



Comune di Baldissero Torinese

Provincia di Torino

Regione Piemonte



OPERE DI DIFESA SPONDALE LUNGO IL RIO BALDISSERO
ALL'ALTEZZA DI STRADA CASABIANCA E CAMPO SPORTIVO
DI STRADA CORDOVA

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

RELAZIONE IDROLOGICA -IDRAULICA

TIMBRI E FIRME

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

dott. ing. Roberto SESENNA
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n.8530J
Cod. Fisc. SSN RRT 75B12 C665C



dott. ing. Chiara AMORE
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n. 8304 X
Cod. Fisc. MRA CHR 75D56Z219V



CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	NOV/2020
COD. LAVORO	400/SR
TIPOL. LAVORO	E
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	01
TIPOL. ELAB.	RI
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	03
VERSIONE	0

REDATTO

ing. Nicola MAREGA

CONTROLLATO

ing. Chiara AMORE

APPROVATO

ing. Roberto SESENNA

ELABORATO

3



INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GENERALE	3
2.1 ASSETTO GEOGRAFICO.....	3
2.2 INQUADRAMENTO CLIMATICO.....	3
3. ANALISI DELLA RETE IDROGRAFICA E DEI BACINI IMBRIFERI	4
3.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI BACINI INDIVIDUATI	4
3.1.1 Parametri di forma del bacino.....	4
3.1.2 Uso del suolo e capacità d’uso del suolo	5
3.1.3 Calcolo del tempo di corrivazione.....	5
4. DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI	8
5. ANALISI IDROLOGICA	10
5.1 CARATTERIZZAZIONE DEL REGIME IDROLOGICO	10
5.2 PLUVIOMETRIA DELL’AREA	10
5.3 CALCOLO DELLA PORTATA CON MODELLO NUMERICO.....	11
5.3.1 Metodologia e input del modello	11
5.3.2 Calcolo del numero di curva adimensionale CN	13
5.3.3 Calcolo delle portate di piena.....	15
6. ANALISI IDRAULICA	17
6.1 APPROCCIO METODOLOGICO	17
6.2 SINTESI DELLE PORTATE DI PROGETTO E VERIFICA	17
6.3 MODELLO DI SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE	17
6.3.1 Descrizione del codice numerico utilizzato	17
6.3.2 Dati di input.....	19
6.3.3 Modalità di presentazione dei risultati.....	21
6.3.4 Analisi dei risultati	21
6.3.4.1 Intervento Campo Sportivo	21
6.3.4.2 Intervento Via Casabianca.....	22
6.4 VERIFICA DELL’ATTRAVERSAMENTO ESISTENTE SUL FOSSO LUNGO VIA CASABIANCA	24
6.5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI INDOTTI DA FENOMENI EROSIVI.....	25
6.5.1 Verifica secondo l’analisi di moto incipiente	26
6.5.2 Metodologia proposta da Pilarczyk (1997)	28
6.5.3 Formulazioni empiriche di Neill e Bogardi.....	30
6.5.4 Conclusioni	31

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Carta dei bacini –

ALLEGATO 2 – Uso del suolo –

ALLEGATO 3 – Risultati del modello di simulazione numerica idraulica



1. PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante del Progetto Esecutivo dell’*“Realizzazione opere di difesa spondale lungo il Rio Baldissero all’altezza di Strada Casabianca e campo sportivo di Strada Cordova”.*

La presente relazione idrologico-idraulica è finalizzata alla determinazione dei principali parametri idrologici ed al calcolo delle portate per eventi pluviometrici parossistici relativi al Rio Baldissero, corso d’acqua oggetto di interventi previsti, sito nel Comune di Baldissero Torinese, in Provincia di Torino.

Il progetto comprende interventi di consolidamento di versante e interventi di difesa del piede spondale con il fine di ripristinare i danni da dissesto idrogeologico conseguenti agli eventi alluvionali del 2018, ulteriormente aggravatisi negli eventi pluviometrici intensi del recente autunno. Per una descrizione maggiormente dettagliata degli interventi in progetto si rimanda alla *Relazione descrittiva e documentazione fotografica (Elaborato 01)*.

Il presente documento, a seguito di un’analisi dettagliata delle caratteristiche geomorfologiche, pedologiche e fisiografiche delle aree scolanti oggetto di studio, analizza dal punto di vista idrologico l’entità delle precipitazioni relative ad un evento pluviometrico parossistico impulsivo, fornendo le curve di possibilità pluviometriche riferite a tutto il bacino idrografico sino alle due sezioni di interesse per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni.

Applicando un metodo di trasformazione afflussi-deflussi, sono state successivamente determinate le portate idriche di piena per differenti tempi di ritorno, compresi tra 2 e 200 anni, focalizzando l’attenzione su quelli ritenuti più significativi per le verifiche e i dimensionamenti.

Nell’ambito del presente studio, è stata svolta un’analisi idrologico-idraulica del bacino idrografico del Rio Baldissero, in relazione alle sezioni di chiusura ubicate in corrispondenza dei due interventi previsti lungo il corso d’acqua nell’ambito del presente progetto.

È stata inoltre condotta un’analisi idraulica mediante modello numerico in moto permanente in alveo allo stato di fatto e di progetto, con il fine di dimensionare e verificare correttamente gli interventi in progetto lungo l’alveo.



2. INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 ASSETTO GEOGRAFICO

Baldissero Torinese è un Comune delle città metropolitane di Torino, sito a circa 15 km dal capoluogo piemontese, fra le colline di Superga e Andezeno. Il comune ha un’altitudine media di poco superiore ai 400 m s.l.m. ed è attraversato dal Rio Dora e il Rio Baldissero.

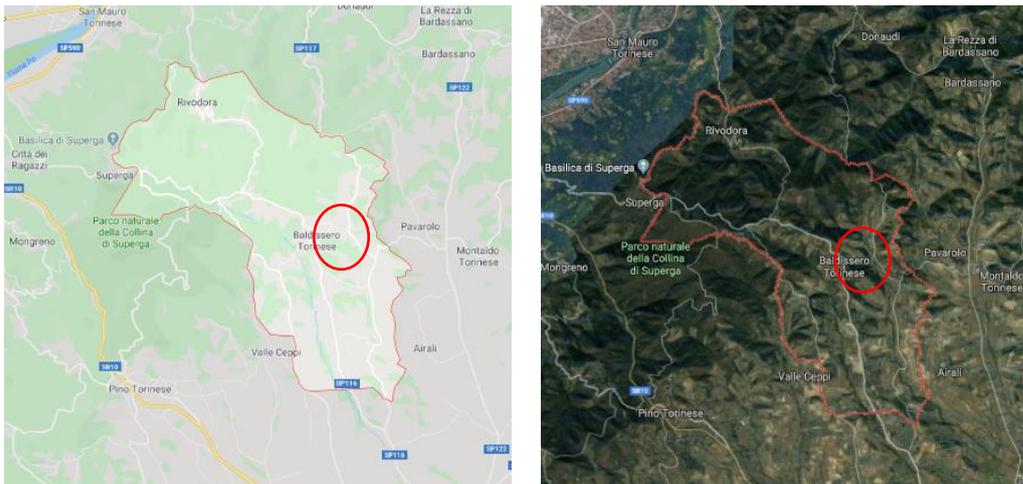


Figura 1 – Inquadramento geografico. L’area interessata dagli interventi è cerchiata in rosso.

2.2 INQUADRAMENTO CLIMATICO

La Collina Torinese, pur occupando una posizione quasi centrale nell’ambito della regione piemontese, si innalza in modo netto rispetto alle circostanti zone pianeggianti. Tale diversità di quota, unita alla favorevole esposizione dei versanti collinari abitati, è causa di un andamento termico con escursioni termiche annuali sensibilmente ridotte rispetto a quelle tipiche del clima continentale della Pianura Padana occidentale.

Le differenze più marcate si hanno nella stagione invernale, quando la collina si viene sempre a trovare al di sopra dello strato di inversione termica: questo determina una forte limitazione del numero e dell’intensità delle gelate notturne, ma soprattutto una quasi totale assenza di nebbie e dunque un elevato soleggiamento in grado di garantire temperature pomeridiane decisamente miti. Le stagioni primaverili ed autunnali non presentano sostanziali differenze termiche rispetto alla sottostante pianura, mentre durante la stagione estiva tornano a farsi evidenti le differenze termiche rispetto alla zona pianeggiante: il pur limitato ma presente raffreddamento dovuto all’altitudine, unito alla maggiore esposizione ai venti ed alle correnti d’aria, rendono meno intenso il riscaldamento durante le ore diurne e limitano la sensazione di disagio tipica dei bassi strati afosi prossimi alla pianura.

Il regime pluviometrico presenta un minimo principale in gennaio-febbraio, massimo principale in maggio, minimo secondario in luglio e massimo secondario in novembre.



3. ANALISI DELLA RETE IDROGRAFICA E DEI BACINI IMBRIFERI

3.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI BACINI INDIVIDUATI

I bacini idrografici che verranno analizzati nei paragrafi a seguire sono stati tracciati in corrispondenza delle sezioni d’interesse oggetto d’intervento, con il fine di determinare le portate che defluiscono lungo il Rio Baldissero. Nel dettaglio:

- Bacino idrografico Rio Baldissero – Campo sportivo: con sezione di chiusura in corrispondenza di Strada Cordova, nei pressi del campo sportivo;
- Bacino idrografico Rio Baldissero – Via Casabianca: con sezione di chiusura in corrispondenza di Via Casabianca;
- Bacino idrografico Fosso – Via Casabianca: bacino idrografico in destra idraulica del Rio Baldissero, tracciato con il fine di stimare il contributo, in termini di portata, del fosso che confluisce nello stesso proprio in corrispondenza dell’ubicazione degli interventi di Via Casabianca.

Per una migliore comprensione della suddivisione geografica, si rimanda all’ALLEGATO 1, dove si riporta la delimitazione dei bacini idrografici presi in considerazione.

3.1.1 Parametri di forma del bacino

I tre bacini idrografici oggetto di analisi sono di modeste dimensioni, occupando una superficie complessiva di circa 5 km², suddivisi come riportati in Tabella 1. Lo studio idrologico è stato applicato alle sezioni di chiusura così come indicate precedentemente.

Nella valutazione dei parametri morfologici in grado di caratterizzare la conformazione del bacino si è valutata, oltre all’area S, anche il perimetro P. I bacini principali hanno forma allungata in direzione nord-ovest verso sud. I rapporti tra i parametri fisiografici di un bacino idrografico costituiscono un’indicazione sintetica e quantitativa della forma del bacino stesso; si definiscono quindi i seguenti coefficienti di forma, introducendo il diametro D e il perimetro C corrispondenti ad un bacino di forma circolare avente la stessa estensione S del bacino in esame:

$$F_1 = \frac{L}{D} = \frac{L}{\sqrt{4S/\pi}} = 0,89 \frac{L}{\sqrt{S}}$$

$$F_2 = \frac{P}{C} = \frac{P}{\sqrt{2\sqrt{S}\pi}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Nella Tabella 1 sono riportati i parametri di forma calcolati per i sottobacini considerati: i valori di F sono superiori all’unità, indicando quindi una morfologia tendenzialmente allungata.



Tabella 1 - Dati morfologici e parametri di forma dei bacini idrografici considerati.

Parametro	Bacini idrografici		
	Rio Baldissero Campo Sportivo	Rio Baldissero Via Casabianca	Fosso Via Casabianca
Perimetro P [km]	5,62	8,00	2,47
Superficie S [km ²]	1,86	2,83	0,33
Lunghezza asta L [km]	1,92	3,31	0,90
F1	1,25	1,75	1,39
F2	1,15	1,33	1,20

3.1.2 Uso del suolo e capacità d’uso del suolo

Per quanto concerne gli aspetti pedologici, facendo riferimento alla “Carta della capacità d’uso dei suoli e delle loro limitazioni” della Regione Piemonte (I.P.L.A., 1982), si riporta in ALLEGATO 2 la carta con delimitazione dei 3 differenti bacini idrografici oggetto di analisi.

Dal punto di vista dell’uso del suolo il territorio di interesse risulta essere caratterizzato per la maggior parte da vigneti, frutteti e nocioleti, seminativi e latifoglie miste.

3.1.3 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione dipende da numerosi fattori (geologici, morfologici, planimetrici, idrologici, di copertura del suolo,...), di cui è difficile tener conto: si fa, pertanto, ricorso a formule empiriche, che esprimono il legame con alcune grandezze caratteristiche del bacino. Nel presente studio è stato definito il tempo di corrivazione relativo ai sottobacini individuati, facendo ricorso a differenti formulazioni adatte alla tipologia di bacino considerata. Verificata la coerenza dei valori ottenuti, al bacino è stato associato il valore medio dei tempi di corrivazione così calcolati.

Si riportano di seguito le formulazioni utilizzate nel presente studio:

1. La formulazione di Pasini per bacini di superficie < 40 km²:

$$T_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i_f}}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore);

S = superficie del sottobacino (Km²);

L = lunghezza dell’asta principale (Km);

i_f = pendenza caratteristica dell’asta principale (m/m);



Progetto Esecutivo

2. La formulazione proposta Pezzoli (per bacini < 20 km²):

$$T_c = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_f}}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore);
 L = lunghezza dell’asta principale (Km);
 i_f = pendenza caratteristica dell’asta principale (m/m);

3. La formulazione proposta da Ventura (per bacini < 40 km²):

$$T_c = 0,1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i_f}}$$

T_c = tempo di corrivazione (ore);
 S = superficie del sottobacino (Km²);
 i_f = pendenza caratteristica dell’asta principale (m/m);

4. La formulazione di Kirpich (per bacini < 10 km²):

$$T_c = 0,066 \cdot L^{0,77} \cdot \left(\frac{1000 \cdot L}{h_{max} - h_{min}} \right)^{0,385}$$

T_c = tempo di corrivazione (ore);
 L = lunghezza dell’asta principale (Km);
 h_{max} = quota massima dell’asta principale (m);
 h_{min} = quota sezione di chiusura (m);

5. Formulazione di Merlo

$$T_c = \alpha \frac{L}{\sqrt{i_f}} \left(\frac{S}{L^2} \cdot \frac{\sqrt{i_f}}{\sqrt{i_v}} \right)^{0,72}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore);
 S = superficie del sottobacino (Km²);
 L = lunghezza dell’asta principale (Km);
 i_f = pendenza caratteristica dell’asta principale (m/m);
 i_v = pendenza media dei versanti (m/m);
 α = parametro empirico.



Per l’utilizzo delle precedenti formule, è necessario determinare i parametri morfologici necessari, vale a dire la superficie, la lunghezza dell’asta fluviale tra la quota della sezione iniziale e quella finale di chiusura del bacino, la pendenza dell’asta principale. Valutate le ipotesi alla base dei diversi metodi applicati, si è ritenuto ragionevole utilizzare per i calcoli successivi il valore medio delle formulazioni analizzate.

I valori dei tempi di corrivazione calcolati con le differenti formulazioni e i tempi di corrivazione utilizzati nelle successive analisi afflussi – deflussi, per i tre bacini individuati, sono riportati nella tabella a seguire.

Tabella 2 – Calcolo del tempo di corrivazione per i bacini considerati alle differenti sezioni di chiusura.

<i>Bacino</i>	<i>Tempi di corrivazione (h)</i>					
	<i>Pasini</i>	<i>Pezzoli</i>	<i>Ventura</i>	<i>Merlo</i>	<i>Kirpich</i>	<i>Media</i>
Rio Baldissero Campo Sportivo]	0,55	0,35	0,57	1,01	0,27	0,55
Rio Baldissero Via Casabianca	0,94	0,75	0,88	1,16	0,49	0,86
Fosso Via Casabianca	0,28	0,19	0,28	0,59	0,17	0,29



4. DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI

Gli interventi in progetto constano complessivamente due opere di difesa longitudinale su corso d’acqua, il Rio Baldissero, consistenti sostanzialmente nella realizzazione di difese spondali mediante posa di massi ciclopici e sovrastante consolidamento di versante mediante realizzazione di palificata doppia.

L’intervento n. 1 si trova sul Rio Baldissero, in sponda sinistra, in corrispondenza del campo sportivo comunale sito in via Cordova. La sponda del rio, nell’area indagata, è soggetta e forti fenomeni erosivi in sinistra idrografica, tali da minacciare il collasso di una porzione della struttura sportiva; è già avvenuto infatti il crollo di parte dell’adiacente percorso pedonale naturalistico.

Nel dettaglio l’intervento consisterà in:

- Interventi di decespugliamento e taglio selettivo del materiale vegetale per la ri-sagomatura dell’alveo;
- Movimentazione del materiale litoide per riprofilatura sezione di deflusso: il materiale sarà utilizzato per il riempimento a tergo della scogliera;
- Realizzazione di difesa spondale costituita da scogliera in massi ciclopici non cementati; si prevede la stesa di geotessile tessuto al contatto con la parete di scavo, avente funzione di filtro contro il dilavamento del materiale fine;
- Sistemazione del versante tramite l’utilizzo di opere di ingegneria naturalistica quali palificate doppie in legname rinverdite con talee;
- Risagomatura del ciglio della scarpata e rinverdimento;
- Ripristino del camminamento pedonale e relativo parapetto in legno.

L’intervento n. 2 si colloca, sempre sul Rio Baldissero, in corrispondenza della strada comunale via Casabianca in prossimità dell’immissione della stessa sulla Strada del Cervo. Si rileva un tratto di sponda destra in forte erosione. In tale zona l’alveo risulta presentare un andamento contorto, con alveo piuttosto inciso per cui la cui sponda presenta notevole altezza, che sottoposta all’erosione comporta la compromissione della adiacente strada.

Nel dettaglio l’intervento consisterà in:

- Interventi di decespugliamento e taglio selettivo del materiale vegetale per la pulizia dell’alveo dalla vegetazione infestante al fine di impedire ostruzioni in alveo alla corrente di piena, con possibili effetti di diga temporanea;
- Scoronamento e riprofilatura della testa sponda destra al fine di eliminare le porzioni di terreno instabile;
- Realizzazione di difesa spondale costituita da scogliera in massi ciclopici non cementati; si prevede la stesa di geotessile tessuto al contatto con la parete di scavo avente funzione di filtro contro il dilavamento del materiale fine;
- Consolidamento della scarpata soprastante la difesa spondale, mediante l’utilizzo di opere di ingegneria naturalistica quali doppie palificate rinverdite con talee;



Progetto Esecutivo

- Realizzazione di sistema di captazione acque ruscellanti sulla strada mediante posa di caditoia grigliata trasversale alla carreggiata e relativa tubazione per il convogliamento controllato delle acque;
- Ripristino della barriera stradale di protezione e della pavimentazione bituminosa.
- Prolungamento e risistemazione della cunetta stradale (esistente in parte sul ciglio di monte) e suo convogliamento controllato nel fosso recapitante nel rio Baldissero.



5. ANALISI IDROLOGICA

Per poter definire le portate di progetto e di verifica idraulica degli interventi, è necessario condurre un’analisi pluviometrica dell’area e successivamente, con un adeguato modello di trasformazione afflussi-deflussi, definire le portate di progetto per adeguati tempi di ritorno.

5.1 CARATTERIZZAZIONE DEL REGIME IDROLOGICO

La valutazione del regime idrologico dell’area d’interesse è stata condotta facendo riferimento alla metodologia elaborata dall’ARPA PIEMONTE – *Atlante delle piogge intense*. Il servizio consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore che rappresentano lo strumento essenziale nella progettazione idraulica e nella valutazione probabilistica delle portate di piena. L’analisi statistica ha utilizzato tutta la base dati disponibile comprensiva delle stazioni storiche del Servizio Idrografico e Mareografico nazionale in funzione dal 1913 al 2002 e delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987. Ai bacini individuati è stato quindi applicato tale sistema statistico di regionalizzazione. Le curve di possibilità pluviometrica definiscono i parametri idrologici per l’applicazione del metodo afflussi-deflussi mediante il quale, note le caratteristiche idrologiche dei bacini, si ricavano per assegnato tempo di ritorno i valori delle portate di piena.

5.2 PLUVIOMETRIA DELL’AREA

Lo scopo principale dell’analisi idrologica è quello di determinare l’entità delle massime portate di deflusso per l’area oggetto di studio, in particolare in riferimento ad eventi meteorici intensi di breve durata. La metodologia permette di selezionare graficamente l’area del bacino di interesse e scaricare i dati caratteristici di ogni maglia in tabelle rappresentative per la successiva elaborazione numerica. Le maglie hanno dimensione areale pari a 250x250 m, ad ogni quadrato del reticolo sono assegnati i valori di a , n e K_t caratteristici e per i quali utilizzando le formule elaborate nella metodologia è possibile calcolare dei valori di a e n , in funzione del tempo di ritorno considerato, rappresentativi del bacino analizzato.

Un esempio grafico della maglia utilizzabile nel webgis dell’atlante delle piogge intense è riportato in Figura 2.

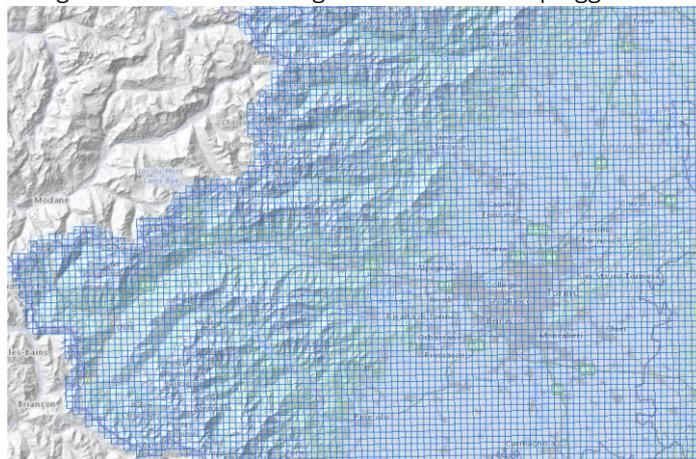


Figura 2 – Maglie della rete dell’Atlante delle Piogge – Arpa Piemonte.



Progetto Esecutivo

Le elaborazioni statistiche effettuate nella metodologia proposta da Arpa Piemonte consentono, per assegnato valore del tempo di ritorno, di ricavare per ciascun bacino la curva di massima possibilità pluviometrica, rappresentata dalla funzione:

$$h = a \cdot t^n$$

avendo indicato con

- h(mm) altezza della pioggia;
- t (ore) tempo di pioggia;
- a (mm) massima precipitazione di durata 1 ora (funzione di Tr);
- n (-) esponente in funzione di Tr.

È stato quindi possibile, valutare il valore assunto dal coefficiente a e dall’esponente n per i bacini individuati, utilizzando la metodologia sopra esposta. In Tabella 3 si riportano i risultati ottenuti.

Tabella 3 – Valori di a ed n relativi ai bacini considerati.

Bacino idrografico		Tempo di ritorno (anni)						
		2	5	10	20	50	100	200
Rio Baldissero Campo Sportivo	a	26,12	34,61	40,20	45,52	52,35	57,43	62,45
	n	0,2705	0,2706	0,2705	0,2705	0,2705	0,2705	0,2705
Rio Baldissero Via Casabianca	a	26,32	34,95	40,63	46,00	52,93	58,10	63,21
	n	0,2648	0,2649	0,2648	0,2648	0,2648	0,2648	0,2648
Fosso Via Casabianca	a	26,64	35,55	41,42	47,01	54,22	59,59	64,91
	n	0,2535	0,2537	0,2535	0,2535	0,2535	0,2535	0,2535

5.3 CALCOLO DELLA PORTATA CON MODELLO NUMERICO

5.3.1 Metodologia e input del modello

Uno dei metodi più utilizzati per calcolare le portate di piena relative ad una sezione di un corso d’acqua consiste nel fare riferimento ai dati pluviometrici ed elaborare statisticamente gli stessi, ricavando la portata con il metodo della corrivazione o con altri metodi indiretti di trasformazione degli afflussi in deflussi. La trasformazione afflussi-deflussi si basa appunto su modelli numerici che consentono di passare dal dato di precipitazione al dato di portata, dove evidentemente devono entrare in gioco aspetti morfologici, dati di infiltrazione, ruscellamento, evaporazione ecc.

Per il calcolo delle portate, e quindi per la stima dei prevedibili volumi liquidi legati ad un prescelto tempo di ritorno, si è utilizzato in particolare un approccio di tipo modellistico che consente, una volta definita la precipitazione di progetto, di calcolare le portate defluenti alla sezione che sottende il bacino in esame mediante la simulazione dei complessi fenomeni di trasformazione afflussi-deflussi.



Progetto Esecutivo

Il software utilizzato, derivato dal noto codice di calcolo americano HEC-HMS “Flood Hydrograph Package” sviluppato dall’Hydrologic Engineering Center dell’U.S. Army Corps of Engineers, consente mediante un’opportuna schematizzazione del reticolo idrografico in una serie di componenti idrologicamente interconnessi tra loro ed un’attenta definizione delle caratteristiche geometriche e di permeabilità del bacino, il calcolo degli idrogrammi di deflusso che competono a particolari eventi meteorici registrati.

La pioggia di progetto utilizzata ha uno ietogramma con andamento triangolare detto “di Chicago”, il tempo di ritorno viene assegnato a priori, così come anche la durata t_p dell’evento critico che generalmente è maggiore o uguale al tempo di corrivazione del bacino in studio. L’intensità della pioggia che si ricava non è costante nel tempo in quanto lo ietogramma presenta un picco di intensità da fissare a priori generalmente in funzione del procedimento di trasformazione afflussi-deflussi prescelto.

Nell’introdurre questa pioggia di progetto i due ideatori si sono basati sulla constatazione che la portata al colmo della piena prodotta da un evento di pioggia dipende in modo essenziale dal volume di pioggia caduto nell’intervallo di tempo in cui l’intensità è massima, da quello caduto in precedenza e dalla posizione del picco dell’intensità nello ietogramma.

Si ricava in tal modo uno ietogramma che si basa sul criterio concettuale del rispetto della curva di possibilità climatica nella sua interezza: la massima intensità media di precipitazione per ciascuna durata coincide con il valore ricavato dalla curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno.

Seguendo il procedimento di calcolo si sono ricavati, per i tempi di ritorno prescelti, gli ietogrammi (Figura 3), relativi ad un evento ipotetico con durata pari a due volte il tempo di corrivazione del bacino, ma con una intensità variabile per tutto il periodo di precipitazione.

Come tempo di corrivazione è stato considerato la media dei valori calcolati per i bacini individuati (Tabella 2).

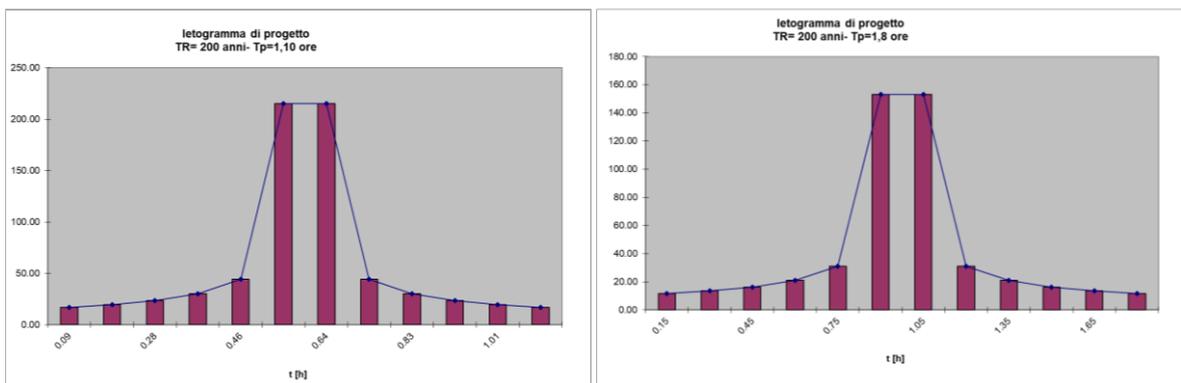


Figura 3 – Ietogrammi Chicago definiti in base ai coefficienti a ed n per Tr_{200} per il bacino con sezione di chiusura relativa al campo sportivo (sinistra) e con sezione di chiusura su Via Casabianca (destra).



Progetto Esecutivo

Il calcolo della quota parte di precipitazioni perse in depressioni superficiali, intercettazione, evapotraspirazione, infiltrazione può essere invece eseguito utilizzando metodi diversi che richiedono la conoscenza di vari dati di ingresso spesso di difficile definizione, quali la specificazione della percentuale d’area di sottobacino impermeabile (*percent impervious area*), per la quale il codice di calcolo non tiene conto di nessuna perdita, e molti altri parametri di difficile determinazione quali le perdite iniziali e a regime o l’umidità e la conduttività idraulica del terreno per citarne solo alcuni.

Il metodo del *Soil Conservation Service* Statunitense richiede la conoscenza del valore della perdita iniziale di pioggia (*Initial abstraction*) e del numero di curva adimensionale *CN* (*Curve Number*) definito dal *Soil Conservation Service* sulla base di numerosi dati raccolti con campagne di misure in campo. Spesso però, per la necessità di semplificazione o per la difficoltà che si incontra nel definire i vari parametri, le perdite vengono considerate facendo riferimento ad un’unica equazione nonostante esistano numerosi metodi per il calcolo delle singole quote da attribuire a ciascun fenomeno. La ragione di tale semplificazione risiede nel fatto che le leggi che governano i singoli fenomeni fisici non sono tuttora ben conosciute e risulta pertanto molto difficile individuare i confini di competenza di ciascun processo.

Nel caso in studio il calcolo della quota parte di precipitazioni perse nel bacino è stato eseguito con il metodo *SCS curve number*. I parametri necessari sono due ed il numero di curva adimensionale può essere valutato noti l’uso e la litologia del suolo (§ 5.3.2).

Di più difficile determinazione è invece la stima della perdita di pioggia I_a che si ha all’inizio dell’evento meteorico, perché è funzione delle caratteristiche geologiche e di saturazione del terreno stesso; tuttavia tale parametro può essere calcolato, in funzione di *CN* sulla base di numerosi dati raccolti con campagne di misure in campo, secondo la relazione proposta:

$$I_a = 0,2 \frac{(1000 - 10CN)}{CN}$$

5.3.2 Calcolo del numero di curva adimensionale *CN*

Il numero di curva adimensionale *CN* è un indice di ritenzione potenziale del suolo, che dipende dalla pedologia, dal tipo e grado di copertura del suolo e dal grado di umidità iniziale del terreno. Tale indice ha un valore compreso tra 0 e 100 e, per la sua determinazione, il *Soil Conservation Service* propone delle classificazioni, in modo da far rientrare la zona esaminata in una determinata categoria e ricavare da opportune tabelle il valore di *CN* corrispondente.

I terreni che costituiscono i bacini in esame devono essere ricondotti ad una delle quattro classi litologiche (Tabella 4). Dall’analisi geolitologica del terreno e dalla carta geologica nazionale emerge come il tessuto geologico sia caratterizzato da areniti ibride e marne con sottili intercalazioni arenacee. Si è quindi scelto di assegnare una classe C a tutte le aree ricadenti nei bacini idrografici presi in considerazione.



Progetto Esecutivo

Tabella 4 - Gruppi idrogeologici assegnabili ai diversi litotipi

Classe	Tipologia di terreno
A	Accumuli di frana da crollo
B	Depositi da debris flow, alluvioni antiche, depositi colluviali, depositi gravitativi di falda e conoide, depositi glaciali di ablazione e indifferenziati
C	Depositi colluviali, prodotti colluviali
D	Calcarei dolomitici, serpentiniti, calcescisti, micascisti, gneiss indifferenziati, metabasiti

Si sono quindi calcolate, in funzione della carta dell’uso del suolo, le superfici afferenti a ciascuna classe d’uso, provvedendo (ALLEGATO 2), conseguentemente, all’attribuzione parziale del CN caratteristico.

La categoria a cui fare riferimento si può individuare in base alla precipitazione totale dei 5 giorni precedenti quello dell’evento di pioggia e in base alla stagione (vegetativa o non vegetativa), come riportato nella Tabella 4.

Tabella 5 – Condizioni di umidità in funzione della precipitazione antecedente.

AMC	Precipitazione antecedente di 5 gg l’evento	
	Stagione di riposo (mm)	Stagione vegetativa (mm)
I	< 12,7	< 35,6
II	12,7 – 27,9	35,6 – 53,3
III	> 27,9	> 53,3

Il CN viene calcolato come media pesata, considerando come pesi le percentuali areali di ciascuna classe d’uso del suolo, riferendosi ad un grado di umidità iniziale del terreno prima che si verifichi l’evento meteorico di tipo II, cioè a un terreno umido.

È possibile prendere in considerazione anche situazioni di umidità del terreno all’inizio della precipitazione diversa da quella media; il metodo, infatti, classifica le condizioni di umidità in tre categorie:

- ✓ AMC I: potenziale di scorrimento superficiale minimo; i suoli del bacino sono sufficientemente asciutti da permettere un’aratura o coltivazione soddisfacente;
- ✓ AMC II: condizione media;
- ✓ AMC III: potenziale di scorrimento superficiale massimo; il bacino è stato praticamente saturato dalle piogge precedenti.

I valori di CN corrispondenti alla categoria AMC I e AMC III si possono ricavare dal valore di CN che corrisponde alla categoria AMC II per mezzo delle seguenti relazioni (Chow et al., 1988), dove α e β sono coefficienti sperimentali noti:

$$CN(I) = \frac{\alpha \cdot CN(II)}{10 - \beta \cdot CN(II)}, \quad CN(III) = \frac{\alpha \cdot CN(II)}{10 + \beta \cdot CN(II)}$$

Pertanto al termine delle elaborazioni svolta risulta:

- CN= 74,3 (condizioni AMC II) per il bacino Rio Baldissero – Campo Sportivo;



Progetto Esecutivo

- $CN = 75,1$ (condizioni AMC II) per il bacino Rio Baldissero – Via Casabianca;
- $CN = 77,5$ (condizioni AMC II) per il bacino Fosso – Via Casabianca.

5.3.3 Calcolo delle portate di piena

Il modello di calcolo HEC-HMS ha permesso di calcolare le portate di piena alla sezione di chiusura di ciascun bacino idrografico individuato. Di seguito si riportano i risultati ottenuti dai modelli allestiti per ciascun bacino idrografico, relativamente ad eventi di piena centennali e duecentennali, ritenuti maggiormente significativi per il dimensionamento e la verifica delle opere in progetto.

Tabella 6 – Portate di piena calcolate con il metodo afflussi – deflussi per due eventi di piena caratteristici, considerate per la verifica e il dimensionamento degli interventi in progetto.

Bacino	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{200} (m ³ /s)
Rio Baldissero – Campo Sportivo	17,0	19,8
Rio Baldissero – Via Casabianca	21,0	24,4
Fosso Via Casabianca	5,1	6,0

A seguire sono riportati gli idrogrammi relativamente ad eventi di piena centennali per il bacino idrografico del Rio Baldissero relativamente alle due differenti sezioni di chiusura: campo sportivo e Via Casabianca.

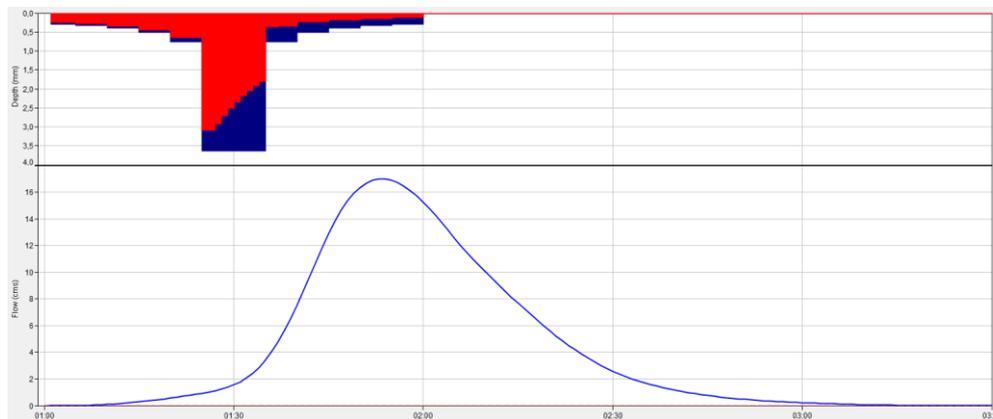
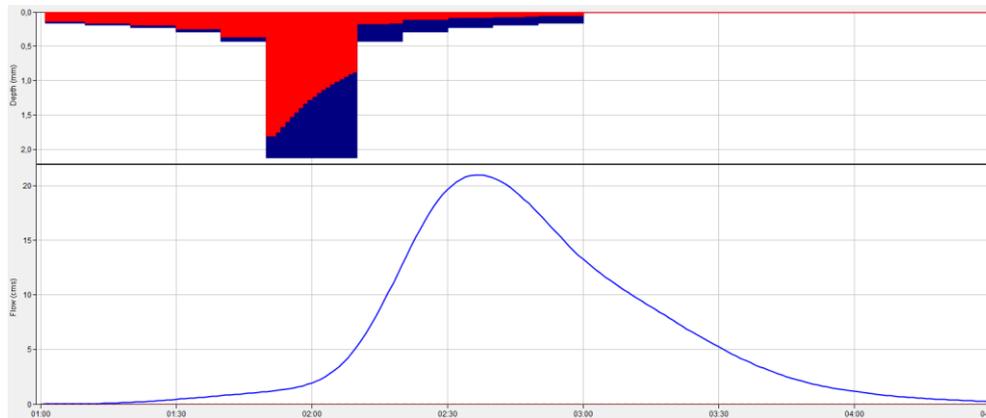


Figura 4 – Ietogramma e idrogramma di progetto relativamente a un evento di piena TR 100 anni Rio Baldissero – Campo sportivo.



Progetto Esecutivo



**Figura 5 - Ietogramma e idrogramma di progetto relativamente a un evento di piena
TR 100 anni Rio Baldissero - Via Casabianca.**



6. ANALISI IDRAULICA

6.1 APPROCCIO METODOLOGICO

La verifica delle difese spondali in progetto, si è basata sull’allestimento di un modello numerico di simulazione idraulica in moto permanente sviluppato per i tratti di intervento e finalizzato alla definizione dei tiranti e delle velocità in alveo che si manifestano in occasione di eventi di piena per assegnato tempo di ritorno. La verifica idraulica è stata condotta al fine di verificare la geometria e l’adeguatezza funzionale delle difese in progetto, anche in relazione alle problematiche evidenziate allo stato attuale, principalmente riguardanti i processi erosivi di sponda.

Il modello è stato allestito nelle condizioni attuali e nella configurazione di progetto, andando ad inserire nella geometria dell’alveo le difese di sponda e adeguando le sezioni di deflusso in funzione della riprofilatura proposta nell’ambito del presente progetto, finalizzata alla regolarizzazione delle sezioni e della pendenza dell’alveo. Ai fini della verifica della compatibilità dell’attraversamento su via Casabianca del fosso tributario del Rio Baldissero, non essendo oggetto del presente intervento, è stata inoltre condotta una verifica in moto uniforme.

6.2 SINTESI DELLE PORTATE DI PROGETTO E VERIFICA

Le portate di progetto da utilizzarsi nelle verifiche sono state definite con appositi modelli idrologici, come descritto al capitolo precedente, dove per le sezioni di chiusura dei tre bacini idrografici individuati sono state valutate le portate di progetto per differenti tempi di ritorno.

Il dimensionamento delle opere in progetto è stato effettuato per il deflusso, con un 1 m di franco, di una portata con tempo di ritorno di 100 anni (cfr. Tabella 6). Infine è stato verificato che la geometria di progetto, consentisse comunque il deflusso di una portata relativa a un evento di piena duecentennale, con un franco residuo.

6.3 MODELLO DI SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE

La valutazione della compatibilità idraulica delle opere e degli effetti dell’intervento in condizioni di piena, è stata elaborata mediante una specifica simulazione di progetto nella quale sono state inserite le opere, utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS (5.0.7).

6.3.1 Descrizione del codice numerico utilizzato

Il modello di calcolo HEC – RAS (*River Analysis System*), elaborato da *Hydrologic Engineering Center di U.S. Army Corps of Engineers* (Versione 5.0.7) è un software che consente di sviluppare i calcoli in moto permanente monodimensionale per una rete di canali (artificiali o naturali), ipotizzata la portata costante nel tempo e lungo il tratto d’alveo considerato. In particolare, risulta utile per il calcolo dei profili in moto permanente in regime di corrente lenta, veloce o che interessa entrambe. La sua affidabilità è riconosciuta a livello internazionale ed è impiegato in tutto il mondo. Il modello, in aggiunta alla determinazione dei profili di superficie libera negli alvei per portate caratterizzate da tempi di ritorno rappresentativi, consente di valutare gli effetti indotti sulla corrente da ostacoli e infrastrutture presenti in alveo (ad esempio, ponti, traverse, restringimenti di sezione ...).



Progetto Esecutivo

La procedura si basa sulla integrazione dell’equazione monodimensionale che rappresenta l’energia della corrente, nota come Standard Step Method. Le perdite di carico valutate sono quelle di attrito e quelle generate dalla contrazione o espansione della sezione. Imposte le condizioni al contorno (di valle o di monte, in funzione del regime che caratterizza il corso d’acqua) e la portata rispetto a cui si vuole effettuare la verifica, il modello determina il profilo longitudinale del pelo libero, a cui si aggiungono una serie di parametri che è possibile interrogare e analizzare.

Nello studio di una corrente gradualmente variata in alvei non prismatici, quali quelli naturali, la limitazione maggiore deriva dall’aver a disposizione informazioni relative solo a un numero piuttosto contenuto di sezioni trasversali del corso d’acqua. Inoltre, per questi alvei non sono applicabili le usuali procedure di calcolo che prevedono la definizione della scala di deflusso o di altri parametri ipotizzati invarianti lungo lo sviluppo longitudinale dell’alveo. Ne consegue che per determinare l’andamento del profilo del pelo libero lungo un tratto d’alveo è necessario procedere per tentativi e successive correzioni, assegnate le adeguate condizioni al contorno (di valle o di monte) in ragione del tipo di regime caratterizzante la corrente. Per determinare la profondità della corrente in ogni sezione, la procedura iterativa utilizza le seguenti relazioni:

$$Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_e + h_f$$
$$h_e = L \cdot i_f$$
$$h_f = C \cdot \left| \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove: Z_1 e Z_2 rappresentano le quote assolute della superficie libera agli estremi del tratto; V_1 e V_2 la velocità media nella sezione, riferita agli estremi del tratto; g è l’accelerazione di gravità; h_e sono le perdite distribuite di energia e h_f le perdite di energia localizzate; L è la lunghezza del tratto considerato; i_f la pendenza di fondo nel tratto; C il coefficiente di perdita di carico dovuta a espansioni e/o contrazioni localizzate; α_1 e α_2 sono i coefficienti di Coriolis, funzione della distribuzione di velocità nella sezione trasversale.

Il modello di calcolo numerico, imposta la portata defluente in alveo e le condizioni al contorno, impiega il sistema di relazioni sopra esposto fra due sezioni adiacenti (iniziando da monte o da valle in funzione del regime di corrente ipotizzato) e lo risolve iterativamente, per determinare la quota \downarrow del pelo libero rispetto al fondo in ciascuna di esse. Il processo di calcolo, quindi, prosegue iterativamente alle sezioni successive, fino a interessare tutte le sezioni utilizzate per definire la geometria. In questo modo, risulta possibile determinare il profilo del pelo libero per il tratto d’alveo considerato.

Il codice di calcolo consente la suddivisione della corrente in rami paralleli, in modo da simulare il deflusso, oltre che nell’alveo, anche nelle aree golenali laterali, che possono essere caratterizzate con diversi indici di scabrezza. Nei calcoli possono, inoltre, essere considerati gli effetti dovuti alla presenza di infrastrutture “puntuali”, quali i ponti, i sottopassi i manufatti tipo luci sotto battente o a stramazzo.

Per sviluppare un modello numerico che sia accurato, abbia sensibilità e stabilità di calcolo, occorre cercare il migliore compromesso tra i diversi parametri che rientrano nella simulazione, sempre tenendo presente quali



Progetto Esecutivo

sono i limiti delle equazioni utilizzate per simulare il moto. Tale compromesso si ottiene mediante un’opportuna analisi di sensitività numerica.

Il modello di calcolo numerico permette di determinare diverse variabili idrauliche: il profilo longitudinale della superficie libera di deflusso, la profondità e la velocità della corrente in prossimità delle opere in progetto, l’eventuale ampiezza del rigurgito provocata dall’elemento interferente, e le principali caratteristiche idrauliche della corrente. Tutti elementi questi fondamentali per il confronto fra gli scenari di realtà diverse quella attuale e quelle possibili in presenza di interventi antropici con forme, ampiezze e caratteristiche differenti.

6.3.2 Dati di input

La descrizione geometrica del corso d’acqua nei tratti di interesse per l’analisi idraulica si è basata sulla ricostruzione topografica delle sezioni di deflusso mediante rilievo topografico appositamente condotto dagli scriventi nel mese di novembre 2019. I modelli di calcolo allestiti per il dimensionamento delle opere di difesa lungo il Rio Baldissero sono due, identificati relativamente alla propria ubicazione, di cui sono state rilevate rispettivamente sette e sei sezioni trasversali per ciascun intervento:

- Rio Baldissero – Campo Sportivo



Figura 6 - Ubicazione sezioni di rilievo, utilizzate per l’allestimento del modello idraulico lungo il tratto di intervento Rio Baldissero - Campo Sportivo.



Progetto Esecutivo

- Rio Baldissero – Via Casabianca.



Figura 7 – Ubicazione sezioni di rilievo, utilizzate per l’allestimento del modello idraulico lungo il tratto di intervento Rio Baldissero – Via Casabianca.

- Portate di verifica

Come anticipato nei punti precedenti, la portata di verifica è stata definita mediante l’analisi idrologica utilizzando un modello di simulazione afflussi-deflussi (cfr. Tabella 6). Per l’intervento di Via Casabianca è stata tenuta in conto l’immissione di portata ad opera del Fosso di Via Casabianca, che è stata stimata mediante l’analisi idrologica precedentemente esposta, imposta in corrispondenza della sezione n. 5 (42).

- Resistenze al moto e condizioni al contorno

La definizione delle condizioni di resistenza al moto in alveo inciso nelle zone di esondazione esterne ad esso avviene introducendo coefficienti di scabrezza idonei, caratterizzati da adeguati valori del parametro n di Manning, espresso in $s/m^{1/3}$.

In generale, tale coefficiente dipende dalla granulometria del materiale presente in alveo, dalla regolarità delle sezioni, dall’andamento planimetrico del corso d’acqua, dalle caratteristiche idrauliche delle sponde e dalla possibilità che il materiale di fondo subisca fenomeni di trasporto. Per il caso in esame sono stati assunti valori di scabrezza dell’alveo pari a $n=0,038 s/m^{1/3}$ in considerazione della presenza di vegetazione invasiva che interessa le sponde e in alcuni casi anche l’alveo.



Progetto Esecutivo

- Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno utilizzate hanno imposto la profondità di moto uniforme sulla base della pendenza del fondo caratteristica del tratto di monte e di valle, ottenuta dalle quote battute durante la campagna di rilievo topografico effettuata dagli scriventi.

6.3.3 Modalità di presentazione dei risultati

I risultati ottenuti sono riportati e sintetizzati negli specifici paragrafi e in allegato.

I parametri riassunti nelle tabelle sono i seguenti:

- *River Sta* : sezione di calcolo;
- $Q_{Total}(m^3/s)$: portata totale (ossia, la portata di piena con tempo di ritorno di 100 anni);
- *Min Ch El (m s.l.m.)* : quota minima della sezione (fondo alveo);
- *W.S. Elev. (m s.l.m.)* : quota del livello della corrente;
- *Crit W.S. (m s.l.m.)* : altezza critica della corrente;
- *E.G. Elev. (m s.l.m.)*: carico totale per un assegnata profondità della corrente;
- *Vel Chnl (m/s)* : velocità della corrente;
- *Flow Area (m²)*: area di deflusso della corrente;
- *Froude*: numero adimensionale di Froude.

6.3.4 Analisi dei risultati

L’analisi dei livelli idrici attesi ha consentito in primo luogo di definire la quota di testa delle scogliere al fine di garantire il contenimento dei livelli idrici di piena per un tempo di ritorno di 100 anni con franco idraulico di 1 m e il contenimento dei livelli idrici per un evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni con franco idraulico residuo. Sulla base dei battenti idraulici e delle velocità di deflusso, invece, si è provveduto al dimensionamento dei massi della scogliera secondo le formulazioni di seguito descritte, considerando i valori massimi di coppia battenti-velocità rilevati nelle sezioni indagate.

6.3.4.1 Intervento Campo Sportivo

L’analisi idraulica condotta, in condizioni geometriche allo stato di fatto, ha consentito di stimare i battenti idraulici che si registrano lungo il corso d’acqua nel tratto di interesse. Nella tabella a seguire sono sinteticamente riportati i risultati, in termini di battenti idraulici e velocità, ottenuti mediante la simulazione idraulica allo stato di fatto per una portata di Tr 100 anni.

