

Progettazione:

**STUDIO DI INGEGNERIA**  
**Ing. Antonella Laura Giordano**

Viale degli Aviatori 73/F14 - 71122 Foggia

lauragiordano.ing@gmail.com - antonellalaura.giordano@ingpec.eu

Proponente:

**INNOGY ITALIA S.p.A.**

Via Francesco Restelli 31/1 - 20124 Milano

c.f e P.Iva 02590640211 - PEC innogy\_italia@legalmail.it



# PARCO EOLICO SAN SEVERO COMUNE DI SAN SEVERO

Autorizzazione Unica ai sensi della legge 387/03  
del parco eolico nel comune di San Severo (FG)

COMMITTENTE: INNOGY ITALIA S.p.A.

Comune di San Severo (FG)

ELABORATO

R04-R05

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

PROGETTO DEFINITIVO

DATA :

AGGIORN. : marzo 2020

SCALA :

DIMENS. : A4

N° FOGLI :

COMMITTENTE:  
INNOGY ITALIA S.p.A.



PROGETTAZIONE:  
Ing. Antonella Laura Giordano



Questo elaborato è di proprietà dei progettisti ed è protetto a termini di legge

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO/IDRAULICO .....</b>	<b>4</b>
2.1	Calcolo idrologico.....	4
2.2	Individuazione della sottozona omogenea di riferimento.....	6
2.2.1	Calcolo delle portate attese.....	9
2.3	Verifica idraulica.....	10
<b>3</b>	<b>Applicazione del metodo.....</b>	<b>11</b>
3.1	VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE .....	12
3.1.1	INTERFERENZA N.1: Piazzola e nuova viabilità a servizio aerogeneratore WTG2 .	12
3.1.2	INTERFERENZA N.2: Nuova viabilità a servizio degli aerogeneratori WTG6 e WTG7	12
3.1.3	INTERFERENZA N.3: Interferenze del cavidotto interrato con area classificate a pericolosità idraulica.....	13
3.1.4	INTERFERENZA N. 4: Attraversamento corsi d'acqua episodici .....	15
3.2	VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA .....	17
3.2.1	Verifica interferenza n.1 .....	17
3.2.2	Verifica interferenza n.2 .....	21
<b>4</b>	<b>Considerazioni finali.....</b>	<b>28</b>

## 1 PREMESSA

Il presente studio di compatibilità idrologica-idraulica, fa riferimento al PROGETTO per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 12 aerogeneratori ad asse orizzontale, di grande taglia, per una potenza complessiva installata di circa 54,0 MW. L'insediamento produttivo sarà costituito da due sottocampi composti rispettivamente da n. 7 (*sottocampo A*) e n.5 (*sottocampo B*) e verrà realizzato nella provincia di Foggia in agro del Comune di San Severo. Il proponente è Innogy Italia S.p.A..

L'energia prodotta dal parco eolico verrà raccolta in due differenti cabine di sezionamento (CS) rispettivamente poste nei pressi degli aerogeneratori Id. WTG7, la prima, e Id. WTG12, la seconda; da queste, l'energia verrà trasportata, tramite cavidotti interrati in media tensione, fino alla stazione di utenza (SE), dove verrà effettuata la trasformazione di tensione fino al valore di 150 kV onde consentire l'immissione e la consegna dell'energia prodotta dal campo nella RTN, tramite stallo dedicato in SSE.

Il progetto sarà dunque costituito dai seguenti elementi:

- N. 12 aerogeneratori
- N. 12 piazzole di montaggio
- Nuova viabilità di accesso agli aerogeneratori
- Cavidotto elettrico interrato per la raccolta dell'energia prodotta (cavidotto interno)
- Cavidotto elettrico interrato di connessione alla SSE (cavidotto esterno)
- N. 2 cabine di smistamento
- N. 1 Stazione di utenza.

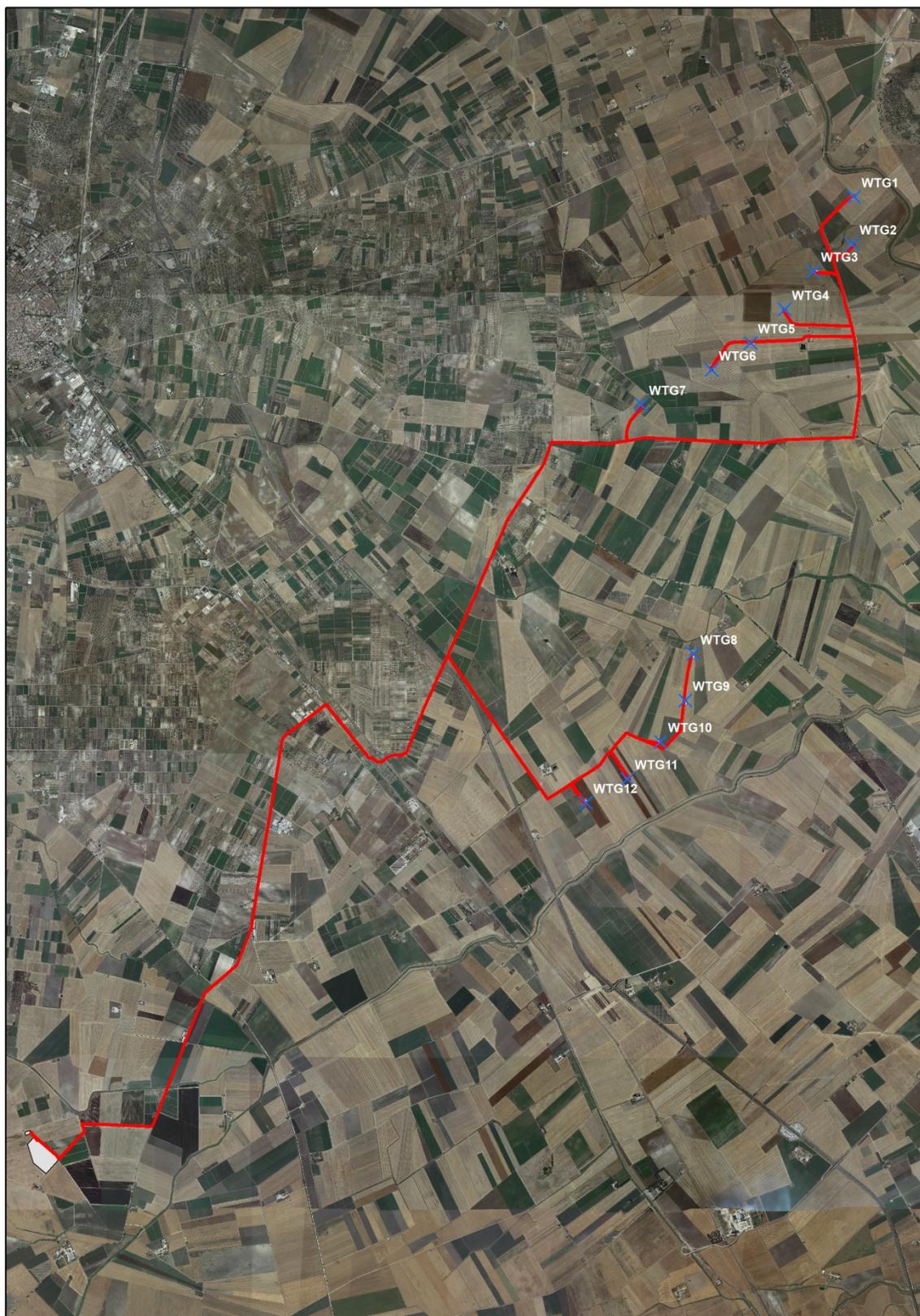


Figura 1: Layout proposta progettuale

La valutazione del progetto, da parte degli organi competenti, ha tuttavia evidenziato l'interferenza di alcune opere previste dal progetto con le aree disciplinate dalle Norme Tecniche di Attuazione del

Piano di Asseto Idrogeologico<sup>1</sup> e la necessità di redigere un adeguato “Studio di compatibilità idrologica e idraulica”.

