



REGIONE PUGLIA
 PROVINCIA DI FOGGIA
 COMUNI DI FOGGIA E MANFREDONIA



PROGETTO IMPIANTO SOLARE AGRO-VOLTAICO DA
 REALIZZARE NEL COMUNE DI FOGGIA (FG) C.DA TITOLO, E
 RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI
 MANFREDONIA, DI POTENZA PARI A **62.452,04 kWp**,
 DENOMINATO "**FOGGIA - MANFREDONIA**"

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA-IDRAULICA



| livello prog. | Codice Pratica STMG | N° elaborato | DATA | SCALA |
|---------------|---------------------|--------------|------------|-------|
| PD | 201901116 | VF6FYQ3_A12 | 15.09.2021 | |

REVISIONI

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------|-------------|----------|------------|-----------|
| | | | | | |

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

HF Solar 3 S.r.l.



ENTE

PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Antonella Laura Giordano



Il Progettista

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 1 |
| 2 | STUDIO IDROLOGICO/IDRAULICO | 2 |
| 2.1 | Calcolo idrologico..... | 2 |
| 2.2 | Individuazione della sottozona omogenea di riferimento..... | 3 |
| 2.2.1 | Calcolo delle portate attese..... | 7 |
| 2.3 | Verifica idraulica..... | 8 |
| 3 | APPLICAZIONE DEL METODO | 9 |
| 3.1 | INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO | 10 |
| 3.1.1 | INTERFERENZA N.1: RECINZIONE | 10 |
| 3.1.2 | INTERFERENZE N.2-3-4-5: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT | 11 |
| 3.1.3 | INTERFERENZA N.6-7: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT | 14 |
| 3.2 | INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL PAI..... | 15 |
| 3.2.1 | INTERFERENZA A: UBICAZIONE TRACKER – VIABILITÀ – CABINE DI CAMPO. 15 | |
| 3.2.2 | INTERFERENZA B-C-D-E-F: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT – SOTTO STAZIONE ELETTRICA UTENTE – STRADA DI ACCESSO ALLA SSEU..... | 16 |
| 3.3 | GESTIONE DELLE INTERFERENZE CON RETICOLO IDROGRAFICO | 19 |
| 3.3.1 | PERCORSO DEL CAVIDOTTO..... | 19 |
| 3.3.2 | GESTIONE INTERFERENZA N.1: RECINZIONE..... | 19 |
| 3.3.3 | GESTIONE INTERFERENZA N.2-3-4-5: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT | 19 |
| 3.4 | GESTIONE DELLE INTERFERENZE CON IL PAI | 26 |
| 3.4.1 | UBICAZIONE MODULI FV E OPERE FUORI TERRA– INTERFERENZA A..... | 26 |
| 3.4.2 | PERCORSO DEL CAVIDOTTO – INTERFERENZE B-C-D-E-F..... | 29 |
| 3.4.3 | SOTTOSTAZIONE UTENTE – INTERFERENZE E-F | 29 |
| 4 | STUDIO IDRAULICO | 31 |
| 4.1 | VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA | 31 |
| 4.1.1 | VALUTAZIONE INTERFERENZE E-F CON PAI | 31 |
| 4.1.2 | VALUTAZIONE CANALI NATURALI POSTI A NORD IMPIANTO..... | 34 |

| | | |
|---|-----------------------------|----|
| 5 | CONSIDERAZIONI FINALI | 41 |
|---|-----------------------------|----|

1 PREMESSA

Il presente studio di compatibilità idrologica-idraulica, fa riferimento al PROGETTO per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, da realizzarsi nel territorio del Comune di Foggia per conto della società HF Solar 3 S.r.l, della potenza di 62.452,04 kWp.

L'impianto prevede il collegamento alla SSE Terna di Manfredonia "Macchia Rotonda"

Si riporta di seguito il layout di impianto.



Figura 1: Layout proposta progettuale

La valutazione del progetto ha evidenziato l'interferenza di alcune opere previste dalla proposta progettuale con le aree disciplinate dalle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico e la necessità di redigere un adeguato "Studio di compatibilità idrologica e idraulica".

Il presente studio si pone come finalità la valutazione circa la sicurezza idraulica delle opere costituenti il progetto.

2 STUDIO IDROLOGICO/IDRAULICO

Lo studio, con riferimento all'area in oggetto, è stato condotto individuando le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico.

2.1 Calcolo idrologico

Ai fini dello studio idrologico, le stime effettuate su tali precipitazioni sono relative ad un periodo di ritorno duecentennale e fanno riferimento ai risultati ottenuti nell'ambito del Progetto VAPI (Valutazione delle Piene) Puglia, redatto a cura del GNDCI (Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche).

In pratica, la dipendenza dal periodo di ritorno è assegnata mediante la distribuzione del fattore di crescita KT , mentre i coefficienti della legge intensità-durata sono caratteristici della specifica zona in cui si trova il bacino.

La distribuzione del fattore di crescita è alla base della metodologia adottata nel progetto VAPI, che fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle piogge e delle portate al colmo.

Facendo riferimento all'informazione idrologica disponibile sul territorio, in termini di densità spaziale di stazioni di misura e di numerosità campionaria delle serie storiche, le altezze di precipitazione giornaliere, rilevate alle stazioni pluviometriche, il VAPI ha individuato 6 sottozone omogenee dal punto di vista pluviometrico.



Figura 2: Regione Puglia, zone omogenee dal punto di vista pluviometrico

Per ogni zona omogenea le curve di possibilità pluviometrica rispondono alla equazioni di seguito riportate:

| ZONE OMOGENEE | CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA |
|---------------|---|
| Zona 1 | $x(t, z) = 28.66 \cdot t^{[(0.720+0.000503 \cdot z)/3.178]}$ |
| Zona 2 | $x(t) = 22.23 \cdot t^{0.247}$ |
| Zona 3 | $x(t, z) = 25.325 \cdot t^{[(0.696+0.000531 \cdot z)/3.178]}$ |
| Zona 4 | $x(t) = 24.70 \cdot t^{0.256}$ |
| Zona 5 | $x(t, z) = 28.2 \cdot t^{[(0.628+0.0002 \cdot z)/3.178]}$ |
| Zona 6 | $x(t, z) = 33.7 \cdot t^{[(0.488+0.0022 \cdot z)/3.178]}$ |

Per quanto concerne il fattore di crescita, per assegnato tempo di ritorno, per la sottozona omogenee n. 1-2-3-4 si applica la formula:

$$Kt = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$$

mentre per le sottozone omogenea n. 5-6 si ha la seguente formula:

$$Kt = 0.1599 + 0.5166 \cdot \ln T$$

2.2 Individuazione della sottozona omogenea di riferimento

La proposta progettuale nella sua interezza, ricade nella sottozona omogenea "Zona 2", come riscontrabile dall'immagine seguente.



Figura 3: Individuazione Zona omogenea

Le equazioni che si applicano sono dunque:

- CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Zona 2 $x(t) = 22.23 \cdot t^{0.247}$

- FATTORE DI CRESCITA

Zona 2 $Kt = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$

Applicando la relazione si procede con il calcolo delle piogge massime annuali $x(t)$ di durata compresa tra 1 ora e 1 giorno:

| t | h | t | h |
|-----|-------|-----|-------|
| ore | mm | ore | mm |
| 1 | 22,23 | 13 | 41,89 |
| 2 | 26,38 | 14 | 42,66 |
| 3 | 29,16 | 15 | 43,39 |
| 4 | 31,31 | 16 | 44,09 |
| 5 | 33,08 | 17 | 44,76 |
| 6 | 34,61 | 18 | 45,39 |
| 7 | 35,95 | 19 | 46,00 |
| 8 | 37,15 | 20 | 46,59 |
| 9 | 38,25 | 21 | 47,15 |
| 10 | 39,26 | 22 | 47,70 |
| 11 | 40,19 | 23 | 48,23 |
| 12 | 41,07 | 24 | 48,74 |

Il fattore di crescita Kt , calcolato per tempi di ritorno T pari a 30, 200 e 500 anni assume i seguenti valori:

| Tempo di ritorno | Fattore di Crescita |
|------------------|---------------------|
| T | Kt |
| 30 | 1.98 |
| 200 | 2.76 |
| 500 | 3.14 |

Applicando i valori ottenuti si ottiene:

| t | h | h·Kt; T=30 | h·Kt; T=200 | h·Kt; T=500 |
|-----|-------|------------|-------------|-------------|
| ore | mm | mm | mm | mm |
| 1 | 22,23 | 43,93 | 61,43 | 69,89 |
| 2 | 26,38 | 52,14 | 72,91 | 82,94 |
| 3 | 29,16 | 57,63 | 80,59 | 91,68 |
| 4 | 31,31 | 61,87 | 86,52 | 98,43 |
| 5 | 33,08 | 65,38 | 91,42 | 104,00 |
| 6 | 34,61 | 68,39 | 95,64 | 108,79 |
| 7 | 35,95 | 71,04 | 99,35 | 113,02 |
| 8 | 37,15 | 73,43 | 102,68 | 116,81 |
| 9 | 38,25 | 75,59 | 105,71 | 120,25 |
| 10 | 39,26 | 77,59 | 108,50 | 123,42 |
| 11 | 40,19 | 79,44 | 111,08 | 126,37 |
| 12 | 41,07 | 81,16 | 113,49 | 129,11 |
| 13 | 41,89 | 82,78 | 115,76 | 131,69 |
| 14 | 42,66 | 84,31 | 117,90 | 134,12 |
| 15 | 43,39 | 85,76 | 119,92 | 136,43 |
| 16 | 44,09 | 87,14 | 121,85 | 138,62 |
| 17 | 44,76 | 88,45 | 123,69 | 140,71 |
| 18 | 45,39 | 89,71 | 125,45 | 142,71 |
| 19 | 46,00 | 90,92 | 127,14 | 144,63 |
| 20 | 46,59 | 92,08 | 128,76 | 146,47 |
| 21 | 47,15 | 93,19 | 130,32 | 148,25 |
| 22 | 47,70 | 94,27 | 131,82 | 149,96 |
| 23 | 48,23 | 95,31 | 133,28 | 151,62 |
| 24 | 48,74 | 96,32 | 134,69 | 153,22 |

Si ottengono le seguenti curve di possibilità pluviometrica:

Studio di compatibilità idrologica-idraulica
Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica sito nel Comune di Foggia

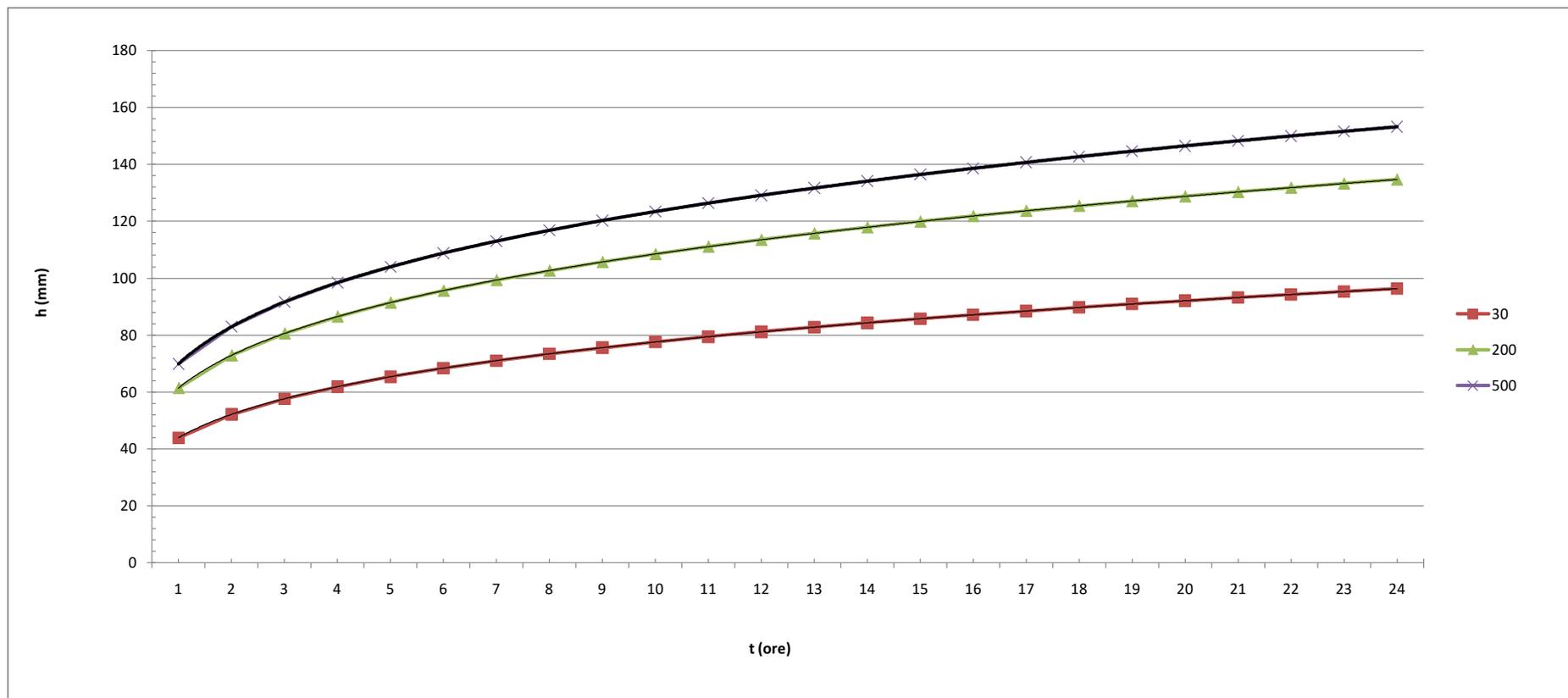


Figura 4: Curve di possibilità pluviometrica

2.2.1 Calcolo delle portate attese

2.2.1.1 Metodologia VAPI

La valutazione delle portate attese è stata condotta con riferimento al Progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno, per qualsiasi sezione del reticolo idrografico dei corsi d'acqua della Puglia, con particolare riguardo ai bacini compresi tra il fiume Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord.

