

BLUE STONE

renewable VIII



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO "CE DELICETO"**  
**CON POTENZA DI 60 MW RICADENTE NEL COMUNE DI ASCOLI**  
**SATRIANO (FG) IN LOCALITA' SANTA CROCE ED OPERE DI**  
**CONNESSIONE NEL COMUNE DI DELICETO (FG)**



**Tecnico**

ing. Danilo Pomponio

Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy  
 www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
 tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

**Azienda con Sistema di Gestione Certificato**  
**UNI EN ISO 9001:2015**  
**UNI EN ISO 14001:2015**  
**UNI ISO 45001:2018**

**Collaborazioni**

ing. Milena Miglionico  
 ing. Antonio Crisafulli  
 ing. Tommaso Mancini  
 ing. Giovanna Scuderi  
 ing. Dionisio Staffieri  
 ing. Giuseppe Federico Zingarelli

**Responsabile Commessa**

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA		TIPOLOGIA	
<b>V22</b>		<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>21022</b>		<b>D</b>	
			CODICE ELABORATO			
			<b>DC21022D-V22</b>			
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE		SOSTITUITO DA	
<b>01</b>			-		-	
			NOME FILE		PAGINE	
			<b>DC21022D-V22.doc</b>		<b>34 + copertina</b>	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	26/05/21	Emissione	Pierr	Miglionico	Pomponio	
01	10/11/21	Revisione per richiesta integrazioni AdB prot. n. 28043/2021 del 12-10-2021	Pierr	Miglionico	Pomponio	
02						
03						
04						
05						
06						



## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	4
4. STUDIO IDROLOGICO.....	8
5. STUDIO IDRAULICO .....	9
5.1 Analisi idraulica con $Tr = 200$ anni .....	10
6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI .....	15
7. CONCLUSIONI.....	34

## **1. PREMESSA**

La presente Relazione Idraulica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **BLUE STONE Renewable VIII S.r.l.**, Via Vincenzo Bellini n. 22, 00198 Roma (RM).

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 10 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6.0 MW per una potenza complessiva di 60.0 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Ascoli Satriano, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno. La restante parte dell'elettrodotto esterno attraversa il territorio comunale di Candela e di Deliceto, in quest'ultimo comune ricadono anche le opere di connessione alla RTN.

Sulla base dello studio idrologico svolto, riportato nella "Relazione Idrologica" in allegato al progetto definitivo, che ha portato alla definizione delle portate di piena transienti nei corsi d'acqua per tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica bidimensionale dei corpi idrici che interferiscono con l'impianto eolico, svolta in condizioni di moto non stazionario e per tempo di ritorno di 200 anni (Tr associato alla compatibilità idraulica secondo le N.T.A. del P.A.I.), mediante il software HEC-RAS 5.0.7.

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 e pubblicato il 30.12.2005. Esso è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso, e rappresenta la disciplina che più particolarmente si occupa delle tematiche proprie della difesa del suolo.

Il P.A.I. costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dell'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 della Puglia.

Le finalità del P.A.I. (art. 1) sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- la definizione degli interventi per la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo della evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10. In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);
- Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);
- Aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art. 8);
- Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) (art. 9);
- Fasce di pertinenza fluviale (art. 10).

Relativamente alle zone a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), individuate in rapporto a eventi alluvionali, queste risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegata al PAI, mentre, per i restanti reticoli idrografici per i quali non sono state definite le aree a pericolosità idraulica, ai sensi delle NTA del PAI si applicano i contenuti dell'art. 6 per "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e dell'art. 10 per le "Fasce di pertinenza fluviale", la loro delimitazione e tutela segue i seguenti criteri:

- (art. 6 comma 8) quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;
- (art. 10 comma 3) quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata dall'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Laddove esistono perimetrazioni delle aree AP, MP e BP così definite:

- area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni;

trovano applicazione le norme contenute negli art. 7, 8 e 9.

Gli obiettivi del PAI sono definiti dall'art. 17 e consistono nel perseguire il raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica e della qualità ambientale come definite dall'art. 36.

L'art. 36 definisce per sicurezza idraulica la "condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e legata alla non inondabilità per eventi con tempo di ritorno assegnati". *Agli effetti del PAI, infatti, si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.*

### **3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Il parco eolico, denominato "CE DELICETO" si estende nel territorio comunale di Ascoli Satriano, in provincia di Foggia, ed è costituito da 10 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0 – 170, ciascuno della potenza di 6.0 MW per una potenza complessiva di 60.0 MW.

Per quanto riguarda il collegamento alla RTN, le opere di connessione ricadono nei comuni di Ascoli Satriano, Candela e di Deliceto, dove sarà ubicata la sottostazione utente di trasformazione AT/MT, in prossimità della Stazione Terna Deliceto.

L'area interessata dal parco eolico di progetto si sviluppa in località "Santa Croce" nell'area a sud-est dell'abitato di Ascoli Satriano e a nord-est dal centro abitato di Candela, rispettivamente a circa 1.5 e 6.5 km.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie di circa 270 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

Nella seguente immagine, si riporta uno stralcio aerofotogrammetrico dell'area del parco eolico oggetto del presente studio.

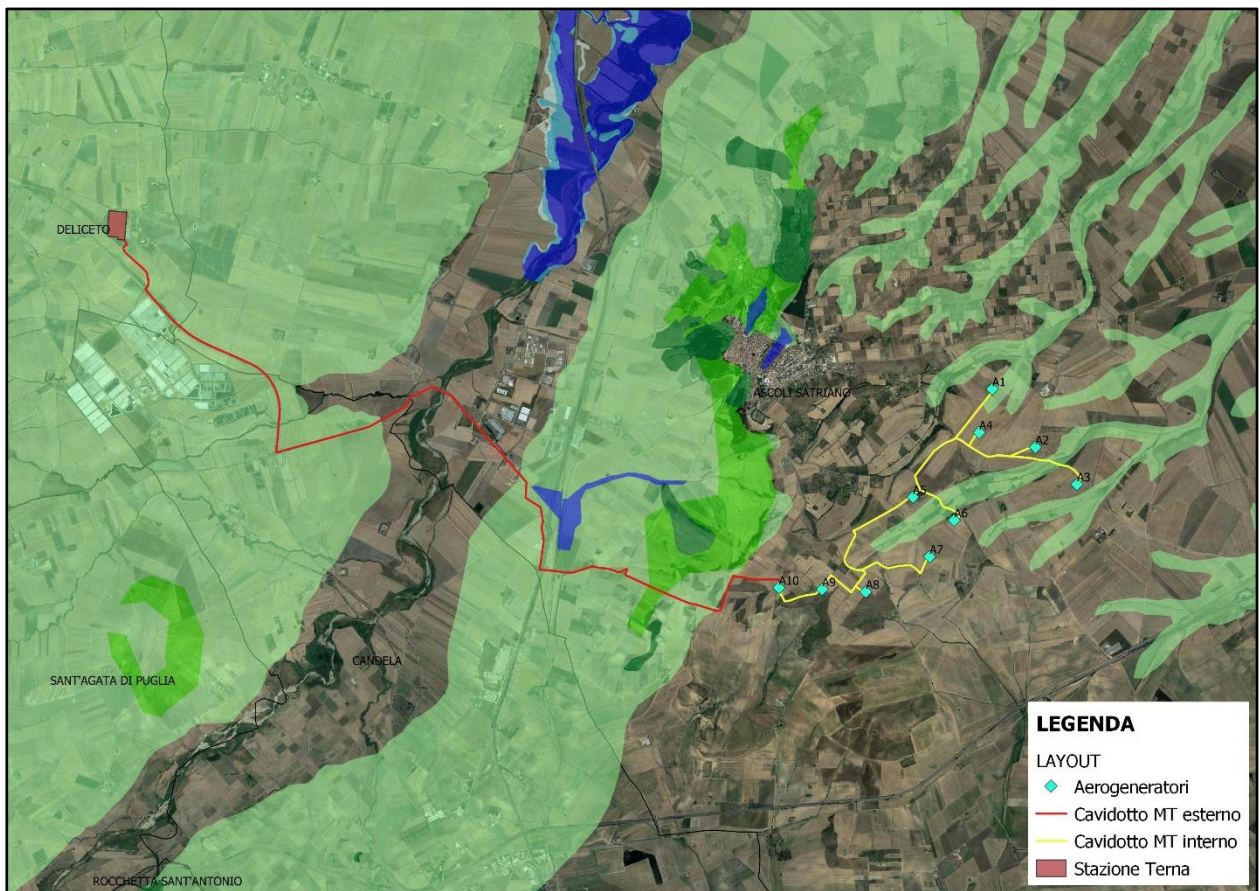


**Figura 1 - Inquadramento dell'opera su ortofoto (scala 1:80.000)**

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (WGS84 – UTM zone 33N) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni del Comune di Ascoli Satriano.

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio n.	part. n.
A1	41° 12' 4.2536"	15° 35' 47.4500"	4561262	550015	Ascoli Satriano	66	300
A2	41° 11' 41.7316"	15° 36' 9.3554"	4560571	550530	Ascoli Satriano	66	39
A3	41° 11' 27.2874"	15° 36' 30.4299"	4560129	551024	Ascoli Satriano	75	160
A4	41° 11' 40.0530"	15° 35' 17.6934"	4560511	549327	Ascoli Satriano	66	80
A5	41° 11' 22.8254"	15° 35' 6.5495"	4559978	549071	Ascoli Satriano	74	122
A6	41° 11' 13.7680"	15° 35' 27.5459"	4559702	549562	Ascoli Satriano	74	18
A7	41° 10' 59.7588"	15° 35' 14.8861"	4559268	549270	Ascoli Satriano	74	77
A8	41° 10' 46.3692"	15° 34' 42.1888"	4558850	548511	Ascoli Satriano	79	58
A9	41° 10' 47.4535"	15° 34' 19.8789"	4558880	547991	Ascoli Satriano	79	46
A10	41° 10' 48.1787"	15° 33' 57.8232"	4558899	547477	Ascoli Satriano	79	43

Secondo le perimetrazioni del P.A.I. della Regione Puglia, aggiornate in data 19-11-2019 su cartografia ufficiale consultabile tramite il WebGis dell'AdB Puglia, gli aerogeneratori di progetto risultano tutti esterni alle aree a pericolosità idraulica AP, MP e BP, come definite agli artt. 7, 8 e 9, e alle aree a pericolosità geomorfologica PG1, PG2 e PG3, come definite agli artt. 13, 14 e 15 delle NTA del PAI. Solo il cavidotto interessa aree PG1 e in un breve tratto anche un'area PG2, per le quali per maggior dettagli si rimanda alle seguenti relazioni "DC21022D-V17 Relazione Geologica", "DC21022D-V19 Relazione Sismica e Geotecnica" e "DC21022D-V20 Relazione Analisi Stabilità Pendii Naturali".

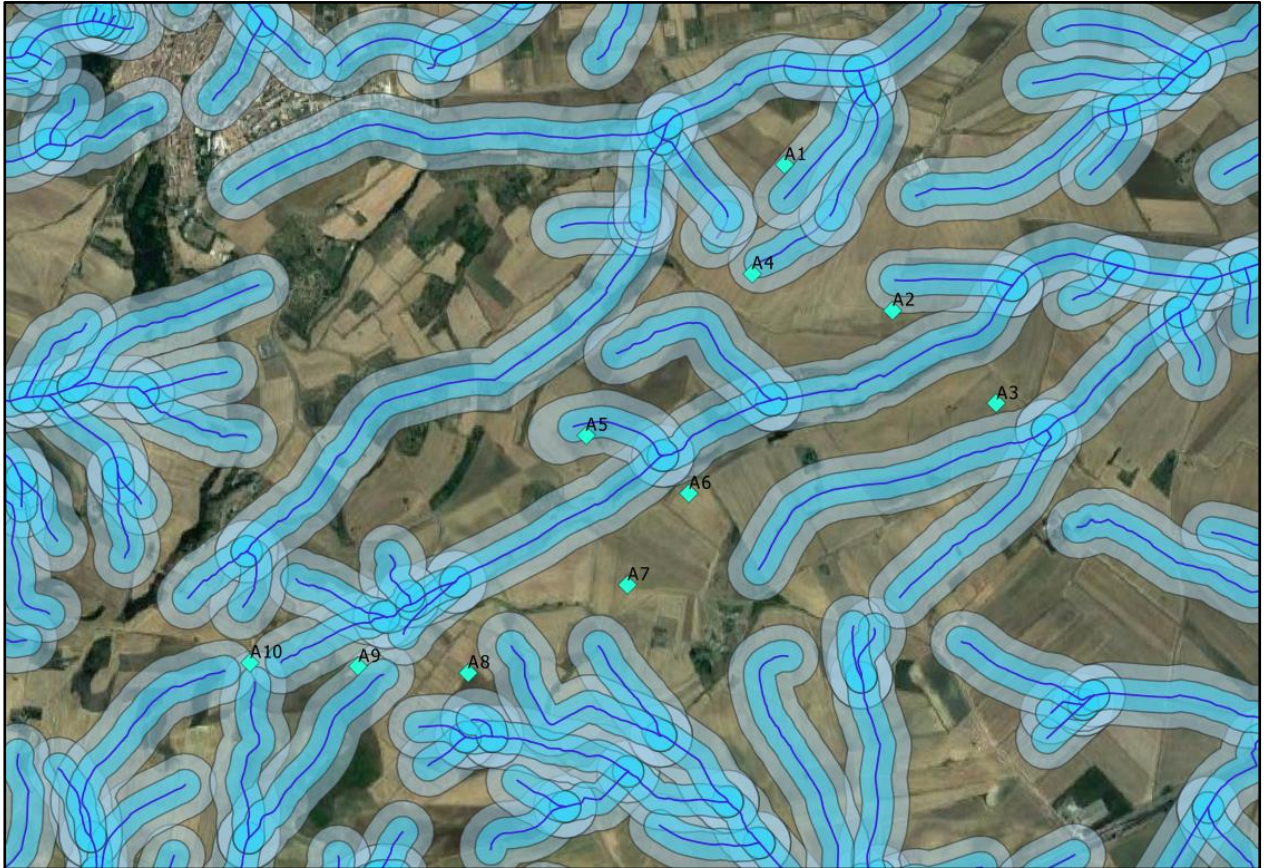


**Figura 2 – Stralcio perimetrazioni PAI dell'AdB Puglia (scala 1:50.000)**

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, risultano delle interferenze dell'impianto con dei corsi d'acqua.

In merito all'impatto sulla risorsa idrica superficiale, alcune delle torri costituenti il parco eolico di progetto ricadono a distanza maggiore di 150 m dall'asse del reticolo, mentre gli aerogeneratori A4 e A5 che rientrano nell'area golenale, area di rispetto di 75 m a destra e sinistra idraulica dall'asse del reticolo, come definita all'art. 6 delle NTA del PAI, mentre gli aerogeneratori A1, A2, A9 e A10 rientrano nella fascia di pertinenza fluviale di 150 m a destra e sinistra idraulica dell'asse del reticolo, come definita all'art. 10 delle NTA del PAI.

Nel rispetto di quanto prescritto all'art. 10 comma 2 delle N.T.A. del P.A.I., sono state redatte le seguenti relazioni di compatibilità idrologica ed idraulica, al fine di analizzare il regime idraulico per tempi di ritorno di 200 anni e, quindi, di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36 delle N.T.A.



**Figura 3 – Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia con buffer di rispetto secondo l'art. 6 e 10 del P.A.I. (scala 1:30.000)**



#### 4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico, svolto con la metodologia propria del VaPi Puglia, ha permesso di stimare le portate al colmo di piena all'interno dei bacini idrografici di studio per tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Nello specifico, l'Autorità di Bacino della Puglia ha assunto come riferimento per la *condizione di sicurezza idraulica* lo scenario con *tempo di ritorno di 200 anni,  $T_r$  associato alla compatibilità idraulica* secondo le N.T.A. del PAI. Le portate di piena bicentennali, quindi, sono state utilizzate come input nella modellazione idraulica, al fine di perimetrare l'impronta allagabile a 200 anni (output). Di seguito, si riportano i risultati dell'analisi idrologica.

Bacino	Q (Tr=30) (mc/s)	Q (Tr=200) (mc/s)	Q (Tr=500) (mc/s)
Basin 1	0.04	0.22	0.35
Basin 2	0.16	0.64	0.95
Basin 3	0.11	0.48	0.73
Basin 4	0.06	0.28	0.44
Basin 5	1.54	4.18	5.75
Basin 6	1.50	4.21	5.84
Basin 7	1.10	3.21	4.49
Basin 8	0.06	0.32	0.49
Basin 9	0.37	1.37	2.01
Basin 10	0.06	0.33	0.51
Basin 11	0.29	1.12	1.66
Basin 12	0.65	1.90	2.66
Basin 13	0.51	1.62	2.31
Basin 14	2.84	6.01	7.75
Basin 15	16.85	33.42	42.31
Basin 16	12.10	24.66	31.48
Basin 17	26.47	51.60	65.01
Basin 18	0.83	2.26	3.11
Basin 19	0.55	1.65	2.32
Basin 20	8.61	19.72	26.01
Basin 21	8.12	18.31	24.04
Basin 22	62.22	119.42	149.74



## 5. STUDIO IDRAULICO

La seguente analisi idraulica consiste nella modellazione bidimensionale del comportamento idraulico dei corpi idrici che interferiscono con l'area di impianto, in condizioni di moto non stazionario e allo stato attuale, attraverso l'ausilio del software HEC-RAS 5.0.7. Lo scopo dell'analisi, eseguita con un periodo di ritorno di 200 anni, è quello di perimetrare le aree in cui è stato rilevato il rischio di alluvione.

