trasporto dalla regione di base.

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

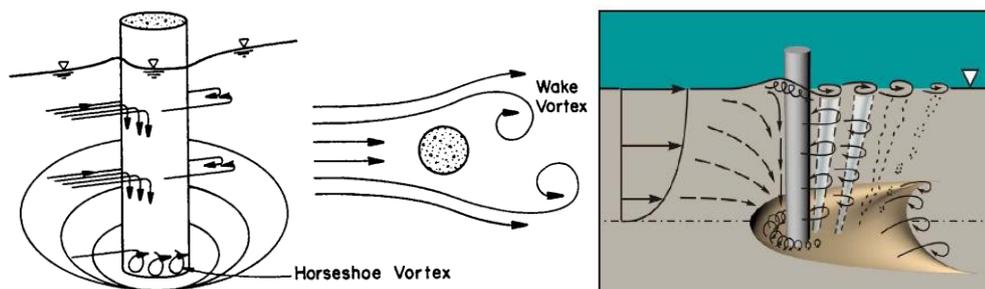


Figura 5-6: Dinamica di erosione in corrispondenza di pile strette (fonte FWHA).

5.4 RISOLUZIONE INTERFERENZE CAVO DI CONNESSIONE

5.4.1 I01

5.4.1.1 Identificazione

L'interferenza I01 interessa uno dei canali affluenti del Torrente Staina, identificato come Canale 773 DBPRIOR10K. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5.2: Riepilogo interferenza I01.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I01	Canale 773	Media (PGRA)	TOC

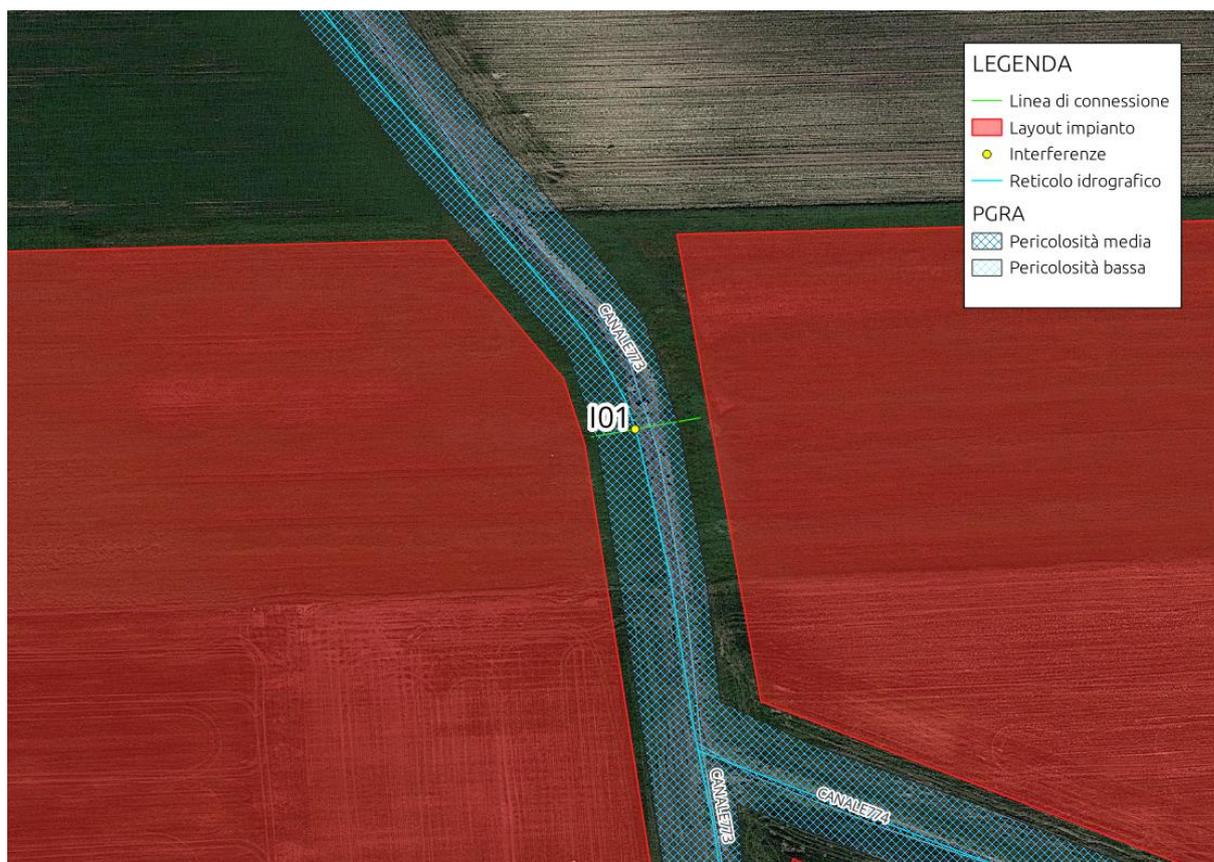


Figura 5-7: Ubicazione interferenza I01 con fascia a pericolosità media PGRA

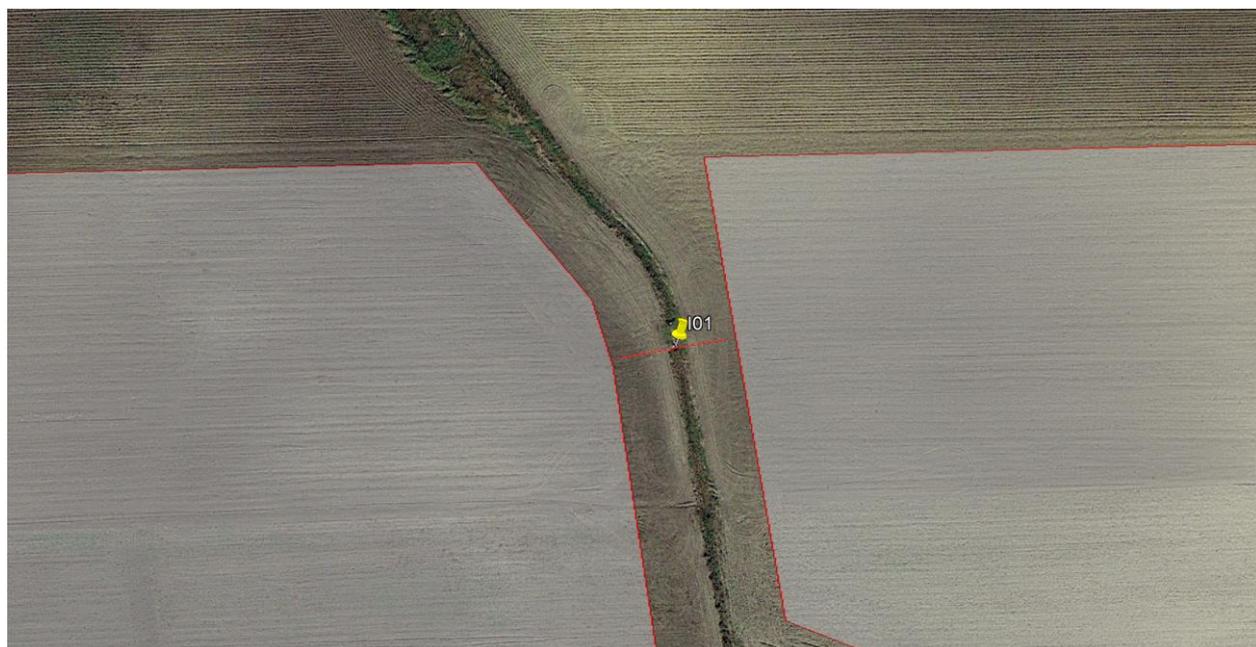


Figura 5-8: Ortofoto interferenza I01

5.4.1.2 Osservazioni

La sezione dell'alveo è stabile, con sponde rinverdite. Secondo la mappa di uso del suolo, le aree interessate dal passaggio del cavidotto sono indicate come irrigue di seminativi semplici.

5.4.1.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto rientra nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

5.4.1.4 Verifica di compatibilità idraulica

La tecnologia da adottare per la posa del cavo in I01 è di tipo **TOC**, al fine di non compromettere la stabilità dell'alveo.

