Regione Autonoma della Sardegna

Servizio del Genio civile di Oristano

REGOLARIZZAZIONE E ADEGUAMENTO DELLE ARGINATURE DEL RIO MOGORO NEL TRATTO INTERMEDIO (TRA IL PONTE FERROVIARIO E LA CONFLUENZA CON IL CANALE ACQUE ALTE) PER IL CONSEGUIMENTO DELLA PERCORRIBILITÀ SUL CORONAMENTO - ARGINE DESTRO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO



Allegato

B.1

Scala

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

file

rev.	data	oggetto
00	06-2023	
01	09-2023	
02	11-2023	
03	07-2024	

SarLand
Ingegneria e Architettura

European Certification Institute
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001:2015 CERTIFIED
CERTIFICATE N.SARL3559Q2201

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA CAGLIARI
N. 5044
DOTT. ING. ALESSANDRO LAI

Ing. Alessandro Lai
Dott. Geol. Antonello P.L. Gellon
Ing. Alice Scanu
Ing. Marcello Mesina
Ing. Michele Francesco Mannai
Ing. Francesco Lai
Dott. Alessandro Milia

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Stefano Piga

Indice

1 Premessa e obiettivi dello studio 1

2 Analisi Rio Mogoro 2

2.1 Analisi idrologica 2

2.2 Analisi idraulica 5

2.2.1 Studio del PSFF 5

2.2.2 Studio del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) 9

2.2.3 Analisi effettuate nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica 12

3 Analisi controfosso 22

3.1 Analisi Idrologica 22

3.1.1 Caratteristiche del bacino idrografico 22

3.1.2 Determinazione della portata di piena 25

3.2 Analisi idraulica 28

3.2.1 Descrizione e predisposizione dei modelli idraulici 28

3.2.2 Verifica dei cavalcafosso 29

3.2.3 Considerazioni sulla capacità erosiva della corrente 47

Allegati – Simulazione idraulica controfosso 48

1 Premessa e obiettivi dello studio

La presente relazione idrologica e idraulica è redatta nell'ambito del progetto di "Regolarizzazione e adeguamento delle arginature del Rio Mogoro nel tratto intermedio (tra il ponte ferroviario e la confluenza con il Canale Acque Alte) per il conseguimento della percorribilità sul coronamento – argine destro".

Nella precedente fase progettuale gli interventi in progetto sono stati oggetto di studio di compatibilità idraulica che è stato approvato con Determina del Segretario Generale dell'AdB n. 150 del 07.09.2021.

In tale studio sono state analizzate sia la configurazione stato di fatto, sia la configurazione di progetto generale, con ricalibrazione dell'alveo fluviale e regolarizzazione delle quote di sommità arginale regolarizzate. Per entrambe le configurazioni le simulazioni sono state effettuate con le portate del PSFF per i tempi di ritorno di 2, 50, 100, 200 e 500 anni e con la portata duecentennale laminata secondo le previsioni dello scenario 4 del PGRA.

Gli interventi da realizzarsi sull'argine destro ricalcano quelli previsti nella precedente fase progettuale, in particolare per ciò che riguarda le quote arginali. Considerata l'invarianza delle condizioni a contorno in termini di portate e caratteristiche dimensionali delle opere, si riportano in questa sede i risultati ricavati nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l., il cui studio di compatibilità idraulica è stato approvato con Determina del Segretario Generale dell'AdB n. 150 del 07.09.2021

Nel Capitolo 2 della relazione verranno richiamate, in ordine cronologico, le analisi idrologiche e idrauliche effettuate nell'ambito del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), da cui scaturiscono le portate di piena attualmente vigenti, nell'ambito del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), che partendo dalle analisi del PSFF ha analizzato diversi scenari di intervento per la mitigazione dei danni di piena, e nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l., che ha sviluppato lo scenario di intervento 4 proposto dal PGRA.

Nel presente elaborato vengono inoltre approfonditi i calcoli idrologici e idraulici finalizzati al dimensionamento dei cavalcafossi previsti in progetto. Il controfosso destro è rappresentato come corso d'acqua nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965 (in breve "IGM-25VS"), pertanto fa parte del reticolo idrografico regionale definito dalla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015. Tuttavia, come dimostrato nell'elaborato "B.6 - Relazione asseverata ex. art.23 comma 7bis delle NA PAI", il tratto del controfosso destro oggetto di intervento soddisfa le condizioni di *non significatività* di cui al punto 2.3 delle *Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico ai sensi dell'art.30 ter, comma 6 delle Norme di attuazione del PAI* approvate con Delibera del Comitato Istituzionale n. 4 del 29.01.2024.

Per questo motivo si ritiene che la progettazione idraulica degli attraversamenti in progetto non sia soggetta né ai criteri dell'art. 21 comma 2 NTA del PAI, né alle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 e dalla Circolare del 21 gennaio 2019. Per il dimensionamento idraulico dei tombini il controfosso destro è stato assimilato ad un canale di dreno e si è utilizzata come portata di progetto quella con tempo di ritorno di 50 anni che risulta 1 m^3/s. Si rimanda al Capitolo 3 per le l'analisi idrologica per la stima della portata di progetto e la modellazione idraulica del controfosso finalizzata a determinare il profilo di moto permanente ed effettuare la verifica del franco idraulico su ogni attraversamento previsto nel progetto.

2 Analisi Rio Mogoro

2.1 Analisi idrologica

Il Rio Mogoro ha un bacino idrografico sotteso alla foce di circa 397 km^2. Nello studio del PSFF il bacino idrografico è stato suddiviso in 8 sottobacini, come mostrato in Figura 1 e Tabella 1, le cui caratteristiche morfologiche, fisiografiche e altimetriche sono riportate in Tabella 2.

Il bacino di riferimento per il tratto di intervento è il bacino F sotteso alla sezione di chiusura posta subito a monte della confluenza col canale acque alte, che ha una superficie di 310.9 km^2 e un'asta principale lunga 33.7 km (Tabella 2).

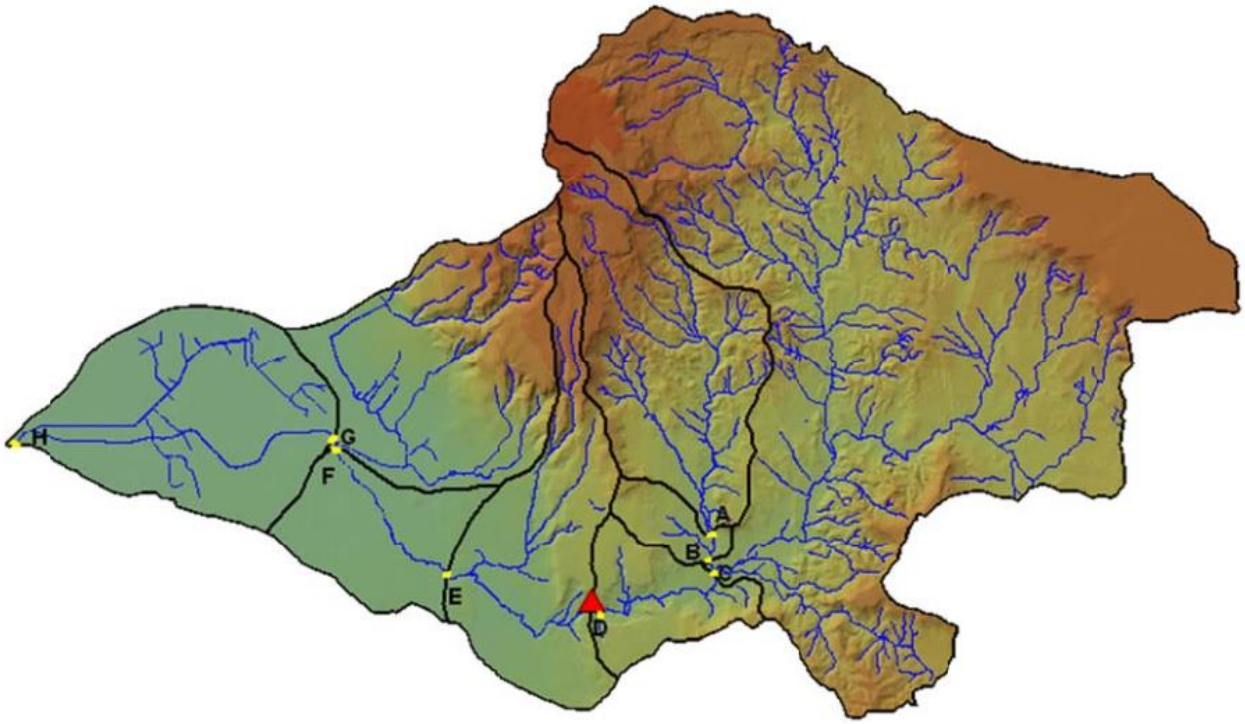


Figura 1: Schema dei sottobacini del Rio Mogoro utilizzati nello studio del PSF. I simboli in giallo indicano le sezioni di chiusure dei sottobacini; il simbolo in rosso indica l diga di Flumini Vinca. (Fonte: PSFF)

Sottobacino	Descrizione	Sezione	Area sottobacino [km^2]	Area tot [km^2]
A	Bacino di testata riu Mogoro	63	41,7	41,7
B	Monte confluenza riu Mannu	61	5,3	47,0
C	Valle confluenza riu Mannu	60	197,9	244,9
D	Diga di Flumini Vinca	50	13,4	258,4
E	--	35	33,9	292,3
F	Monte confluenza Canale Acque Alte	24	18,7	310,9
G	Valle confluenza Canale Acque Alte	23	44,5	355,5
H	Foce	00	41,7	397,1

Tabella 1: Lista sottobacini del Rio Mogoro utilizzati nello studio del PSFF. (Fonte: PSFF)

Sezione	S	Hmin	Hmax	Hmedia	L	i
	[km²]	[m s.m.]	[m s.m.]	[m s.m.]	[km]	[m/m]
A	41,7	76	803	292	13,8	0,04
B	47,0	70	803	273	14,7	0,04
C	244,9	68	803	279	15,2	0,04
D	258,4	46	803	271	23,2	0,04
E	292,3	28	803	254	28,1	0,03
F	310,9	11	803	240	33,7	0,03
G	355,5	9	803	231	34,0	0,03
H	397,1	0	803	208	43,8	0,02

Tabella 2: Caratteristiche morfologiche, fisiografiche e altimetriche dei sottobacini del Rio Mogoro. (Fonte: PSFF)

Per ogni bacino sono state determinate le portate di piena per i tempi di ritorno di 2, 50, 100, 200 e 500 anni. Per i bacini A e B che hanno superficie inferiore a 60 km² le portate sono state calcolate con il con il metodo razionale e curva di possibilità pluviometrica TCEV mentre per gli altri bacini sono state determinate con il metodo diretto TCEV.

La portata di piena con tempo di ritorno T si ricava come:

$$Q_c = \mu(Q_c)K_T = \beta exp(\alpha)K_T$$

dove

- K_T è il coefficiente di crescita;
- $\mu(Q_c)$ è la piena indice (media di massimi annui di piena) in m³/s;
- A è l'area del bacino in km²;
- T il tempo di ritorno in anni.

A seconda che il bacino di studio ricada tra quelli occidentali o tra quelli orientali (Figura 2) i parametri si ricavano mediante le seguenti formule:

Parametri per i bacini occidentali:

$$K_T = -0.833 + 1.345lnT$$

$$\propto = -1.1954 + 0.9235lnA$$

$$\beta = 2.381$$

Parametri per i bacini orientali:

$$K_T = -0.977 + 1.451lnT$$

$$\propto = 0.9882 + 0.06452lnA$$

$$\beta = 2.670$$

Il bacino del Rio Mogoro ricade tra quelli occidentali. Le portate calcolate sono riportate in Tabella 3.

Le portate sono poi state rivalutate per tener conto dell'effetto di laminazione della diga di Flumini Vinca, localizzata in corrispondenza della sezione D in Figura 1. Per i sottobacini a valle della diga le portate laminate sono state calcolate con la formula di Marone:

$$\frac{Q_{\max u}}{Q_{\max i}} = 1 - \frac{W}{W_i}$$

dove

$Q_{\max i}$ è la portata al colmo dell'onda di piena indisturbata, valutata mediante metodo diretto TCEV

$Q_{\max u}$ è la portata al colmo dell'onda di piena laminata

W_i è il volume di piena indisturbata, calcolato mediante la formula razionale

W è il volume utile di laminazione della diga.

L'analisi è stata condotta per i tempi di ritorno di 2, 50, 100, 200 e 500 anni; le portate ricavate sono riportate in Tabella 4. Il tratto oggetto di intervento nel presente progetto è quello compreso approssimativamente tra le sezioni di chiusura E e F in Figura 1.

La portate ottenute sono riportate in Tabella 4. Per il bacino sotteso alla sezione di chiusura F risultano rispettivamente pari a 71, 341, 393, 490 e 644 m^3/s per i tempi di ritorno di 2, 50, 100, 200 e 500 anni.

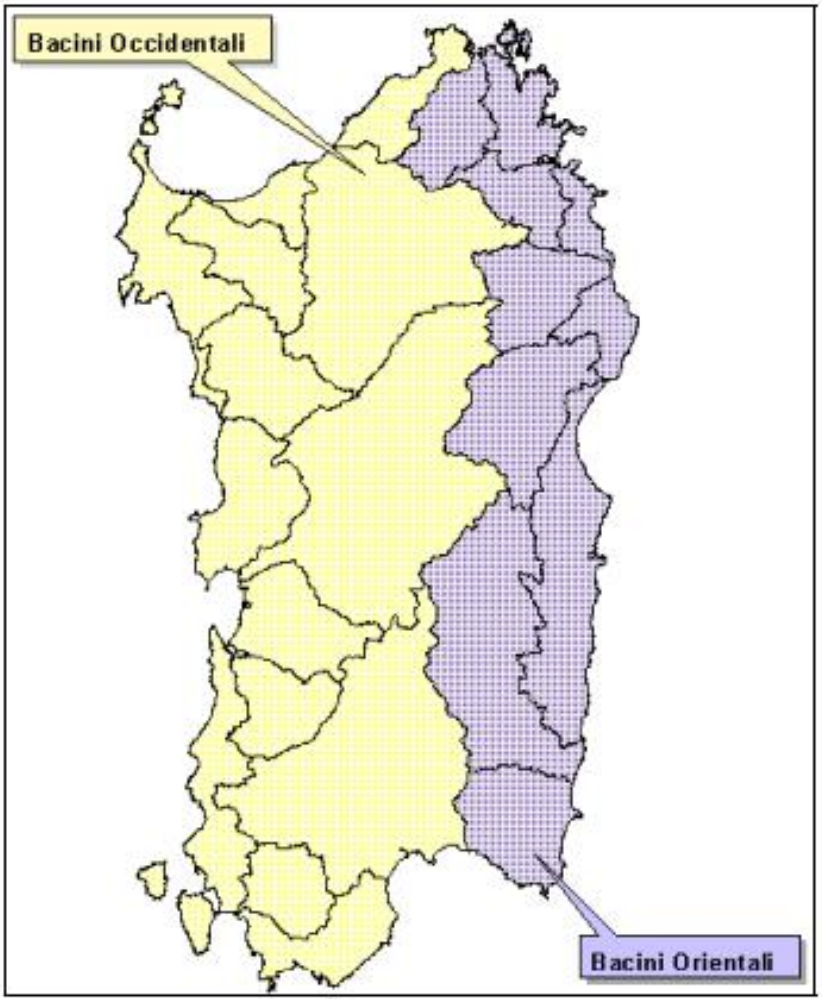


Figura 2: Suddivisione della Regione Sardegna nei due versanti: occidentale e orientale. (Fonte: PSFF)

Sezione	Area	Q(T2)	Q(T50)	Q(T100)	Q(T200)	Q(T500)
	[km²]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
A	41,7	15	104	126	148	177
B	47,0	16	111	135	159	190
C	244,9	75	511	620	729	871
D	258,4	79	537	651	766	915
E	292,3	89	601	730	858	1.030
F	310,9	94	637	773	908	1.090
G	355,5	106	721	874	1.030	1.230
H	397,1	118	798	968	1.140	1.360

Tabella 3: Stima delle portate del Rio Mogoro senza effetto di laminazione della diga. (Fonte: PSFF)

Sezione	Area	Q(T2)	Q(T50)	Q(T100)	Q(T200)	Q(T500)
	[km²]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
A	41,7	15	104	126	148	177
B	47,0	16	111	135	159	190
C	244,9	75	511	620	729	871
D	258,4	62	109	235	370	525
E	292,3	64	291	332	420	564
F	310,9	71	341	393	490	644
G	355,5	84	429	499	615	792
H	397,1	97	528	620	754	954

Tabella 4: Stima delle portate del Rio Mogoro con effetto di laminazione della diga. (Fonte: PSFF)

2.2 Analisi idraulica

2.2.1 Studio del PSFF

2.2.1.1 Schematizzazione geometrica

Il tratto del Rio Mogoro simulato mediante modellazione idraulica si estende per circa 30 km, dall'attraversamento sulla strada comunale Mogoro-Gonnostramatza sino alla foce in corrispondenza dello stagno di San Giovanni (Figura 3)

Le simulazioni sono state effettuate in moto permanente monodimensionale con l'ausilio del software HEC–RAS della US Army Corps of Engineering

La geometria è stata schematizzata sulla base di 63 sezioni trasversali appositamente rilevate; in corrispondenza di attraversamenti o opere idrauliche trasversali significative le sezioni sono state replicate per una corretta schematizzazione nel modello numerico.

2.2.1.2 Condizioni al contorno

La condizione al contorno di monte è costituita da una condizione sulla portata, per tutte le simulazioni eseguite.

Come condizione al contorno di valle è stato imposto un livello idrico di +1.80 m slm, stimato come effetto combinato di sovralzo di marea astronomica, marea metereologica e del moto ondoso.

2.2.1.3 Coefficienti di scabrezza

Il PSFF effettua una scelta dei parametri di scabrezza sulla base di un criterio per quanto possibile deterministico nella caratterizzazione della singola sezione o porzione di territorio, definendo quindi una metodologia tale da poter essere adottata in modo standardizzato su tutti i corsi d'acqua della Regione Sardegna oggetto del Piano Stralcio Fasce Fluviali. La metodologia definita prevede la suddivisione di ogni sezione trasversale in cinque tratti caratterizzati da scabrezza omogenea: l'alveo attivo, le sponde e le fasce golenali. La definizione della scabrezza per l'alveo attivo è stata basata sulle caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo nei tratti focivi e sulla formulazione proposta dal manuale "Open channel hydraulycs", Ven te Chow nei tratti di monte; la stessa formula empirica è stata applicata alle fasce golenali mentre per le sponde si è messo a punto un metodo di dettaglio basato sui rilievi vegetazionali eseguiti. In base alla presenza-assenza, tipologia e densità di vegetazione sono state definite della classi- tipo sulla base delle quali si sono definiti dei tratti di scabrezza omogenei per ciascuna sezioni trasversale. I valori adottati nel PSFF sono riportati in Tabella 5. Per ulteriori approfondimenti sui coefficienti di scabrezza utilizzati, si rimanda allo studio originale.

Classe		Ks (veg) $m^{1/3}/s$	n (veg) $m^{-1/3}s$
Sporadica	**C1** - Arbustiva	5	0,20
	C2 - Arborea 1	24	0,04
	C3 - Arborea 2	*	*
	C4- Arbustiva&Arborea	17	0,06
	C5- 1/2Arbustiva&1/2Arborea	15	0,07
Rada	**C6** - Arbustiva	4	0,27
	C7 - Arborea 1	18	0,06
	C8- Arborea 2	*	*
	C9- Arbustiva&Arborea	13	0,08
	C10 - 1/2Arbustiva&1/2Arborea	11	0,09
Prevalente	**C11** - Arbustiva	3	0,33
	C12 - Arborea 1	15	0,07
	C13- Arborea 2	*	*
	C14 - Arbustiva&Arborea	11	0,09
	C15 - 1/2Arbustiva&1/2Arborea	9	0,11

Tabella 5: Valori di scabrezza utilizzati nello studio del PSFF (fonte: PSFF)

2.2.1.4 Risultati delle simulazioni

Focalizzando l'attenzione sui risultati ottenuti in corrispondenza del tratto oggetto di intervento nel presente progetto si osserva che il canale è in grado di contenere la portata con tempo di ritorno 2 anni mentre invece esonda per le portate con tempo di ritorno maggiore o uguale a 50 anni (Figura 4).

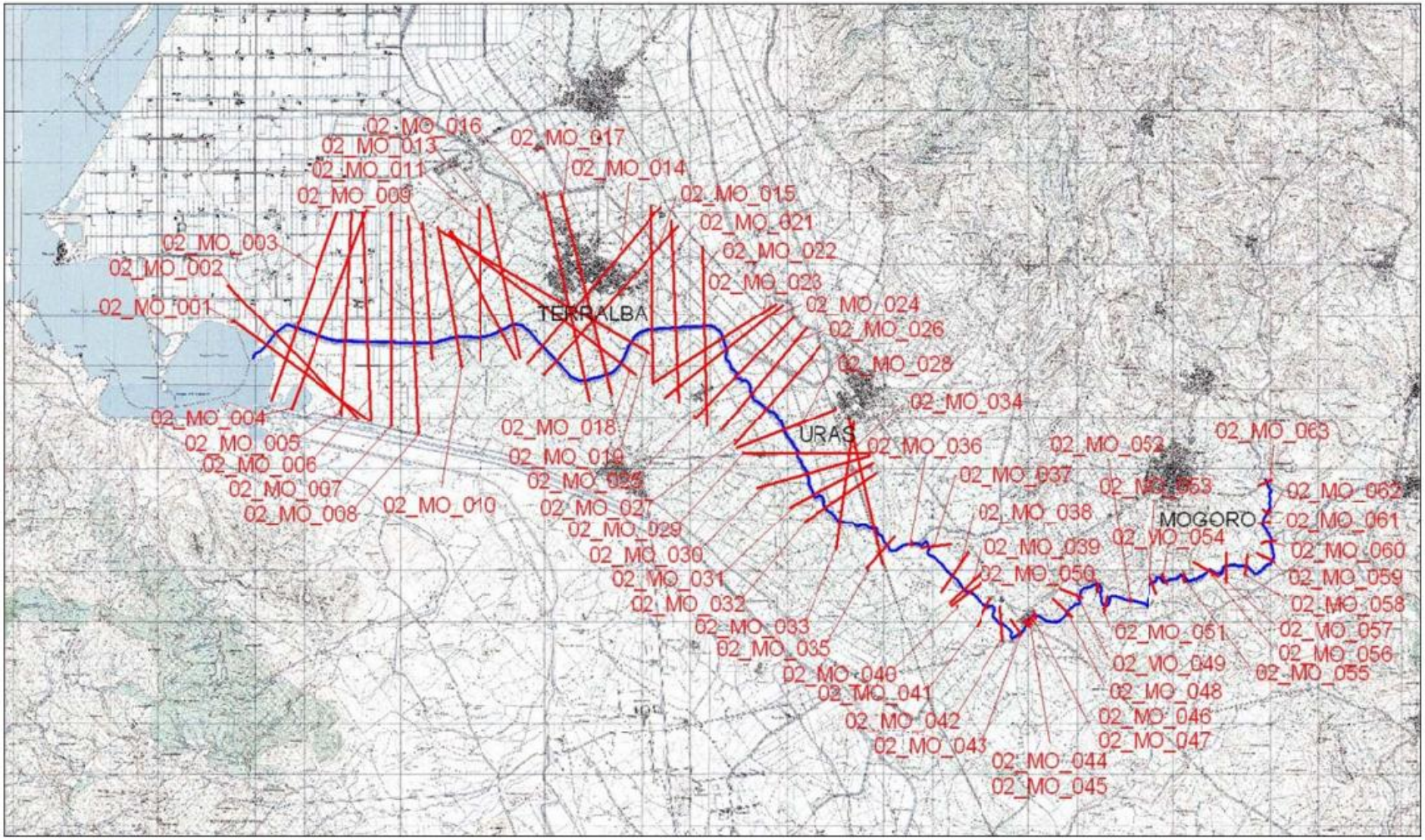


Figura 3: Localizzazione planimetrica del tratto del Rio Mogoro studiato dal PSFF con indicate le sezioni topografiche utilizzate per la modellazione idraulica

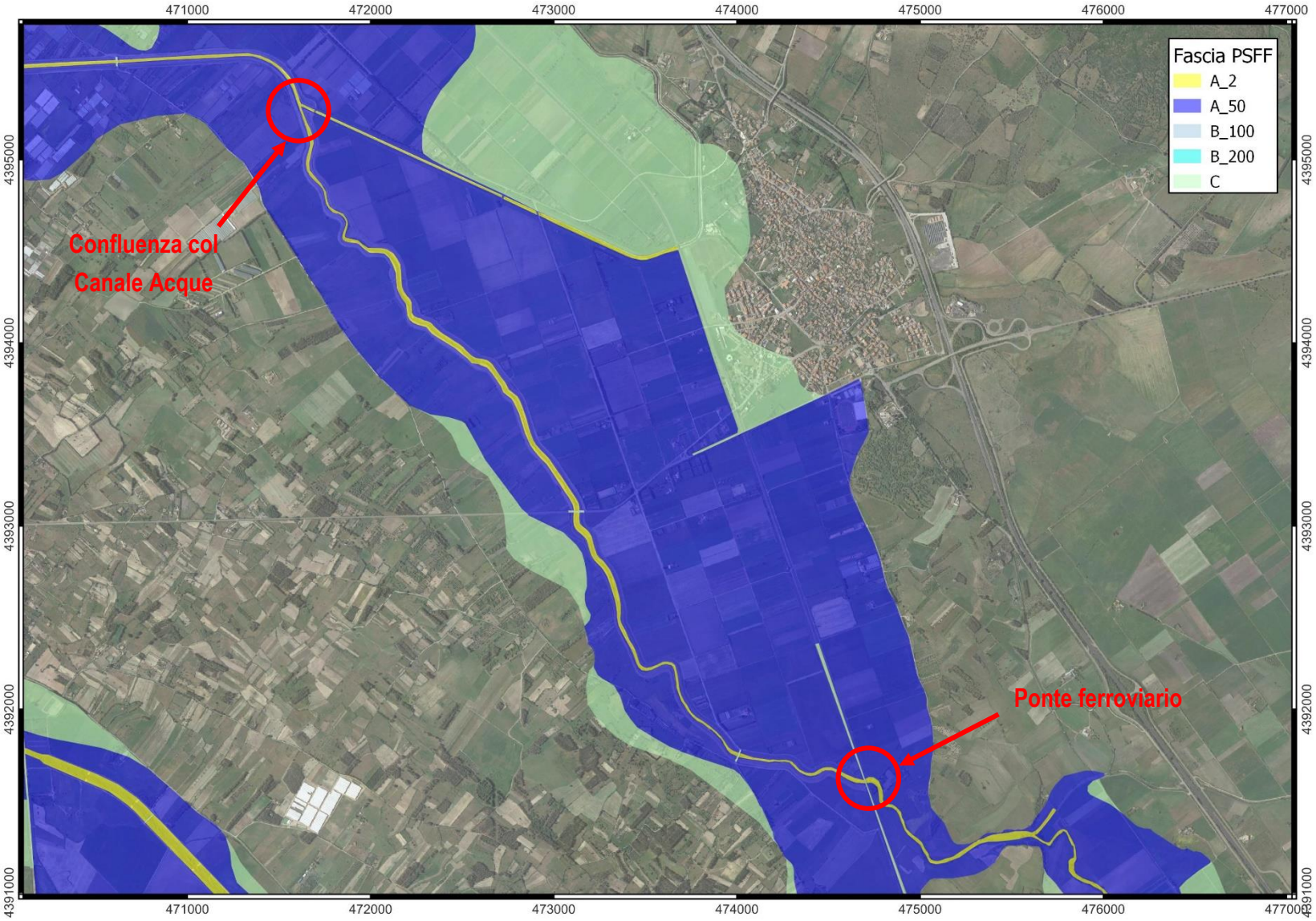


Figura 4: Fasce PSFF

2.2.2 Studio del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) ha studiato il Rio Mogoro nell'ambito dello studio degli scenari di intervento strategico e coordinato. Lo studio aveva la finalità di individuare le azioni strutturali per la mitigazione dei danni di piena, nonché il loro grado di priorità, al fine della riduzione delle conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali.

Nel lavoro del PGRA è stato innanzitutto studiato lo stato di fatto (Scenario Zero), realizzando un nuovo modello monodimensionale del tronco fluviale compreso tra diga di Santa Vittoria e la foce sullo stagno di San Giovanni, schematizzato mediante 126 sezioni. Le simulazioni sono state eseguite per i tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni, utilizzando le medesime portate del PSFF, le stesse condizioni al contorno e gli stessi valori di scabrezza; i risultati ricavati appaiono coerenti con quelli del PSFF. A titolo d'esempio in Figura 5 e Figura 6 sono mostrate le mappe dei battenti idrici ricavate per il tempo di ritorno 200 anni in corrispondenza del tratto di interesse per il presente progetto.

L'analisi dello stato attuale è stata poi approfondita per valutare l'effettiva capacità delle arginature esistenti; dai risultati è emerso che **il tronco intermedio, oggetto del presente intervento, può smaltire una portata di 136 m^3/s, corrispondente al tempo di ritorno 12 anni, con franco 20 cm, ed una portata di 171 m^3/s, corrispondente al Tr 24 anni, con franco annullato** (Tabella 6).

Sono poi stati indagati diversi scenari di intervento e confrontati tra loro mediante analisi costi benefici. Lo scenario che ha fornito il miglior risultato è lo **scenario 4** che prevede i seguenti interventi:

- Demolizione e asportazione delle strutture di attraversamento stradale idraulicamente insufficienti presenti nel tronco intermedio e finale del Rio Mogoro;
- Ricalibrazione con sezione A60/A70/A80 del tronco intermedio del Rio Mogoro (Figura 7-Figura 8);
- Ricostruzione delle opere strutturali di attraversamento stradale sul Rio Mogoro: ponte SS126
- Realizzazione dell'impianto idrovoro a servizio del colatore di destra del rio Mogoro e disconnessione dei canali interni all'abitato di Uras
- Opere straordinarie di manutenzione in capo al consorzio di bonifica dell'oristanese:
- Tronco aggiuntivo del canale della piena millenaria in loc. Santa Suina
- Opere straordinarie di manutenzione in capo al consorzio di bonifica dell'oristanese: canale Terralba, idrovora Terralba, Canale acque alte
- Formazione di un'area di laminazione della piena del Rio Mogoro a monte dell'attraversamento ferroviario (Figura 9-Figura 10)
- Ripristino del franco delle arginature del tronco di valle del Rio Mogoro

L'opera di laminazione permette di ridurre la portata duecentennale nel tratto intermedio del Rio Mogoro a 110 m^3/s; a valle della confluenza col Canale Acque Alte, invece, la somma dei due idrogrammi fornisce una portata al colmo pari a 230 m^3/s.

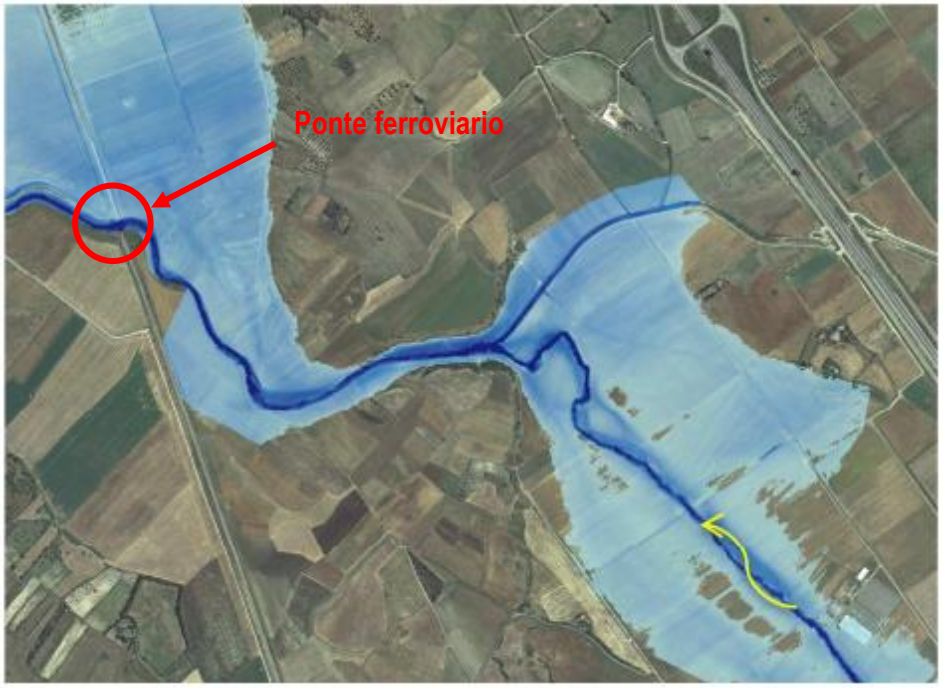


Figura 5: Allagamenti a monte dell'attraversamento ferroviario presso l'immissione del rio Sassu Tr=200 anni. (Fonte: PGRA)

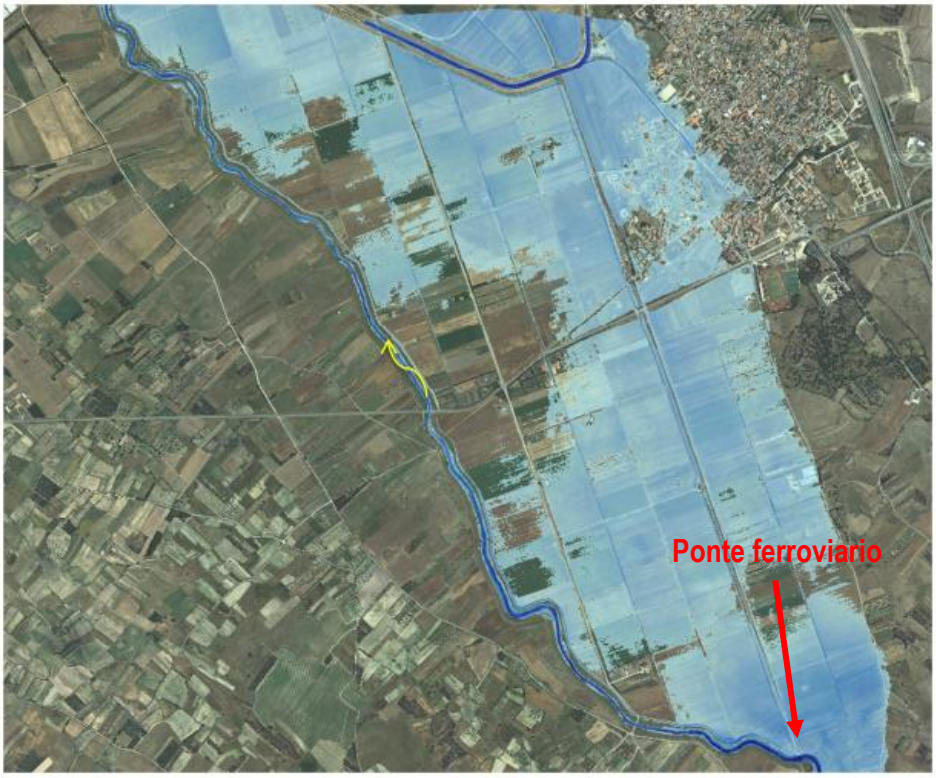


Figura 6: Allagamenti lungo il tronco arginato del rio Mogoro a monte dell'immissione del canale acque alte Tr=200 anni (Fonte: PGRA)

Tronco fluviale	franco 20 cm		franco annullato	
	Q_{amm} (m^3/s)	Tr (anni)	Q_{amm} (m^3/s))	Tr (anni)
Rio Mogoro (tronco superiore)	116	4	146	7
Rio Mogoro (tronco intermedio)	136	12	171	24
Rio Mogoro (diversivo)	172	6	215	10
Canale acque alte	153	50	165	64

Tabella 6: Sintesi sui risultati dell'indagine sulle attuali strutture del rio Mogoro (Fonte: PGRA)

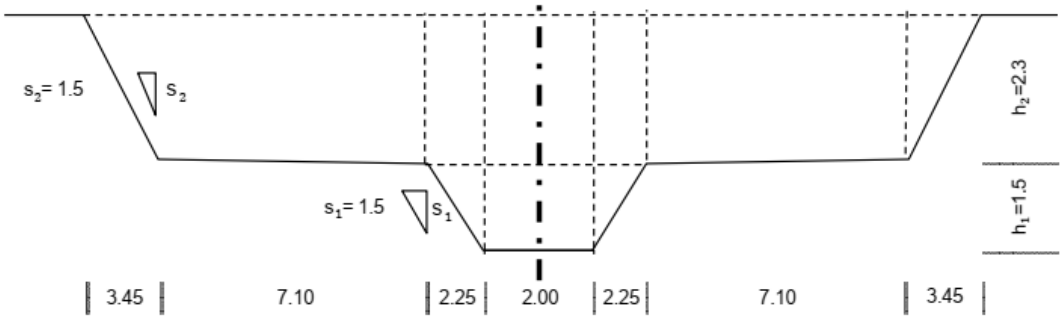


Figura 7: Sezione tipo A60 (Fonte: PGRA)

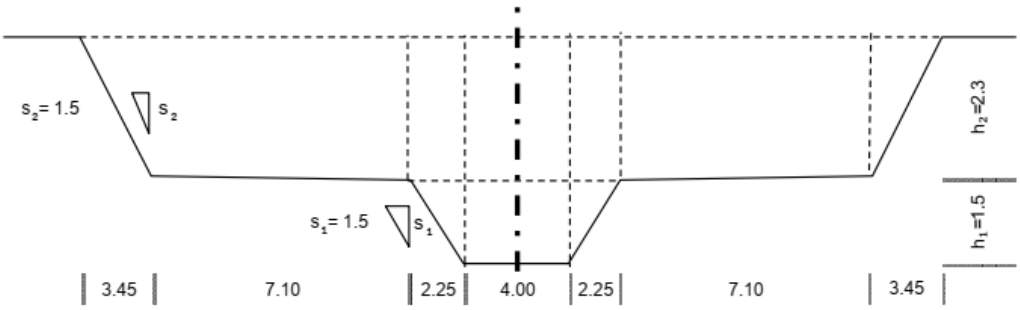


Figura 8: Sezione tipo A70 (Fonte: PGRA)



Figura 9: Indicazione della posizione ipotizzata per lo sbarramento e dell'area di laminazione. (Fonte: PGRA)

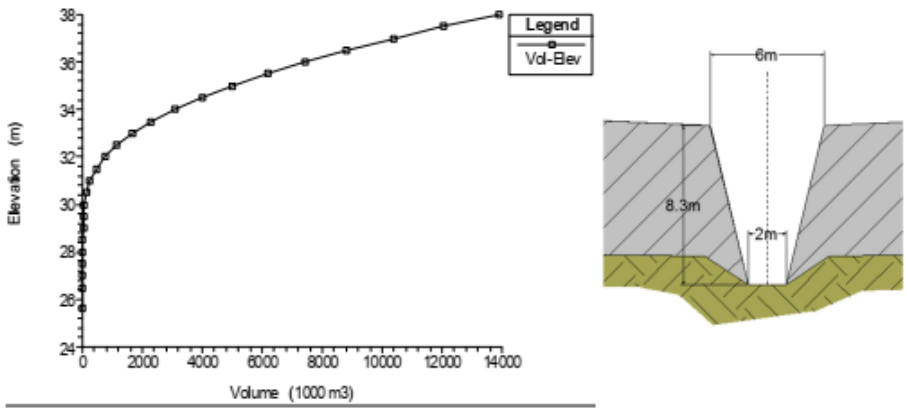


Figura 10: Curva di invaso e sezione tipologica dello sbarramento. (Fonte: PGRA)

2.2.3 Analisi effettuate nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica

Nel progetto di Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l sono state effettuate nuove simulazioni idrauliche, utilizzando le stesse condizioni al contorno e portate del PSFF. Sono state analizzate due configurazioni:

- La configurazione stato di fatto
- La configurazione di progetto generale, con ricalibrazione dell'alveo fluviale e regolarizzazione delle quote di sommità arginale regolarizzate.

Per entrambe le configurazioni le simulazioni sono state effettuate con le portate del PSFF per i tempi di ritorno di 2, 50, 100, 200 e 500 anni e con la portata duecentennale laminata secondo le previsioni dello scenario 4 del PGRA.

Sezione di applicazione	Q(T2) [m³/s]	Q(T50) [m³/s]	Q(T100) [m³/s]	Q(T200) [m³/s]	Q(T500) [m³/s]	Q(T200) Laminata [m³/s]
16574	71	341	393	490	644	110
11327	84	429	499	615	792	110
11100	97	528	620	754	954	230

Tabella 7: Portate di piena utilizzate per la modellazione idraulica nel PFTE (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l)

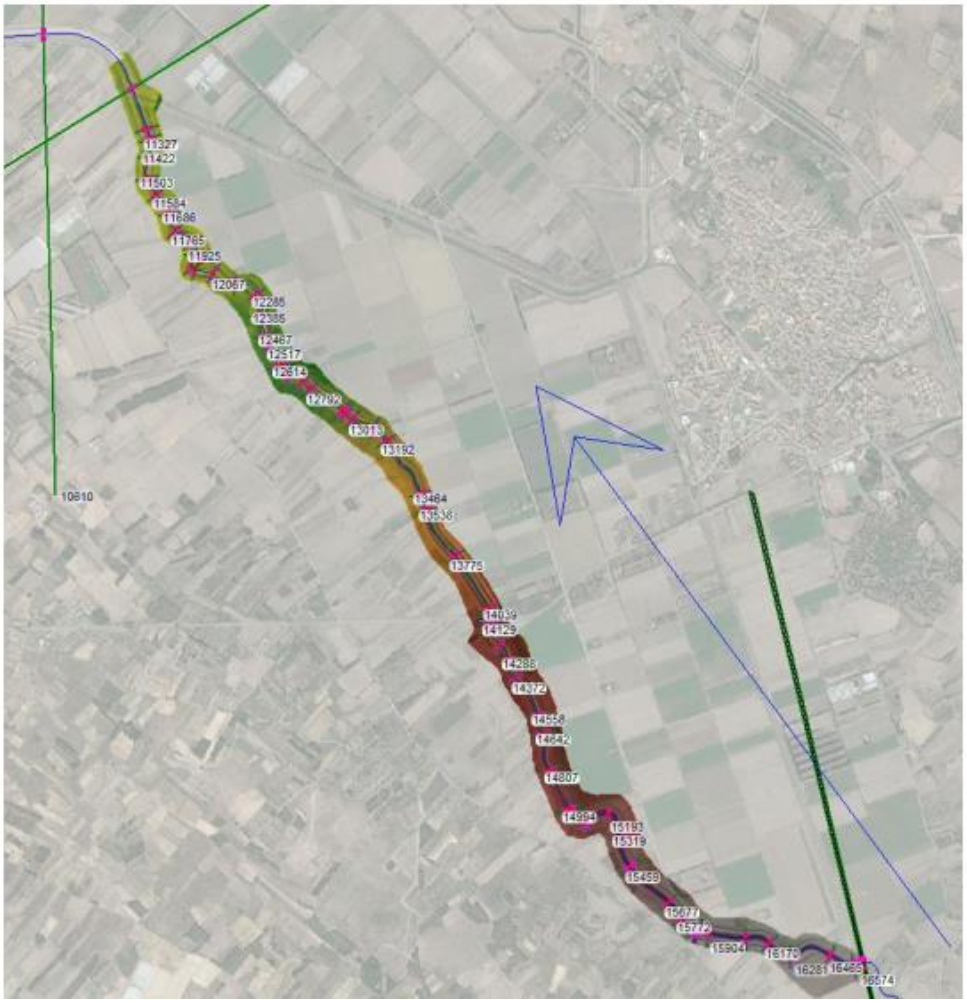


Figura 11: Planimetria sezioni di modellazione utilizzate nel PFTE per il tratto compreso tra il ponte Ferroviario e la confluenza col Canale Acque Alte. (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l)

2.2.3.1 Risultati delle simulazioni

Le simulazioni nella configurazione stato di fatto mostrano risultati coerenti con quelli del PSFF e del PGRA: gli argini vengono sormontati già con la portata cinquantennale (Tabella 8)

Nella simulazione stato attuale con portata duecentennale laminata si osserva una netta riduzione dei livelli idrici e valori del franco idraulico superiori al metro per buona parte del tratto di intervento che diminuiscono proseguendo verso valle; il sormonto si verifica soltanto in poche sezioni in prossimità della confluenza col Canale Acque Alte.

Nelle simulazioni dello stato di progetto i livelli idrici si riducono, a parità di portata, rispetto alla situazione attuale. Tuttavia, gli interventi previsti non sono sufficienti a garantire la sicurezza idraulica degli argini con le portate di piena attuali; anche nella situazione di progetto questi vengono sormontati già per il tempo di ritorno 50 anni (Tabella 9). Il profilo idraulico risulta di tipo subcritico e la velocità media pari a circa 2 m/s.

Nella simulazione con portata duecentennale laminata, invece, risulta garantito un franco idraulico superiore al metro per buona parte dell'estensione dell'intervento e comunque l'argine non risulta sormontato in nessuna sezione. Anche in questo caso il profilo idraulico risulta subcritico mentre la velocità media risulta 2.7 m/s.

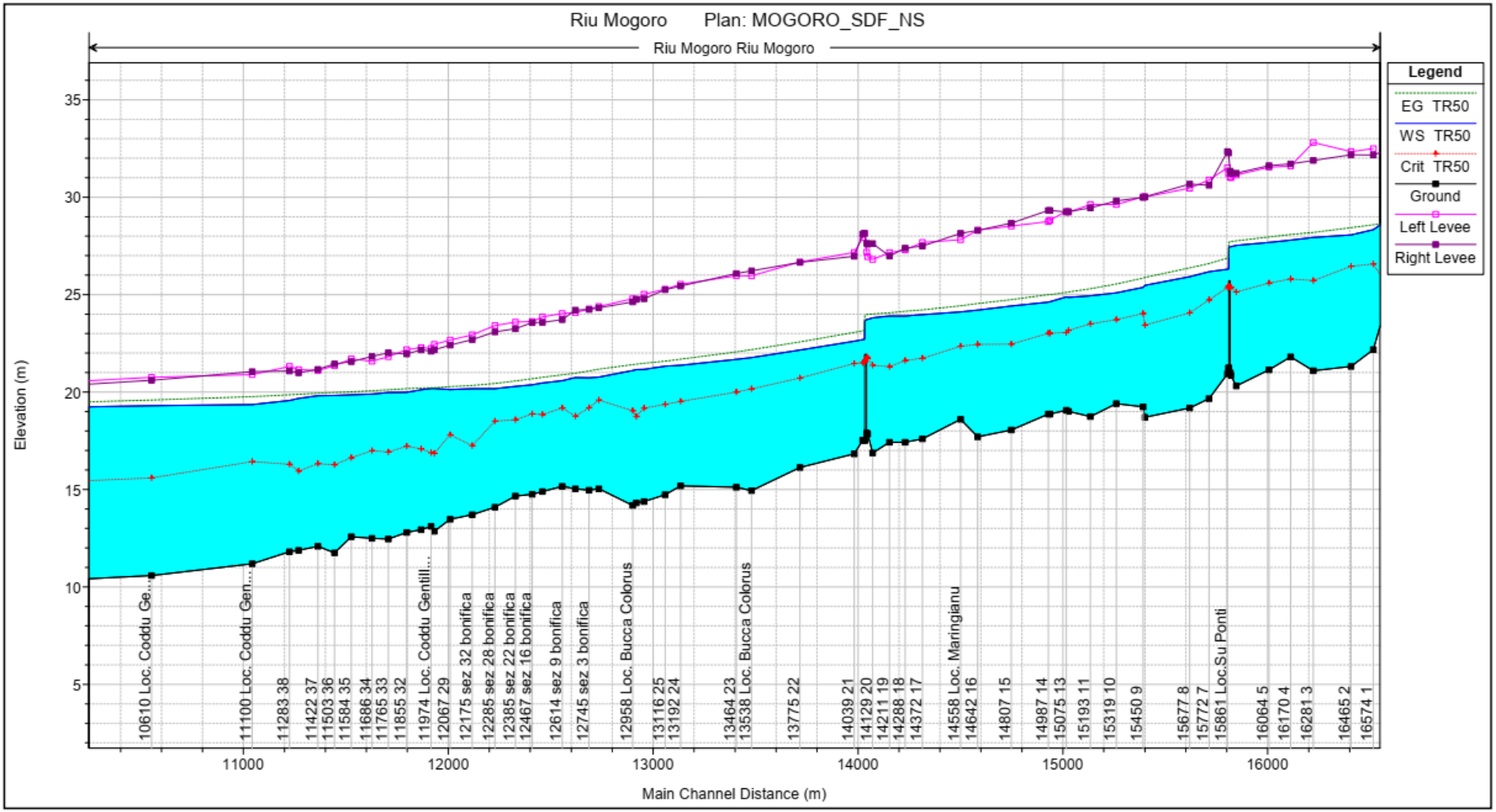


Figura 12 Profilo idraulico configurazione attuale– Portate Tr 50 anni attuali. (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l)

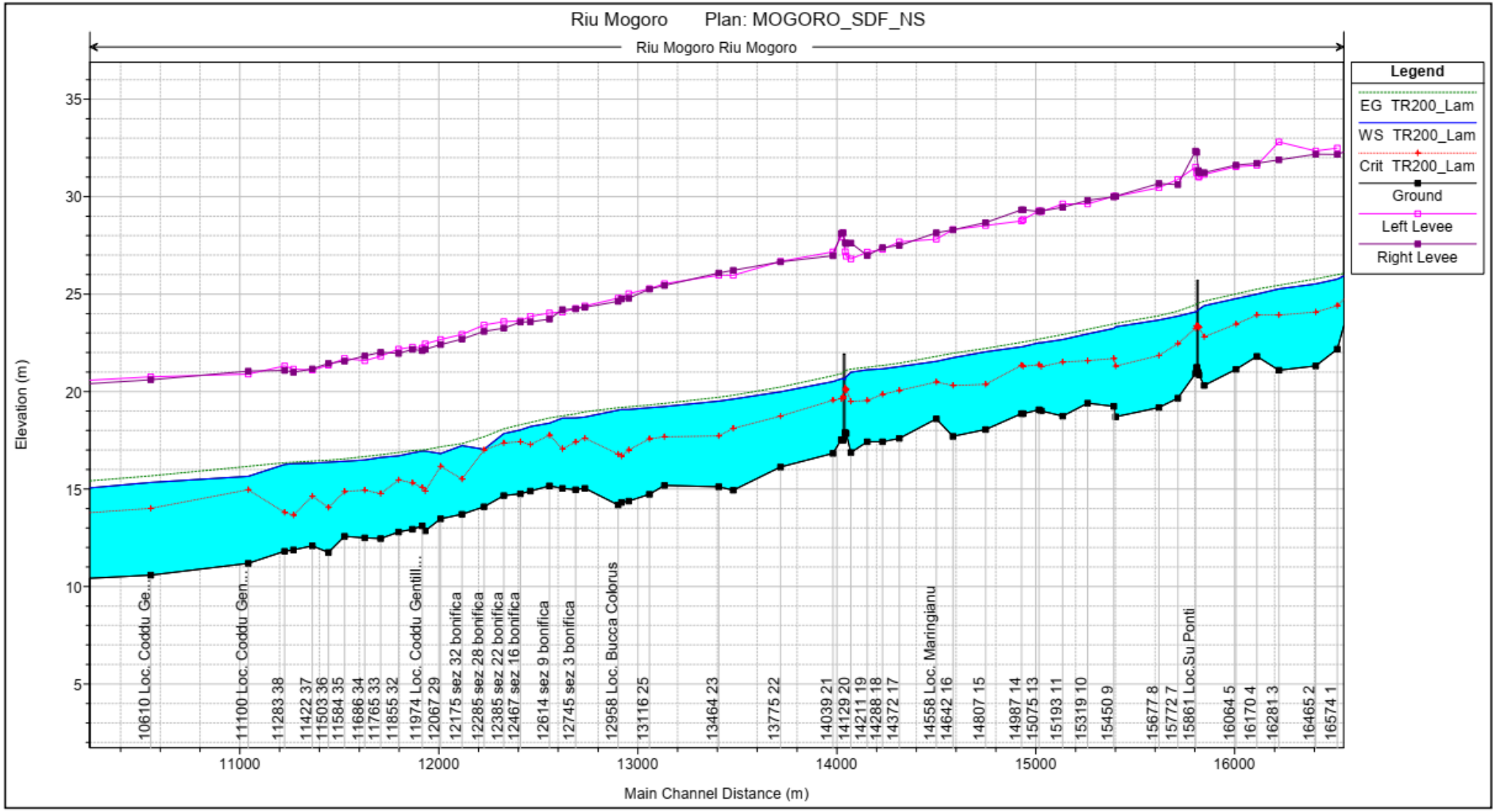


Figura 13 Profilo idraulico configurazione attuale– Portate Tr 200 anni laminate. (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l)

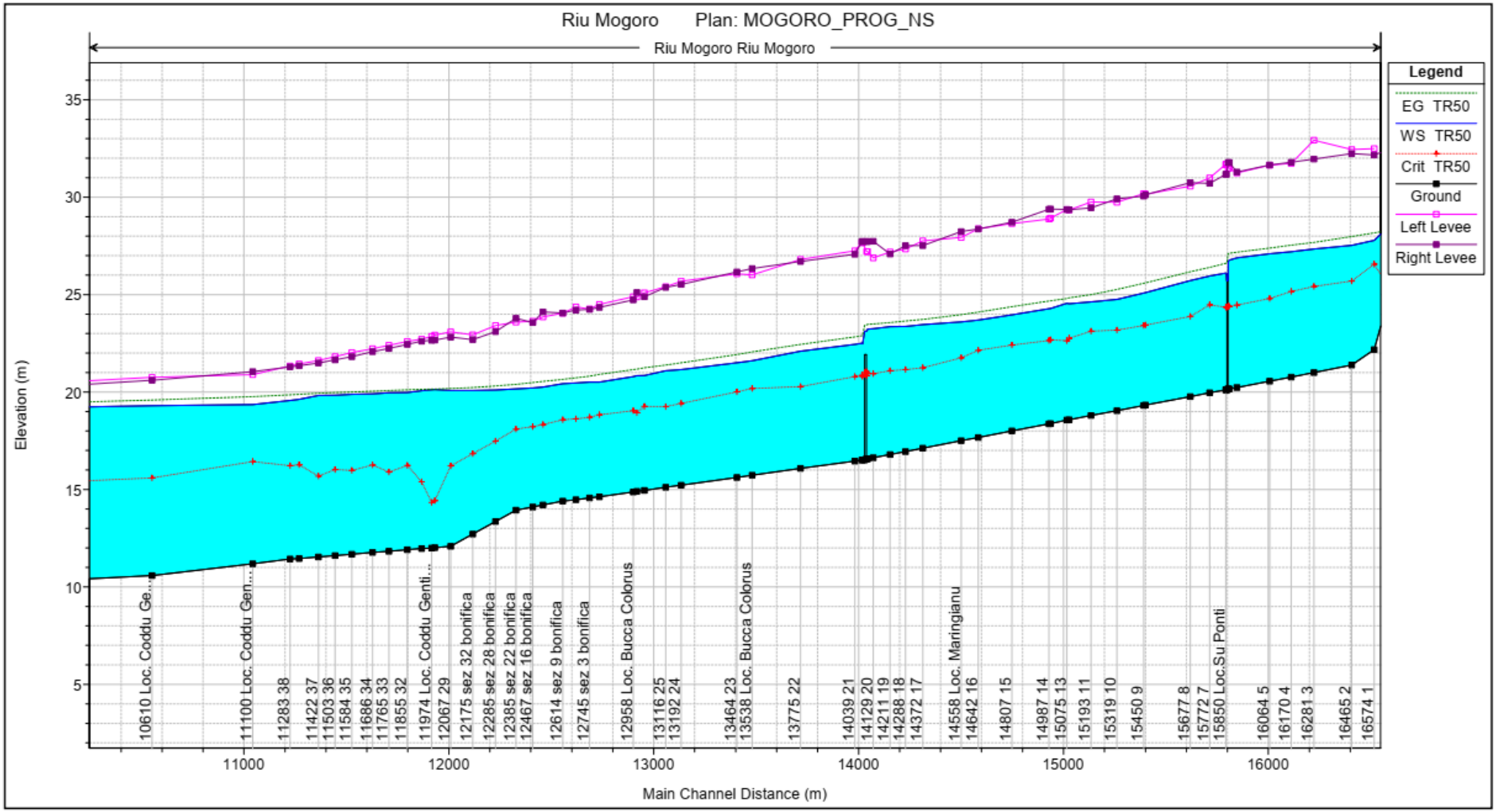


Figura 14 Profilo idraulico configurazione di progetto – Portate Tr 50 anni attuali. (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l)

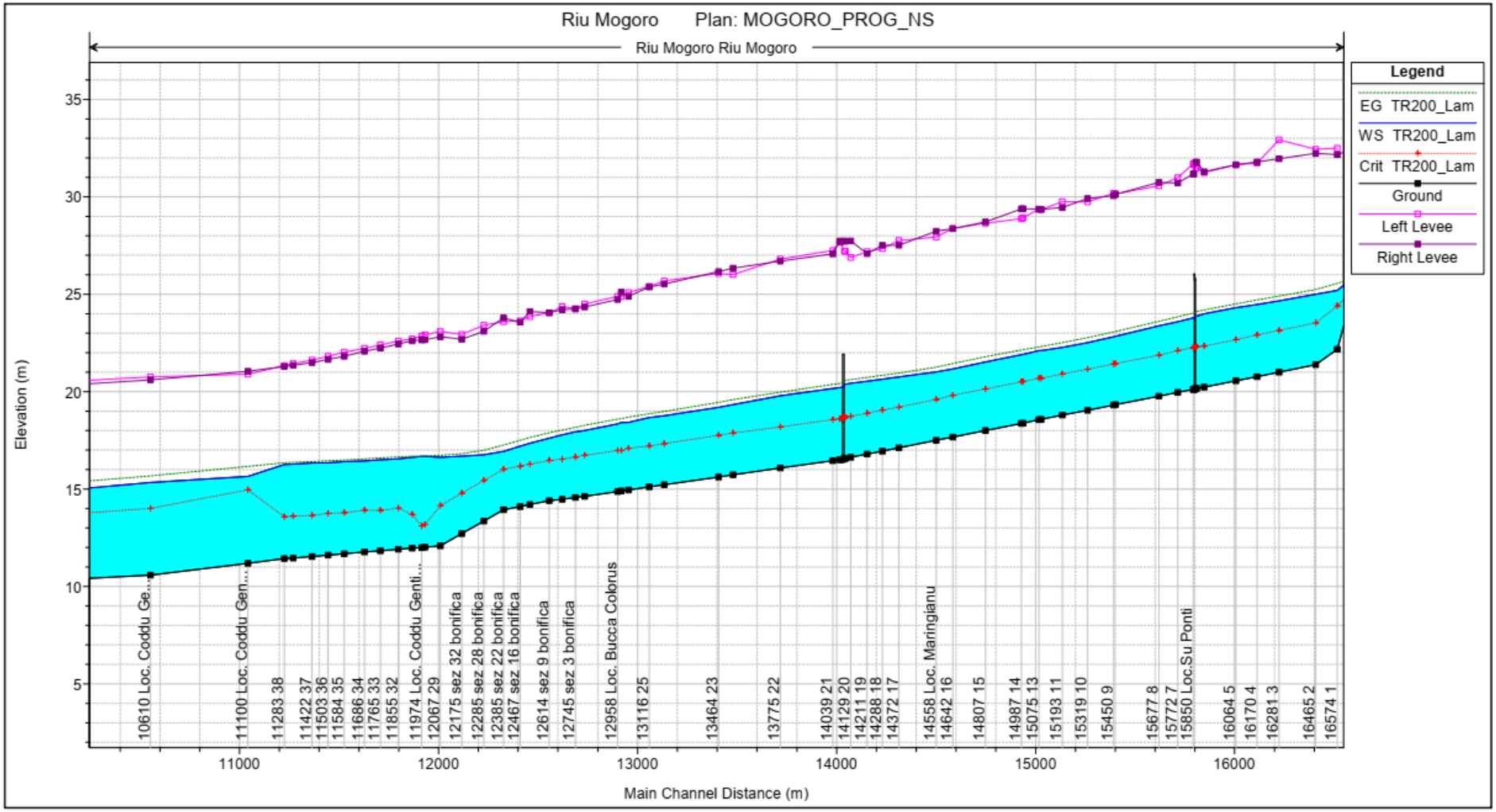


Figura 15 Profilo idraulico configurazione di progetto – Portate Tr 200 anni laminate. (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l)

Sezione HEC-RAS N.	Sezione PSFF N.	Q Argine Sinistro SDF (m slm)	Q Argine Destro SDF (m slm)	SDF – TR=50 anni			SDF – TR= 200 anni laminate		
				Livelli idrici (m slm)	Franco SX (m)	Franco DX (m)	Livelli idrici (m slm)	Franco SX (m)	Franco DX (m)
16574	-	27,49	27,16	28,33	-0,84	-1,17	25,77	1,72	1,39
16465	-	27,34	27,18	28,06	-0,72	-0,88	25,52	1,82	1,66
16281	-	27,81	26,89	27,93	-0,12	-1,04	25,27	2,54	1,62
16170	-	26,60	26,71	27,79	-1,19	-1,08	25,00	1,60	1,71
16064	-	26,54	26,62	27,68	-1,14	-1,06	24,76	1,78	1,86
15904	-	26,14	26,23	27,52	-1,38	-1,29	24,40	1,74	1,83
15878	33.5	26,00	26,23	27,45	-1,45	-1,22	24,21	1,79	2,02
15875	33.4	26,05	26,34	27,44	-1,39	-1,10	24,18	1,87	2,16
15772	-	25,88	25,61	26,17	-0,29	-0,56	23,86	2,02	1,75
15677	-	25,46	25,67	25,92	-0,46	-0,25	23,67	1,79	2,00
15459	32	25,01	25,02	25,48	-0,47	-0,46	23,32	1,69	1,70
15450	-	25,02	24,98	25,37	-0,35	-0,39	23,23	1,79	1,75
15319	-	24,63	24,81	25,09	-0,46	-0,28	22,96	1,67	1,85
15193	-	24,62	24,45	24,94	-0,32	-0,49	22,67	1,95	1,78
15086	-	24,23	24,26	24,85	-0,62	-0,59	22,50	1,73	1,76
15075	-	24,27	24,24	24,88	-0,61	-0,64	22,50	1,77	1,74
14994	31	23,82	24,32	24,63	-0,81	-0,31	22,31	1,51	2,01
14987	-	23,75	24,32	24,62	-0,87	-0,30	22,29	1,46	2,03
14807	-	23,52	23,67	24,42	-0,90	-0,75	22,03	1,49	1,64
14642	-	23,31	23,30	24,21	-0,90	-0,91	21,74	1,57	1,56
14558	30	22,82	23,14	24,11	-1,29	-0,97	21,55	1,27	1,59
14372	-	22,68	22,49	23,97	-1,29	-1,48	21,28	1,40	1,21
14288	-	22,29	22,39	23,90	-1,61	-1,51	21,16	1,13	1,23
14211	-	22,15	21,98	23,90	-1,75	-1,92	21,12	1,03	0,86
14129	-	21,80	22,62	23,81	-2,01	-1,19	20,99	0,81	1,63
14105	29.5	21,94	22,58	23,73	-1,79	-1,15	20,76	1,18	1,82
14100	29.4	22,18	22,63	23,72	-1,54	-1,09	20,74	1,44	1,89
14039	-	22,16	21,97	22,61	-0,45	-0,64	20,51	1,65	1,46
13775	-	21,68	21,65	22,16	-0,48	-0,51	19,99	1,69	1,66
13538	28	20,96	21,22	21,77	-0,81	-0,55	19,61	1,35	1,61
13464	-	20,96	21,08	21,68	-0,72	-0,60	19,51	1,45	1,57
13192	-	20,53	20,44	21,37	-0,84	-0,93	19,23	1,30	1,21
13116	-	20,28	20,25	21,32	-1,04	-1,07	19,17	1,11	1,08

Sezione	Sezione	Q Argine	Q Argine	SDF – TR=50 anni			SDF – TR= 200 anni laminate		
HEC-RAS	PSFF	Sinistro SDF	Destro SDF	Livelli idrici	Franco SX	Franco DX	Livelli idrici	Franco SX	Franco DX
N.	N.	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m)	(m)	(m slm)	(m)	(m)
13013	-	20,02	19,79	21,16	-1,14	-1,37	19,08	0,94	0,71
12976	-	19,76	19,75	21,15	-1,39	-1,40	19,08	0,68	0,67
12958	27	19,79	19,63	21,10	-1,31	-1,47	19,04	0,75	0,59
12792	-	19,39	19,32	20,77	-1,38	-1,45	18,69	0,70	0,63
12745	-	19,26	19,24	20,74	-1,48	-1,50	18,65	0,61	0,59
12679	-	19,08	19,21	20,74	-1,66	-1,53	18,63	0,45	0,58
12614	-	19,03	18,71	20,58	-1,55	-1,87	18,38	0,65	0,33
12517	26	18,86	18,58	20,47	-1,61	-1,89	18,20	0,66	0,38
12467	-	18,62	18,56	20,37	-1,75	-1,81	18,03	0,59	0,53
12385	-	18,59	18,25	20,29	-1,70	-2,04	17,84	0,75	0,41
12285	-	18,41	18,09	20,17	-1,76	-2,08	17,04	1,37	1,05
12175	-	17,93	17,69	20,17	-2,24	-2,48	17,22	0,71	0,47
12067	-	17,67	17,41	20,13	-2,46	-2,72	16,82	0,85	0,59
11990	-	17,45	17,17	20,18	-2,73	-3,01	16,95	0,50	0,22
11974	25	17,24	17,09	20,18	-2,94	-3,09	16,94	0,30	0,15
11925	-	17,28	17,17	20,12	-2,84	-2,95	16,85	0,43	0,32
11855	-	17,18	16,96	19,99	-2,81	-3,03	16,70	0,48	0,26
11765	-	16,82	17,01	19,98	-3,16	-2,97	16,62	0,20	0,39
11686	-	16,58	16,83	19,89	-3,31	-3,06	16,49	0,09	0,34
11584	-	16,70	16,56	19,86	-3,16	-3,30	16,42	0,28	0,14
11503	-	16,35	16,44	19,83	-3,48	-3,39	16,37	-0,02	0,07
11422	-	16,10	16,16	19,81	-3,71	-3,65	16,32	-0,22	-0,16
11327	24	16,15	15,99	19,67	-3,52	-3,68	16,30	-0,15	-0,31
11283	-	16,31	16,08	19,57	-3,26	-3,49	16,26	0,05	-0,18
11100	23	15,89	16,05	19,36	-3,47	-3,31	15,65	0,24	0,40
10610	22	15,76	15,60	19,30	-3,54	-3,70	15,33	0,43	0,27
10027	21.5	15,42	15,23	19,18	-3,76	-3,95	14,80	0,62	0,43
10024	21.4	15,41	15,22	19,18	-3,77	-3,96	14,79	0,62	0,43
10016	21.2	15,40	15,24	18,28	-2,88	-3,04	14,67	0,73	0,57
10010	21.1	15,40	15,23	18,28	-2,88	-3,05	14,66	0,74	0,57
9531	20	14,65	14,89	18,08	-3,43	-3,19	14,19	0,46	0,70

Tabella 8 Sintesi dei risultati delle simulazioni per la configurazione Stato di fatto. Le celle evidenziate in rosso indicano le sezioni in cui si verifica il sormonto arginale, in giallo dove il franco idraulico ha valore compreso tra 0 e 1 m, in verde dove il franco ha valore superiore a 1 m. (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l)

Sezione HEC-RAS N.	Sezione PSFF N.	Q Argine Sinistro PROG (m slm)	Q Argine Destro PROG (m slm)	PROG – TR=50 anni			PROG – TR= 200 anni laminate		
				Livelli idrici (m slm)	Franco SX (m)	Franco DX (m)	Livelli idrici (m slm)	Franco SX (m)	Franco DX (m)
16574	-	27,49	27,16	27,79	-0,30	-0,63	25,20	2,29	1,96
16465	-	27,45	27,24	27,53	-0,08	-0,29	24,99	2,46	2,25
16281	-	27,92	26,95	27,34	0,58	-0,39	24,66	3,26	2,29
16170	-	26,73	26,79	27,20	-0,47	-0,41	24,48	2,25	2,31
16064	-	26,64	26,65	27,09	-0,45	-0,44	24,30	2,34	2,35
15904	-	26,25	26,29	26,89	-0,64	-0,60	24,00	2,25	2,29
15867	33.5	26,49	26,78	26,77	-0,28	0,01	23,88	2,61	2,90
15863	33.4	26,49	26,78	26,70	-0,21	0,08	23,87	2,62	2,91
15772	-	25,99	25,71	25,96	0,03	-0,25	23,59	2,40	2,12
15677	-	25,57	25,74	25,72	-0,15	0,02	23,38	2,19	2,36
15459	32	25,15	25,12	25,11	0,04	0,01	22,84	2,31	2,28
15450	-	25,18	25,05	25,08	0,10	-0,03	22,82	2,36	2,23
15319	-	24,74	24,92	24,76	-0,02	0,16	22,52	2,22	2,40
15193	-	24,75	24,45	24,62	0,13	-0,17	22,26	2,49	2,19
15086	-	24,34	24,36	24,53	-0,19	-0,17	22,11	2,23	2,25
15075	-	24,37	24,37	24,56	-0,19	-0,19	22,11	2,26	2,26
14994	31	23,93	24,39	24,28	-0,35	0,11	21,91	2,02	2,48
14987	-	23,88	24,38	24,27	-0,39	0,11	21,90	1,98	2,48
14807	-	23,64	23,71	23,96	-0,32	-0,25	21,52	2,12	2,19
14642	-	23,38	23,37	23,69	-0,31	-0,32	21,16	2,22	2,21
14558	30	22,93	23,24	23,60	-0,67	-0,36	21,02	1,91	2,22
14372	-	22,76	22,52	23,45	-0,69	-0,93	20,76	2,00	1,76
14288	-	22,34	22,51	23,37	-1,03	-0,86	20,64	1,70	1,87
14211	-	22,19	22,08	23,35	-1,16	-1,27	20,54	1,65	1,54
14129	-	21,89	22,74	23,25	-1,36	-0,51	20,43	1,46	2,31
14102	29.5	22,21	22,72	23,23	-1,02	-0,51	20,38	1,83	2,34
14098	29.4	22,21	22,72	23,12	-0,91	-0,40	20,37	1,84	2,35
14039	-	22,25	22,07	22,45	-0,20	-0,38	20,16	2,09	1,91
13775	-	21,80	21,70	22,09	-0,29	-0,39	19,79	2,01	1,91
13538	28	21,01	21,34	21,60	-0,59	-0,26	19,33	1,68	2,01
13464	-	21,07	21,16	21,50	-0,43	-0,34	19,19	1,88	1,97
13192	-	20,68	20,52	21,15	-0,47	-0,63	18,77	1,91	1,75
13116	-	20,40	20,37	21,10	-0,70	-0,73	18,67	1,73	1,70
13013	-	20,09	19,89	20,85	-0,76	-0,96	18,42	1,67	1,47

Sezione HEC-RAS N.	Sezione PSFF N.	Q Argine Sinistro PROG (m slm)	Q Argine Destro PROG (m slm)	PROG – TR=50 anni			PROG – TR= 200 anni laminate		
				Livelli idrici (m slm)	Franco SX (m)	Franco DX (m)	Livelli idrici (m slm)	Franco SX (m)	Franco DX (m)
12976	-	19,88	20,11	20,83	-0,95	-0,72	18,41	1,47	1,70
12958	27	19,89	19,73	20,79	-0,90	-1,06	18,35	1,54	1,38
12792	-	19,50	19,35	20,51	-1,01	-1,16	18,01	1,49	1,34
12745	-	19,26	19,24	20,51	-1,25	-1,27	17,93	1,33	1,31
12679	-	19,37	19,21	20,46	-1,09	-1,25	17,78	1,59	1,43
12614	-	19,04	19,05	20,43	-1,39	-1,38	17,61	1,43	1,44
12517	26	18,86	19,11	20,25	-1,39	-1,14	17,35	1,51	1,76
12467	-	18,63	18,56	20,21	-1,58	-1,65	17,21	1,42	1,35
12385	-	18,59	18,79	20,17	-1,58	-1,38	16,93	1,66	1,86
12285	-	18,41	18,10	20,10	-1,69	-2,00	16,76	1,65	1,34
12175	-	17,93	17,69	20,08	-2,15	-2,39	16,68	1,25	1,01
12067	-	18,09	17,82	20,08	-1,99	-2,26	16,63	1,46	1,19
11990	-	17,92	17,67	20,12	-2,20	-2,45	16,67	1,25	1,00
11974	25	17,85	17,66	20.12	-2.27	-2.46	16.67	1.18	0.99
11925	-	17,71	17,61	20.07	-2.36	-2.46	16.63	1.08	0.98
11855	-	17,60	17,44	19.97	-2.37	-2.53	16.54	1.06	0.90
11765	-	17,40	17,23	19.96	-2.56	-2.73	16.51	0.89	0.72
11686	-	17,22	17,07	19.90	-2.68	-2.83	16.44	0.78	0.63
11584	-	17,02	16,82	19.88	-2.86	-3.06	16.41	0.61	0.41
11503	-	16,82	16,65	19.84	-3.02	-3.19	16.35	0.47	0.30
11422	-	16,62	16,49	19.83	-3.21	-3.34	16.34	0.28	0.15
11327	24	16,44	16,35	19.63	-3.19	-3.28	16.28	0.16	0.07
11283	-	16,34	16,29	19.57	-3.23	-3.28	16.26	0.08	0.03
11100	23	15,89	16,05	19.36	-3.47	-3.31	15.65	0.24	0.40
10610	22	15,76	15,60	19.30	-3.54	-3.70	15.33	0.43	0.27
10027	21.5	15,42	15,23	19.18	-3.76	-3.95	14.80	0.62	0.43
10024	21.4	15,41	15,22	19.18	-3.77	-3.96	14.79	0.62	0.43
10016	21.2	15,40	15,24	18.28	-2.88	-3.04	14.67	0.73	0.57
10010	21.1	15,40	15,23	18.28	-2.88	-3.05	14.66	0.74	0.57
9531	20	14,65	14,89	18.08	-3.43	-3.19	14.19	0.46	0.70

Tabella 9 Sintesi dei risultati delle simulazioni per la configurazione di progetto. Le celle evidenziate in rosso indicano le sezioni in cui si verifica il sormonto arginale, in giallo dove il franco idraulico ha valore compreso tra 0 e 1 m, in verde dove il franco ha valore superiore a 1 m. (Fonte: PFTE redatto dalla società Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l

3 Analisi controfosso

3.1 Analisi Idrologica

3.1.1 Caratteristiche del bacino idrografico

Il controfosso corre in prossimità dell'argine destro del Rio Mogoro dal ponte ferroviario sino a confluire nel Canale Acque Alte. Il controfosso in oggetto drena una piccola parte dell'area compresa tra l'argine destro del Rio Mogoro, l'argine sinistro del Canale Acque Alte e la ferrovia (Figura 17); la maggior parte di quest'area viene invece drenata da dei canali di dreno che si sviluppano in direzione SE-NW e confluiscono nel controfosso dell'argine sinistro del Canale Acque Alte.

La superficie drenata dal controfosso destro del Rio Mogoro ha un'area di 0.42 km^2, una pendenza media modesta pari a circa 7%. L'asta principale si estende per circa 5.2 km ed ha una pendenza media del 0.14% (Tabella 10).

Area del bacino	**S**	[mq]	419719
Quota massima	**Zmax**	[m]	28
Quota sezione di chiusura	**Zmin**	[m]	13
Quota media del bacino	**Zmedia**	[m]	21
Pendenza media del bacino	**ib**	[-]	6.97%
Lunghezza asta principale	**La**	[m]	5220
Pendenza asta principale	**ia**	[-]	0.14%

Tabella 10: Caratteristiche morfologiche, fisiografiche e altimetriche del bacino drenato dal controfosso destro del Rio Mogoro.

3.1.1.1 Tempo di corrivazione

Per la stima del tempo di corrivazione sono state utilizzate le formule di Pasini, di Ventura e del Soil Conservation Service, che sono adeguate alla valutazione per bacini di piccole dimensioni.

Pasini:

$$T_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{J_m}}$$

Ventura:

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{J_m}}$$

Soil Conservation Service:

$$T_c = 0.00227(1000L)^{0.8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7} i_b^{-0.5}$$

dove

- ***A***: superficie del bacino [Km^2];
- ***L***: lunghezza dell'asta principale [Km];
- H_m: altitudine media del bacino [m];

- H_0: altitudine della sezione finale del bacino [m];
- j_m: pendenza media dell'asta principale del corso d'acqua [-];
- i_b: pendenza media del bacino [-];
- **CN:** curve number [-];

Tra queste si è scelta quella che ha fornito il tempo di corrivazione più piccolo, ovvero quello più cautelativo, che per entrambi i bacini è risultata quella SCS-CN(III).

Nome bacino	SCS (CN-II)		SCS (CN-III)		Pasini		Ventura		Metodo utilizzato
	Ore	Min	Ore	Min	Ore	Min	Ore	Min	
Controfosso dx	3.27	196	2.05	123	4.53	272	2.24	134	SCS (CN-III)

Figura 16: Calcolo del tempo di corrivazione

3.1.1.2 Curve Number

Il Curve Number (CN) è un parametro che definisce la capacità d'infiltrazione del bacino e consente, mediante l'applicazione del metodo SCS-Curve Number, di depurare l'afflusso meteorico lordo cumulato dalle perdite e quindi ricavare l'altezza di precipitazione netta cumulata.

Per il calcolo del CN si è utilizzata la metodologia illustrata nel P.S.F.F., secondo la quale prima si valuta il CN a partire dalla classe di Uso del Suolo, poi lo si corregge con un ΔCN variabile tra -5 e 15 determinato dalla litologia. Per effettuare il calcolo del CN si sono utilizzate la carta di Uso del Suolo del 2008 e la carta geologica della Sardegna 1:25.000 della Regione Sardegna.

Il valore che si calcola in questo modo è il cosiddetto CN(II) ovvero il CN relativo a condizioni medie di umidità del suolo (condizione AMC II). In genere, cautelativamente, si fa riferimento al CN(III) relativo alla condizione di suolo saturo (condizione AMC III), tipica di situazioni in cui siano cadute forti piogge nel periodo antecedente l'evento critico, che si ricava con la relazione seguente

$$CN(III) = \frac{23\ CN(II)}{10 + 0.13\ CN(II)}$$

Sull'intero bacino si ricava un CN(II) medio di 60.1 ed un CN(III) medio pari a 78.3.

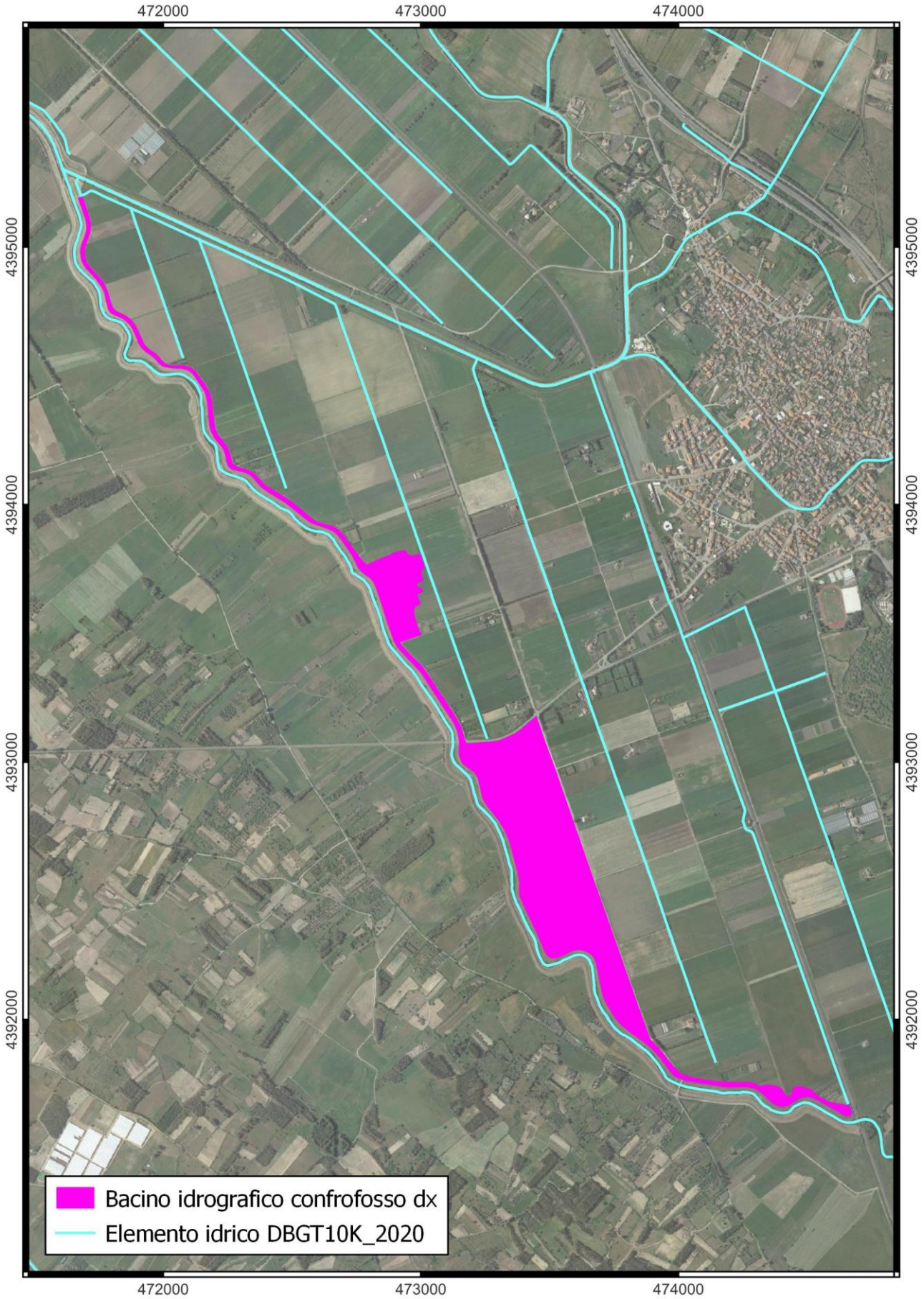


Figura 17: Bacino idrografico drenato dal controfosso destro

3.1.2 Determinazione della portata di piena

Le portate di piena sono state determinate con il Metodo Razionale, ricavando l'altezza di precipitazione critica tramite la curva di possibilità pluviometrica TCEV.

Il Metodo Razionale (o Metodo Cinematico) è basato sull'ipotesi che durante l'evento meteorico, che inizia istantaneamente e ha intensità costante nello spazio e nel tempo, la portata aumenti fino ad un tempo pari al tempo di corrivazione tc, quando tutta l'area del bacino contribuisce al deflusso. La portata al colmo è allora pari al prodotto tra l'intensità di precipitazione (i), di assegnata durata e periodo di ritorno (Tr), il coefficiente di assorbimento (Φ), la superficie del bacino (A), il coefficiente di laminazione ε(t):

$$Q_c = i[\Theta, T_R, r(\Theta, \mathrm{A})]\phi A\varepsilon(\Theta)$$

dove:

i: intensità di precipitazione di assegnata durata d e periodo di ritorno T_R;

Φ: coefficiente di assorbimento,

A: superficie del bacino

ε(Θ): coefficiente di laminazione

Θ: durata critica

r(Θ,A): il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino

Nella formulazione SCS la durata di pioggia critica (Θ) è assunta pari alla somma del tempo di formazione del deflusso superficiale (t_f) e del tempo di corrivazione (t_c):

$$\Theta c = t_f + t_c$$

Il tempo di formazione t_f è ricavato iterativamente con la formula seguente, e successivamente sommato a tc per il calcolo della durata critica:

$$t_f = \frac{I_a}{i(\Theta_c, r)}$$

L'intensità di precipitazione $i[\Theta, T_R, r(\Theta, \mathrm{A})]$ che determina la massima portata di piena (intensità critica) è ottenuta dalla curva di possibilità pluviometrica, che esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione, d, ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno T_R. La determinazione della pioggia lorda è stata condotta con le curve di possibilità pluviometrica TCEV.

L'altezza di pioggia ragguagliata ottenuta calcolata per la durata critica Θ di ogni bacino viene quindi ragguagliata all'area tramite il parametro r, secondo la formulazione utilizzata nel VAPI, che fa riferimento al FloodStudies Report

$$r = 1 - (0{,}0394\, A^{0.354})\, \Theta^{(-0.40+0.0208\, ln(4.6-ln(A)))} \qquad per\ A < 20\ km^2$$

$$r = 1 - (0{,}0394\, A^{0.354})\, \Theta^{(-0.40+0.003832\, (4.6-\ln(\mathrm{A})))} \qquad per\ A > 20\ km^2$$

dove:

Θ è la durata critica della precipitazione;

A è la superficie del bacino espressa in km^2.

L'altezza di pioggia netta, ovvero la quota parte della precipitazione totale (lorda) al netto delle perdite di bacino dovute all'infiltrazione nei suoli, alla intercezione fogliare delle piante e agli accumuli d'acqua nelle piccole depressioni, può essere calcolata con il metodo SCS-Curve Number, in cui

$$h_N = \frac{(h_r(\theta) - 0.2S)^2}{h_r(\theta) - 0.8S}$$

dove

h_r = precipitazione meteorica ragguagliata (mm);

S = massima capacità di assorbimento del bacino per infiltrazione (mm).

Il valore S si ricava dall'equazione:

$$S = 254\left(\frac{100}{CN} - 1\right)$$

in cui il valore del CN è valutato come indicato precedentemente.

Il coefficiente di laminazione, ε(t), deve essere opportunamente valutato a seconda dell'estensione e delle caratteristiche topografiche del bacino idrografico sotteso facendo riferimento ai ben noti modelli concettuali della corrivazione e dell'invaso. Nell'analisi effettuata è stato posto pari a 1.

Nella Tabella 11 sono indicate le portate ricavate per i tempi di ritorno 50, 100, 200 e 500 anni.

	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
Q (m³/s)	1.00	1.30	1.63	2.10

Tabella 11: Portate di piena stimate per i tempi di ritorno 50, 100, 200 e 500 anni.

3.1.2.1 Curva di possibilità pluviometrica della distribuzione TCEV

La curva di possibilità pluviometrica della distribuzione TCEV utilizzata è la seguente:

$$h_T(\tau) = \mu(\tau)K_T(\tau) = (a_1 a_2)\tau^{n_1+n_2}$$

con la pioggia indice di durata τ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ) espressa come funzione della stessa durata e della pioggia indice giornaliera:

$$\mu(\tau) = a_1\tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera $\mu(g)$

$$a_1 = \mu(g)\ /(0{,}886 \cdot 24^{n_1}\ )$$

$$n_1\ =\ -0{,}493\ +\ 0{,}476\ Log_{10}\mu(g)$$

L'altezza di pioggia $h_T(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita:

$$K_T(\tau) = a_2\tau^{n_2}$$

a_2 e n_2 si ricavano, per tempi di ritorno superiori ai 10 anni, con le relazioni riportate di seguito. La sottozona omogenea e la pioggia indice giornaliera $\mu(g)$ vengono individuate sulla base delle carte riportate in Figura 18. I bacini oggetto di studio sono appartenenti alla sottozona SZO 2 e la pioggia indice risulta pari a 55 mm.

SZO 1

$a_2 = 0{,}46378 + 1{,}0386 Log_{10} T$

$n_2 = -0{,}18449 + 0{,}23032\ Log_{10} T - 3{,}3330 \cdot 10^{-2} (Log_{10} T)^2$ per $\tau \leq 1\ ora$

$n_2 = -1{,}0563 \cdot 10^{-2} - 7{,}9034 \cdot 10^{-3} Log_{10} T$ per $\tau \geq 1\ ora$

SZO 2

$a_2 = 0{,}44182 + 1{,}0817\ Log_{10} T$

$n_2 = -0{,}18676 + 0{,}24310\ Log_{10} T - 3{,}5453 \cdot 10^{-2} (Log_{10} T)^2$ per $\tau \leq 1\ ora$

$n_2 = -5{,}6593 \cdot 10^{-3} - 4{,}0872 \cdot 10^{-3} Log_{10} T$ per $\tau \geq 1\ ora$

SZO 3

$a_2 = 0{,}41273 + 1{,}1370\ Log_{10} T$

$n_2 = -0{,}19055 + 0{,}25937\ Log_{10} T - 3{,}8160 \cdot 10^{-2} (Log_{10} T)^2$ per $\tau \leq 1\ ora$

$n_2 = 1{,}5878 \cdot 10^{-2} - 7{,}6250 \cdot 10^{-3} Log_{10} T$ per $\tau \geq 1\ ora$

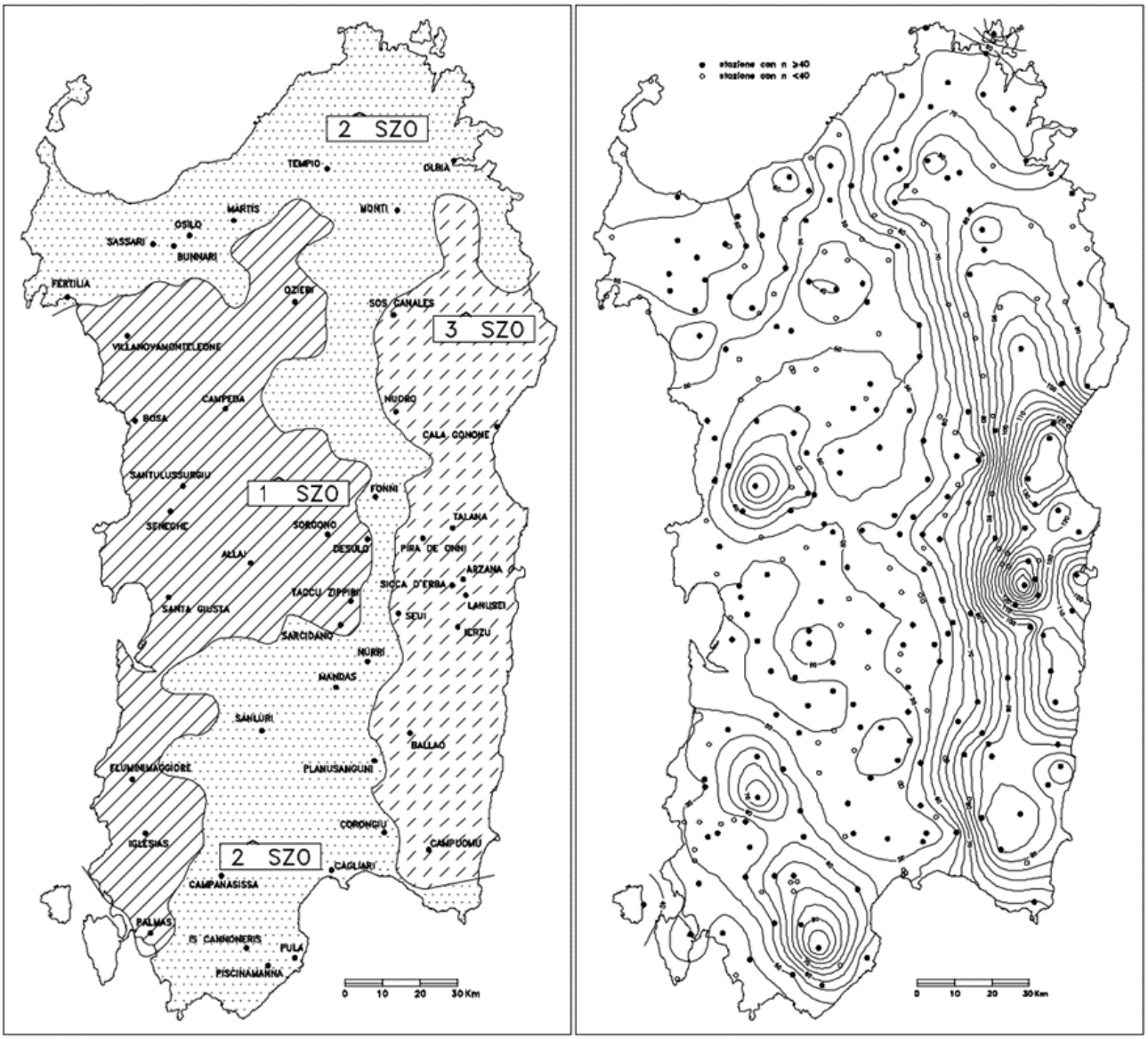


Figura 18: Sotto zone omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna (a sinistra) e distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia indice giornaliera in Sardegna (a destra).

3.2 Analisi idraulica

3.2.1 Descrizione e predisposizione dei modelli idraulici

Le verifiche idrauliche sono state eseguite con modello monodimensionale del software HEC–RAS della US Army Corps of Engineering Center (versione 6.3.1) in modalità moto permanente (*steady flow*).

Il programma ricava il profilo idraulico attraverso l'integrazione delle equazioni di conservazione dell'energia della corrente tra due sezioni di calcolo consecutive. Le perdite di energie considerate tra le due sezioni sono quelle dovute alla resistenza dell'alveo e alle variazioni di sezione. La sezione viene suddivisa in porzioni a differente scabrezza e per ognuna viene calcolato il valore della portata. La portata in ogni sezione è ottenuta come somma di questi contributi. In ogni sezione l'altezza cinetica media della corrente è valutata come media pesata dell'altezza cinetica di ogni porzione in cui si è divisa la singola sezione trasversale assumendo come peso la portata che transita in ognuna delle suddette porzioni. Le perdite di energia continue dovute alla resistenza dell'alveo sono valutate secondo la formula di Manning. Le perdite di carico dovute alle variazioni di sezioni sono invece valutate secondo l'usuale formula della perdita di carico concentrata, funzione del quadrato delle velocità a monte e a valle della variazione di sezione.

3.2.1.1 Dati geometrici di ingresso al modello

Il software della HEC necessita, per effettuare la simulazione idraulica, di un modello geometrico che ben rappresenti l'andamento plano – altimetrico dell'alveo.

Le sezioni di modellazione sono state disposte a intervalli relativamente brevi lungo il corso d'acqua e raffittite in corrispondenza delle strutture idrauliche (Figura 19). Le sezioni di modellazione sono state ricavate dai rilievi topografici forniti dal RUP, integrati con il DTM 1x1 della Regione Sardegna.

3.2.1.2 Coefficienti di scabrezza

I valori di scabrezza di Manning inseriti nel modello di HEC-RAS sono stati determinati sulla base delle caratteristiche dell'alveo e del territorio circostante. In particolare, si è considerato l'uso del territorio così come determinato dalle ortofoto più recenti a disposizione, dalla carta di uso del suolo e dai sopralluoghi effettuati. La loro determinazione ha fatto riferimento ai testi "La valutazione dei bacini idrografici" di V. Ferro[1] e."Open channel hydraulics" di T.V. Chow[2]. Si sono considerai i seguenti valori:

- Alveo fluviale regolamentato 0.035
- Aree esterne all'alveo 0.035

3.2.1.3 Modellazione dei ponti

Le infrastrutture rilevate che interferiscono sul naturale deflusso del corso d'acqua sono i ponti dislocati lungo il tracciato per cui si riporta in breve l'approccio usato dal software HEC-RAS per la modellazione di tali strutture.

Il programma valuta la perdita di energia dovuta alla presenza della struttura suddividendola in tre parti distinte: la prima parte individua la perdita che si verifica nel tratto subito a valle della struttura, in cui si manifesta un'espansione del

[1] V. Ferro, *La sistemazione dei bacini idrografici,* McGraw-Hill, Milano, 2002

[2] T.V. Chow O*pen channel hydraulics,* McGraw-Hill Book Company, New York, 1959

flusso; la seconda parte rappresenta la perdita inerente alla struttura stessa e infine la terza individua la perdita di energia nel tratto subito a monte della struttura con contrazione del flusso dovuta al passaggio attraverso l'apertura.

La descrizione di un ponte avviene attraverso la definizione di quattro sezioni idrauliche due immediatamente a monte e valle dell'opera e due sufficientemente lontane poste a distanza tale che la corrente a monte e a valle risulti mediamente stabilizzata. La descrizione del ponte prevede la definizione geometrica di spalle, pile ed impalcato.

Le due sezioni immediatamente a monte e valle del ponte servono a definire le porzioni di sezione in cui effettivamente avviene il moto, individuando in modo complementare le aree in cui non si ha un moto effettivo della corrente. Queste zone sono quelle delle pile e delle spalle quando queste ultime intersecano la sezione trasversale dell'alveo.

La definizione dell'altezza a monte e valle dell'ostruzione rappresentata dal ponte avviene attraverso l'impiego di approcci differenti a seconda che si tratti di correnti che non superano l'estradosso del ponte ovvero stramazzino da esso. Per le situazioni del primo tipo tali approcci consistono genericamente nell'integrazione della equazione di bilancio dell'energia totale della corrente o nell'integrazione della equazione di bilancio della spinta totale della corrente o nell'applicazione di formulazioni empiriche. Nell'altro caso il modello opera attraverso l'integrazione dell'equazione di bilancio dell'energia totale della corrente o scomposizione della corrente in pressione e di quella stramazzante e ricerca delle altezze congruenti con il fenomeno per via iterativa.

In tutti gli approcci ed in particolare nell'impiego della formulazione empirica il modello richiede che idonea attenzione debba essere posta nella valutazione dei coefficienti empirici che definiscono la natura dell'opera e l'effetto di questa sulla corrente che la attraversa.

3.2.1.4 Condizioni al contorno e portate

La simulazione è stata effettuata per il tempo di ritorno 50 anni imputando la portata ricavata nel §3.1.2 pari a 1 m^3/s.

Come condizioni al contorno a monte e a vale è stata imputata la condizione di moto uniforme.

3.2.2 Verifica dei cavalcafosso

Per ciascun attraversamento la verifica è stata effettuata nelle quattro sezioni di modellazione, quella di monte, le due sezioni interne e la sezione di valle; come si può vedere nelle tabelle che seguono (Tabella 12÷Tabella 19) la sezione di monte risulta quella più sfavorita per la verifica con un franco di circa 30÷35 cm ed un grado di riempimento del 70% mentre le sezioni interne e quella di valle garantiscono un franco di circa 50 cm con un grado di riempimento circa pari al 60%.