Il codice di calcolo HEC-RAS è un programma sviluppato presso l'Hydrological Engineering Center (HEC) dall'United States Army Corps of Engineering (USACE), utilizzato per l'implementazione di modelli numerico-idraulici di canali naturali ed artificiali e per ricostruire con un accettabile grado di approssimazione, la geometria, la dinamica fluviale e la risposta di un corso d'acqua agli interventi in alveo.

La modellazione bidimensionale in regime di moto vario ha consentito la simulazione del deflusso nelle due direzioni piane, partendo da una rappresentazione 2D della morfologia dell'alveo e delle aree golenali limitrofe, definita con un modello digitale del terreno.

Le leggi fisiche che regolano il moto vario di una corrente a pelo libero sono l'equazione di conservazione della massa e l'equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) - q_l V_l = 0$$

le cui variabili introdotte hanno il seguente significato:

- Q = portata defluente in alveo
- $q_l$  = portata immessa lateralmente per unità di lunghezza
- A = sezione idrica della corrente
- g = accelerazione di gravità
- V = velocità media di deflusso della corrente
- $V_l$  = velocità media di deflusso della portata immessa lateralmente;
- $S_f$  = slope friction
- z = quota di pelo libero, che è legata al tirante idrico e alla quota di fondo alveo.

La risoluzione del sistema di equazioni suddetto è affidata al metodo delle differenze finite, il quale permette di riscrivere le equazioni in termini di differenze finite, evitando di dover risolvere delle derivate parziali: si passa così da un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali ad un sistema di equazioni algebriche.

In particolare, la modellazione 2D in HEC-RAS utilizza uno schema di tipo implicito ai volumi finiti, noto come "box scheme". L'algoritmo di soluzione di tipo implicito consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti; l'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti. Per testare la stabilità del modello si è utilizzato il criterio di Courant – Friedrichs – Lewy, abbreviato con CFL, secondo il quale un modello è stabile se è soddisfatta la seguente condizione:

- caso unidimensionale

$$C = \frac{u \cdot \Delta t}{\Delta x} < C_{max}$$

- caso bidimensionale

$$C = \frac{u_x \cdot \Delta t}{\Delta x} + \frac{u_y \cdot \Delta t}{\Delta y} < C_{max}$$

dove  $u$  rappresenta la velocità di flusso,  $\Delta t$  è l'intervallo temporale e  $\Delta x$  è l'intervallo spaziale e il numero adimensionale  $C$  è chiamato numero di Courant.

La costante  $C_{max}$  dipende dalla tipologia di equazione che deve essere risolta e dal tipo di schema numerico utilizzato per la soluzione (esplicito o implicito). Se si utilizza uno schema esplicito allora  $C_{max}$  è pari a 1; se invece lo schema è di tipo implicito sono tollerati valori di  $C_{max}$  più elevati.

### 5.1 Analisi idraulica con $Tr = 200$ anni

Definito e generato il modello digitale del terreno (*Terrain*), si è passato alla creazione del grigliato di calcolo (*2D Flow Area*) che costituisce il corpo vero e proprio dell'area 2D rappresentativa della piana alluvionale, per lo sviluppo della modellazione bidimensionale.

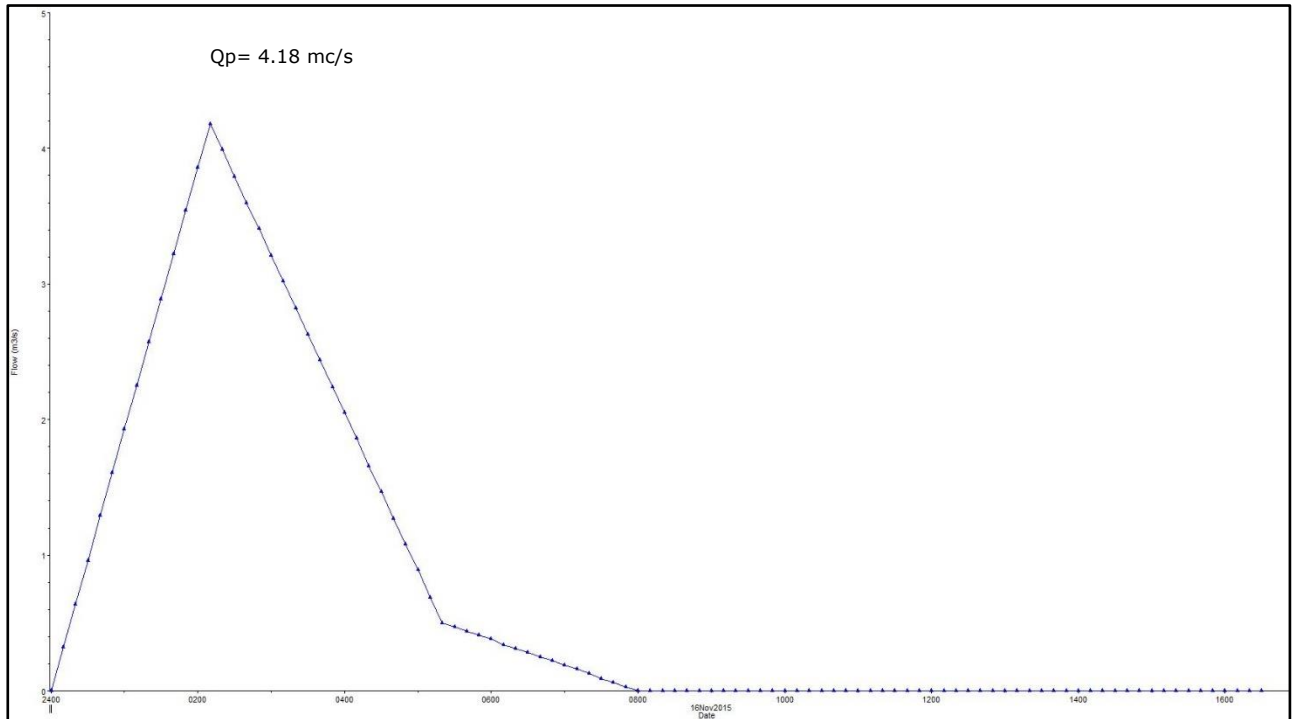
Per una simulazione accurata, è possibile associare alle aree 2D dei valori di scabrezza variabili che simulino l'eterogeneità reale delle aree inondabili.

Questa variabilità spaziale è stata ottenuta dalla sovrapposizione dell'area 2D di calcolo con la Carta d'Uso del Suolo e dall'attribuzione del coefficiente di scabrezza di Manning relativo alle varie tipologie di uso del suolo. Nel caso specifico, si è attribuito un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.040 corrispondente alla classe UDS "Seminativi semplici in aree non irrigue".

Nelle simulazioni idrauliche effettuate in condizioni di moto vario per i vari bacini idrografici di studio, come condizione al contorno di valle si è associata la condizione di *Normal Depth*, mentre per la condizione di monte è stata utilizzata l'opzione del *Flow Hydrograph*, mediante l'inserimento dell'idrogramma di piena con intervalli temporali pari a 10 minuti, considerando un giorno di simulazione.

A titolo di esempio, si riportano gli idrogrammi di piena inseriti come condizione di monte nelle simulazioni idrauliche, relativi ai bacini idrografici di studio n. 5 e 6 dell'area di impianto, contribuenti dei reticoli potenzialmente più critici e caratterizzati da portate maggiori.

Il picco dell'idrogramma rappresenta la portata di piena di un evento meteorico con tempo di ritorno  $Tr = 200$  anni.



**Figura 4 - Idrogramma di piena in input – Bacino 5**

Unsteady Flow Data - Flow5

File Options Help

Description :

Boundary Conditions Initial Conditions

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

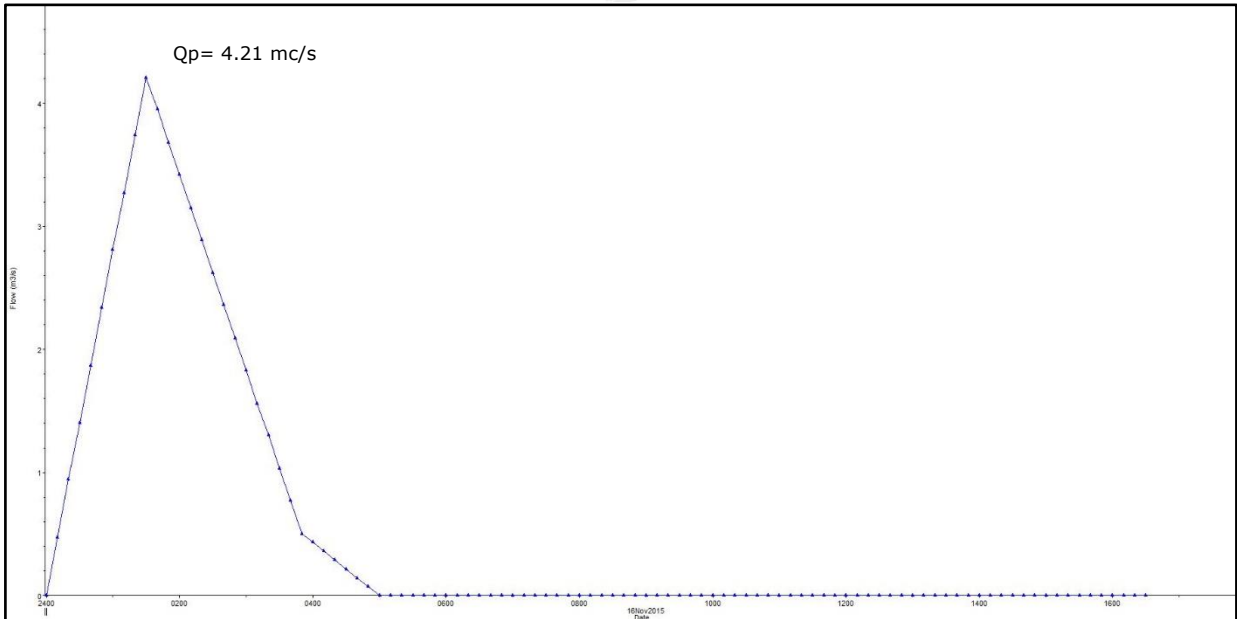
**Add Boundary Condition Location**

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add SA Connection ... Add Pump Station ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition
<b>Storage/2D Flow Areas</b>			<b>Boundary Condition</b>
1	Area 5	BCLine: UP	Flow Hydrograph
2	Area 5	BCLine: DOWN	Normal Depth

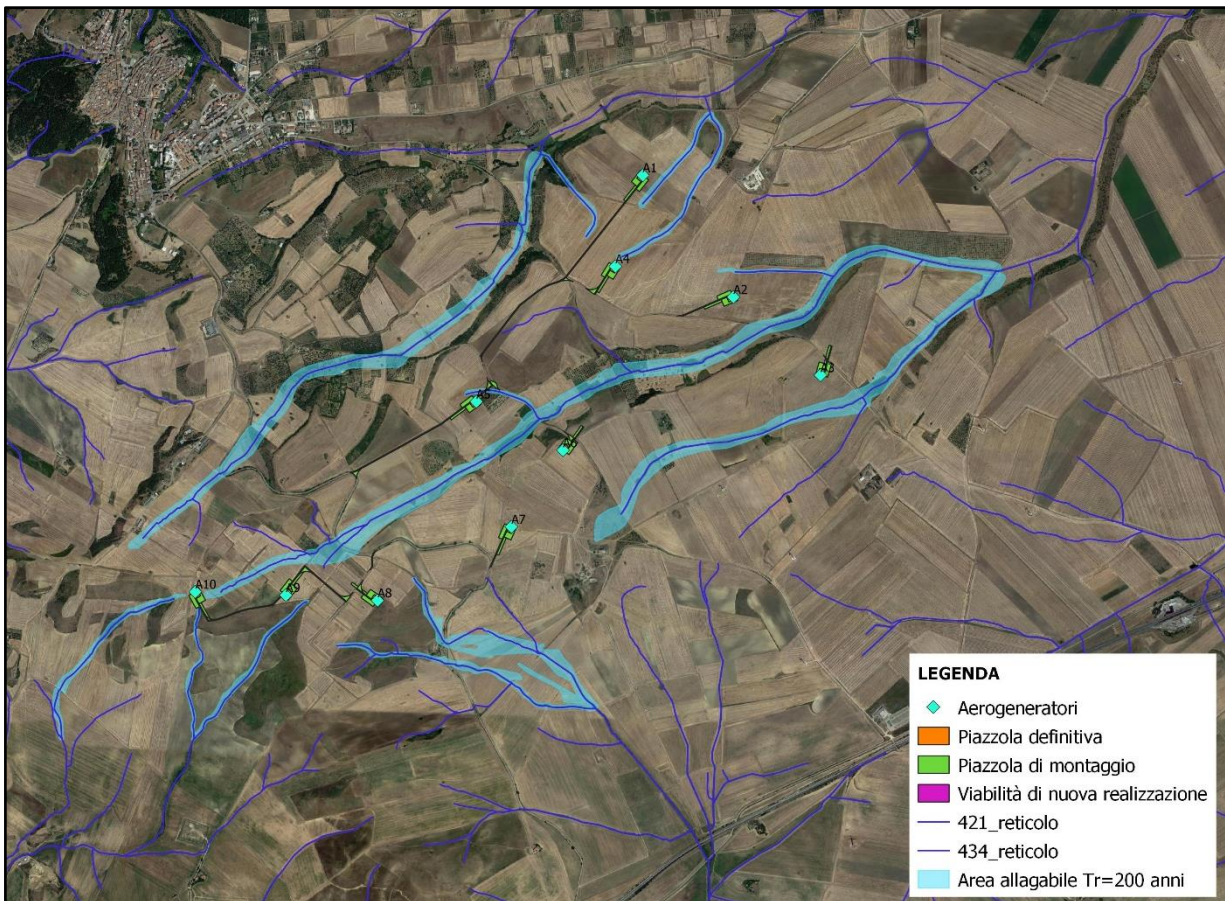
**Figura 5 - Boundary conditions per il Bacino 5**



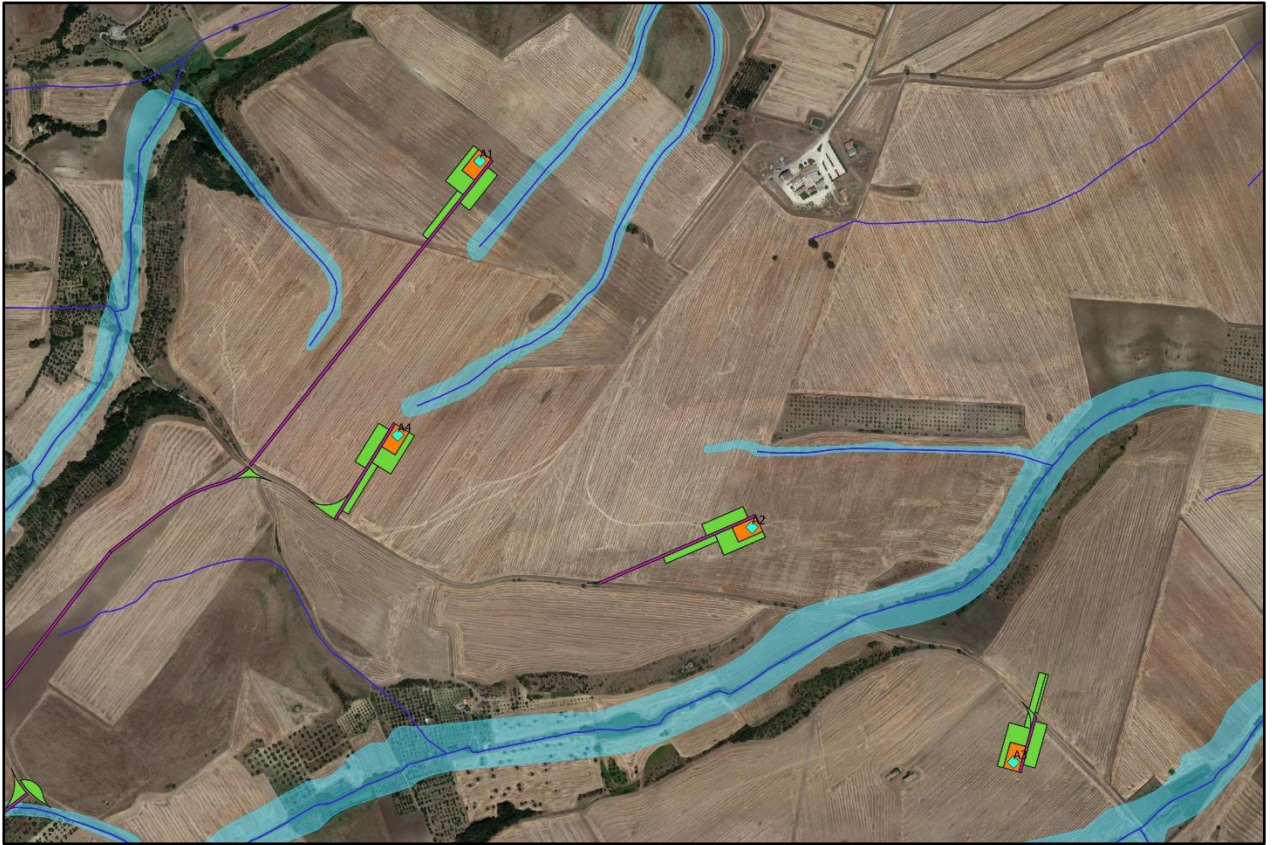
**Figura 6 - Idrogramma di piena in input – Bacino 6**

Di seguito, si riportano i risultati delle modellazioni idrauliche in termini di perimetrazione dell'area allagabile e mappa dei tiranti idrici e delle velocità con tempo di ritorno di 200 anni.