Nel dettaglio, la nota dell’Autorità di Bacino della Regione Puglia, evidenzia la necessità di valutare la sussistenza della sicurezza idraulica, delle seguenti opere costituenti il progetto:

1. Piazzola e nuova viabilità a servizio dell’aerogeneratore WTG2
2. Nuova viabilità a servizio degli aerogeneratori WTG6 e WTG7
3. Tratti del cavidotto interrato ricadenti in aree a bassa, media e alta pericolosità idraulica (B.P, M.P, A.P)
4. N.3 attraversamenti in corrispondenza di corsi d’acqua episodici.

Il presente studio si pone come finalità la valutazione circa la sicurezza idraulica delle opere suddette.

## **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

---

<sup>1</sup> Regione Puglia, Sezione Infrastrutture Energetiche e Digitali. AOO\_159/PROT del 01.10.2019 – ADB PUGLIA, DAM Puglia - Registro Protocollo 2019 N. 0004001 del 29.03.2019

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 sottozone 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

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

- FATTORE DI CRESCITA

$$\text{Zona 2} \quad Kt = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$$

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:

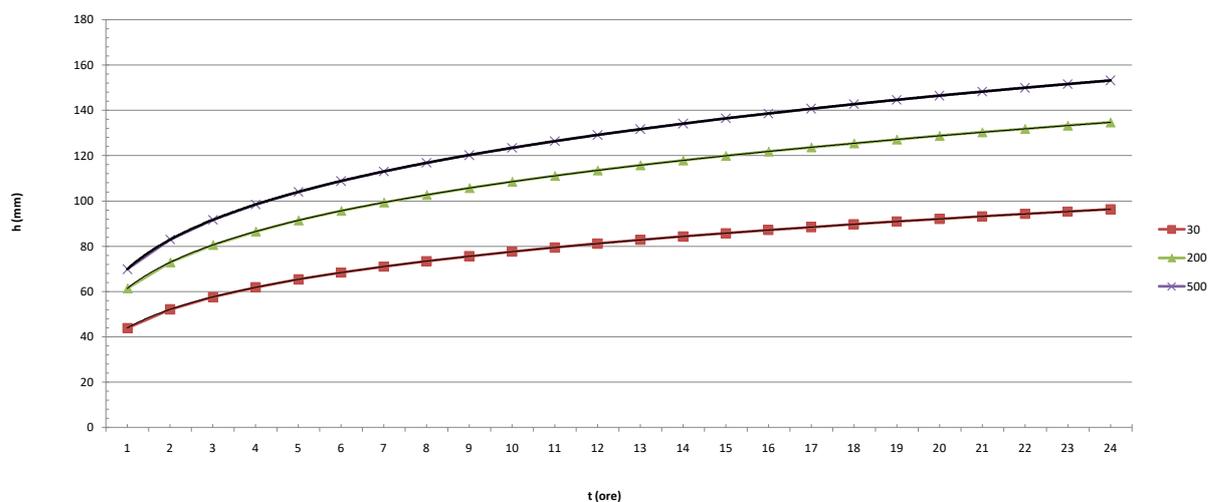


Figura 4: Curve di possibilità pluviometrica

## 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.

È stata condotta una singola simulazione ( $T=200$ ), considerando la portata per un tempo di ritorno pari a 200 anni.

### 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 riporta di seguito un'immagine rappresentativa del progetto con l'individuazione delle interferenze con il Piano di Assetto Idrogeologico.

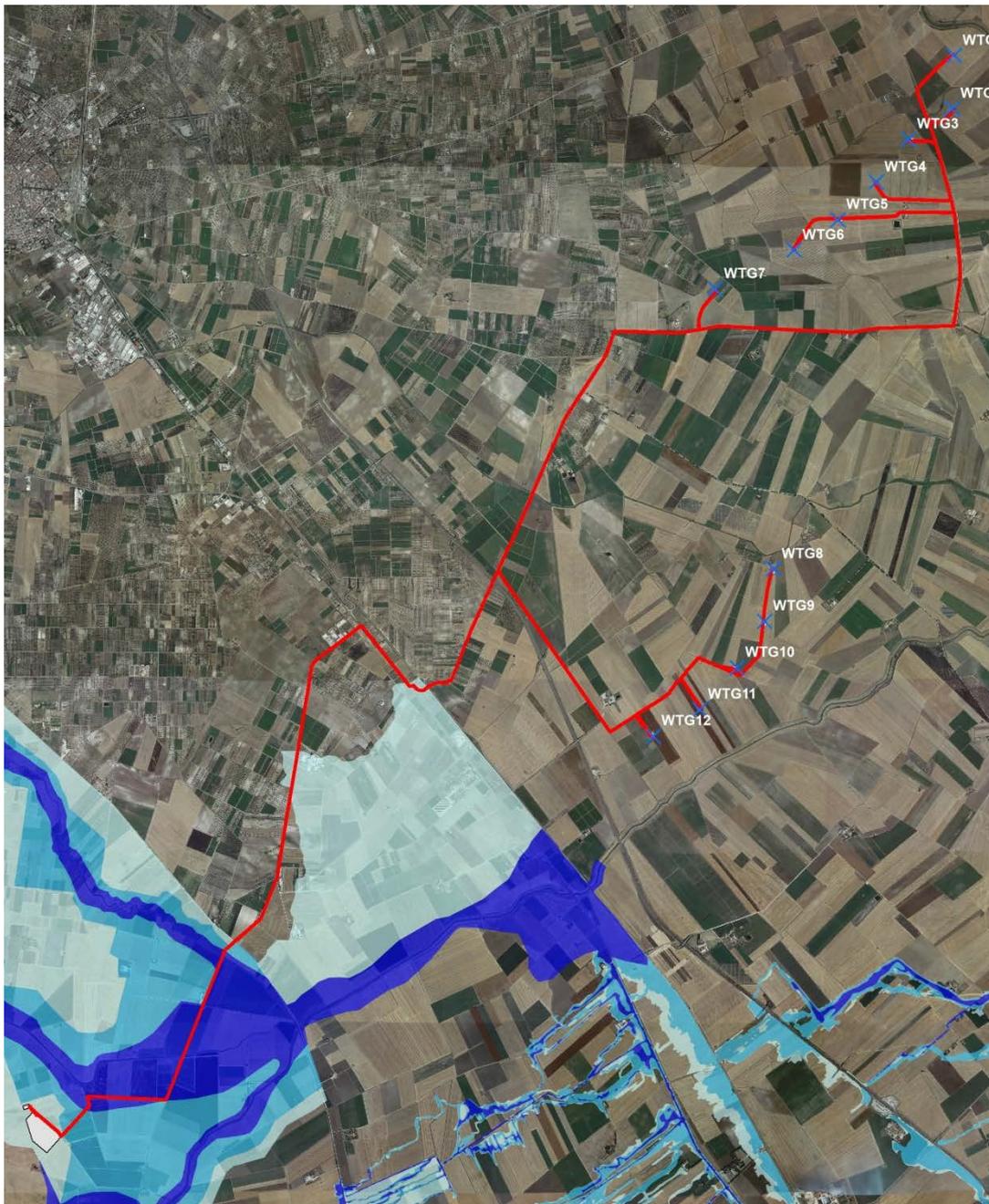


Figura 5: Individuazione interferenze con PAI

Per quanto concerne le interferenze con il reticolo idrografico, verranno analizzate di seguito.

### 3.1 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE

#### 3.1.1 INTERFERENZA N.1: Piazzola e nuova viabilità a servizio aerogeneratore WTG2

Le interferenze riscontrate fanno riferimento all'ubicazione dell'aerogeneratore WTG2 e alla viabilità di servizio allo stesso.

