

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO CON POTENZA DI 72,00 MW RICADENTE NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ALTAMURA (BA) IN LOCALITA' "LAMA DI NEBBIA"



Tecnico

ing. Danilo Pomponio

Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel (+39) 0805046361

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. Tommaso Mancini
ing. Giulia Carella
ing. Margherita Debernardis
ing. Nunzia Zecchillo
ing. Marco D'Arcangelo
ing. Martino Lapenna
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
V22		RELAZIONE IDRAULICA	20123	D		
			CODICE ELABORATO			
			DC20123D-V22			
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		
01			-	-		
			NOME FILE	PAGINE		
			DC20123D-V22 rev.01.doc	28 + copertina		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	26/02/21	Emissione	Pierr	Miglionico	Pomponio	
01	26/08/22	Revisione ubicazione Stazione Elettrica Terna	Debernardis	Miglionico	Pomponio	
02						
03						
04						
05						
06						



INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
4. STUDIO IDROLOGICO.....	9
5. STUDIO IDRAULICO	10
5.1Analisi idraulica con $Tr = 200$ anni	11
6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI	17
7. CONCLUSIONI.....	28



1. PREMESSA

La presente Relazione Idraulica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **Wpd Altilia S.r.l.**, con sede legale in Corso d'Italia n. 83, Roma.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,0 MW per una potenza complessiva di 72,00 MW, da realizzarsi nel territorio comunale di Altamura in Provincia di Bari, in cui ricadono gli aerogeneratori e l'elettrodotto, e 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 transitanti 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 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 Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico della Basilicata, di seguito denominato PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), redatto ai sensi dell'art. 65 del D.lgs. 152/2006, 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 riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio compreso nell'Autorità di Bacino della Basilicata. Le finalità del P.A.I. sono quelle di perimetrare le aree a rischio idraulico e idrogeologico per l'incolumità delle persone, per i danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, per l'interruzione di funzionalità delle strutture socioeconomiche e per i danni al patrimonio ambientale e culturale, nonché gli interventi prioritari da realizzare e le norme di attuazione relative alle suddette aree. A tal fine all'art. 7 il P.A.I., disciplina le:

- Le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua;
- Le fasce di pericolosità idraulica molto elevata corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 30 anni;
- Le fasce di pericolosità idraulica elevata corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni;
- Le fasce di pericolosità idraulica moderata corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni.

Agli effetti del P.A.I., 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 "WF Altamura", si estende nel territorio comunale di Altamura (BA) ed è costituito da 12 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0 -170, ciascuno della potenza di 6,0 MW per una potenza complessiva nominale di 72,00 MW, con opere di connessione alla RTN ricadenti sempre nel comune di Altamura.

L'area interessata dal parco eolico di progetto si sviluppa in località "Lama di Nebbia" a sud-ovest dell'abitato di Altamura, ad una distanza dal centro abitato di circa 4,30 km.

Il parco eolico interessa una superficie di circa 450 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. L'area di progetto, intesa come quella occupata dai 12 aerogeneratori, con annesse piazzole, relativi cavidotti di interconnessione interna ed esterna fino alla cabina utente interessa il territorio comunale di Altamura censito al NCT ai fogli di mappa nn. 236, 238, 256, 258, 259, 260, 260, e 280.

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa, in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (UTM84 fuso 33N) e le particelle catastali, con riferimento al Catasto dei Terreni del Comune di Altamura.

Tabella dati geografici e catastali degli aerogeneratori:

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33N - WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio n.	part. n.
01	40° 46' 33.7309"	16° 31' 34.6390"	4515016	628799	Altamura	236	446/300
02	40° 46' 14.2361"	16° 31' 30.0979"	4514413	628703	Altamura	236	137
03	40° 45' 56.1586"	16° 31' 4.1358"	4513845	628104	Altamura	256	125/50
04	40° 45' 38.7083"	16° 30' 52.0528"	4513302	627830	Altamura	256	79
05	40° 45' 13.4433"	16° 30' 52.2469"	4512523	627848	Altamura	258	2
06	40° 45' 16.4986"	16° 31' 16.3683"	4512627	628412	Altamura	259	52
07	40° 45' 30.3883"	16° 31' 27.9013"	4513060	628675	Altamura	259	172
08	40° 45' 44.9397"	16° 31' 45.7632"	4513516	629086	Altamura	260	249
09	40° 46' 6.0786"	16° 32' 0.7930"	4514174	629427	Altamura	238	69
10	40° 44' 43.0468"	16° 31' 49.5468"	4511609	629208	Altamura	280	217
11	40° 45' 6.4927"	16° 31' 54.4767"	4512334	629311	Altamura	260	192-562
12	40° 45' 26.9900"	16° 32' 18.7018"	4512976	629868	Altamura	260	201

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

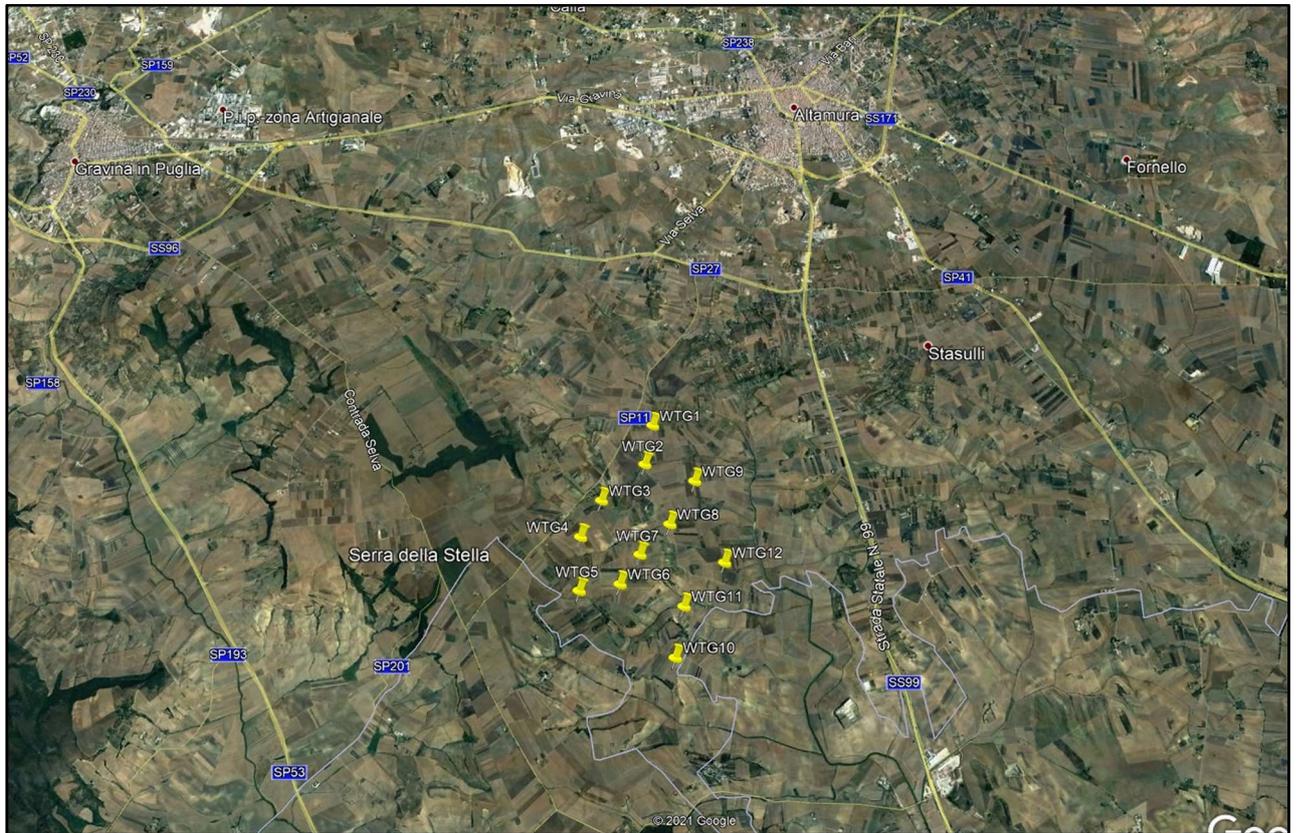


Figura 1 – Inquadramento WF Altamura (Google Earth)

Secondo le perimetrazioni del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Basilicata, gli aerogeneratori di progetto risultano essere tutti esterni alle aree a pericolosità da frana e alle aree a pericolosità idraulica molto elevata (fasce con $Tr=30$ anni), elevata (fasce con $Tr=200$ anni) e moderata (fasce con $Tr=500$ anni).



Figura 2 - Perimetrazioni P.A.I. Basilicata (scala 1:20.000)

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, risulta una parziale interferenza dell'impianto eolico con una fitta rete di corsi d'acqua secondari, tutti affluenti del Torrente Vallone Saglioccia (Gravina di Matera), classificato come Bene Paesaggistico tutelato dal P.P.T.R. della Puglia "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche".

Ai sensi dell'art. 4 quater delle N.T.A. del P.A.I. della Regione Basilicata, data la vicinanza delle opere a farsi con le aree limitrofe ai corsi d'acqua, si rende necessaria la *verifica di compatibilità idrologica ed idraulica*, al fine di *perimetrare le aree allagabili con tempo di ritorno pari a 200 anni e di verificare le condizioni di sicurezza idraulica*.