Tabella 7 – Battenti e velocità massimi calcolati per le sezioni significative del modello monodimensionale in condizioni geometriche allo stato di fatto.

RIO BALDISSERO – CAMPO SPORTIVO	Battente (m)	Velocità media (m/s)
1 (240)	1,53	2,65
2 (195)	1,50	2,73
3 (185)	1,50	3,32
4 (179)	1,76	2,04
5 (147)	1,21	3,54



Progetto Esecutivo

RIO BALDISSERO – CAMPO SPORTIVO	Battente (m)	Velocità media (m/s)
6 (133)	1,28	3,69
7 (40)	1,15	3,19
Valore medio	1,42	3,02

Partendo dai valori de battenti idraulici registrati durante la simulazione idraulica allo stato di fatto (cfr. Tabella 7) è stato possibile dimensionare in altezza le opere di difesa spondale. Inoltre, al fine di ottimizzare le caratteristiche idrodinamiche del tratto di intervento, oltre alla realizzazione delle difese si prevede di operare una parziale riprofilatura del fondo alveo per definire la pendenza di progetto, valutata considerando le condizioni di miglior equilibrio e le valutazioni idrodinamiche derivanti dall’analisi dei risultati di simulazione numerica idraulica.

Si riportano nell’immagine a seguire i profili idraulici, relativi a un evento di piena centennale, alle condizioni di stato di fatto e di progetto, in cui si prevede l’opera di difesa in sinistra idraulica e la riprofilatura del fondo.

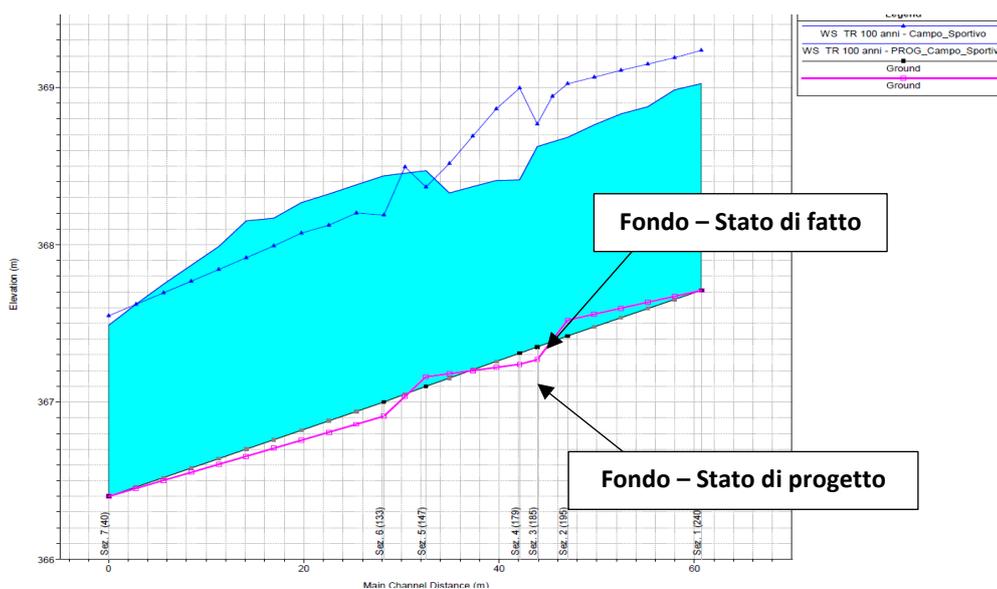


Figura 8 - Profili idraulici relativi a un evento di piena TR 100 anni, allo stato di fatto e di progetto.

Per maggiori approfondimenti si rimanda all’ ALLEGATO 3.

6.3.4.2 Intervento Via Casabianca

Il modello idraulico allestito per l’intervento di Via Casabianca ha consentito di ricreare lo stato attuale del tratto del Rio Baldissero oggetto di intervento. La simulazione idraulica condotta, in condizioni geometriche allo stato di fatto ha restituito i livelli idrici registrati in occasione di un evento di piena con tempo di ritorno variabile.

Nella tabella a seguire sono sinteticamente riportati i risultati, in termini di battenti idraulici e velocità, ottenuti mediante la simulazione idraulica allo stato di fatto per una portata di Tr 100 anni.



Progetto Esecutivo

Tabella 8 – Battenti e velocità massimi calcolati per le sezioni significative del modello monodimensionale in condizioni geometriche allo stato di fatto.

RIO BALDISSERO – CAMPO SPORTIVO	Battente (m)	Velocità media (m/s)
1 (91)	2,40	2,11
2 (70)	2,31	1,50
3 (59)	2,52	1,31
4 (51)	2,54	1,51
5 (42)	2,53	1,58
6 (26)	2,39	2,80
Valore medio	2,45	1,80

Partendo dai risultati ottenuti relativamente a un evento di piena centennale (cfr.Tabella 8)è stato possibile dimensionare le opere di difesa spondale in destra idraulica del Rio Baldissero, garantendo un franco idraulico di 1 m. Analogamente all’intervento nei pressi del campo sportivo, inoltre, al fine di ottimizzare le caratteristiche idrodinamiche del tratto di intervento, oltre alla realizzazione delle difese si prevede di operare una parziale riprofilatura del fondo alveo per definire la pendenza di progetto, valutata considerando le condizioni di miglior equilibrio e le valutazioni idrodinamiche derivanti dall’analisi dei risultati di simulazione numerica idraulica.

Si riportano nell’immagine a seguire i profili idraulici, relativi a un evento di piena centennale, alle condizioni di stato di fatto e di progetto, in cui si prevede l’opera di difesa in destra idraulica e la riprofilatura del fondo. Per maggiori approfondimenti si rimanda all’ ALLEGATO 3.

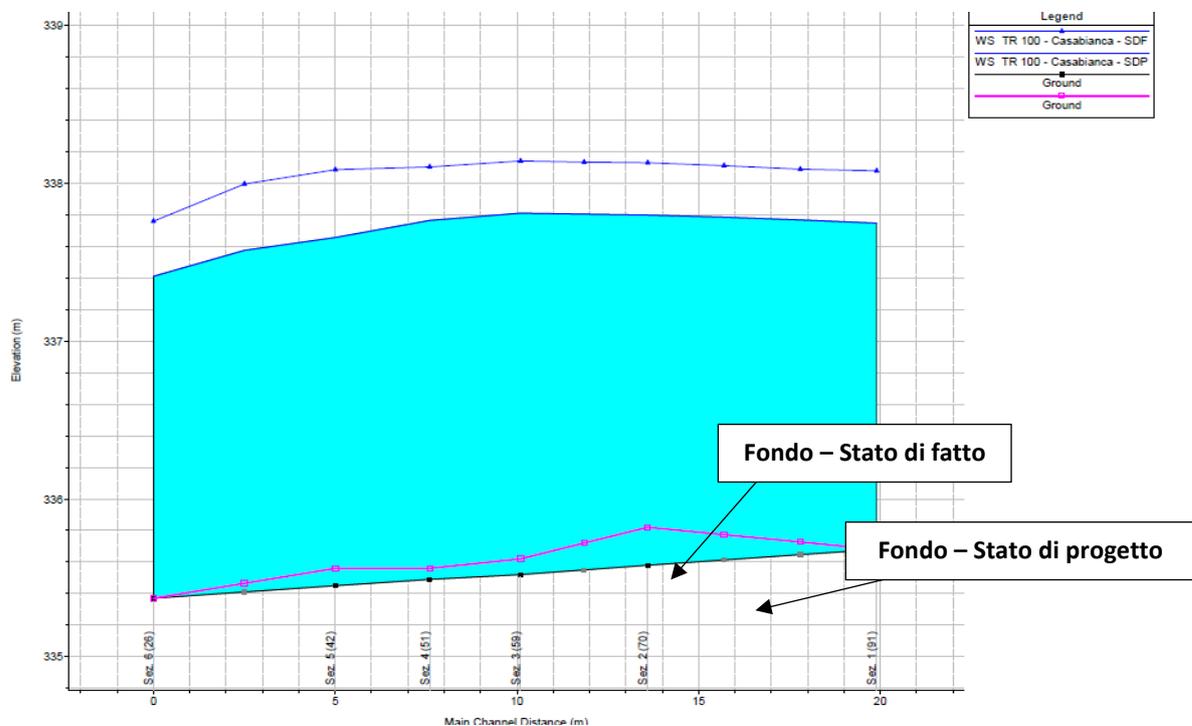


Figura 9 - Profili idraulici relativi a un evento di piena TR 100 anni, allo stato di fatto e di progetto.



6.4 VERIFICA DELL’ATTRAVERSAMENTO ESISTENTE SUL FOSSO LUNGO VIA CASABIANCA

Come anticipato al § 6.1 è stata condotta una verifica in moto uniforme per valutare la compatibilità dell’attraversamento su via Casabianca del fosso (cfr. Figura 10) che si immette nel rio Baldissero in corrispondenza dell’area oggetto di intervento.

Tramite la formula di Chezy, riportata a seguire, è stato possibile valutare il contributo di portata che può defluire attraverso la tubazione di imbocco dell’attraversamento, al variare del battente idraulico.

$$Q = k_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Avendo indicato con:

- k_s = coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3} s^{-1}$);
- R = raggio idraulico (m);
- A = sezione di deflusso (m^2);
- i = pendenza del corso d’acqua (m/m).



Figura 10 - Attraversamento di Via Casabianca, costituito da tubazione di imbocco con diametro interno 0.9 m, e manufatto ad arco in mattoni, di luce maggiore.



Progetto Esecutivo

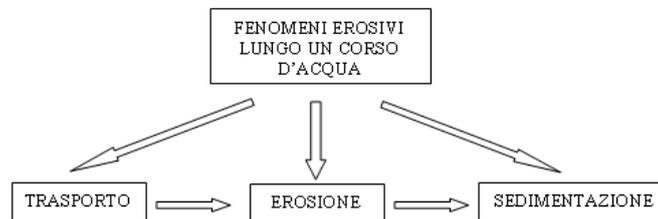
La verifica ha permesso di stimare la massima portata che può defluire attraverso la sezione della tubazione circolare (diametro interno 0,9 m), che risulta essere pari a circa $6 \text{ m}^3/\text{s}$ con grado di riempimento del 94%. Tale valore di portata corrisponde al valore di portata riconducibile ad un evento di piena duecentennale.

Il valore assunto compatibile con l'attraversamento risulta essere confrontabile con la portata a piene rive del fosso di Via Casabianca nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento. Pertanto per eventuali valori di portata superiori si manifesteranno fenomeni di allagamento distribuiti nelle aree a prato poste in adiacenza sia in destra che in sinistra del fosso, in zona altimetricamente più depressa rispetto alla viabilità, non andando pertanto ad inficiare l'efficienza dell'attraversamento stesso. Non risulterebbe in ogni caso compatibile con il finanziamento disponibile, prevedere anche il rifacimento dell'attraversamento in oggetto.

6.5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI INDOTTI DA FENOMENI EROSIVI

Il passaggio della corrente nelle condizioni di massima piena sulle sponde e sul fondo del rio potrebbe indurre un'azione erosiva potenzialmente in grado di movimentare le particelle costituenti lo strato superficiale del materiale detritico che costituisce il fondo mobile.

La valutazione del fenomeno erosivo indotto può essere condotta con ragionevole approssimazione adottando la trattazione teorica relativa al trasporto solido in condizioni di moto uniforme. In via del tutto generale, il fenomeno può essere ricondotto alla successione di tre eventi distinti, secondo la seguente schematizzazione:



I fattori predominanti che caratterizzano ciascuno dei tre equilibri idrodinamici sono costituiti dalle caratteristiche cinematiche della corrente impattante e dalla granulometria del materiale costituente il fondo dell'alveo. Il regime idrodinamico della corrente può essere espresso attraverso il valore della velocità media nella sezione di deflusso, mentre la granulometria del materiale sottoposto all'azione erosiva viene caratterizzata con il valore del diametro medio delle particelle.

Nella Figura 11 viene riportato il grafico proposto da Hjulström, che descrive il fenomeno erosivo di fondo per un corso d'acqua in funzione della velocità media della corrente e del diametro medio delle particelle costituenti l'alveo.

Le problematiche legate al trasporto solido si riflettono sul corretto dimensionamento delle scogliere e dei massi costituenti le stesse.

Per la verifica al trascinarsi del materiale costituente le difese in progetto, occorre considerare l'azione di trascinarsi della corrente e verificare la capacità di resistenza al deflusso dell'opera.



Progetto Esecutivo

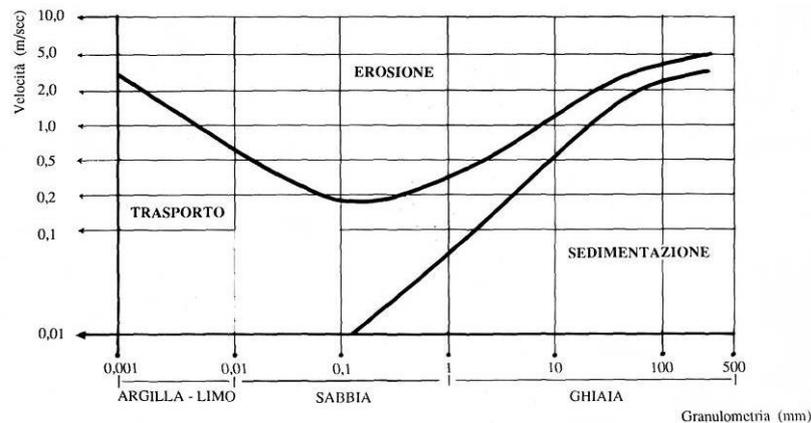


Figura 11 – Diagramma di Hjulström

Per l’analisi si possono utilizzare differenti metodologie di calcolo:

- analisi della condizione di moto incipiente, sulla base delle formulazioni di sforzo tangenziale critico proposte da Shield e poi modificate da diversi autori;
- formulazioni empiriche per le fondazioni di pietrame in scogliera tratte da “Bridge Scour”(Water Resources Publications, LLC, 2000) con particolare attenzione alla formulazione unificata proposta da Pilarczyk;
- formulazioni empiriche di Neill e Bogardi, funzioni delle caratteristiche idrodinamiche della corrente.

6.5.1 Verifica secondo l’analisi di moto incipiente

L’analisi della condizione di moto incipiente è affrontata sotto l’aspetto dinamico, prendendo in considerazione l’azione di trascinamento esercitata dalla corrente sulle sponde dell’alveo. In particolare, la movimentazione del materiale sul fondo, come sulle sponde, è considerato un fenomeno dipendente dalla tensione di trascinamento τ , il cui valore minimo τ_c perché abbia inizio il suo moto, individua appunto la condizione critica.

Lo sforzo tangenziale τ_0 esercitato dalla corrente sul materiale costituente la sponda può essere espresso come:

$$\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot i$$

dove:

- ✓ γ : peso specifico dell’acqua;
- ✓ R : raggio idraulico della sezione;
- ✓ i : pendenza del fondo alveo.

Il valore di τ_0 deve essere confrontato con lo sforzo tangenziale critico τ_c (condizione di equilibrio limite per il moto delle particelle solide): nel caso in cui $\tau_0 \geq \tau_c$ si instaura la condizione di moto incipiente e le particelle vengono movimentate.

Lo sforzo tangenziale τ_0 esercitato dalla corrente sul materiale costituente il fondo dell’alveo può essere espresso come:



Progetto Esecutivo

$$\tau_0 = \gamma \cdot h \cdot i$$

dove:

- γ : peso specifico dell’acqua;
- h : altezza idrica della corrente in moto uniforme;
- i : pendenza del fondo alveo.

Il valore di τ_0 deve essere confrontato con lo sforzo tangenziale critico τ_c (condizione di equilibrio limite per il moto delle particelle solide): nel caso in cui $\tau_0 \geq \tau_c$ si instaura la condizione di moto incipiente e le particelle costituenti il fondo alveo (o in questo caso degli elementi costituenti la scogliera) vengono movimentate.

Nella condizione idraulica di microscabrezza (ovvero per tiranti idrici molto maggiori del diametro caratteristico delle particelle), il legame funzionale che esprime la tensione τ_c è:

$$\frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = f(\text{Re}^*)$$

dove Re^* rappresenta il numero di Reynolds della corrente di fondo. La relazione precedente è stata ricavata da Shields (1936) ed è stata esplicitata dallo stesso autore attraverso un abaco (abaco di Shields). La funzione $f(\text{Re}^*)$ rappresenta un parametro adimensionale (parametro di Shields) dipendente dalle caratteristiche dei granuli, nonché ovviamente dal valore del numero di Re^* relativo alla velocità di attrito u^* .

In letteratura sono disponibili diverse formulazioni per la valutazione del parametro τ_c :

- Shields-Krey (1936), sviluppata per regimi di moto turbolento e in condizioni di $d \ll h$:

$$\frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = 0,06$$

- Zeller (1963), relativa a miscugli omogenei esclusivamente in regime turbolento:

$$\frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = 0,047$$

- Armanini (1990), applicabile per valori del diametro d confrontabili con il tirante idrico della corrente h (condizioni di sommergenza bassa):

$$\frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = 0,06 \cdot \left[1 + 0,67 \left(\frac{d}{h} \right)^{0,5} \right]$$

- Egiazaroff (1950), applicabile per miscugli non omogenei in regime esclusivamente turbolento:

$$\frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = \frac{0,1}{\left[\text{Log} \left(19 \frac{d}{d_{50}} \right) \right]^2}$$



Progetto Esecutivo

- Kalinske, espressione che considera un fattore di compattezza del materiale rappresentante un effetto di mutuo incastro delle particelle

$$\frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = 0,116$$

Per il dimensionamento degli elementi costituenti la scogliera, la formulazione che meglio approssima le condizioni in esame è quella di Armanini, rappresentativa del mutuo incastro delle particelle.

Considerando i valori di battenti e velocità che si instaurano in alveo in corrispondenza delle sezioni del modello, così come riportati in ALLEGATO 3 ed il valore della pendenza di fondo medio del tratto di alveo, si determina l’azione di trascinamento della corrente (sforzo tangenziale) τ_0 come di seguito riportato:

Tabella 9 - Sforzo tangenziale di trascinamento e sforzo tangenziale critico calcolati per ciascun intervento in progetto.

INTERVENTO	Sforzo tangenziale	Sforzo tangenziale critico
	kg/m ²	kg/m ²
Campo Sportivo	20	82
Via Casabianca	28	76

Ipotezzando un diametro degli elementi costituenti la scogliera di 60 cm, si rileva come il valore dello sforzo tangenziale critico τ_c in grado di movimentare suddetti massi debba essere pari a circa 82 kg/m², per gli interventi del Campo Sportivo, pari a circa 76 kg/m² per gli interventi di Via Casabianca, valori ampiamente superiori rispetto alla τ_0 calcolata e quindi verifica al trascinamento degli elementi rispettata.

6.5.2 Metodologia proposta da Pilarczyk (1997)

La stabilità delle opere con massi non cementati è comunemente espressa in termini di numero di stabilità N_{sc} :

$$N_{sc} = \frac{v_{rc}^2}{g(S_s - 1)d_r}$$

dove:

- v_{rc} è la velocità critica di trascinamento del masso;
- d_r la dimensione del masso della difesa;
- S_s il peso specifico dei massi.

Esprimendo la v_{rc} con l’equazione di Manning-Strickler e la funzione di Shields; per materiale grossolano ($d_r > 6$ mm) θ_c è posta pari a 0,056 e si ha:

$$N_{sc} = 3.29 \left(\frac{d_r}{y} \right)^{-0.33}$$



Progetto Esecutivo

I fattori principali per il dimensionamento delle opere sono la dimensione dei massi, la forma dei massi, le caratteristiche di turbolenza che presenta la corrente, la velocità di deflusso ed il battente idraulico, oltre ovviamente alla pendenza del fondo alveo. Tra tutte le formule esistenti in letteratura, la letteratura moderna (Melville B. W, 2000) consiglia di utilizzare quella più recente di Pilarczyk (1997):

$$d_n = \frac{1}{S_s - 1} \cdot \phi_c \cdot K_t \cdot \frac{0,035}{\theta_c} \cdot \frac{K_h}{K_{sl}} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dove: d_n è il diametro caratteristico del materiale costituente la scogliera; θ_c il *critical shear stress*, pari a 0,035 per strutture in massi; ϕ_c è lo *stability factor*, che nel caso di protezioni continue ha un valore variabile tra 0,5 e 0,75; K_t è il *turbulence factor* pari a 1,00 nel caso di fiumi; K_h è il *velocity profile factor* dato da:

$$K_h = \left(1 + \frac{y}{d_n}\right)^{-0.2}$$

e K_{sl} è il *bank slope factor*, che nel caso in esame può essere assunto pari a 0,7 nel caso in esame.

Come accennato precedentemente, la Formulazione Unificata di Pilarczyk, combina numerose formulazioni empiriche per misure di protezione degli alvei.

Il dimensionamento dei massi della scogliera secondo la formulazione di Pilarczyk è stato condotto considerando i parametri riportati nella tabella seguente.

Tabella 10 – Valori del diametro caratteristico dei massi della scogliera secondo la formulazione Unificata di Pilarczyk.

INTERVENTO	Peso specifico materiale	Peso specifico acqua	Altezza media dell'acqua	Diametro del materiale costituente la scogliera	Velocità media della corrente	Numero di Froude	Carico critico	Fattore di stabilità	Fattori di forma delle difese		
	γ_s	γ	h	d_n	v	F_r	θ_c	ϕ_c	K_t	K_{sl}	K_h
	kg/m ³	kg/m ³	m	m	m/s	-	-	-	-	-	-
CAMPO SPORTIVO	2600	1000	1,5	0,6	1,75	1,06	0,035	0,75	1	0,56	0,73
VIA CASABIANCA	2600	1000	2,2	0,6	3,1	0,48	0,035	0,75	1	0,56	0,78

Come si evidenzia dalla Tabella 10 si ha la verifica al trascinamento dei massi delle scogliere previste secondo la Formulazione Unificata di Pilarczyk per elementi caratterizzati da 60 cm di diametro equivalente.

Nel seguito si riportano ad integrazione i valori dei diametri caratteristici dei massi della scogliera calcolati secondo le formulazioni empiriche descritte in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, mettendo in evidenza il valore medio dei risultati ottenuti, calcolato come media corretta offerta dalle differenti formulazioni (scartando ossia i valori poco realistici o poco cautelativi).



Progetto Esecutivo

Tabella 11 - Valori del diametro caratteristico dei massi della scogliera secondo le formulazioni empiriche proposte prima della pubblicazione della Formulazione Unificata di Pilarczyk (valori in metri).

INTERVENTO	Isbash (1936)	Neill (1967)	California Division Hyghways (1970)	Maynord (1987)	Austrroads 1994	Pilarczyk 1997	MEDIA CORRETTA
CAMPO SPORTIVO	0,37	0,31	1,86	0,287	0,61	0,66	0,56
VIA CASABIANCA	0,11	0,06	0,56	0,058	0,18	0,19	0,14

Come si evidenzia dalla Tabella 11 si ha la verifica al trascinamento dei massi delle scogliere previste secondo le formulazioni empiriche di **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** per diametri degli elementi pari a circa 0,6 m di diametro.

6.5.3 Formulazioni empiriche di Neill e Bogardi

Una ulteriore metodologia di indagine considera l’azione di trascinamento della corrente e la capacità di resistenza al deflusso del medesimo.

La determinazione quantitativa del fenomeno erosivo lungo l’alveo di un corso d’acqua può quindi essere affrontata facendo riferimento allo studio della condizione di moto incipiente, ovvero della condizione di equilibrio limite di una particella solida sottoposta all’azione di trascinamento di una corrente.

Tale condizione può essere risolta ricorrendo a equazioni di equilibrio, in cui compaiono i valori critici delle variabili del moto: in particolare, si fa riferimento alla velocità critica della corrente V_c , definita come il valore medio della velocità della corrente che discrimina lo stato fisico di moto delle particelle solide costituenti l’alveo fluviale.

In letteratura sono presenti diversi approcci per la valutazione della velocità critica di trascinamento, sostanzialmente riconducibili a due tipologie. Quello assunto alla base delle seguenti analisi fornisce una relazione analitica che, sebbene semplificata, permette di tenere in considerazione anche le caratteristiche idrodinamiche della corrente. Seguendo l’approccio analitico, è possibile ottenere un legame funzionale tra la velocità critica della corrente, le caratteristiche fisiche del materiale (peso specifico e diametro medio caratteristico) e le caratteristiche idrodinamiche (viscosità dell’acqua, altezza della corrente). Tralasciando la trattazione analitica del problema, l’espressione finale della velocità critica della corrente V_c può essere espressa mediante la seguente espressione analitica proposta da Neill nel 1967:

$$V_c = \left[2,5g \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma} \right]^{0,5} h^{0,1} d^{0,4}$$

dove:

- γ_s = peso specifico delle degli elementi lapidei costituenti la scogliera;
- γ = peso specifico dell’acqua;
- h = altezza idrica della corrente in moto uniforme;
- d = diametro medio delle particelle costituenti la scogliera.



Progetto Esecutivo

Una seconda formulazione per il calcolo della velocità critica della corrente V_c è quella proposta da Bogardi, sintetizzando le esperienze condotte da differenti autori.

$$V_c = 6.84 \cdot h^{0.095} \cdot d^{0.405}$$

Considerando i valori dei battenti e delle velocità riportati in ALLEGATO 3 e quindi rappresentativi delle condizioni in corrispondenza della sezione principale di flusso si determina la dimensione media dei massi da impiegare per la realizzazione ed il ripristino delle scogliere, secondo le due metodologie descritte (Tabella 12).

Tabella 12 – Verifica del diametro delle scogliere secondo le metodologie di Neill e Bogardi, intervento Via Casabianca

Vc Neill (m/s)	Diametri degli elementi delle scogliere (m)	Velocità di flusso (m/s)	VERIFICA	Vc Bogardi (m/s)	Diametri degli elementi delle scogliere (m)	Velocità di flusso (m/s)	VERIFICA
4.2	0.3	1.75	STABILE	4.6	0.3	1.75	STABILE
4.8	0.4	1.75	STABILE	5.1	0.4	1.75	STABILE
5.2	0.5	1.75	STABILE	5.6	0.5	1.75	STABILE
5.6	0.6	1.75	STABILE	6.1	0.6	1.75	STABILE
6.0	0.7	1.75	STABILE	6.5	0.7	1.75	STABILE

Tabella 13 – Verifica del diametro delle scogliere secondo le metodologie di Neill e Bogardi, intervento Campo Sportivo.

Vc Neill (m/s)	Diametri degli elementi delle scogliere (m)	Velocità di flusso (m/s)	VERIFICA	Vc Bogardi (m/s)	Diametri degli elementi delle scogliere (m)	Velocità di flusso (m/s)	VERIFICA
4.0	0.3	3.10	STABILE	4.4	0.3	3.10	STABILE
4.5	0.4	3.10	STABILE	4.9	0.4	3.10	STABILE
4.9	0.5	3.10	STABILE	5.4	0.5	3.10	STABILE
5.3	0.6	3.10	STABILE	5.8	0.6	3.10	STABILE
5.7	0.7	3.10	STABILE	6.2	0.7	3.10	STABILE

Come si evidenzia dalla Tabella 12, secondo le formulazioni di Neill e Bogardi la verifica dei massi previsti per il dimensionamento delle scogliere con diametri caratteristici di circa 60 cm di diametro è ampiamente verificata.

6.5.4 Conclusioni

Alla luce dell’analisi condotta è possibile concludere che si ritiene opportuno prevedere che la scogliera sia costituita da massi di dimensioni ciclopiche di diametro equivalente almeno pari a 60 cm (cubo equivalente $L=0,5$ m). In questo caso, per le condizioni idrodinamiche considerate, si garantisce la stabilità dei massi costituenti la scogliera anche nel caso in cui per qualsiasi ragione si dovessero manifestare problematiche di mancato incastro tra i singoli massi.



REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino
Comune di Baldissero Torinese

*“Opere di difesa spondale lungo il rio Baldissero all’altezza di strada
Casabianca e campo sportivo di strada Cordova”.*

Progetto Esecutivo



ALLEGATI



REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino
Comune di Baldissero Torinese

*“Opere di difesa spondale lungo il rio Baldissero all’altezza di strada
Casabianca e campo sportivo di strada Cordova”.*

Progetto Esecutivo



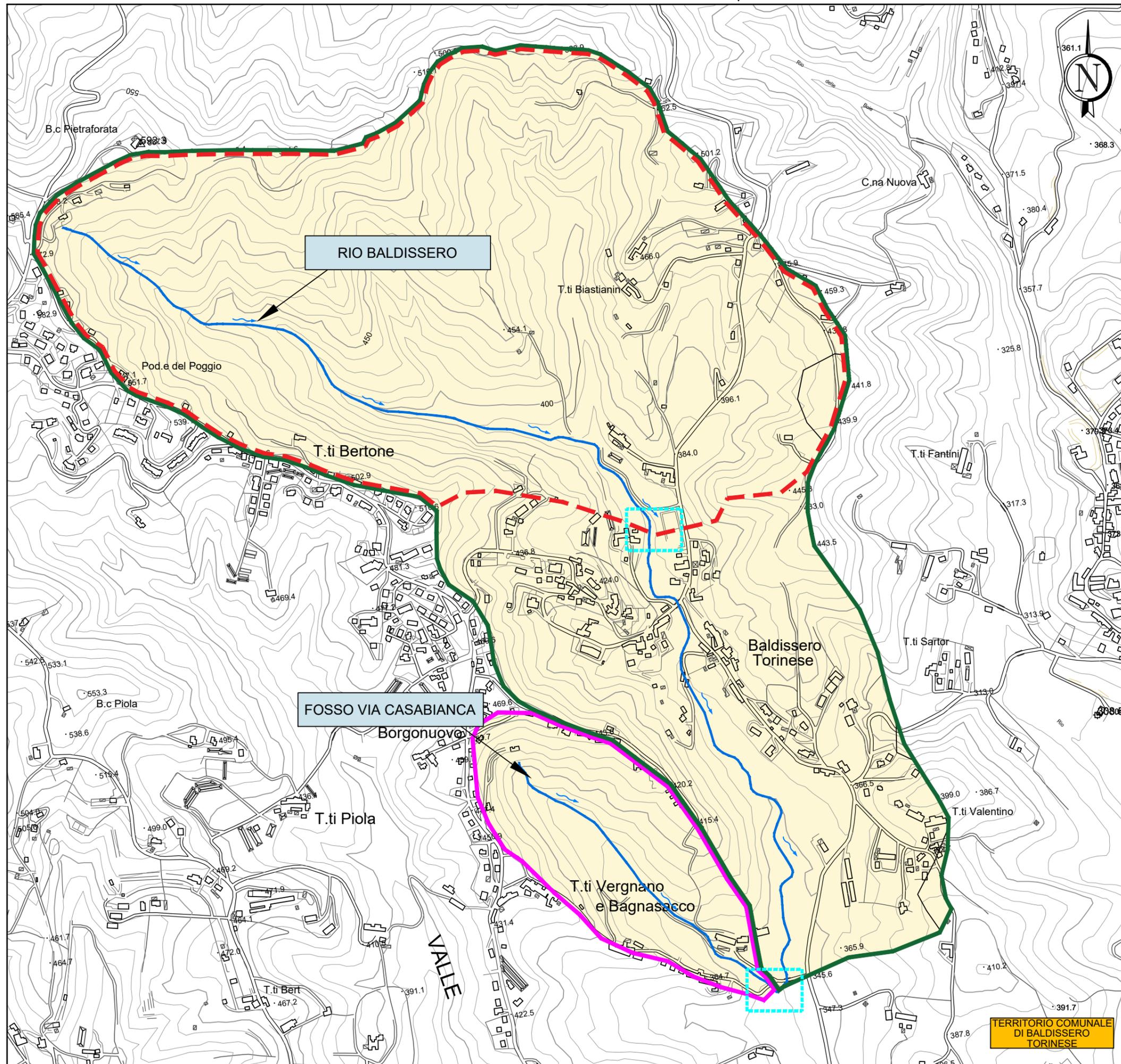
ALLEGATO 1

– Carta dei bacini –

ALLEGATO 1:
 DELIMITAZIONE BACINI IDROGRAFICI
 Scala 1:10.000
 Base carta: CARTA TECNICA REGIONALE
 1:10.000

LEGENDA

Simbologia	Descrizione
	Bacino idrografico - Rio Baldissero - Campo Sportivo
	Bacino idrografico - Rio Baldissero - Via Casabianca
	Bacino idrografico - Fosso Via Casabianca
	Ubicazione interventi in progetto





REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino
Comune di Baldissero Torinese

*“Opere di difesa spondale lungo il rio Baldissero all’altezza di strada
Casabianca e campo sportivo di strada Cordova”.*

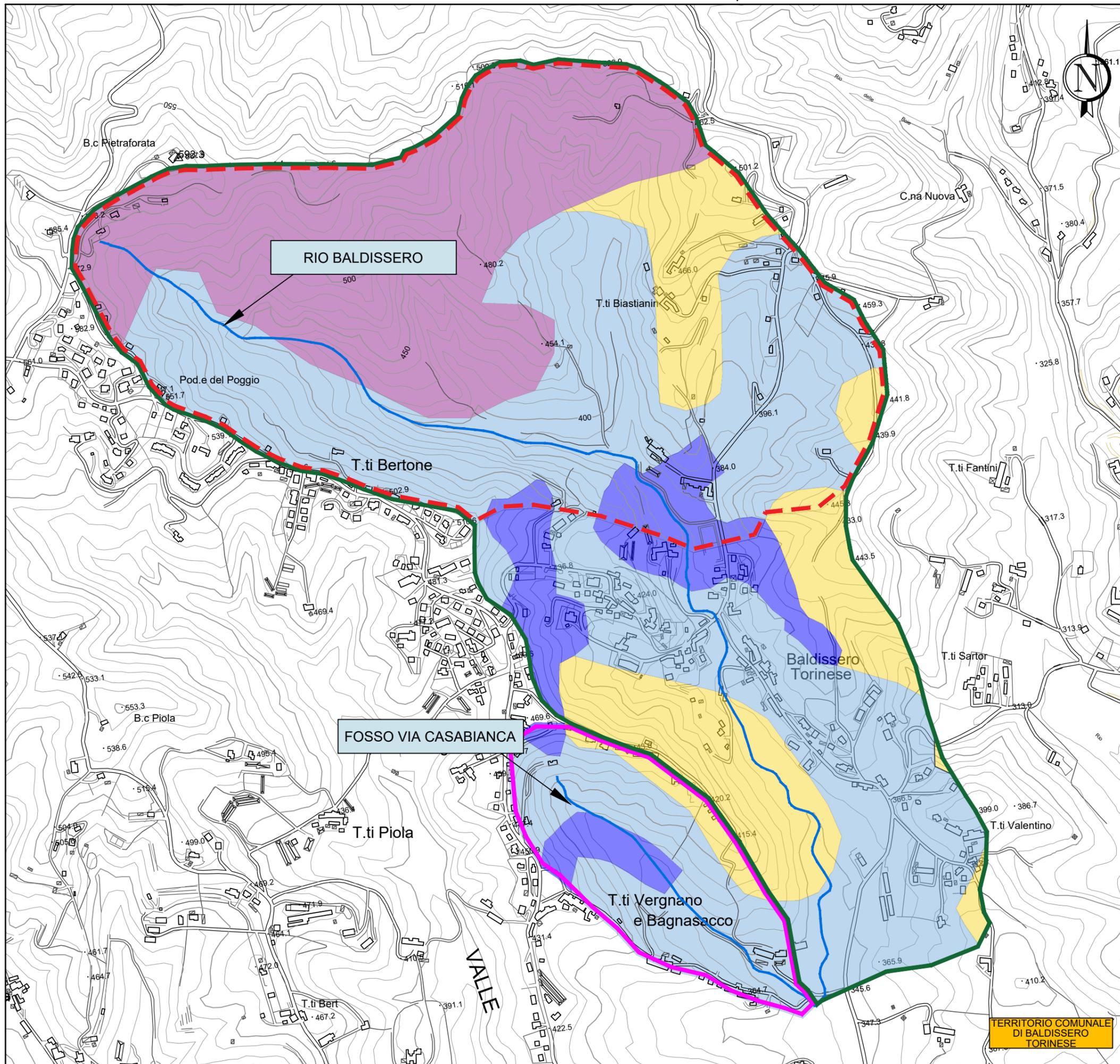
Progetto Esecutivo



ALLEGATO 2

– Uso del suolo –

ALLEGATO 2:
 CARTA USO DEL SUOLO
 Scala 1:10.000
 Base carta: CARTA TECNICA REGIONALE
 1:10.000



LEGENDA

Simbologia	Descrizione
	Bacino idrografico - Rio Baldissero - Campo Sportivo
	Bacino idrografico - Rio Baldissero - Via Casabianca
	Bacino idrografico - Fosso Via Casabianca
	Vigneti, frutteti e nocciolati
	Aree urbanizzate
	Seminativi e prati avidendati
	Latifoglie miste

TERRITORIO COMUNALE
 DI BALDISSERO
 TORINESE



REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino
Comune di Baldissero Torinese

*“Opere di difesa spondale lungo il rio Baldissero all’altezza di strada
Casabianca e campo sportivo di strada Cordova”.*

Progetto Esecutivo



ALLEGATO 3

– Risultati del modello di simulazione numerica idraulica



RIO BALDISSERO

CAMPO SPORTIVO

TERRITORIO COMUNALE
DI BALDISSERO
TORINESE

SEZ. 1 (240)

SEZ. 2 (195)

SEZ. 3 (185)

SEZ. 4 (178)

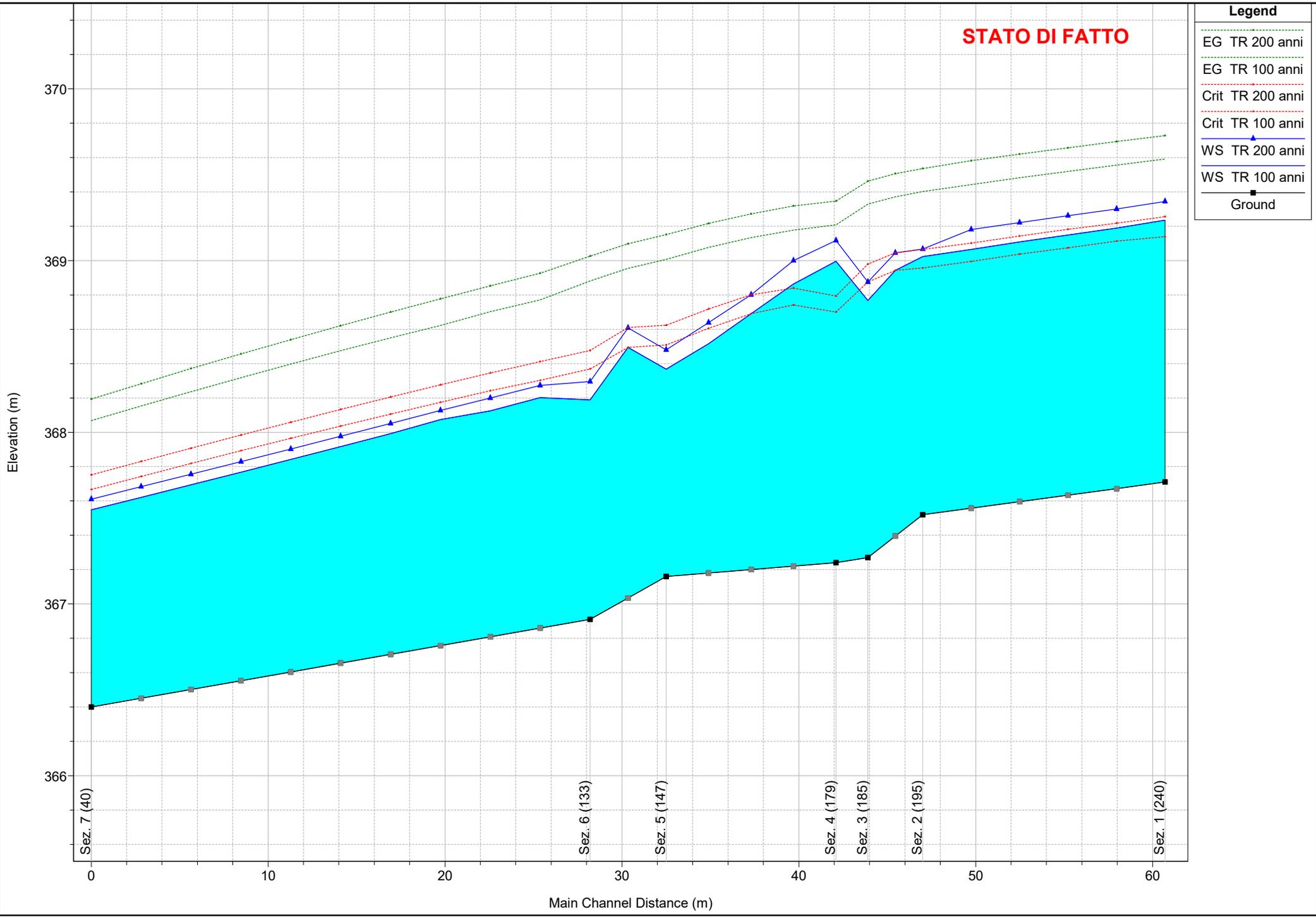
SEZ. 5 (147)

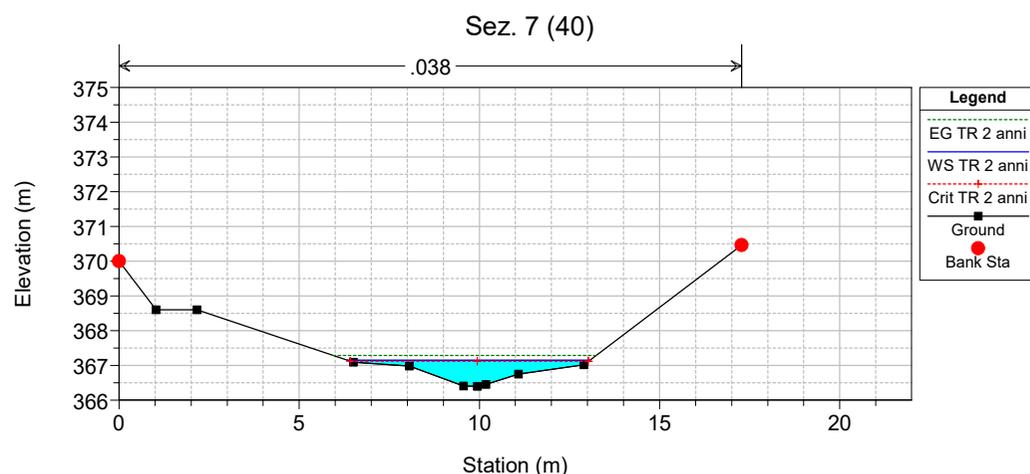
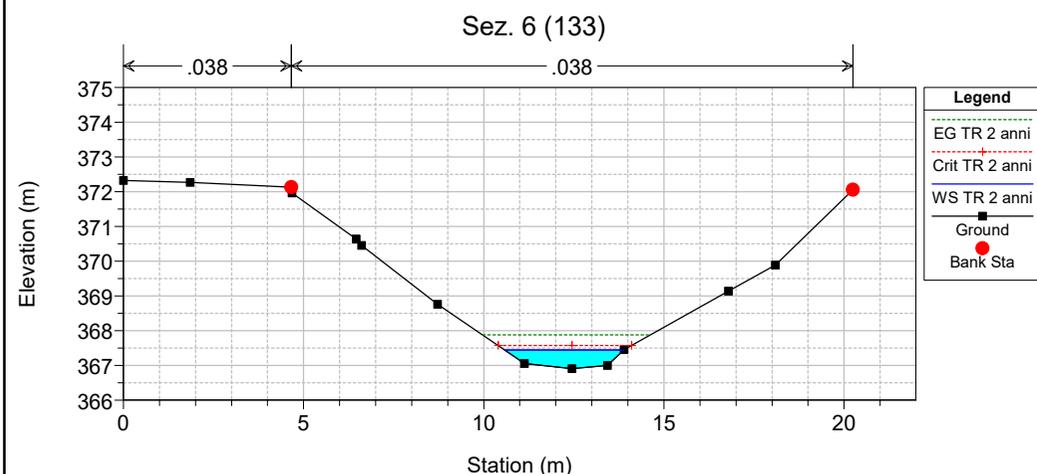
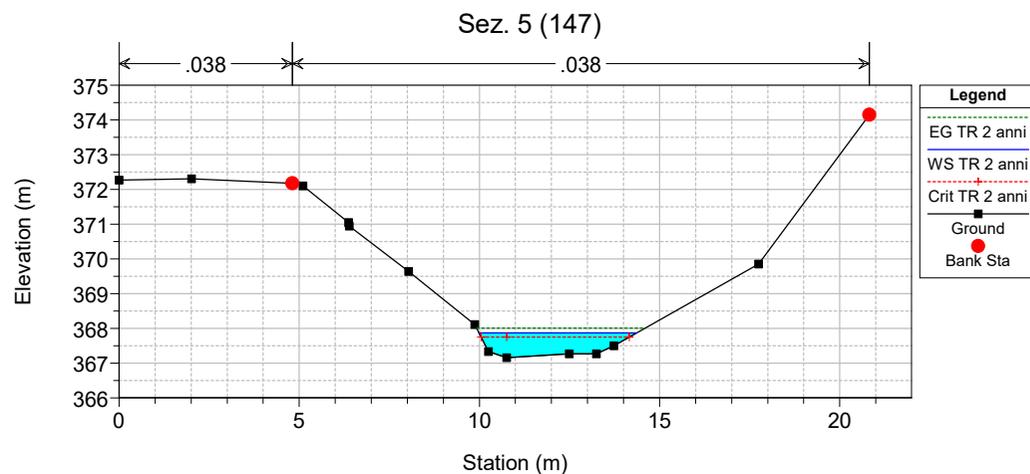
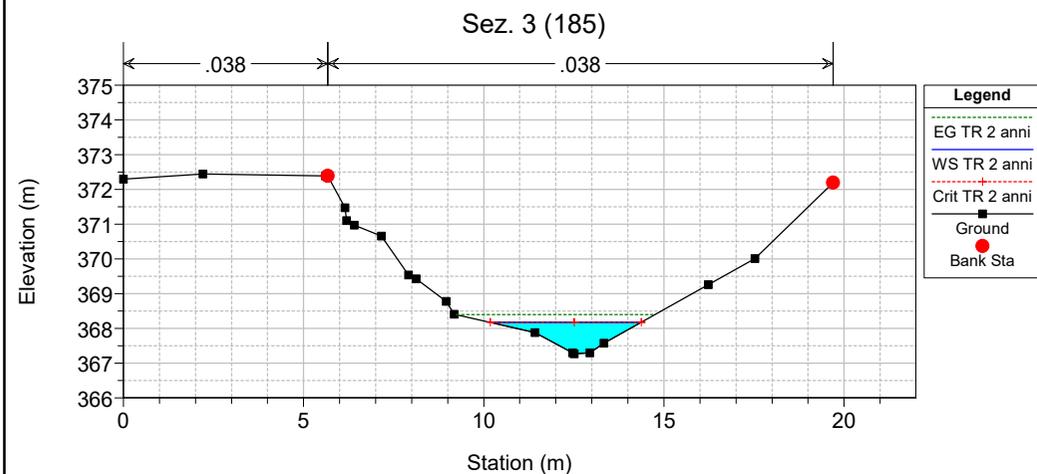
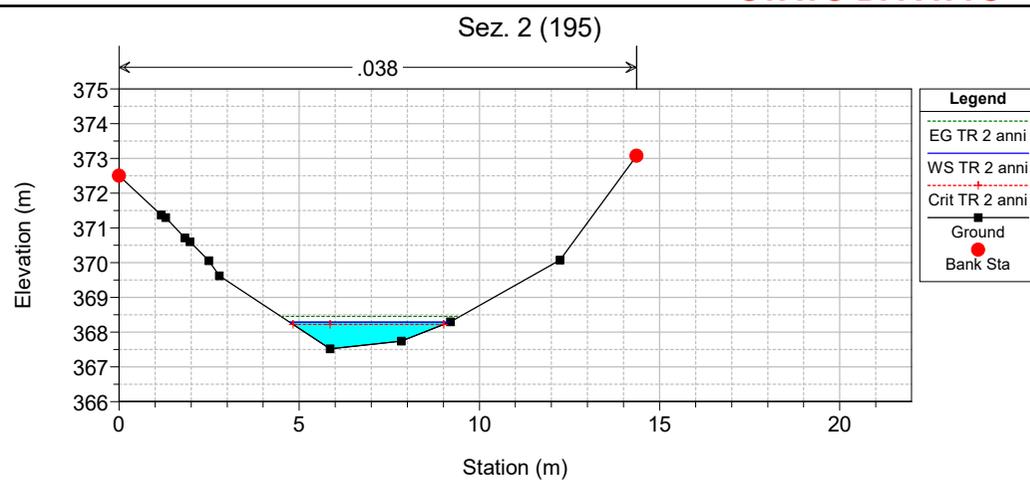
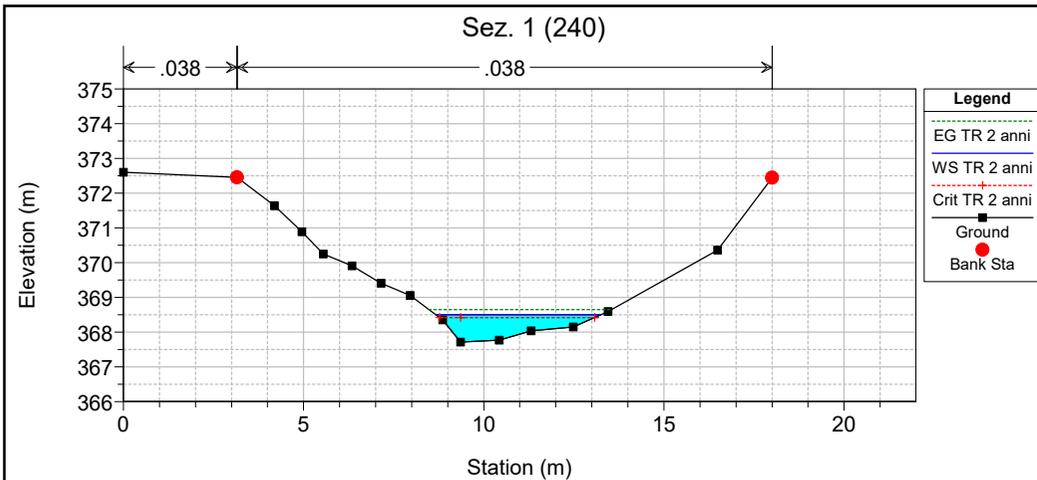
SEZ. 6 (133)