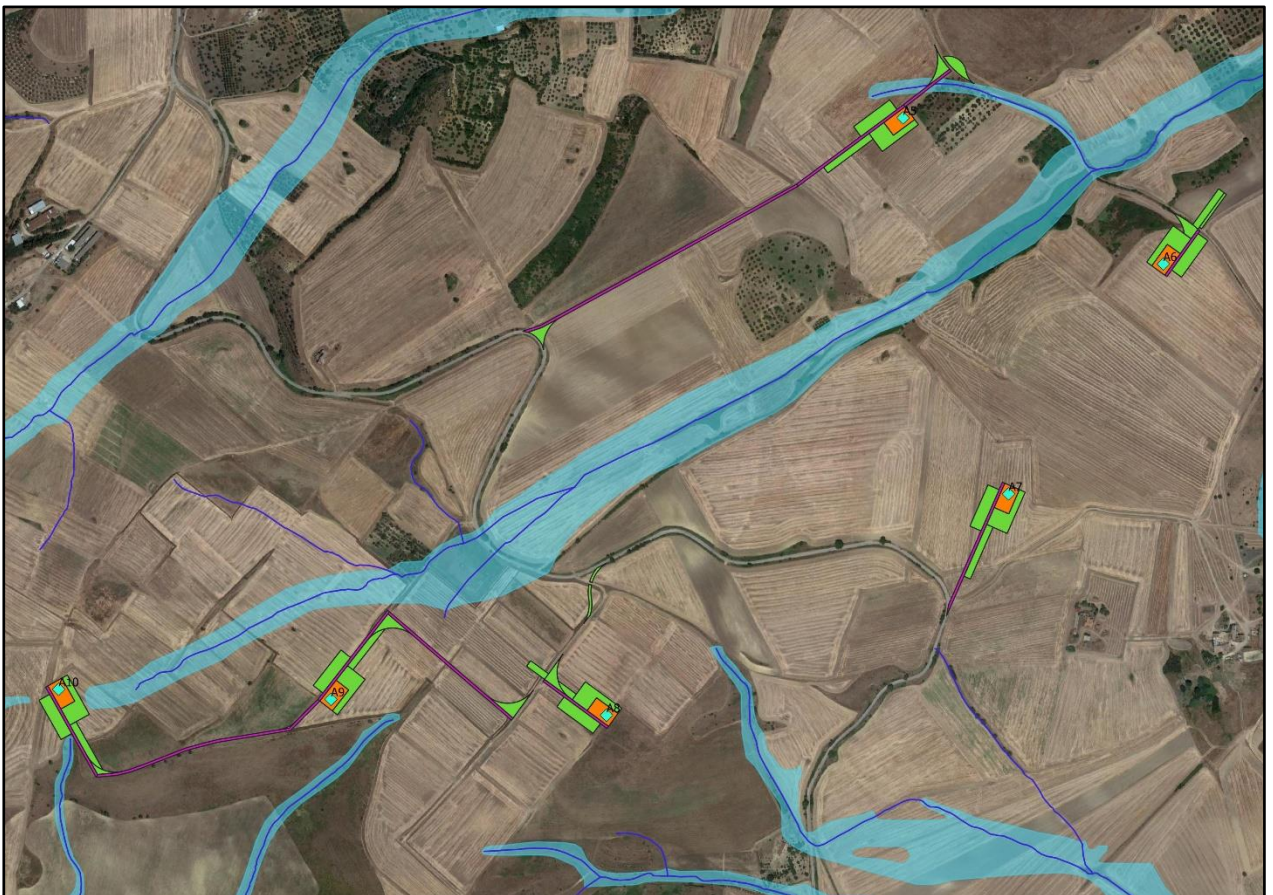
Come si può notare tutti gli aerogeneratori e le relative piazzole definitive e di montaggio sono esterni alle aree inondabili.



**Figura 7 - Stralcio mappa area allagabile con Tr=200 anni (scala 1:25.000)**



**Figura 8 - Stralcio di dettaglio su A1 – A2 – A3 – A4**



**Figura 9 - Stralcio di dettaglio su A5 – A6 – A7 – A8 – A9 – A10**

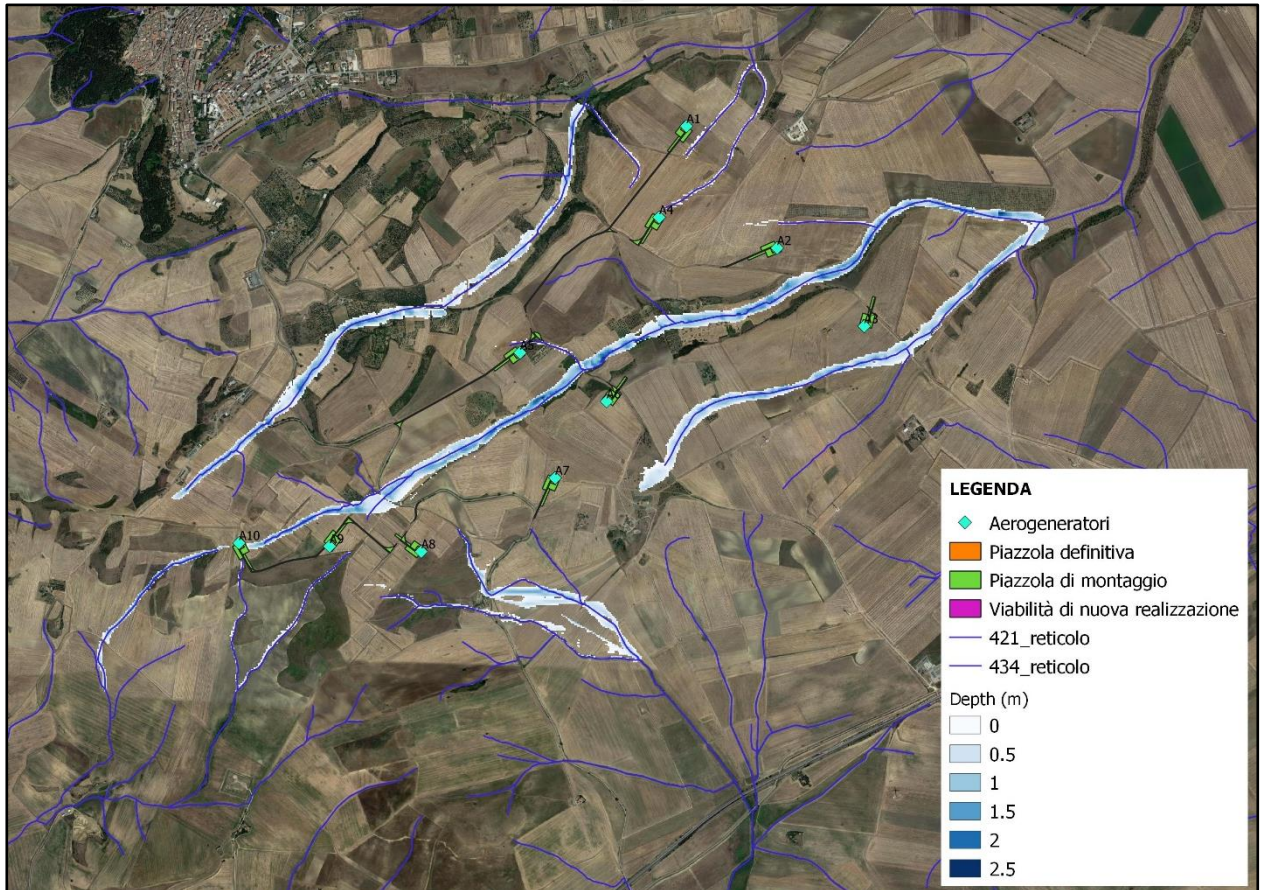


Figura 10 - Stralcio mappa dei tiranti idrici con  $Tr=200$  anni (scala 1:25.000)

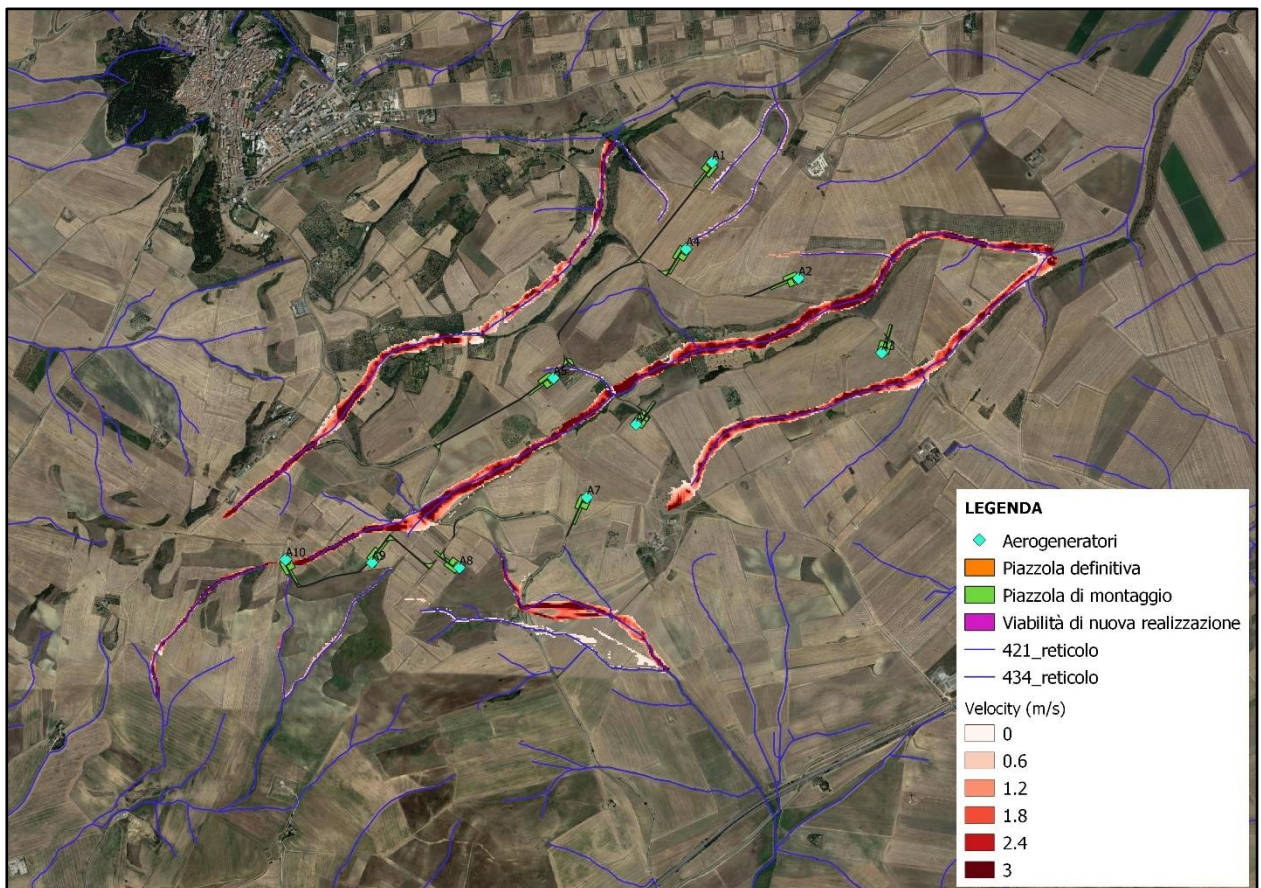
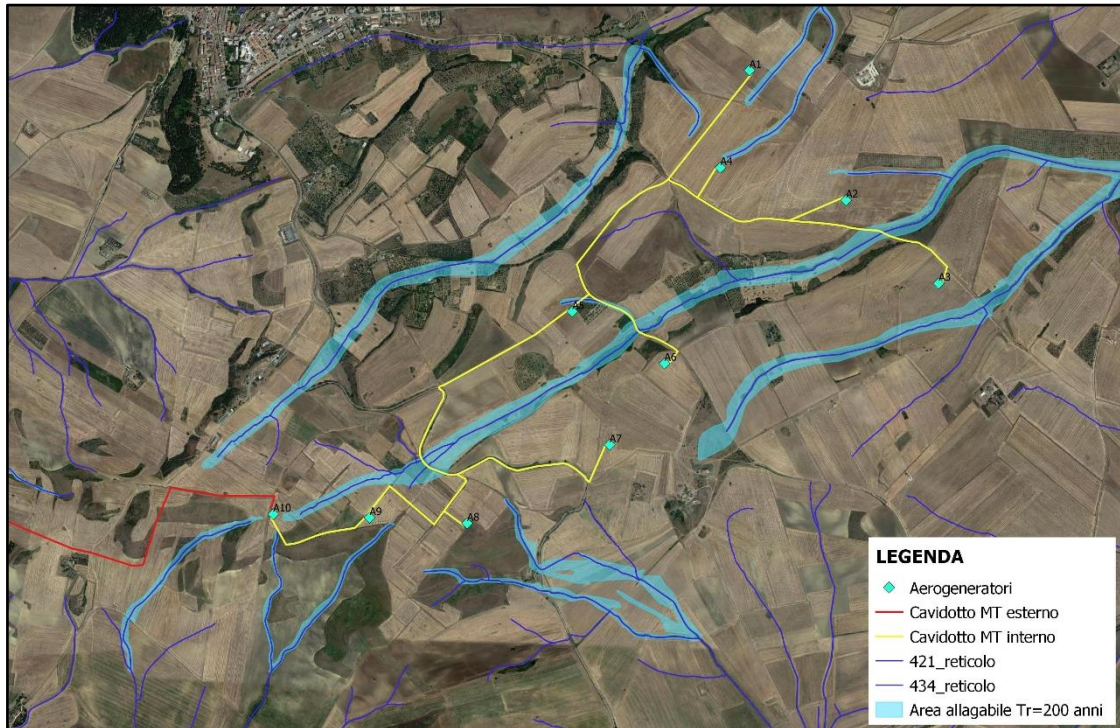


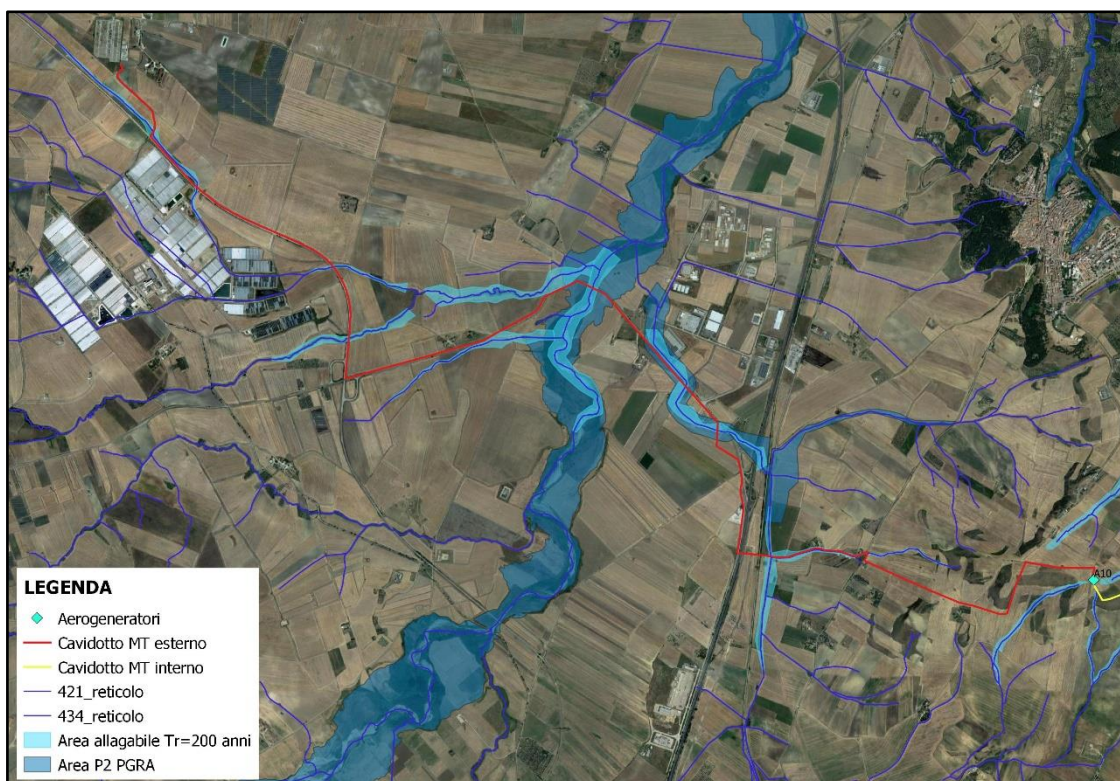
Figura 11 - Stralcio mappa delle velocità con  $Tr=200$  anni (scala 1:25.000)

## 6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione della tecnica di posa del cavidotto interrato MT di connessione, in corrispondenza dei diversi punti di interferenza con il reticolo idrografico, rilevati dall'analisi della cartografia e dai sopralluoghi in sito.



**Figura 12 - Intersezioni tra il cavidotto interno MT e il reticolo (scala 1:20.000)**



**Figura 13 - Intersezioni tra il cavidotto esterno MT e il reticolo (scala 1:30.000)**



Le intersezioni tra il cavidotto interrato MT e i reticoli idrografici possono essere, generalmente, risolte con diverse modalità costruttive:

- con scavi semplici a cielo aperto nei periodi asciutti per corsi d'acqua secondari di tipo episodico, definiti come corsi d'acqua temporanei con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni;
- in presenza di un'infrastruttura esistente, con posa in opera in spalla al ponte con canaline di protezione passacavi in modo da non modificare la morfologia dei reticoli idrografici;
- con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) per corsi d'acqua principali e, anche, per quelli classificati come "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150 m)" e "Reticolo idrografico di connessione della R.E.R. (100 m) dal PPTR. Si prevede la posa del cavo ad una profondità maggiore di 2.0 m rispetto al fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle Autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei.