La sintesi fa riferimento ad indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione, contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, Valutazione delle Piene in Puglia [Copertino e Fiorentino, 1994].

In base al predetto studio, il valore di portata media annua ($m(Q)$) è funzione dell'altezza del pelo libero del corpo idrico superficiale, e del tempo di ritorno attraverso la seguente relazione:

$$m(Q) = \frac{C^* \cdot K_A(t_r) \cdot x(t_r) \cdot A}{3.6}$$

Dove:

- $C^* = 0.09 + 0.47 \cdot (1 - p.p.)$

Rappresenta il coefficiente di piena ed è funzione del p.p. = frazione ad elevata permeabilità del bacino, assunta, nel caso specifico a 0.54.

- $K_A(t_r) = 1 - (1 - \exp(-c_1 \cdot A)) \cdot \exp(-c_2 \cdot t_r^{c_3})$

Rappresenta il fattore di riduzione areale, funzione dell'area del bacino (A), della durata della pioggia, posta pari al tempo di ritardo del bacino, a da tre coefficienti adimensionali: $c_1 = 0.0021$; $c_2 = 0.53$; $c_3 = 0.25$

- $t_r = 0.344 \cdot \sqrt{A}$

Rappresenta il tempo di ritardo del bacino, funzione esclusivamente dell'area dello stesso

- $x(t, z) = 25.325 \cdot t_r^{[(0.696+0.000531 \cdot z)/3.178]}$

Rappresenta la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia valutato per una durata di pioggia pari al tempo di ritardo del bacino

- A

Area del bacino.

Nota il valore della portata media annua, è possibile quantificare il valore di portata per opportuni tempi di ritorno, moltiplicando la stessa per il coefficiente probabilistico di crescita K_T per le portate in Puglia.

Per un tempo di ritorno pari a $T = 200$ anni, il valore del fattore di crescita è pari a: $K_{t_{200}} = 4,39$

2.3 Verifica idraulica

Determinato il valore di portata per un tempo di ritorno T pari a 200 anni, è possibile procedere con la verifica idraulica attraverso l'ausilio del software HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineers grazie al quale è possibile effettuare la simulazione idrodinamica in moto permanente.

HEC-RAS è il sistema d'analisi dei fiumi dell'Hydrologic Center (HEC), del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America, analizza le reti di canali naturali ed artificiali, calcolando i profili del pelo libero basandosi su di un'analisi a moto permanente e/o motovario monodimensionale.

La simulazione viene condotta riportando, nel software suddetto, le sezioni rappresentative del bacino investigato. Tali sezioni vengono inserite partendo da valle e procedendo verso monte numerandole in senso crescente.

Inserendo nel software i valori di portata calcolato è possibile, impostando le condizioni di moto permanente monodimensionale, procedere alla verifica idraulica.

La stessa è stata condotta impostando le condizioni di "Normal Depth" sia a monte che a valle del tratto considerato; per quanto concerne il coefficiente di Manning, si è assunto il valore **0.035** sia per le aree golenali, sia per il canale principale.

3 APPLICAZIONE DEL METODO

Nell'applicazione del metodo, si è provveduto ad effettuare una approfondita analisi del progetto individuando le interferenze dello stesso con il reticolo idrografico e la tipologia delle stesse, e le interferenze con la nuova perimetrazione del PAI.

Per una più agevole lettura del caso studio, si riportano di seguito due immagini rappresentative del progetto con l'individuazione delle interferenze con il reticolo idrografico e con il Piano di Assetto Idrogeologico.

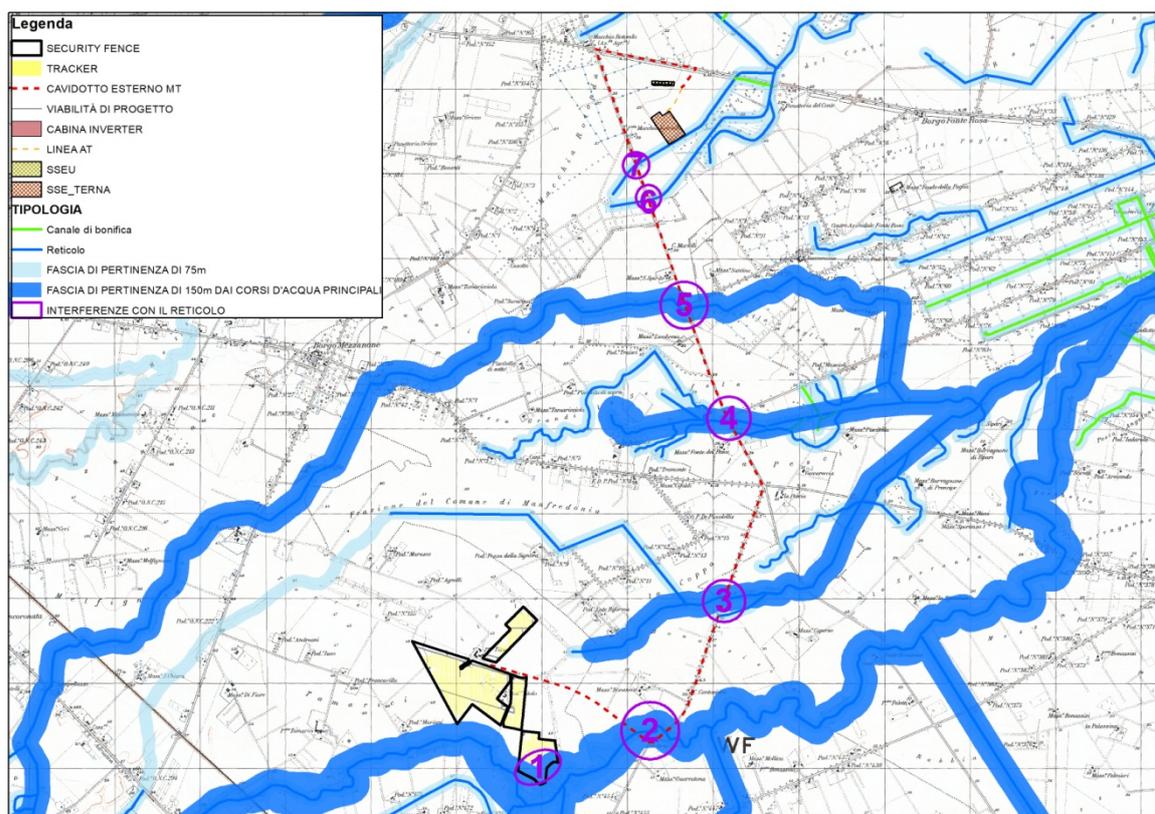


Figura 5: Individuazione interferenze con RETICOLO IDROGRAFICO

Come si evince dall'immagine precedente, risultano n.7 interferenze con il reticolo idrografico.

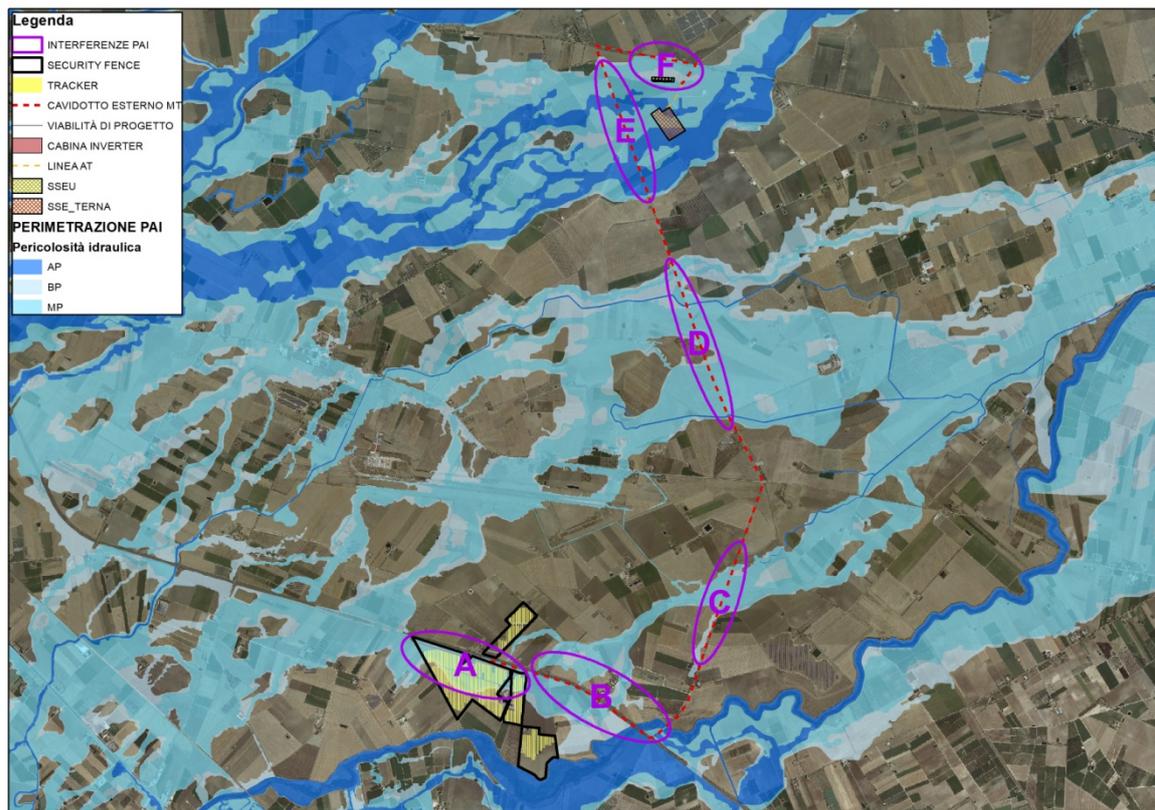


Figura 6: Individuazione interferenze con PAI

Come si evince dall'immagine precedente, risultano n.6 interferenze (denominate A, B, C, D, E, F) con le aree classificate dal PAI come a pericolosità di inondazione.

3.1 INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO

3.1.1 INTERFERENZA N.1: RECINZIONE

L'interferenza si limita alla presenza di una recinzione metallica che ricade nel buffer del corpo idrico di riferimento.

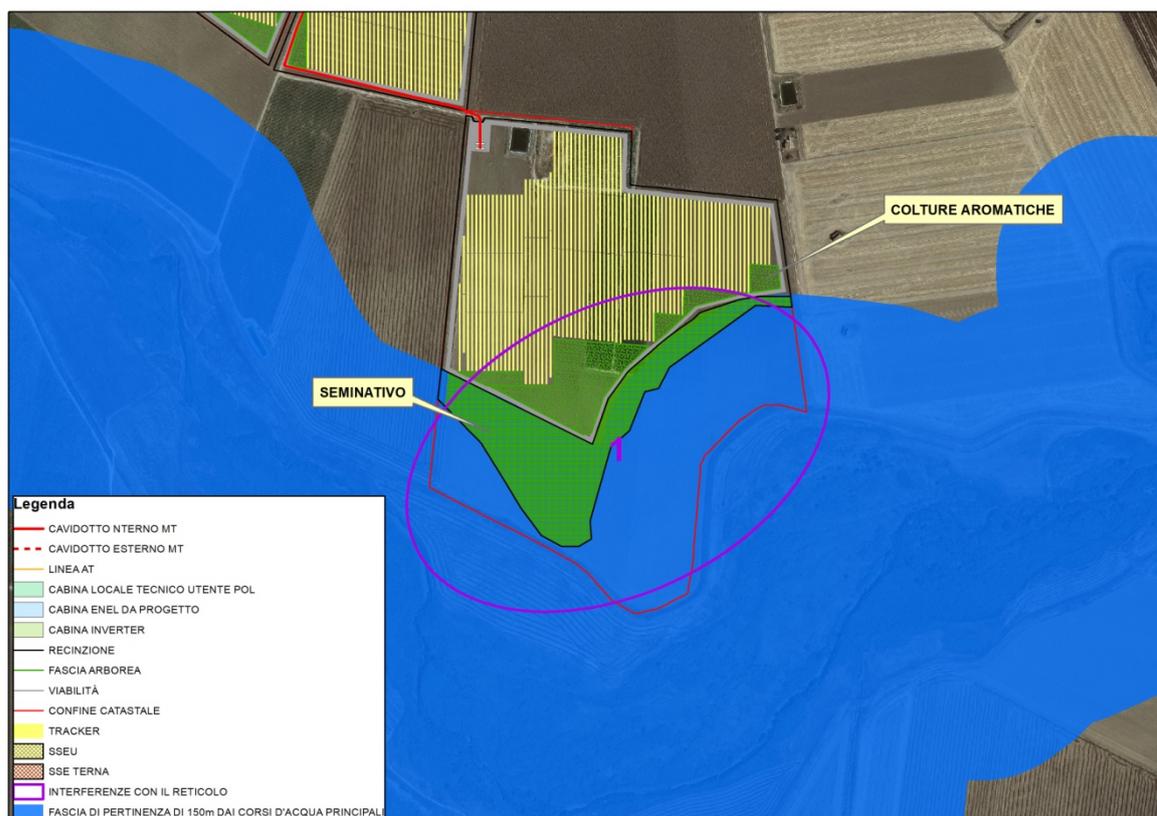


Figura 7: Interferenza n.1 – Reticolo idrografico

3.1.2 INTERFERENZE N.2-3-4-5: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT

Le interferenze individuate riguardano il percorso del caviddotto esterno in MT in corrispondenza di corsi d'acqua principali e relativa fascia di rispetto di 150m.