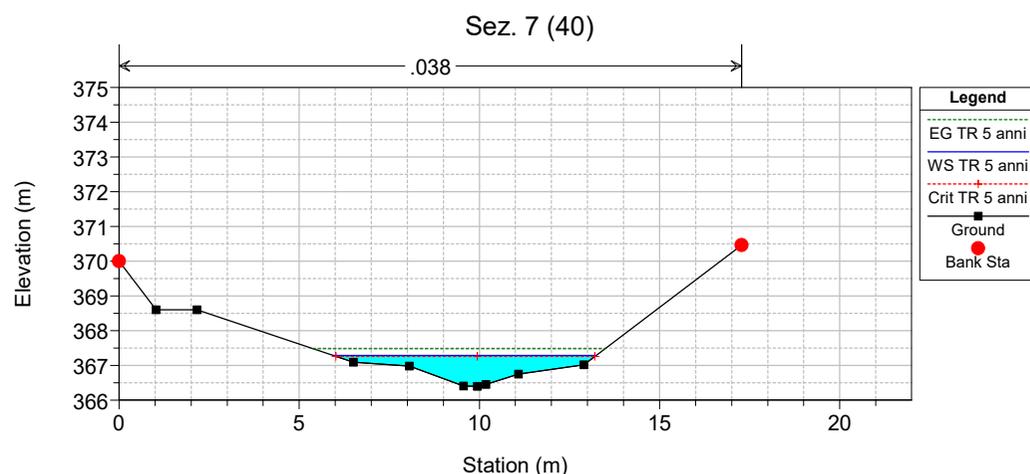
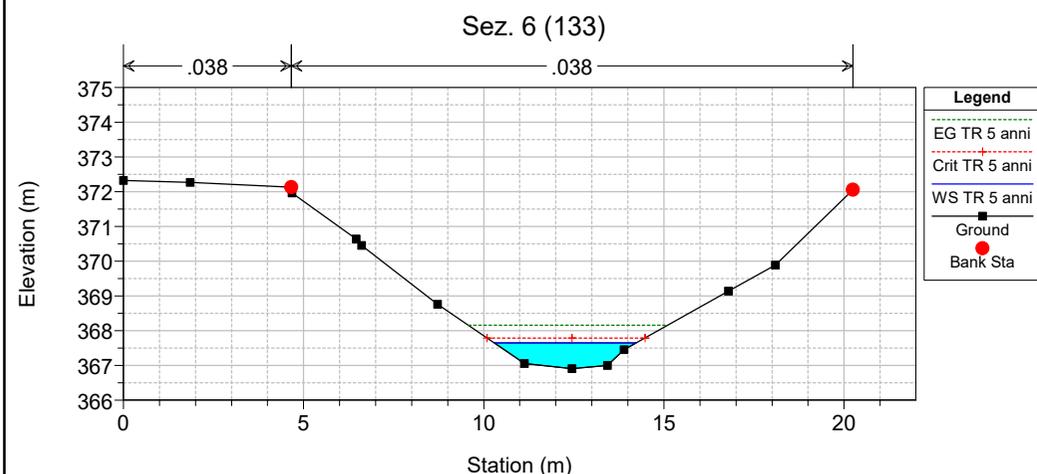
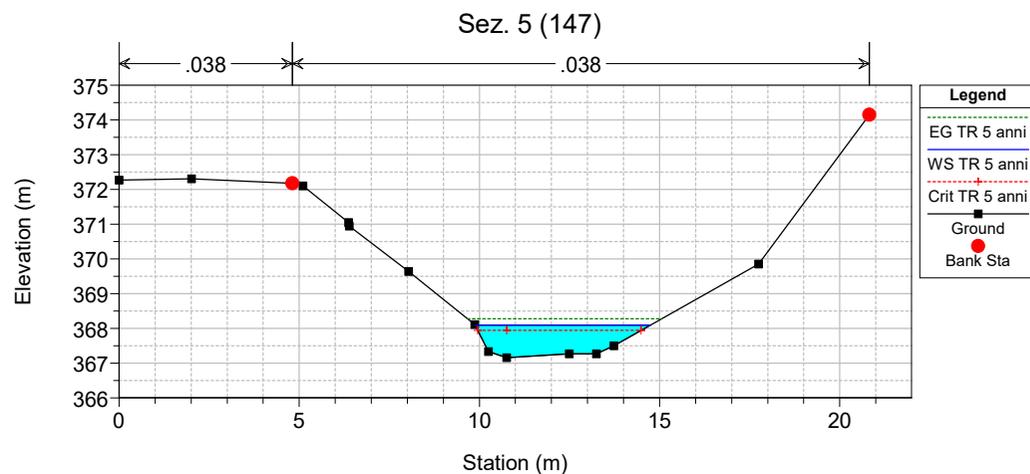
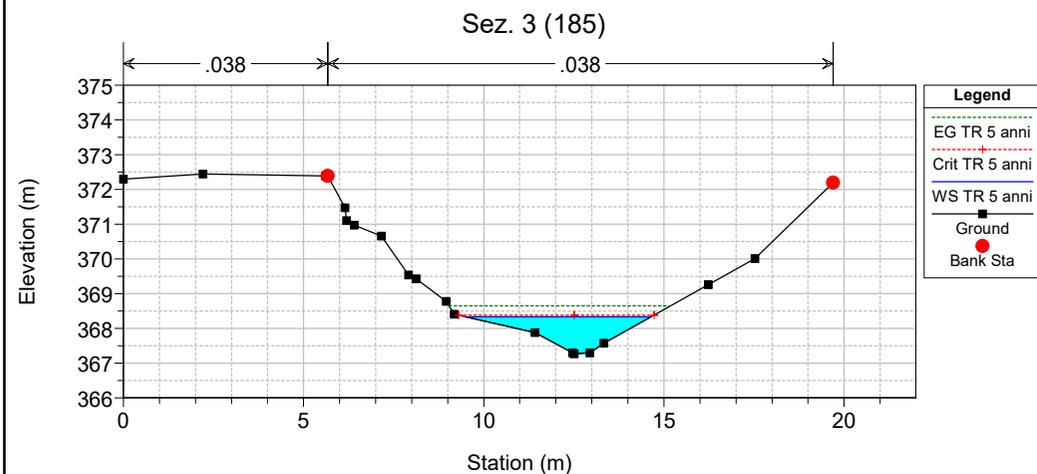
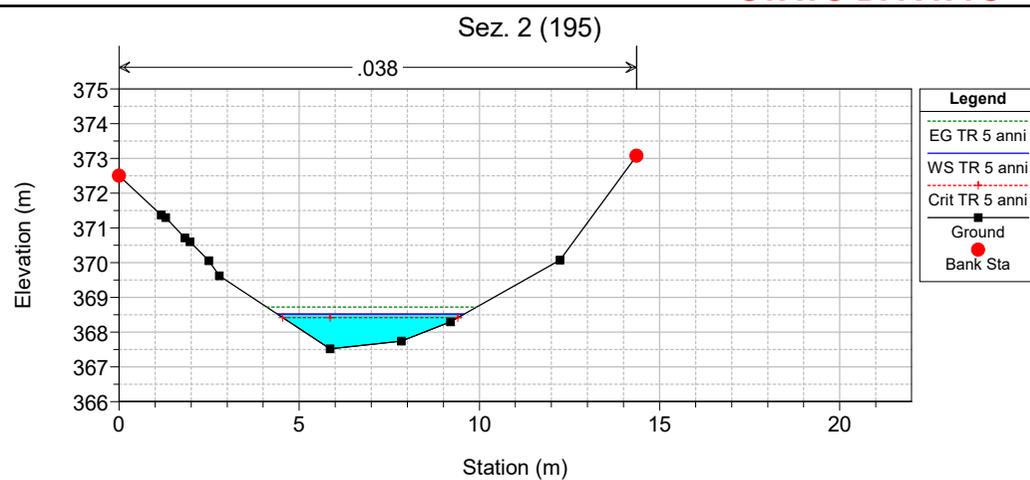
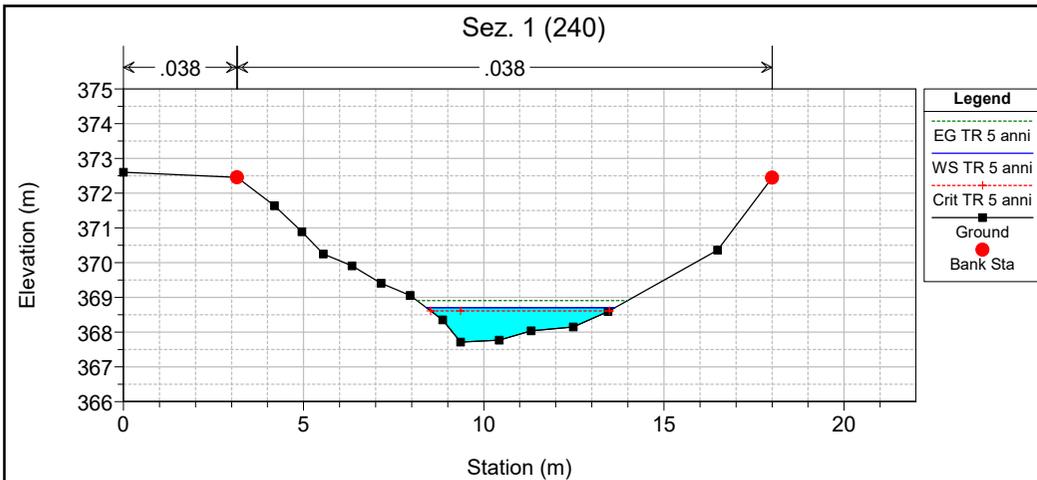
SEZ. 7 (40)

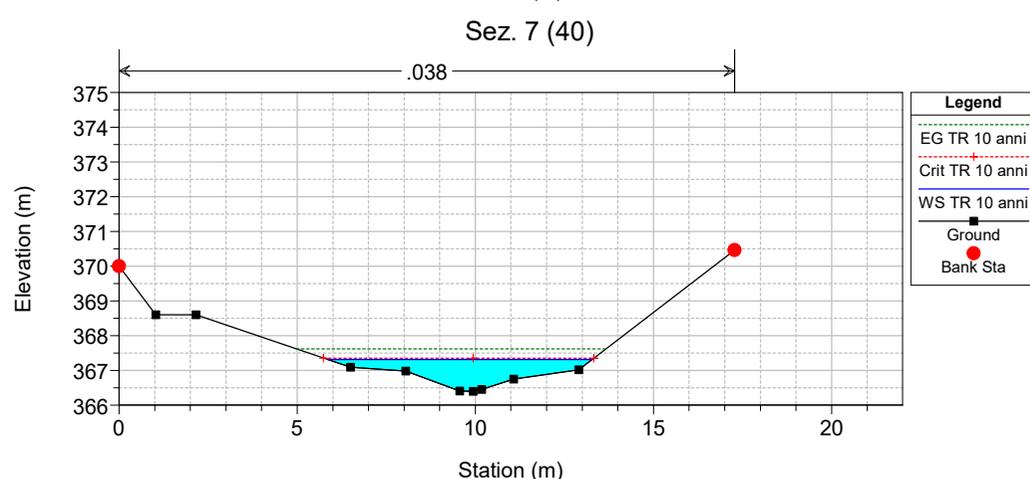
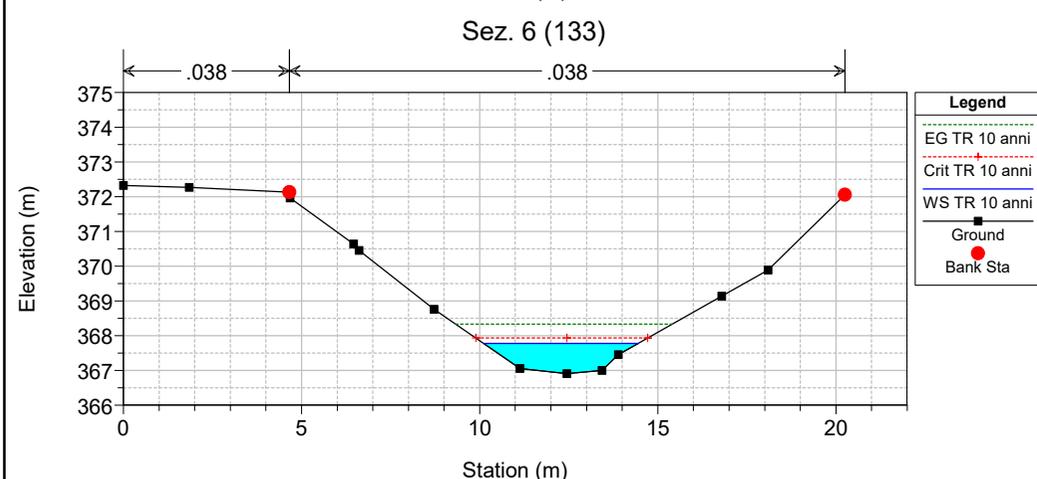
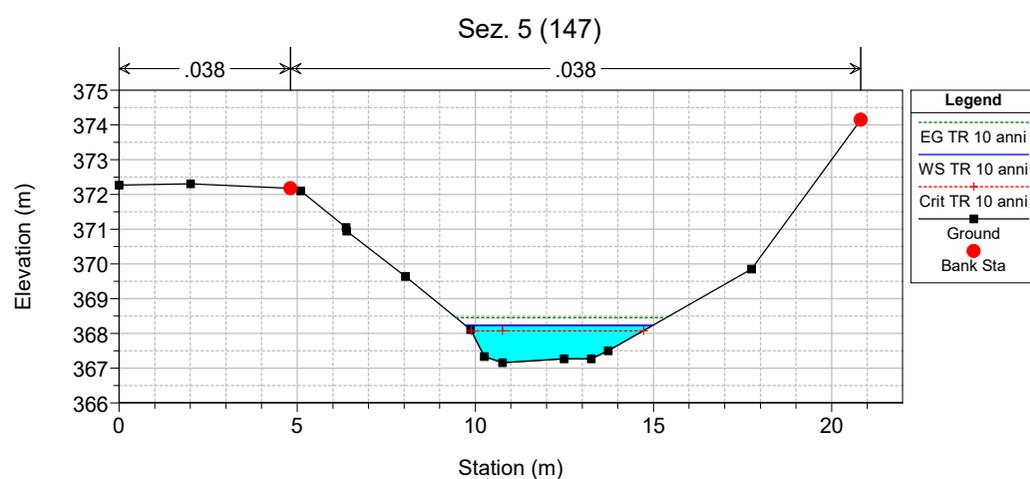
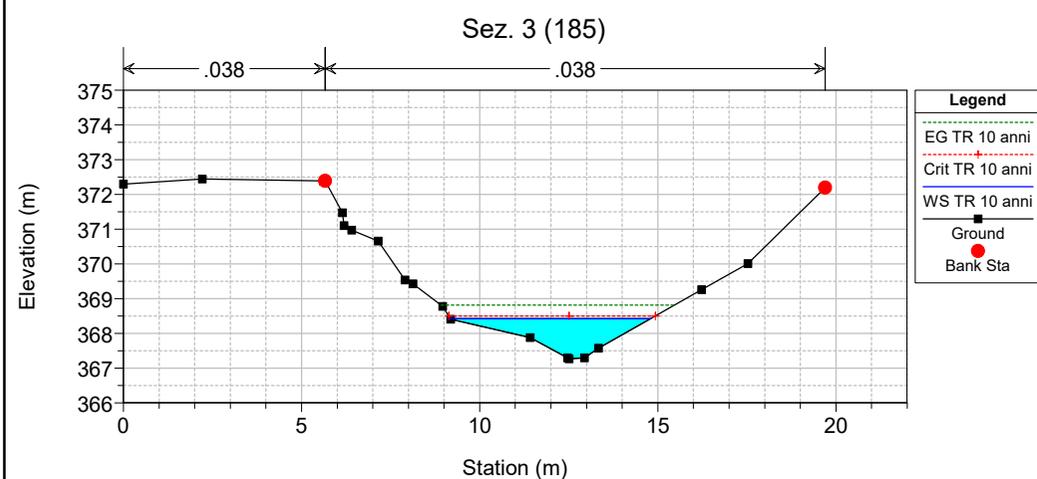
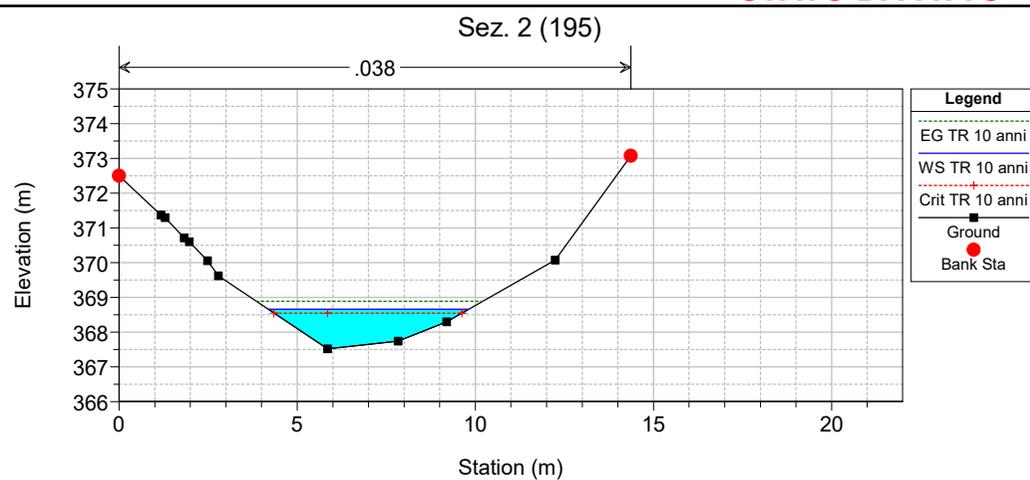
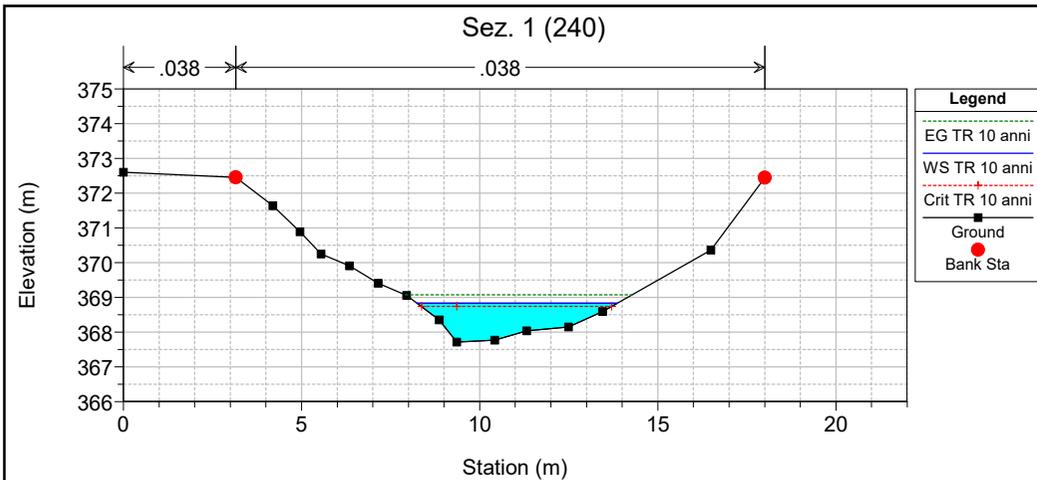


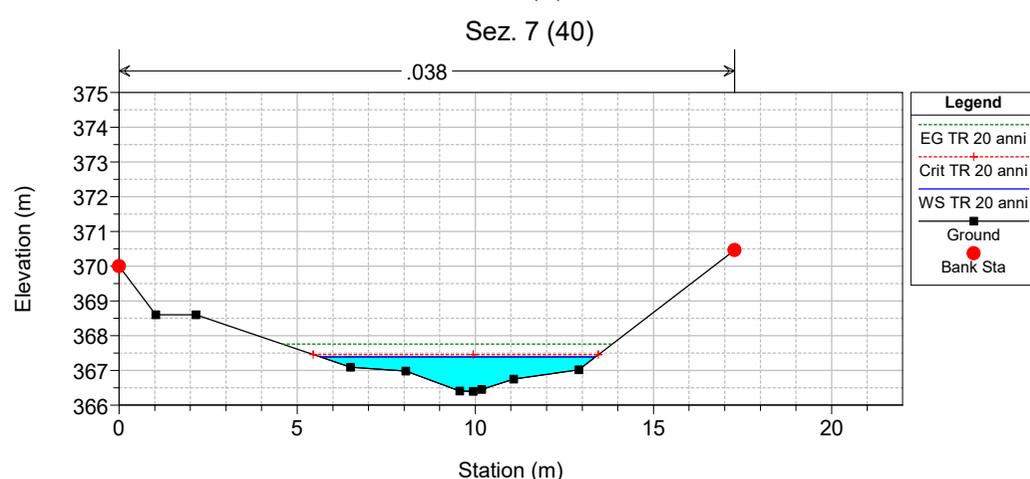
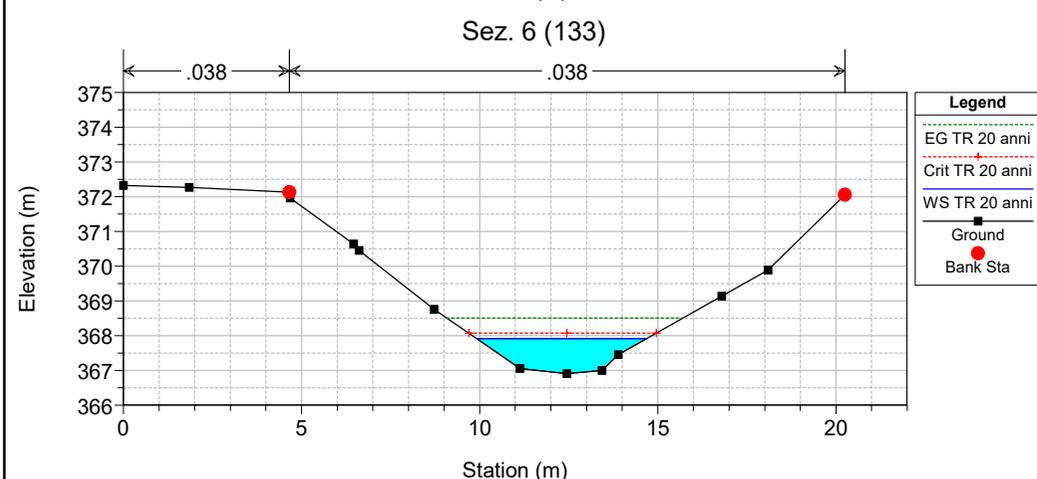
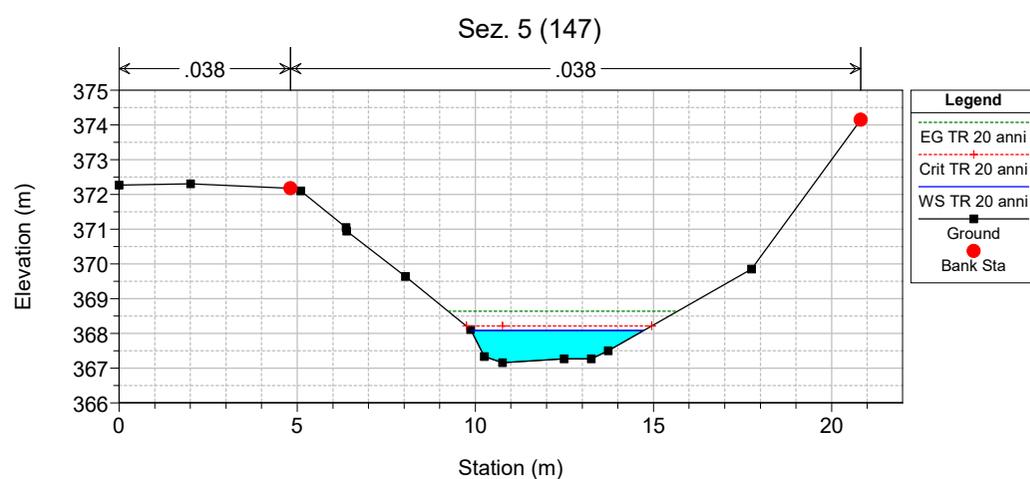
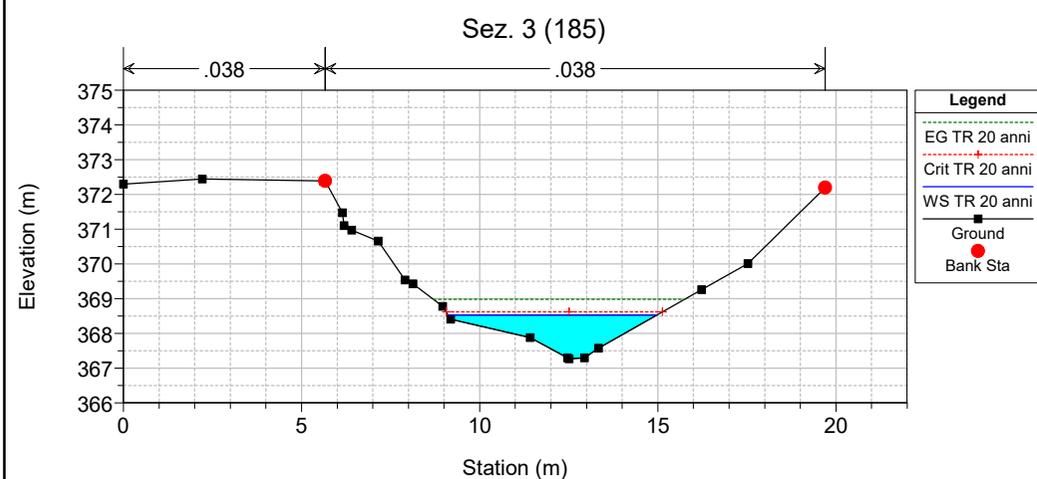
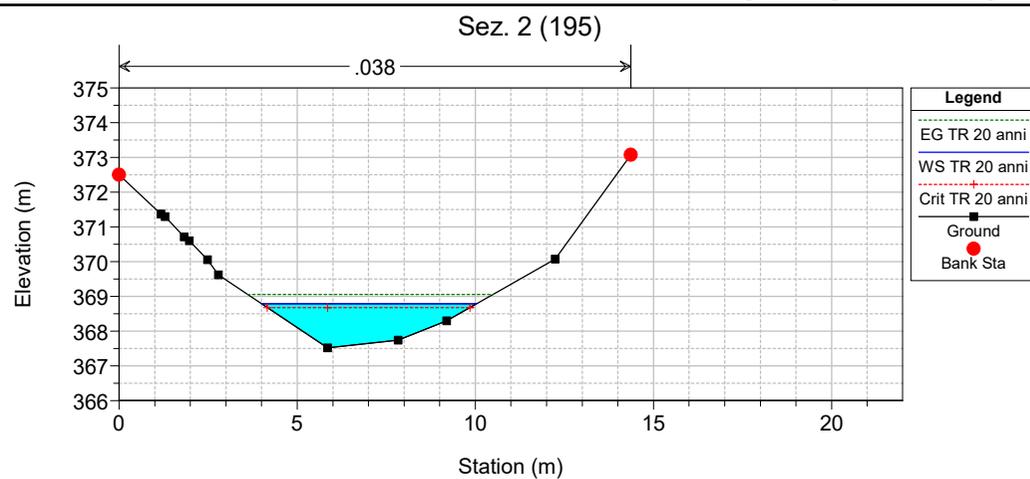
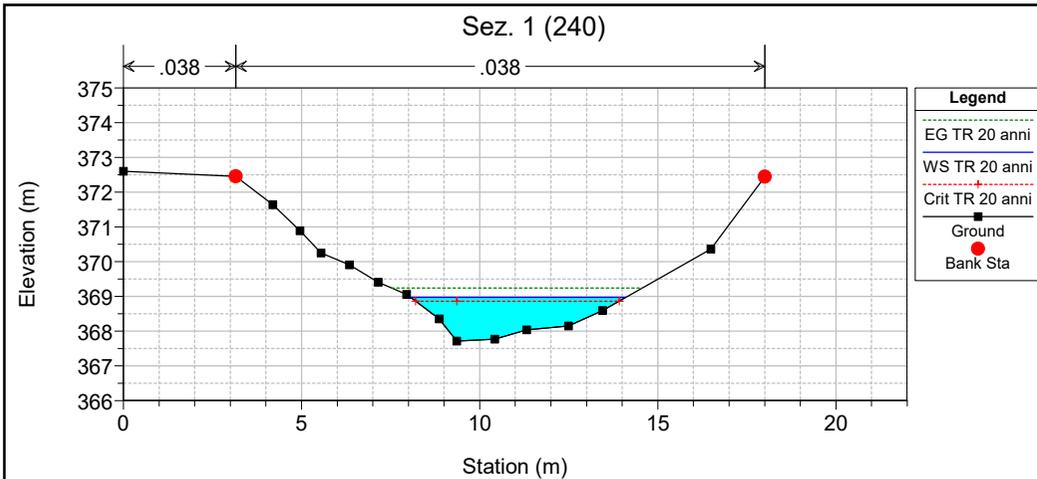
STATO DI FATTO

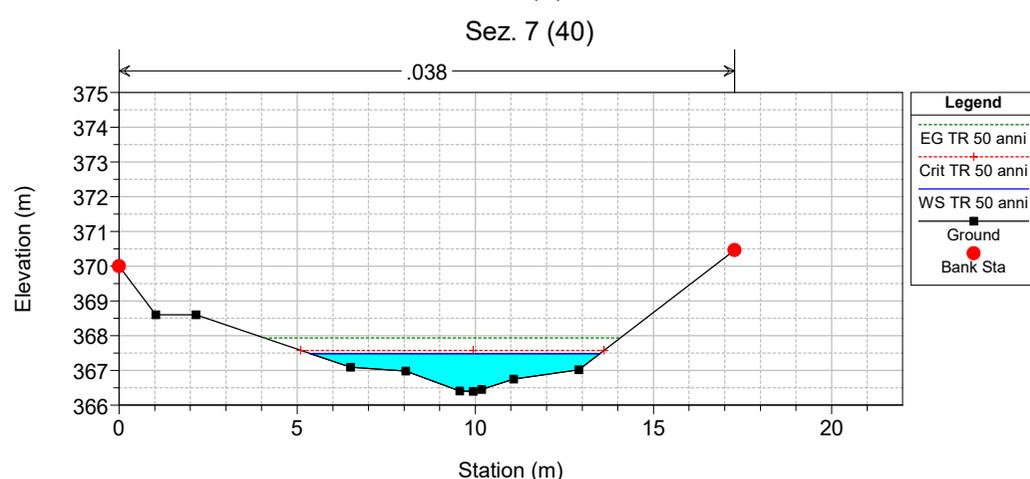
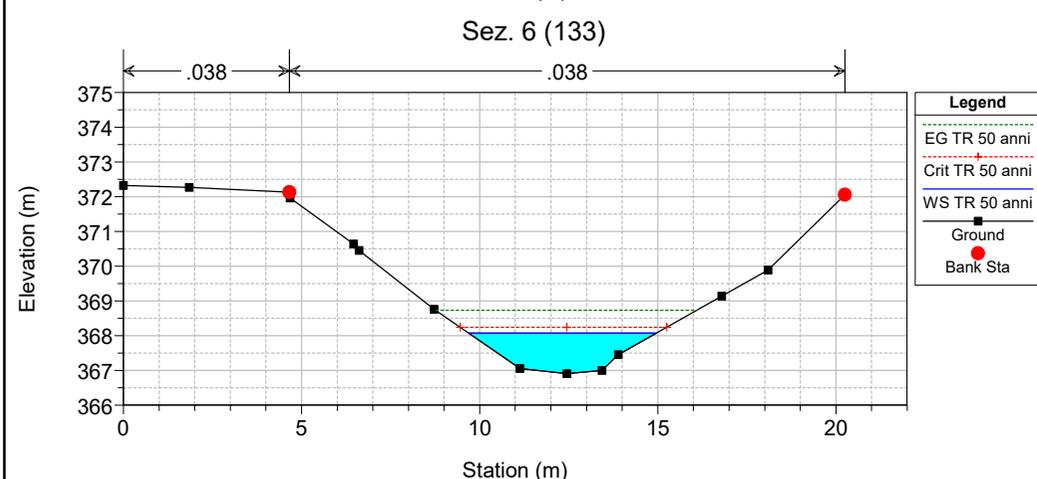
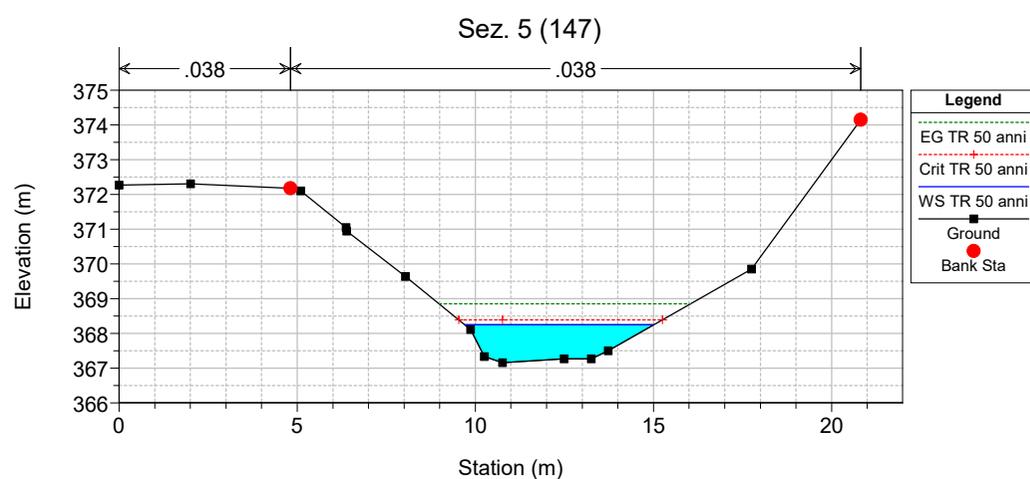
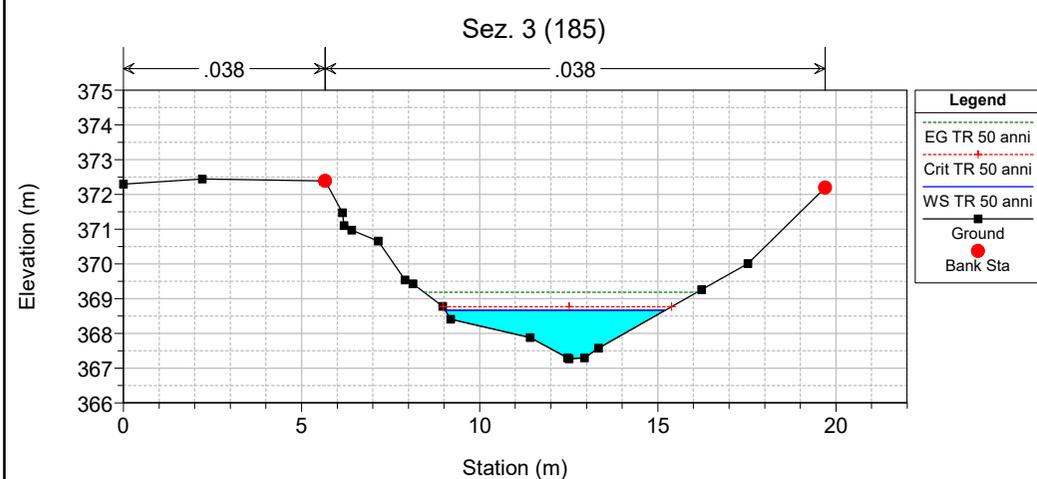
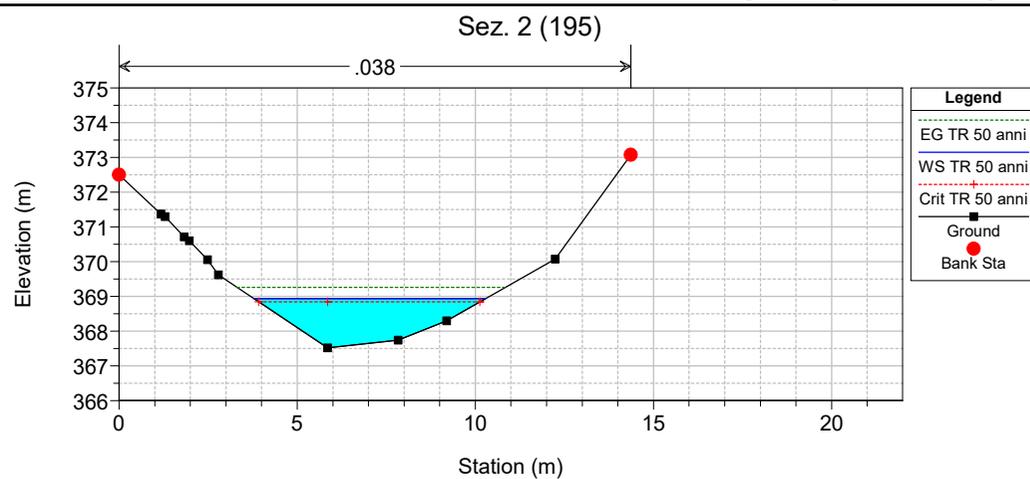
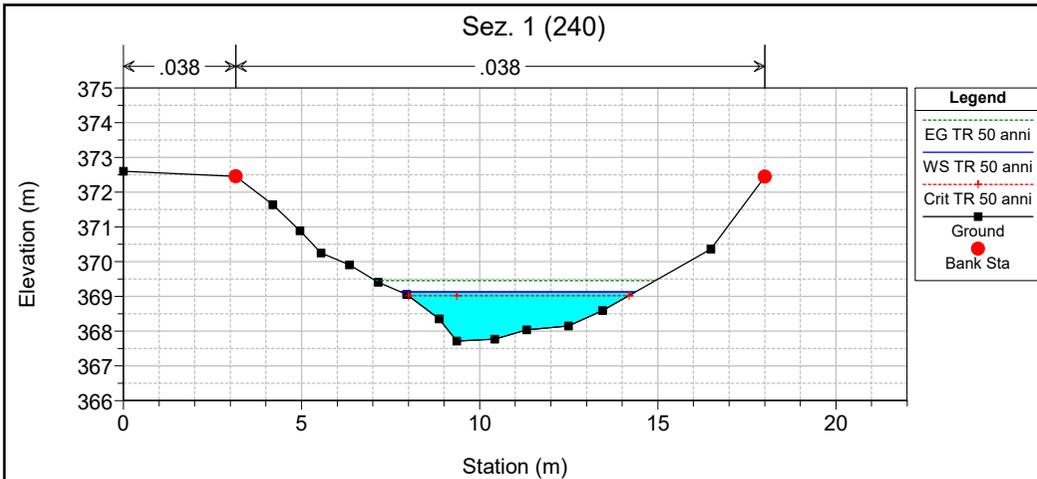


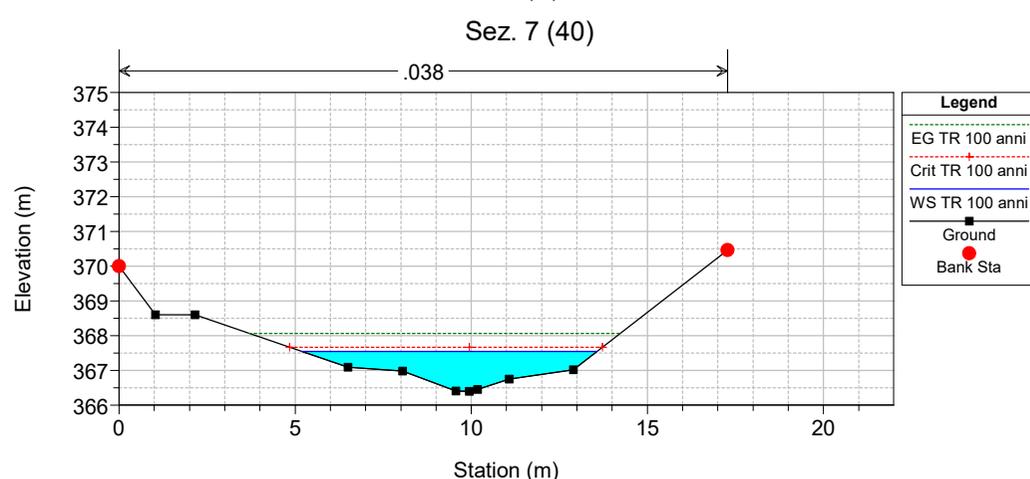
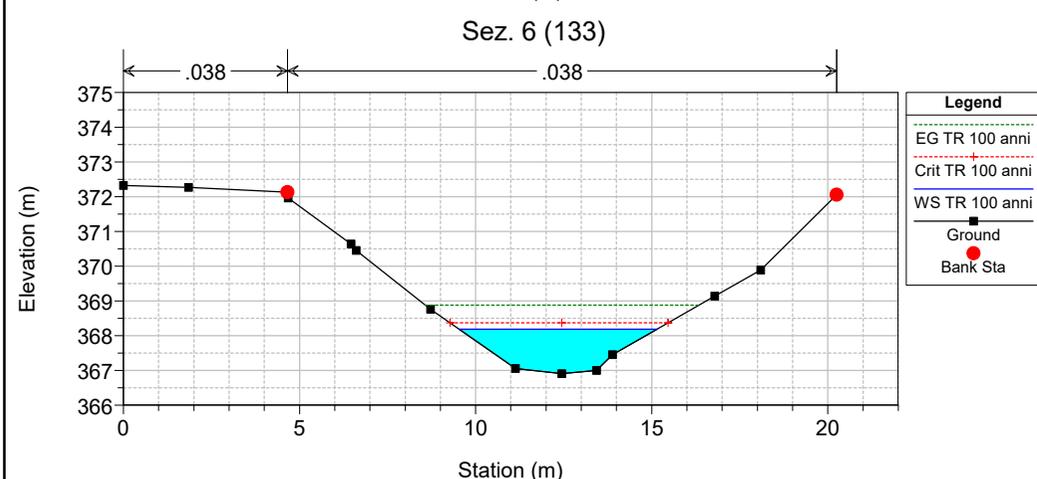
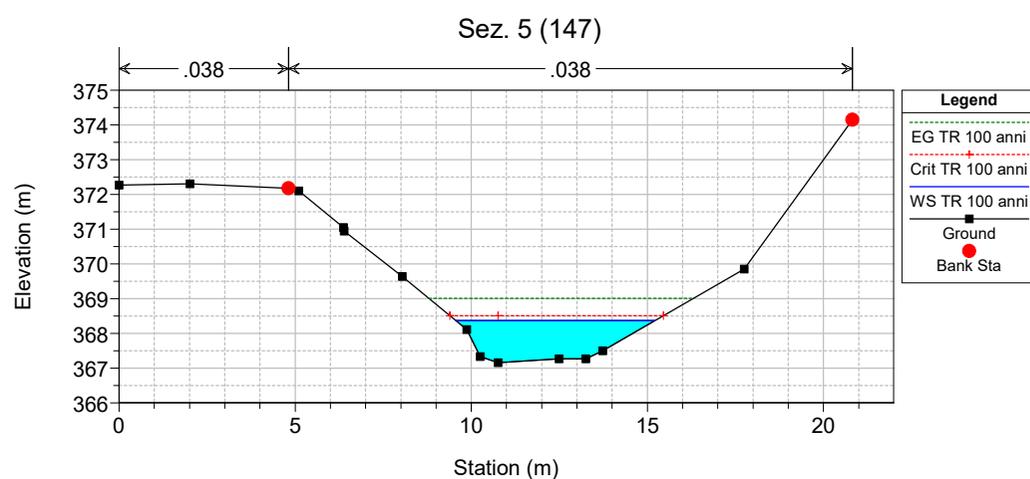
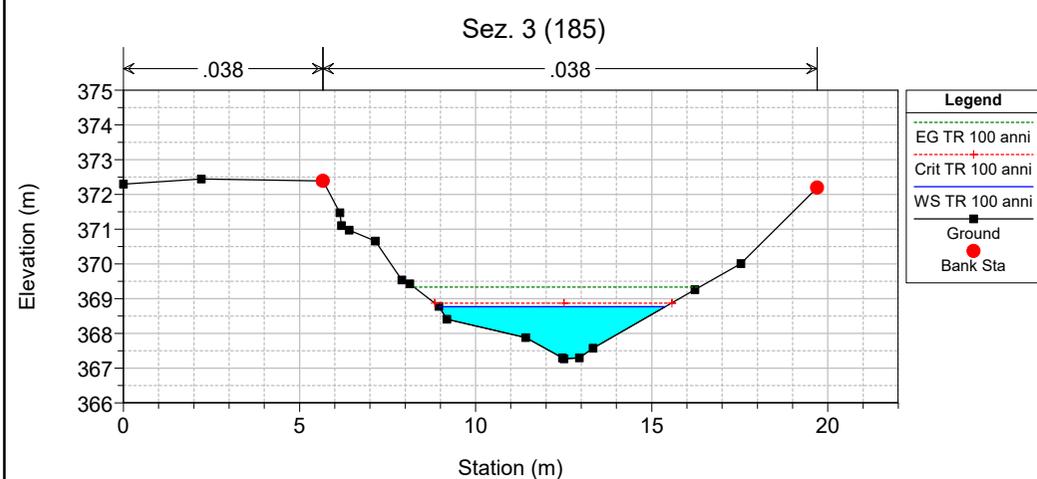
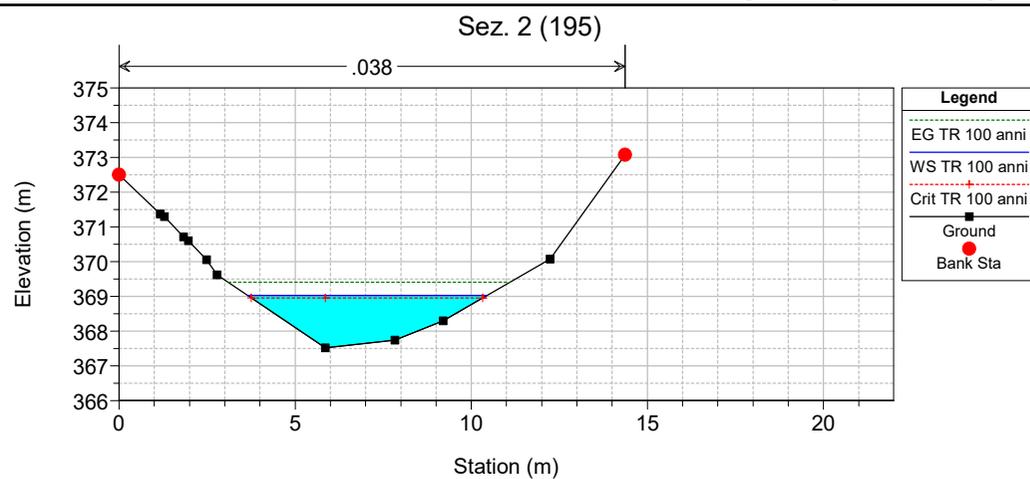
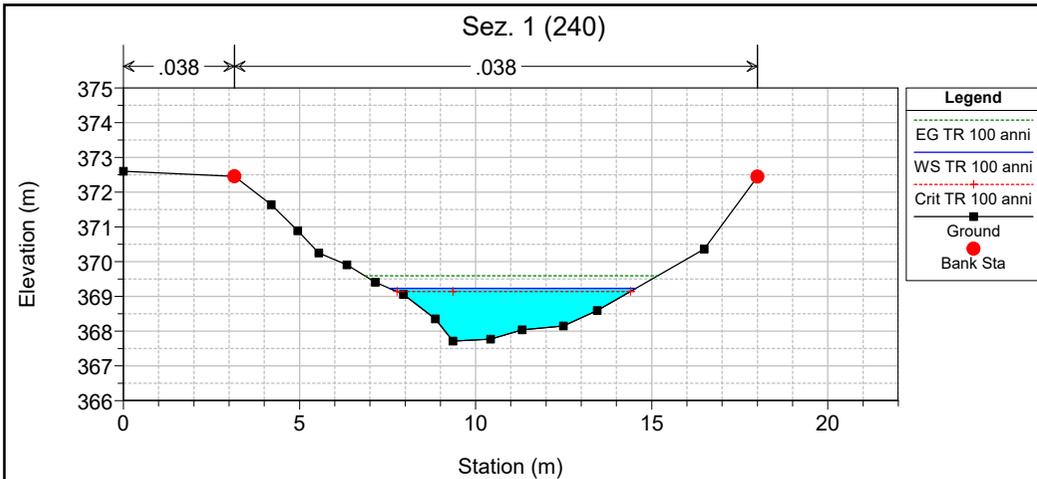