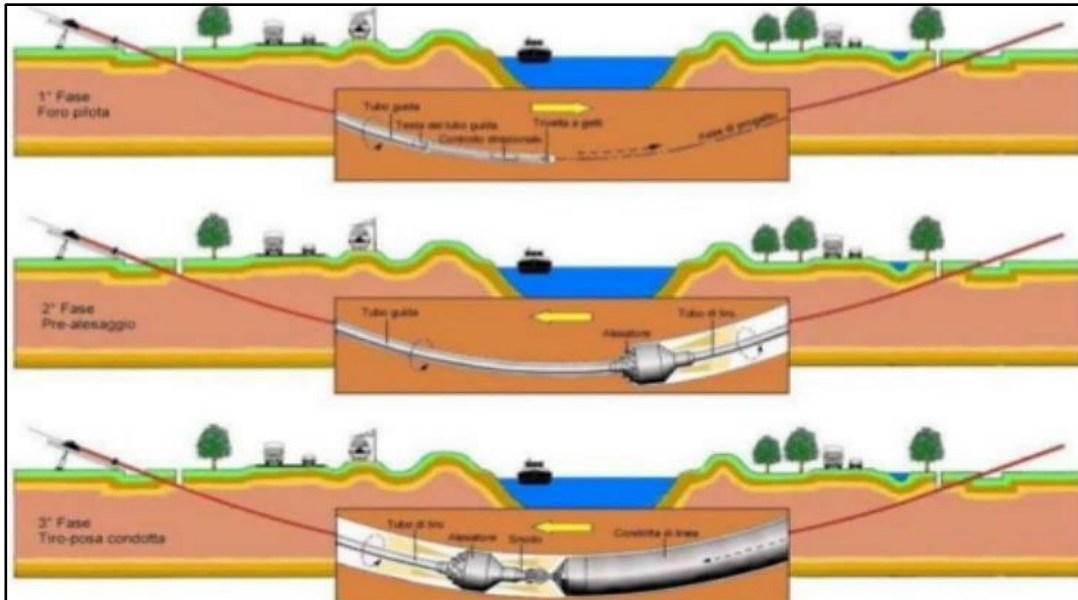
Nello specifico, la tecnica della T.O.C. consente di posare linee di servizio al di sotto di strade, fiumi e torrenti, con nullo o scarso impatto sulla superficie. In questo caso, la scelta della metodologia T.O.C, oltre che per motivi di minore interferenza sul regime idraulico e, quindi, di minore impatto ambientale, deriva anche dalla impossibilità di eseguire scavi a cielo aperto.

Tale tecnica consiste essenzialmente nella posa del cavidotto interrato mediante una trivellazione eseguita da una apposita macchina, la quale permette di controllare l'andamento plano-altimetrico del cavo per mezzo di un radio-controllo.

L'esecuzione della T.O.C. costa essenzialmente di 3 fasi successive di lavoro:

1. *Foro pilota*: si realizza un foro pilota infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste di perforazione teleguidate, in modo da creare un percorso sotterraneo da un punto di partenza ad uno di arrivo. La punta di perforazione viene spinta nel terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche da permettere la realizzazione di curve altimetriche;
2. *Alesatura o allargamento del foro pilota*: realizzato il foro pilota, questo viene allargato tirando, a ritroso, alesatori di dimensioni crescenti fino all'ottenimento del foro della dimensione voluta, montati al posto della punta di perforazione;
3. *Posa della tubazione*: vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto interrato. Il tubo guaina sarà posato ad una profondità di almeno 2,00 m dal fondo dell'elemento da attraversare e, a monte e a valle dell'attraversamento, ad una distanza maggiore di 5,00 m dal limite dello stesso, potranno essere realizzati due pozzetti d'ispezione, solo se necessario, la cui funzione sarà quella di raccordare il normale

cavidotto interrato con il tratto necessario all'attraversamento. All'interno del tubo guaina, che sarà a tenuta stagna, saranno inseriti i cavi di potenza. In prossimità degli attraversamenti potranno essere installate apposite paline segnaletiche indicanti la presenza dell'elettrodotto interrato. Gli eventuali pozzetti di testata dell'attraversamento saranno realizzati in cemento gettato in opera sigillati, completi di chiusini carrabili in ghisa.



**Figura 14 - Fasi di realizzazione della T.O.C.**

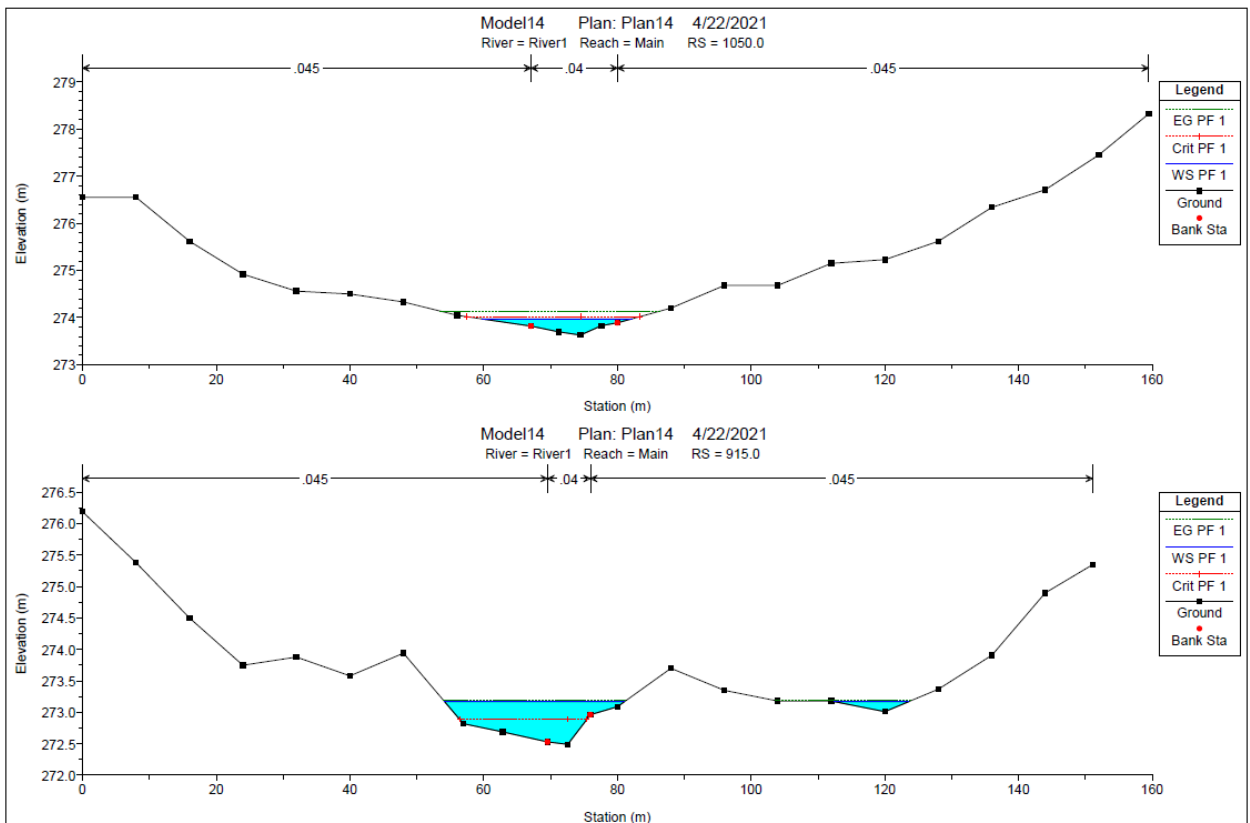
Nel caso in esame, tutte le interferenze del cavidotto interrato con il reticolo idrografico saranno superate mediante la tecnica della T.O.C., le quali avranno estensioni variabili dipendenti dalla larghezza delle aree inondabili determinate con un  $Tr = 200$  anni e profondità d'esecuzione in subalvea pari a 3.00 m, tenendo conto anche che i punti di ingresso e uscita delle perforazioni dovranno essere poste all'esterno delle aree allagabili e dell'area a pericolosità media "P2", classificata dal II ciclo del P.G.R.A., per il Torrente Carapelle.

Tuttavia, per maggior dettagli, si rimanda agli elaborati grafici "DW21022D-E09 Planimetria interferenze cavidotto MT esterno", "DW21022D-E11 Particolari tipologici risoluzione interferenze con cavidotto MT – Canali" e, in particolare, "DW21022D-E15 Dettagli TOC".

Di seguito, si analizzano le interferenze del cavidotto MT con i reticoli idrografici più critici, per i quali si riportano alcune sezioni trasversali desunte con una modellazione monodimensionale in regime stazionario per tempo di ritorno di 200 anni, mediante il software HEC-RAS 5.0.7.



Figura 15 - Sezioni trasversali del river 14



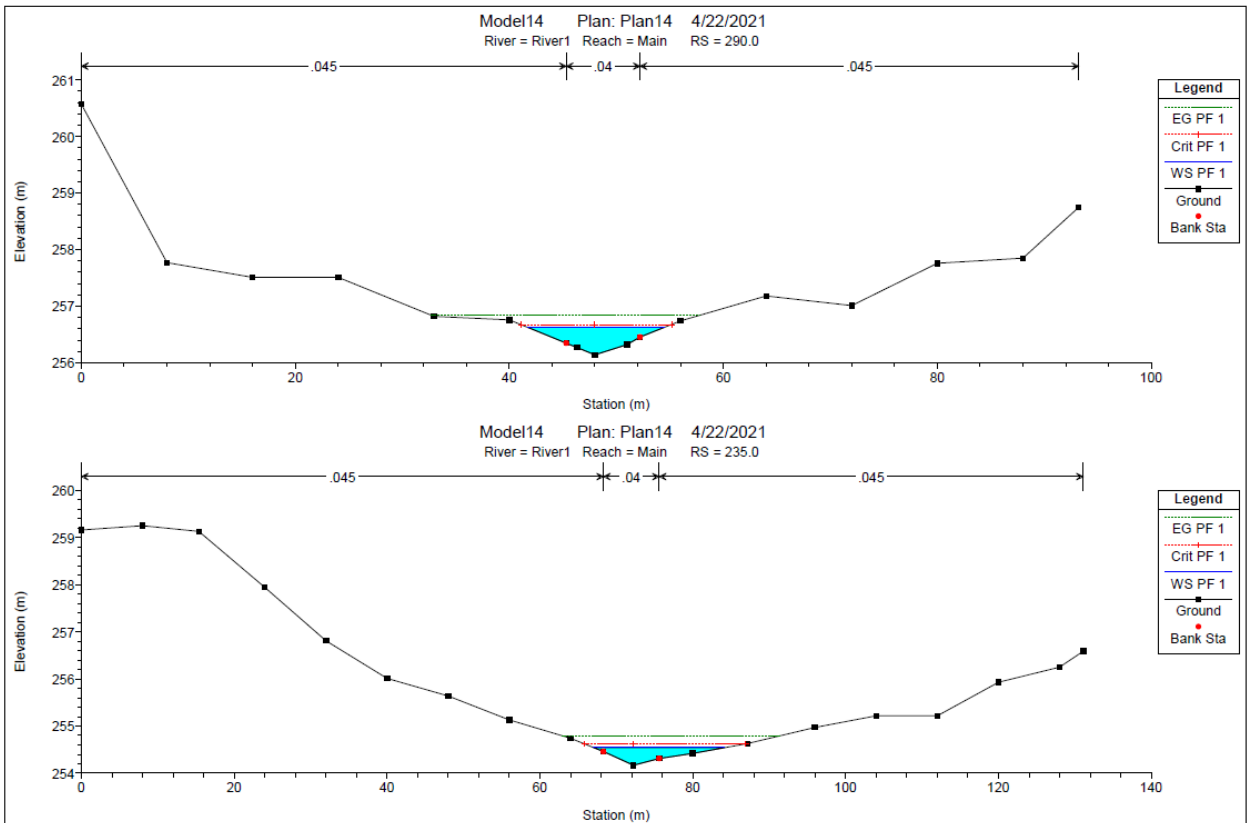
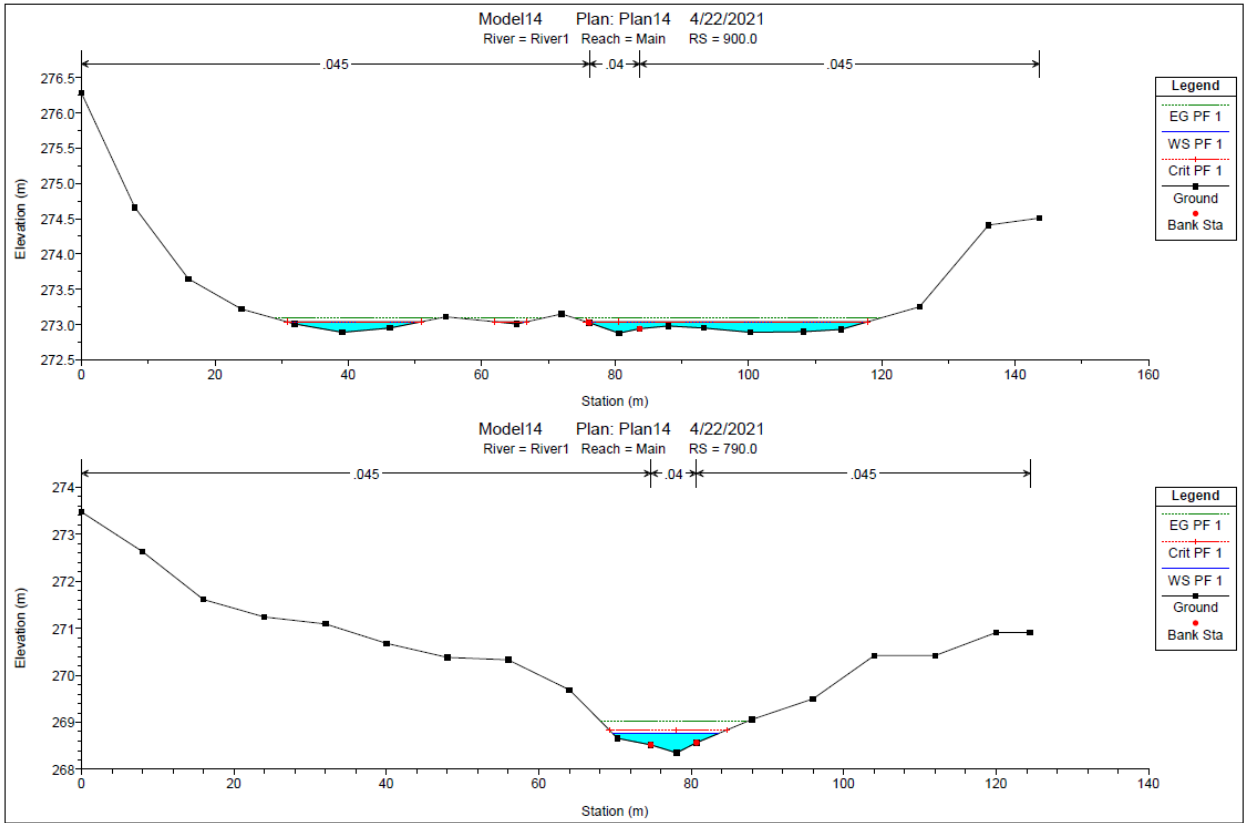
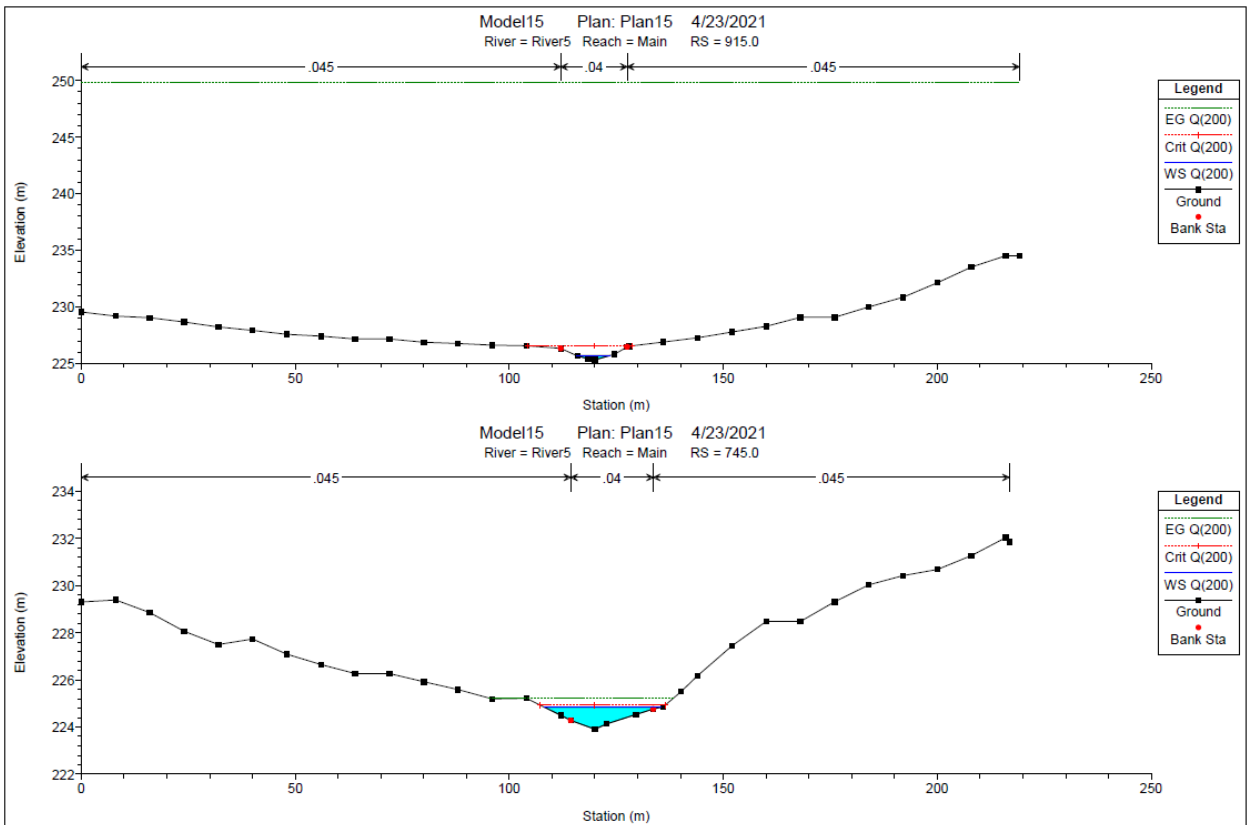