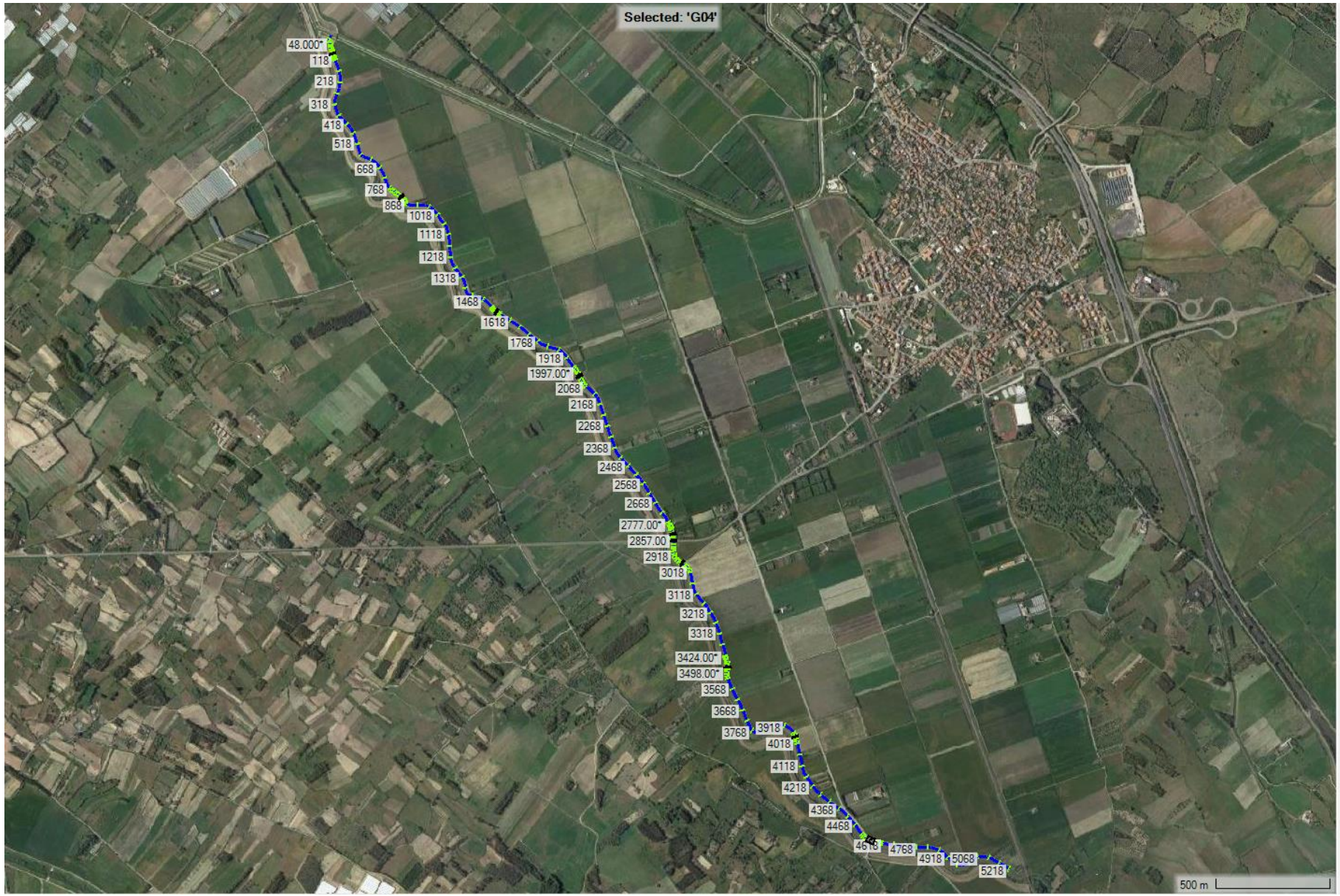


Figura 19: Rappresentazione del controfosso all'interno del modello idraulico HEC-RAS



Figura 20: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A3

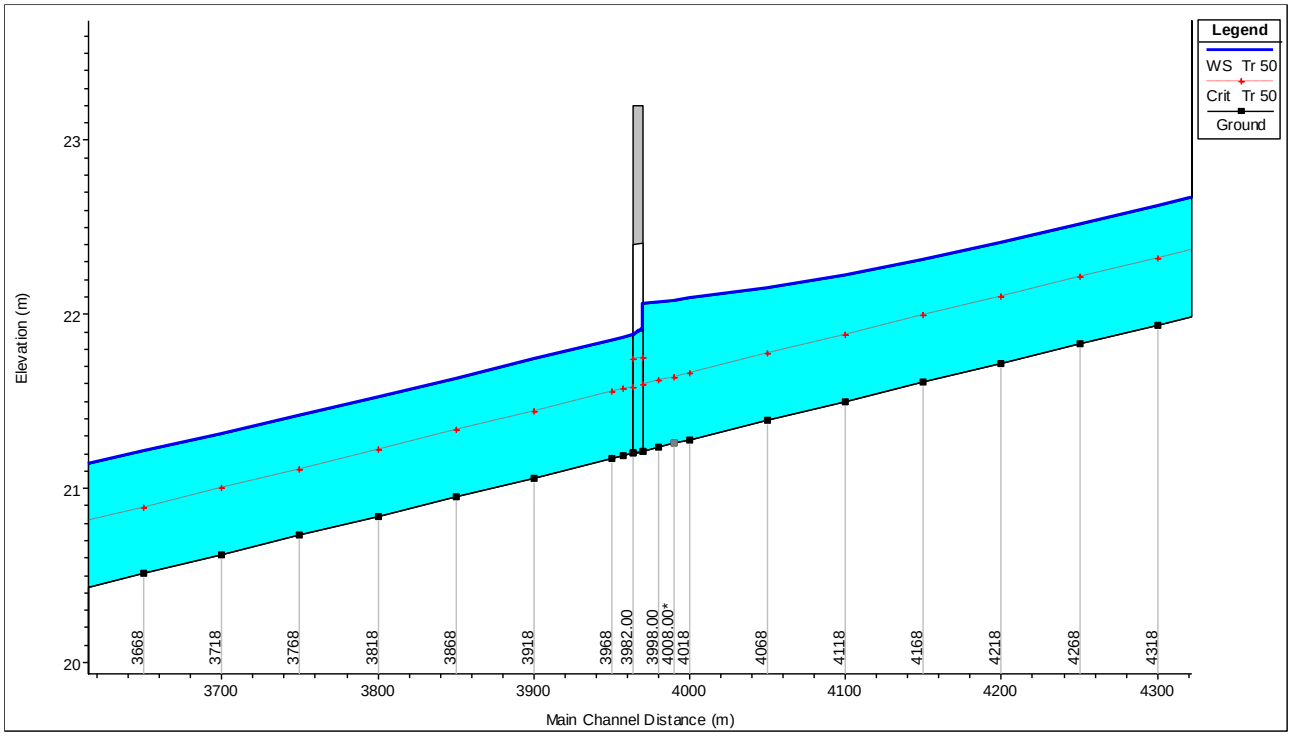


Figura 21: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A3

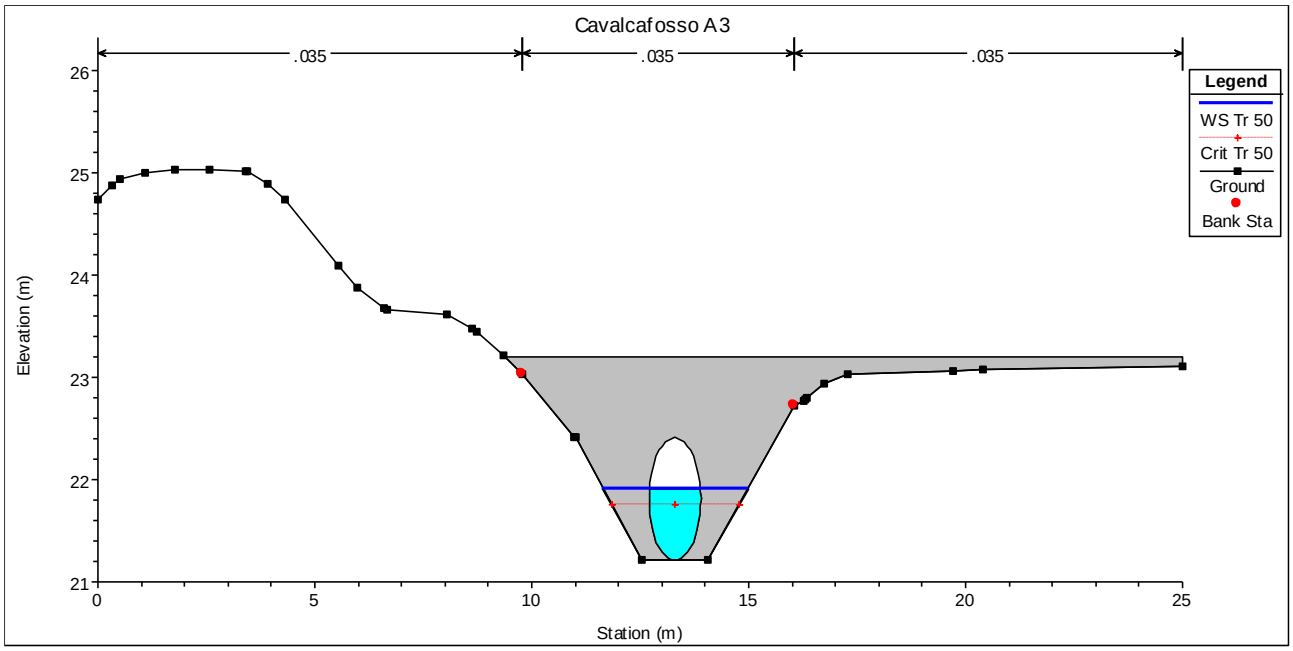


Figura 22: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A3

Sezione		**3988**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**3982**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	21.21	21.21	21.20	21.20
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	22.41	22.41	22.40	22.40
Quota del pelo libero	[m slm]	22.06	21.91	21.88	21.88
Profondità corrente h	[m]	0.85	0.70	0.68	0.68
Grado riempimento	[%]	71%	58%	57%	57%
Franco idraulico canale	[m]	0.35	0.50	0.52	0.52
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 12: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A3



Figura 23: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A4

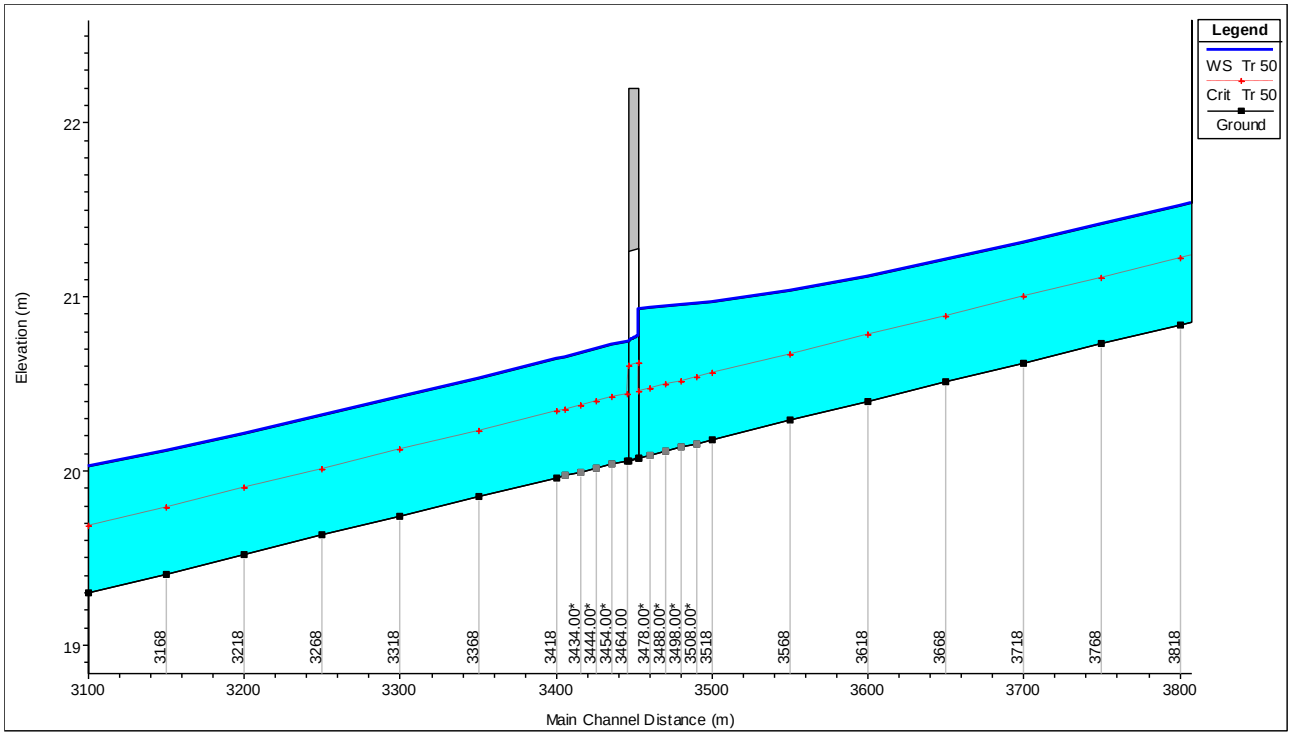


Figura 24: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A4

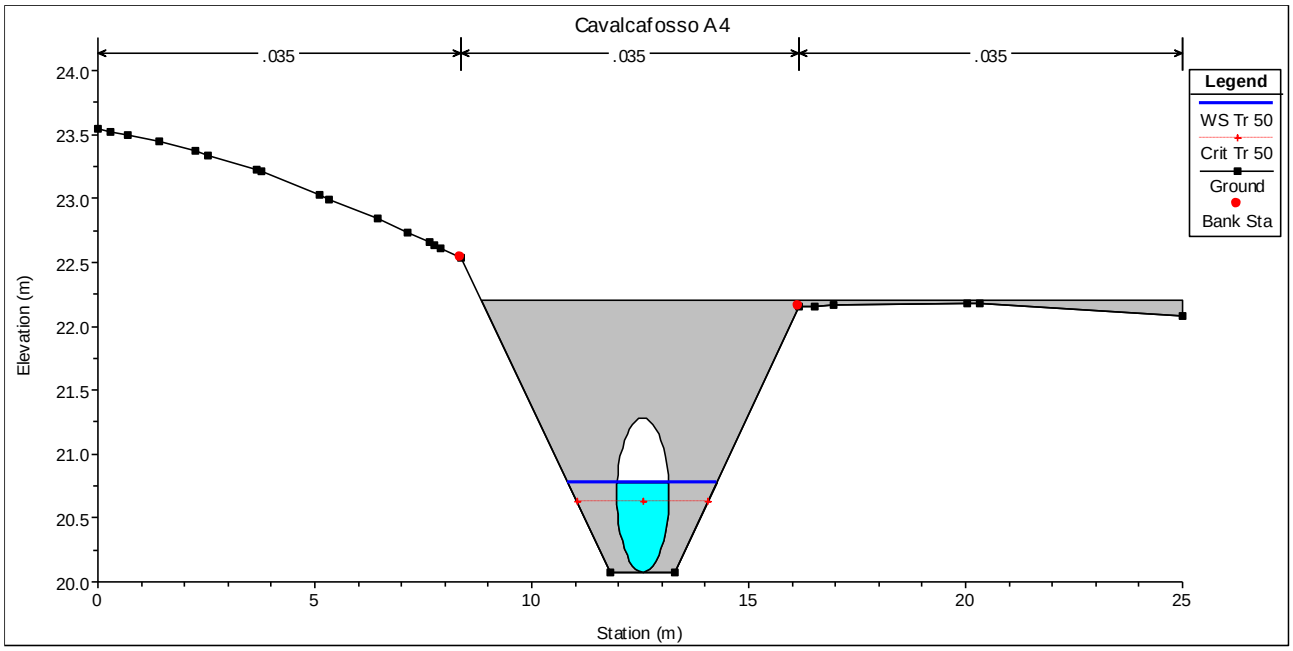


Figura 25: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A4

Sezione		**3471**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**3464**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	20.08	20.08	20.06	20.06
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	21.28	21.28	21.26	21.26
Quota del pelo libero	[m slm]	20.93	20.77	20.74	20.74
Profondità corrente h	[m]	0.85	0.69	0.68	0.68
Grado riempimento	[%]	71%	58%	57%	57%
Franco idraulico canale	[m]	0.35	0.51	0.52	0.52
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 13: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A4



Figura 26: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A5

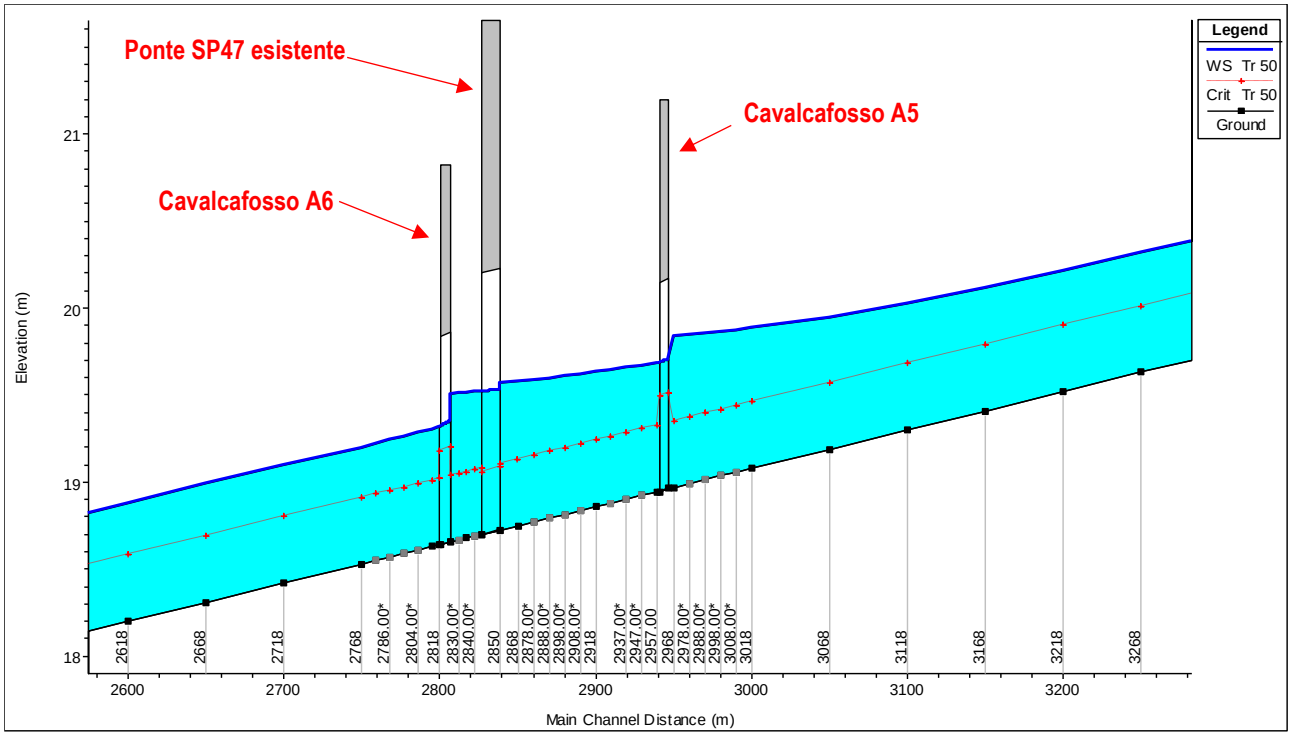


Figura 27: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A5

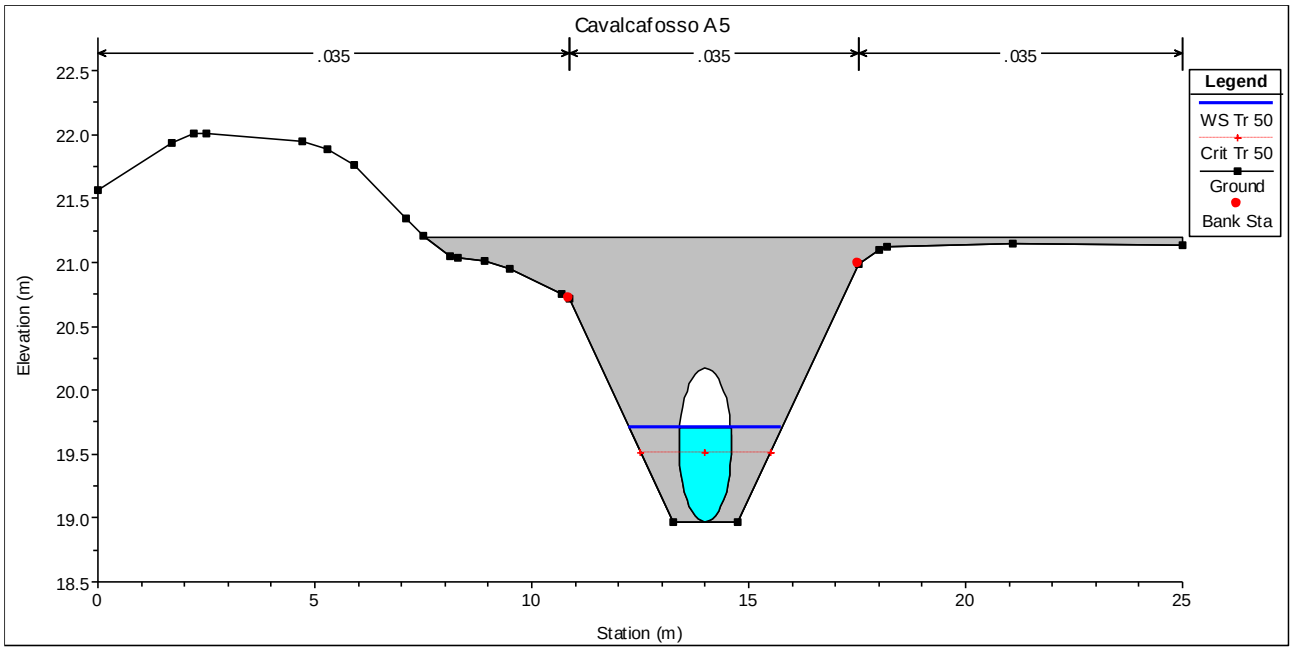


Figura 28: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A5

Sezione		**2968**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**2957**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	18.97	18.97	18.95	18.95
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	20.17	20.17	20.15	20.15
Quota del pelo libero	[m slm]	19.84	19.70	19.69	19.69
Profondità corrente h	[m]	0.87	0.73	0.74	0.74
Grado riempimento	[%]	73%	61%	62%	62%
Franco idraulico canale	[m]	0.33	0.47	0.46	0.46
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 14: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A5

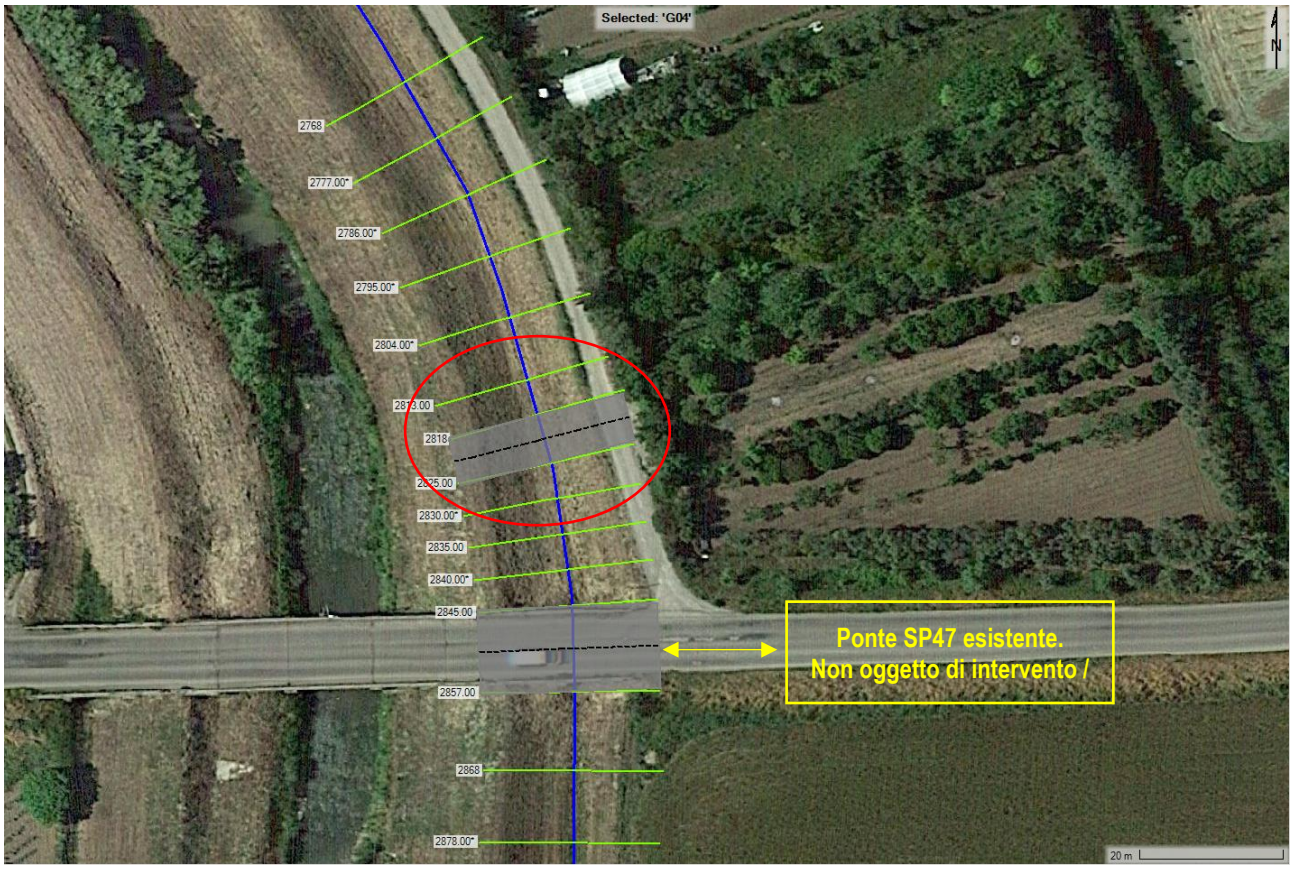


Figura 29: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A6

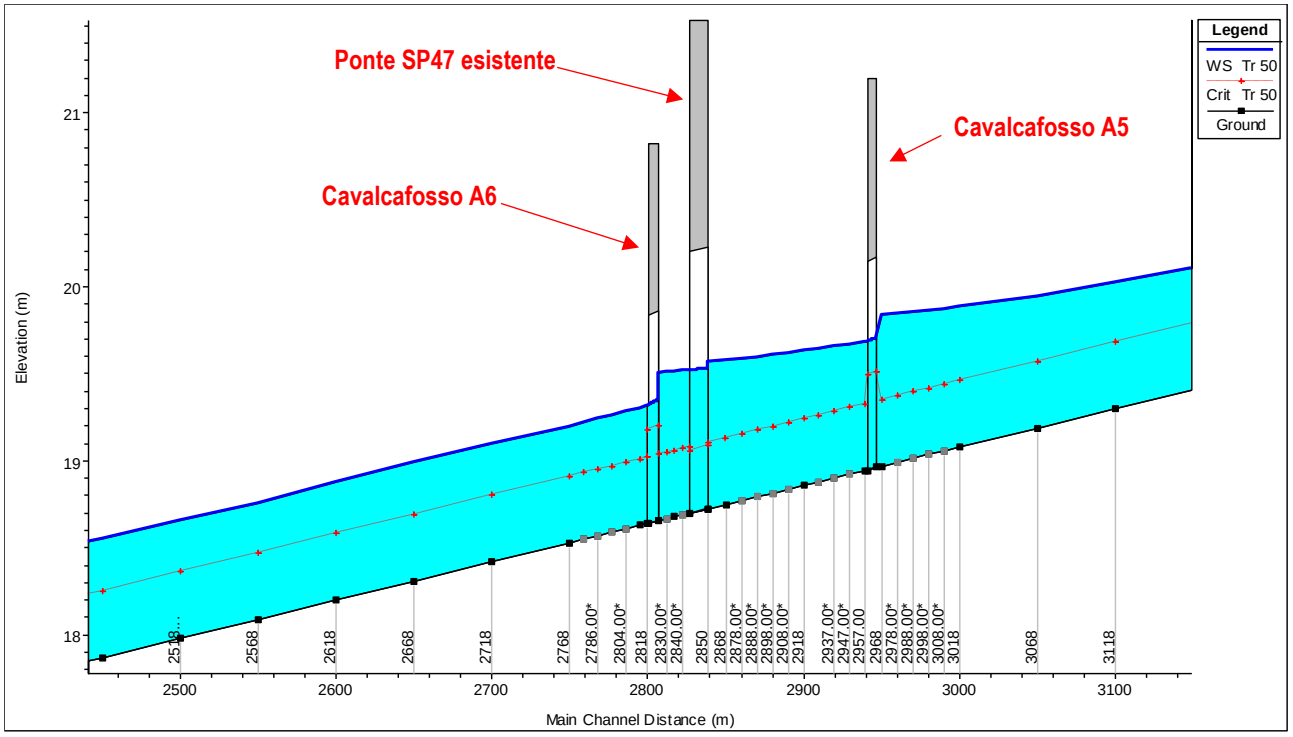


Figura 30: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A6

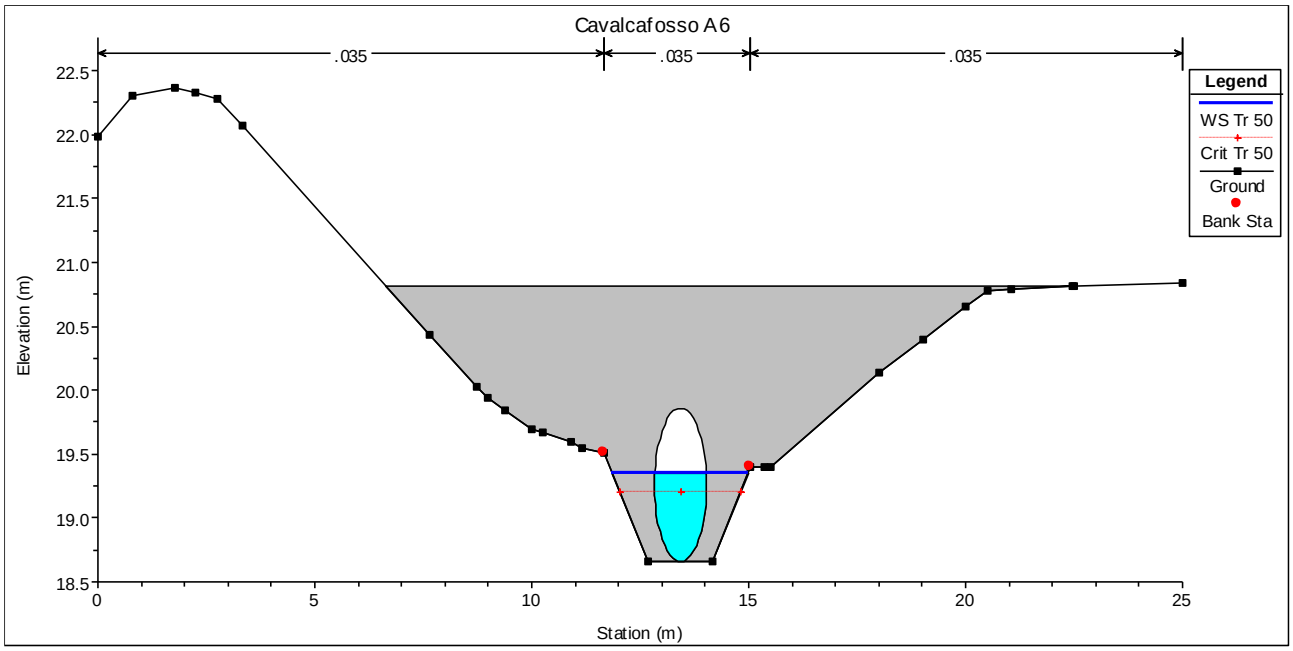


Figura 31: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A6

Sezione		**2825**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**2818**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	18.66	18.73	18.70	18.64
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	19.86	19.93	19.90	19.84
Quota del pelo libero	[m slm]	19.50	19.53	19.52	19.32
Profondità corrente h	[m]	0.84	0.80	0.82	0.68
Grado riempimento	[%]	70%	67%	68%	57%
Franco idraulico canale	[m]	0.36	0.40	0.38	0.52
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 15: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A6



Figura 32: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A7

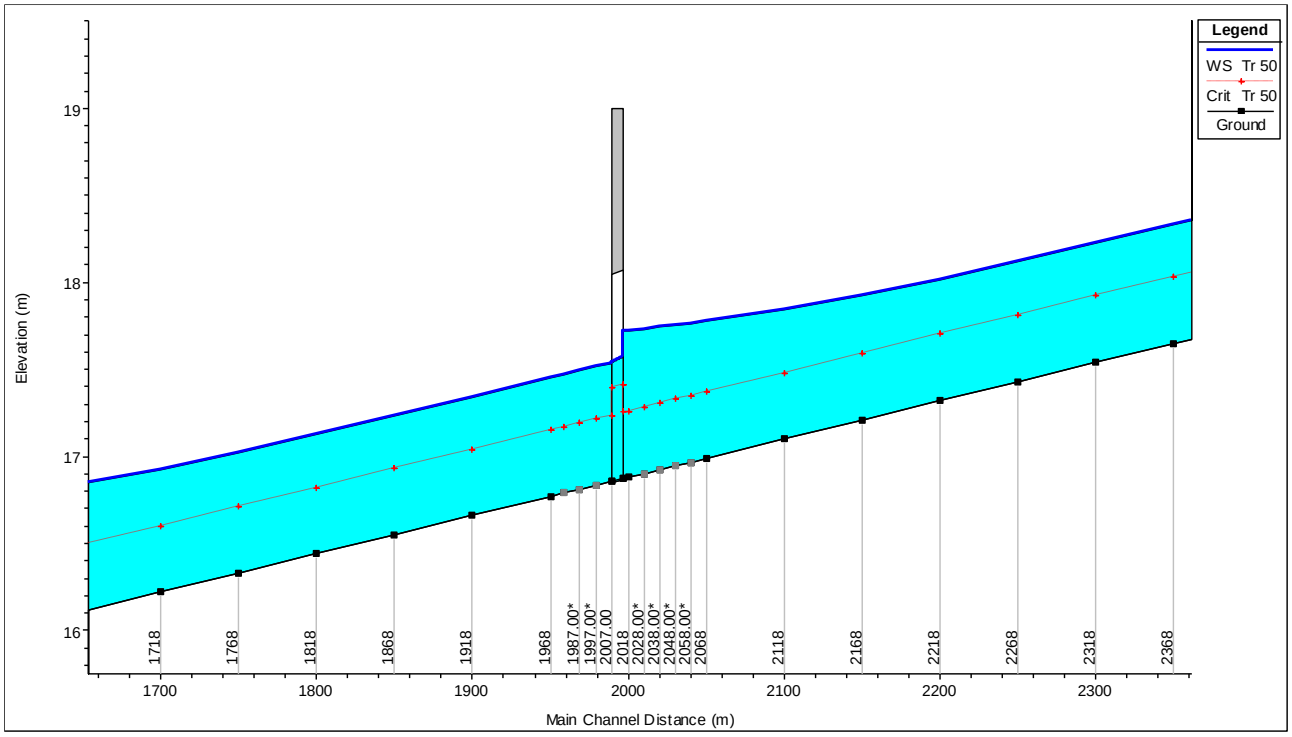


Figura 33: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A7

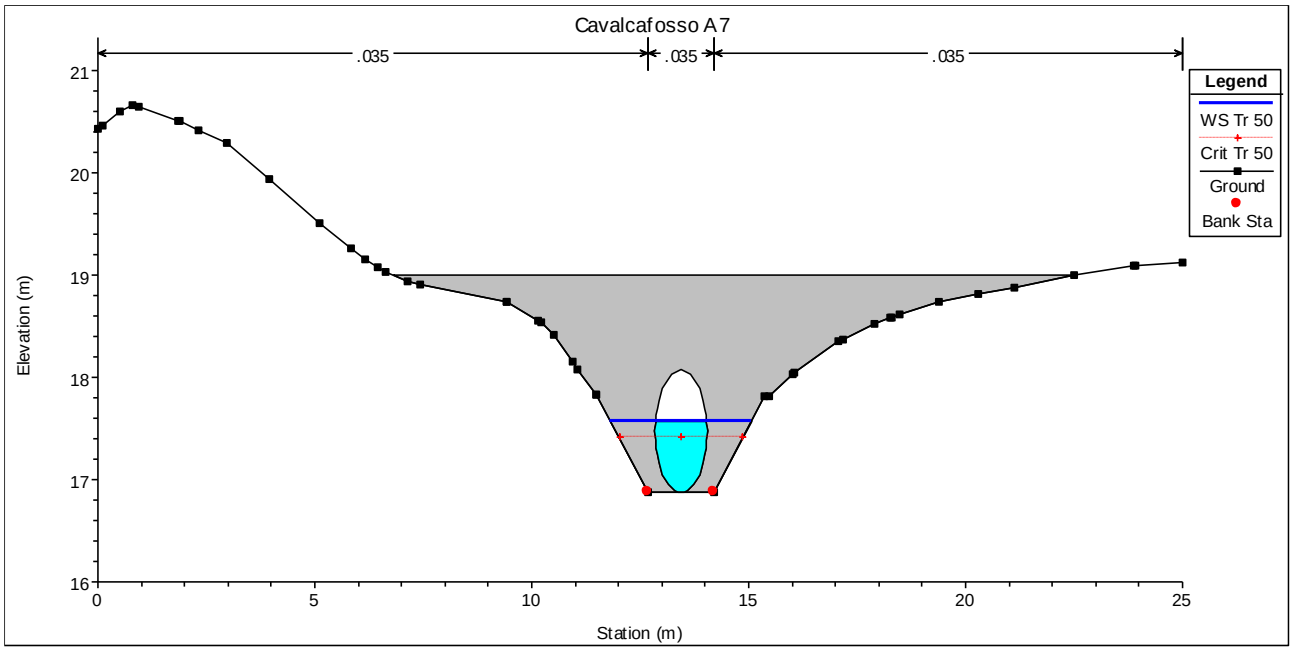


Figura 34: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A7

Sezione		**2015**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**2007**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	16.87	16.87	16.85	16.86
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	18.07	18.07	18.05	18.06
Quota del pelo libero	[m slm]	17.72	17.57	17.54	17.54
Profondità corrente h	[m]	0.85	0.70	0.69	0.68
Grado riempimento	[%]	71%	58%	57%	57%
Franco idraulico canale	[m]	0.35	0.50	0.51	0.52
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 16: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A7

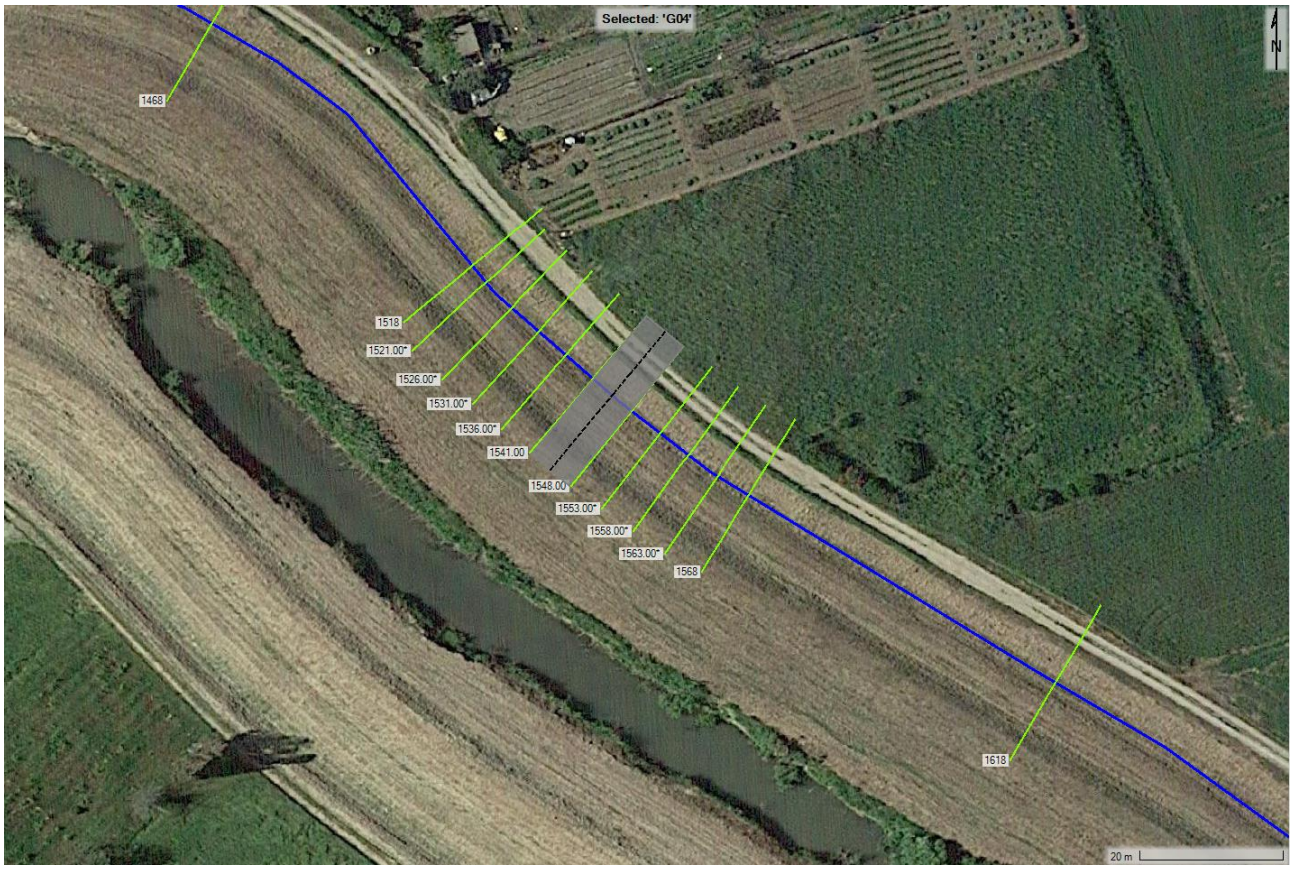


Figura 35: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A8

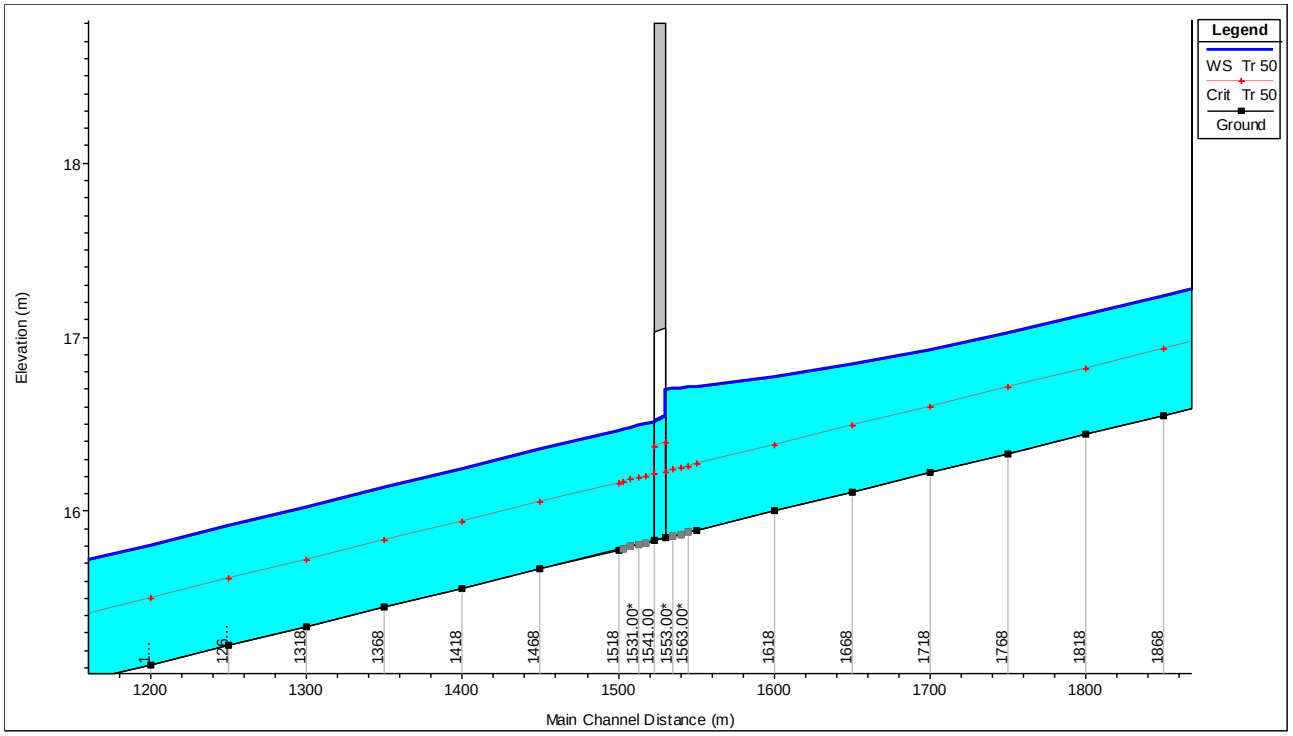


Figura 36: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A8

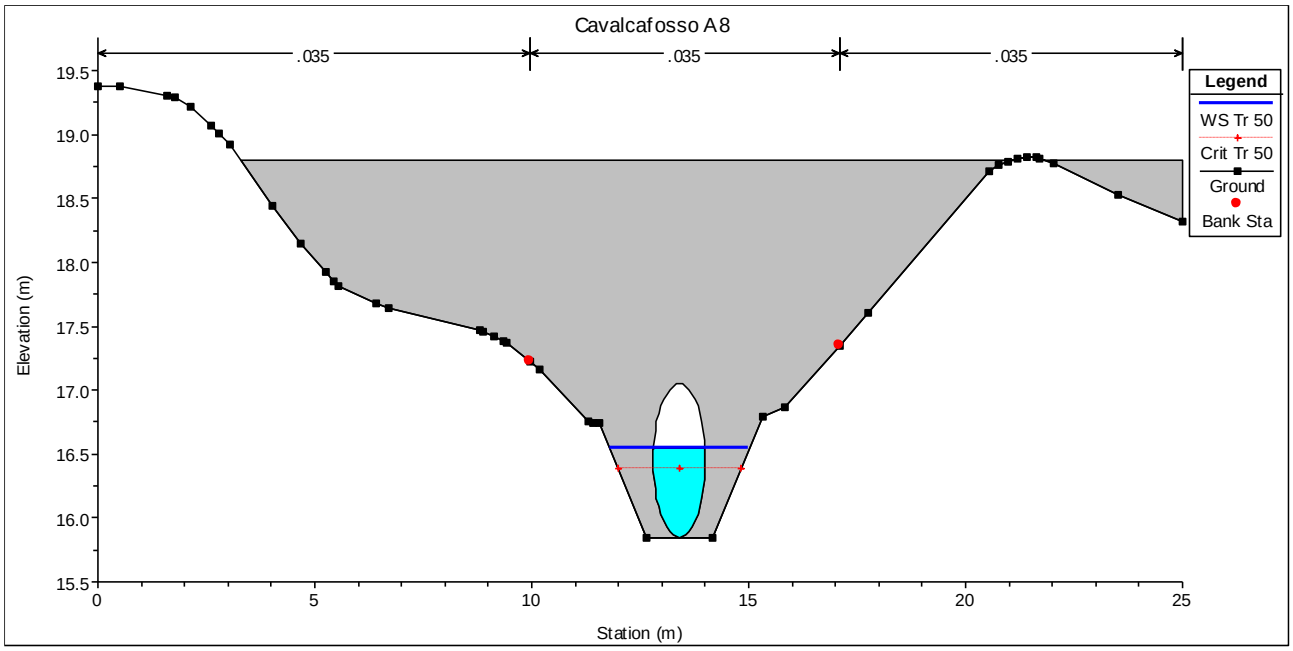


Figura 37: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A8

Sezione		**1548**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**1541**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	15.85	15.85	15.83	15.83
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	17.05	17.05	17.03	17.03
Quota del pelo libero	[m slm]	16.70	16.54	16.51	16.51
Profondità corrente h	[m]	0.85	0.69	0.68	0.68
Grado riempimento	[%]	71%	58%	57%	57%
Franco idraulico canale	[m]	0.35	0.51	0.52	0.52
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 17: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A8

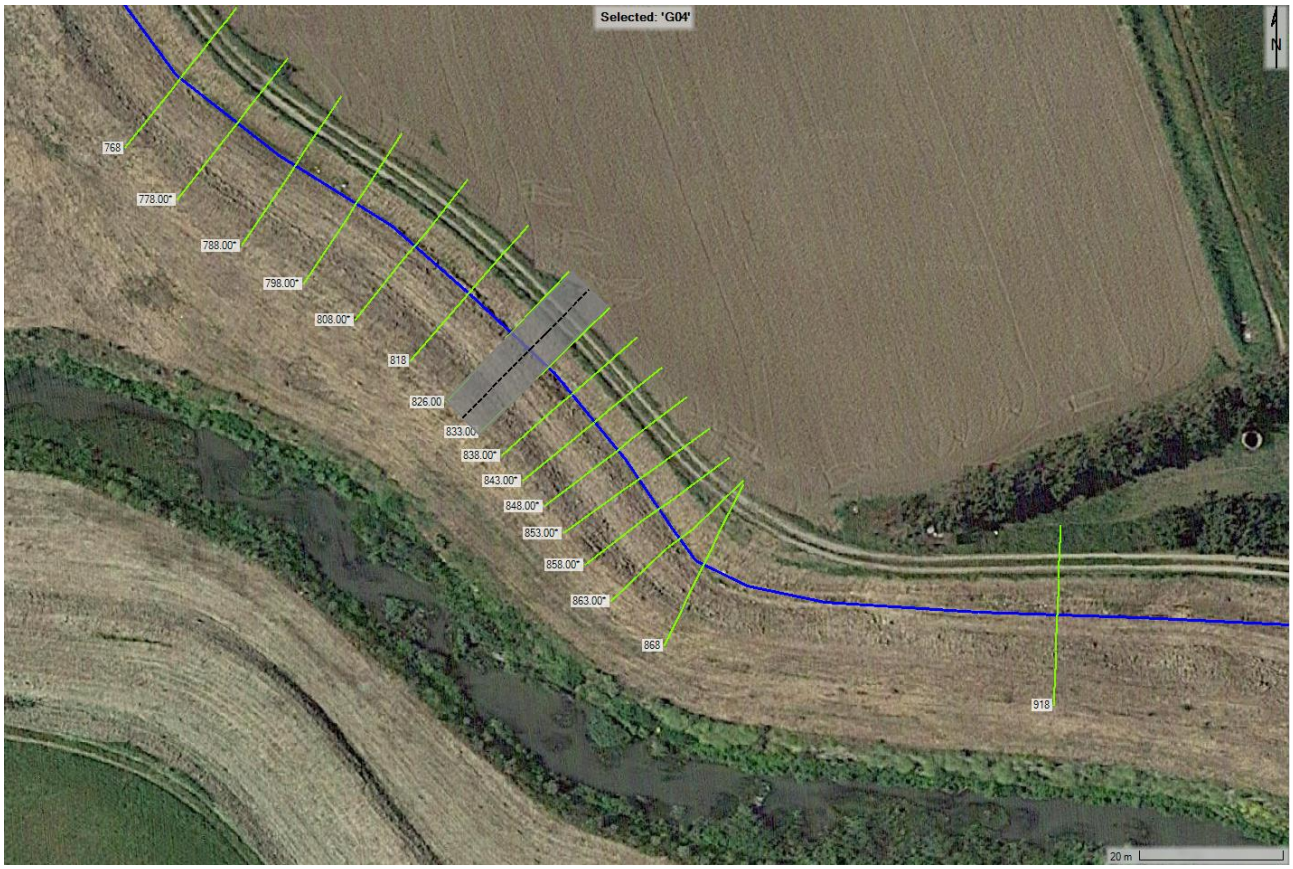


Figura 38: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A9

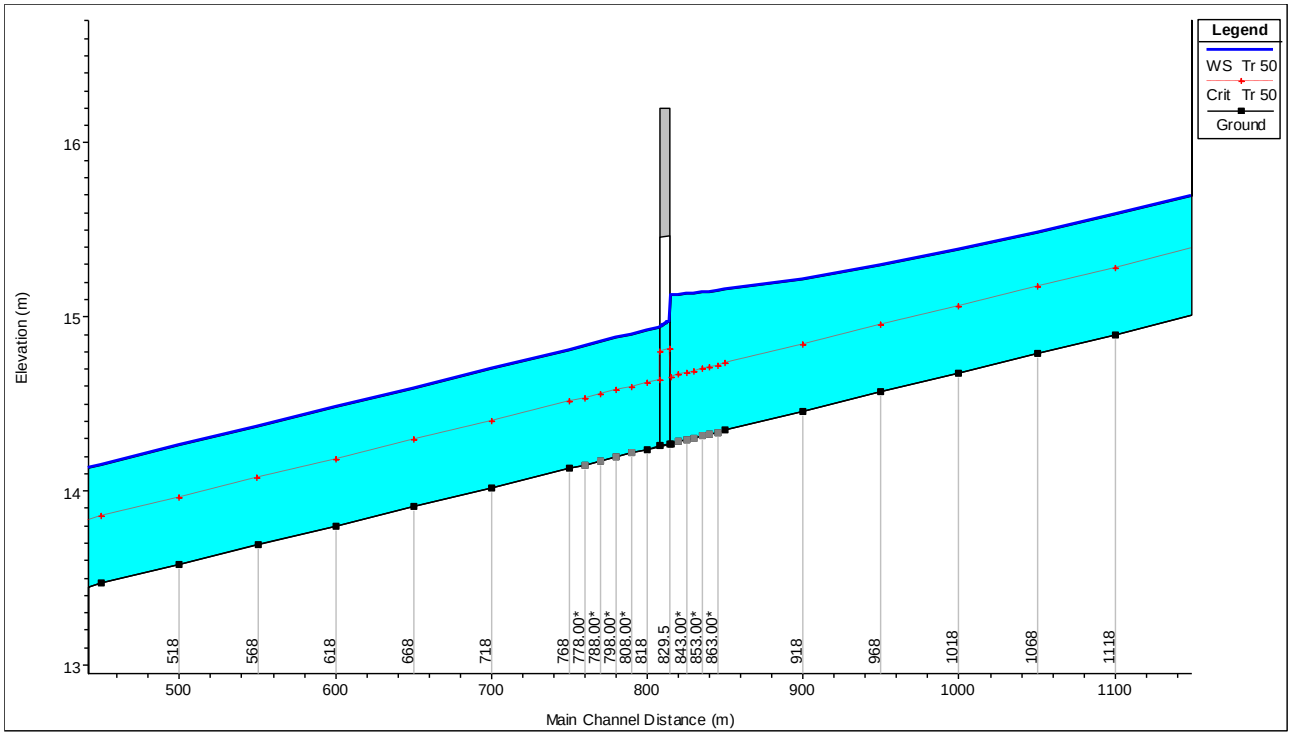


Figura 39: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A9

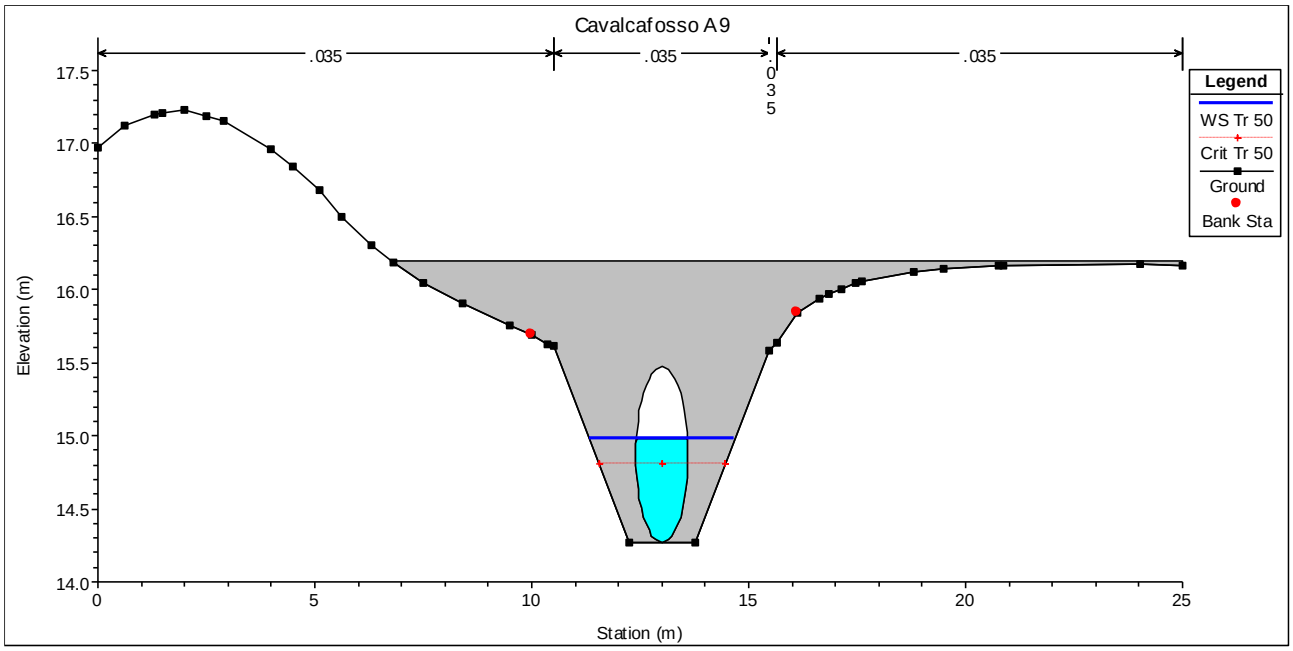


Figura 40: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A9

Sezione		**833**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**826**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	14.27	14.27	14.26	14.26
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	15.47	15.47	15.46	15.46
Quota del pelo libero	[m slm]	15.12	14.98	14.94	14.94
Profondità corrente h	[m]	0.85	0.71	0.68	0.68
Grado riempimento	[%]	71%	59%	57%	57%
Franco idraulico canale	[m]	0.35	0.49	0.52	0.52
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 18: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A9



Figura 41: Planimetria sezioni di modellazione in corrispondenza del cavalcafosso A10

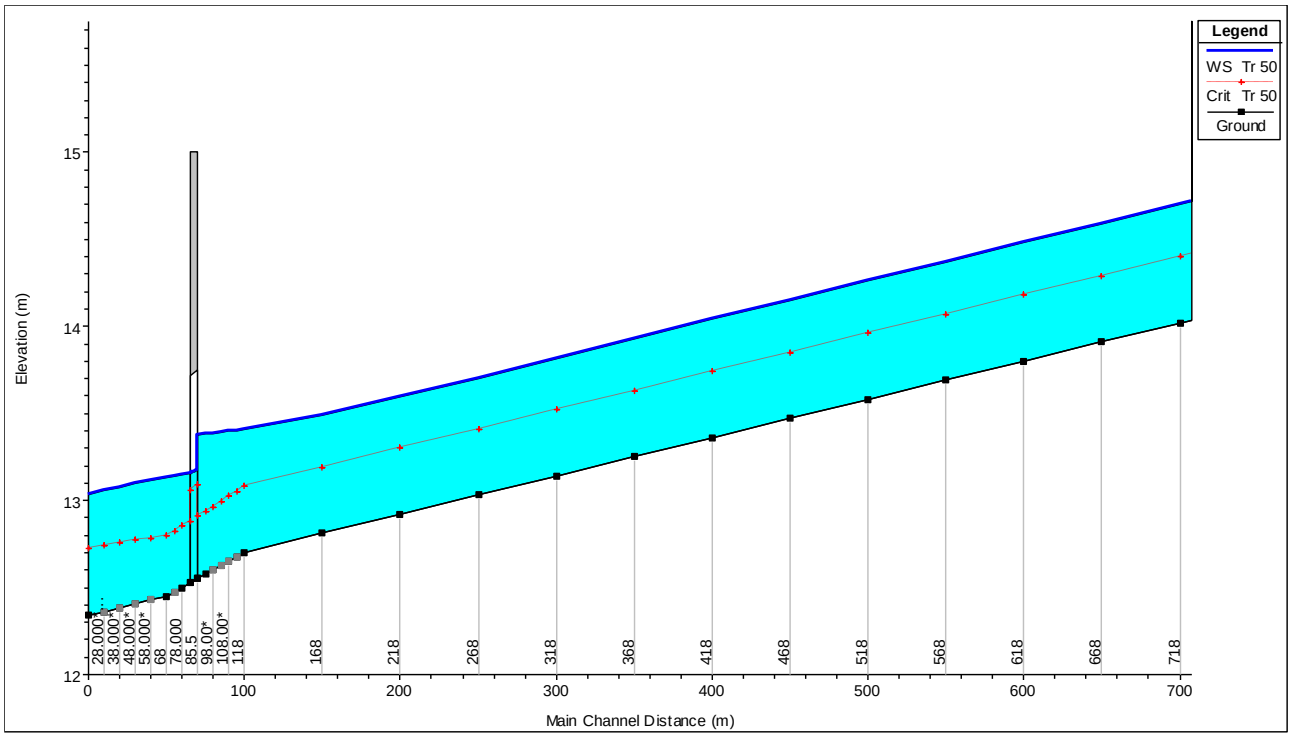


Figura 42: Profilo idraulico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A10

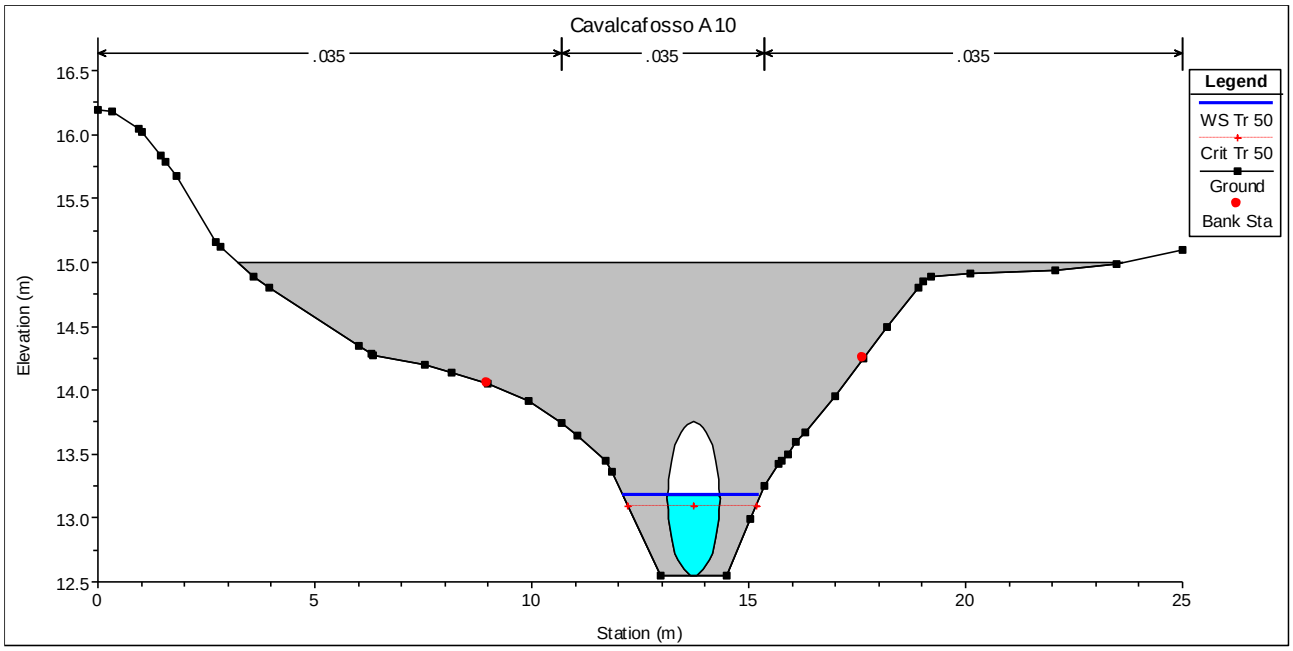


Figura 43: Sezione e livello idrico Tr50 anni in corrispondenza del cavalcafosso A10

Sezione		**88**	**Culvert US**	**Culvert DS**	**83**
Portata	[m³/s]	1.00	1.00	1.00	1.00
Quota fondo alveo	[m slm]	12.55	12.55	12.52	12.53
Diametro tombino	[m]	1.20	1.20	1.20	1.20
Quota intradosso	[m slm]	13.75	13.75	13.72	13.73
Quota del pelo libero	[m slm]	13.38	13.17	13.16	13.16
Profondità corrente h	[m]	0.83	0.62	0.64	0.63
Grado riempimento	[%]	69%	52%	53%	53%
Franco idraulico canale	[m]	0.37	0.58	0.56	0.57
Franco idraulico minimo	[m]	0.24	0.24	0.24	0.24
Verifica rispettata		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Tabella 19: Verifica del franco idraulico – Cavalcafosso A10

3.2.3 Considerazioni sulla capacità erosiva della corrente

Dalle simulazioni effettuate si osserva un profilo di corrente cinquantennale subcritico (Fr~0.2÷0.3) con velocità media circa pari a 0.7 m/s ed uno sforzo di circa 7.5 kPa.

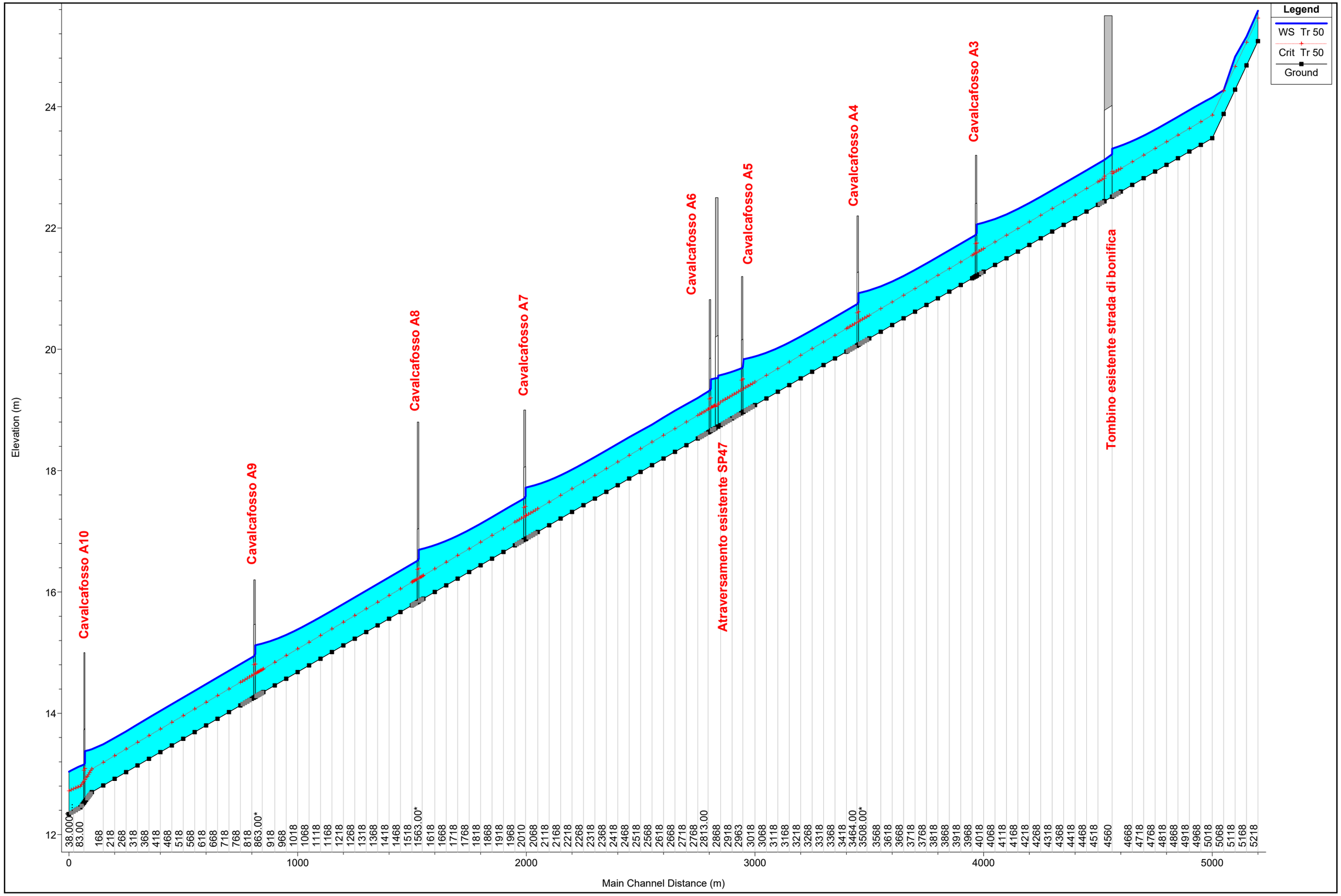
Per il terreno costituente il controfosso si possono ritenere accettabili velocità sino a 1.1 m/s e sforzi sino a 12.5 Pa (Tabella 20) quindi il canale appare resistente nel confronto con l'azione erosiva della corrente.

Material	n	Clear water		Water transporting colloidal silts	
		V, fps	τ_0, lb/ft²	V, fps	τ_0, lb/ft²
Fine sand, colloidal	0.020	1.50	0.027	2.50	0.075
Sandy loam, noncolloidal	0.020	1.75	0.037	2.50	0.075
Silt loam, noncolloidal	0.020	2.00	0.048	3.00	0.11
Alluvial silts, noncolloidal	0.020	2.00	0.048	3.50	0.15
Ordinary firm loam	0.020	2.50	0.075	3.50	0.15
Volcanic ash	0.020	2.50	0.075	3.50	0.15
Stiff clay, very colloidal	0.025	3.75	0.26	5.00	0.46
Alluvial silts, colloidal	0.025	3.75	0.26	5.00	0.46
Shales and hardpans	0.025	6.00	0.67	6.00	0.67
Fine gravel	0.020	2.50	0.075	5.00	0.32
Graded loam to cobbles when noncolloidal	0.030	3.75	0.38	5.00	0.66
Graded silts to cobbles when colloidal	0.030	4.00	0.43	5.50	0.80
Coarse gravel, noncolloidal	0.025	4.00	0.30	6.00	0.67
Cobbles and shingles	0.035	5.00	0.91	5.50	1.10

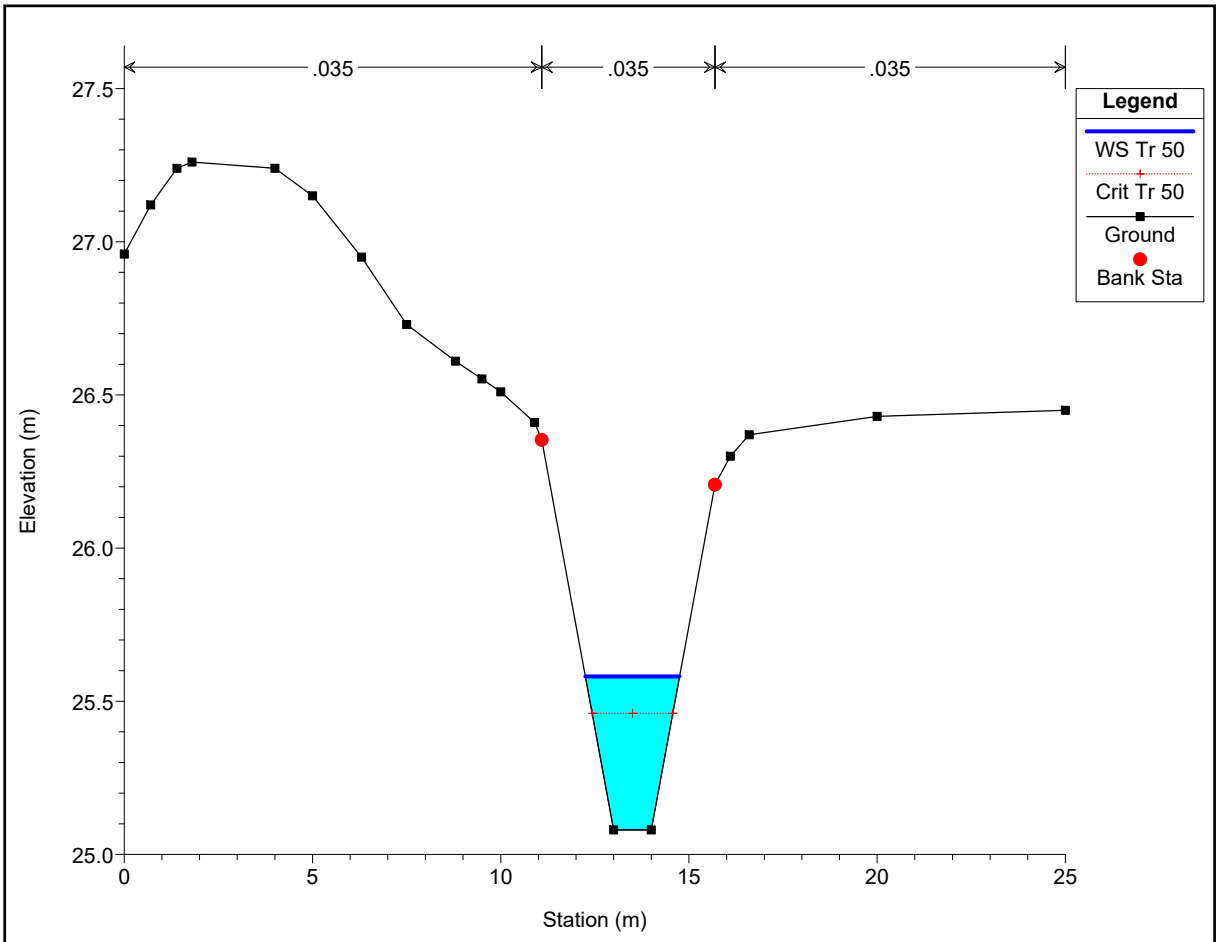
Tabella 20: Valori limite di velocità e sforzo consigliati da Fortier e Scobey (Fonte: Open Channel-Hydraulics – Ven Ten Chow)

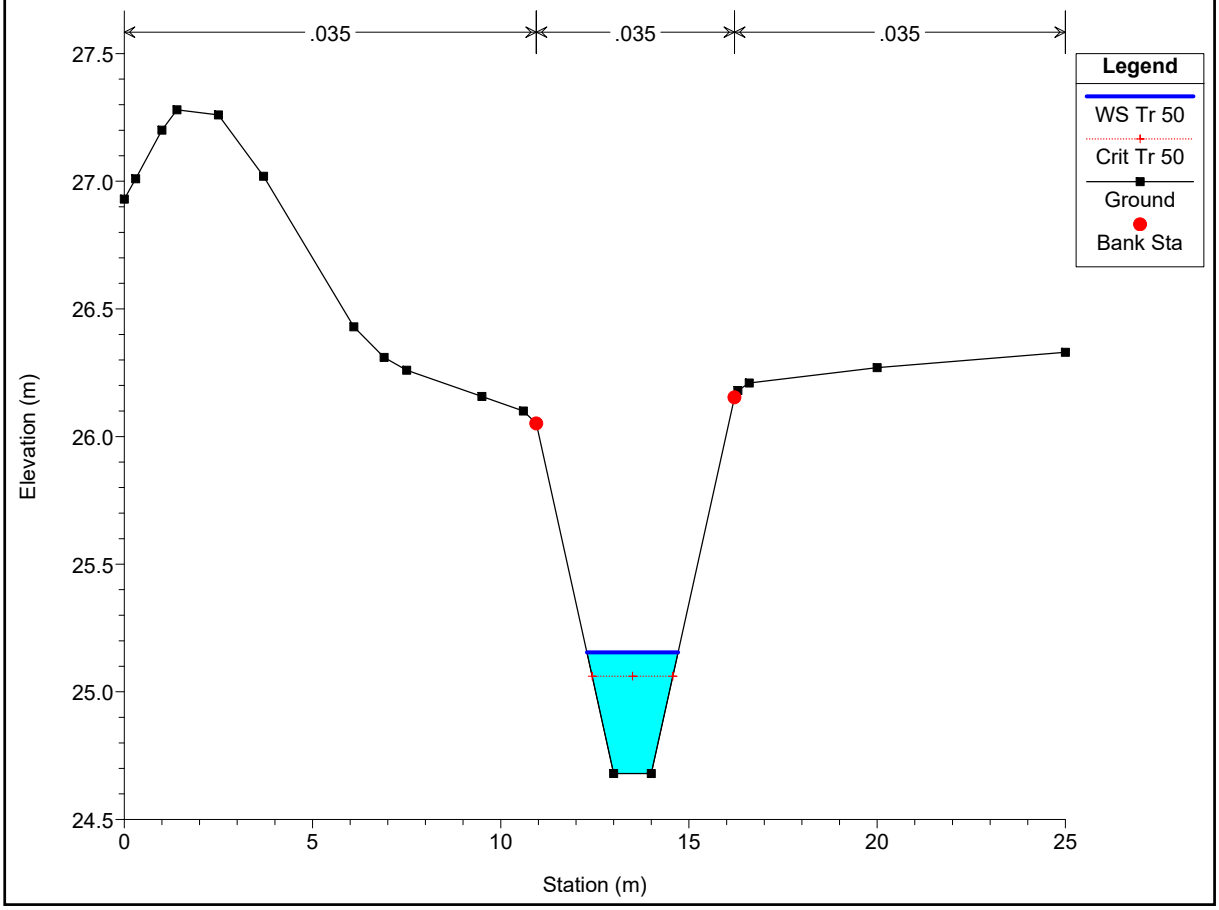
Allegati – Simulazione idraulica controfosso

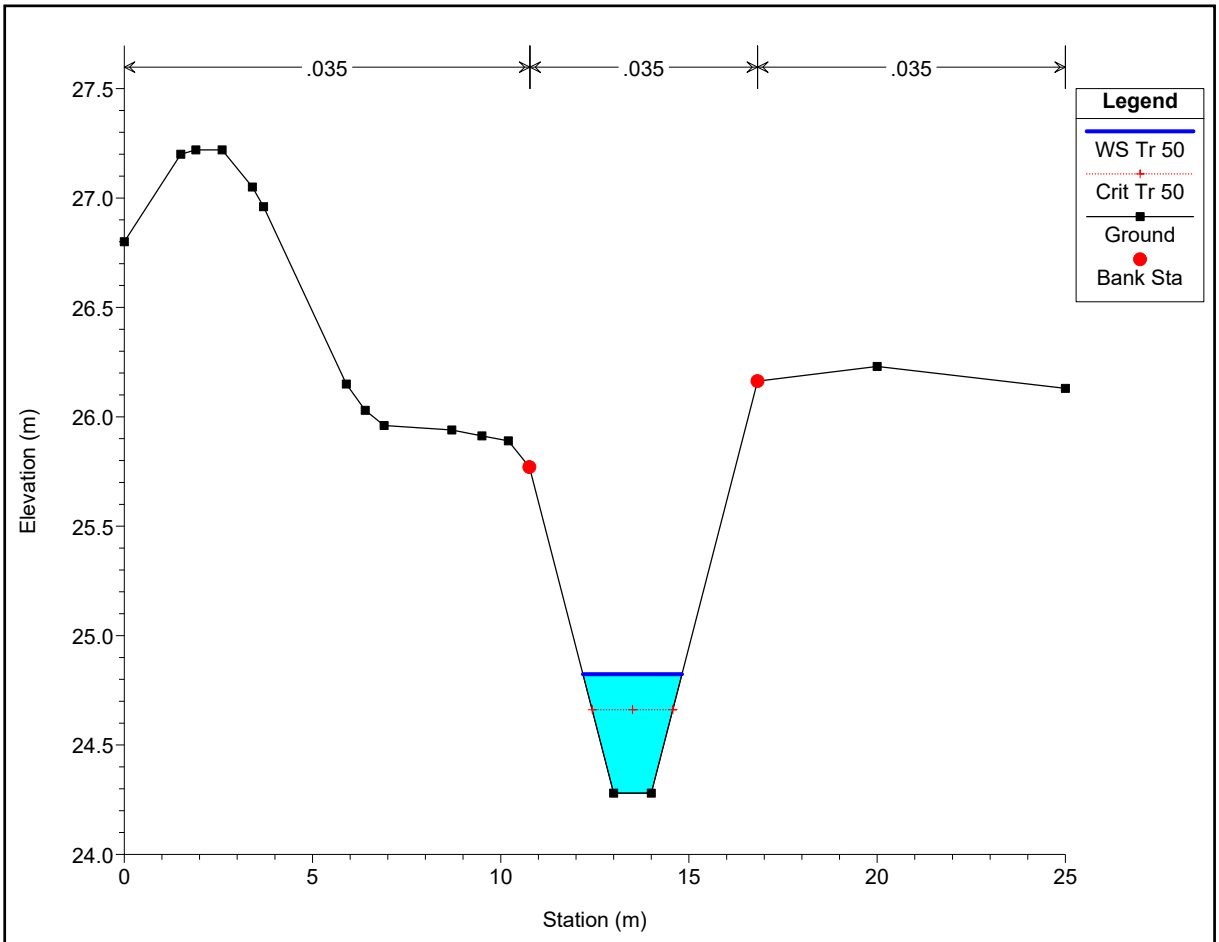
Profilo di corrente

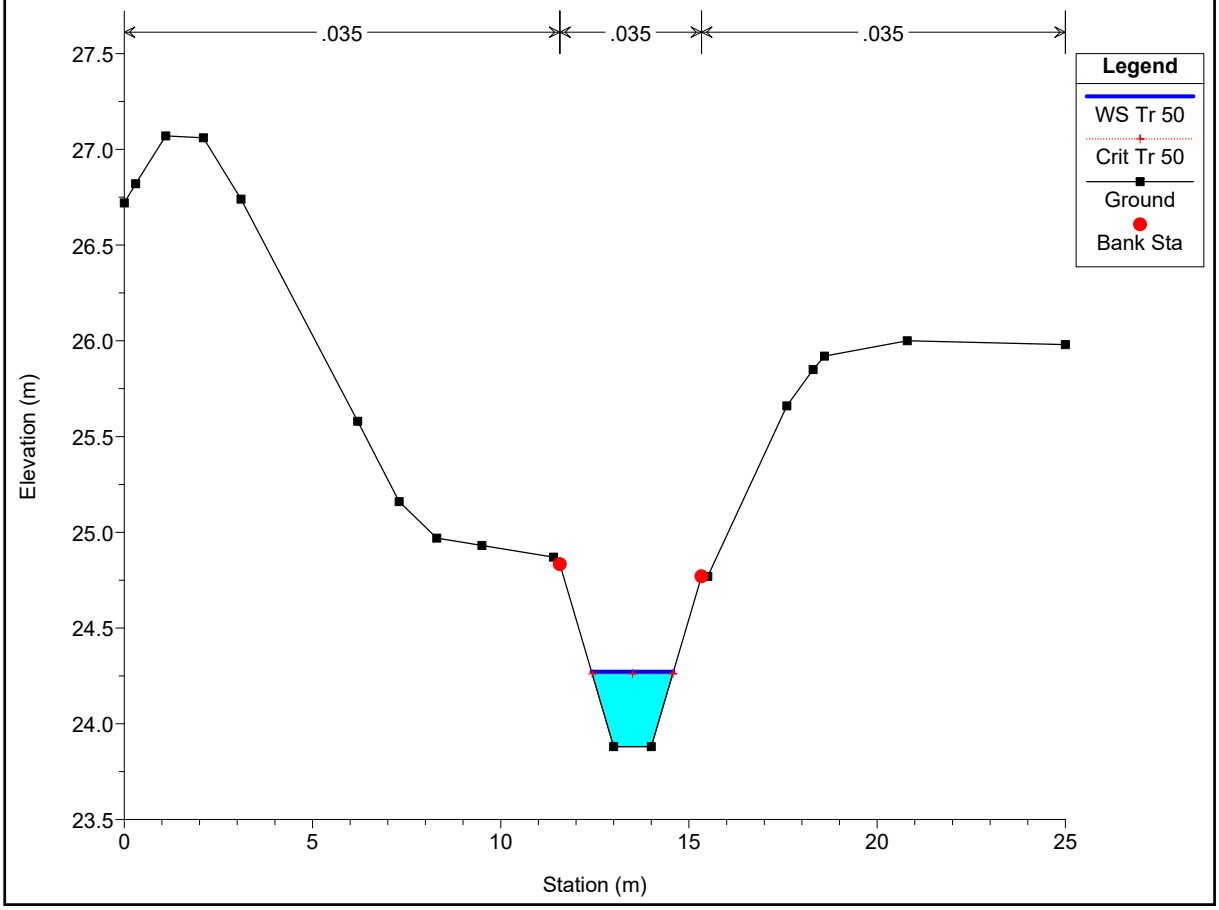

Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Cavalcafosso A10
Cavalcafosso A9
Cavalcafosso A8
Cavalcafosso A7
Cavalcafosso A6
Cavalcafosso A5
Cavalcafosso A4
Cavalcafosso A3
Attraversamento esistente SP47
Tombino esistente strada di bonifica
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
12
14
16
18
20
22
24
0
1000
2000
3000
4000
5000
38.000
83.00
168
218
268
318
368
418
468
518
568
618
668
718
768
818
863.00*
918
968
1018
1068
1118
1168
1218
1268
1318
1368
1418
1468
1518
1563.00*
1618
1668
1718
1768
1818
1868
1918
1968
2010
2068
2118
2168
2218
2268
2318
2368
2418
2468
2518
2568
2618
2668
2718
2768
2813.00
2868
2918
2963
3018
3068
3118
3168
3218
3268
3318
3368
3418
3464.00
3508.00*
3568
3618
3668
3718
3768
3818
3868
3918
3968
4018
4068
4118
4168
4218
4268
4318
4368
4418
4468
4518
4560
4668
4718
4768
4818
4868
4918
4968
5018
5068
5118
5168
5218

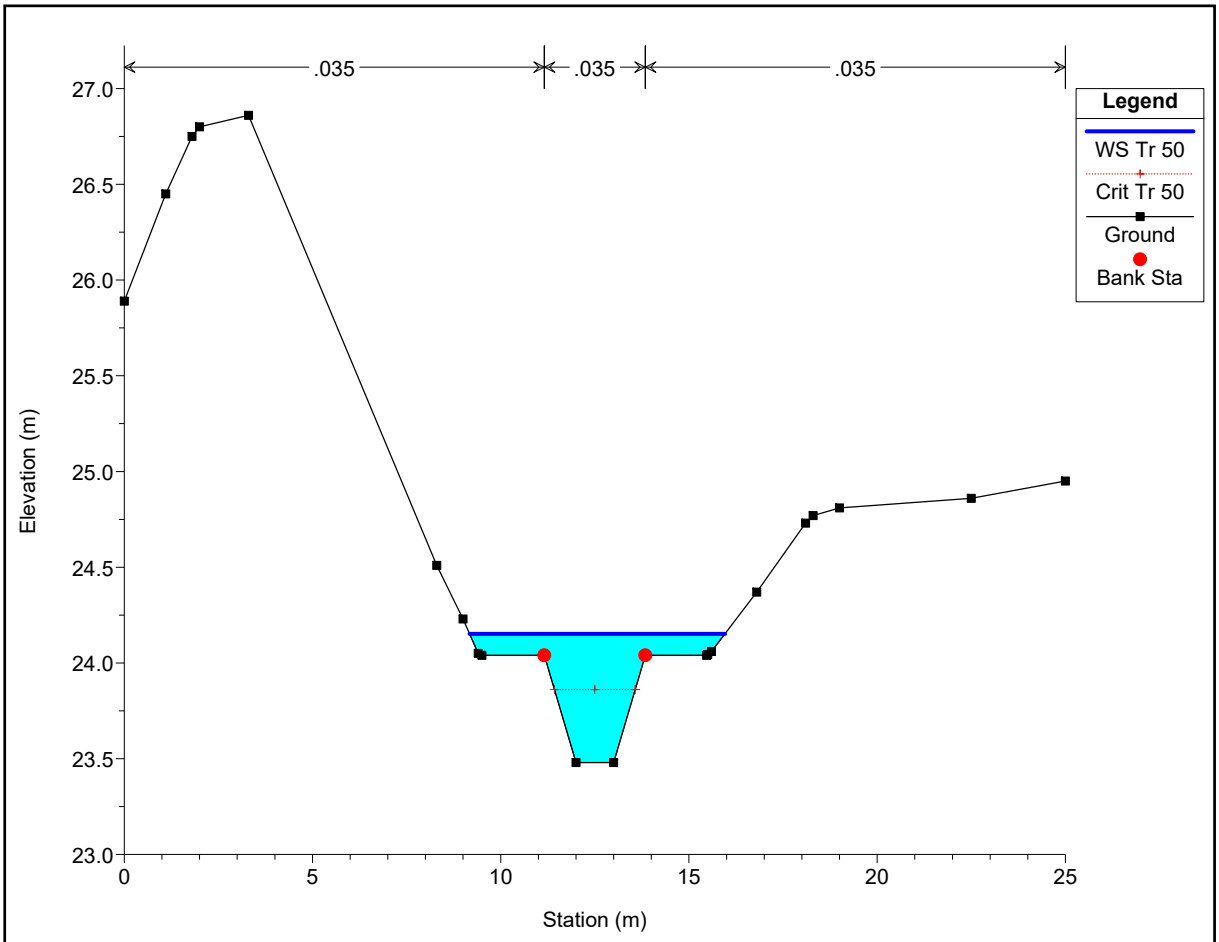
Sezioni di calcolo con livello idrico

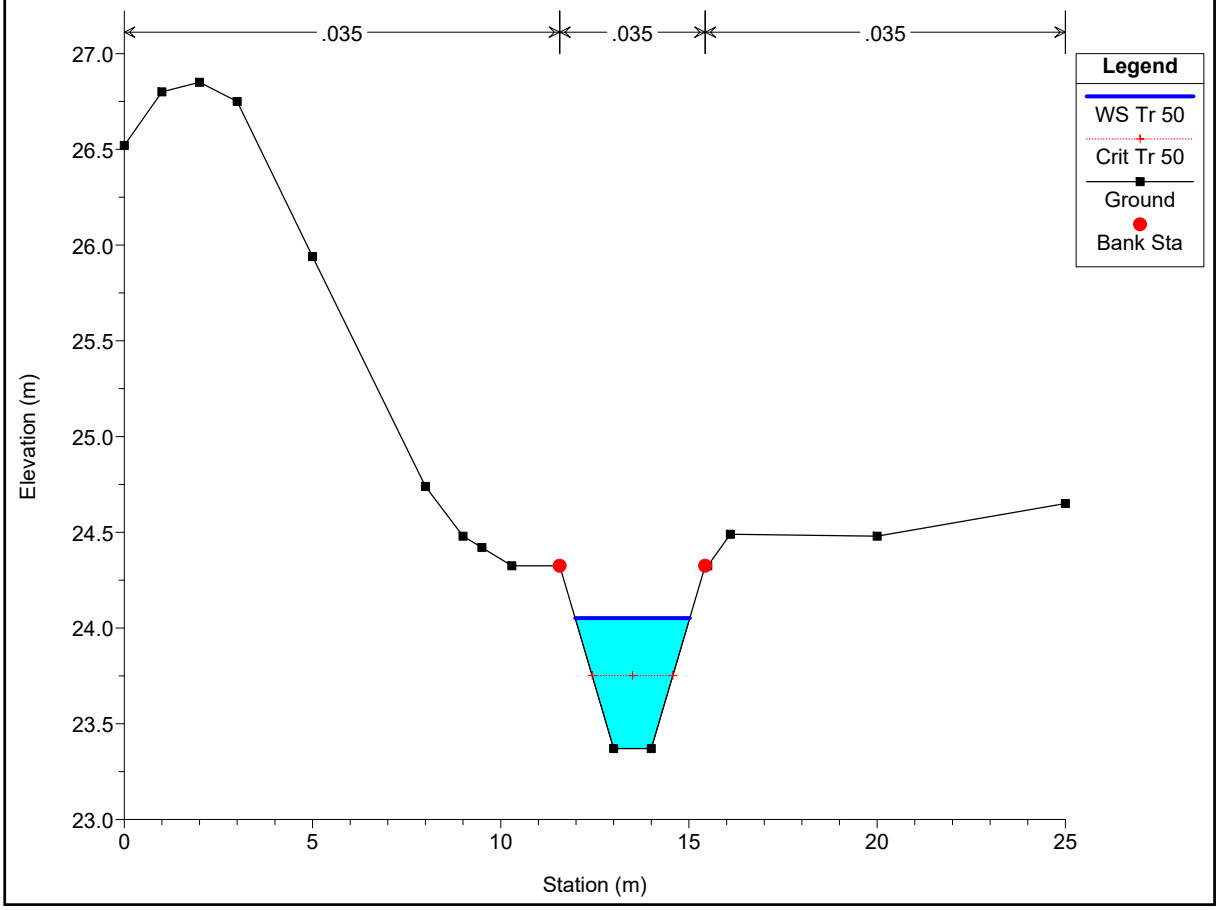

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.5
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
0
5
10
15
20
25

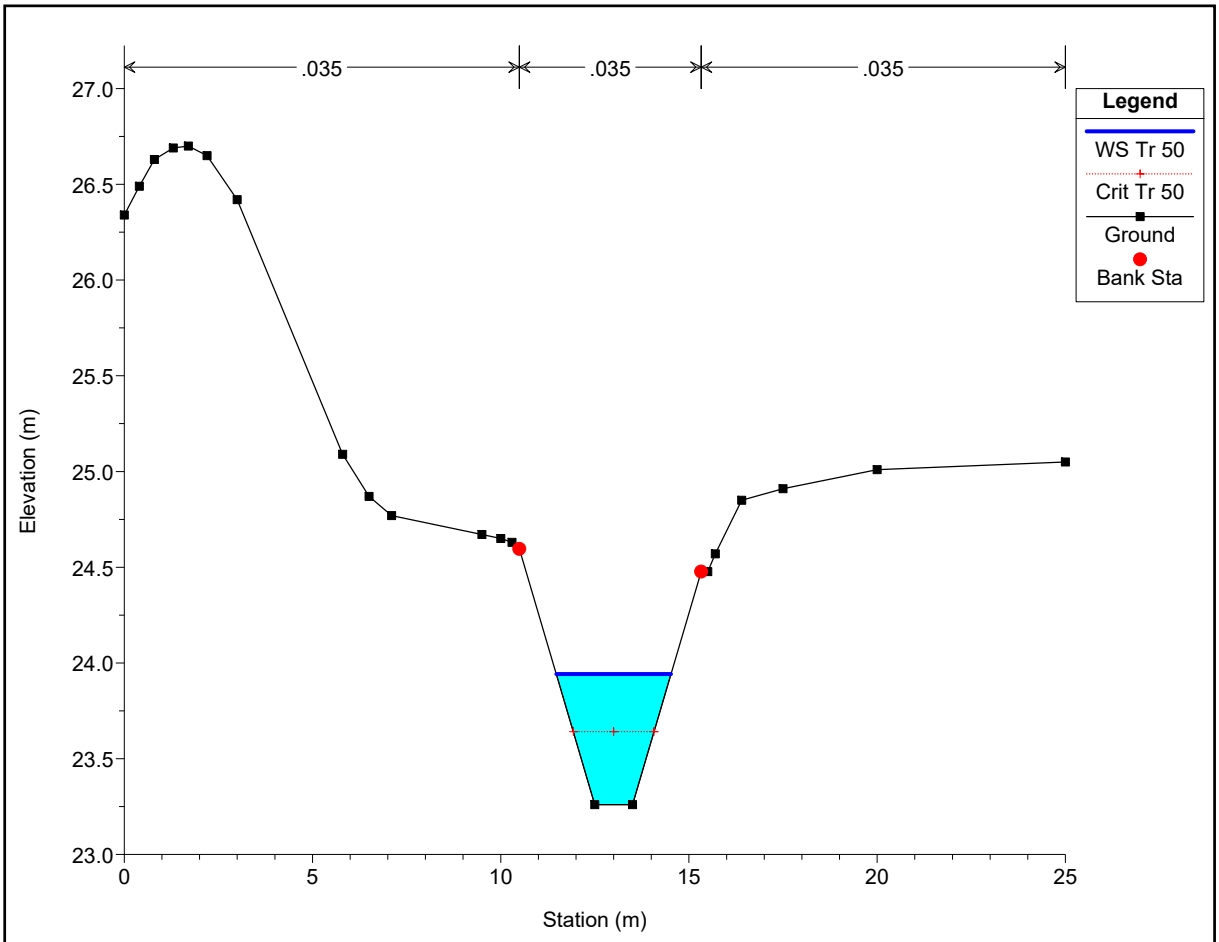

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.5
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
0
5
10
15
20
25

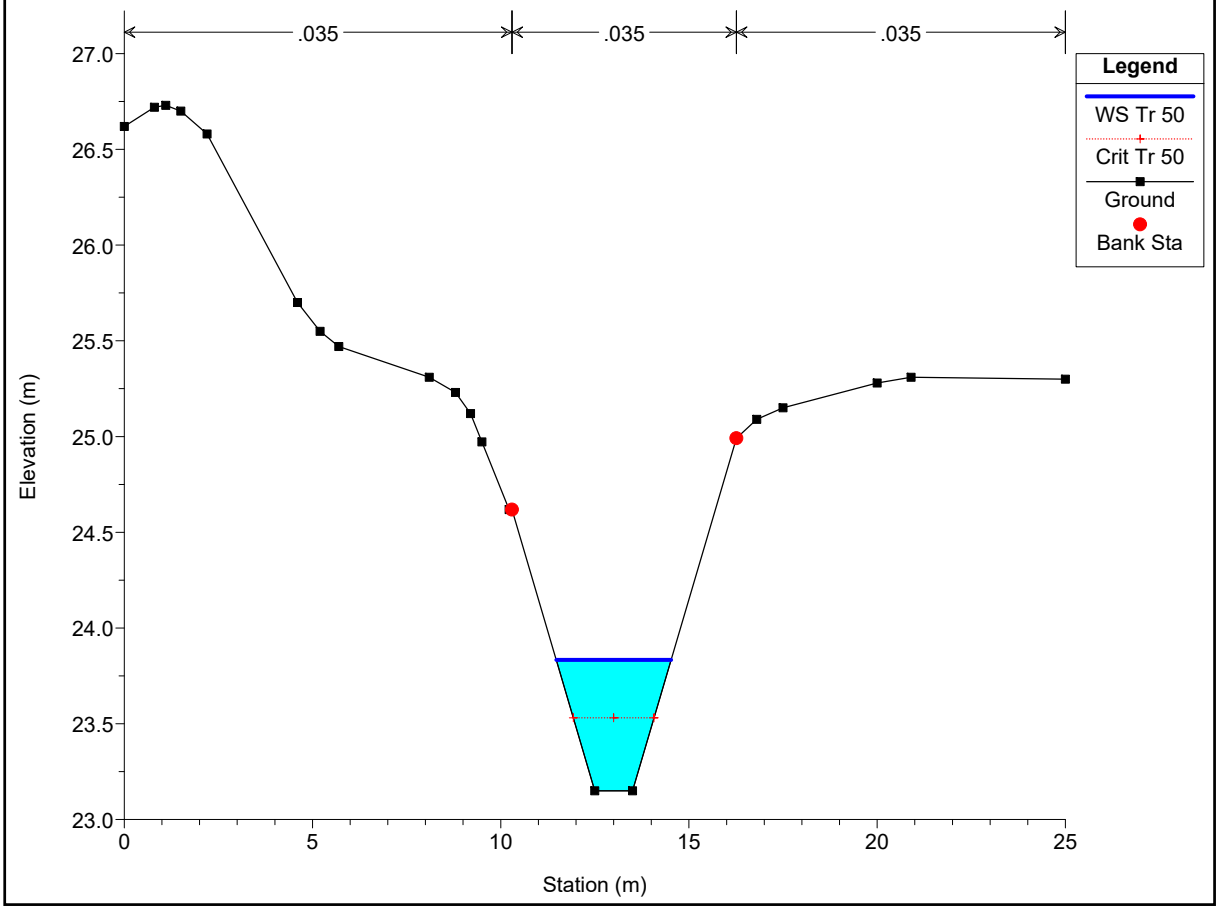

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.5
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
0
5
10
15
20
25

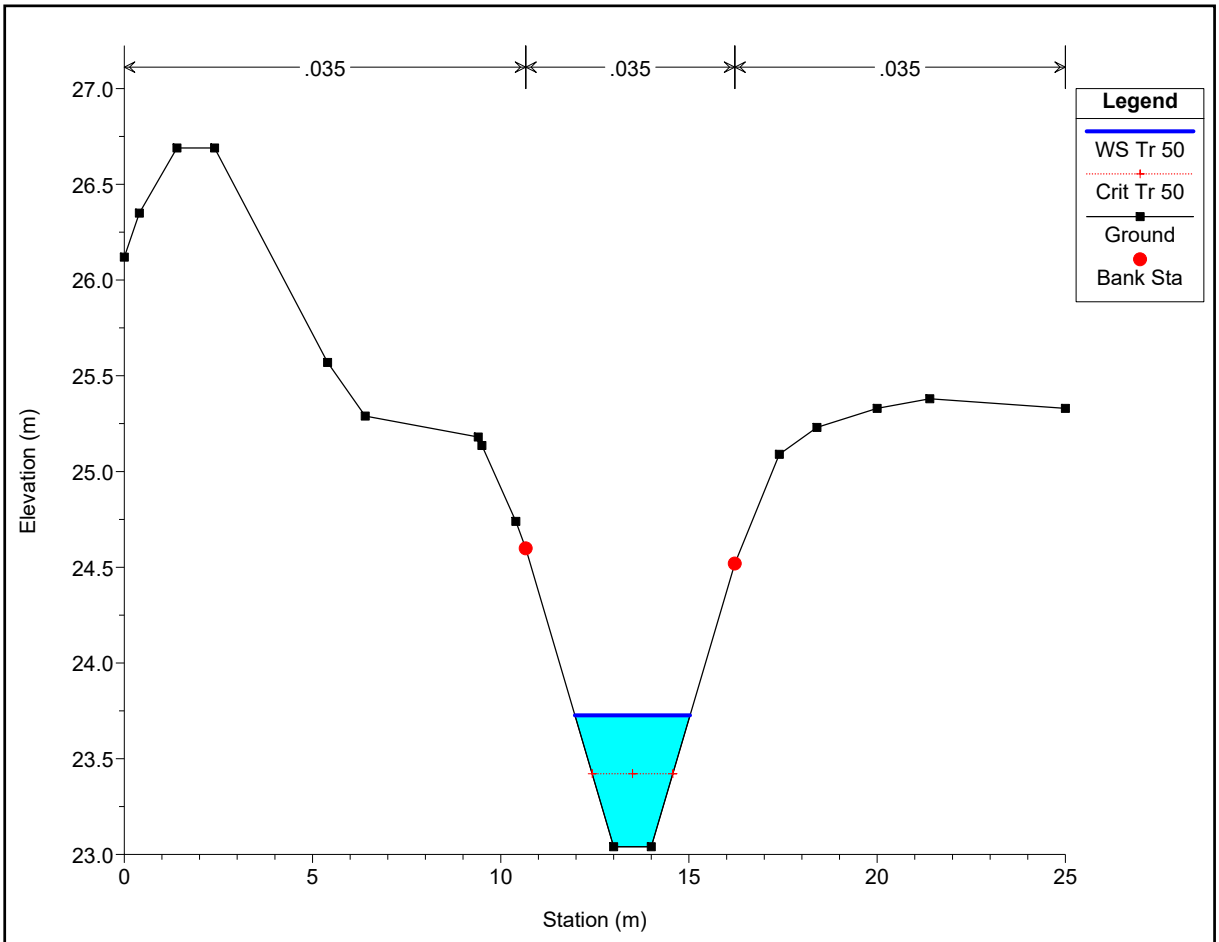

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.5
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
0
5
10
15
20
25

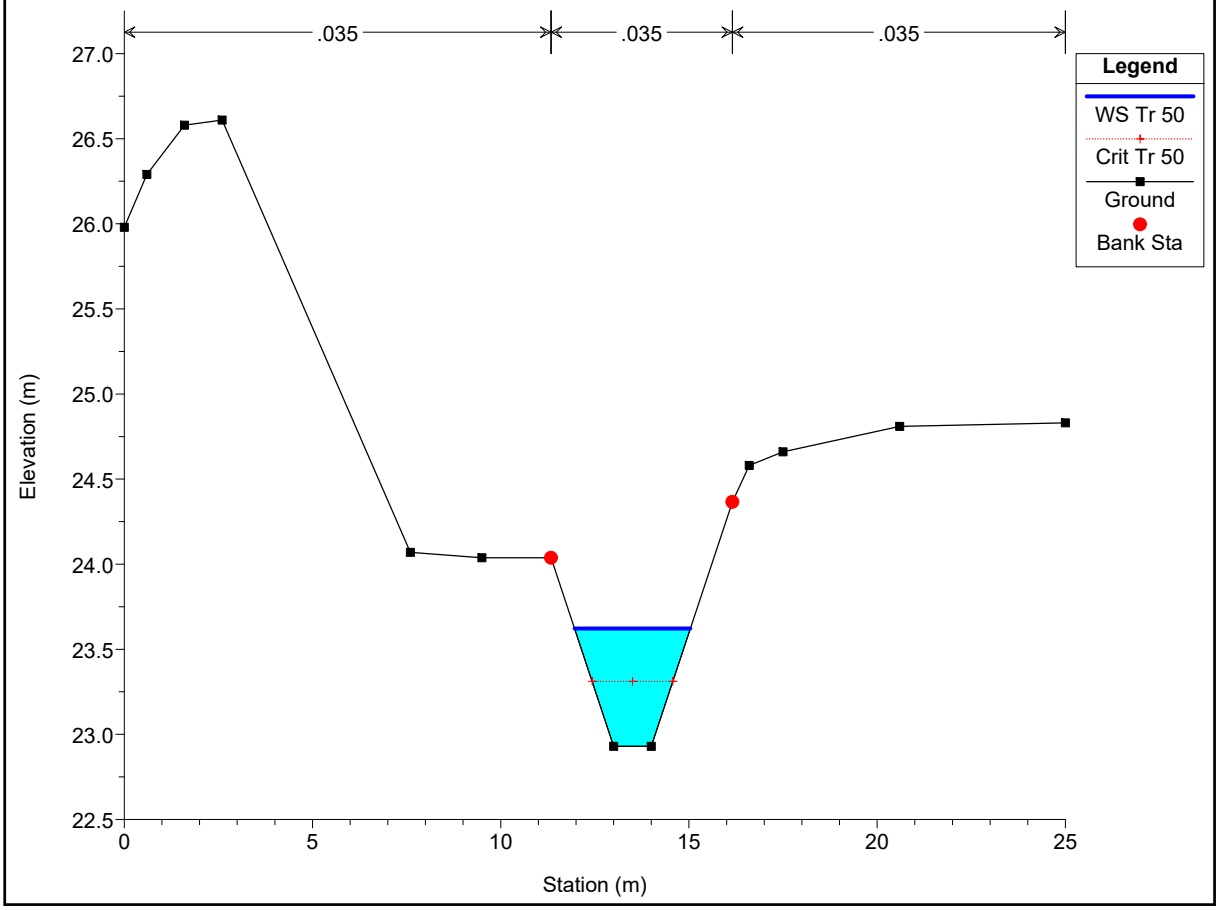

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
0
5
10
15
20
25

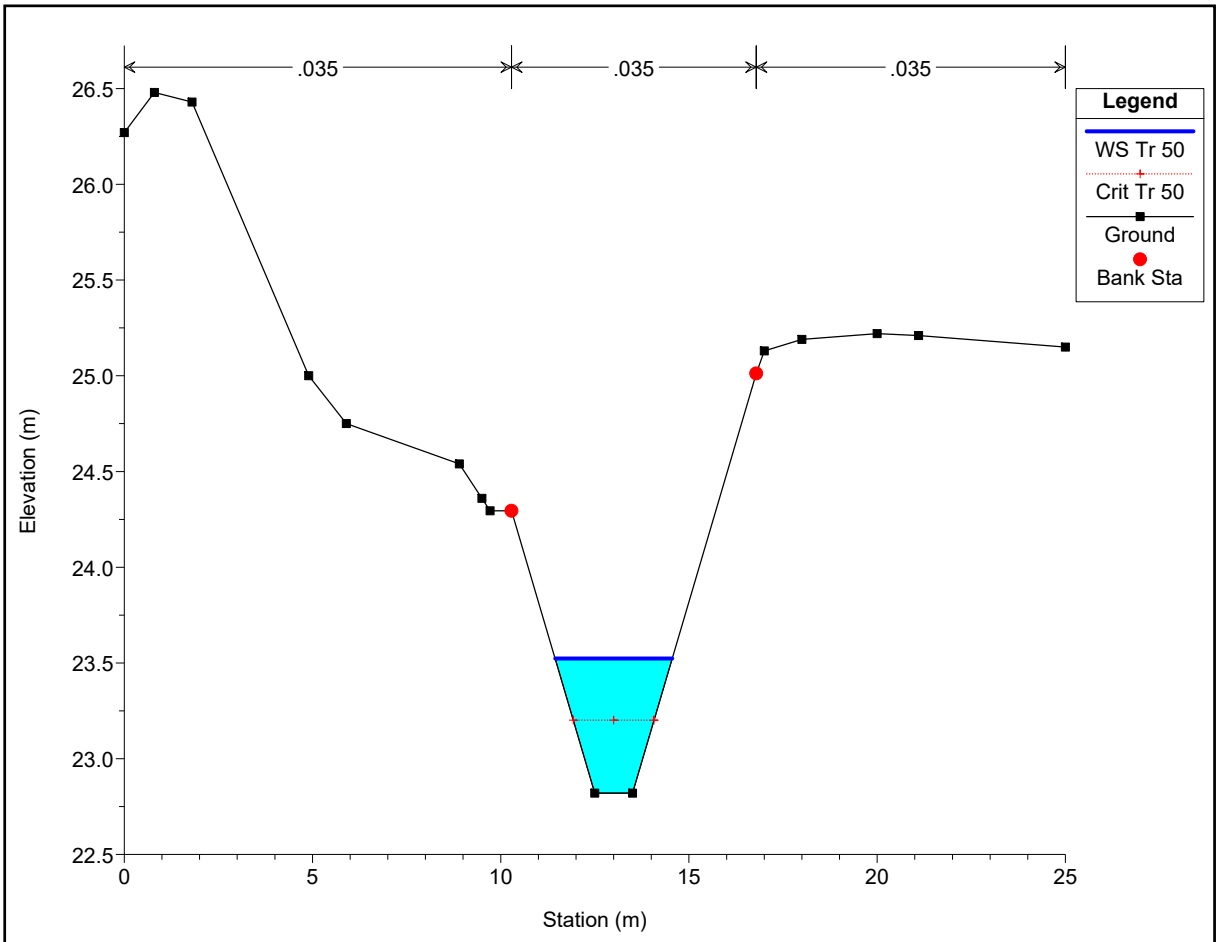

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
0
5
10
15
20
25

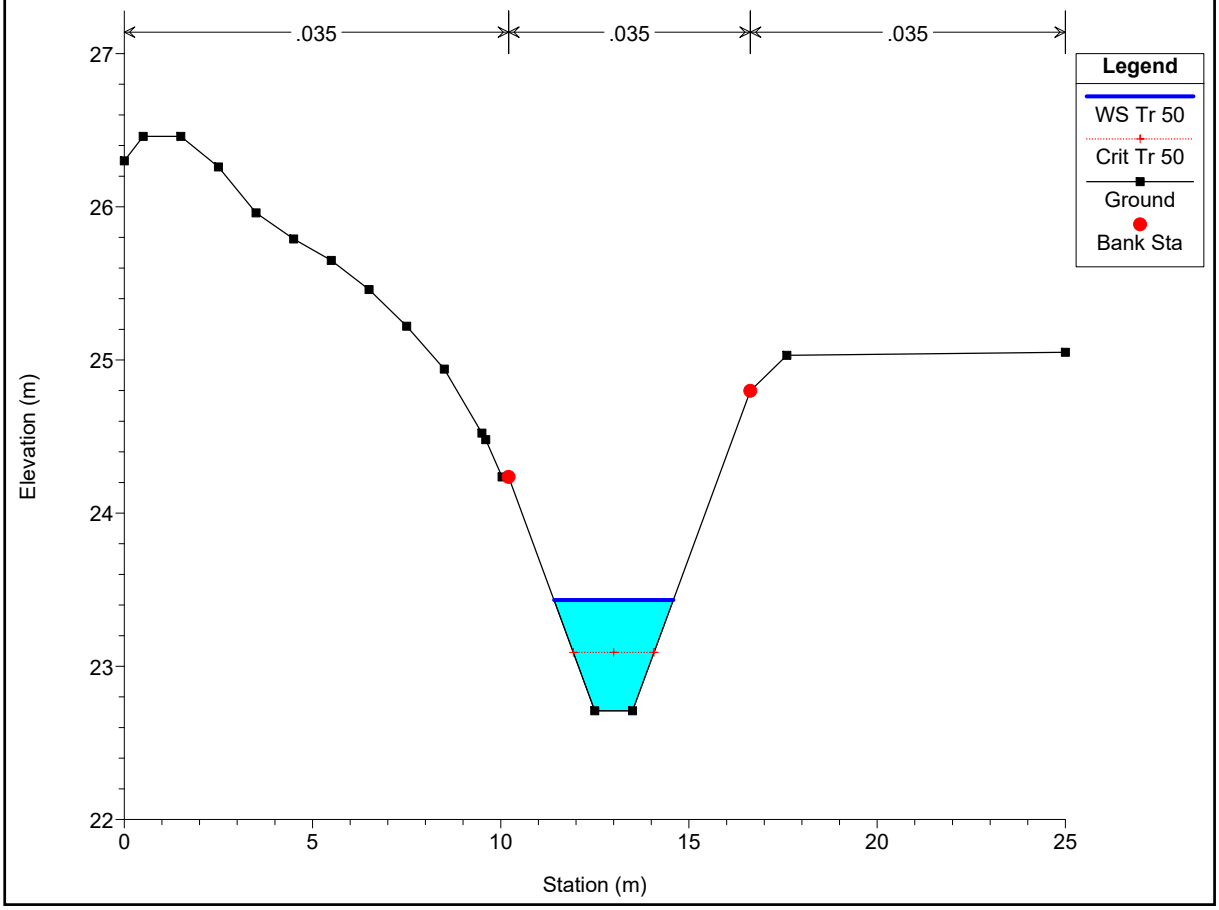

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
0
5
10
15
20
25

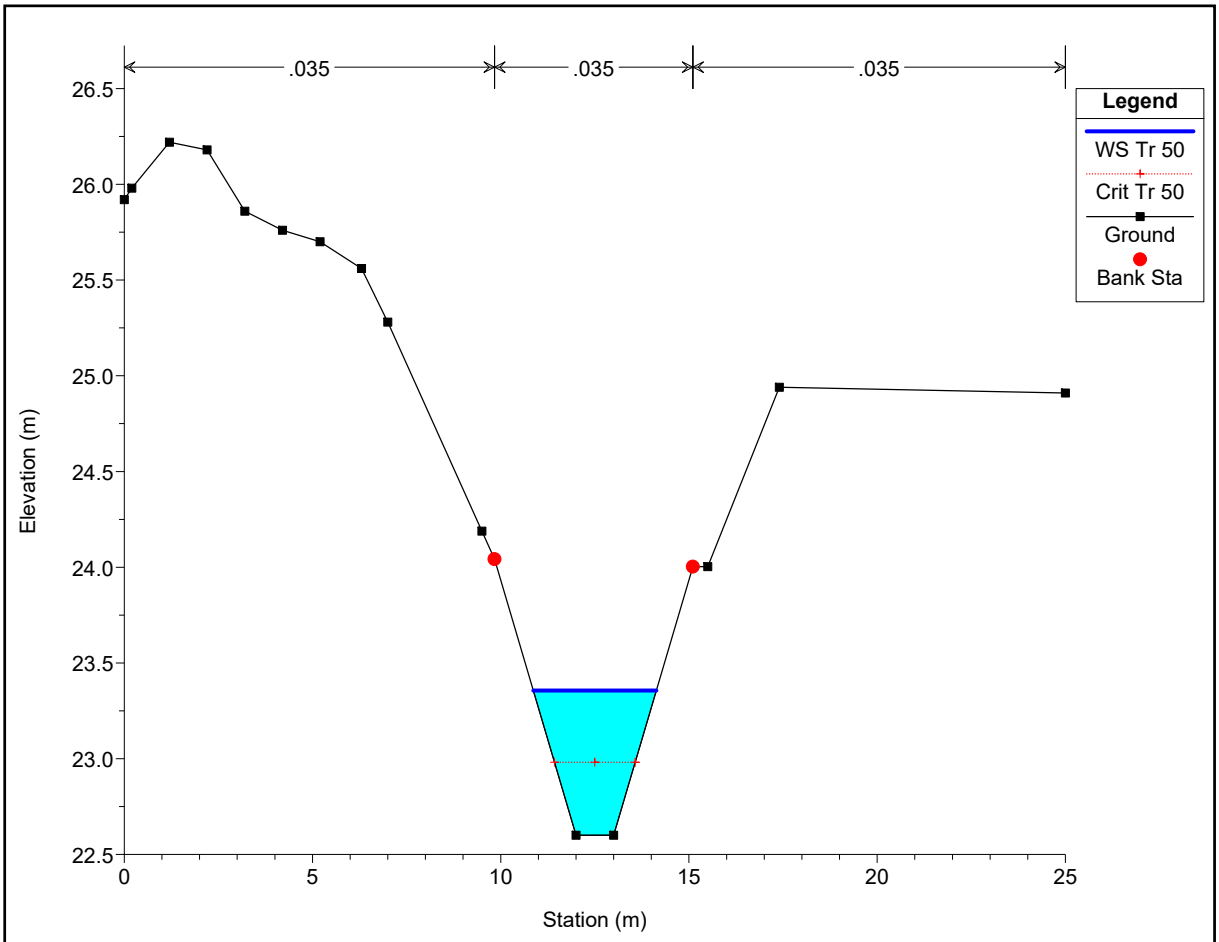

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
0
5
10
15
20
25

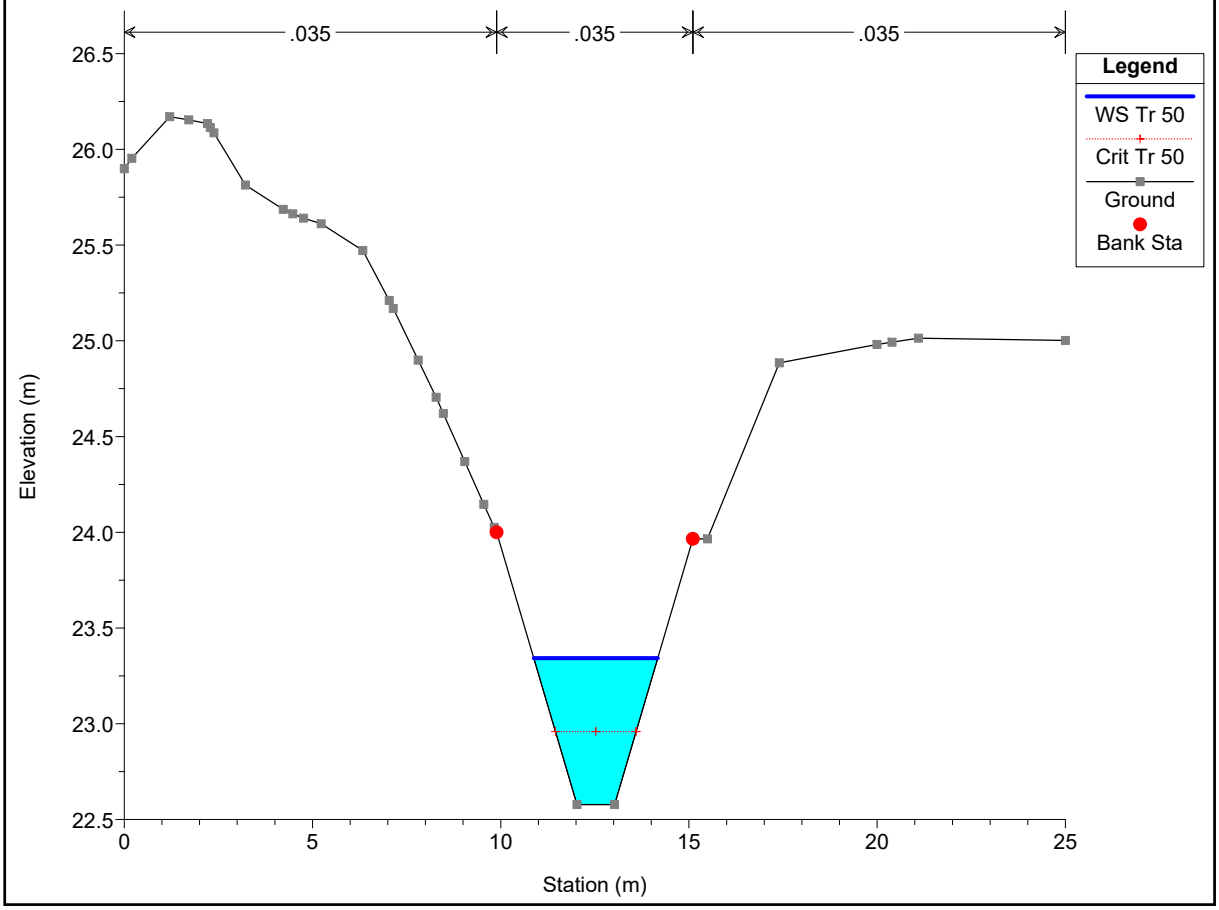

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
0
5
10
15
20
25

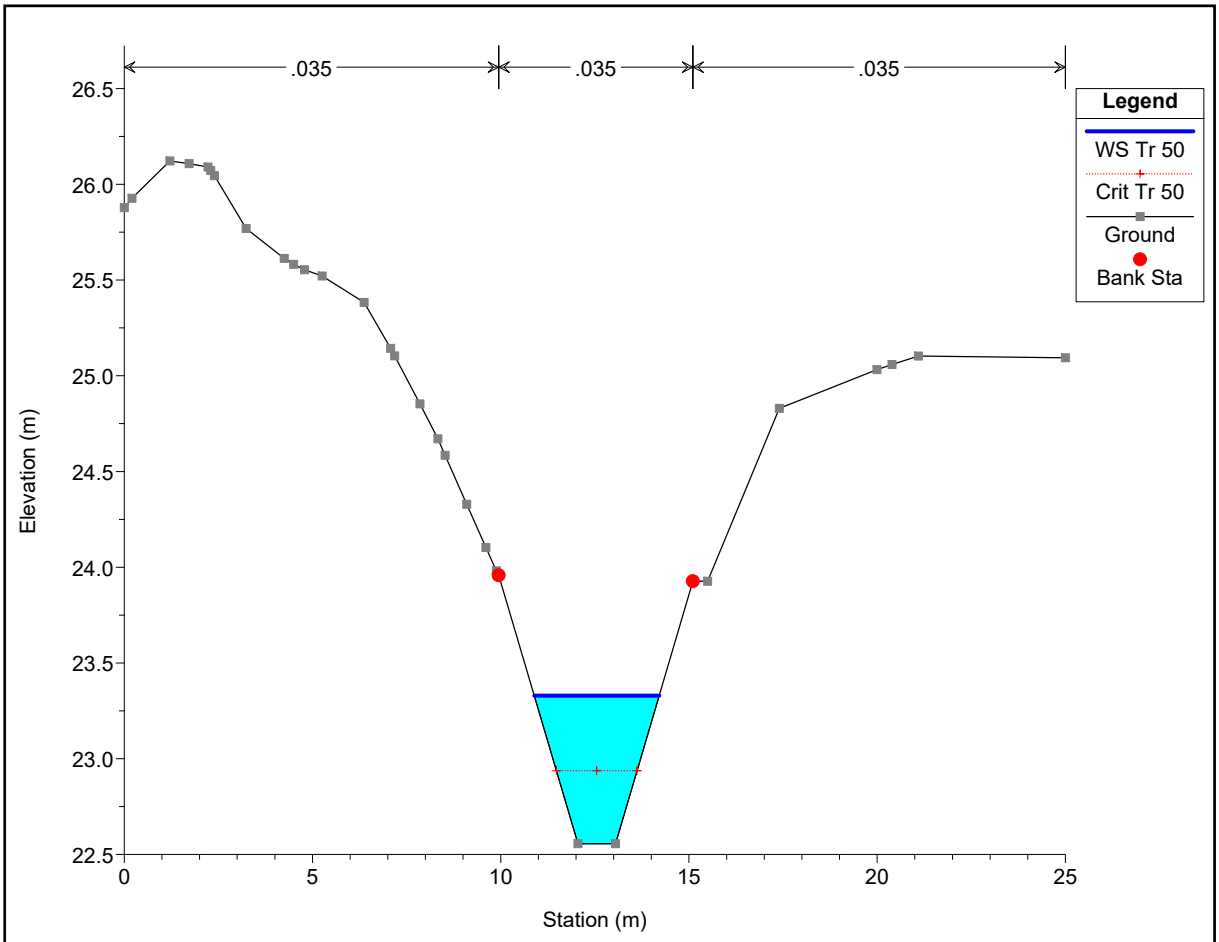

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27.0
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
0
5
10
15
20
25