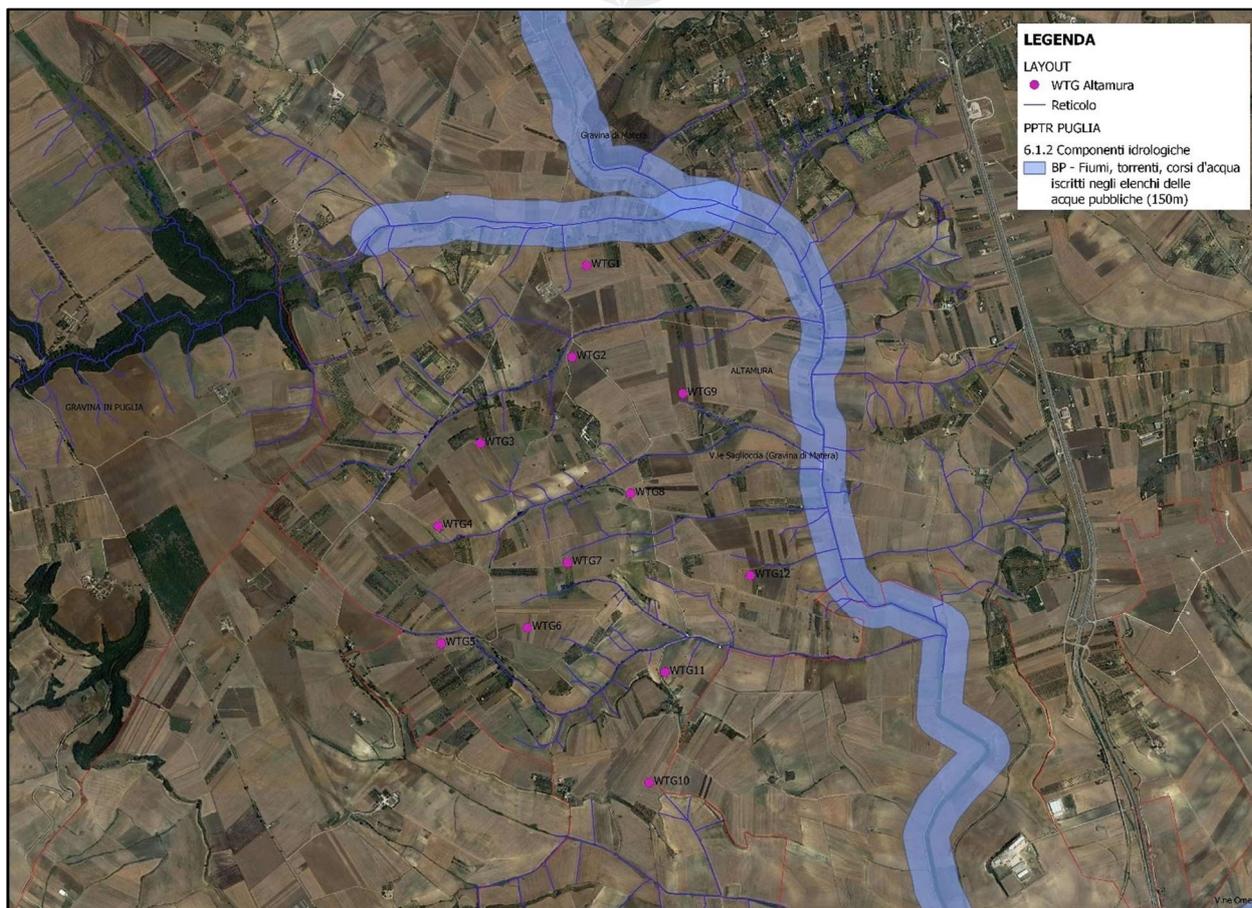


Figura 3 - Reticolo idrografico e acque pubbliche nell'area di progetto (scala 1:20.000)

Di seguito, si riportano alcune immagini dei reticoli principali rilevati in fase di sopralluogo.

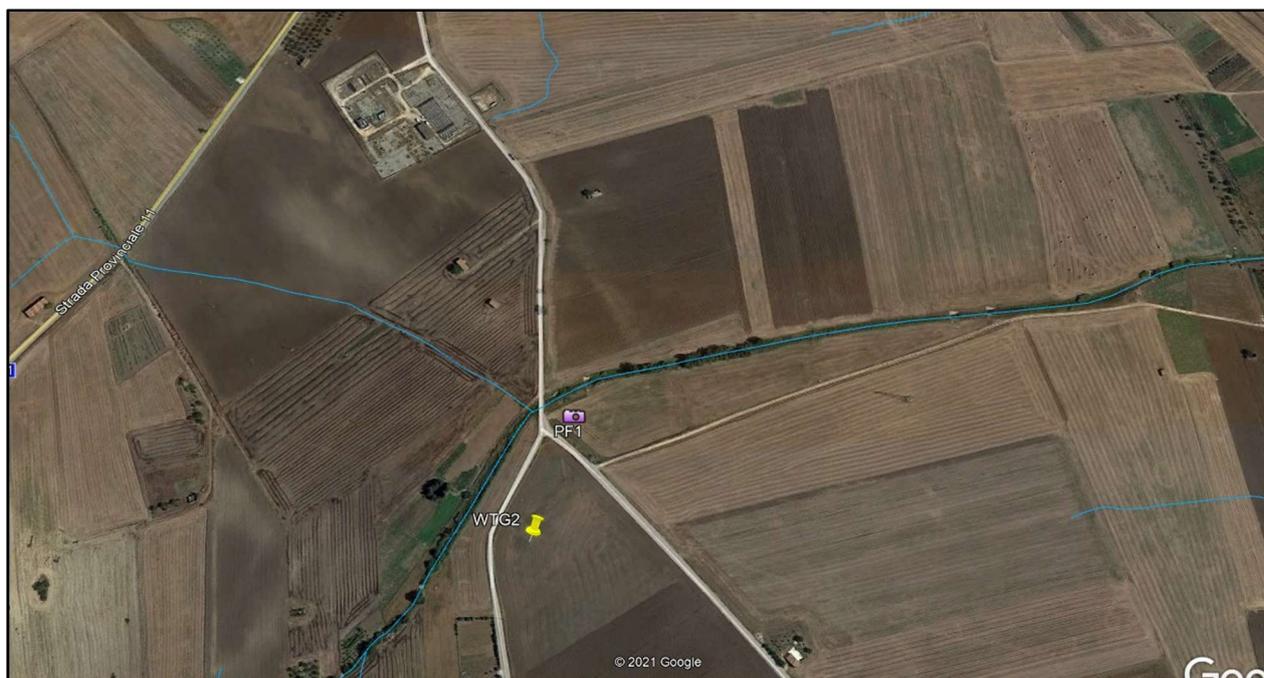


Figura 4 – Punti di presa fotografici



Figura 5 - Foto PF1



Figura 6 – Punti di presa fotografici



Figura 7 - Foto PF2



Figura 8 - Foto PF3

4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico, svolto con la metodologia propria del VaPi Basilicata, 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 Basilicata ha assunto come riferimento per la *condizione di sicurezza idraulica* lo scenario con *tempo di ritorno di 200 anni, Tr 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.

Basin	Q (Tr=30) (mc/s)	Q (Tr=200) (mc/s)	Q (Tr=500) (mc/s)
1	1.44	2.41	2.87
2	12.84	21.45	25.58
3	7.53	12.58	15.00
4	1.06	1.76	2.10
5	3.89	6.51	7.76
6	1.44	2.41	2.87
7	5.44	9.08	10.83
8	15.97	26.68	31.82
9	2.75	4.60	5.49
10	3.34	5.58	6.66

Per il calcolo del tempo di corrivazione, indicante la durata dell'evento meteorico, è stata utilizzata la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A_b} + 1,5L_a}{0,8\sqrt{Z_m - Z_0}}$$

Dove:

A_b = area bacino [kmq]

L_a = lunghezza dell'asta principale del bacino [km]

Z_m = quota media del bacino [m.s.l.m.]

Z_0 = quota della sezione di chiusura del bacino [m.s.l.m.]

Basin	t_c (ore)	A_b (kmq)	L_a (km)	Z_m (m.s.l.m.)	Z_0 (m.s.l.m.)
1	0.87	0.15	0.50	366.0	355
2	2.16	2.61	3.80	394.5	345
3	1.55	1.30	2.50	395.1	350
4	0.85	0.10	0.50	358.8	350
5	1.16	0.55	1.80	377.0	340
6	0.71	0.15	0.70	361.0	340
7	1.51	0.85	1.60	410.4	385
8	2.03	3.47	2.80	391.6	340
9	0.70	0.35	0.85	392.0	350
10	0.95	0.45	1.30	398.5	361



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, Δt è l'intervallo temporale e Δx 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".



- LAYOUT
- WTG Altamura
- 1111 - tessuto residenziale continuo antico e denso
 - 1112 - tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso
 - 1113 - tessuto residenziale continuo, denso recente, alto
 - 1121 - tessuto residenziale discontinuo
 - 1122 - tessuto residenziale rado e nucleiforme
 - 1123 - tessuto residenziale sparsa
 - 1211 - insediamento industriale o artigianale con spazi annessi
 - 1212 - insediamento commerciale
 - 1213 - insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati
 - 1214 - insediamenti ospedalieri
 - 1215 - insediamento degli impianti tecnologici
 - 1216 - insediamenti produttivi agricoli
 - 1217 - insediamento in disuso
 - 1221 - reti stradali e spazi accessori
 - 1222 - reti ferroviarie comprese le superfici annesse
 - 1223 - grandi impianti di concentrazione e smistamento merci
 - 1224 - aree per gli impianti delle telecomunicazioni
 - 1225 - reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia
 - 123 - aree portuali
 - 124 - aree aeroportuali ed eliporti
 - 131 - aree estrattive
 - 1321 - discariche e depositi di cave, miniere, industrie
 - 1322 - depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli
 - 1331 - cantieri e spazi in costruzione e scavi
 - 1332 - suoli rimaneggiati e artefatti
 - 141 - aree verdi urbane
 - 1421 - campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili
 - 1422 - aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)
 - 1423 - parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)
 - 1424 - aree archeologiche
 - 143 - cimiteri
 - 2111 - seminativi semplici in aree non irrigue
 - 2112 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue
 - 2121 - seminativi semplici in aree irrigue
 - 2123 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue
 - 221 - vigneti
 - 222 - frutteti e frutti minori
 - 223 - uliveti
 - 224 - altre colture permanenti
 - 231 - superfici a copertura erbacea densa
 - 241 - colture temporanee associate a colture permanenti
 - 242 - sistemi colturali e particolari complessi
 - 243 - aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali
 - 244 - aree agroforestali
 - 311 - boschi di latifoglie
 - 312 - boschi di conifere
 - 313 - boschi misti di conifere e latifoglie
 - 314 - prati alberati, pascoli alberati
 - 321 - aree a pascolo naturale, praterie, incolti
 - 322 - cespuglieti e arbusteti
 - 323 - aree a vegetazione sclerofilla
 - 3241 - aree a ricolonizzazione naturale
 - 3242 - aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelletto)
 - 331 - spiagge, dune e sabbie
 - 332 - rocce nude, falesie e affioramenti
 - 333 - aree con vegetazione rada
 - 334 - aree interessate da incendi o altri eventi dannosi
 - 411 - paludi interne
 - 421 - paludi salmastre
 - 422 - saline
 - 5111 - fiumi, torrenti e fossi
 - 5112 - canali e idrovie
 - 5121 - bacini senza manifeste utilizzazioni produttive
 - 5122 - bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui
 - 5123 - acquacolture
 - 521 - lagune, laghi e stagni costieri
 - 522 - estuari

Figura 9 – Stralcio della Carta Uso del Suolo (scala 1:15.000)

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. 2 e 8, 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.