Data la ridotta dimensione dell'elemento idrico, in accordo col gestore, può anche essere considerato altro metodo *trenchless*, purché eseguibile in condizioni di sicurezza e purché vengano soddisfatti i requisiti di profondità d'interramento.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **2 metri**.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.2 I02

5.4.2.1 Identificazione

L'interferenza I02 un canale affluente del canale 773 citato in precedenza, che a sua volta è un affluente del torrente Staina. L'elemento idrico in questione è identificato come Canale 774 dal DBPRIOR10K. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5.3: Riepilogo interferenza I02.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I02	Canale 774	Media (PGRA)	TOC

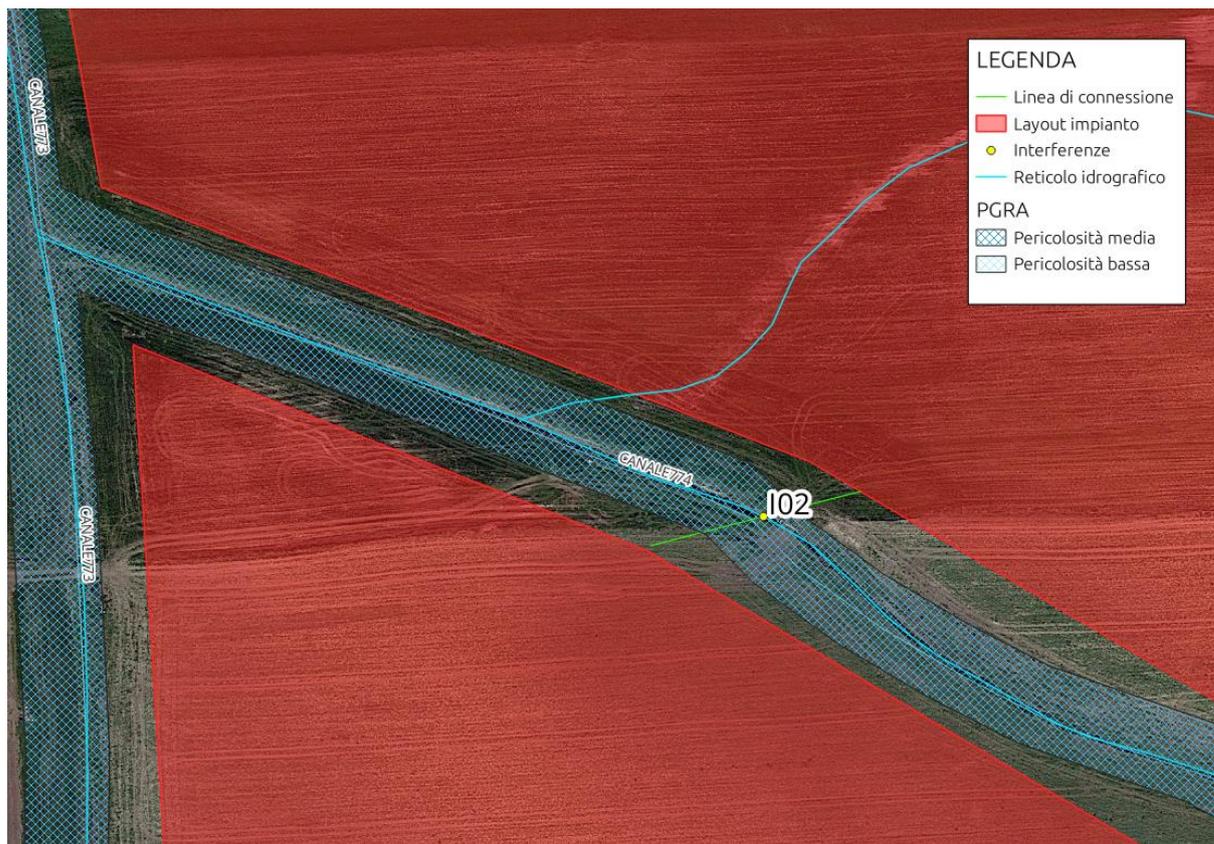


Figura 5-9: Ubicazione interferenza I02 con fascia a pericolosità media PGRA



Figura 5-10: Ortofoto interferenza I02

5.4.2.2 Osservazioni

La sezione dell'alveo è stabile, con sponde rinverdite. Secondo la mappa di uso del suolo, le aree interessate dal passaggio del cavidotto sono indicate come irrigue di seminativi semplici.

5.4.2.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto rientra nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

5.4.2.4 Verifica di compatibilità idraulica

La tecnologia da adottare per la posa del cavo in I02 è di tipo **TOC**, al fine di non compromettere la stabilità dell'alveo.

Data la ridotta dimensione dell'elemento idrico, in accordo col gestore, può anche essere considerato altro metodo *trenchless*, purché eseguibile in condizioni di sicurezza e purché vengano soddisfatti i requisiti di profondità d'interramento.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **2 metri**.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.3 I03

5.4.3.1 Identificazione

L'interferenza I03 interessa il Torrente Staina. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5.4: Riepilogo interferenza I03.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I03	Torrente Staina	Alta (PAI e PGRA)	TOC

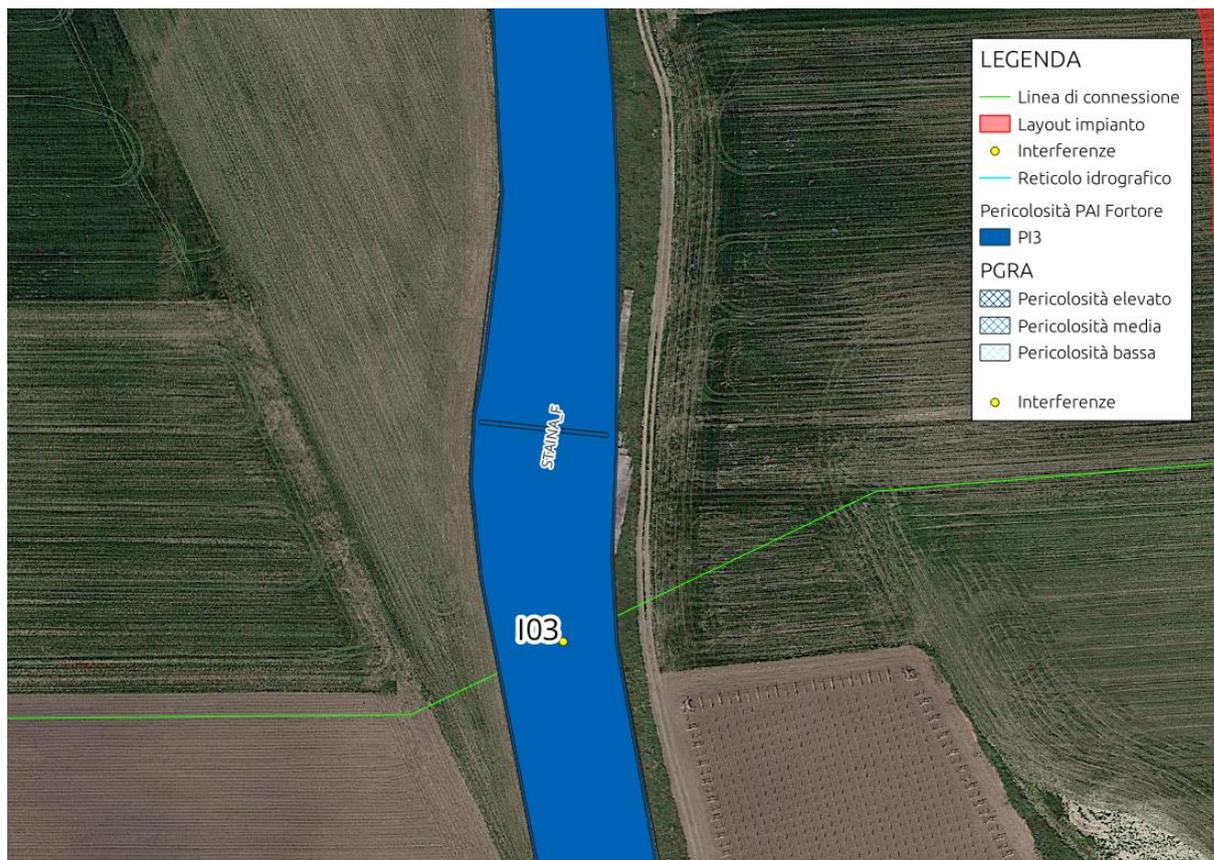


Figura 5-11: Ubicazione interferenza I03 con fascia a pericolosità alta PAI e PGRA