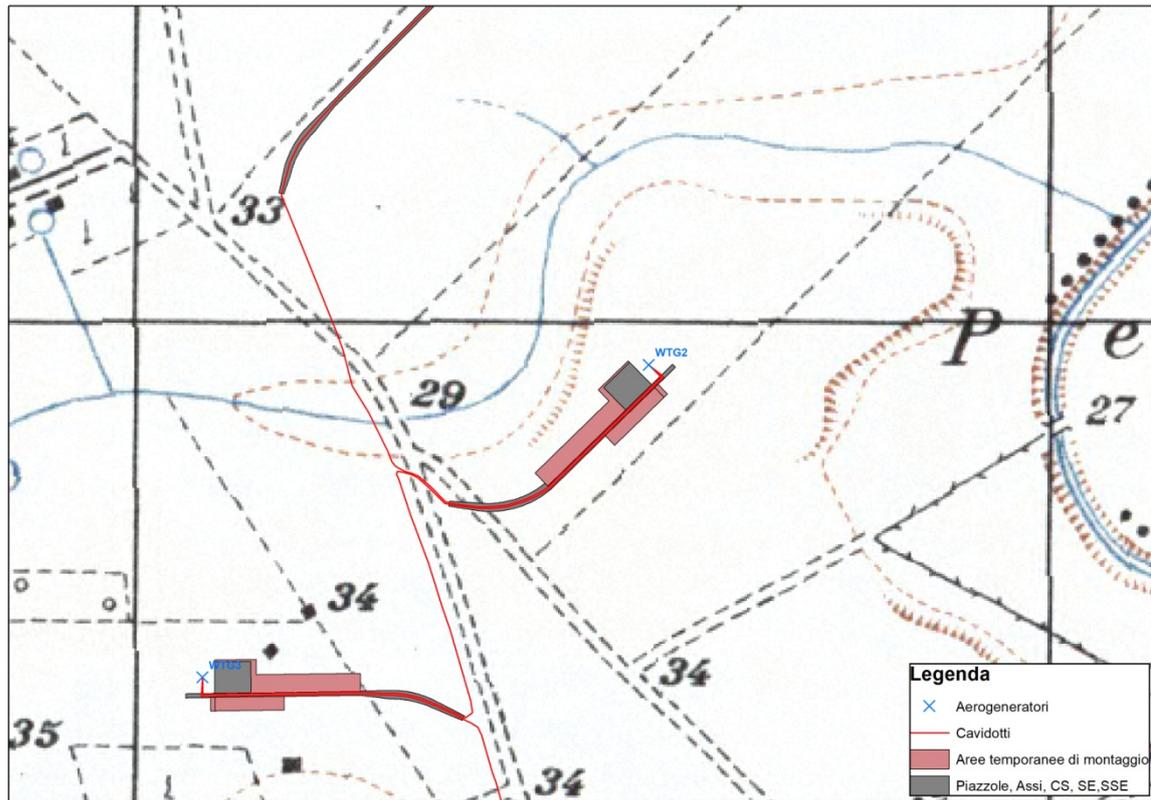


Figura 6: Interferenza N.1

In riferimento a quanto richiesto dagli Enti Preposti, è stata valutata la condizione di sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica. Si rimanda al paragrafo 3.2.1.

#### 3.1.2 INTERFERENZA N.2: Nuova viabilità a servizio degli aerogeneratori WTG6 e WTG7

In modo simile a quanto sopra esposto, si individuano le interferenze della nuova viabilità di servizio, relativa agli aerogeneratori WTG6 e WTG7, con il reticolo idrografico.

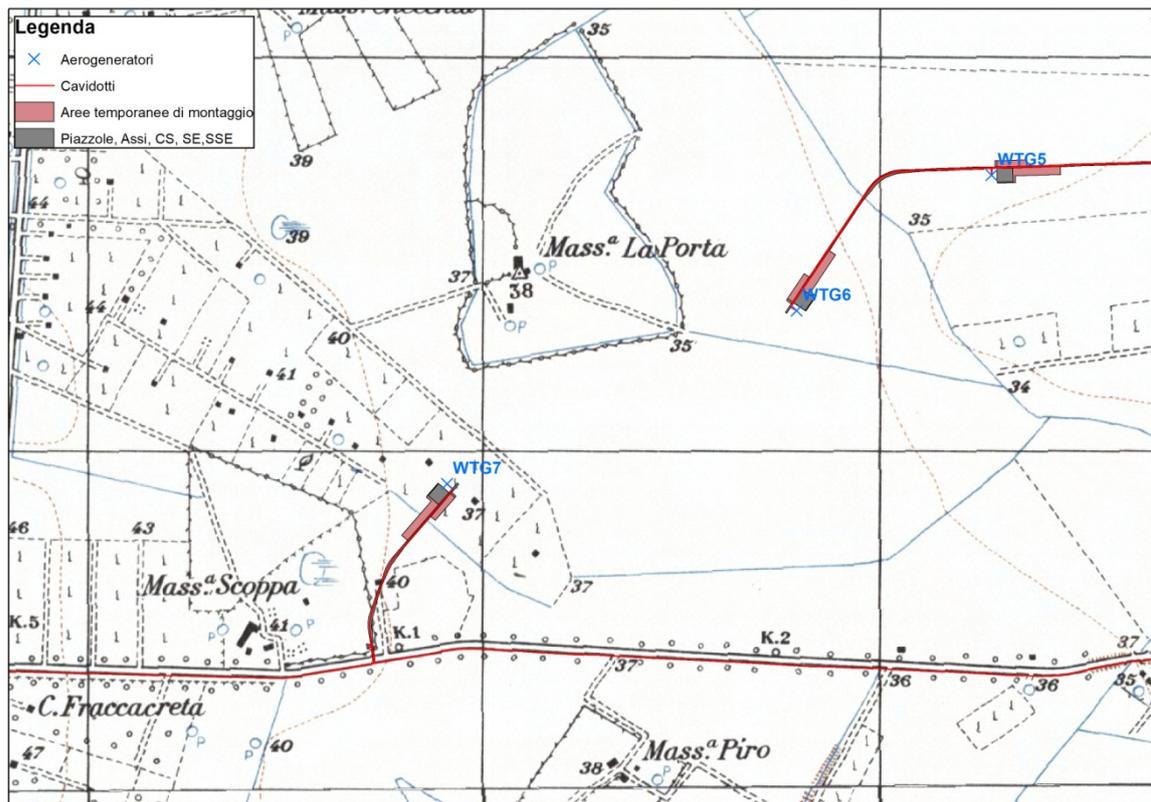


Figura 7: Interferenza N.2

Gli esiti della valutazione circa la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica sono rimandati nel paragrafo 3.2.2.

### 3.1.3 INTERFERENZA N.3: Interferenze del cavidotto interrato con area classificate a pericolosità idraulica.

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), individuate, nell'immagine seguente, in colorazione di tonalità crescente.