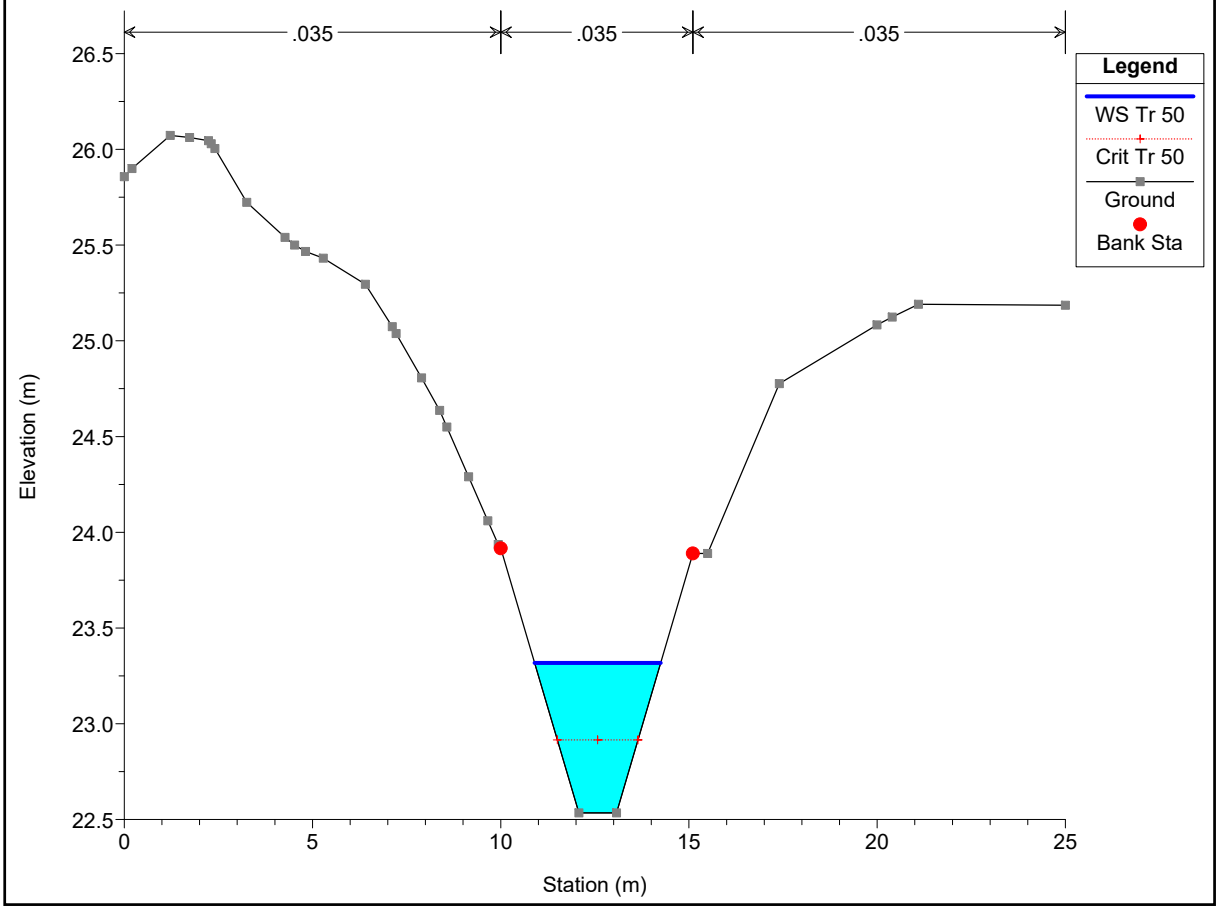

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
0
5
10
15
20
25

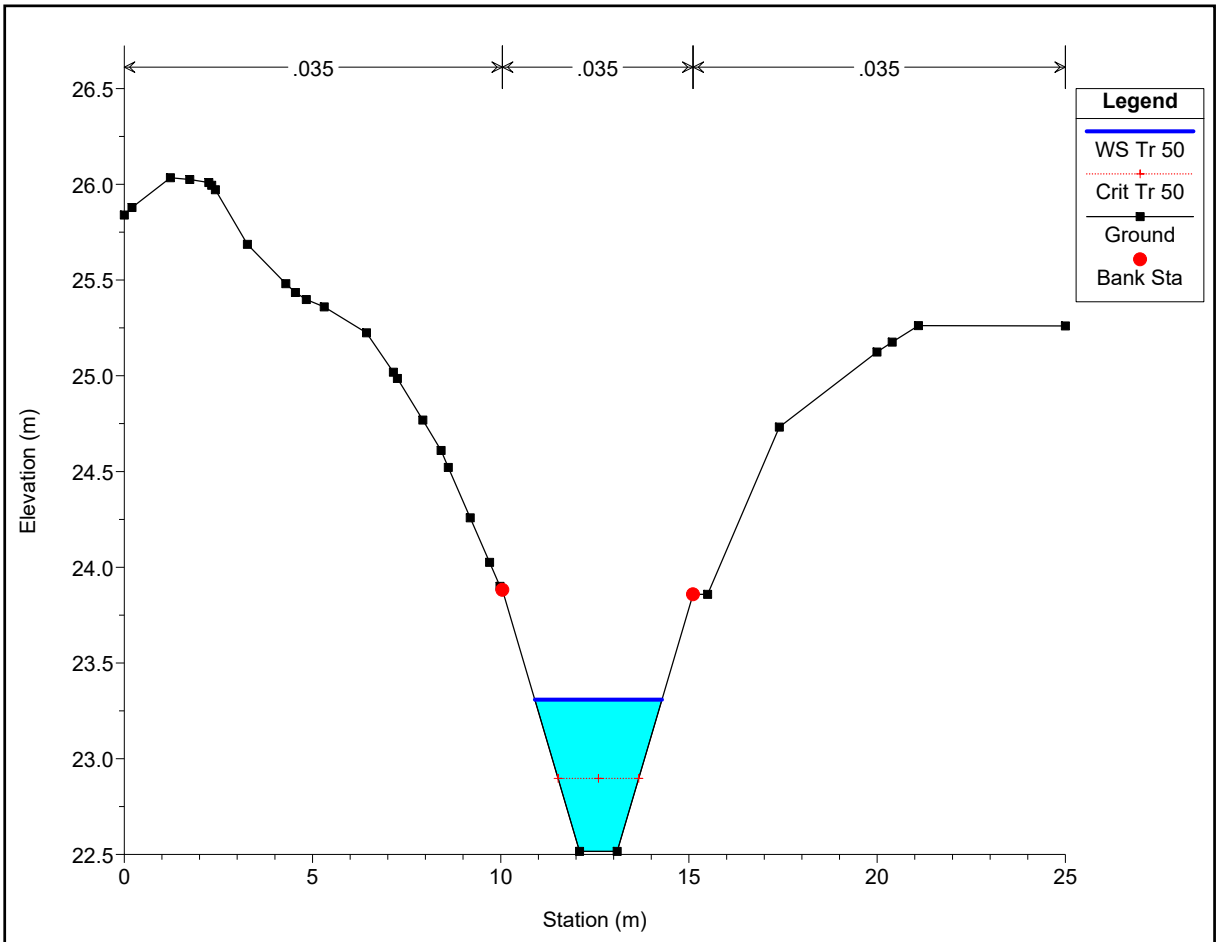

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27
26
25
24
23
22
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
0
5
10
15
20
25

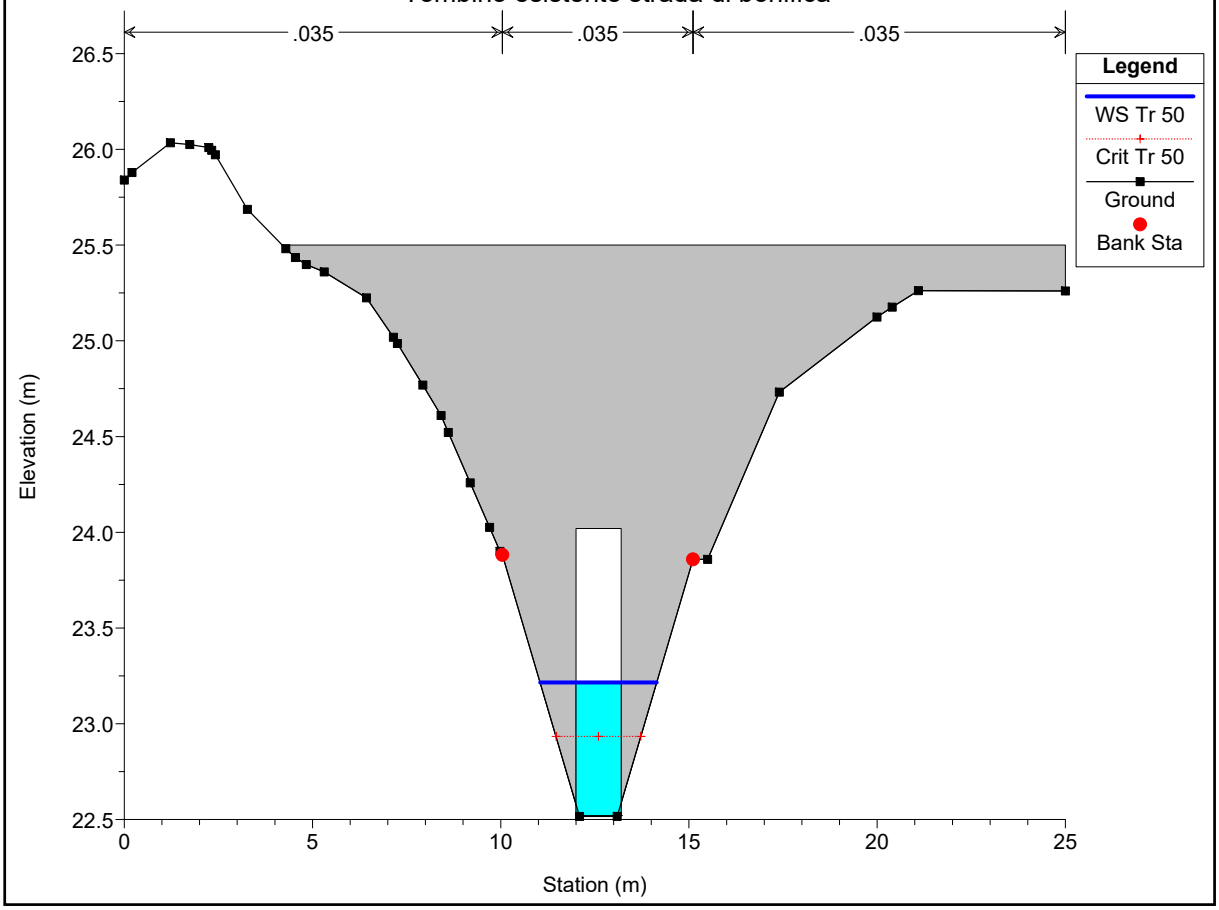

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
0
5
10
15
20
25

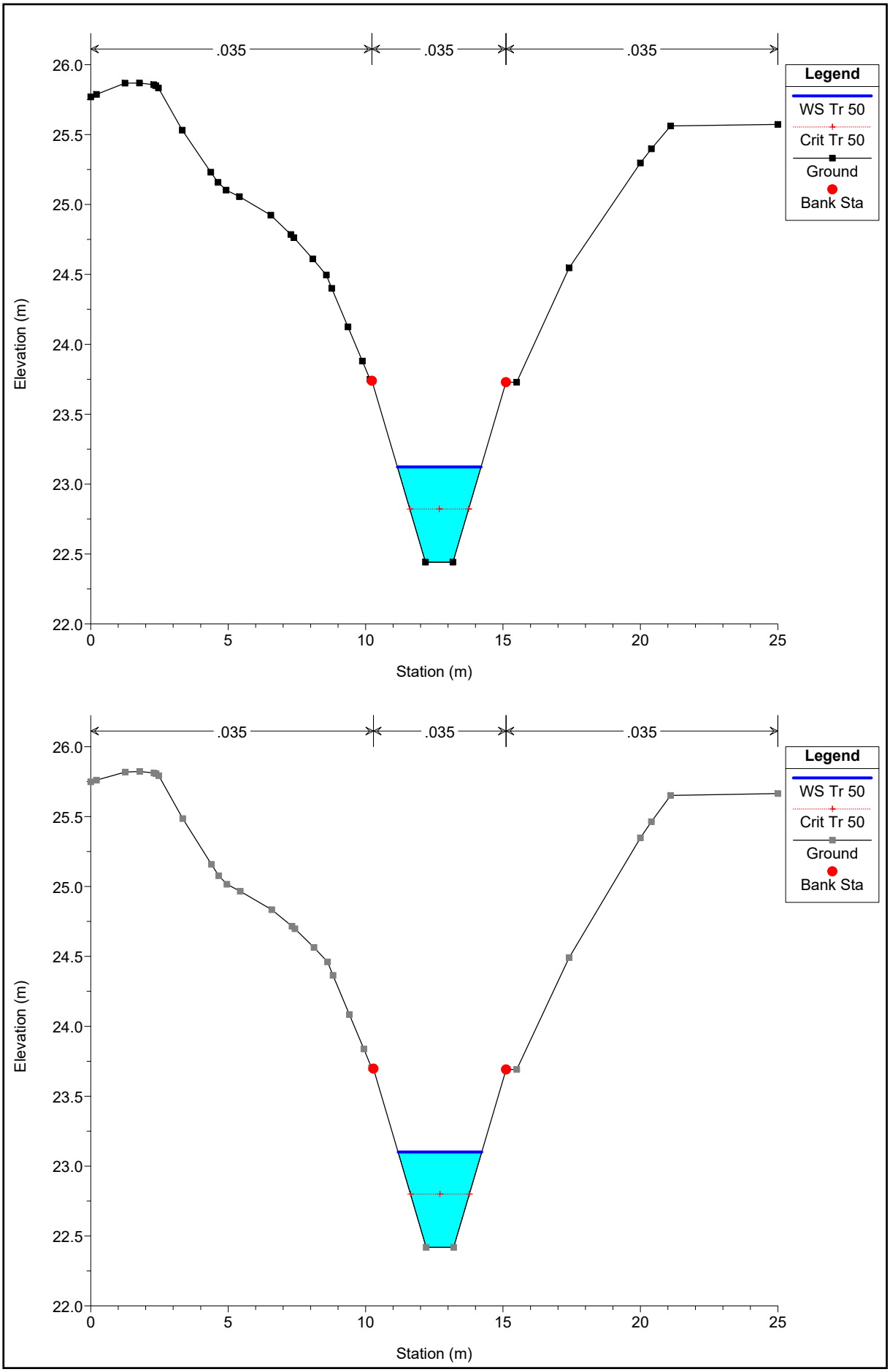

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
0
5
10
15
20
25

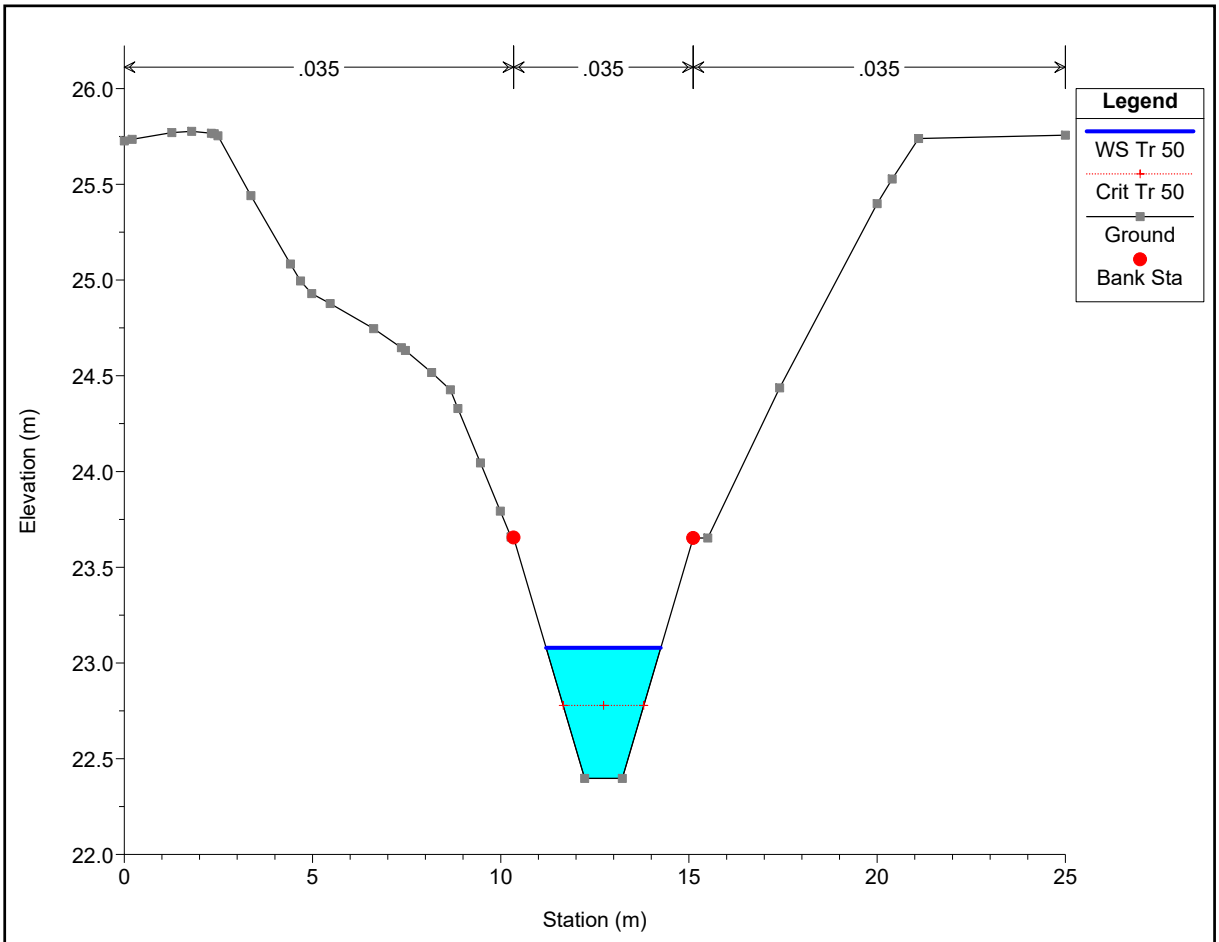

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.5
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
0
5
10
15
20
25

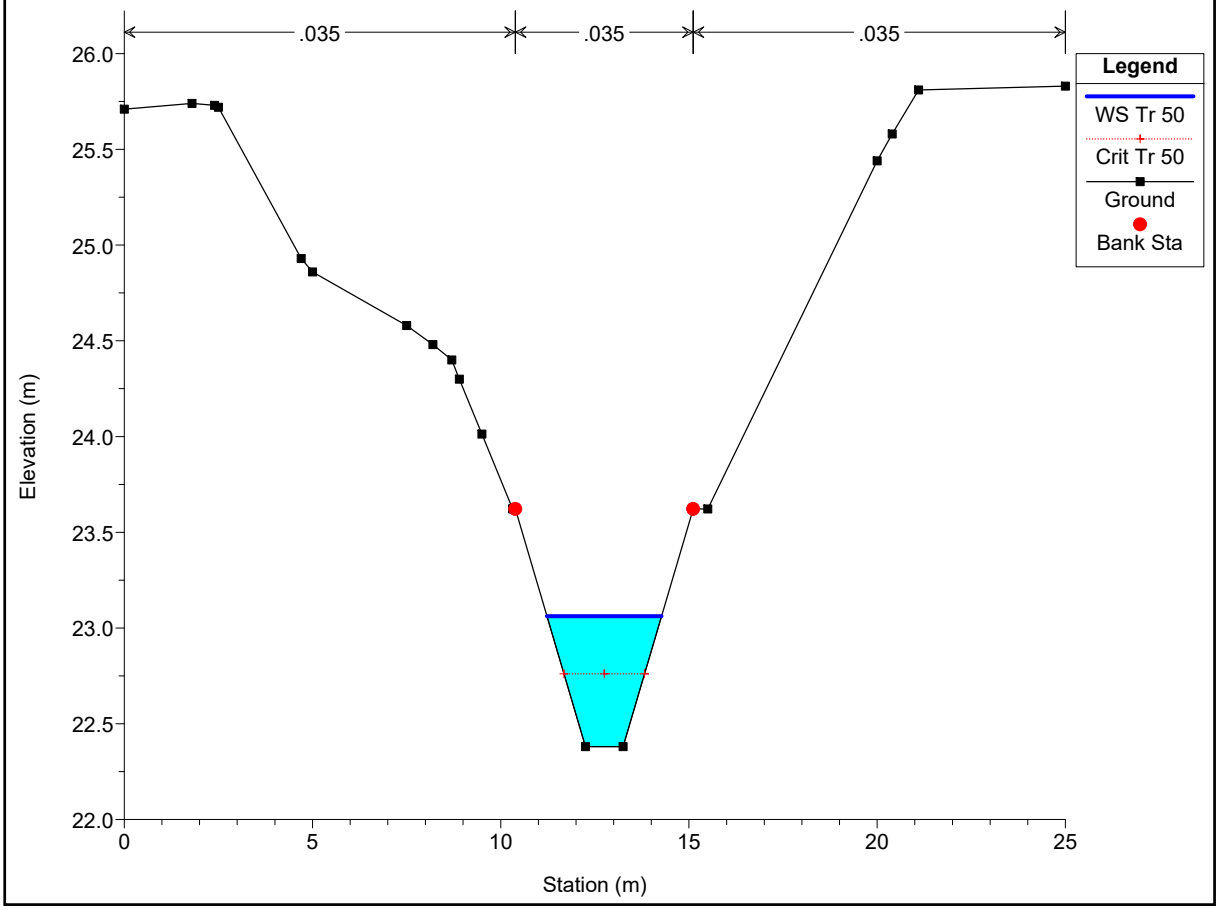


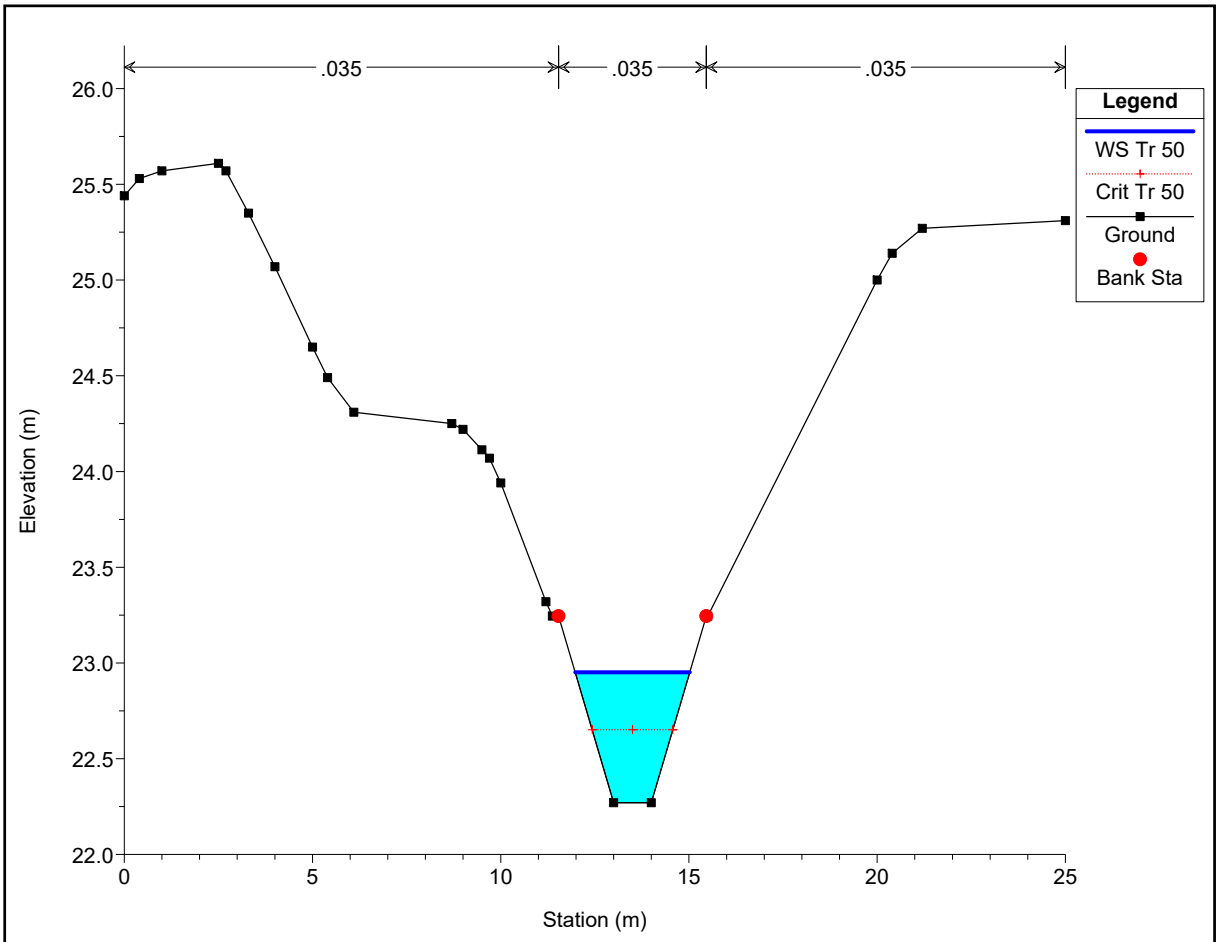
Tombino esistente strada di bonifica

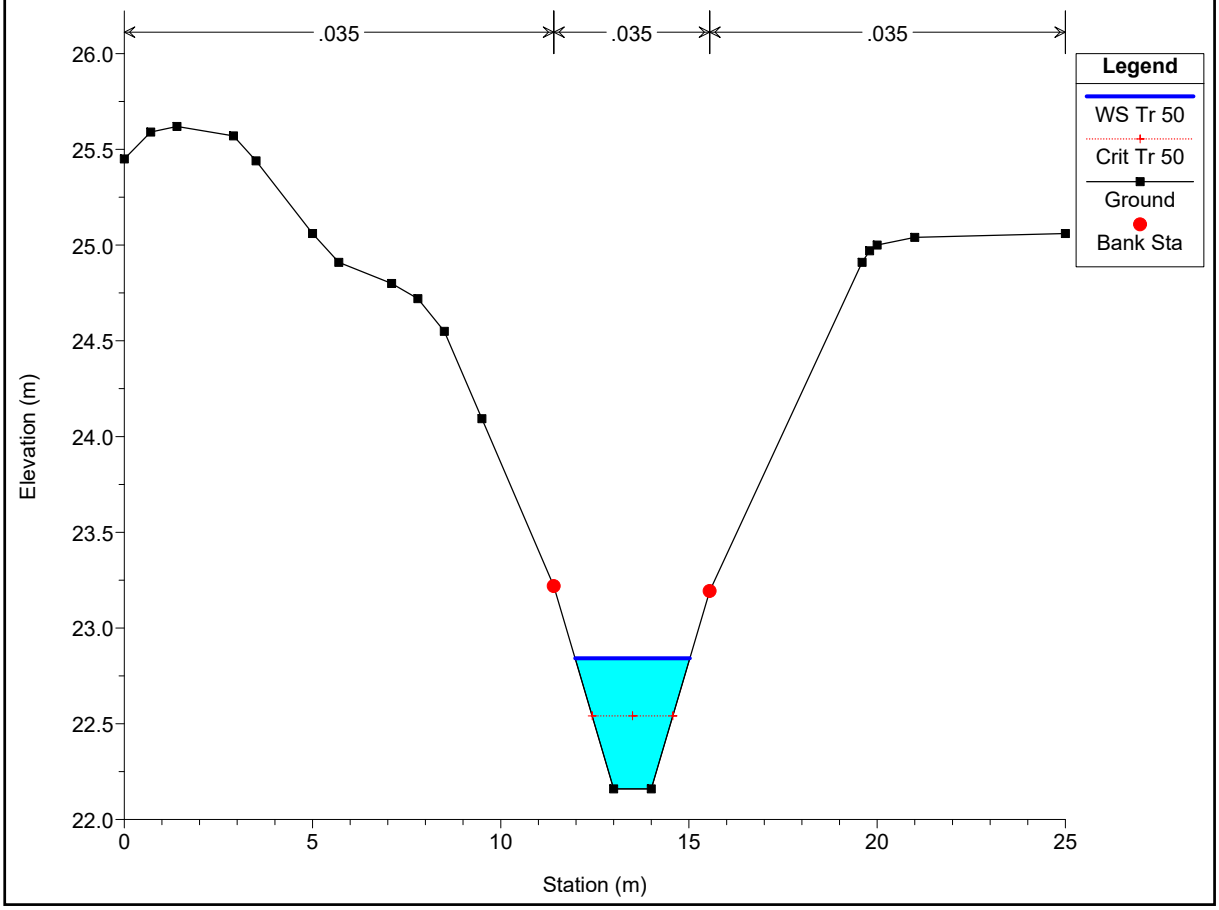


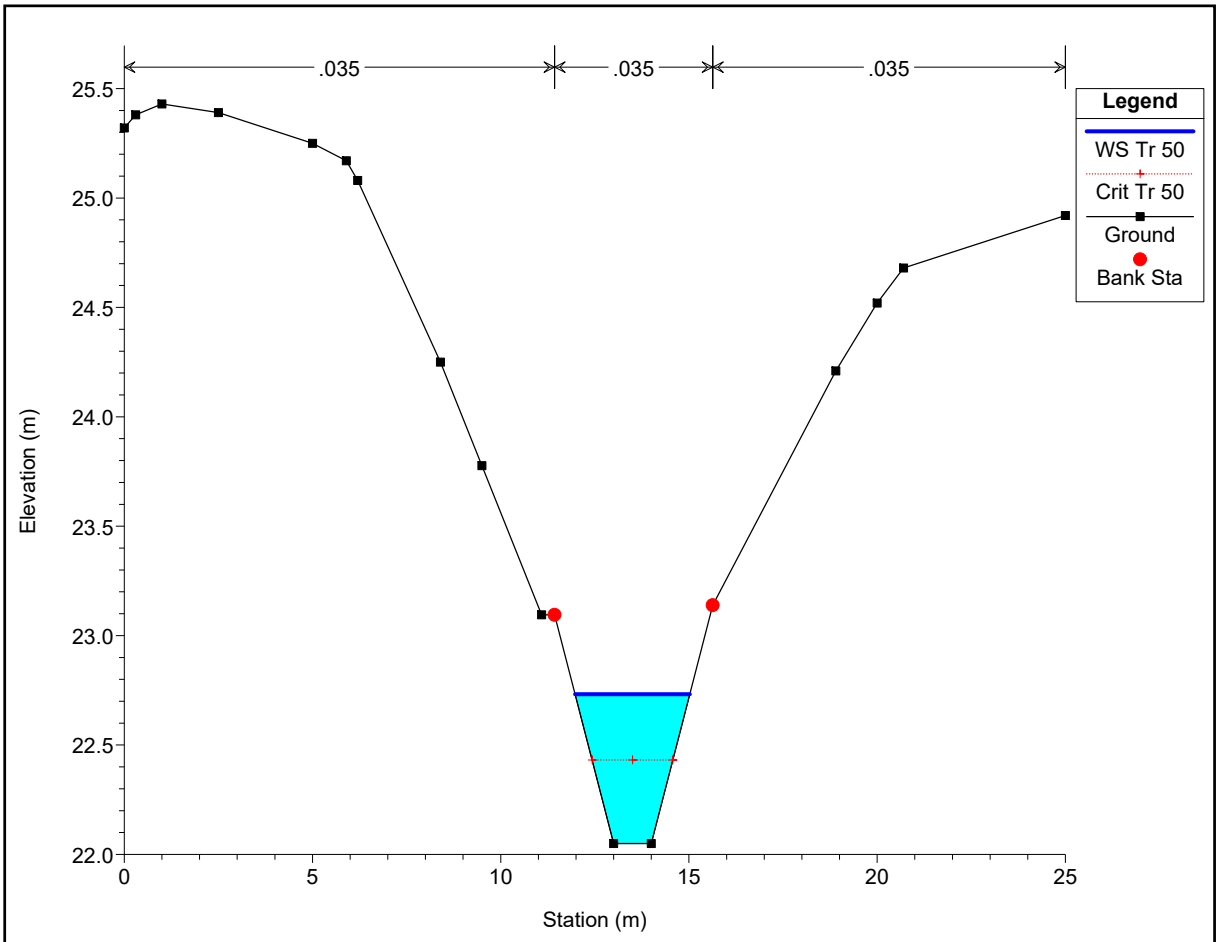

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
0
5
10
15
20
25

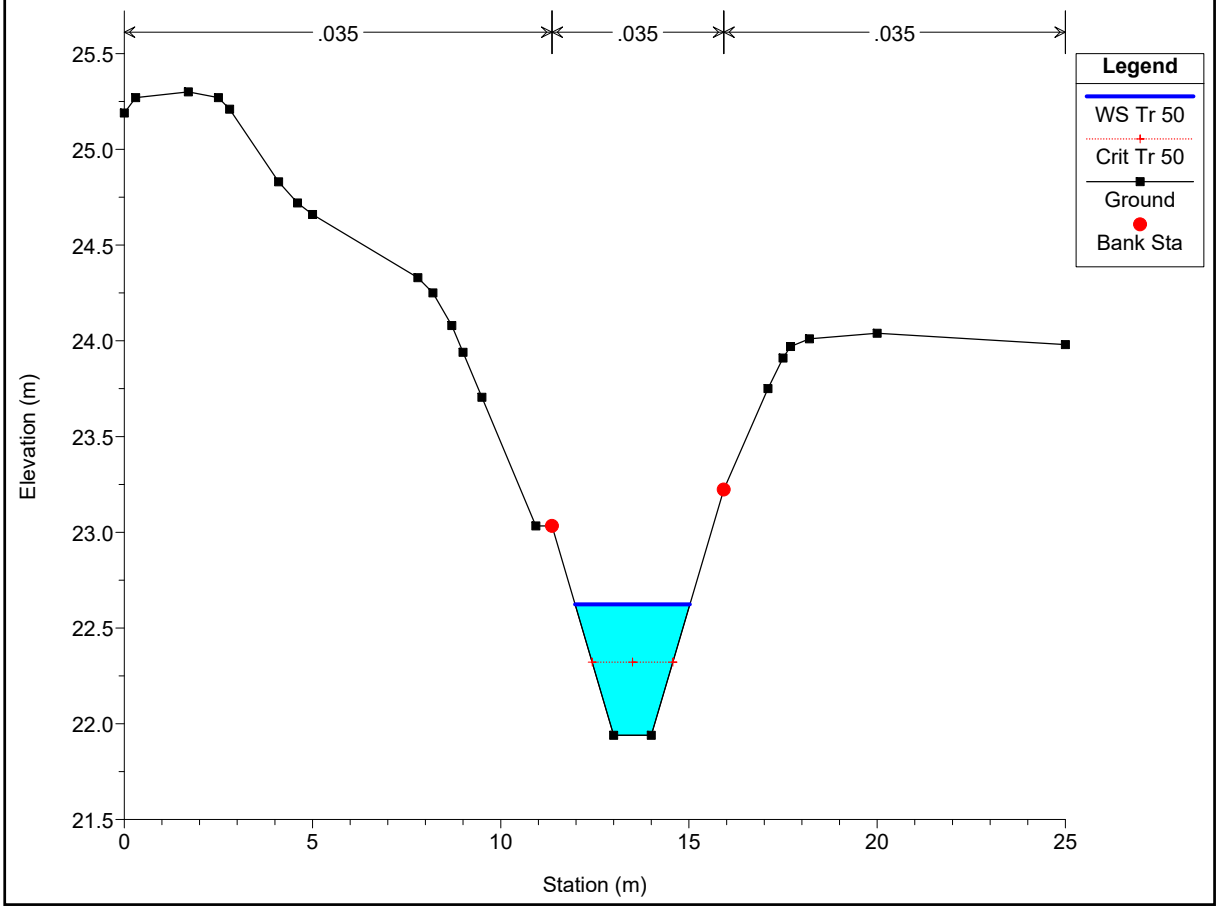

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
0
5
10
15
20
25

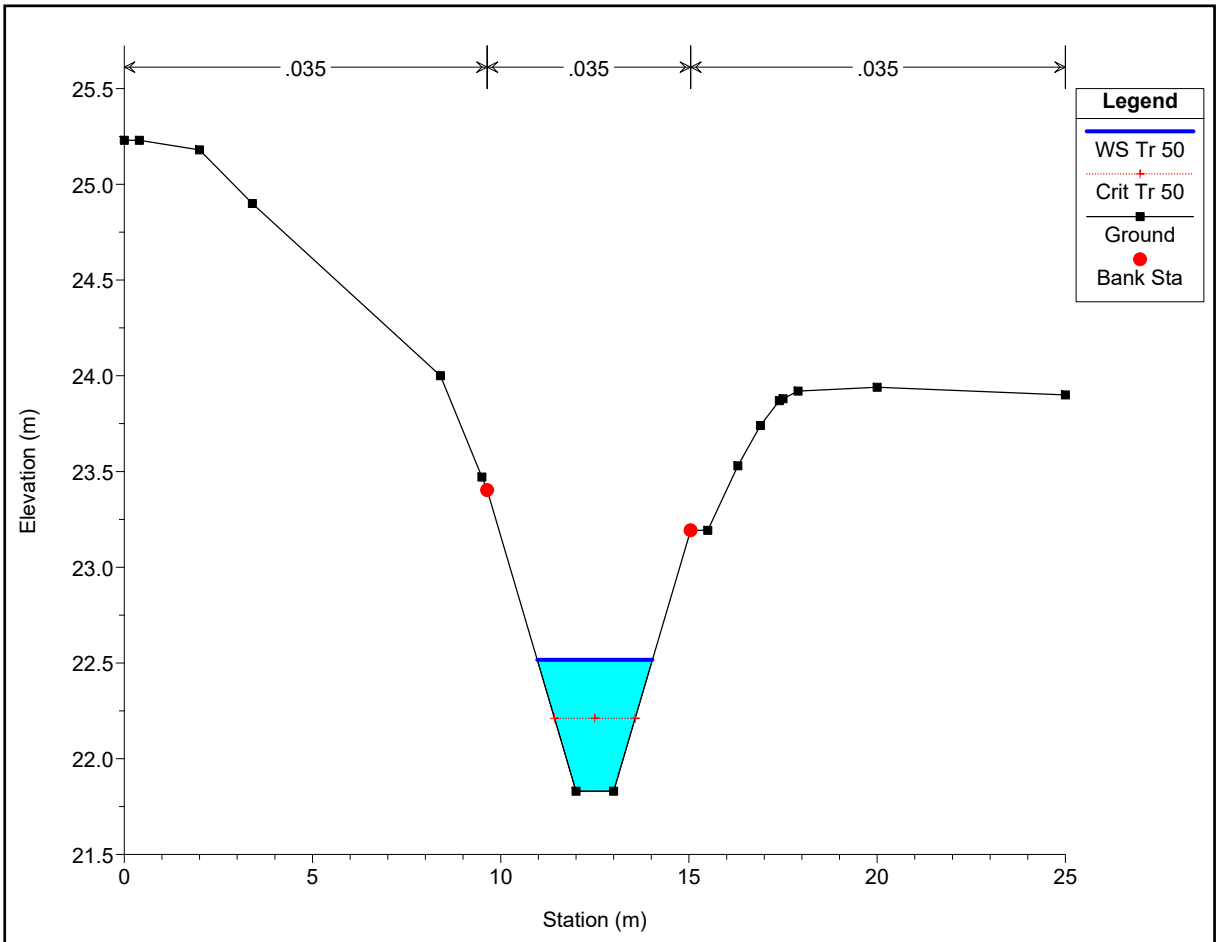

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
0
5
10
15
20
25

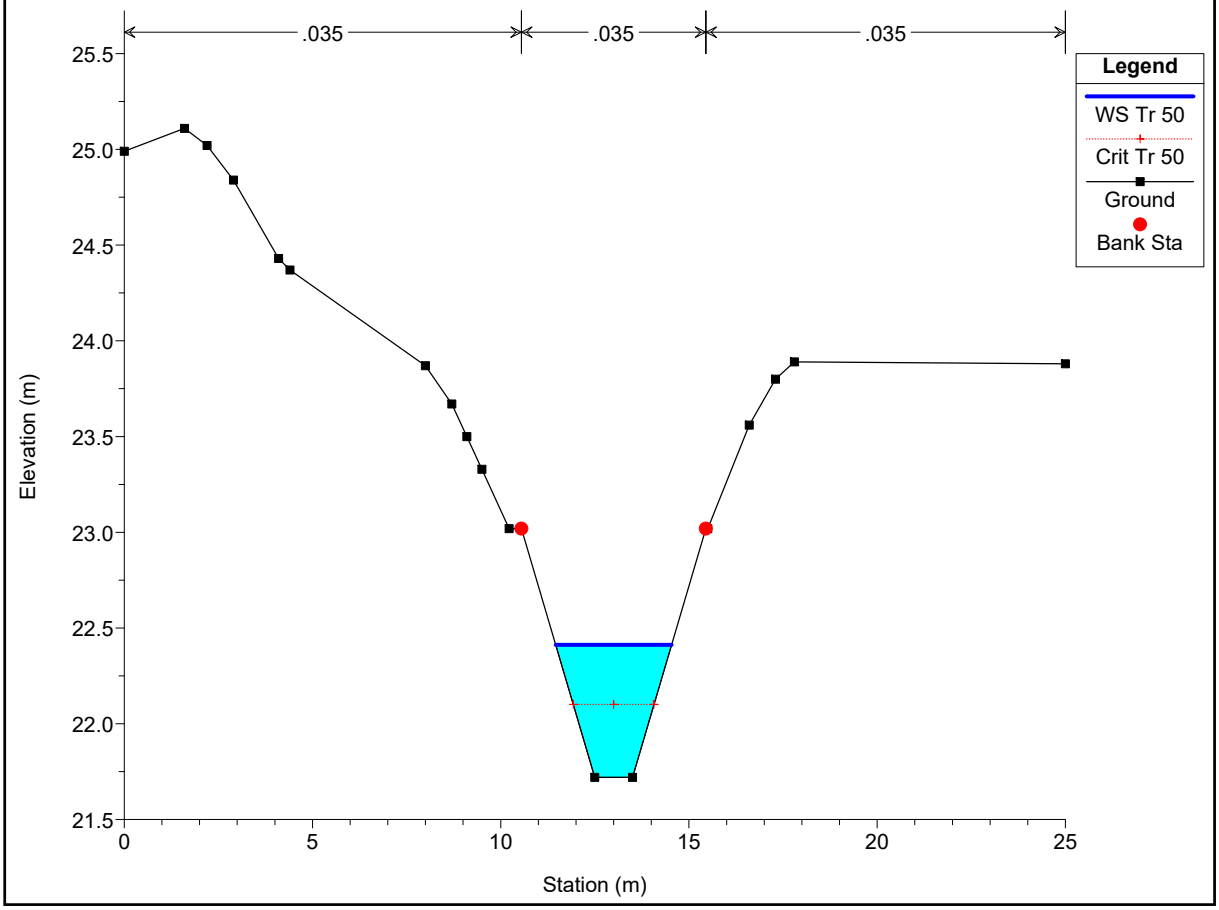

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
0
5
10
15
20
25

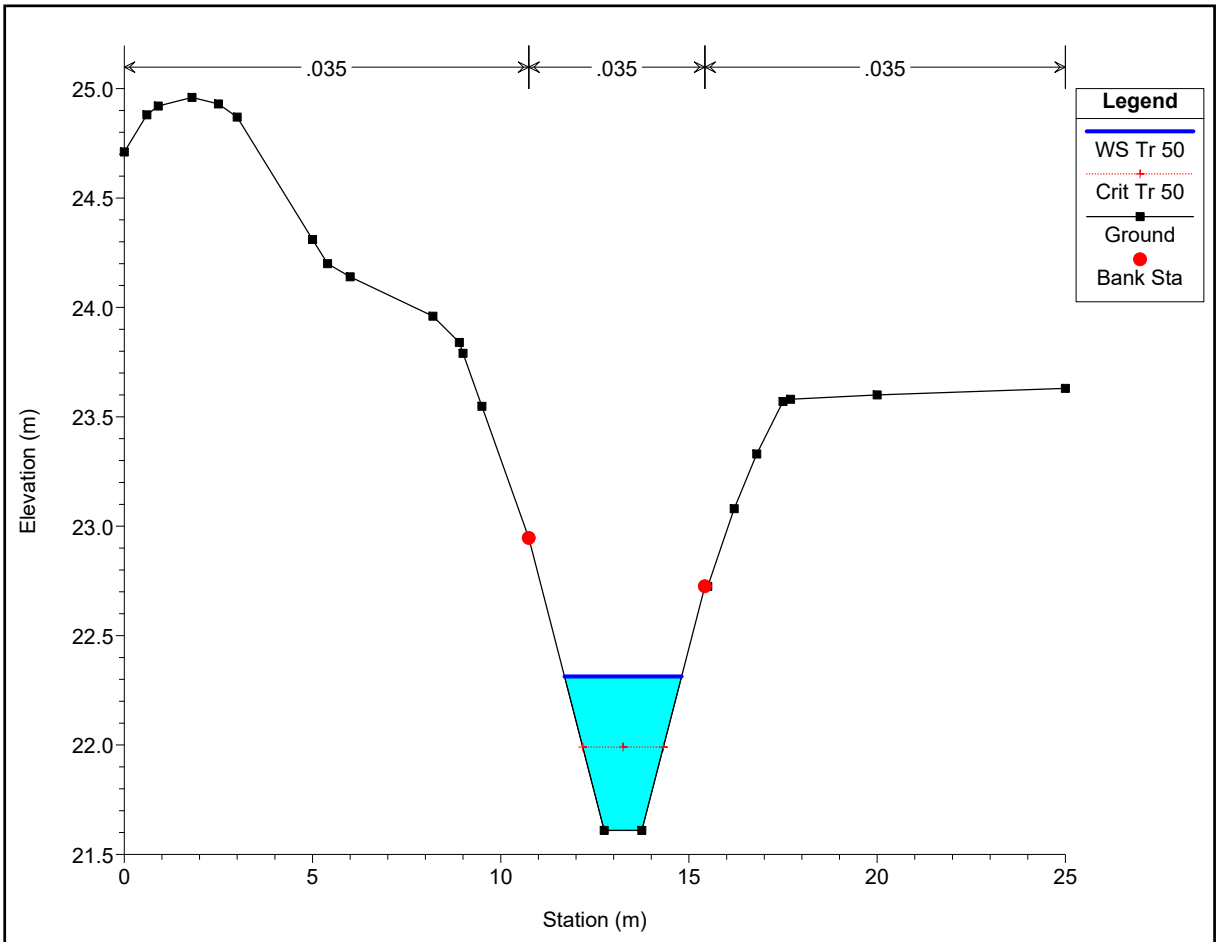

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26.0
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
0
5
10
15
20
25

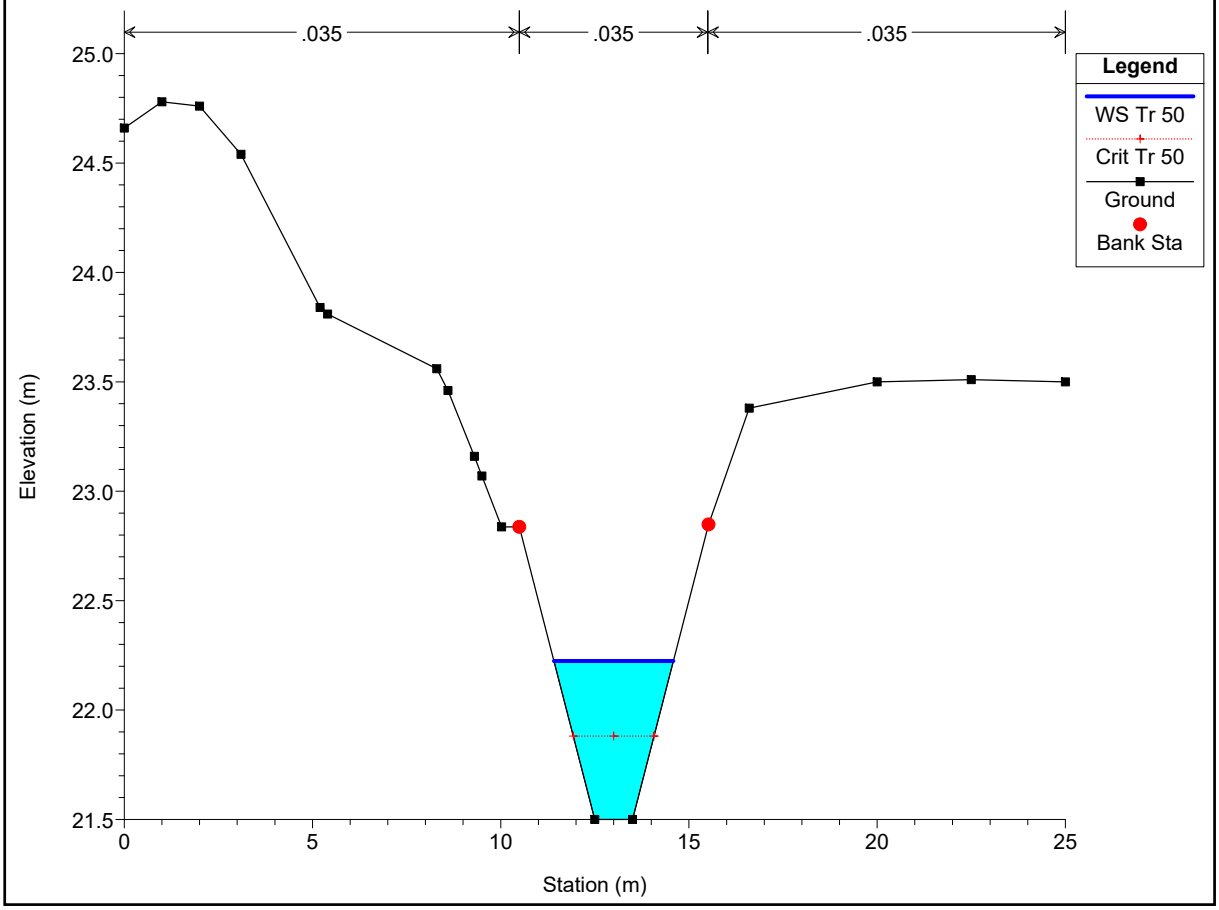

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
0
5
10
15
20
25

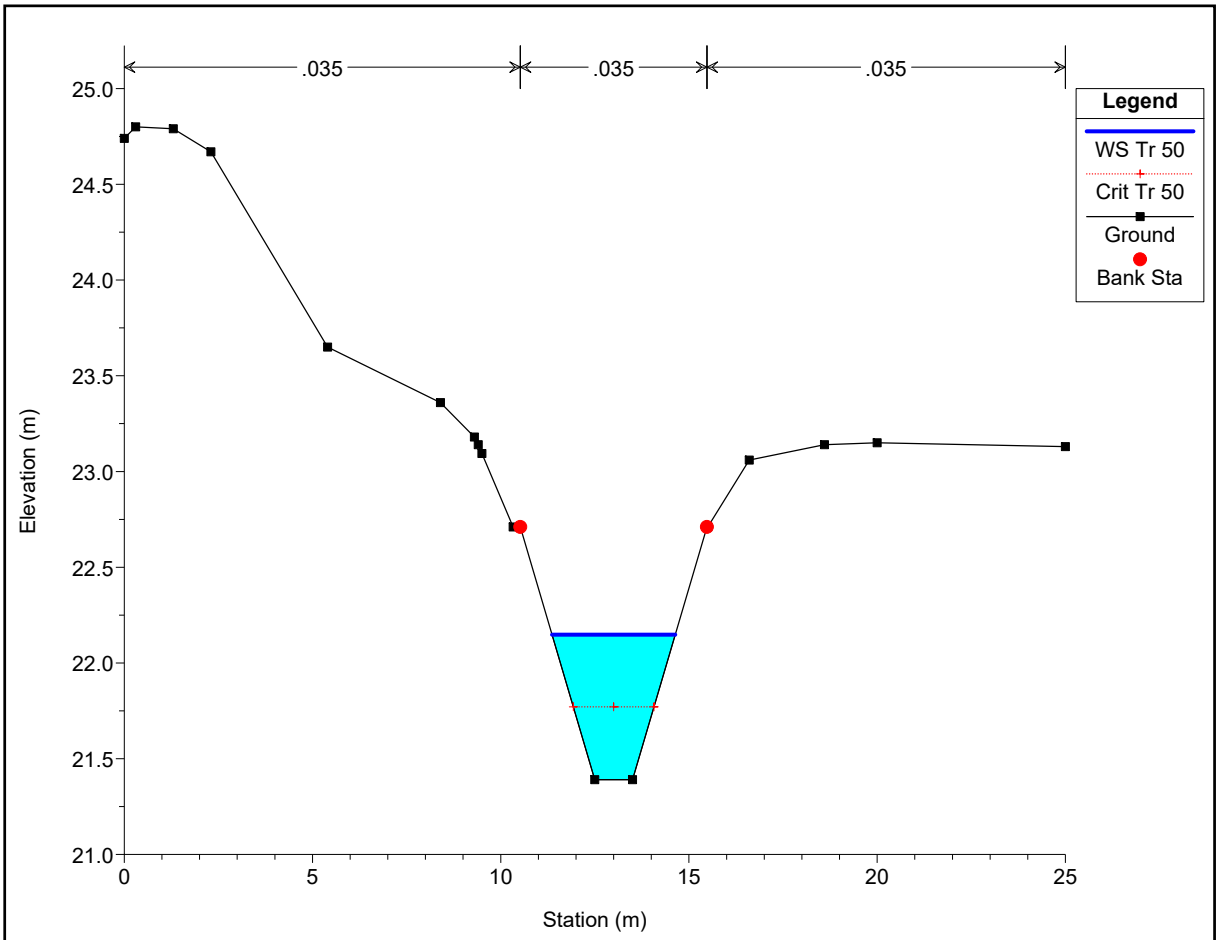

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
0
5
10
15
20
25

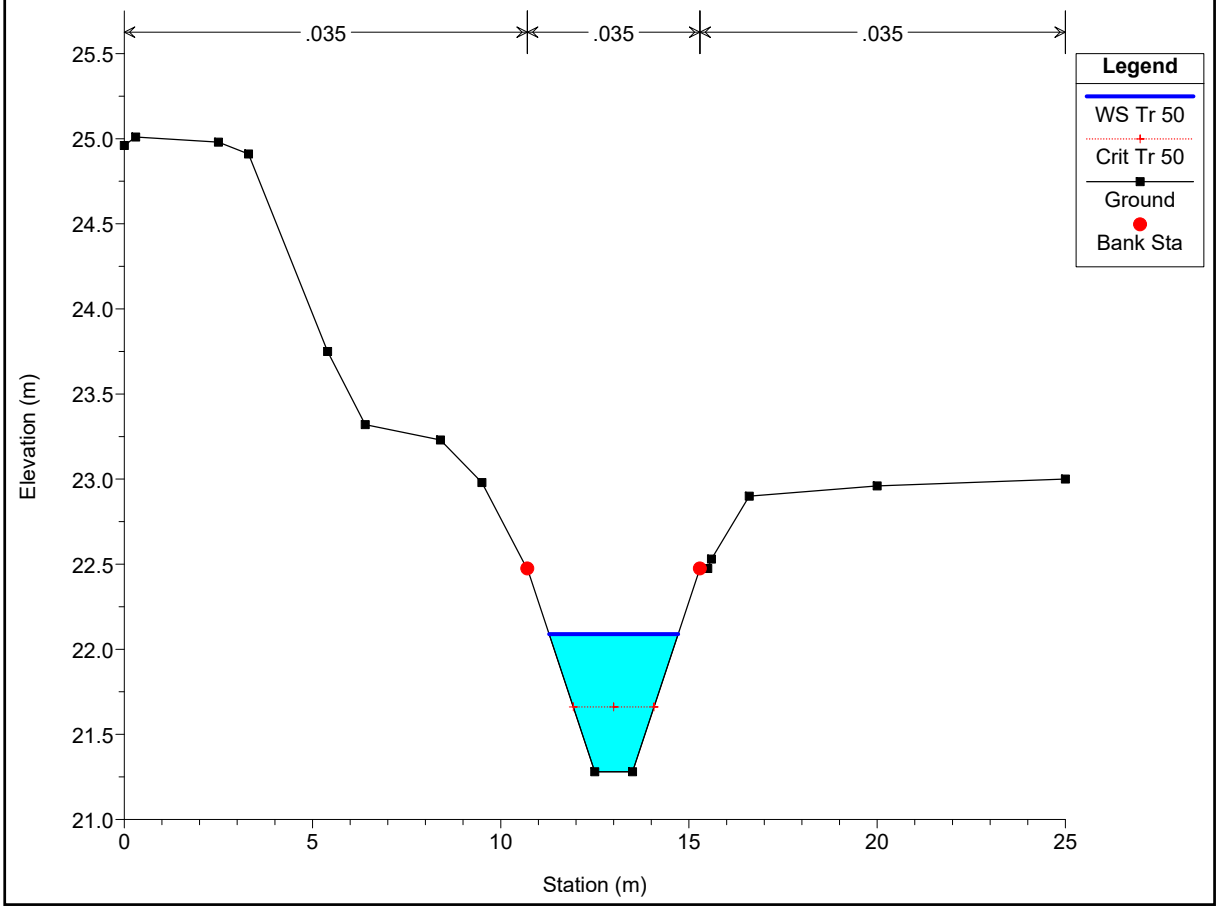

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
0
5
10
15
20
25

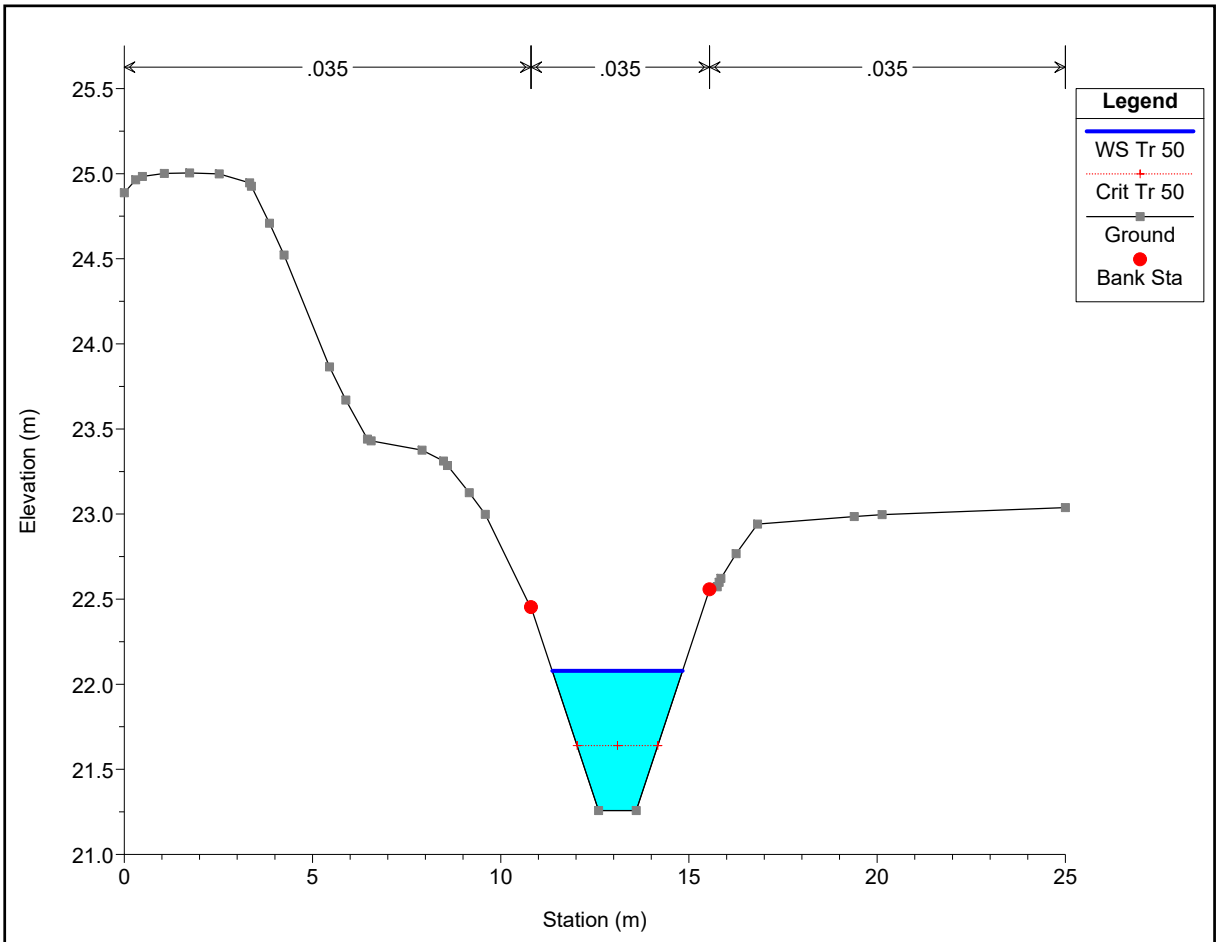

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
0
5
10
15
20
25

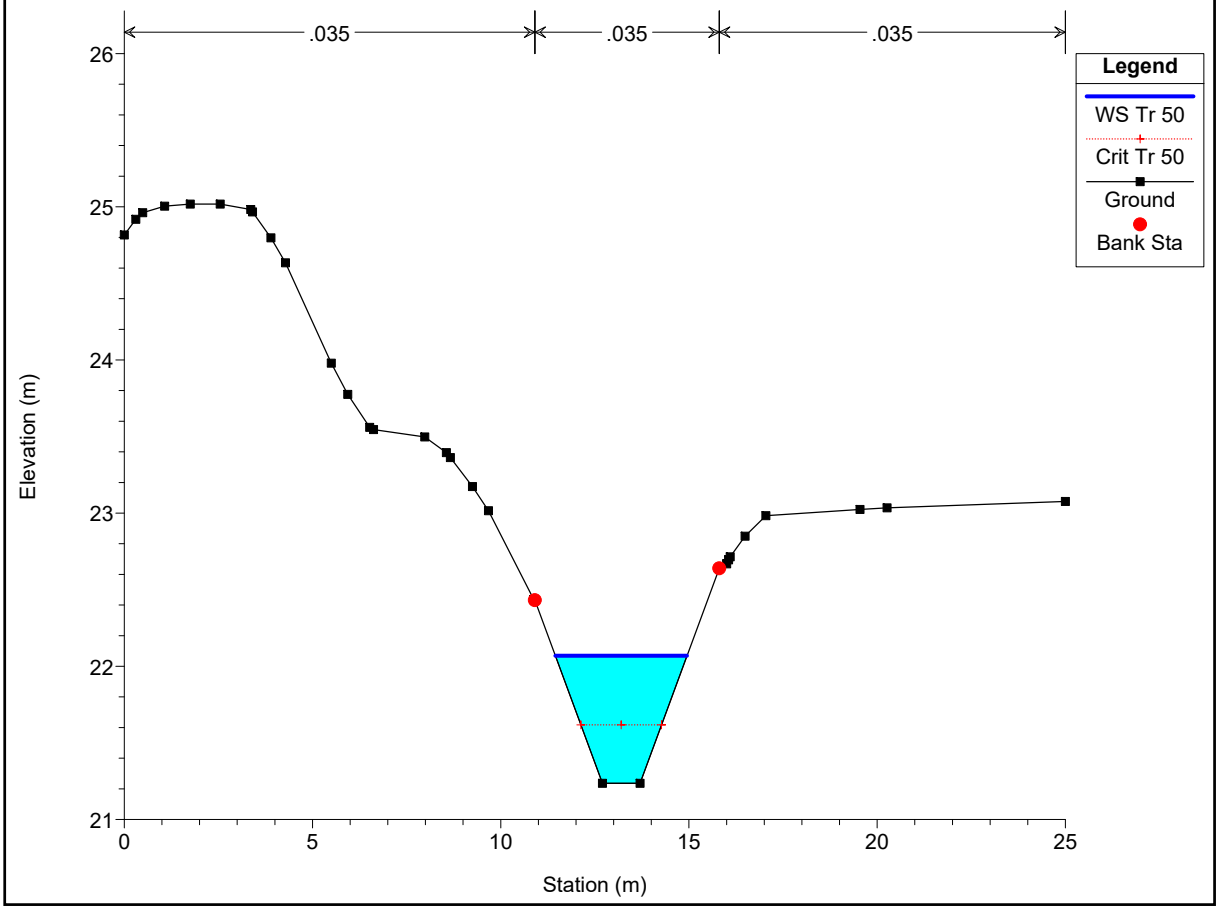

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
0
5
10
15
20
25

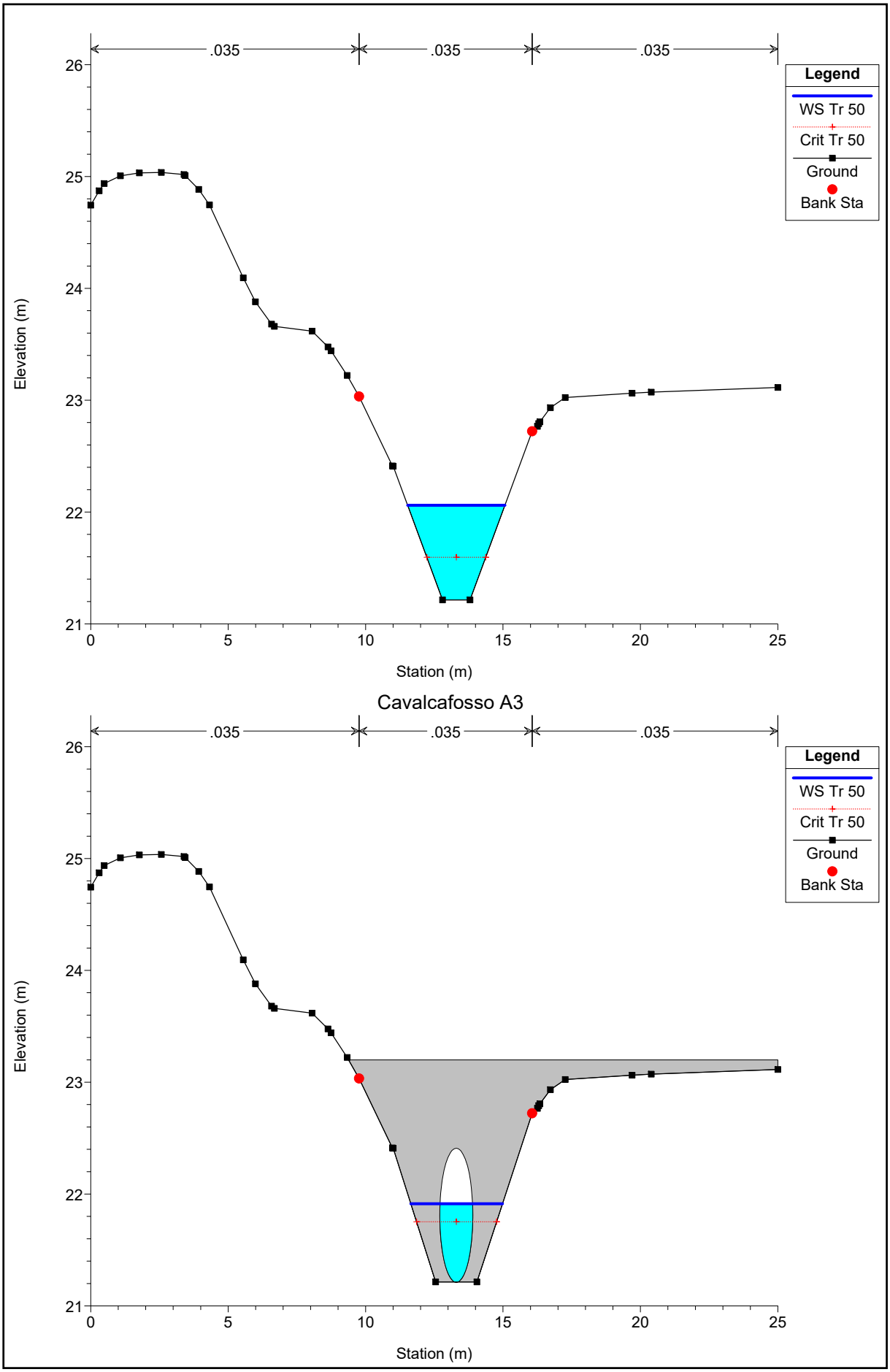

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
0
5
10
15
20
25

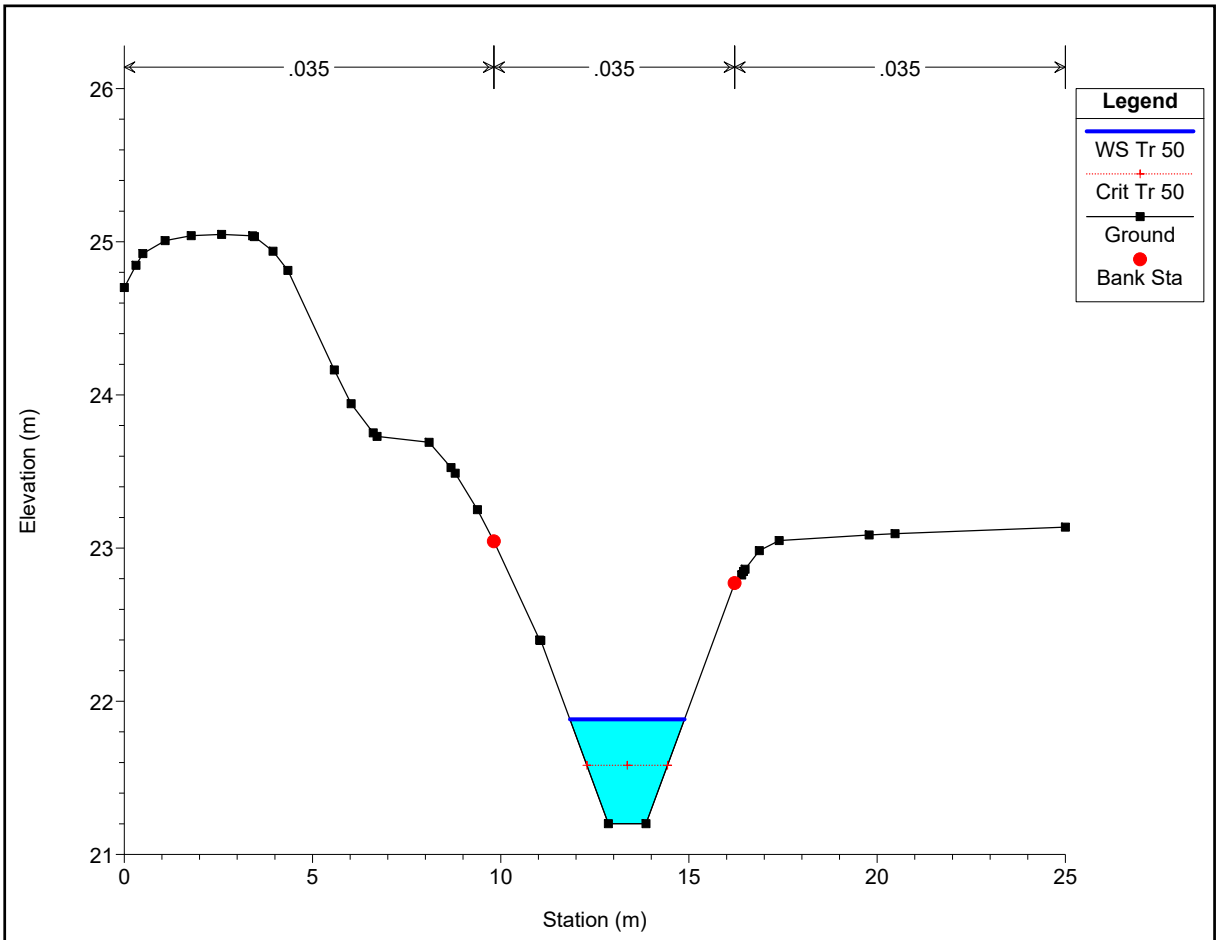

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
0
5
10
15
20
25

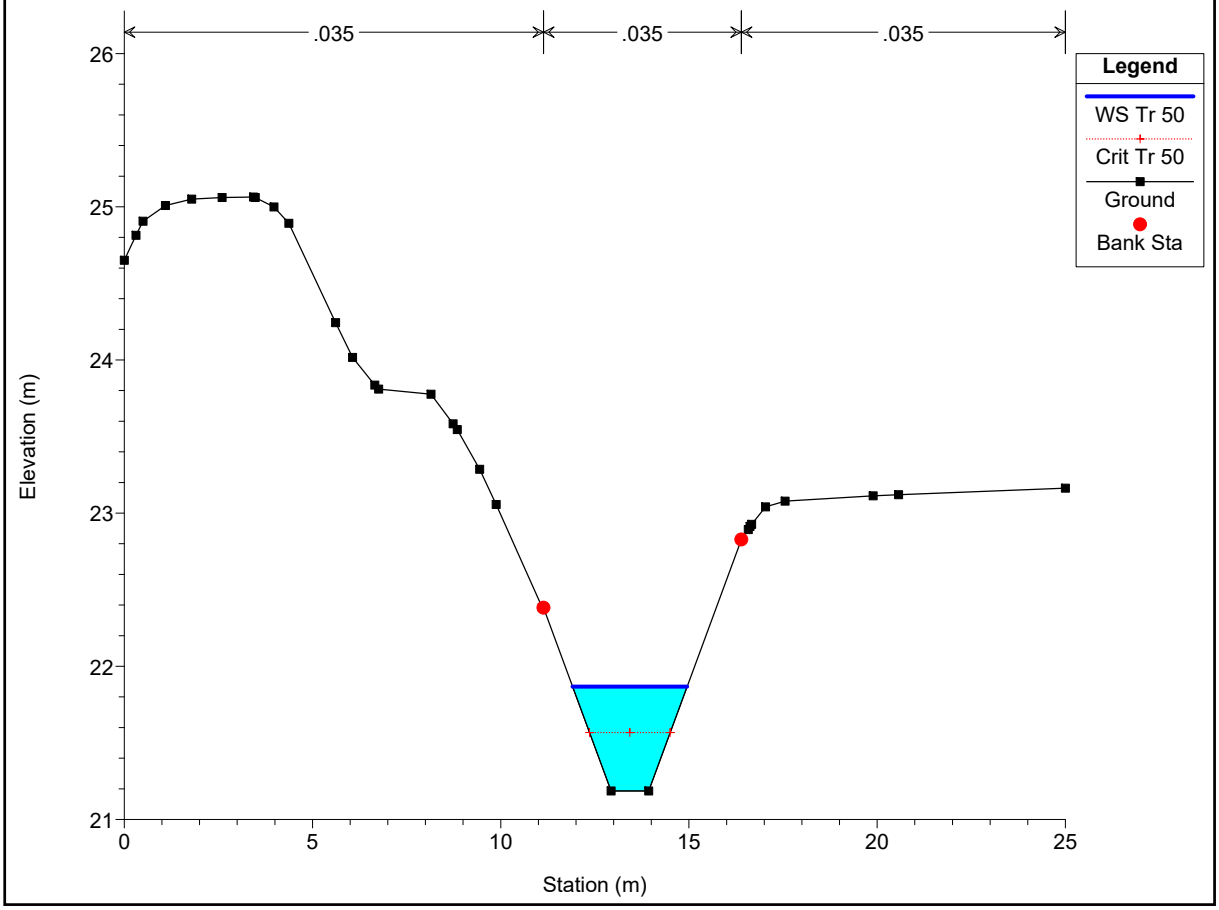

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.5
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
0
5
10
15
20
25

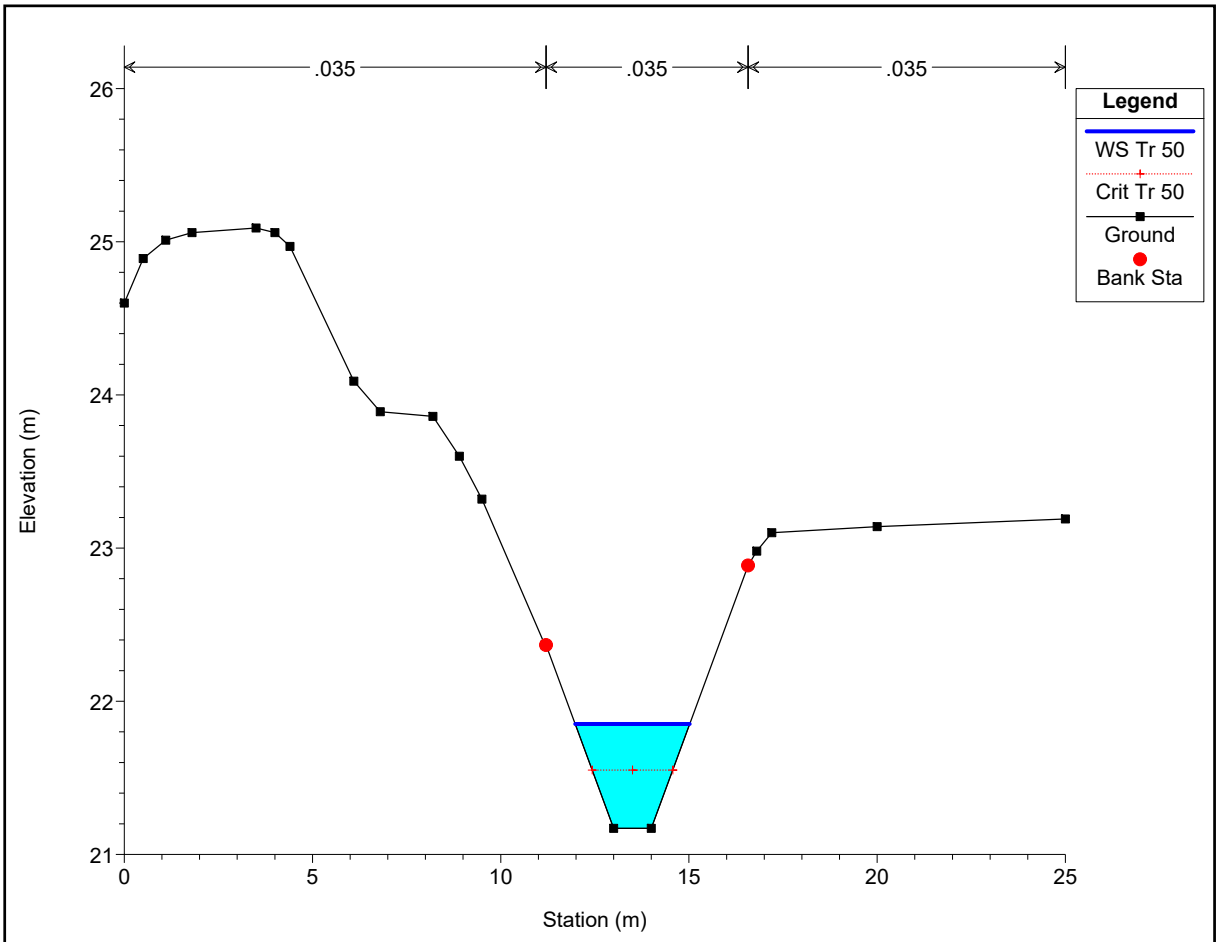

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26
25
24
23
22
21
0
5
10
15
20
25

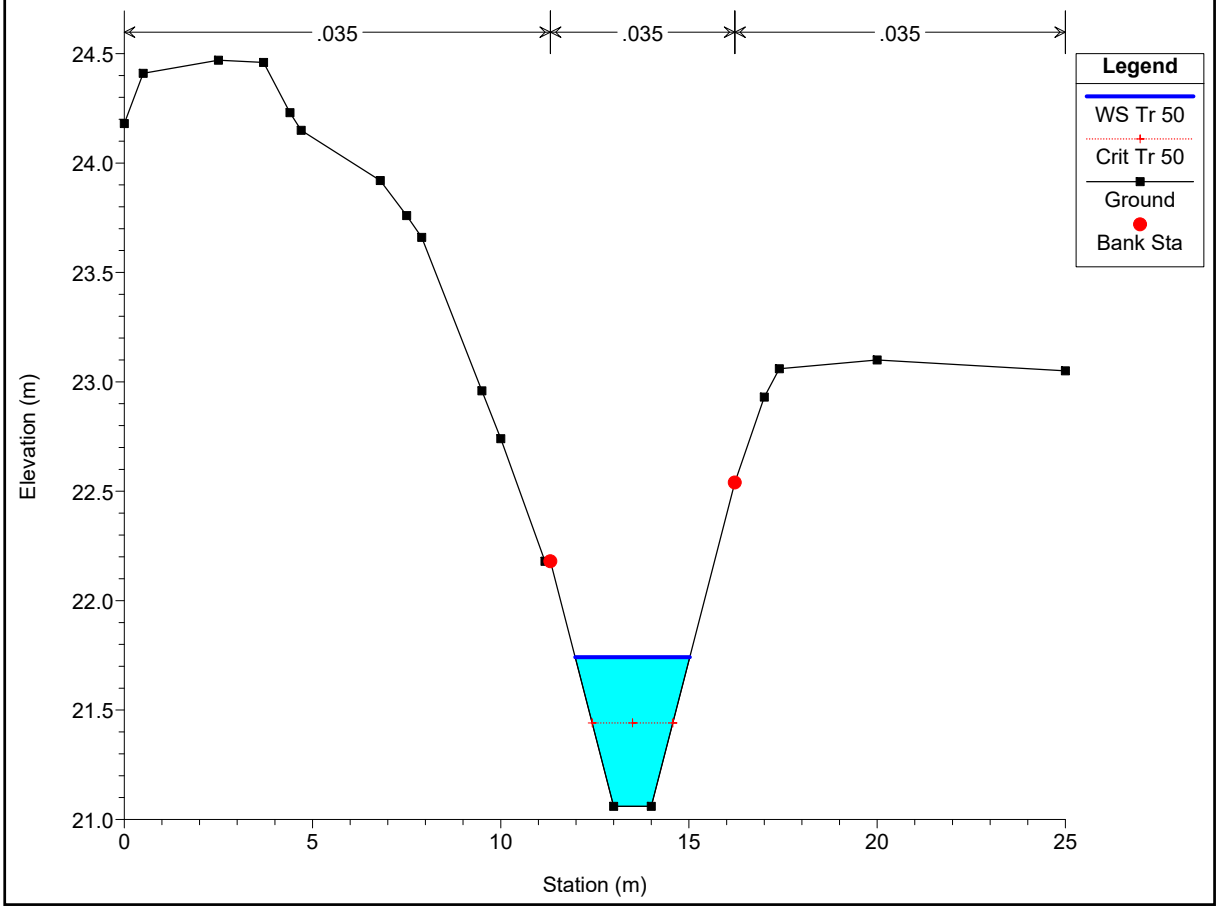


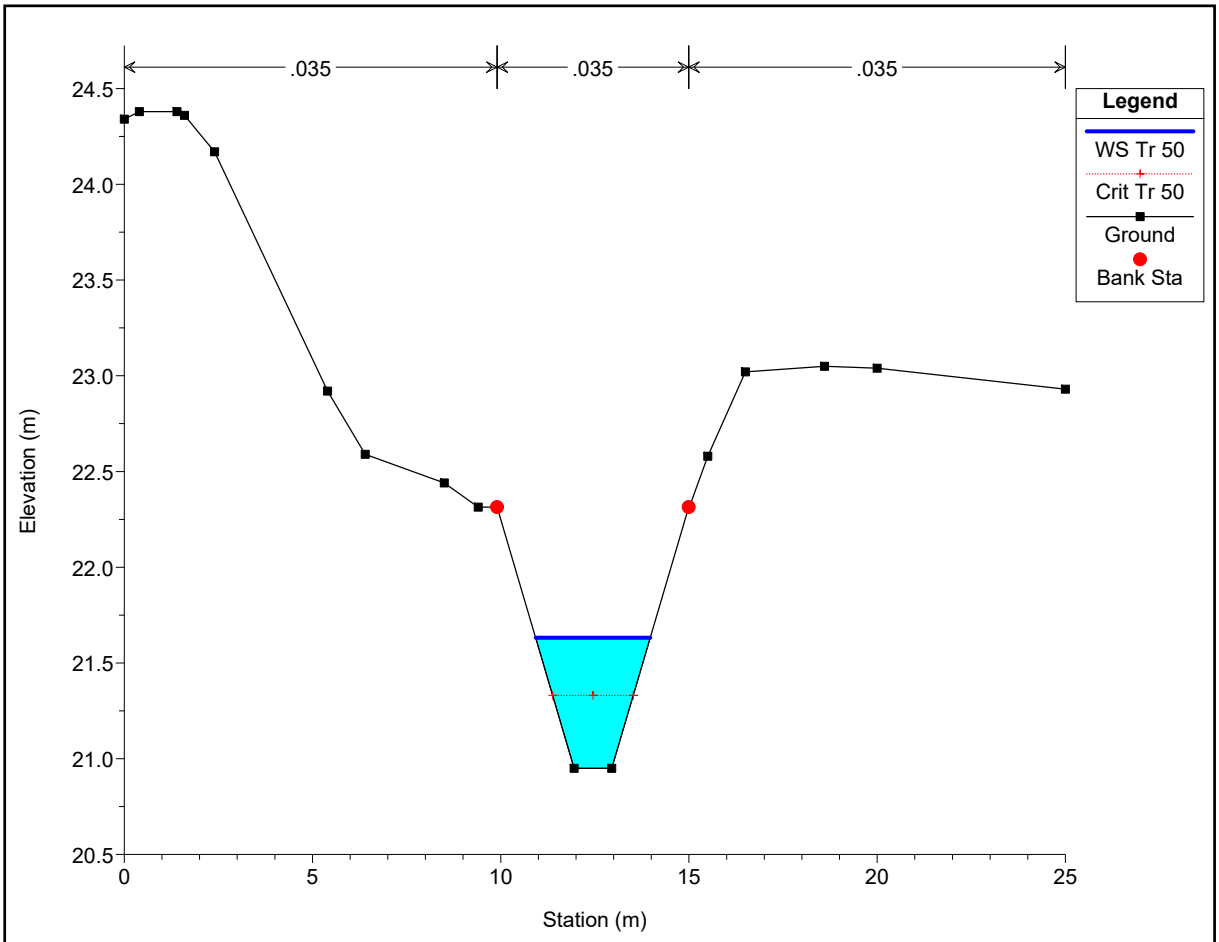
Cavalcafosso A3

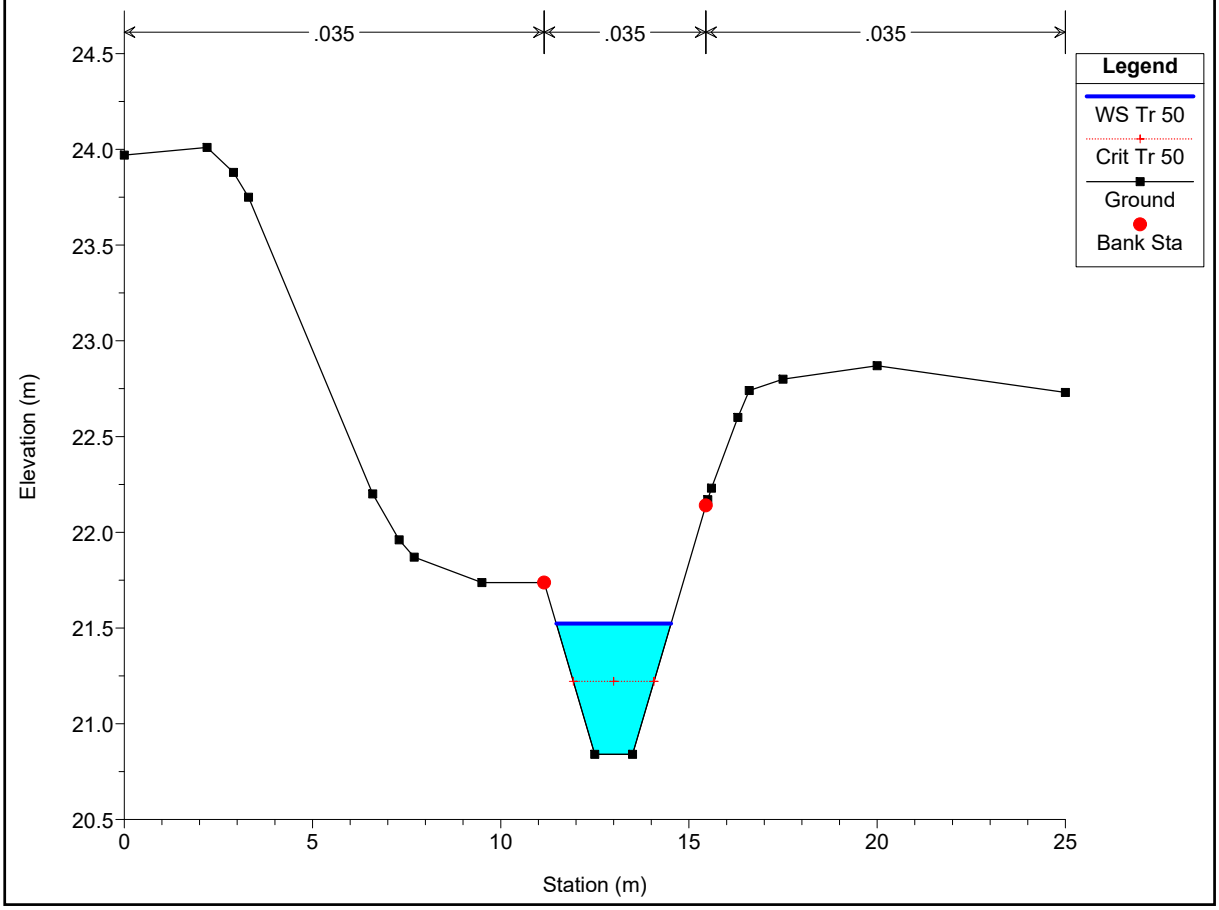

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26
25
24
23
22
21
0
5
10
15
20
25

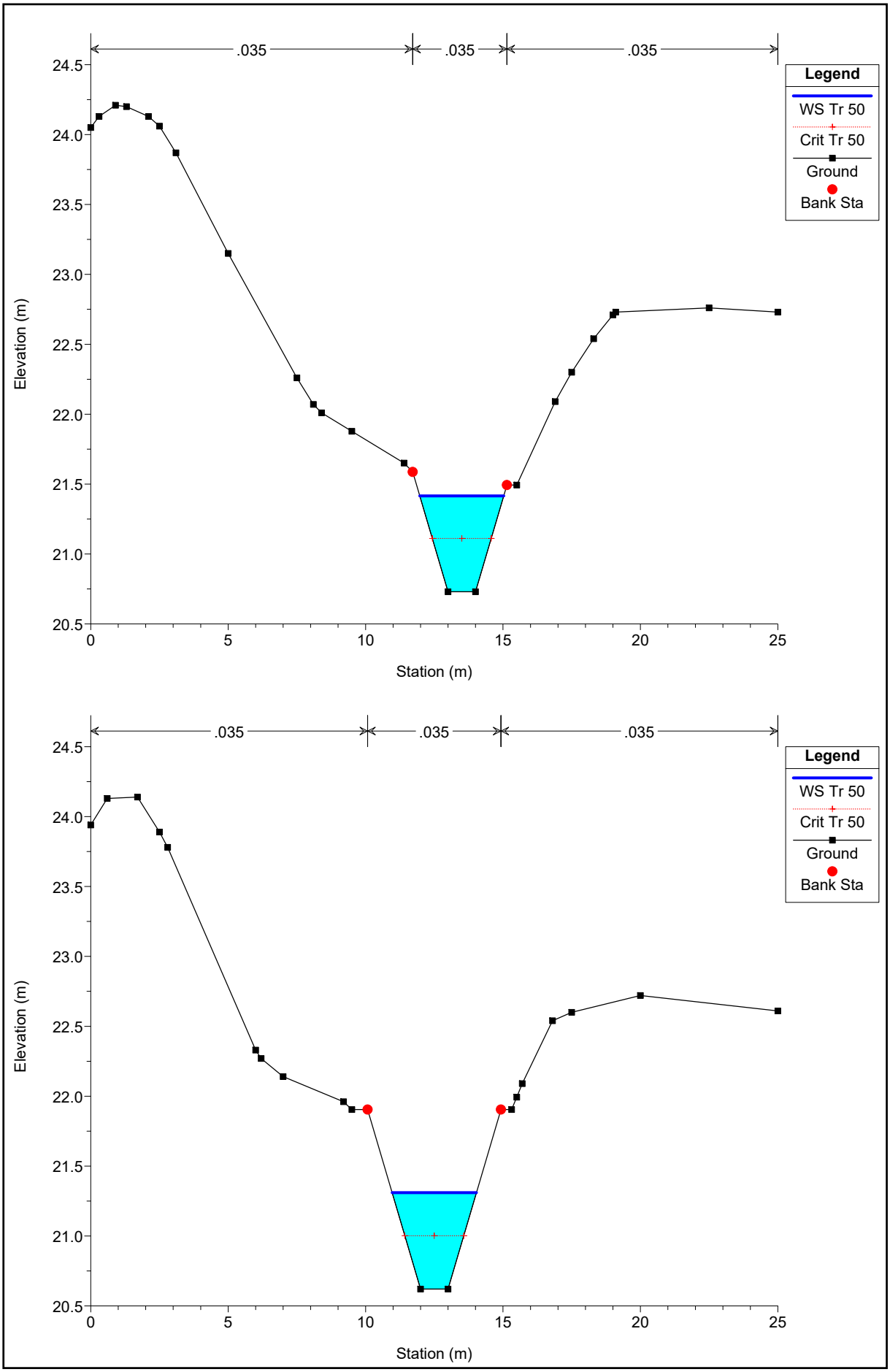

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26
25
24
23
22
21
0
5
10
15
20
25

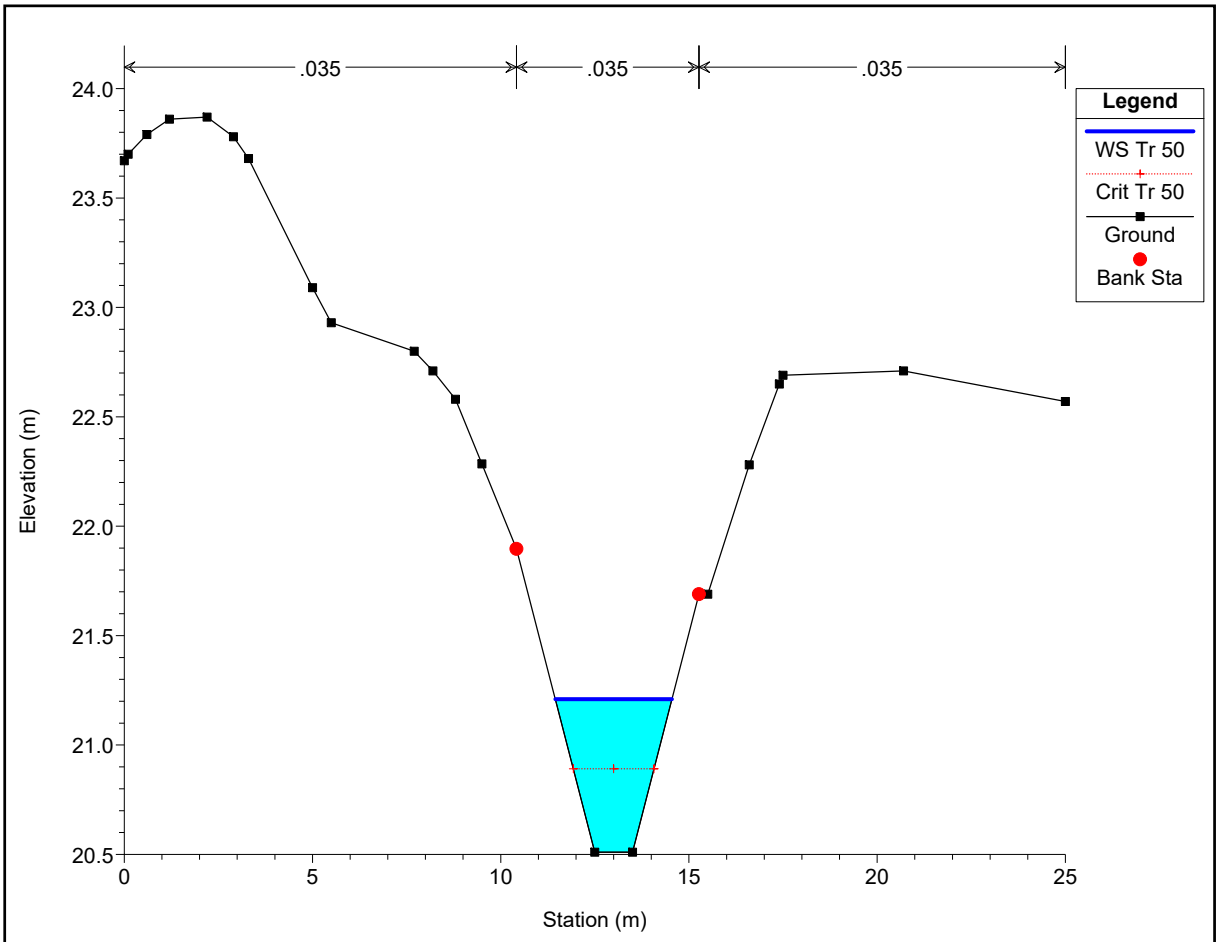

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
26
25
24
23
22
21
0
5
10
15
20
25