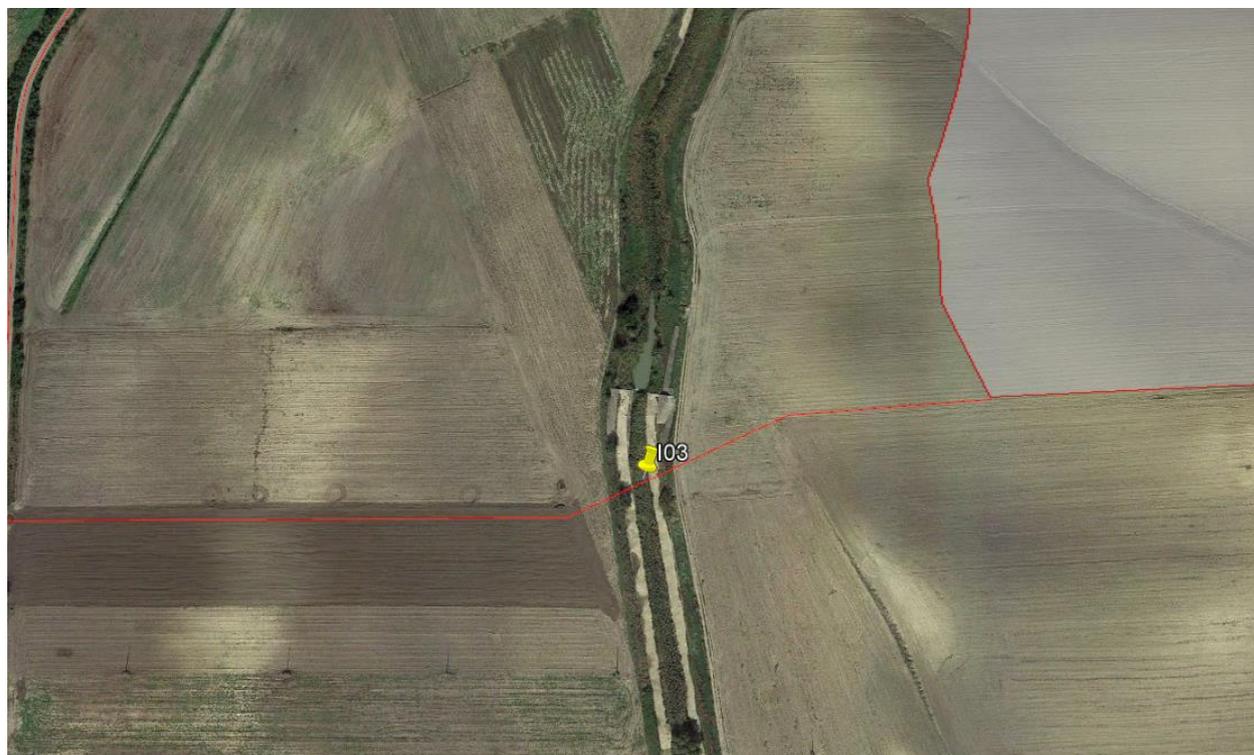


Figura 5-12: Ortofoto interferenza I03

5.4.3.2 Osservazioni

La sezione dell'alveo è stabile, con sponde rinverdite. Secondo la mappa di uso del suolo, le aree interessate dal passaggio del cavidotto sono indicate come irrigue di seminativi semplici, e, limitatamente alle aree dell'alveo, come fiumi, torrenti, fossi.

5.4.3.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto rientra nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

5.4.3.4 Verifica di compatibilità idraulica

La tecnologia da adottare per la posa del cavo in I03 è di tipo **TOC**, al fine di non compromettere la stabilità dell'alveo.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **3 metri**.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.4 I04, I05, I06, I07

5.4.4.1 Identificazione

Le interferenze I04, I05, I06 e I07 interessano vari piccoli canali identificati dalla carta idrogeomorfologica, affluenti di un canale a sua volta affluente nel torrente Staina.

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

Tabella 5.5: Riepilogo interferenze I04, I05, I06, I07.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I04	Reticolo minore (ID 85242)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato
I05	Reticolo minore (ID 85238)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato
I06	Reticolo minore (ID 85243)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato
I07	Reticolo minore (ID 85252)	Reticolo idrografico	Trenchless - Cavo interrato

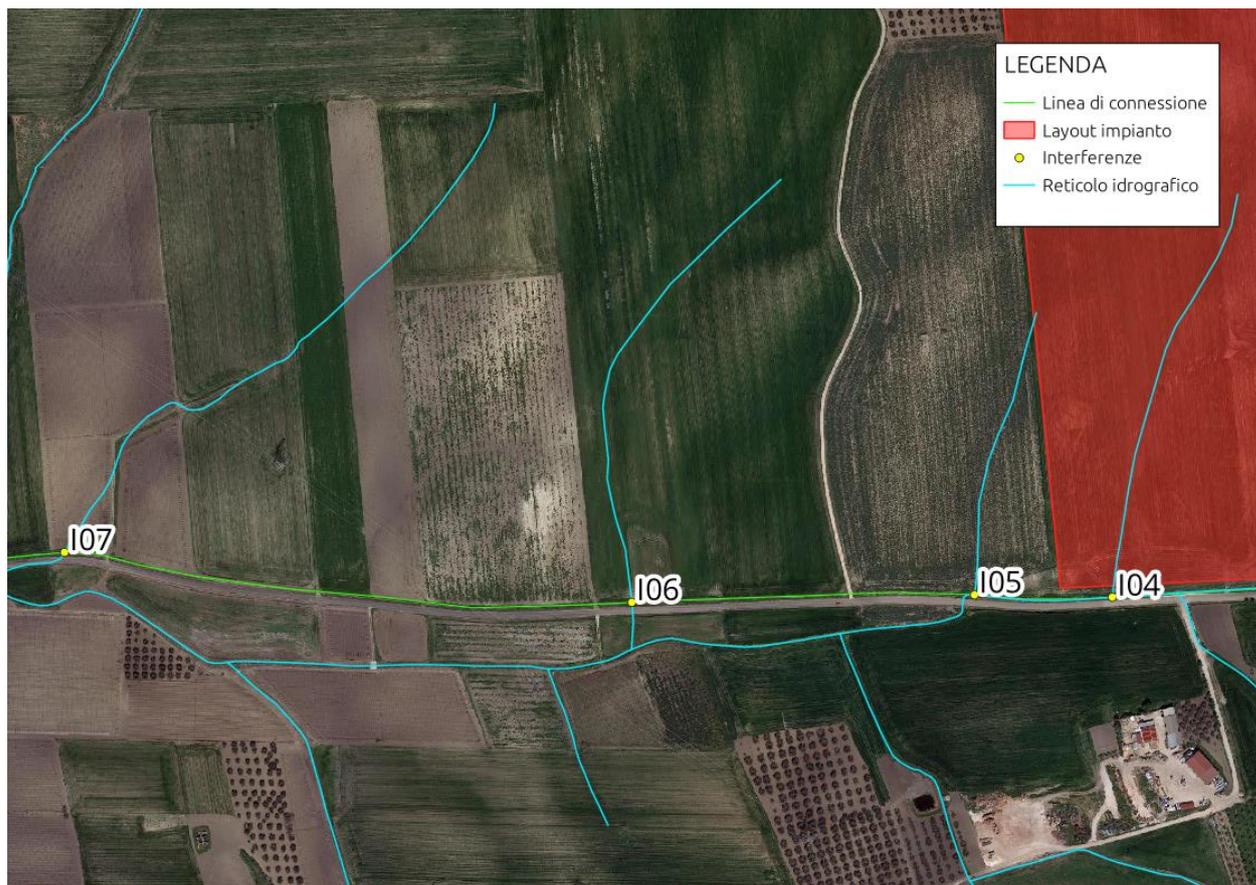


Figura 5-13: Ubicazione delle interferenze I04, I05, I06, I07 con reticolo idrografico individuato dalla carta idrogeomorfologica



Figura 5-14: Ortofoto interferenze I04, I05, I06, I07



Figura 5-15: Foto da Google Earth in corrispondenza dell'interferenza I05

5.4.4.2 Osservazioni

Dalla visione di ortofoto si riscontrano segni di alveo nei pressi del tracciato di connessione, nei quattro punti individuati, confermati anche dall'analisi di ortofoto storiche. I canali sono molto piccoli e a carattere episodico.

Secondo la mappa di uso del suolo, le aree interessate dal passaggio del cavidotto sono indicate come irrigue di seminativi semplici

5.4.4.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto rientra nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

5.4.4.4 Verifica di compatibilità idraulica

Dato il carattere episodico dell'elemento idrico e le dimensioni ridotte e considerando la localizzazione effettiva della posa di cavo, in accordo con il gestore si può optare per l'interramento ad almeno **1,5 metri** di profondità dal fondo alveo senza necessariamente ricorrere a metodi *trenchless*.