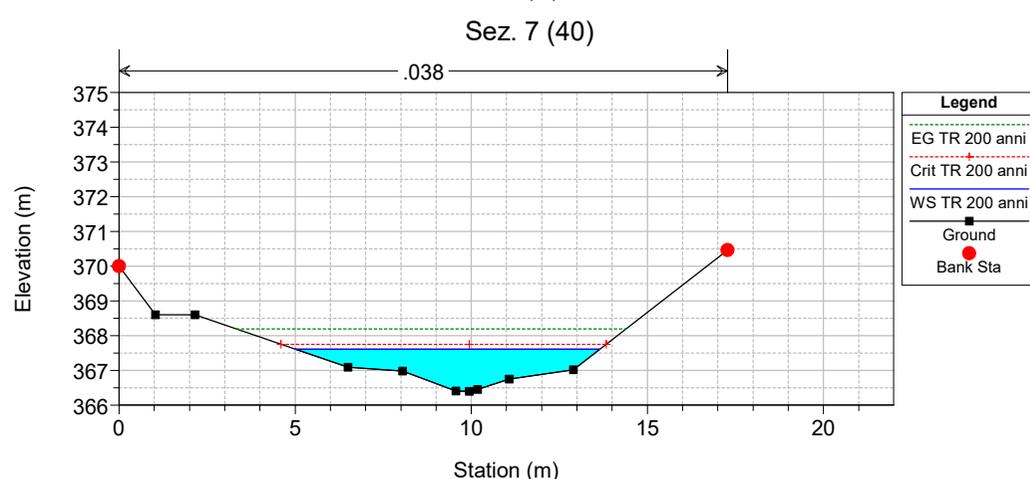
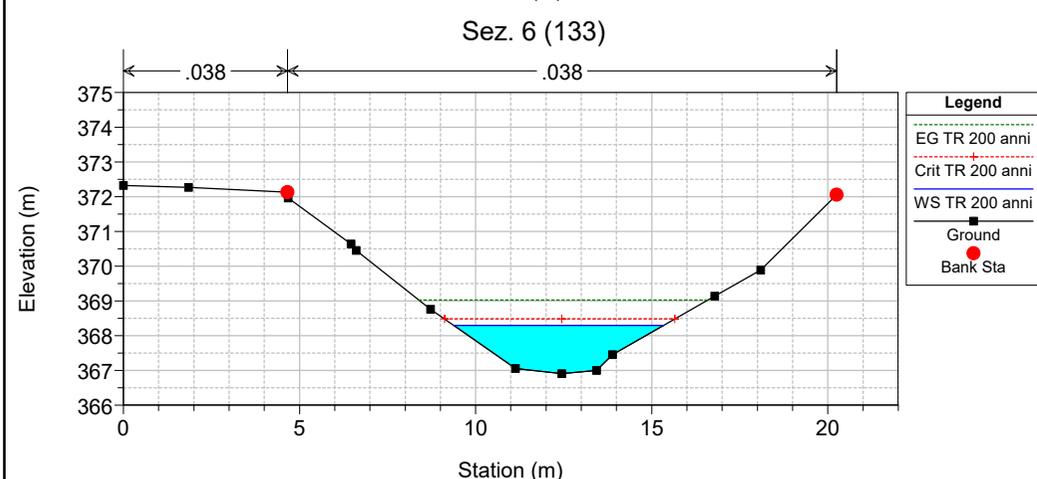
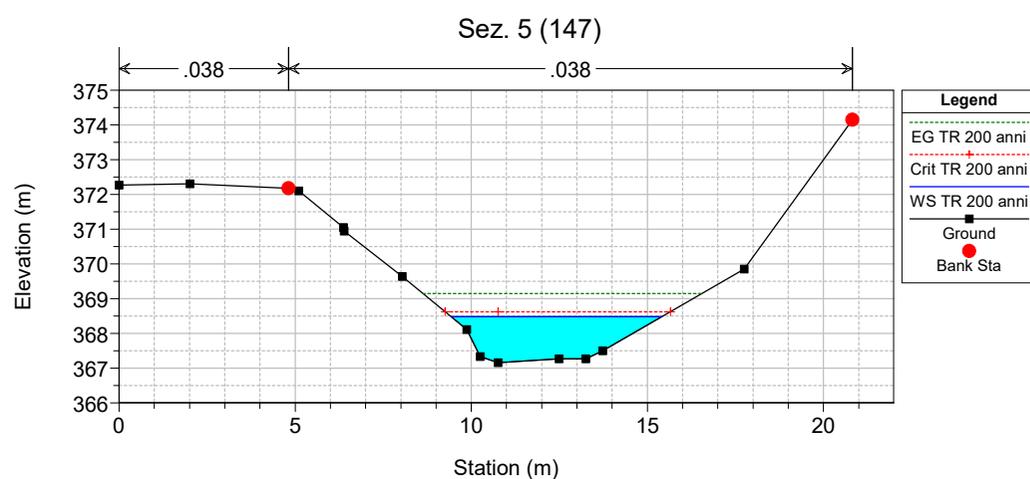
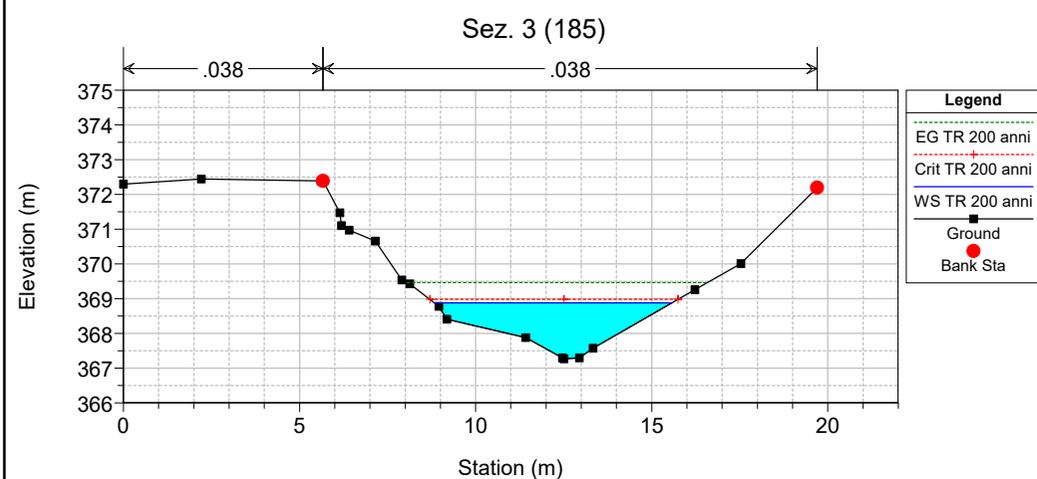
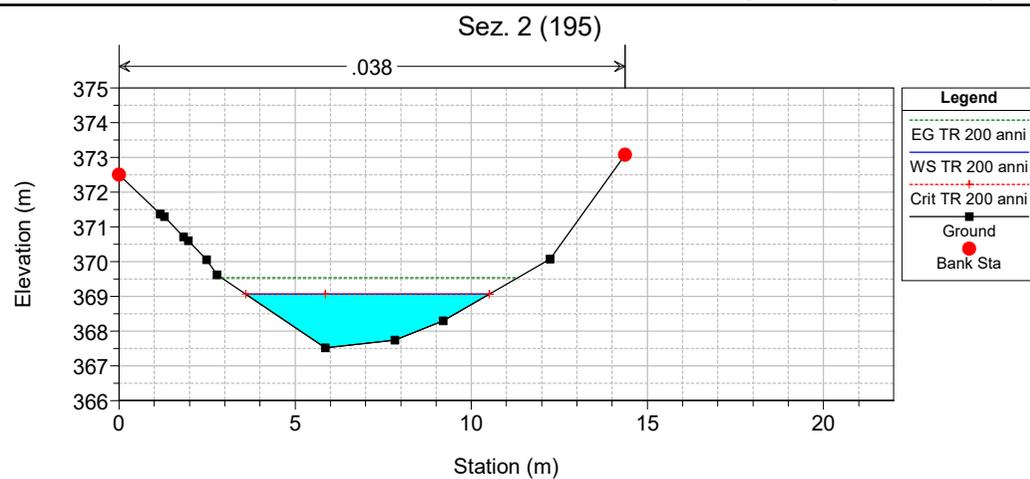
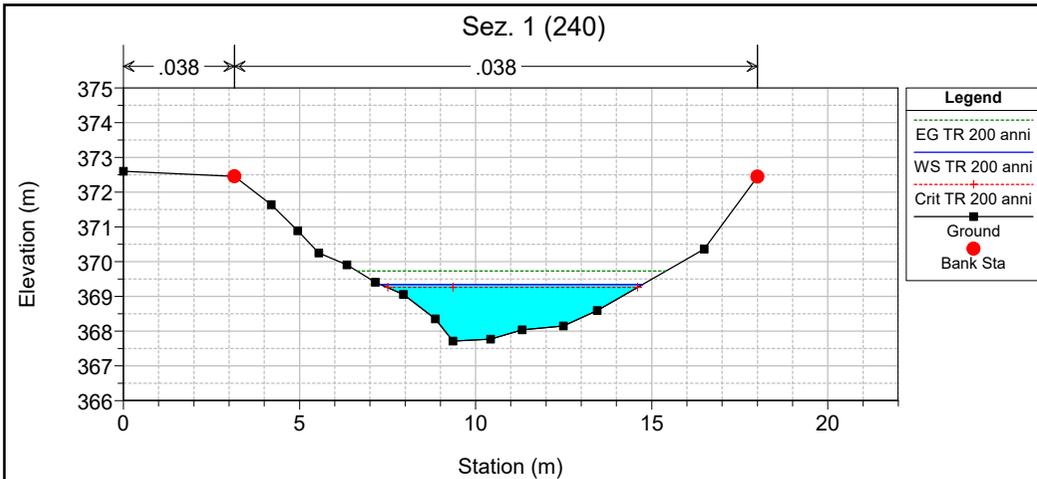




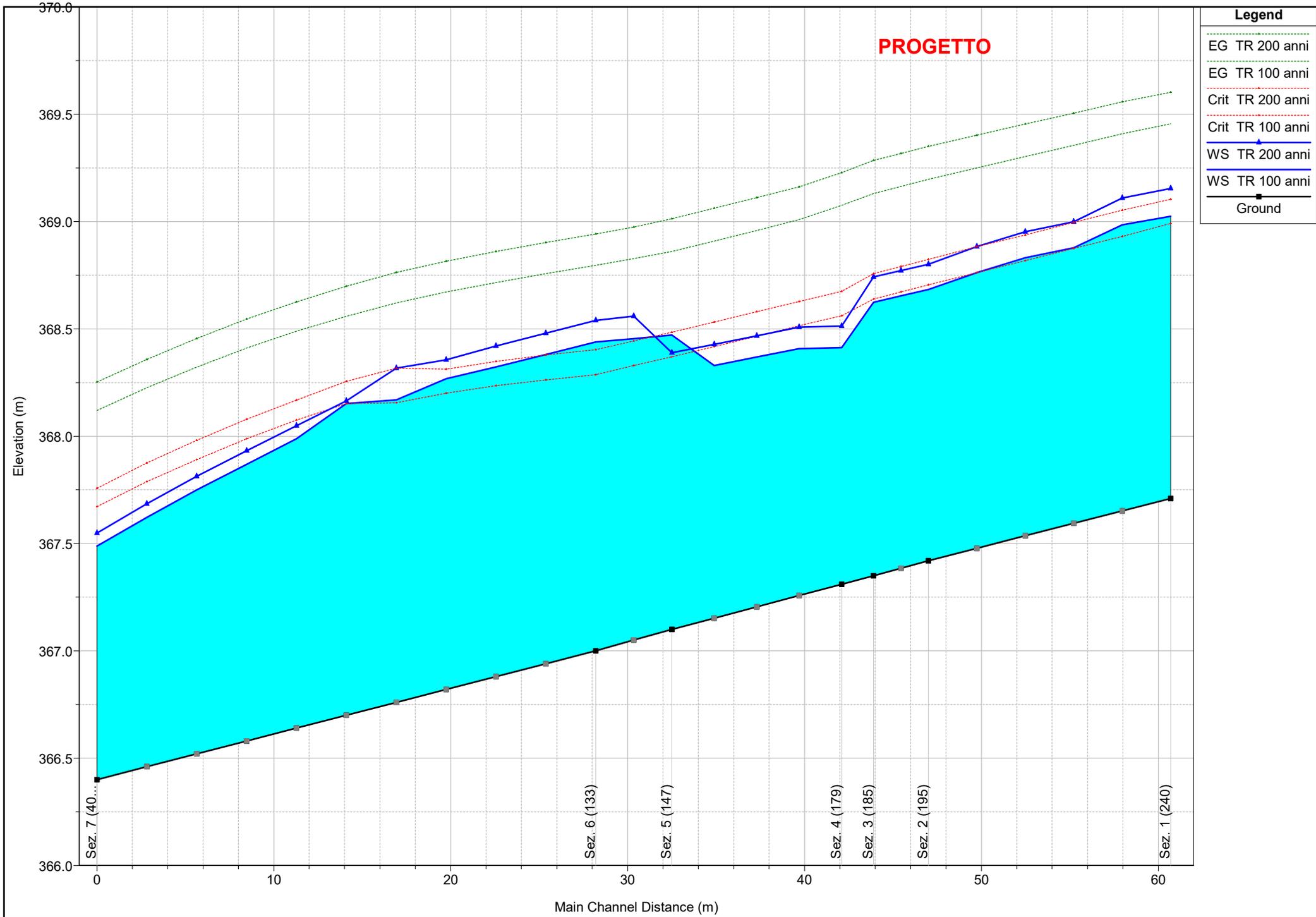


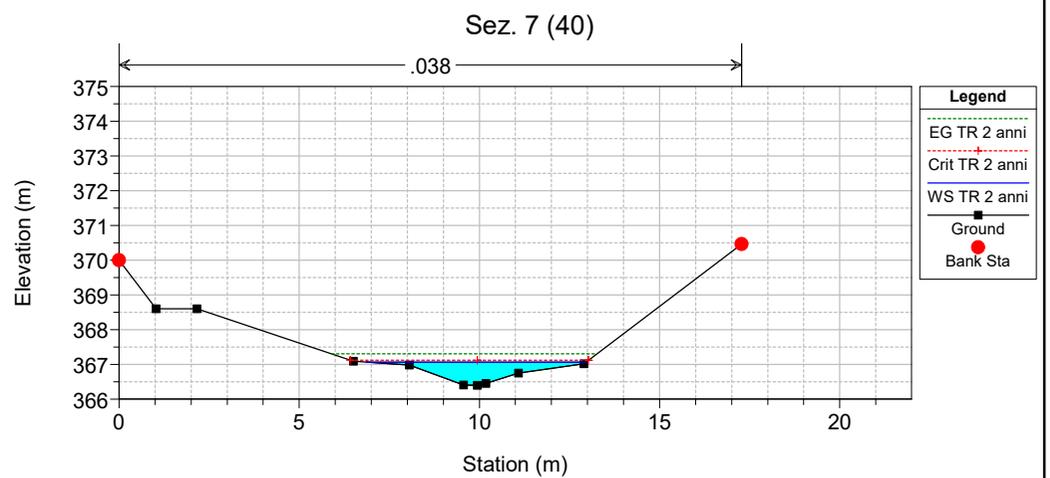
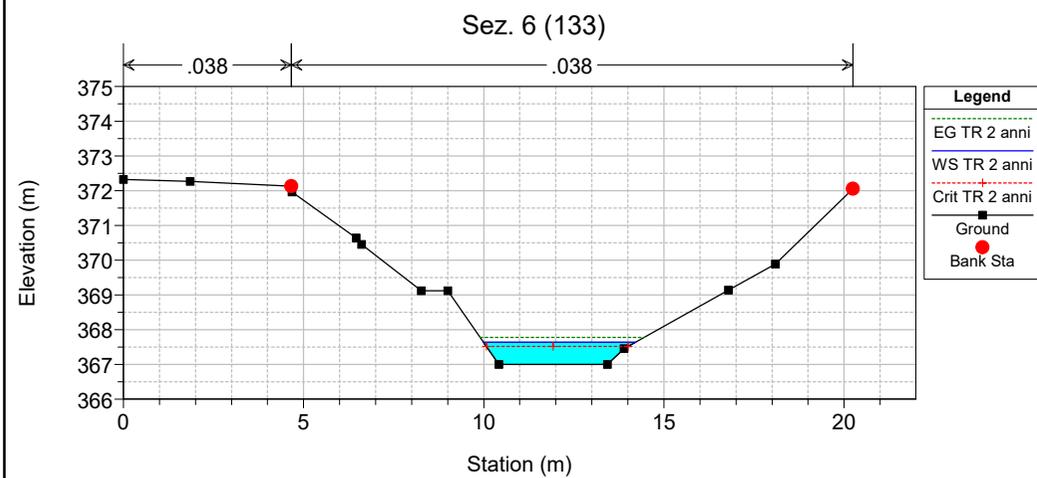
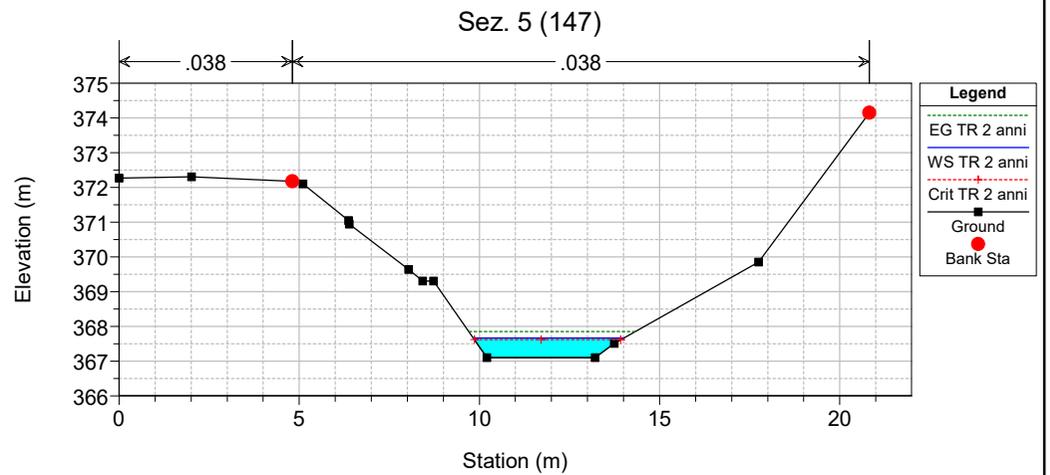
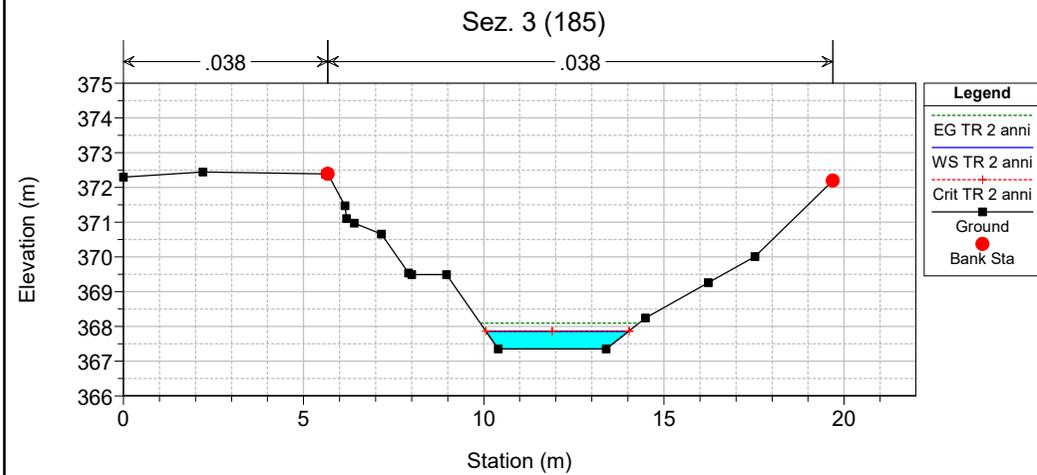
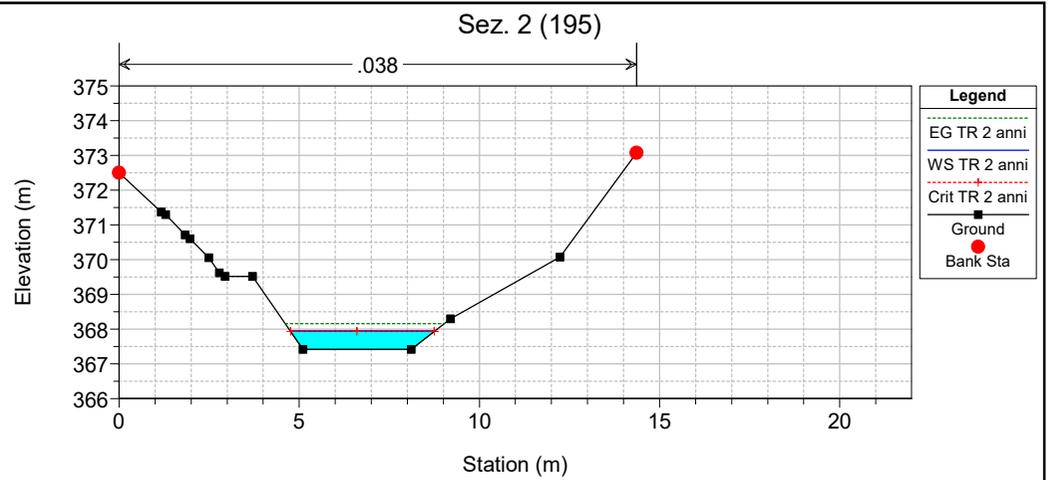
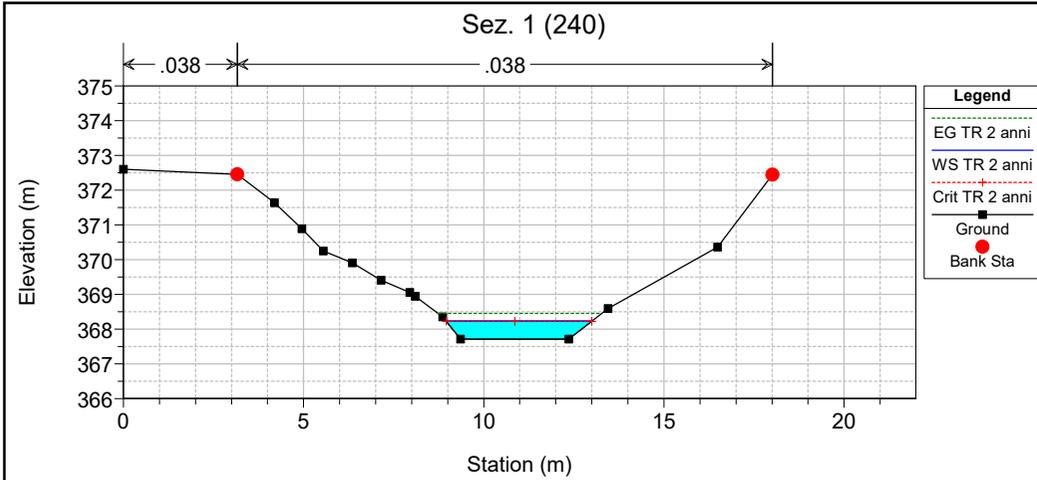


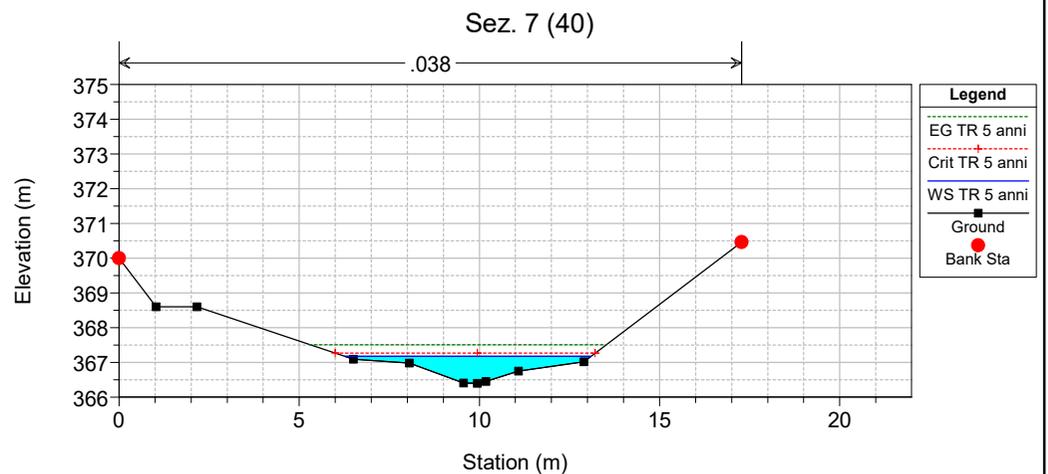
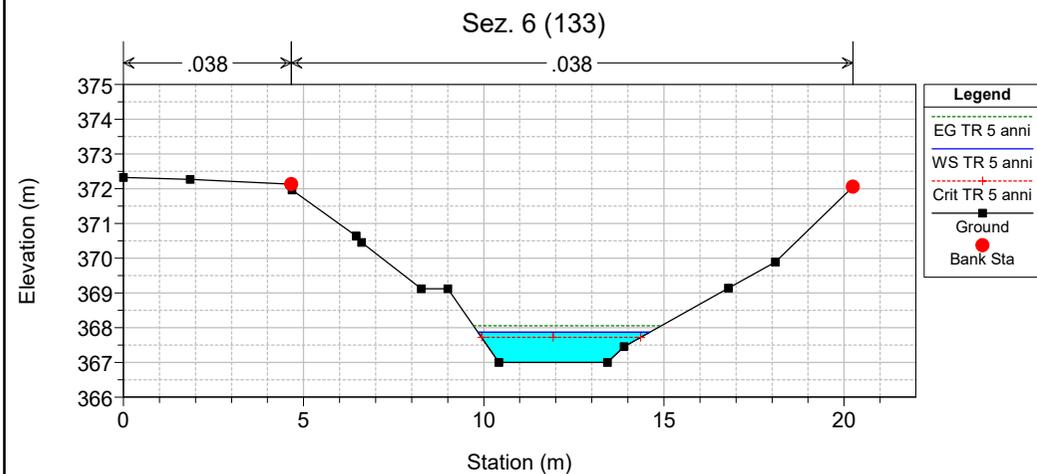
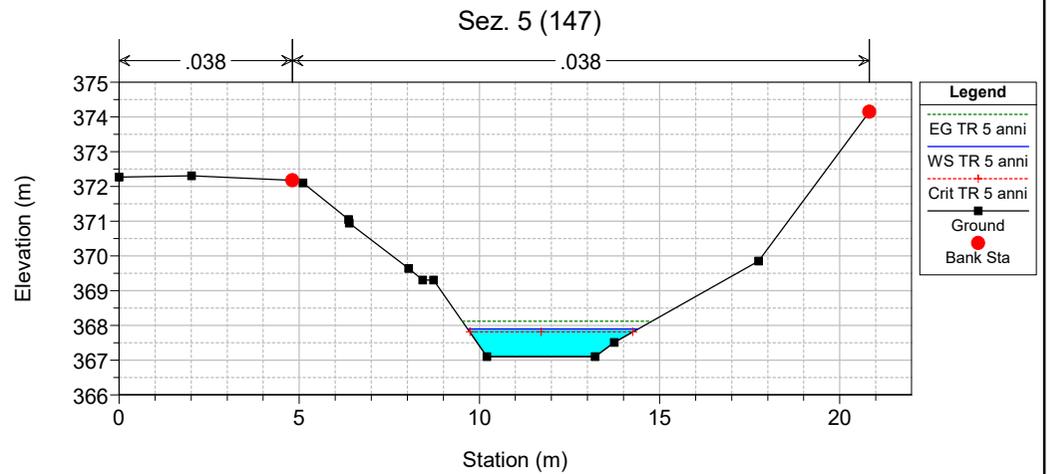
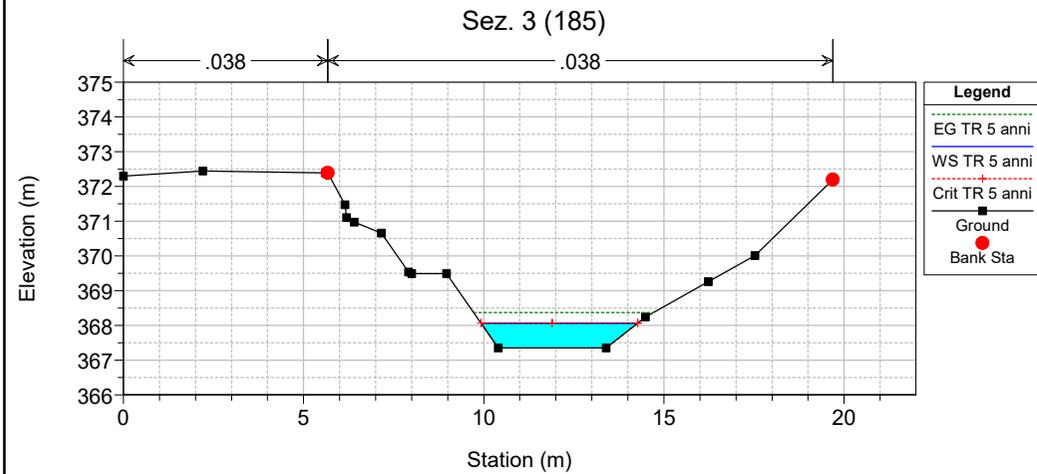
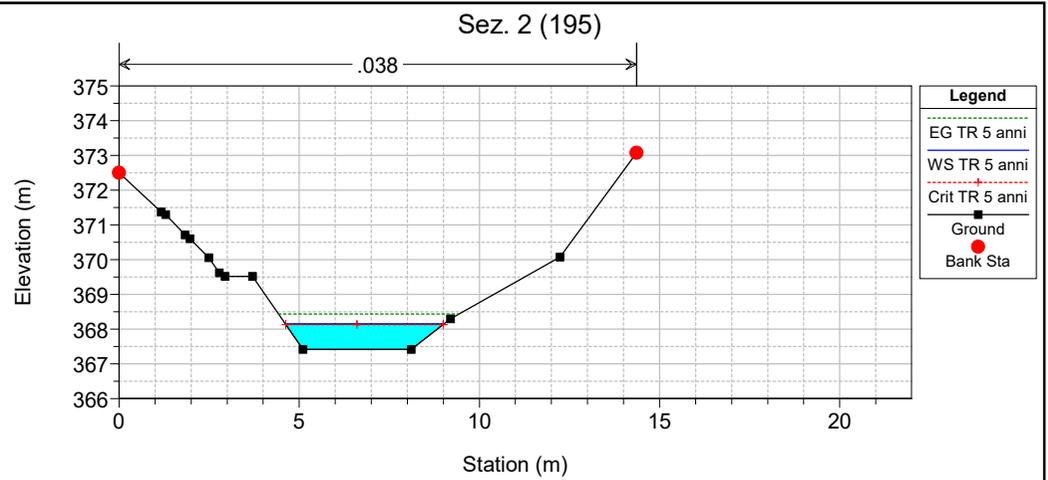
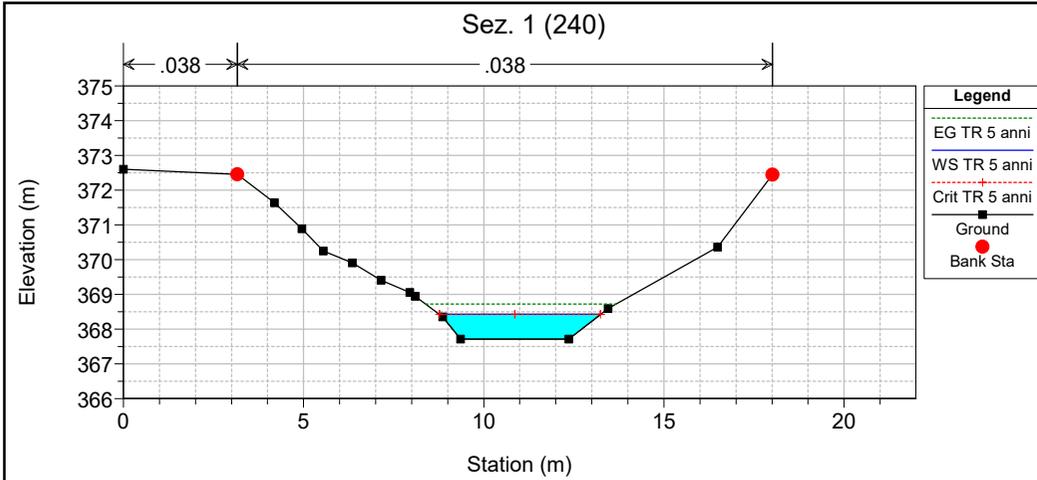


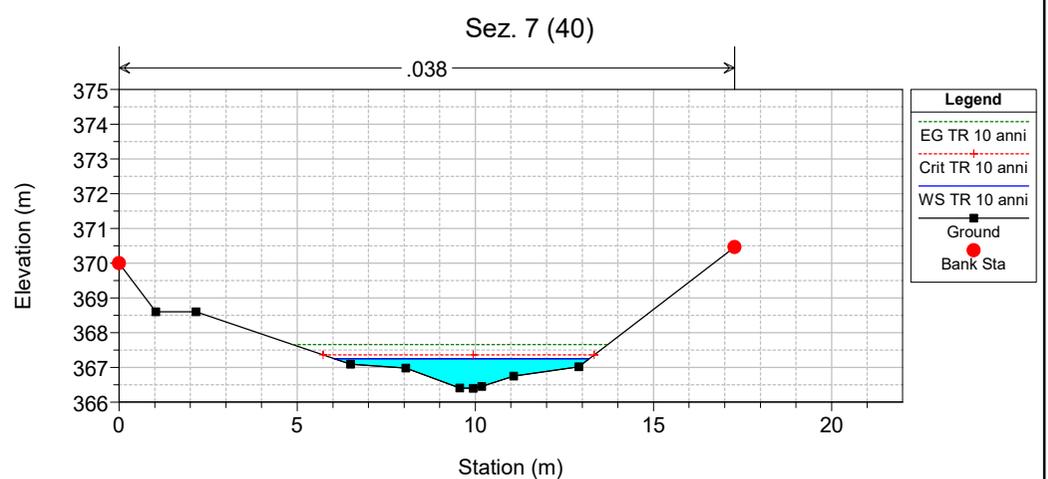
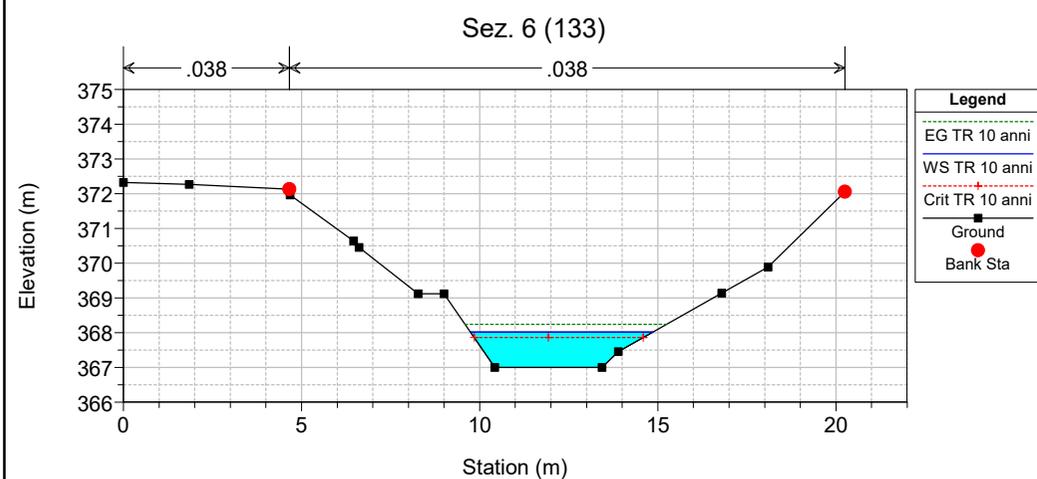
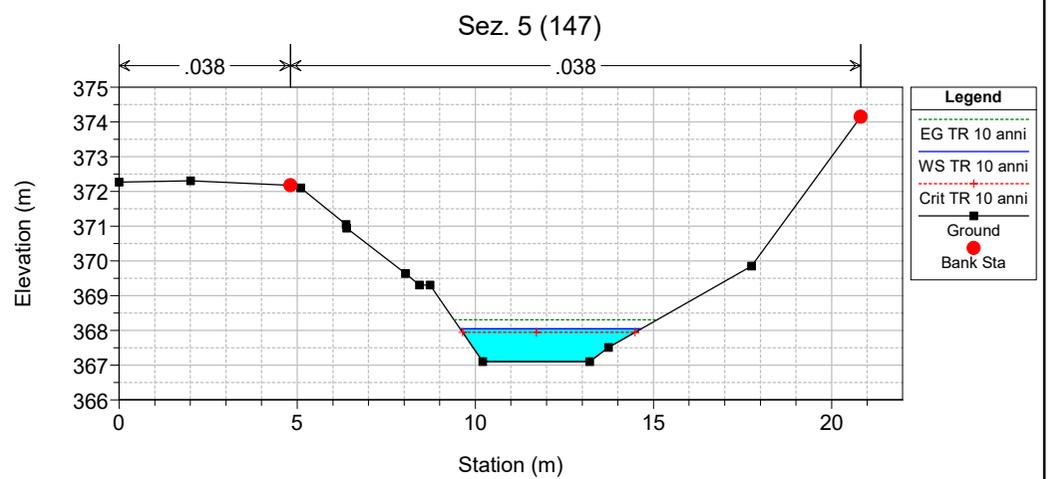
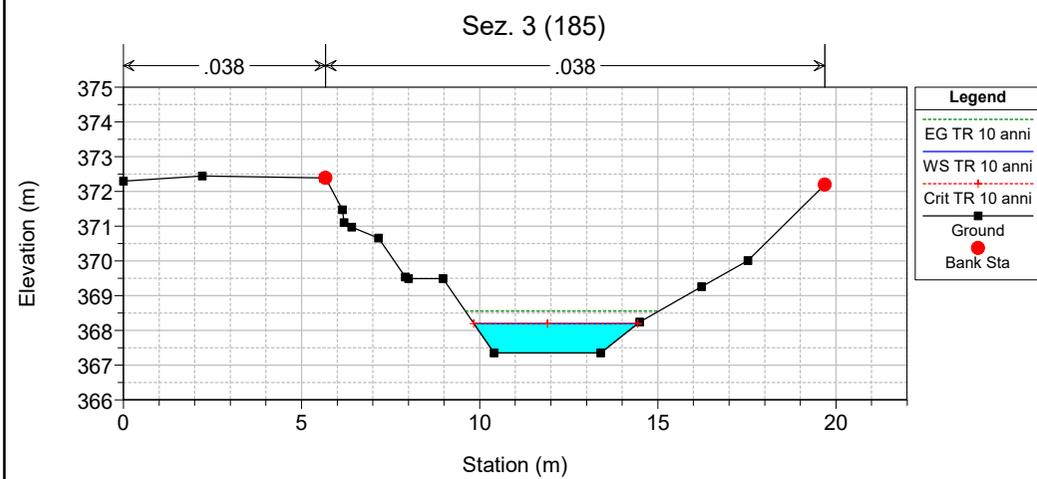
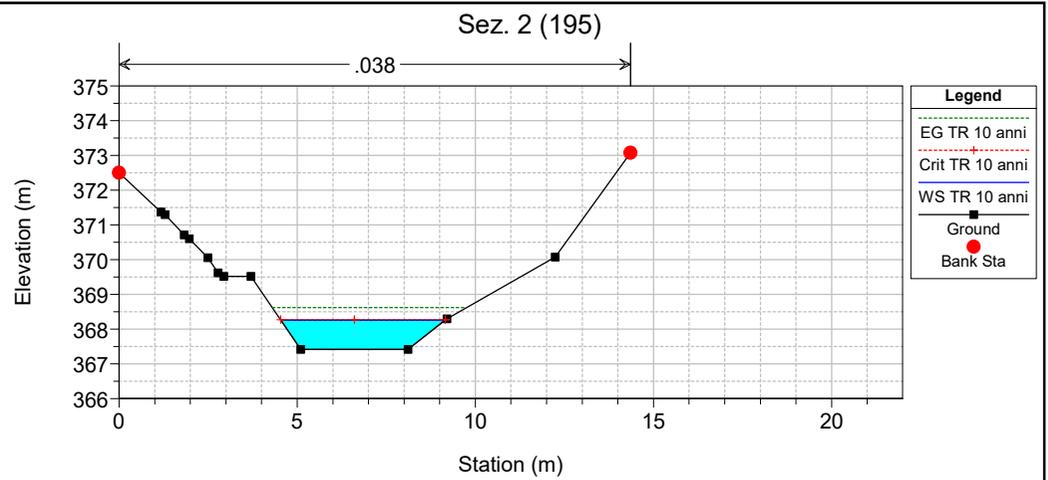
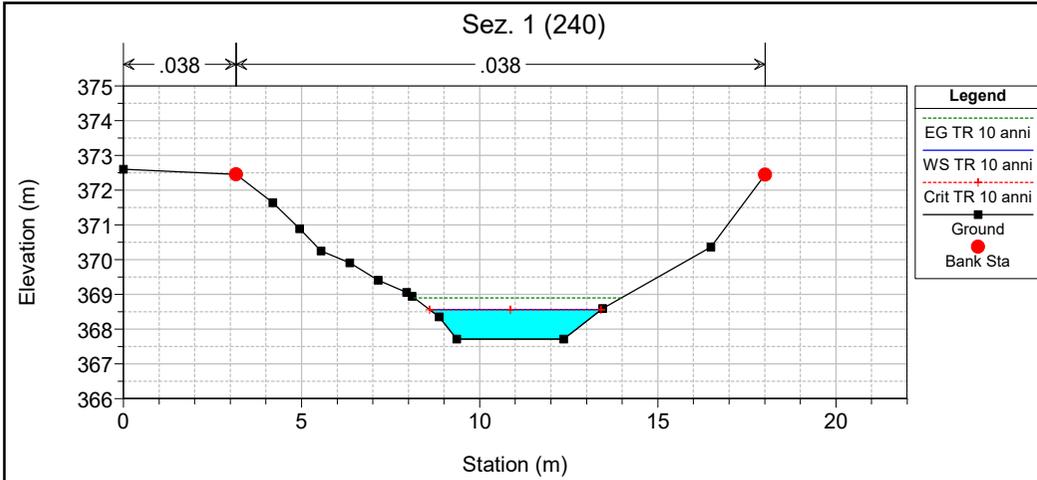