Figura 16 - Sezioni trasversali del river 15



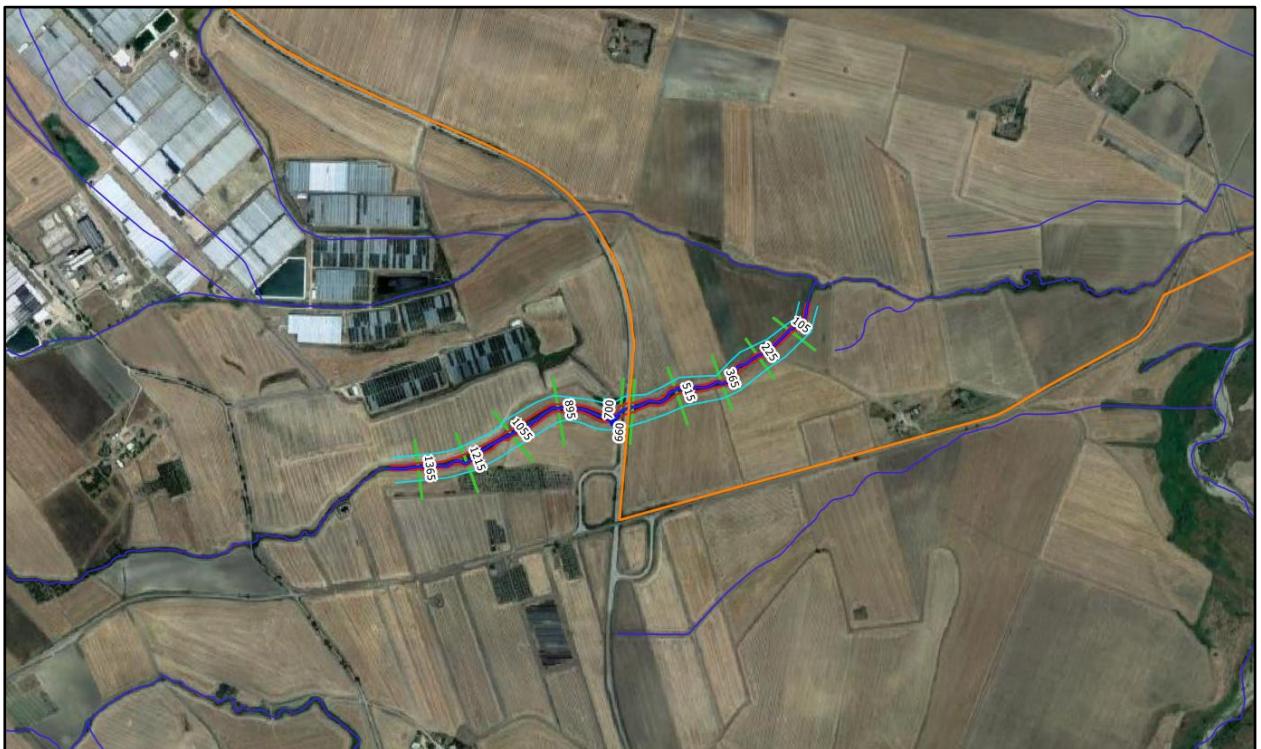
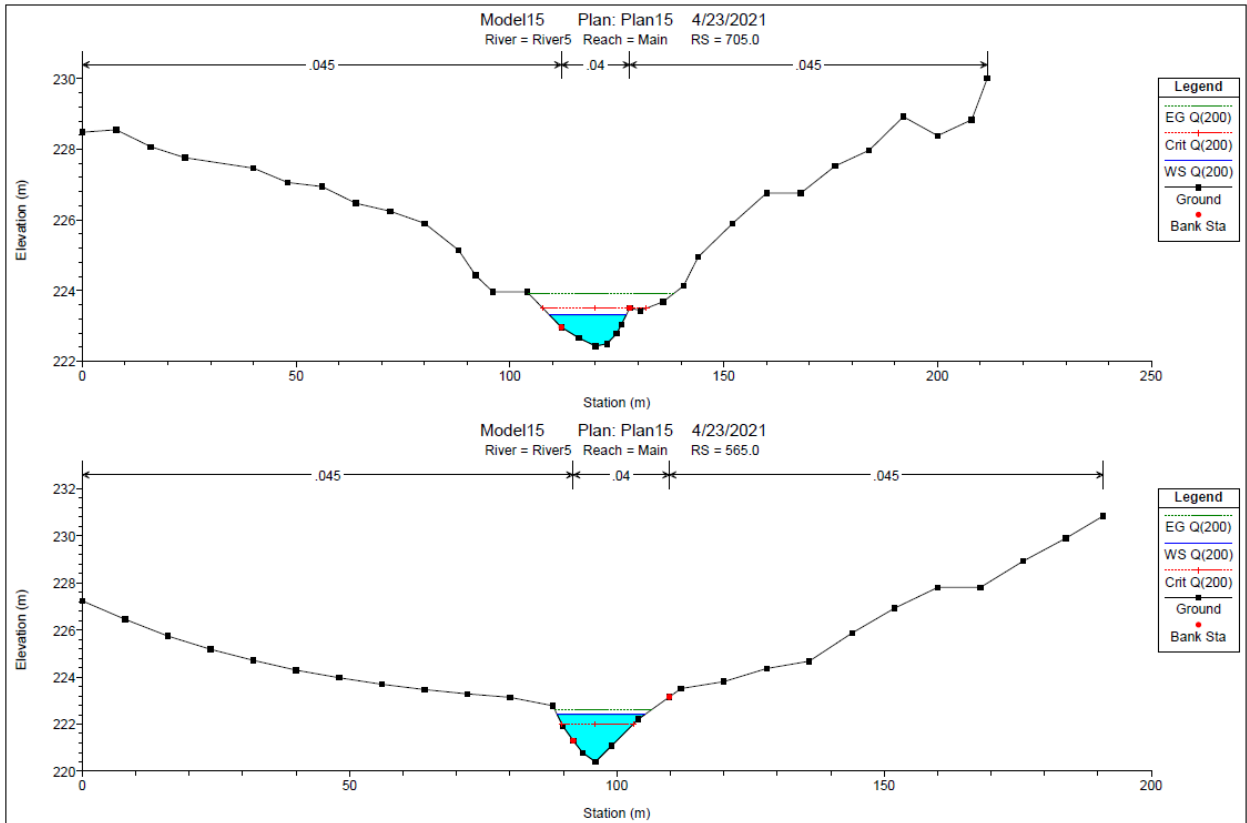


Figura 17 - Sezioni trasversali del river 16

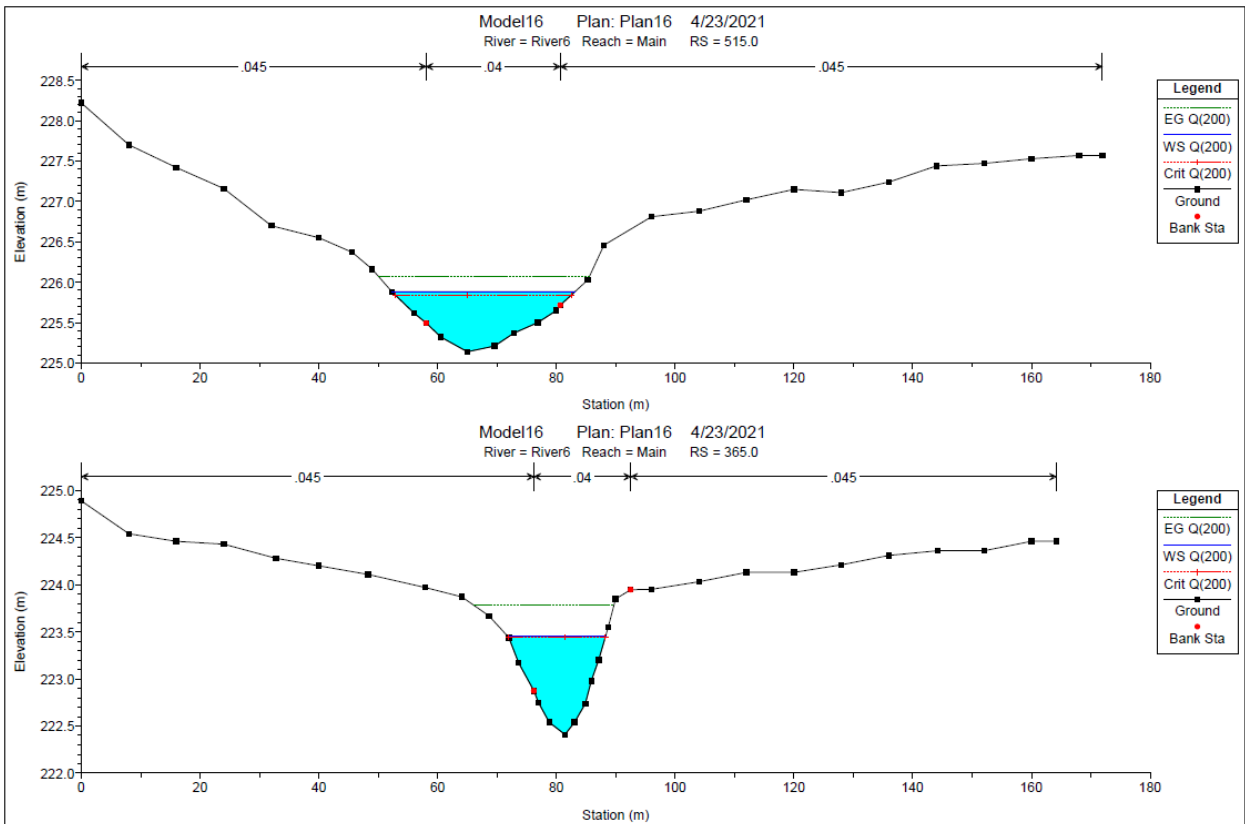
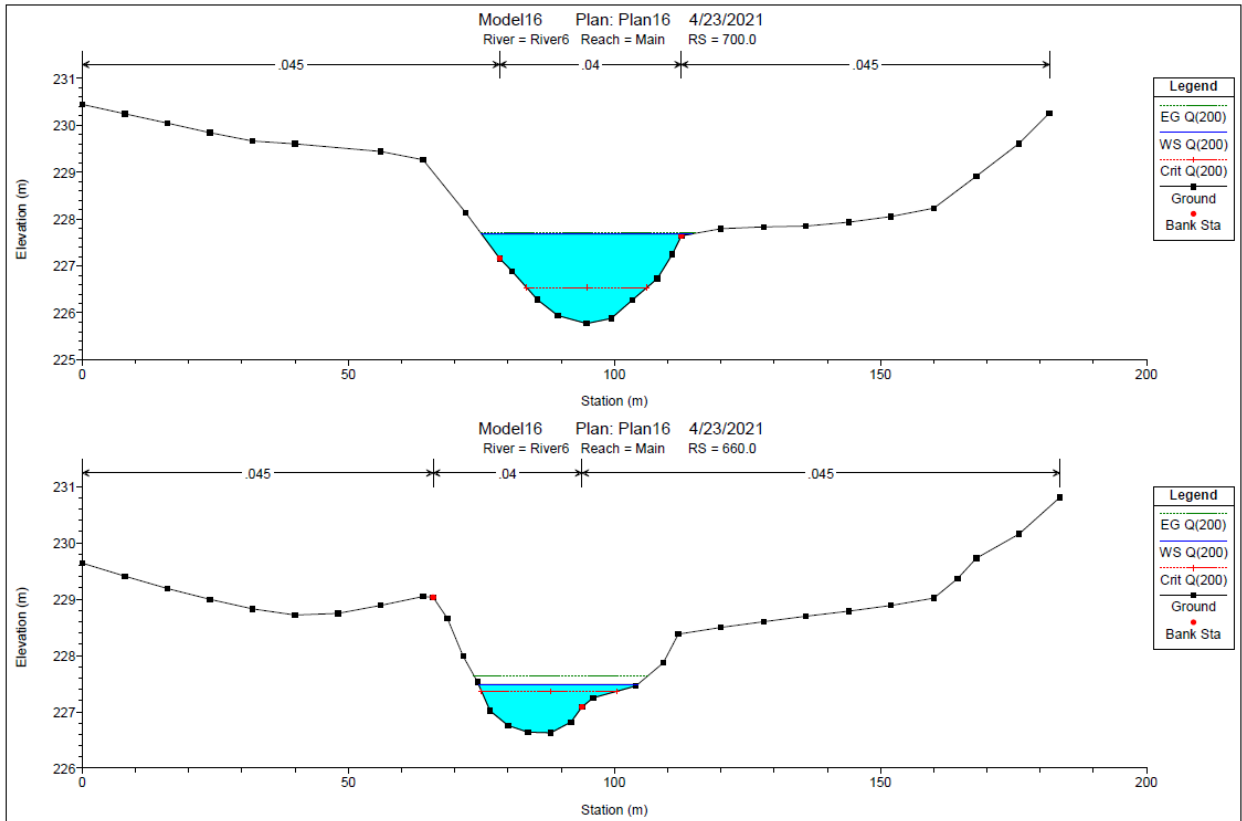
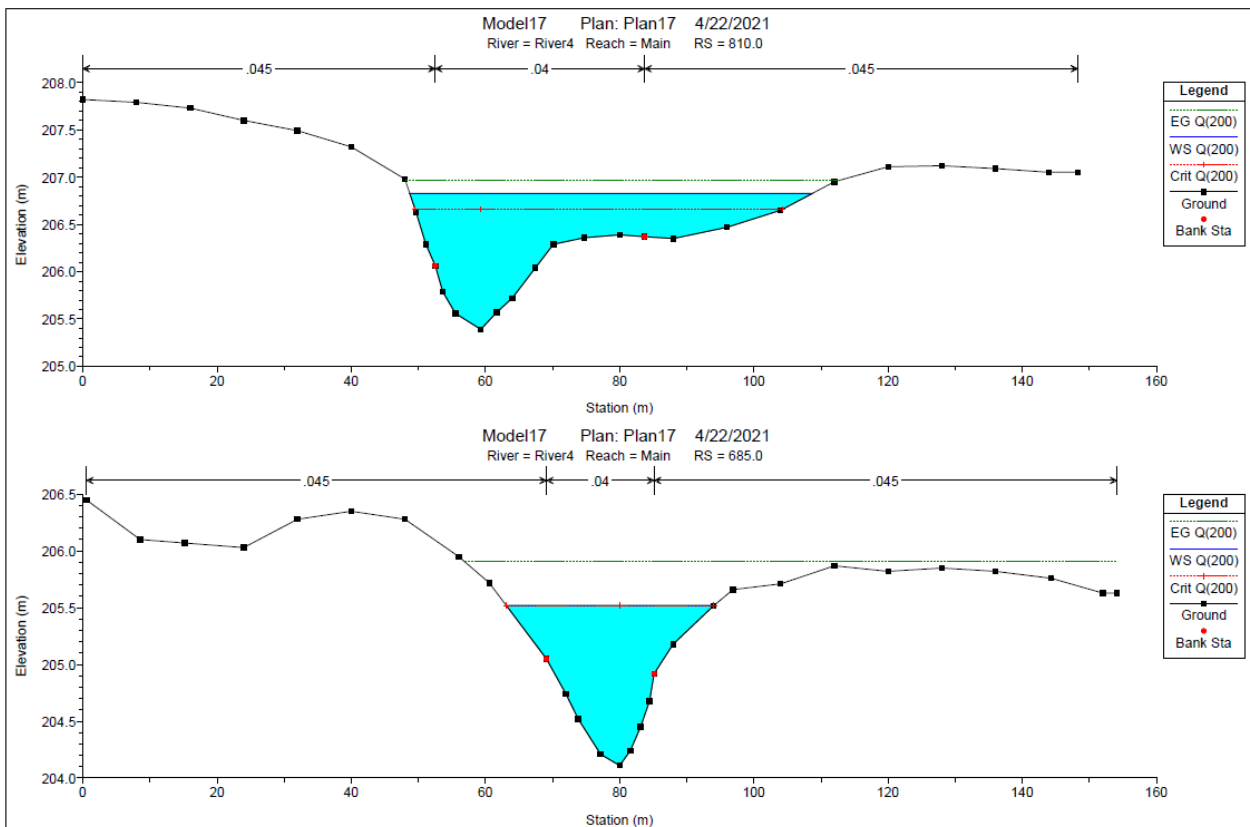