Si ritiene che a tale profondità l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.5 I08

5.4.5.1 Identificazione

L'interferenza I08 è situata lungo la Strada Provinciale n.11. In questo punto, il tracciato della linea di connessione, seguendo il percorso della viabilità esistente, interferisce con il torrente Staina. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5.6: Riepilogo interferenza I08.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I08	Torrente Staina	Alta (PAI e PGRA)	TOC



Figura 5-16: Ubicazione interferenza I08 con fascia a pericolosità alta PAI e PGRA

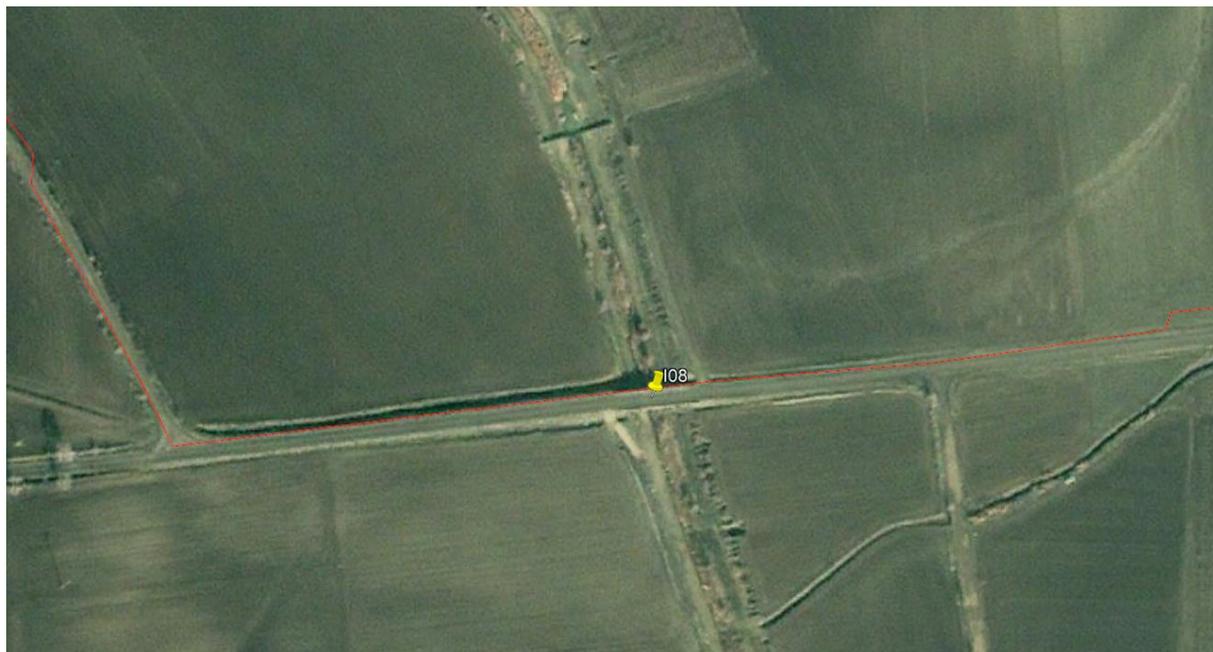


Figura 5-17: Ortofoto interferenza I08



Figura 5-18: Foto da Google Earth in corrispondenza dell'interferenza I08

5.4.5.2 Osservazioni

La sezione dell'alveo è stabile, con sponde rinverdite. Secondo la mappa di uso del suolo, le aree interessate dal passaggio del cavidotto sono indicate come irrigue di seminativi semplici.



5.4.5.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto rientra nella categoria “buono”. Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

5.4.5.4 Verifica di compatibilità idraulica

La tecnologia da adottare per la posa del cavo in I08 è di tipo **TOC**, al fine di non compromettere la stabilità dell'alveo.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **3 metri**.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

5.4.6 I09

5.4.6.1 Identificazione

Nel punto individuato, il tracciato della linea di connessione interferisce con il torrente della Marchesa. Il cavo verrà interrato al di sotto dell'alveo del fiume usando la tecnologia TOC.

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

Tabella 5.7: Riepilogo interferenza I09.

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I09	Torrente della Marchesa	Alta (PAI e PGRA)	TOC

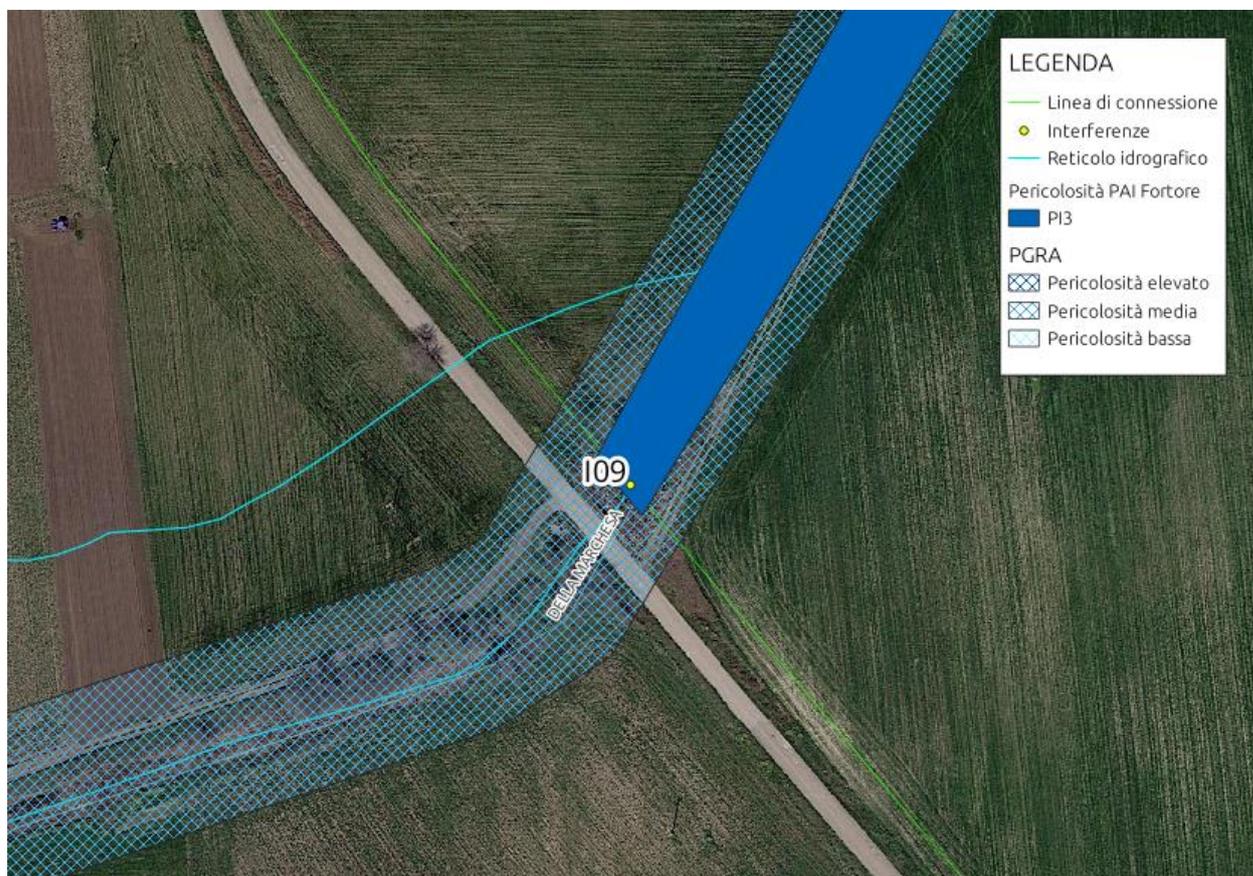


Figura 5-19: Ubicazione interferenza I09 con fascia a pericolosità alta PAI e PGRA

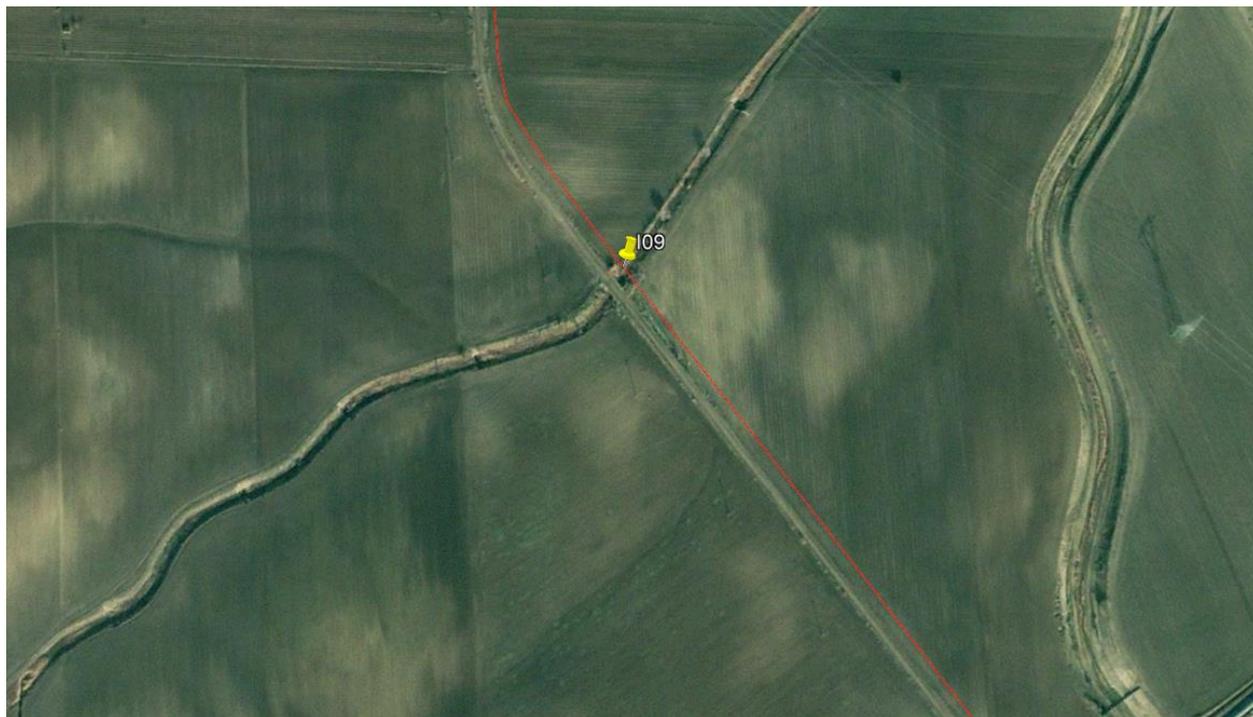


Figura 5-20: Ortofoto interferenza I09

5.4.6.2 Osservazioni

La sezione dell'alveo è stabile, con sponde rinverdite. Secondo la mappa di uso del suolo, le aree interessate dal passaggio del cavidotto sono indicate come irrigue di seminativi semplici e, limitatamente alle aree dell'alveo, come fiumi, torrenti, fossi.