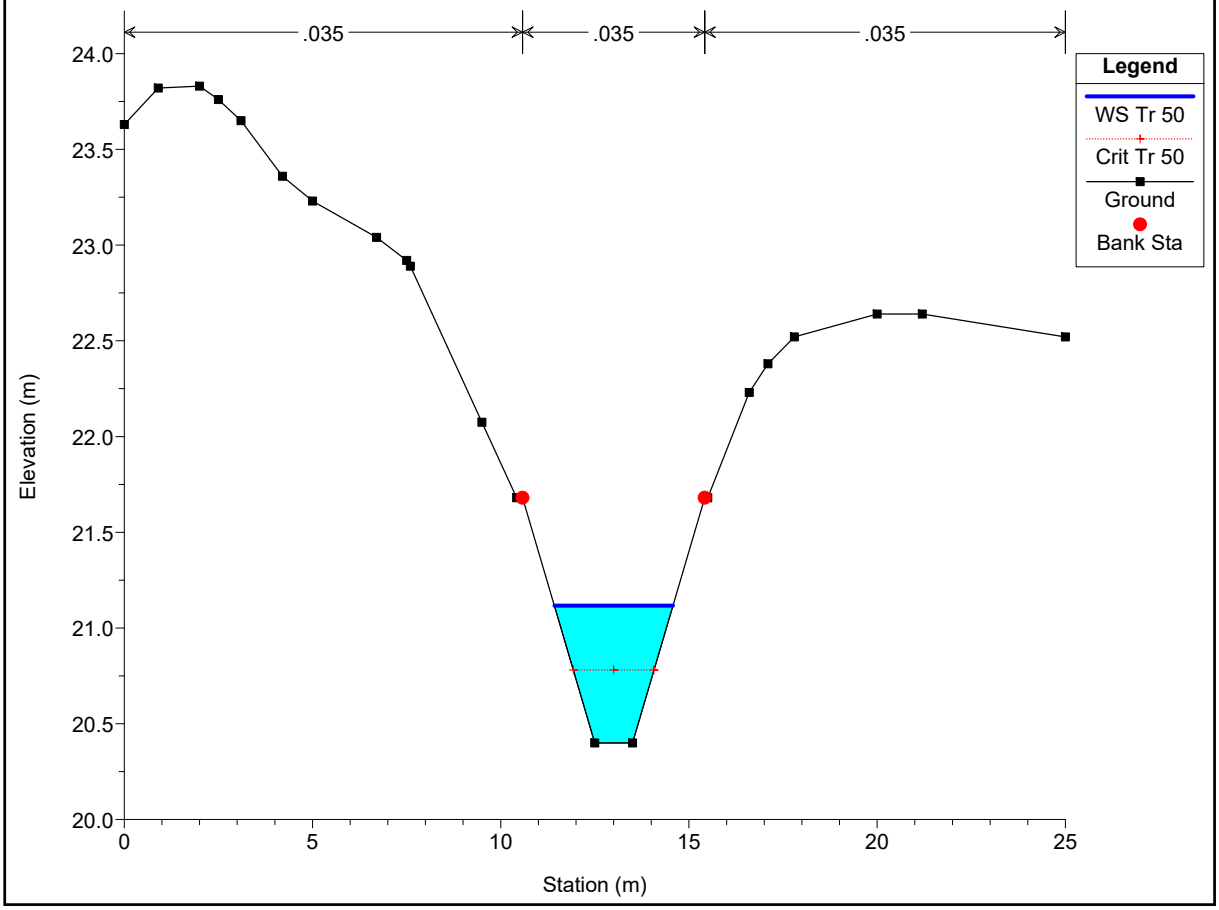

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
0
5
10
15
20
25

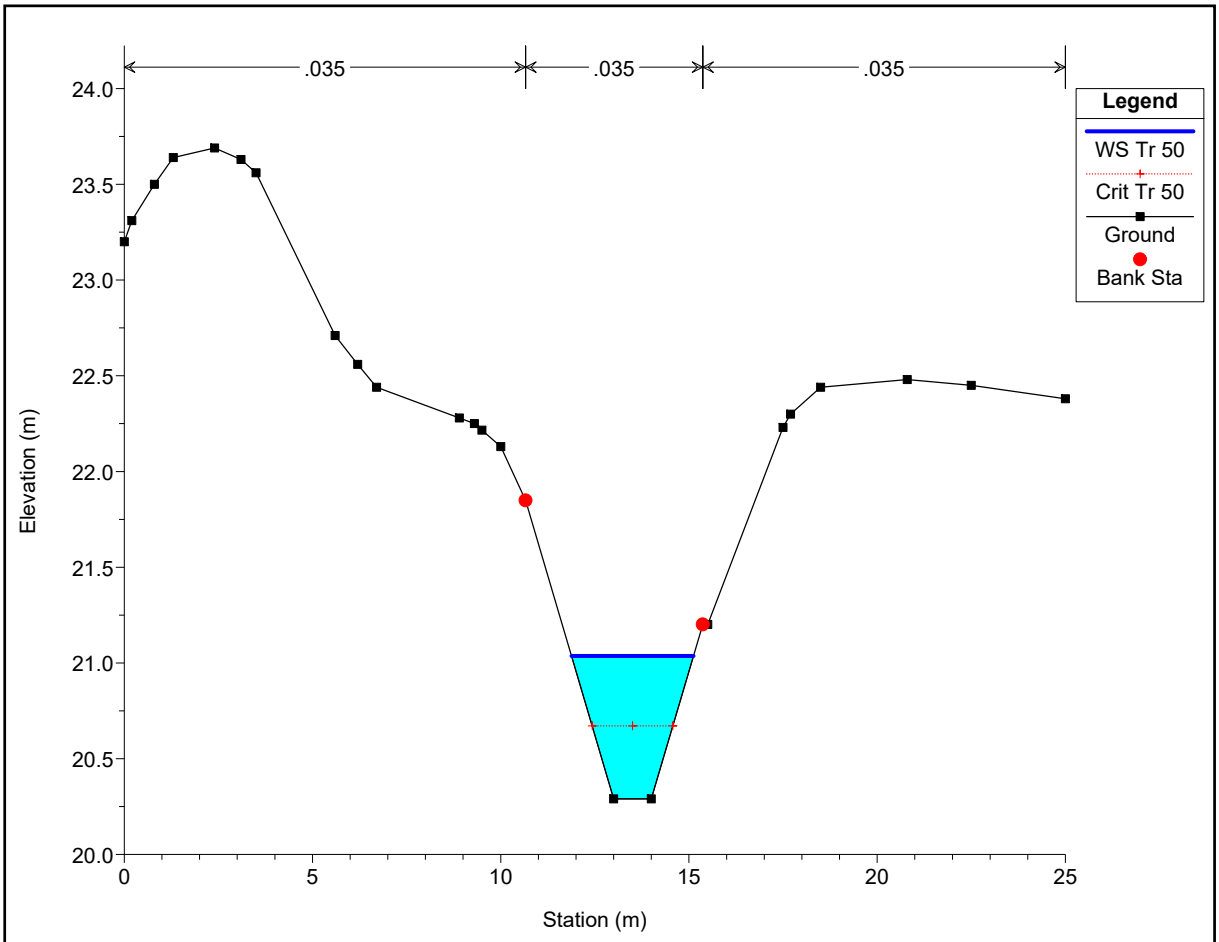

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
0
5
10
15
20
25

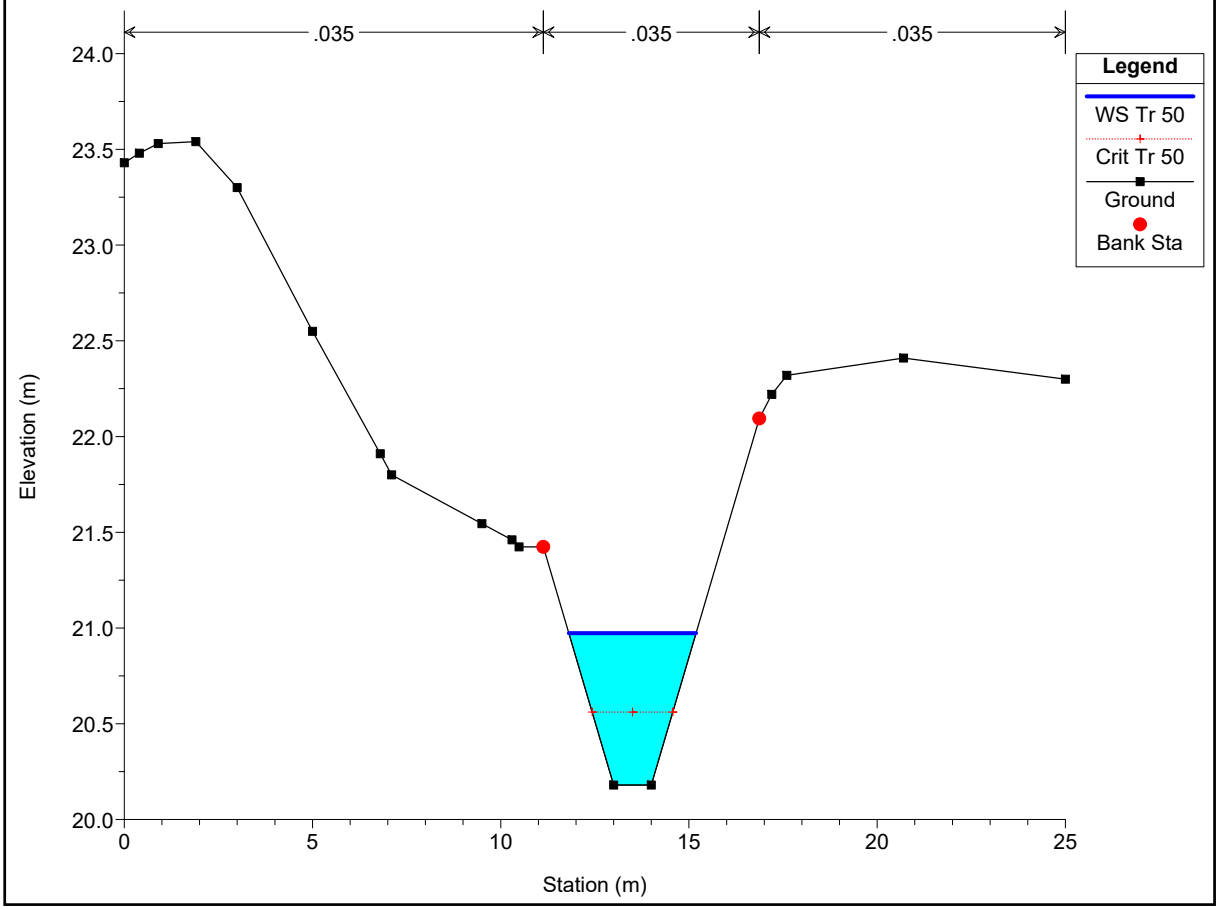

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
0
5
10
15
20
25

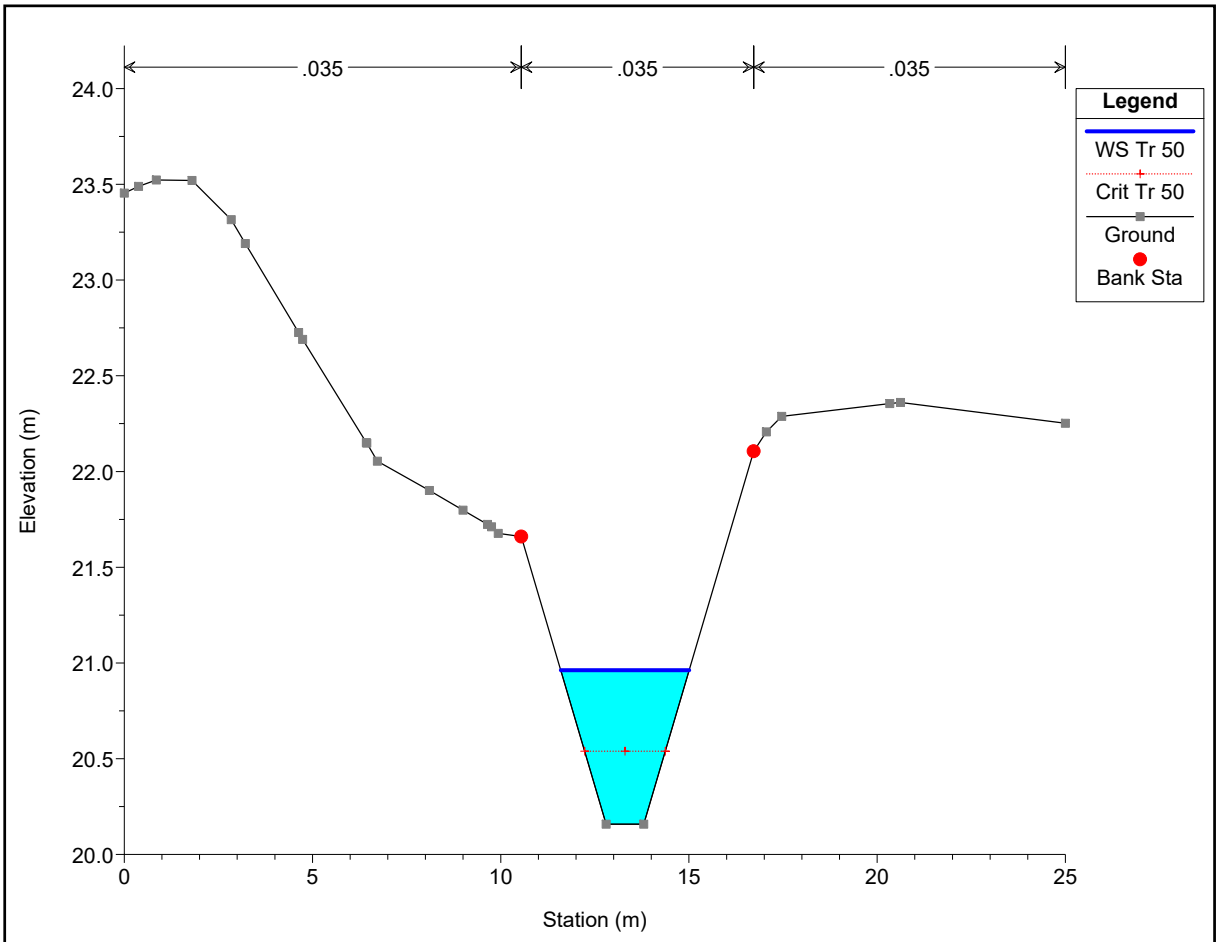

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
0
5
10
15
20
25

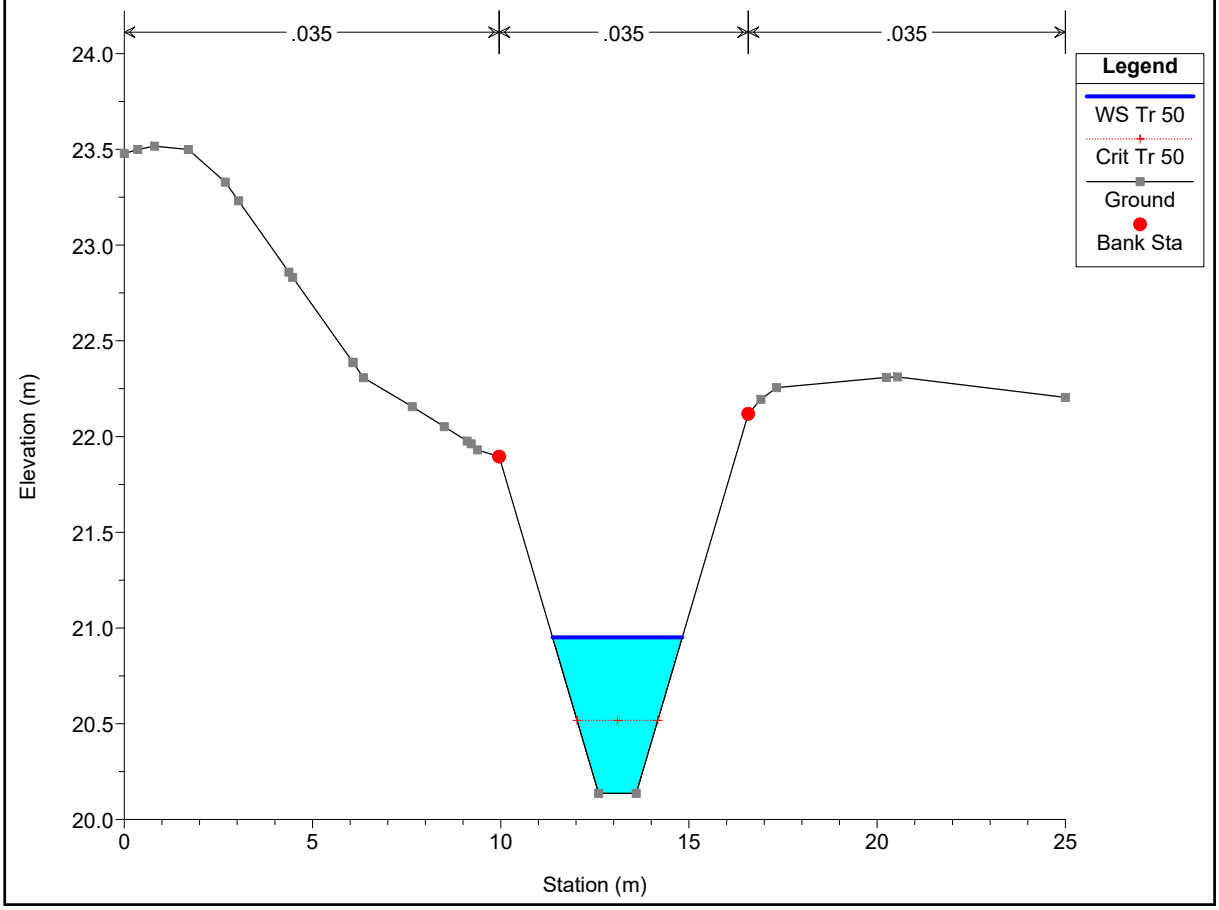

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
0
5
10
15
20
25

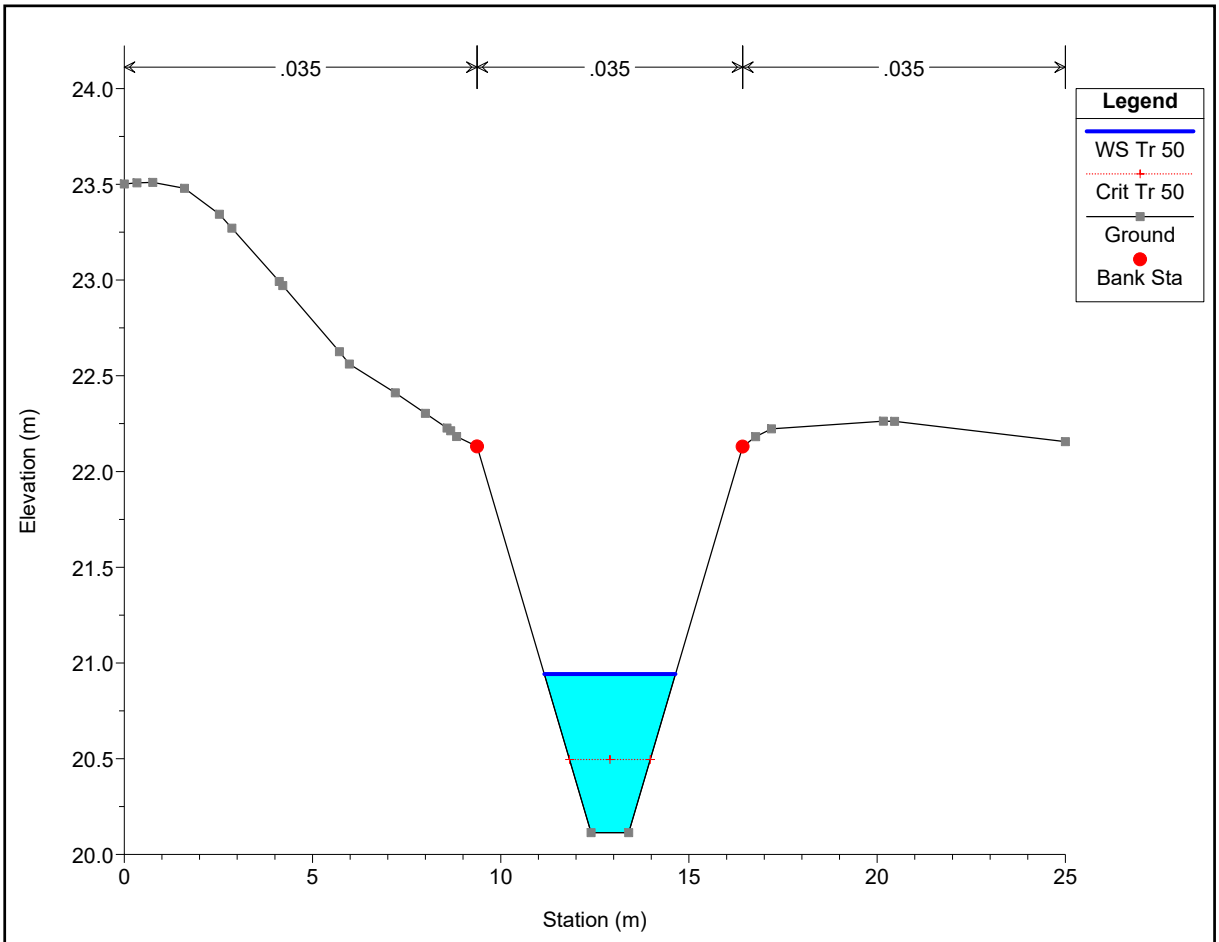

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

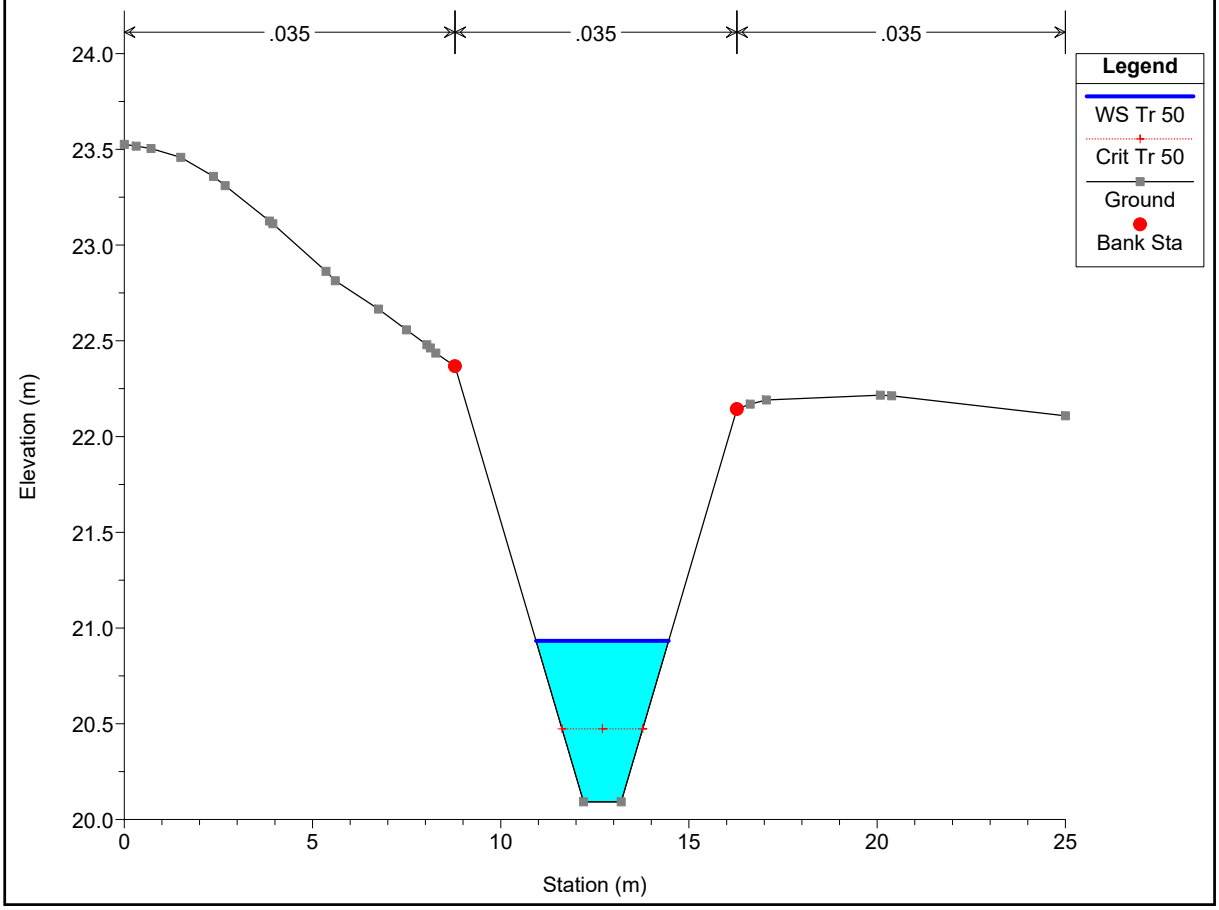

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

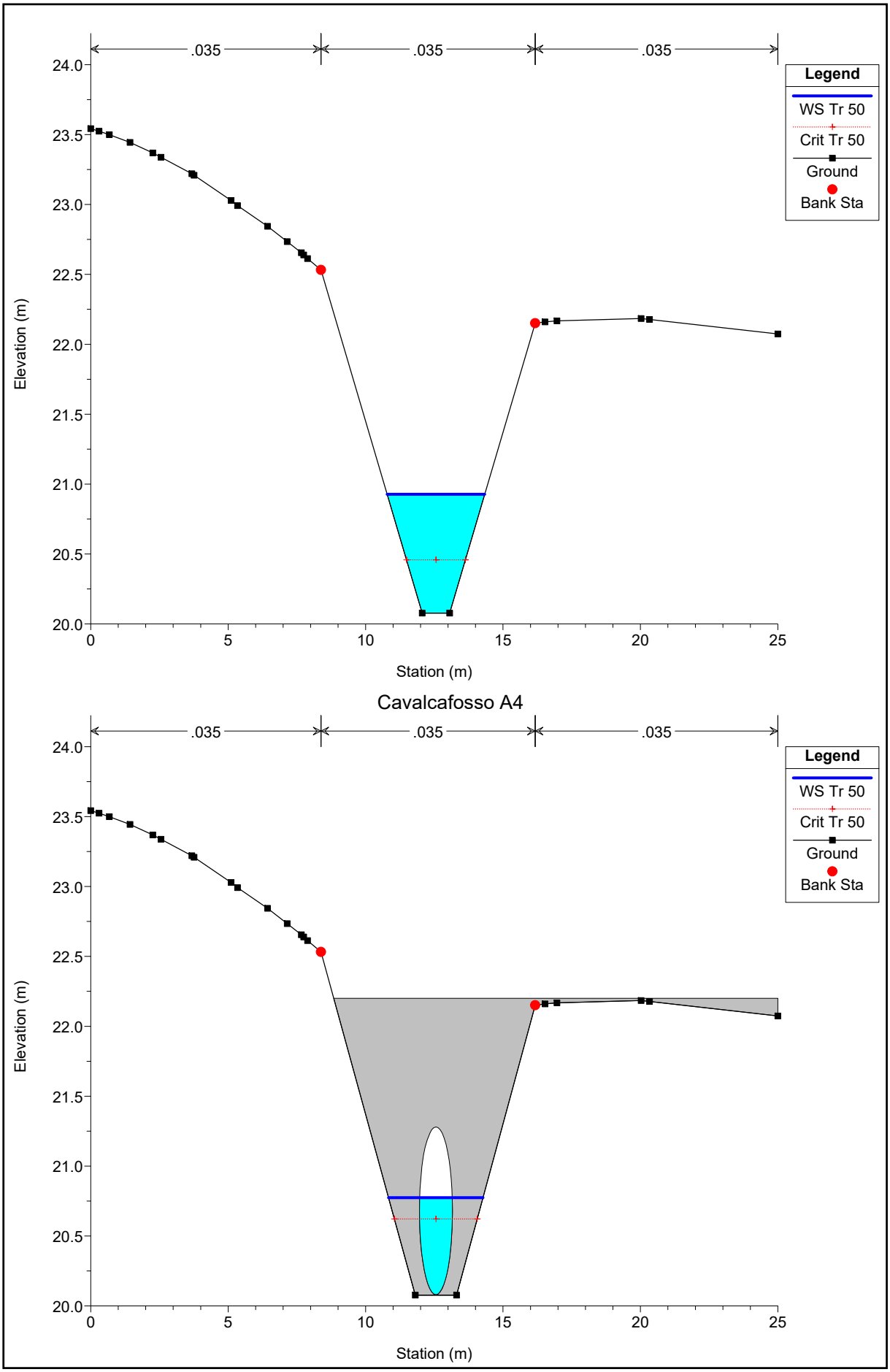

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

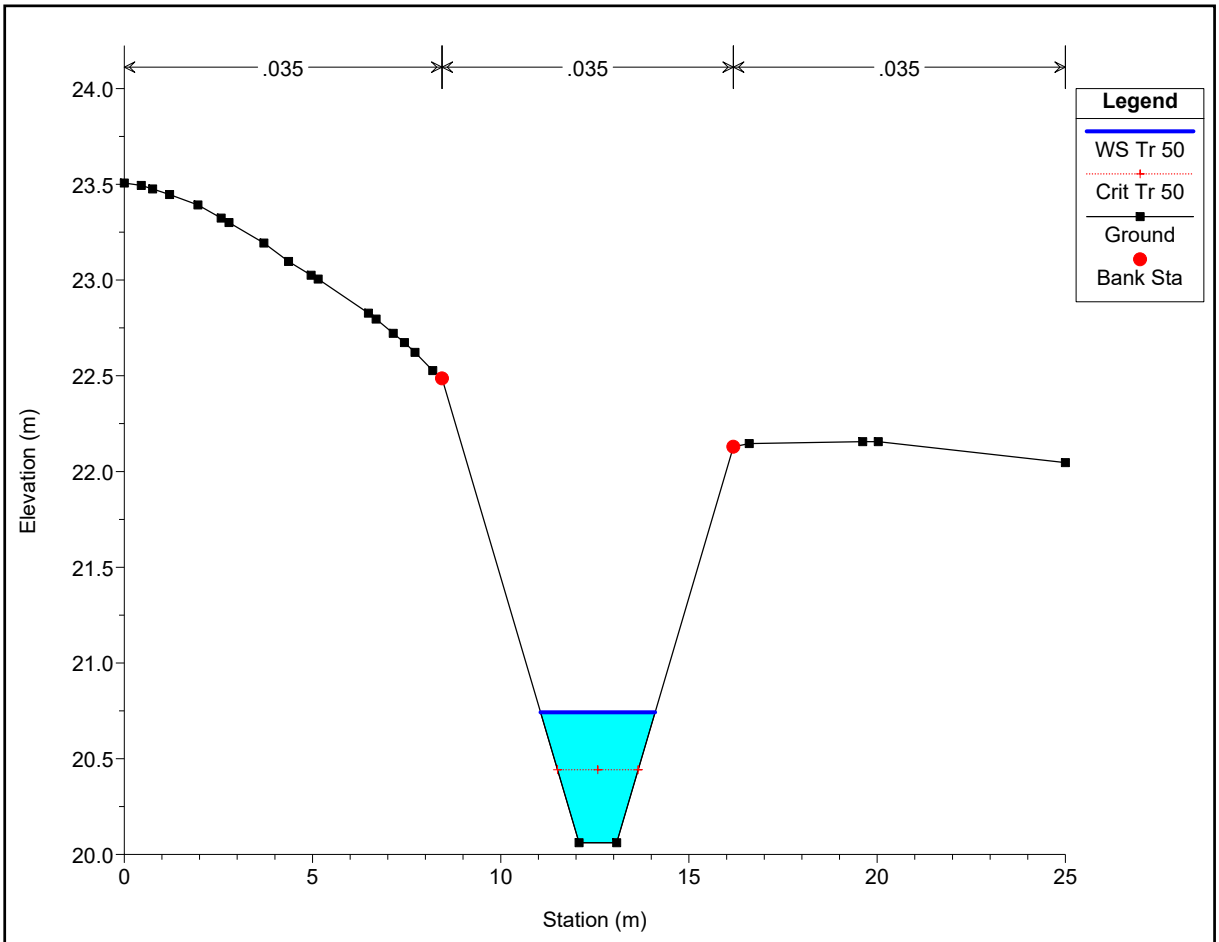

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

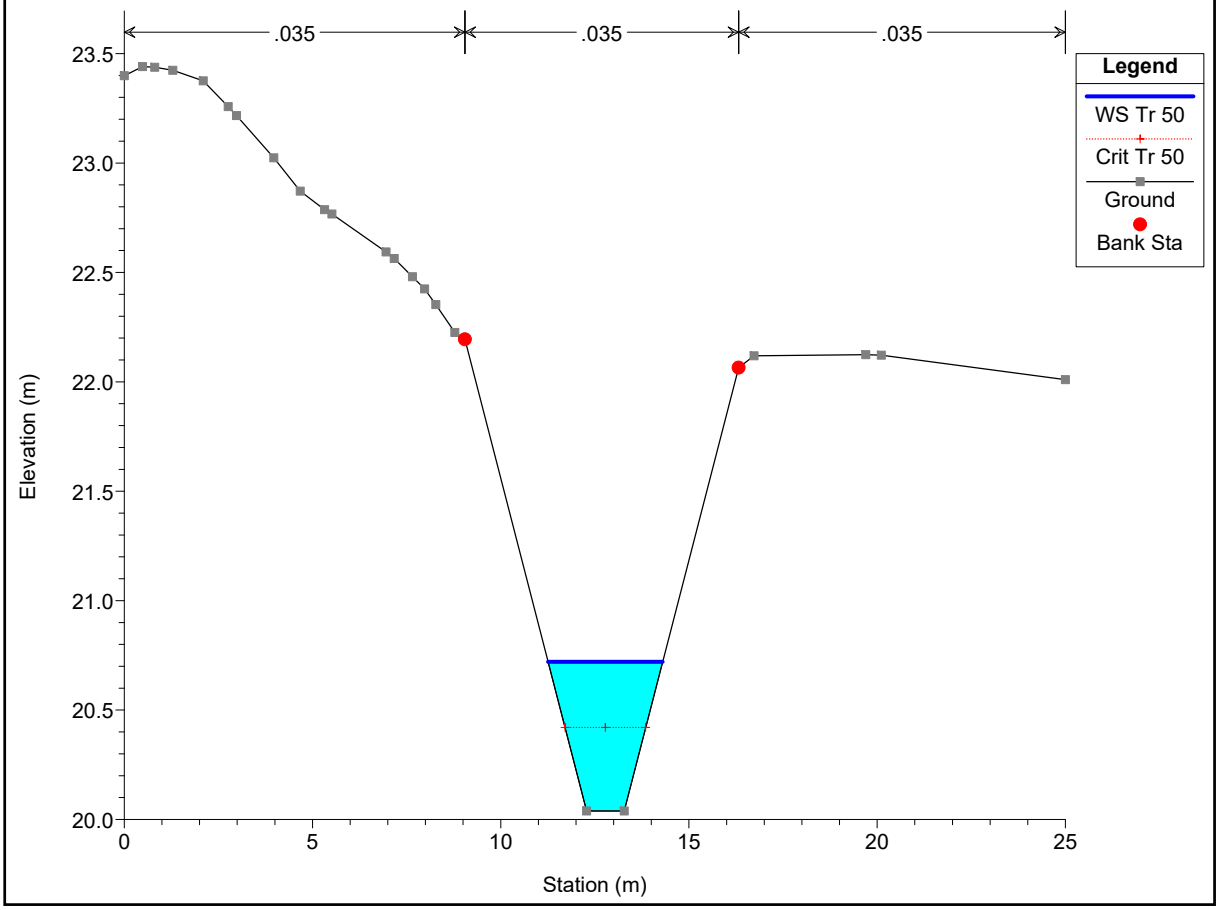

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

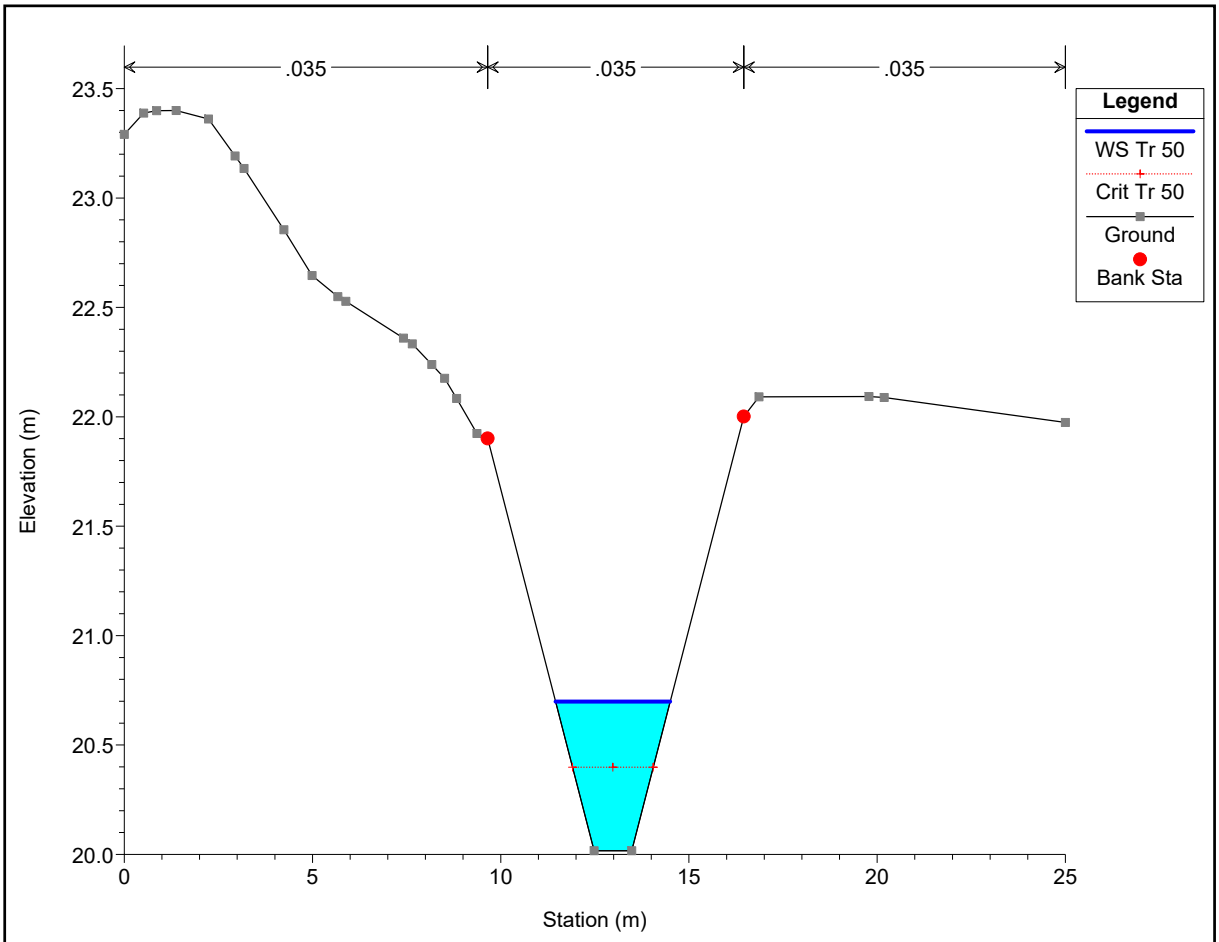

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

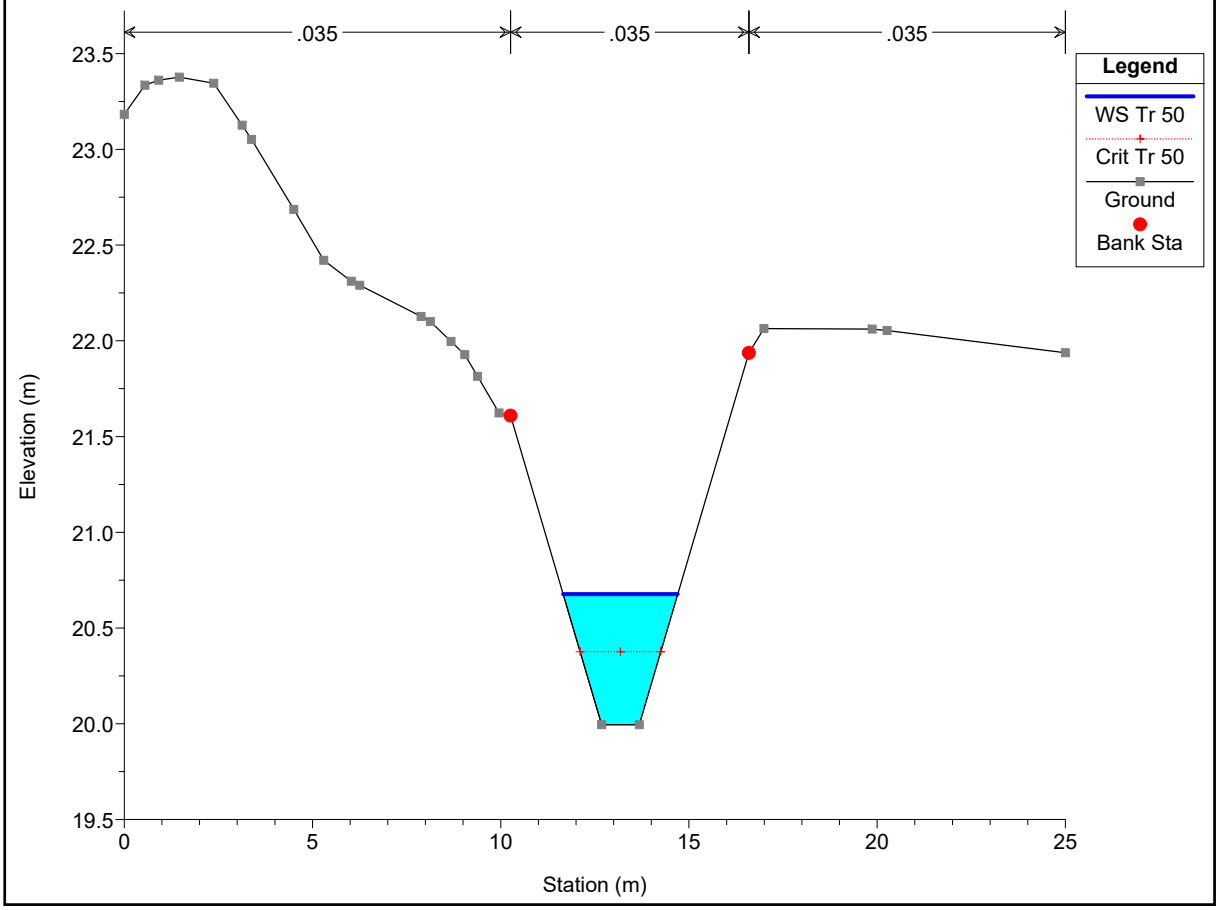


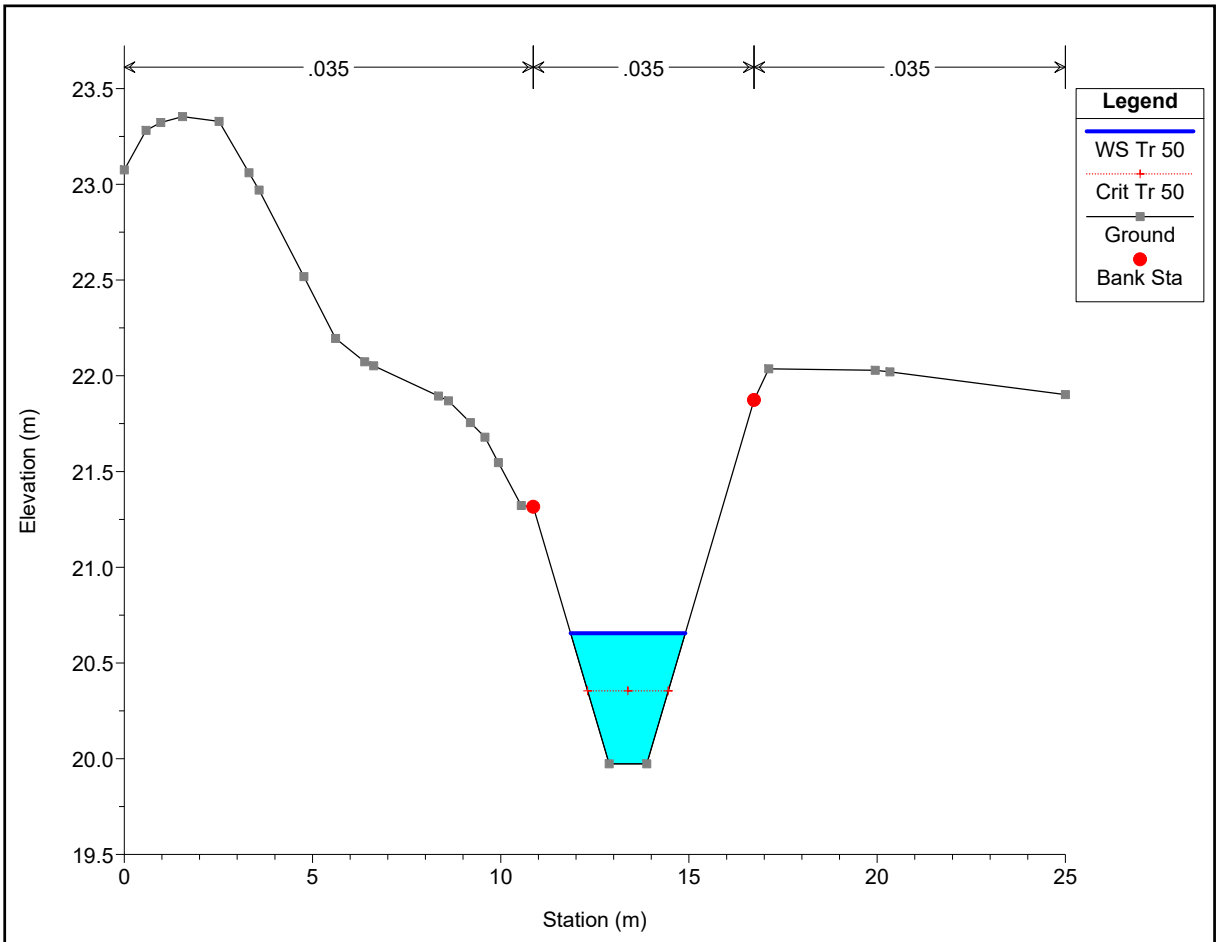
Cavalcafosso A4

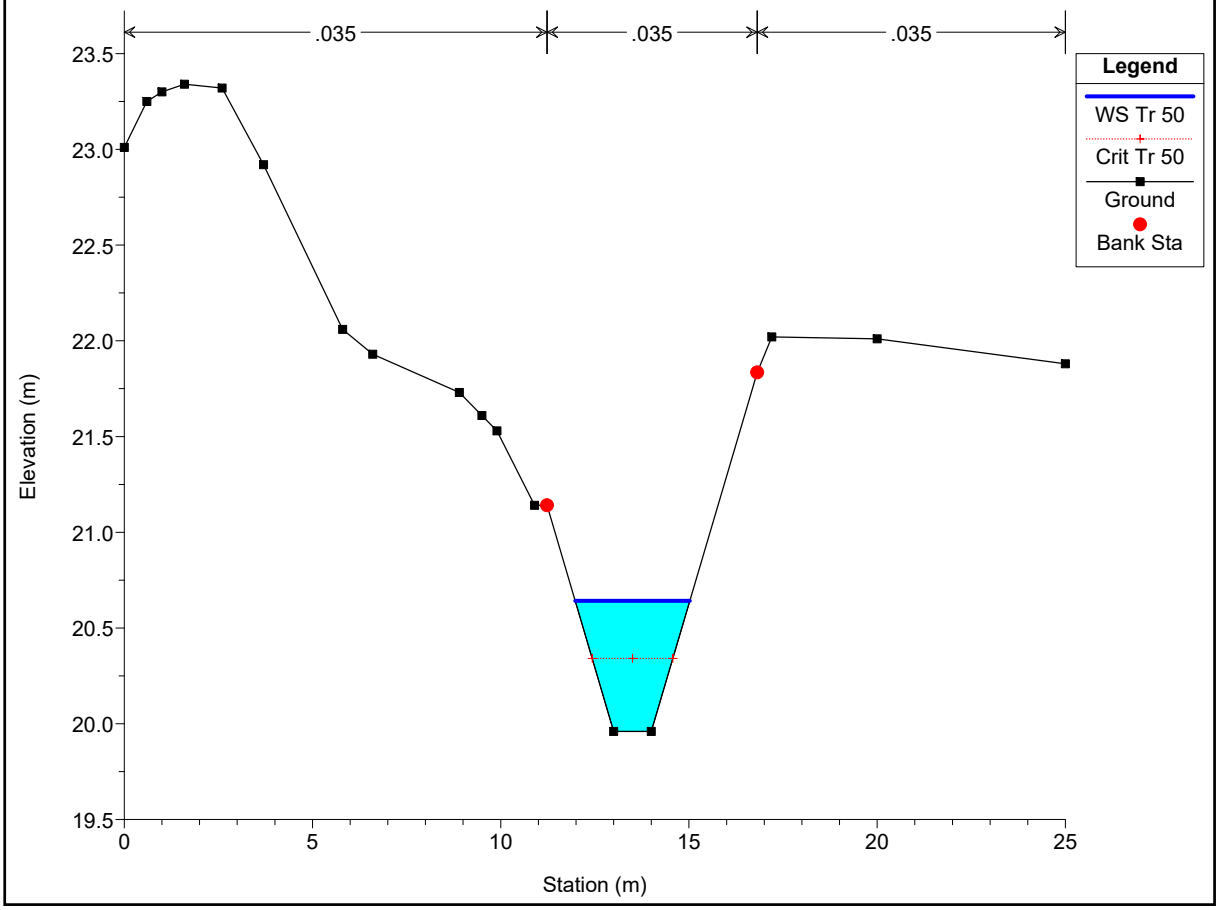

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

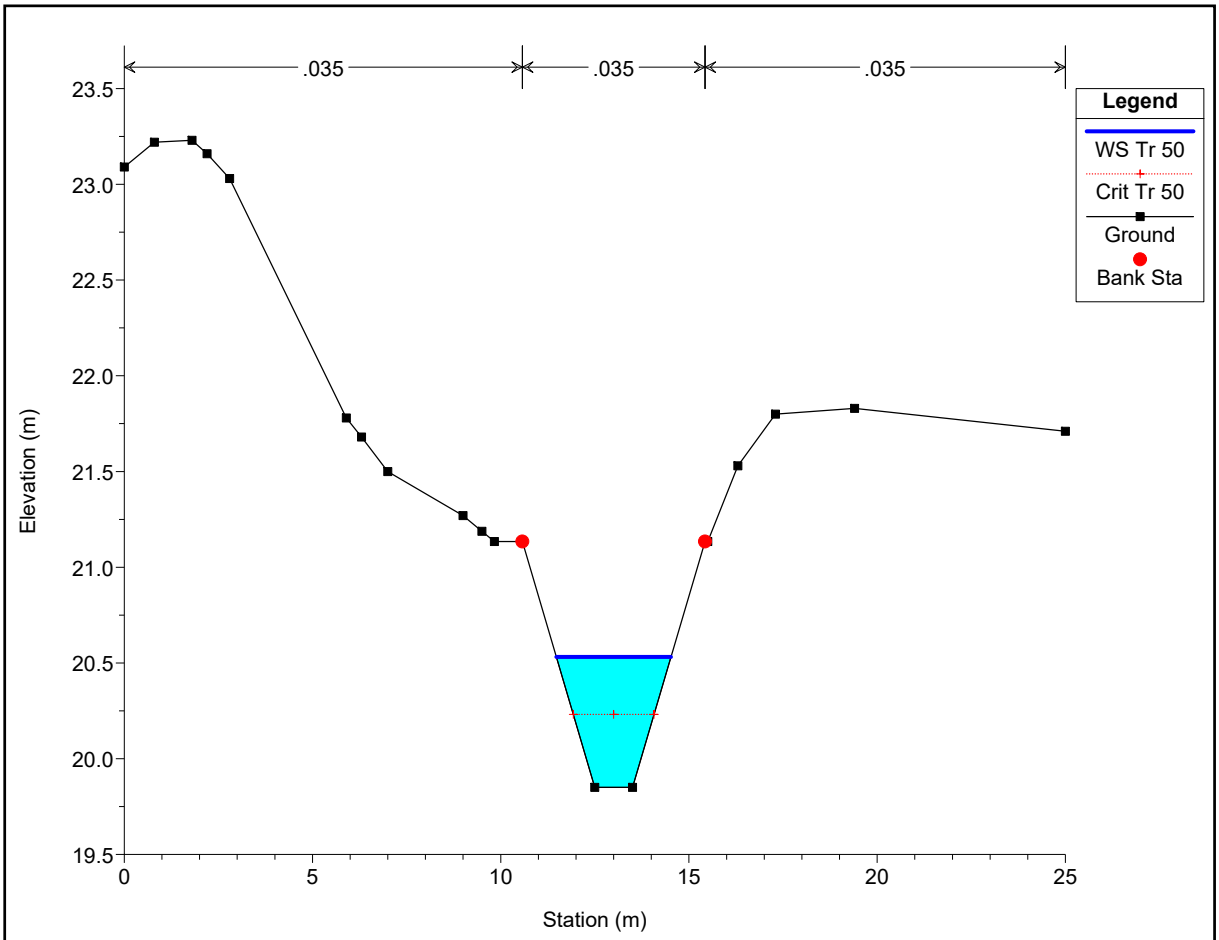

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

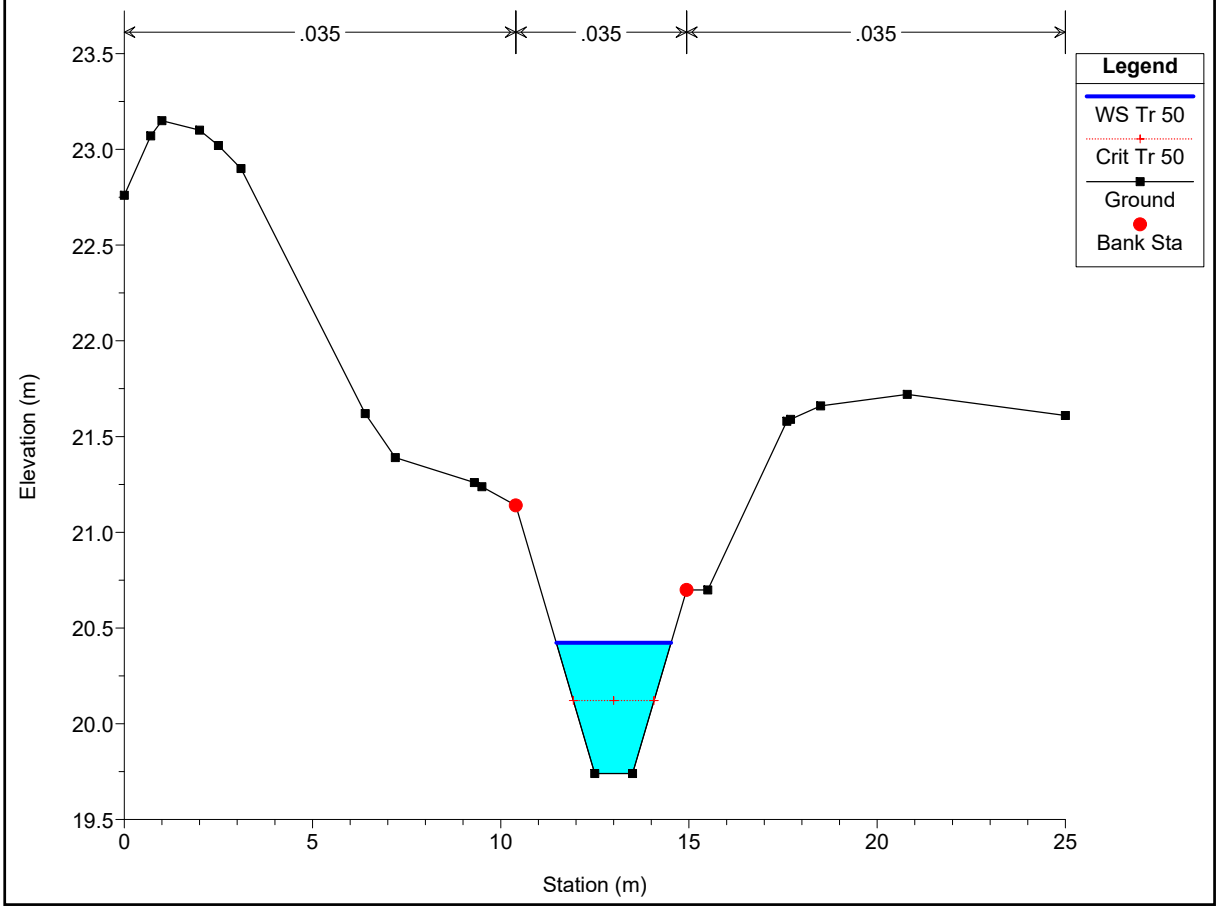

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
0
5
10
15
20
25

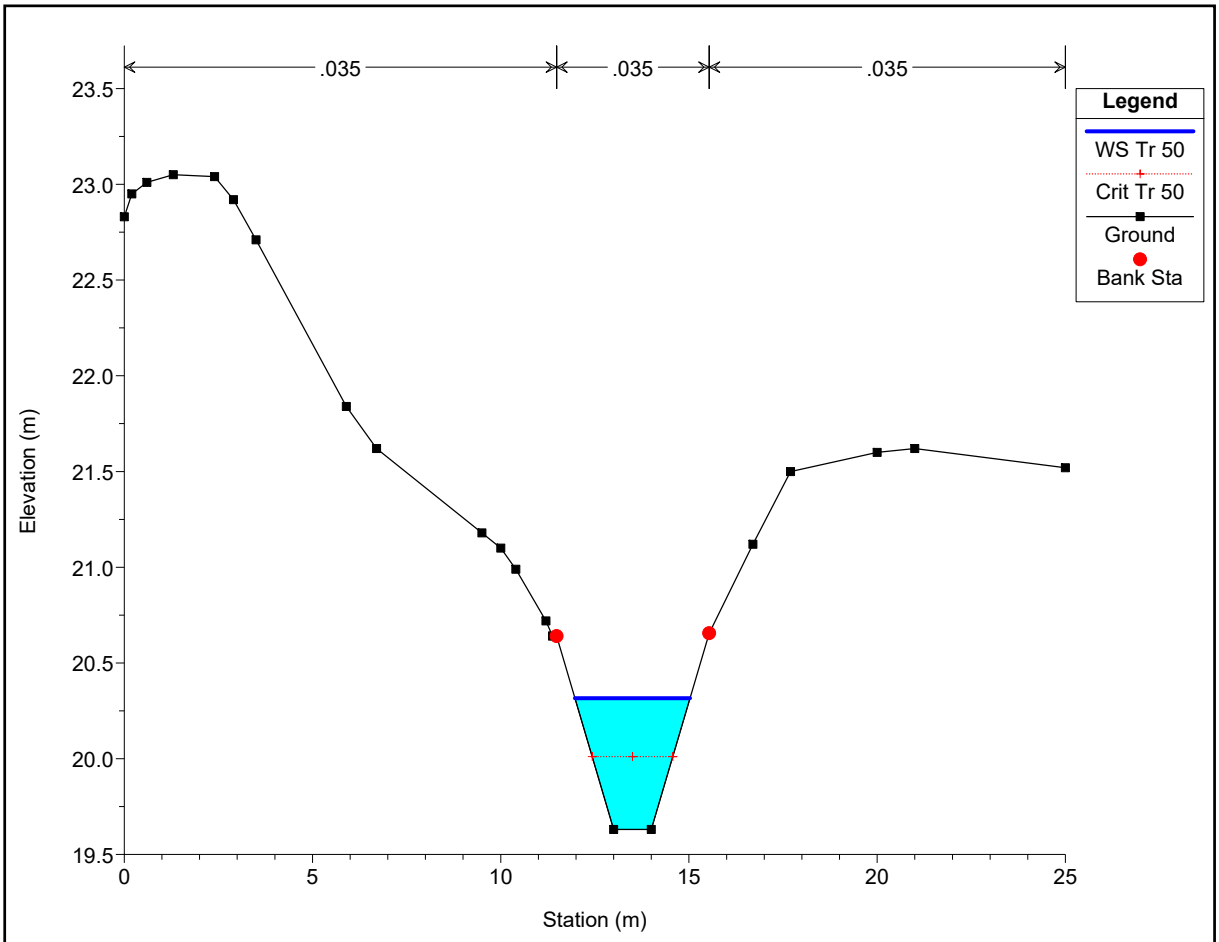

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
0
5
10
15
20
25

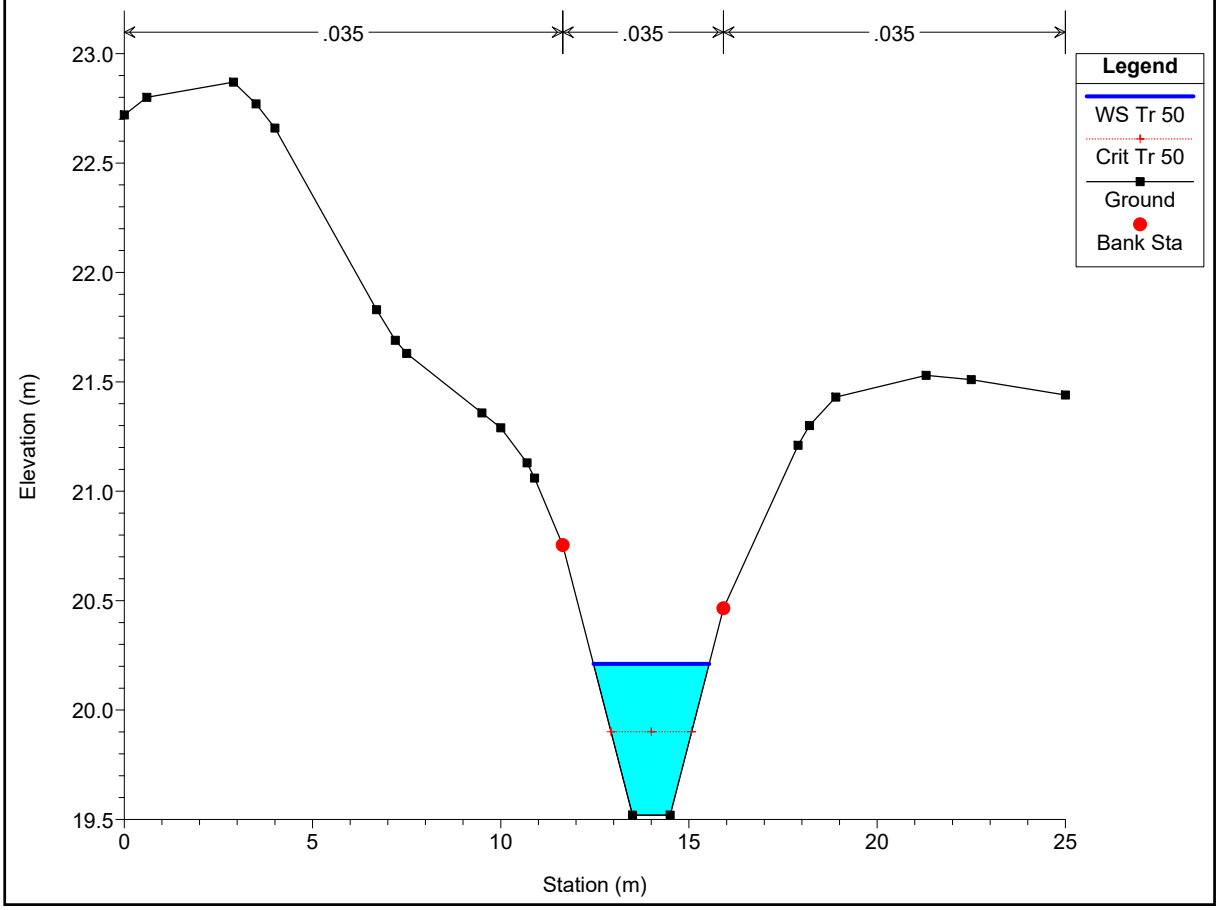

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
0
5
10
15
20
25

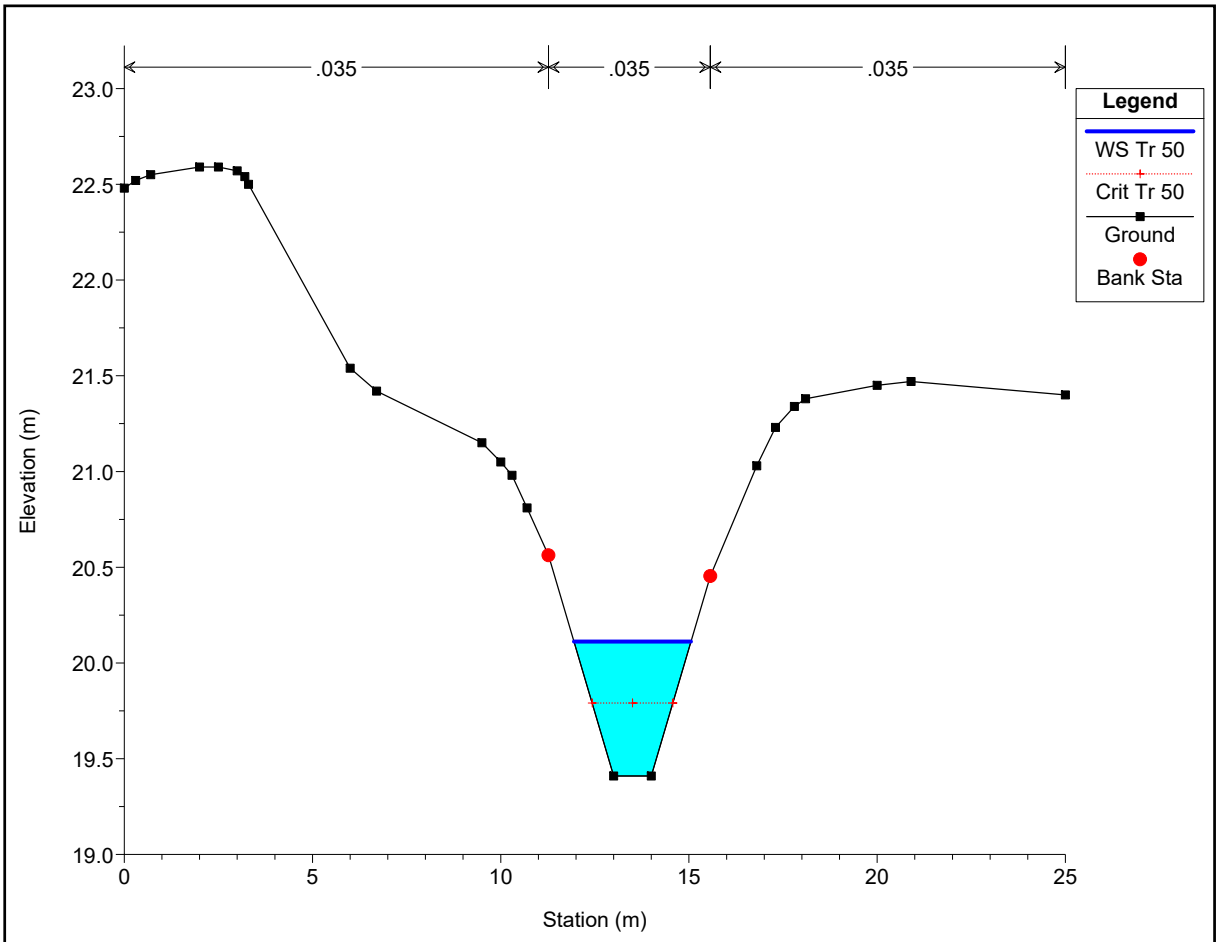

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
0
5
10
15
20
25

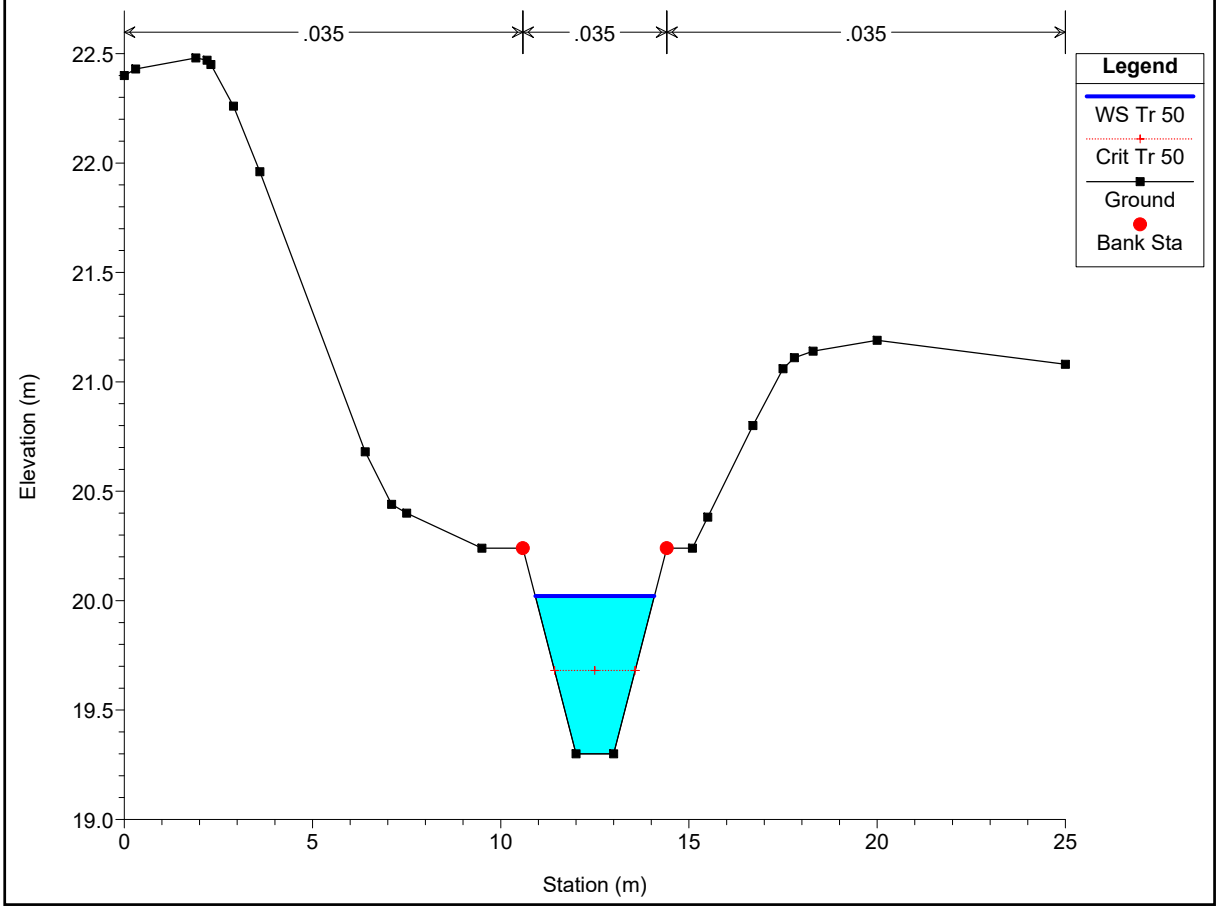

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
0
5
10
15
20
25

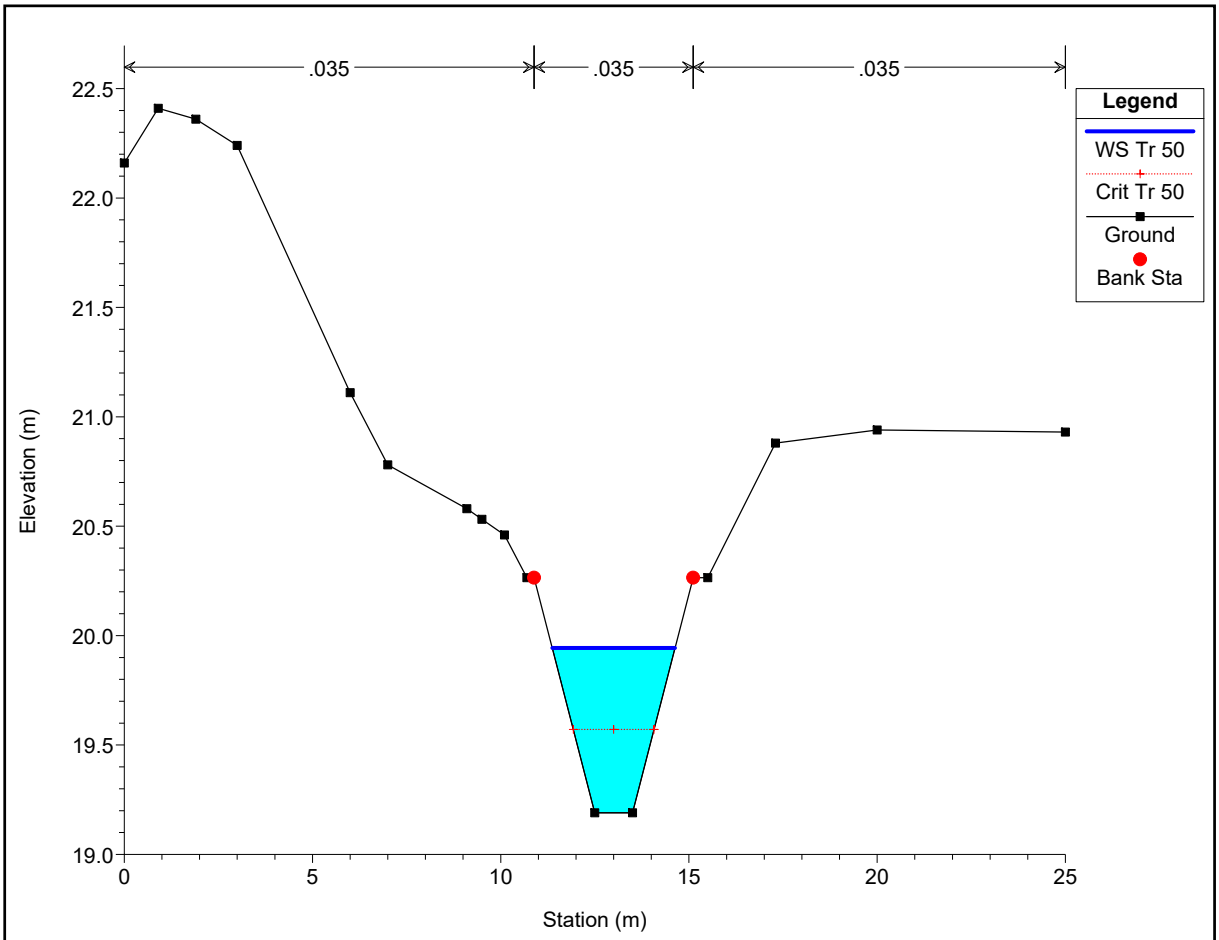

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
0
5
10
15
20
25

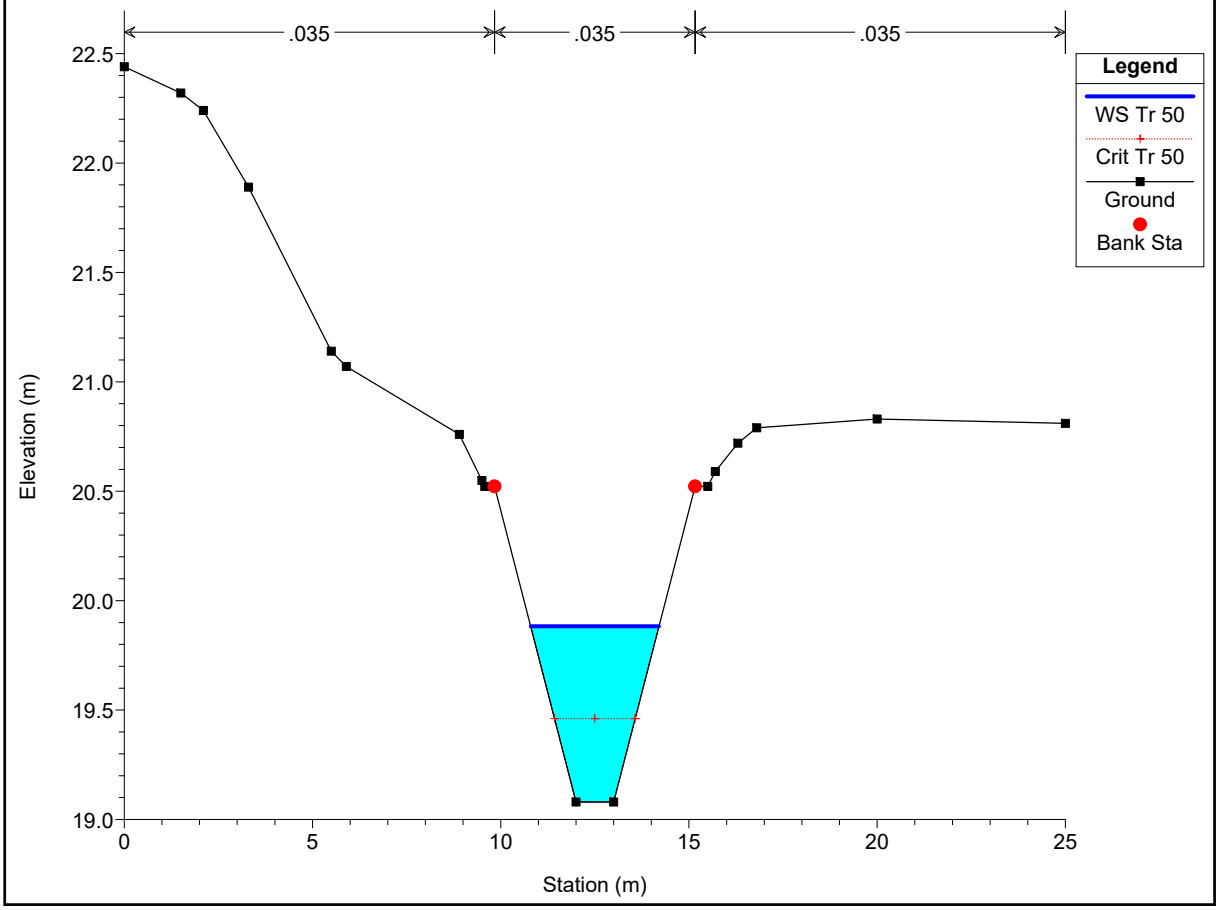

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
0
5
10
15
20
25

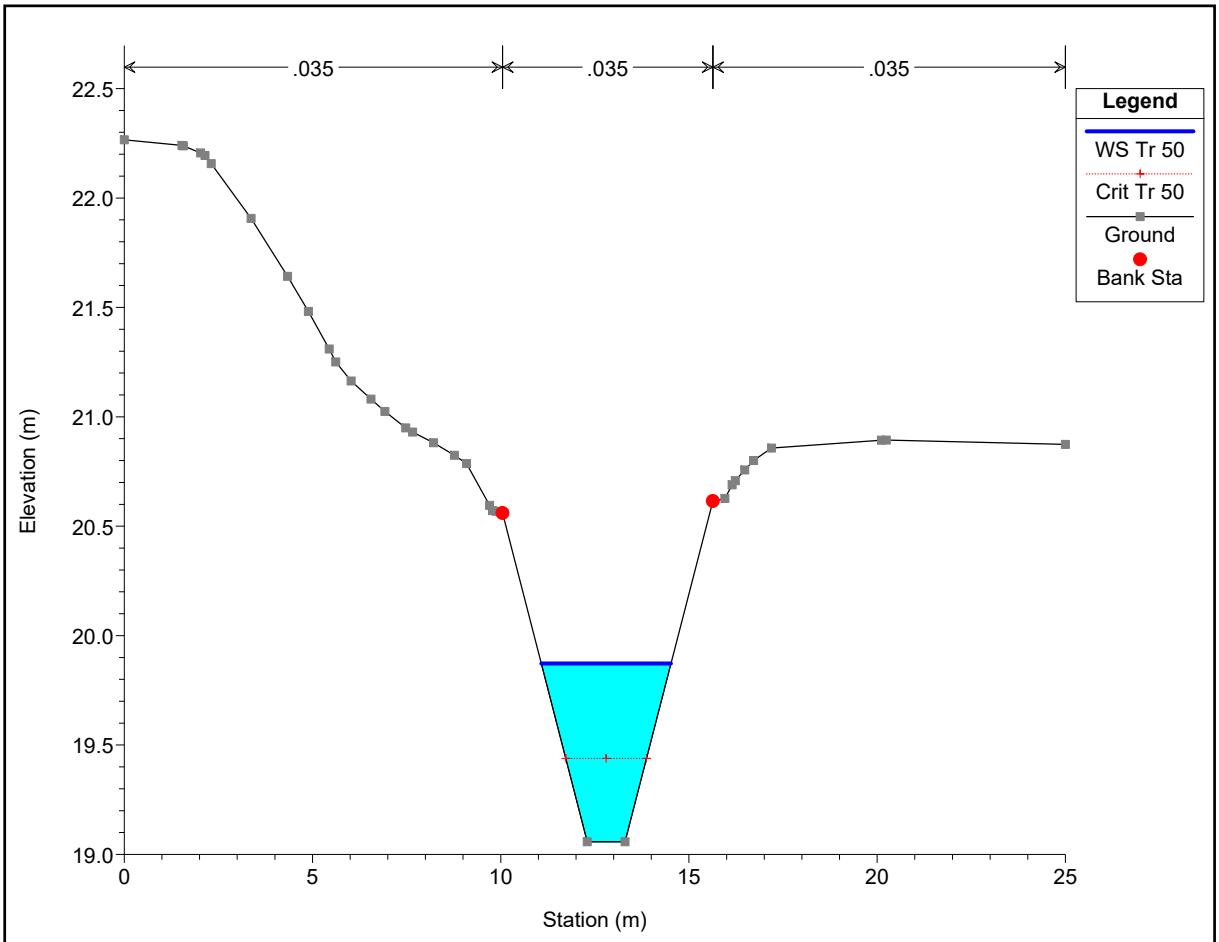

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
0
5
10
15
20
25

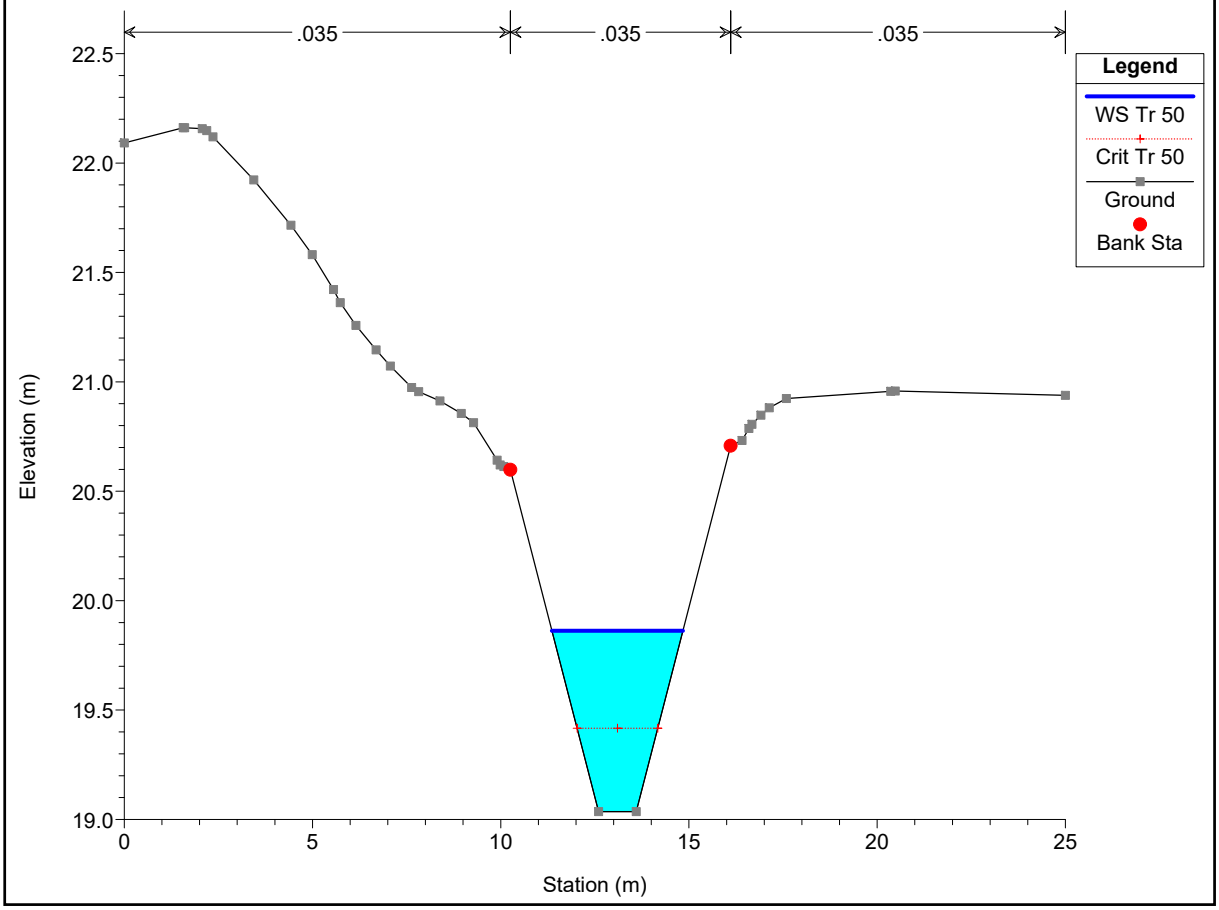

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
0
5
10
15
20
25

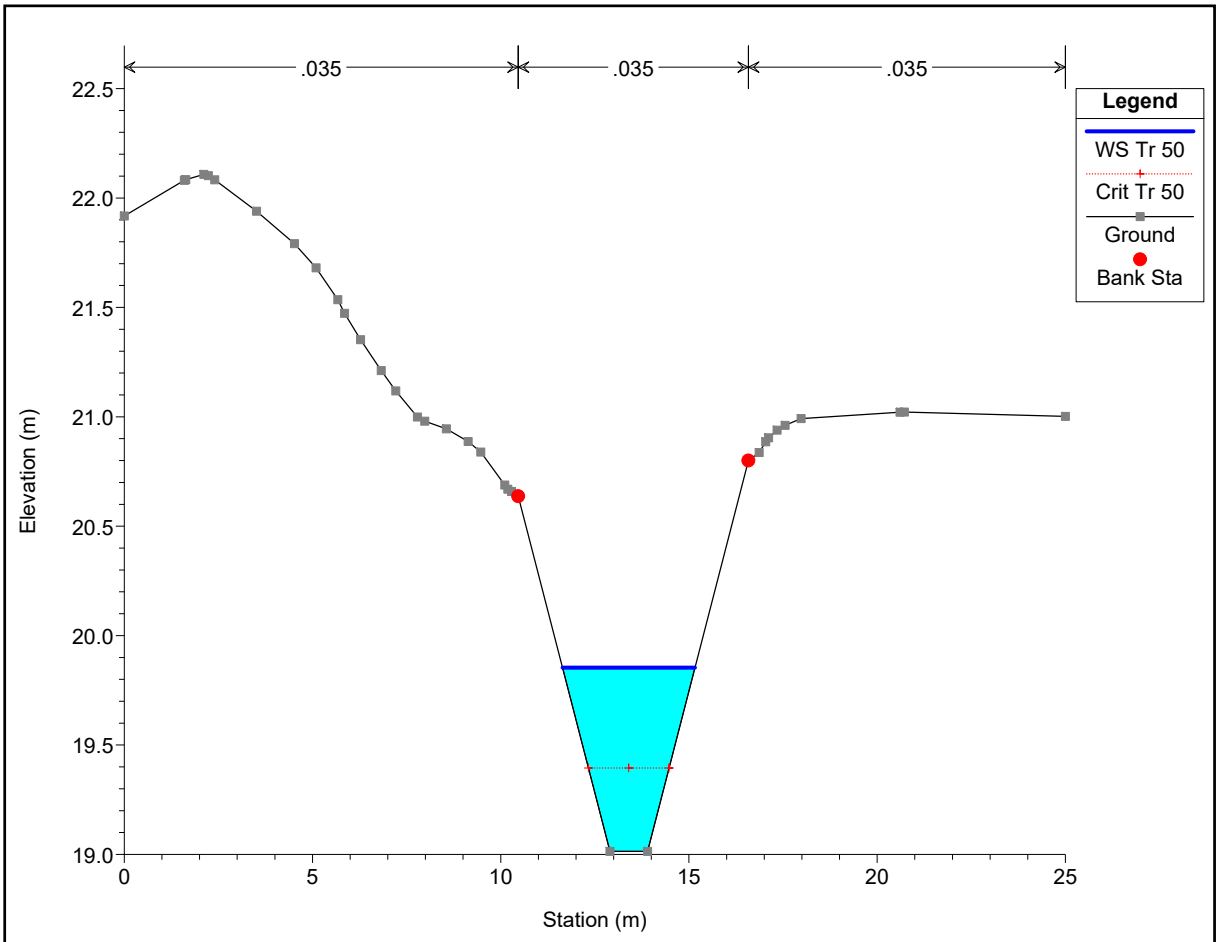

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
0
5
10
15
20
25

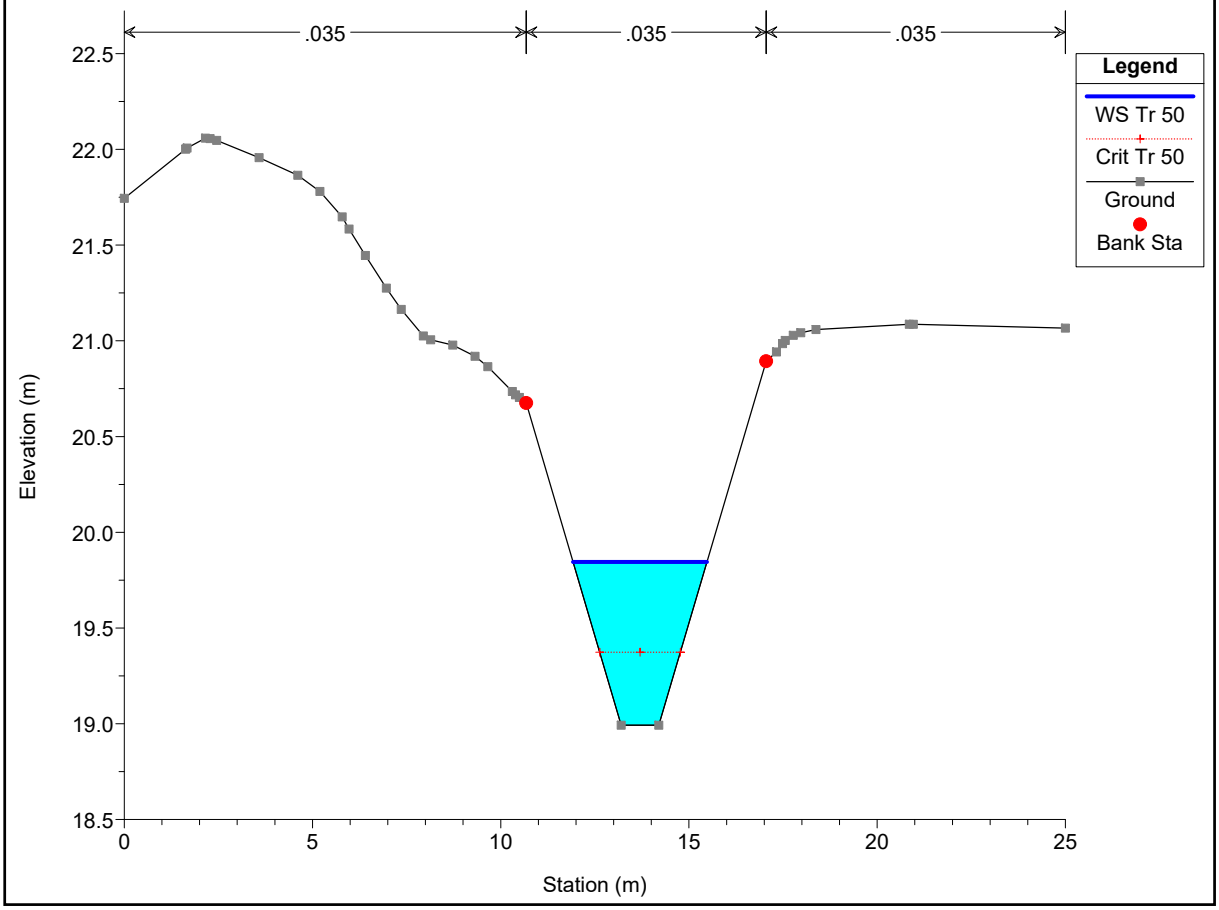

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
0
5
10
15
20
25

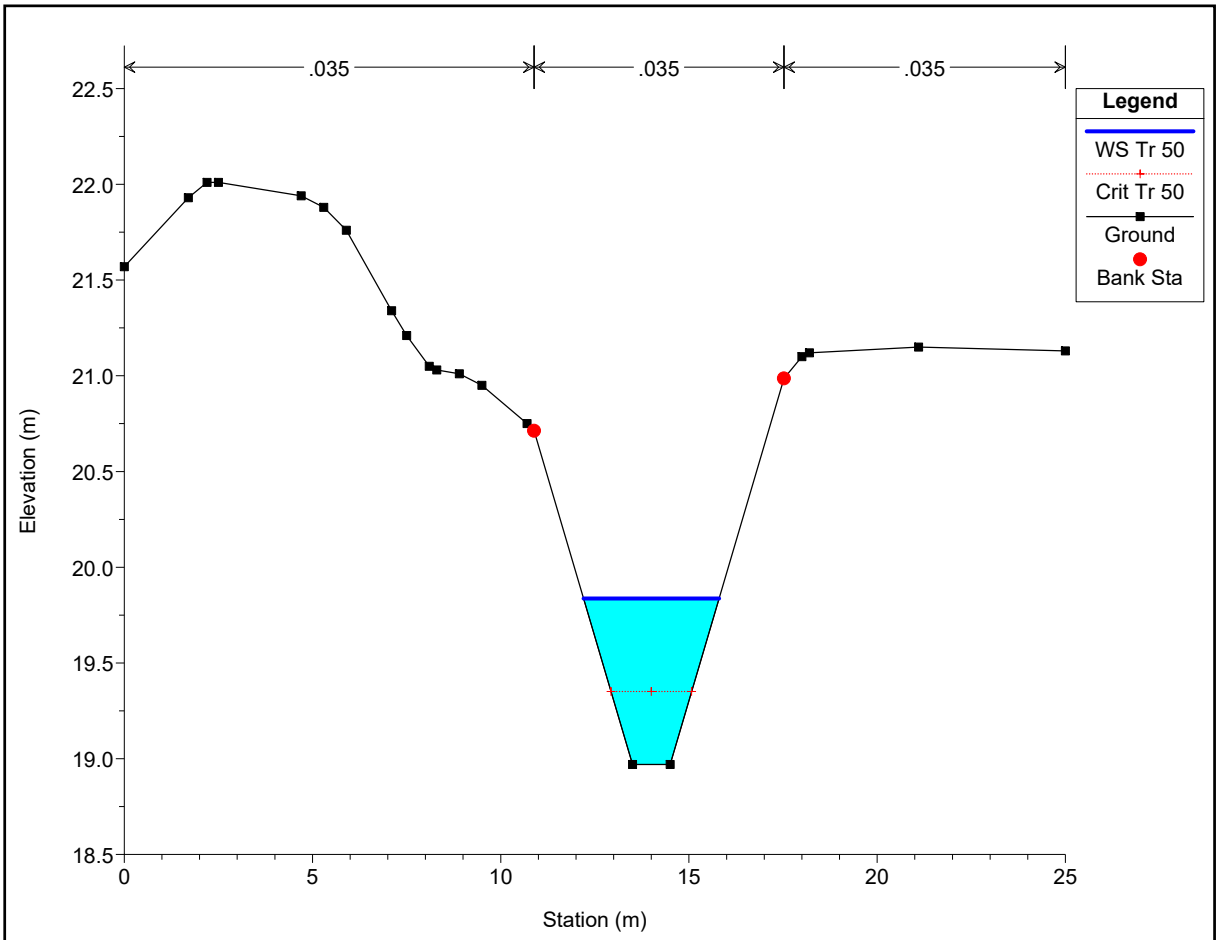

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
0
5
10
15
20
25

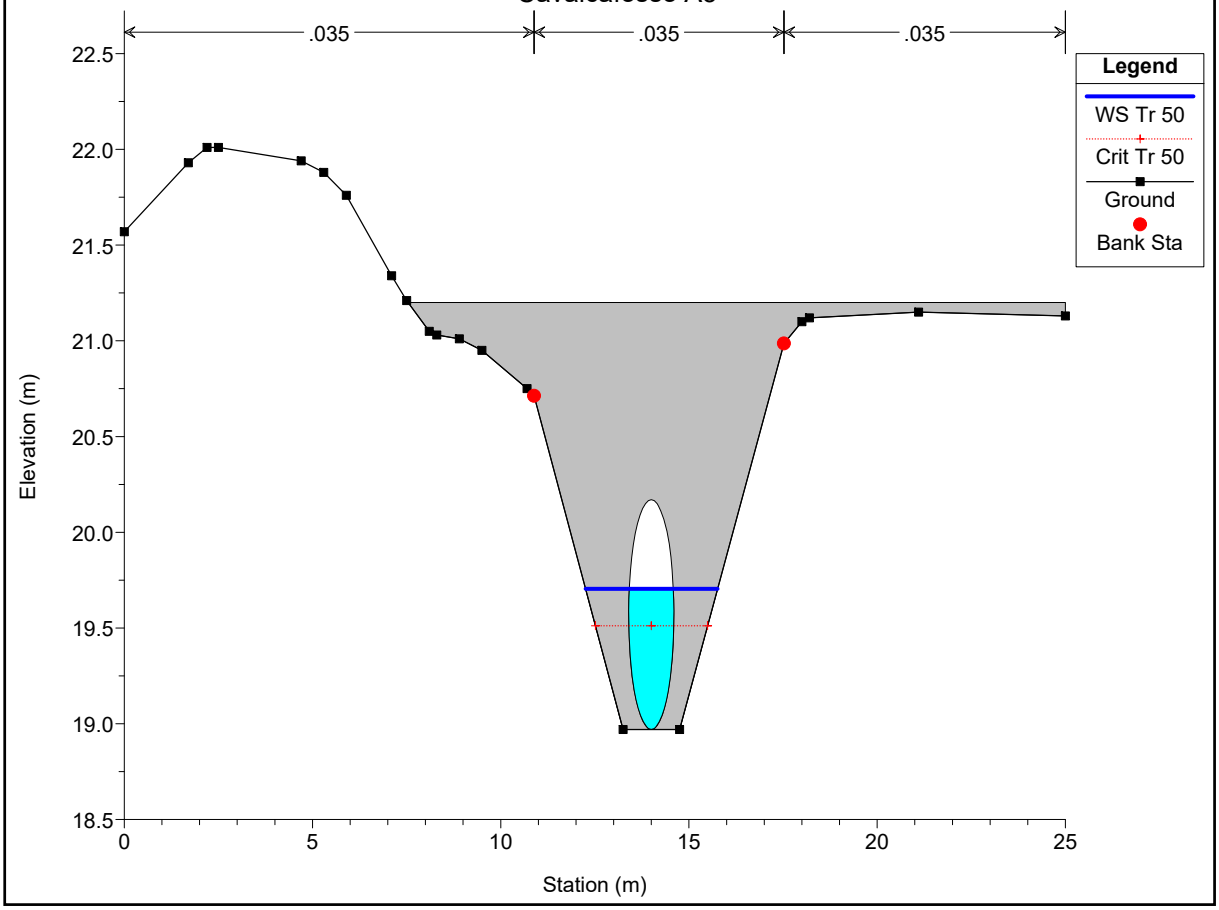

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
0
5
10
15
20
25

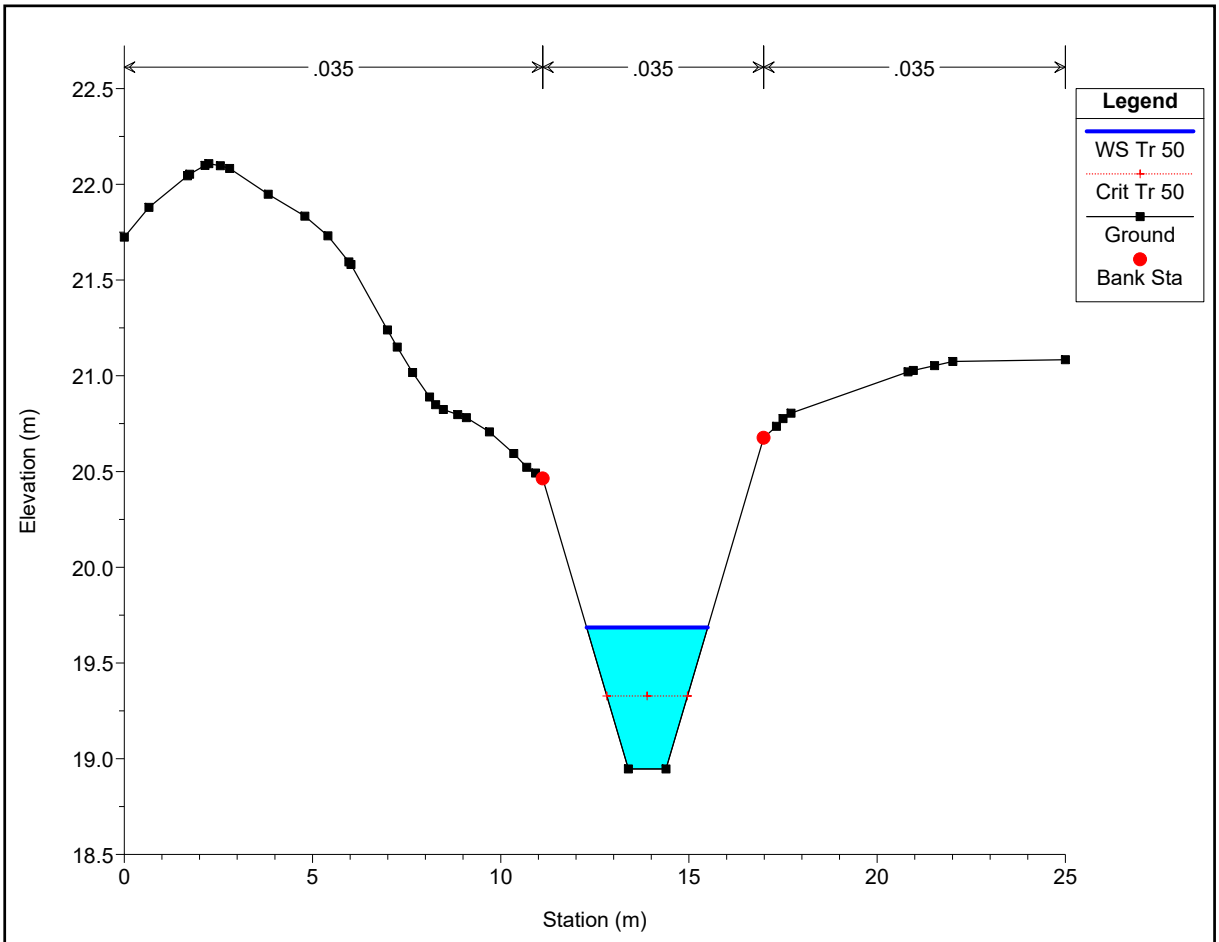

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
0
5
10
15
20
25

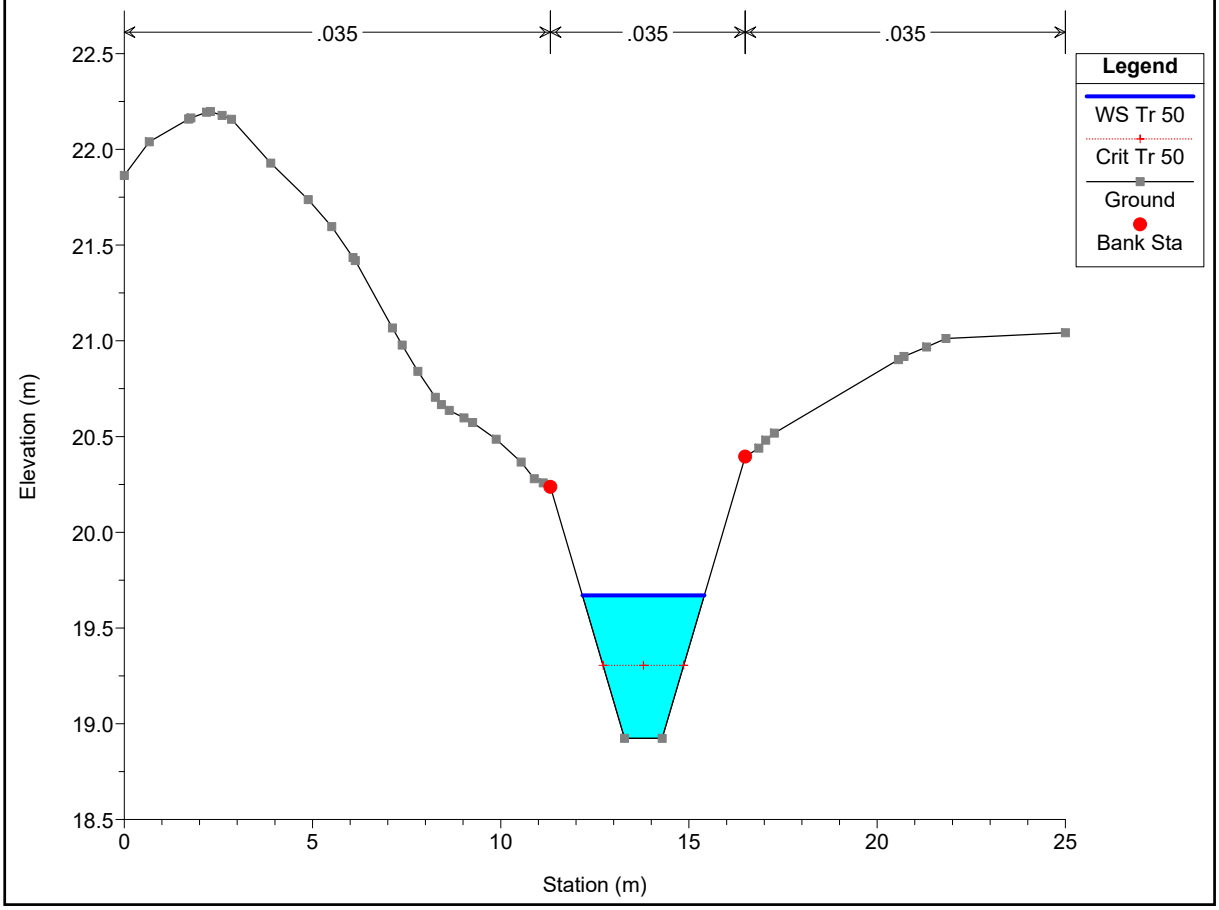

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

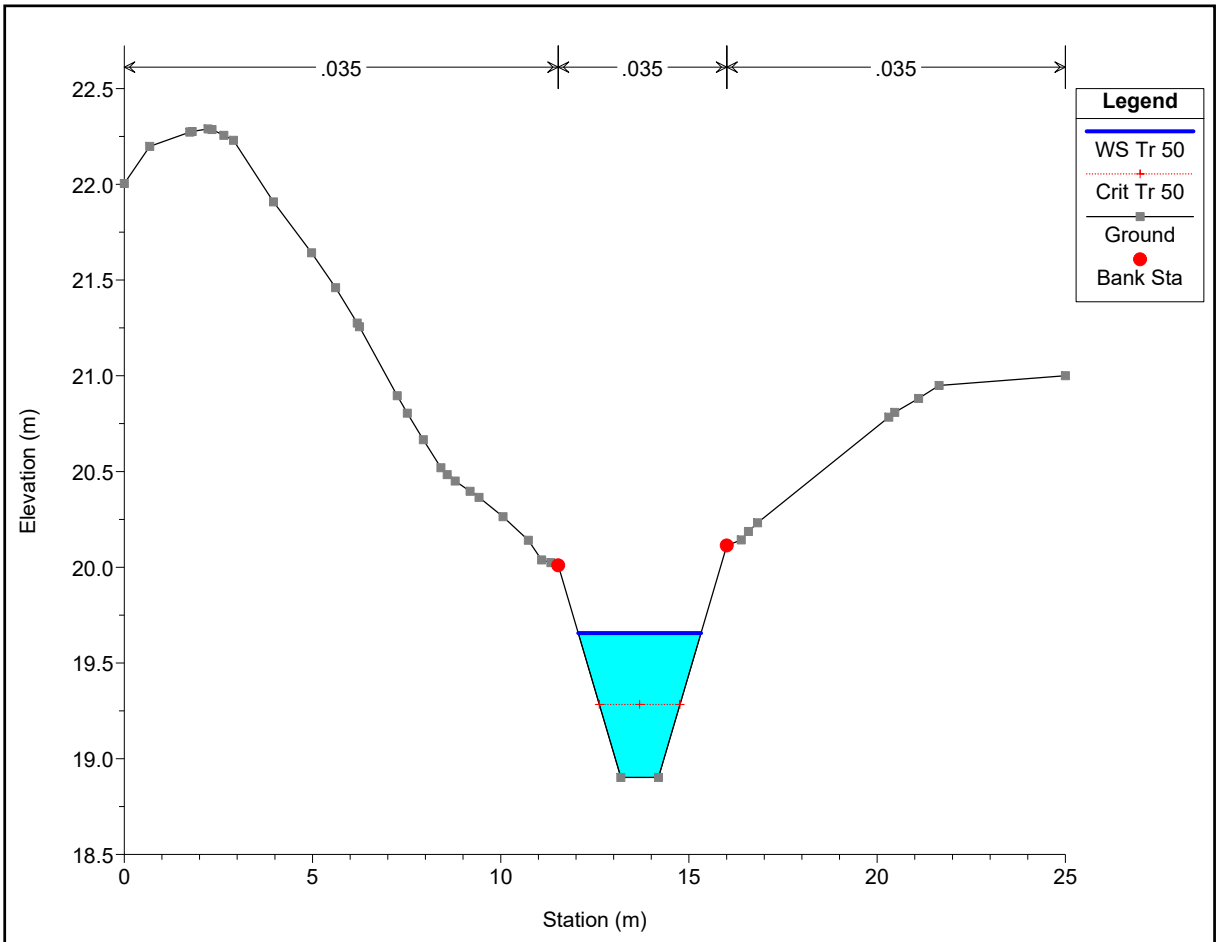


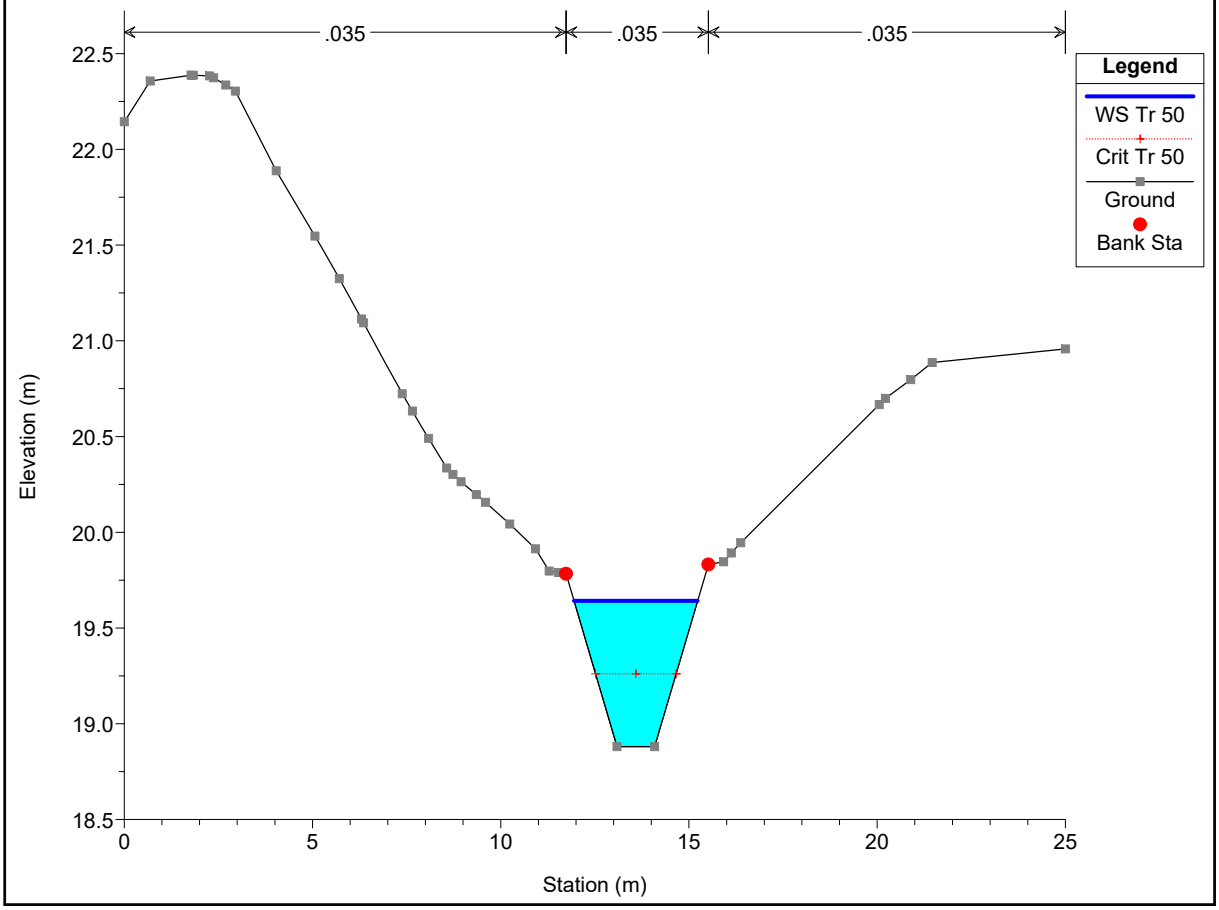