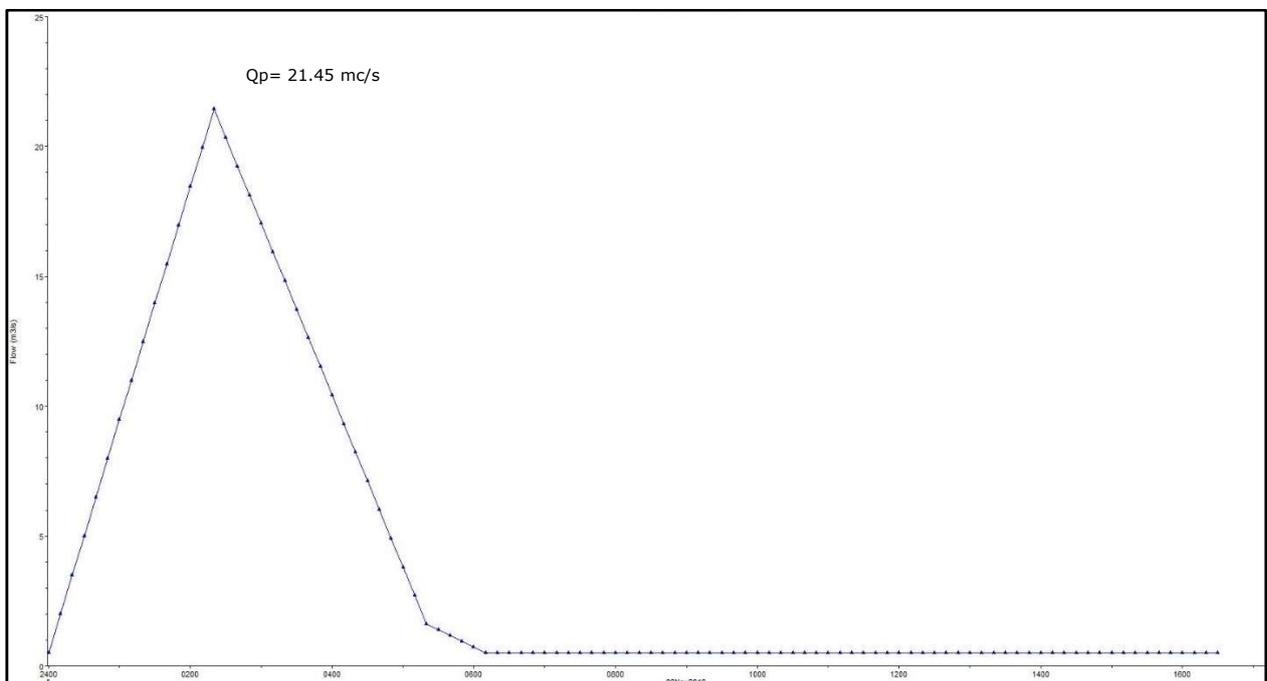


Figura 10 - Idrogramma di piena in input - Bacino 2

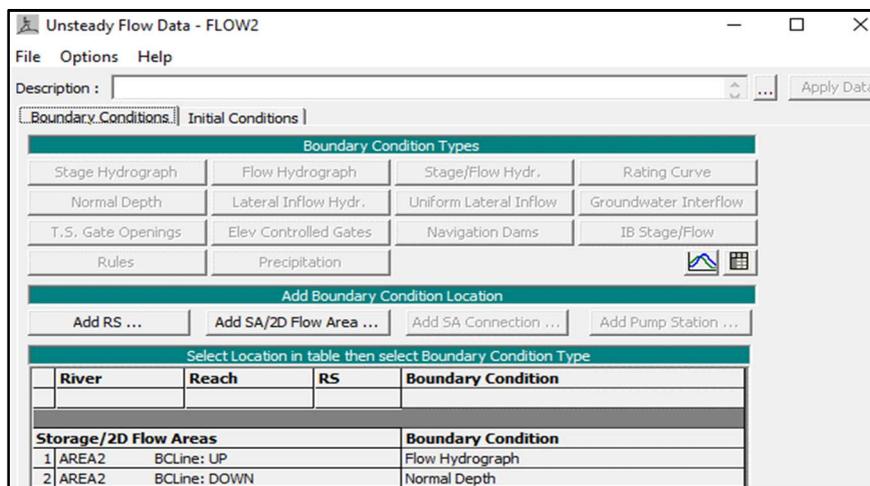


Figura 11 - Boundary conditions per il Bacino 2

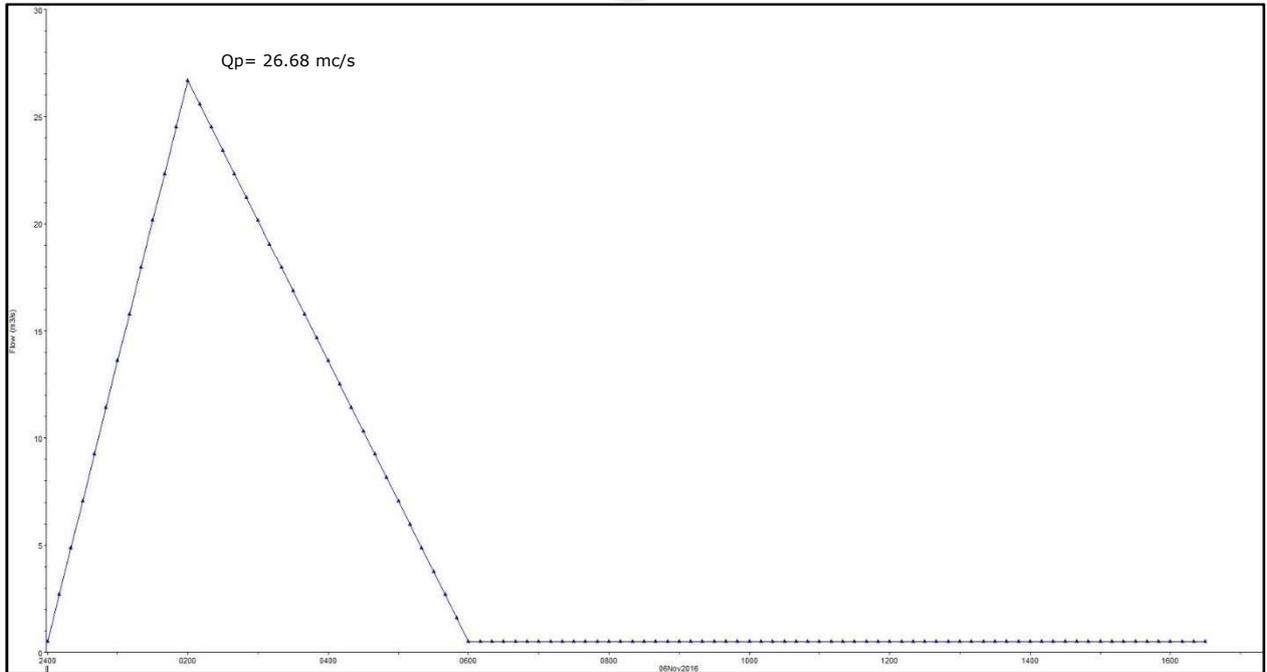


Figura 12 - Idrogramma di piena in input – Bacino 8

Unsteady Flow Data - FLOW8

File Options Help

Description : Apply Data

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

Storage/2D Flow Areas

	Boundary Condition
1 AREA8 BCLine: UP	Flow Hydrograph
2 AREA8 BCLine: DOWN	Normal Depth

Figura 13 - Boundary conditions per il Bacino 8

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



Figura 14 - Stralcio mappa area allagabile con Tr=200 anni (scala 1:20.000)



Figura 15 - Stralcio mappa dei tiranti idrici con Tr=200 anni (scala 1:20.000)



Figura 16 - Inquadramenti di dettaglio della mappa dei tiranti (scala 1:10.000)

6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI

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



Figura 17 - Intersezioni tra il cavidotto e il reticolo idrografico con indicazione delle T.O.C.

Le intersezioni tra il cavidotto interrato e i reticoli idrografici presenti sul territorio saranno risolte con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

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. 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.

La tecnica della T.O.C. consente di posare, per mezzo della perforazione controllata, linee di servizio al di sotto di strade, fiumi e torrenti, con nullo o scarso impatto sulla superficie. 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 pozzetto di partenza ad uno di arrivo;
2. Alesatura: realizzato il foro pilota, questo viene allargato tirando successivamente alesatori di dimensioni crescenti fino all'ottenimento del foro della dimensione voluta;
 3. Posa della tubazione: vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto interrato.