5.4.6.3 Analisi qualitativa stabilità

Secondo il metodo HEC-20 di Stream Stability at Highway Structures proposto da FHWA, come descritto nel paragrafo 5.3.1, al tratto in oggetto rientra nella categoria "buono". Il tratto risulta quindi caratterizzato da una **buona stabilità**.

5.4.6.4 Verifica di compatibilità idraulica

La tecnologia da adottare per la posa del cavo in I09 è di tipo **TOC**, al fine di non compromettere la stabilità dell'alveo.

La profondità di posa, tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata, sarà al minimo pari a **3 metri**.

Si ritiene che, a tale profondità, l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa.

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 ottenuto mediante una media ponderata;
- 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.

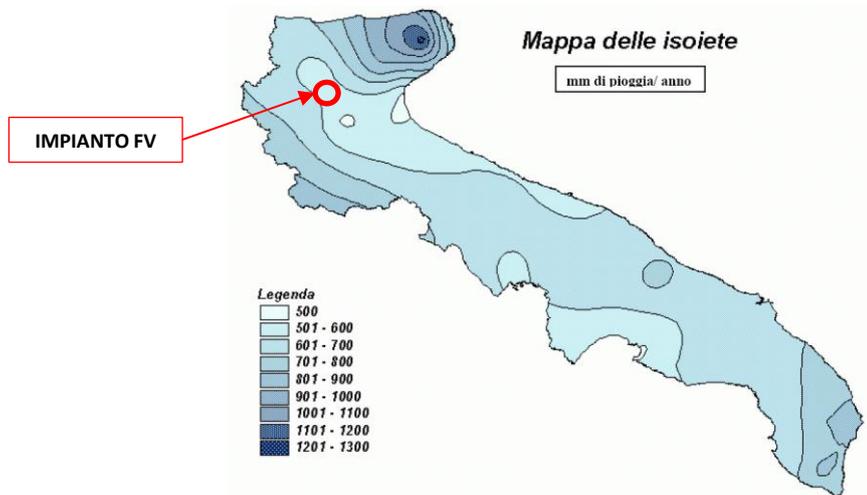


Figura 6-1: Mapa delle isoiete della Regione Puglia.

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.

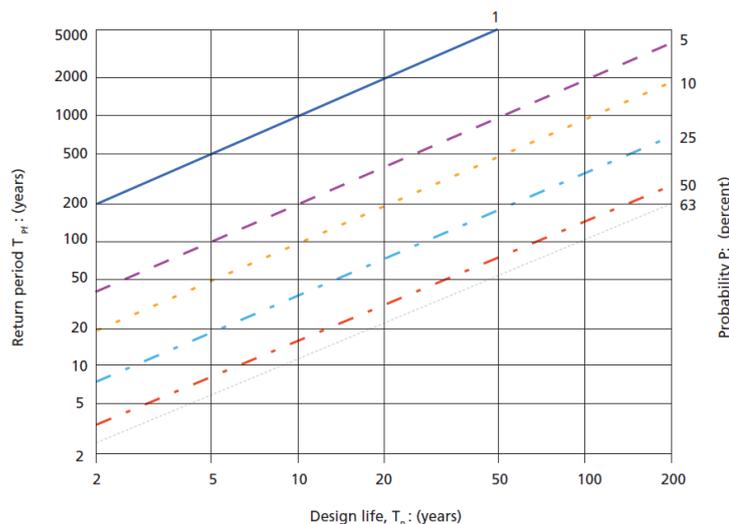


Figura 6-2: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni.

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 (GNDCl) 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 sei aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica.

L'area in cui ricade l'intervento in oggetto è nella sottozona omogenea 2 della Puglia, vedasi Figura 6-3, da cui risulta la seguente equazione determinante la CPP:

$$h(t) = 22,23 T_C^{0,247} \quad (2)$$

Dove:

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

T_C = durata dell'evento pluviale (ore).

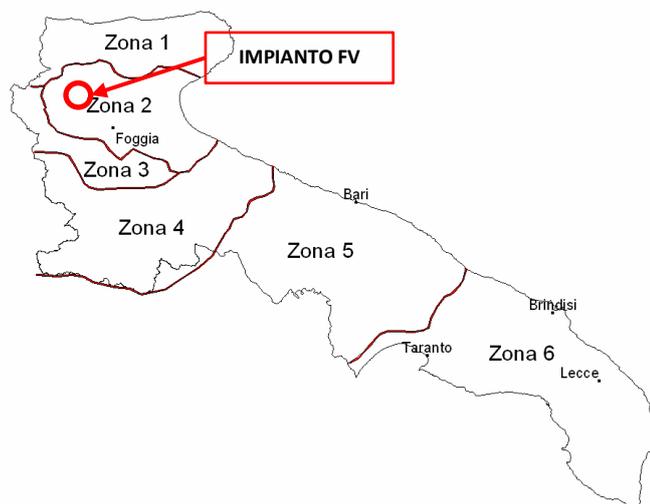


Figura 6-3: Sottostazioni pluviometriche omogenee (Zona 2) e aree di progetto (rosso).

La Curva di Possibilità pluviometrica permette di stimare le altezze di precipitazione relative ad eventi pluviali con durate superiori ad 1 h, 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 le zone 1-2-3-4 (Puglia Settentrionale):

$$K_T = 0,5648 + 0,415 \ln T \quad (4)$$

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).

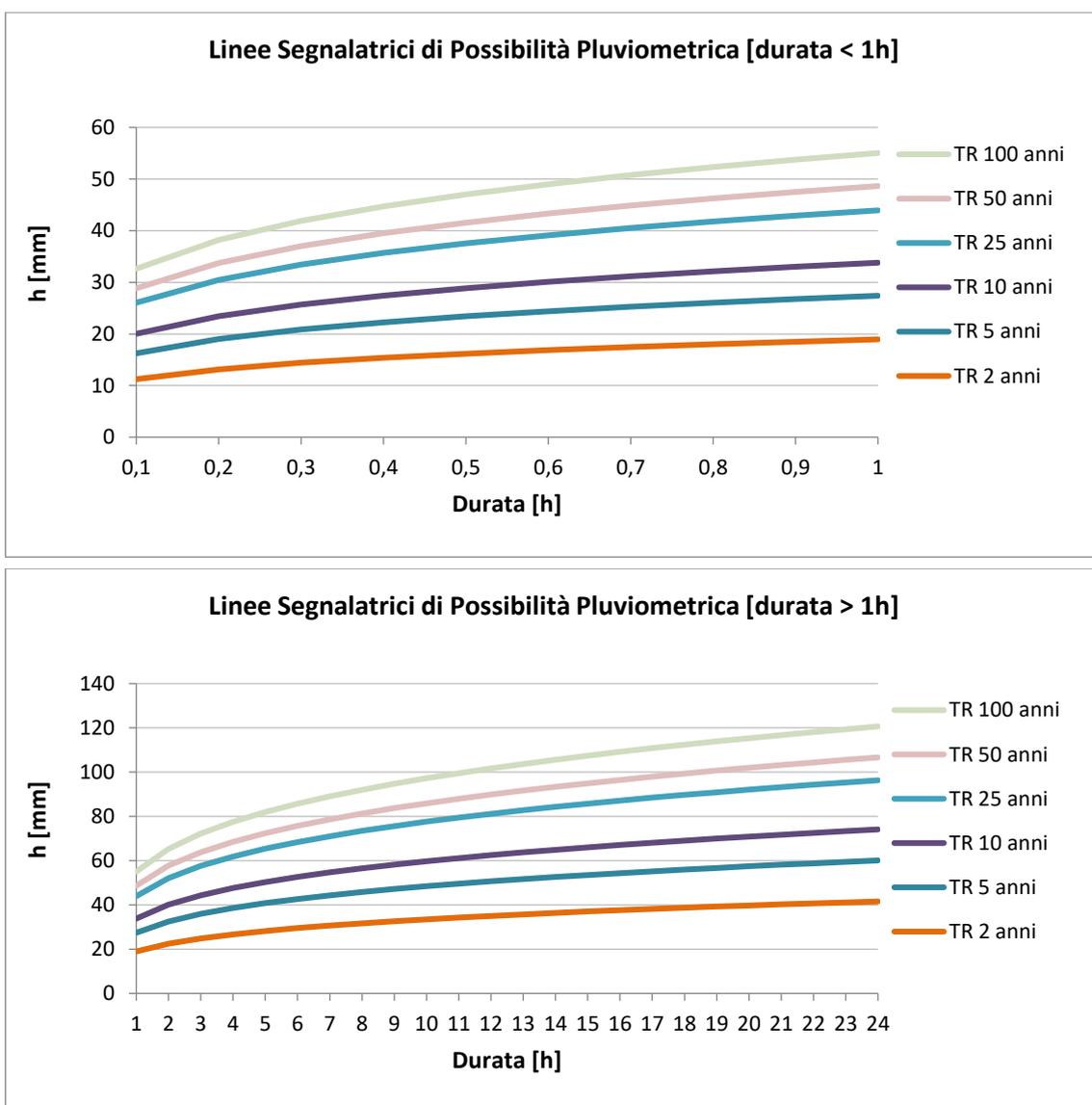


Figura 6-4: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di durata > 1h e < 1h.