Sono illustrate nel seguito in dettaglio.

L'interferenza n.2 individuata in corrispondenza del "Ponte di Orta Nova" in attraversamento del "Torrente Carapelle".



Figura 8: Interferenza n.2 – Reticolo idrografico

L'interferenza n.3 individuata in corrispondenza dell'attraversamento del "Canale Peluso".

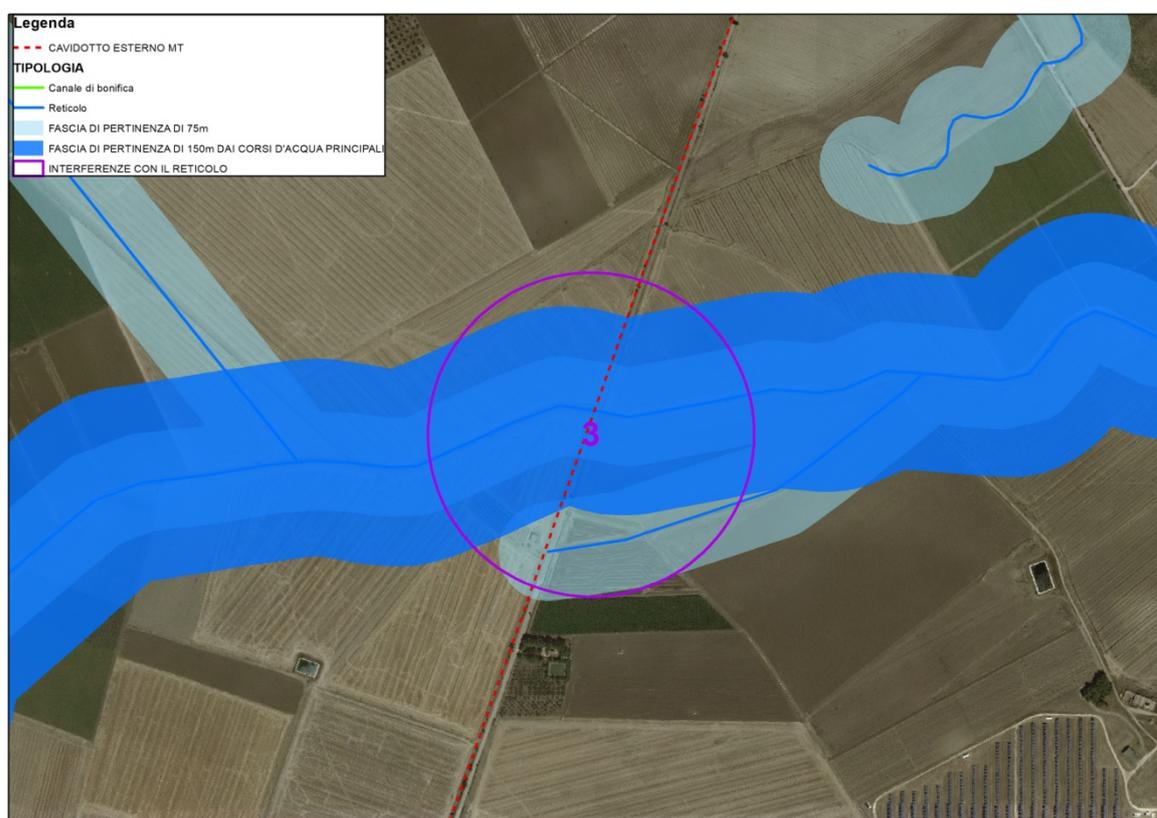


Figura 9: Interferenza n.3 – Reticolo idrografico

L'interferenza n.4 individuata in corrispondenza della "Masseria Fonte del Pesce" in attraversamento del "Canale Pesca".

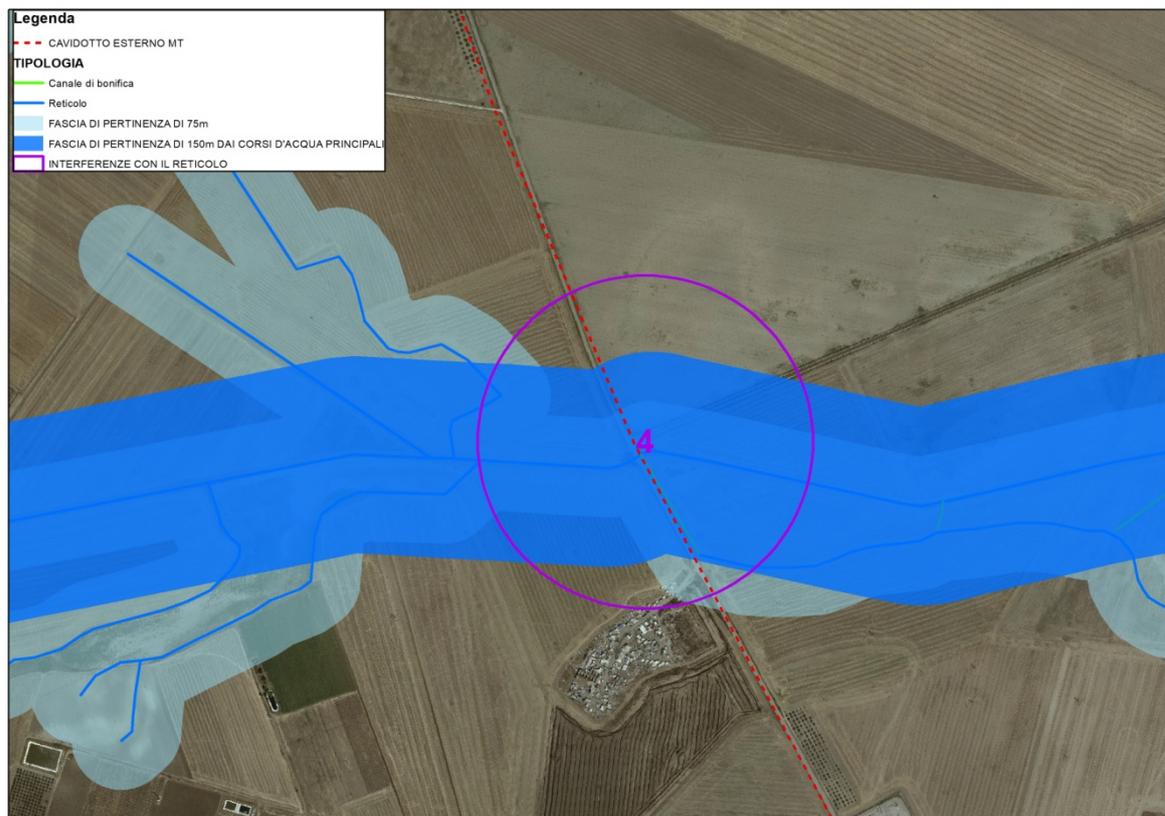


Figura 10: Interferenza n.4 – Reticolo idrografico

L'interferenza n.5 individuata in corrispondenza dell'attraversamento del "Canale Carapelluzzo".

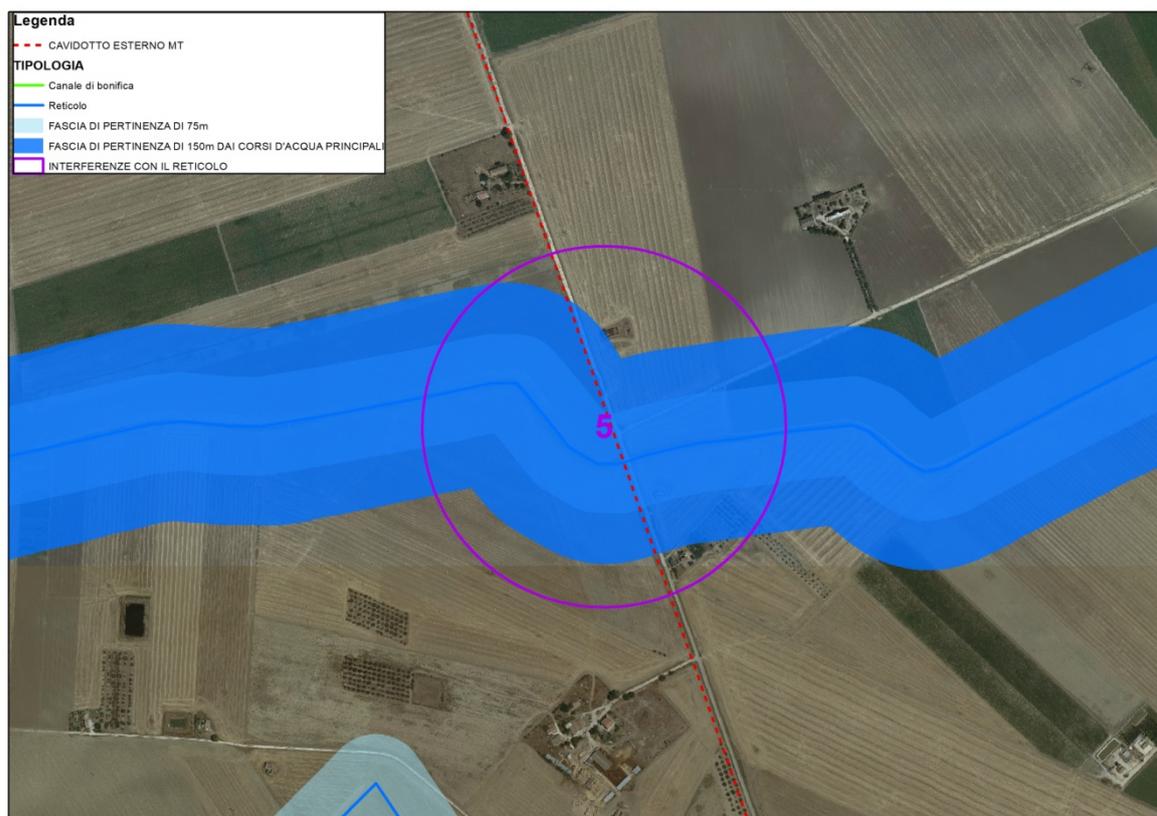


Figura 11: Interferenza n.5 – Reticolo idrografico

3.1.3 INTERFERENZA N.6-7: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT

Le interferenze individuate riguardano il percorso del cavidotto esterno in MT in corrispondenza di corsi d'acqua secondari e relativa fascia di rispetto di 75m.

Sono illustrate nel seguito in dettaglio.

Le interferenze n.5 e n.6 risultano individuate in corrispondenza di "Posta Macchia Rotonda" in attraversamento di canali affluenti del "Canale Macchia Rotonda".

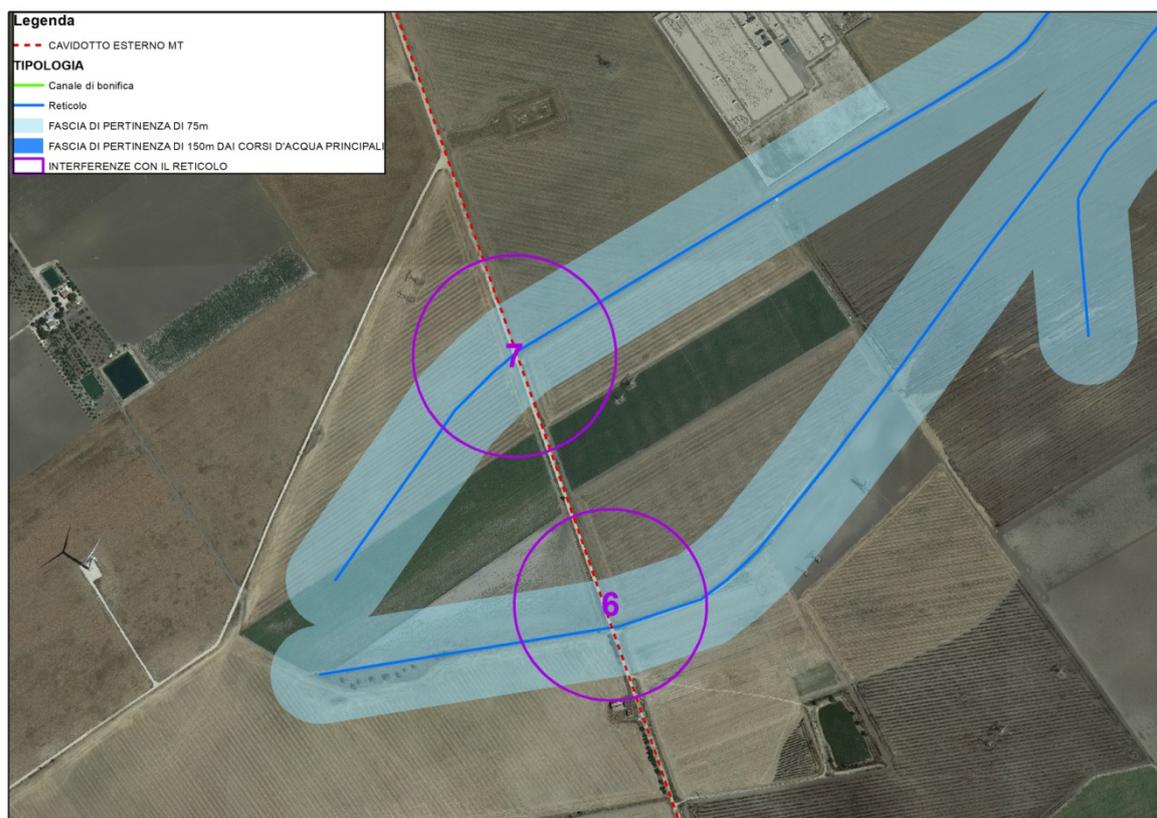


Figura 12: Interferenze n.6-7 – Reticolo idrografico

3.2 INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL PAI

3.2.1 INTERFERENZA A: UBICAZIONE TRACKER – VIABILITÀ – CABINE DI CAMPO

L'interferenza è relativa all'ubicazione di alcuni tracker del progetto, della viabilità e di alcune cabine inverter, posizionati in corrispondenza delle aree classificate come Media e Bassa Pericolosità Idraulica.