Figura 18 - Sezioni trasversali del river 17





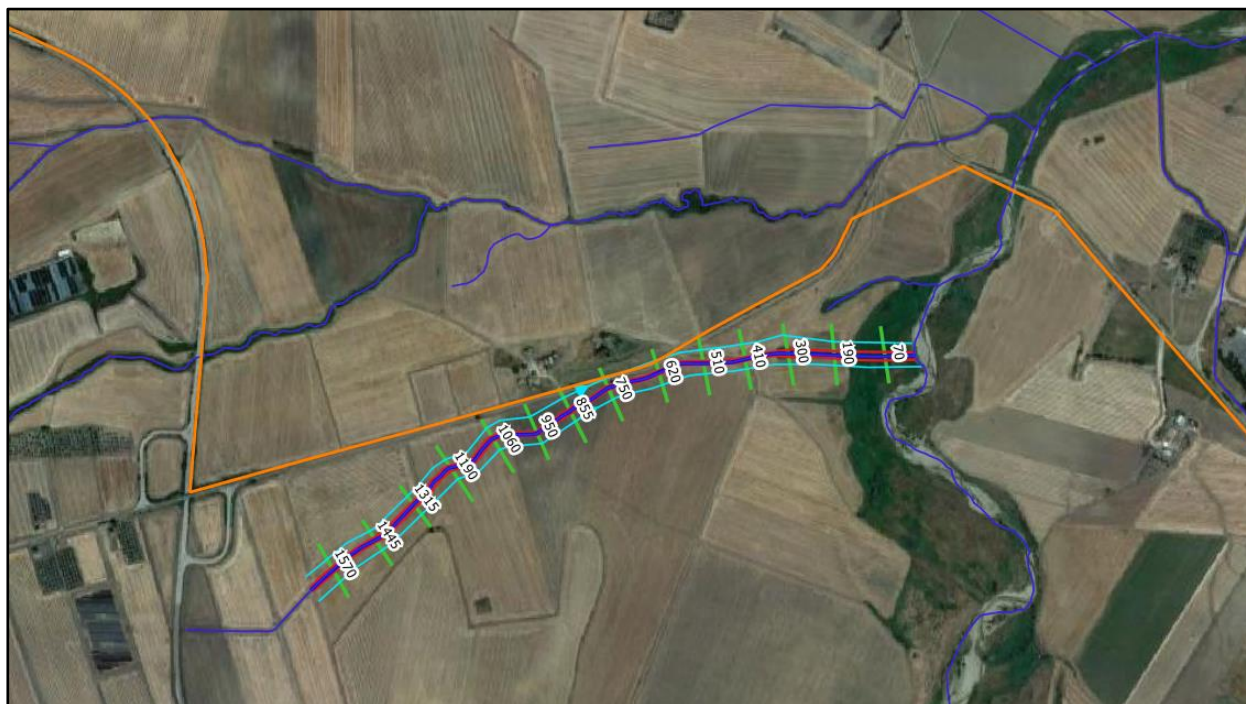
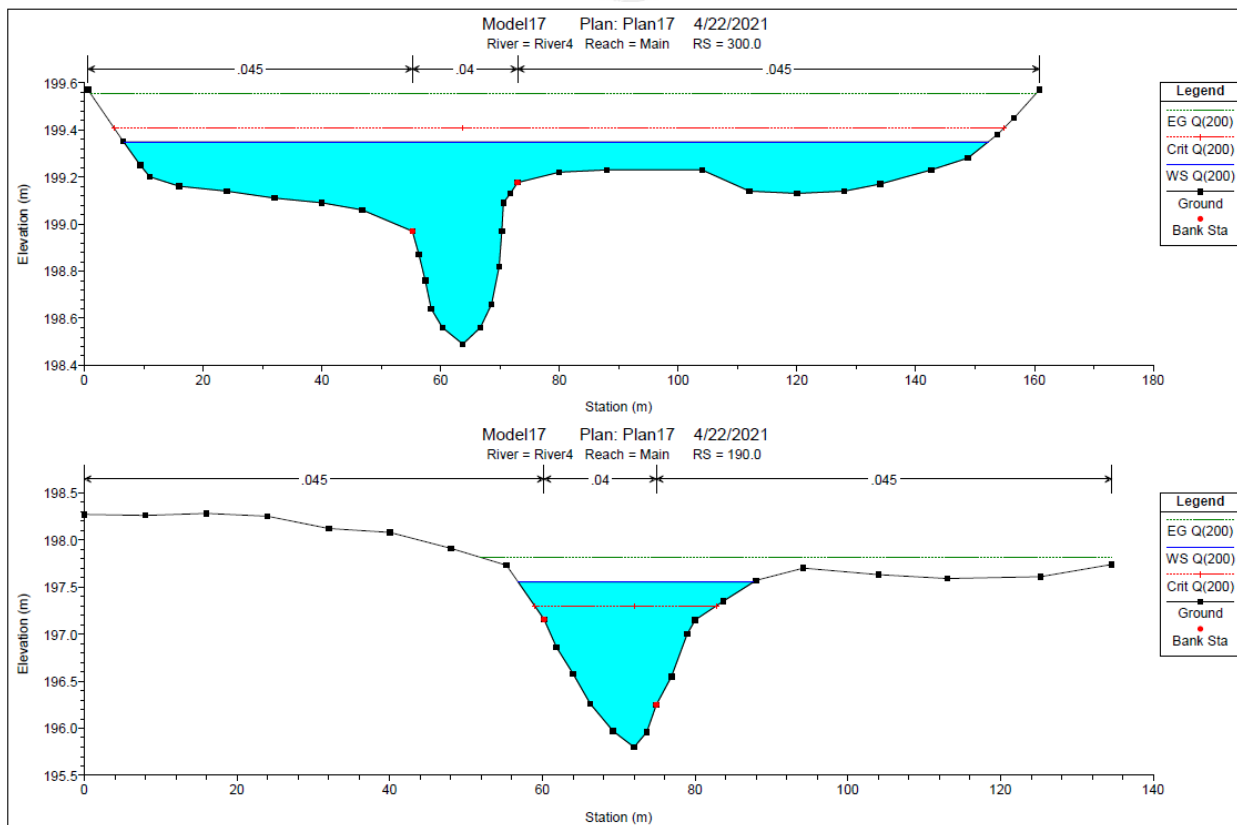


Figura 19 - Sezioni trasversali del river 18

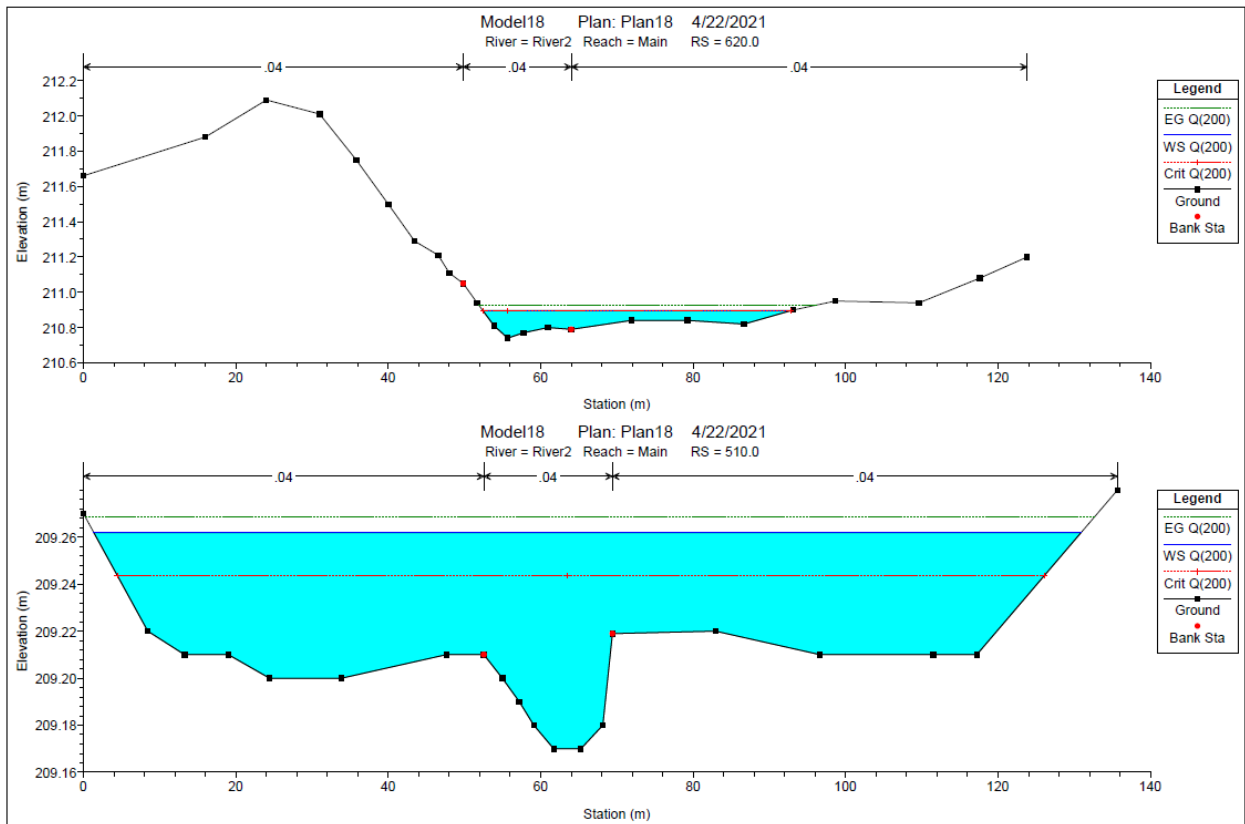
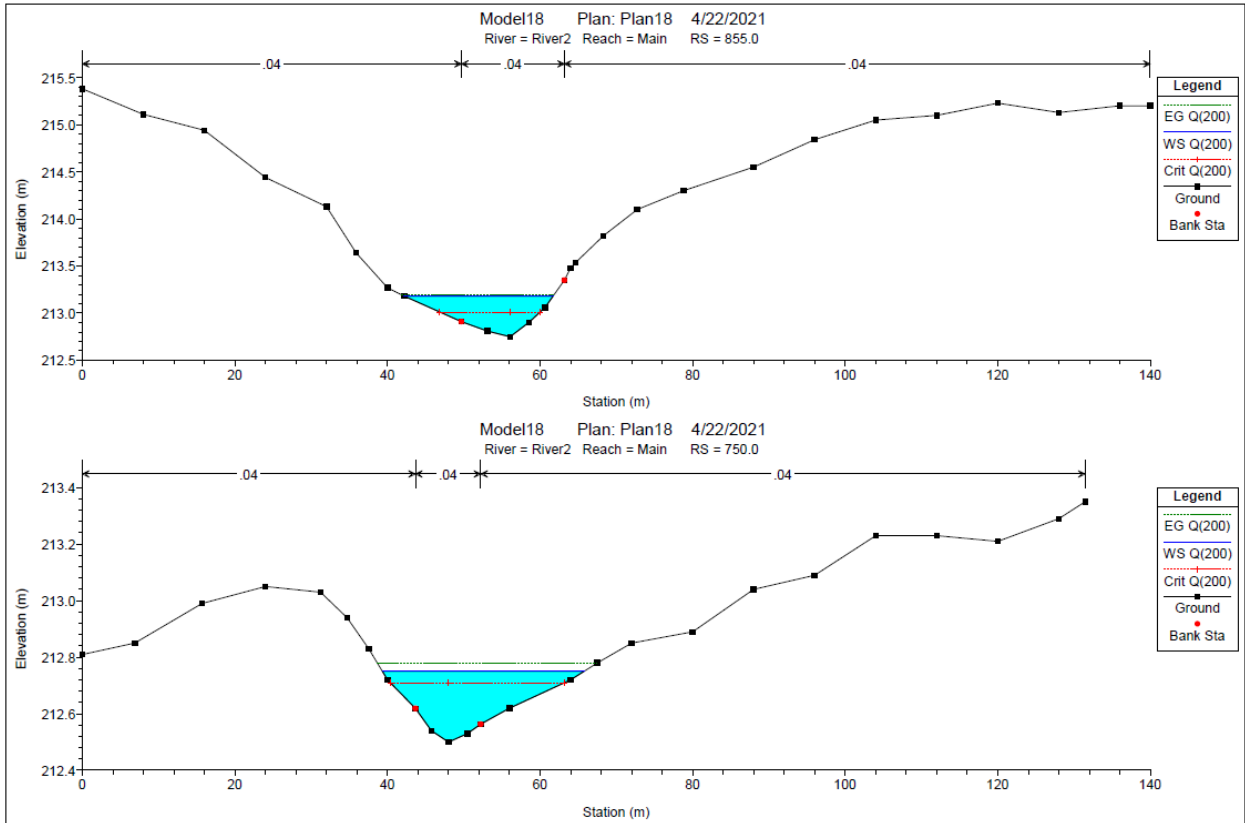
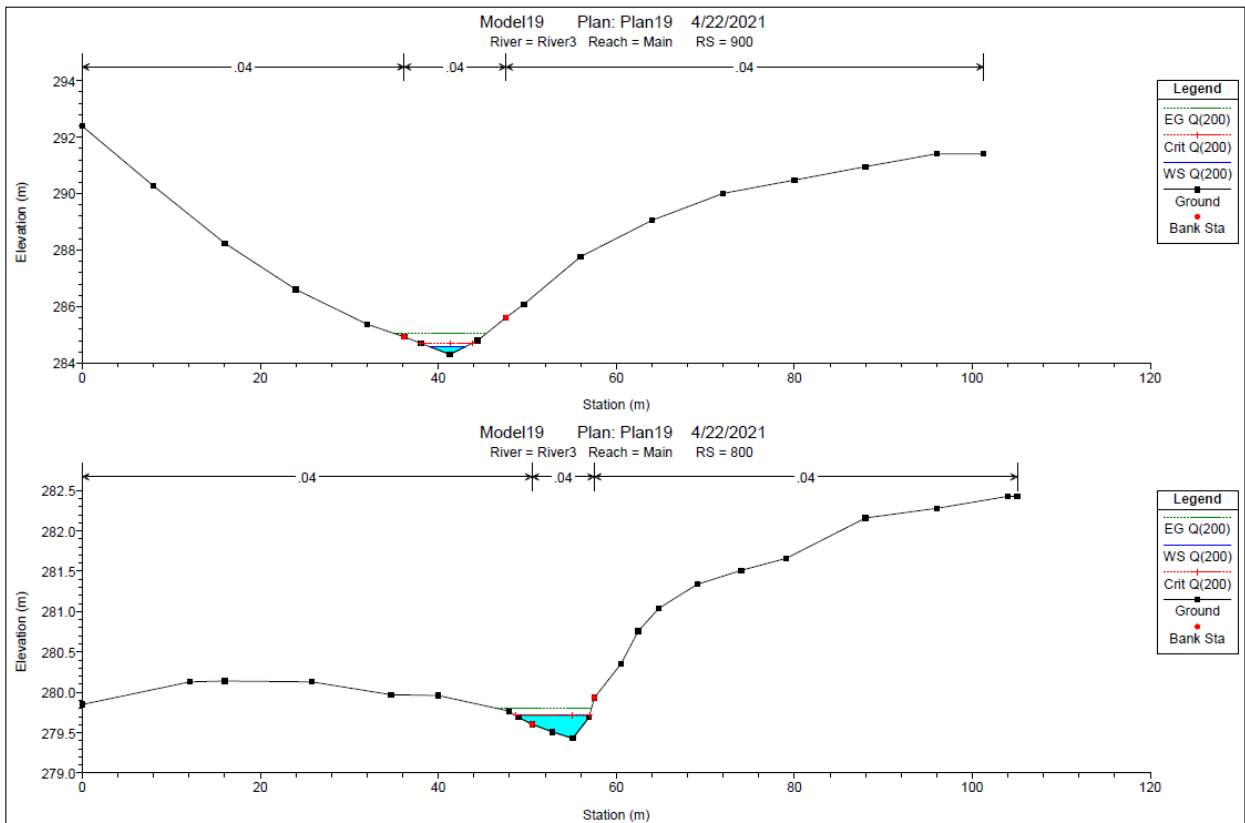