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 [mm] 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	16	23	29	38	42	47
1	19	27	34	44	49	55
2	22	33	40	52	58	65
3	25	36	44	58	64	72
4	27	39	48	62	69	78
5	28	41	50	65	72	82
6	29	43	53	68	76	86
7	31	44	55	71	79	89
8	32	46	56	73	81	92
9	33	47	58	76	84	95
10	33	48	60	78	86	97
11	34	50	61	79	88	100
12	35	51	62	81	90	102
13	36	52	64	83	92	104
14	36	53	65	84	93	106
15	37	53	66	86	95	107
16	38	54	67	87	96	109
17	38	55	68	88	98	111
18	39	56	69	90	99	112
19	39	57	70	91	101	114
20	40	57	71	92	102	115
21	40	58	72	93	103	117
22	41	59	73	94	104	118
23	41	59	73	95	106	119
24	42	60	74	96	107	121

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).

La simulazione è stata condotta mediante algoritmi TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – Utah State University) e successivamente rielaborata in ambiente GIS.

In Figura 6-5 sono riportati i bacini individuabili all'interno dell'area di impianto.



Figura 6-5: Delimitazione bacini scolanti e codifica.

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. 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 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 ed esterne.

BACINI DI DRENAGGIO INTERNI		BACINI DI DRENAGGIO ESTERNO	
ID Bacino	Area[mq]	ID Bacino	Area[mq]
I1	19297.817	E1	10076.192
I2	18546.411	E2	70536.216
I3	2839.532	E3	9895.763
I4	6178.061	E4	10687.706
I5	13590.235	E5	11597.162
I6	27273.79	E6	13438.008
I7	89525.623	E7	42260.246
I8	93961.9	E8	52470.628
I9	28780.062	E9	15906.068
I10	47011.675	E10	20628.989

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" ϕ .

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

Si considera il coefficiente di deflusso ϕ , 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 ϕ , 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 aree seminative di tipo semplice, in aree non irrigue.

Il terreno risulta costituito principalmente da limi sabbiosi argillosi. Per questo motivo il terreno, secondo il metodo SCS-NC, ricade nella categoria suolo di tipo B. In riferimento a tali considerazioni, il valore del Curve Number è stato assunto pari a 75.

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 87.

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

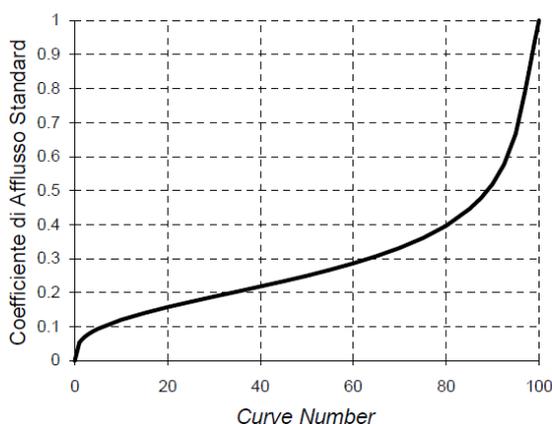


Figura 6-6: Correlazione da letteratura SCS-CN vs. coeff. afflusso/deflusso.

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro ϕ ante-operam è stato quindi assunto pari a 0,5.

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 9,6 metri. L'altezza in mezzera della struttura sarà di circa 2,77 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 6-7: 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 INSTALLAZIONE 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
Prevalentemente permeabile con antropizzazioni	57.62	197 007	0.34	9.85	0.17	0.50	0.59

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. L'impermeabilità del sito, post operam, aumenta del **17%**.

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:

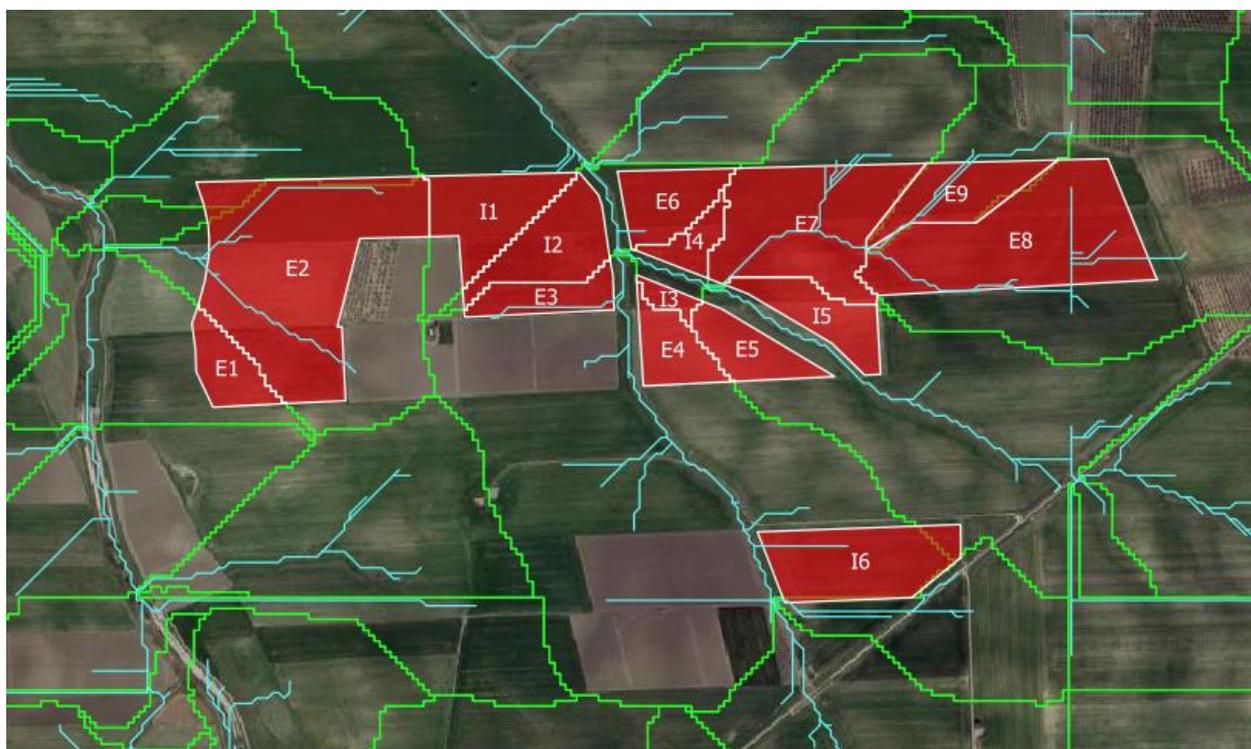
Q_P = portata critica (netta) [m³/s];

ϕ = 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.



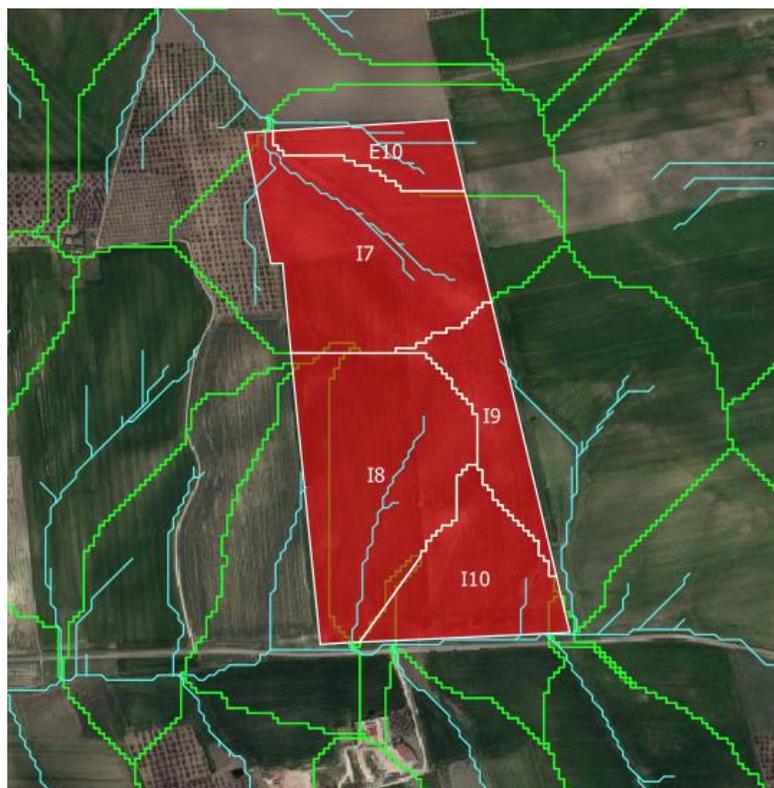


Figura 6-8: Delimitazione recinzione di impianto con displuviali interni (rosso), rete di drenaggio naturale interna (azzurro) e spartiacque (verde).