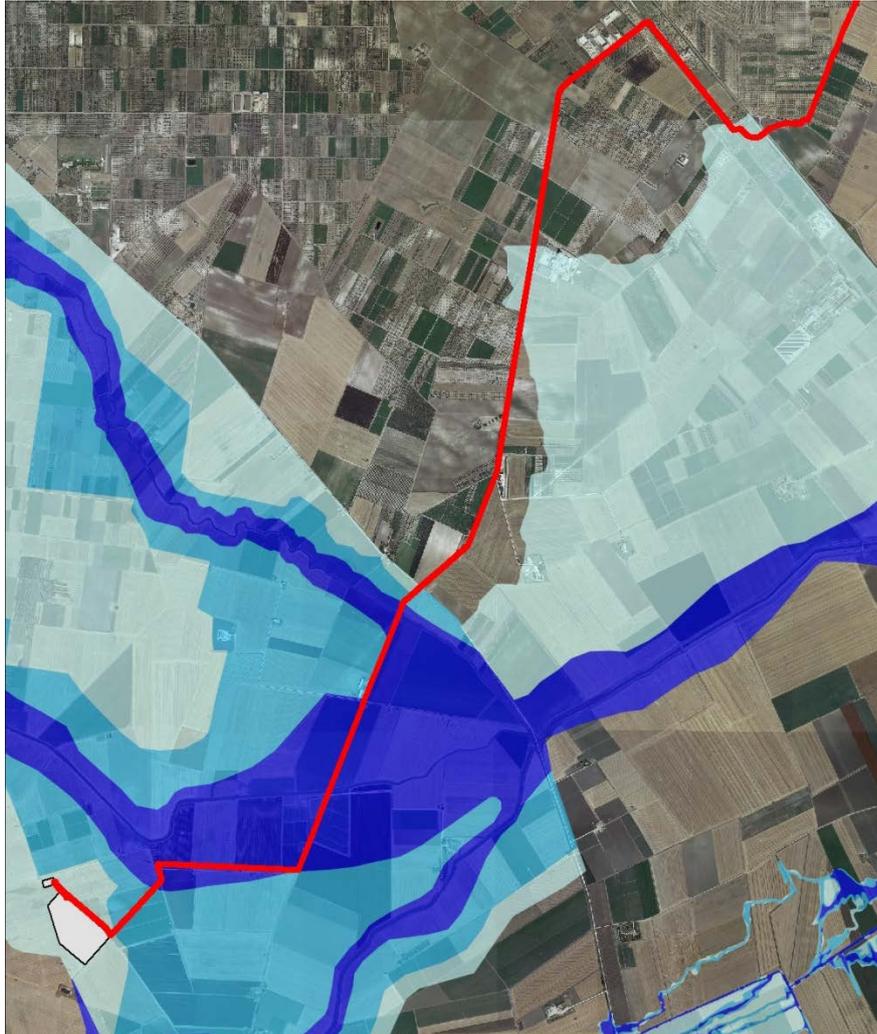


Figura 8: Interferenza N.3

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 ubicate esclusivamente nel territorio comunale di San Severo (FG), a partire dalle Cabine di Smistamento (CS) fino alla Cabina Utente di Consegna.

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, così come riportato nell'elaborato "Relazione idraulica" costituente il progetto in esame), sia con il comportamento naturale dei corsi d'acqua interessati e quindi 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 1.80 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. **Con tali accorgimenti, si ritiene la posa del cavidotto in sicurezza idraulica.**

#### 3.1.4 INTERFERENZA N. 4: Attraversamento corsi d'acqua episodici

La nota dell'AdB fa riferimento, nell'individuazione delle interferenze, a n.3 attraversamenti in corrispondenza dei corsi d'acqua episodici a Nord di Loc. Palatella

Di seguito un'immagine rappresentativa di tali interferenze:

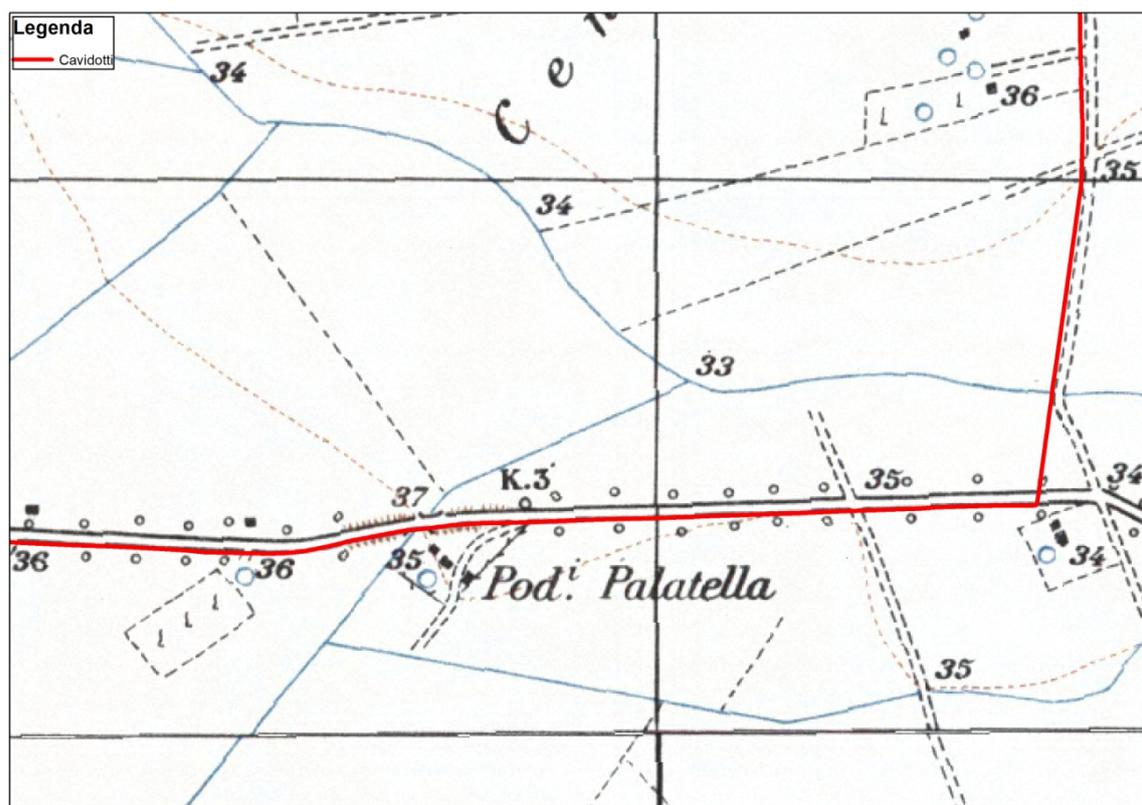


Figura 9: Interferenza n. 4

L'interferenza è relativa all'attraversamento, da parte del cavidotto interrato, di una serie di corsi d'acqua episodici.

Data la natura degli stessi, la risoluzione dell'interferenza avrà luogo attraverso la posa del cavidotto interrato in trincea, ponendo la stessa ad una profondità di 2 metri.

Inoltre, al fine di preservare l'opera e di evitarne dunque il danneggiamento, si provvederà alla posa del cavidotto realizzando un bauletto protettivo in calcestruzzo, da realizzarsi in corrispondenza dei corsi d'acqua episodici che determinano l'interferenza.

Al termine della posa verrà ripristinato lo stato dei luoghi ante opera.

Si ritiene che con tali accorgimenti, **verrà garantita la sicurezza idraulica dell'intervento.**

## 3.2 VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA

### 3.2.1 Verifica interferenza n.1

La verifica si pone come obiettivo l'accertamento delle condizioni di sicurezza idraulica in merito alla realizzazione della piazzola a servizio dell'aerogeneratore WTG2.