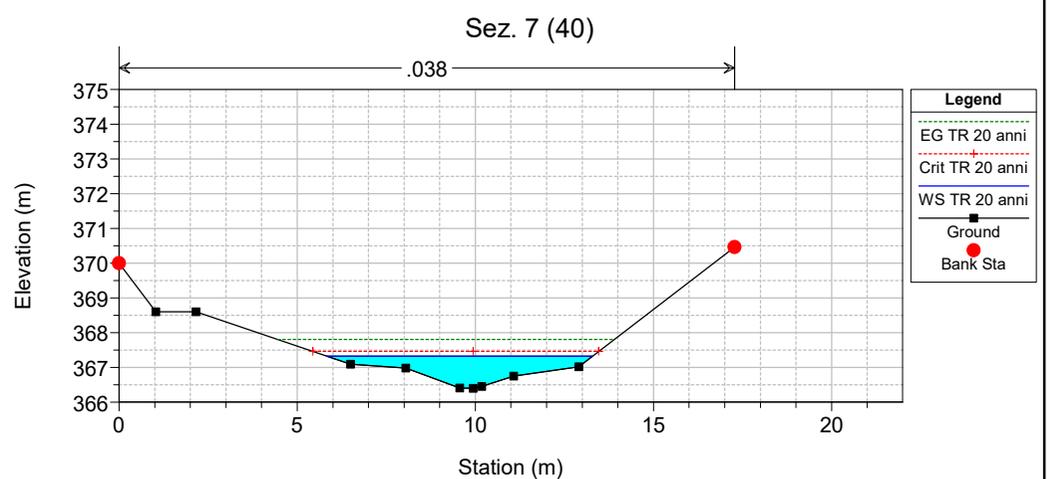
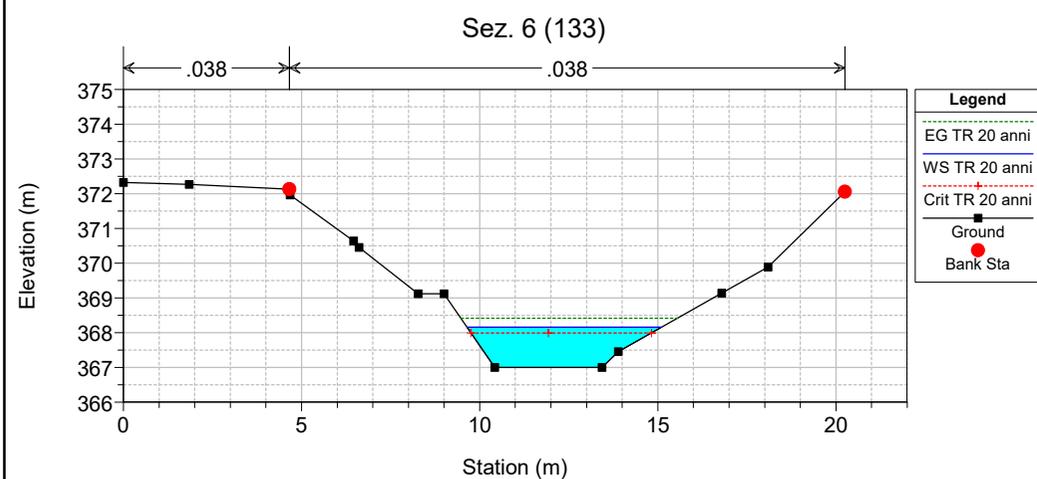
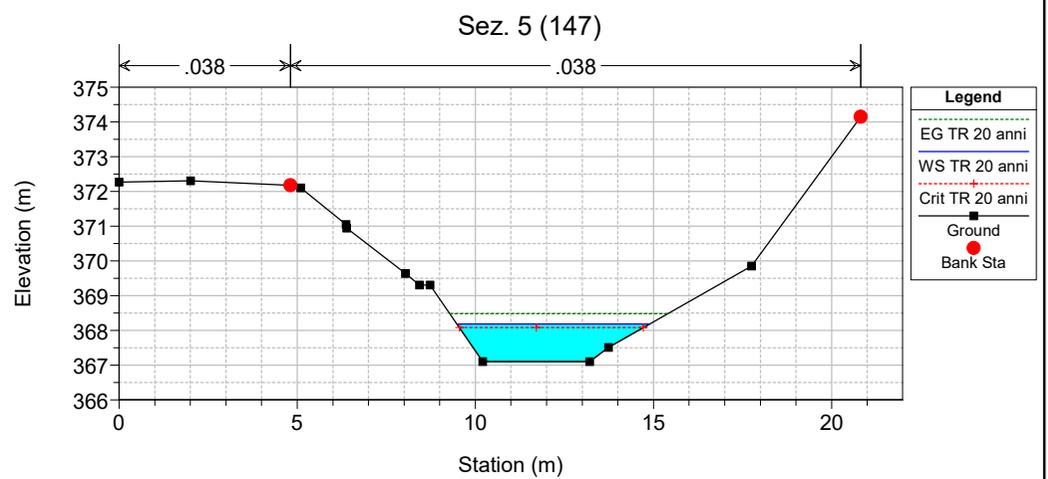
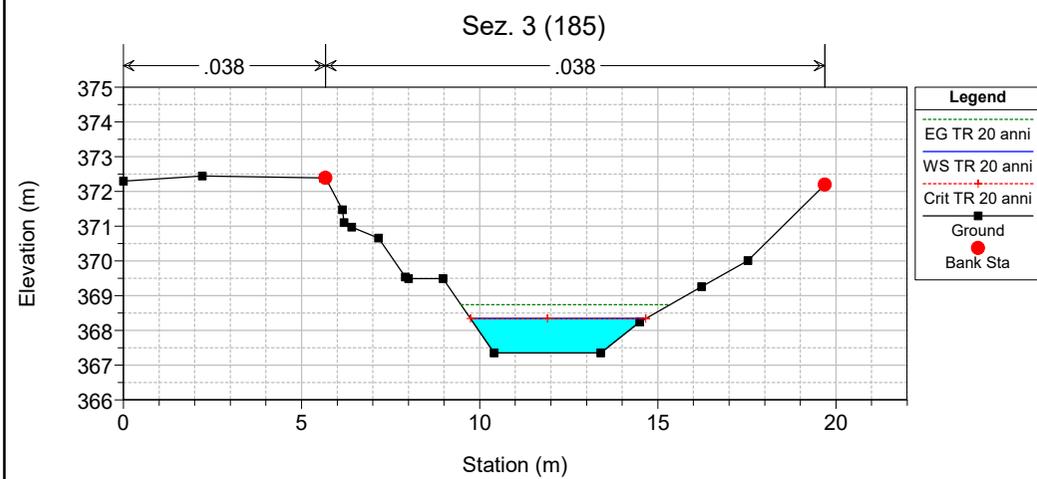
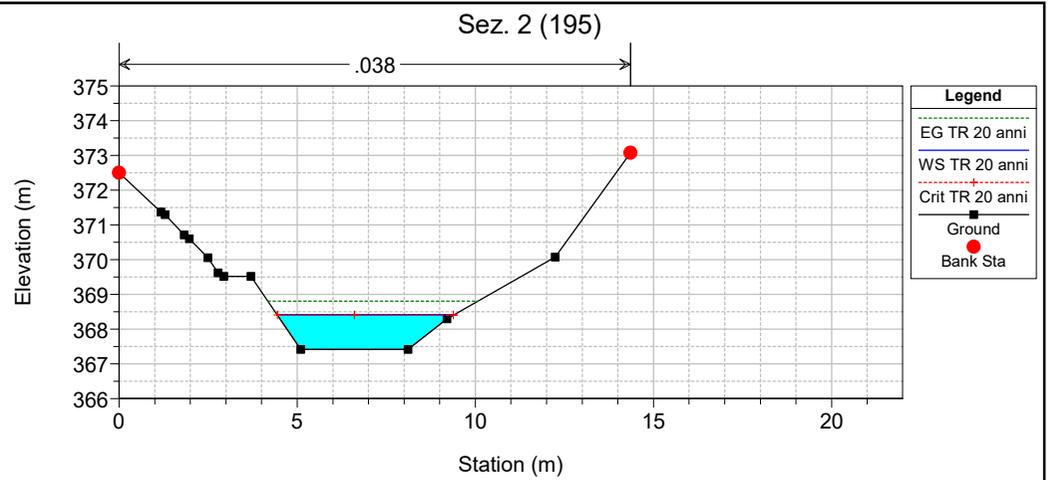
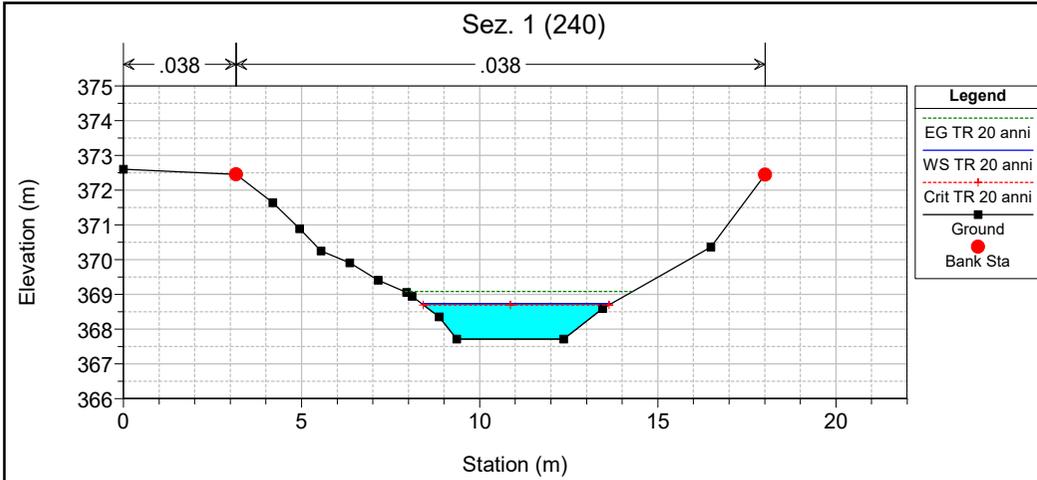
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	240	TR 2 anni	3.80	367.71	368.50	368.42	368.65	0.013214	1.73	2.19	4.58	0.80
Reach 1	240	TR 5 anni	6.40	367.71	368.70	368.61	368.91	0.012894	2.00	3.20	5.24	0.82
Reach 1	240	TR 10 anni	8.50	367.71	368.84	368.74	369.08	0.012778	2.16	3.93	5.64	0.83
Reach 1	240	TR 20 anni	10.90	367.71	368.97	368.86	369.24	0.012748	2.32	4.70	6.03	0.84
Reach 1	240	TR 50 anni	14.30	367.71	369.13	369.02	369.45	0.013056	2.52	5.69	6.57	0.86
Reach 1	240	TR 100 anni	17.00	367.71	369.24	369.14	369.59	0.013356	2.65	6.43	7.01	0.88
Reach 1	240	TR 200 anni	19.80	367.71	369.34	369.26	369.73	0.013367	2.75	7.21	7.44	0.89
Reach 1	195	TR 2 anni	3.80	367.52	368.29	368.22	368.45	0.014436	1.82	2.09	4.43	0.85
Reach 1	195	TR 5 anni	6.40	367.52	368.52	368.42	368.72	0.012240	1.99	3.21	5.18	0.81
Reach 1	195	TR 10 anni	8.50	367.52	368.66	368.55	368.89	0.012155	2.15	3.95	5.61	0.82
Reach 1	195	TR 20 anni	10.90	367.52	368.79	368.68	369.06	0.012342	2.32	4.71	6.03	0.84
Reach 1	195	TR 50 anni	14.30	367.52	368.93	368.84	369.26	0.012994	2.54	5.63	6.50	0.87
Reach 1	195	TR 100 anni	17.00	367.52	369.02	368.96	369.40	0.013940	2.73	6.23	6.78	0.91
Reach 1	195	TR 200 anni	19.80	367.52	369.07	369.06	369.54	0.016634	3.03	6.53	6.92	1.00
Reach 1	185	TR 2 anni	3.80	367.27	368.17	368.17	368.40	0.021961	2.09	1.82	4.19	1.01
Reach 1	185	TR 5 anni	6.40	367.27	368.34	368.38	368.65	0.025199	2.48	2.59	5.16	1.12
Reach 1	185	TR 10 anni	8.50	367.27	368.43	368.50	368.82	0.027878	2.76	3.08	5.63	1.19
Reach 1	185	TR 20 anni	10.90	367.27	368.52	368.62	368.98	0.028169	3.00	3.63	5.86	1.22
Reach 1	185	TR 50 anni	14.30	367.27	368.66	368.77	369.19	0.026662	3.21	4.46	6.18	1.20
Reach 1	185	TR 100 anni	17.00	367.27	368.77	368.88	369.33	0.025286	3.32	5.12	6.42	1.19
Reach 1	185	TR 200 anni	19.80	367.27	368.88	368.98	369.46	0.023869	3.40	5.83	6.73	1.17
Reach 1	179	TR 2 anni	3.80	367.24	367.95	368.07	368.32	0.049130	2.70	1.41	4.18	1.48
Reach 1	179	TR 5 anni	6.40	367.24	368.10	368.25	368.57	0.049724	3.05	2.10	5.26	1.54
Reach 1	179	TR 10 anni	8.50	367.24	368.55	368.36	368.70	0.007654	1.72	4.94	7.05	0.66
Reach 1	179	TR 20 anni	10.90	367.24	368.70	368.46	368.86	0.007205	1.82	5.99	7.44	0.65
Reach 1	179	TR 50 anni	14.30	367.24	368.87	368.60	369.06	0.006954	1.96	7.31	7.84	0.65
Reach 1	179	TR 100 anni	17.00	367.24	369.00	368.70	369.21	0.006763	2.04	8.33	8.15	0.64
Reach 1	179	TR 200 anni	19.80	367.24	369.12	368.79	369.35	0.006680	2.12	9.34	8.54	0.65
Reach 1	147	TR 2 anni	3.80	367.16	367.87	367.75	368.01	0.010361	1.63	2.33	4.38	0.71
Reach 1	147	TR 5 anni	6.40	367.16	368.09	367.94	368.28	0.010450	1.91	3.35	4.86	0.74
Reach 1	147	TR 10 anni	8.50	367.16	368.23	368.08	368.45	0.010843	2.10	4.06	5.26	0.76
Reach 1	147	TR 20 anni	10.90	367.16	368.08	368.21	368.64	0.031454	3.30	3.30	4.84	1.28
Reach 1	147	TR 50 anni	14.30	367.16	368.25	368.39	368.85	0.029018	3.45	4.14	5.30	1.25
Reach 1	147	TR 100 anni	17.00	367.16	368.37	368.51	369.01	0.027426	3.54	4.80	5.65	1.23
Reach 1	147	TR 200 anni	19.80	367.16	368.48	368.62	369.15	0.026279	3.63	5.45	5.98	1.21
Reach 1	133	TR 2 anni	3.80	366.91	367.45	367.58	367.88	0.047813	2.91	1.31	3.31	1.48
Reach 1	133	TR 5 anni	6.40	366.91	367.65	367.79	368.15	0.039580	3.14	2.04	3.94	1.40
Reach 1	133	TR 10 anni	8.50	366.91	367.78	367.93	368.34	0.036560	3.30	2.58	4.35	1.37
Reach 1	133	TR 20 anni	10.90	366.91	367.91	368.07	368.51	0.034123	3.43	3.18	4.76	1.34
Reach 1	133	TR 50 anni	14.30	366.91	368.08	368.24	368.73	0.031538	3.58	3.99	5.27	1.31
Reach 1	133	TR 100 anni	17.00	366.91	368.19	368.37	368.88	0.030244	3.69	4.61	5.63	1.30
Reach 1	133	TR 200 anni	19.80	366.91	368.30	368.48	369.03	0.029238	3.79	5.23	5.96	1.29
Reach 1	40	TR 2 anni	3.80	366.40	367.15	367.12	367.29	0.017021	1.64	2.31	6.74	0.90
Reach 1	40	TR 5 anni	6.40	366.40	367.29	367.26	367.48	0.017008	1.96	3.27	7.30	0.93
Reach 1	40	TR 10 anni	8.50	366.40	367.31	367.36	367.62	0.025539	2.46	3.46	7.41	1.15
Reach 1	40	TR 20 anni	10.90	366.40	367.39	367.45	367.76	0.026967	2.71	4.02	7.71	1.20
Reach 1	40	TR 50 anni	14.30	366.40	367.49	367.58	367.94	0.027411	2.97	4.81	8.13	1.23
Reach 1	40	TR 100 anni	17.00	366.40	367.55	367.67	368.07	0.028871	3.19	5.33	8.39	1.28
Reach 1	40	TR 200 anni	19.80	366.40	367.61	367.75	368.19	0.029815	3.38	5.86	8.65	1.31

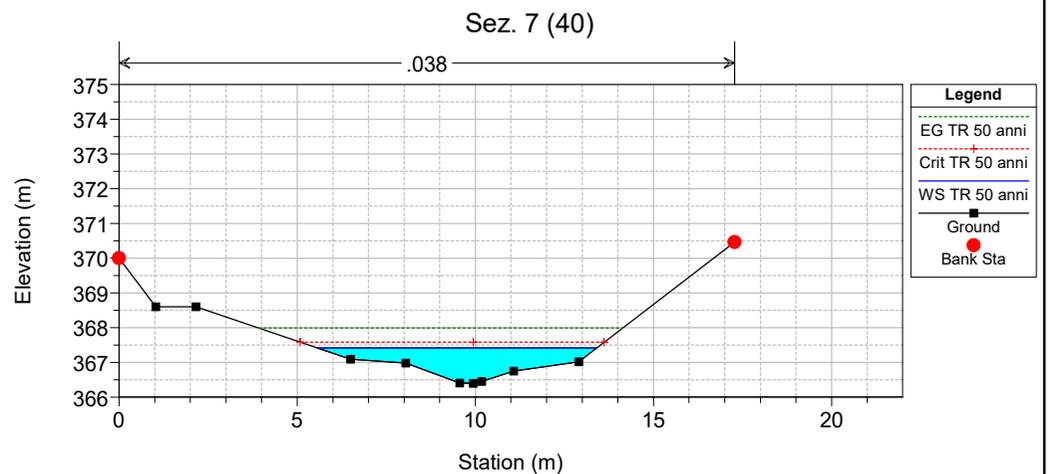
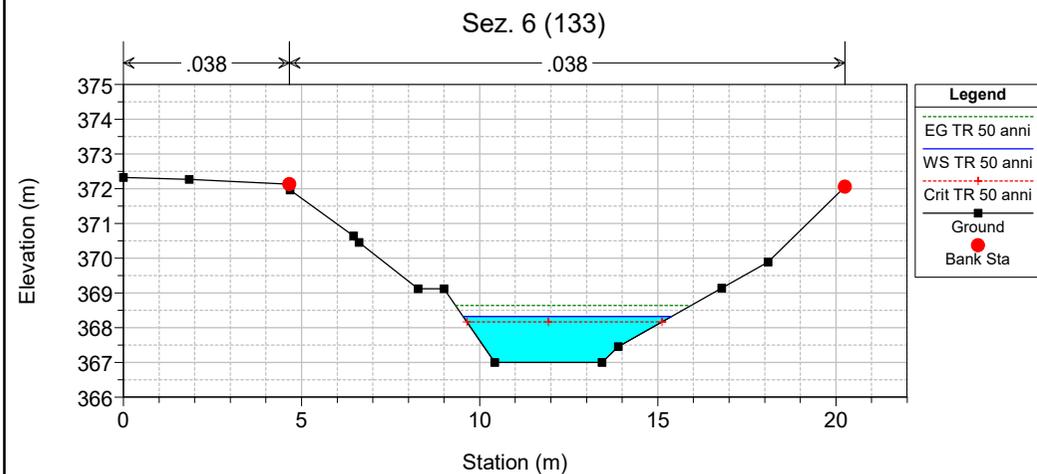
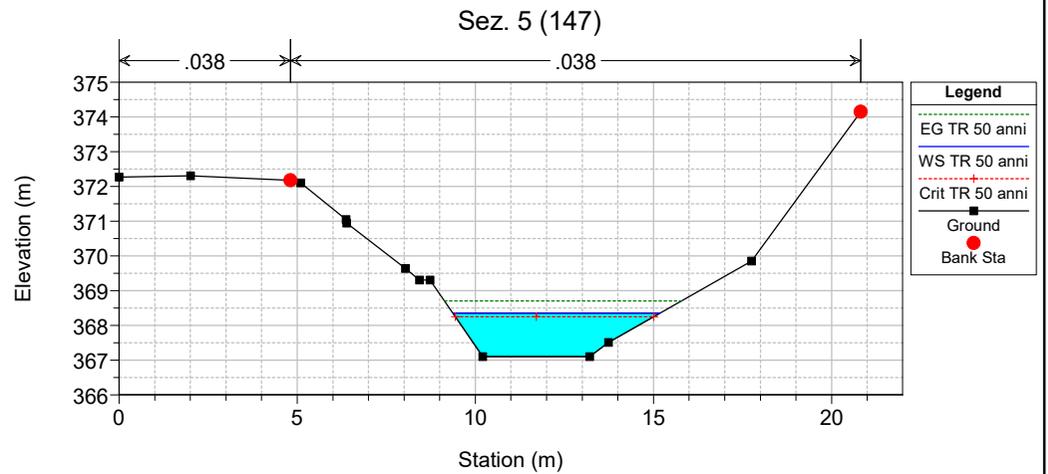
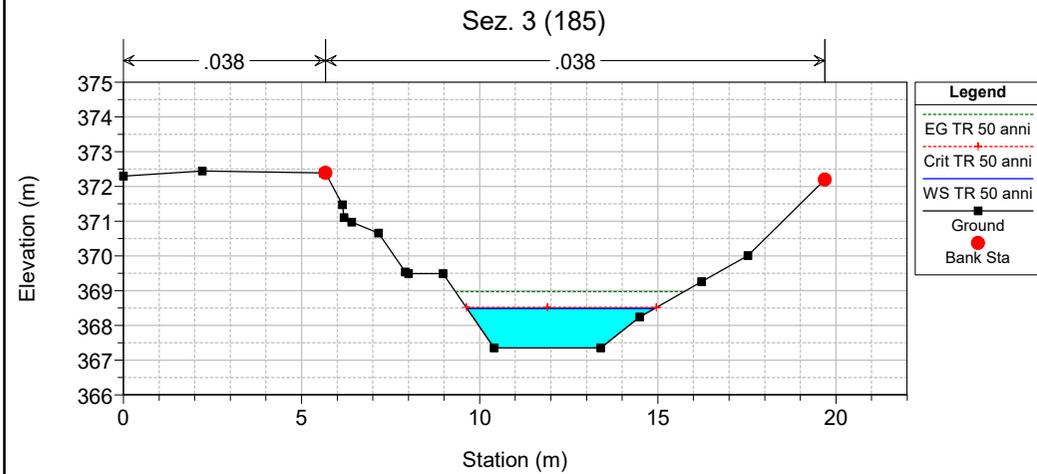
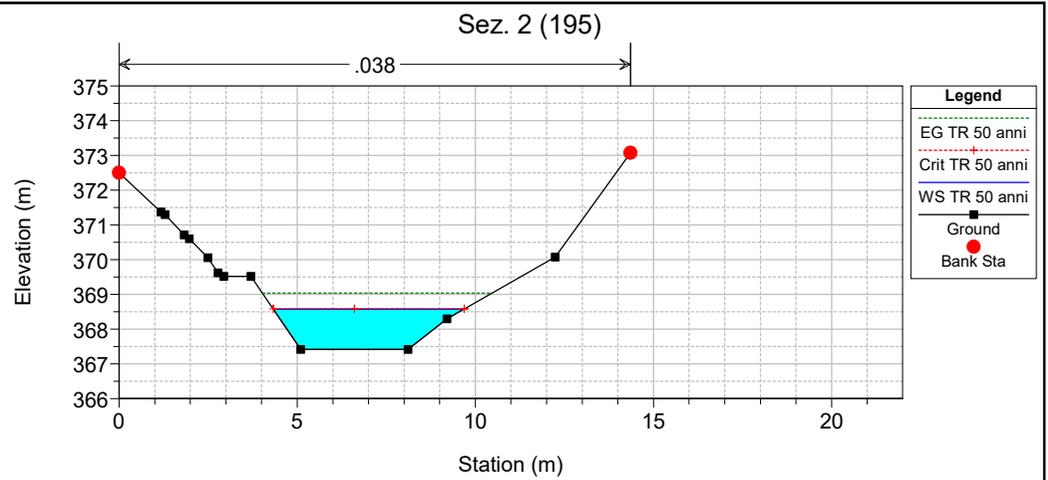
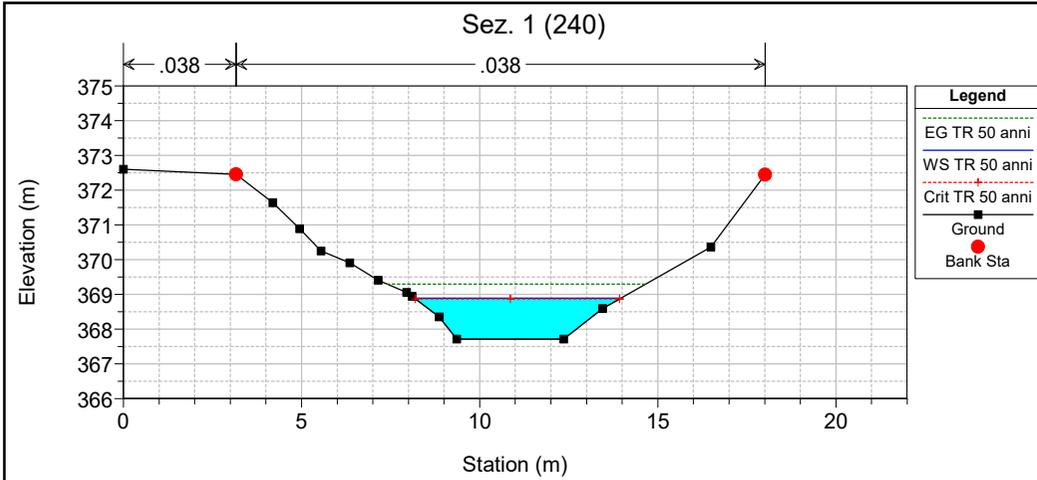


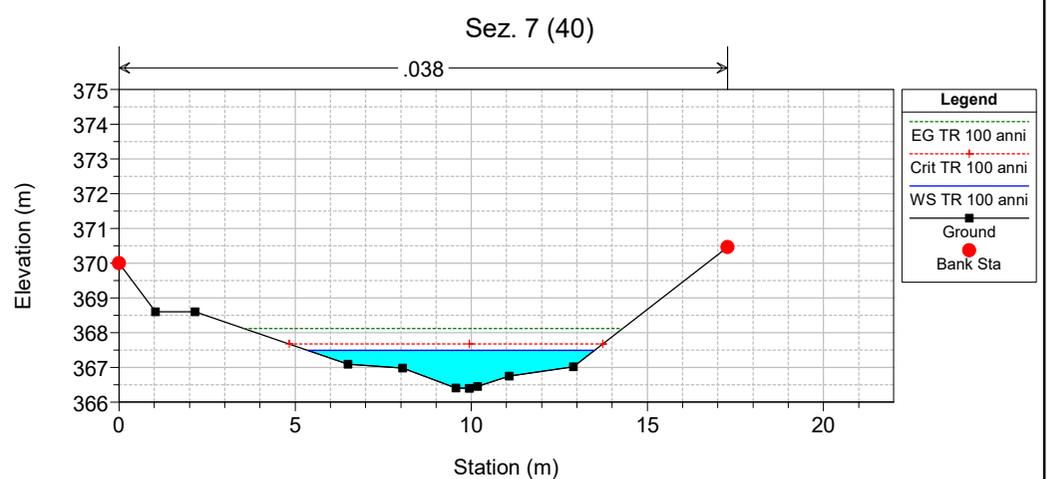
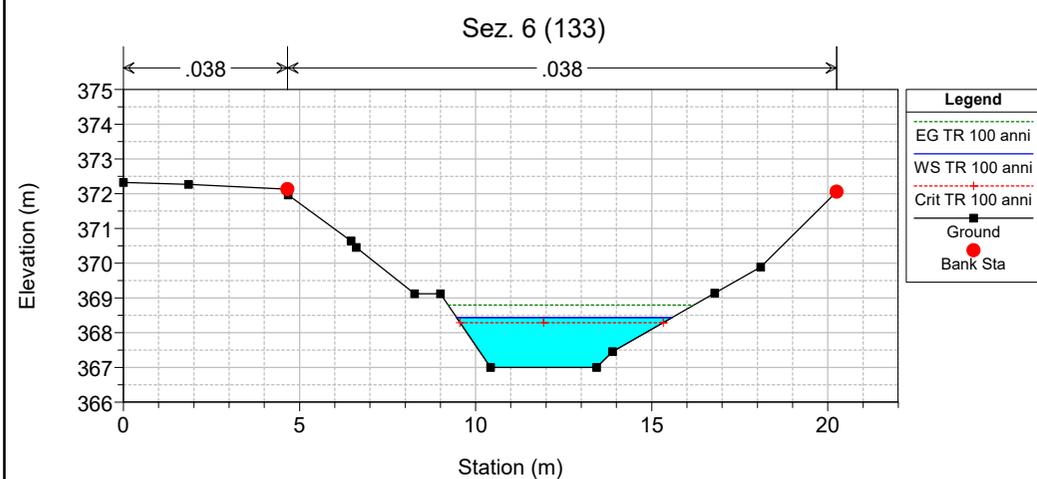
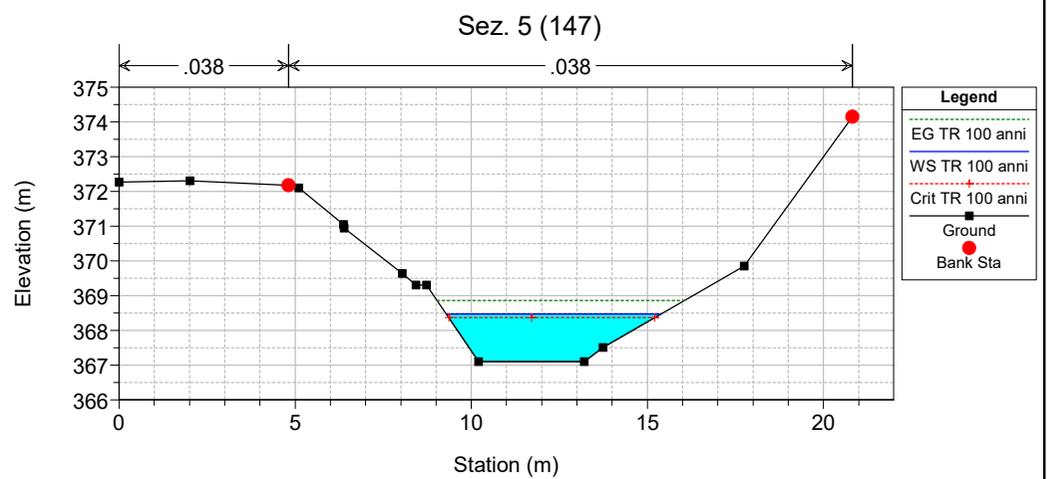
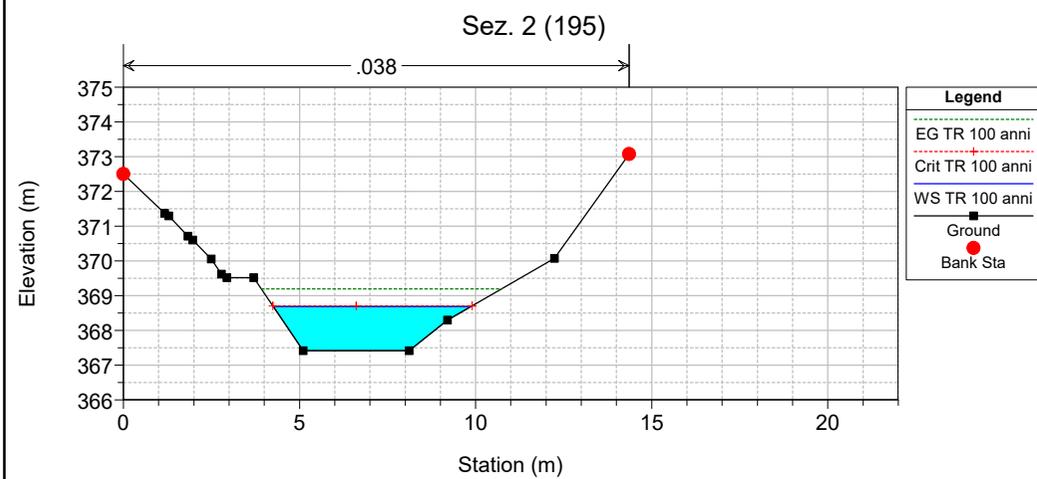
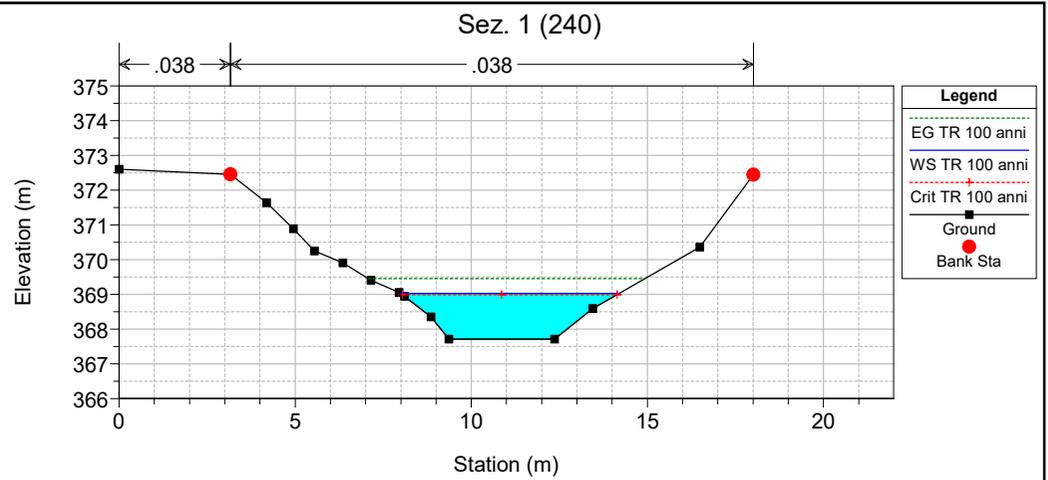
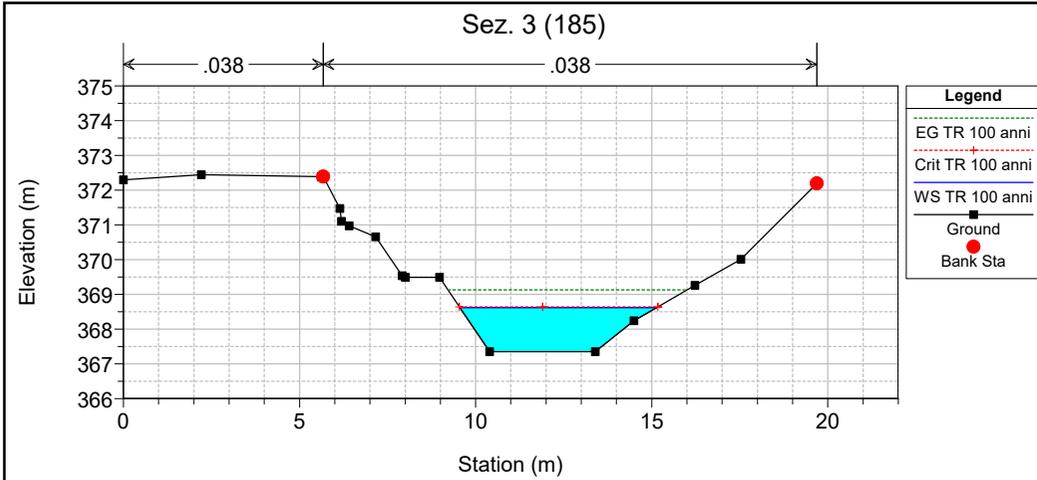


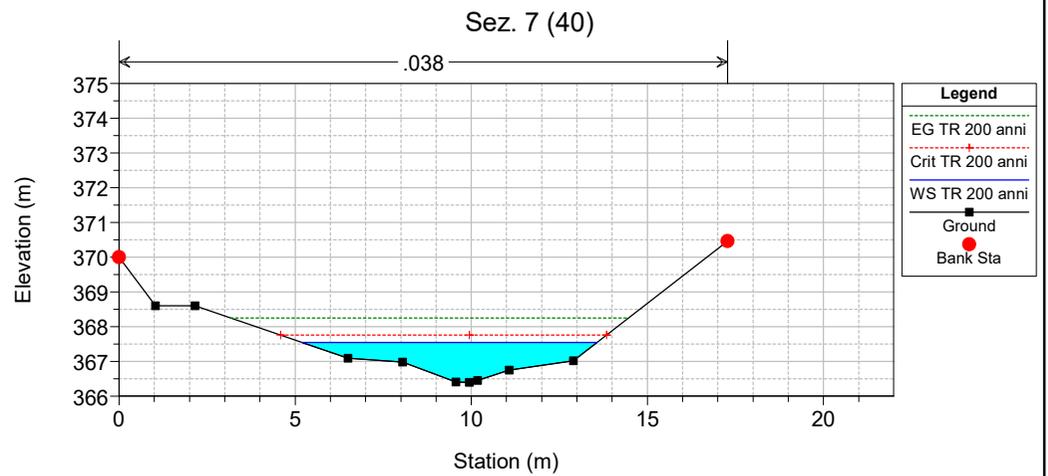
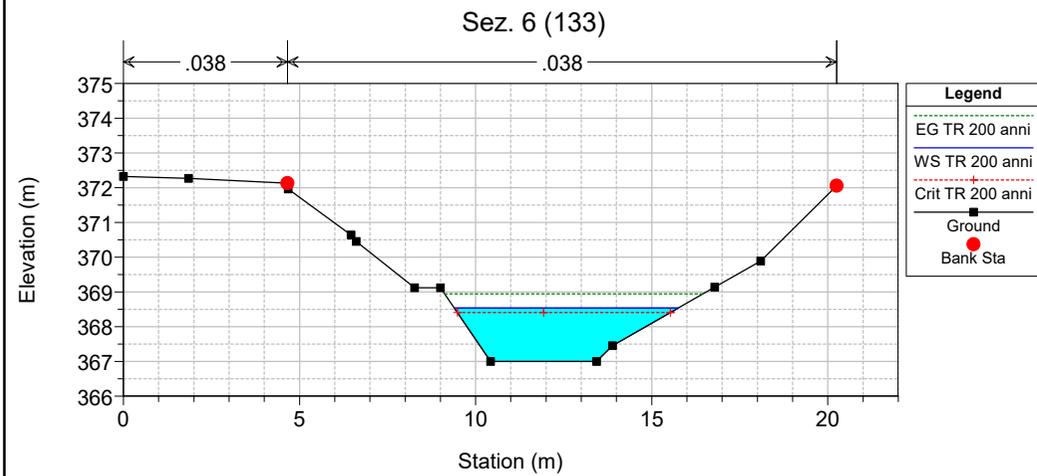
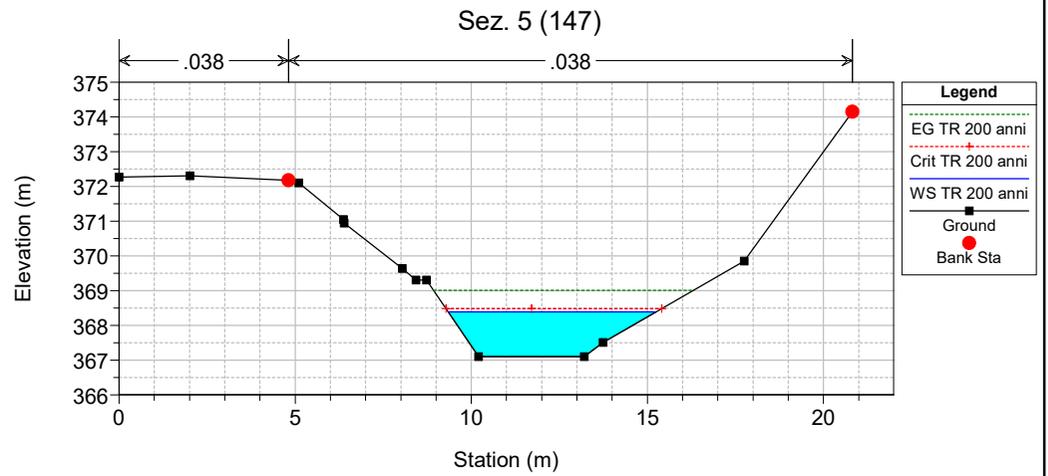
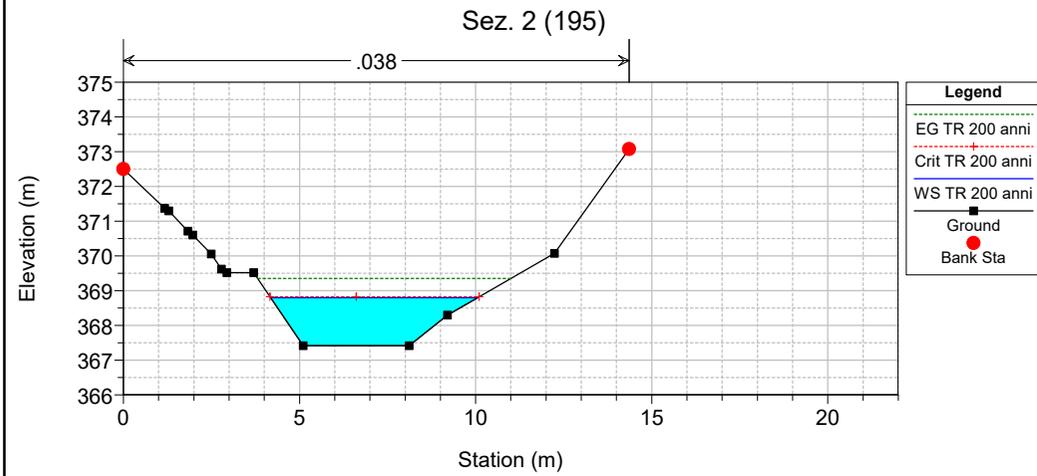
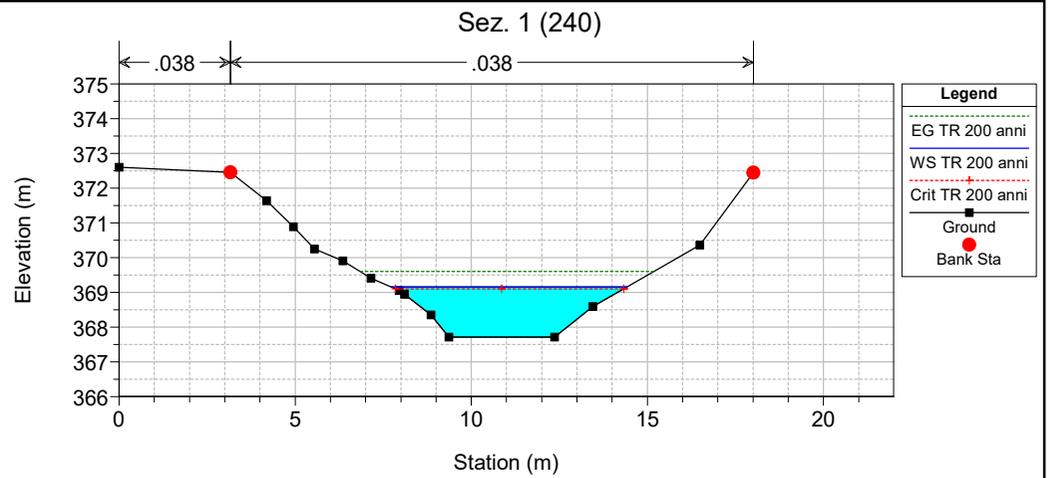
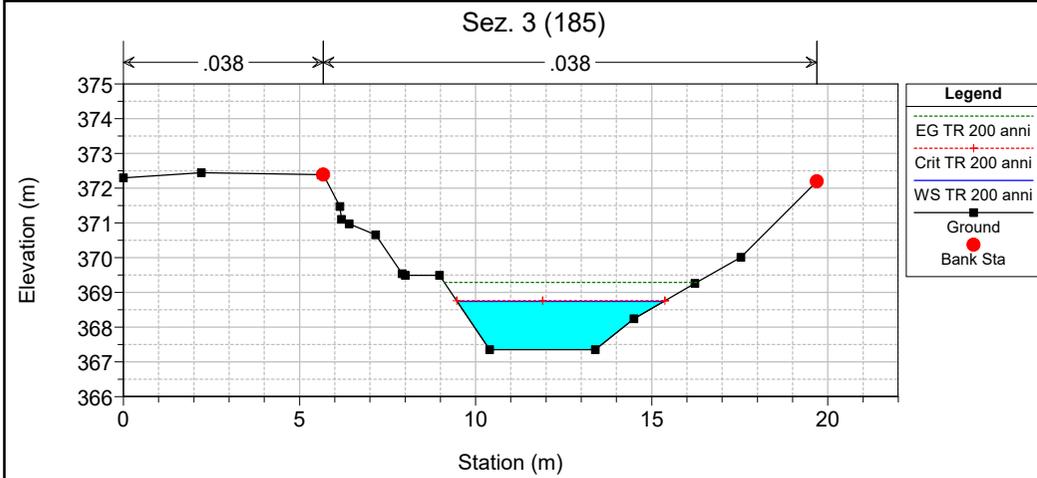










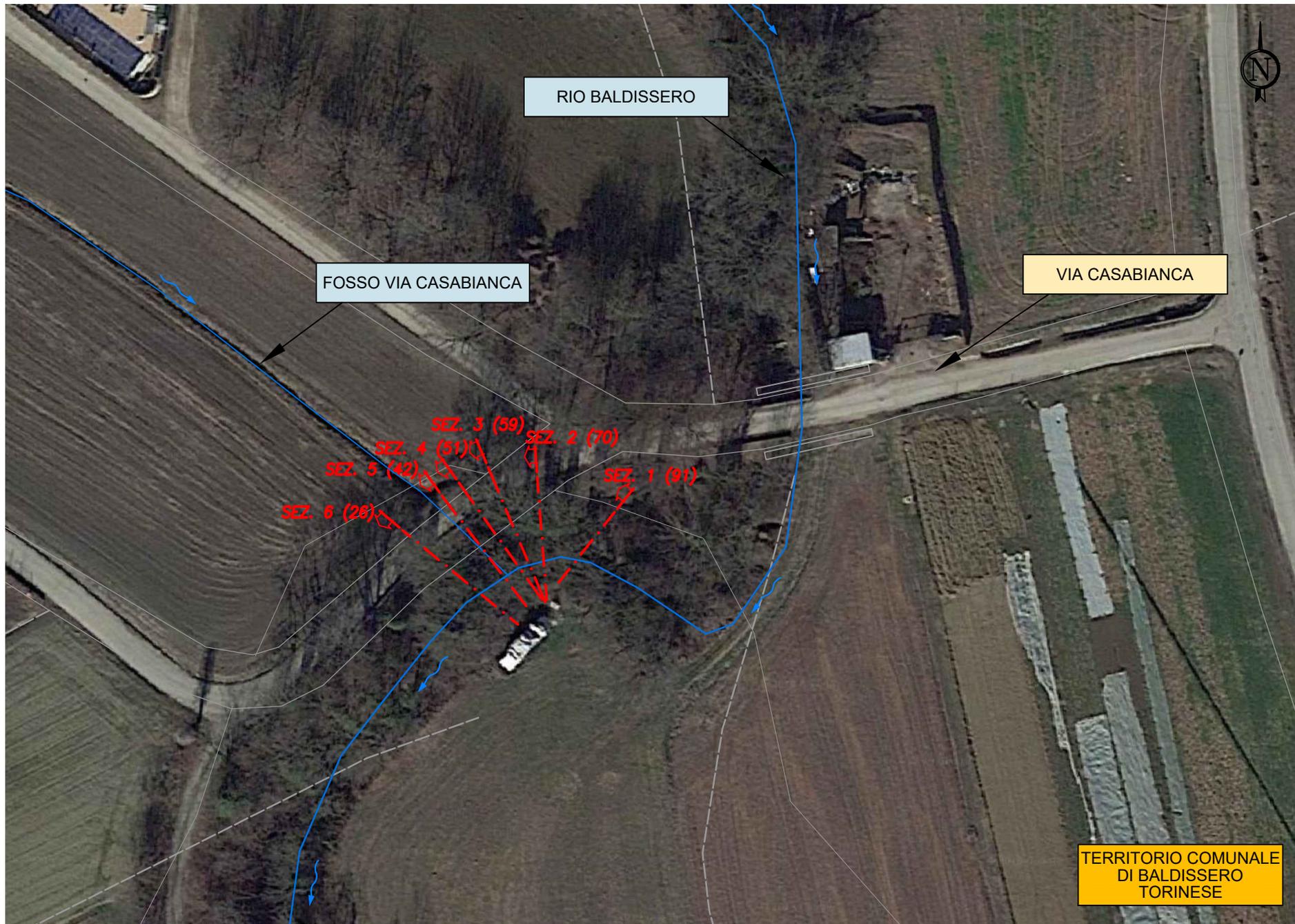


HEC-RAS Plan: PROG_Campo_Sportivo River: River 1 Reach: Reach 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	240	TR 2 anni	3.80	367.71	368.23	368.22	368.45	0.020331	2.07	1.84	4.05	0.98
Reach 1	240	TR 5 anni	6.40	367.71	368.43	368.42	368.72	0.019236	2.38	2.69	4.50	0.98
Reach 1	240	TR 10 anni	8.50	367.71	368.57	368.56	368.90	0.018619	2.56	3.32	4.84	0.99
Reach 1	240	TR 20 anni	10.90	367.71	368.73	368.70	369.08	0.016766	2.63	4.14	5.31	0.95
Reach 1	240	TR 50 anni	14.30	367.71	368.89	368.87	369.30	0.016848	2.83	5.05	5.81	0.97
Reach 1	240	TR 100 anni	17.00	367.71	369.02	368.99	369.46	0.016029	2.91	5.85	6.20	0.96
Reach 1	240	TR 200 anni	19.80	367.71	369.15	369.10	369.60	0.015396	2.96	6.68	6.68	0.95
Reach 1	195	TR 2 anni	3.80	367.42	367.95	367.93	368.16	0.019694	2.05	1.85	4.02	0.96
Reach 1	195	TR 5 anni	6.40	367.42	368.14	368.13	368.44	0.019082	2.39	2.68	4.39	0.98
Reach 1	195	TR 10 anni	8.50	367.42	368.26	368.27	368.62	0.020644	2.67	3.18	4.60	1.03
Reach 1	195	TR 20 anni	10.90	367.42	368.42	368.41	368.81	0.018322	2.75	3.97	4.97	0.98
Reach 1	195	TR 50 anni	14.30	367.42	368.57	368.58	369.03	0.019122	3.01	4.76	5.34	1.02
Reach 1	195	TR 100 anni	17.00	367.42	368.68	368.70	369.20	0.019554	3.17	5.36	5.60	1.04
Reach 1	195	TR 200 anni	19.80	367.42	368.80	368.82	369.35	0.019213	3.28	6.03	5.88	1.04
Reach 1	185	TR 2 anni	3.80	367.35	367.87	367.87	368.09	0.021559	2.12	1.80	3.98	1.00
Reach 1	185	TR 5 anni	6.40	367.35	368.06	368.06	368.37	0.020235	2.44	2.62	4.35	1.00
Reach 1	185	TR 10 anni	8.50	367.35	368.20	368.20	368.55	0.019704	2.63	3.23	4.61	1.00
Reach 1	185	TR 20 anni	10.90	367.35	368.34	368.34	368.74	0.019234	2.80	3.89	4.92	1.01
Reach 1	185	TR 50 anni	14.30	367.35	368.49	368.51	368.97	0.020213	3.07	4.66	5.28	1.04
Reach 1	185	TR 100 anni	17.00	367.35	368.62	368.64	369.13	0.019175	3.15	5.39	5.60	1.03
Reach 1	185	TR 200 anni	19.80	367.35	368.74	368.76	369.28	0.018836	3.26	6.07	5.88	1.02
Reach 1	179	TR 2 anni	3.80	367.31	367.78	367.82	368.05	0.028408	2.30	1.66	4.06	1.15
Reach 1	179	TR 5 anni	6.40	367.31	367.94	368.01	368.32	0.028881	2.72	2.35	4.45	1.19
Reach 1	179	TR 10 anni	8.50	367.31	368.05	368.14	368.50	0.028900	2.96	2.87	4.72	1.21
Reach 1	179	TR 20 anni	10.90	367.31	368.17	368.28	368.69	0.028946	3.19	3.42	4.99	1.23
Reach 1	179	TR 50 anni	14.30	367.31	368.31	368.44	368.92	0.029084	3.45	4.14	5.32	1.25
Reach 1	179	TR 100 anni	17.00	367.31	368.41	368.56	369.08	0.028611	3.60	4.72	5.57	1.25
Reach 1	179	TR 200 anni	19.80	367.31	368.51	368.67	369.23	0.028275	3.74	5.29	5.81	1.25
Reach 1	147	TR 2 anni	3.80	367.10	367.67	367.62	367.85	0.015240	1.87	2.04	4.19	0.85
Reach 1	147	TR 5 anni	6.40	367.10	367.90	367.81	368.12	0.013716	2.10	3.04	4.73	0.84
Reach 1	147	TR 10 anni	8.50	367.10	368.04	367.95	368.30	0.013246	2.25	3.77	5.08	0.84
Reach 1	147	TR 20 anni	10.90	367.10	368.19	368.08	368.48	0.013247	2.42	4.51	5.41	0.85
Reach 1	147	TR 50 anni	14.30	367.10	368.35	368.25	368.70	0.013520	2.63	5.45	5.81	0.87
Reach 1	147	TR 100 anni	17.00	367.10	368.47	368.37	368.86	0.013672	2.76	6.15	6.09	0.88
Reach 1	147	TR 200 anni	19.80	367.10	368.39	368.48	369.01	0.023336	3.50	5.66	5.90	1.14
Reach 1	133	TR 2 anni	3.80	367.00	367.64	367.52	367.78	0.010576	1.65	2.30	4.23	0.72
Reach 1	133	TR 5 anni	6.40	367.00	367.87	367.72	368.06	0.010591	1.93	3.32	4.77	0.74