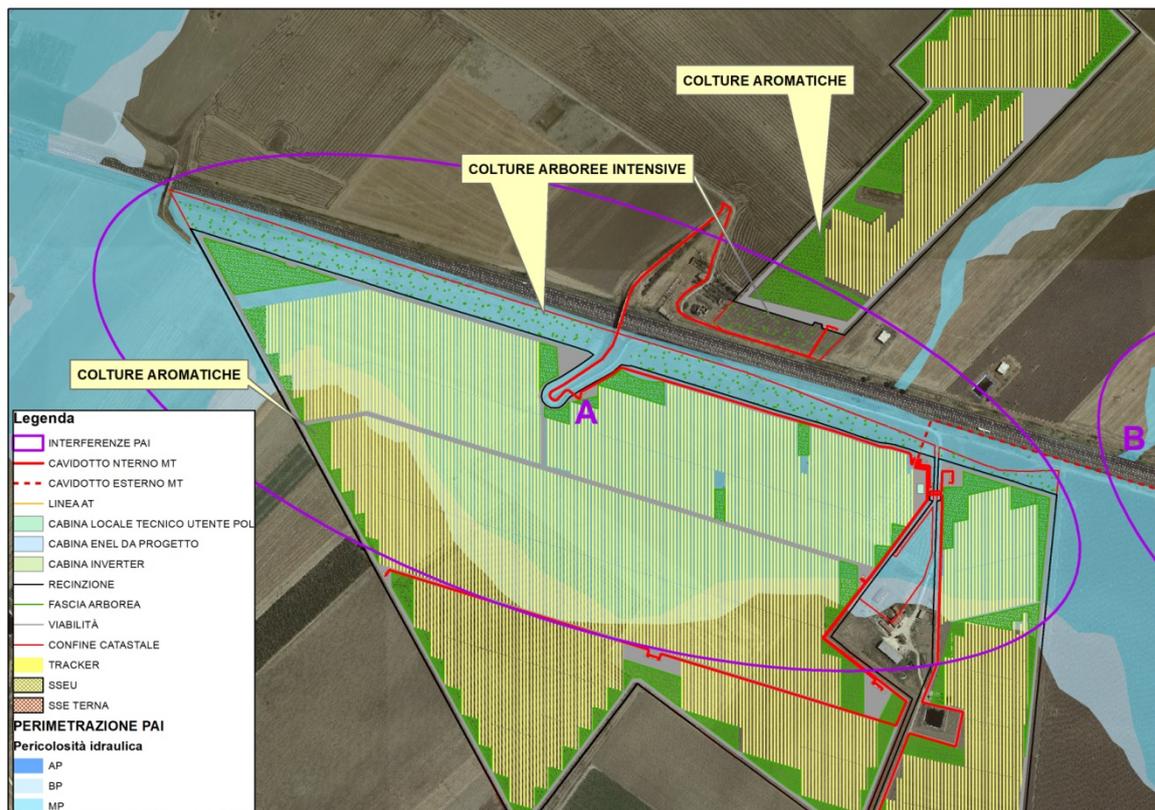


Figura 13: Interferenza A - PAI

3.2.2 INTERFERENZA B-C-D-E-F: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT – SOTTO STAZIONE ELETTRICA UTENTE – STRADA DI ACCESSO ALLA SSEU

Le interferenze individuate riguardano il percorso del cavidotto esterno in MT in corrispondenza di aree classificate come Alta, Media e Bassa Pericolosità Idraulica.

Sono illustrate nel seguito in dettaglio.

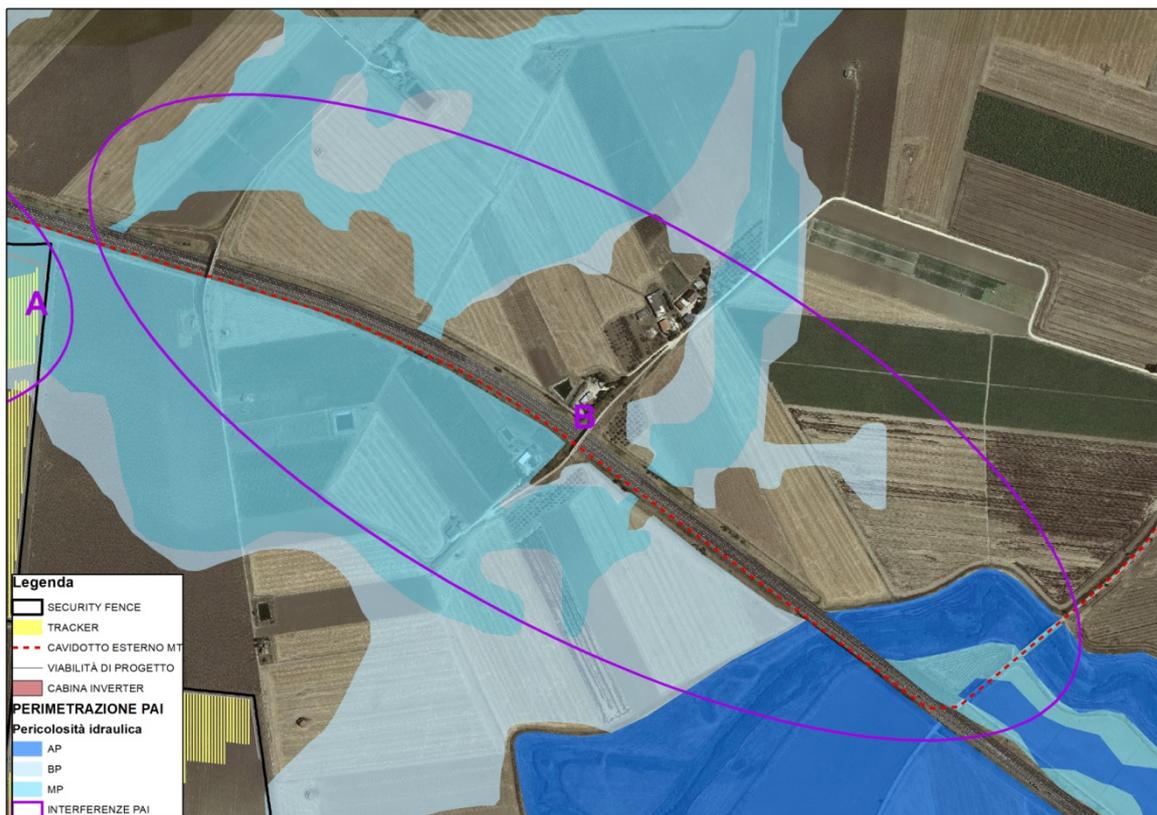


Figura 14: Interferenza B – PAI



Figura 15: Interferenza C – PAI

Studio di compatibilità idrologica-idraulica
 Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica sito nel Comune di Foggia

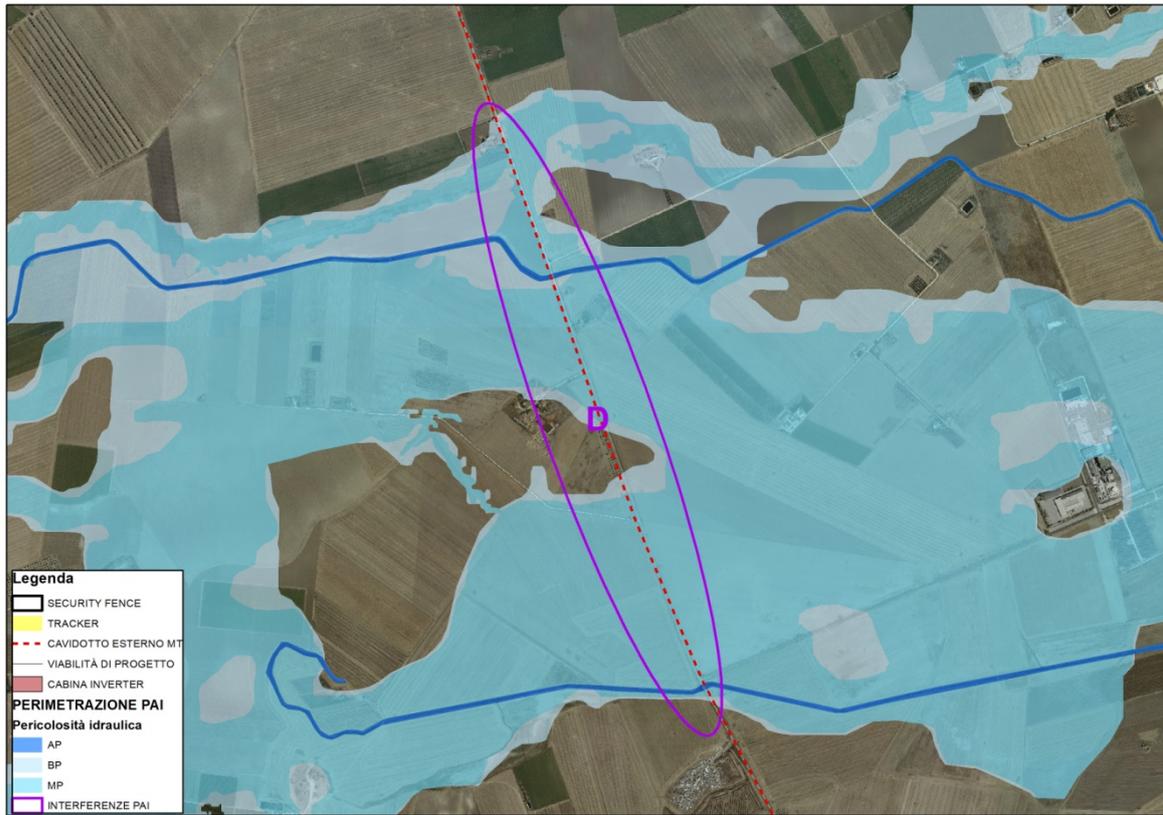


Figura 16: Interferenza D - PAI

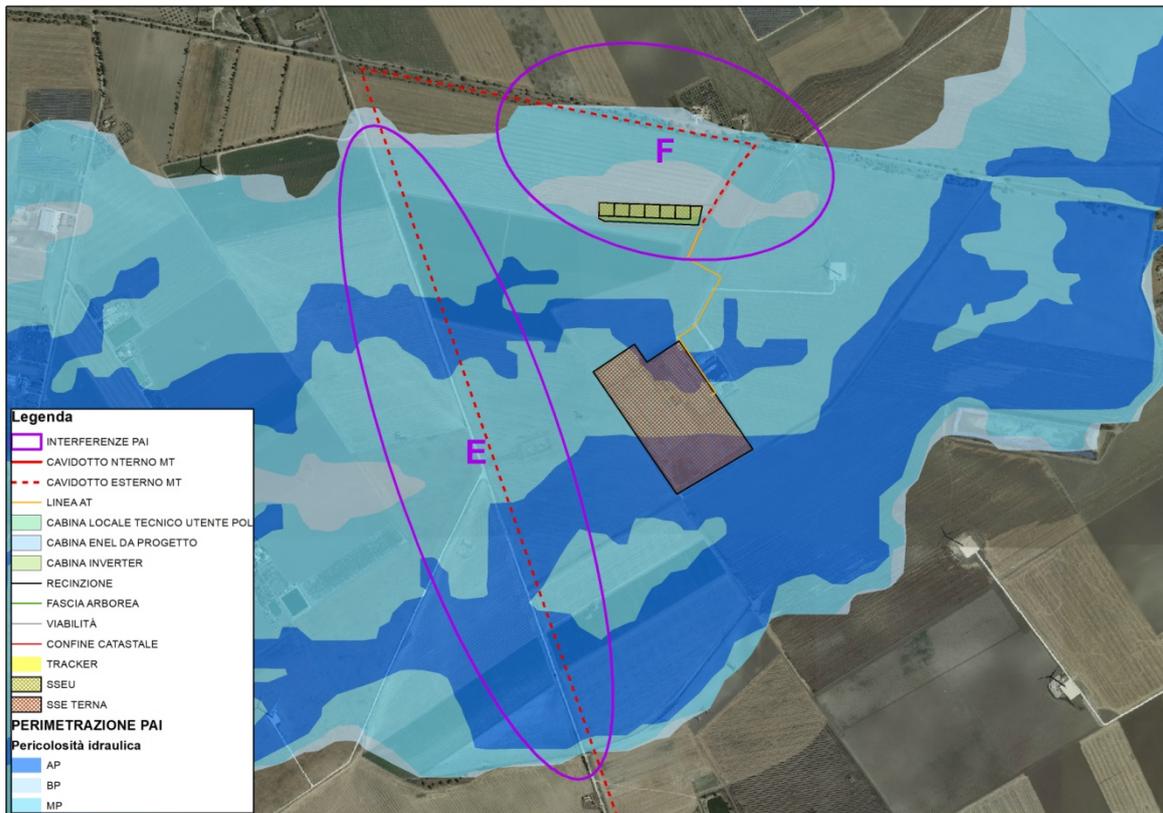


Figura 17: Interferenze E-F - PAI

3.3 GESTIONE DELLE INTERFERENZE CON RETICOLO IDROGRAFICO

3.3.1 PERCORSO DEL CAVIDOTTO

Le soluzioni adottate dai progettisti sono tali da ubicare il percorso del cavidotto utilizzando le infrastrutture viarie esistenti.