Cavalcafosso A5

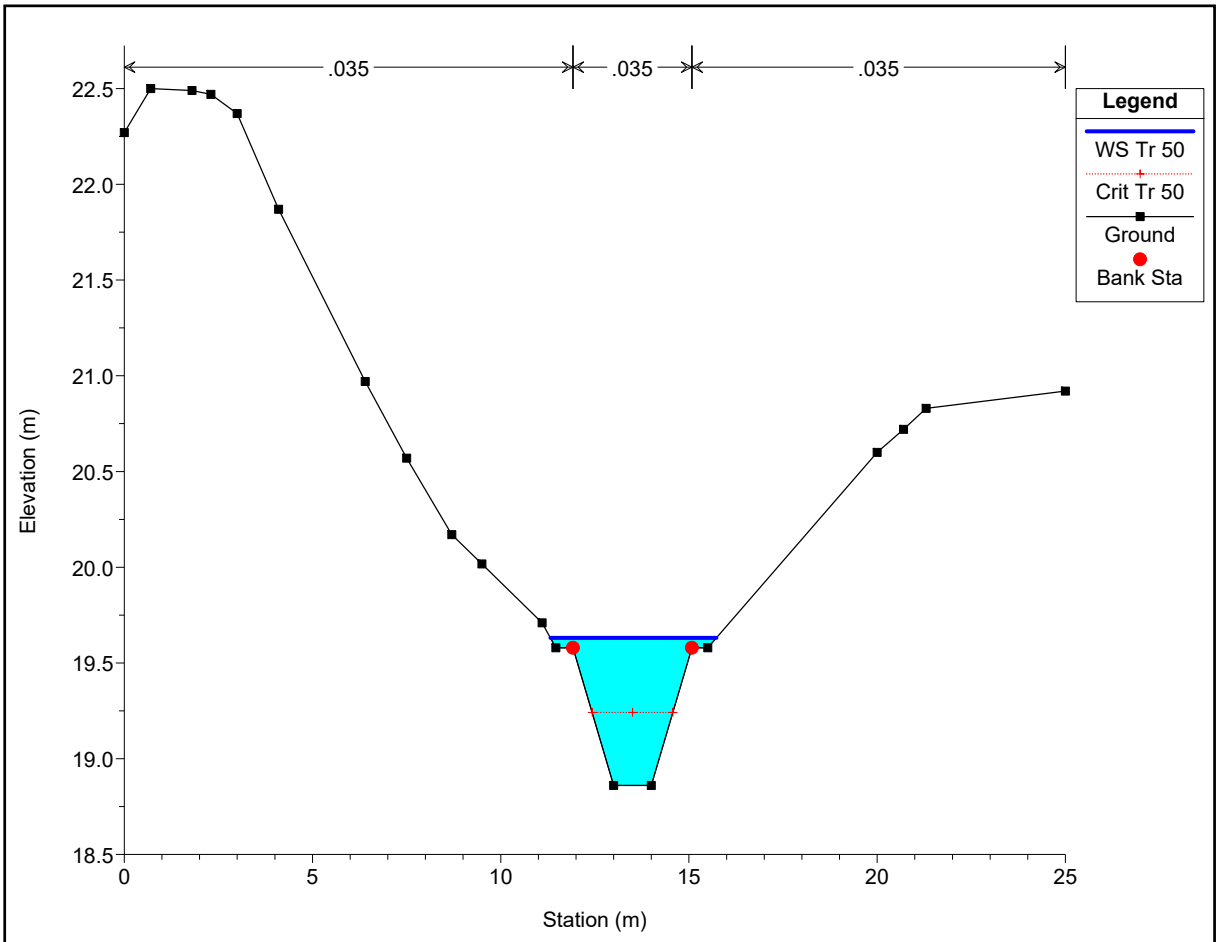


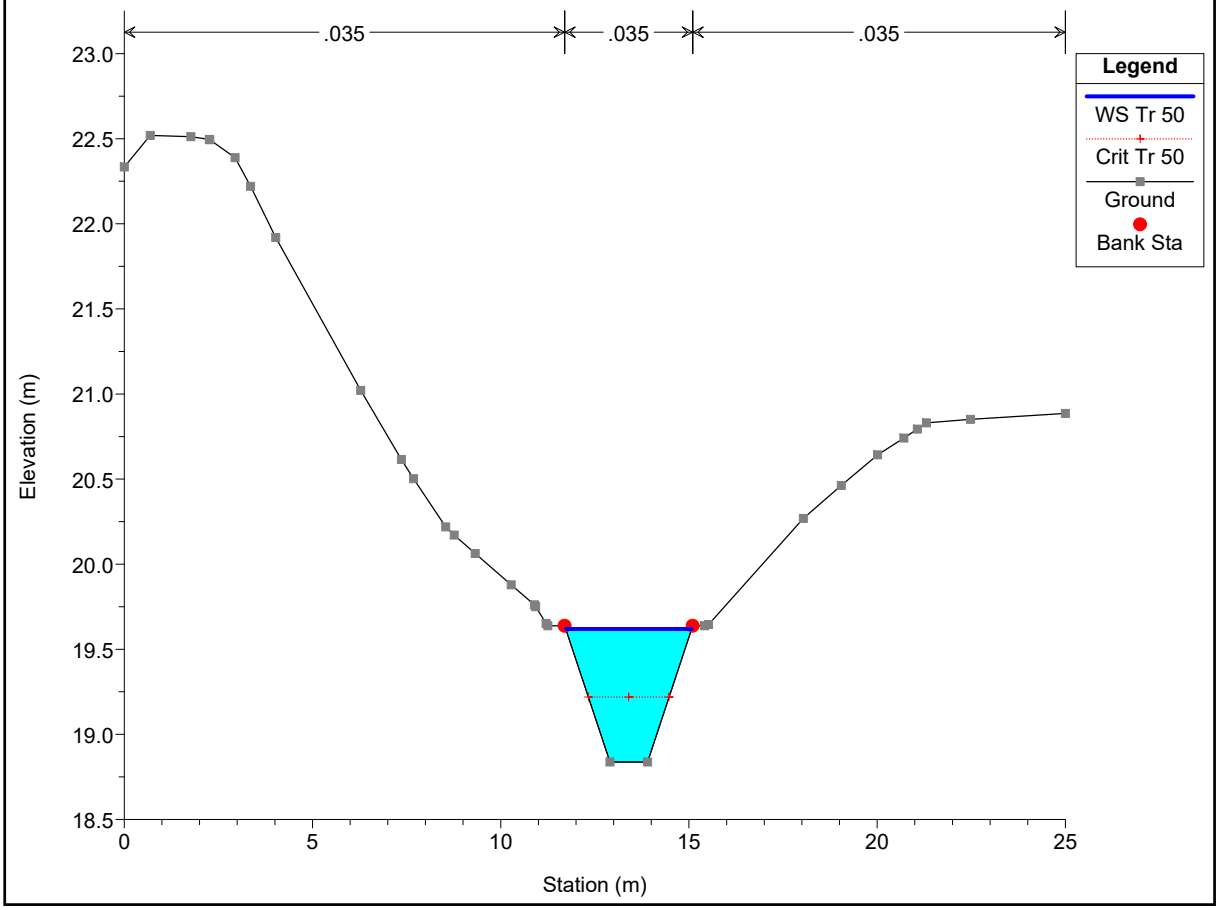

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

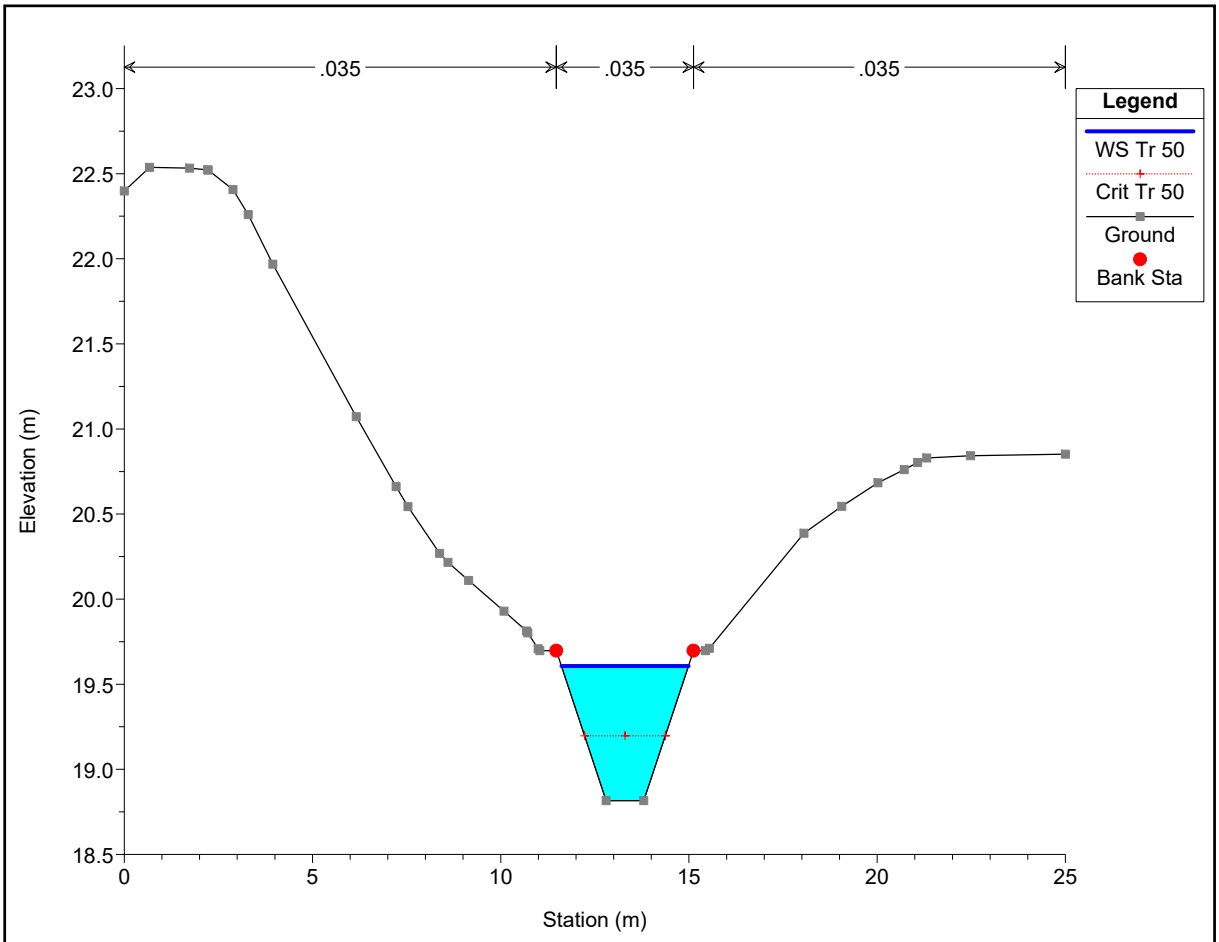

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

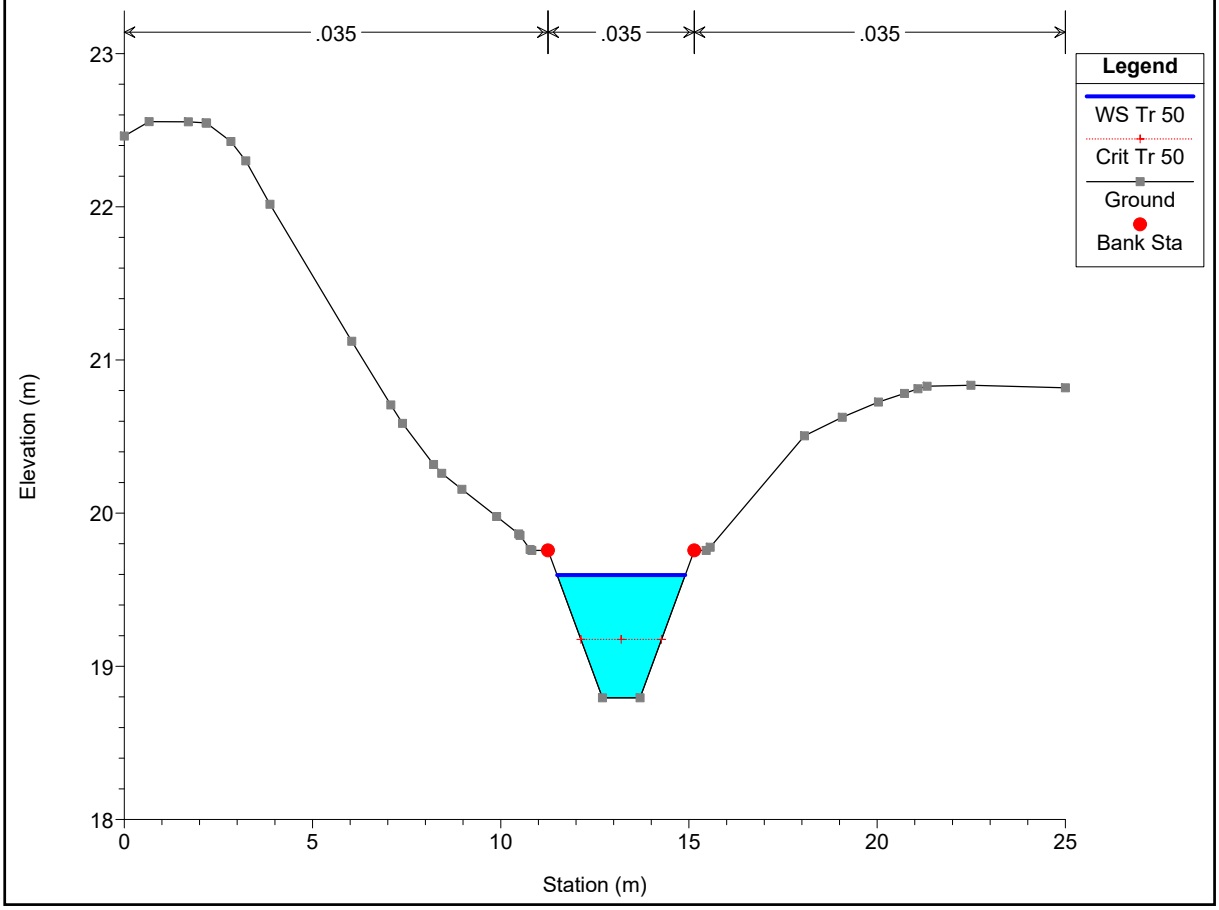

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

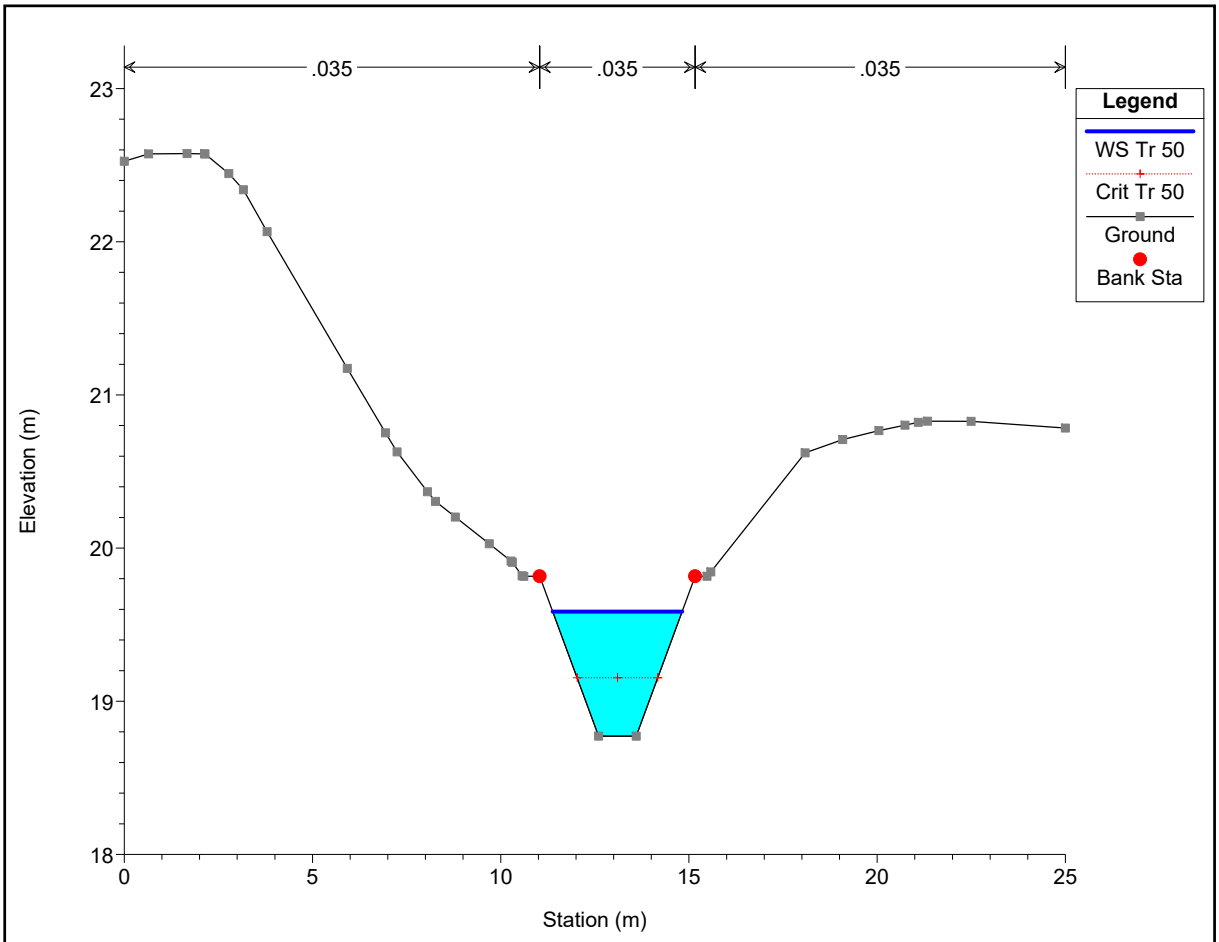

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

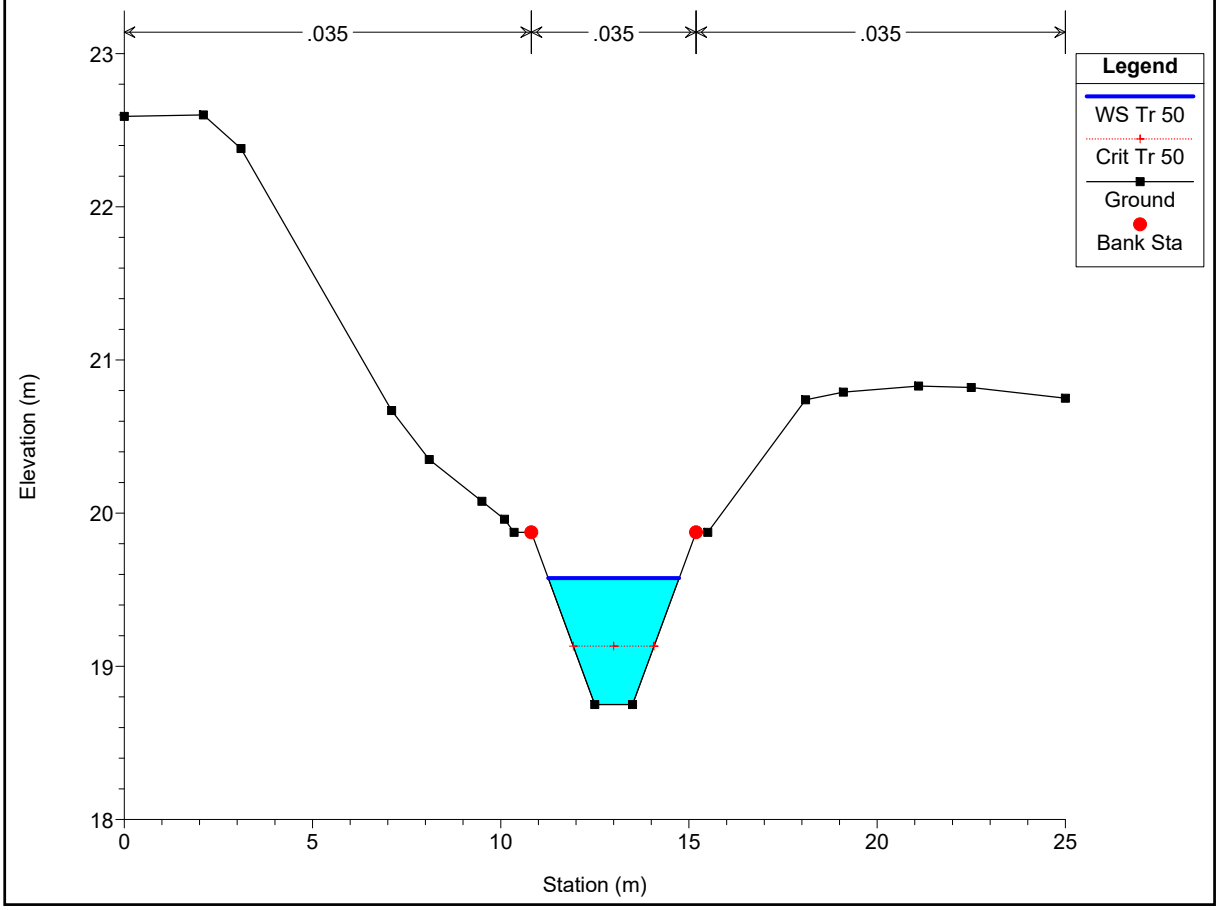

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

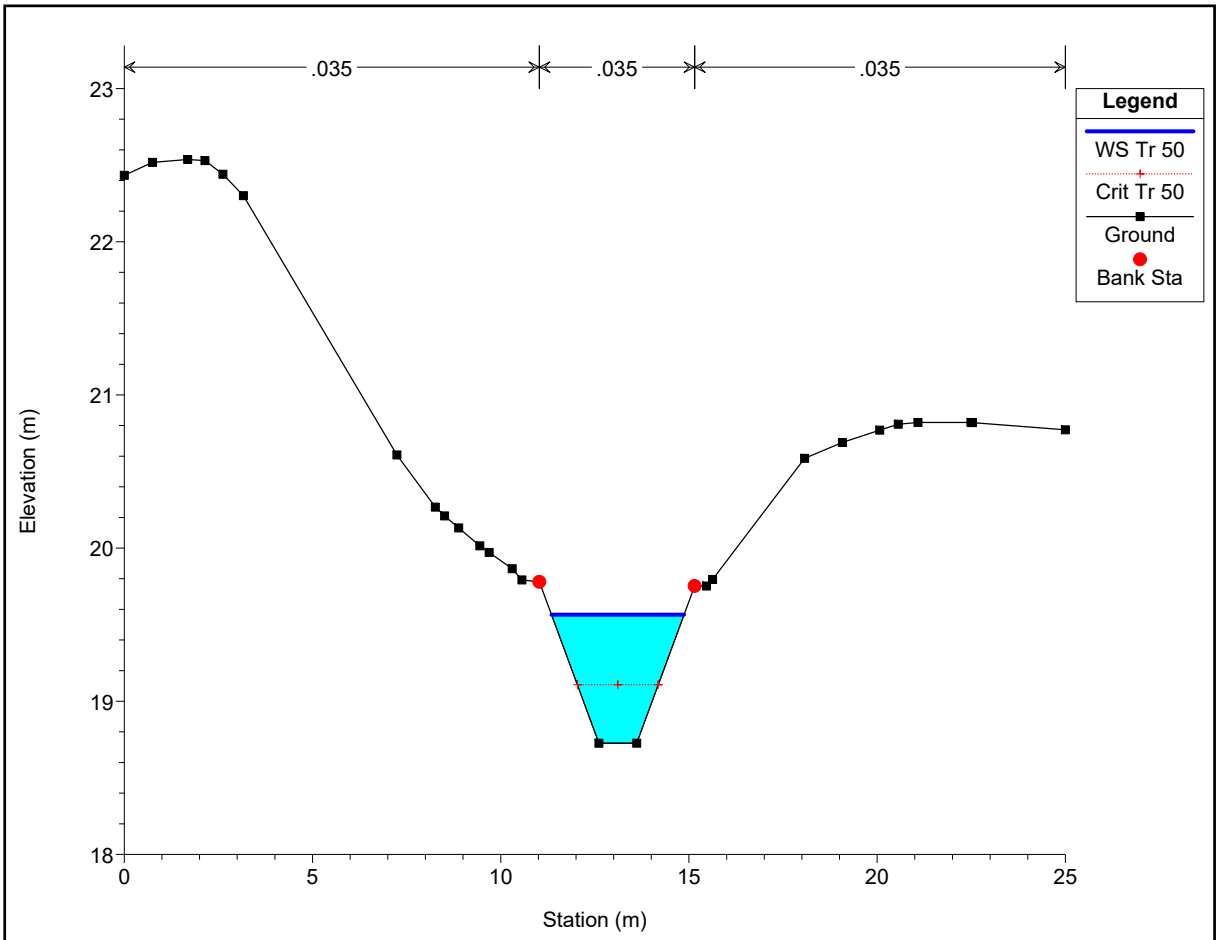

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23.0
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

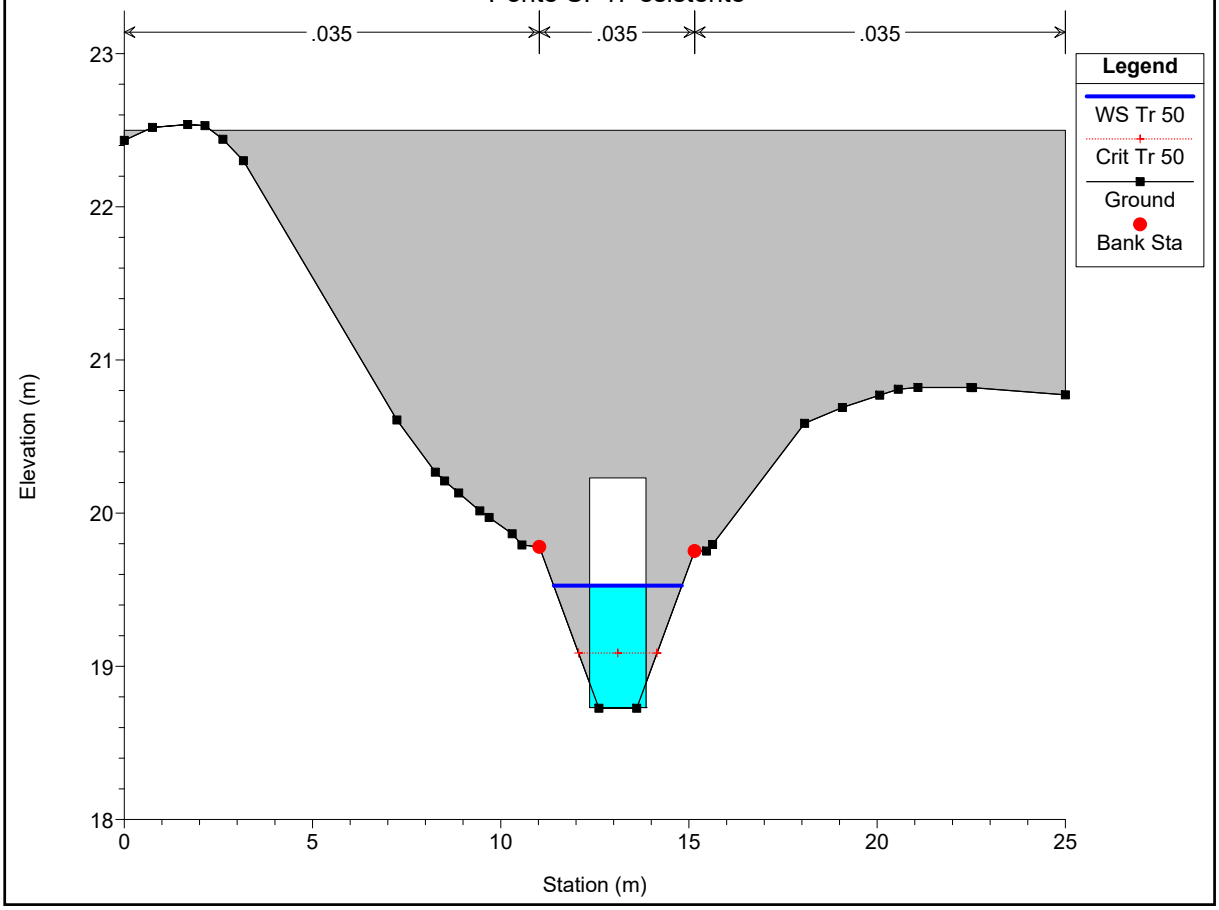

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23
22
21
20
19
18
0
5
10
15
20
25

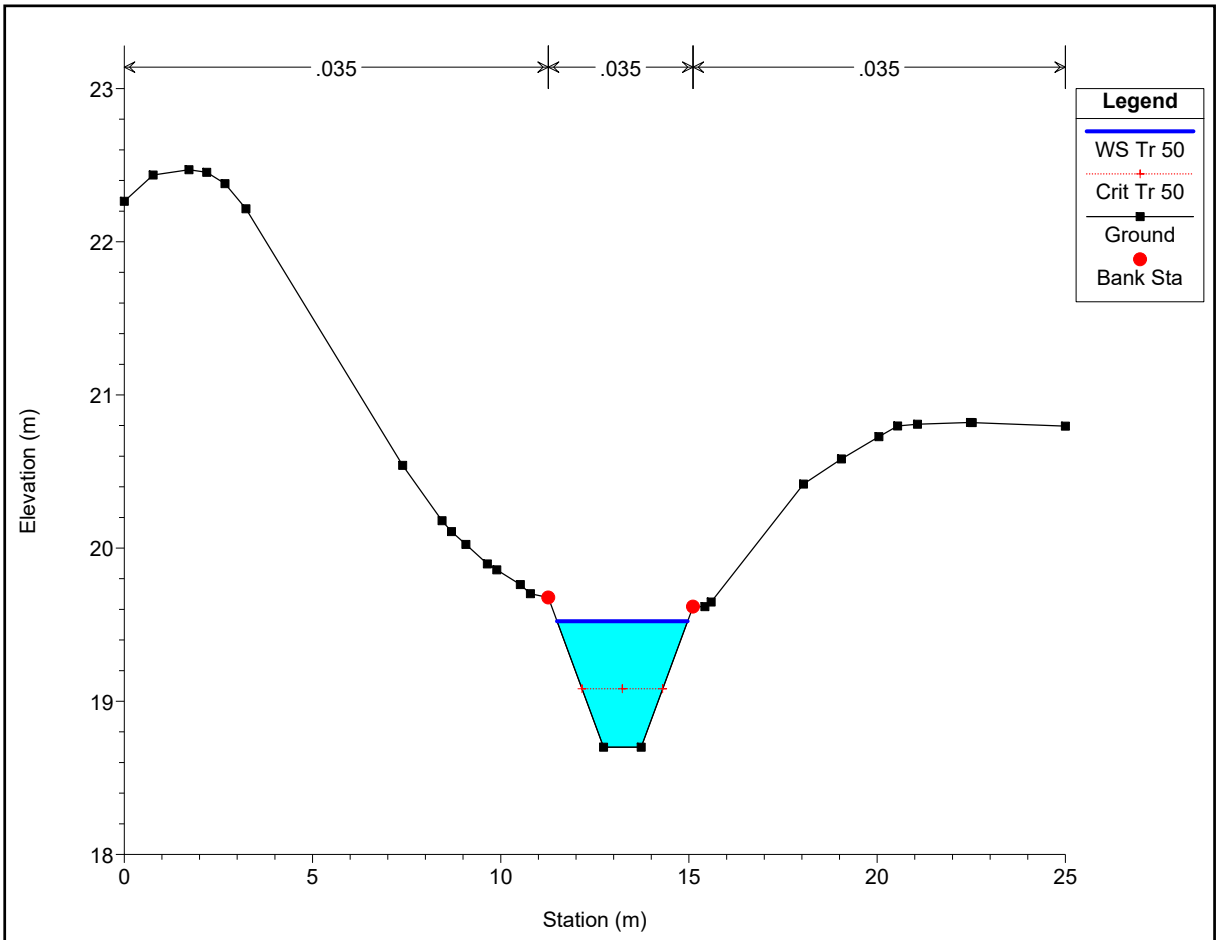

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23
22
21
20
19
18
0
5
10
15
20
25

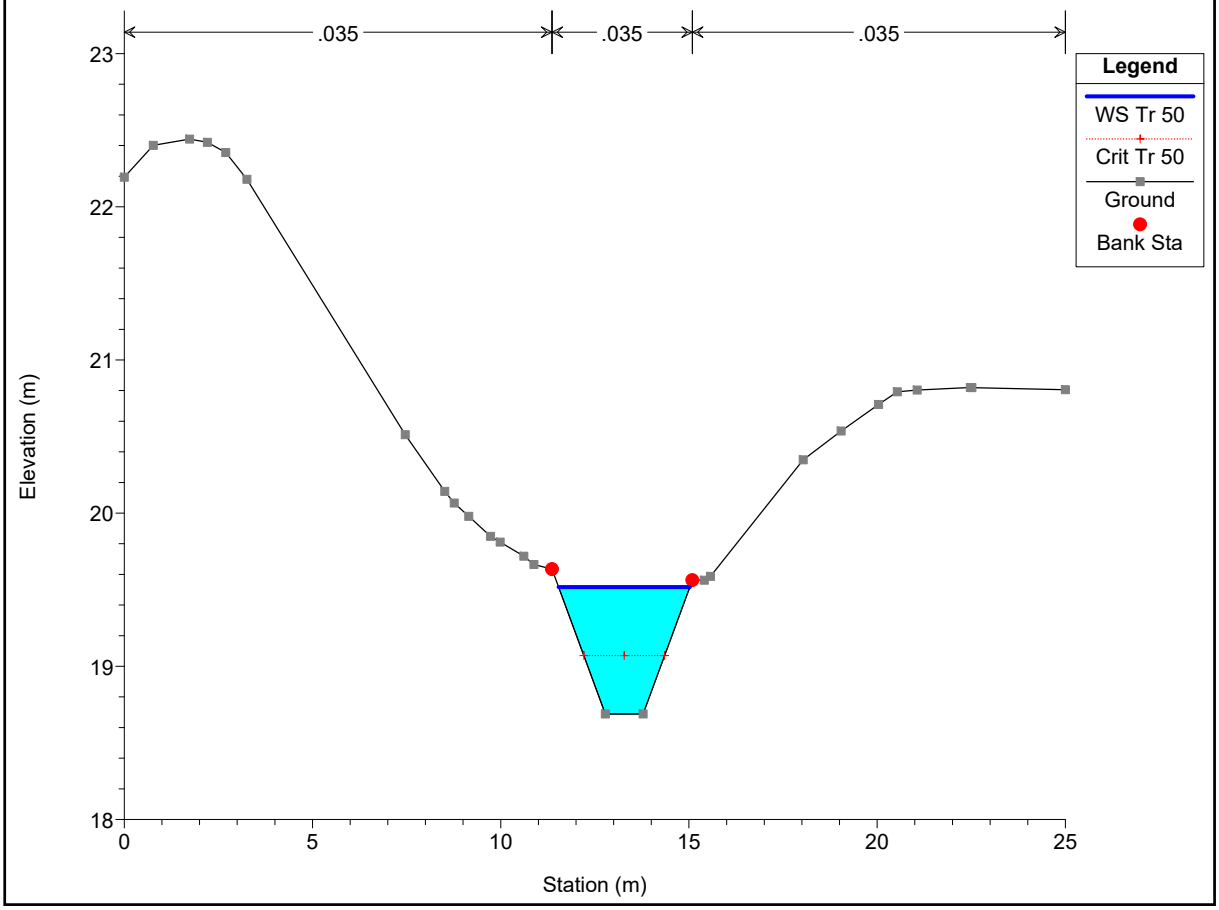

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23
22
21
20
19
18
0
5
10
15
20
25

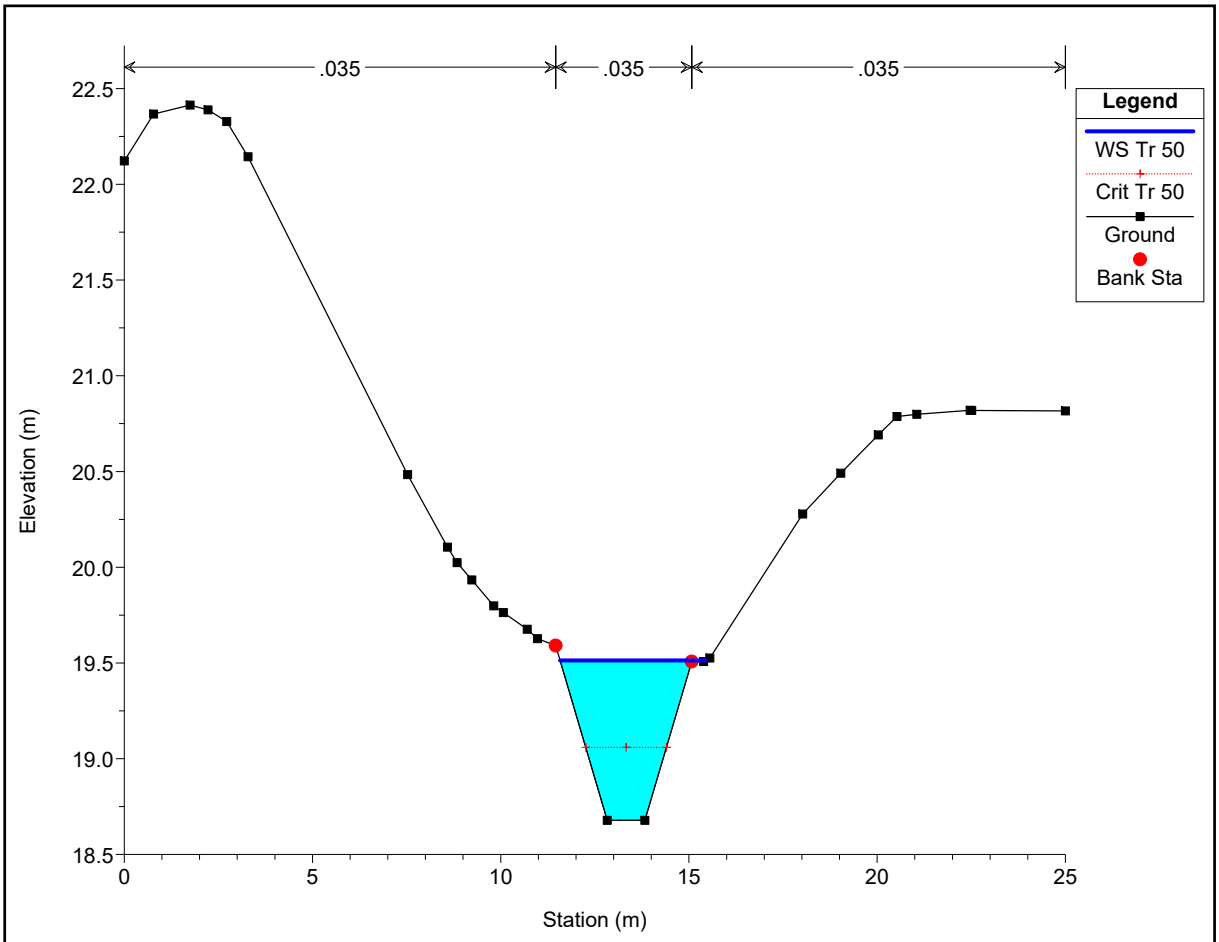


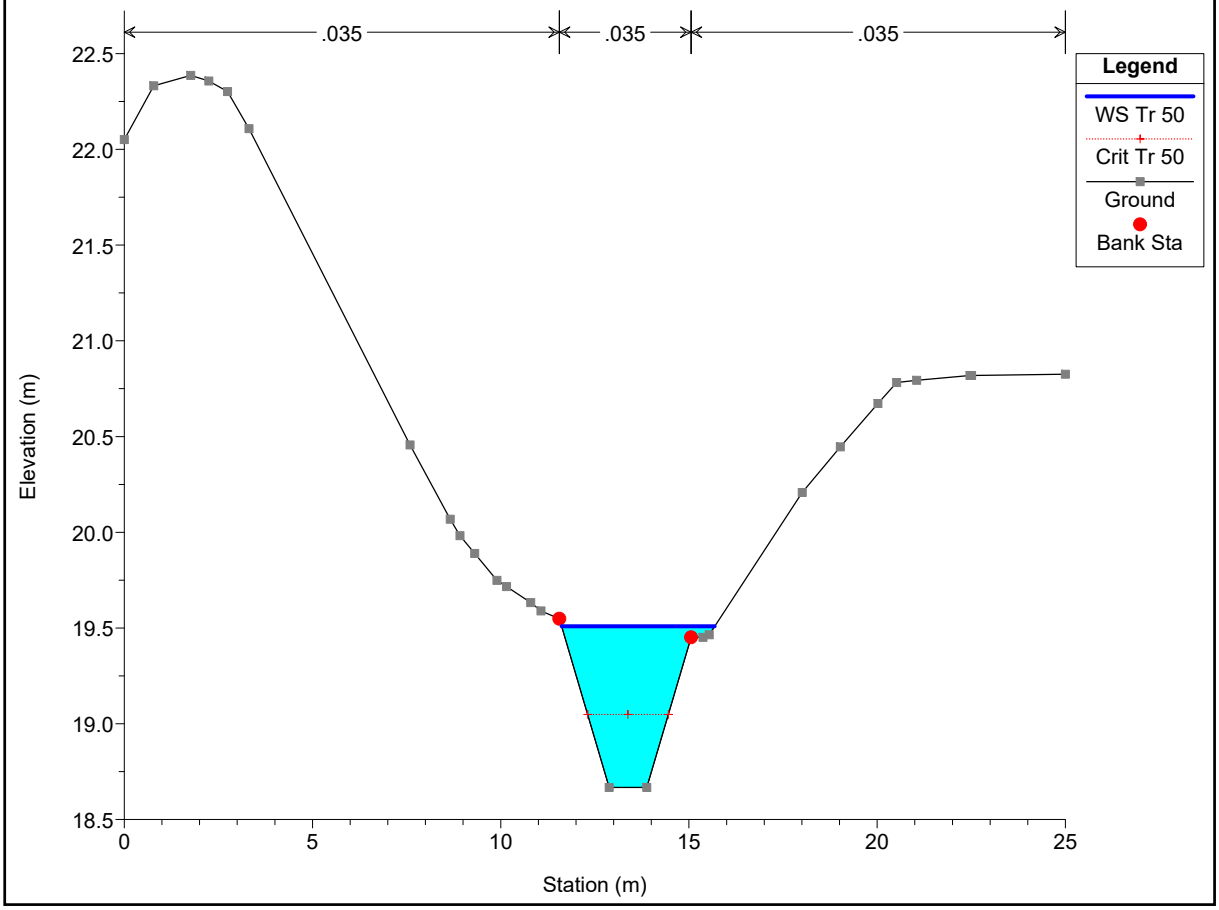
Ponte SP47 esistente

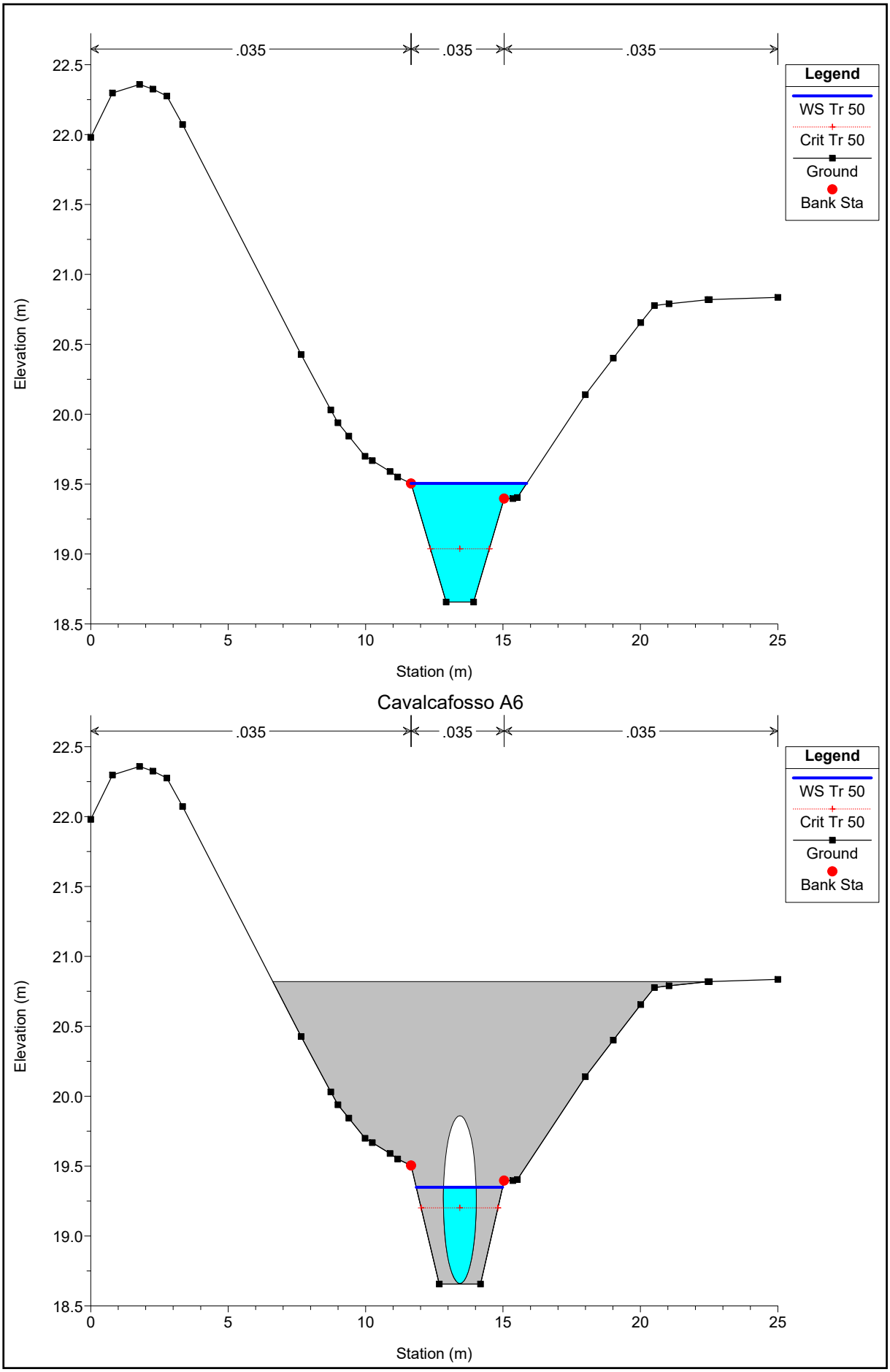



.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23
22
21
20
19
18
0
5
10
15
20
25

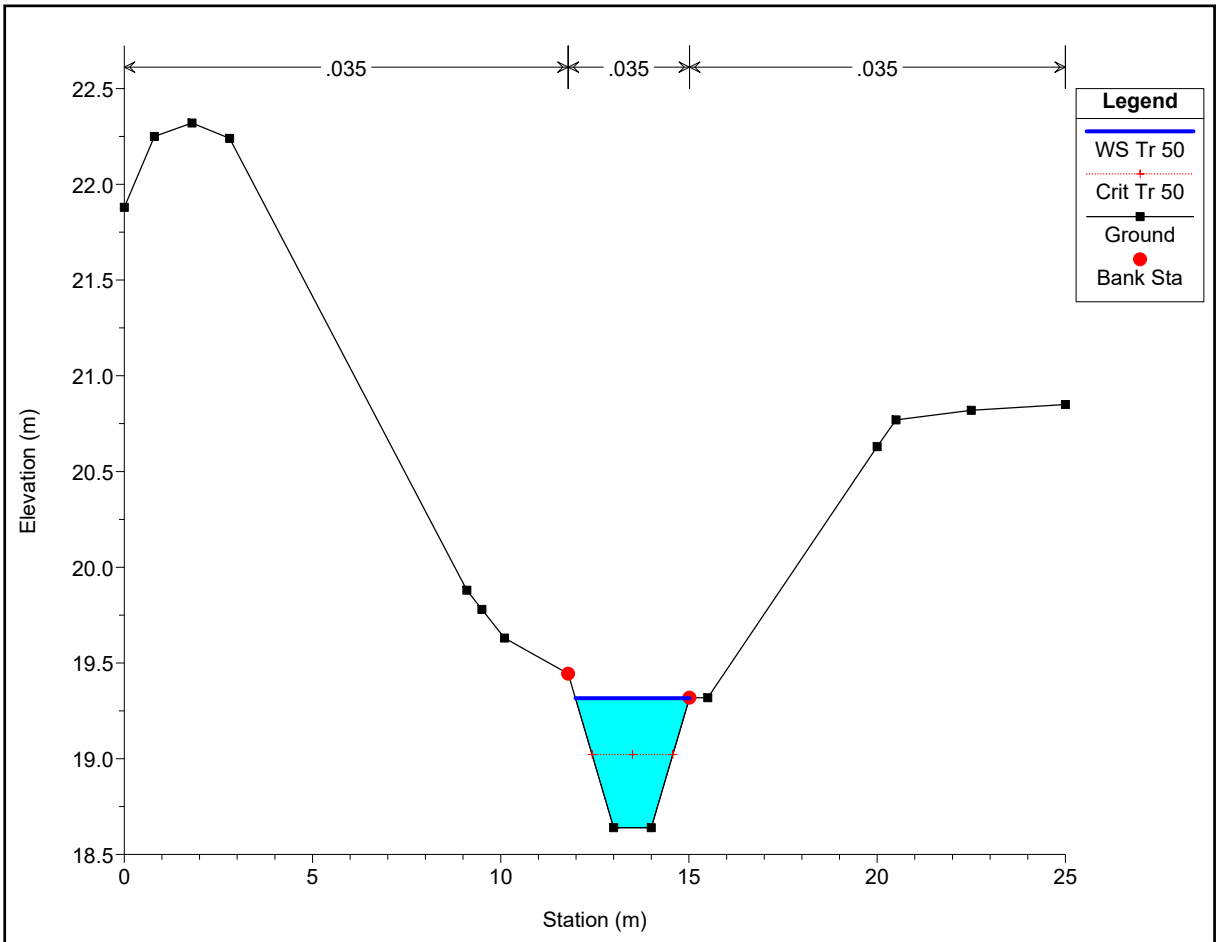

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
23
22
21
20
19
18
0
5
10
15
20
25

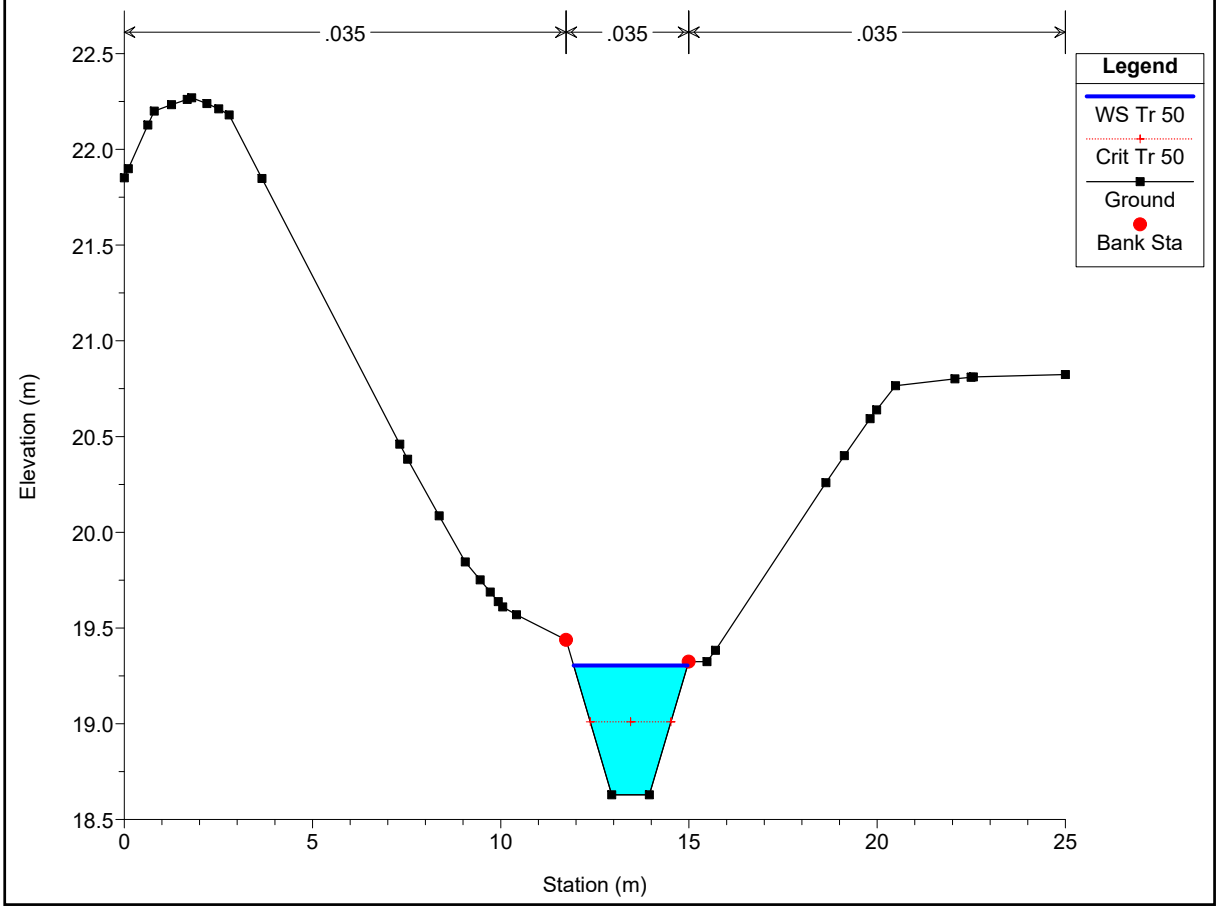

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

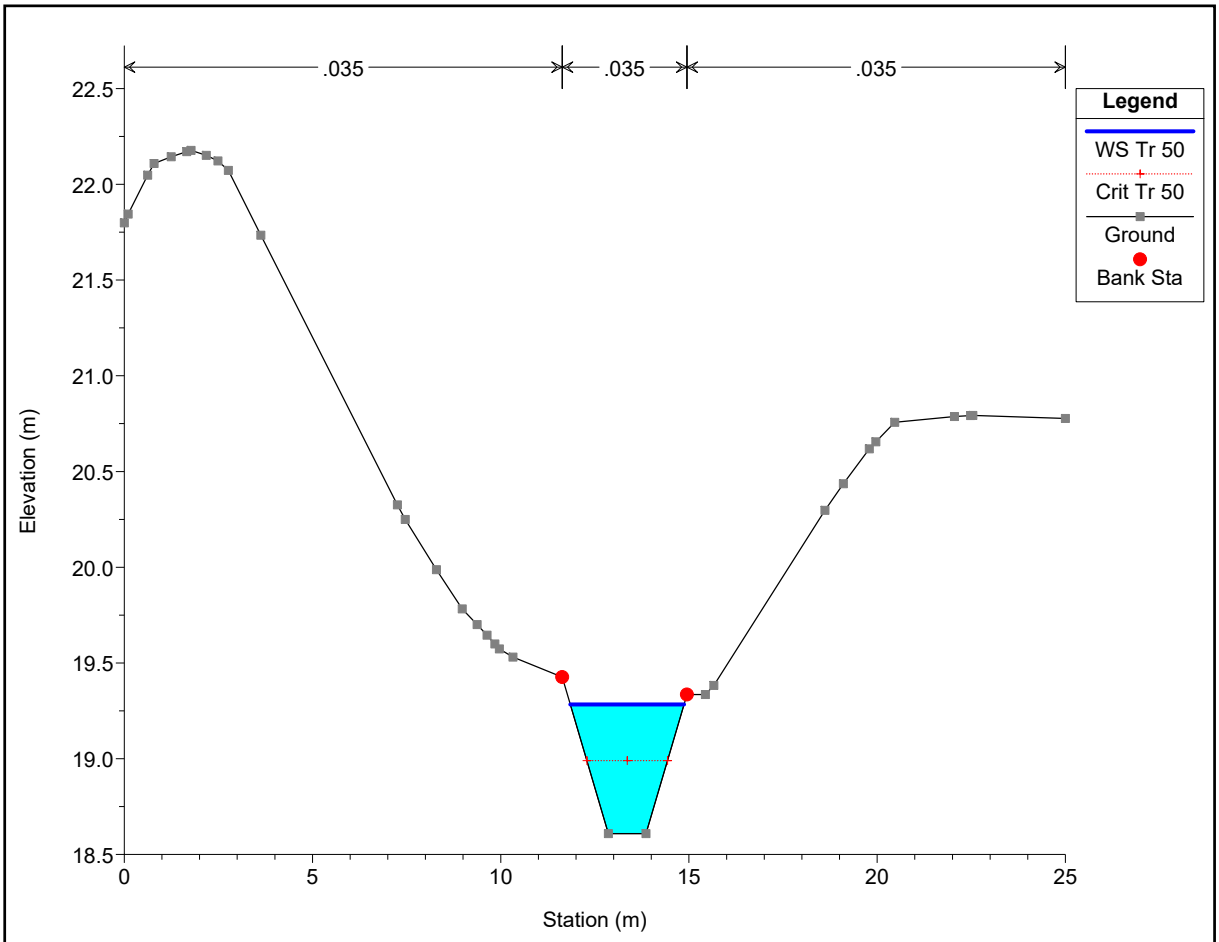

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

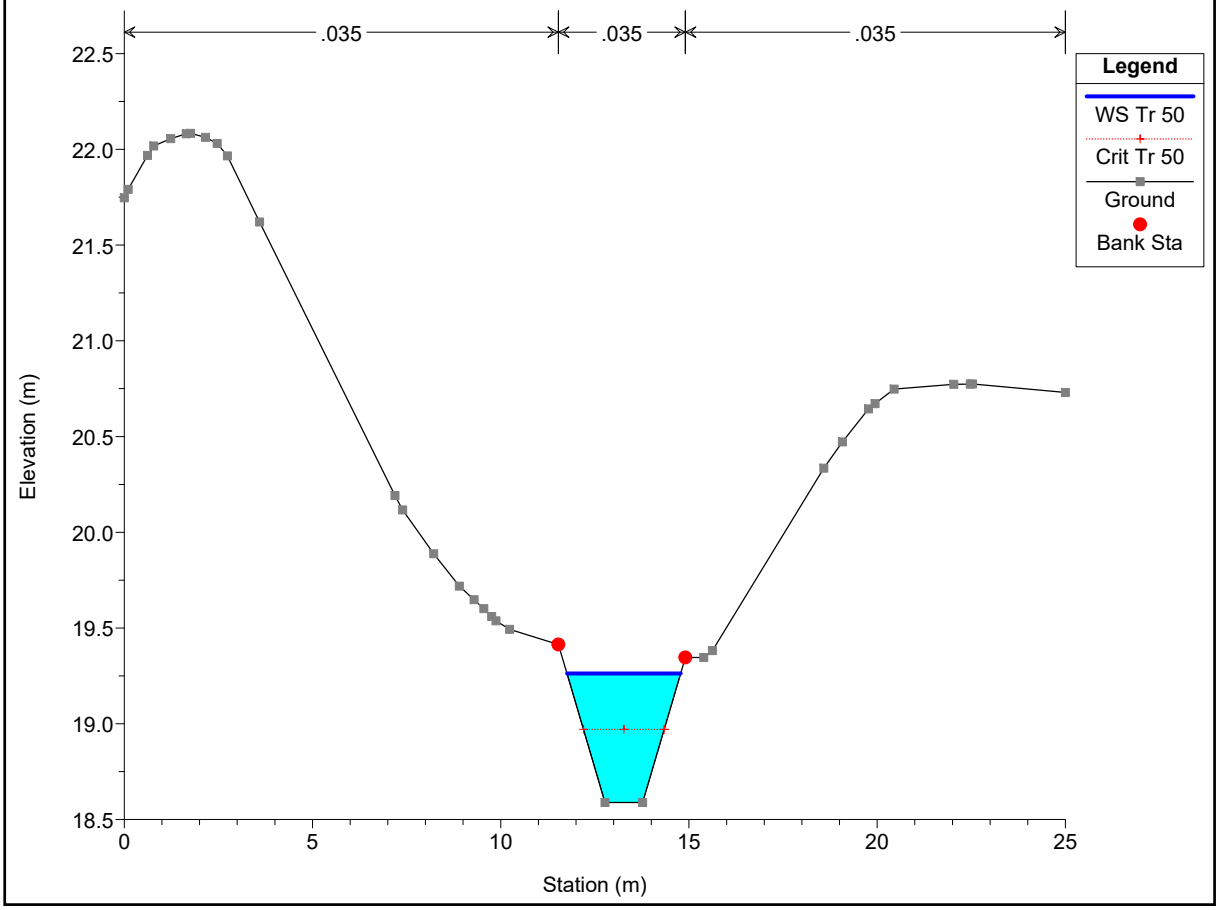


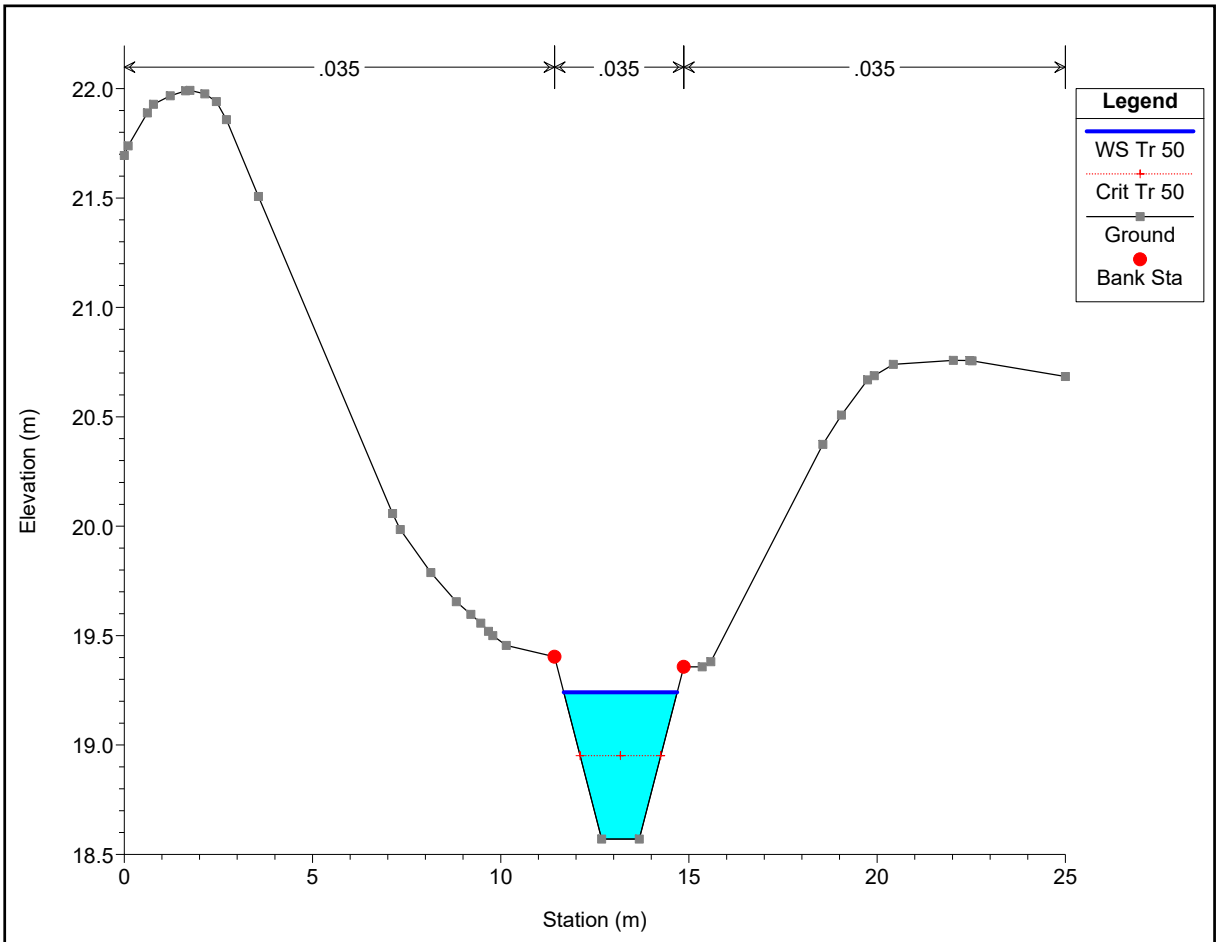
Cavalcafosso A6

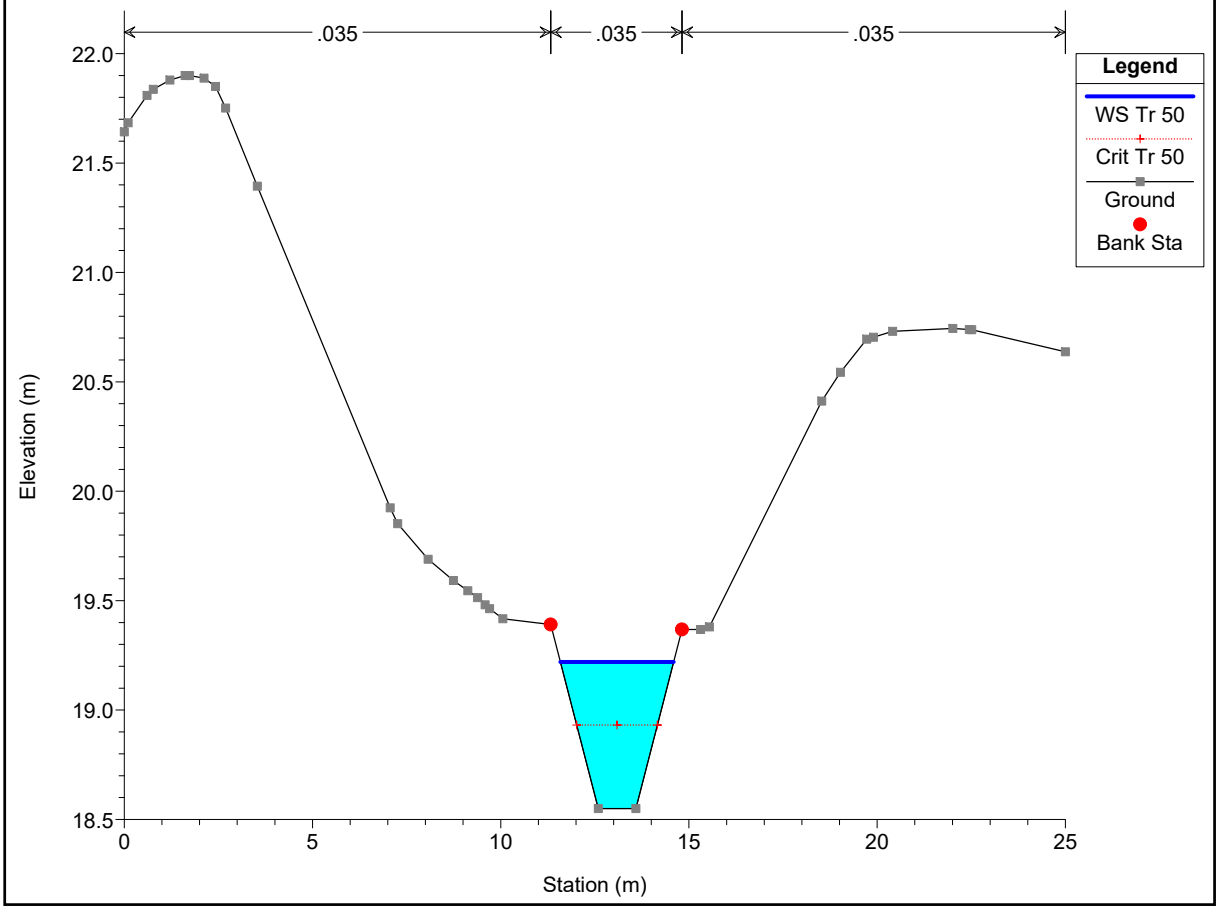

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

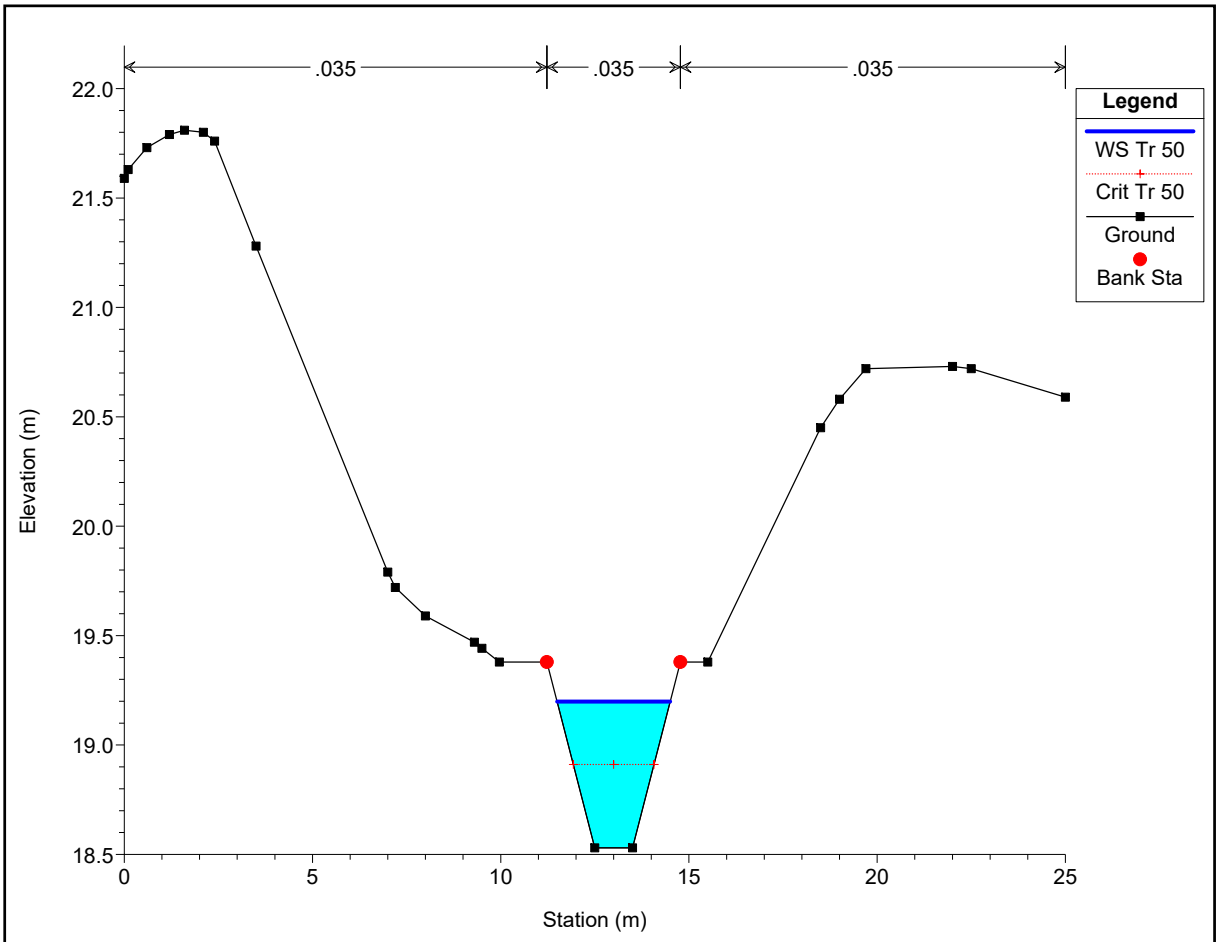

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

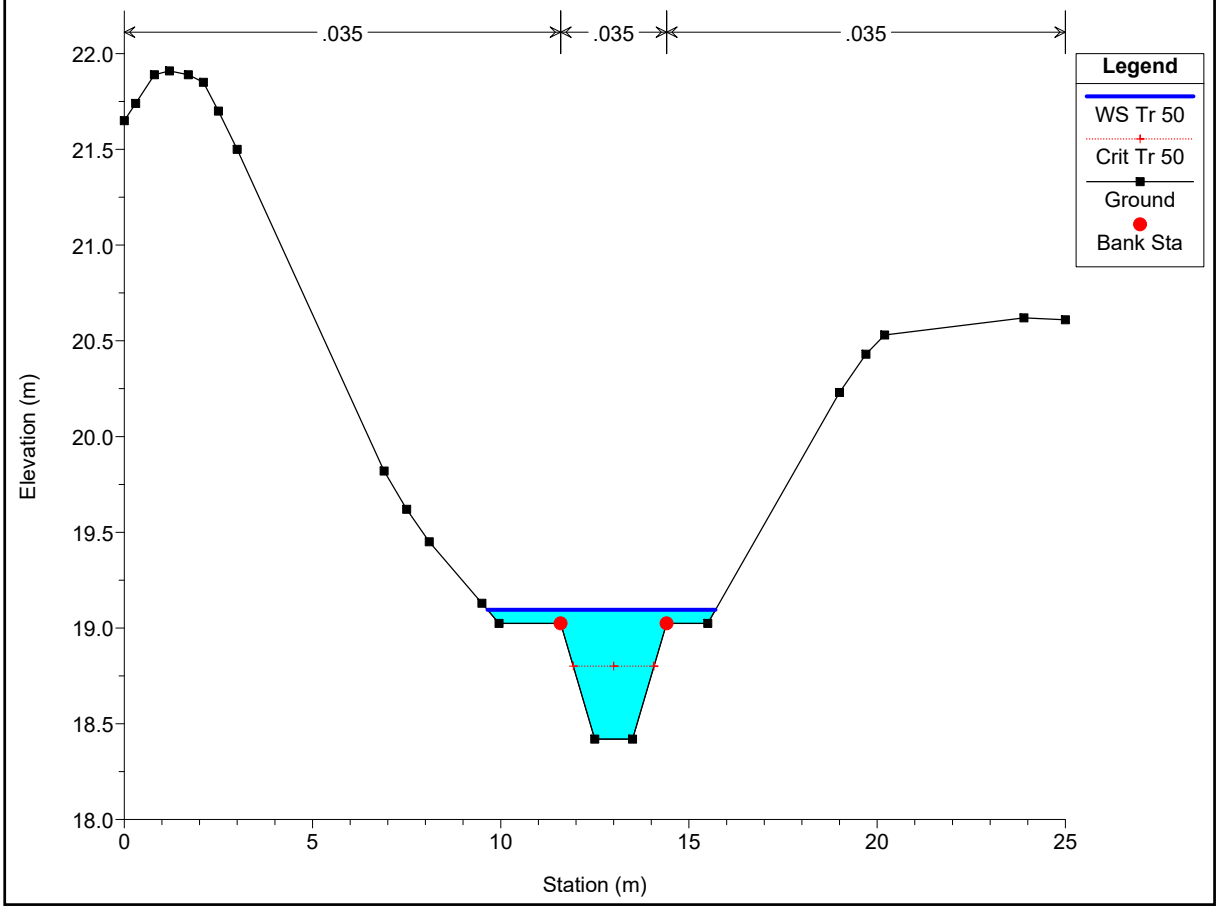

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

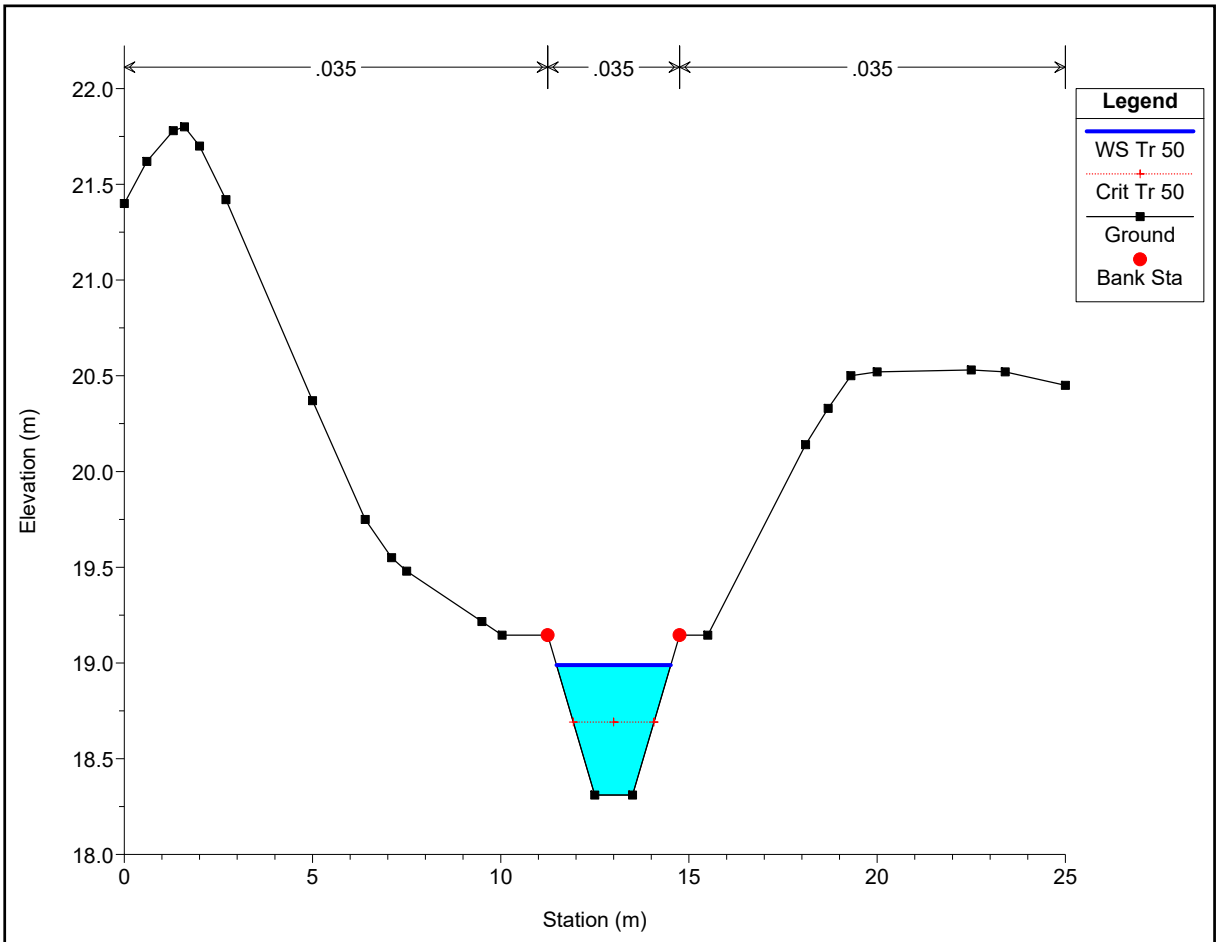

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.5
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

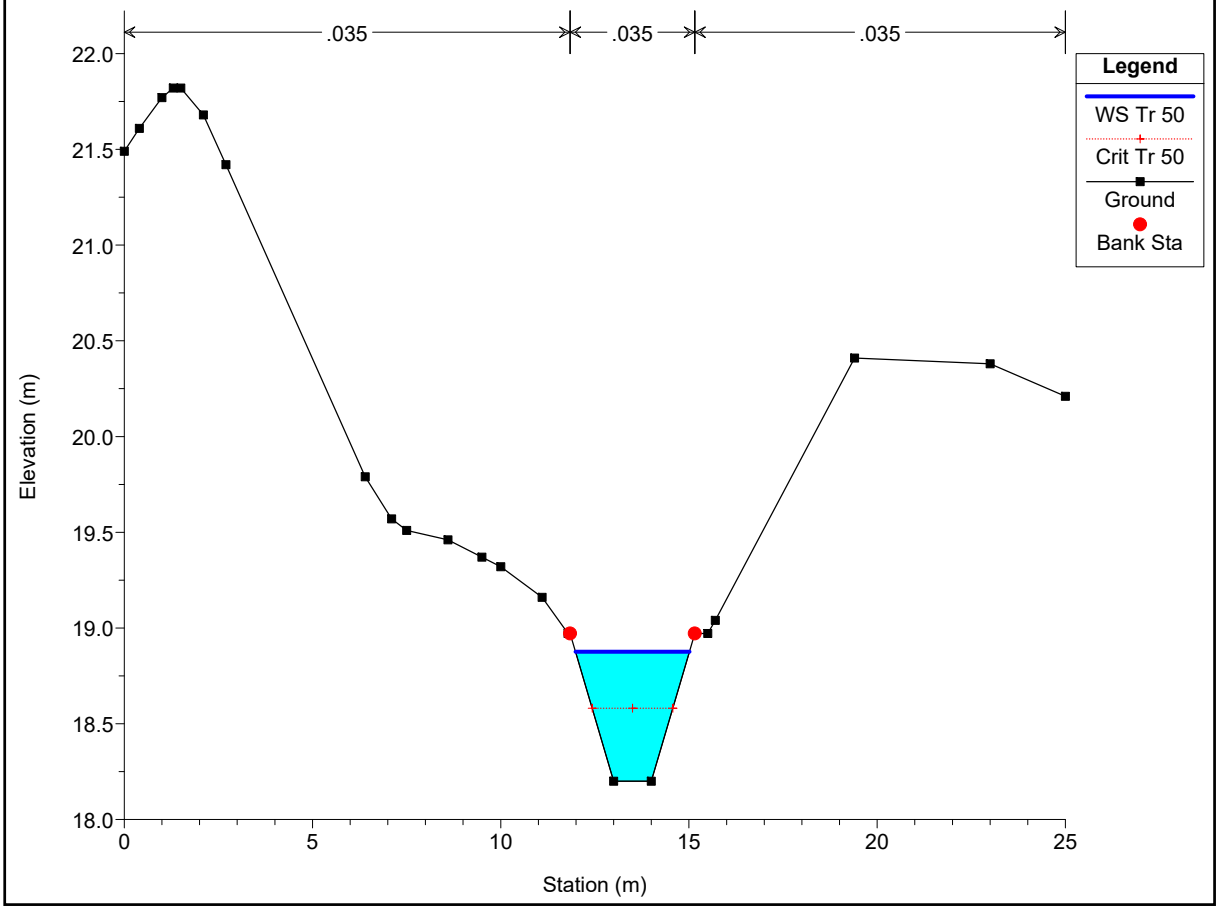

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

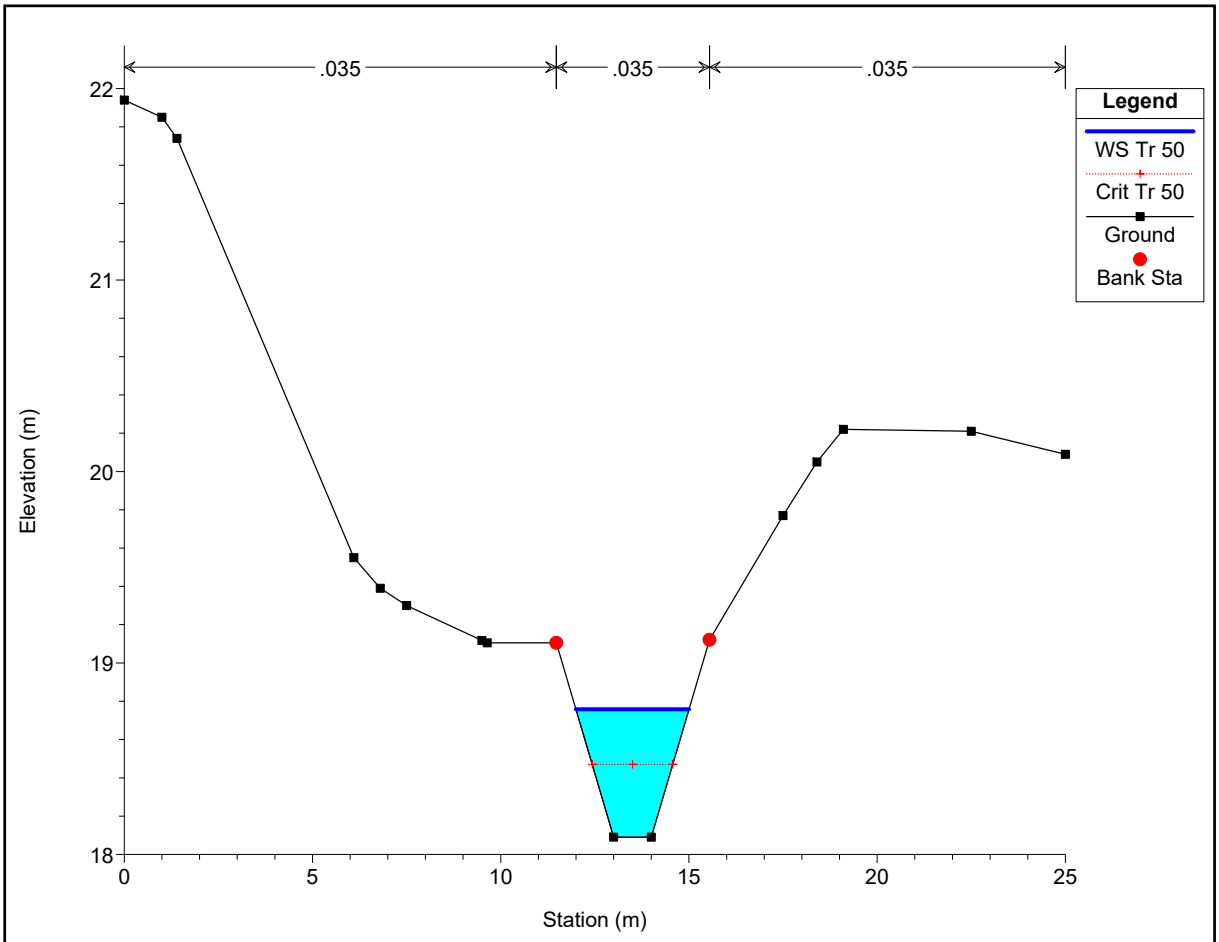

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

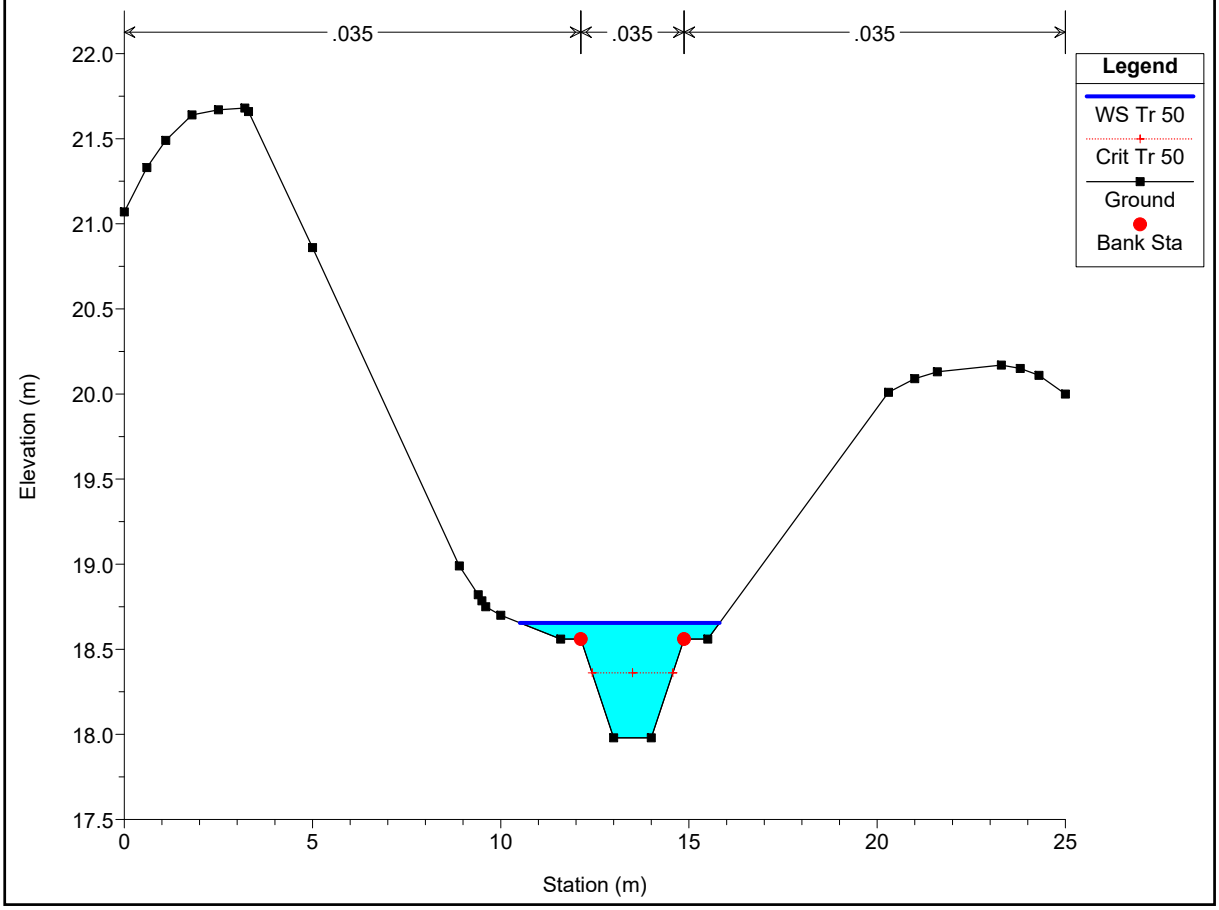

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
0
5
10
15
20
25

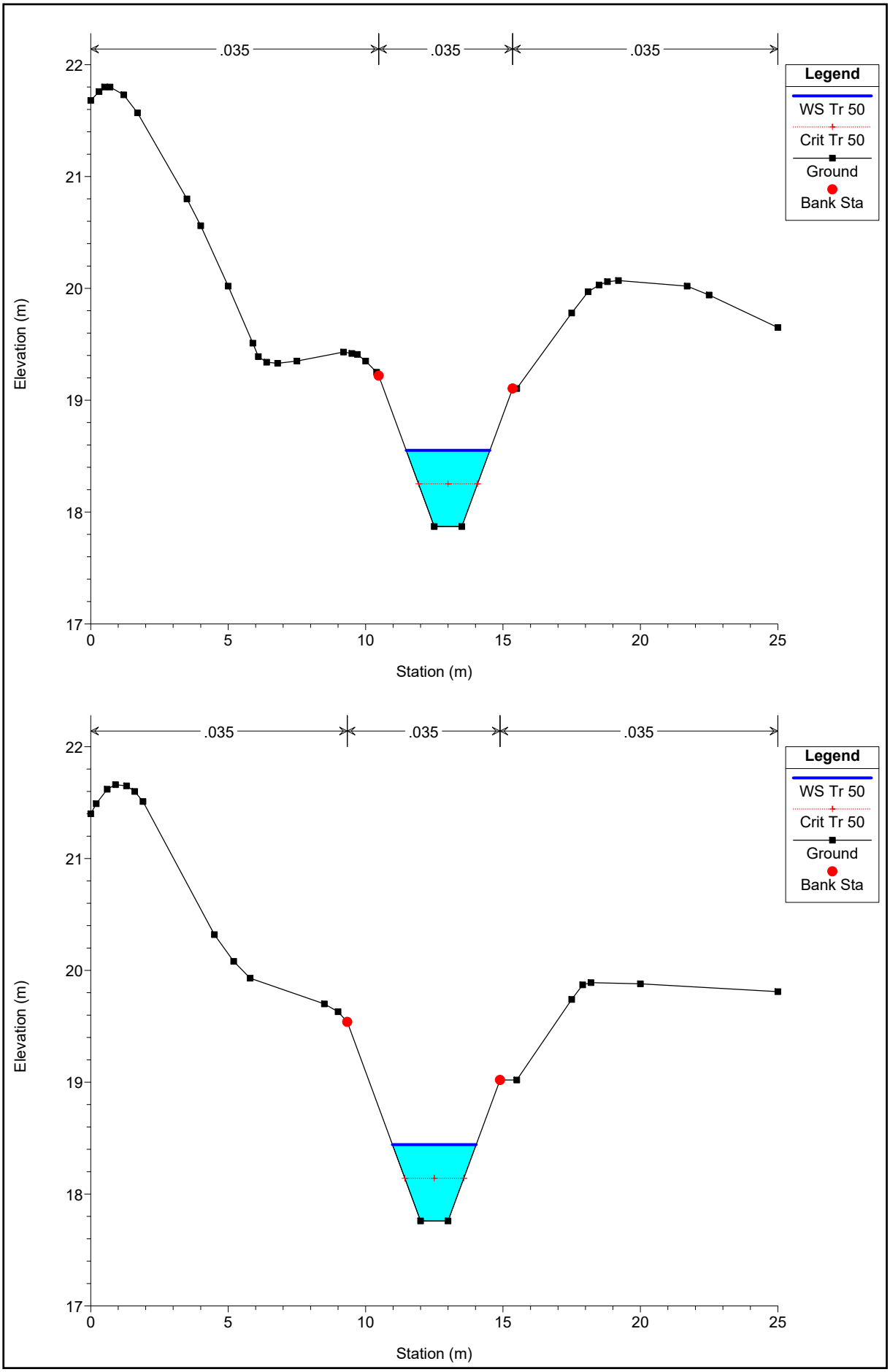

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
0
5
10
15
20
25

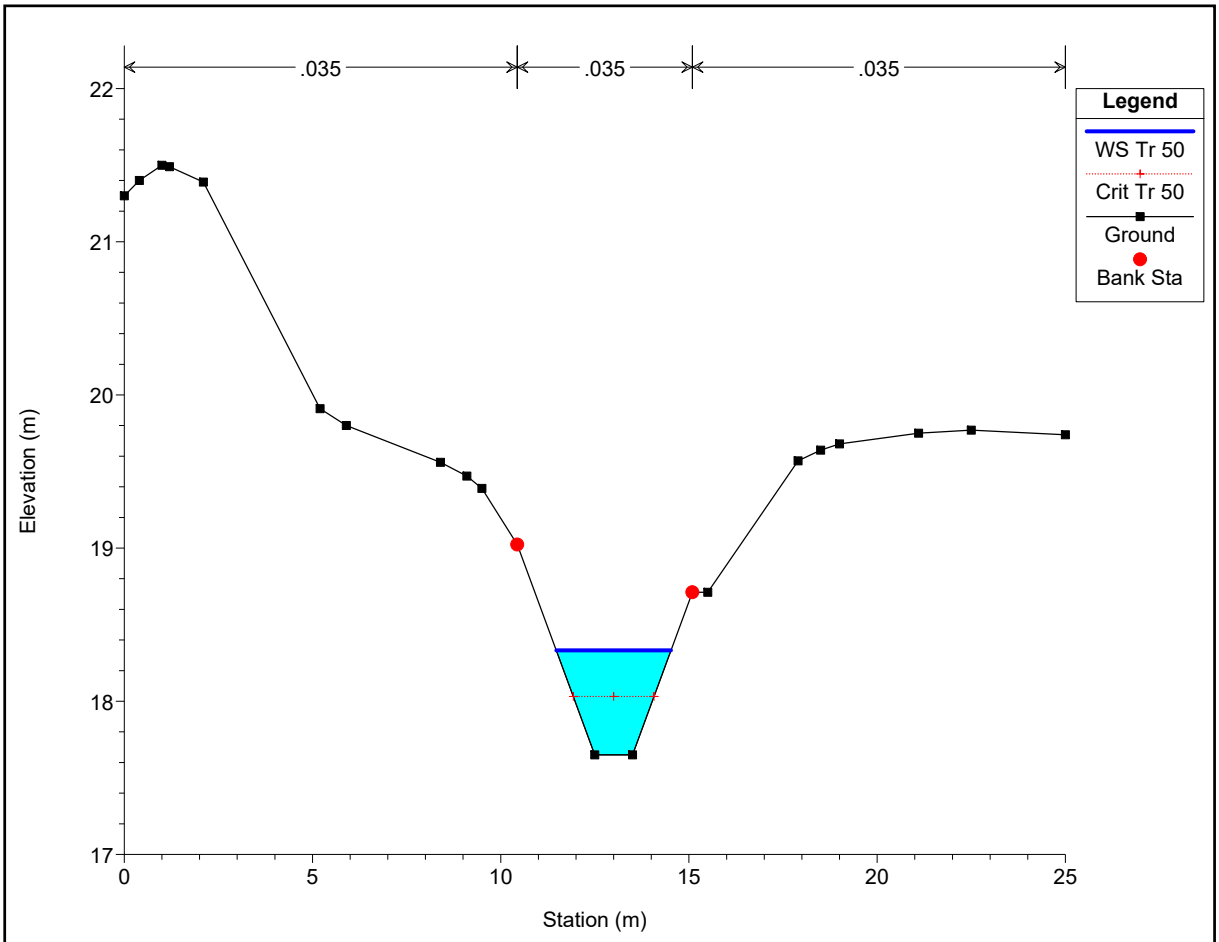

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
0
5
10
15
20
25

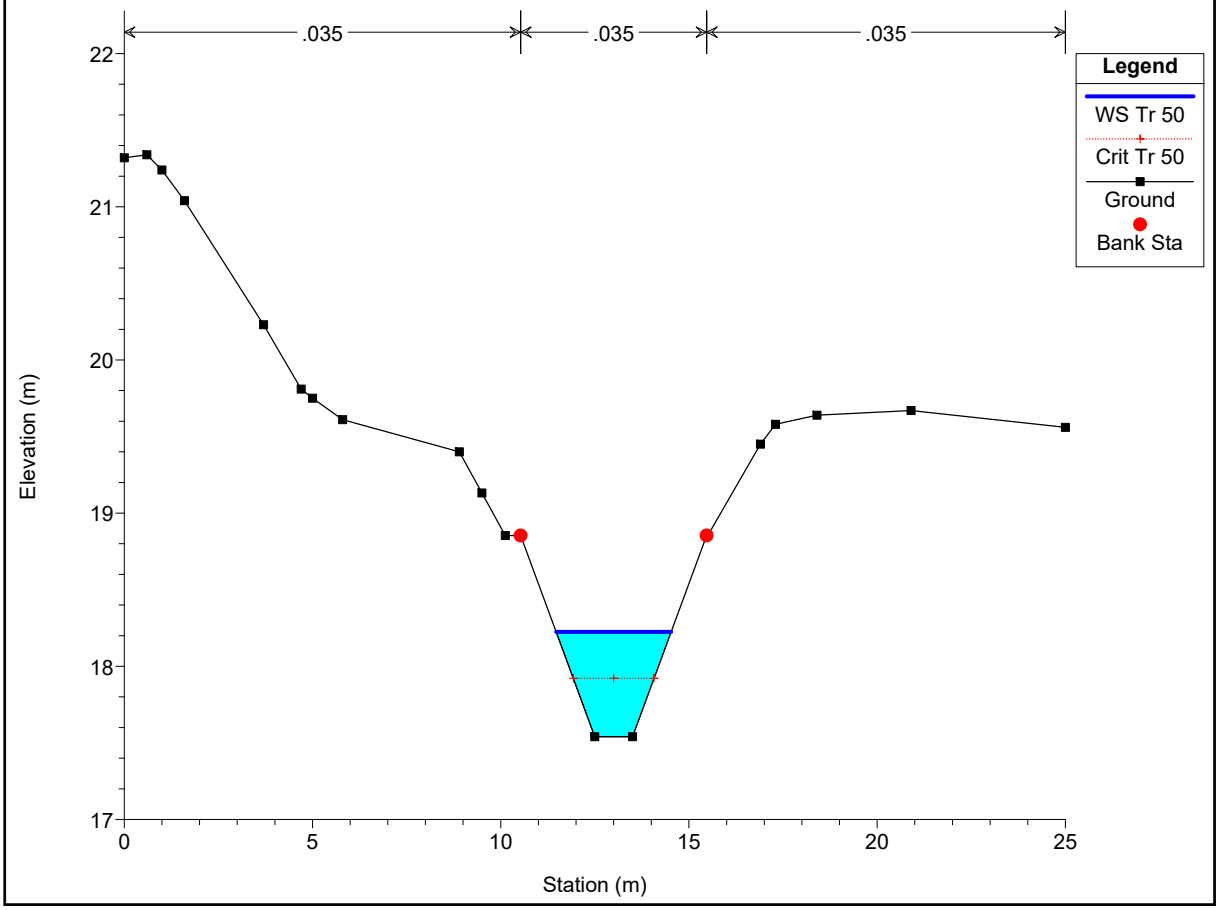

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
0
5
10
15
20
25

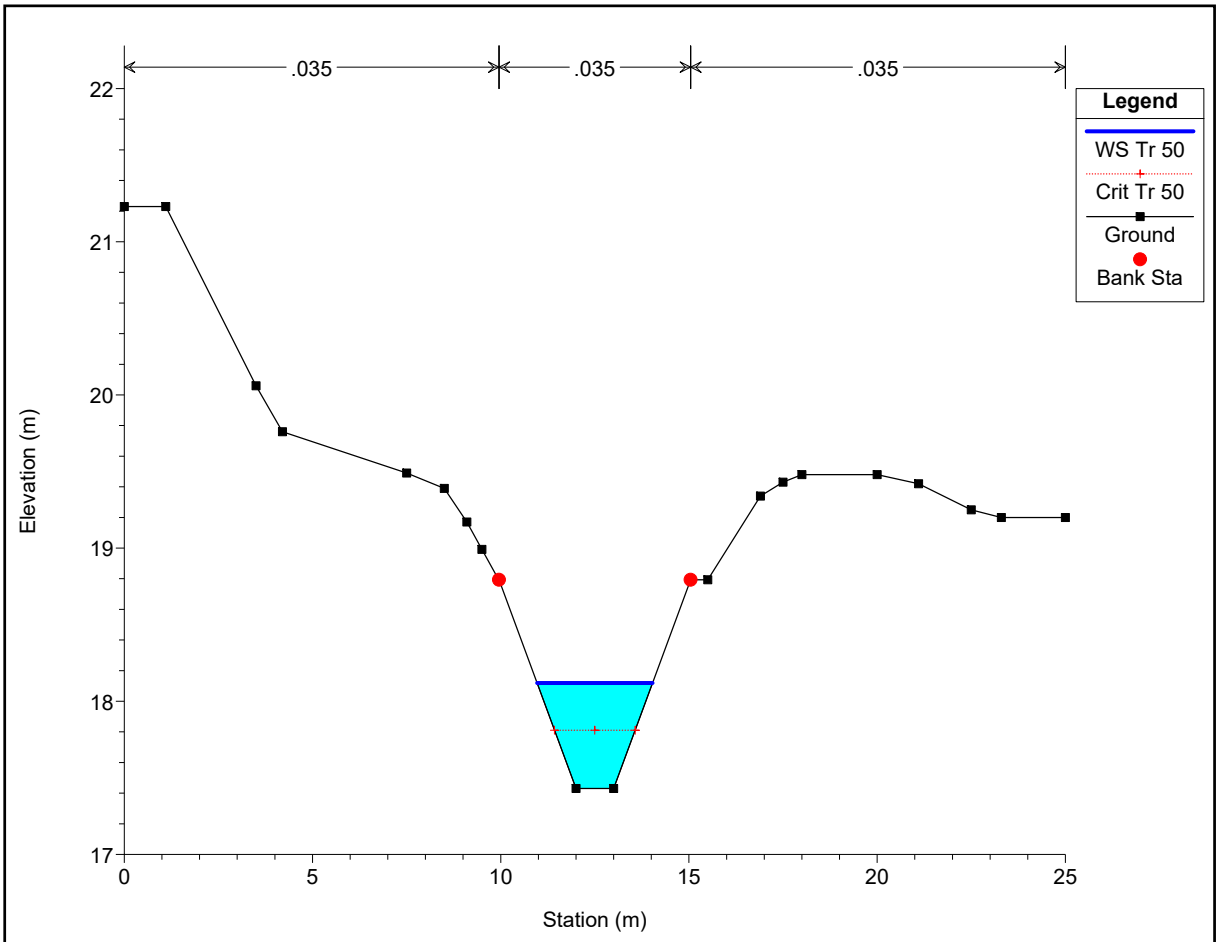

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
0
5
10
15
20
25

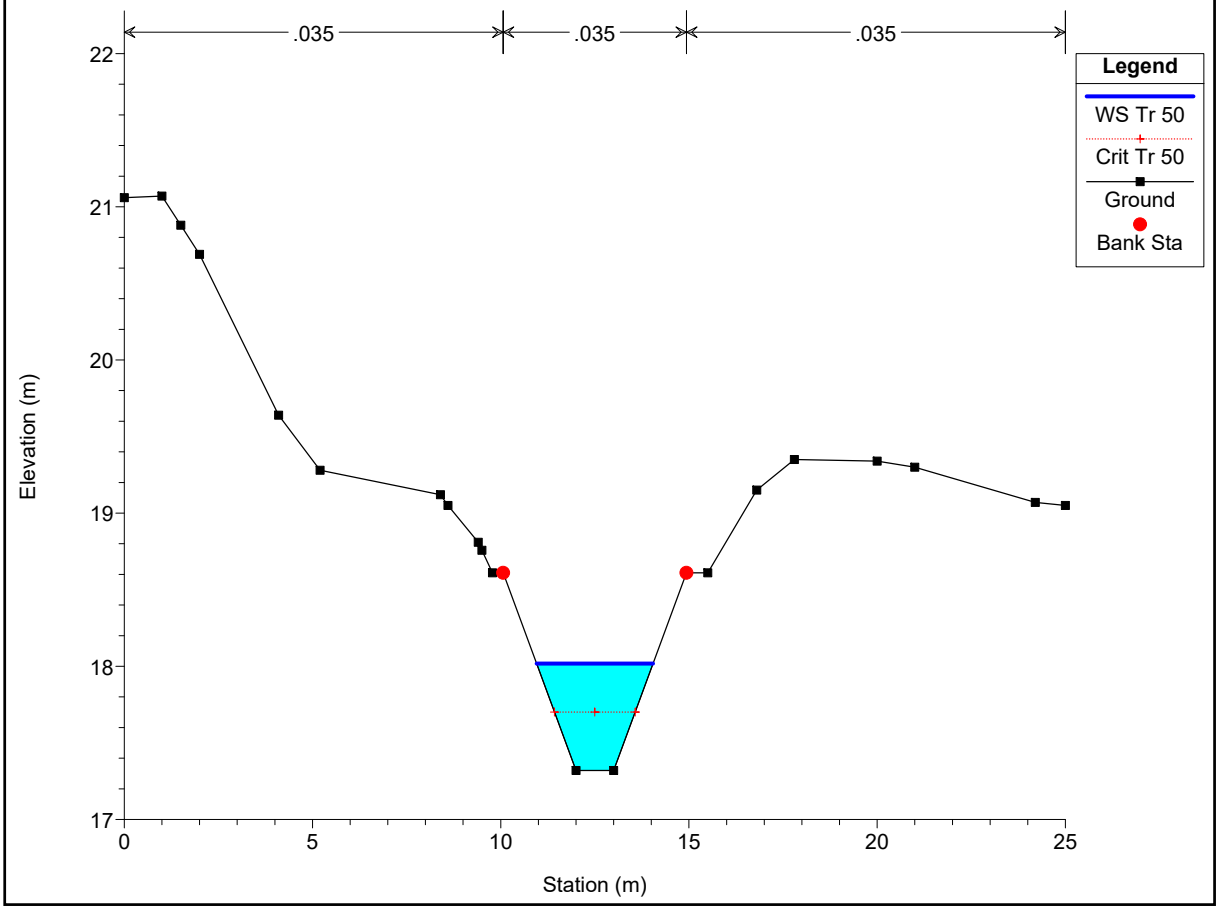

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
17
0
5
10
15
20
25

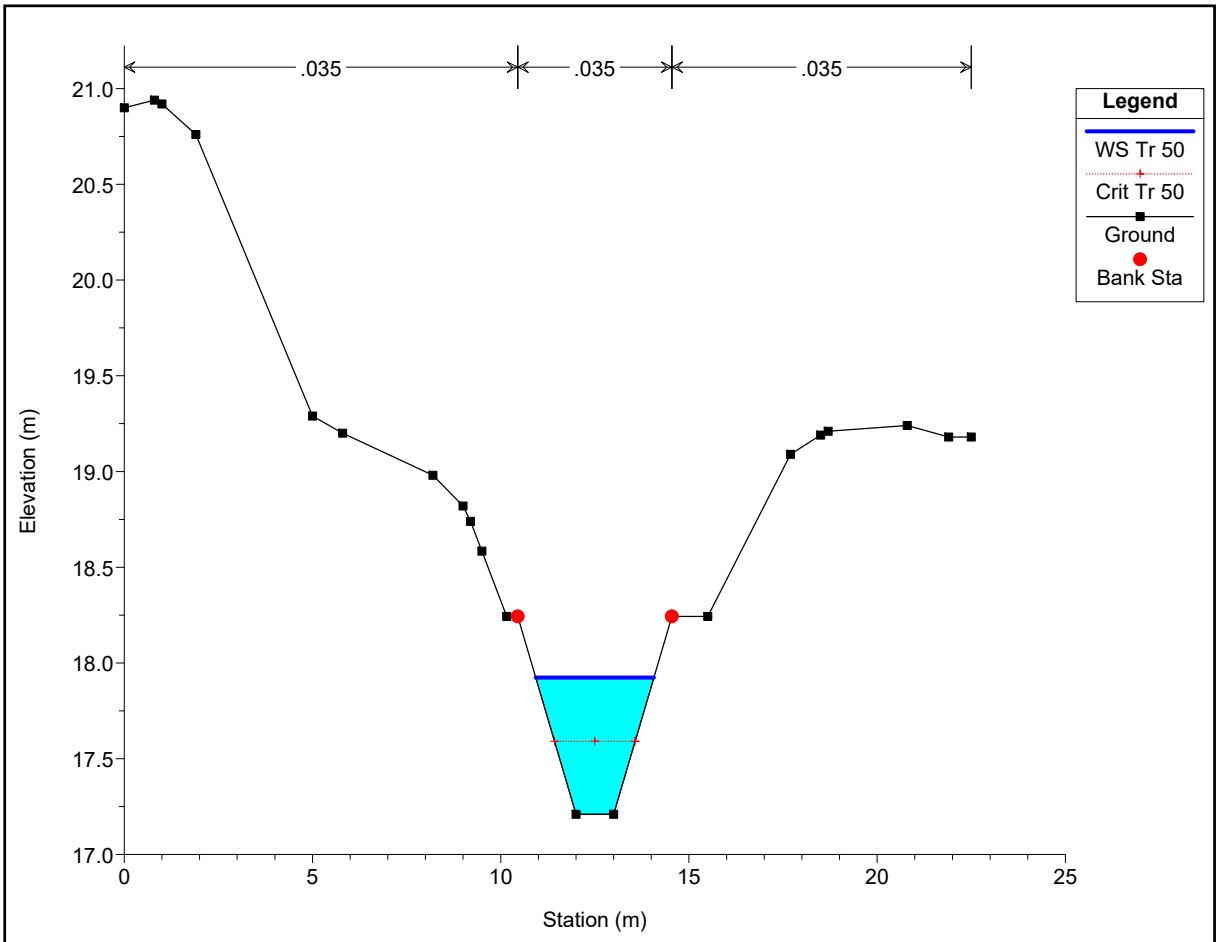
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
17
0
5
10
15
20
25