HEC-RAS Plan: PROG_Campo_Sportivo River: River 1 Reach: Reach 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	133	TR 10 anni	8.50	367.00	368.02	367.86	368.24	0.010753	2.10	4.05	5.13	0.75
Reach 1	133	TR 20 anni	10.90	367.00	368.16	367.99	368.42	0.011148	2.28	4.79	5.46	0.78
Reach 1	133	TR 50 anni	14.30	367.00	368.32	368.16	368.64	0.011793	2.50	5.71	5.85	0.81
Reach 1	133	TR 100 anni	17.00	367.00	368.44	368.29	368.80	0.012120	2.65	6.42	6.13	0.83
Reach 1	133	TR 200 anni	19.80	367.00	368.54	368.40	368.94	0.012736	2.81	7.05	6.37	0.85
Reach 1	40	TR 2 anni	3.80	366.40	367.06	367.12	367.30	0.036919	2.16	1.76	6.10	1.29
Reach 1	40	TR 5 anni	6.40	366.40	367.18	367.26	367.51	0.038795	2.58	2.48	6.84	1.37
Reach 1	40	TR 10 anni	8.50	366.40	367.25	367.36	367.66	0.038157	2.82	3.02	7.16	1.38
Reach 1	40	TR 20 anni	10.90	366.40	367.33	367.46	367.80	0.038243	3.06	3.57	7.47	1.41
Reach 1	40	TR 50 anni	14.30	366.40	367.42	367.58	367.99	0.038536	3.34	4.28	7.85	1.45
Reach 1	40	TR 100 anni	17.00	366.40	367.49	367.67	368.12	0.038332	3.52	4.83	8.14	1.46
Reach 1	40	TR 200 anni	19.80	366.40	367.55	367.76	368.25	0.039052	3.71	5.33	8.39	1.49



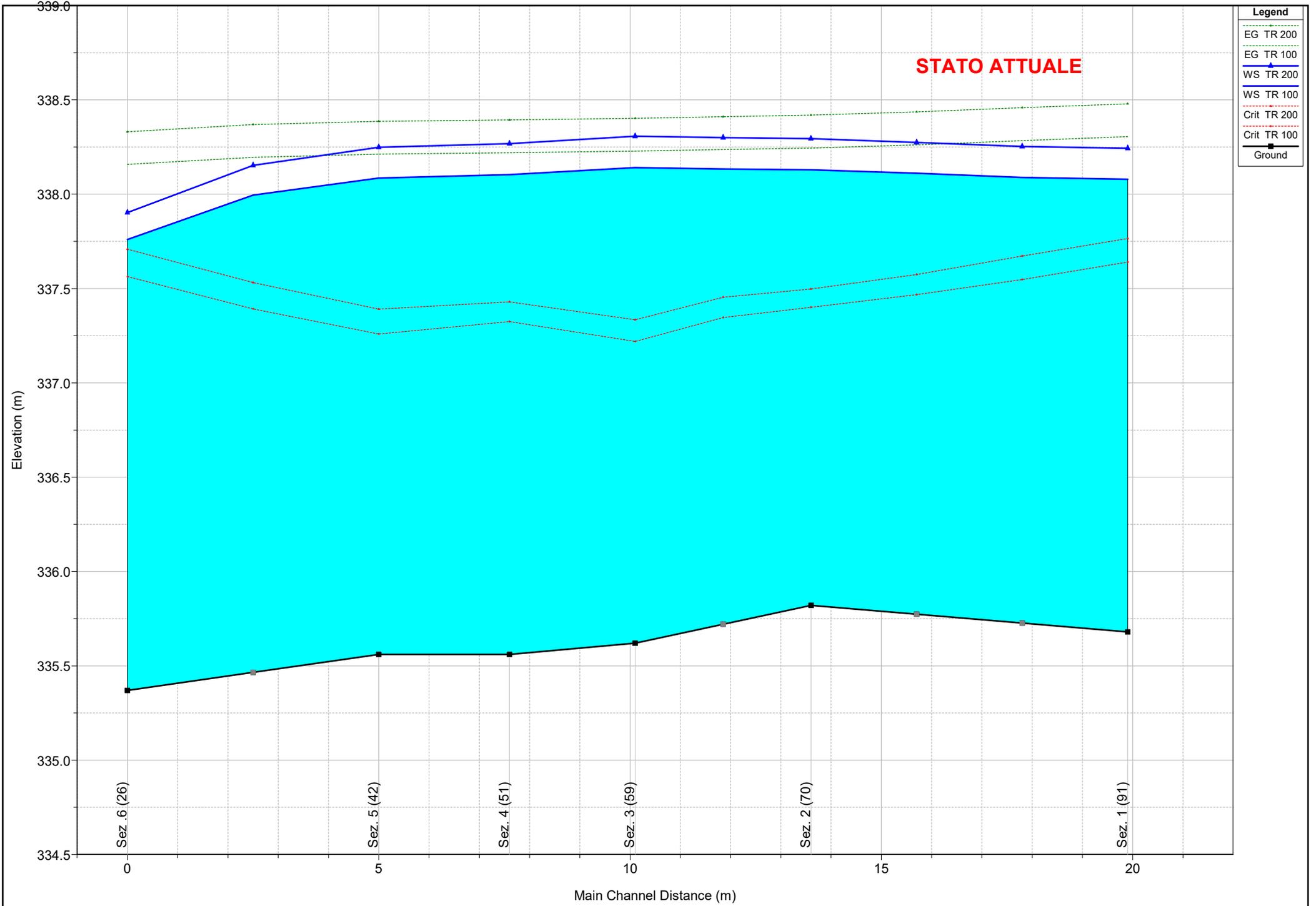
RIO BALDISSERO

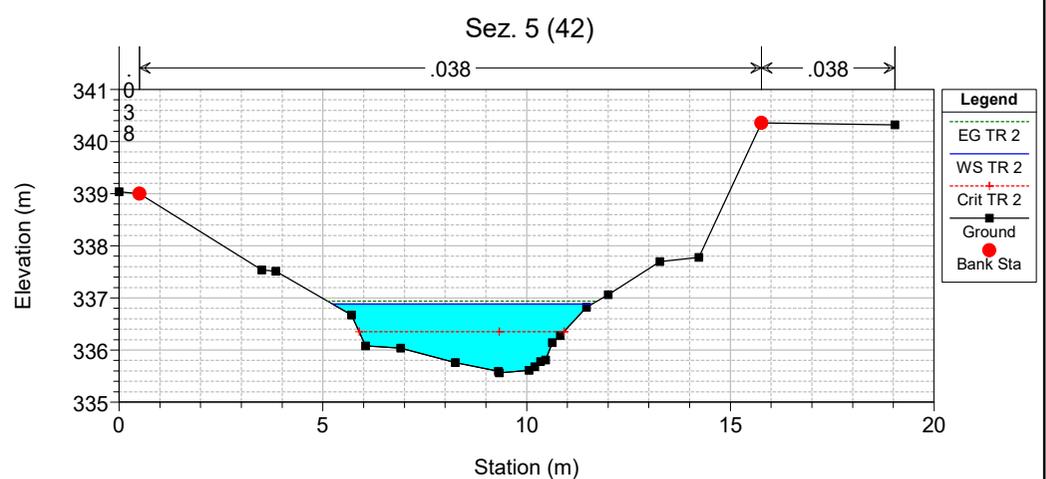
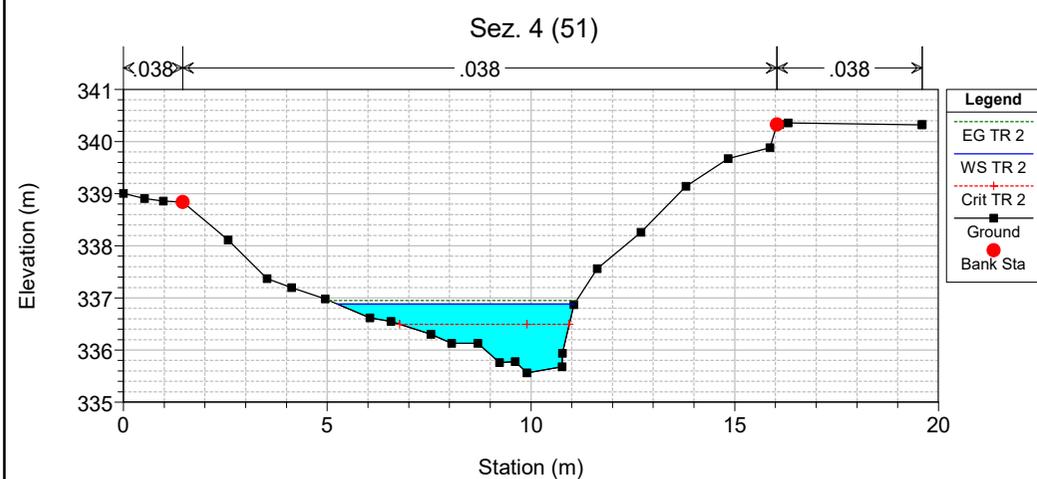
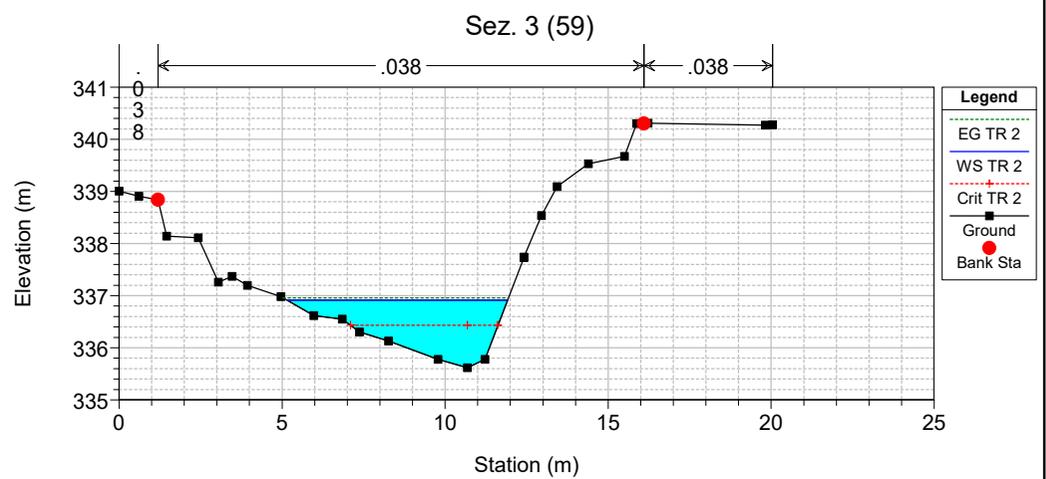
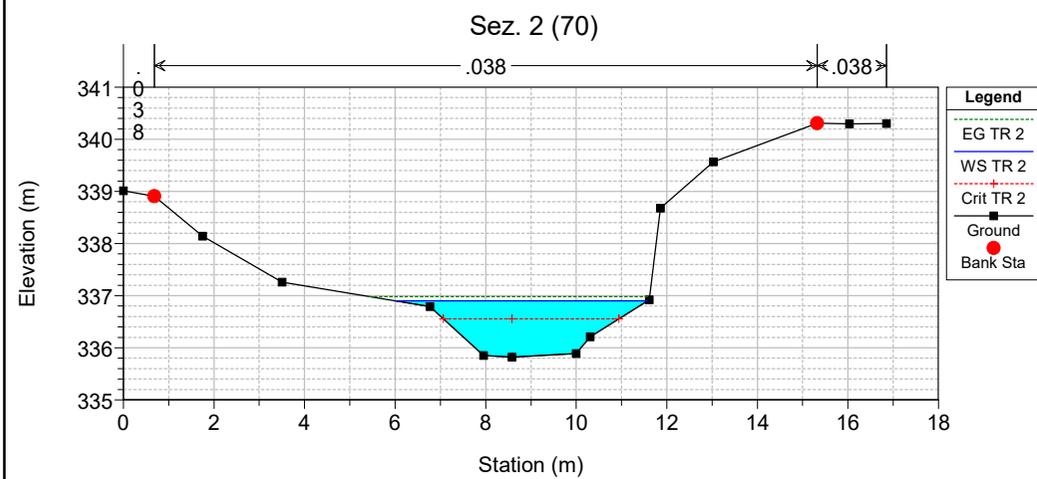
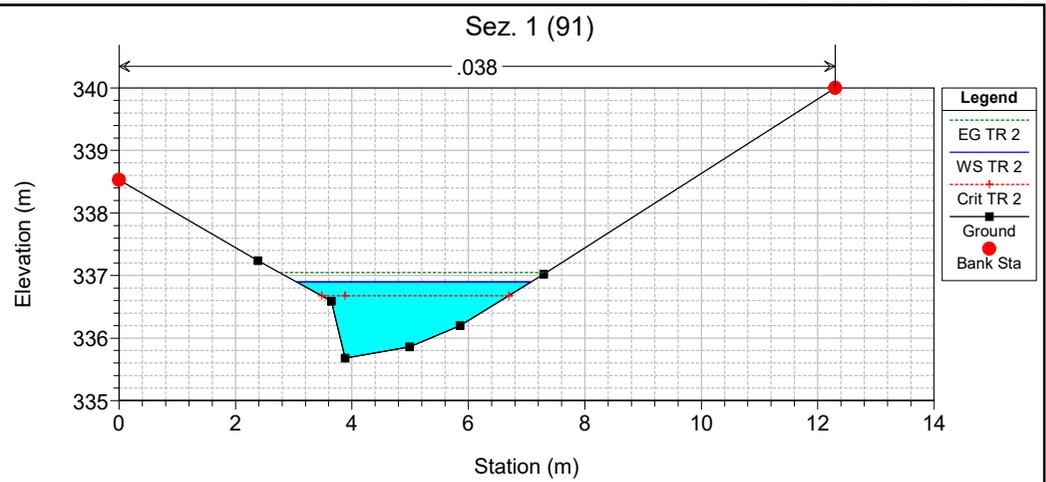
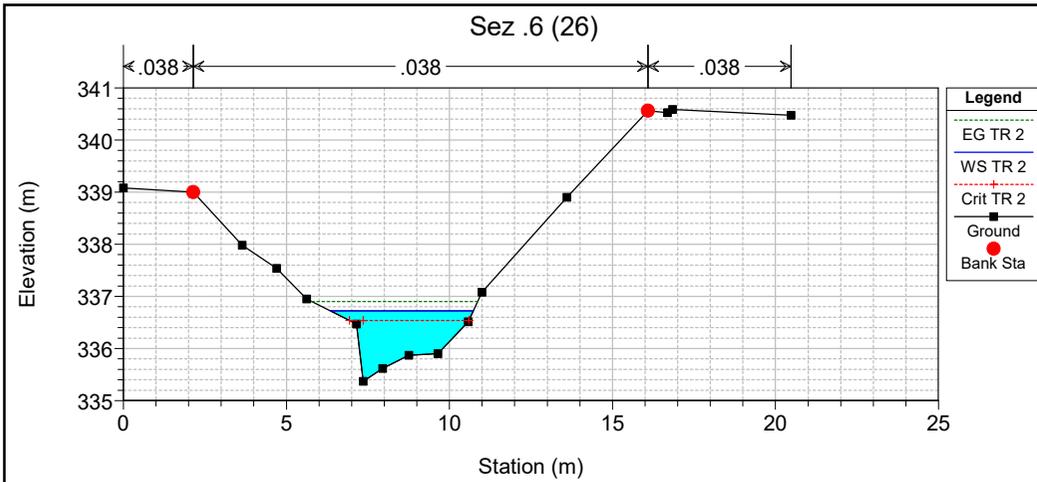
FOSSO VIA CASABIANCA

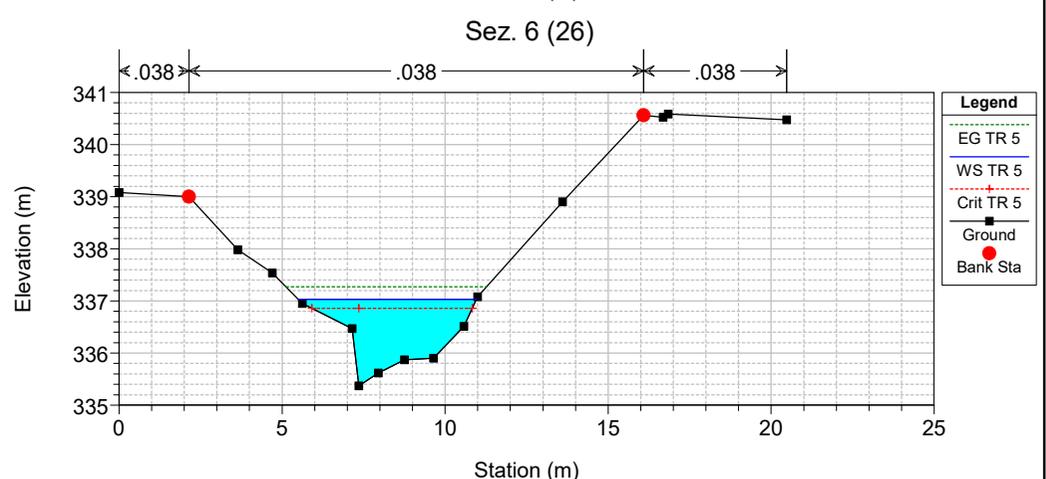
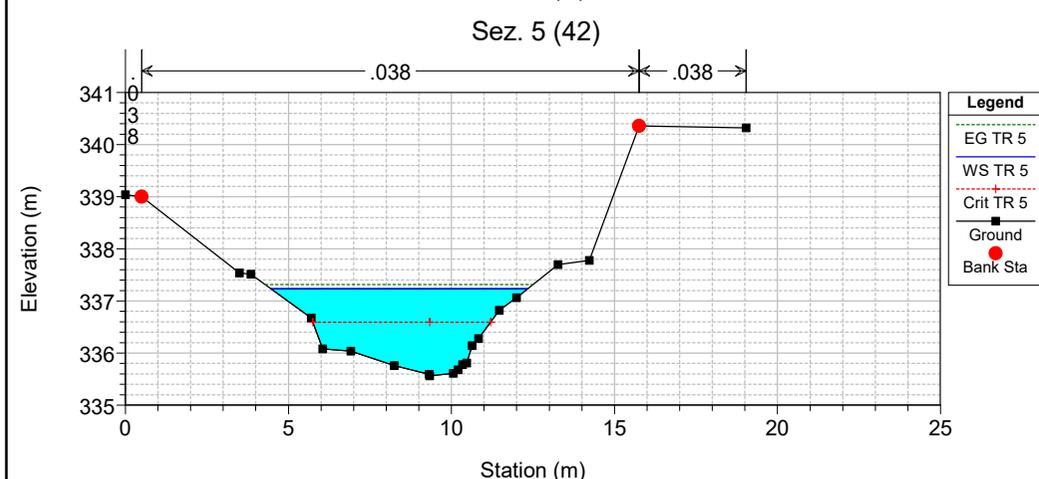
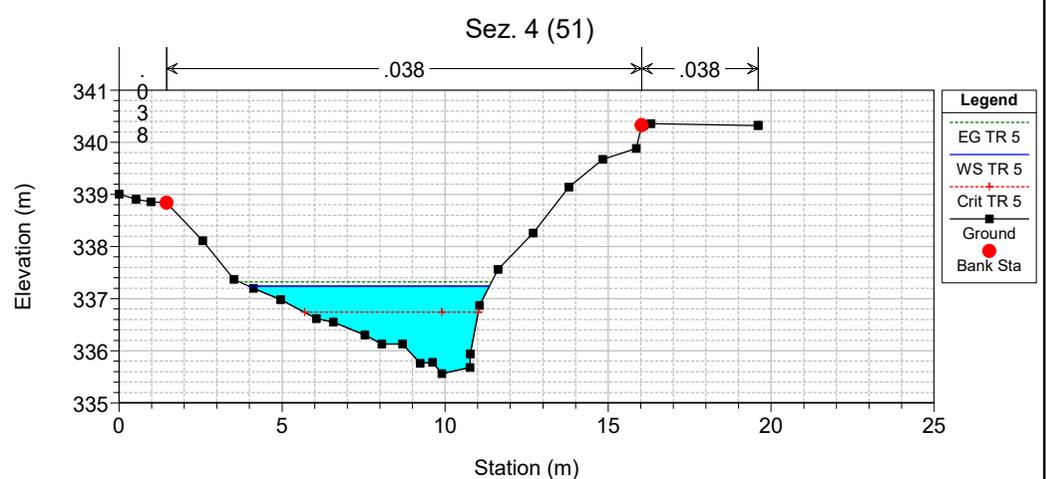
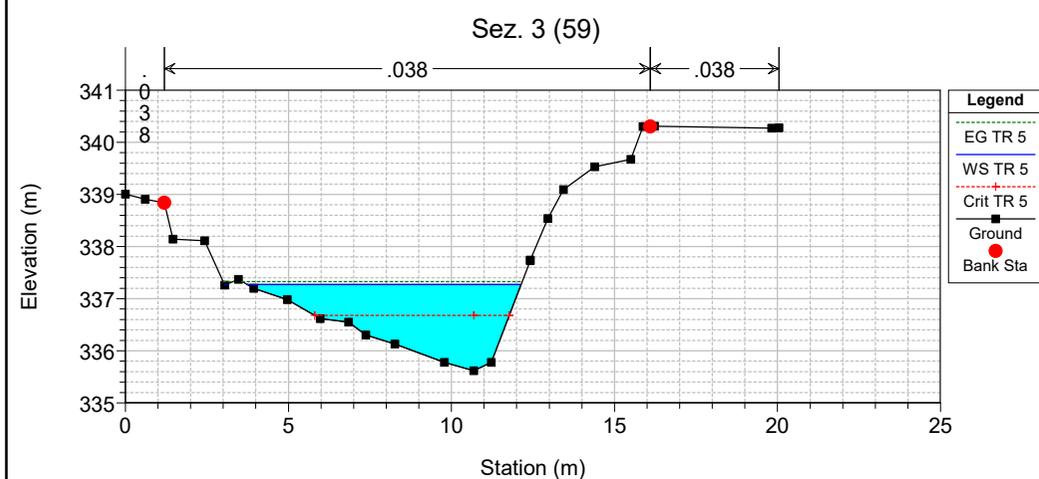
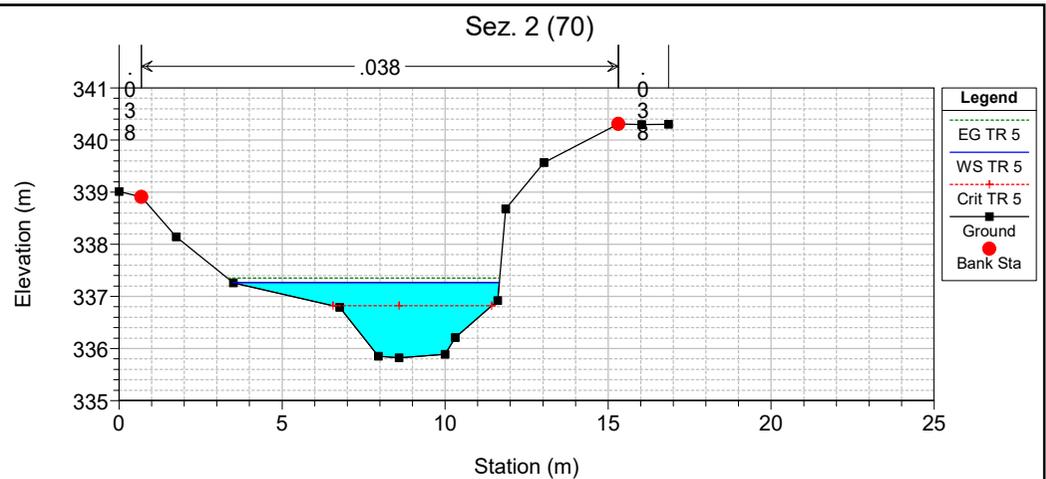
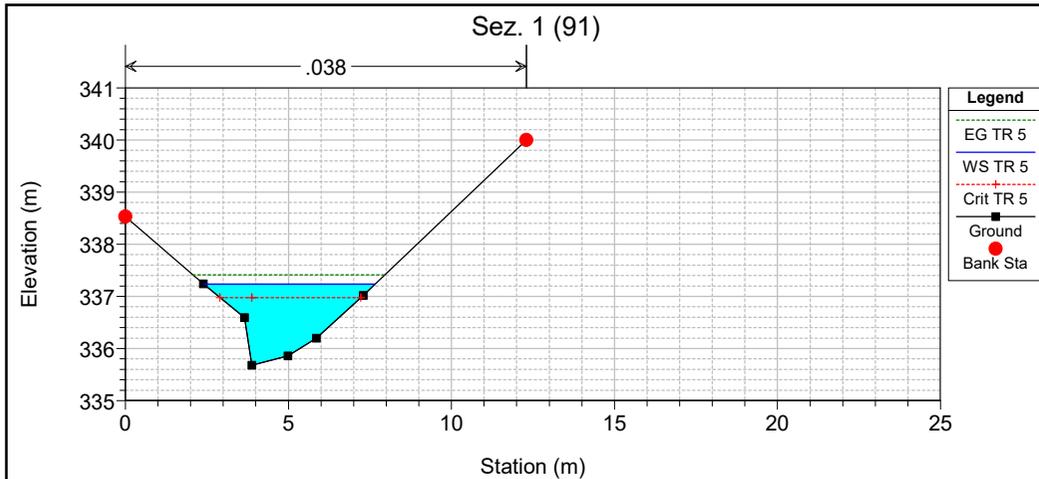
VIA CASABIANCA

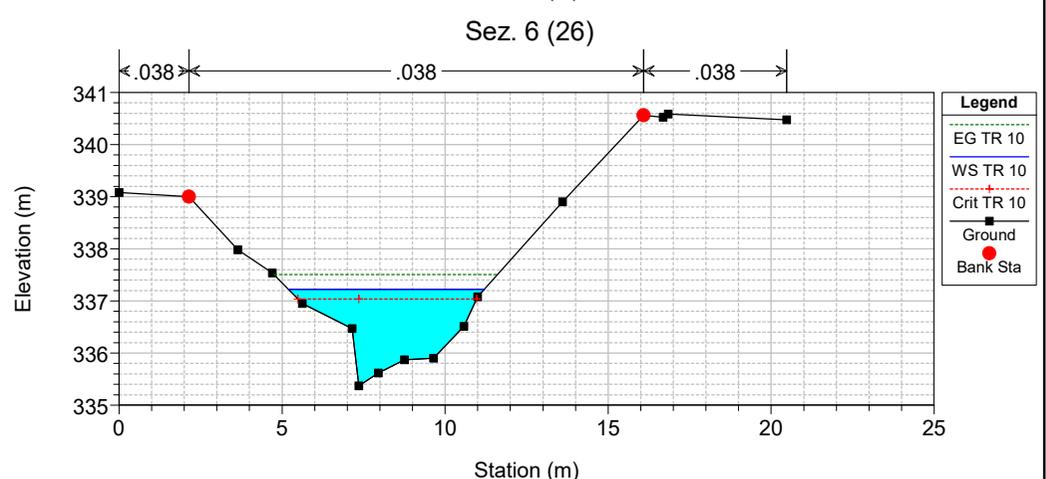
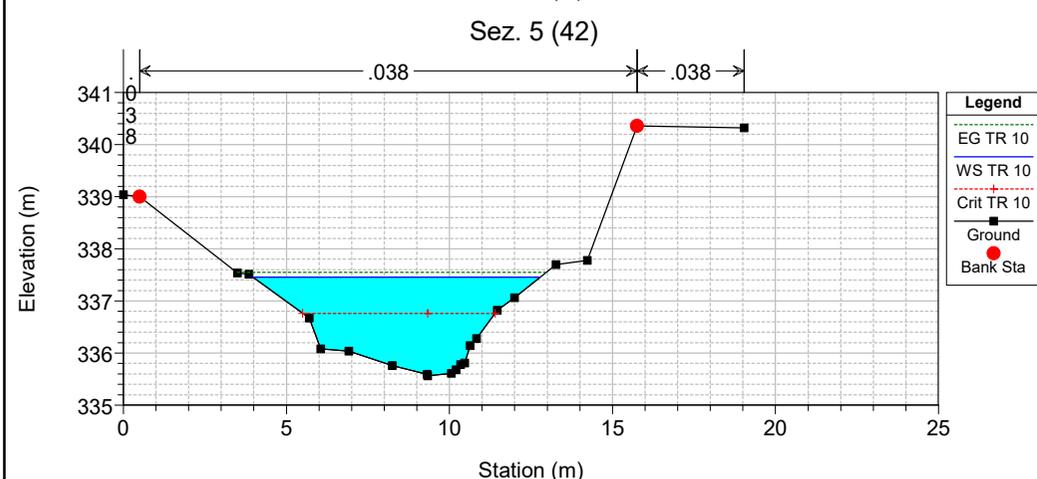
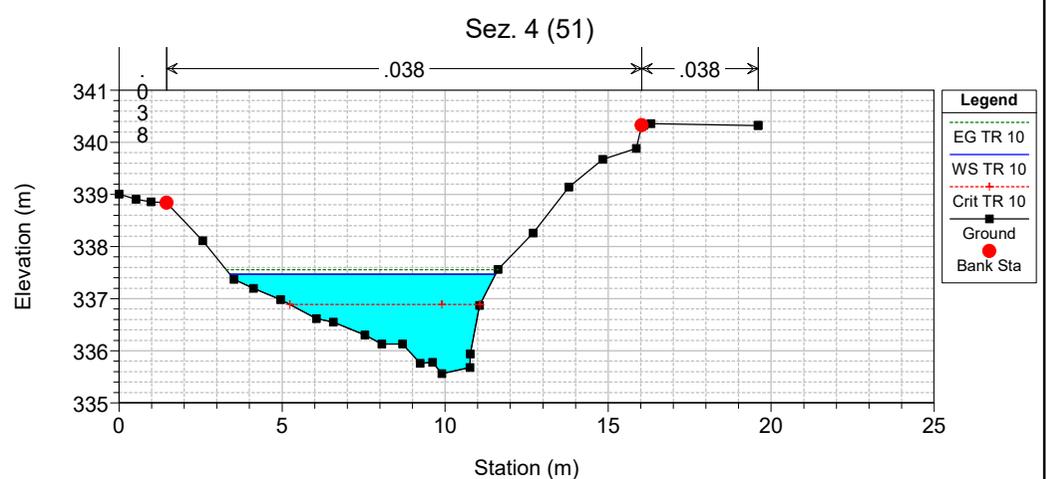
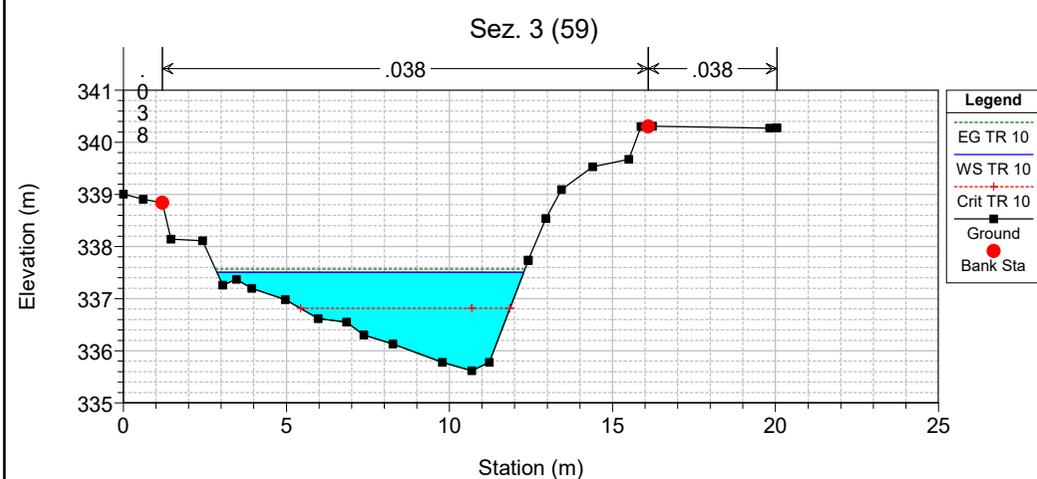
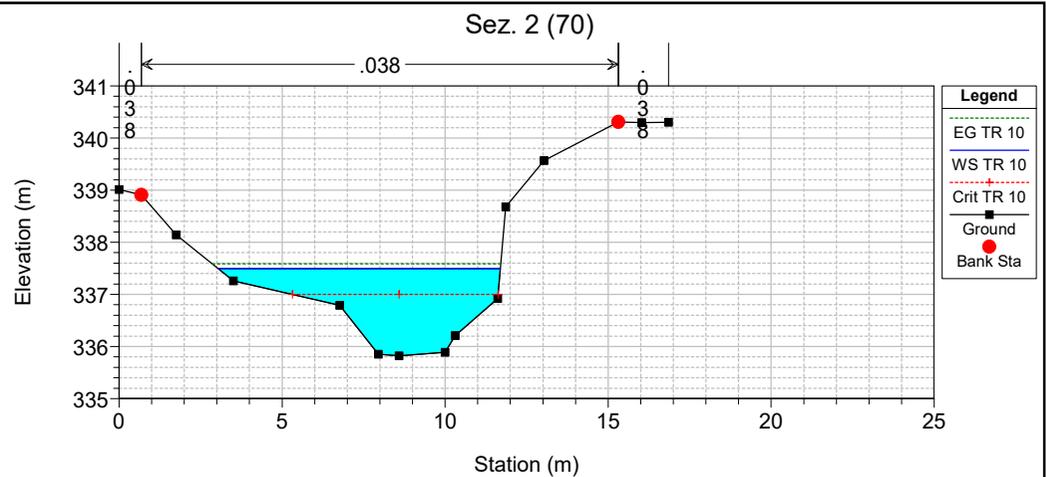
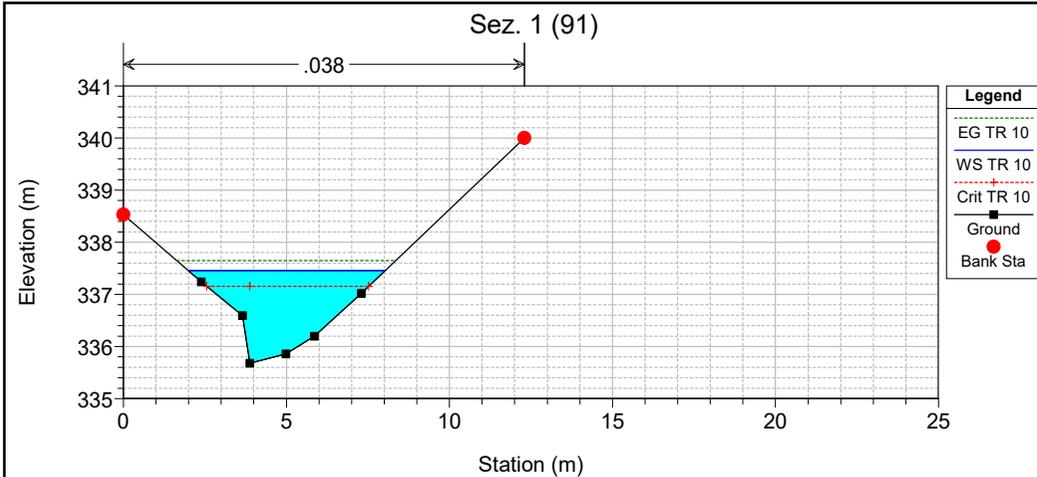
SEZ. 3 (59)
SEZ. 2 (70)
SEZ. 4 (51)
SEZ. 5 (42)
SEZ. 1 (91)
SEZ. 6 (26)

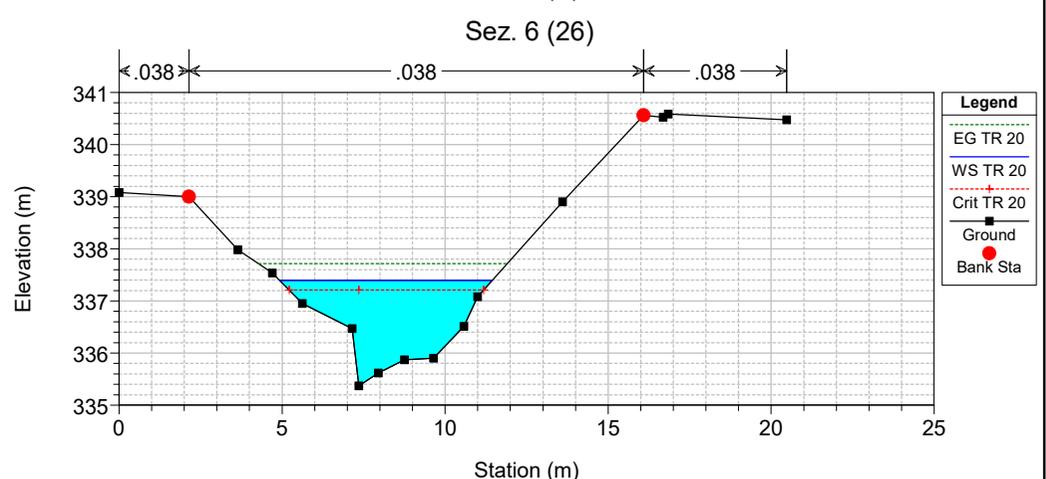
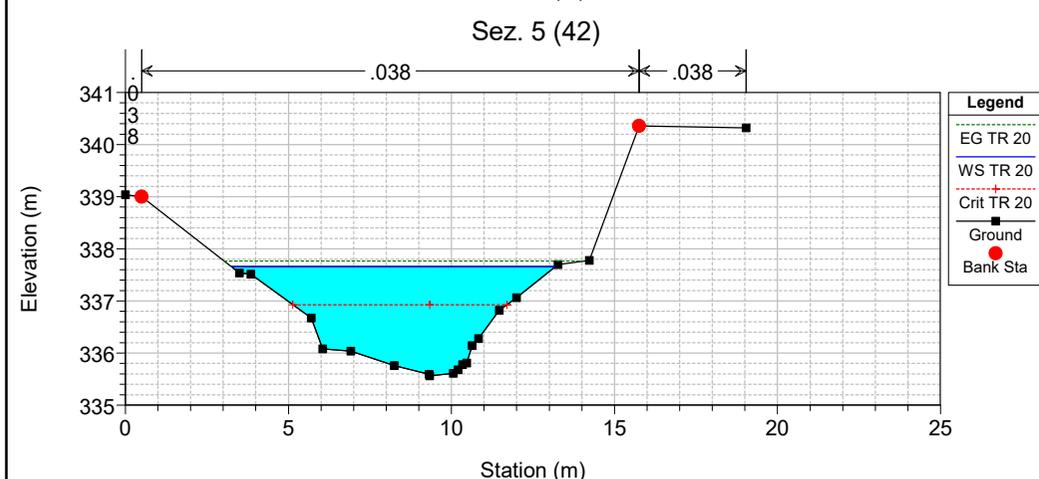
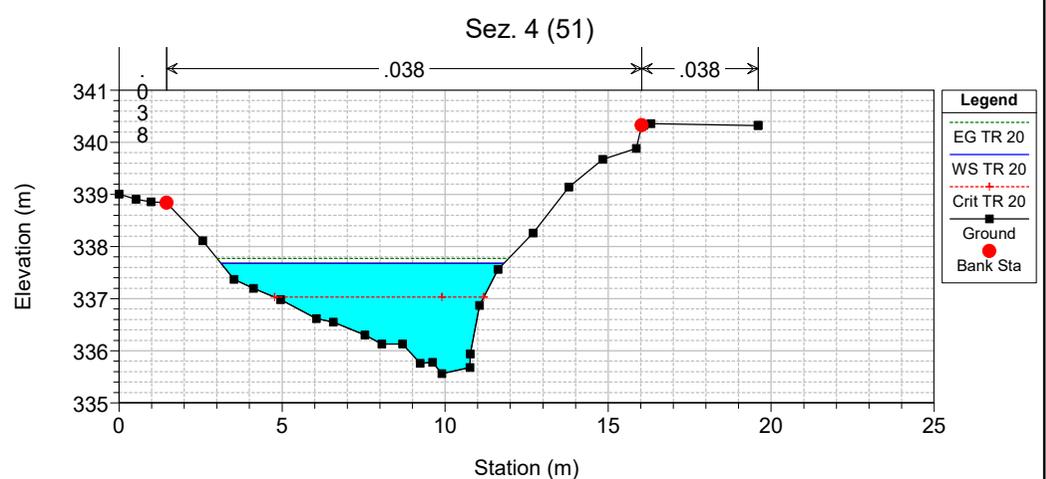
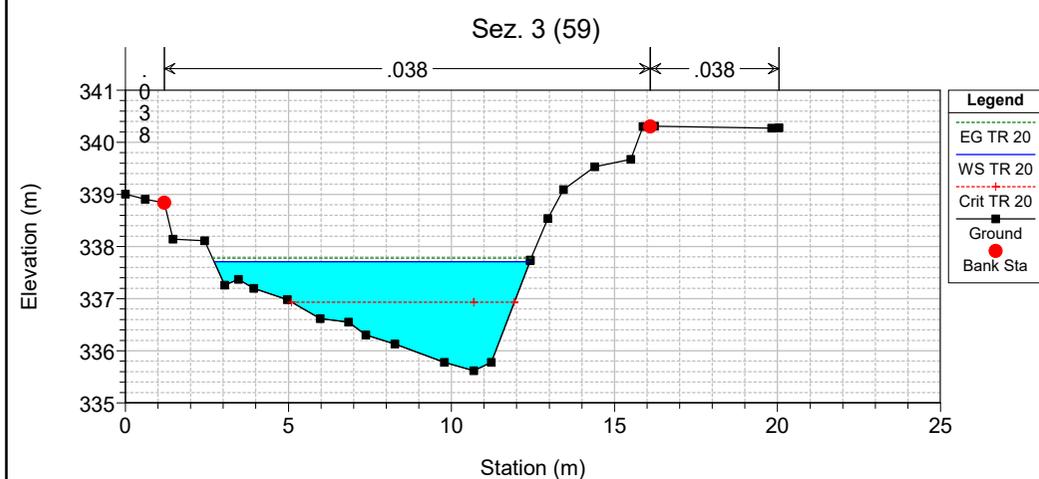
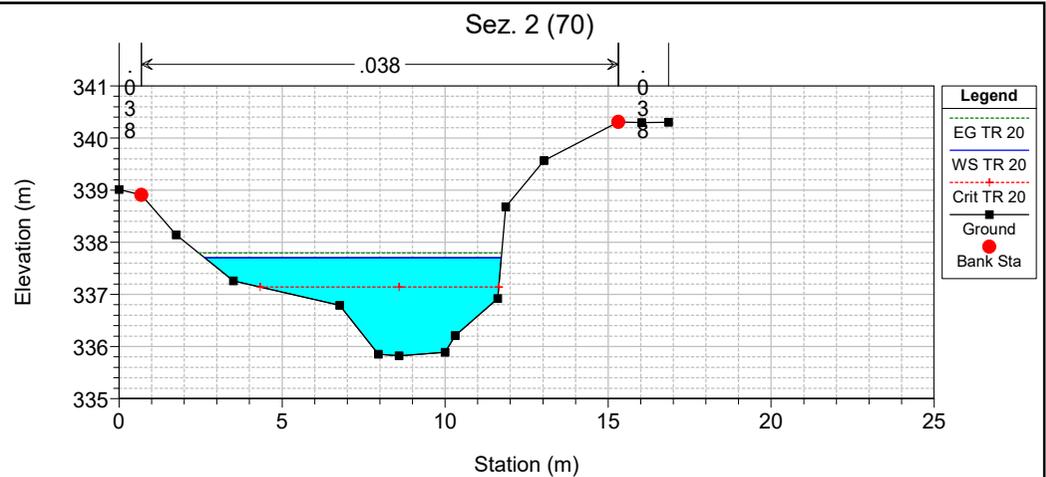
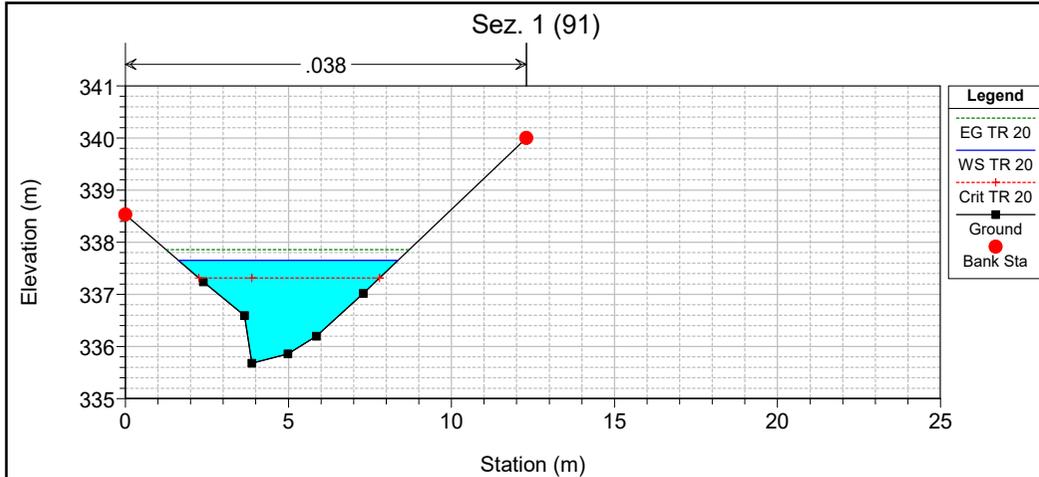
TERRITORIO COMUNALE
DI BALDISSERO
TORINESE