Come mostrato in Tabella 6.4, lo stato post-operam mostra un incremento dei picchi di deflusso pari a direttamente proporzionale all'incremento del **17%** del coefficiente di deflusso 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. Questo effetto è ottenuto inserendo le vasche di infiltrazione e laminazione, che mitigano i picchi di deflusso.

Tabella 6.4: Determinazione delle portate di progetto nello scenario ante- e post- operam per i bacini interni ed esterni

BACINO	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10
S [ha]	1.93	1.85	0.28	0.62	1.36	2.73	8.95	9.40	2.88	4.70
L _{asta} [m]	145	216	25	120	70	285	430	460	300	245
t _c [h]	0.28	0.29	0.25	0.27	0.26	0.31	0.34	0.34	0.31	0.30
Kt [-]	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
h(60) [mm]	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
h(t) [mm]	33	33	32	33	32	34	34	34	34	33
Intensità [mm/h]	117	114	126	120	123	110	102	101	109	112
Coeff. deflusso ante-operam	0.50									
Coeff. deflusso post-operam	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} [mc/s]	0.31	0.29	0.05	0.10	0.23	0.42	1.27	1.32	0.43	0.73
Portata al colmo post-operam Q _{cr} [mc/s]	0.37	0.34	0.06	0.12	0.27	0.49	1.49	1.54	0.51	0.85



BACINO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
S [ha]	1.01	7.05	0.99	1.07	1.16	1.34	4.23	5.25	1.59	2.06
L _{asta} [m]	160	340	205	130	80	130	260	404	210	210
t _c [h]	0.28	0.32	0.29	0.28	0.27	0.28	0.30	0.33	0.29	0.29
Kt [-]	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
h(60) [mm]	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
h(t) [mm]	33	34	33	33	33	33	33	34	33	33
Intensità [mm/h]	116	107	114	119	122	119	111	103	114	114
Coeff. deflusso ante-operam	0.50									
Coeff. deflusso post-operam	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} [mc/s]	0.16	1.04	0.16	0.18	0.20	0.22	0.65	0.75	0.25	0.33
Portata al colmo post-operam Q _{cr} [mc/s]	0.19	1.22	0.18	0.21	0.23	0.26	0.76	0.88	0.29	0.38

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;
- Arginelli in terra di riporto;
- Protezione rete idrografica principale;
- Vasche di detenzione e 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 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 e rinverdite.

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

In questo progetto vi sono due principali tipologie di canalette: canali principali, lungo il perimetro delle sotto-aree, e canali secondari, interni al layout paralleli ai tracker. 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° .

In presenza di filari di uliveti, sarà necessario utilizzare uno scavo meno profondo e più largo. La larghezza deve essere almeno di 3.5 metri per consentire il passaggio delle macchine agricole per la raccolta e potatura delle olive.

In fase progettuale sarà valutata la possibilità di inserire dei salti di fondo con materiale da 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. Questa soluzione è difficilmente applicabile nel caso in cui il canale fungesse anche da strada per i veicoli agro-meccanici.

Lungo i lati più esposti al deflusso delle acque meteoriche superficiali, si prevede l'impiego di arginelli di dimensioni ridotte in terre da riporto. L'argine, generalmente di sezione trapezia, come la canaletta controlla il flusso in ingresso, e inoltre, non essendo soggetto a rischio ostruzione da materiale detritico, offre una protezione più durevole negli anni.

All'interno delle aree catastali, tra i diversi vincoli, si incontrano i vincoli dovuti alla presenza della rete irrigua consortile. La normativa vigente impone una fascia di rispetto di 3,75 metri per le condotte di diametro fino a 275 mm rispetto all'asse delle condotte di irrigazione. All'interno di tale fascia non sono consentiti scavi e movimenti di terra. Sia fatto presente che le canalette interne secondarie di sotto-campo avranno una profondità di scavo ridotta, di circa 20 cm, aventi la funzione di indirizzare le acque verso le canalette perimetrali per il loro collettamento e scarico. Per questo motivo, si ammette la realizzazione di canalette anche entro le zone di rispetto della rete irrigua consortile, purché di profondità ridotta.

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.

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.

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

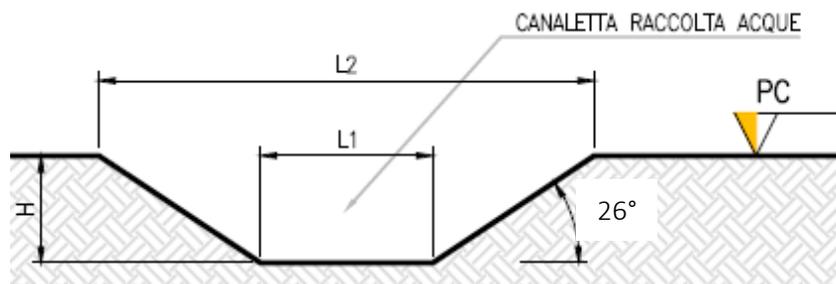


Figura 7-1: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

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

Il progetto ha inoltre previsto la definizione di una via preferenziale per le acque scolanti nell'area catastale.

Tale canale sarà realizzato in scavo con una sezione triangolare, scavata nel terreno e rinverdata naturalmente, di larghezza complessiva pari a circa 10 m e una pendenza tale che consenta il passaggio di macchinari agricoli. Il percorso preferenziale sarà intervallato da delle vasche di infiltrazione e laminazione (paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) per meglio mitigare gli effetti dell'aumento del picco di deflusso meteorico.

7.1.1 Punti di scarico dei canali di drenaggio

Le canalette scaricheranno all'esterno della recinzione verso la rete idrografica naturale. Allo scarico sarà presente una fondazione di tipo riprap al fine di dissipare l'energia e ridurre i problemi di erosione. Gli scarichi sono stati pensati come in funzione dei drenaggi naturali. In fase esecutiva verranno realizzati in conformità con le pratiche agricole del sito.

8. CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto agrivoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna 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).