Nel dettaglio, il cavidotto verrà posato in trincea alla profondità di circa 1.20 m, lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali.

La posa in opera del cavidotto, non determinerà interferenze sia con le infrastrutture esistenti (verrà ubicato in fregio alla viabilità attraverso l'utilizzo di un escavatore con benna stretta,), sia con il comportamento naturale dei corsi d'acqua interessati e quindi con le aree definite a pericolosità idraulica.

Laddove possibile, le interferenze riscontrate verranno gestite sfruttando le infrastrutture presenti nel sito, la presenza di ponticelli, tombini e altre opere d'arte consentiranno la posa del cavidotto senza minare la viabilità delle infrastrutture e senza compromettere e interferire il comportamento naturale dei corsi d'acqua.

3.3.2 GESTIONE INTERFERENZA N.1: RECINZIONE

L'interferenza, come accennato, è correlata all'ubicazione della recinzione dell'area interessata dall'intervento.

La recinzione, che interessa l'intero impianto, è di tipo metallica in grigliato a maglia rettangolare di ridotte dimensioni, alta circa 2 m, infissa al suolo tramite vite filettate e rialzata dal suolo di circa quindici centimetri.

Per la tipologia di opera e per via delle caratteristiche di realizzazione della stessa, oltre che per il valore intrinseco della recinzione, si ritiene tale elemento progettuale non vincolante ai fini della sicurezza idraulica e della durabilità dell'opera.

3.3.3 GESTIONE INTERFERENZA N.2-3-4-5: PERCORSO CAVIDOTTO ESTERNO IN MT

3.3.3.1 INTERFERENZA N.2

Rappresenta la prima interferenza relazionata alla posa del cavidotto interrato ed è relativa alla presenza del Torrente Carapelle ed alla relativa fascia di pertinenza. La gestione di tale interferenza, che si articola in due attraversamenti del Torrente Carapelle, avrà luogo attraverso l'utilizzo della

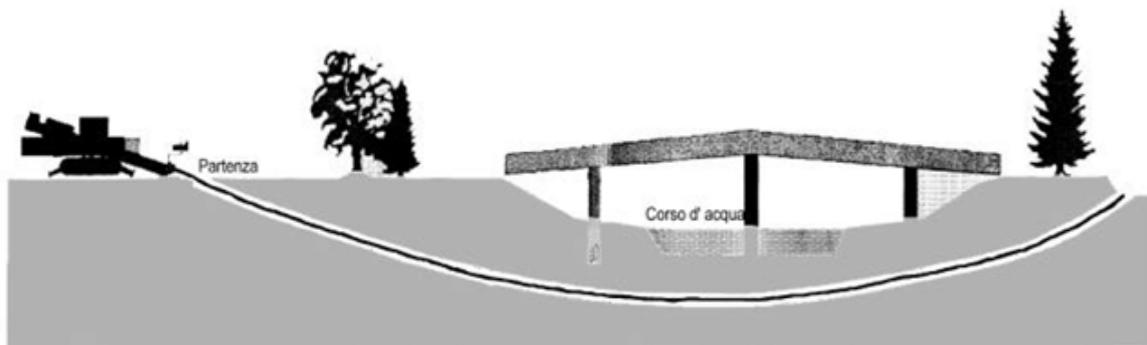
Trivellazione Orizzontale Controllata, con ingresso della stessa 5m prima della fascia di rispetto del Torrente Carapelle e uscita 5m dopo la fascia di rispetto.

Tale soluzione consentirà, dunque la posa del cavidotto senza in alcun modo realizzare opere ex novo a servizio del cavidotto, ma sfruttando lo stato attuale delle cose e le opere dell'arte già in essere.

L'attraversamento dei corpi idrici avrà luogo utilizzando la soluzione della Trivellazione Orizzontale Controllata. Tale scelta tecnica, consentirà di superare le interferenze relative al reticolo idrografico ed alla conseguente fascia di pertinenza che caratterizzano tali interferenze.

La soluzione consente di non determinare alcuna interferenza con il corpo idrico.

Per la sezione di attraversamento in esame si è fissata una profondità di posa in opera del cavidotto interrato pari a 2,00 m, misurata rispetto alla quota del fondo dell'alveo del corso d'acqua; tale profondità di posa in opera risulta ampiamente cautelativa per il tipo di corso d'acqua intercettato.



N.B.: I tubi che vengono abitualmente posati, compatibilmente alla tecnologia intrinseca della T.O.C., sono classificati PEAD UNI 7611-76 tipo 312. Questi tubi, in modo particolare per quanto riguarda la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, non costituiscono protezione meccanica supplementare ai sensi delle Norme CEI 11-17 e di conseguenza devono essere posati ad una profondità minima di 1,7 m. Il colore deve essere diverso da arancio, giallo, rosso, nero e nero a bande blu.

Si riporta, di seguito, un'immagine rappresentativa della soluzione individuata.



Figura 18: Soluzione interferenza n.2

3.3.3.2 INTERFERENZA N.3

La gestione di tale interferenza avrà luogo in modo del tutto simile a quanto espresso per l'interferenza n.2. Anche in questo caso si utilizzerà la trivellazione orizzontale controllata. In corrispondenza di tale sezione, si individua, a SUD, anche l'interferenza con la fascia di rispetto di un corpo idrico, affluente del Canale Peluso. La gestione potrebbe essere affrontata attraverso la realizzazione di una trincea di posa del cavidotto più profonda rispetto a quella prevista dal progetto ma, considerato il breve tratto coinvolto e la necessità di utilizzare la TOC per il superamento del Canale Peluso, risulta di più facile gestione superare anche questa interferenza prevedendo un tratto di TOC leggermente più lungo. In definitiva, da Sud a Nord, la trivellazione orizzontale controllata partirà 5m prima della fascia del rispetto dell'affluente e terminerà 5m dopo la fascia di rispetto del Canale Peluso. Di seguito un'immagine rappresentativa.

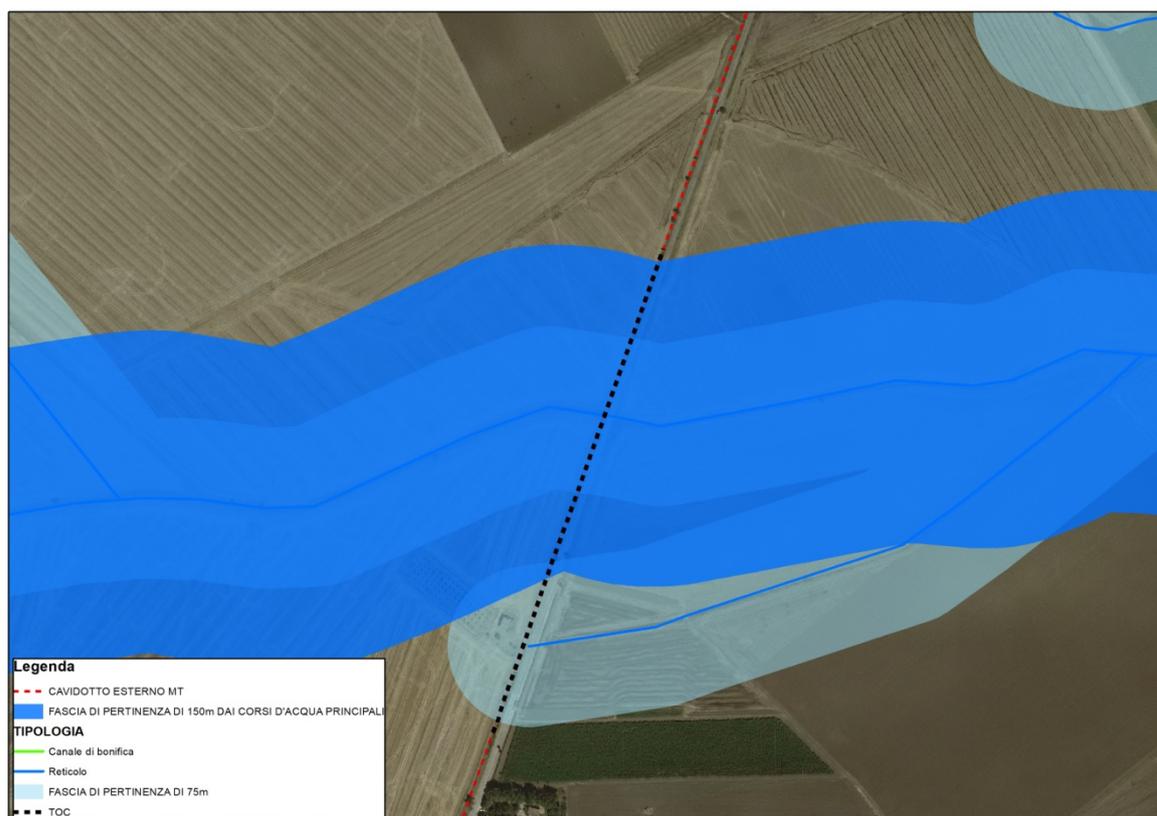


Figura 19: Soluzione interferenza n.3

3.3.3.3 INTERFERENZA N.4

Le medesime condizioni sono valide anche per tale interferenza. Le condizioni sono del tutto similari a quanto esposto nel paragrafo precedente, anche in questo caso l'inizio della TOC avrà luogo in corrispondenza della fascia di rispetto del corpo idrico posto immediatamente a Sud del Canale Pescia e terminerà a Nord della fascia di rispetto di quest'ultimo.

La soluzione ipotizzata è particolarmente valida anche per via del parallelismo che si verifica tra il percorso del cavidotto e l'andamento del corpo idrico affluente nel Canale Pescia, la posa del cavidotto ad una quota inferiore di 1,5m dal fondo dell'alvo, garantirà la sicurezza dell'opera e alcuna modifica al comportamento naturale del corso d'acqua.

Segue un'immagine rappresentativa.

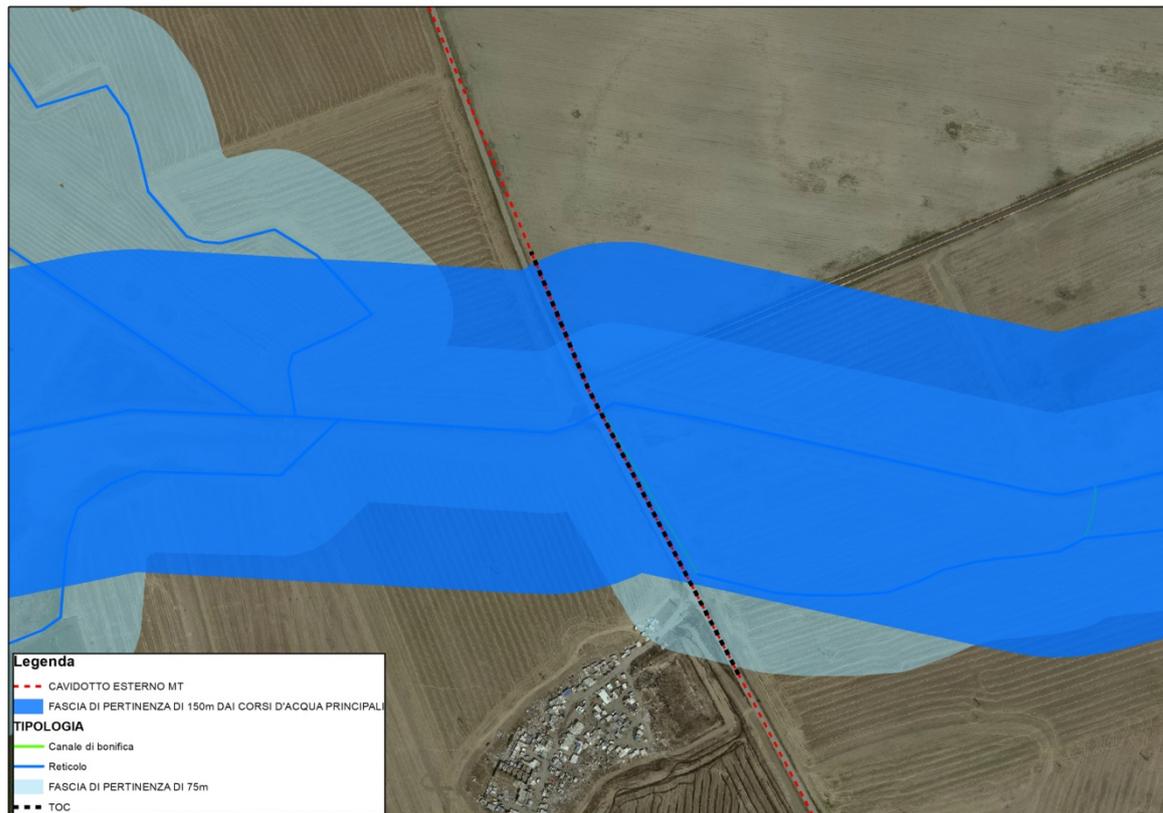


Figura 20: Soluzione interferenza n.4

3.3.3.4 INTERFERENZA N.5

Anche in questo caso, la gestione dell'interferenza sarà garantita dall'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata, in corrispondenza della fascia di rispetto del Canale Carapelluzzo, così come di seguito illustrato.