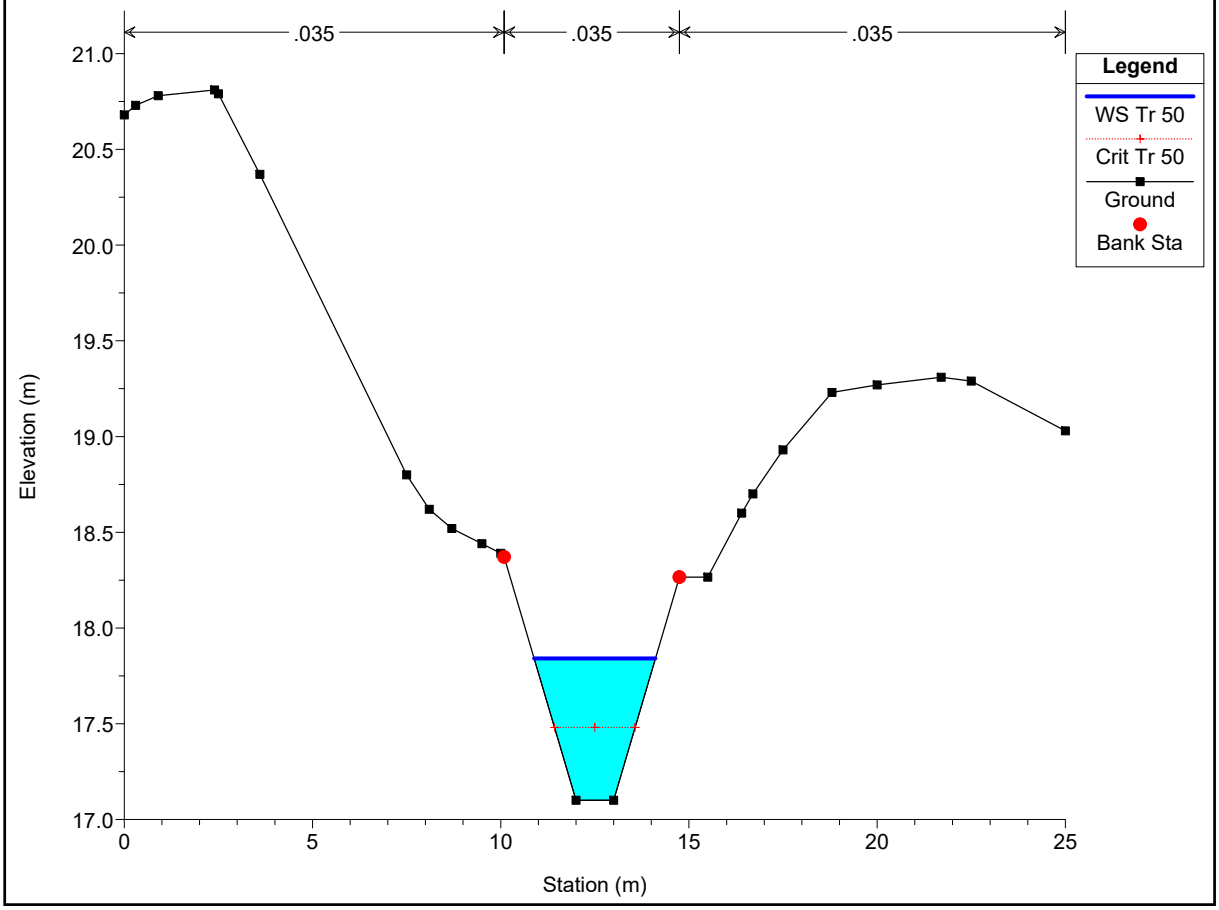

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
17
0
5
10
15
20
25

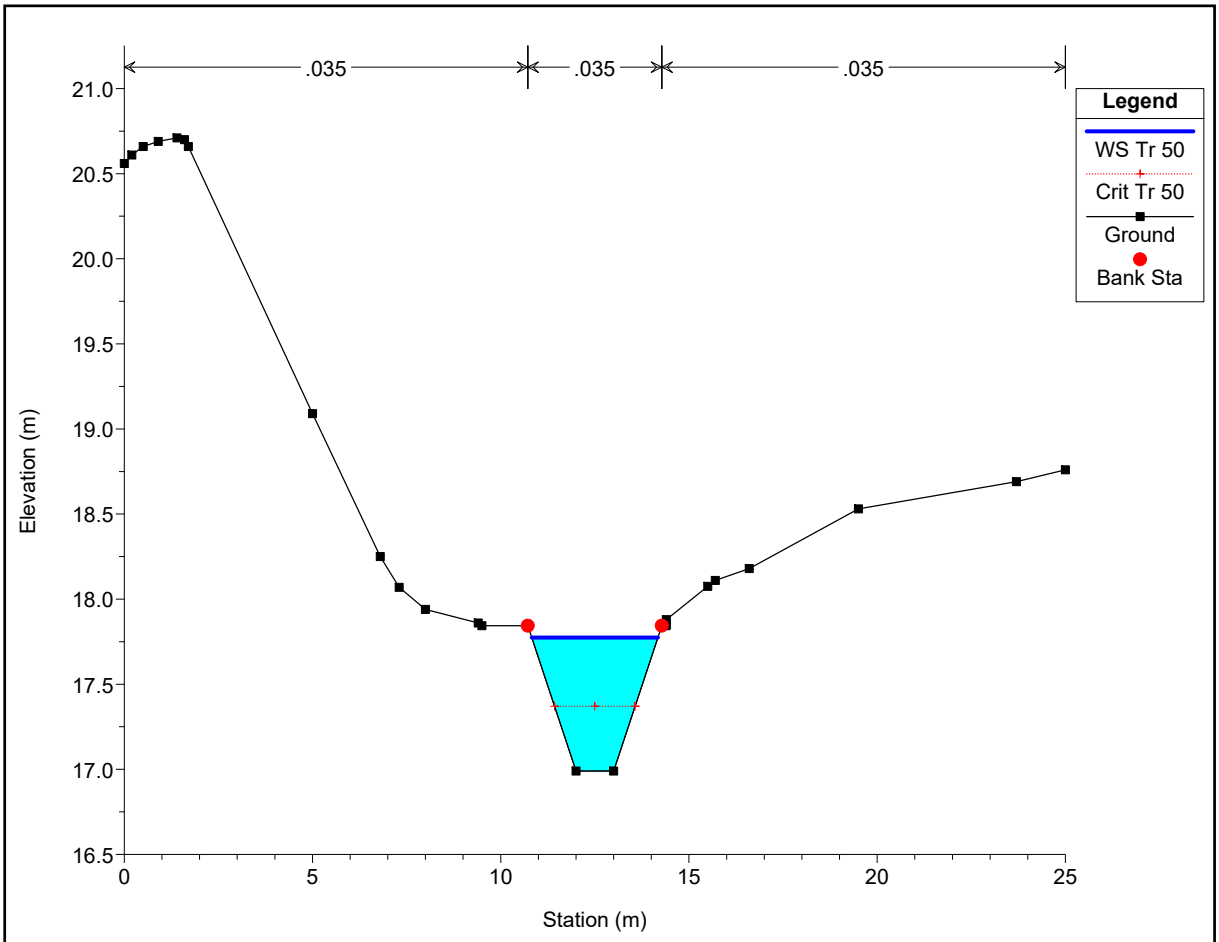

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
17
0
5
10
15
20
25

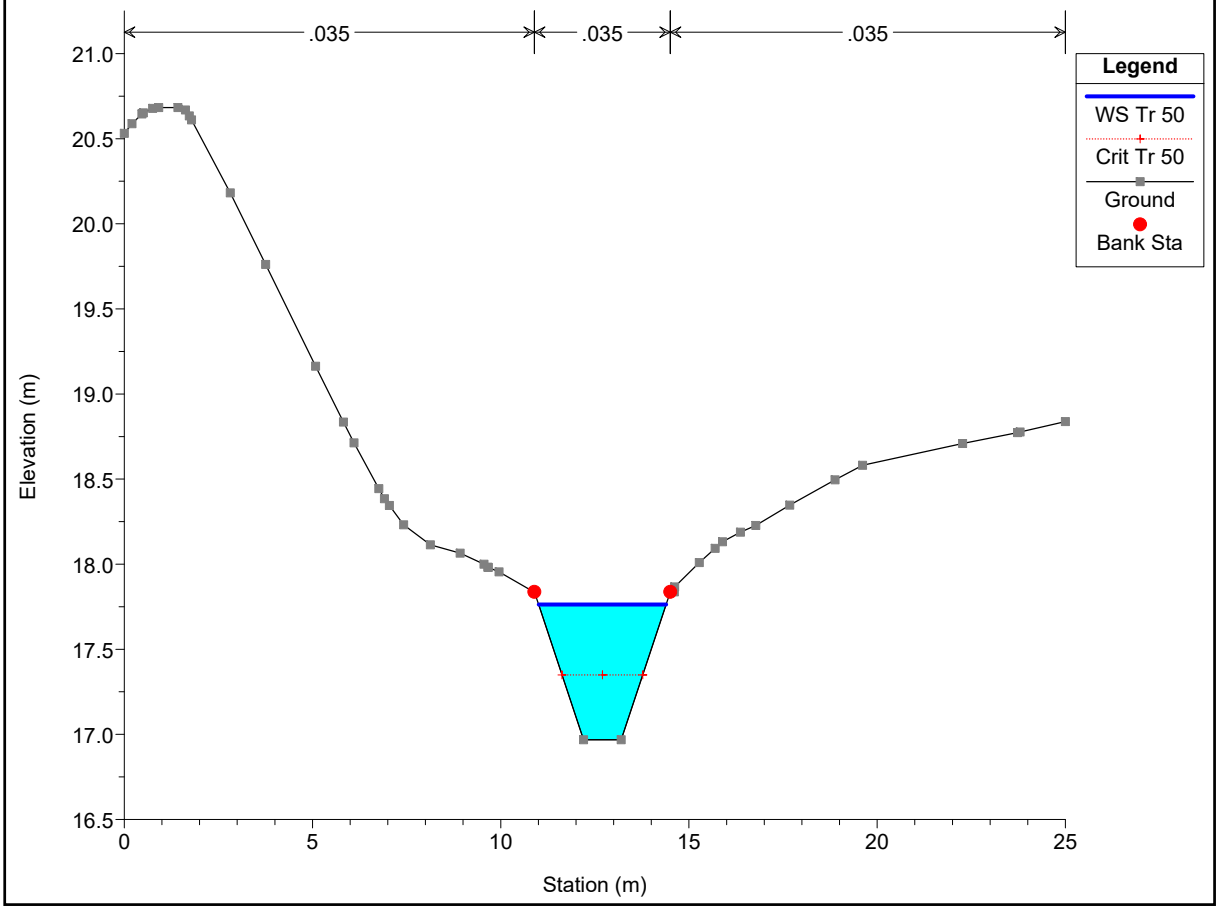

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
17
0
5
10
15
20
25

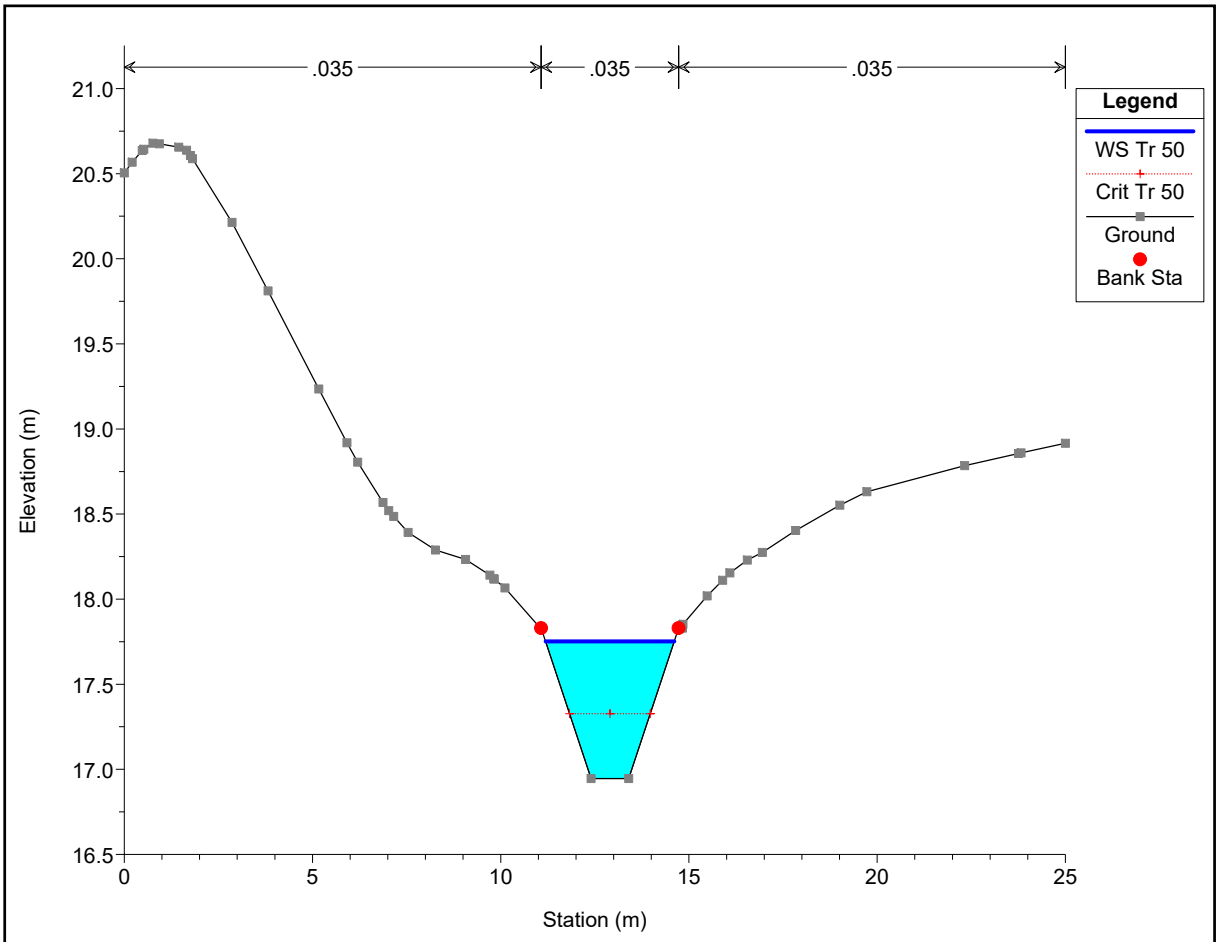

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
17
0
5
10
15
20
25

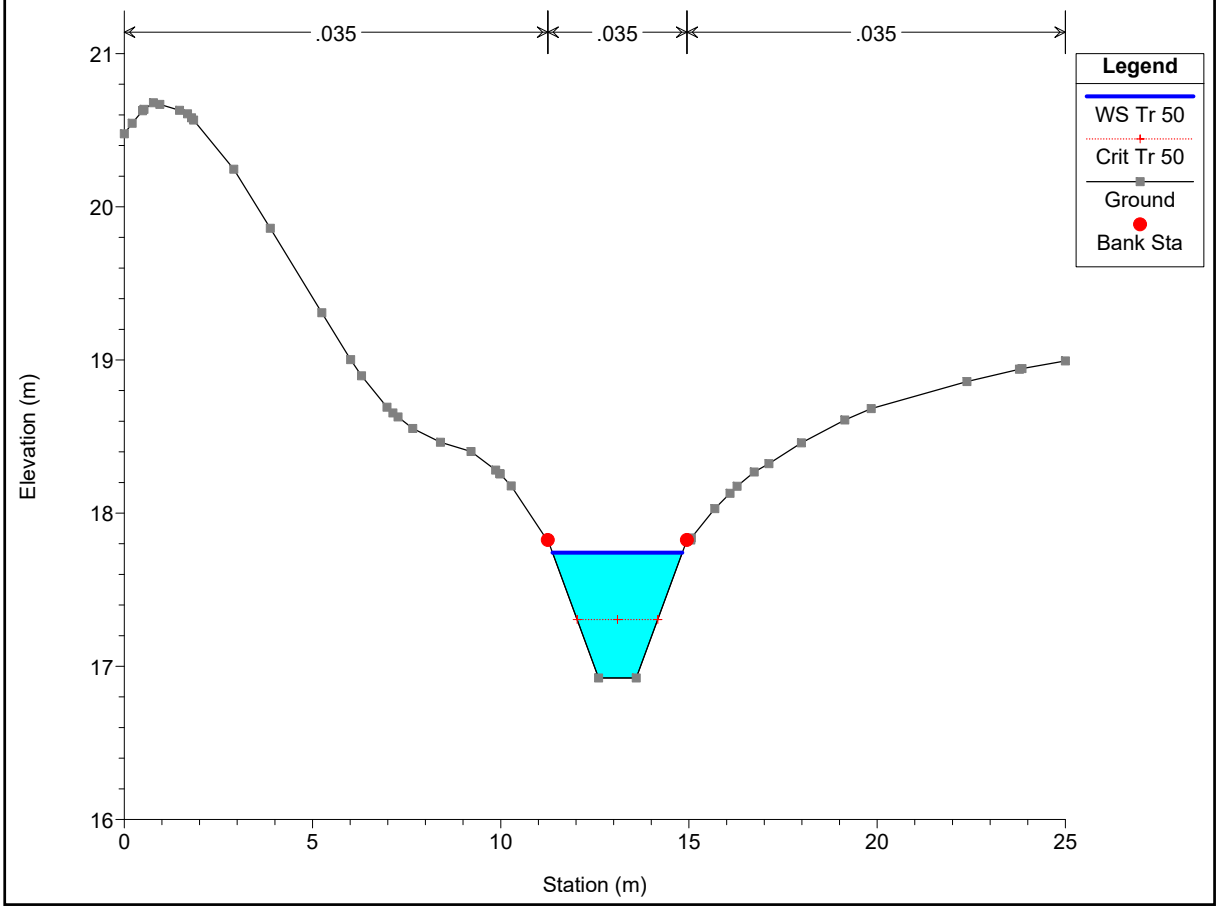

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
0
5
10
15
20
25

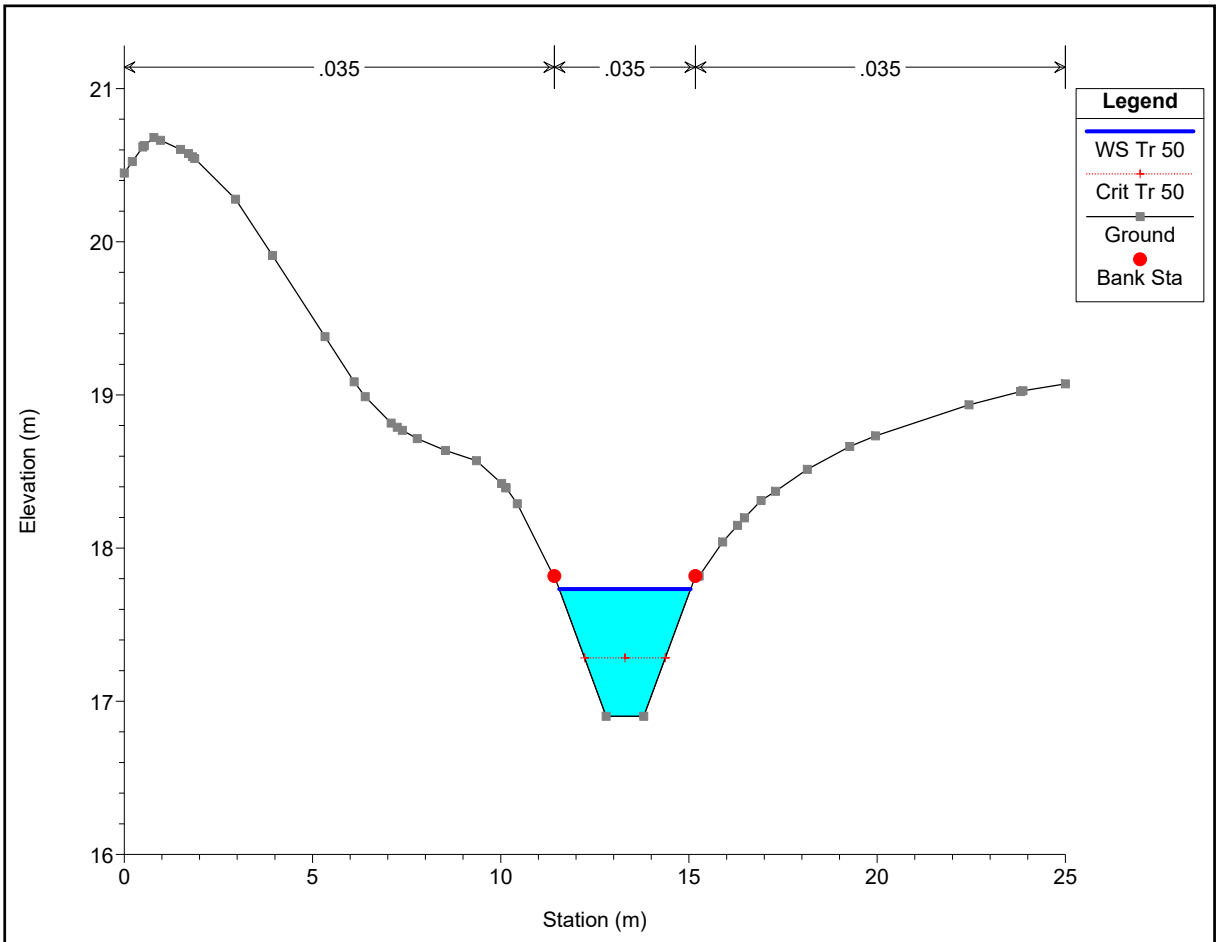

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
0
5
10
15
20
25

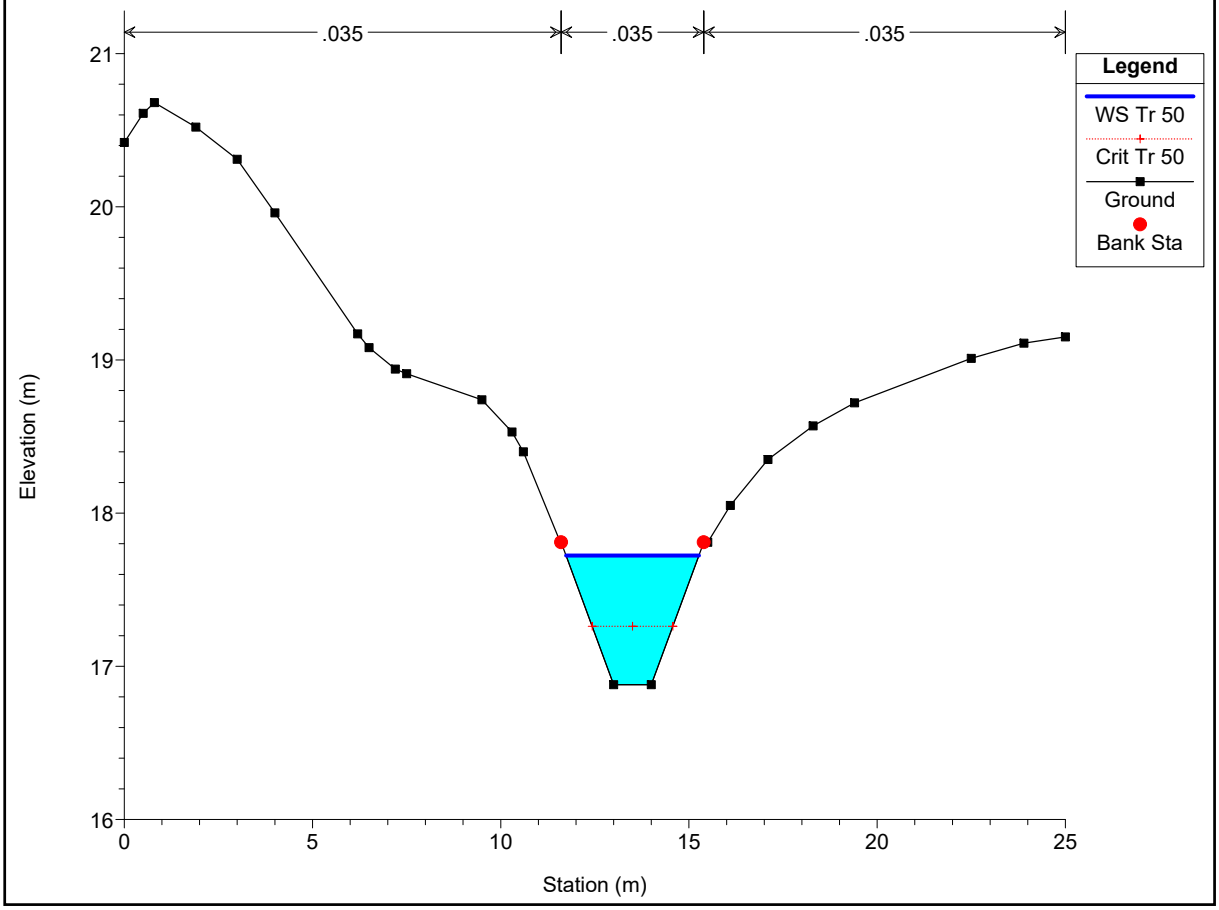

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
0
5
10
15
20
25

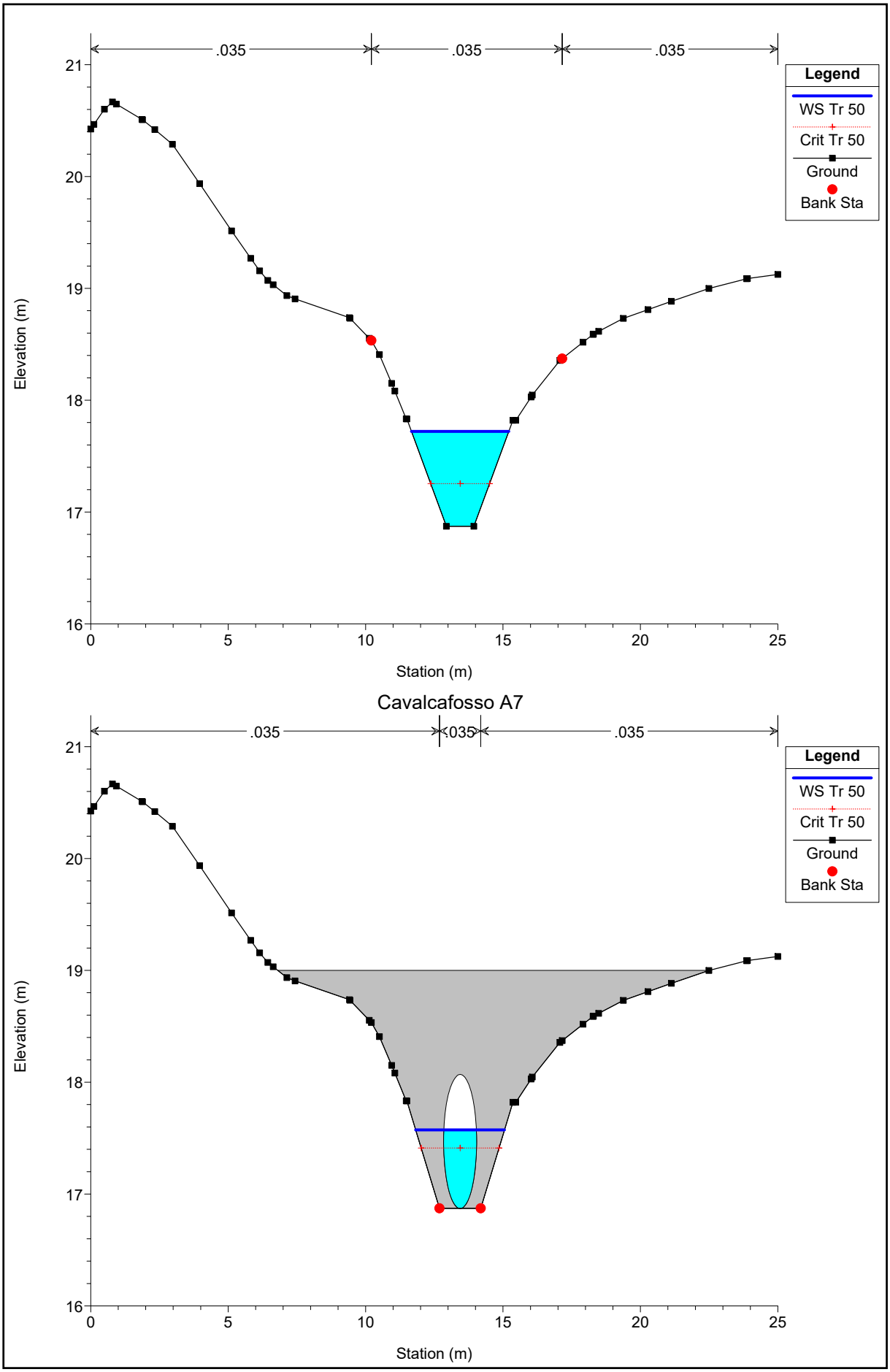

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
0
5
10
15
20
25

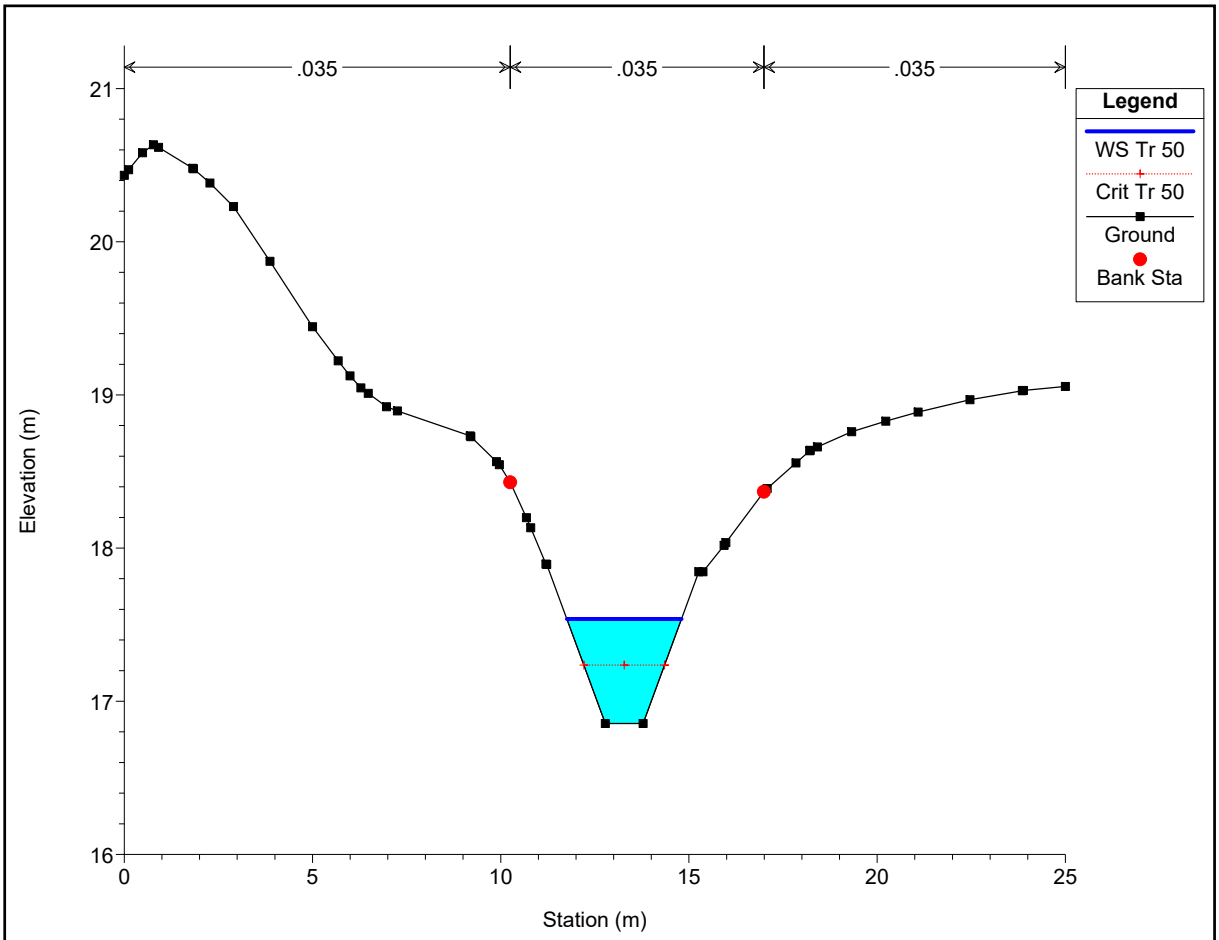

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21
20
19
18
17
16
0
5
10
15
20
25

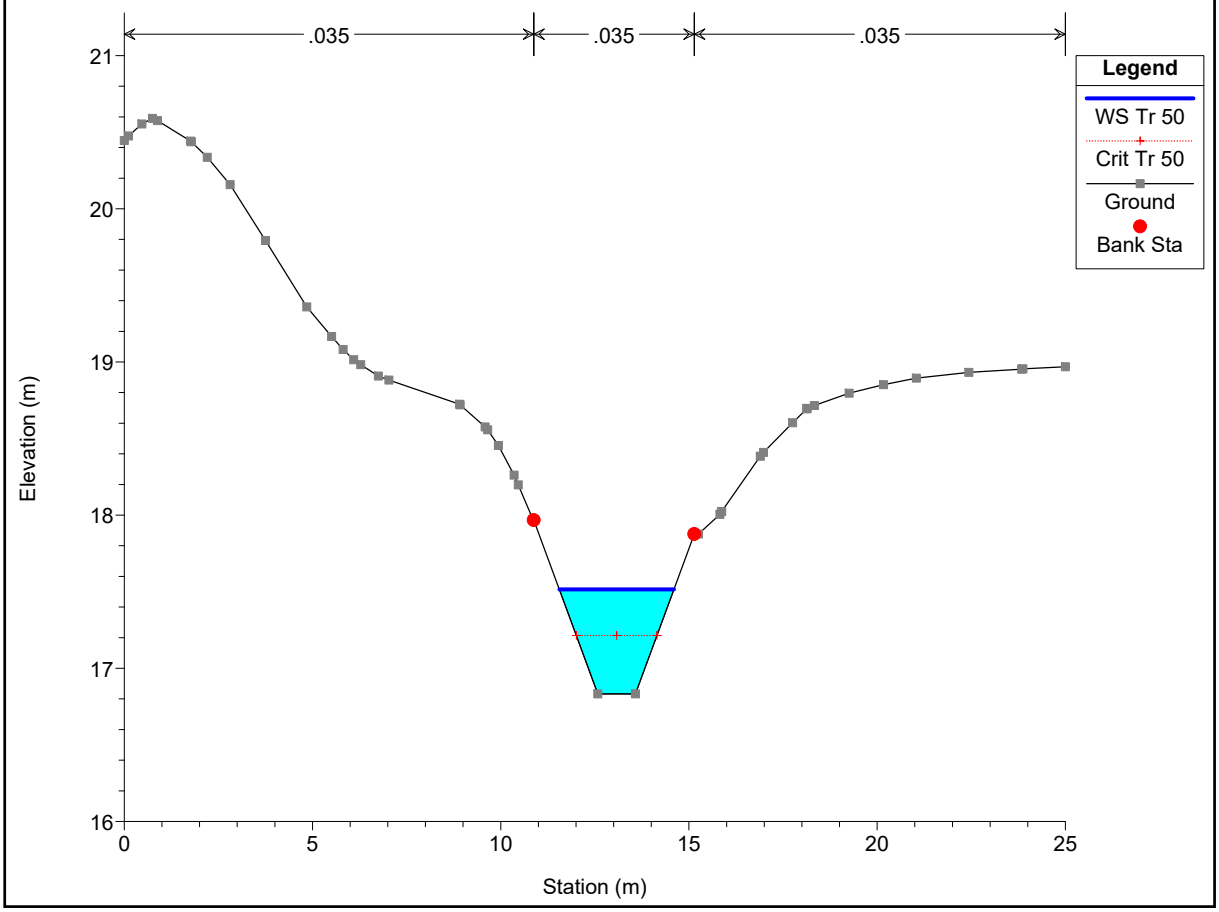

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16
17
18
19
20
21
0
5
10
15
20
25

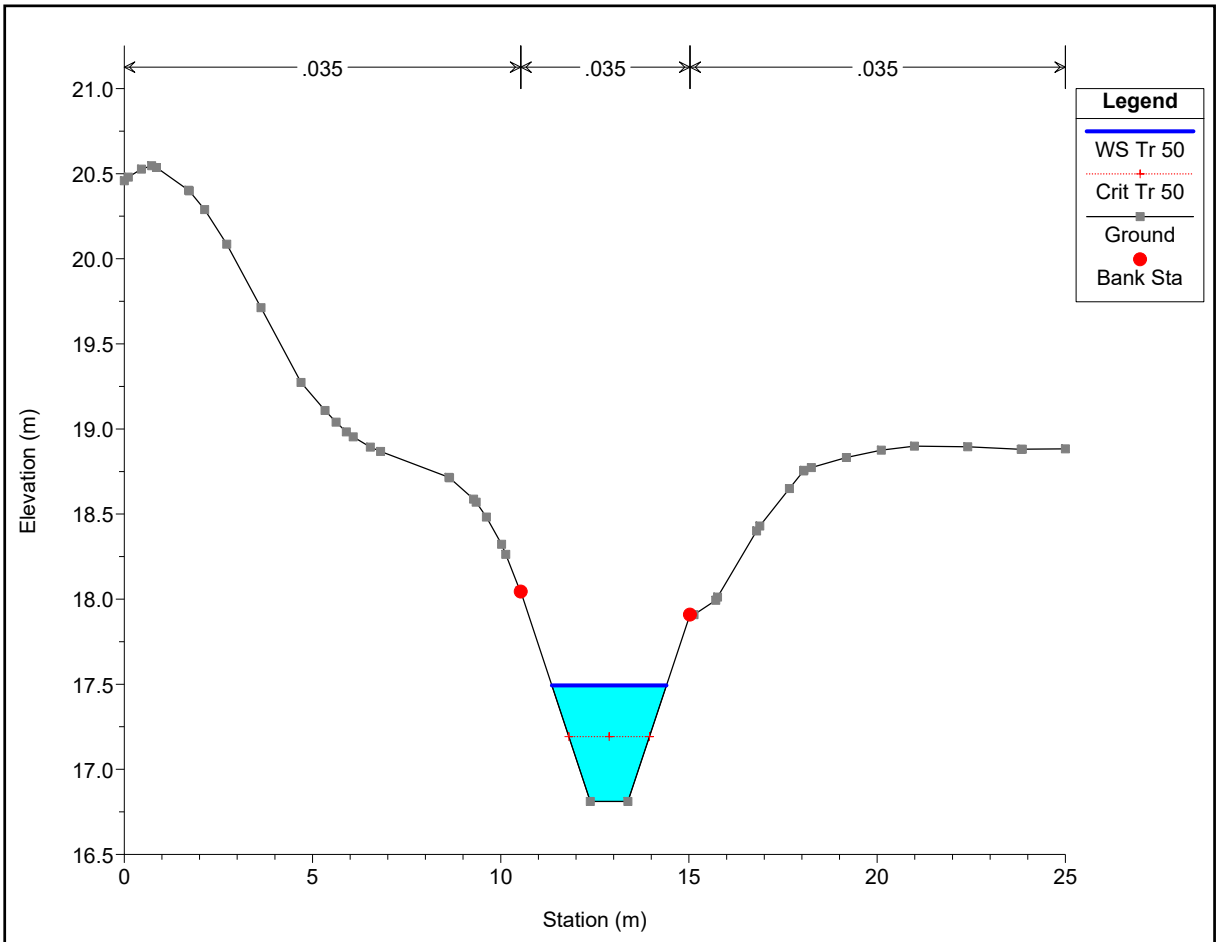

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16
17
18
19
20
21
0
5
10
15
20
25

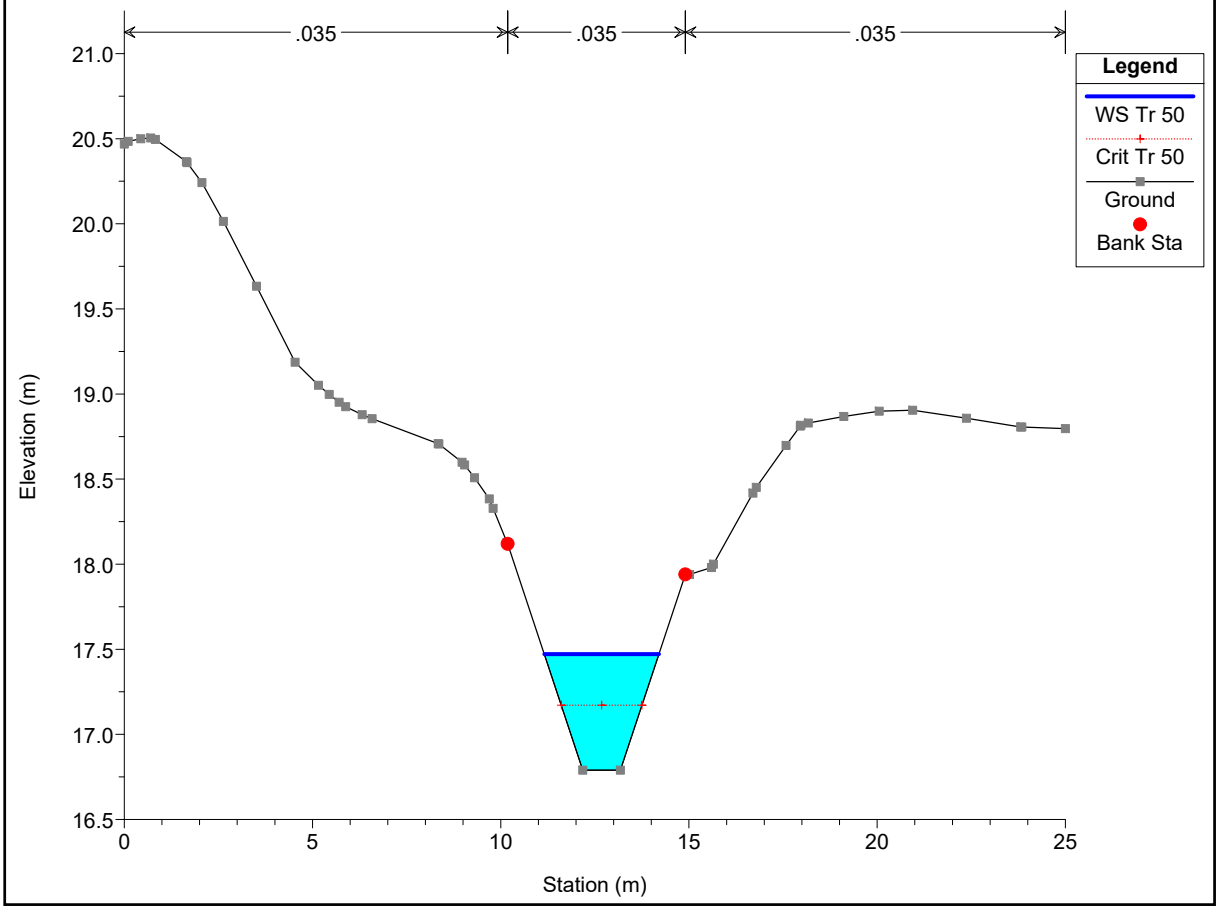


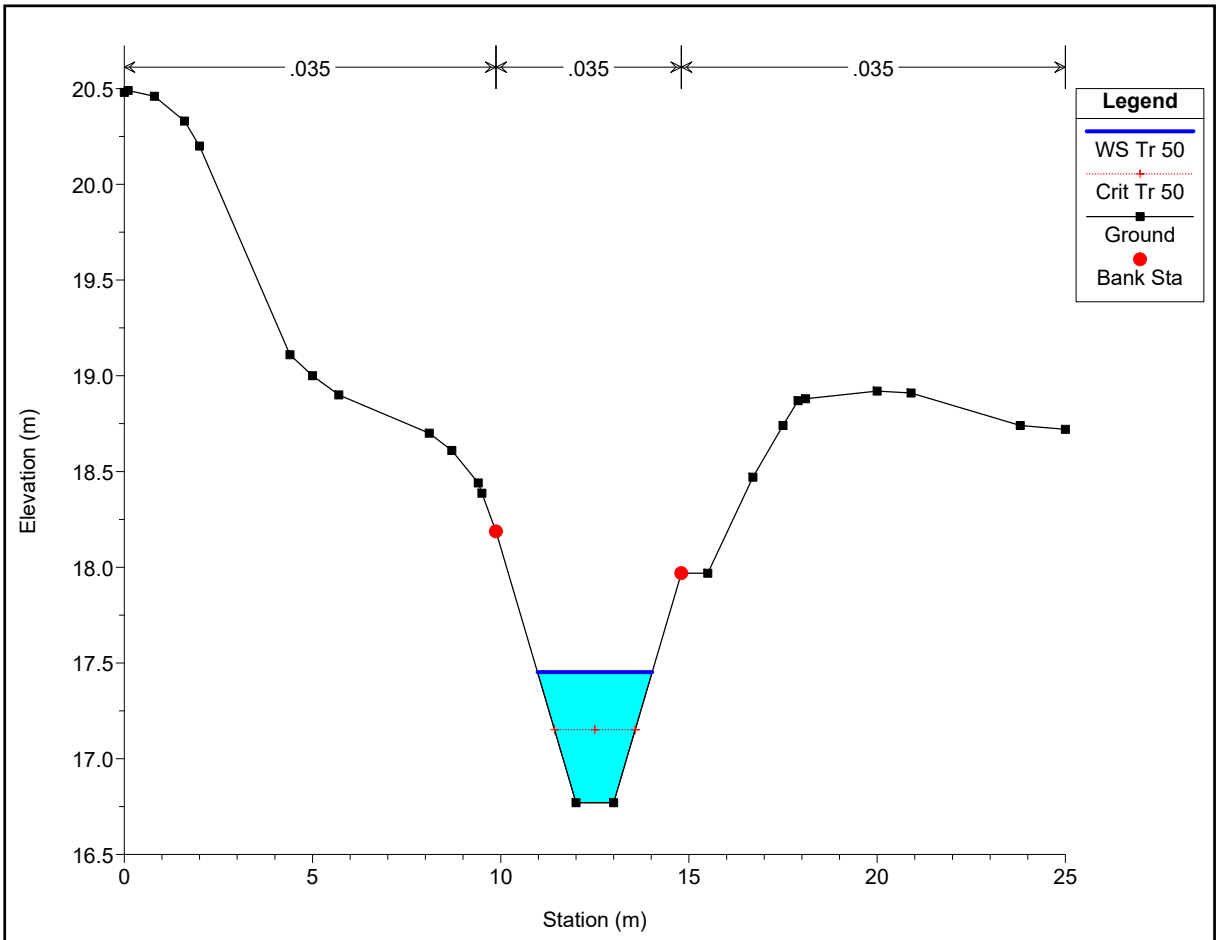
Cavalcafosso A7

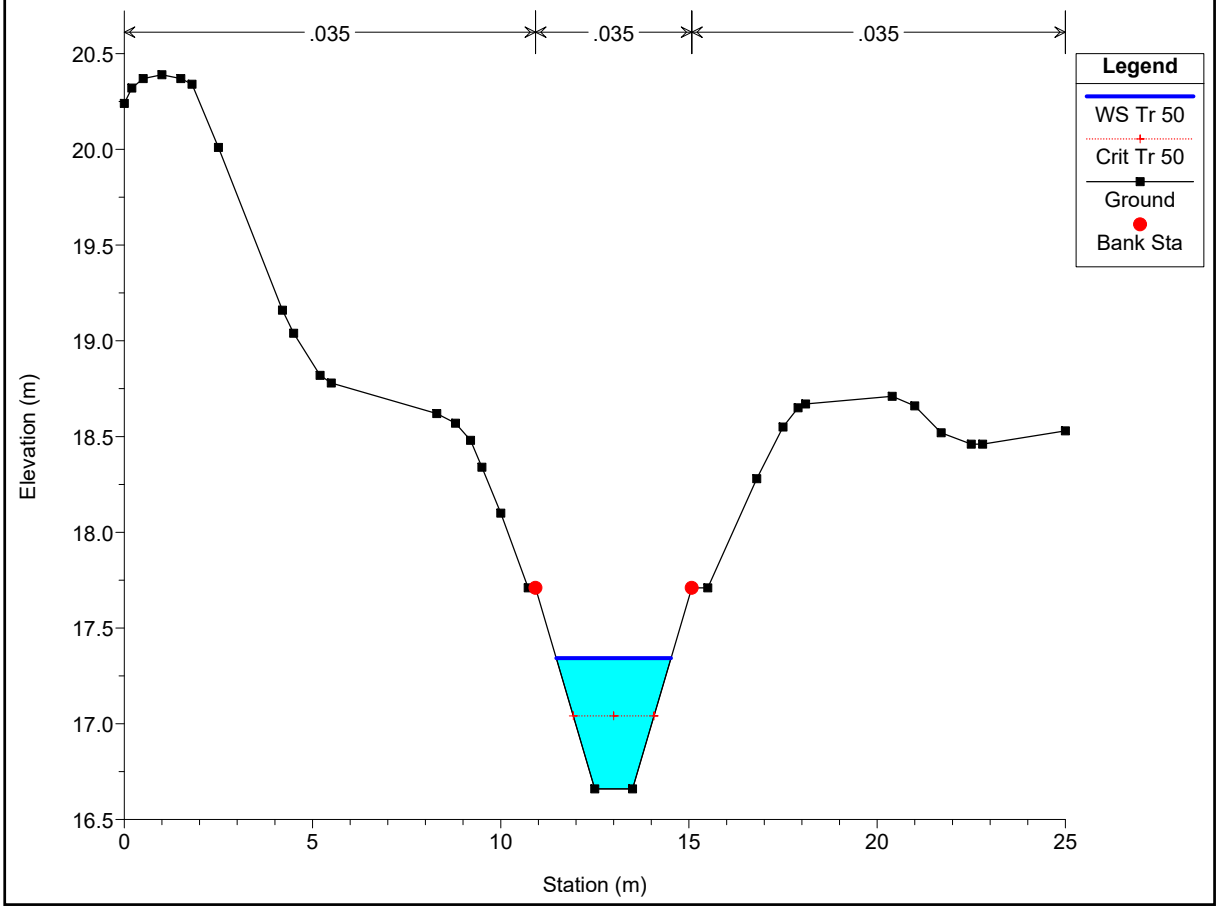

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21
20
19
18
17
16
0
5
10
15
20
25

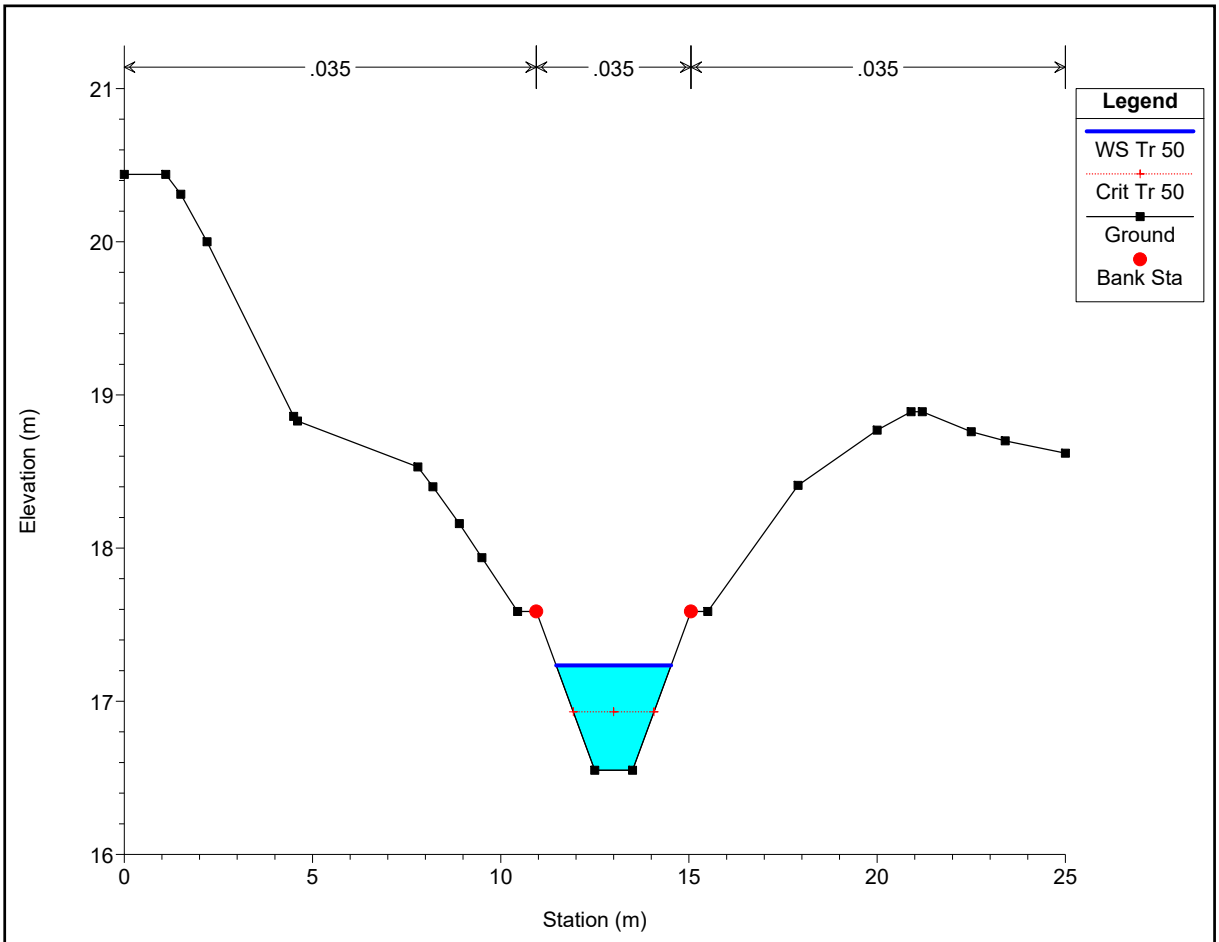

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21
20
19
18
17
16
0
5
10
15
20
25

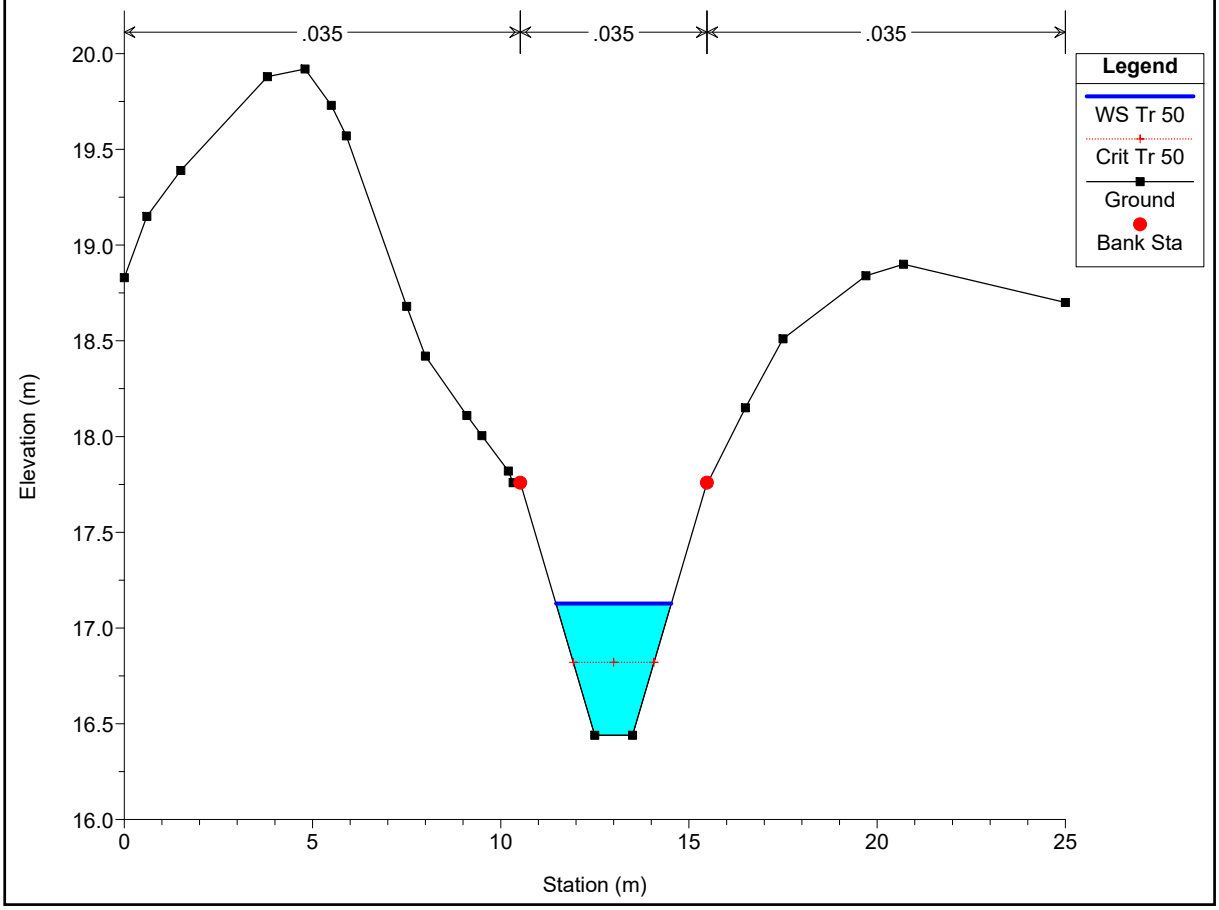

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
0
5
10
15
20
25

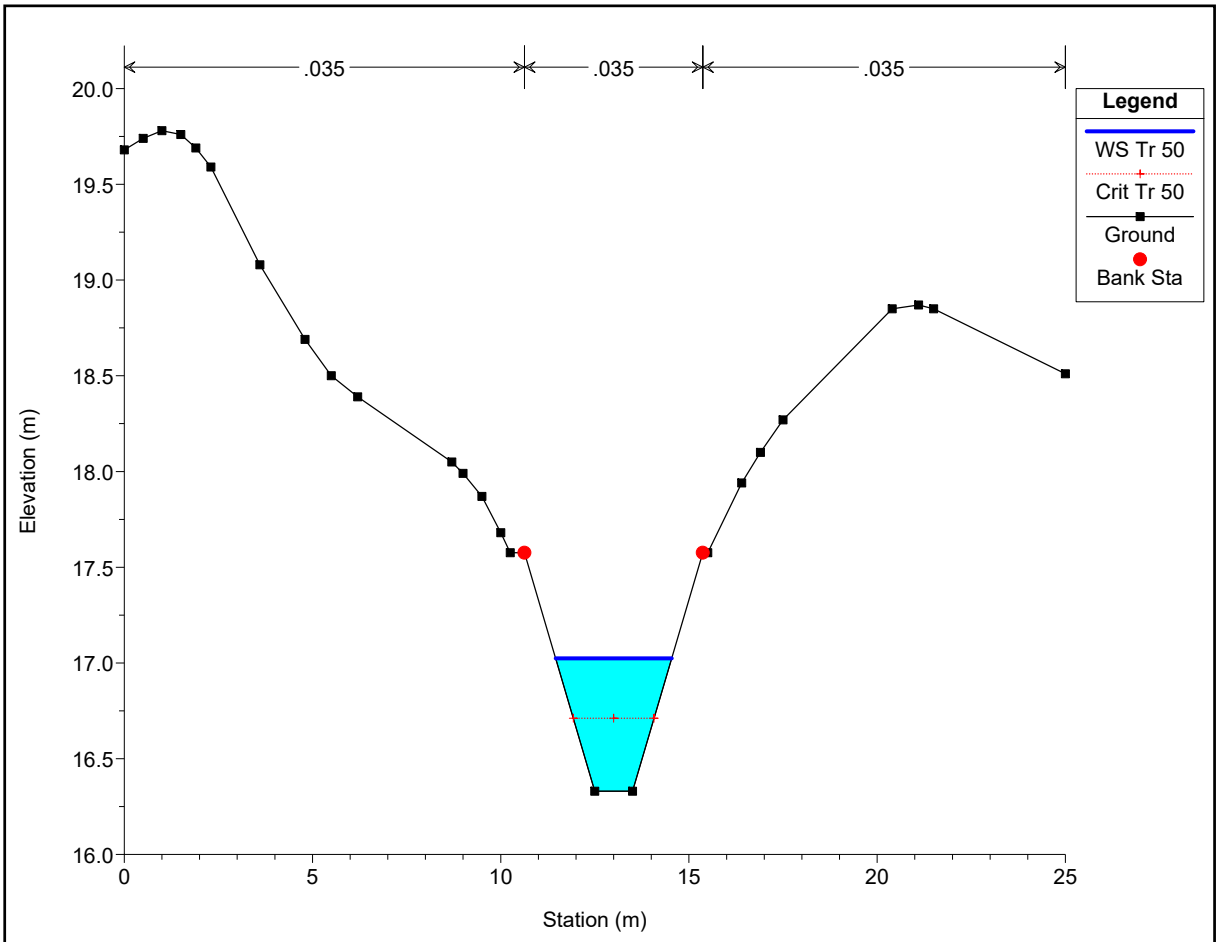

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
0
5
10
15
20
25

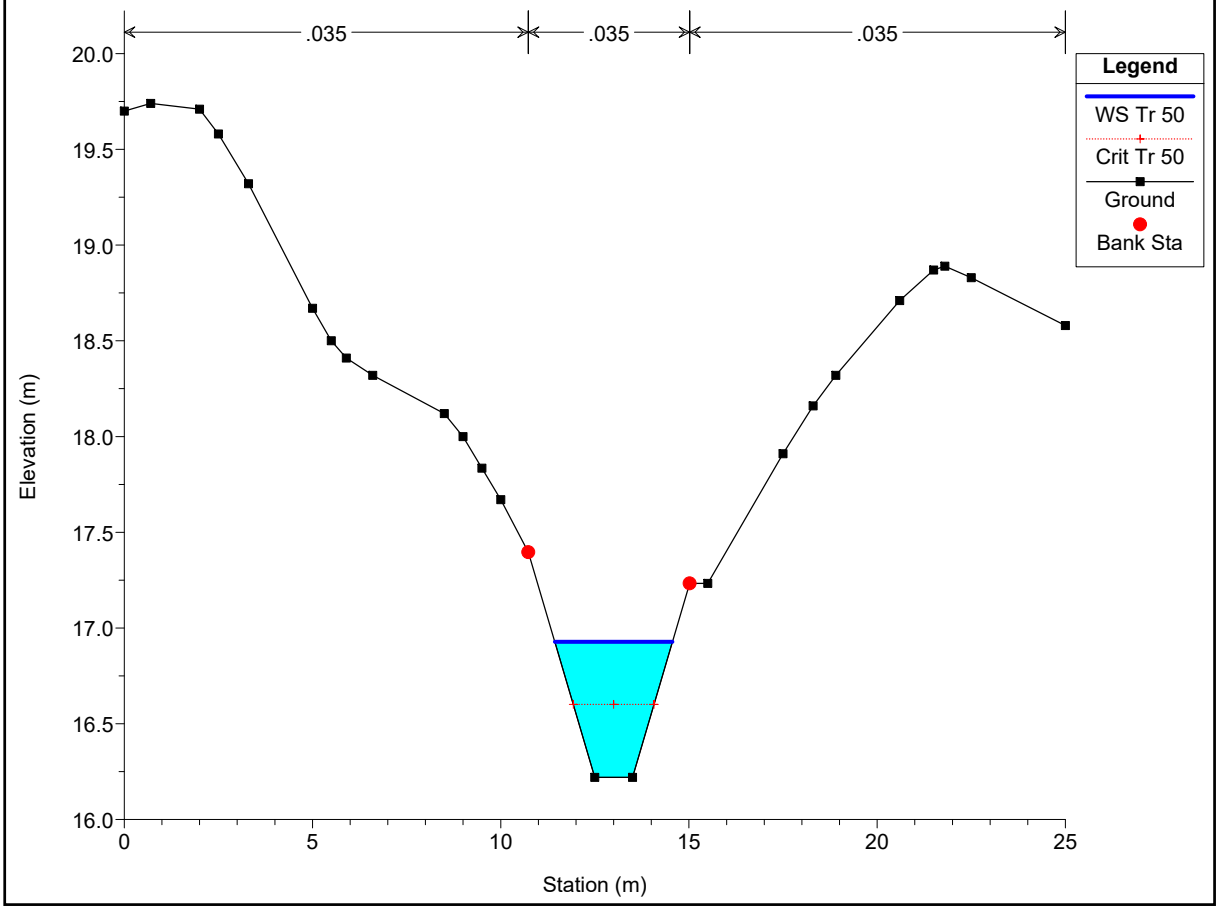

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
0
5
10
15
20
25

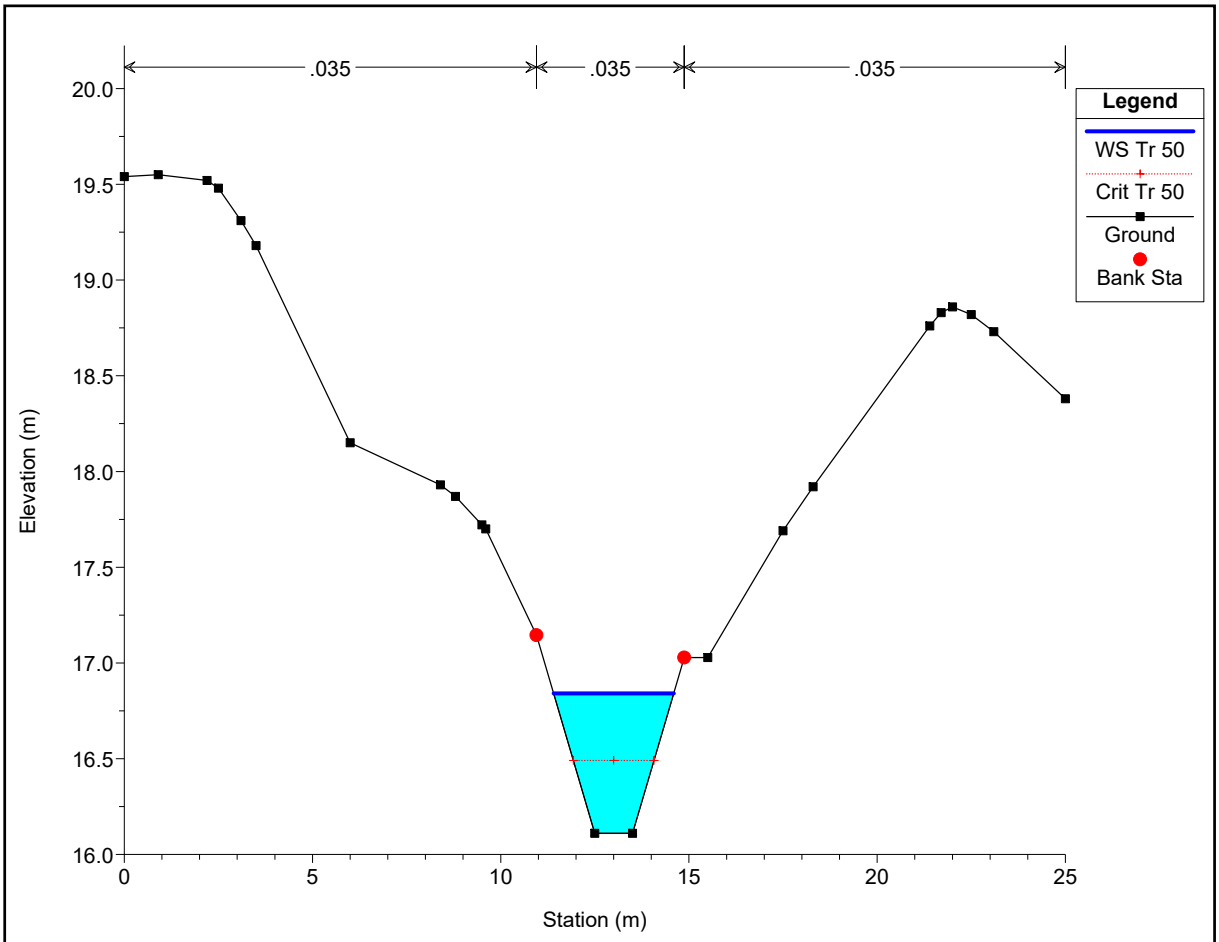

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
0
5
10
15
20
25

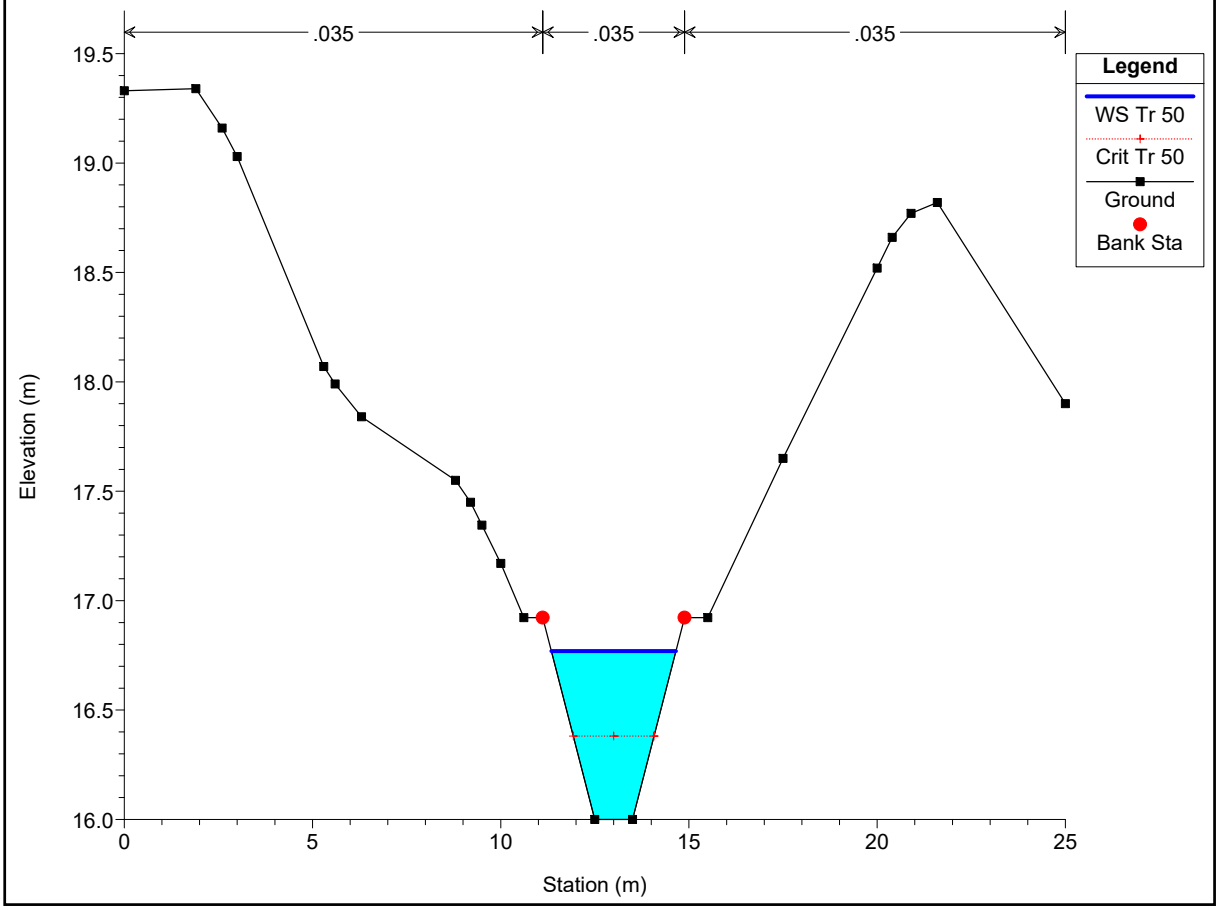

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21
20
19
18
17
16
0
5
10
15
20
25