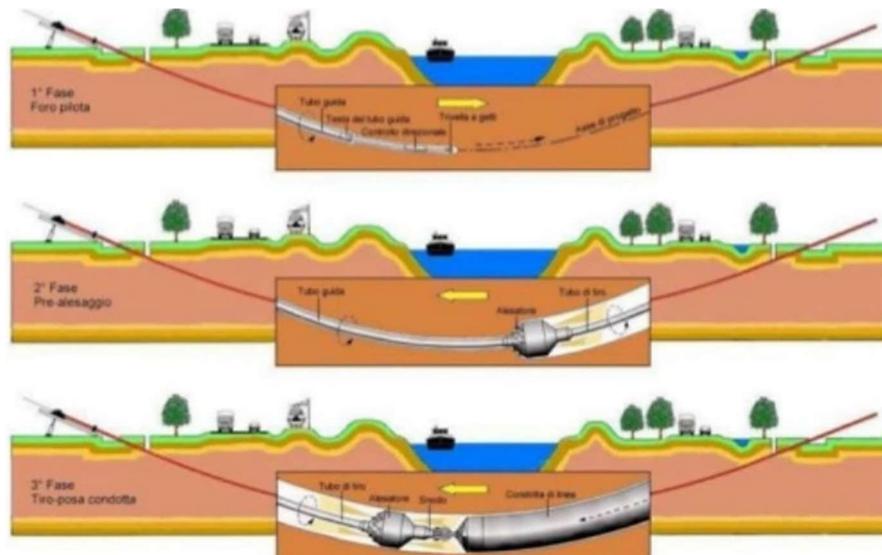
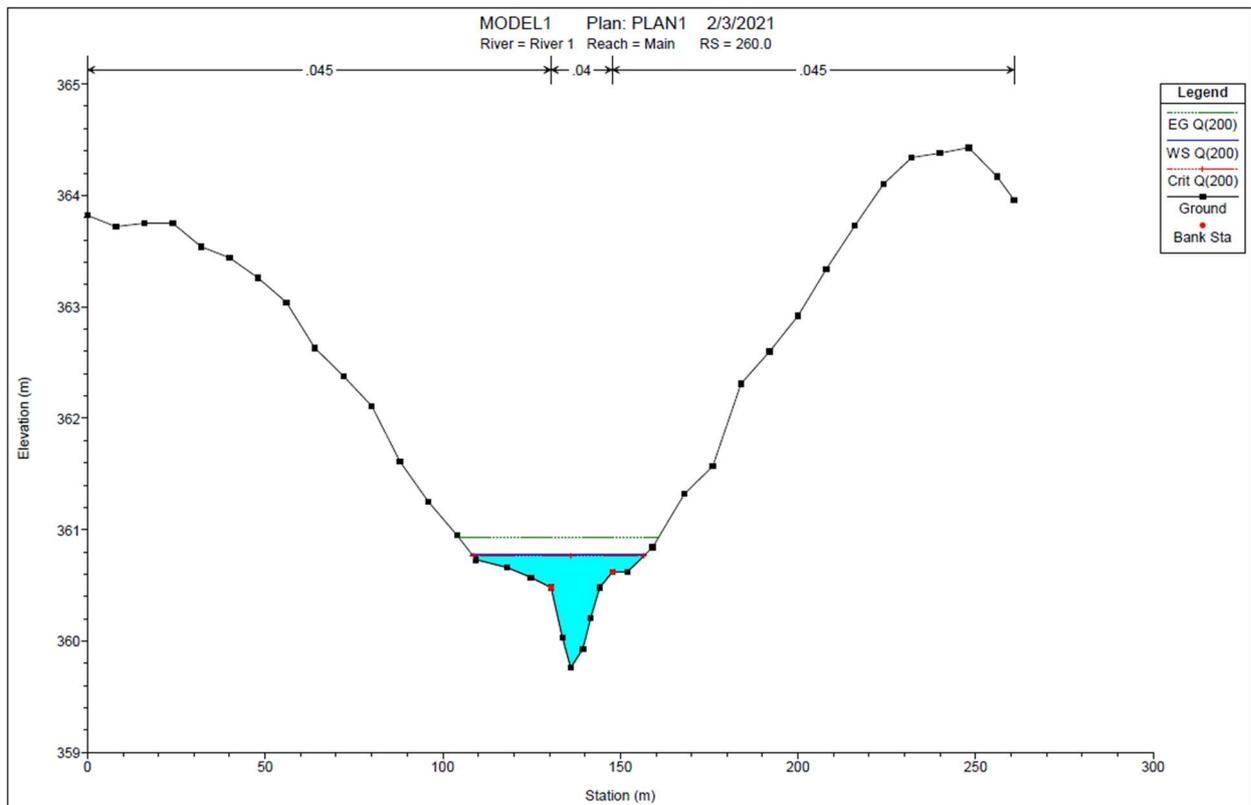
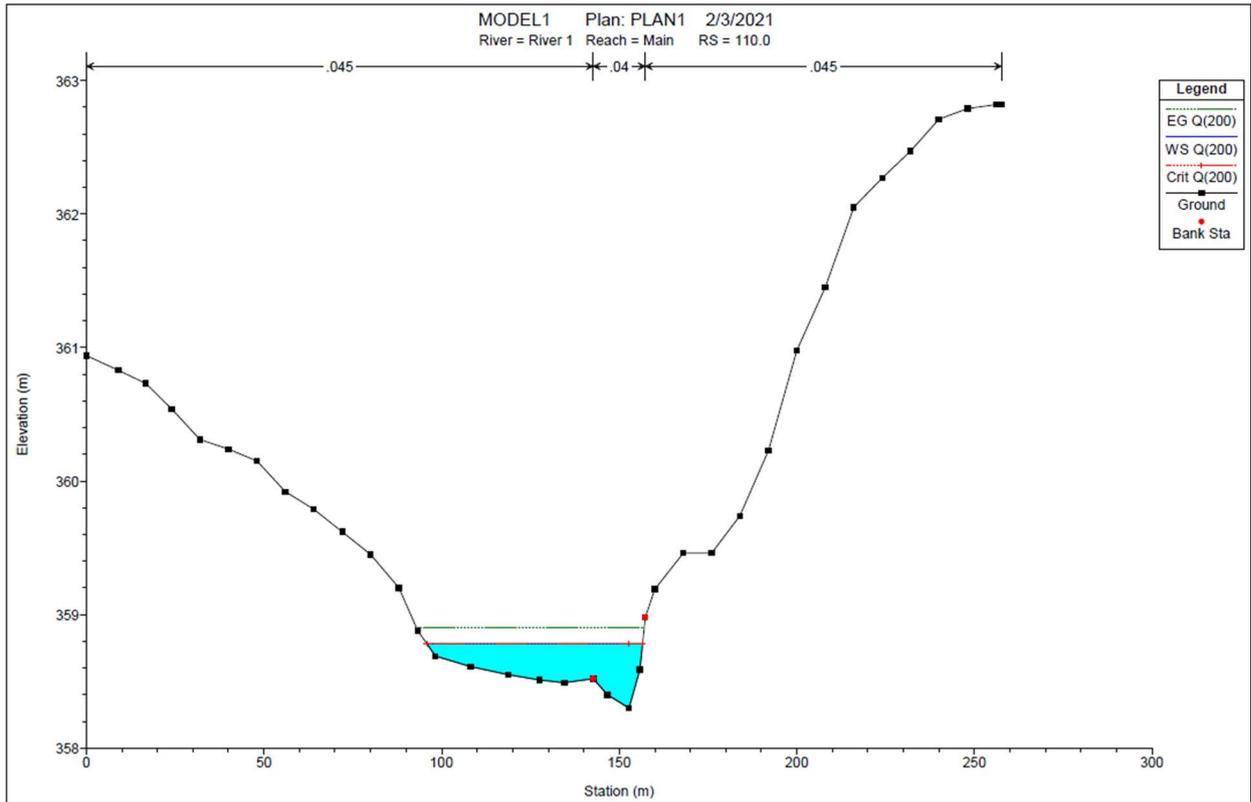


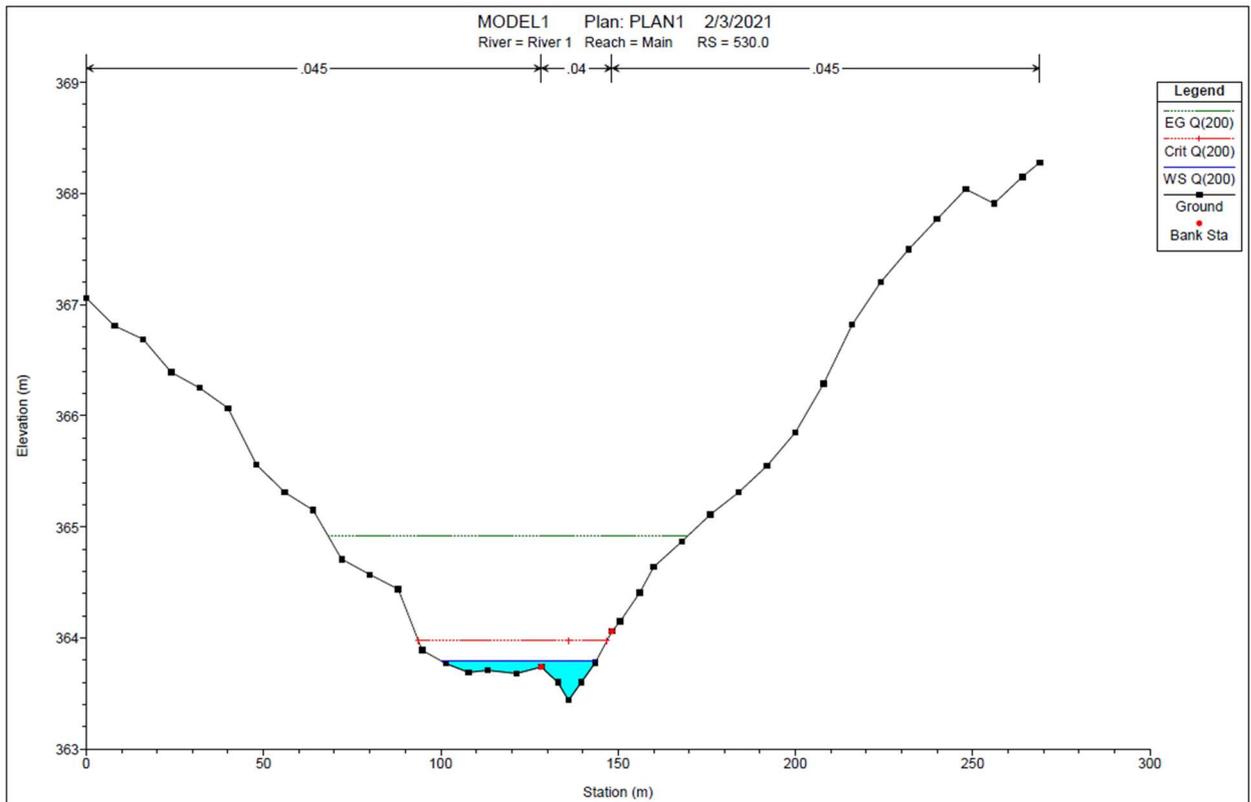
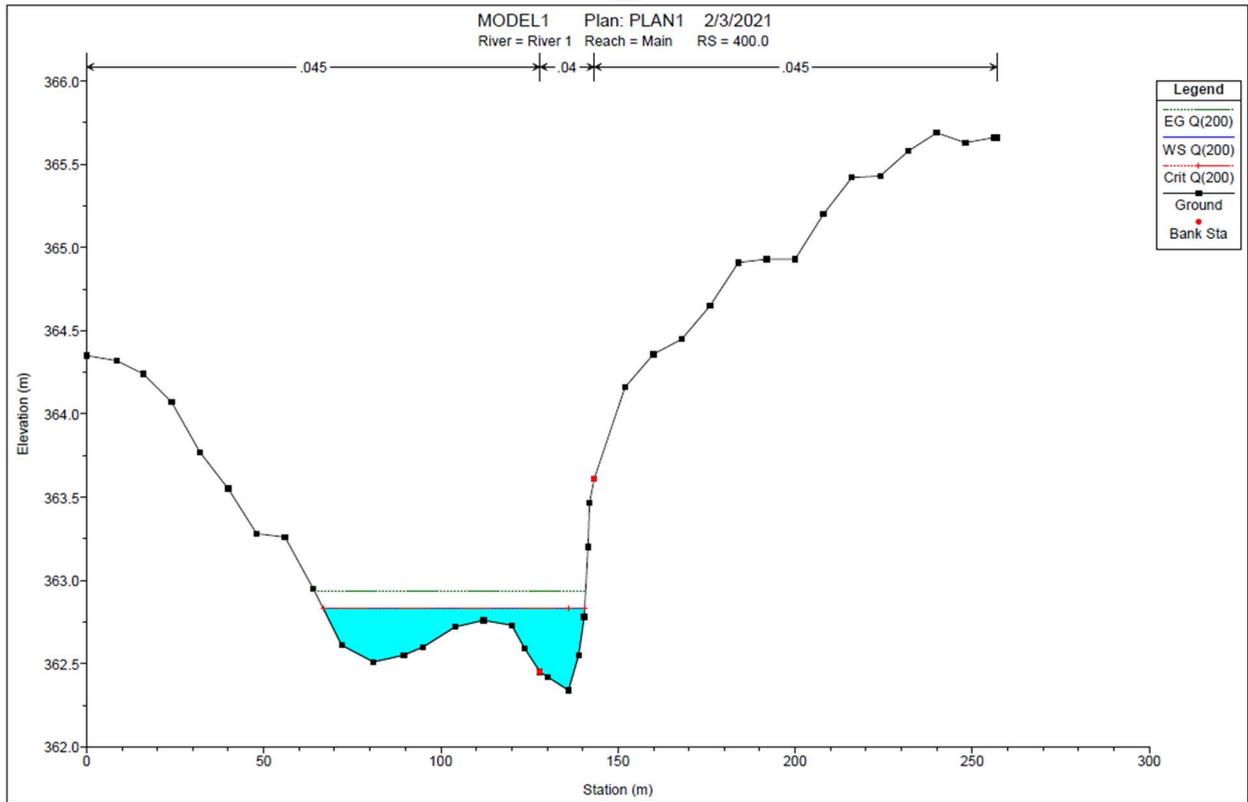
Figura 18 - Fasi della T.O.C.