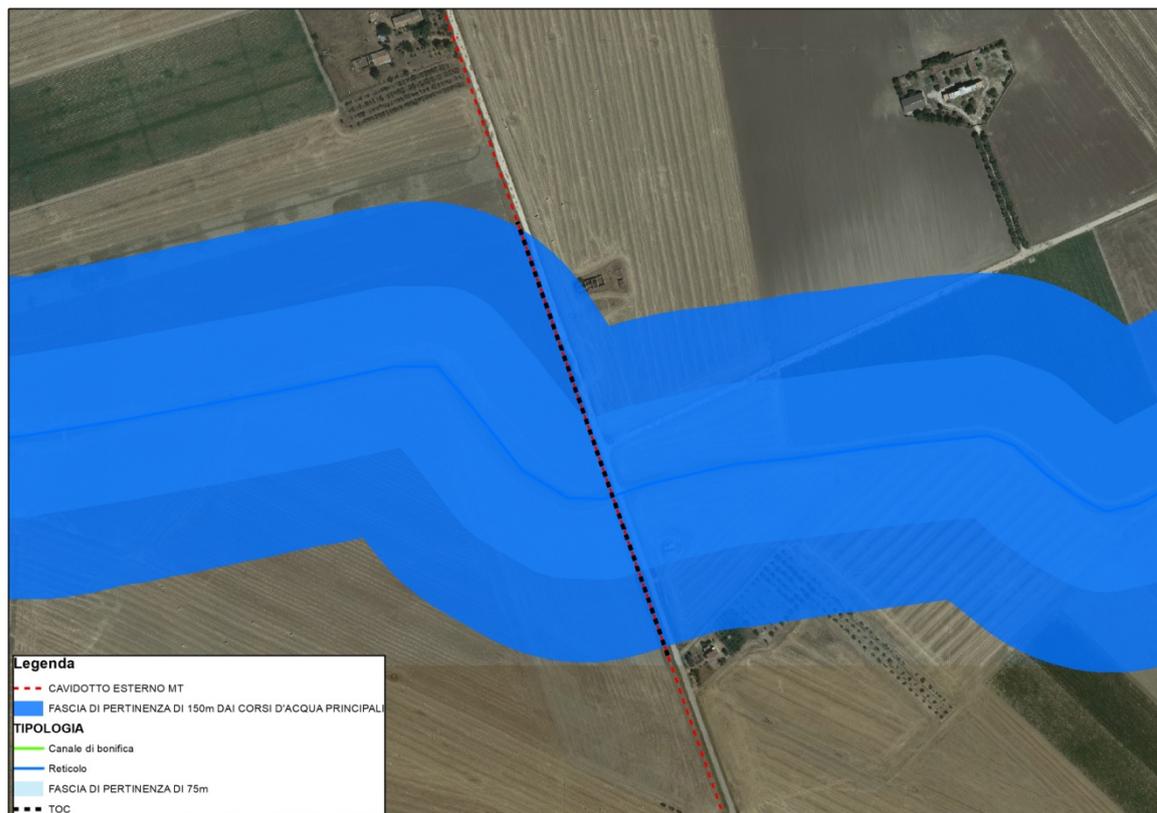


Figura 21: Soluzione interferenza n.5

3.3.3.5 INTERFERENZA N.6, N.7

Le due interferenze vengono trattate contemporaneamente per via della similitudine tra le due, oltre che alla prossimità delle stesse.

Sono relative al percorso del cavidotto e coinvolgono due corpi idrici superficiali secondari.

Per la gestione delle interferenze, in tali casi, non si ritiene indispensabile l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata ma, considerando l'ampiezza ridotta dei canali suddetti, si ritiene sufficiente garantire l'attraversamento utilizzando l'infrastruttura viaria e le relative opere attualmente presenti.



Figura 22: Punto di attraversamento canale 6



Figura 23: Punto di attraversamento canale 7

In tali casi, dunque, la posa del cavidotto avrà luogo lungo il ciglio della strada e, in corrispondenza dell'attraversamento verrà reso solidale con l'attraversamento stradale, senza determinare alcuna variazione al regime idraulico dell'area e senza compromettere le condizioni di viabilità.

Si renderà tuttavia opportuno, procedere ad una pulizia degli attraversamenti stradali presenti che, come facilmente riscontrabile dalle immagini, versano in condizioni non ottimali.

3.4 GESTIONE DELLE INTERFERENZE CON IL PAI

In riferimento alle interferenze individuate, si procede analizzando le modalità di gestione di ciascuna di essa.

3.4.1 UBICAZIONE MODULI FV E OPERE FUORI TERRA– INTERFERENZA A

In merito all'allocazione dei moduli FV, il progetto interferisce con aree classificate come a pericolosità idraulica.

La gestione di tale tipo di interferenza, avviene in riferimento all'interpretazione delle norme tecniche e al Regolamento Regionale n.24 del 30 dicembre 2010.

Nel dettaglio, il R.R. esplicita che, per ciò che concerne gli impianti fotovoltaici:

- le Strutture fuori terra non sono ammissibili in aree classificate come ad "alta pericolosità idraulica - AP" (art. 7 NTA) e "media pericolosità idraulica - MP" (art. 8 NTA), fatti salvi i casi previsti dal comma K dello stesso art. 8; le stesse strutture sono potenzialmente ammissibili, previa valutazione dei risultati di idonei studi di compatibilità idrologico-idraulica redatti secondo le disposizioni del PAI, nelle aree classificate come "alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" (art. 6 NTA), "bassa pericolosità idraulica - BP" (art. 9 NTA) e "fasce di pertinenza fluviale" (art. 10 NTA).

- I cavidotti e le opere interrato sono potenzialmente ammissibili, previa valutazione dei risultati di idonei studi di compatibilità idrologico-idraulica redatti secondo le disposizioni del PAI, nelle aree classificate come "alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" (art. 6 NTA), "alta pericolosità idraulica - AP" (art. 7 NTA), "media pericolosità idraulica - MP" (art. 8 NTA), "Bassa pericolosità idraulica - BP" (art. 9 NTA) e "fasce di pertinenza fluviale" (art. 10 NTA).

Il regolamento indica, dunque, come NON AMMISSIBILI le strutture fuori terra ricadenti in aree AT e MP, mentre sono potenzialmente ammissibili quelle ricadenti in aree classificate come BP, a meno di non individuare ulteriori tipologie di intervento che possano garantire la messa in sicurezza idraulica per eventi di ritorno di 200 anni.

Per le opere interrato e i cavidotti, le opere potrebbero risultare ammissibili previo studio di compatibilità idrologico-idraulica.

Nel caso specifico, una porzione rilevante di area destinata all'ubicazione dei tracker, ricade in zona classificata a pericolosità idraulica di tipo Bassa e Media. Tali condizioni determinano un immediato conflitto con le scelte progettuali, a meno di non verificare le condizioni di sussistenza idraulica.

La difficoltà nella gestione dell'interferenza nasce dalla mancata consapevolezza del corpo idrico di riferimento che determina tali condizioni di pericolosità.

Si è provveduto ad analizzare i corpi idrici presenti, alcuni in modo analitico, altri (il Torrente Carapelle), attraverso deduzioni suggerite dall'orografia del territorio. La scelta di una o dell'altra metodologia di analisi, è relativa alla possibilità o meno di condurre verifiche idrauliche analitiche, soluzione adottata per i rami posti a Nord dell'impianto, ma non realizzabile per un canale di importanza notevole e con un bacino sotteso come il Torrente Carapelle.

Per quanto concerne quest'ultimo, sono state condotte delle verifiche relative alle caratteristiche altimetriche dell'area, rapportando la soluzione di progetto e il torrente stesso.

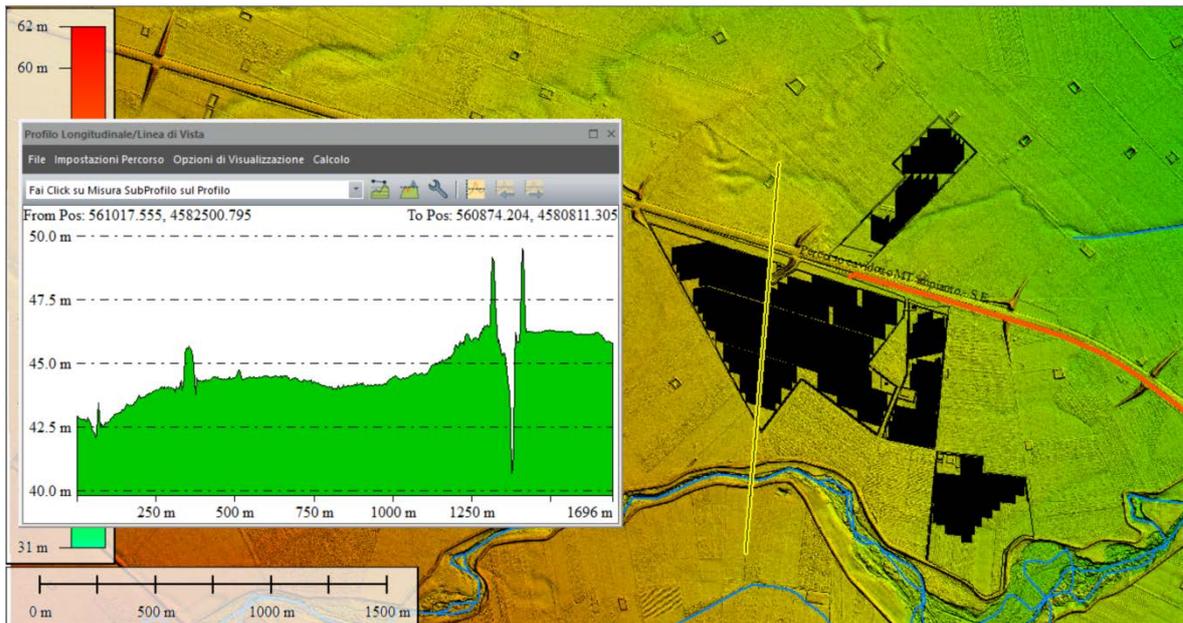


Figura 24: Sezione rappresentativa 1 PROGETTO-TORRENTE CARAPELLE

L'analisi evidenzia come il rischio di pericolosità idraulica non sia direttamente correlato al comportamento del Torrente Carapelle, altrimenti non si avrebbe una perimetrazione di tale tipo, anche considerando il fatto che, laddove nella sezione si verifica un avvallamento, la perimetrazione non considera tali aree a pericolosità, mentre associa un valore di pericolosità MP e BP laddove si rileva un aumento, se pur minimo della quota del piano campagna a ridosso del terrapieno dell'autostrada A14.

Ulteriori analisi hanno fornito il seguente risultato.

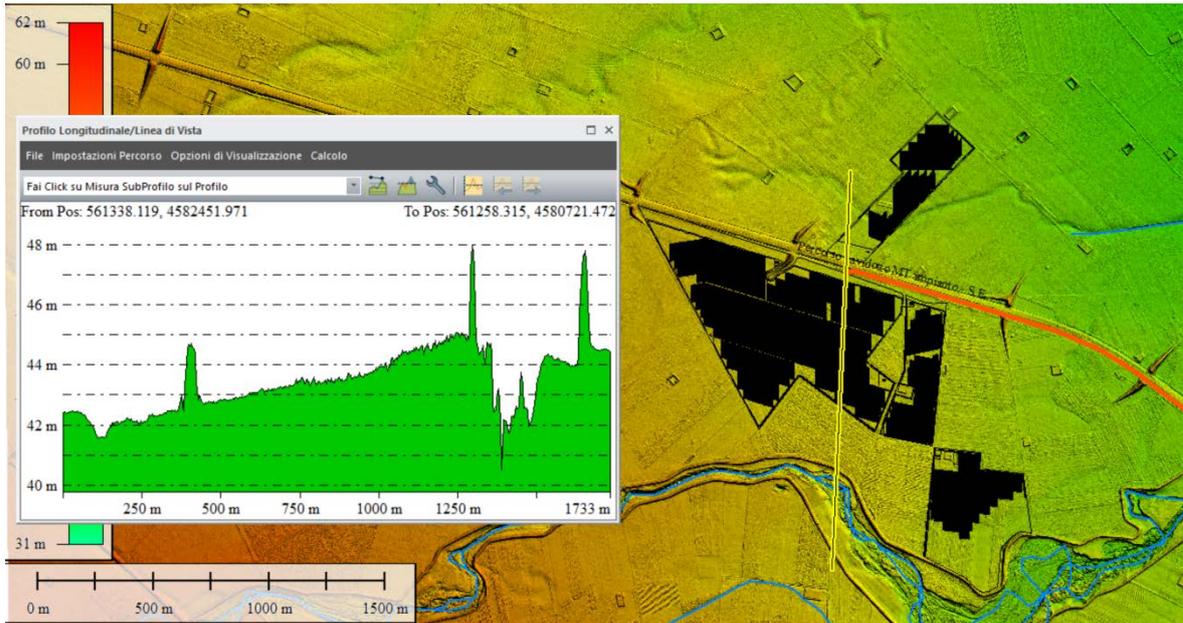


Figura 25: Sezione rappresentativa 2 PROGETTO-TORRENTE CARAPELLE

Dalle analisi condotte si deduce come le aree classificate a pericolosità idraulica sono correlate al comportamento del Torrente Carapelle, non in forma "diretta", in tal caso si avrebbe "continuità" tra le aree a pericolosità nelle immediate vicinanze del Torrente con quelle prossime all'autostrada, ma strettamente relazionate alla presenza del terrapieno dell'autostrada. Lo stesso rappresenta una sorta di sbarramento al regolare deflusso delle acque, al punto da determinare l'accumulo a ridosso dell'autostrada e la formazione delle relative aree allagabili che conferiscono la classificazione di pericolosità.