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

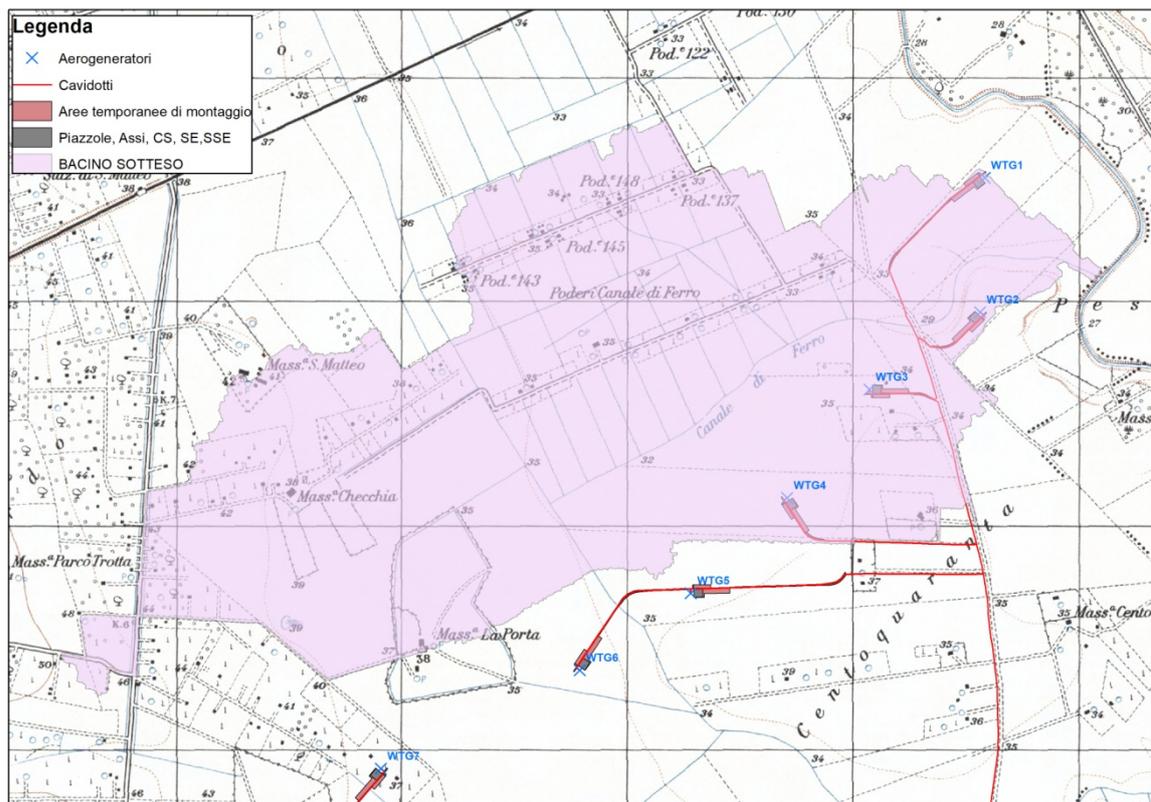


Figura 10: Bacino di riferimento

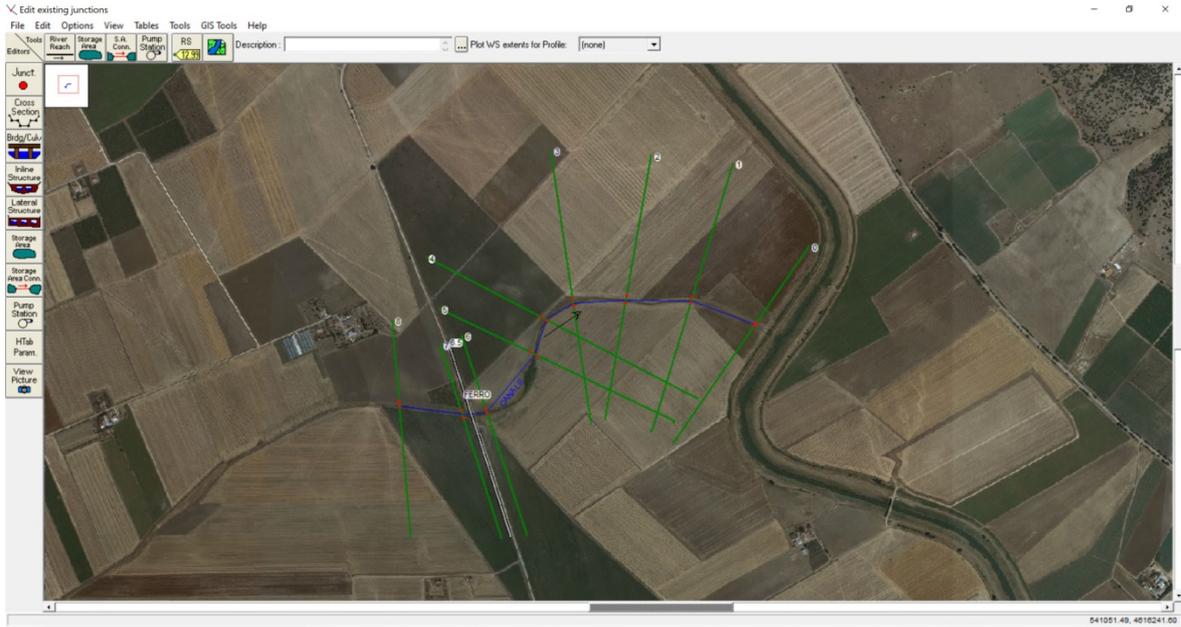


Figura 11: Individuazione delle sezioni in Hec-Ras

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	km2	ore	m3/s
0.156	1	21.23	5.82	0.83	5.85

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:

$m(Q)$	$m(Q)_{200}$
m3/s	m3/s
1.56	25.62

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:

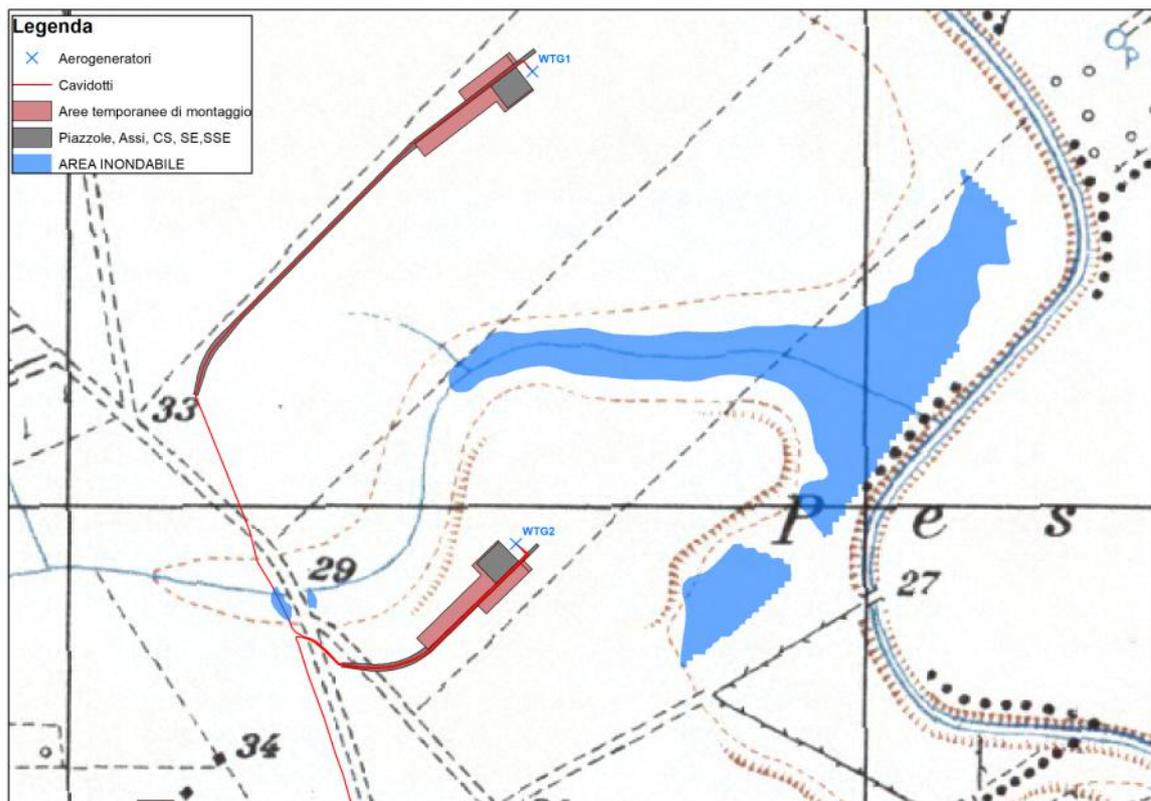


Figura 12: Aree inondabili

Come emerge dall'elaborazione eseguita, le aree inondabili sono estranee al percorso della viabilità e alla piazzola a servizio dell'aerogeneratore WTG2. **Si ritengono, pertanto, tali opere in sicurezza idraulica.**

Anche per il tracciato del cavidotto interrato emergono le condizioni di sicurezza idraulica, a meno che per un breve tratto (stimato in 43 metri) evidenziabile dall'immagine precedente e riportato, con maggior dettaglio, di seguito.