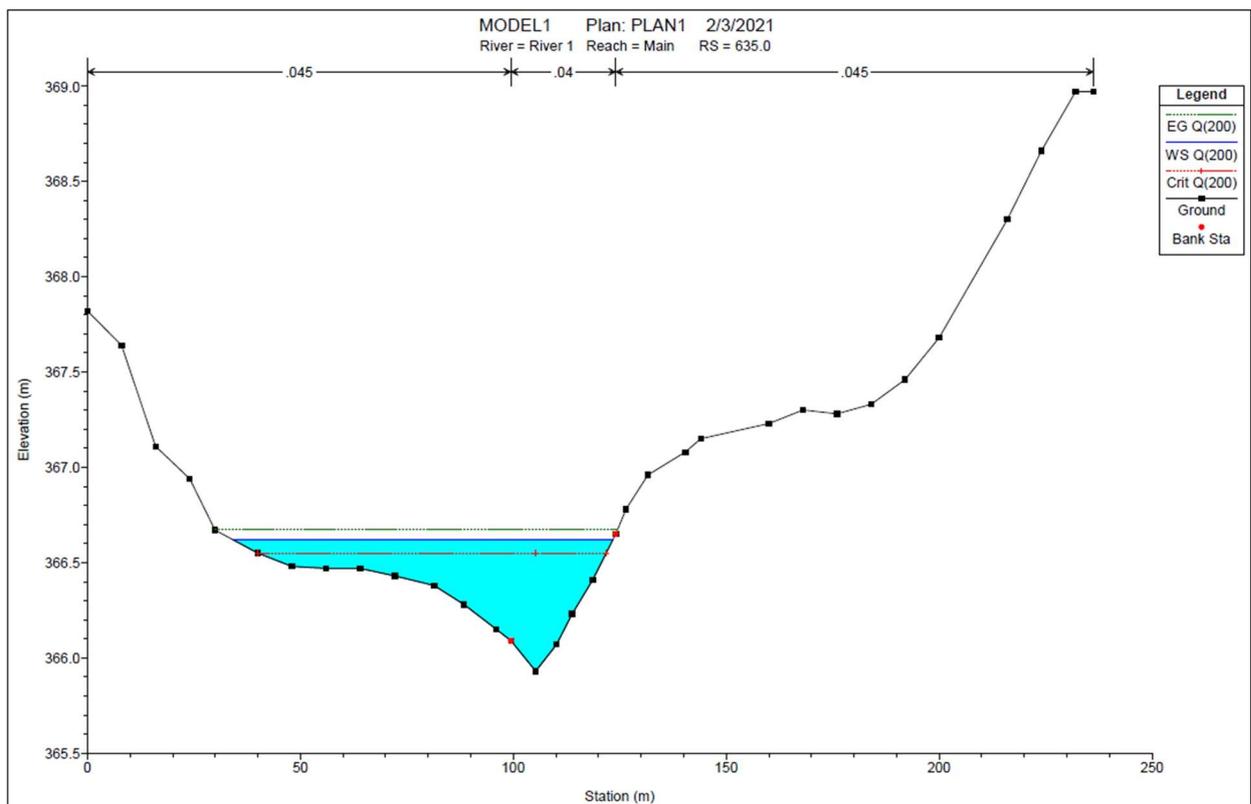
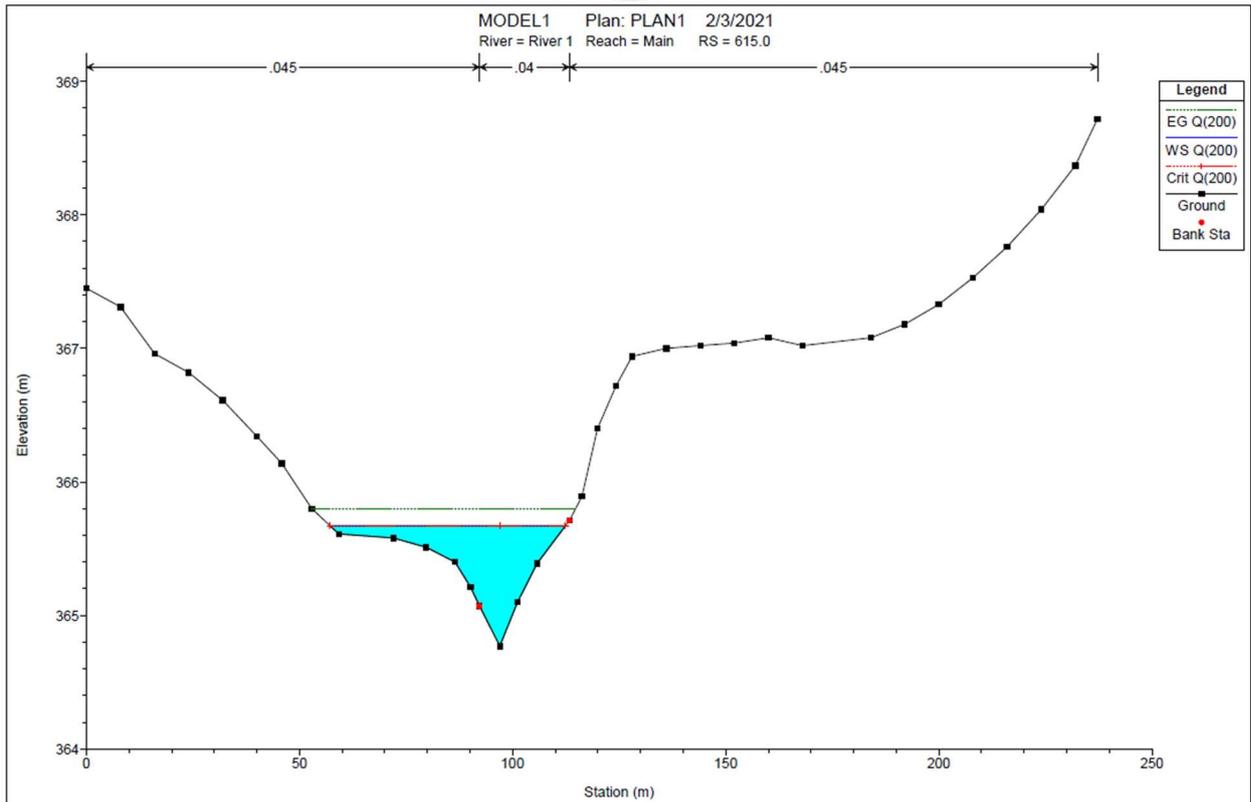
Di seguito, si analizzano le interferenze del cavidotto con i due reticoli idrografici più critici, per i quali si riportano alcune sezioni trasversali desunte con una modellazione monodimensionale in regime stazionario per tempo di ritorno di 200 anni, mediante il software HEC-RAS 5.0.7.