Al fine di ovviare a tale condizione e realizzare opere che soddisfino le esigenze di durabilità dell'opera, i progettisti hanno oculatamente previsto strutture di supporto che siano tali da soddisfare e garantire la sicurezza idraulica delle opere.

Nel dettaglio, le strutture di sostegno dei moduli saranno costituite da profili metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati, che vengono **posizionati ad un'altezza di circa 2,8 m** e posizionati orizzontalmente seguendo la giacitura del terreno. Tale struttura a reticolo viene **appoggiata a pilastri di forma rettangolare** di medesima sezione ed infissi nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo.

Si ritiene che tali soluzioni siano tali da garantire la sicurezza idraulica dell'intervento.

Tuttavia, per completezza, si è provveduto anche ad analizzare il comportamento dei corpi idrici posti a Nord dell'autostrada A14, per caratteristiche e dimensioni estranei alla paternità delle aree a pericolosità di interesse, ma prossime all'impianto..

L'analisi e le considerazioni sono espone nel paragrafo **4.1.2 VALUTAZIONE CANALI NATURALI POSTI A NORD IMPIANTO.**

3.4.2 PERCORSO DEL CAVIDOTTO – INTERFERENZE B-C-D-E-F

Il progetto oggetto del presente studio, determina le interferenze del cavidotto esterno interrato con aree classificate a pericolosità idraulica.

Nel dettaglio, il percorso del cavidotto interferisce con aree classificate come a Bassa Pericolosità (BP), a Media Pericolosità (MP) e ad Alta Pericolosità (AP).

Lo studio del progetto evidenzia come le soluzioni dei progettisti siano state tali da ubicare il percorso del cavidotto utilizzando le infrastrutture viarie esistenti. Nel dettaglio, il cavidotto verrà posato in trincea alla profondità di circa 1.20 m, lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali.

La posa in opera del cavidotto esterno, non determinerà interferenze sia con le infrastrutture esistenti (verrà ubicato in fregio alla viabilità attraverso l'utilizzo di un escavatore con benna stretta), sia con le aree definite a pericolosità idraulica.

Per il secondo punto, la posa del cavidotto interrato avrà luogo utilizzando specifici accorgimenti tecnici in grado di non determinare interferenze con il naturale deflusso delle acque e da garantire la durabilità dell'opera in presenza di acqua. In corrispondenza delle aree classificate come a pericolosità idraulica (Alta Pericolosità, Media Pericolosità e Bassa Pericolosità), si provvederà a porre il cavidotto in trincea, ad una profondità maggiore, pari a 2 m.

Durante l'esecuzione dello scavo e prima del riempimento dello stesso, si provvederà alla puntellazione dello scavo, in modo da evitare eventuali fenomeni erosivi e di cedimento che potrebbero determinarsi in caso di eventi di piena.

Si ritiene che tale soluzione, da eseguire 5 metri a valle e 5 metri a monte del tratto interferente con le aree a pericolosità idraulica, possa sia scongiurare fenomeni di alterazione al naturale deflusso delle acque, sia evitare danneggiamenti alle opere da realizzare

Le considerazioni esposte si riferiscono all'attraversamento delle aree a pericolosità idraulica, e si combinano a quanto enunciato in merito alla gestione delle interferenze del percorso del cavidotto con il corpo idrico. In definitiva, in linea generale, l'attraversamento delle aree perimetrate avrà luogo come descritto, a meno dei tratti per i quali è stato già previsto l'ausilio della trivellazione orizzontale controllata.

3.4.3 SOTTOSTAZIONE UTENTE – INTERFERENZE E-F

Oltre alle interferenze correlate al percorso del cavidotto, si ravvisa anche l'interferenza relativa all'ubicazione della sottostazione utente, opera fuori terra.

Per l'analisi di tale interferenza è stato necessario procedere con l'applicazione del metodo introdotto nel paragrafo 2.3 **Verifica idraulica**.

Gli esiti della valutazione sono descritti nel paragrafo **4.1.1 INTERFERENZE E-F CON PAI**.

4 STUDIO IDRAULICO

Le considerazioni riportate sono alla base dello studio idrologico idraulico relativo alla proposta progettuale, in dettaglio, le finalità dello studio si riconducono nella valutazione del comportamento idraulico dei corpi idrici superficiali rispetto all'area oggetto di intervento.

La seguente verifica si pone come obiettivo l'analisi delle interferenze correlate al posizionamento dei moduli fotovoltaici e alla relativa interferenza riscontrata sia con il reticolo idrografico sia con il PAI.

4.1 VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA

4.1.1 VALUTAZIONE INTERFERENZE E-F CON PAI

La verifica si pone come obiettivo l'accertamento delle condizioni di sicurezza idraulica in merito alle interferenze E ed F con la nuova perimetrazione PAI.

Per l'applicazione del metodo, occorre procedere con l'individuazione del bacino idrografico sotteso dal corpo idrico di riferimento e alla modellizzazione dello stesso.



Figura 26: Individuazione del bacino sotteso dai corpi idrici di riferimento

*Studio di compatibilità idrologica-idraulica
Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica sito nel Comune di Foggia*

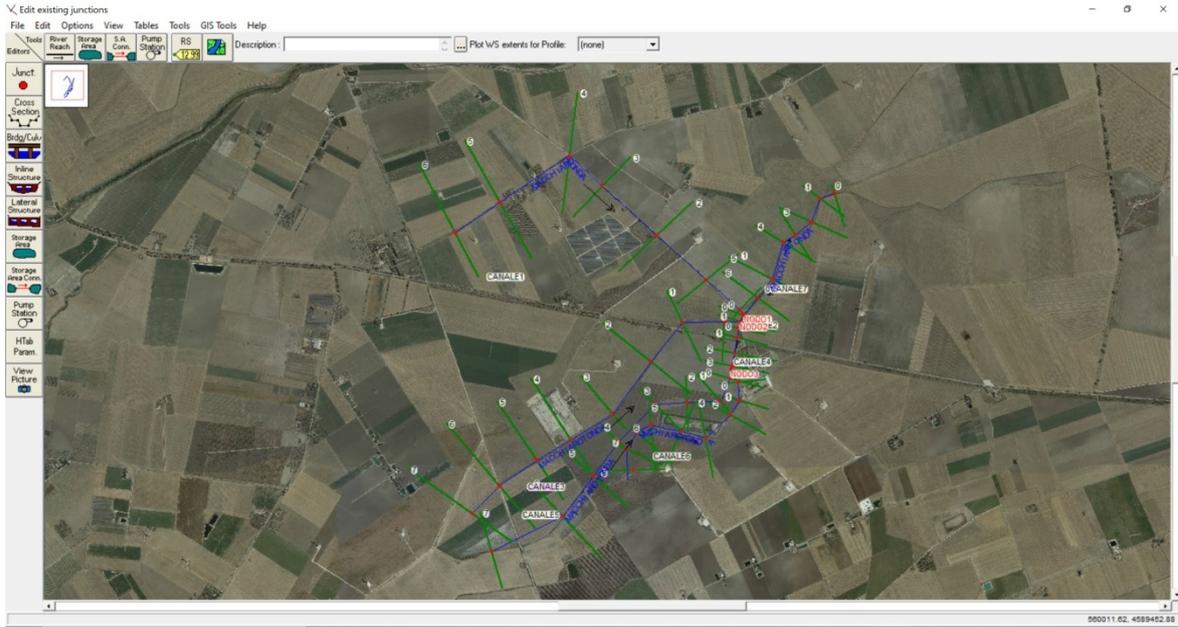


Figura 27: Individuazione delle sezioni in Hec-Ras

Calcolate le caratteristiche geometriche ed individuati i parametri necessari è stato possibile applicare la metodologia VAPI.

Nel caso specifico, si individuano quattro corpi idrici principali che si uniscono, dando vita ad un quarto corpo. Sono stati detti CANALE 1, CANALE 2, CANALE 3, CANALE 4, CANALE 5, CANALE 6, CANALE 7.

| C* | KA(t) | h | A | tr | m (Q) | Corpo idrico |
|------|-------|-------|------|------|-------|--------------|
| | | mm | km2 | ore | m3/s | |
| 0.38 | 1 | 18.98 | 2.36 | 0.52 | 4.8 | CANALE 1 |
| 0.38 | 1 | 20.00 | 3.6 | 0.65 | 7.7 | CANALE 2 |
| 0.38 | 1 | 19.0 | 2.4 | 0.53 | 4.8 | CANALE 3 |
| 0.38 | 1 | 17.2 | 1.1 | 0.36 | 2.03 | CANALE 4 |
| 0.38 | 1 | 21.1 | 5.6 | 0.8 | 12.6 | CANALE 5 |
| 0.38 | 1 | 15.6 | 0.5 | 0.24 | 0.84 | CANALE 6 |
| 0.38 | 1 | 21.6 | 6.7 | 0.89 | 15.5 | CANALE 7 |

Nota la portata media annua, è possibile stimare la portata con un tempo di ritorno pari a $T = 200 \text{ anni}$ applicando il fattore di crescita della portata $K_{T=200}$:

$$m(Q)_{200} = m(Q) \cdot K_{T=200}$$

I valori sono stati valutati utilizzando le leggi di probabilità pluviometriche che meglio si adattano alla zona omogenea 3.

$$m[h(d, Z)] = a \cdot d^{n(Z)}$$

Con:

$$X(t, z) = 22.23 t^{0.247}$$

Parametri utilizzati e risultati ottenuti:

| $m(Q)$ | $m(Q)_{200}$ | Corpo idrico |
|-------------------|-------------------|--------------|
| m ³ /s | m ³ /s | |
| 4.8 | 21.1 | CANALE 1 |
| 7.7 | 33.9 | CANALE 2 |
| 4.8 | 21.5 | CANALE 3 |
| 2.03 | 8.9 | CANALE 4 |
| 12.6 | 55.7 | CANALE 5 |
| 0.84 | 3.6 | CANALE 6 |
| 15.5 | 68.1 | CANALE 7 |

Con la modellazione effettuata, è possibile individuare se la portata di piena per un evento con tempo di ritorno pari a **200 anni** risulterebbe contenuta o meno negli alvei dei corpi idrici.

Dall'analisi condotta emerge come la portata di piena risulta contenuta nell'alveo del ramo idrico, a meno che per alcune sezioni, in corrispondenza delle quali, la portata non risulta contenuta.

Per completezza, si è provveduto ad individuare, dunque, le aree che risulterebbero inondabili per un evento di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Si riportano di seguito le elaborazioni grafiche relative alle aree inondabili:



Figura 28: Aree inondabili

Come emerge dall'elaborazione eseguita, le aree inondabili sono estranee alle opere di progetto. Si ritengono, pertanto, tali opere in sicurezza idraulica.

4.1.2 VALUTAZIONE CANALI NATURALI POSTI A NORD IMPIANTO

Come anticipato, le seguenti valutazioni vengono condotte per un maggiore approfondimento in merito alle aree classificate a pericolosità idraulica sulle quali ricade la soluzione progettuale. Risulta evidente come il contributo di tali canali è estraneo alla perimetrazione nelle aree suddette ma, per maggiore conoscenza dei luoghi e per fornire eventuali utili indicazioni al Proponente, si ritiene utile procedere ad un'analisi analitica del comportamento di tali corpi idrici.