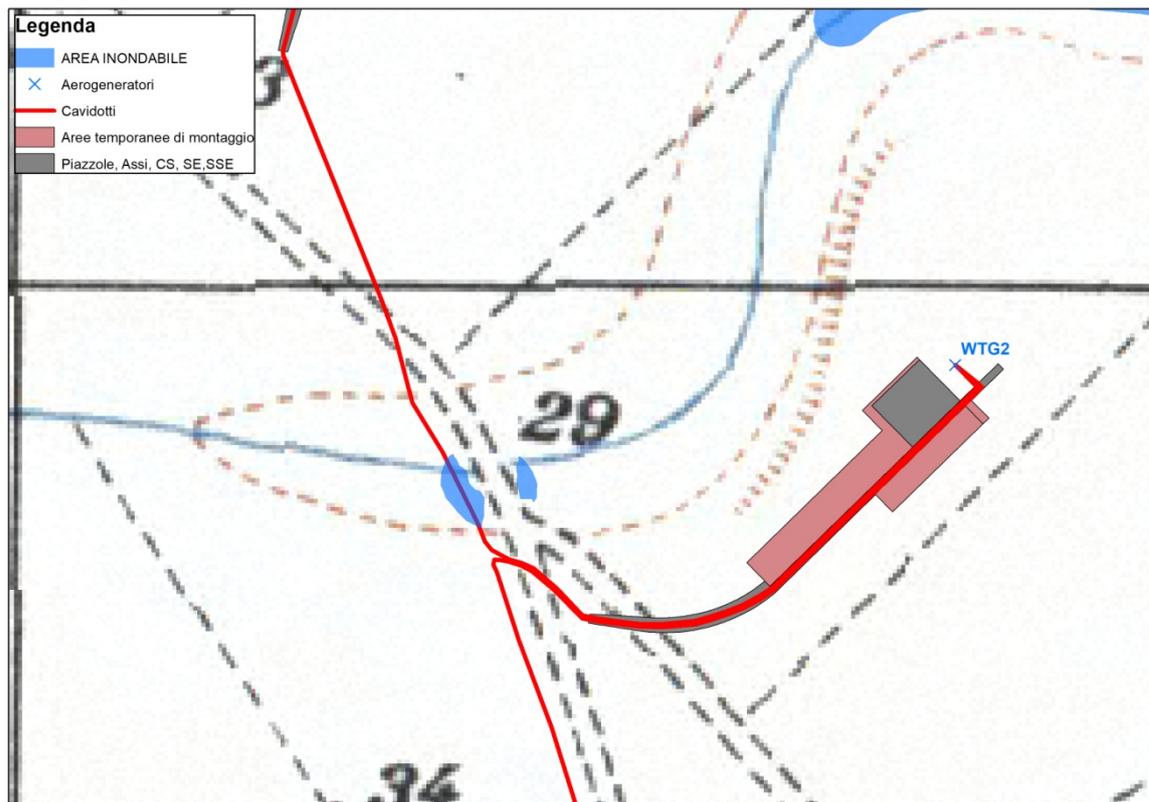


Figura 13: Area inondabile, dettaglio

Il progetto prevede la posa in opera del cavidotto interrato in trincea alla profondità di circa 1.20 m. A seguito degli esiti della valutazione eseguita, per garantire le condizioni di sicurezza idraulica dell'intervento, si prevede la posa del cavidotto interrato in trincea alla profondità di 1.80 m in corrispondenza del tratto che risulta coinvolto dalle aree inondabili. A garanzia di sicurezza, si provvederà a considerare tale profondità della trincea considerando 5 metri a monte e 5 metri a valle del tratto coinvolto, adottando tale soluzione per circa 53 metri. Durante l'esecuzione dell'opera, inoltre, si provvederà a garantire la sicurezza dell'intervento puntellando lo scavo. **Tale soluzione determina la sicurezza idraulica dell'opera.**

### 3.2.2 Verifica interferenza n.2

In modo similare, si riportano gli esiti della valutazione relativa alla viabilità di accesso agli aerogeneratori WTG6 e WTG7.

#### 3.2.2.1 Aerogeneratore WTG6

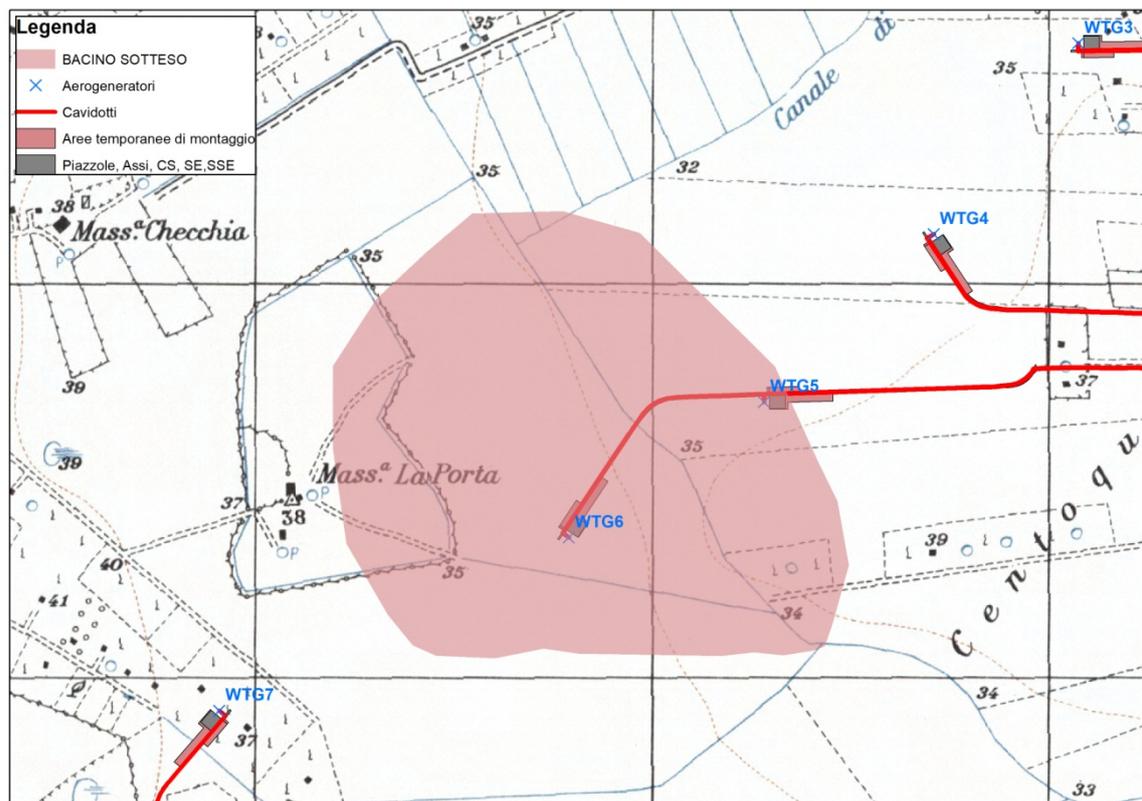


Figura 14: Bacino di riferimento



Figura 15: 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 due corpi idrici che si uniscono, dando vita ad un terzo corpo. Sono stati denominati CANALE 1, CANALE 2, CANALE 3.