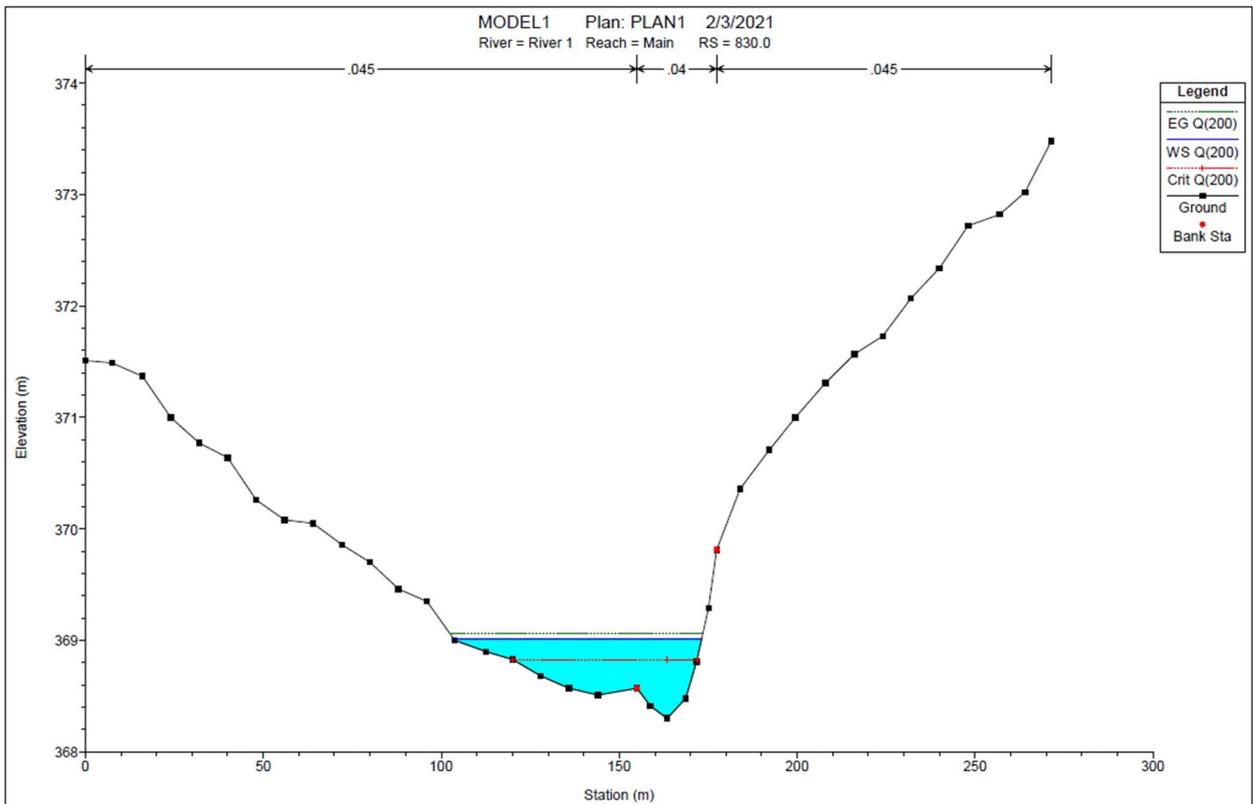
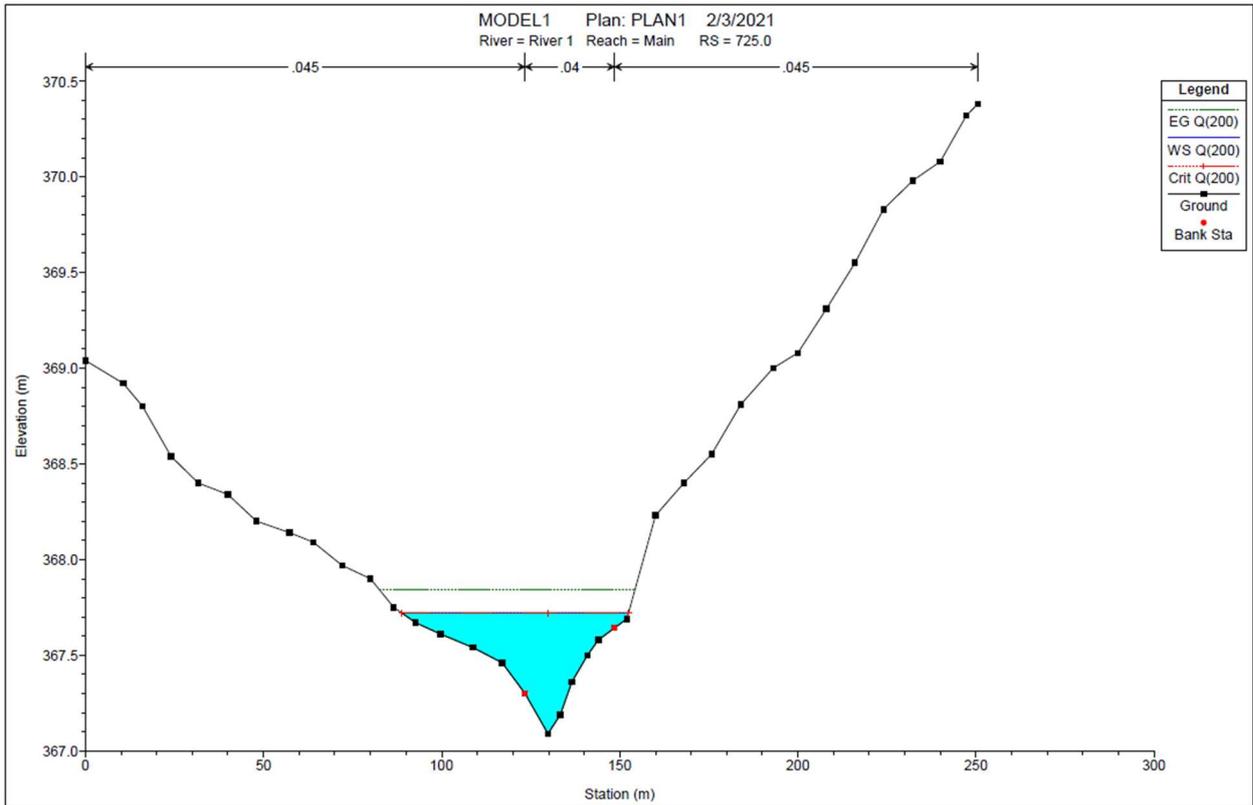