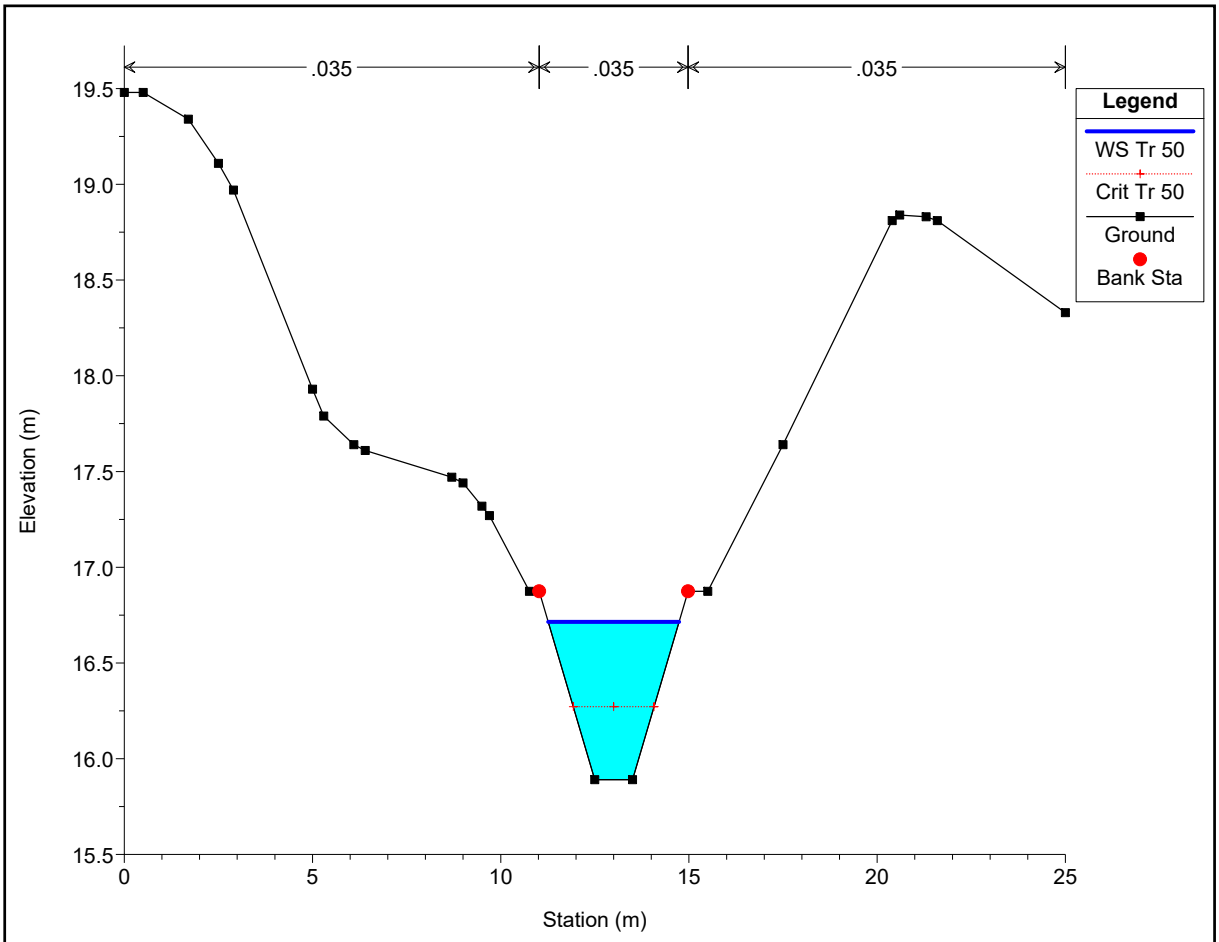

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
0
5
10
15
20
25

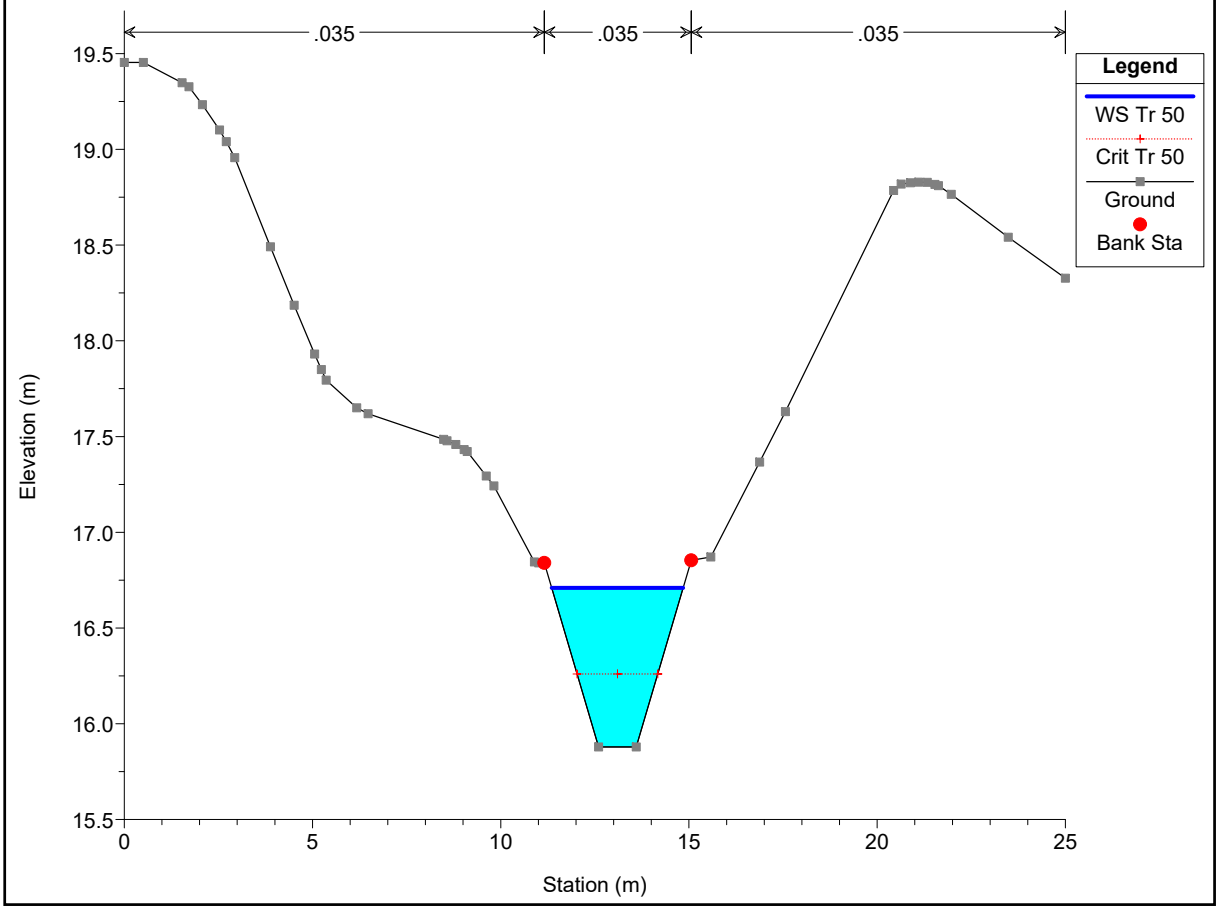

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
0
5
10
15
20
25

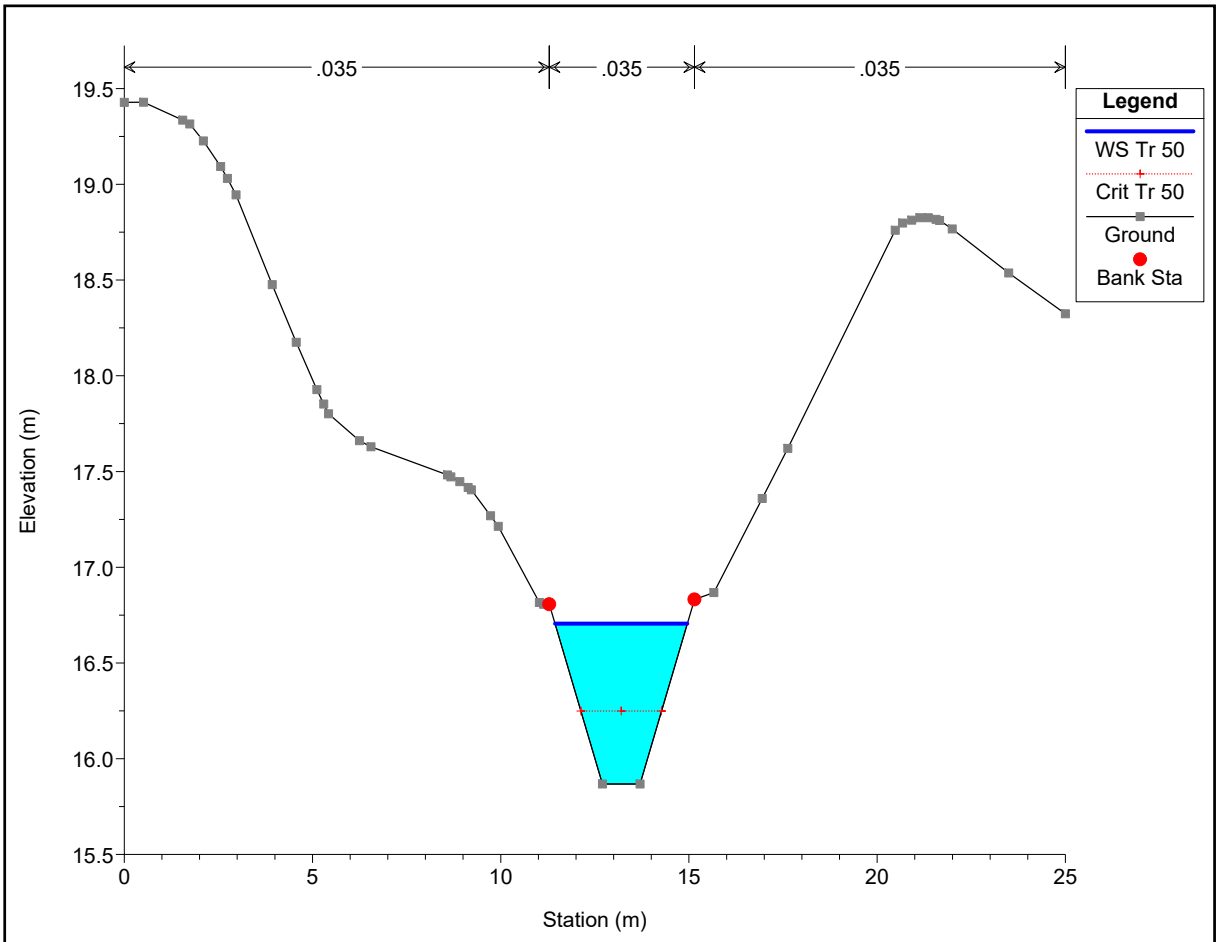

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
0
5
10
15
20
25

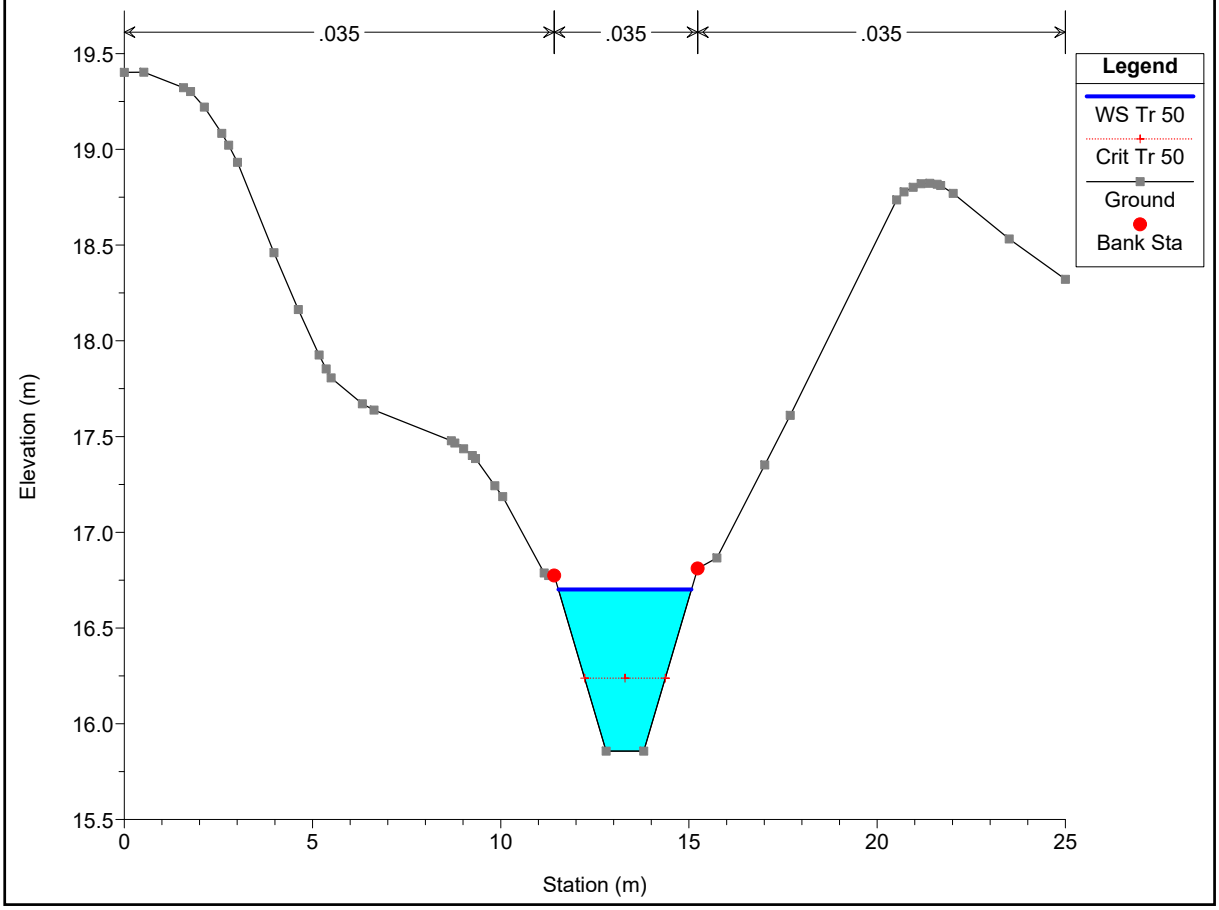

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
0
5
10
15
20
25

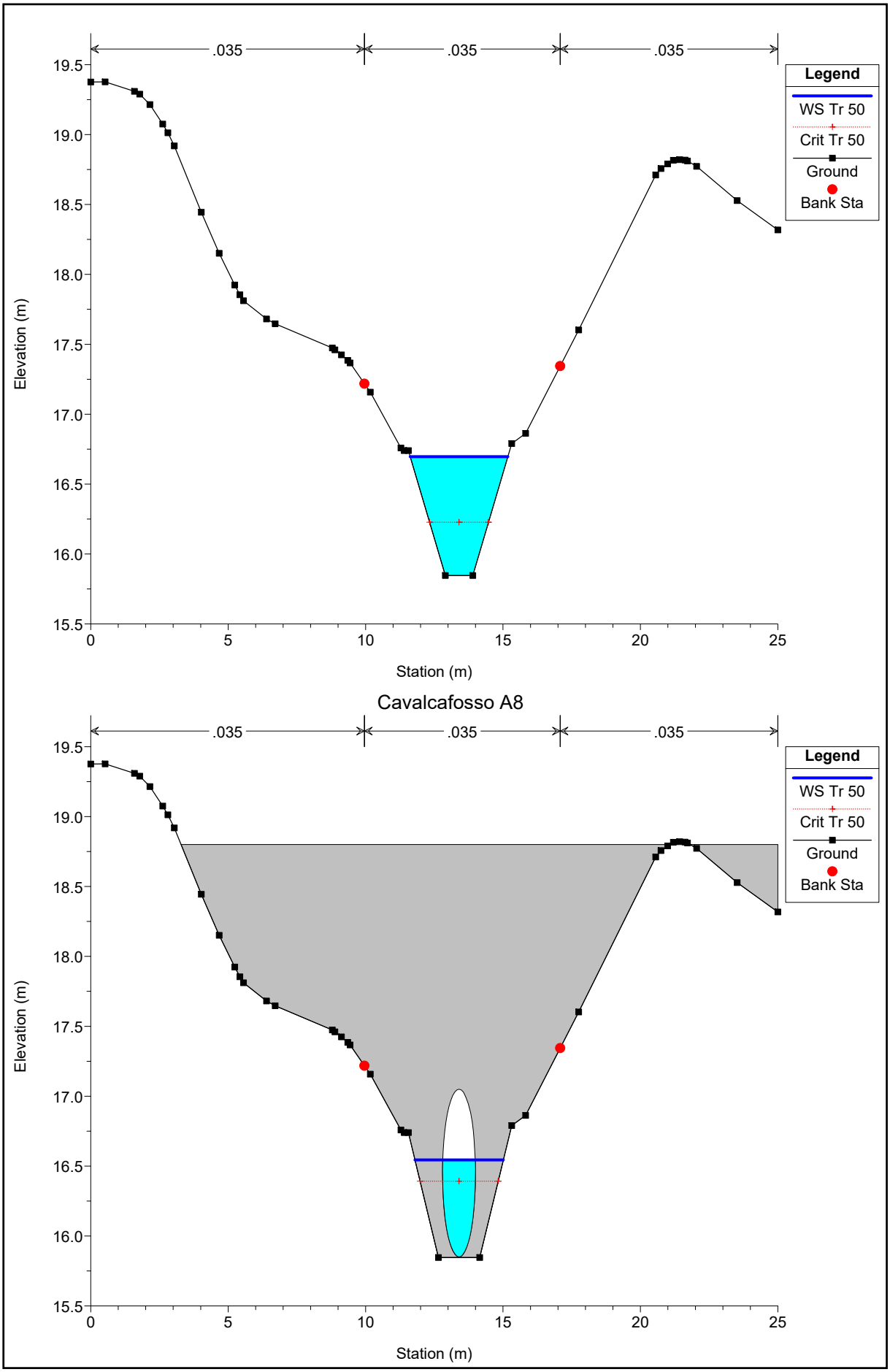

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

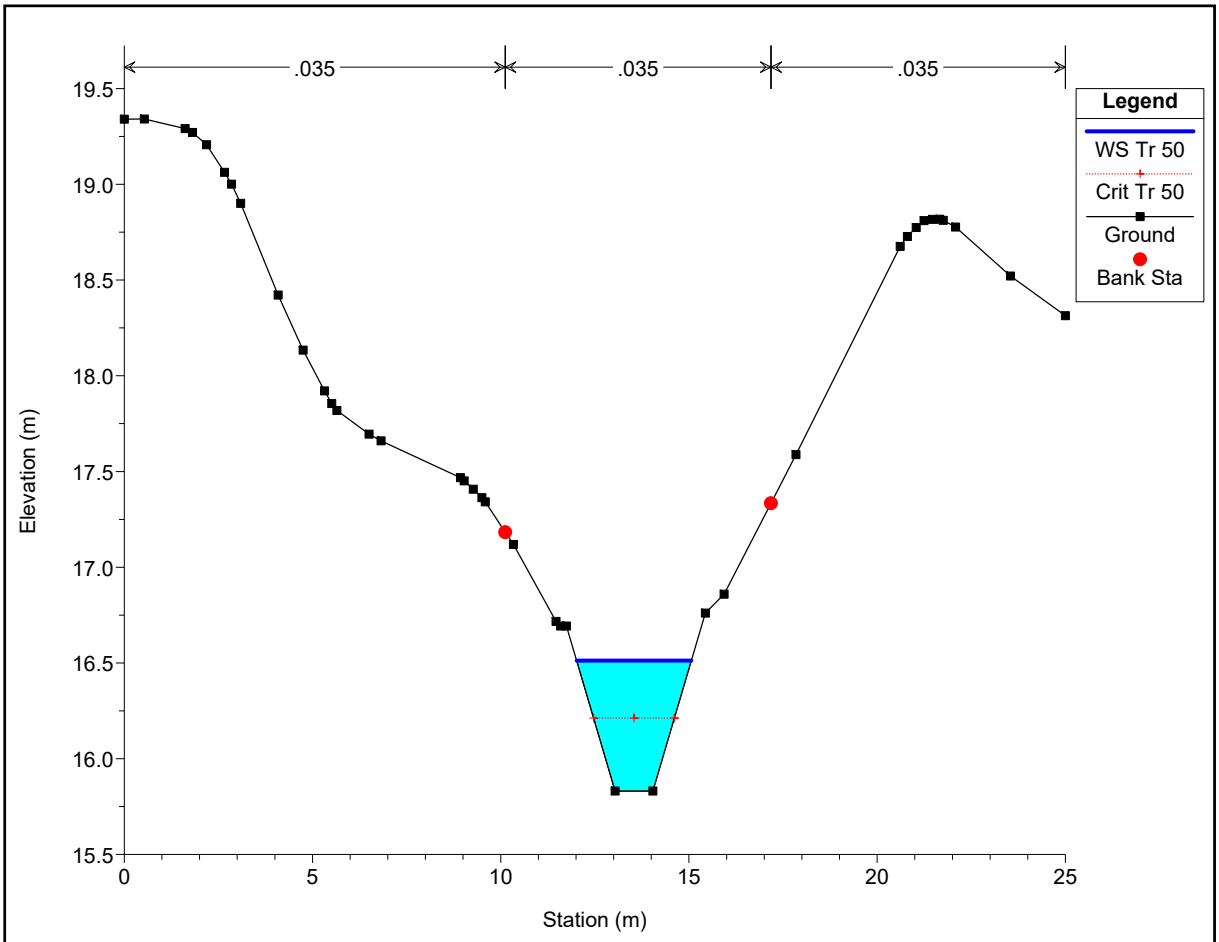

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

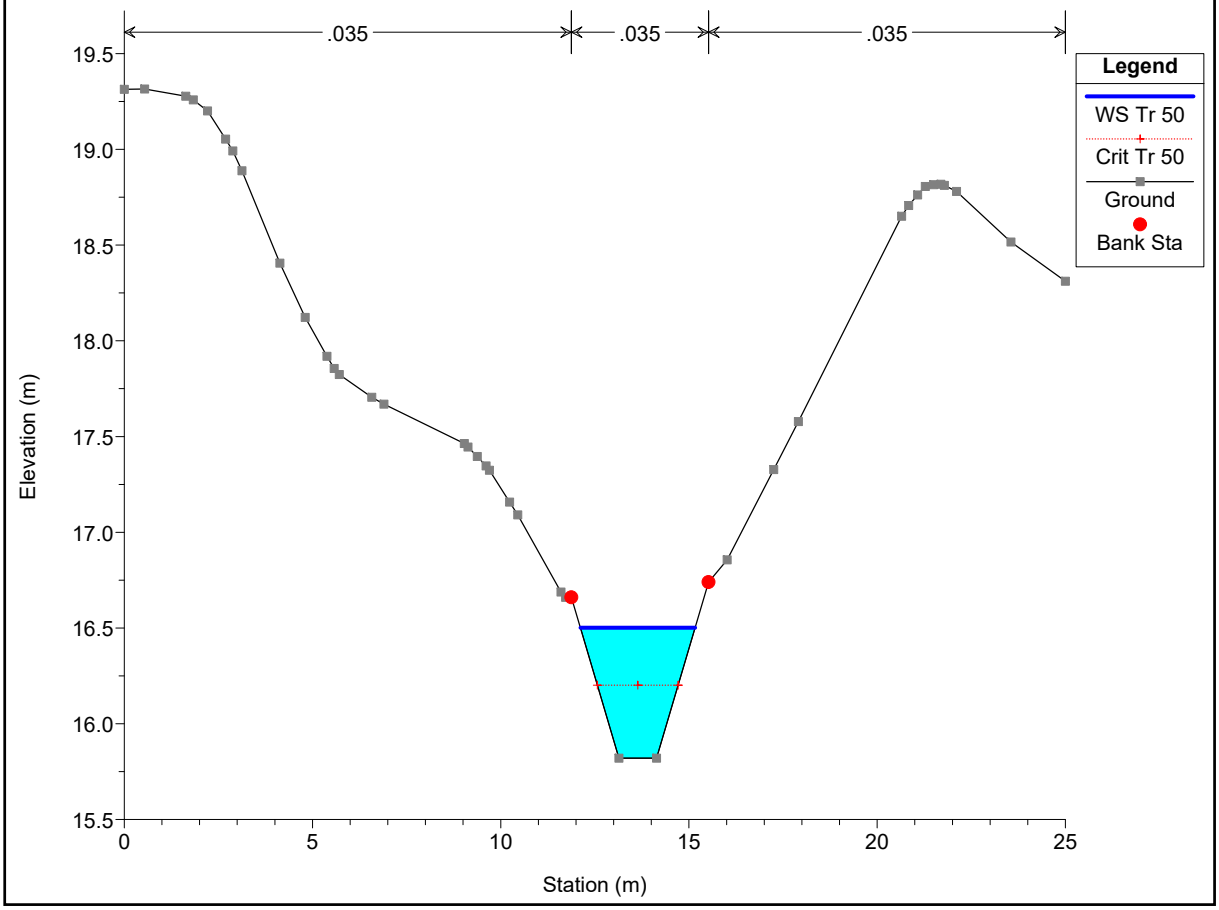

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

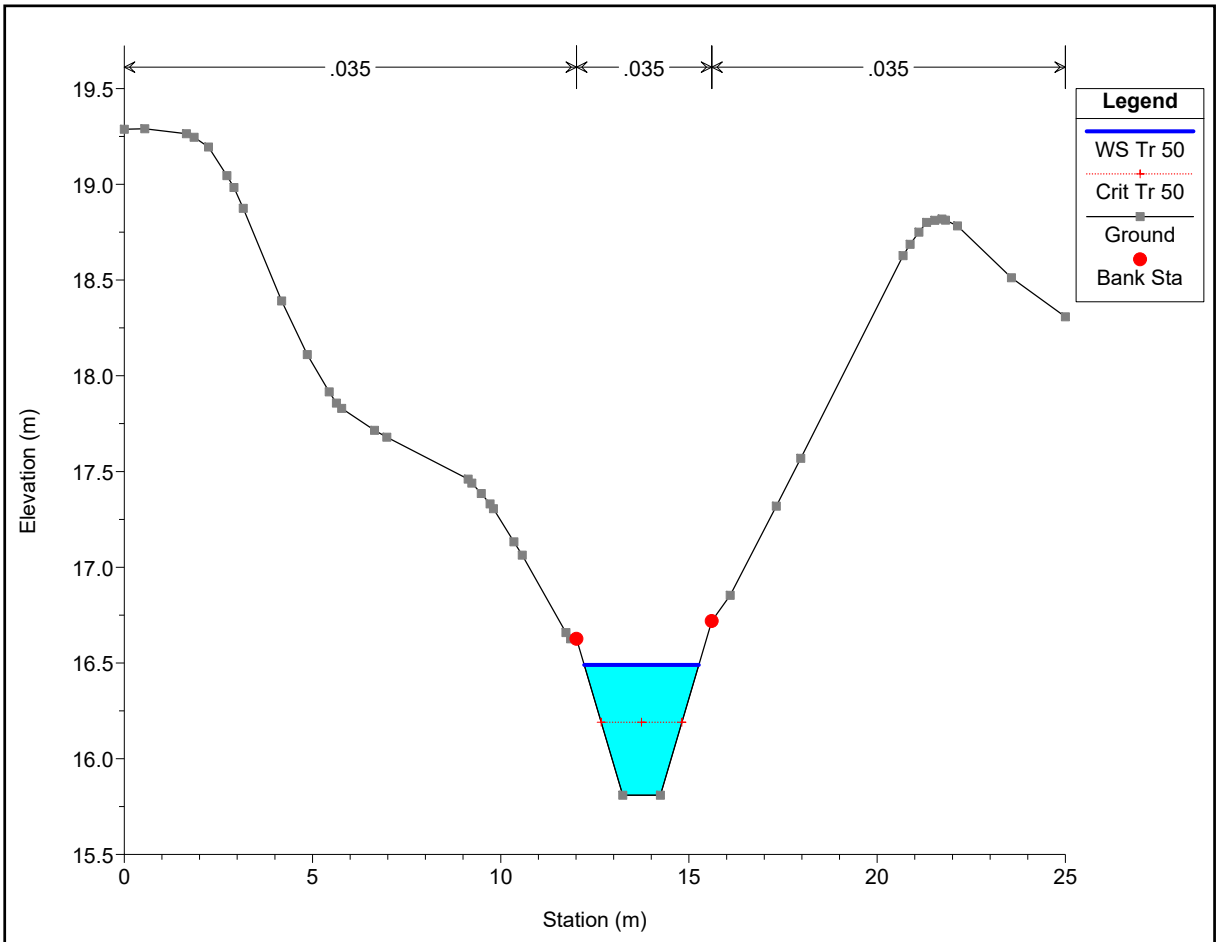

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

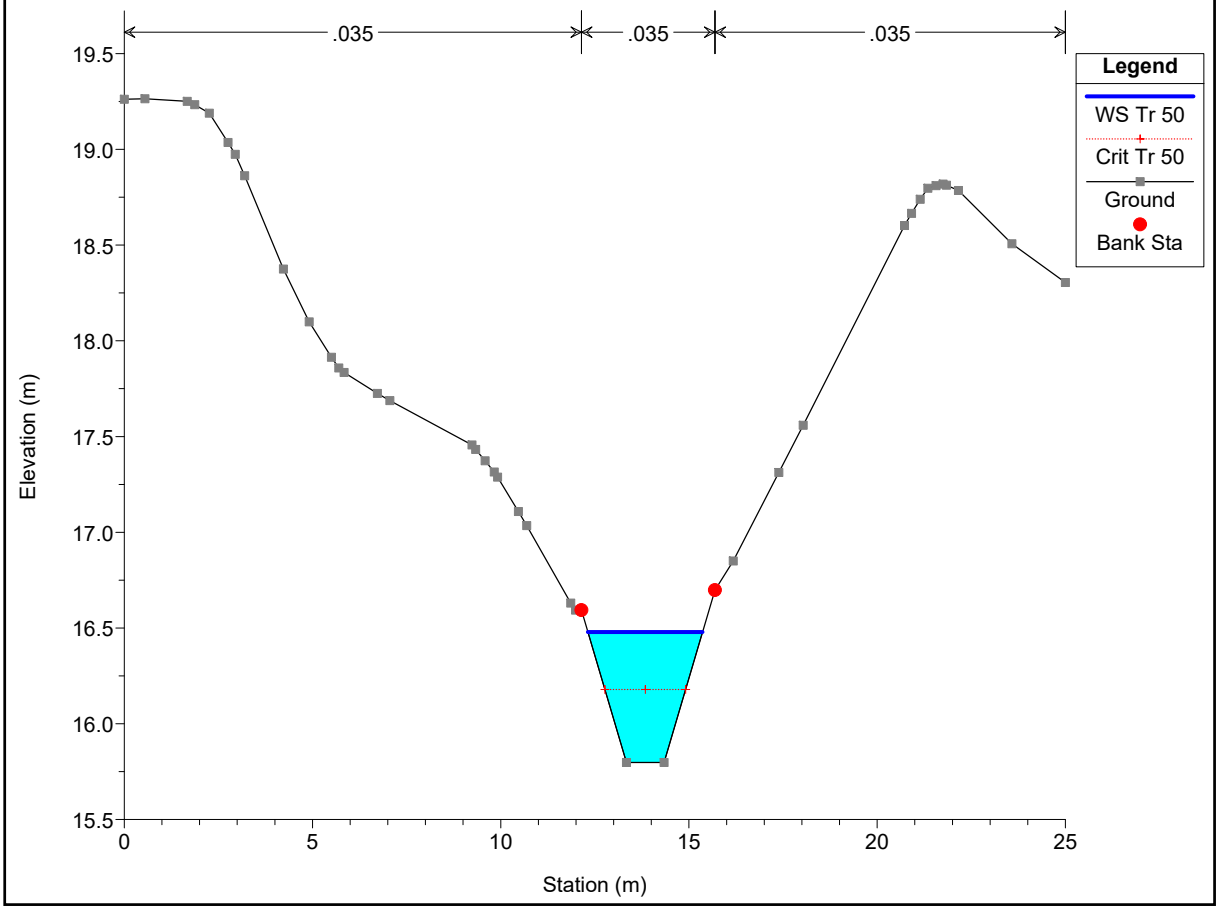


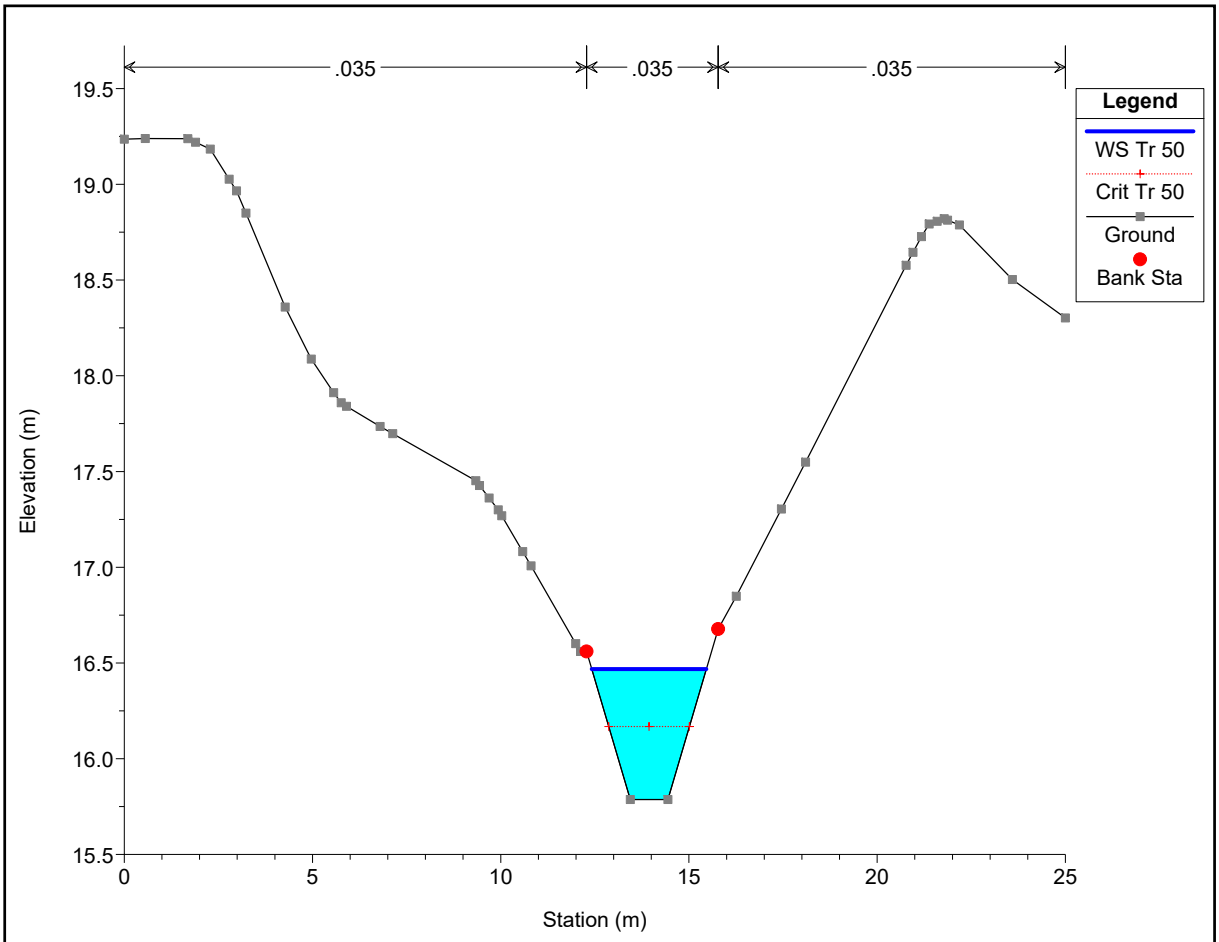
Cavalcafosso A8

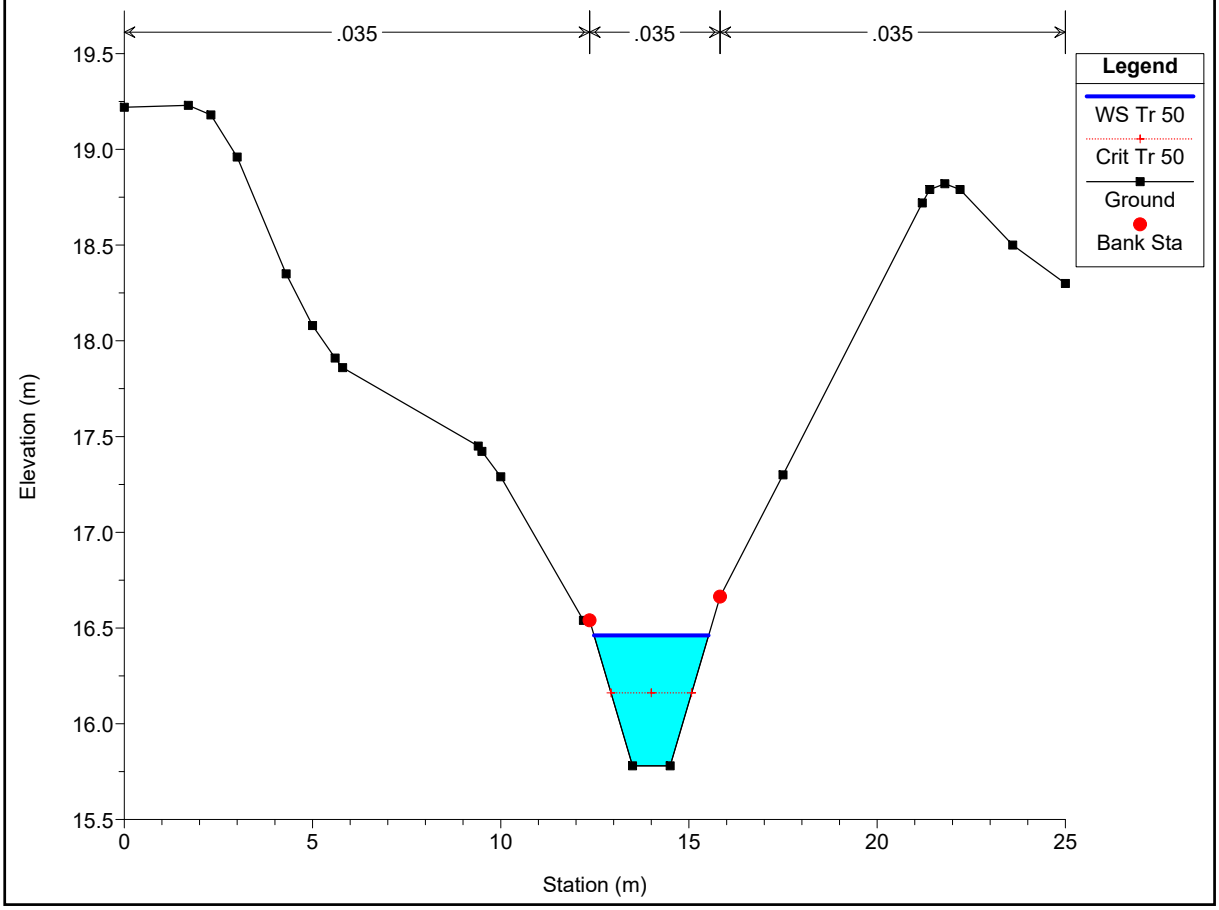

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

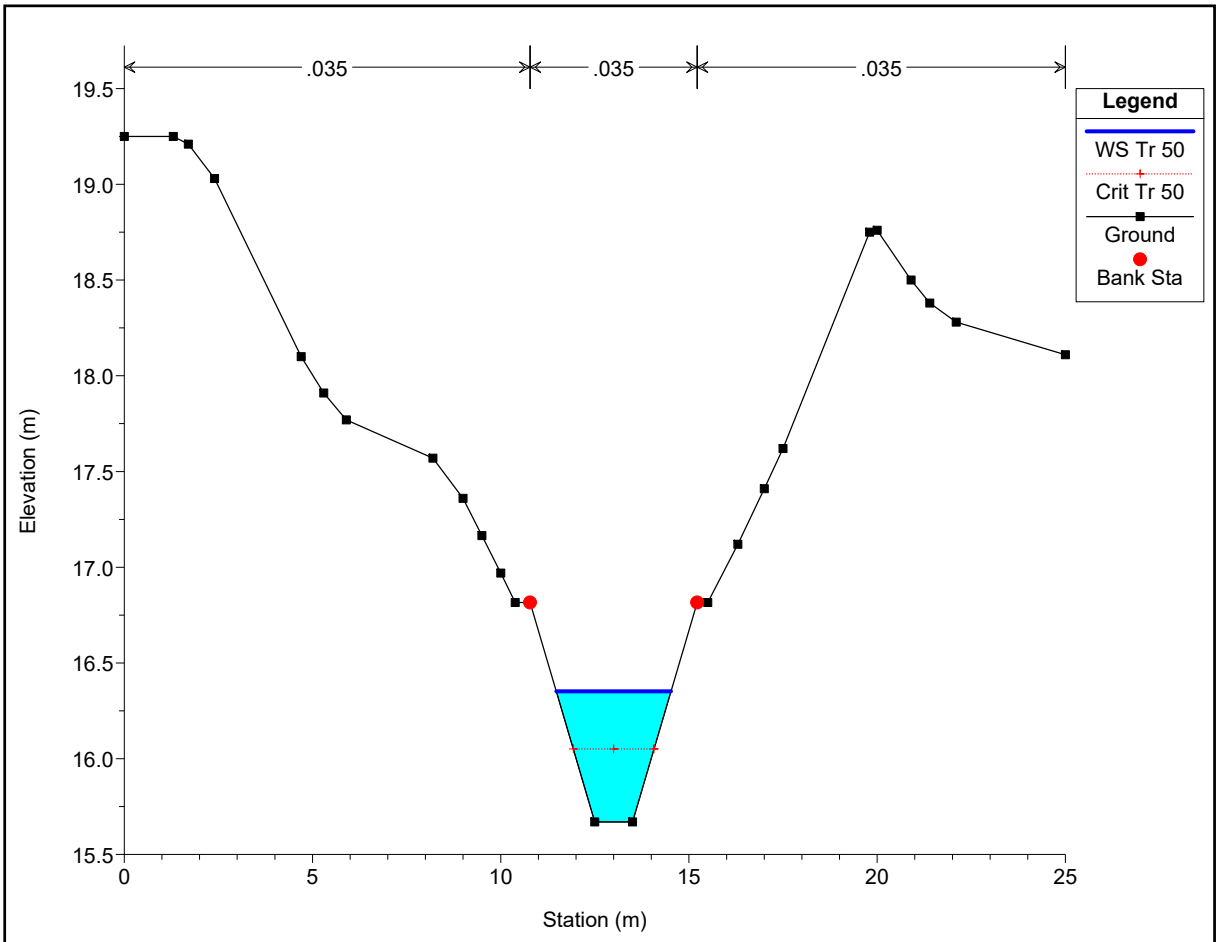

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

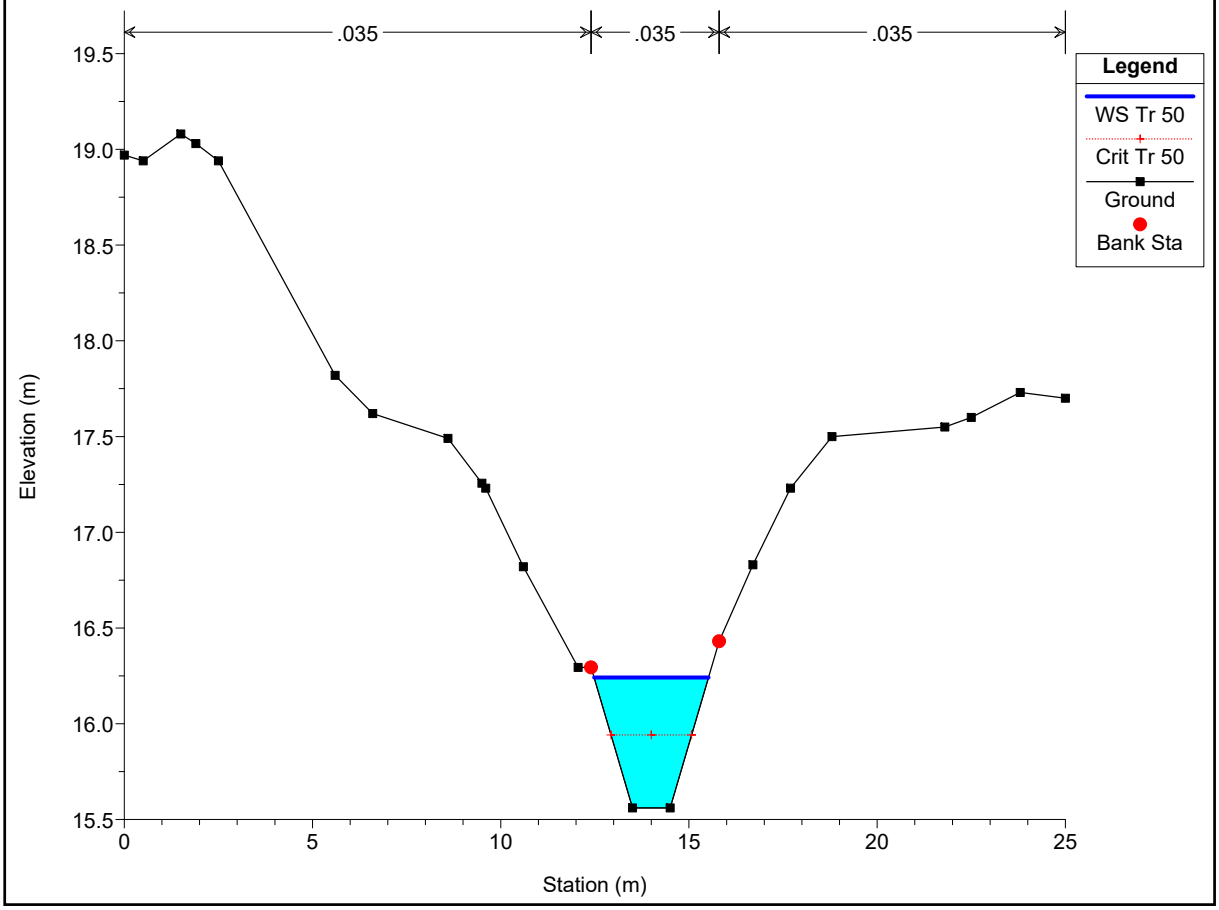

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

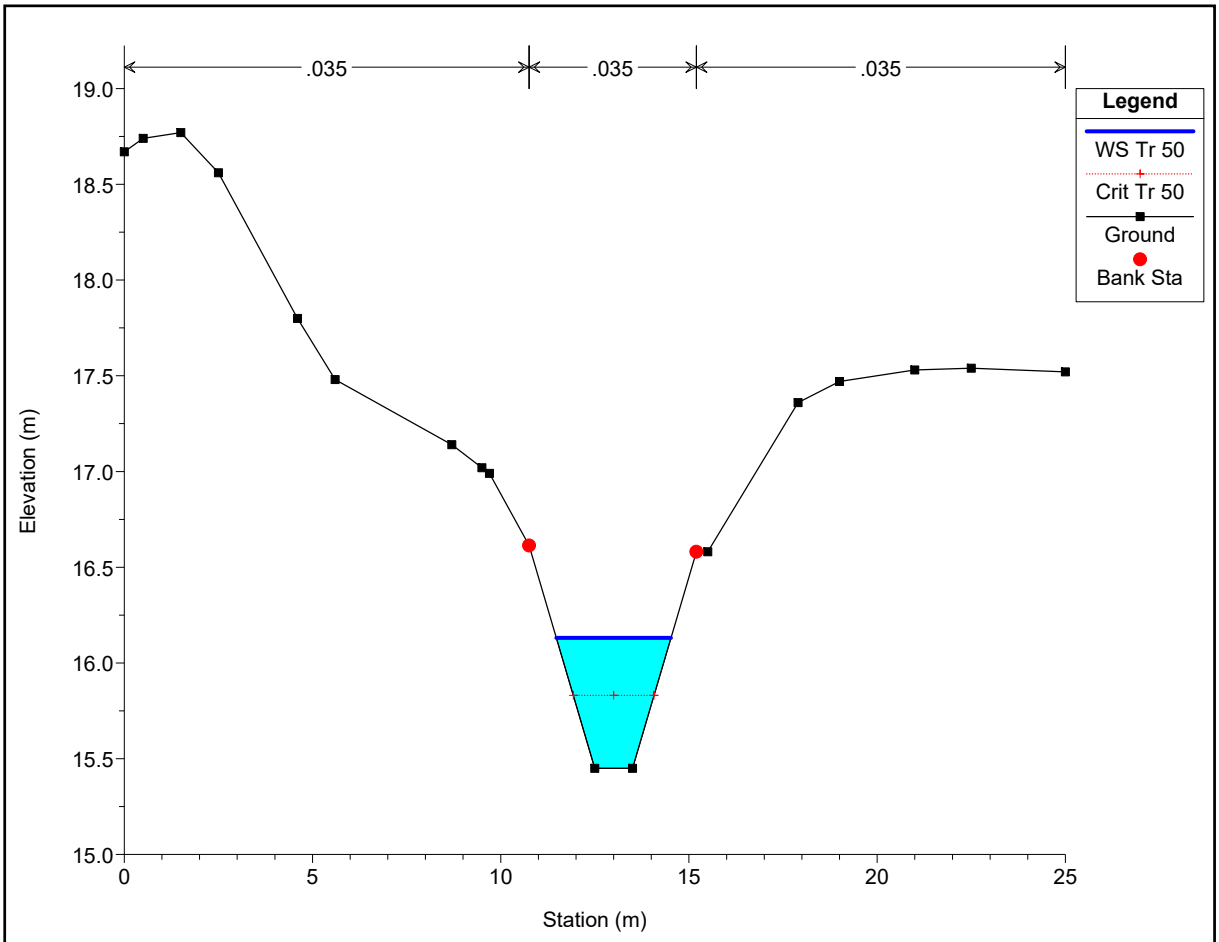

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

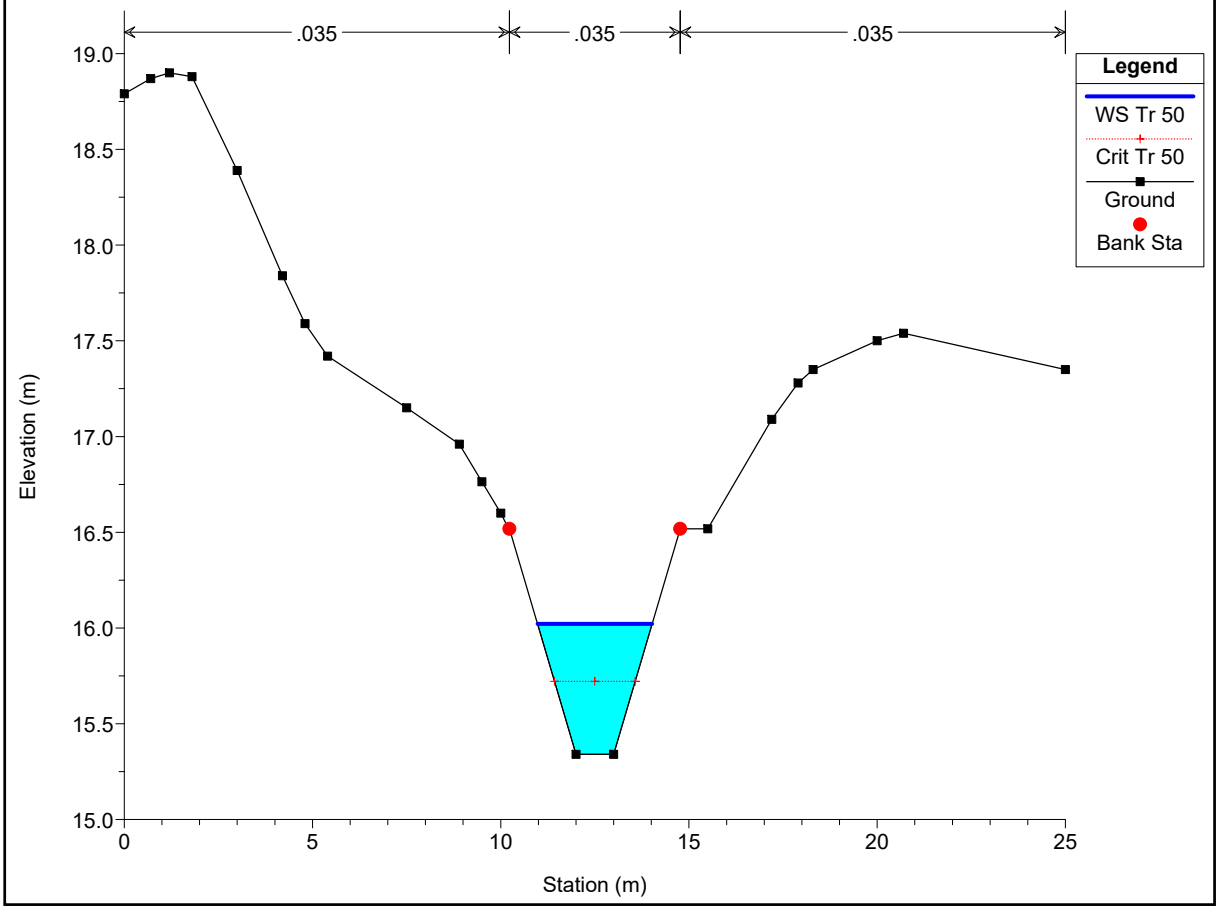

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

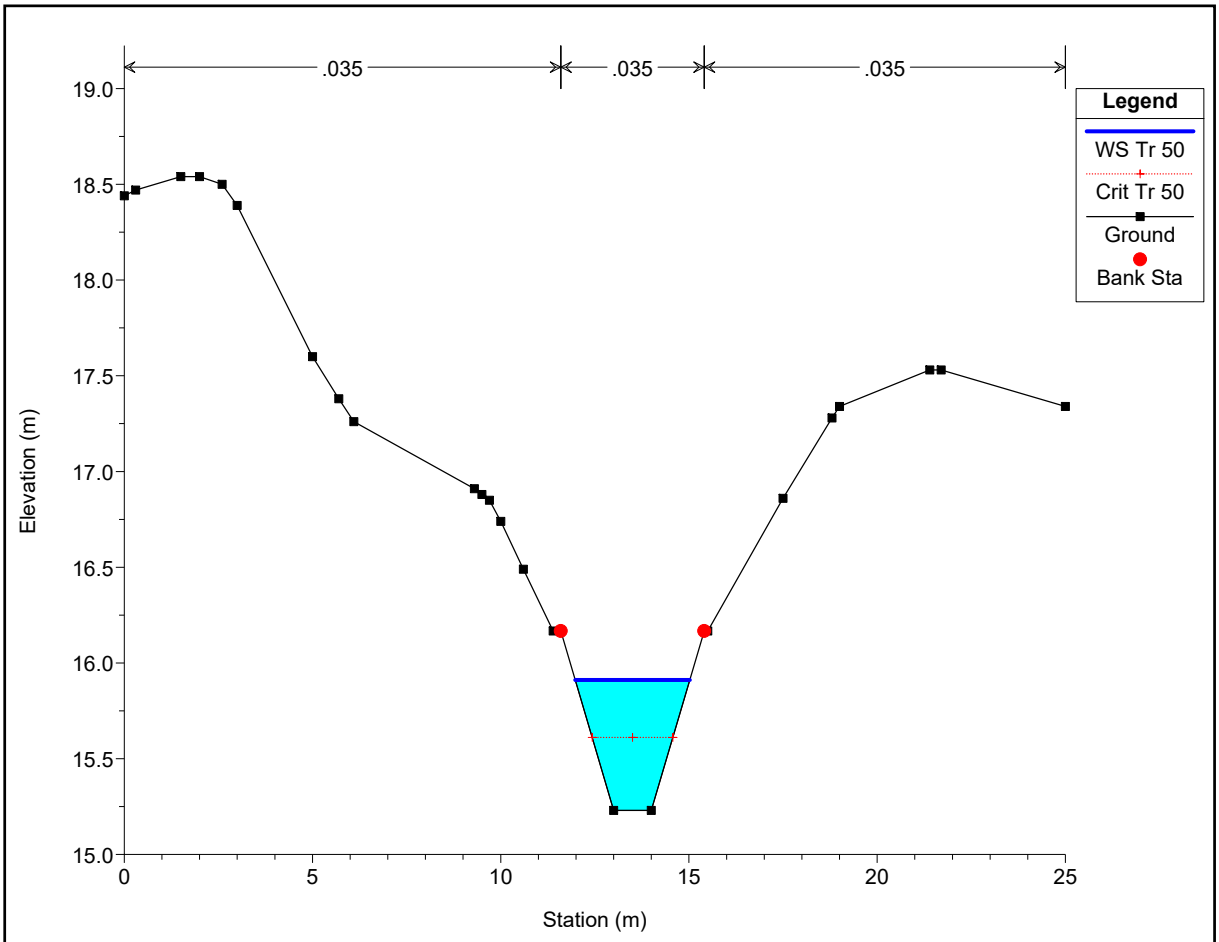

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

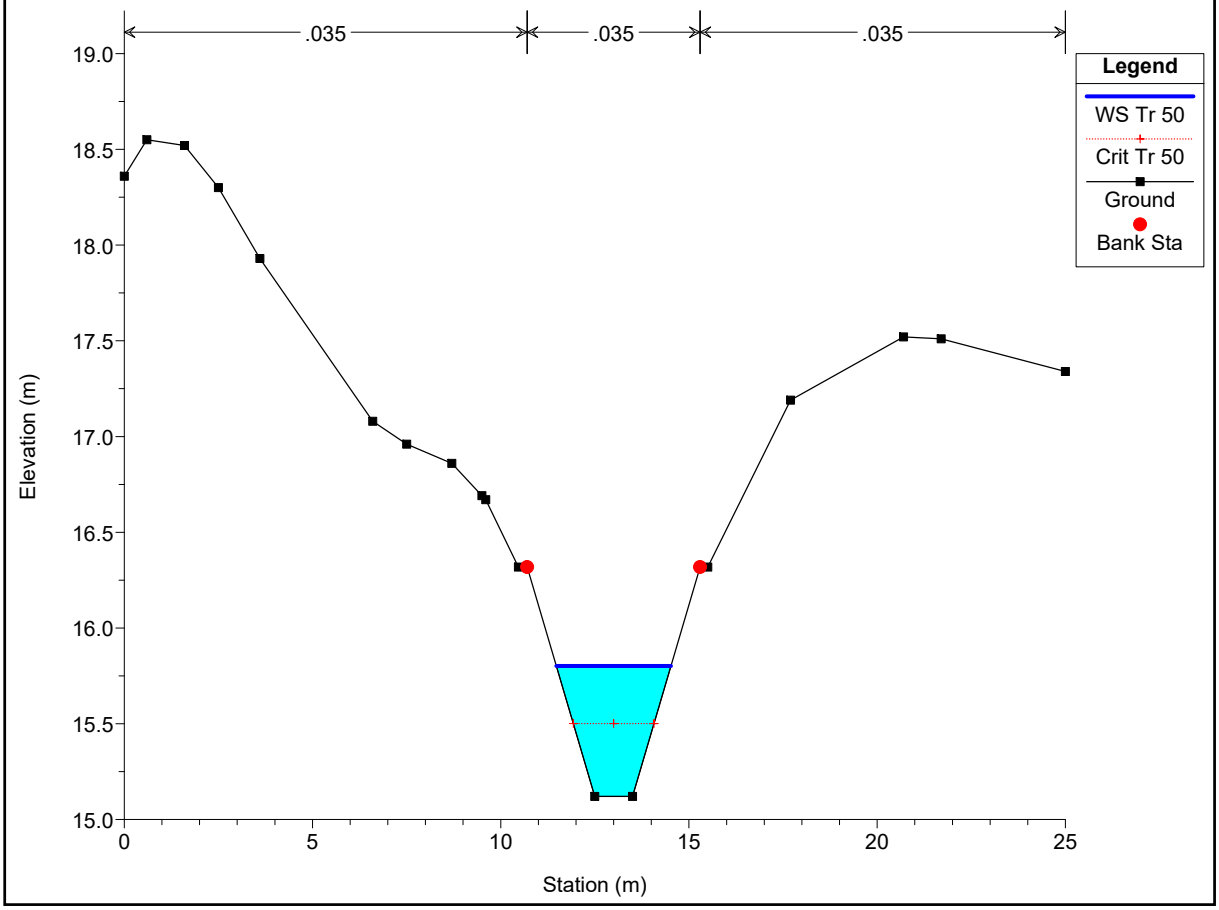

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

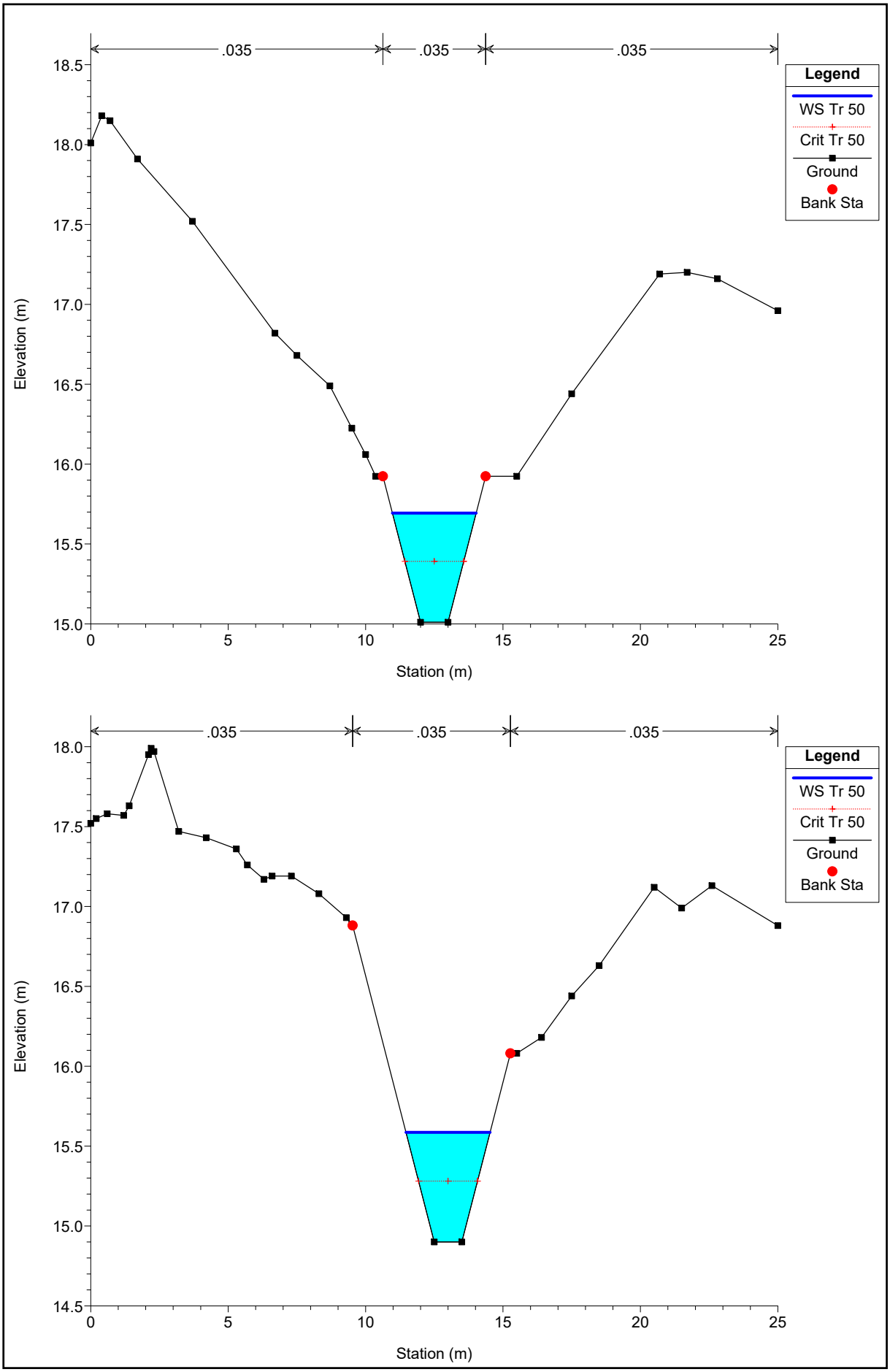

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
0
5
10
15
20
25

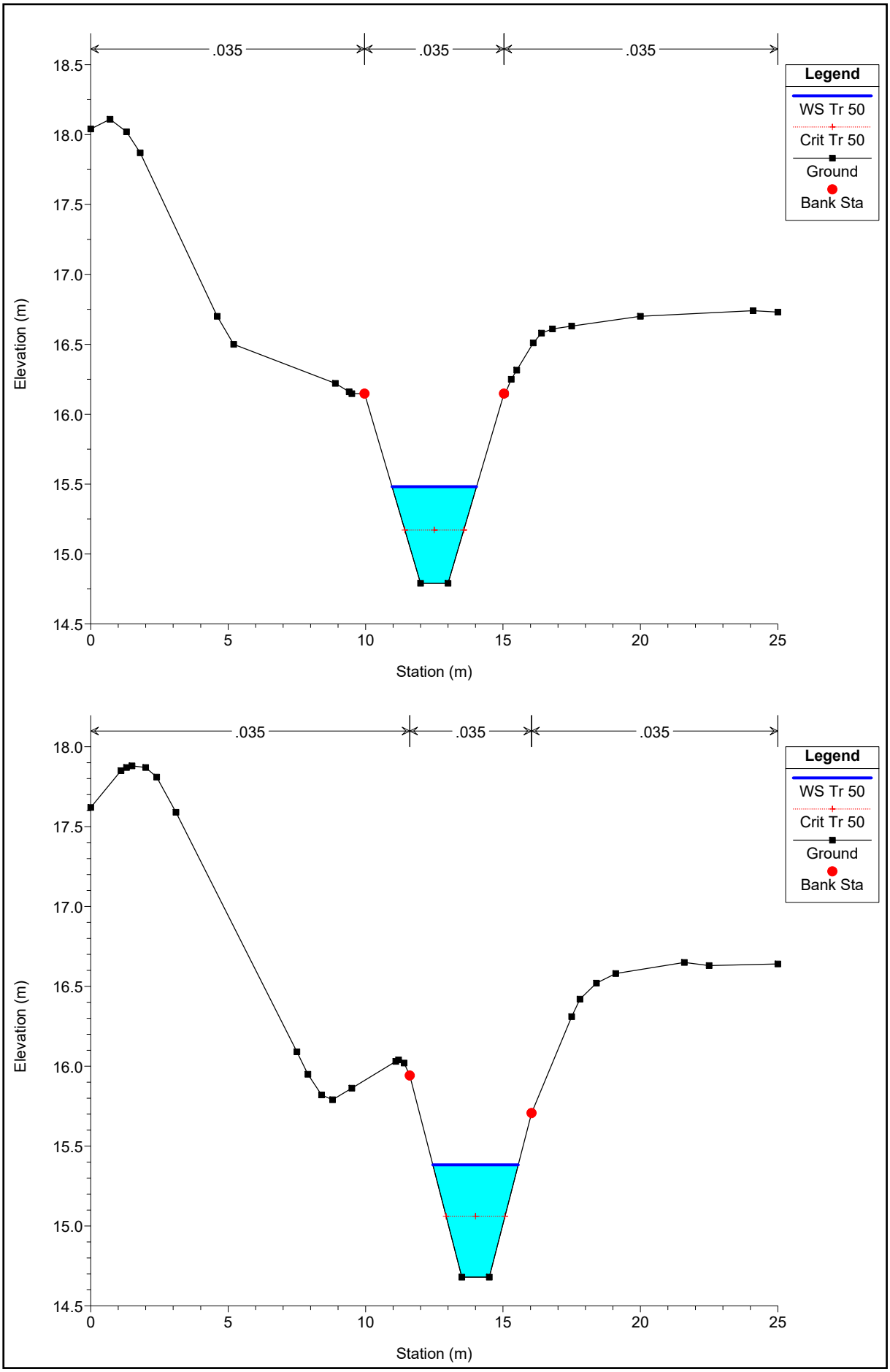

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
0
5
10
15
20
25

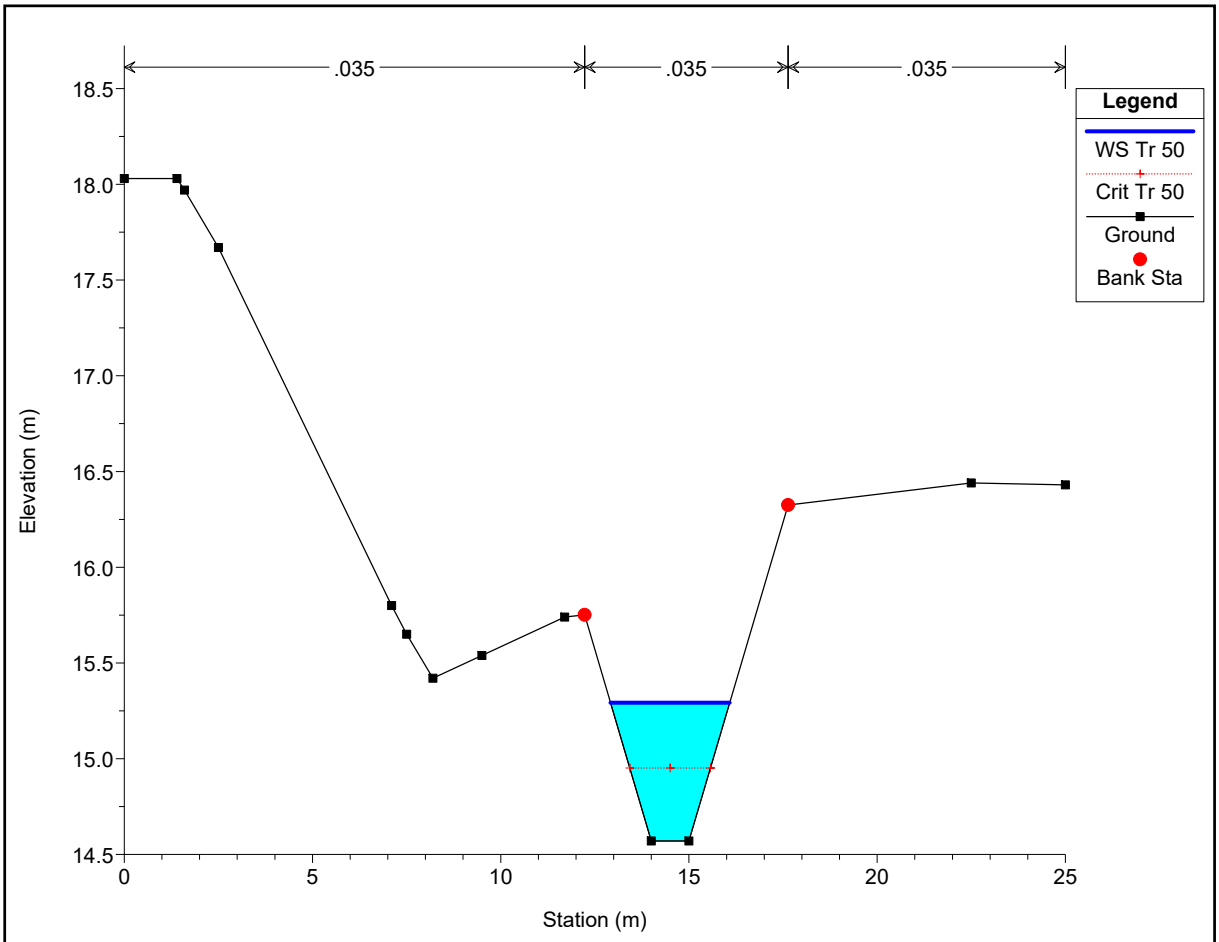

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
0
5
10
15
20
25

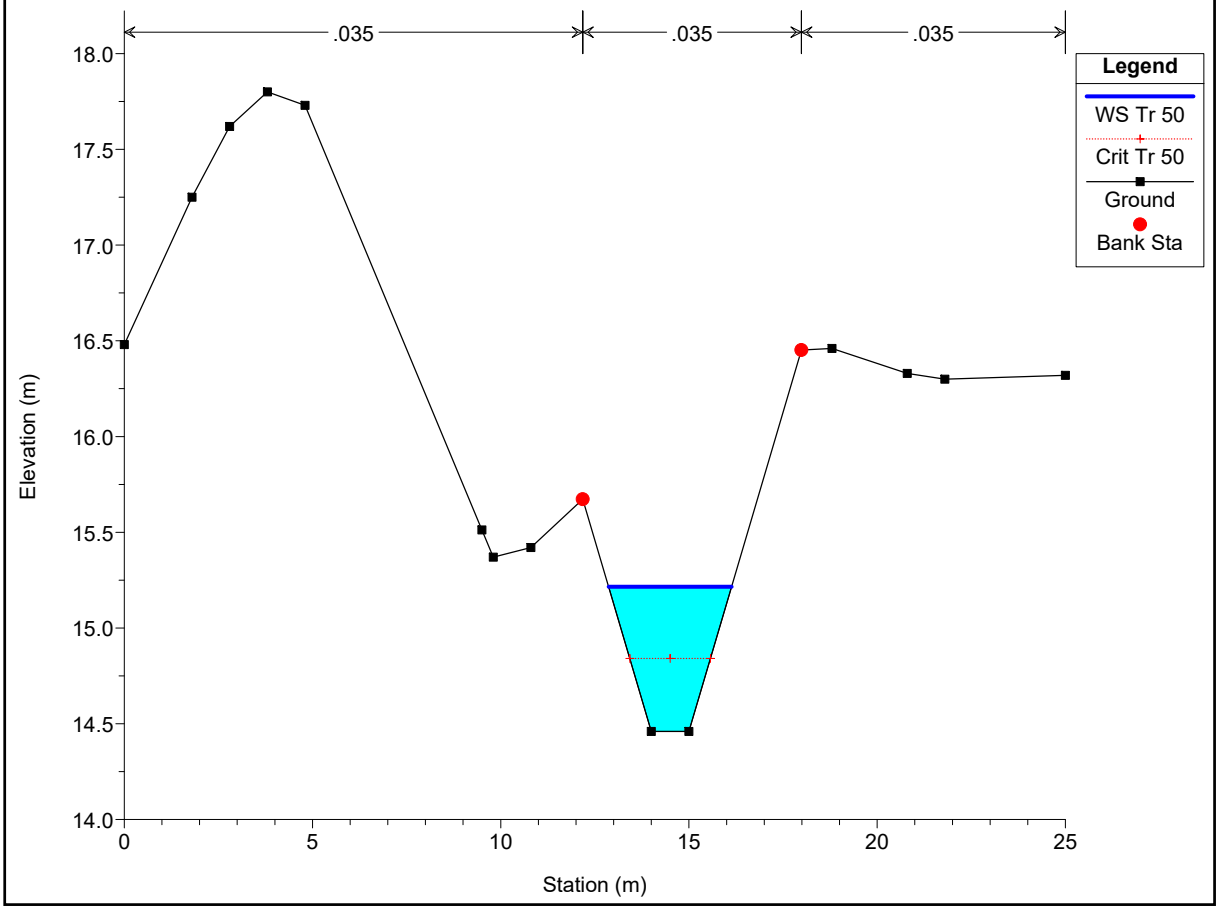

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
0
5
10
15
20
25

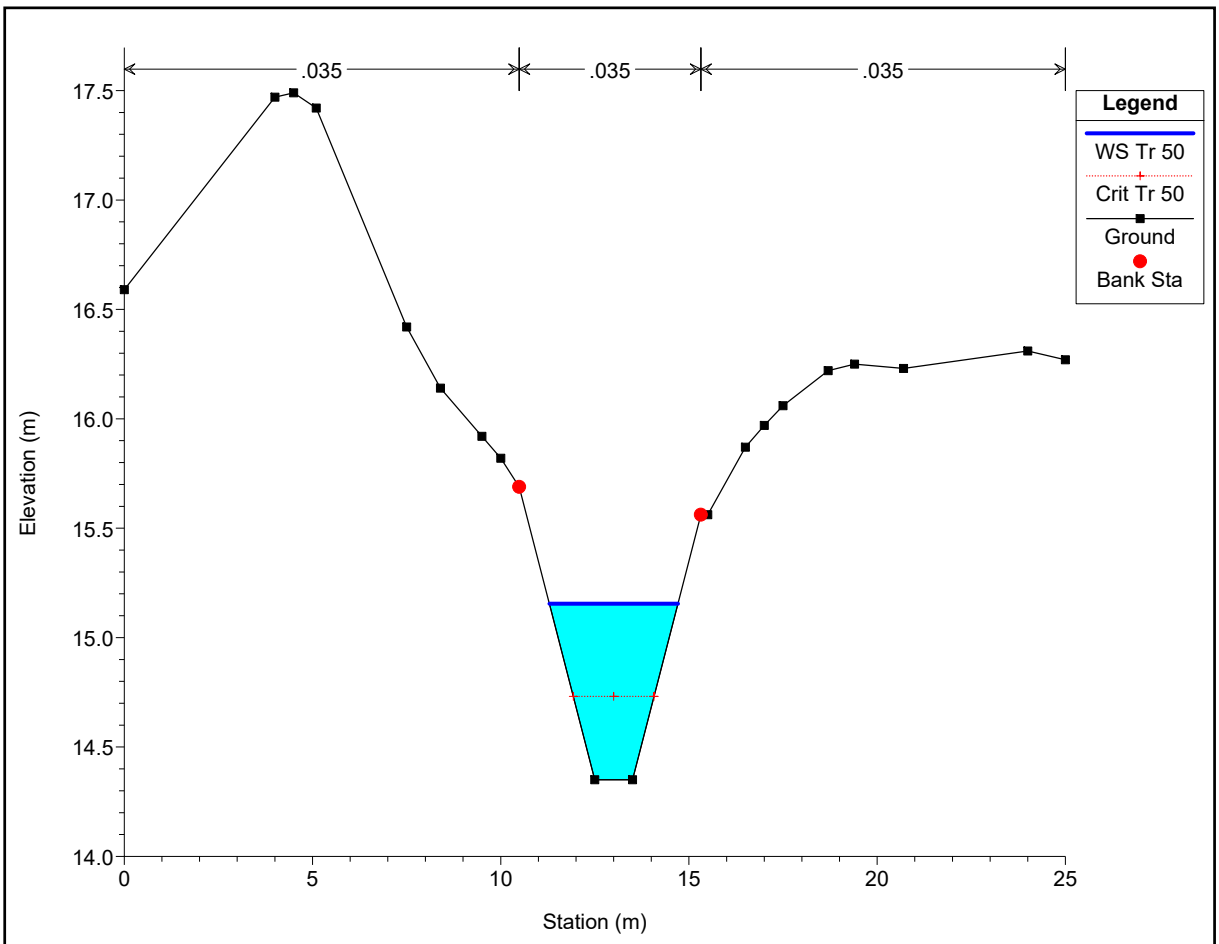

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
0
5
10
15
20
25

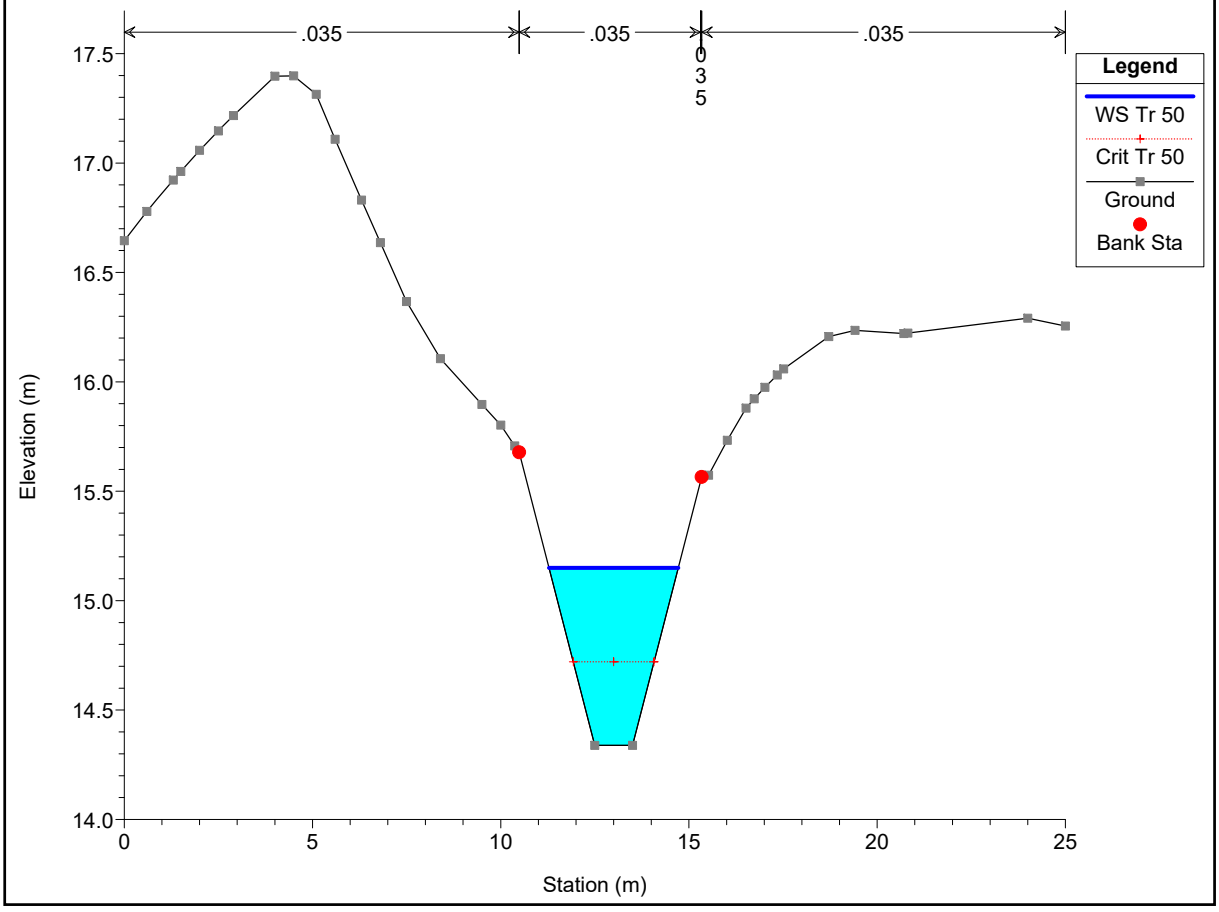

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
0
5
10
15
20
25
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
0
5
10
15
20
25