C*	KA(t)	h	A	tr	m(Q)	Corpo idrico
		mm	km2	ore	m3/s	
0.156	1	14.83	0.32	0.19	0.20	CANALE 1
0.156	1	14.52	0.27	0.17	0.17	CANALE 2
0.156	1	17.39	1.16	0.37	0.87	CANALE 3

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:

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

Parametri utilizzati e risultati ottenuti:

$m(Q)$	$m(Q)_{200}$	Corpo idrico
m3/s	m3/s	
0.20	0.90	CANALE 1
0.17	0.74	CANALE 2
0.87	3.83	CANALE 3

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:

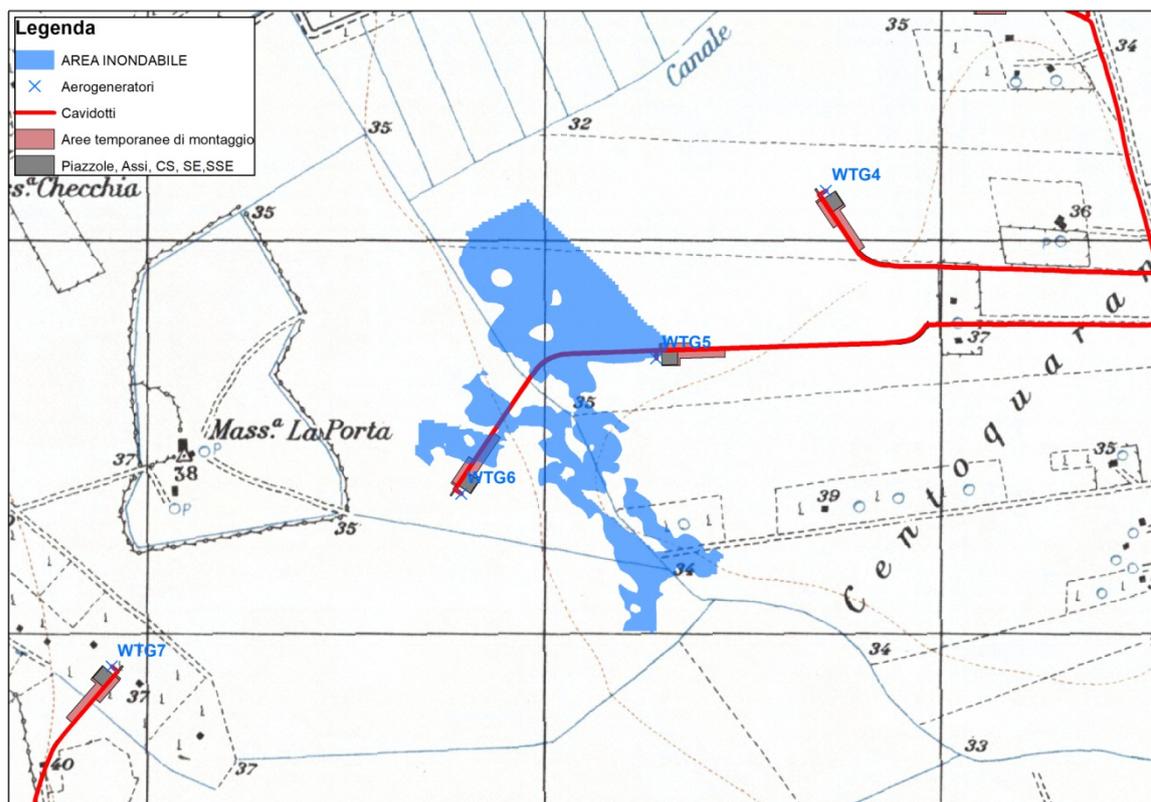


Figura 16: Aree inondabili

L'analisi del comportamento del bacino interessato, denota come, nel caso di eventi di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni, sia porzioni di cavidotto interrato sia tratti di viabilità di servizio, andranno ad interferire con le aree inondabili ricavate dalle elaborazioni. Si ravvisa, inoltre, come anche la piazzola provvisoria a servizio della WTG06 ricada in tale condizione.

Emerge dall'elaborazione come anche per la WTG05 si determinano interferenze con le aree inondabili per via della strada di accesso all'aerogeneratore e per la posa in opera del cavidotto interrato.

In base a tali considerazioni, le opere verranno realizzate come di seguito descritto:

- **Cavidotto interrato.** In analogia a quanto già esposto in precedenza per condizioni similari, lo stesso verrà posto in trincea ad una quota maggiore rispetto a quella prevista in condizioni ordinarie per il cavidotto, optando per una profondità di trincea pari a 1.80 m. Tale soluzione garantisce sia una maggiore durabilità dell'opera sia assenza di modifiche all'attuale comportamento del corpo idrico. Durante la fase di realizzazione, inoltre, si adotteranno accorgimenti tecnici tali da consentire l'esecuzione delle opere in sicurezza, scongiurando la possibilità di smottamenti e cedimenti che si potrebbero verificare in caso di evento di piena. Nello specifico si provvederà alla puntellazione dello scavo.
- **Strade di accesso alle WTG06 e WTG05.** Per ciò che concerne la **viabilità di servizio** ai due aerogeneratori, in relazione allo stato dei luoghi, in assenza di manufatti di scavalco e di un reticolo idrografico inciso, ed alle necessità legate esclusivamente a consentire il transito di automezzi adibiti al trasporto eccezionale nella sola fase di montaggio degli aerogeneratori, **gli interventi di adeguamento della viabilità a servizio degli aerogeneratori saranno, di fatto, realizzati come opere provvisorie** finalizzate solo alla esecuzione dei lavori, al termine dei quali, potranno essere facilmente rimosse per il ripristino dello stato preesistente dei luoghi.
- **Piazzola provvisoria WTG06.** Tale opera, così come suggerisce il nome, sarà di natura provvisoria, da realizzare esclusivamente in fase di cantiere. Al termine delle attività di cantiere, verrà rimossa, ripristinando lo stato dei luoghi.

Con l'adozione di tali accorgimenti, si ritiene l'opera in sicurezza idraulica.

### 3.2.2.2 Aerogeneratore WTG7

Si procede in modo similare a quanto riportato nel paragrafo precedente.