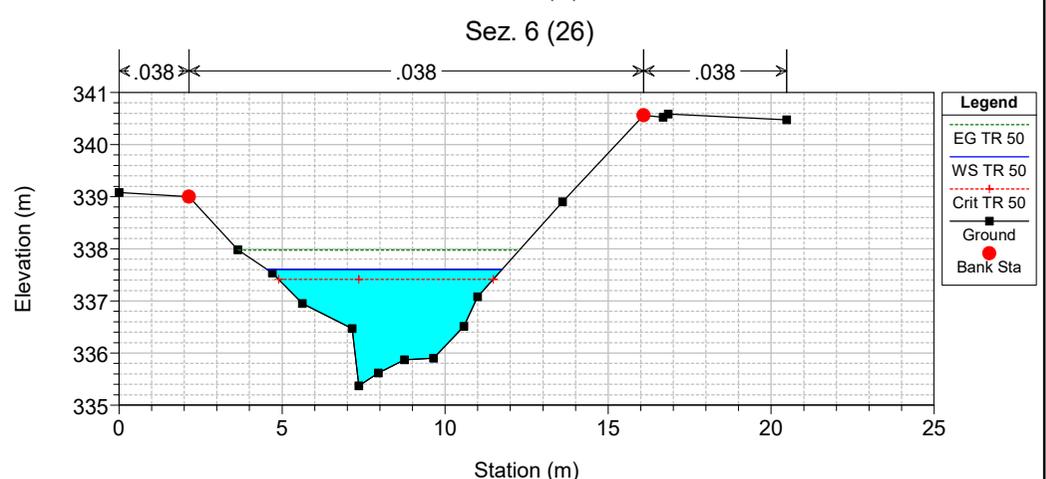
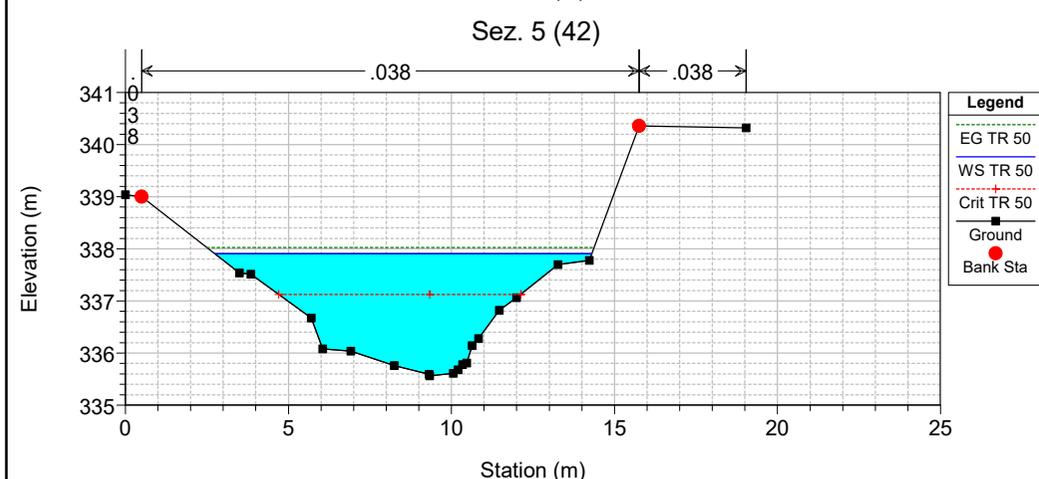
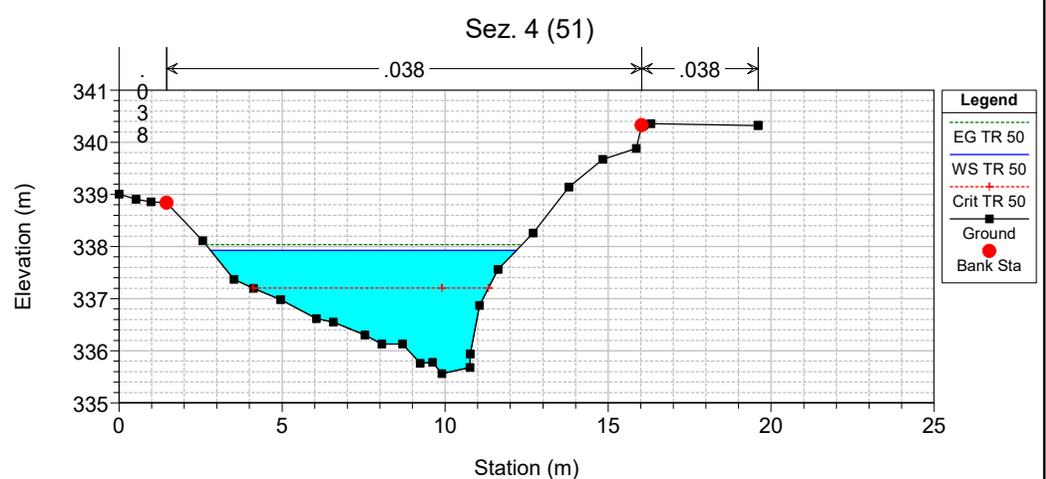
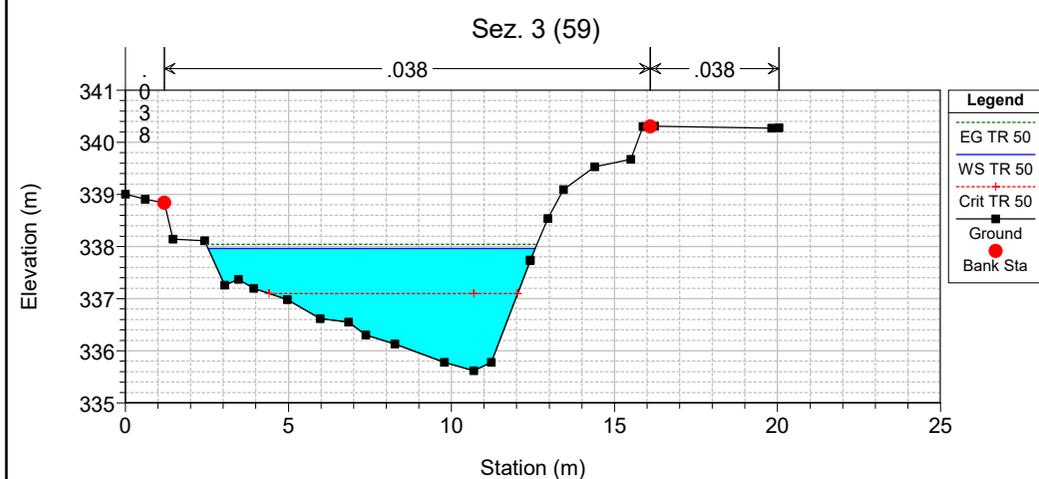
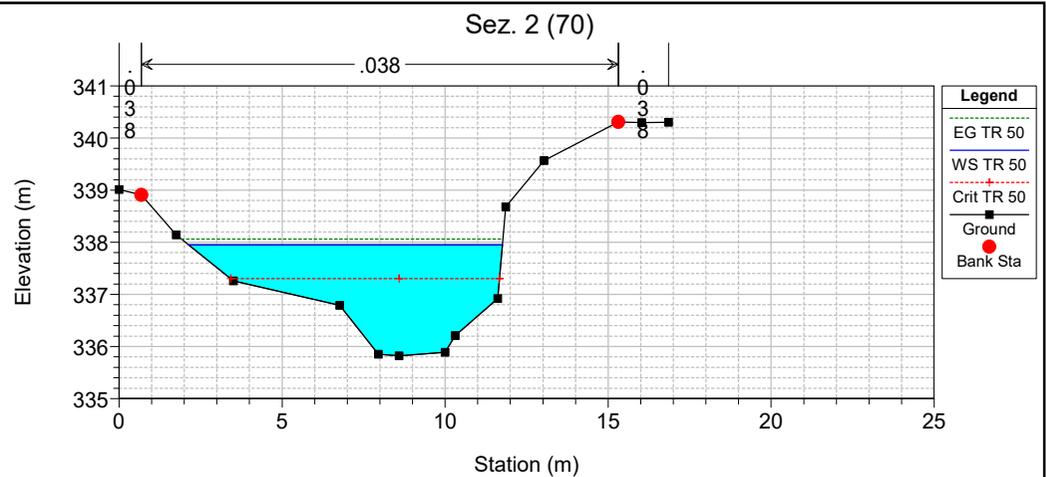
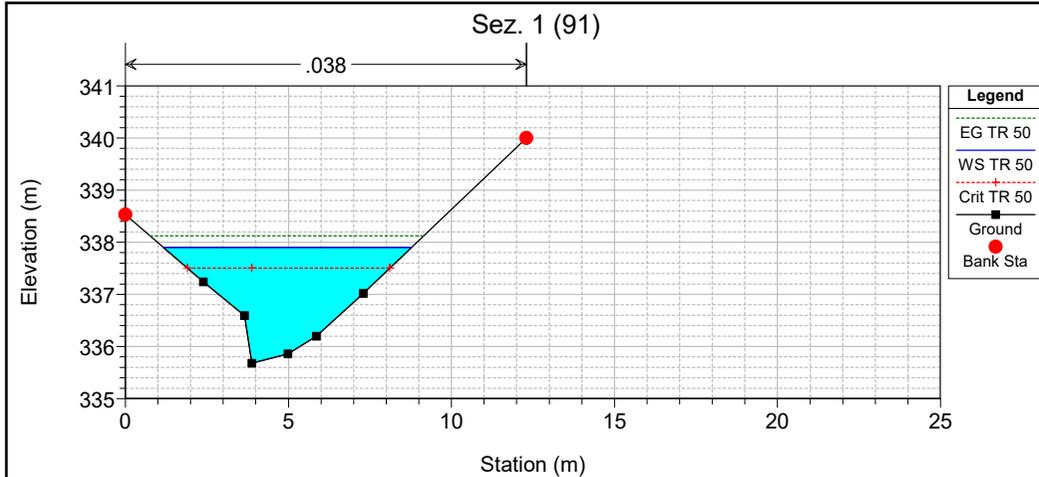


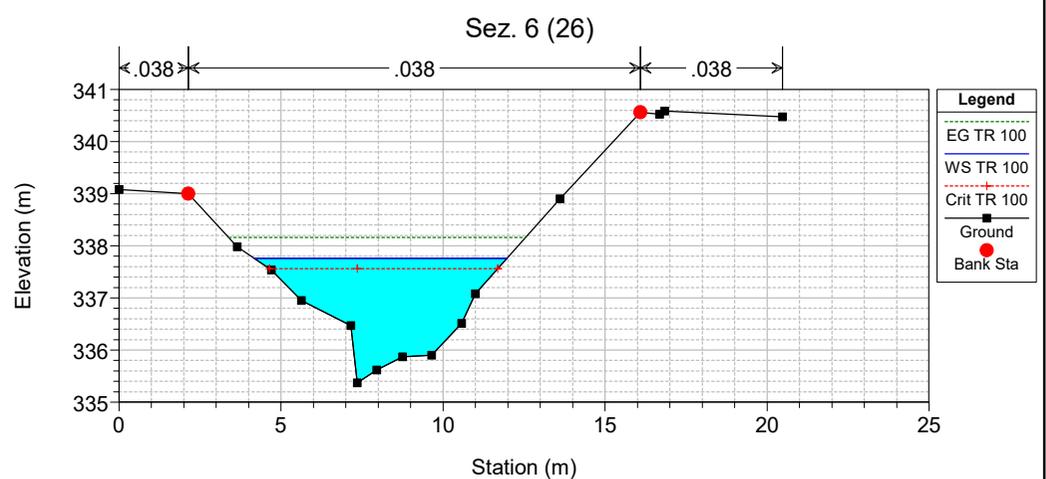
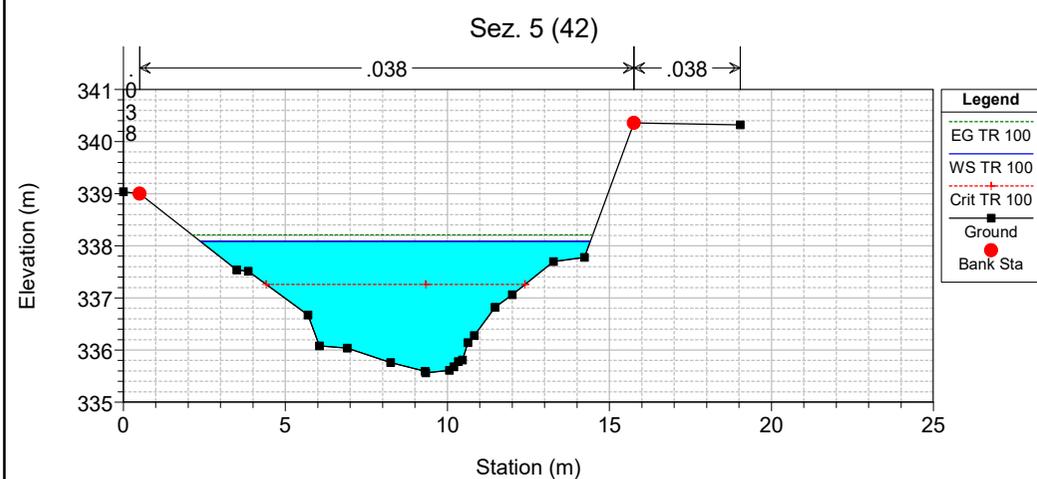
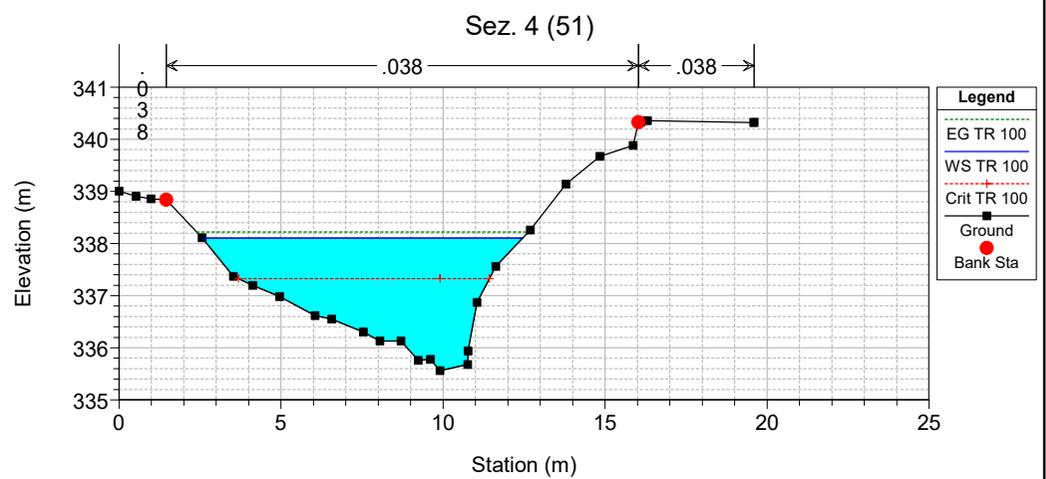
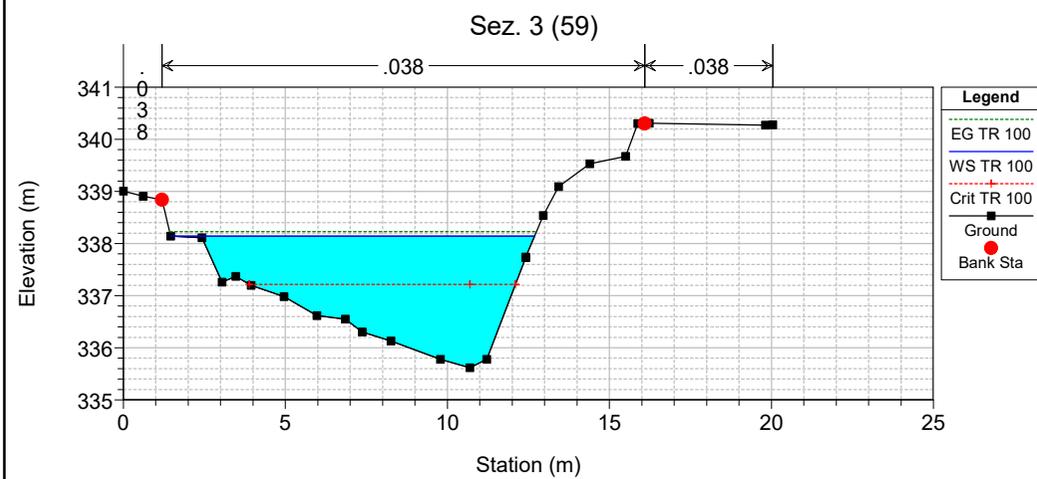
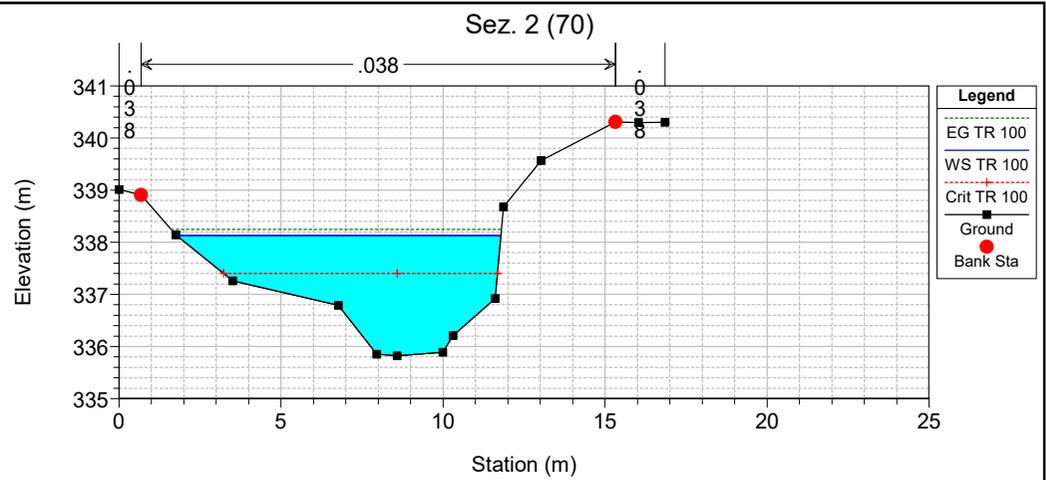
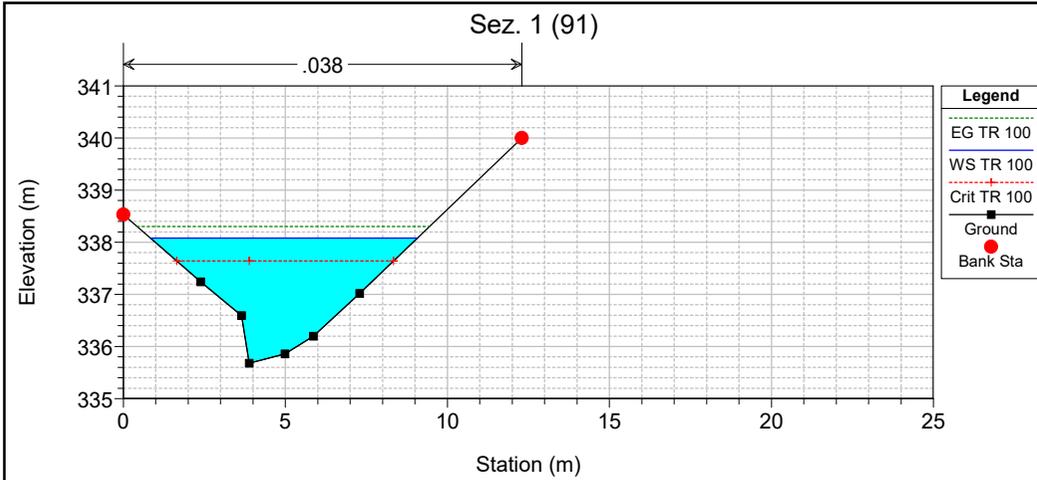


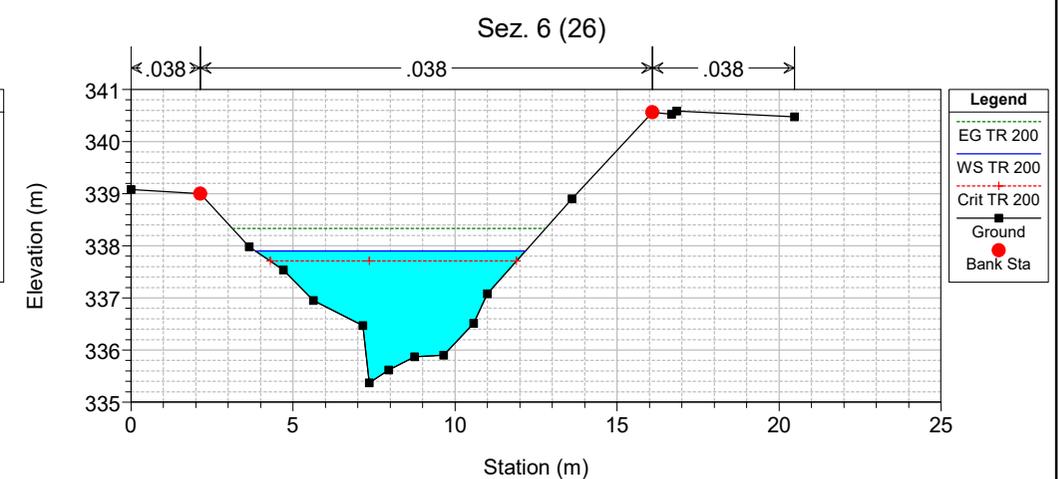
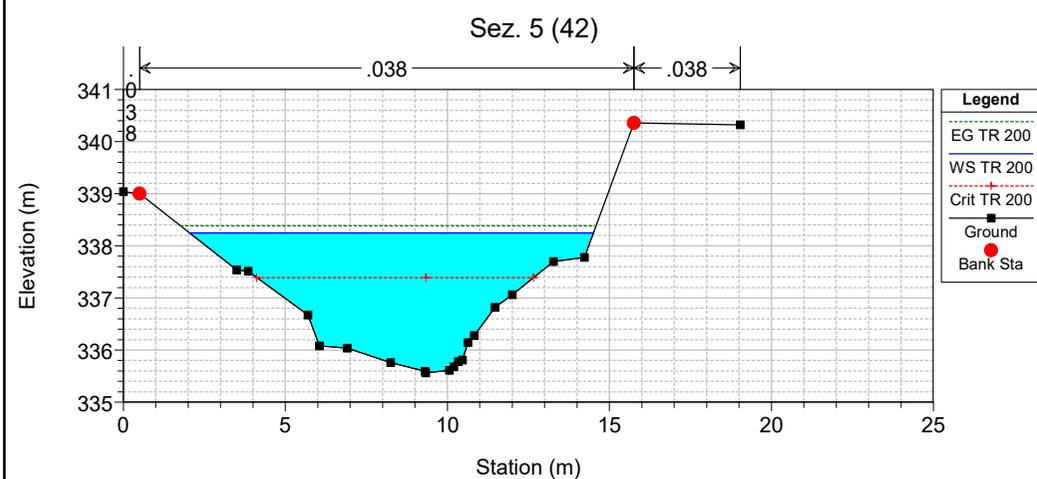
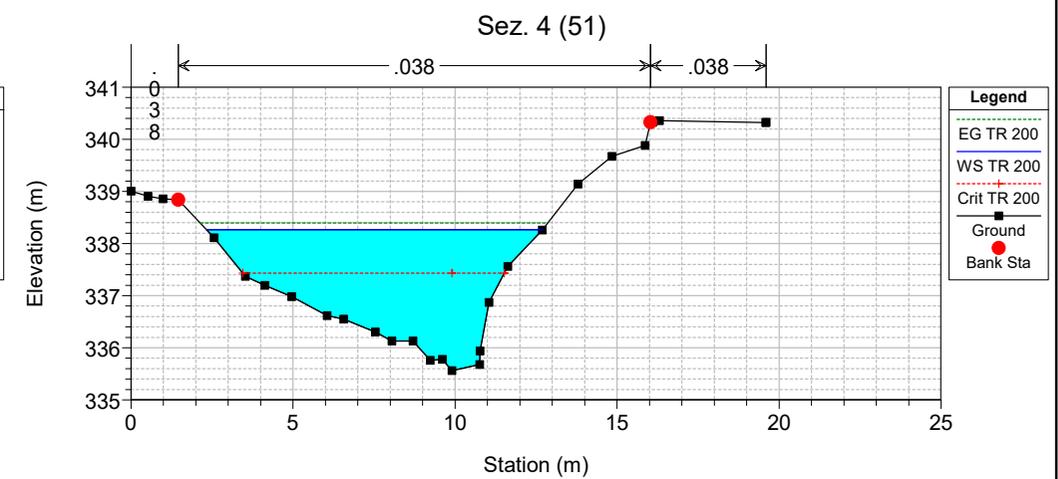
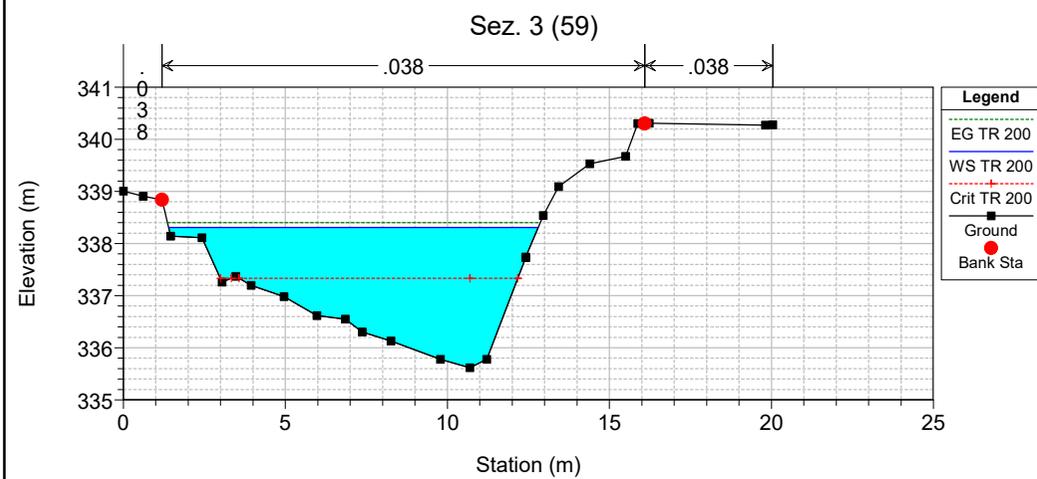
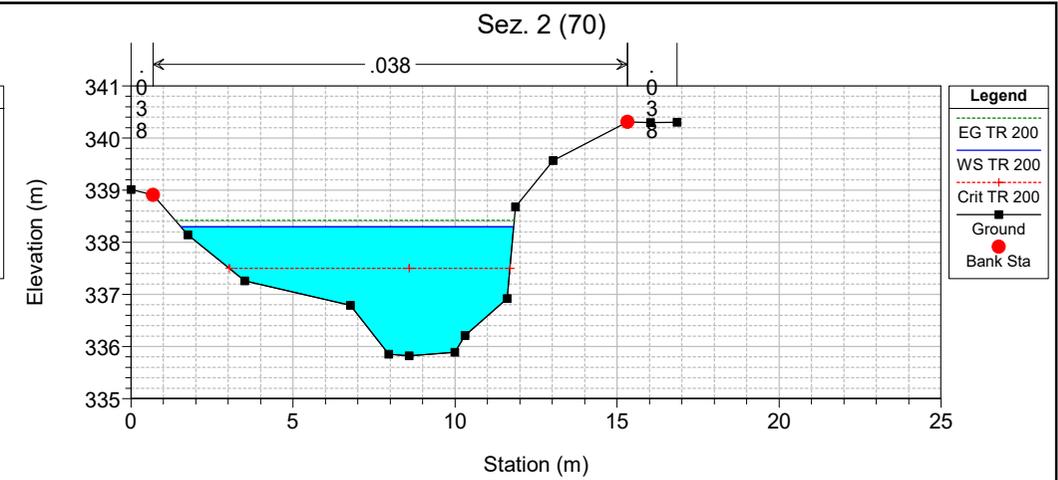
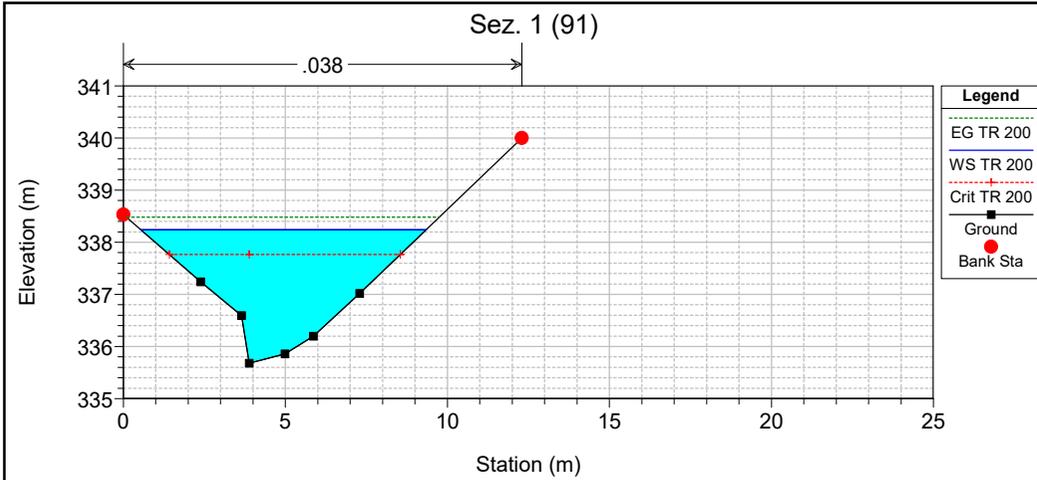




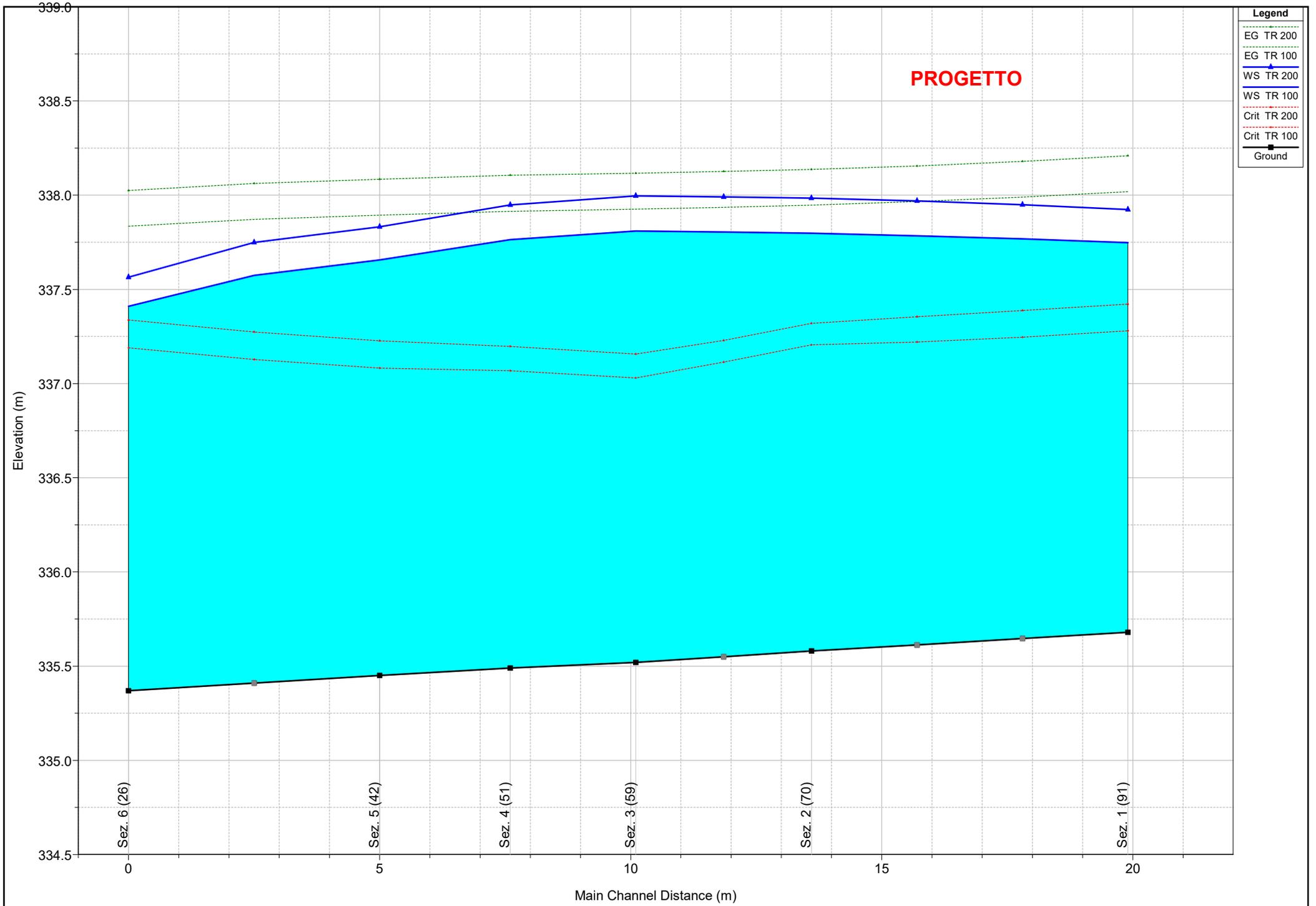


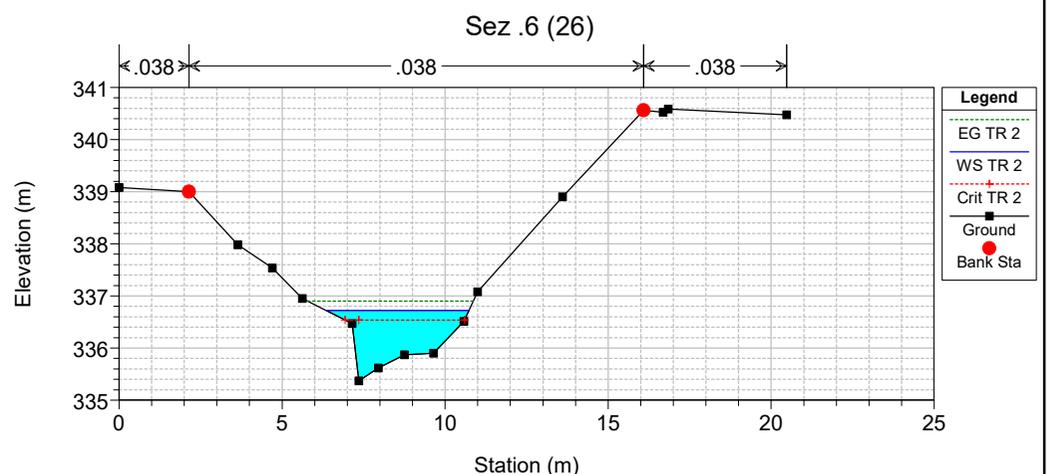
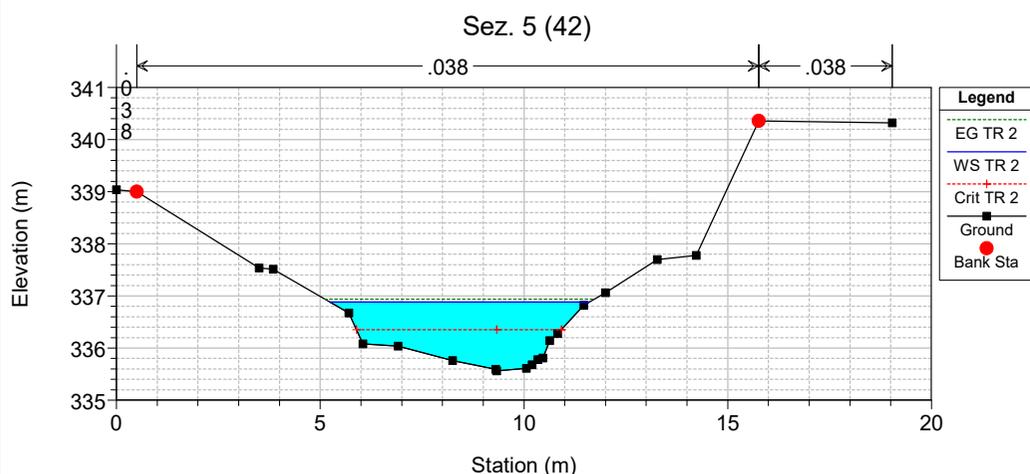
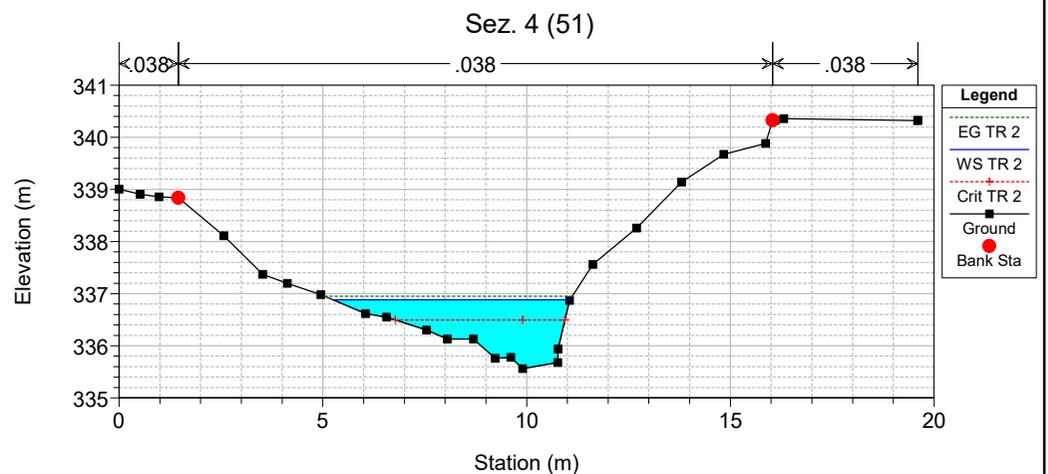
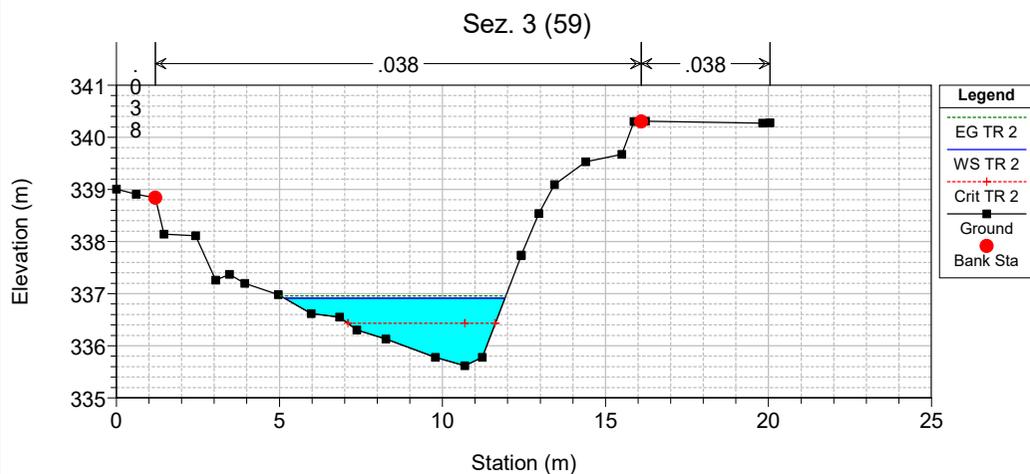
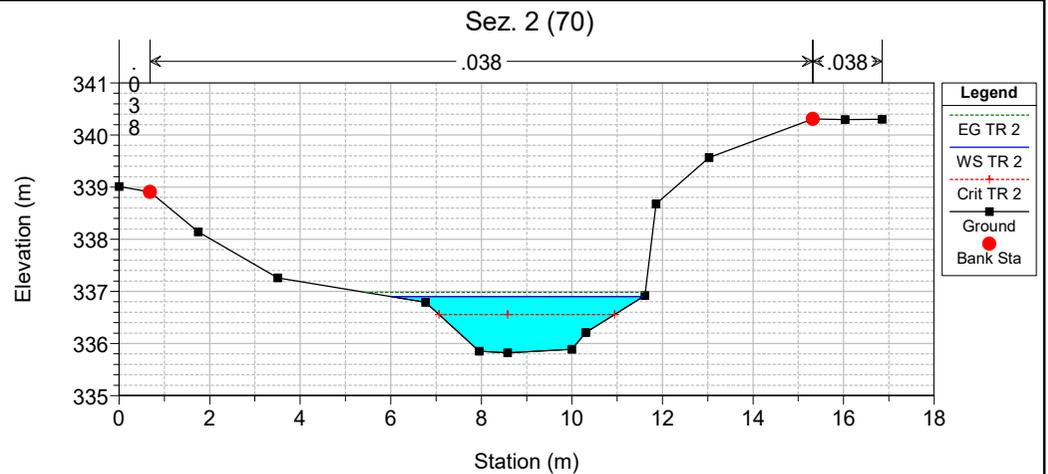
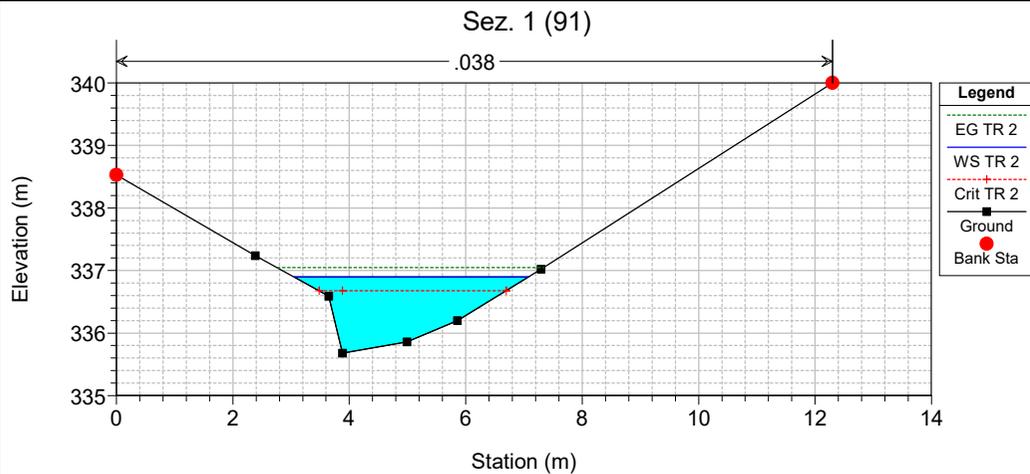


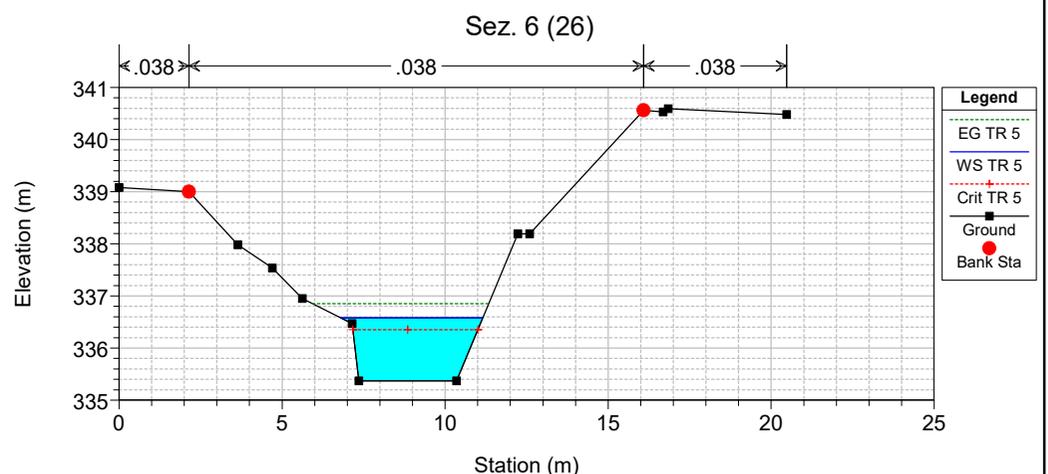
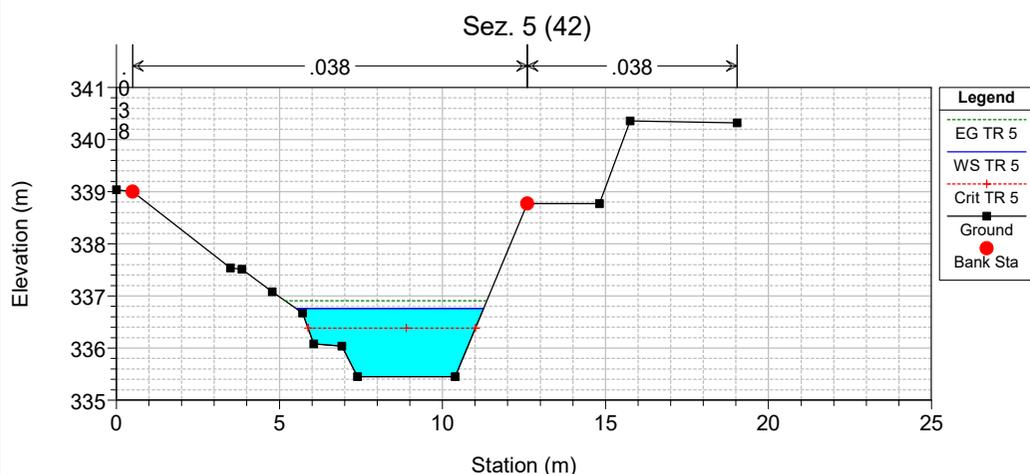
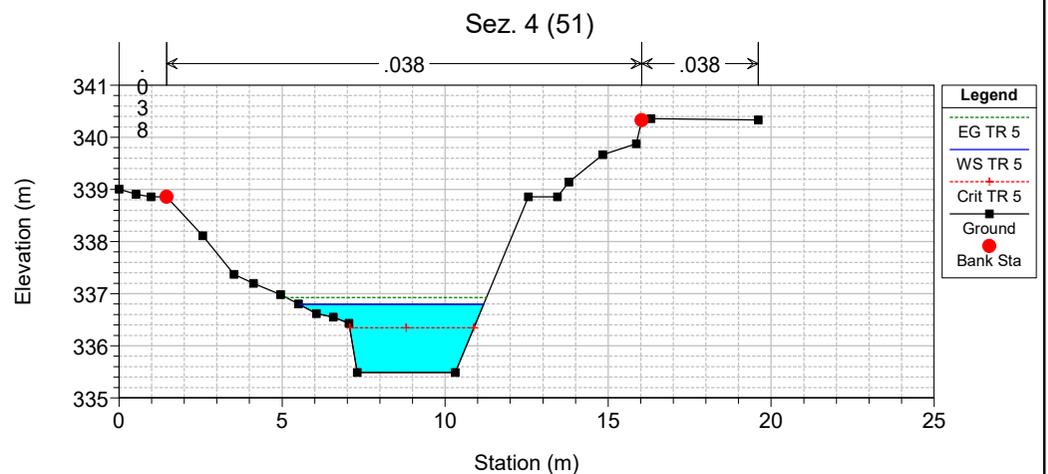
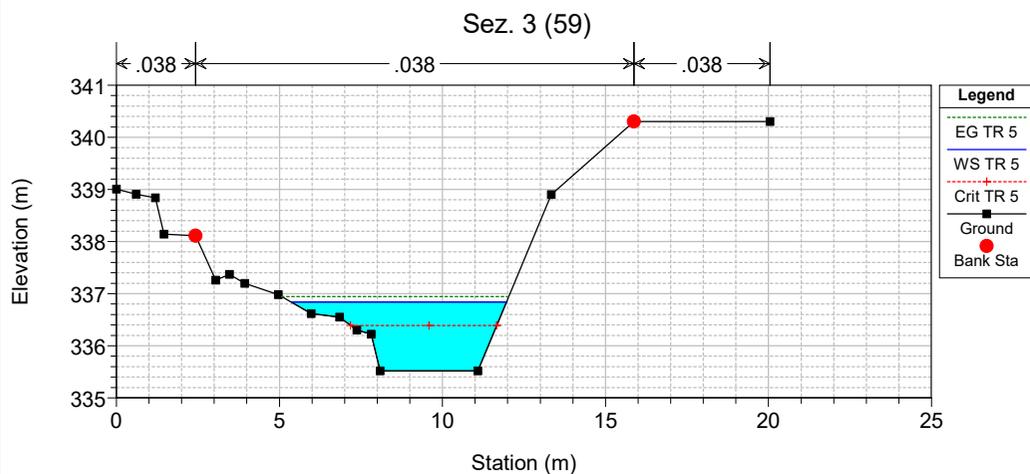
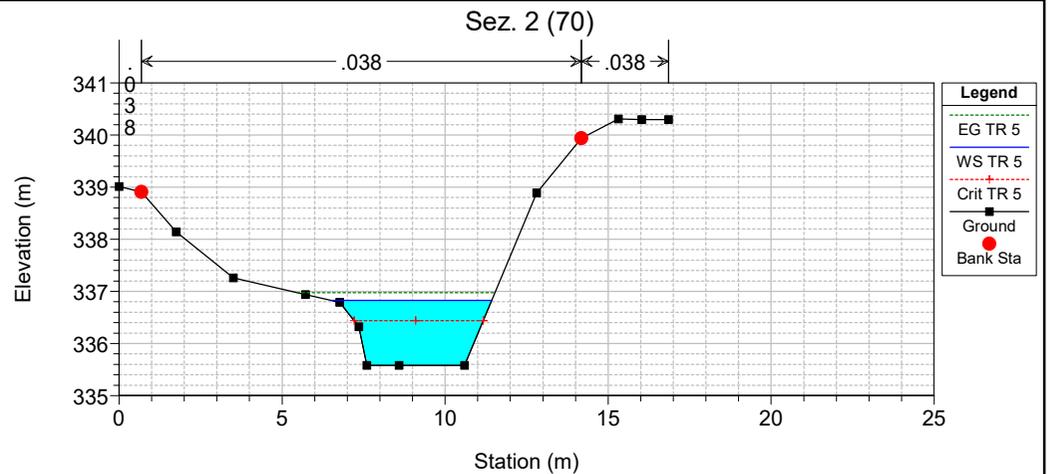
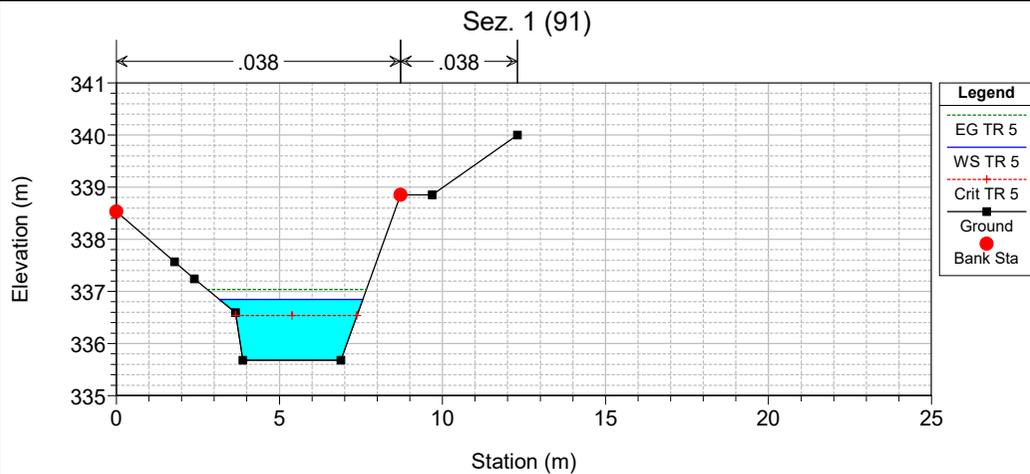