Calcolate le caratteristiche geometriche ed individuati i parametri necessari è stato possibile applicare la metodologia VAPI.

| C* | KA(t) | h | A | tr | m(Q) |
|-----|-------|-------|-----|------|------|
| | | mm | km2 | ore | m3/s |
| 0.3 | 1 | 20.88 | 5.1 | 0.77 | 9.05 |

Nota la portata media annua, è possibile stimare la portata con un tempo di ritorno pari a $T = 200$ anni applicando il fattore di crescita della portata $K_{T=200}$:

$$m(Q)_{200} = m(Q) \cdot K_{T=200}$$

I valori sono stati valutati utilizzando le leggi di probabilità pluviometriche che meglio si adattano alla zona omogenea 3.

$$m[h(d, Z)] = a \cdot d^n(z)$$

Con:

$$X(t, z) = 22.23 t^{0.247}$$

Risultati ottenuti:

| | |
|--------|--------------|
| $m(Q)$ | $m(Q)_{200}$ |
| m3/s | m3/s |
| 5.66 | 24.84 |

Con la modellazione effettuata, è possibile individuare se la portata di piena per un evento con tempo di ritorno pari a **200 anni** risulterebbe contenuta o meno negli alvei dei corpi idrici.

Dall'analisi condotta emerge come la portata di piena risulta contenuta nell'alveo del ramo idrico, a meno che per alcune sezioni, in corrispondenza delle quali, la portata non risulta contenuta.

Per completezza, si è provveduto ad individuare, dunque, le aree che risulterebbero inondabili per un evento di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Si riportano di seguito le elaborazioni grafiche relative alle aree inondabili:



Figura 31: Aree inondabili

Si evince facilmente come le aree inondabili siano estranee all'impianto e anche alla perimetrazione PAI a Sud del progetto.

4.1.2.2 Affluente Canale Peluso

Per l'applicazione del metodo, occorre procedere con l'individuazione del bacino idrografico sotteso dal corpo idrico di riferimento e alla modellizzazione dello stesso.

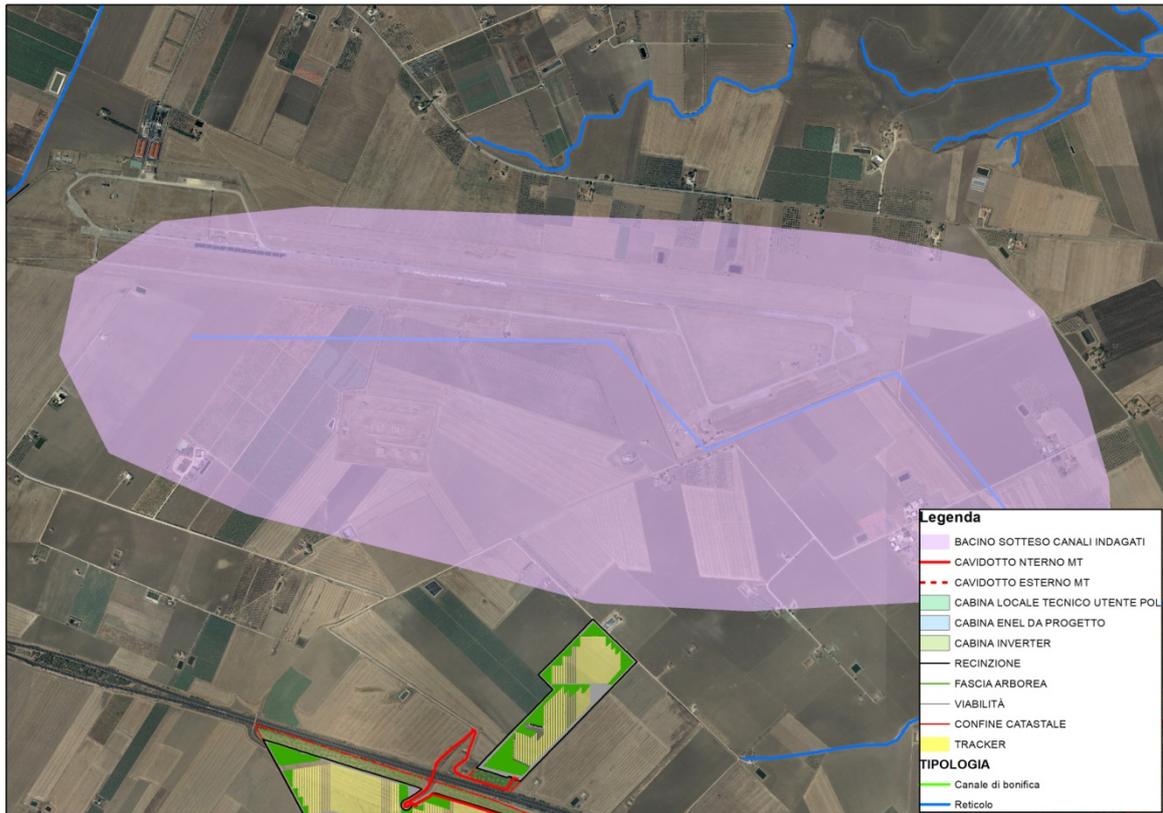


Figura 32: Bacino di riferimento

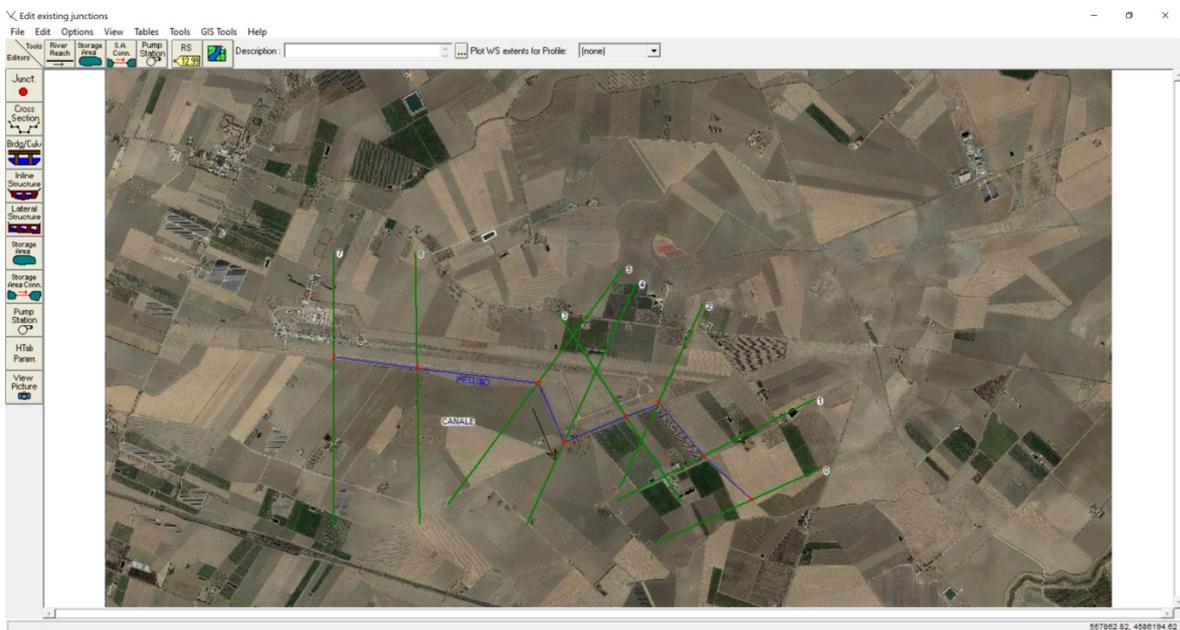


Figura 33: Individuazione delle sezioni in Hec-Ras

Calcolate le caratteristiche geometriche ed individuati i parametri necessari è stato possibile applicare la metodologia VAPI:

| C* | KA(t) | h | A | tr | m(Q) |
|-----|-------|-------|-----------------|------|-------------------|
| | | mm | km ² | ore | m ³ /s |
| 0.3 | 1 | 20.88 | 5.1 | 0.77 | 9.05 |

Nota la portata media annua, è possibile stimare la portata con un tempo di ritorno pari a $T = 200$ anni applicando il fattore di crescita della portata $K_{T=200}$:

$$m(Q)_{200} = m(Q) \cdot K_{T=200}$$

I valori sono stati valutati utilizzando le leggi di probabilità pluviometriche che meglio si adattano alla zona omogenea 3.

$$m[h(d, Z)] = a \cdot d^n(z)$$

Con:

$$X(t, z) = 22.23 t^{0.247}$$

Risultati ottenuti:

| $m(Q)$ | $m(Q)_{200}$ |
|-------------------|-------------------|
| m ³ /s | m ³ /s |
| 9.05 | 39.77 |

Con la modellazione effettuata, è possibile individuare se la portata di piena per un evento con tempo di ritorno pari a **200 anni** risulterebbe contenuta o meno negli alvei dei corpi idrici.

Dall'analisi condotta emerge come la portata di piena risulta contenuta nell'alveo del ramo idrico, a meno che per alcune sezioni, in corrispondenza delle quali, la portata non risulta contenuta.

Per completezza, si è provveduto ad individuare, dunque, le aree che risulterebbero inondabili per un evento di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Si riportano di seguito le elaborazioni grafiche relative alle aree inondabili:

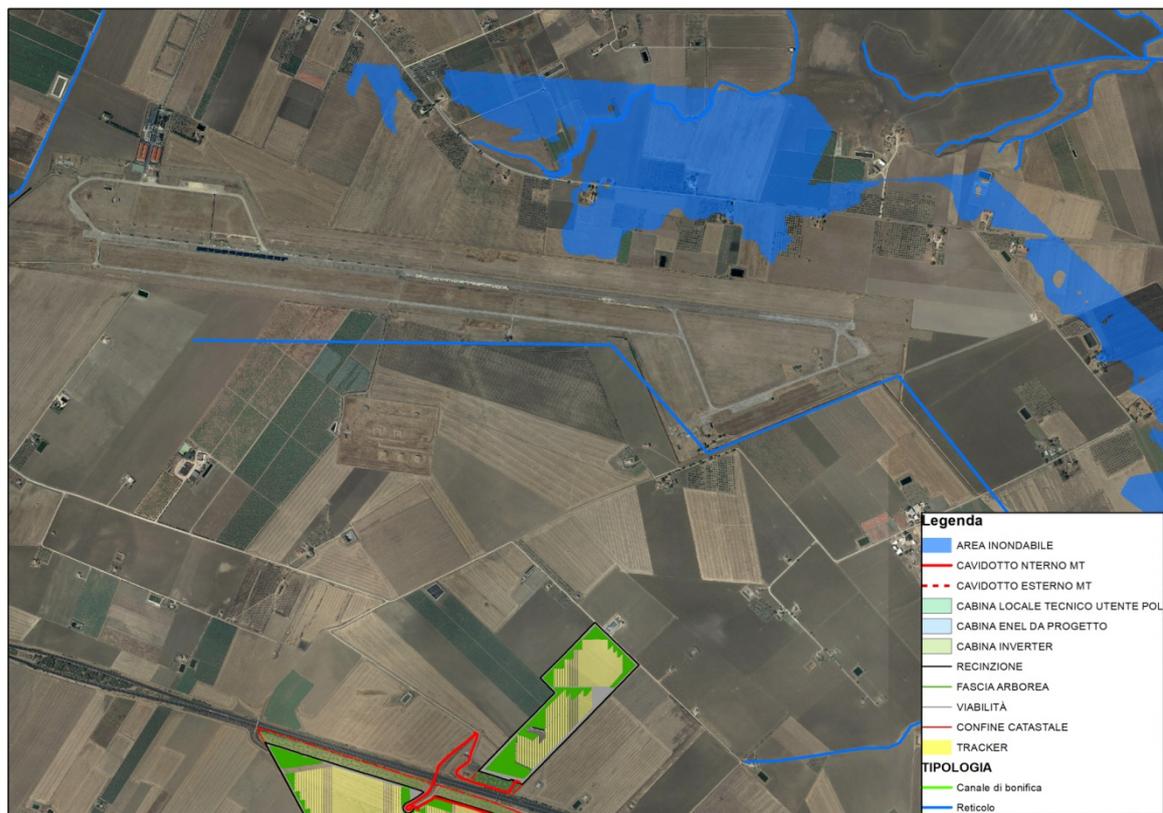


Figura 34: Aree inondabili

Anche in questo caso si conferma l'estraneità del corpo idrico dalla classificazione PAI che coinvolge l'area di progetto.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio di compatibilità idrologica-idraulica, fa riferimento al PROGETTO per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, da realizzarsi nel territorio del Comune di Foggia per conto della società HF Solar 3 S.r.l.

L'impianto prevede il collegamento alla SSE Terna di Manfredonia "Macchia Rotonda".

Lo studio della proposta progettuale e del territorio di riferimento, evidenzia la sussistenza di numerose interferenze del progetto sia con il reticolo idrografico sia con la perimetrazione PAI.

Nel primo caso, si è provveduto ad analizzare ogni singolo elemento interferente e ad individuare le relative modalità di gestione.

Per ciò che concerne la perimetrazione PAI, invece, si riscontra una problematica nell'individuazione, certa, del corpo idrico che determina le condizioni di pericolosità in corrispondenza dell'area destinata all'installazione dei tracker tuttavia, al fine di gestire l'interferenza, sono stati individuati specifici accorgimenti tecnici atti a garantire la durabilità delle opere e la relativa sicurezza idraulica.

In tal senso, si è anche provveduto a verificare il comportamento dei corpi idrici posti immediatamente a Nord della soluzione progettuale.

Le altre interferenze con il PAI sono correlate al percorso del cavidotto, sono state individuate e analizzate e si è provveduto a fornire soluzioni che garantiscono la durabilità dell'elemento di progetto coinvolto.

In definitiva, si ritiene di poter asserire che **per l'opera sussistono le condizioni di sicurezza idraulica.**

Foggia, 25 settembre 2021

Il tecnico

Ing. Antonella Laura Giordano