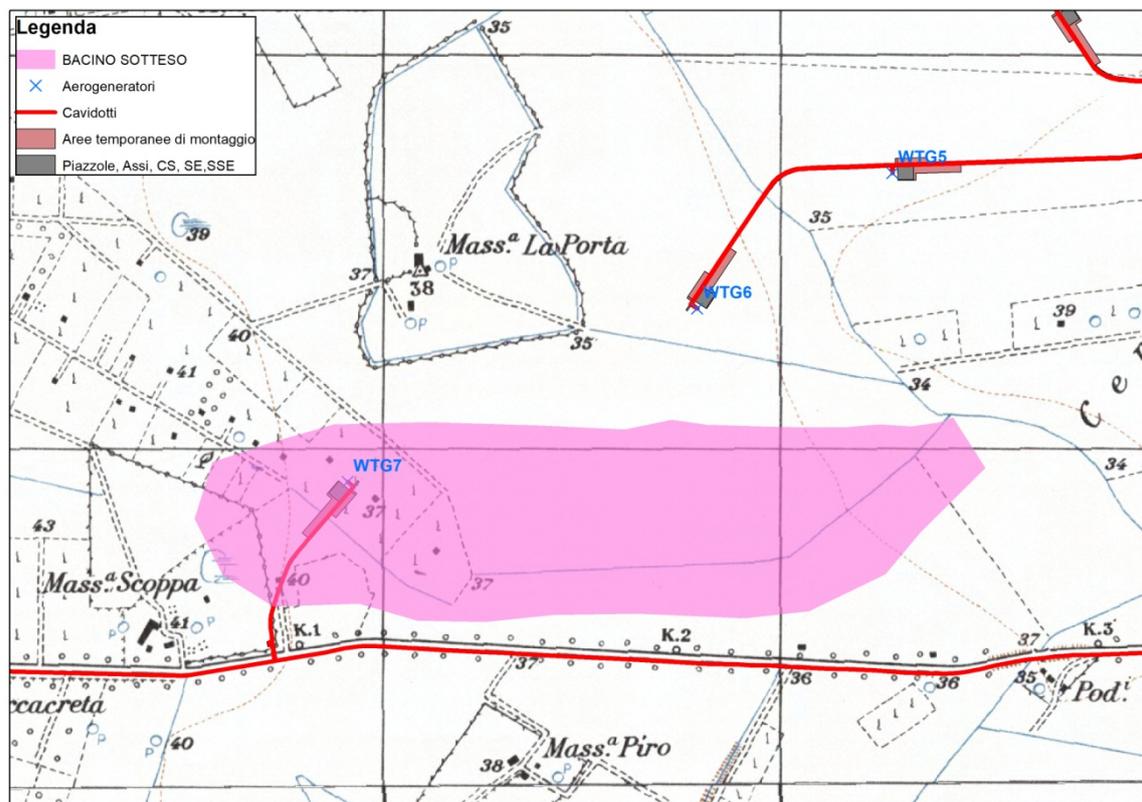


Figura 17: Bacino di riferimento

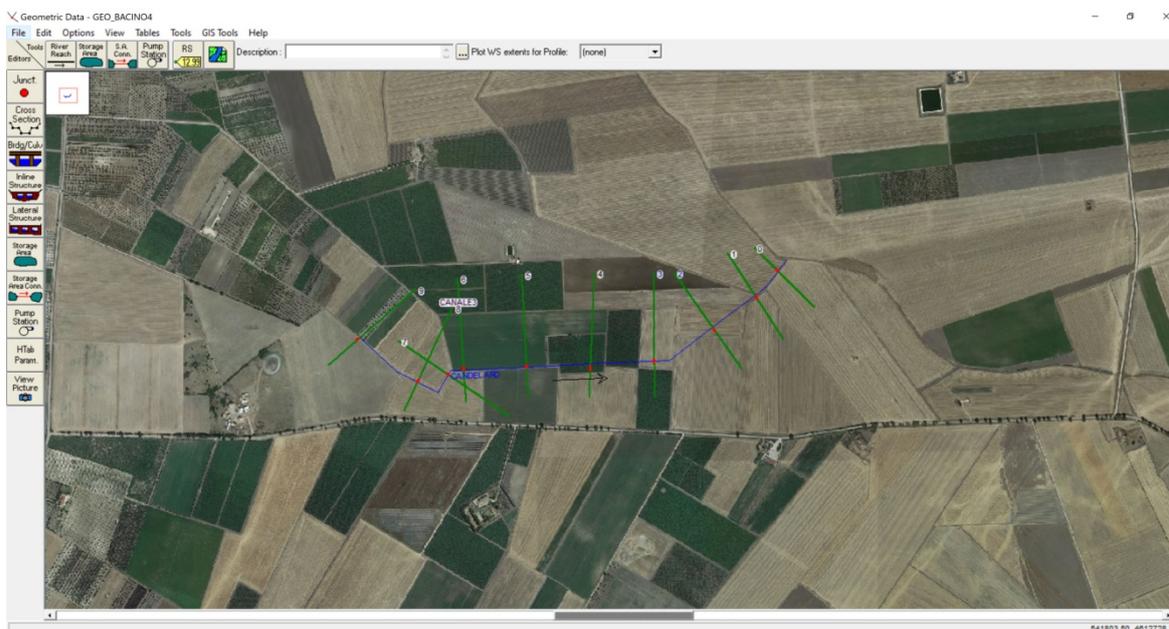


Figura 18: Individuazione delle sezioni in Hec-Ras

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	km2	ore	m3/s
0.156	1	16.71	0.84	0.31	0.66

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:

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

Parametri utilizzati e risultati ottenuti:

$m(Q)$	$m(Q)_{200}$
m3/s	m3/s
0.66	2.91

Con la modellazione effettuata, è possibile individuare se la portata 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:

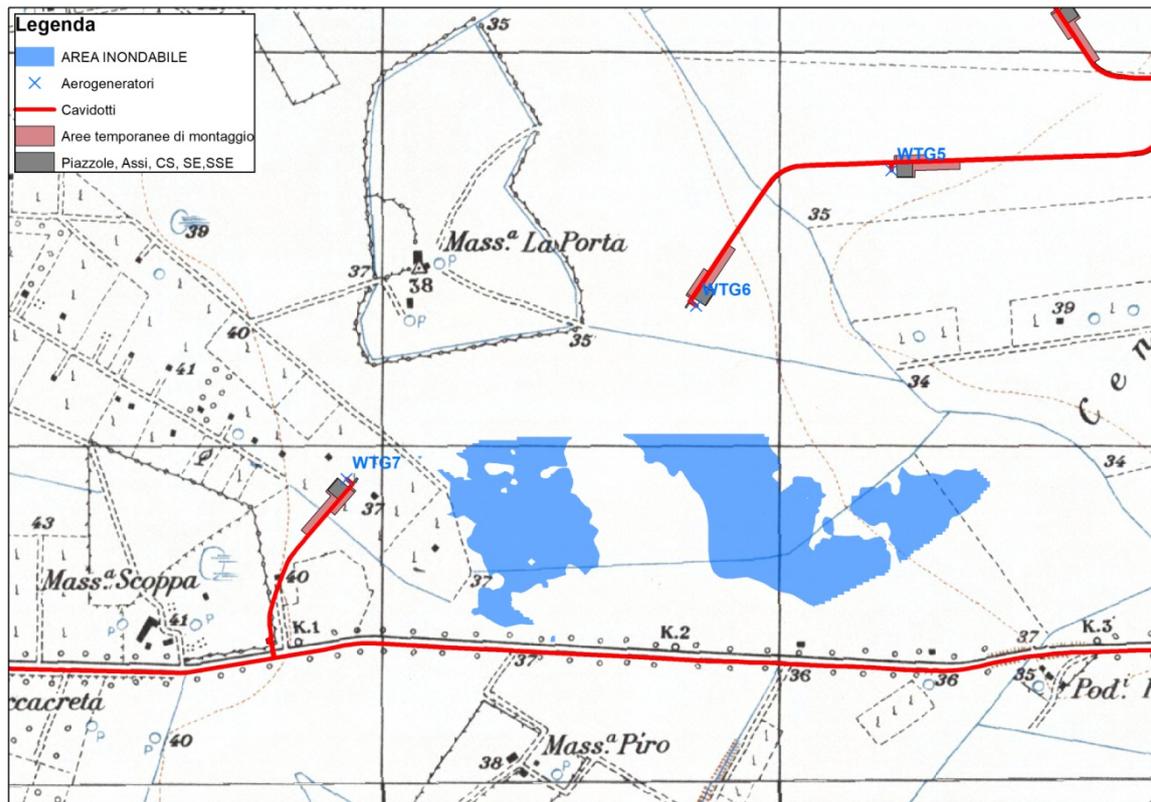


Figura 19: Aree inondabili

La simulazione del comportamento del corpo idrico soggetto ad un evento di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, evidenzia come le opere da realizzare siano estranee alle aree inondabili riportate nell'immagine precedente.

Per tali ragioni, si ritiene la viabilità di accesso alla WTG7 in sicurezza idraulica.

## 4 Considerazioni finali

Il presente studio di compatibilità idrologica-idraulica, fa riferimento al PROGETTO per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 12 aerogeneratori ad asse orizzontale, di grande taglia, per una potenza complessiva installata di circa 54,0 MW. L'insediamento produttivo sarà costituito da due sottocampi composti rispettivamente da n. 7 (*sottocampo A*) e n.5 (*sottocampo B*) e verrà realizzato nella provincia di Foggia in agro del Comune di San Severo. Il proponente è Innogy Italia S.p.A..

L'opera determina una serie di interferenze sia con le aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI, sia con il reticolo idrografico dell'area interessata dalla soluzione progettuale.

Lo studio ha provveduto ad analizzare ogni singola interferenza evidenziata.

Per alcune interferenze si è resa necessaria la valutazione del comportamento dei corpi idrici nel caso di eventi di piena, per altre l'individuazione delle soluzioni tecniche da adottare per garantire la sicurezza idraulica dell'intera proposta progettuale.

**In base alle considerazioni esplicitate nella relazione, si ritiene il progetto in sicurezza idraulica.**

Foggia, 19/03/2020

Il tecnico

Ing. Antonella Laura Giordano