Figura 20 - Sezioni trasversali del river 19



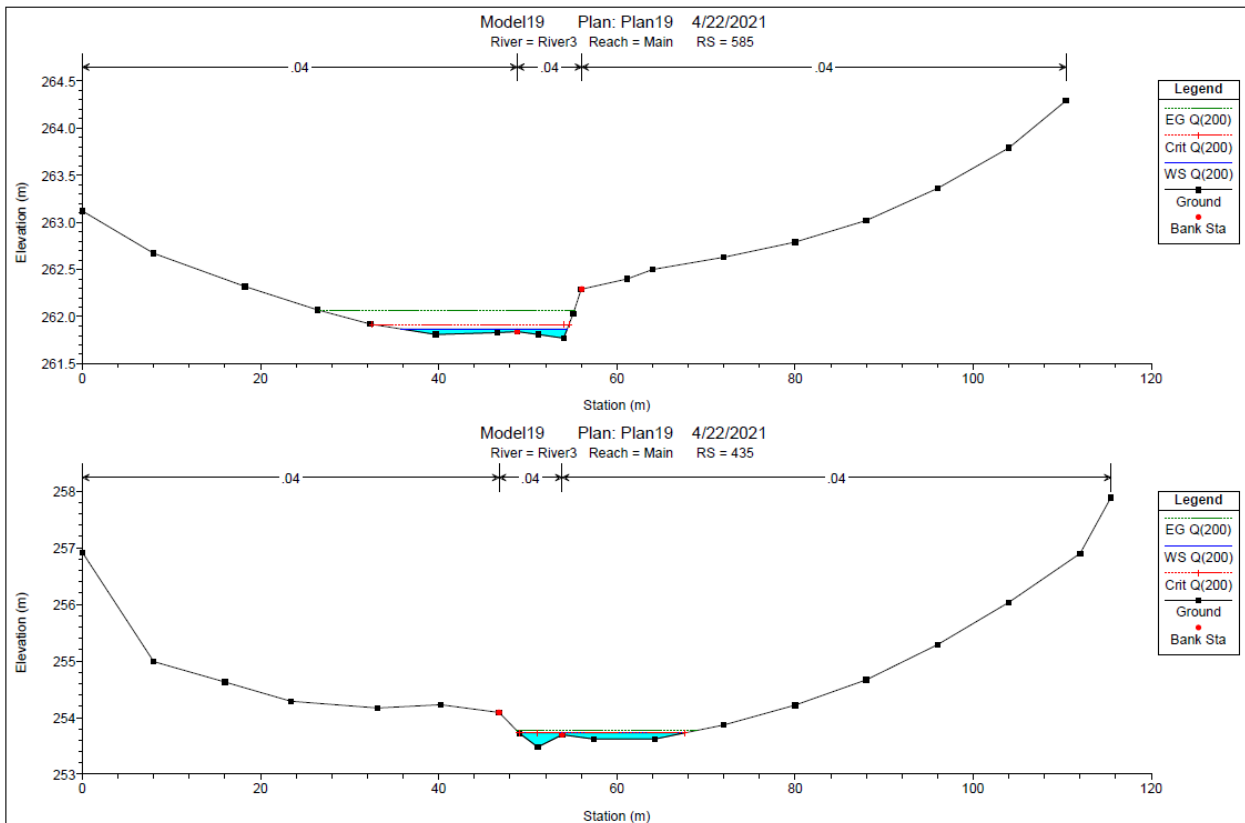
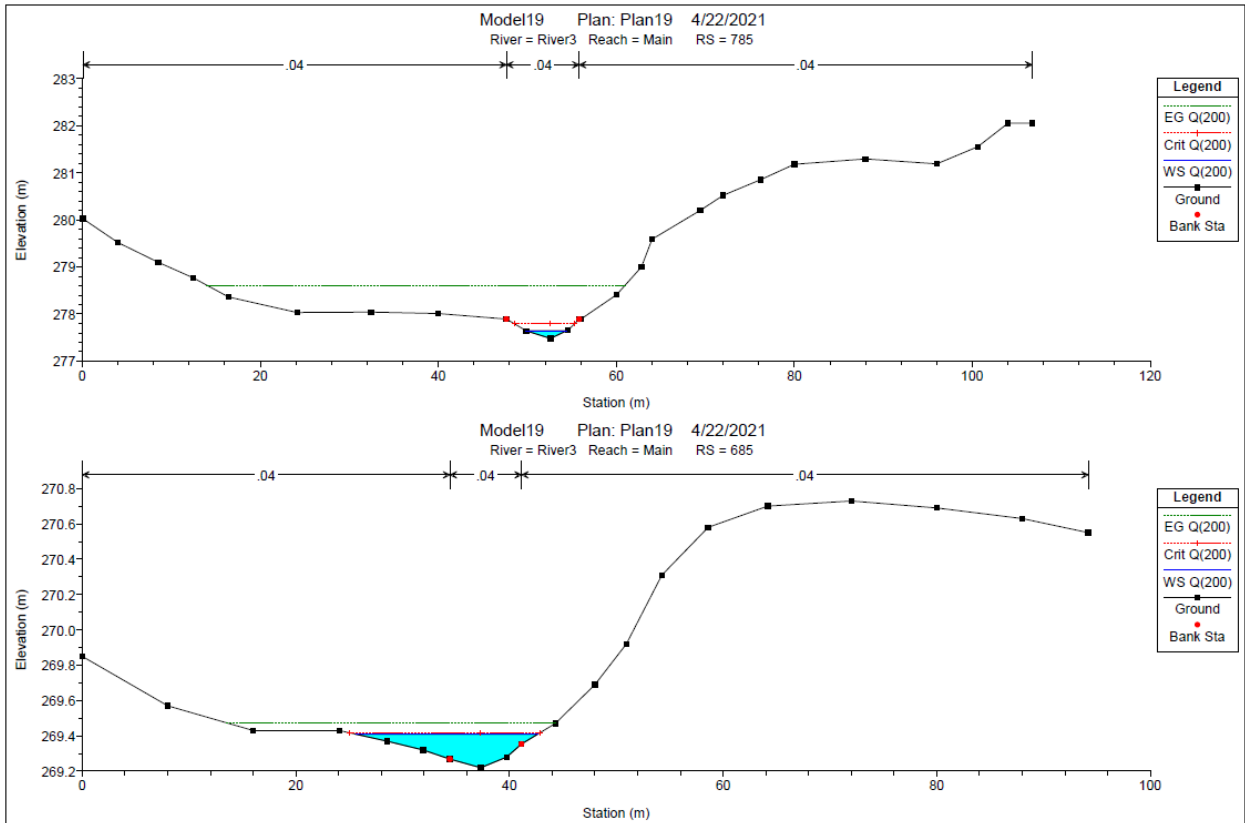
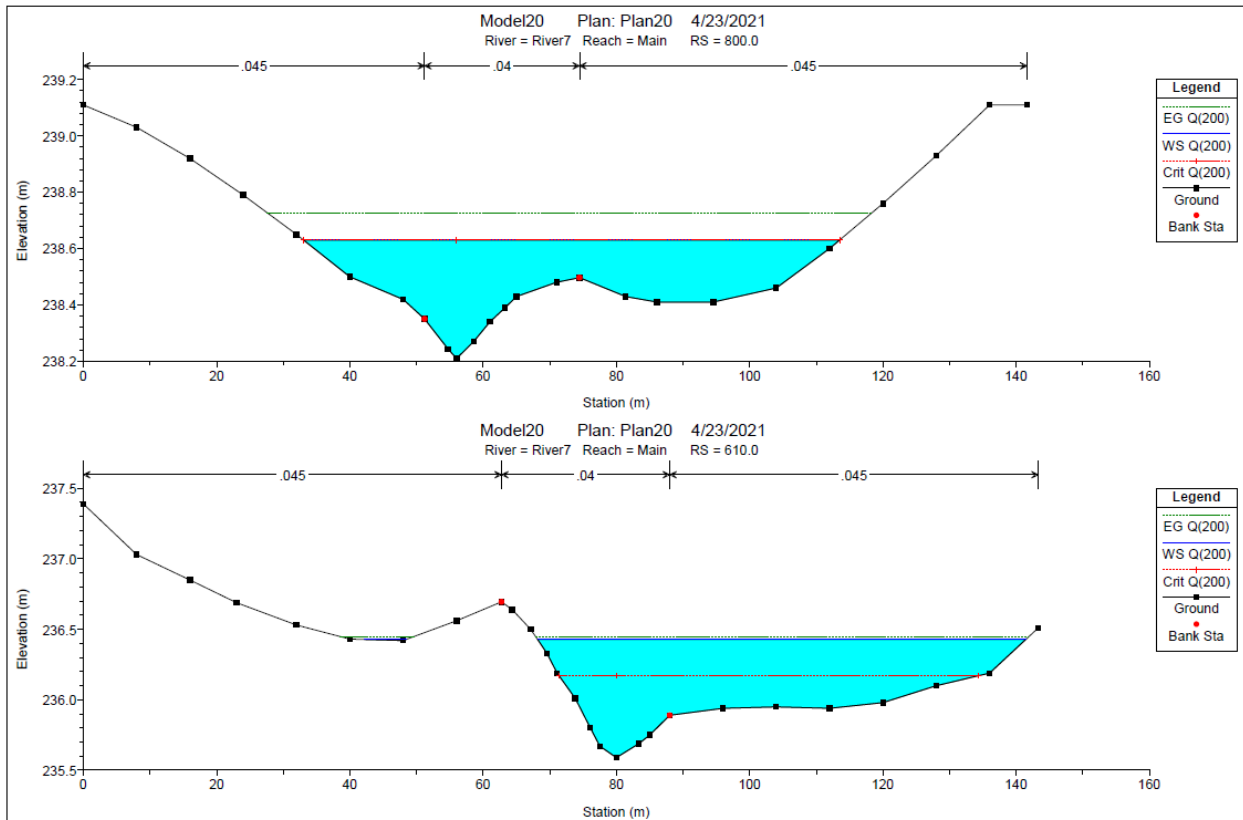




Figura 21 - Sezioni trasversali del river 20



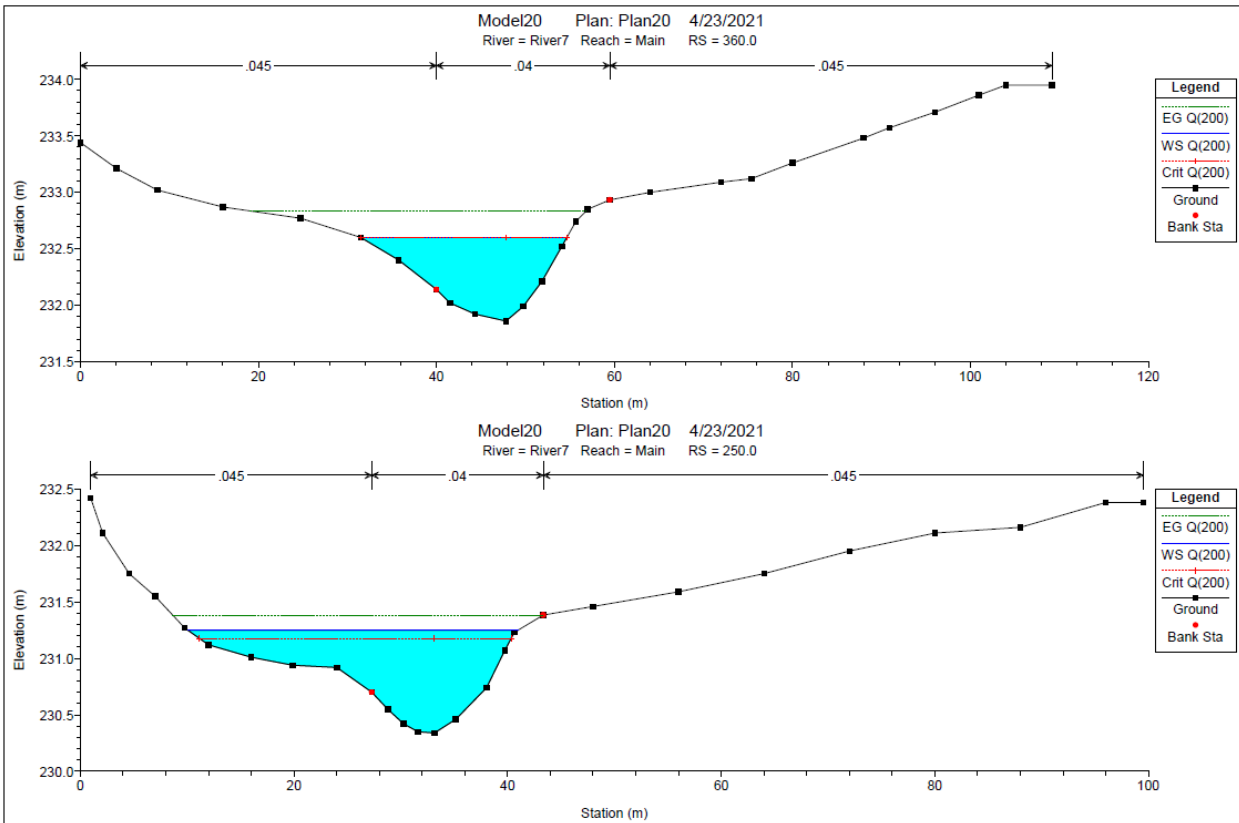
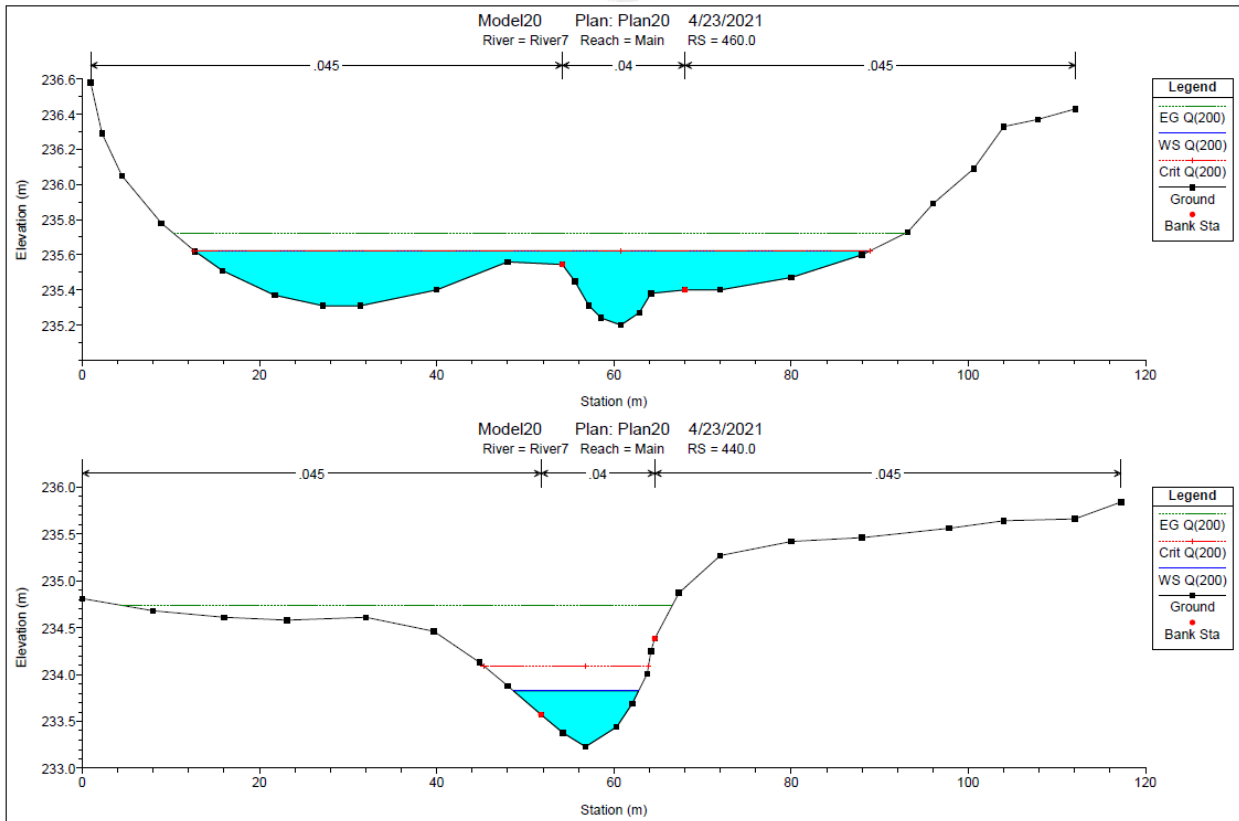
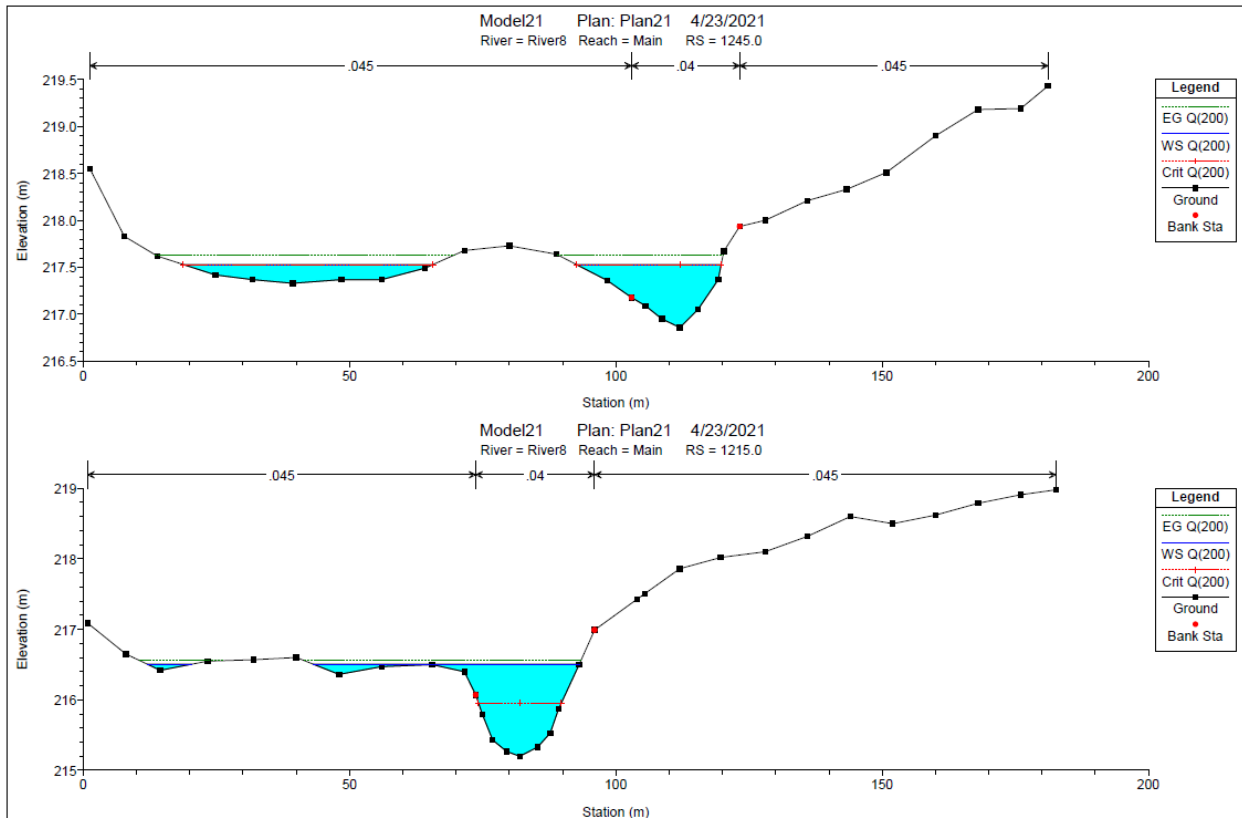
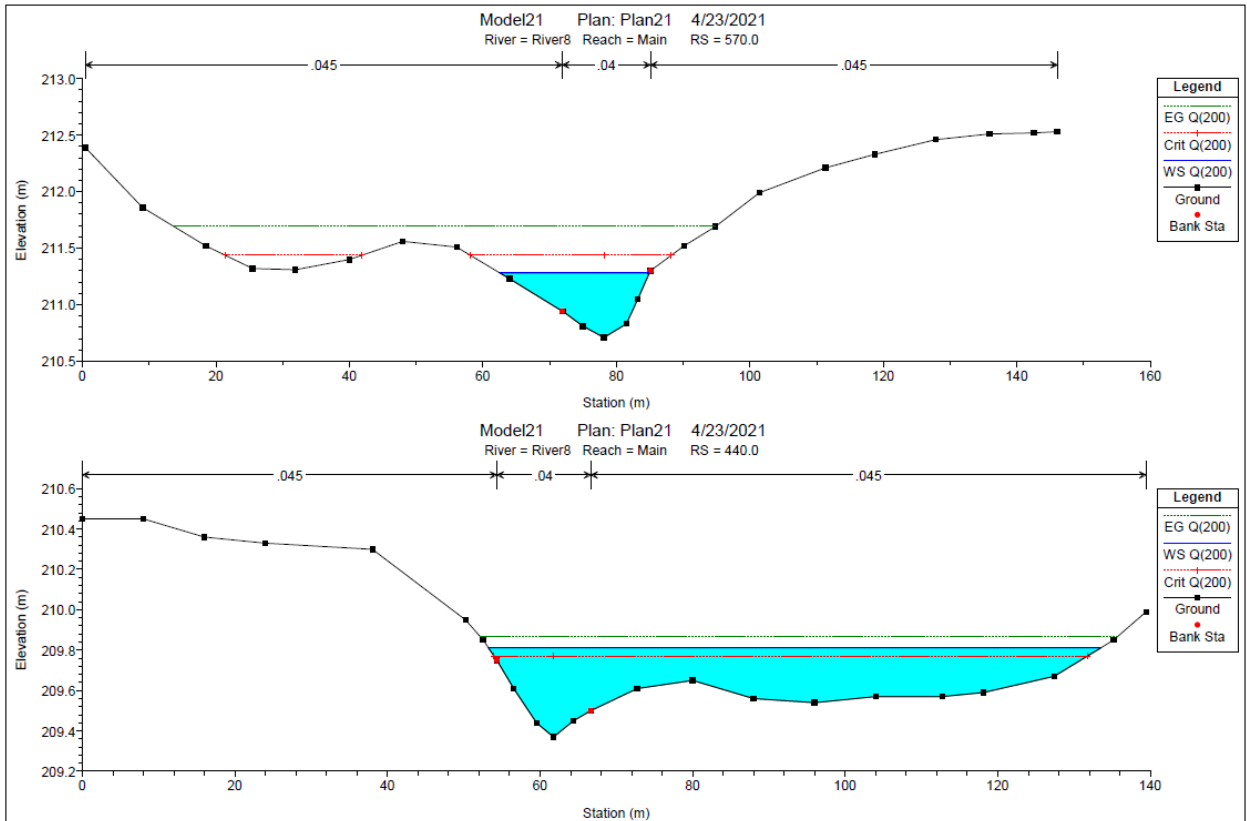
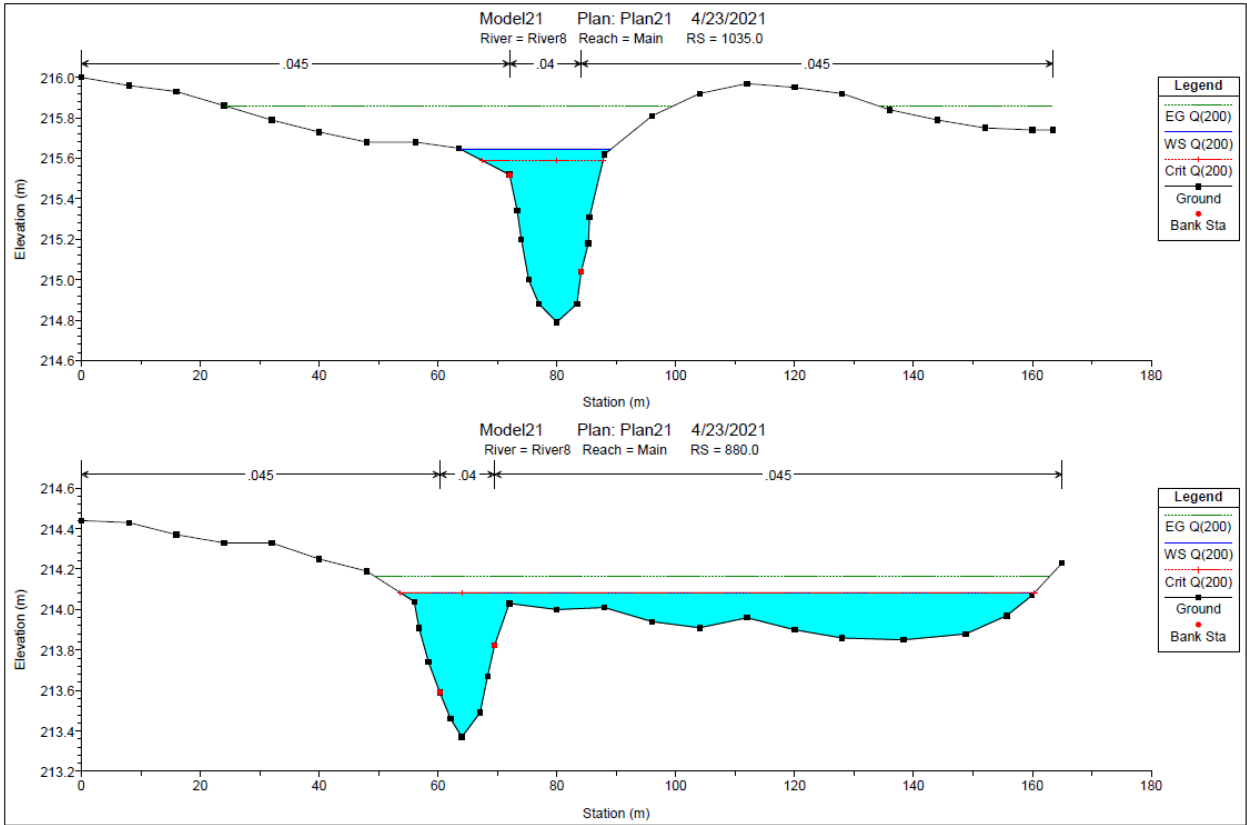