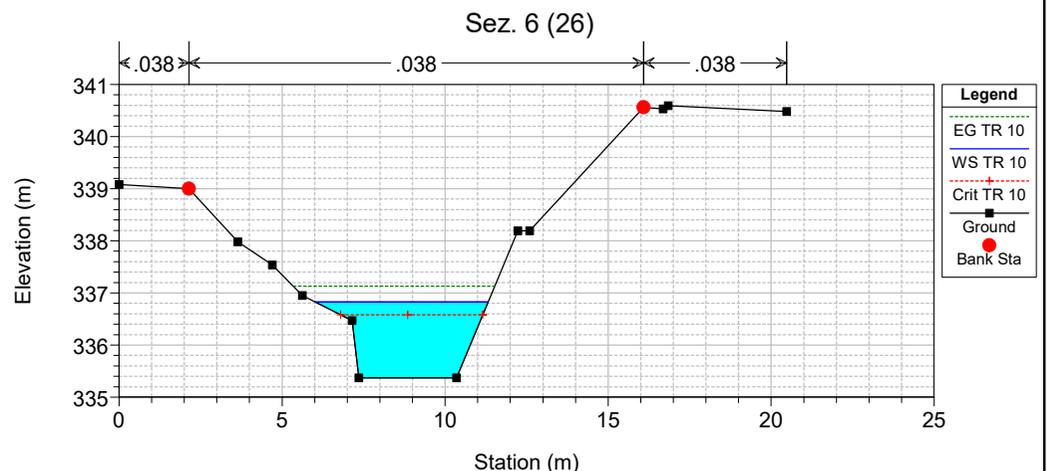
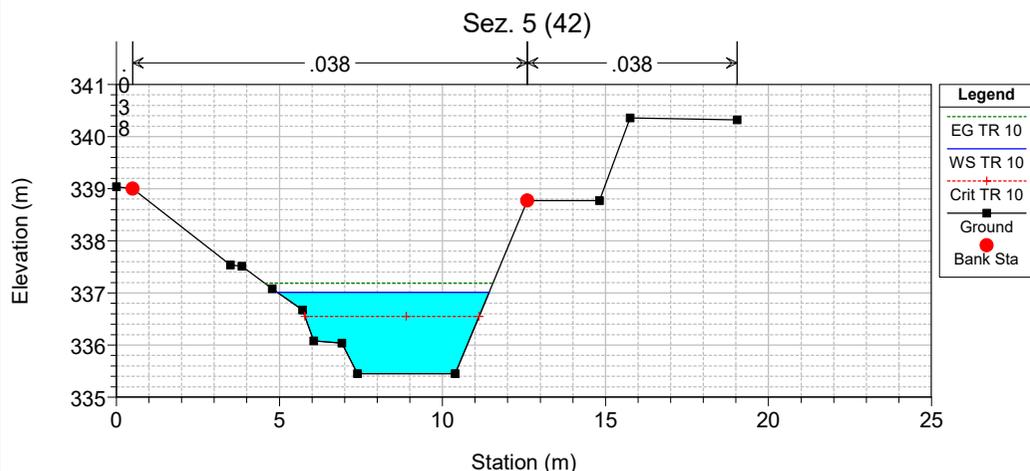
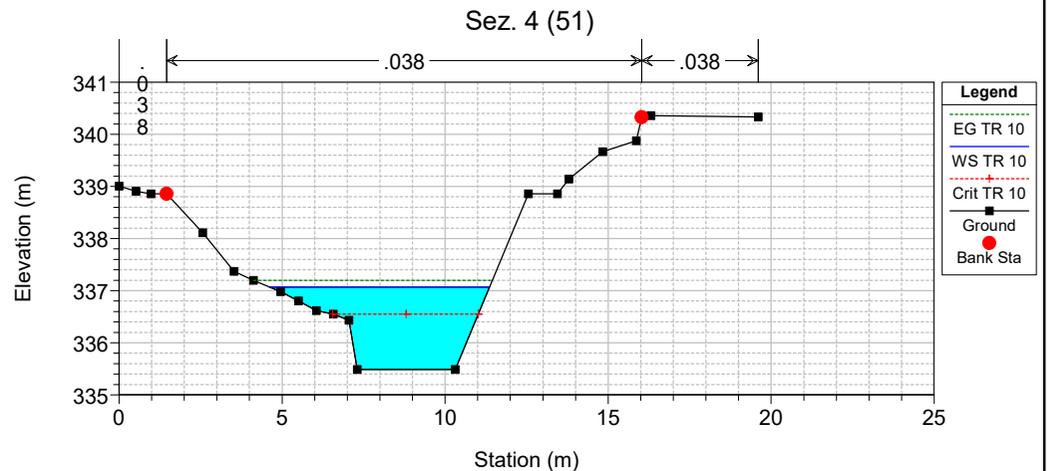
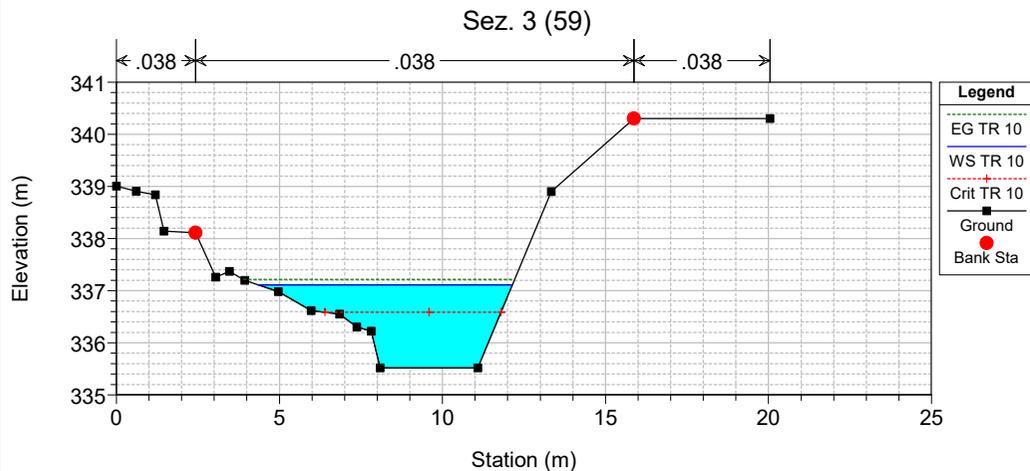
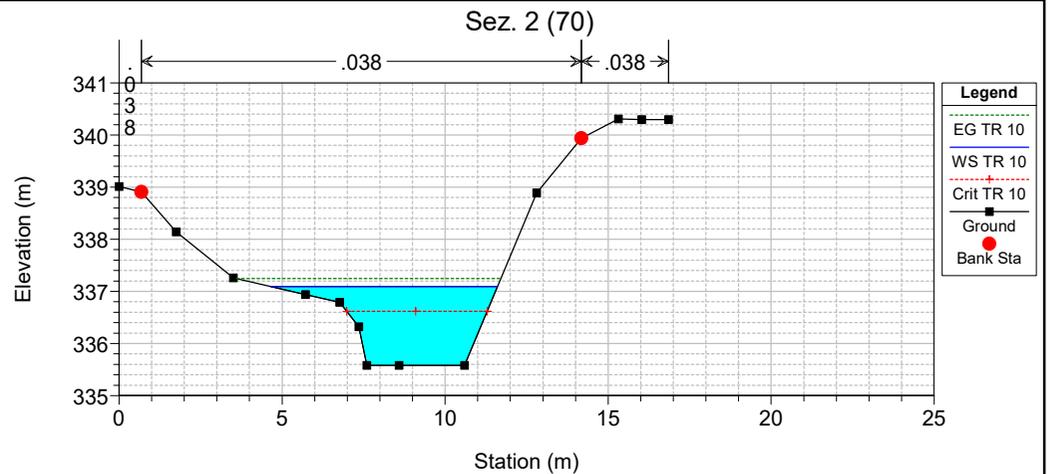
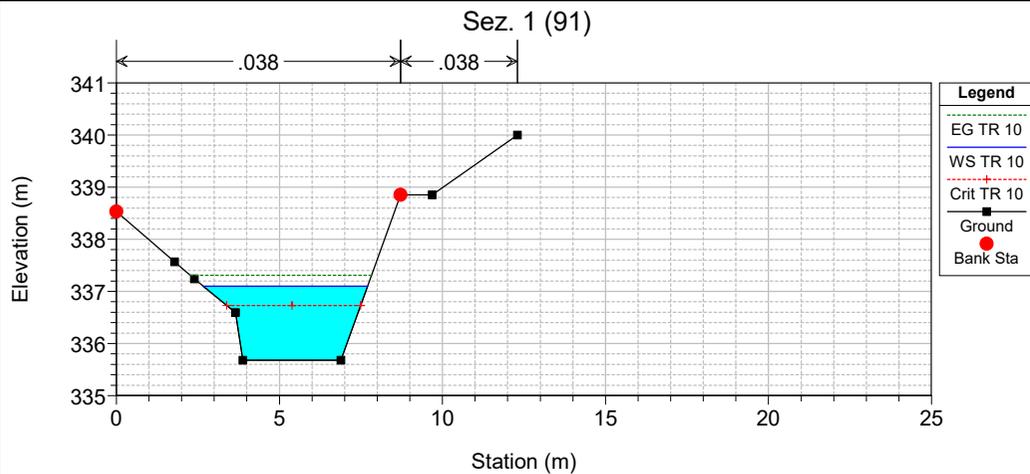


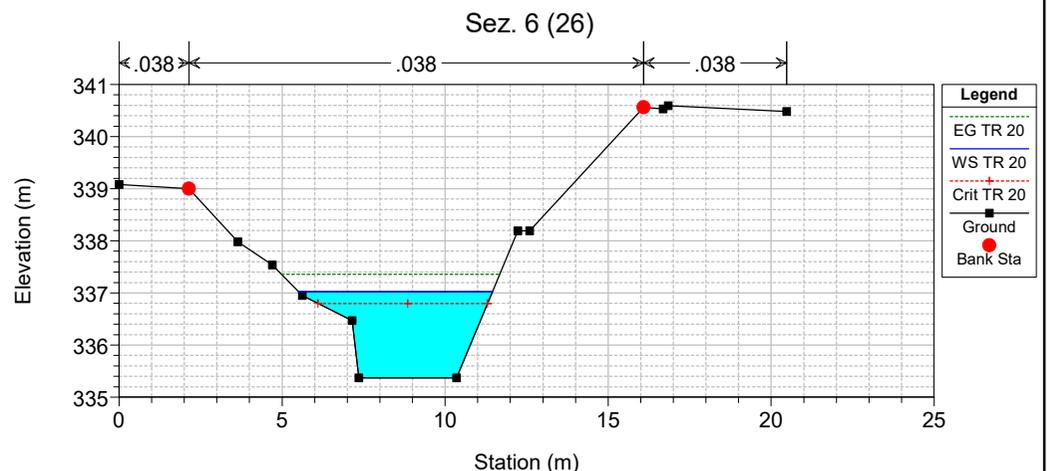
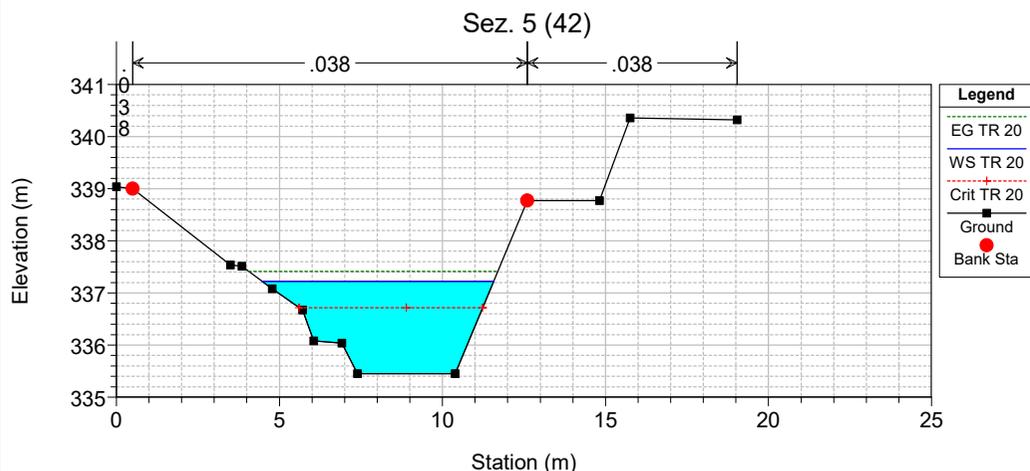
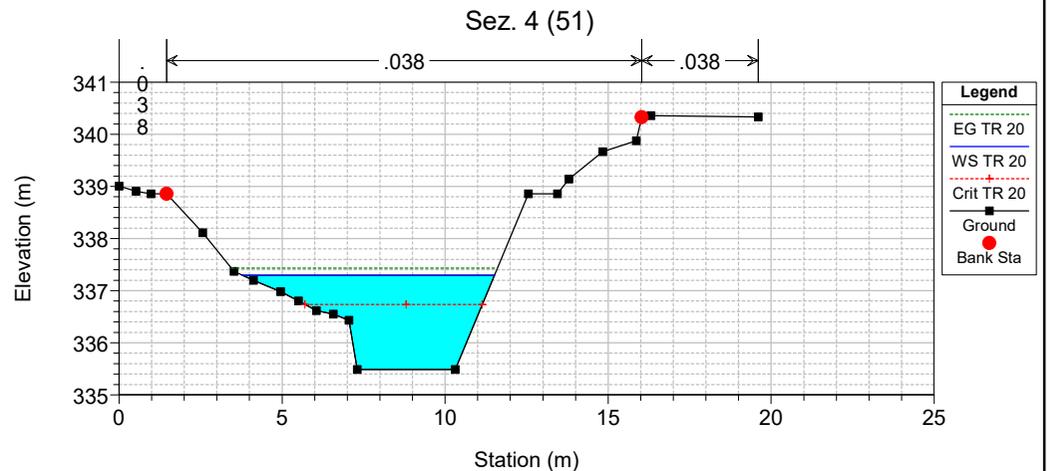
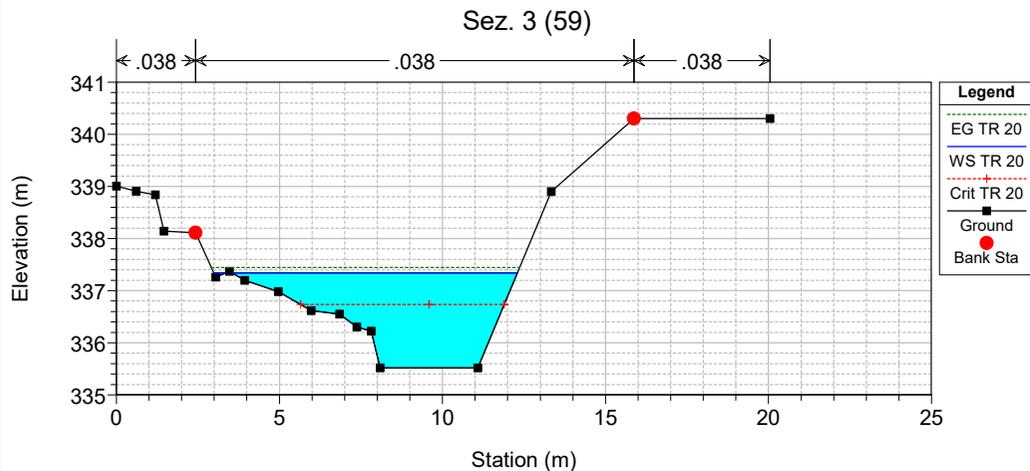
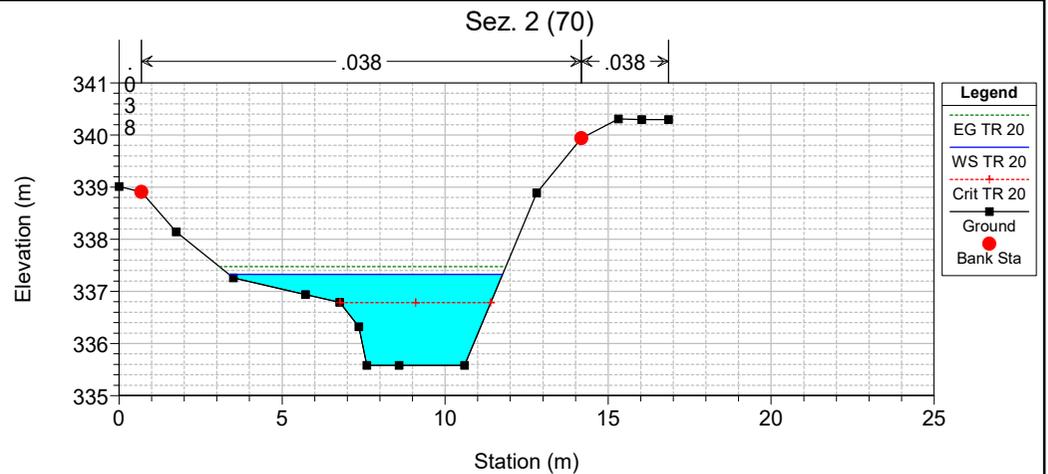
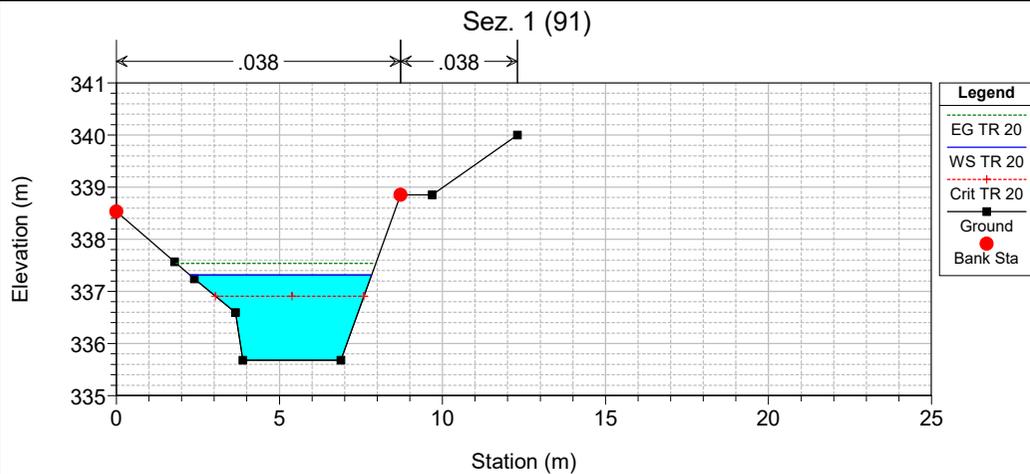
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	91	TR 2	4.60	335.68	336.90	336.68	337.05	0.009738	1.70	2.70	4.03	0.67
Reach 1	91	TR 5	8.00	335.68	337.24	336.98	337.42	0.008809	1.87	4.28	5.27	0.66
Reach 1	91	TR 10	10.70	335.68	337.45	337.15	337.65	0.008031	1.94	5.51	6.04	0.65
Reach 1	91	TR 20	13.60	335.68	337.66	337.32	337.86	0.007413	2.00	6.80	6.75	0.64
Reach 1	91	TR 50	17.70	335.68	337.90	337.51	338.12	0.006747	2.06	8.58	7.62	0.62
Reach 1	91	TR 100	21.00	335.68	338.08	337.64	338.31	0.006363	2.11	9.96	8.24	0.61
Reach 1	91	TR 200	24.40	335.68	338.24	337.76	338.48	0.006037	2.15	11.37	8.82	0.60
Reach 1	70	TR 2	4.60	335.82	336.90	336.55	336.98	0.004989	1.29	3.58	5.56	0.51
Reach 1	70	TR 5	8.00	335.82	337.26	336.82	337.35	0.004305	1.32	6.08	8.16	0.49
Reach 1	70	TR 10	10.70	335.82	337.49	337.00	337.58	0.003405	1.34	8.01	8.65	0.44
Reach 1	70	TR 20	13.60	335.82	337.70	337.14	337.80	0.003010	1.38	9.86	9.10	0.42
Reach 1	70	TR 50	17.70	335.82	337.95	337.30	338.06	0.002754	1.45	12.22	9.63	0.41
Reach 1	70	TR 100	21.00	335.82	338.13	337.40	338.24	0.002658	1.50	13.96	10.01	0.41
Reach 1	70	TR 200	24.40	335.82	338.29	337.50	338.42	0.002584	1.56	15.63	10.27	0.40
Reach 1	59	TR 2	4.60	335.62	336.91	336.43	336.96	0.002323	0.94	4.88	6.76	0.35
Reach 1	59	TR 5	8.00	335.62	337.27	336.68	337.33	0.002158	1.05	7.61	8.46	0.35
Reach 1	59	TR 10	10.70	335.62	337.50	336.81	337.57	0.002016	1.10	9.71	9.41	0.35
Reach 1	59	TR 20	13.60	335.62	337.71	336.93	337.78	0.001859	1.16	11.70	9.69	0.34
Reach 1	59	TR 50	17.70	335.62	337.96	337.10	338.04	0.001778	1.25	14.18	10.04	0.34
Reach 1	59	TR 100	21.00	335.62	338.14	337.22	338.23	0.001937	1.31	16.00	11.23	0.35
Reach 1	59	TR 200	24.40	335.62	338.31	337.33	338.40	0.001873	1.36	17.88	11.41	0.35
Reach 1	51	TR 2	4.60	335.56	336.88	336.50	336.95	0.003947	1.14	4.04	5.81	0.44
Reach 1	51	TR 5	8.00	335.56	337.24	336.74	337.32	0.003482	1.25	6.40	7.38	0.43
Reach 1	51	TR 10	10.70	335.56	337.47	336.89	337.56	0.003134	1.31	8.18	8.15	0.42
Reach 1	51	TR 20	13.60	335.56	337.68	337.03	337.77	0.002909	1.37	9.92	8.67	0.41
Reach 1	51	TR 50	17.70	335.56	337.93	337.20	338.04	0.002761	1.45	12.19	9.38	0.41
Reach 1	51	TR 100	21.00	335.56	338.10	337.33	338.22	0.002701	1.51	13.88	9.88	0.41
Reach 1	51	TR 200	24.40	335.56	338.27	337.43	338.39	0.002665	1.57	15.55	10.38	0.41
Reach 1	42	TR 2	5.70	335.56	336.88	336.35	336.94	0.002308	1.04	5.48	6.38	0.36
Reach 1	42	TR 5	9.90	335.56	337.23	336.59	337.31	0.002599	1.24	7.99	7.89	0.39
Reach 1	42	TR 10	13.30	335.56	337.46	336.76	337.55	0.002707	1.35	9.84	8.82	0.41
Reach 1	42	TR 20	16.90	335.56	337.66	336.93	337.76	0.002814	1.44	11.75	9.93	0.42
Reach 1	42	TR 50	22.00	335.56	337.91	337.13	338.03	0.002883	1.52	14.49	11.56	0.43
Reach 1	42	TR 100	26.10	335.56	338.09	337.26	338.21	0.002758	1.58	16.57	12.03	0.43
Reach 1	42	TR 200	30.40	335.56	338.25	337.39	338.39	0.002699	1.64	18.57	12.47	0.43
Reach 1	26	TR 2	5.70	335.37	336.72	336.54	336.90	0.012020	1.89	3.02	4.37	0.73
Reach 1	26	TR 5	9.90	335.37	337.03	336.86	337.27	0.012005	2.17	4.57	5.46	0.76
Reach 1	26	TR 10	13.30	335.37	337.22	337.04	337.50	0.012008	2.35	5.65	6.00	0.77
Reach 1	26	TR 20	16.90	335.37	337.39	337.21	337.72	0.012002	2.51	6.74	6.52	0.79
Reach 1	26	TR 50	22.00	335.37	337.61	337.41	337.98	0.012002	2.69	8.19	7.21	0.80
Reach 1	26	TR 100	26.10	335.37	337.76	337.56	338.16	0.012001	2.80	9.34	7.80	0.82
Reach 1	26	TR 200	30.40	335.37	337.90	337.71	338.33	0.012002	2.90	10.49	8.34	0.83

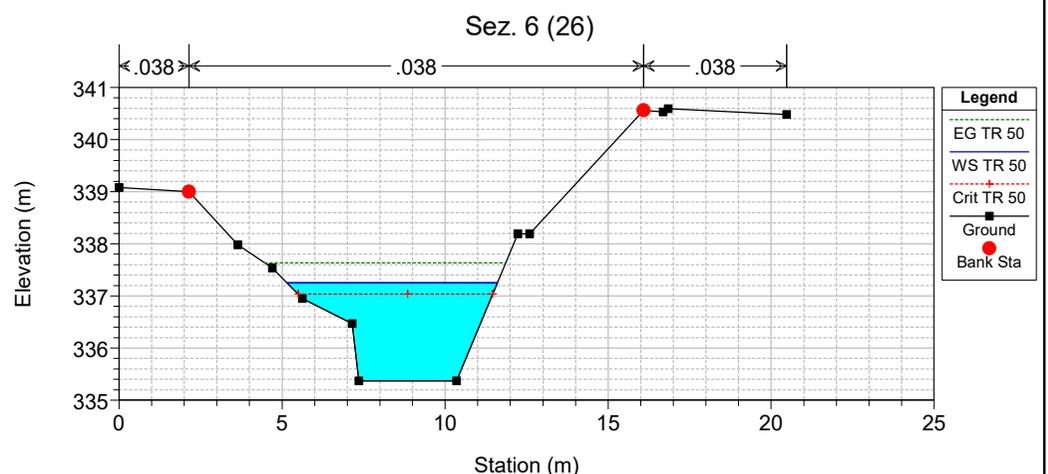
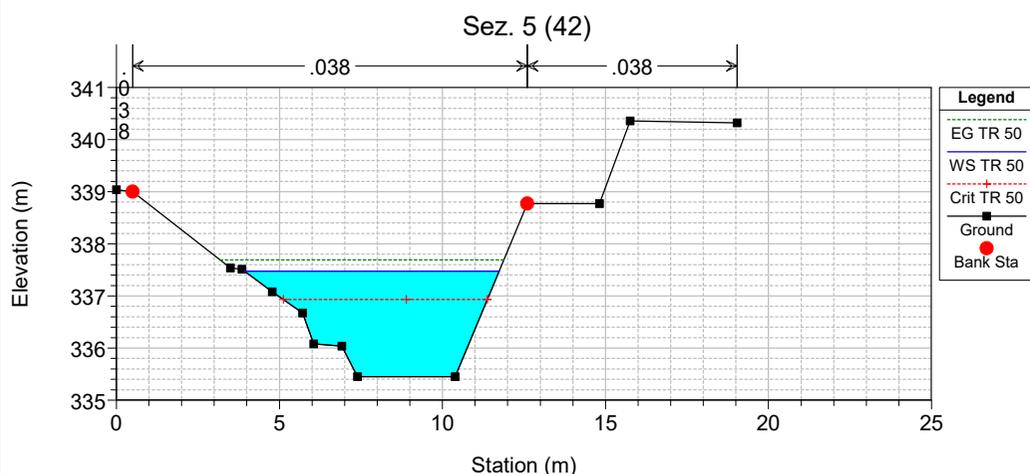
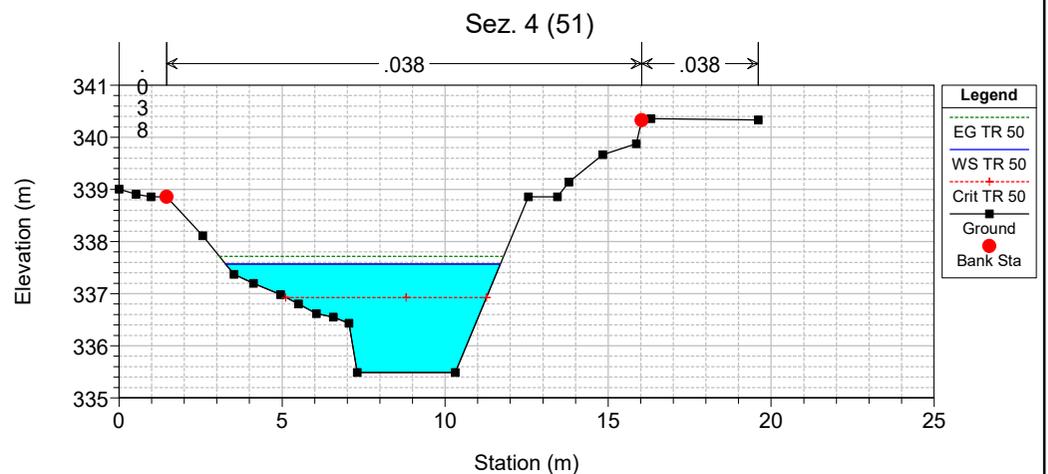
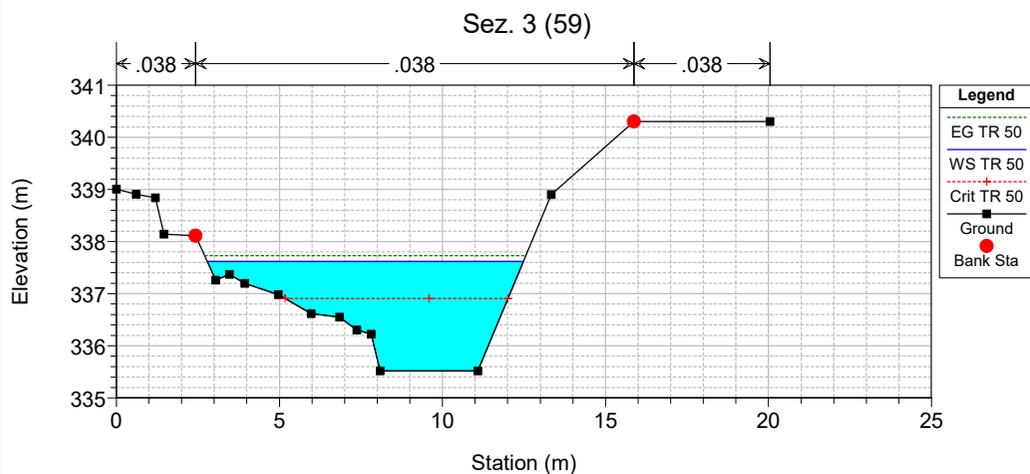
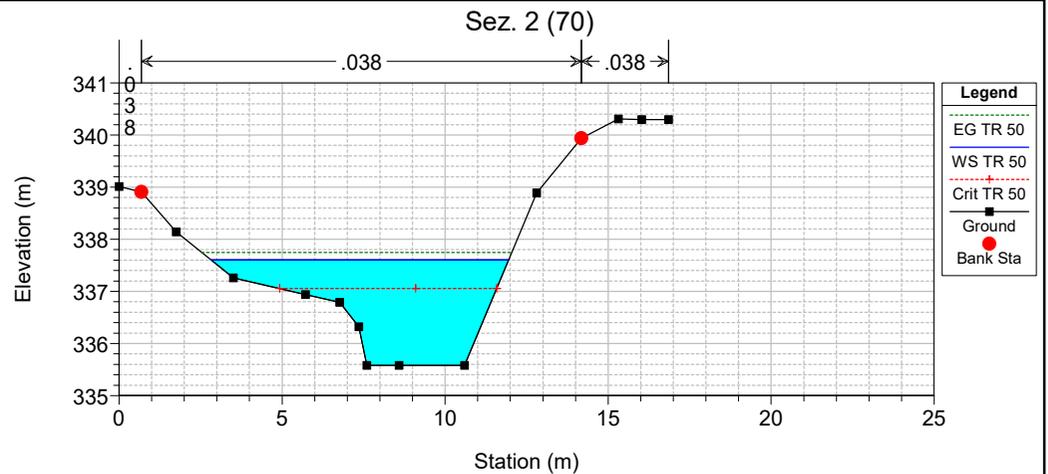
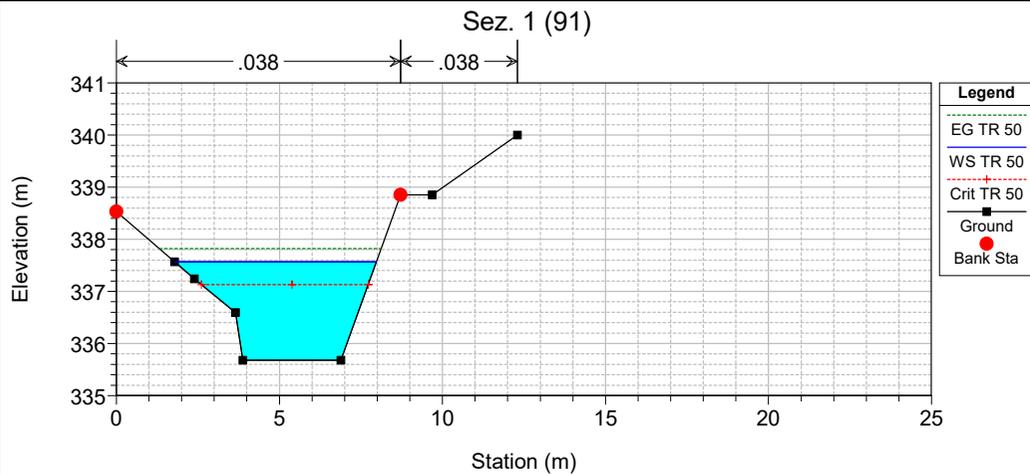


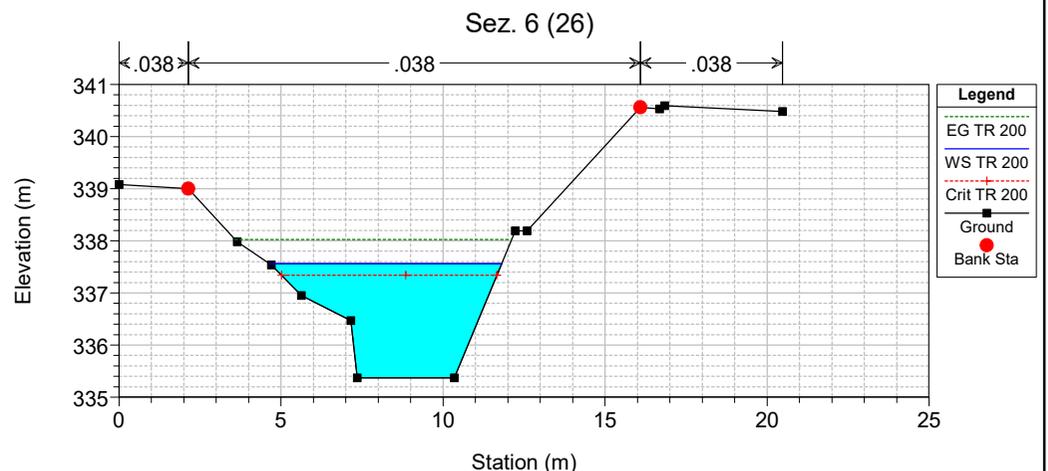
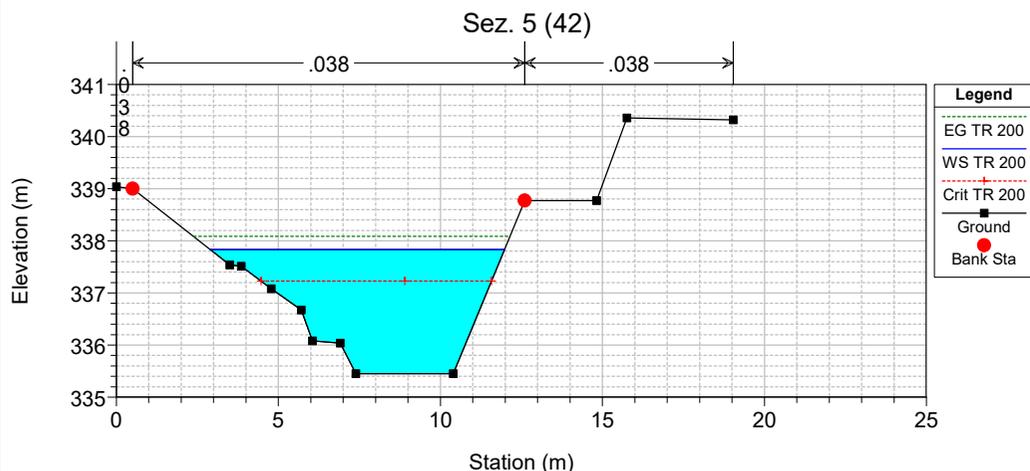
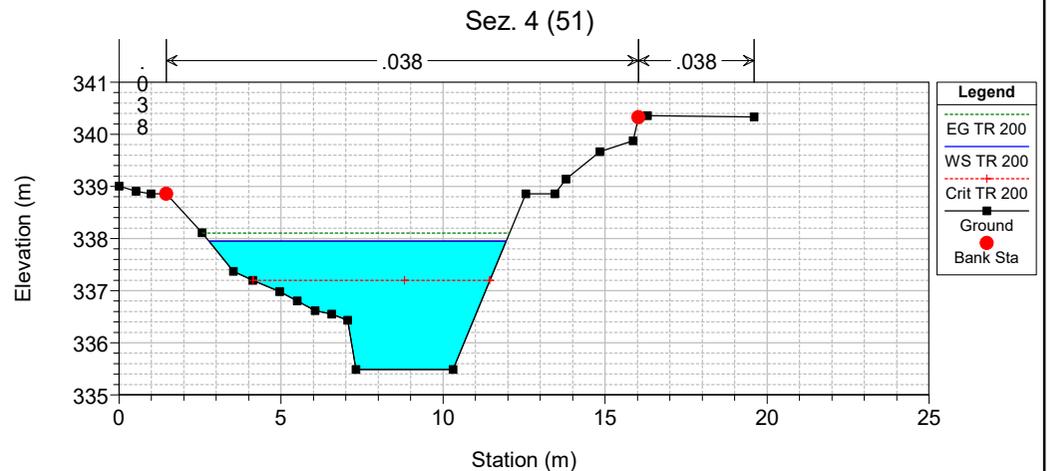
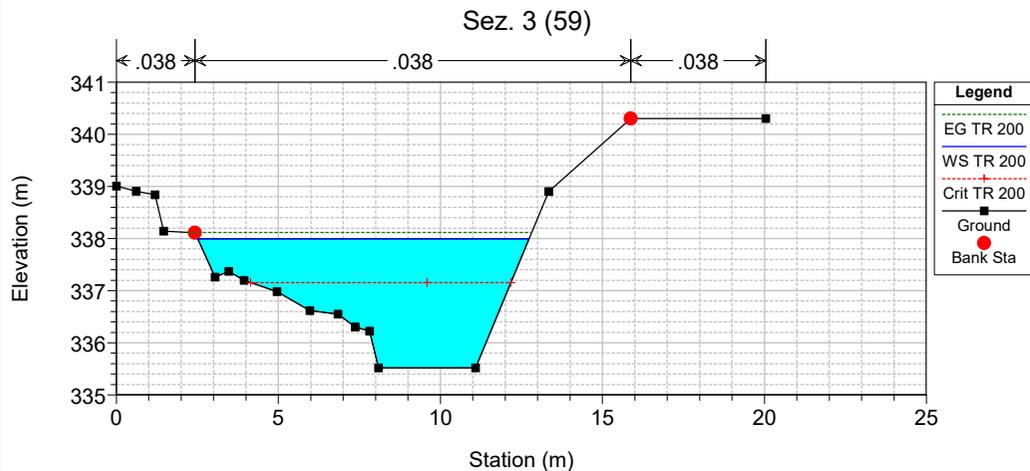
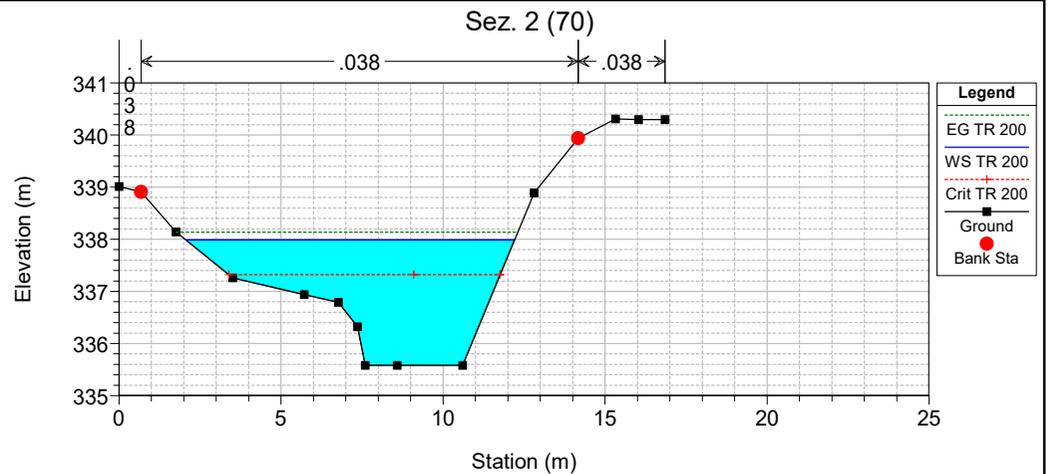
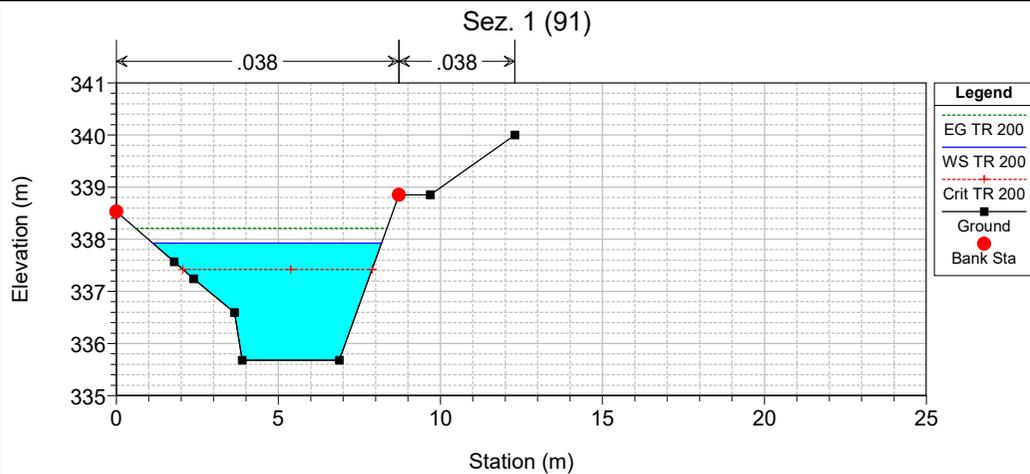












Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	91	TR 2	4.60	335.68	336.45	336.28	336.62	0.010408	1.79	2.56	3.64	0.68
Reach 1	91	TR 5	8.00	335.68	336.84	336.54	337.04	0.008710	1.94	4.11	4.40	0.64
Reach 1	91	TR 10	10.70	335.68	337.10	336.73	337.31	0.007915	2.01	5.32	5.05	0.62
Reach 1	91	TR 20	13.60	335.68	337.31	336.91	337.54	0.007686	2.11	6.46	5.58	0.63
Reach 1	91	TR 50	17.70	335.68	337.57	337.13	337.82	0.007524	2.23	7.94	6.19	0.63
Reach 1	91	TR 100	21.00	335.68	337.75	337.28	338.02	0.007359	2.31	9.10	6.63	0.63
Reach 1	91	TR 200	24.40	335.68	337.92	337.42	338.21	0.007139	2.37	10.31	7.06	0.63
Reach 1	70	TR 2	4.60	335.58	336.42	336.18	336.55	0.007699	1.61	2.87	3.92	0.60
Reach 1	70	TR 5	8.00	335.58	336.83	336.44	336.98	0.006487	1.73	4.63	4.91	0.57
Reach 1	70	TR 10	10.70	335.58	337.09	336.62	337.25	0.006446	1.72	6.23	6.96	0.58
Reach 1	70	TR 20	13.60	335.58	337.33	336.78	337.47	0.005561	1.69	8.05	8.39	0.55
Reach 1	70	TR 50	17.70	335.58	337.60	337.05	337.75	0.004440	1.69	10.46	9.13	0.50
Reach 1	70	TR 100	21.00	335.58	337.80	337.21	337.95	0.003948	1.71	12.29	9.65	0.48
Reach 1	70	TR 200	24.40	335.58	337.98	337.32	338.14	0.003591	1.73	14.13	10.14	0.47
Reach 1	59	TR 2	4.60	335.52	336.41	336.12	336.52	0.006495	1.46	3.15	4.54	0.56
Reach 1	59	TR 5	8.00	335.52	336.84	336.39	336.94	0.004803	1.44	5.55	6.60	0.50
Reach 1	59	TR 10	10.70	335.52	337.11	336.59	337.21	0.003902	1.43	7.50	7.79	0.46
Reach 1	59	TR 20	13.60	335.52	337.34	336.73	337.45	0.003596	1.44	9.43	9.12	0.45
Reach 1	59	TR 50	17.70	335.52	337.62	336.91	337.73	0.002995	1.47	12.04	9.69	0.42
Reach 1	59	TR 100	21.00	335.52	337.81	337.03	337.93	0.002720	1.51	13.95	9.97	0.41
Reach 1	59	TR 200	24.40	335.52	338.00	337.16	338.12	0.002533	1.54	15.83	10.23	0.40
Reach 1	51	TR 2	4.60	335.49	336.38	336.09	336.50	0.006297	1.50	3.06	3.84	0.54
Reach 1	51	TR 5	8.00	335.49	336.80	336.34	336.93	0.005903	1.60	5.01	5.67	0.54
Reach 1	51	TR 10	10.70	335.49	337.07	336.55	337.20	0.004984	1.60	6.70	6.75	0.51
Reach 1	51	TR 20	13.60	335.49	337.30	336.74	337.43	0.004565	1.63	8.36	7.74	0.50
Reach 1	51	TR 50	17.70	335.49	337.57	336.93	337.71	0.003992	1.67	10.57	8.43	0.48
Reach 1	51	TR 100	21.00	335.49	337.76	337.07	337.91	0.003695	1.72	12.24	8.81	0.46
Reach 1	51	TR 200	24.40	335.49	337.95	337.20	338.11	0.003473	1.76	13.90	9.17	0.46
Reach 1	42	TR 2	5.70	335.45	336.34	336.14	336.48	0.007826	1.63	3.51	5.09	0.63
Reach 1	42	TR 5	9.90	335.45	336.76	336.38	336.91	0.005768	1.73	5.72	5.76	0.55
Reach 1	42	TR 10	13.30	335.45	337.01	336.55	337.18	0.005479	1.83	7.29	6.51	0.55
Reach 1	42	TR 20	16.90	335.45	337.22	336.71	337.42	0.005475	1.94	8.72	7.11	0.56
Reach 1	42	TR 50	22.00	335.45	337.47	336.93	337.69	0.005539	2.08	10.59	7.81	0.57
Reach 1	42	TR 100	26.10	335.45	337.66	337.08	337.89	0.005644	2.16	12.10	8.60	0.58
Reach 1	42	TR 200	30.40	335.45	337.83	337.23	338.08	0.005515	2.23	13.65	9.08	0.58
Reach 1	26	TR 2	5.70	335.37	336.21	336.06	336.42	0.012014	2.01	2.84	3.72	0.74
Reach 1	26	TR 5	9.90	335.37	336.58	336.35	336.85	0.012023	2.32	4.27	4.36	0.75
Reach 1	26	TR 10	13.30	335.37	336.83	336.58	337.13	0.012006	2.43	5.47	5.31	0.77
Reach 1	26	TR 20	16.90	335.37	337.03	336.80	337.36	0.012005	2.57	6.59	5.95	0.78
Reach 1	26	TR 50	22.00	335.37	337.25	337.04	337.64	0.012002	2.76	7.98	6.45	0.79
Reach 1	26	TR 100	26.10	335.37	337.41	337.19	337.84	0.012011	2.89	9.04	6.81	0.80
Reach 1	26	TR 200	30.40	335.37	337.56	337.34	338.02	0.012010	3.00	10.12	7.17	0.81