Figura 19 - Sezioni trasversali del river 1









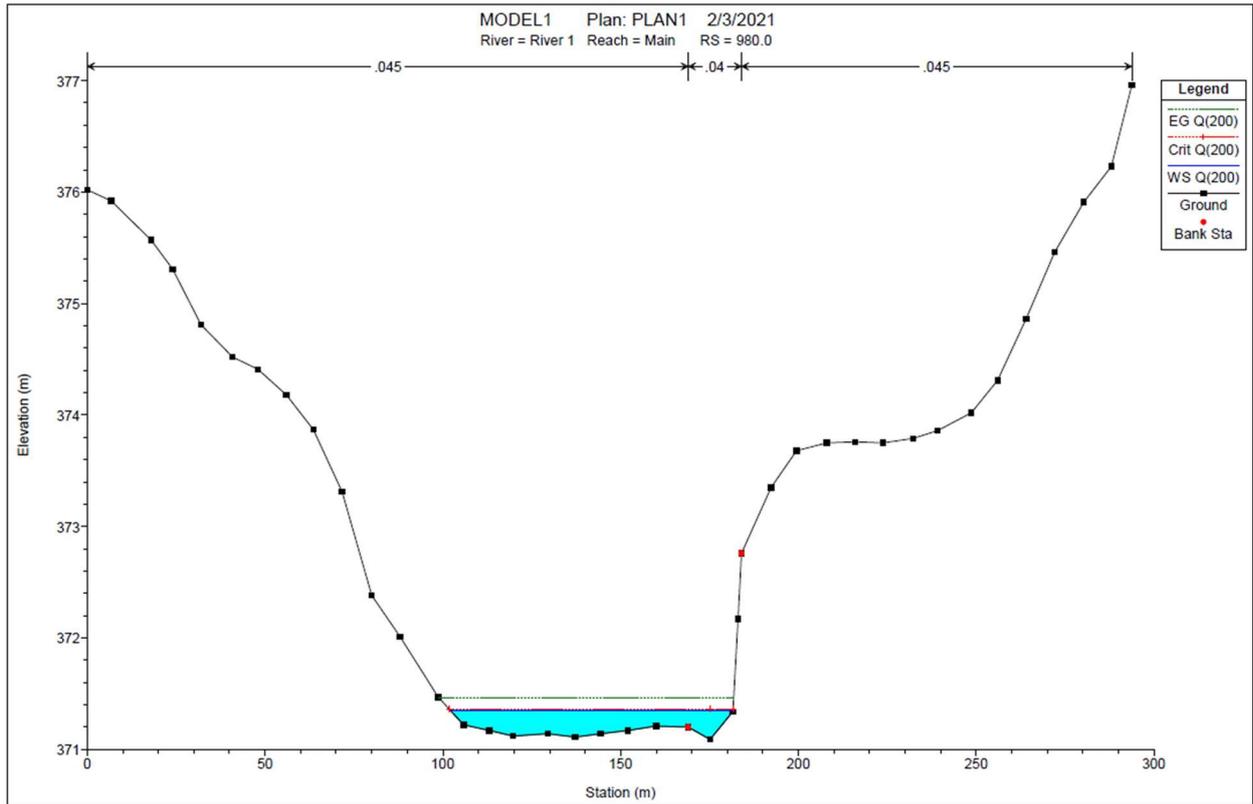
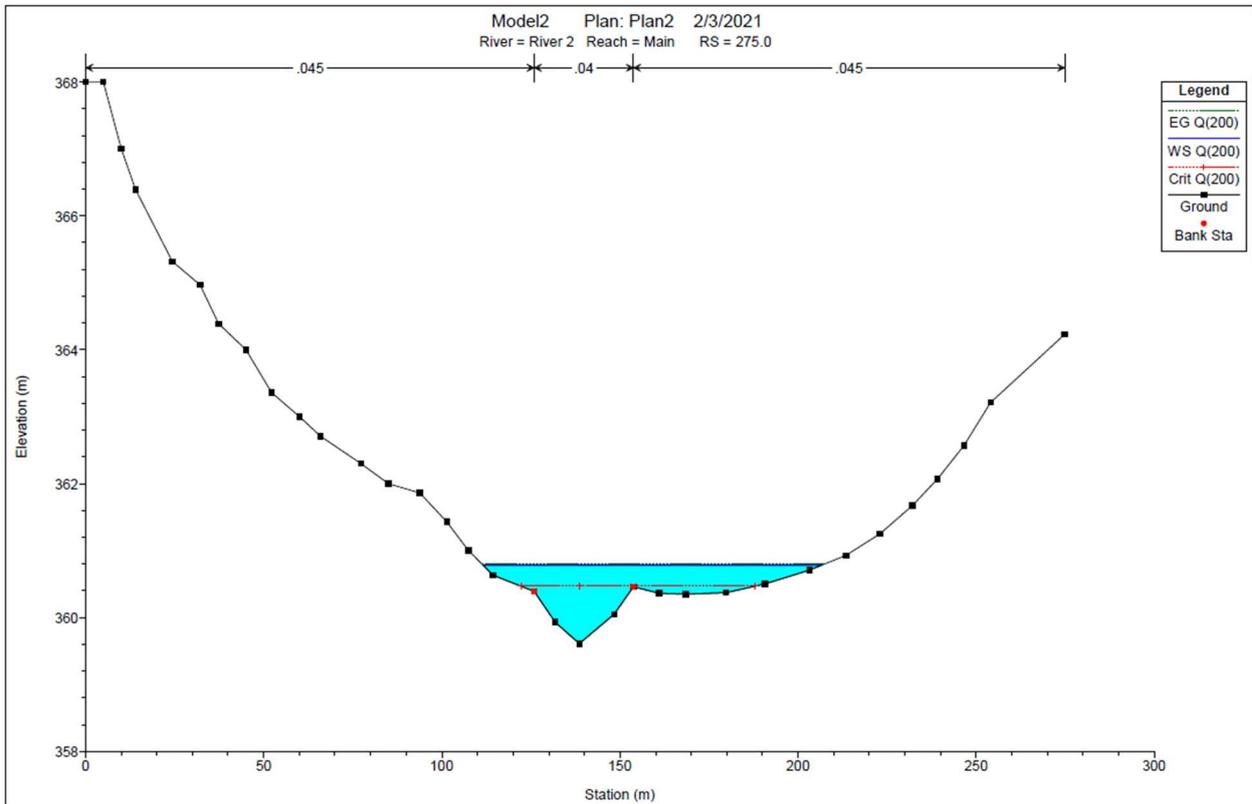
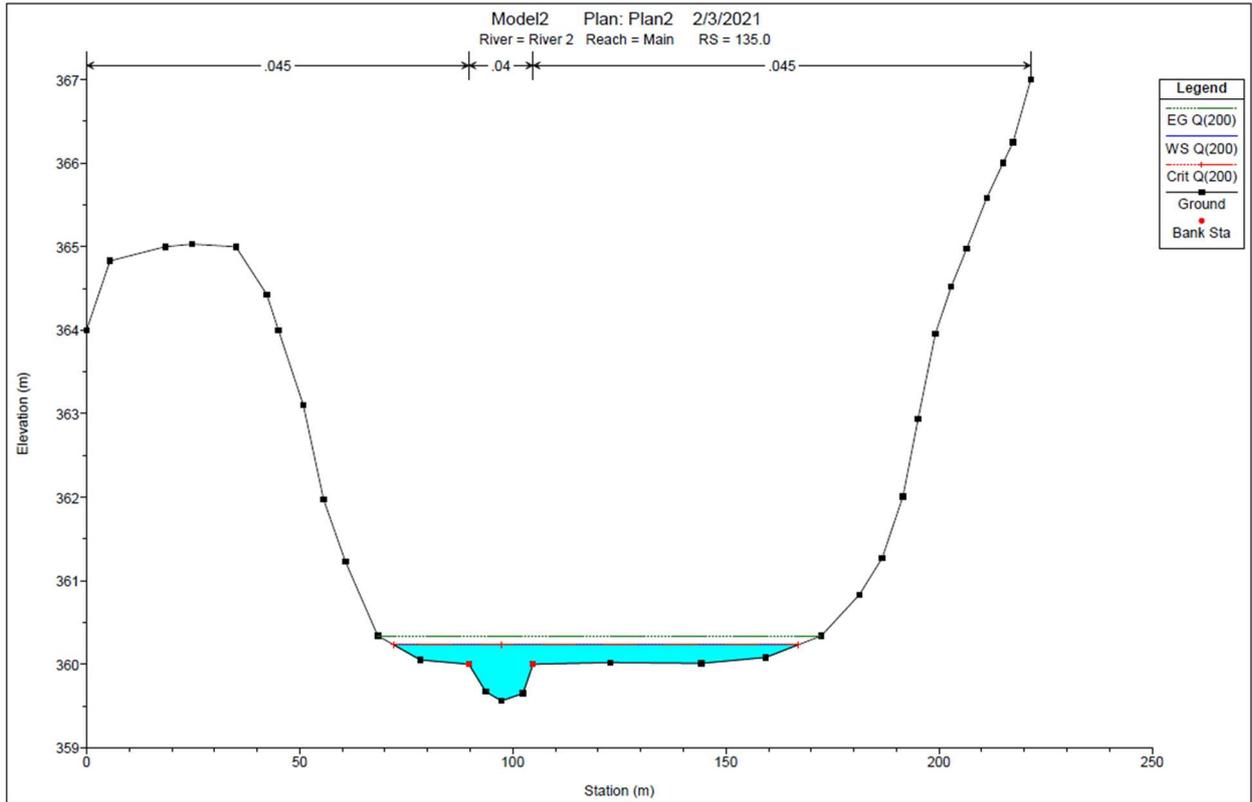
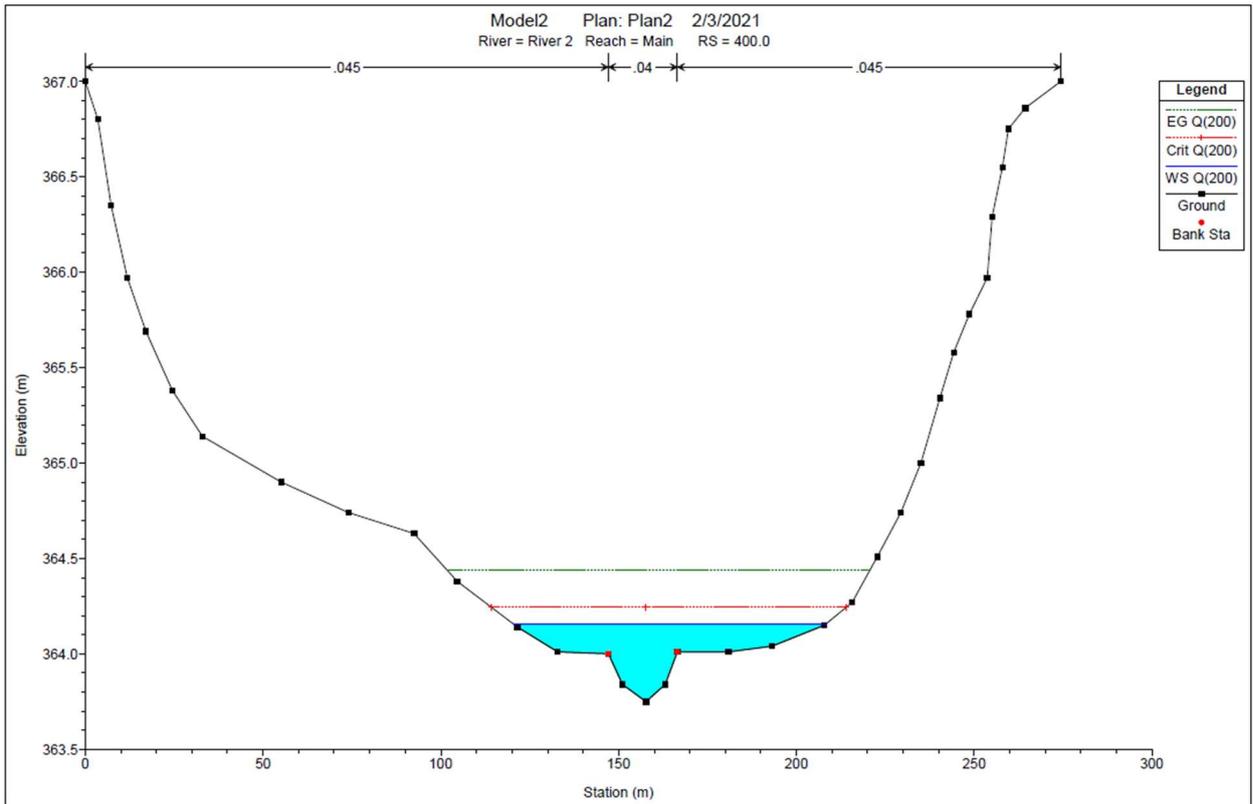
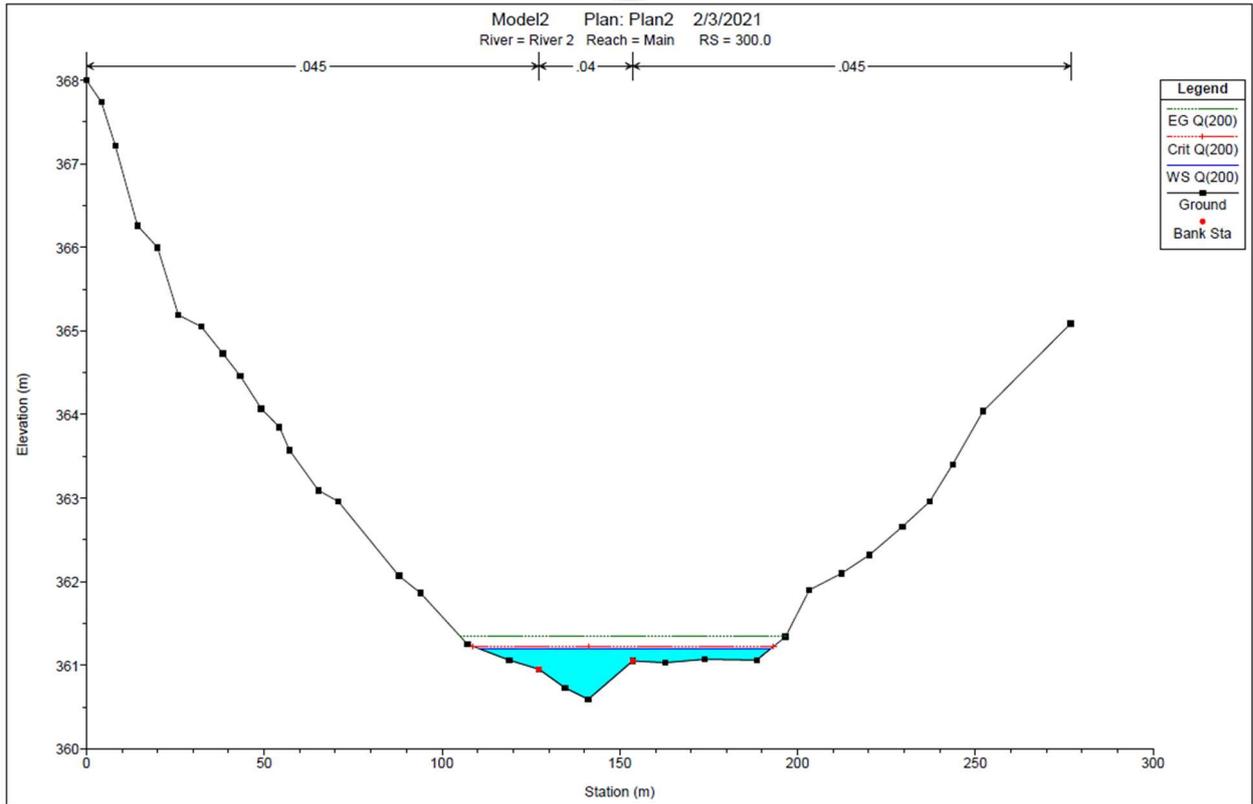
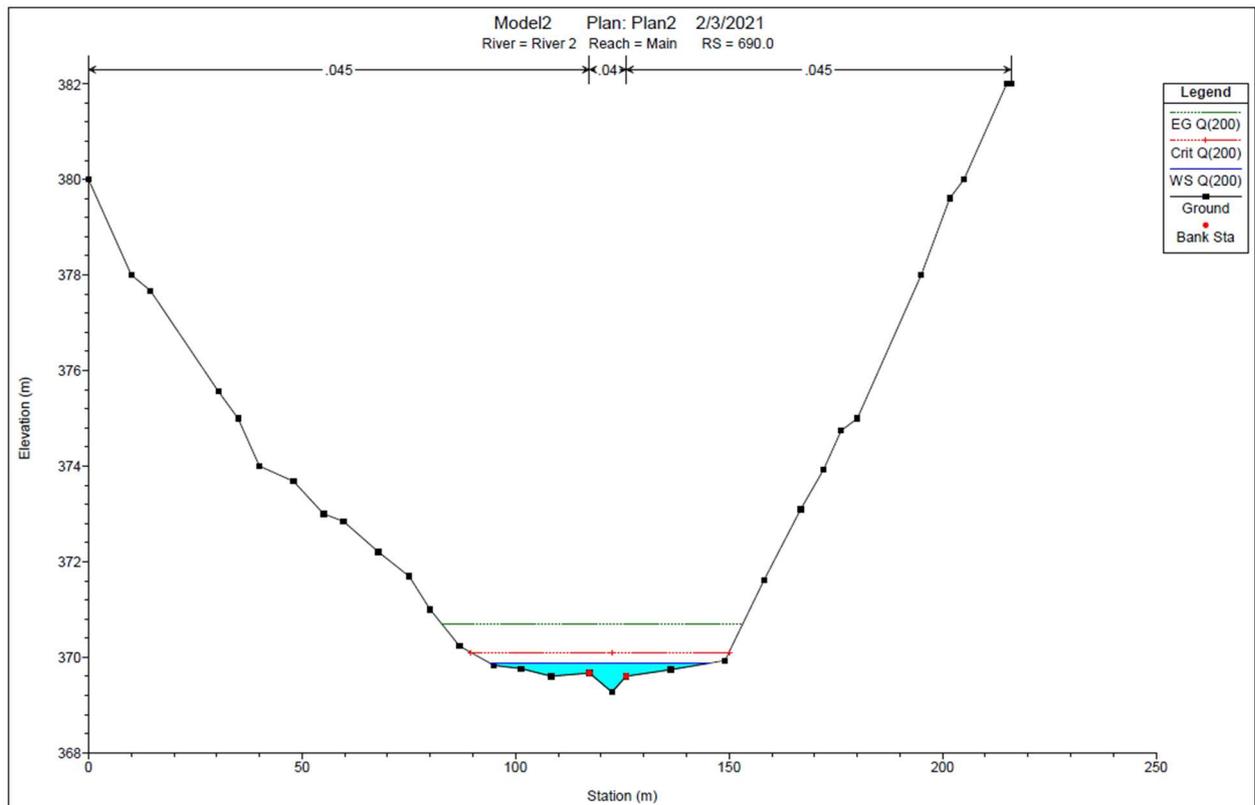
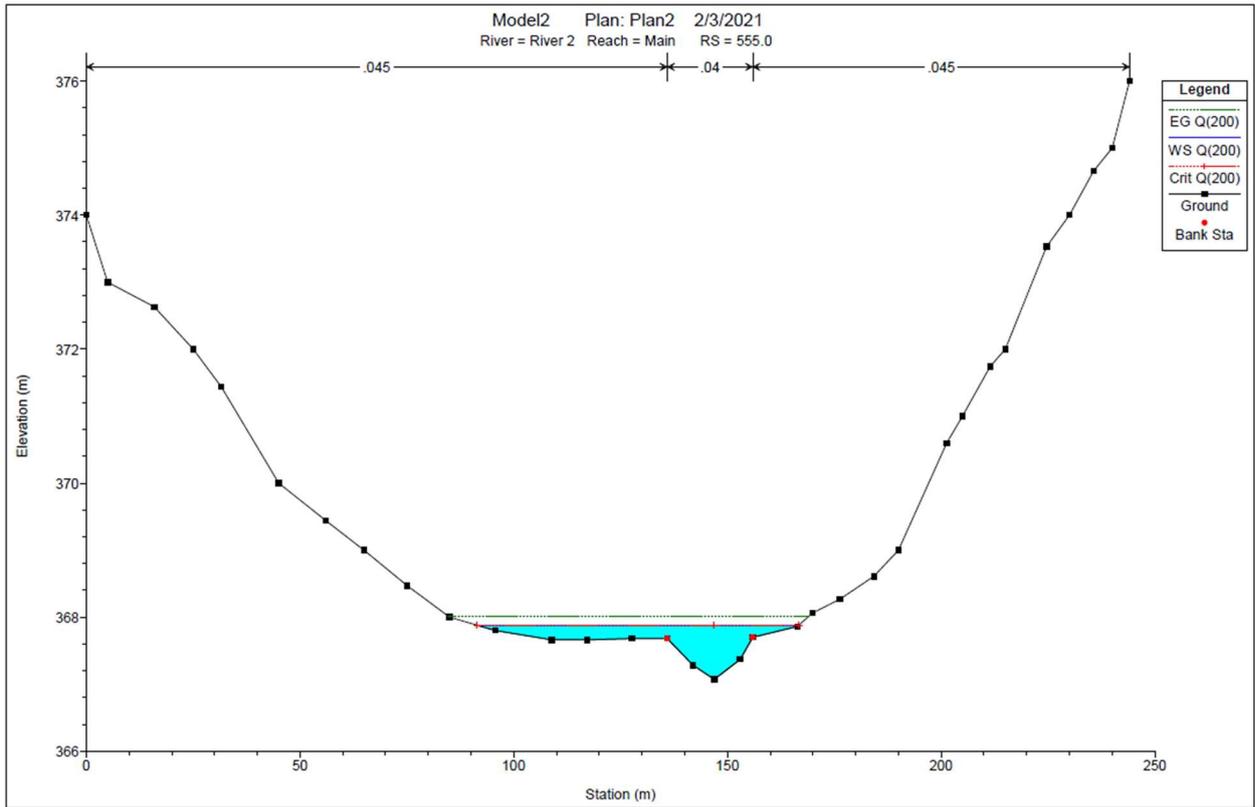
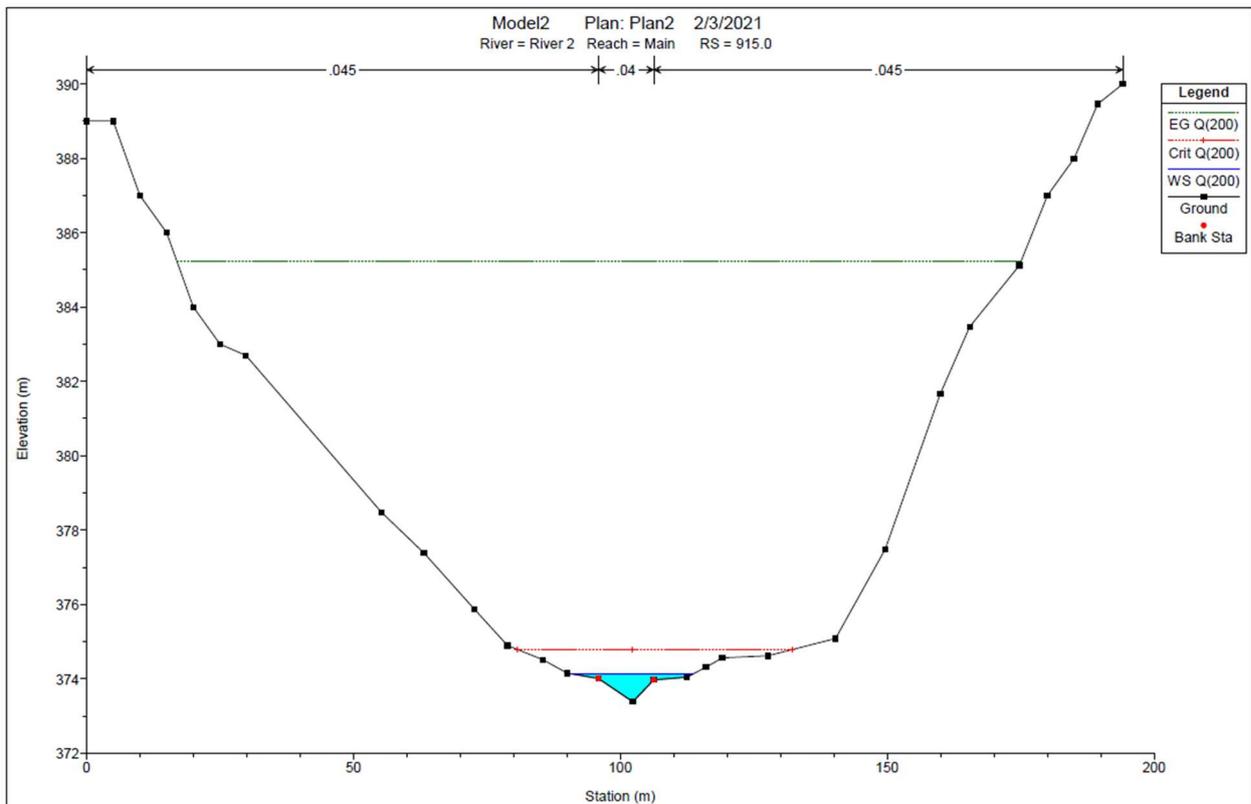
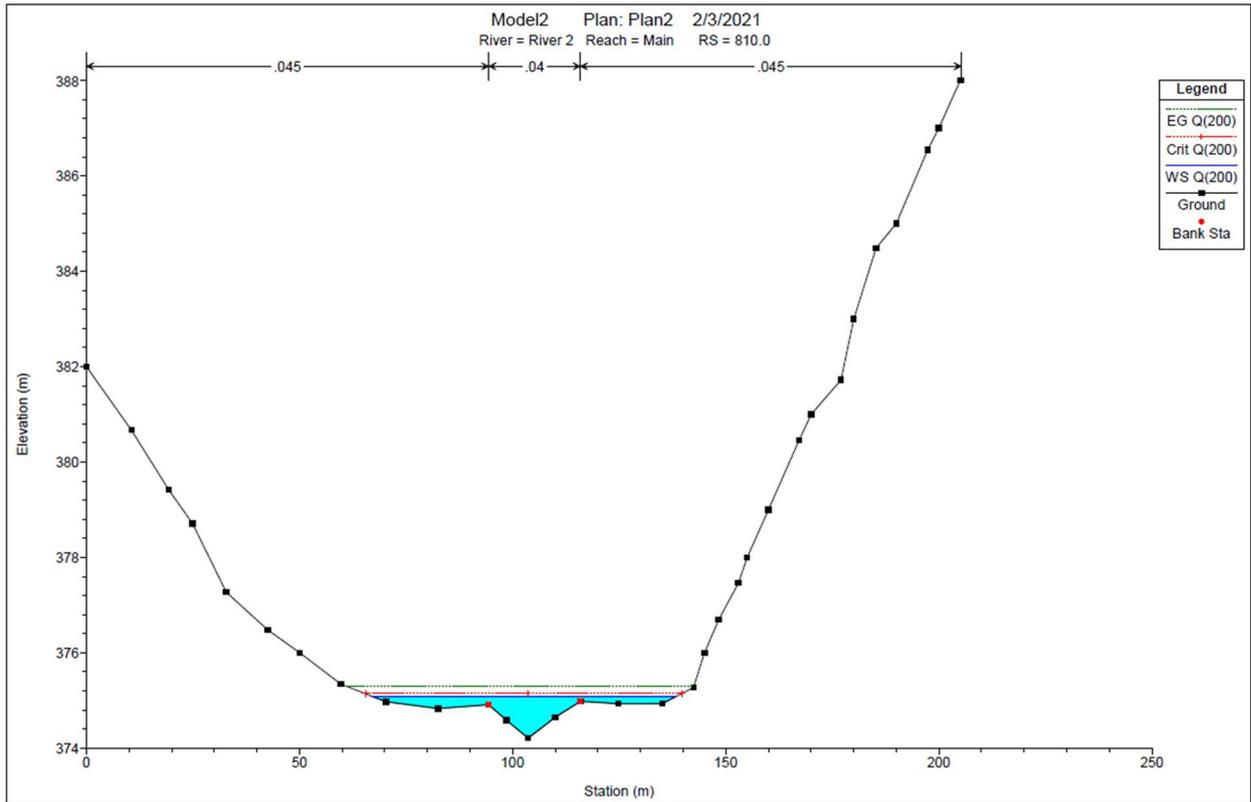


Figura 20 - Sezioni trasversali del river 2









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 (Tr 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.

Dai risultati delle modellazioni di flooding, si può osservare che tutti gli aerogeneratori 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 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 maggiore di 2.0 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.