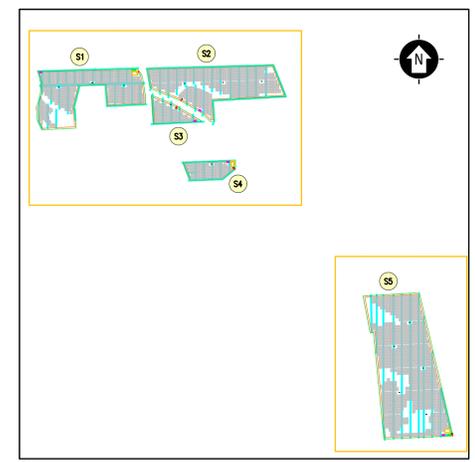
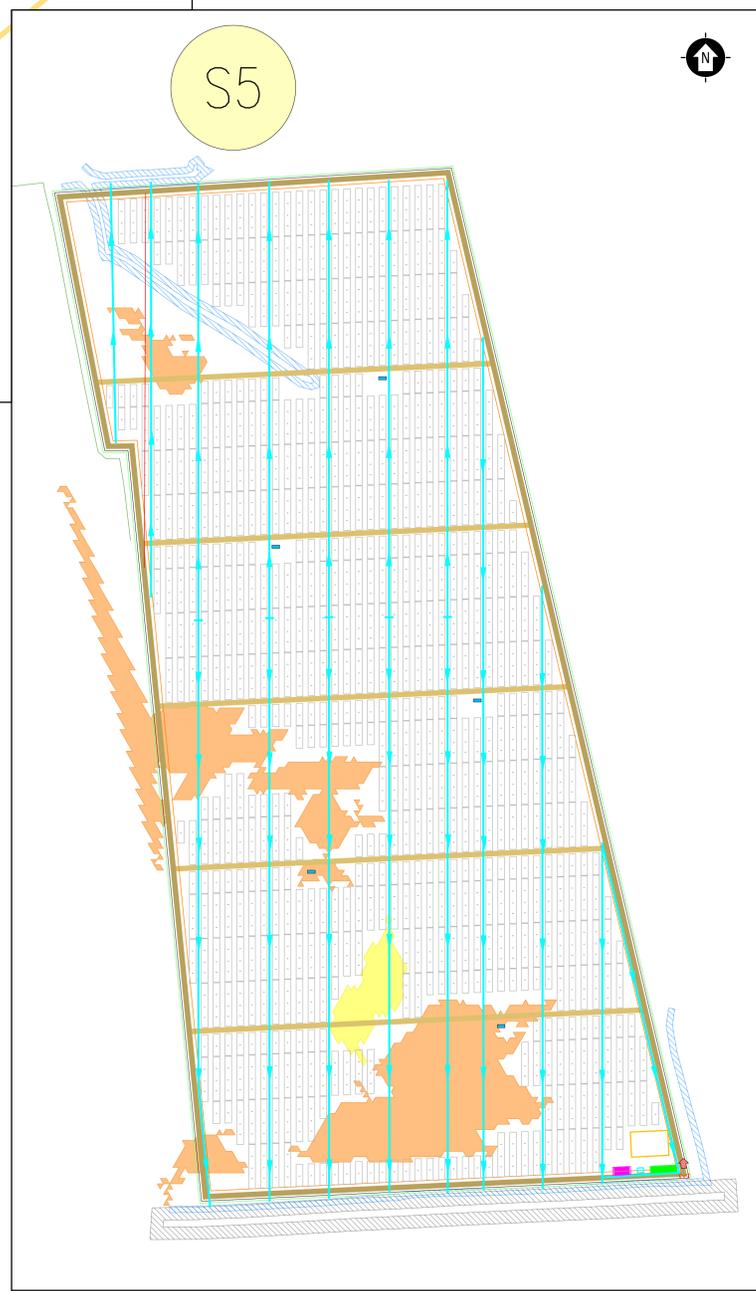
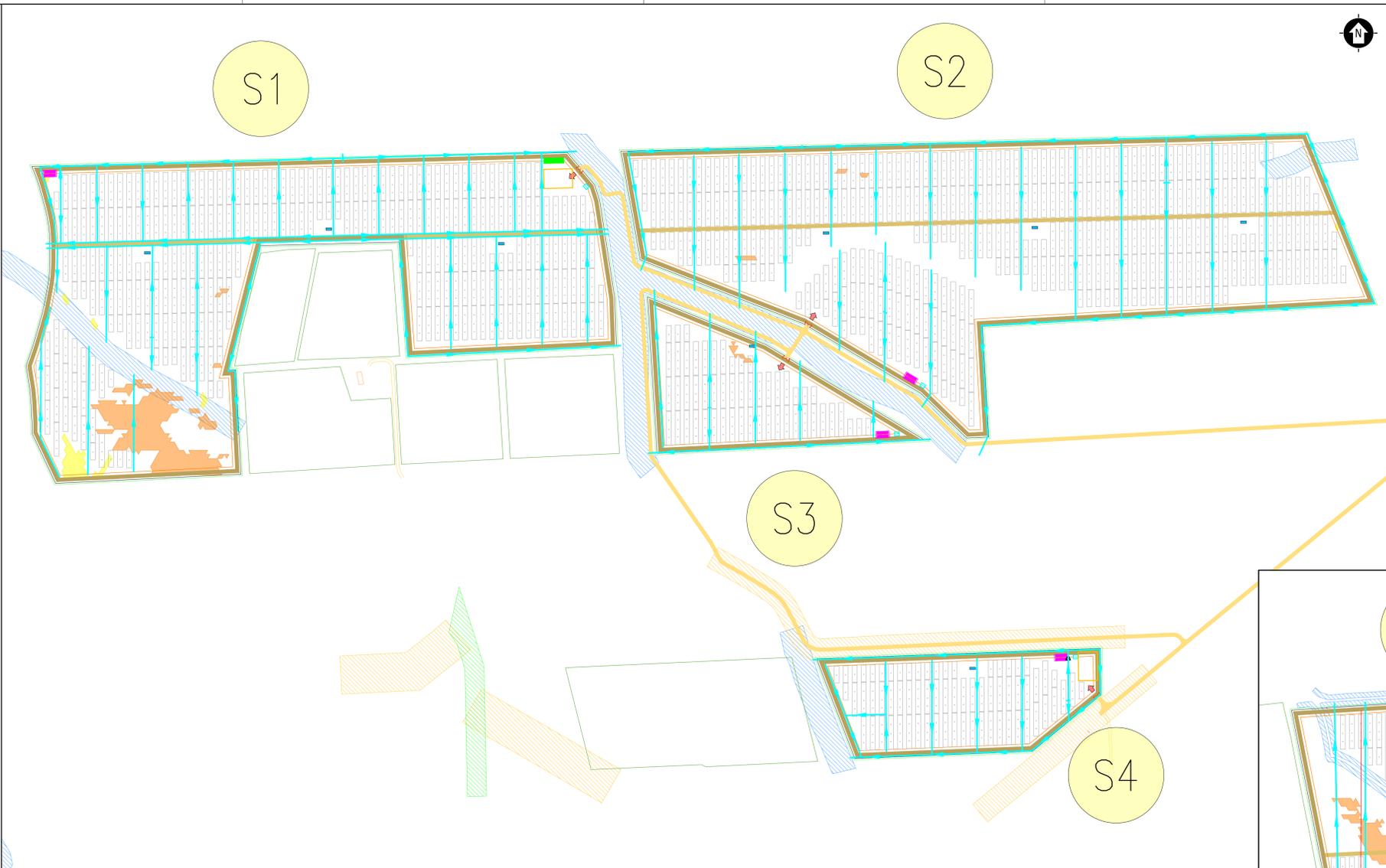
In merito allo stato post-operam, si è valutato l'impatto dell'installazione delle strutture tracker monoassiali.

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 **17%**.

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 (v. Allegato 01); 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 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.



PLAN
 SCALA 1:20000 - 1 cm = 200 m
 0 200 400 1000
 0 1 2 5 cm

- LEGENDA**
- SITO CATASTALE**
- SITO CATASTALE
- FASCE DI RISPETTO**
- CORSI D'ACQUA - 150 M
 - CORSI D'ACQUA - 10M
 - PAI - IMP
 - CONI VISUALI - RAGGIO 4, 6, 10 KM
 - BENI STORICI CULTURALI
 - TRATTURI
 - IBA
 - BOSCHI
 - SITI DI RILEVANZA NATURALISTICA
 - FORMAZIONI ARBUSTIVE
 - VINCOLO IDROGEOLOGICO
 - VERSANTI
- FASCE DI RISPETTO - RILIEVO TOPOGRAFICO**
- RILIEVO TOPOGRAFICO - CORSO D'ACQUA
 - LINEA ELETTRICA AEREA - AT
 - LINEA ELETTRICA AEREA - BT
 - LINEA ELETTRICA AEREA - MT
 - RISPETTO STRADALE - STRADE PRINCIPALI
 - RISPETTO STRADALE - STRADE SECONDARIE
 - EDIFICI
 - COLTURE
 - RISPETTO RETE IRRIGUA CONORTILE
 - PENDENZA MAGGIORE 37% DIREZIONE NORD-SUD
 - PENDENZA MAGGIORE 20% DIREZIONE EST-OVEST

- LEGENDA**
- ACCESSO AREA IMPIANTO
 - RECINZIONE IN PROGETTO
 - FASCIA DI RISPETTO INSTALLAZIONE IMPIANTO
 - TRACKER - TIPO 2 (28x2 MODULI)
 - TRACKER - TIPO 2 (18x2 MODULI)
 - VIABILITÀ PERIMETRALE (LARGHEZZA 4 m)
 - VIABILITÀ INTERNA (LARGHEZZA 6 m)
 - VIABILITÀ ESTERNA
 - FASCIA DI MITIGAZIONE/COMPENSAZIONE ESTERNO RECINZIONE
- CABINATI**
- CABINA ELETTRICA DI CONNESSIONE
 - POWER STATION
 - LOCALE GUARDIANA E CONTROLLO ACCESSI
 - MAGAZZINO
- REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE**
- CANALETTE IN PROGETTO

1		1:20000	CP	LC	11/2021
REV.	DESCRIZIONE	DATA	APPROV.	DATA	

Montana

Montana S.p.A. - Via Salaria 100 - 00198 Roma (RM) - Tel. 06 49991111 - www.montana.com

SOLAR CAPITAL 5 S.R.L.
 VIA REGINELLA SNC
 71017 - TORREMAGIORE (FG)

Progettato da: ING. LAURA CONTI
 Società di Ingegneria e Progettazione s.p.a. - Via Salaria 100 - 00198 Roma (RM) - Tel. 06 49991111 - www.montana.com

Destinazione: IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTICO COLLEGATO ALLA RTN
 POTENZA NOMINALE 44 MW
 COMUNE DI TORREMAGIORE
 PROGETTO DEFINITIVO

Stato di Progetto: STATO DI PROGETTO
 A01 - REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE

Scale: A01
 Foglio: 1/2500

È vietata la riproduzione di questo documento senza preventiva autorizzazione scritta della MONTANA SPA.