Figura 22 - Sezioni trasversali del river 21







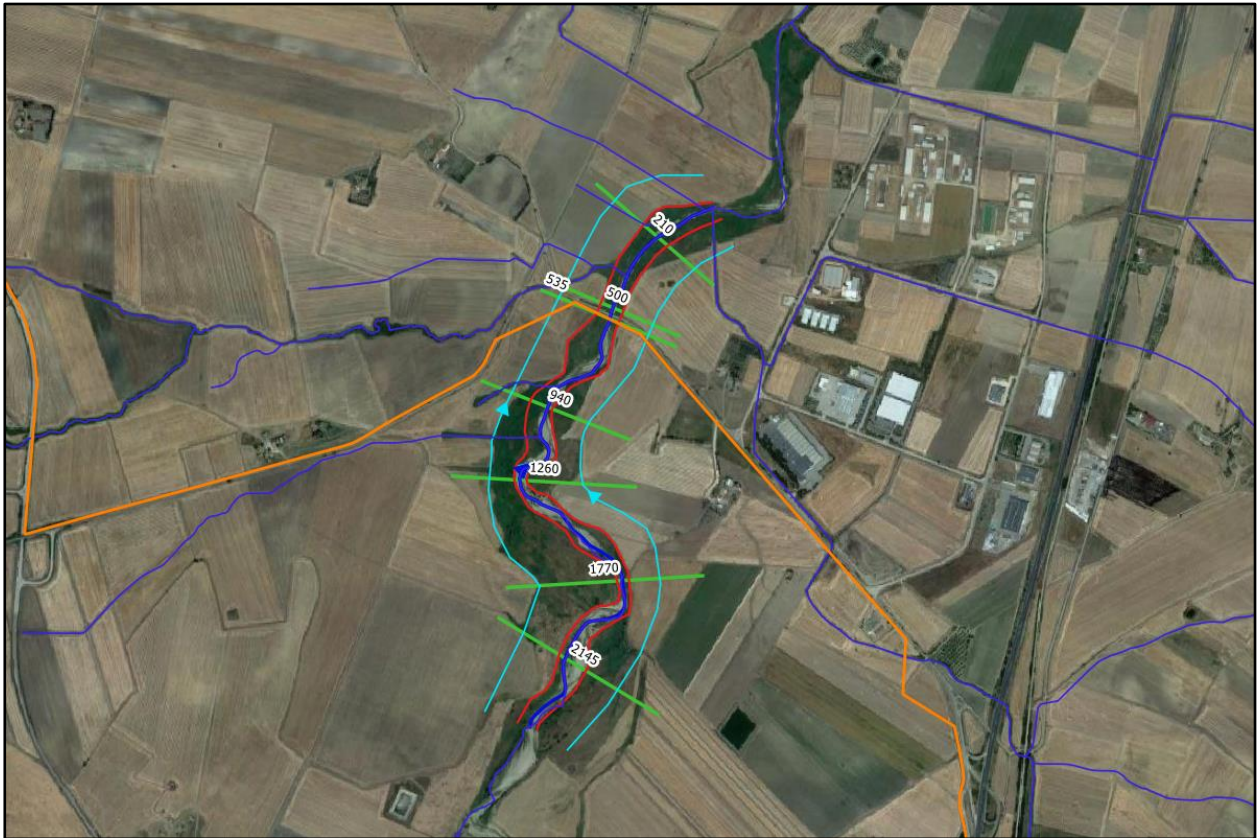
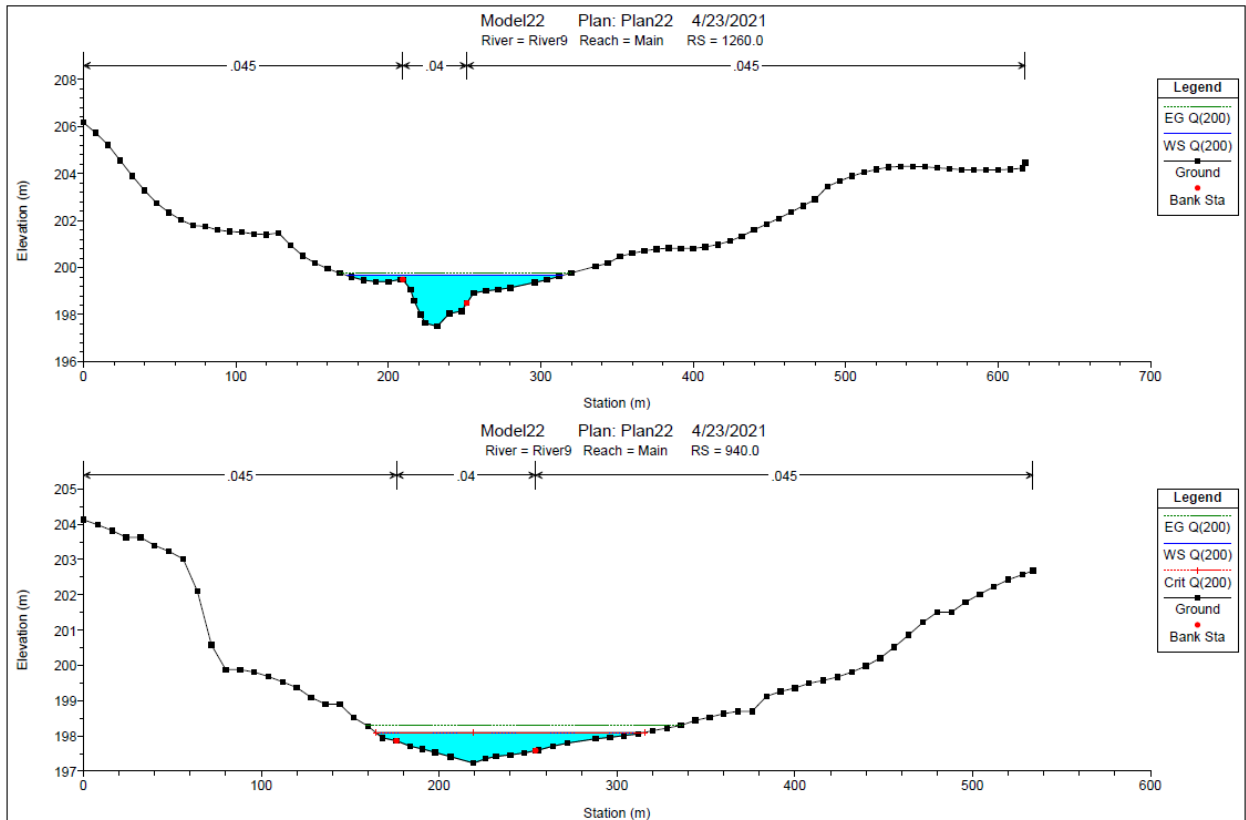
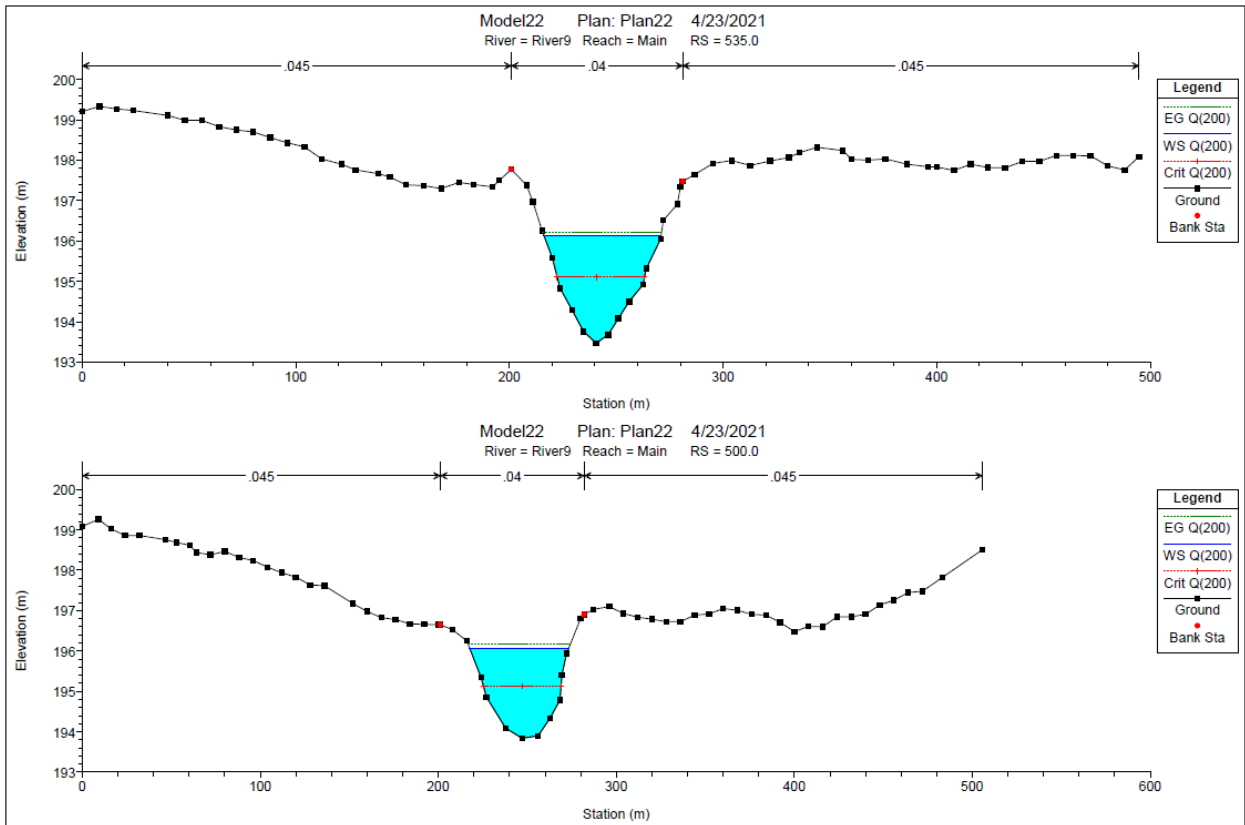


Figura 23 - Sezioni trasversali del river 22





## 7. CONCLUSIONI

La presente relazione di compatibilità idraulica ha consentito di perimetrare l'effettiva impronta allagabile e la mappa dei battenti idrici della rete idrografica potenzialmente soggetta a criticità, relativa ad un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 200 anni ( $T_r$  associato alla compatibilità idraulica secondo le N.T.A. del P.A.I.).

La modellazione idraulica è stata svolta in modo bidimensionale e in condizioni di moto non stazionario, utilizzando il software HEC-RAS River Analysis System per i reticoli nell'area di impianto, mentre in modo monodimensionale e in condizioni di moto permanente per analizzare i punti di interferenza del cavidotto esterno MT con i reticoli idrografici.

Dai risultati delle modellazioni di flooding, si può osservare che tutti gli aerogeneratori, comprese le piazzole definitive e di montaggio e le strade di nuova realizzazione, risultano essere esterni alle aree inondabili duecentennali, non comportando alcuna variazione del livello di sicurezza dei reticoli idrografici di studio.

Relativamente alle intersezioni del tracciato del cavidotto MT di connessione con il reticolo idrografico, si può affermare che la posa in opera dei cavi interrati è prevista mediante la tecnica della T.O.C., ad una profondità di 3.00 m al di sotto del fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei.

Nella condizione dello stato di progetto, si può affermare che gli interventi risultano compatibili con le finalità e prescrizioni del PAI.