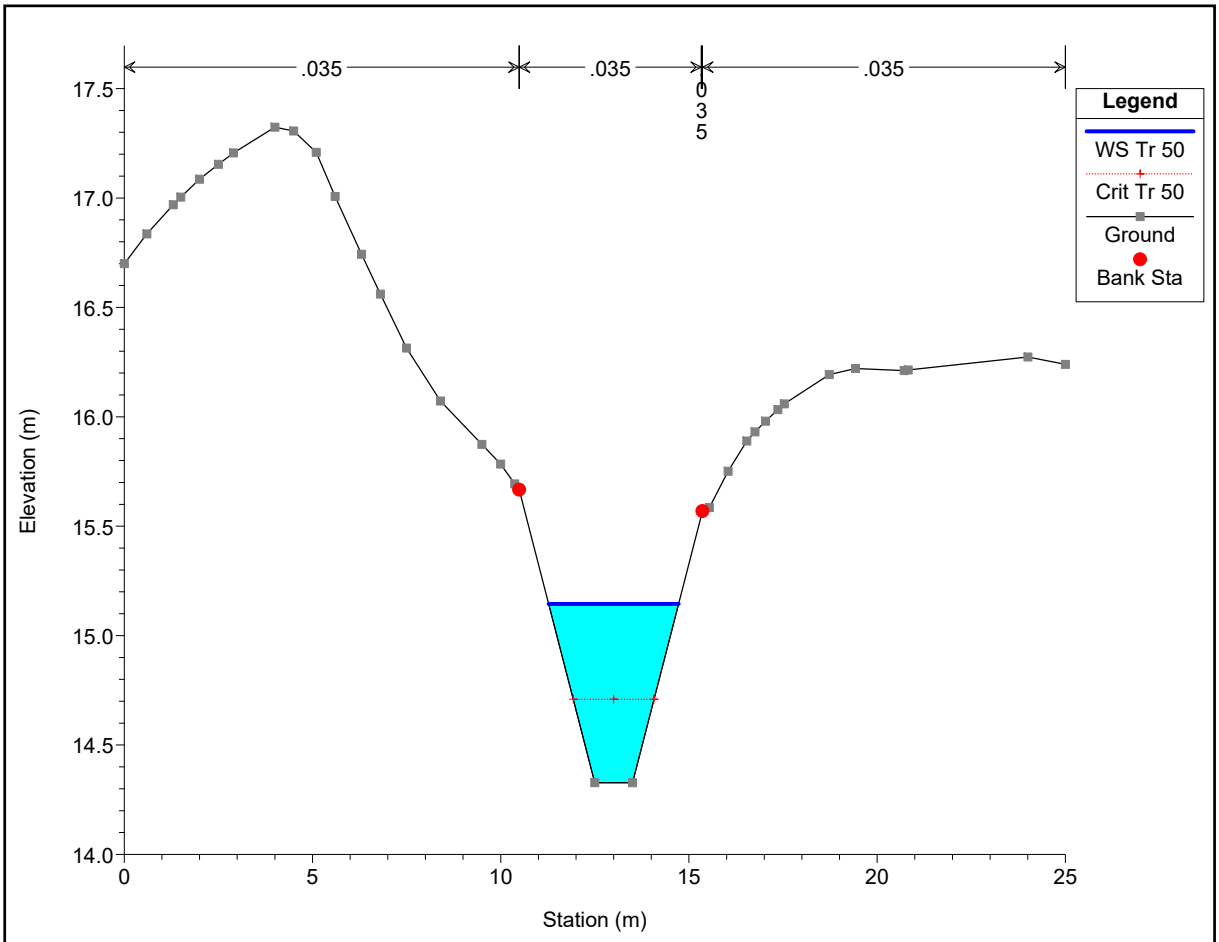

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
0
5
10
15
20
25

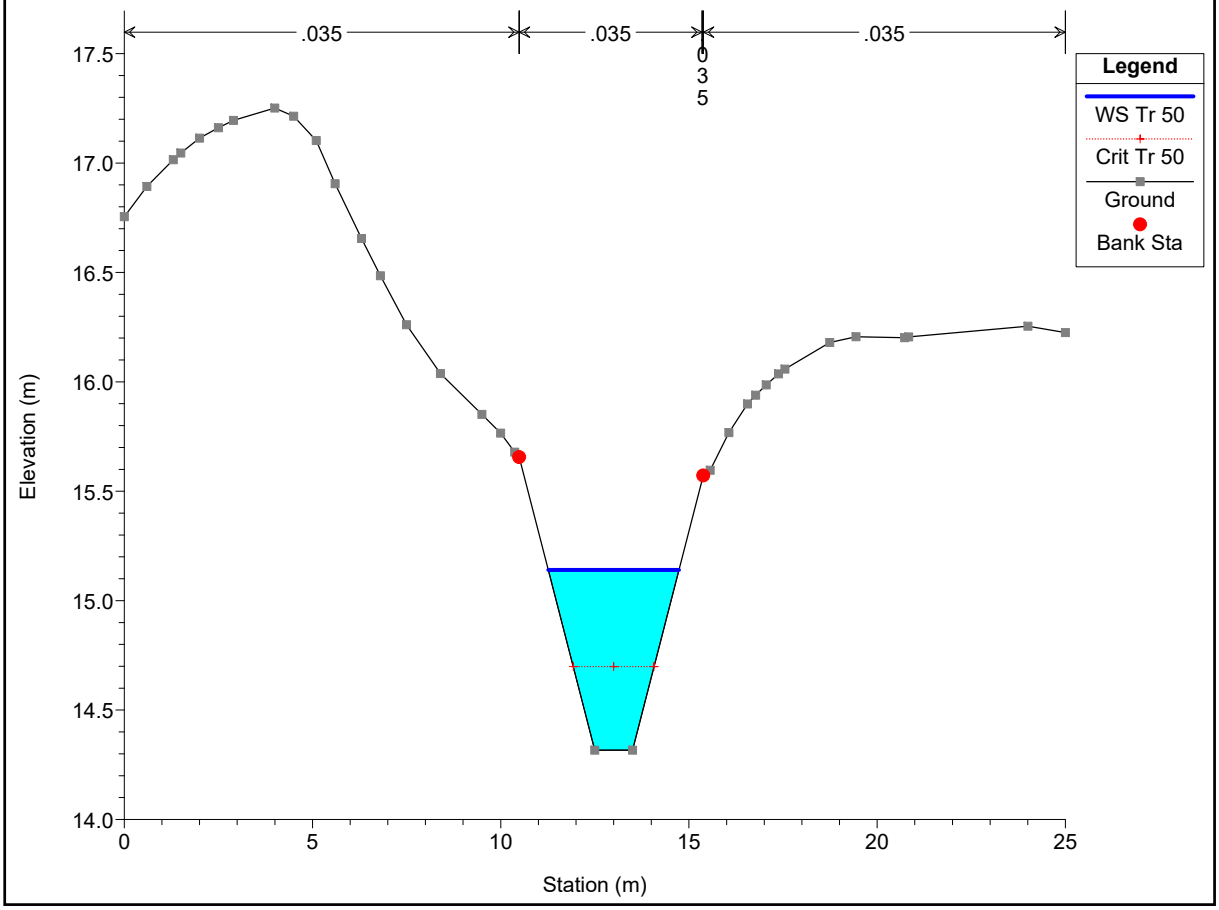

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
0
5
10
15
20
25

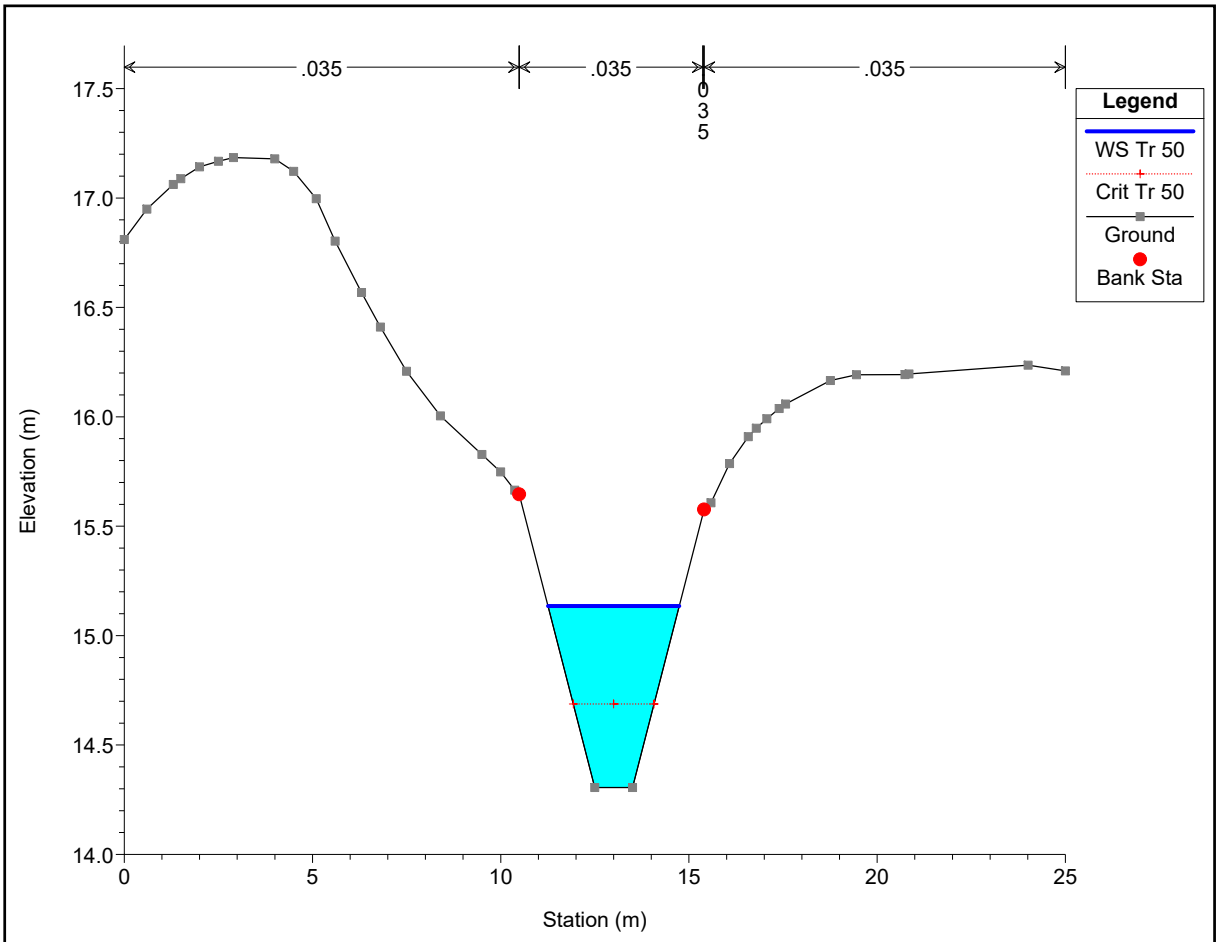

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

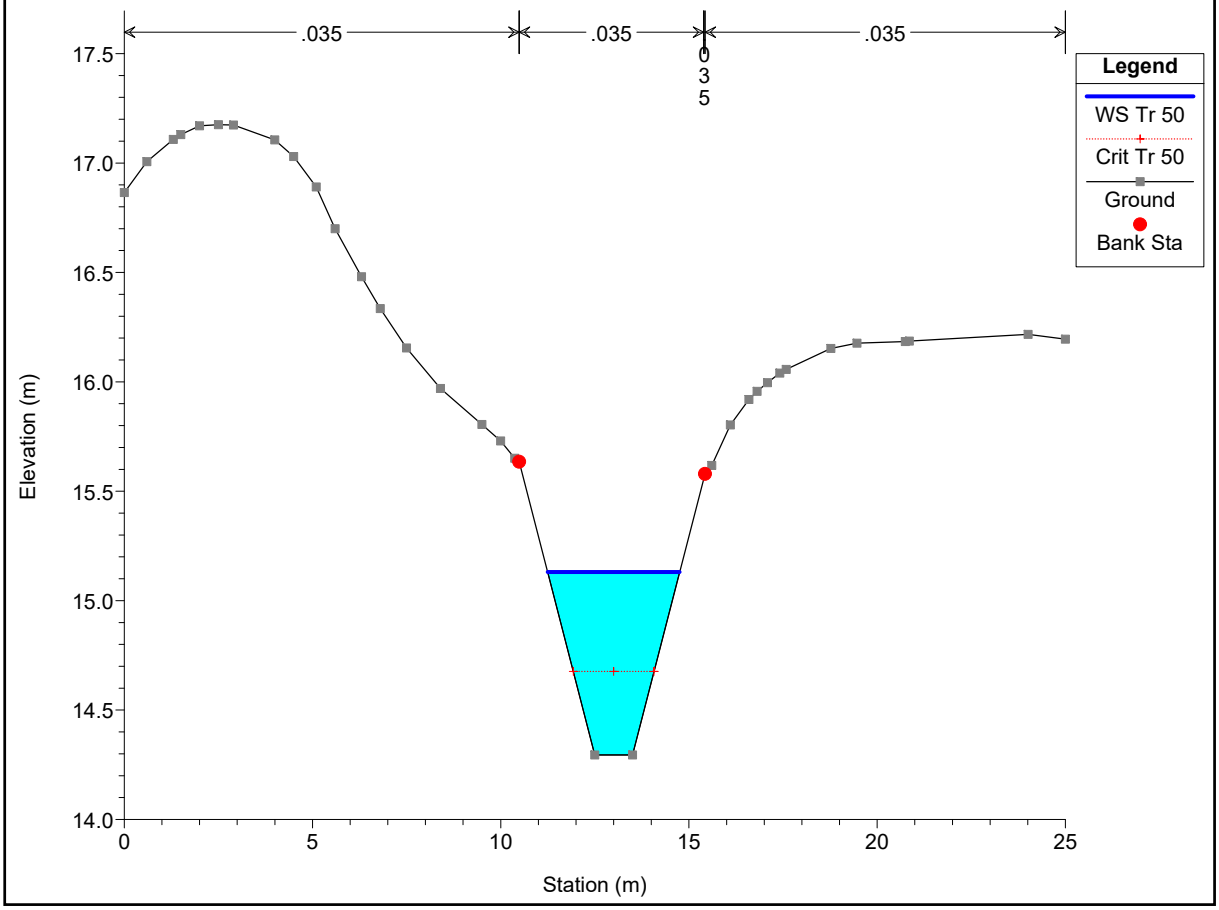

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

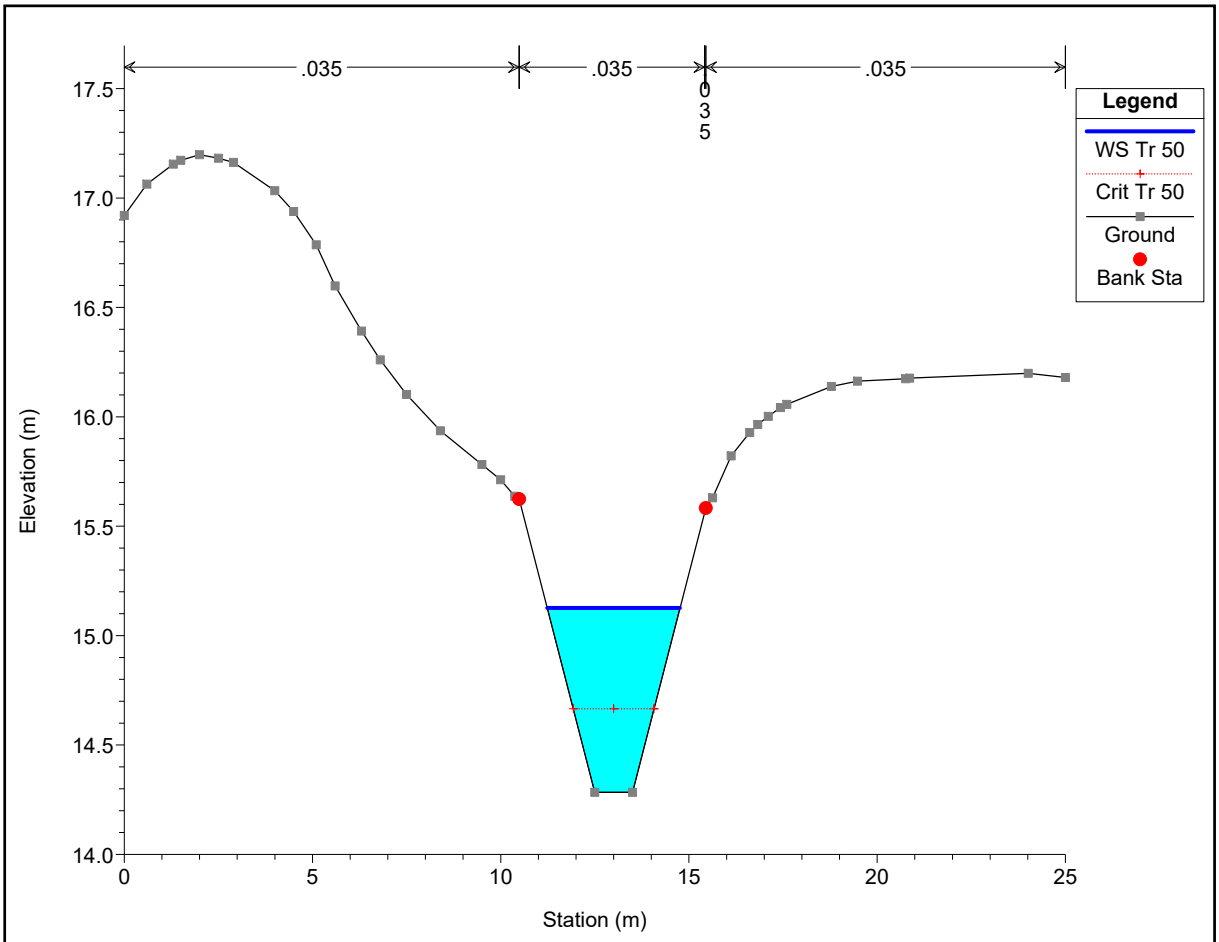

.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

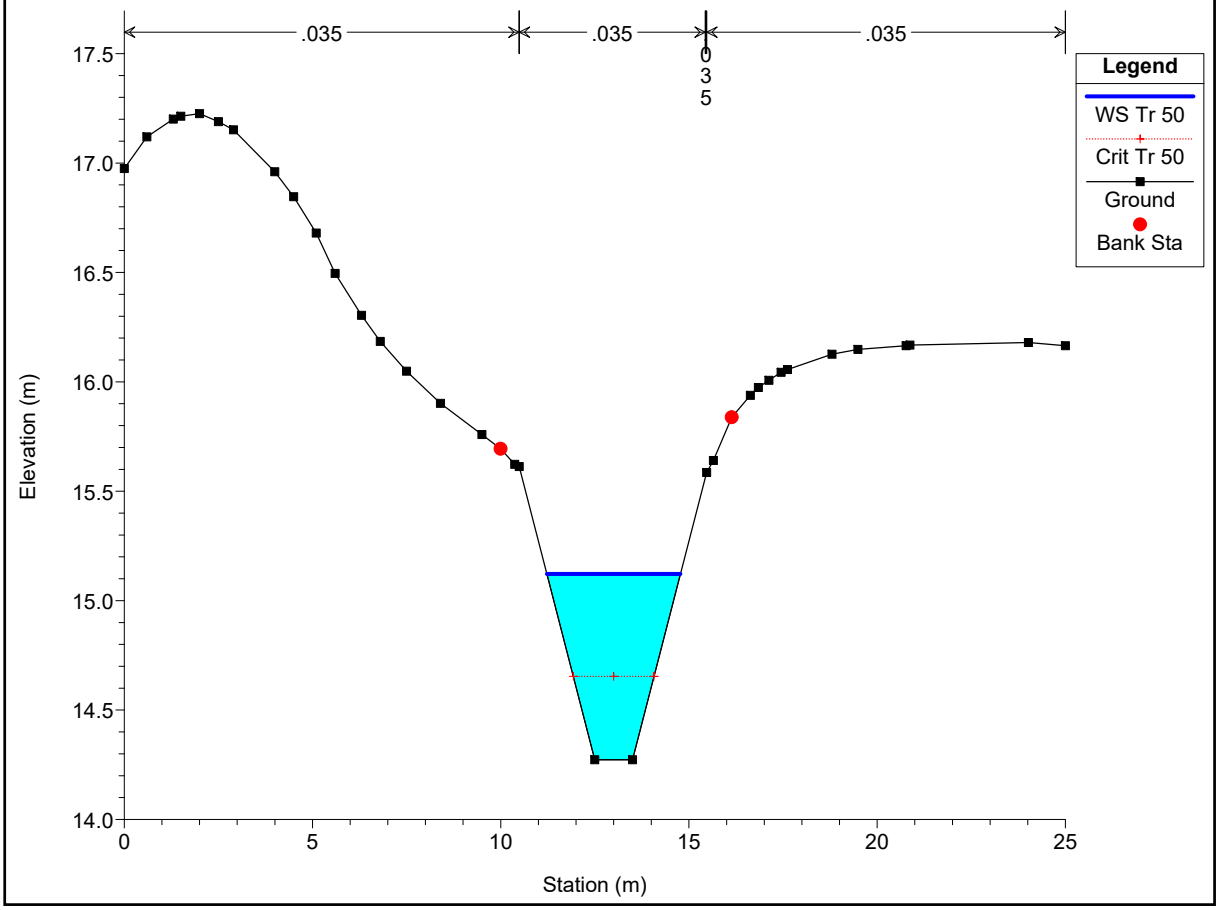

.035
.035
.035
0.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

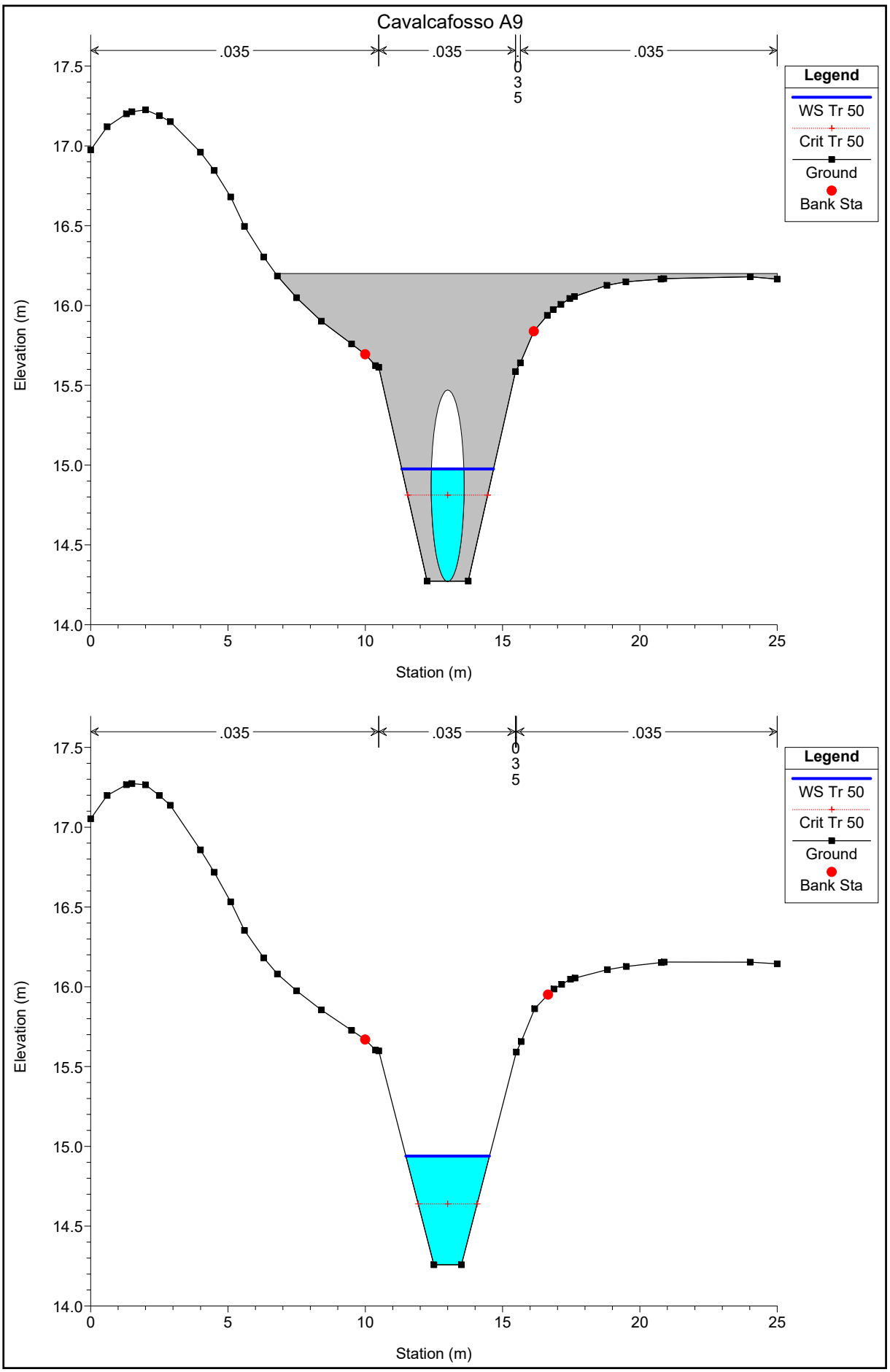

.035
.035
.035
0.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

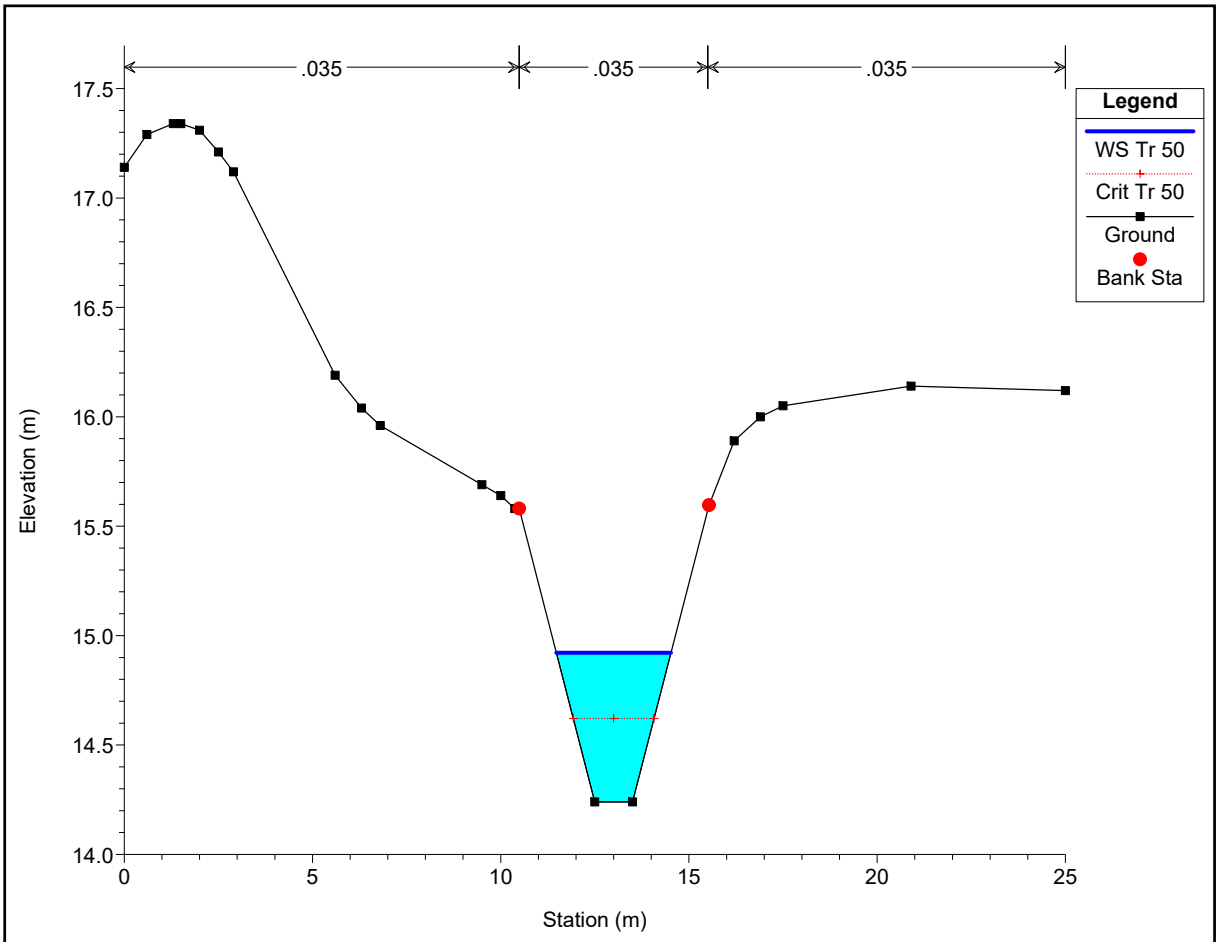

.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

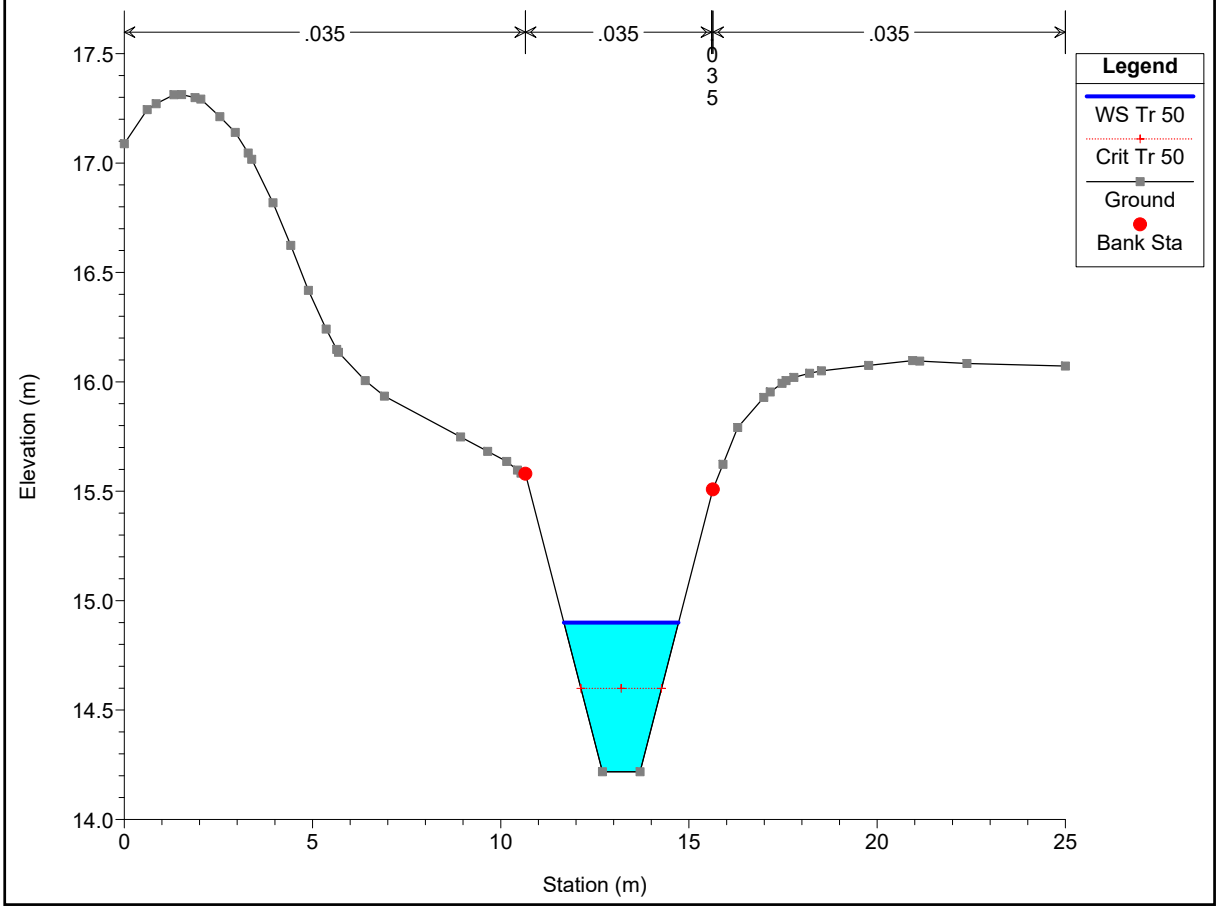

.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

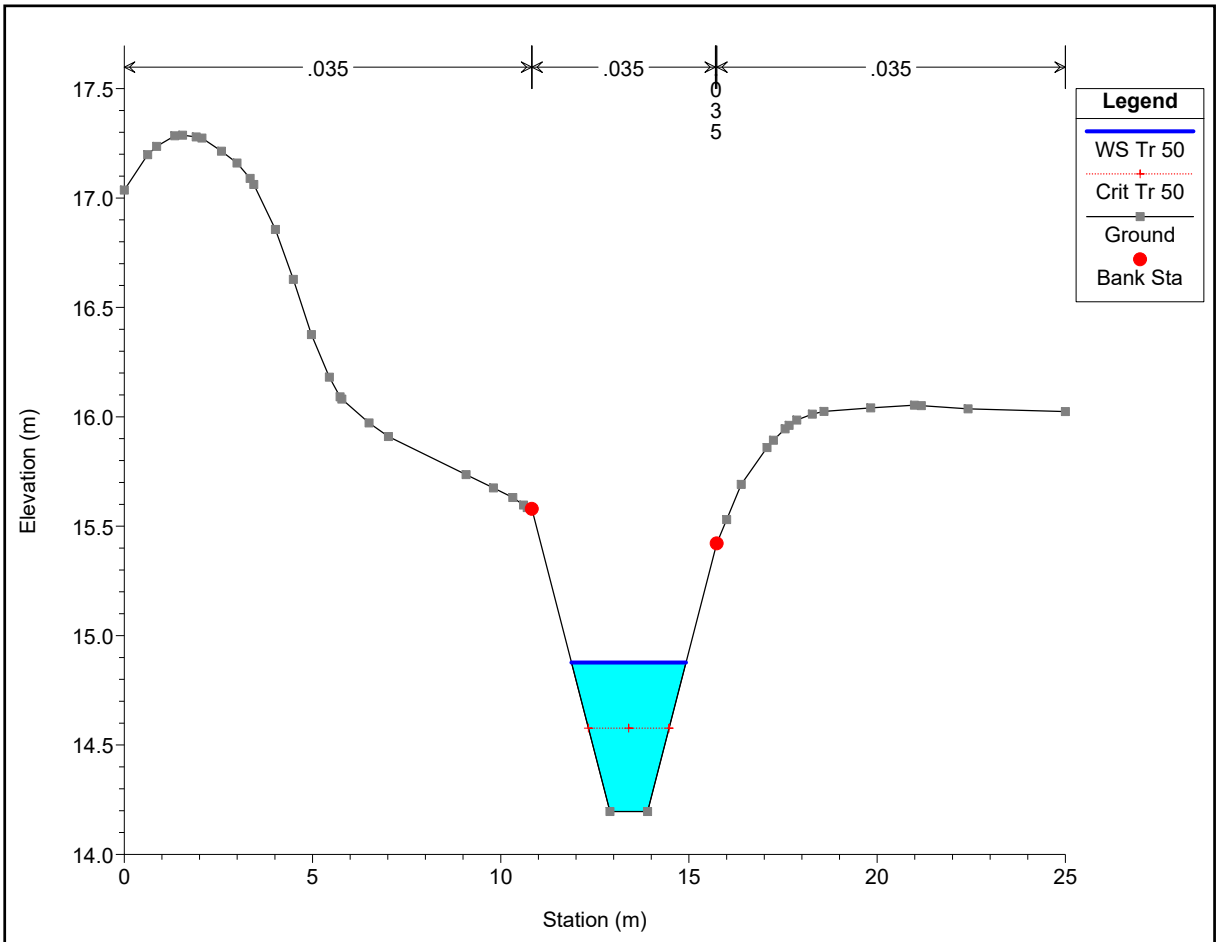

.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

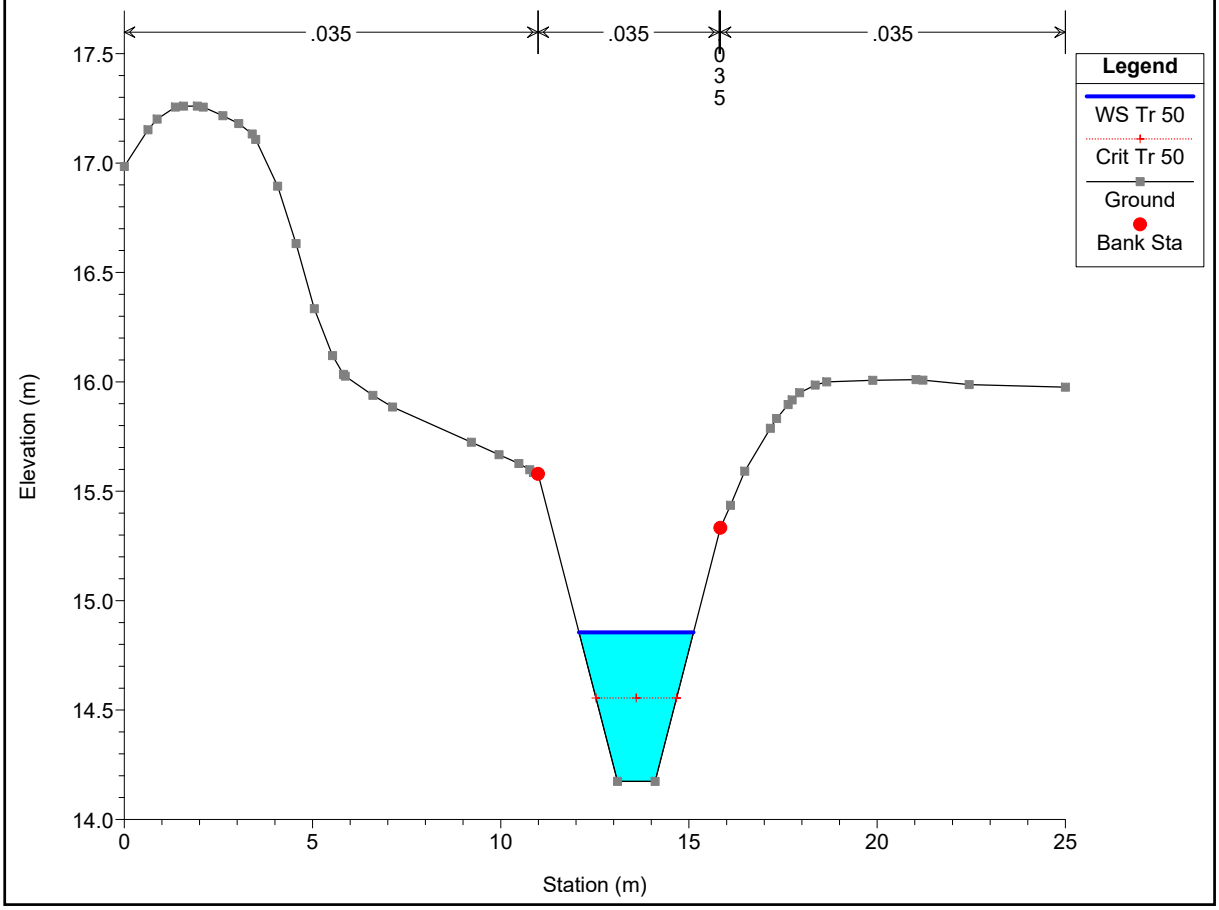

.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

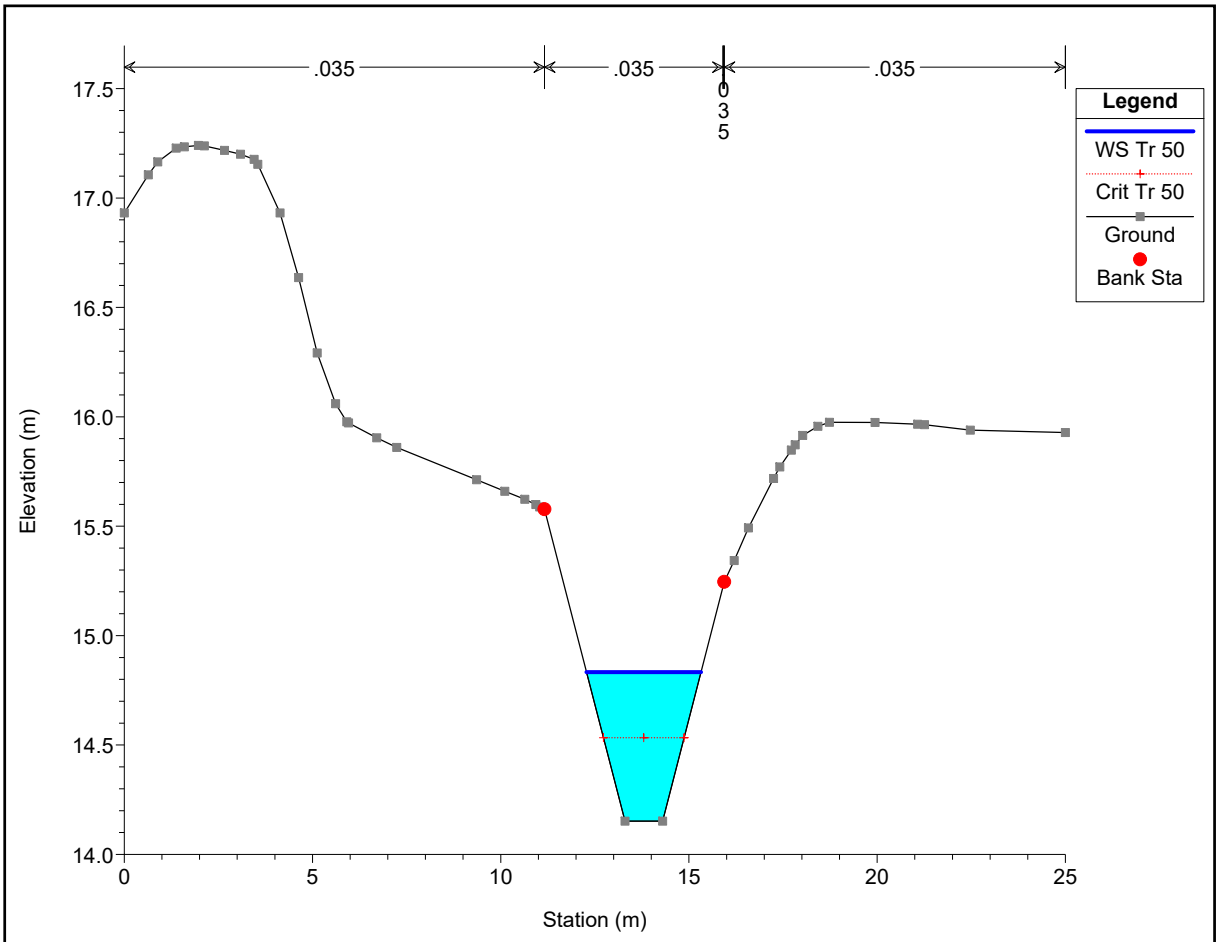

Cavalcafosso A9
.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

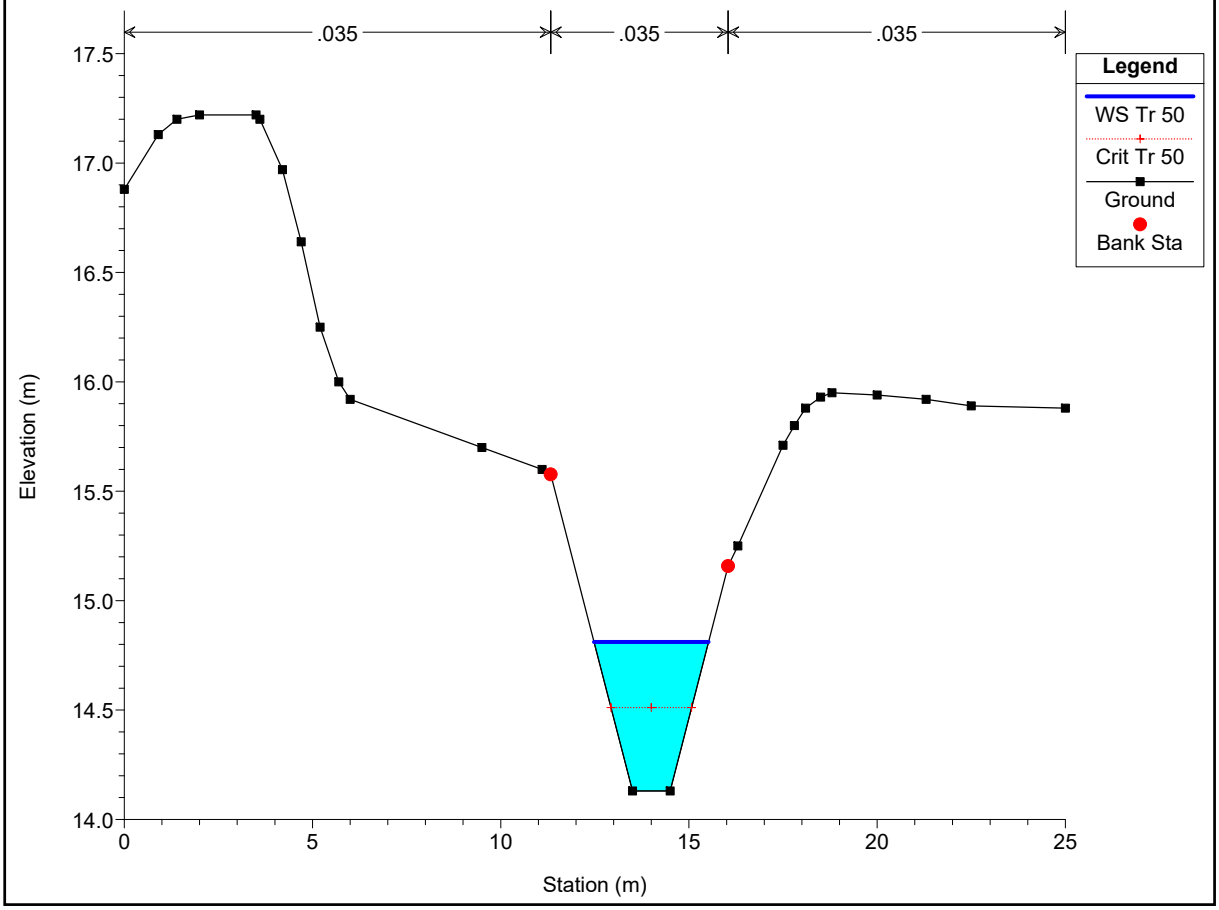

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

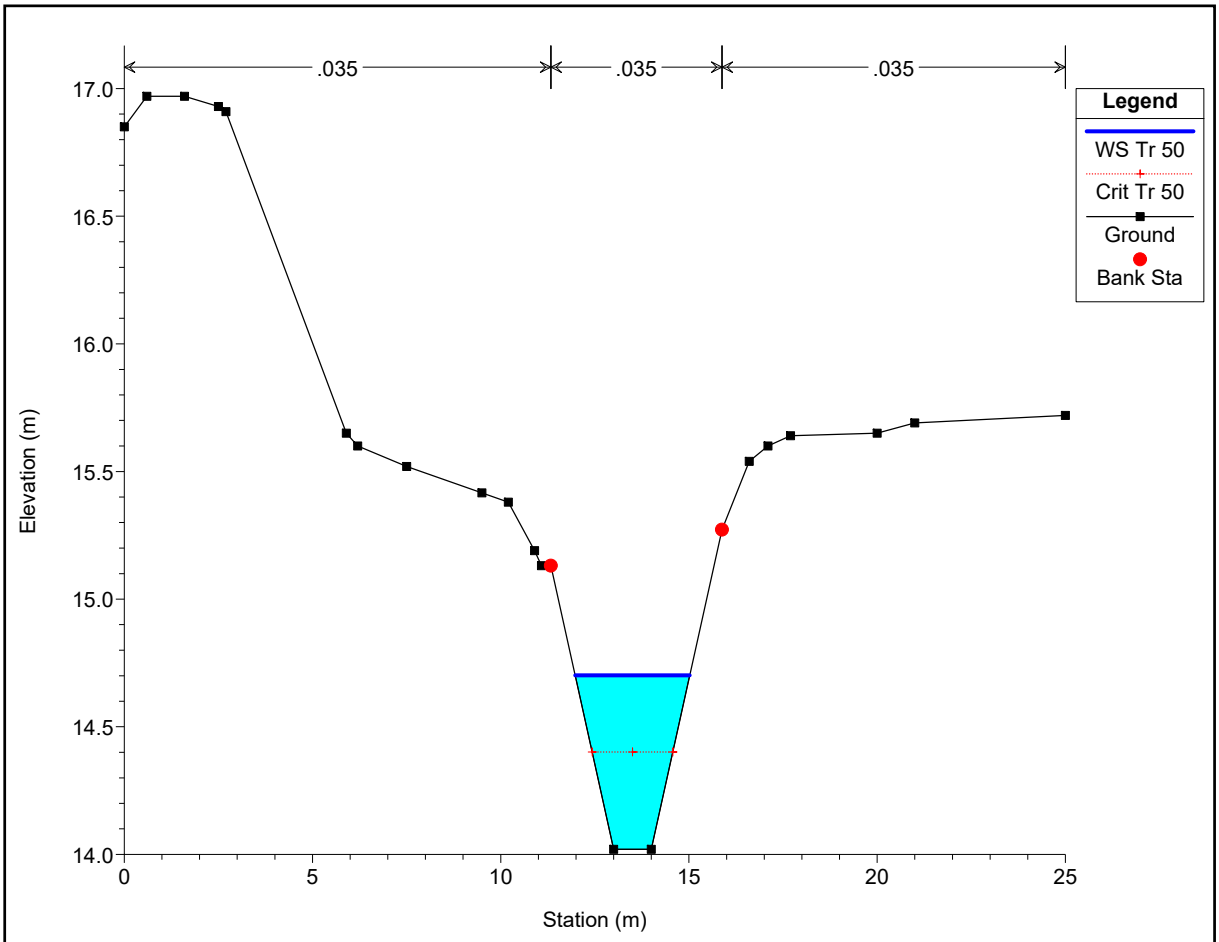

.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

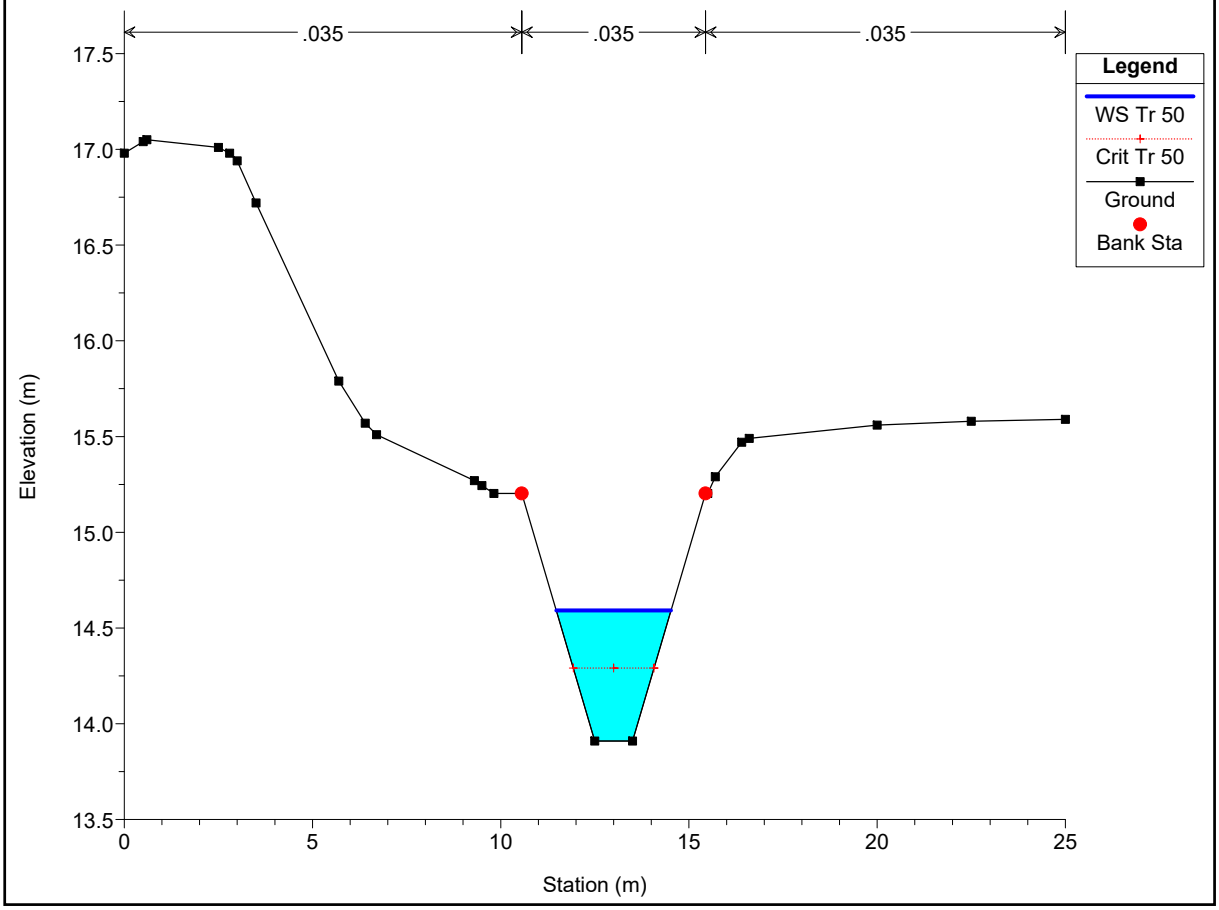

.035
.035
.035
0.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

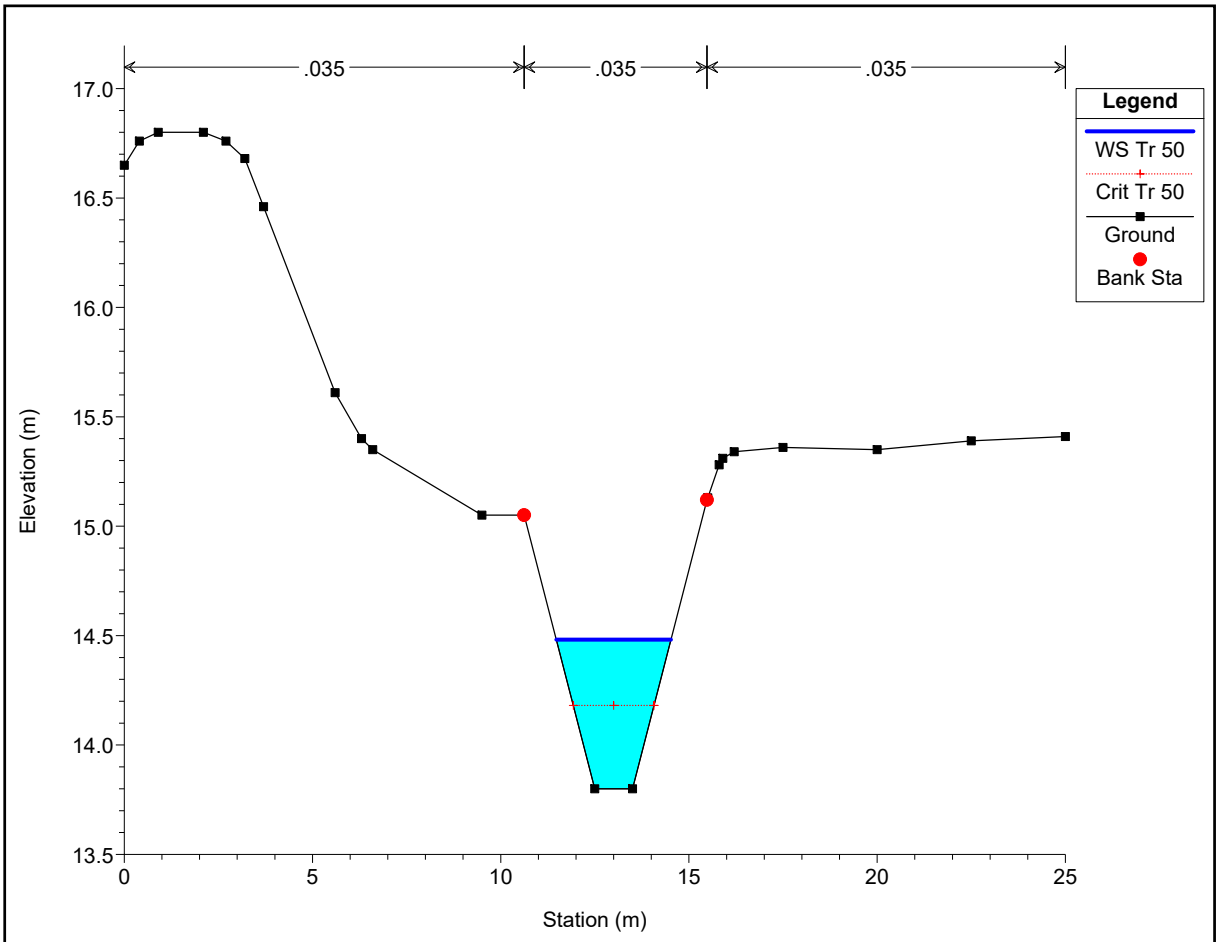

.035
.035
.035
0.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

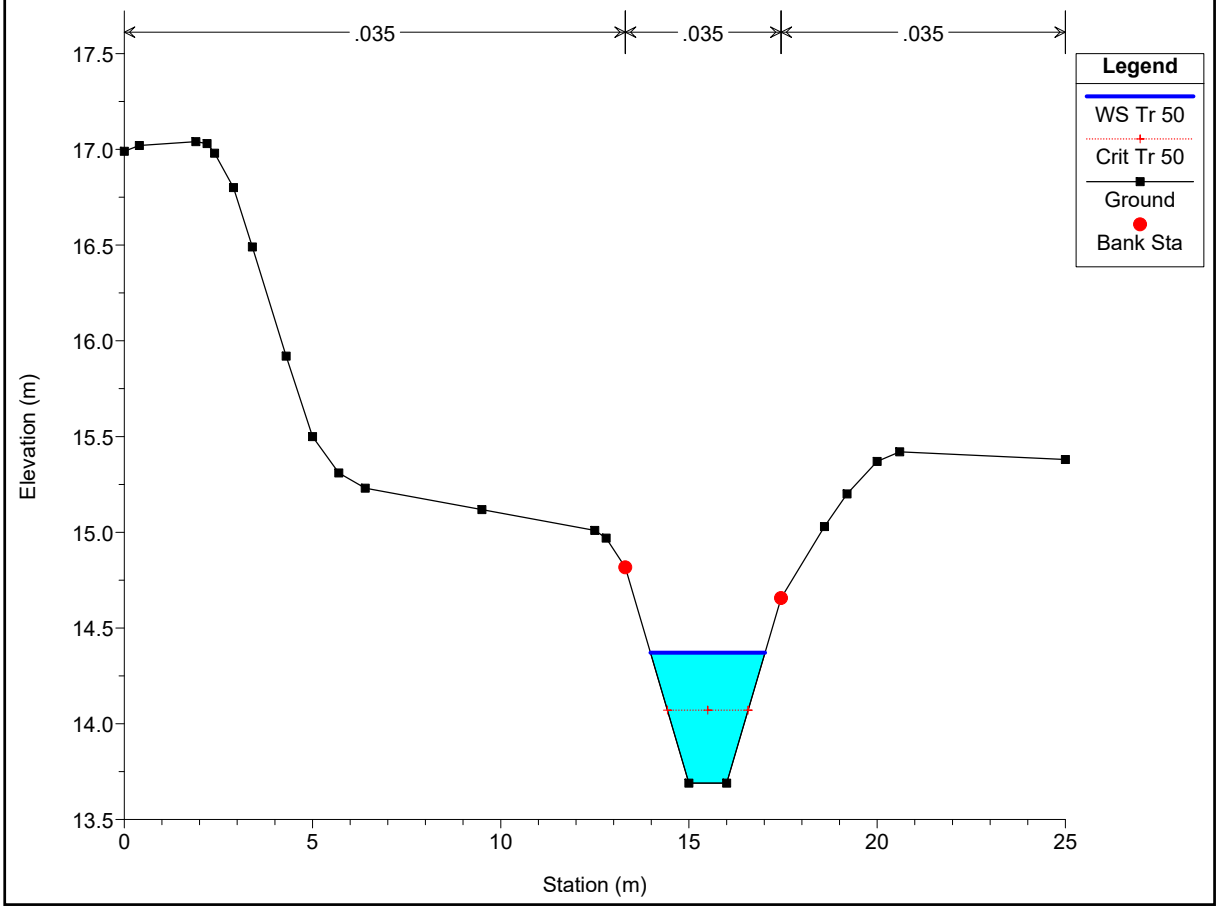

.035
.035
.035
0
3
5
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

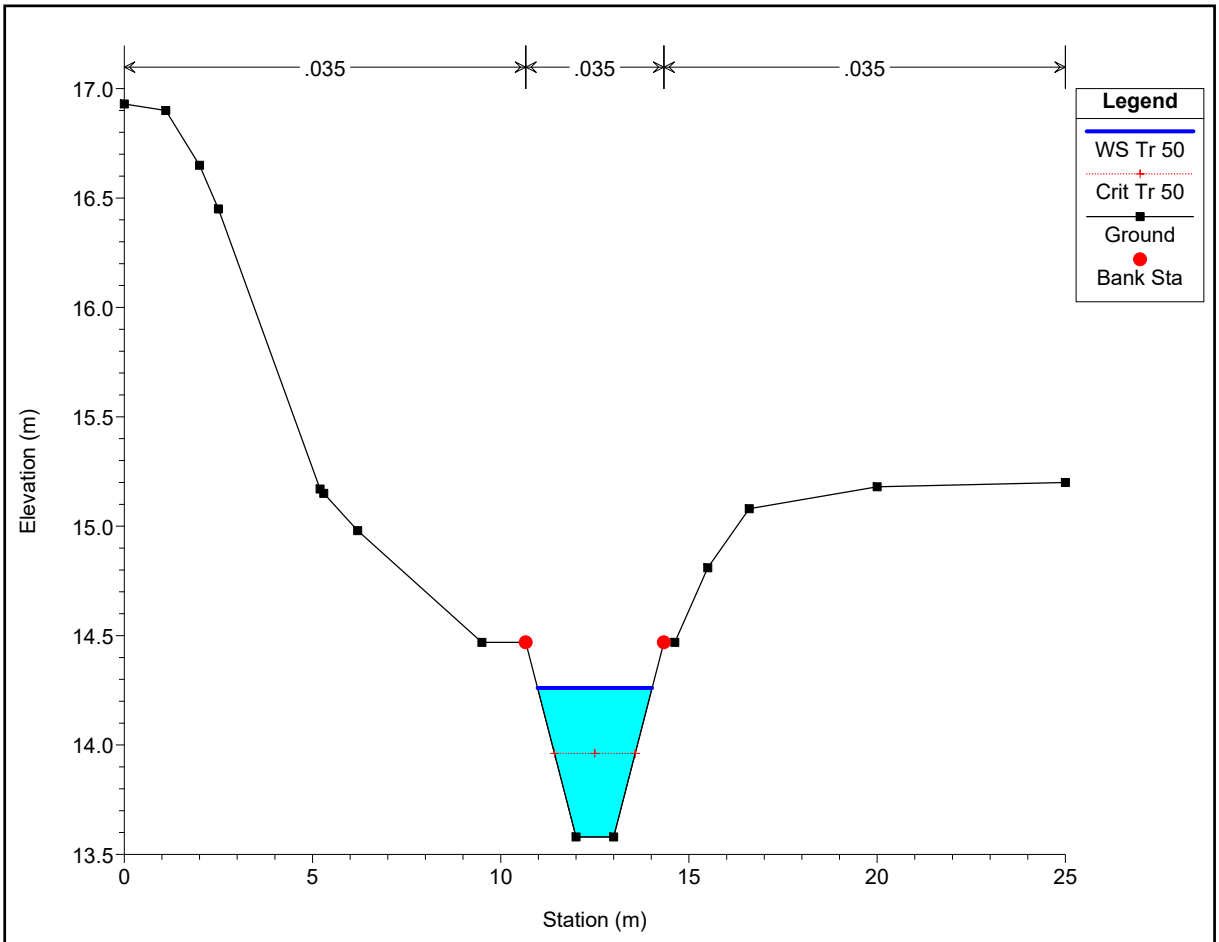

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

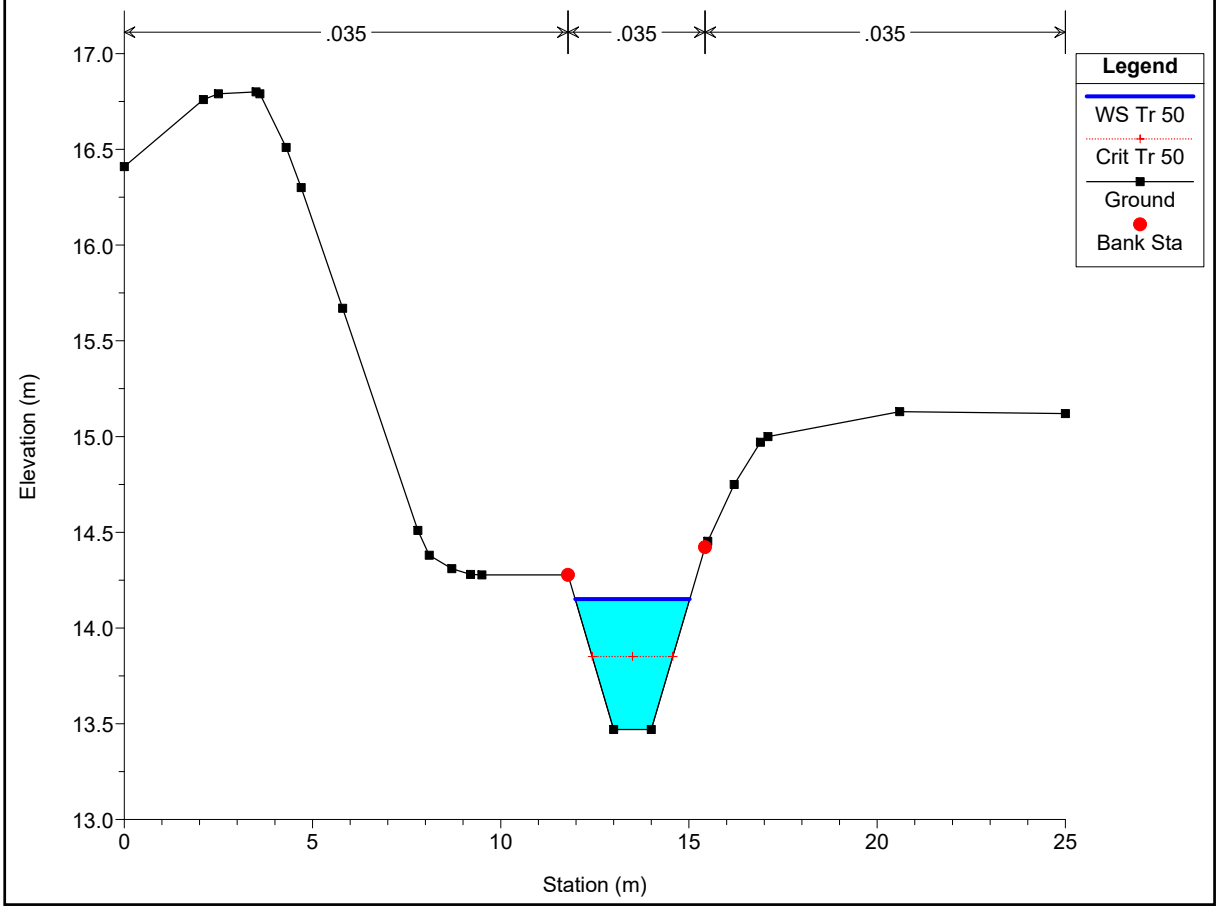

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
0
5
10
15
20
25

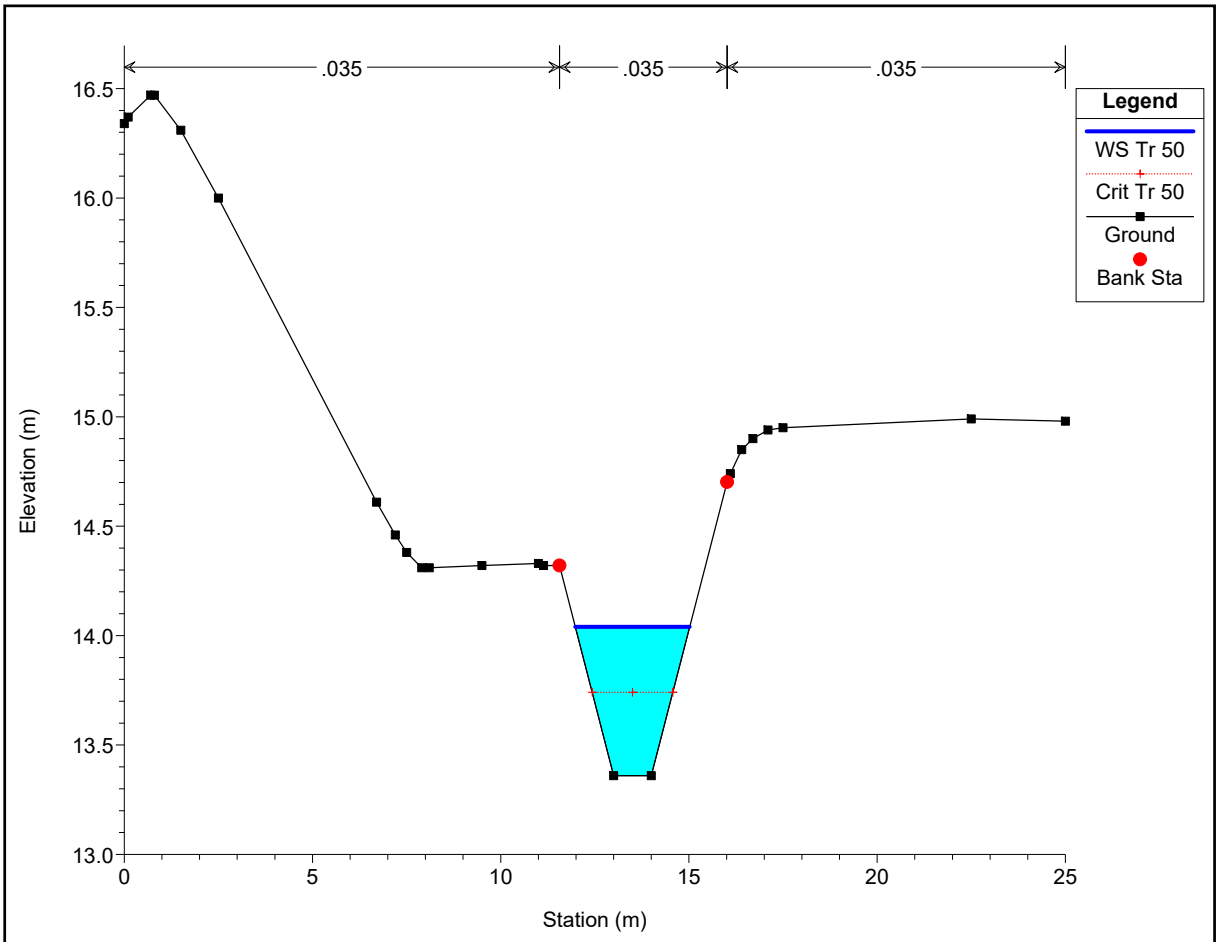

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
0
5
10
15
20
25

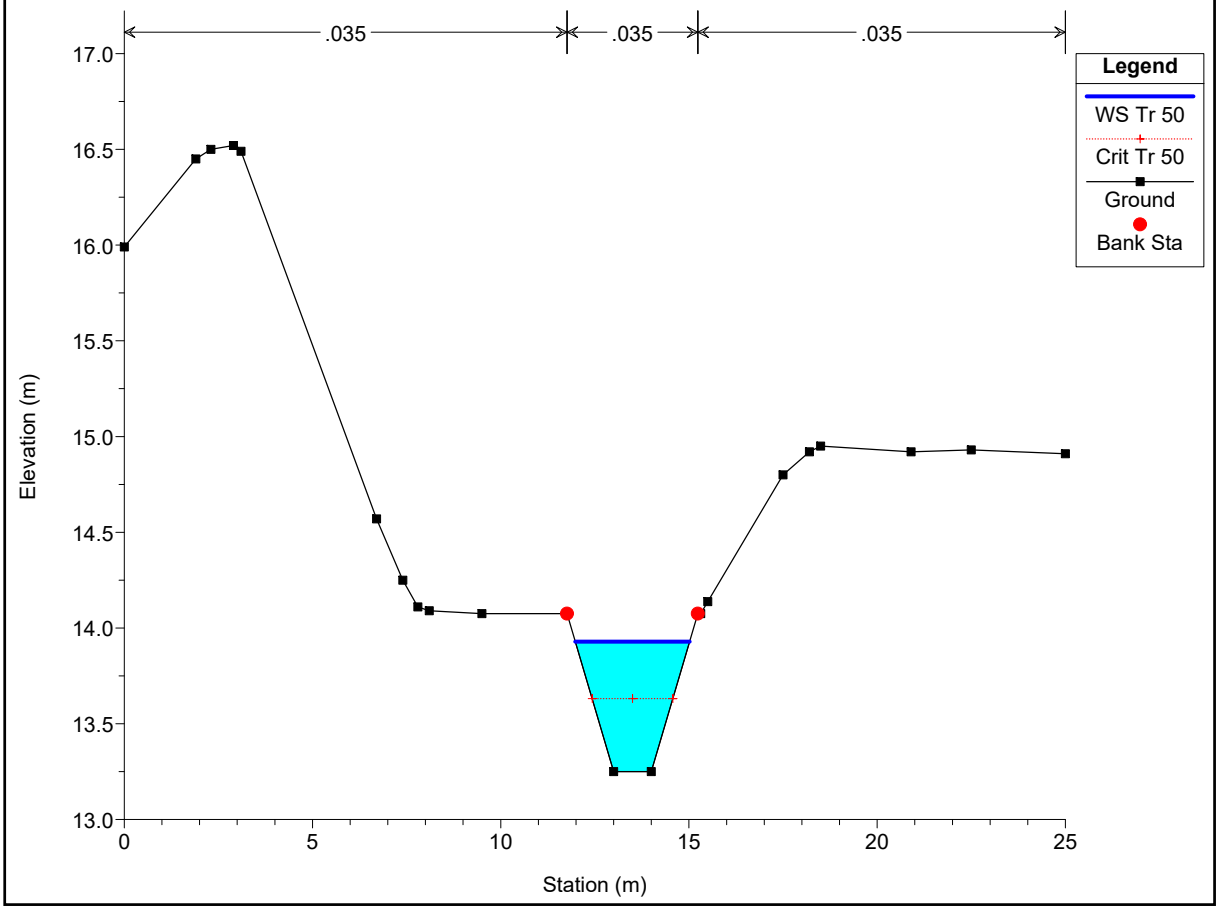

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
0
5
10
15
20
25

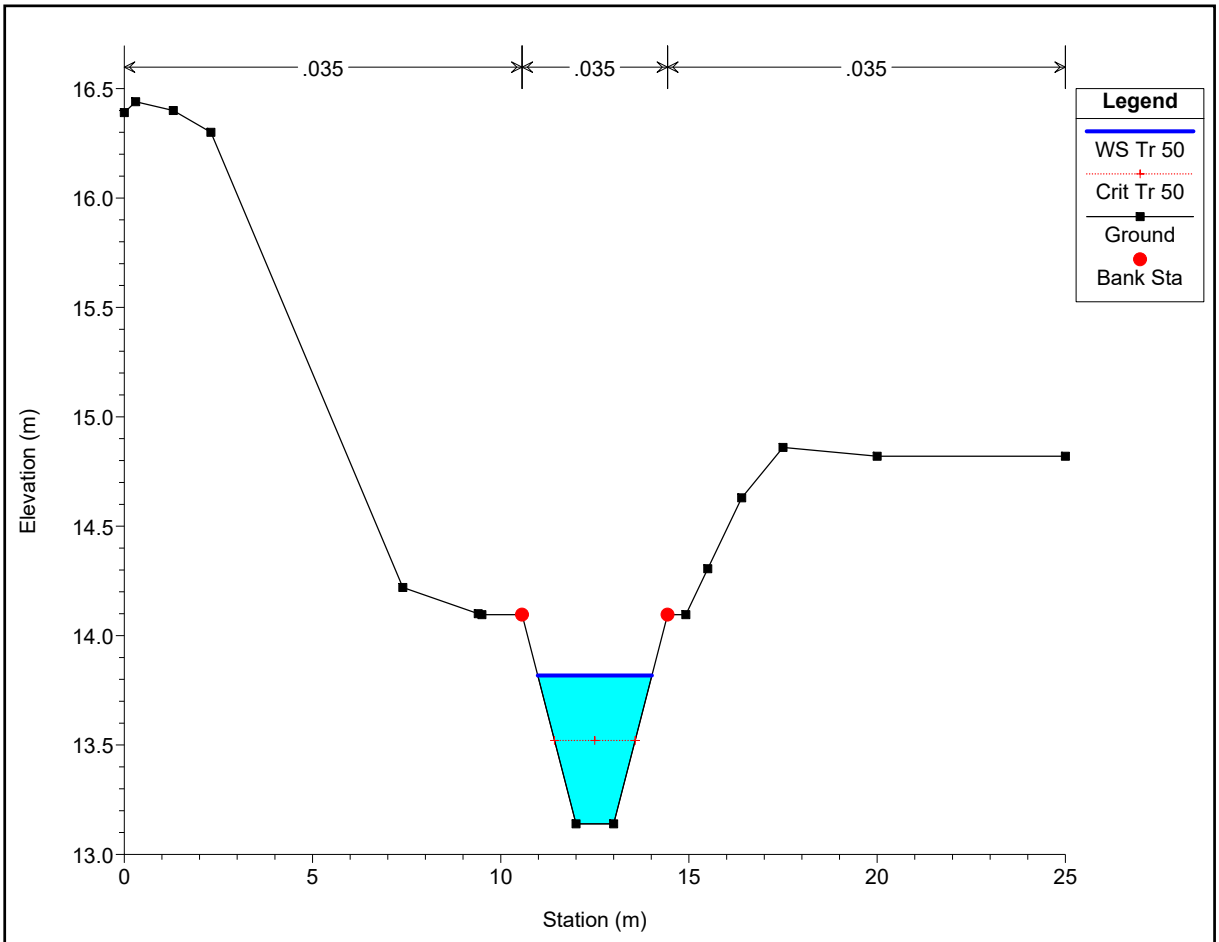

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.5
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
0
5
10
15
20
25

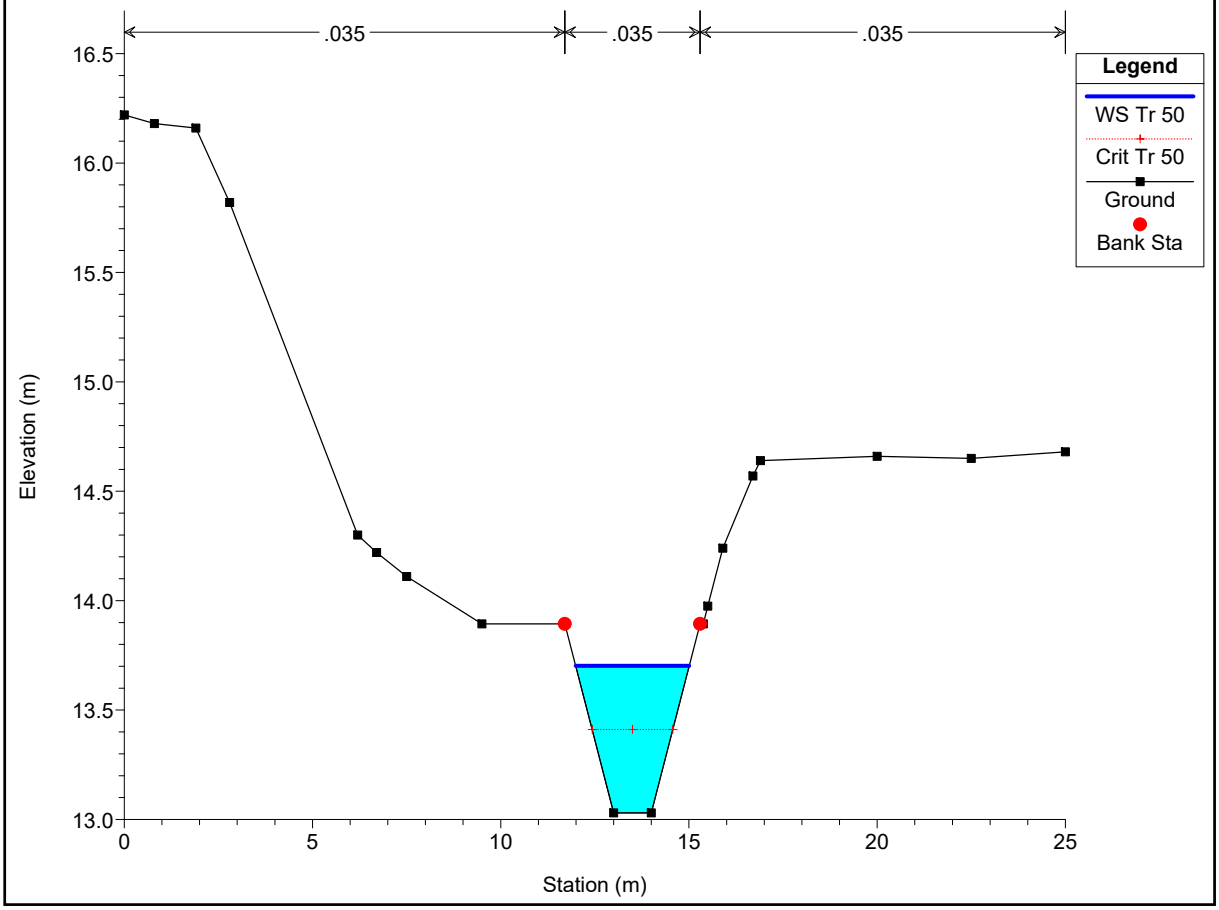

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
0
5
10
15
20
25

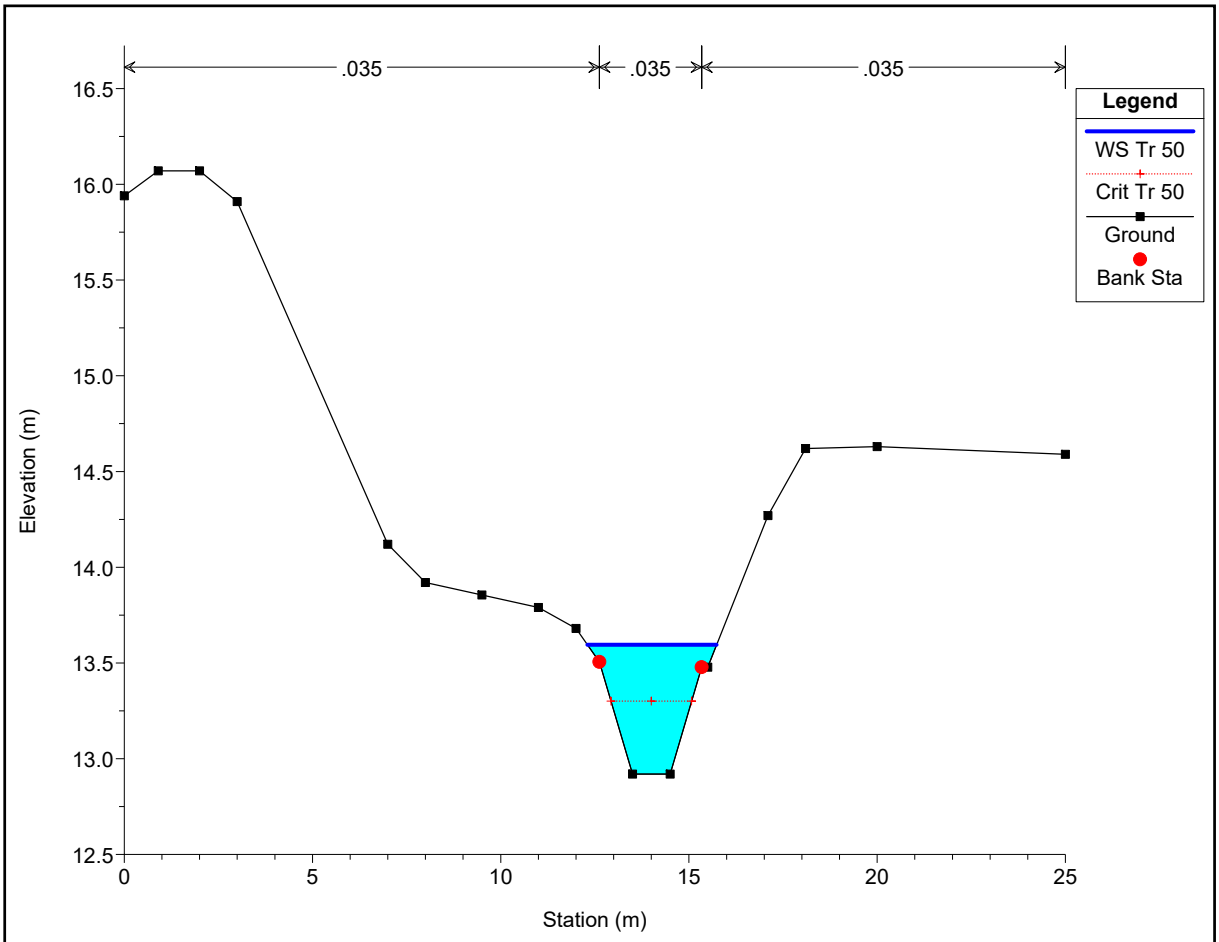

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
0
5
10
15
20
25

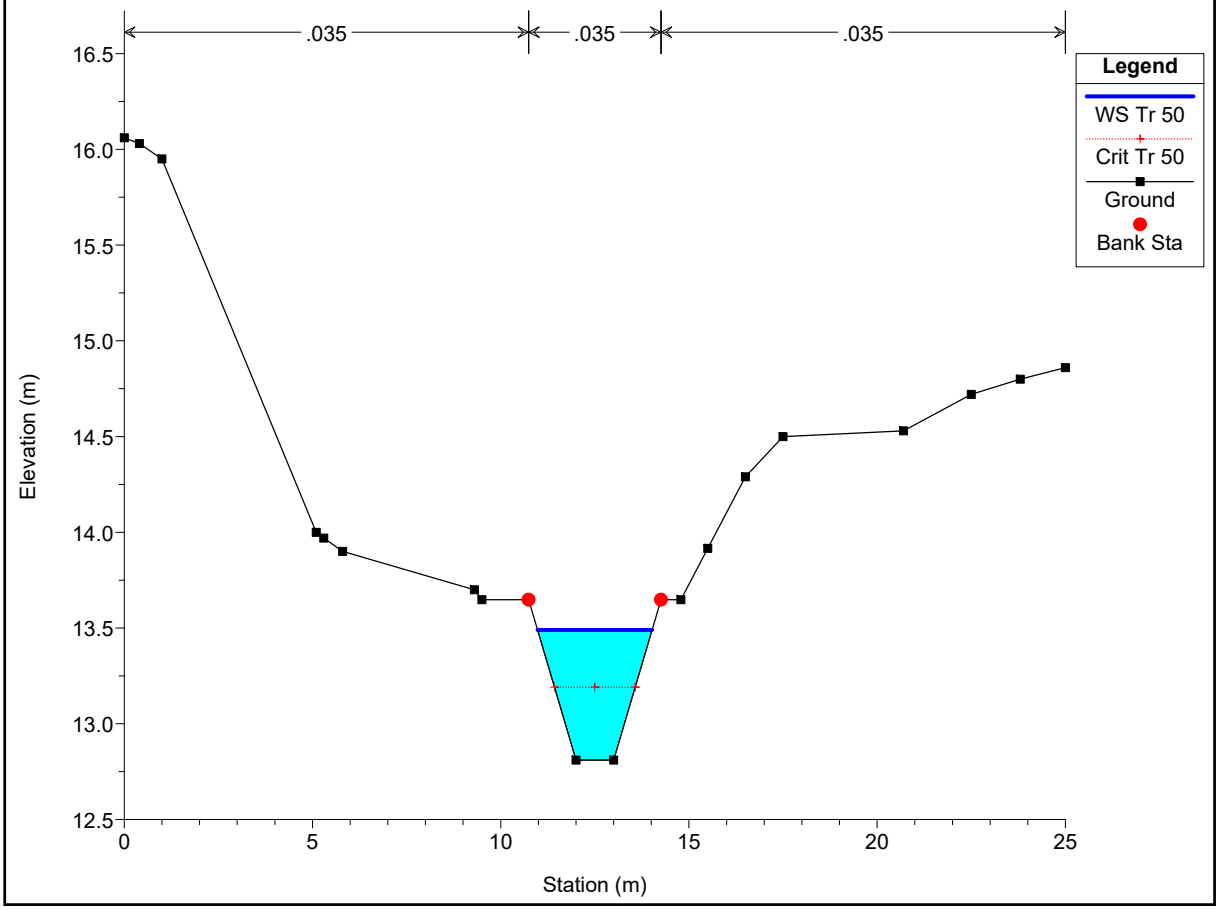

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
0
5
10
15
20
25

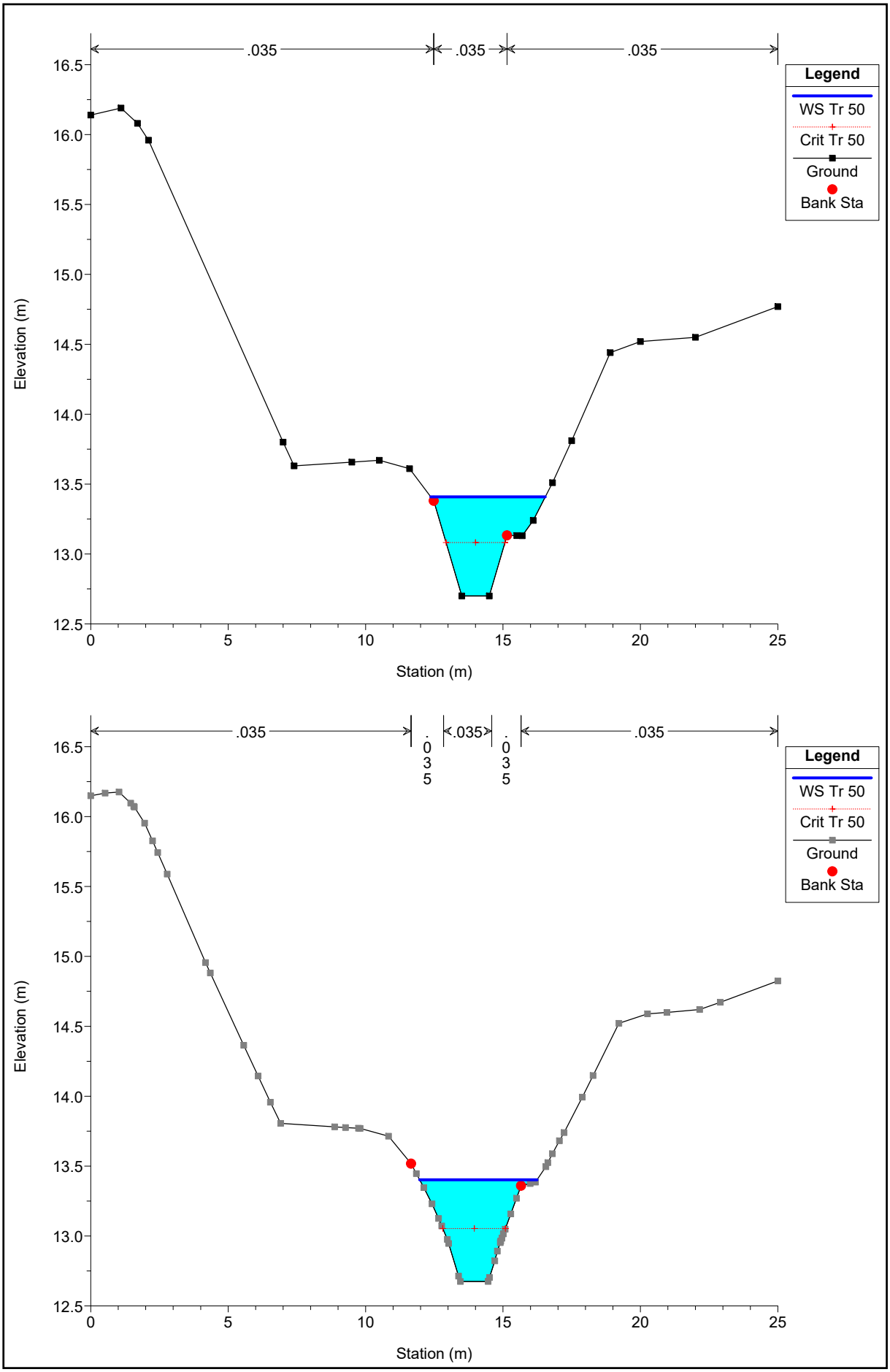

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17.0
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

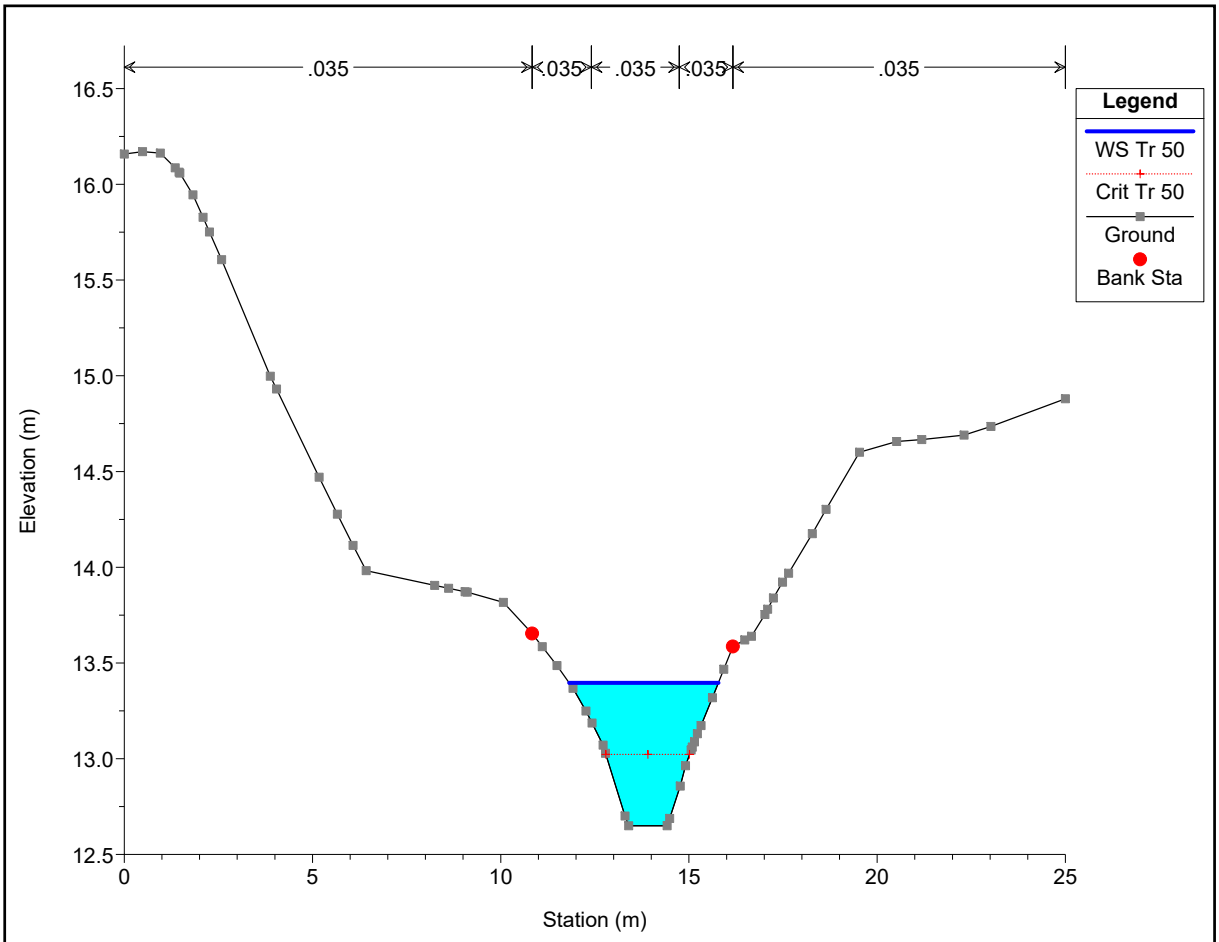

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
0
5
10
15
20
25
Station (m)

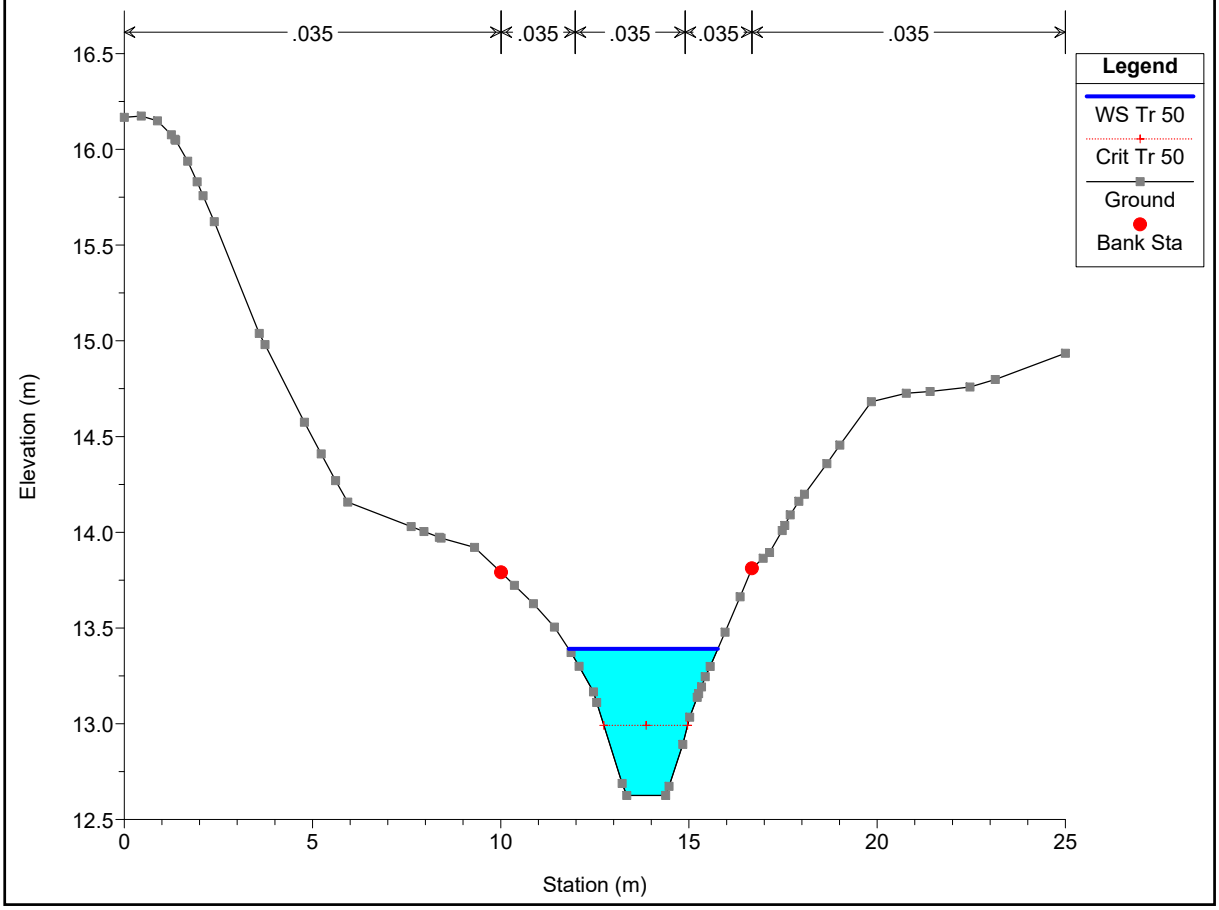

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25

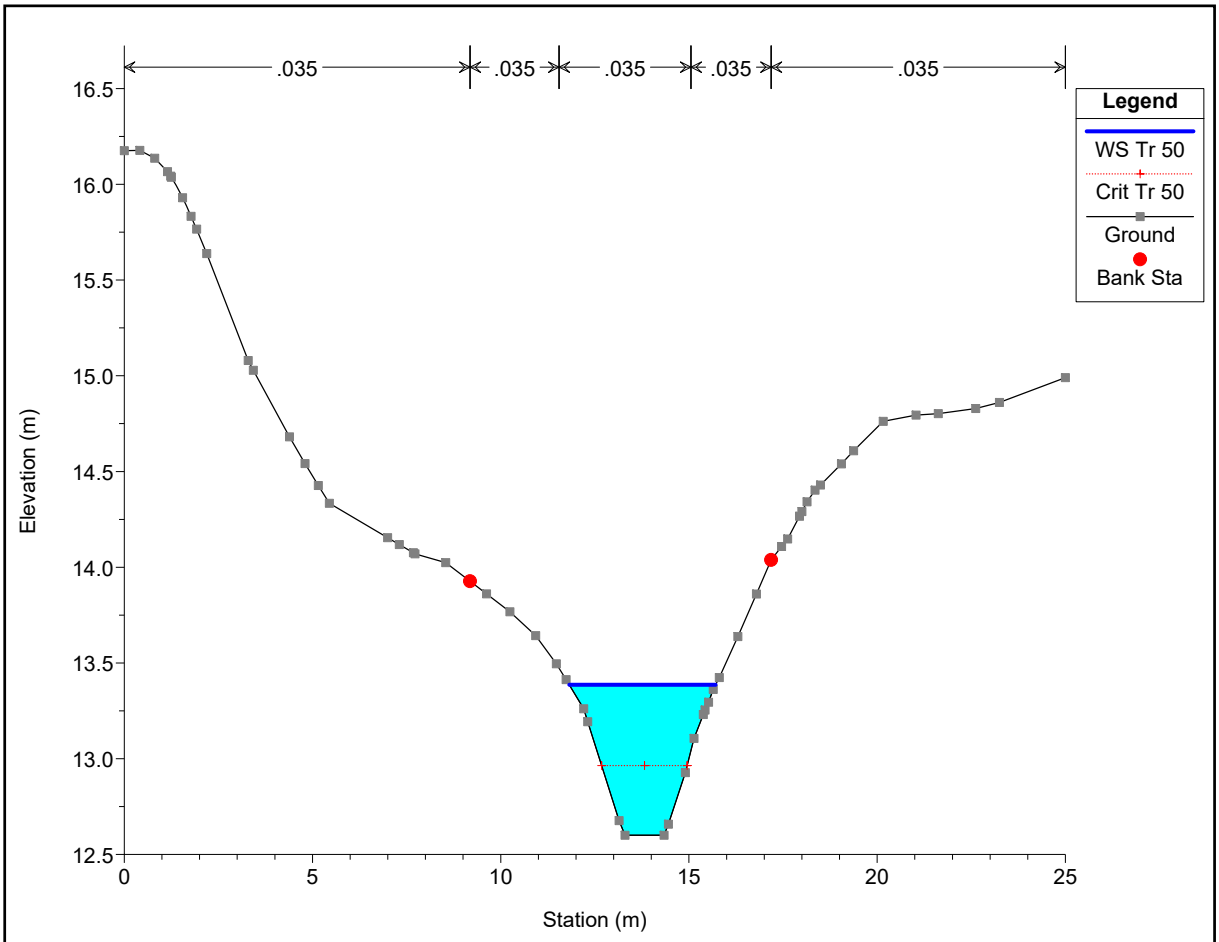

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25

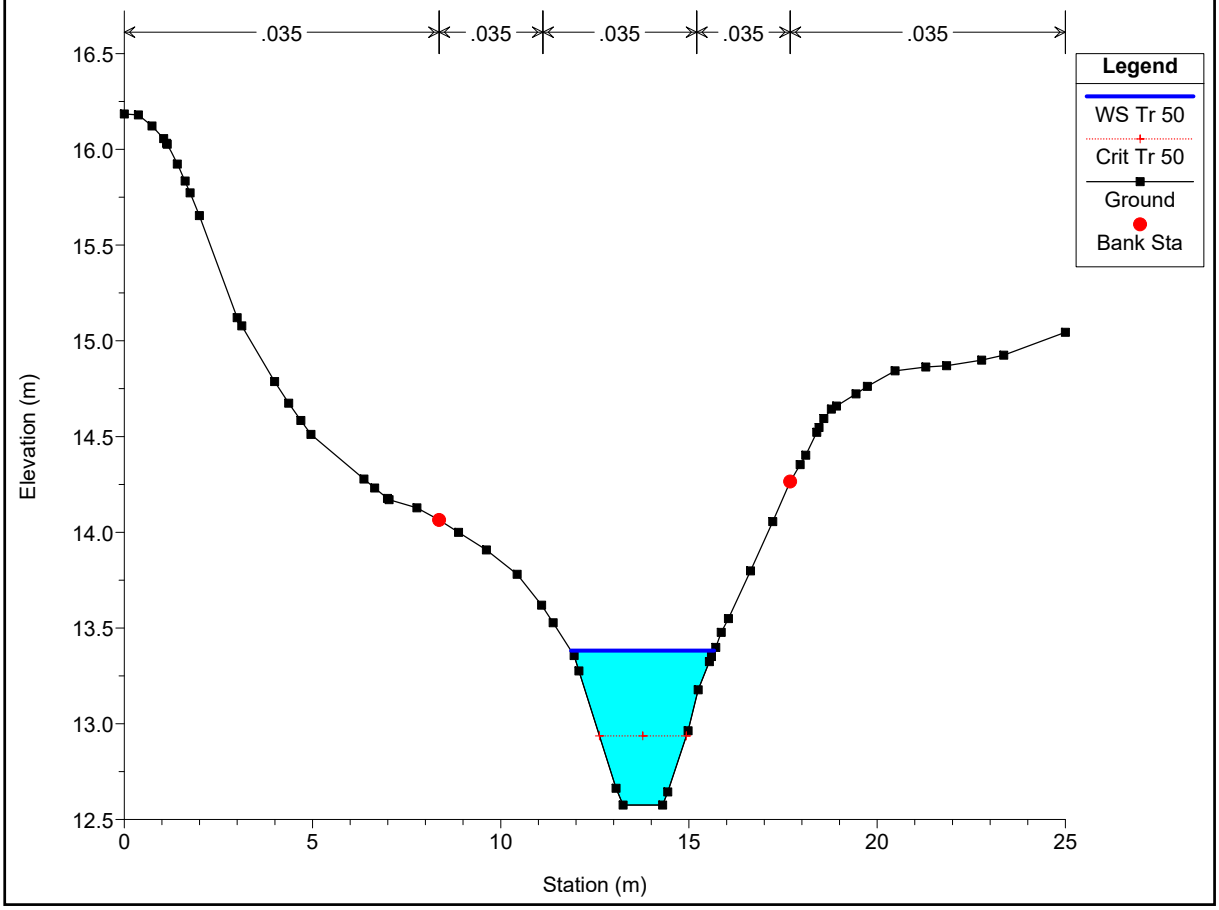

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25

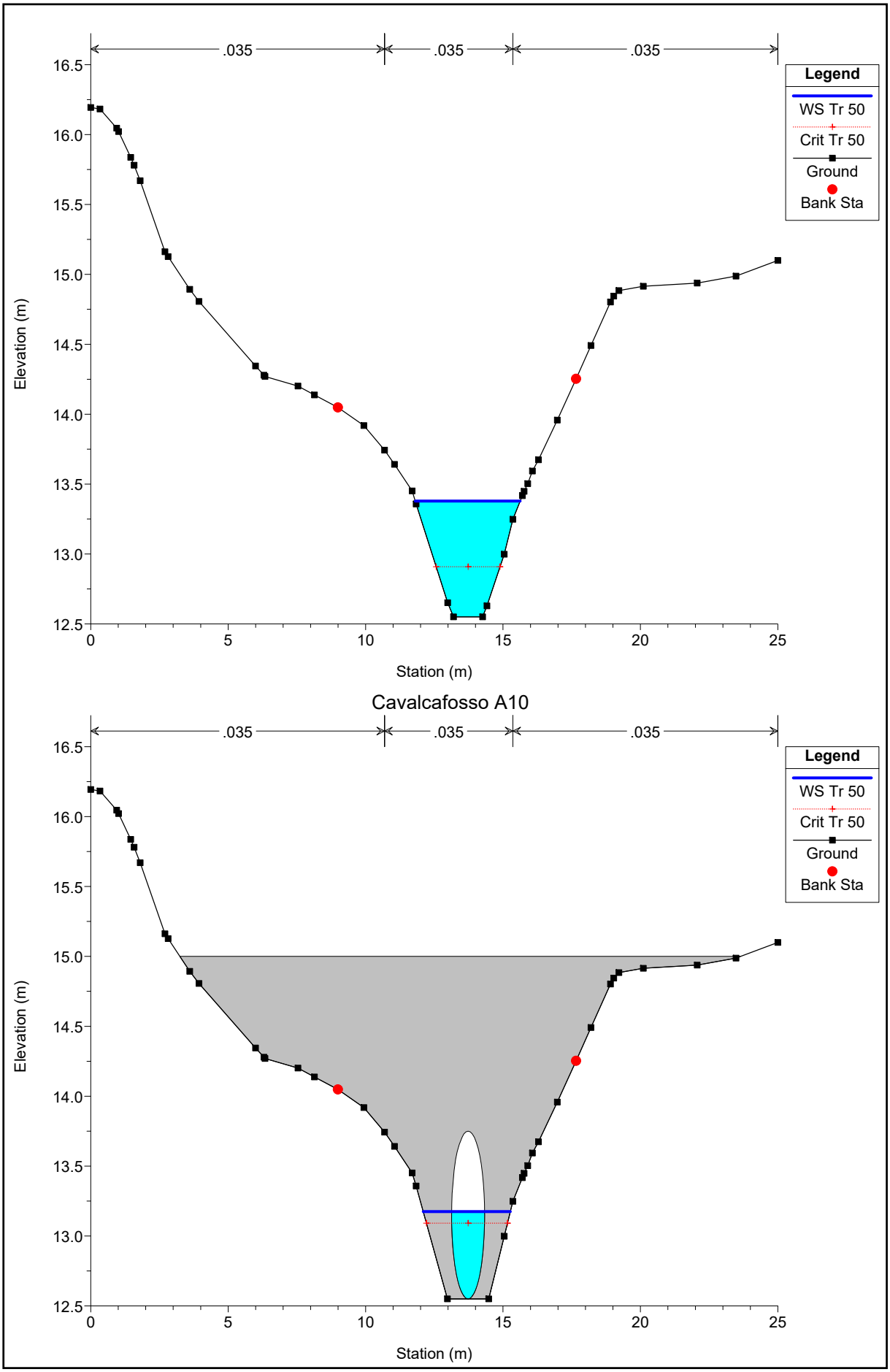
.035
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25
Station (m)

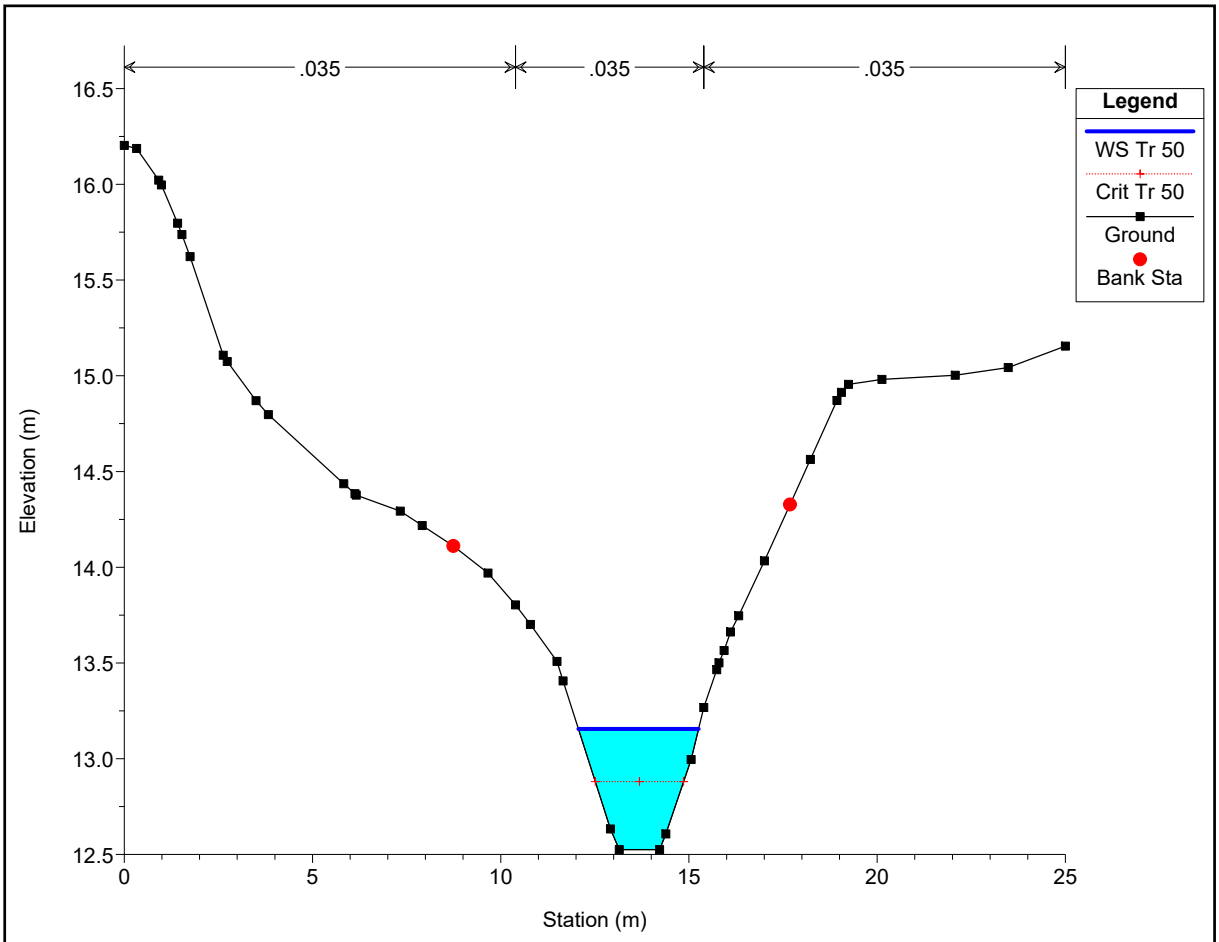

.035
.035
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25
Station (m)

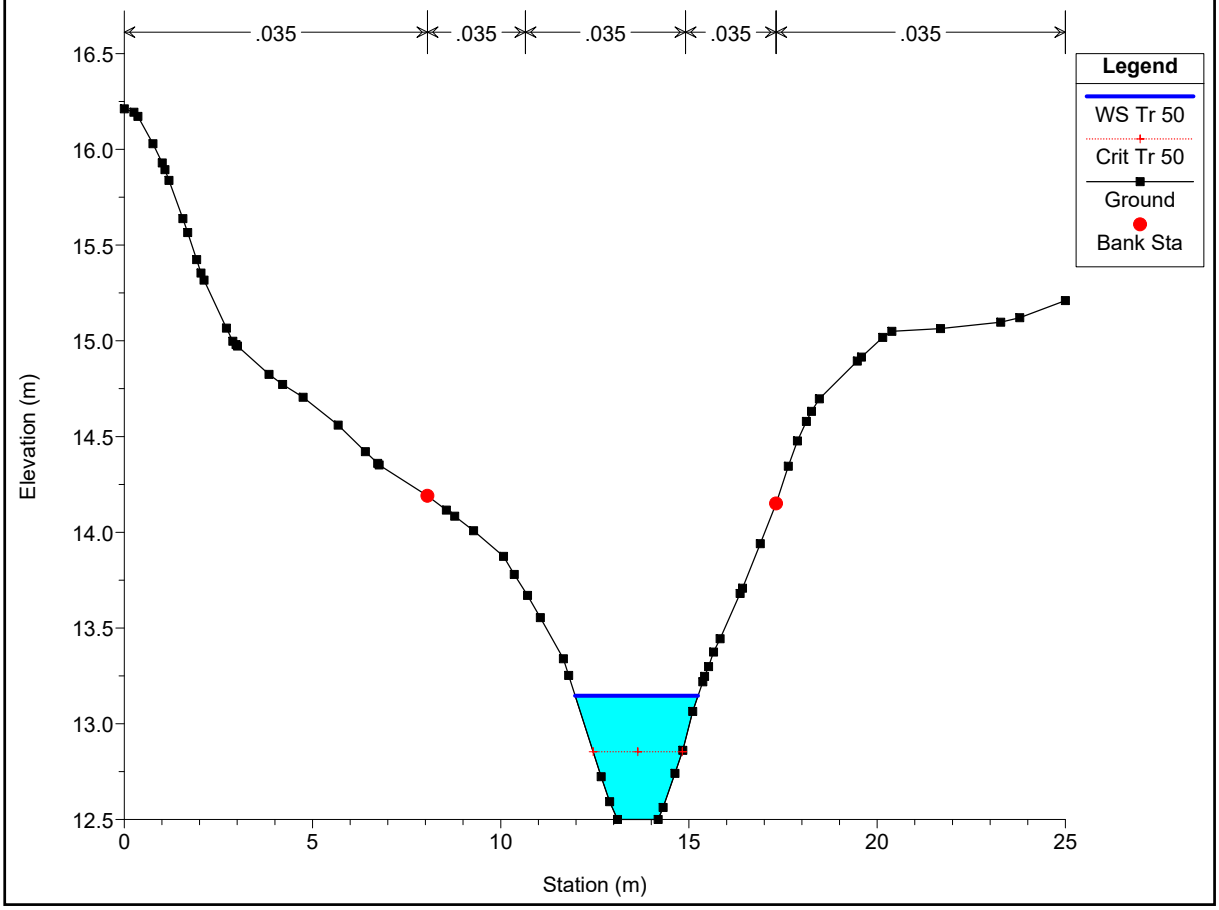

.035
.035
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25
Station (m)

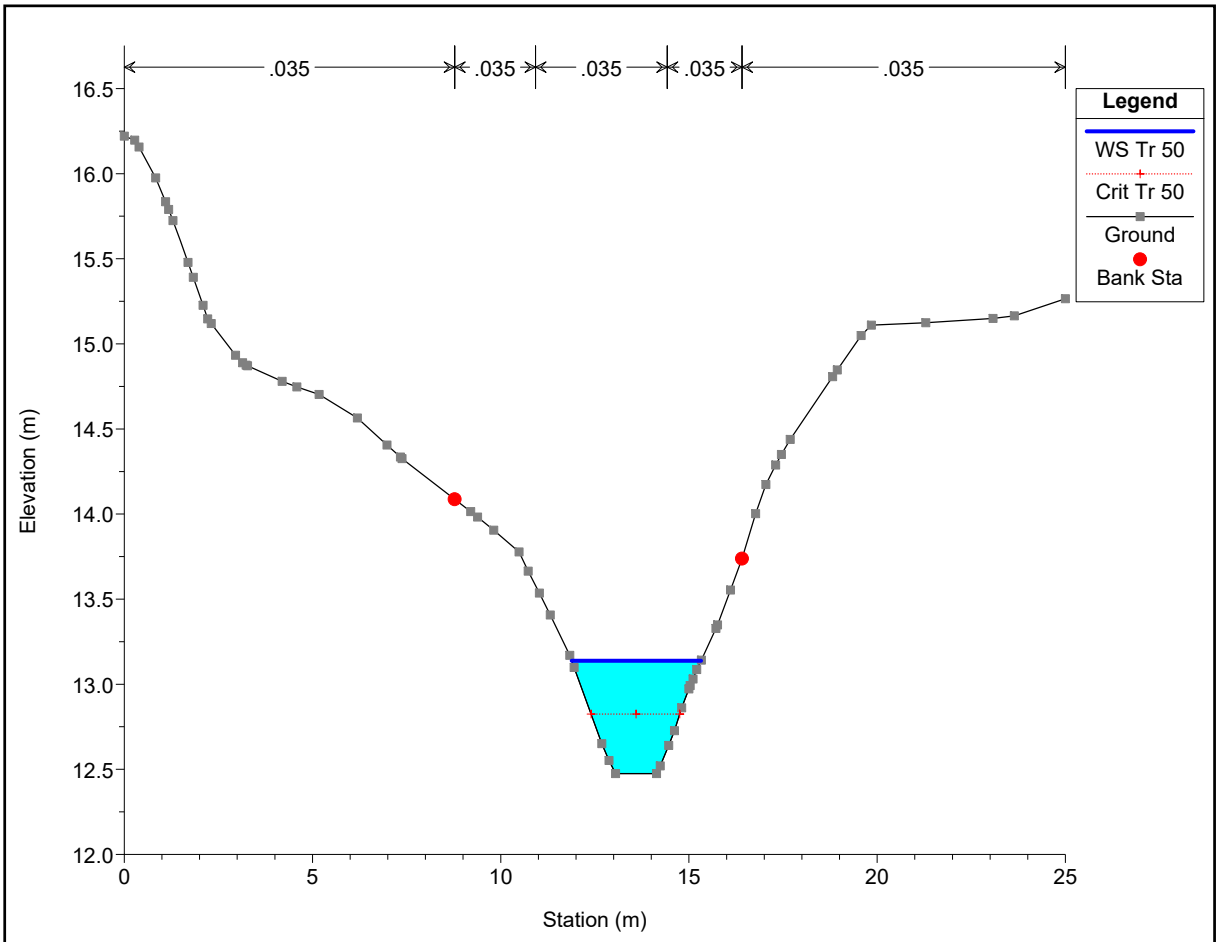

.035
.035
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25
Station (m)

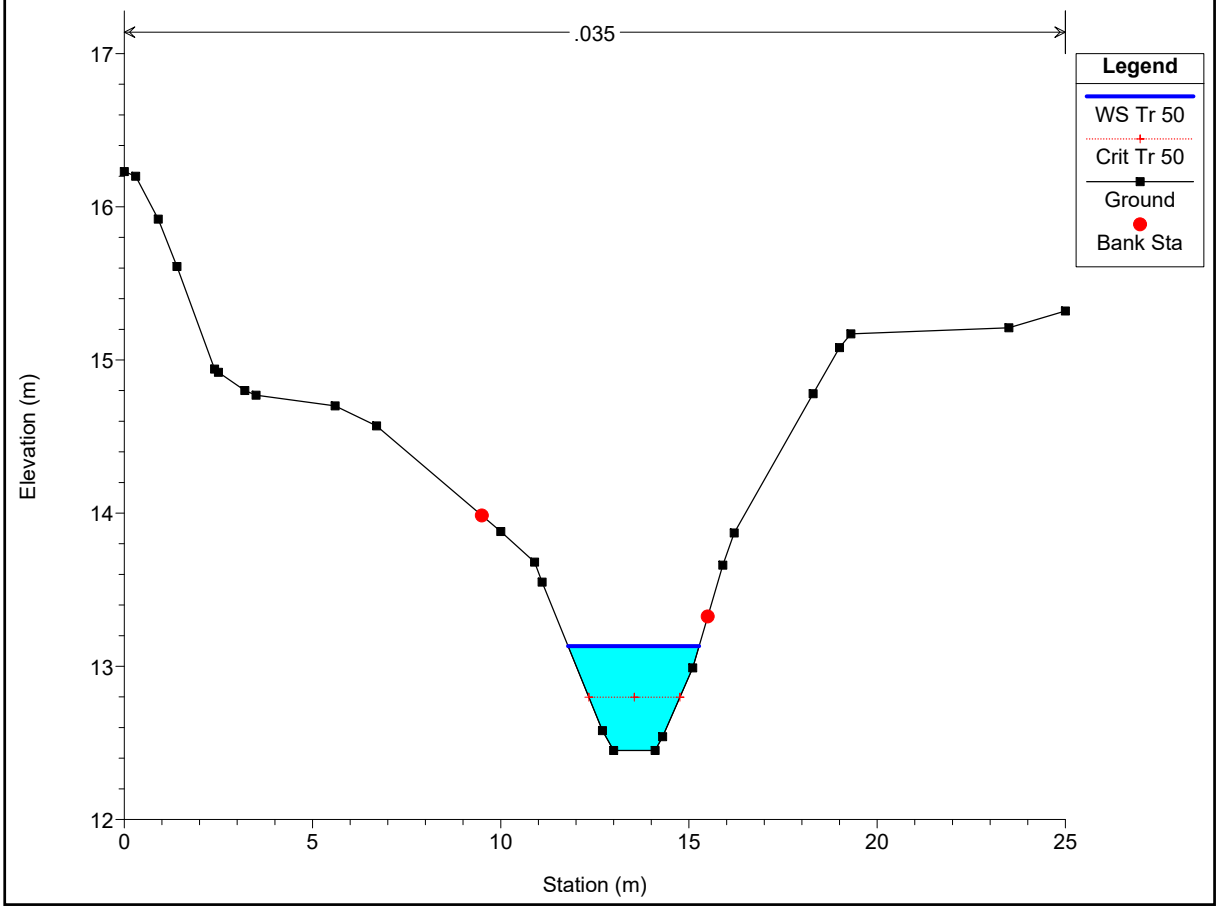


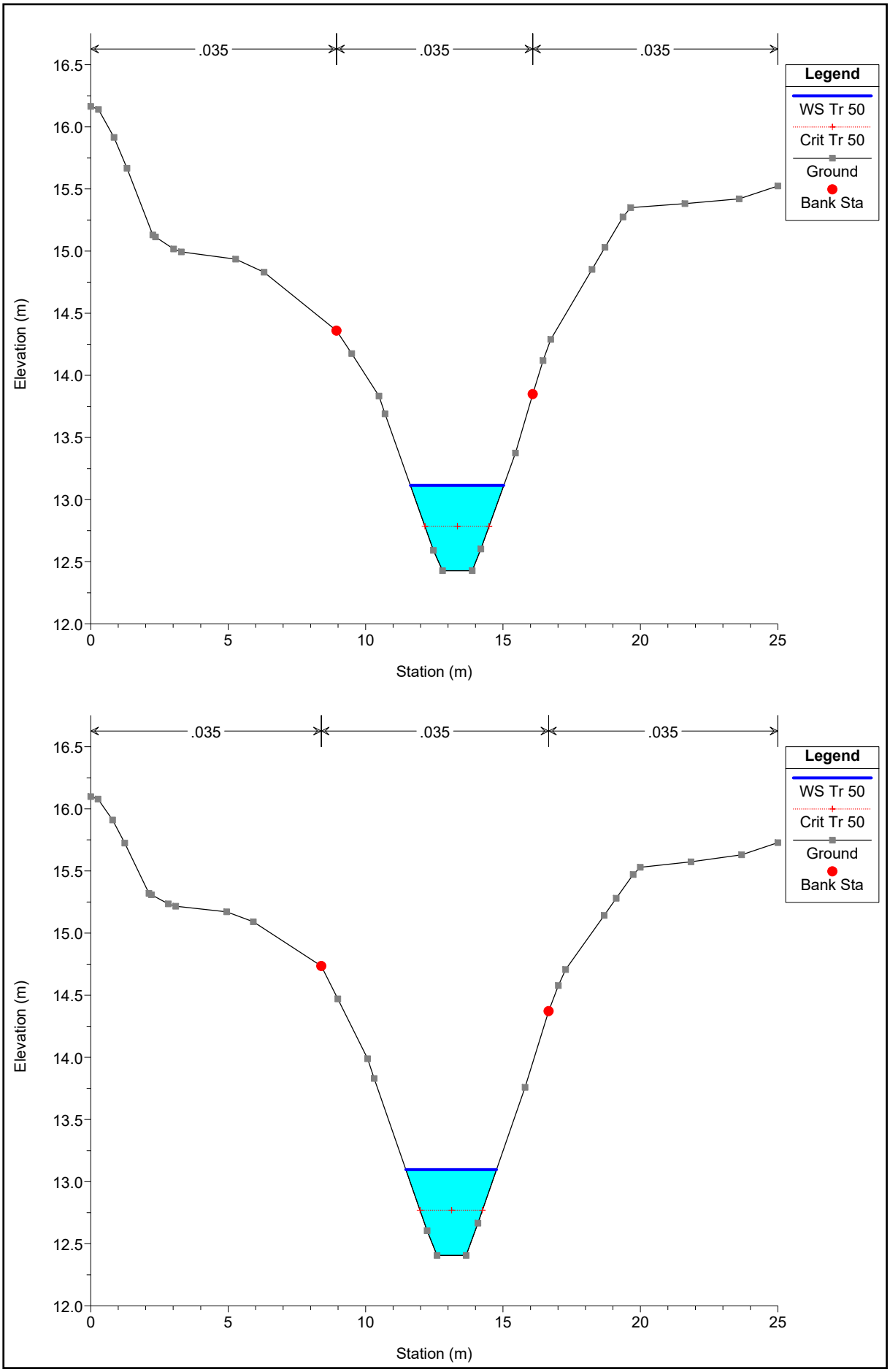
Cavalcafosso A10

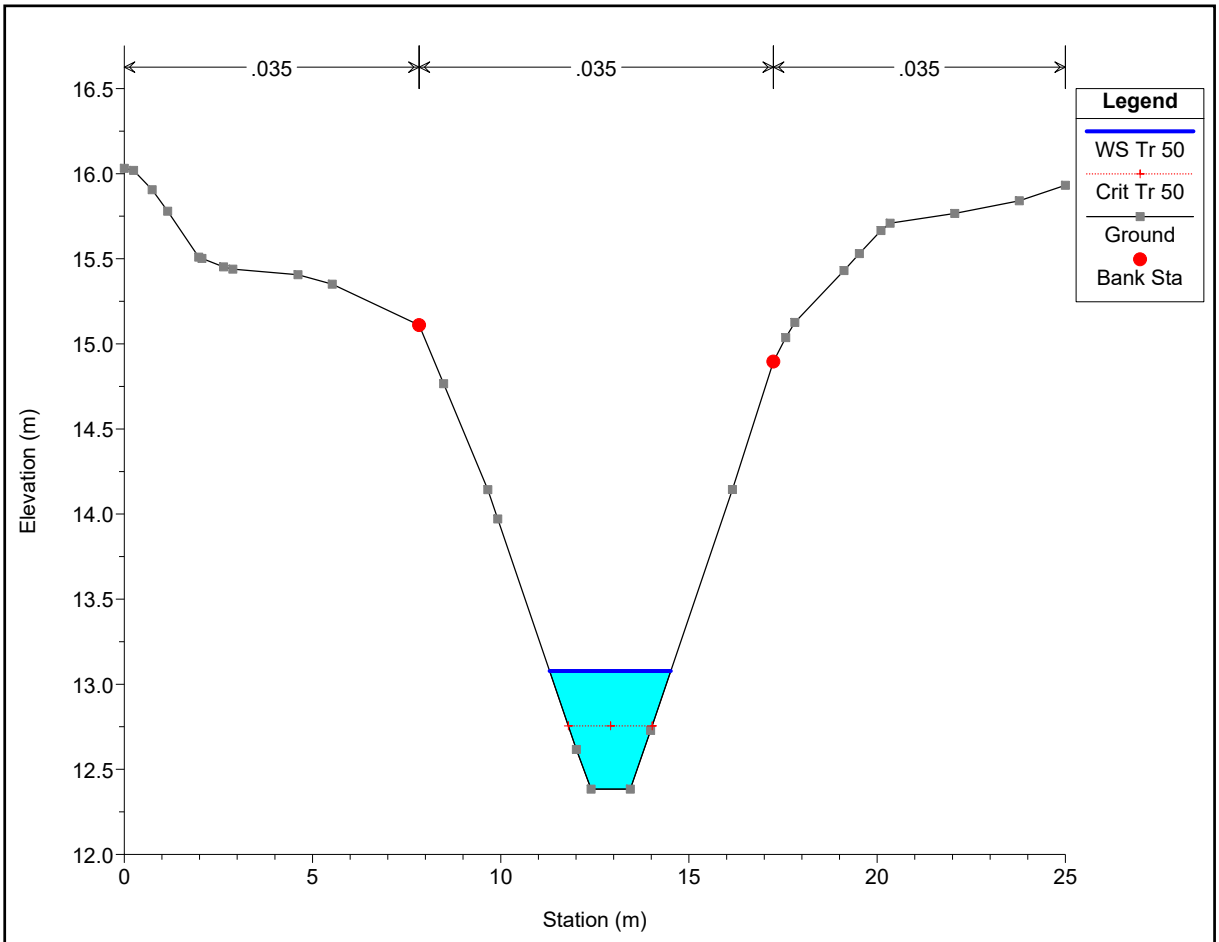

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25

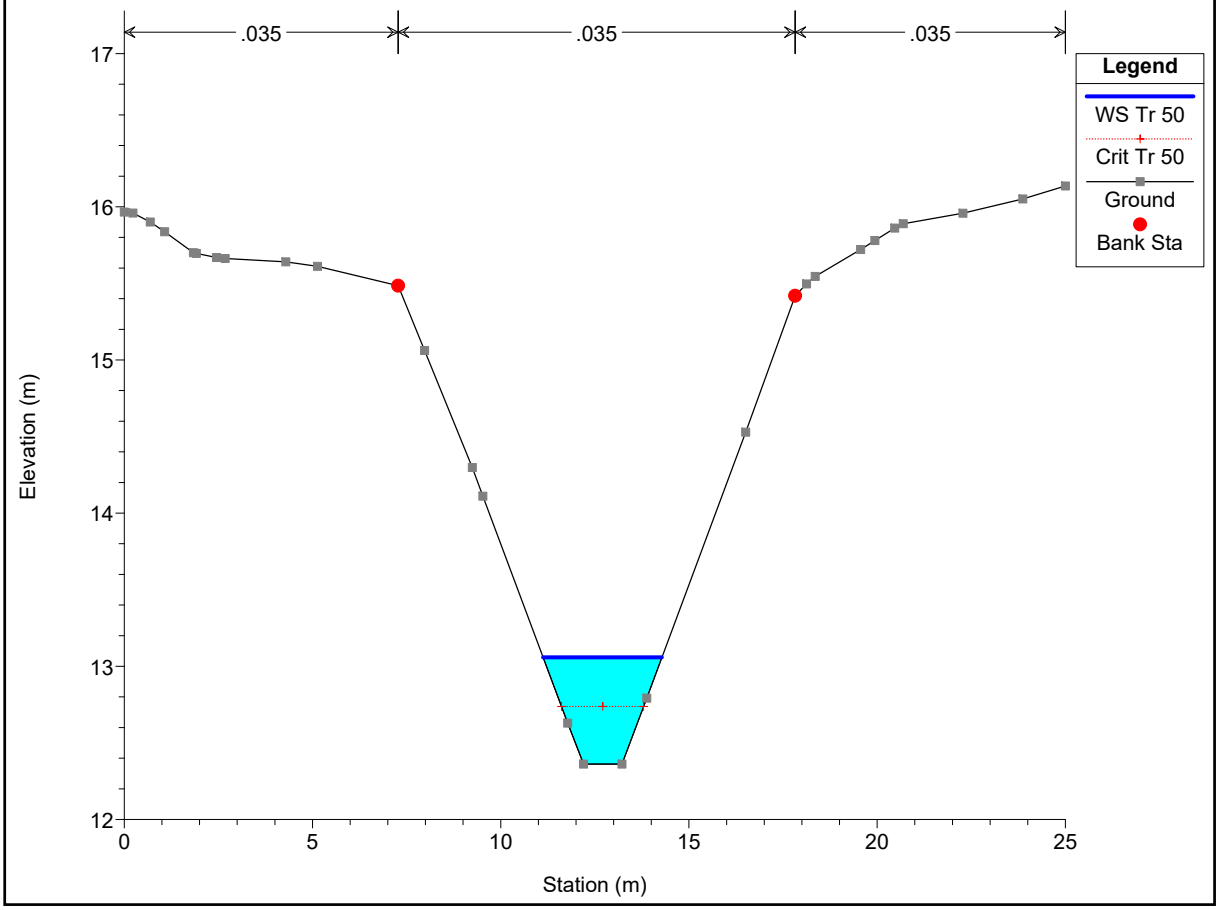

.035
.035
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
12.0
0
5
10
15
20
25


.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17
16
15
14
13
12
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
12.0
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
16.5
16.0
15.5
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
12.0
0
5
10
15
20
25


.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17
16
15
14
13
12
0
5
10
15
20
25

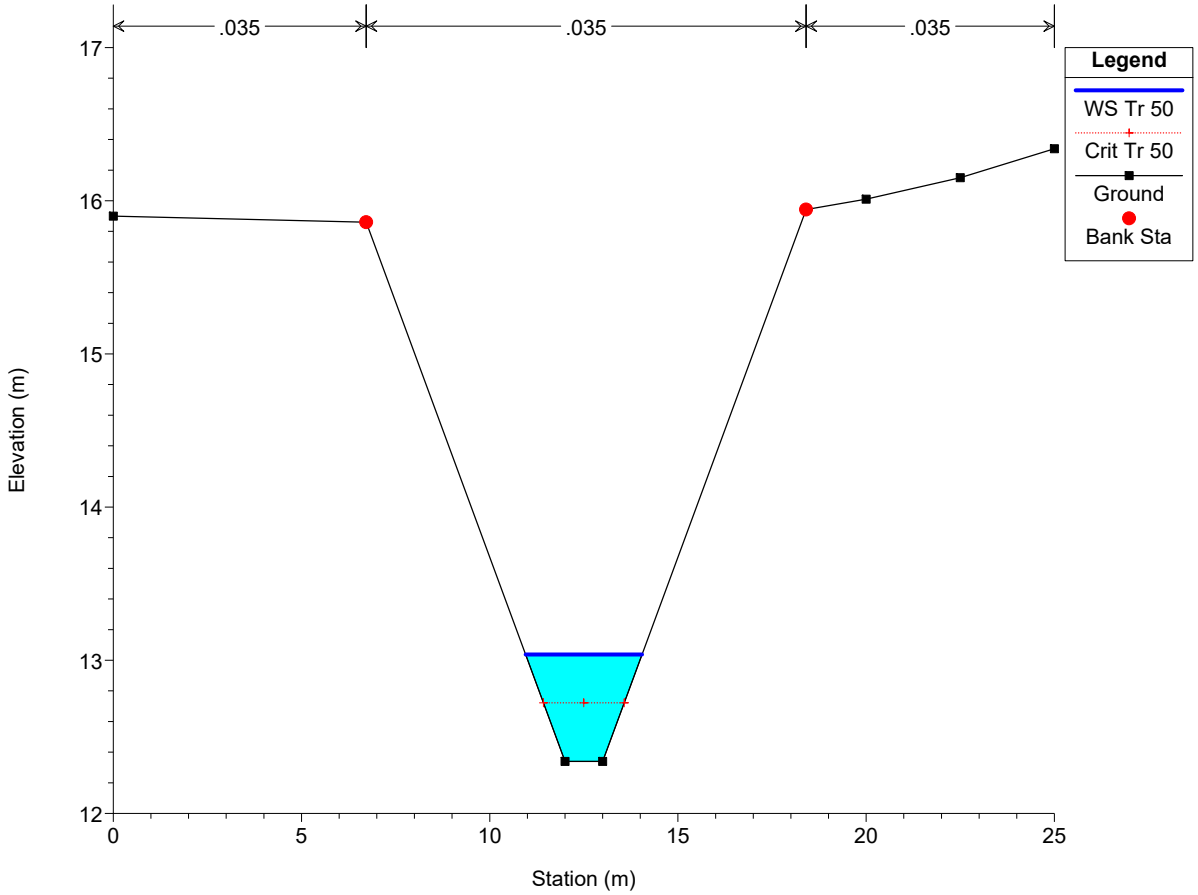

.035
.035
.035
Legend
WS Tr 50
Crit Tr 50
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17
16
15
14
13
12
0
5
10
15
20
25

Tabelle con risultati modello idraulico

HEC-RAS Plan: Plan07 Locations: User Defined Profile: Tr 50

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Controfosso	dx	5218	Tr 50	1.00	25.08	25.58	25.46	25.65	0.007495	1.14	0.88	2.50	0.61
Controfosso	dx	5168	Tr 50	1.00	24.68	25.15	25.06	25.23	0.009257	1.23	0.81	2.42	0.68
Controfosso	dx	5118	Tr 50	1.00	24.28	24.82	24.66	24.88	0.005438	1.01	0.99	2.63	0.53
Controfosso	dx	5068	Tr 50	1.00	23.88	24.27	24.26	24.40	0.019324	1.61	0.62	2.17	0.96
Controfosso	dx	5018	Tr 50	1.00	23.48	24.15	23.86	24.17	0.001643	0.67	1.75	6.78	0.30
Controfosso	dx	4968	Tr 50	1.00	23.37	24.05	23.75	24.08	0.002198	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	4918	Tr 50	1.00	23.26	23.94	23.64	23.97	0.002192	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	4868	Tr 50	1.00	23.15	23.83	23.53	23.86	0.002174	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	4818	Tr 50	1.00	23.04	23.73	23.42	23.75	0.002139	0.72	1.39	3.06	0.34
Controfosso	dx	4768	Tr 50	1.00	22.93	23.62	23.31	23.65	0.002070	0.71	1.41	3.08	0.33
Controfosso	dx	4718	Tr 50	1.00	22.82	23.52	23.20	23.55	0.001939	0.69	1.44	3.11	0.32
Controfosso	dx	4668	Tr 50	1.00	22.71	23.43	23.09	23.46	0.001729	0.66	1.51	3.17	0.31
Controfosso	dx	4618	Tr 50	1.00	22.60	23.36	22.98	23.38	0.001436	0.62	1.61	3.27	0.28
Controfosso	dx	4608.00*	Tr 50	1.00	22.58	23.34	22.96	23.36	0.001372	0.61	1.64	3.29	0.28
Controfosso	dx	4598.00*	Tr 50	1.00	22.56	23.33	22.94	23.35	0.001307	0.60	1.67	3.32	0.27
Controfosso	dx	4588.00*	Tr 50	1.00	22.53	23.32	22.92	23.33	0.001240	0.59	1.70	3.35	0.26
Controfosso	dx	4580.00	Tr 50	1.00	22.52	23.31	22.90	23.32	0.001185	0.58	1.73	3.38	0.26
Controfosso	dx	4560		Culvert									
Controfosso	dx	4546.00	Tr 50	1.00	22.44	23.12	22.82	23.15	0.002195	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	4536.00*	Tr 50	1.00	22.42	23.10	22.80	23.13	0.002194	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	4526.00*	Tr 50	1.00	22.40	23.08	22.78	23.11	0.002194	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	4518	Tr 50	1.00	22.38	23.06	22.76	23.09	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	4468	Tr 50	1.00	22.27	22.95	22.65	22.98	0.002197	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	4418	Tr 50	1.00	22.16	22.84	22.54	22.87	0.002193	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	4368	Tr 50	1.00	22.05	22.73	22.43	22.76	0.002190	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	4318	Tr 50	1.00	21.94	22.62	22.32	22.65	0.002171	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	4268	Tr 50	1.00	21.83	22.52	22.21	22.54	0.002136	0.72	1.39	3.06	0.34
Controfosso	dx	4218	Tr 50	1.00	21.72	22.41	22.10	22.44	0.002067	0.71	1.41	3.08	0.33
Controfosso	dx	4168	Tr 50	1.00	21.61	22.31	21.99	22.34	0.001931	0.69	1.45	3.11	0.32
Controfosso	dx	4118	Tr 50	1.00	21.50	22.22	21.88	22.25	0.001718	0.66	1.51	3.17	0.31
Controfosso	dx	4068	Tr 50	1.00	21.39	22.15	21.77	22.17	0.001421	0.62	1.62	3.27	0.28
Controfosso	dx	4018	Tr 50	1.00	21.28	22.09	21.66	22.10	0.001087	0.56	1.79	3.43	0.25
Controfosso	dx	4008.00*	Tr 50	1.00	21.26	22.08	21.64	22.09	0.001023	0.55	1.83	3.46	0.24
Controfosso	dx	3998.00	Tr 50	1.00	21.24	22.07	21.62	22.08	0.000960	0.53	1.87	3.50	0.23
Controfosso	dx	3988.00	Tr 50	1.00	21.21	22.06	21.60	22.07	0.000899	0.52	1.92	3.54	0.23
Controfosso	dx	3985		Culvert									
Controfosso	dx	3982.00	Tr 50	1.00	21.20	21.88	21.58	21.91	0.002202	0.73	1.38	3.04	0.34

HEC-RAS Plan: Plan07 Locations: User Defined Profile: Tr 50 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Controfosso	dx	3975.00	Tr 50	1.00	21.19	21.87	21.57	21.89	0.002207	0.73	1.38	3.04	0.35
Controfosso	dx	3968	Tr 50	1.00	21.17	21.85	21.55	21.88	0.002199	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	3918	Tr 50	1.00	21.06	21.74	21.44	21.77	0.002195	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	3868	Tr 50	1.00	20.95	21.63	21.33	21.66	0.002194	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	3818	Tr 50	1.00	20.84	21.52	21.22	21.55	0.002183	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	3768	Tr 50	1.00	20.73	21.42	21.11	21.44	0.002147	0.72	1.39	3.06	0.34
Controfosso	dx	3718	Tr 50	1.00	20.62	21.31	21.00	21.34	0.002090	0.71	1.40	3.07	0.34
Controfosso	dx	3668	Tr 50	1.00	20.51	21.21	20.89	21.23	0.001975	0.70	1.43	3.10	0.33
Controfosso	dx	3618	Tr 50	1.00	20.40	21.12	20.78	21.14	0.001787	0.67	1.49	3.15	0.31
Controfosso	dx	3568	Tr 50	1.00	20.29	21.04	20.67	21.06	0.001510	0.63	1.58	3.24	0.29
Controfosso	dx	3518	Tr 50	1.00	20.18	20.97	20.56	20.99	0.001180	0.58	1.74	3.38	0.26
Controfosso	dx	3508.00*	Tr 50	1.00	20.16	20.96	20.54	20.98	0.001114	0.56	1.77	3.41	0.25
Controfosso	dx	3498.00*	Tr 50	1.00	20.14	20.95	20.52	20.97	0.001049	0.55	1.81	3.45	0.24
Controfosso	dx	3488.00*	Tr 50	1.00	20.11	20.94	20.50	20.96	0.000985	0.54	1.86	3.48	0.24
Controfosso	dx	3478.00*	Tr 50	1.00	20.09	20.93	20.47	20.95	0.000924	0.53	1.90	3.52	0.23
Controfosso	dx	3471.00	Tr 50	1.00	20.08	20.93	20.46	20.94	0.000882	0.52	1.93	3.55	0.22
Controfosso	dx	3467.5		Culvert									
Controfosso	dx	3464.00	Tr 50	1.00	20.06	20.74	20.44	20.77	0.002197	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	3454.00*	Tr 50	1.00	20.04	20.72	20.42	20.75	0.002197	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	3444.00*	Tr 50	1.00	20.02	20.70	20.40	20.73	0.002197	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	3434.00*	Tr 50	1.00	19.99	20.68	20.38	20.70	0.002194	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	3424.00*	Tr 50	1.00	19.97	20.65	20.35	20.68	0.002192	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	3418	Tr 50	1.00	19.96	20.64	20.34	20.67	0.002199	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	3368	Tr 50	1.00	19.85	20.53	20.23	20.56	0.002193	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	3318	Tr 50	1.00	19.74	20.42	20.12	20.45	0.002179	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	3268	Tr 50	1.00	19.63	20.32	20.01	20.34	0.002141	0.72	1.39	3.06	0.34
Controfosso	dx	3218	Tr 50	1.00	19.52	20.21	19.90	20.24	0.002075	0.71	1.41	3.07	0.34
Controfosso	dx	3168	Tr 50	1.00	19.41	20.11	19.79	20.14	0.001947	0.69	1.44	3.11	0.33
Controfosso	dx	3118	Tr 50	1.00	19.30	20.02	19.68	20.04	0.001743	0.67	1.50	3.16	0.31
Controfosso	dx	3068	Tr 50	1.00	19.19	19.94	19.57	19.96	0.001454	0.62	1.61	3.26	0.28
Controfosso	dx	3018	Tr 50	1.00	19.08	19.88	19.46	19.90	0.001120	0.57	1.77	3.41	0.25
Controfosso	dx	3008.00*	Tr 50	1.00	19.06	19.87	19.44	19.89	0.001055	0.55	1.81	3.44	0.24
Controfosso	dx	2998.00*	Tr 50	1.00	19.04	19.86	19.42	19.88	0.000992	0.54	1.85	3.48	0.24
Controfosso	dx	2988.00*	Tr 50	1.00	19.01	19.85	19.40	19.87	0.000930	0.53	1.90	3.52	0.23
Controfosso	dx	2978.00*	Tr 50	1.00	18.99	19.84	19.37	19.86	0.000870	0.51	1.94	3.56	0.22
Controfosso	dx	2968	Tr 50	1.00	18.97	19.84	19.35	19.85	0.000812	0.50	1.99	3.60	0.22
Controfosso	dx	2963		Culvert									

HEC-RAS Plan: Plan07 Locations: User Defined Profile: Tr 50 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Controfosso	dx	2957.00	Tr 50	1.00	18.95	19.69	19.33	19.71	0.001576	0.64	1.56	3.22	0.29
Controfosso	dx	2947.00*	Tr 50	1.00	18.92	19.67	19.31	19.69	0.001517	0.63	1.58	3.24	0.29
Controfosso	dx	2937.00*	Tr 50	1.00	18.90	19.66	19.28	19.68	0.001453	0.62	1.61	3.26	0.28
Controfosso	dx	2927.00*	Tr 50	1.00	18.88	19.64	19.26	19.66	0.001389	0.61	1.63	3.29	0.28
Controfosso	dx	2918	Tr 50	1.00	18.86	19.63	19.24	19.65	0.001232	0.60	1.71	4.41	0.26
Controfosso	dx	2908.00*	Tr 50	1.00	18.84	19.62	19.22	19.64	0.001256	0.59	1.70	3.34	0.26
Controfosso	dx	2898.00*	Tr 50	1.00	18.82	19.61	19.20	19.62	0.001189	0.58	1.73	3.38	0.26
Controfosso	dx	2888.00*	Tr 50	1.00	18.79	19.60	19.18	19.61	0.001126	0.57	1.77	3.40	0.25
Controfosso	dx	2878.00*	Tr 50	1.00	18.77	19.59	19.15	19.60	0.001060	0.55	1.81	3.44	0.24
Controfosso	dx	2868	Tr 50	1.00	18.75	19.58	19.13	19.59	0.000996	0.54	1.85	3.48	0.24
Controfosso	dx	2857.00	Tr 50	1.00	18.73	19.57	19.11	19.58	0.000928	0.53	1.90	3.52	0.23
Controfosso	dx	2850		Culvert									
Controfosso	dx	2845.00	Tr 50	1.00	18.70	19.52	19.08	19.54	0.001013	0.54	1.84	3.47	0.24
Controfosso	dx	2840.00*	Tr 50	1.00	18.69	19.52	19.07	19.53	0.000981	0.54	1.86	3.49	0.24
Controfosso	dx	2835.00	Tr 50	1.00	18.68	19.51	19.06	19.53	0.000947	0.53	1.88	3.87	0.23
Controfosso	dx	2830.00*	Tr 50	1.00	18.67	19.51	19.05	19.52	0.000885	0.52	1.93	4.07	0.22
Controfosso	dx	2825.00	Tr 50	1.00	18.66	19.50	19.04	19.52	0.000825	0.51	1.99	4.21	0.22
Controfosso	dx	2822		Culvert									
Controfosso	dx	2818	Tr 50	1.00	18.64	19.32	19.02	19.34	0.002279	0.74	1.36	3.03	0.35
Controfosso	dx	2813.00	Tr 50	1.00	18.63	19.30	19.01	19.33	0.002285	0.74	1.36	3.03	0.35
Controfosso	dx	2804.00*	Tr 50	1.00	18.61	19.28	18.99	19.31	0.002296	0.74	1.36	3.02	0.35
Controfosso	dx	2795.00*	Tr 50	1.00	18.59	19.26	18.97	19.29	0.002309	0.74	1.35	3.02	0.35
Controfosso	dx	2786.00*	Tr 50	1.00	18.57	19.24	18.95	19.27	0.002336	0.74	1.35	3.01	0.35
Controfosso	dx	2777.00*	Tr 50	1.00	18.55	19.22	18.93	19.25	0.002358	0.74	1.34	3.01	0.36
Controfosso	dx	2768	Tr 50	1.00	18.53	19.20	18.91	19.23	0.002377	0.75	1.34	3.01	0.36
Controfosso	dx	2718	Tr 50	1.00	18.42	19.09	18.80	19.12	0.001923	0.71	1.56	6.06	0.33
Controfosso	dx	2668	Tr 50	1.00	18.31	18.99	18.69	19.02	0.002235	0.73	1.37	3.04	0.35
Controfosso	dx	2618	Tr 50	1.00	18.20	18.88	18.58	18.90	0.002271	0.73	1.36	3.03	0.35
Controfosso	dx	2568	Tr 50	1.00	18.09	18.76	18.47	18.79	0.002375	0.75	1.34	3.01	0.36
Controfosso	dx	2518	Tr 50	1.00	17.98	18.66	18.36	18.68	0.001899	0.72	1.52	5.31	0.33
Controfosso	dx	2468	Tr 50	1.00	17.87	18.55	18.25	18.58	0.002199	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	2418	Tr 50	1.00	17.76	18.44	18.14	18.47	0.002195	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	2368	Tr 50	1.00	17.65	18.33	18.03	18.36	0.002184	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	2318	Tr 50	1.00	17.54	18.22	17.92	18.25	0.002154	0.72	1.39	3.05	0.34
Controfosso	dx	2268	Tr 50	1.00	17.43	18.12	17.81	18.15	0.002101	0.71	1.40	3.07	0.34
Controfosso	dx	2218	Tr 50	1.00	17.32	18.02	17.70	18.04	0.001998	0.70	1.43	3.09	0.33
Controfosso	dx	2168	Tr 50	1.00	17.21	17.92	17.59	17.95	0.001823	0.68	1.48	3.14	0.32

HEC-RAS Plan: Plan07 Locations: User Defined Profile: Tr 50 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Controfosso	dx	2118	Tr 50	1.00	17.10	17.84	17.48	17.86	0.001559	0.64	1.56	3.22	0.29
Controfosso	dx	2068	Tr 50	1.00	16.99	17.77	17.37	17.79	0.001234	0.59	1.71	3.35	0.26
Controfosso	dx	2058.00*	Tr 50	1.00	16.97	17.76	17.35	17.78	0.001167	0.57	1.74	3.39	0.26
Controfosso	dx	2048.00*	Tr 50	1.00	16.95	17.75	17.33	17.77	0.001101	0.56	1.78	3.42	0.25
Controfosso	dx	2038.00*	Tr 50	1.00	16.92	17.74	17.31	17.76	0.001039	0.55	1.82	3.45	0.24
Controfosso	dx	2028.00*	Tr 50	1.00	16.90	17.73	17.28	17.75	0.000975	0.54	1.86	3.49	0.23
Controfosso	dx	2018	Tr 50	1.00	16.88	17.72	17.26	17.74	0.000913	0.52	1.91	3.53	0.23
Controfosso	dx	2015.00	Tr 50	1.00	16.87	17.72	17.25	17.73	0.000894	0.52	1.92	3.54	0.23
Controfosso	dx	2010		Culvert									
Controfosso	dx	2007.00	Tr 50	1.00	16.86	17.54	17.24	17.56	0.002191	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1997.00*	Tr 50	1.00	16.83	17.52	17.21	17.54	0.002187	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1987.00*	Tr 50	1.00	16.81	17.49	17.19	17.52	0.002186	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1977.00*	Tr 50	1.00	16.79	17.47	17.17	17.50	0.002197	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1968	Tr 50	1.00	16.77	17.45	17.15	17.48	0.002196	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1918	Tr 50	1.00	16.66	17.34	17.04	17.37	0.002188	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1868	Tr 50	1.00	16.55	17.23	16.93	17.26	0.002165	0.72	1.39	3.05	0.34
Controfosso	dx	1818	Tr 50	1.00	16.44	17.13	16.82	17.15	0.002123	0.72	1.40	3.06	0.34
Controfosso	dx	1768	Tr 50	1.00	16.33	17.02	16.71	17.05	0.002038	0.71	1.42	3.08	0.33
Controfosso	dx	1718	Tr 50	1.00	16.22	16.93	16.60	16.95	0.001884	0.69	1.46	3.12	0.32
Controfosso	dx	1668	Tr 50	1.00	16.11	16.84	16.49	16.86	0.001647	0.65	1.53	3.19	0.30
Controfosso	dx	1618	Tr 50	1.00	16.00	16.77	16.38	16.79	0.001334	0.60	1.66	3.31	0.27
Controfosso	dx	1568	Tr 50	1.00	15.89	16.71	16.27	16.73	0.001001	0.54	1.84	3.48	0.24
Controfosso	dx	1563.00*	Tr 50	1.00	15.88	16.71	16.26	16.72	0.000969	0.54	1.87	3.50	0.23
Controfosso	dx	1558.00*	Tr 50	1.00	15.87	16.71	16.25	16.72	0.000938	0.53	1.89	3.51	0.23
Controfosso	dx	1553.00*	Tr 50	1.00	15.86	16.70	16.24	16.71	0.000908	0.52	1.91	3.53	0.23
Controfosso	dx	1548.00	Tr 50	1.00	15.85	16.70	16.23	16.71	0.000878	0.52	1.94	3.55	0.22
Controfosso	dx	1544.5		Culvert									
Controfosso	dx	1541.00	Tr 50	1.00	15.83	16.51	16.21	16.54	0.002200	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1536.00*	Tr 50	1.00	15.82	16.50	16.20	16.53	0.002202	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1531.00*	Tr 50	1.00	15.81	16.49	16.19	16.52	0.002200	0.73	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1526.00*	Tr 50	1.00	15.80	16.48	16.18	16.51	0.002203	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1521.00*	Tr 50	1.00	15.79	16.47	16.17	16.49	0.002205	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1518	Tr 50	1.00	15.78	16.46	16.16	16.49	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1468	Tr 50	1.00	15.67	16.35	16.05	16.38	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1418	Tr 50	1.00	15.56	16.24	15.94	16.27	0.002202	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1368	Tr 50	1.00	15.45	16.13	15.83	16.16	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1318	Tr 50	1.00	15.34	16.02	15.72	16.05	0.002199	0.73	1.38	3.04	0.34

HEC-RAS Plan: Plan07 Locations: User Defined Profile: Tr 50 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Controfosso	dx	1268	Tr 50	1.00	15.23	15.91	15.61	15.94	0.002198	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	1218	Tr 50	1.00	15.12	15.80	15.50	15.83	0.002192	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1168	Tr 50	1.00	15.01	15.69	15.39	15.72	0.002175	0.72	1.38	3.05	0.34
Controfosso	dx	1118	Tr 50	1.00	14.90	15.59	15.28	15.61	0.002139	0.72	1.39	3.06	0.34
Controfosso	dx	1068	Tr 50	1.00	14.79	15.48	15.17	15.51	0.002072	0.71	1.41	3.07	0.33
Controfosso	dx	1018	Tr 50	1.00	14.68	15.38	15.06	15.41	0.001941	0.69	1.44	3.11	0.32
Controfosso	dx	968	Tr 50	1.00	14.57	15.29	14.95	15.31	0.001733	0.66	1.51	3.17	0.31
Controfosso	dx	918	Tr 50	1.00	14.46	15.22	14.84	15.24	0.001439	0.62	1.61	3.27	0.28
Controfosso	dx	868	Tr 50	1.00	14.35	15.16	14.73	15.17	0.001105	0.56	1.78	3.42	0.25
Controfosso	dx	863.00*	Tr 50	1.00	14.34	15.15	14.72	15.17	0.001073	0.56	1.80	3.43	0.25
Controfosso	dx	858.00*	Tr 50	1.00	14.33	15.14	14.71	15.16	0.001041	0.55	1.82	3.45	0.24
Controfosso	dx	853.00*	Tr 50	1.00	14.32	15.14	14.70	15.16	0.001009	0.54	1.84	3.47	0.24
Controfosso	dx	848.00*	Tr 50	1.00	14.31	15.14	14.69	15.15	0.000979	0.54	1.86	3.49	0.24
Controfosso	dx	843.00*	Tr 50	1.00	14.30	15.13	14.68	15.15	0.000948	0.53	1.88	3.51	0.23
Controfosso	dx	838.00*	Tr 50	1.00	14.28	15.13	14.67	15.14	0.000918	0.52	1.91	3.53	0.23
Controfosso	dx	833.00	Tr 50	1.00	14.27	15.12	14.65	15.14	0.000887	0.52	1.93	3.55	0.22
Controfosso	dx	829.5		Culvert									
Controfosso	dx	826.00	Tr 50	1.00	14.26	14.94	14.64	14.97	0.002205	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	818	Tr 50	1.00	14.24	14.92	14.62	14.95	0.002201	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	808.00*	Tr 50	1.00	14.22	14.90	14.60	14.93	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	798.00*	Tr 50	1.00	14.20	14.88	14.58	14.90	0.002201	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	788.00*	Tr 50	1.00	14.17	14.86	14.56	14.88	0.002203	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	778.00*	Tr 50	1.00	14.15	14.83	14.53	14.86	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	768	Tr 50	1.00	14.13	14.81	14.51	14.84	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	718	Tr 50	1.00	14.02	14.70	14.40	14.73	0.002200	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	668	Tr 50	1.00	13.91	14.59	14.29	14.62	0.002198	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	618	Tr 50	1.00	13.80	14.48	14.18	14.51	0.002202	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	568	Tr 50	1.00	13.69	14.37	14.07	14.40	0.002204	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	518	Tr 50	1.00	13.58	14.26	13.96	14.29	0.002204	0.73	1.38	3.04	0.34
Controfosso	dx	468	Tr 50	1.00	13.47	14.15	13.85	14.18	0.002208	0.73	1.38	3.04	0.35
Controfosso	dx	418	Tr 50	1.00	13.36	14.04	13.74	14.07	0.002217	0.73	1.37	3.04	0.35
Controfosso	dx	368	Tr 50	1.00	13.25	13.93	13.63	13.96	0.002229	0.73	1.37	3.04	0.35
Controfosso	dx	318	Tr 50	1.00	13.14	13.82	13.52	13.84	0.002252	0.73	1.37	3.03	0.35
Controfosso	dx	268	Tr 50	1.00	13.03	13.70	13.41	13.73	0.002324	0.74	1.35	3.02	0.35
Controfosso	dx	218	Tr 50	1.00	12.92	13.59	13.30	13.62	0.002003	0.74	1.39	3.43	0.34
Controfosso	dx	168	Tr 50	1.00	12.81	13.49	13.19	13.52	0.002219	0.73	1.37	3.04	0.35
Controfosso	dx	118	Tr 50	1.00	12.70	13.41	13.08	13.43	0.001390	0.64	1.68	4.17	0.28

HEC-RAS Plan: Plan07 Locations: User Defined Profile: Tr 50 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Controfosso	dx	113.00*	Tr 50	1.00	12.68	13.40	13.05	13.42	0.001453	0.60	1.68	4.27	0.29
Controfosso	dx	108.00*	Tr 50	1.00	12.65	13.40	13.02	13.41	0.001347	0.57	1.75	3.97	0.28
Controfosso	dx	103.00*	Tr 50	1.00	12.63	13.39	12.99	13.41	0.001216	0.55	1.80	3.96	0.26
Controfosso	dx	98.00*	Tr 50	1.00	12.60	13.39	12.96	13.40	0.001069	0.54	1.87	3.89	0.25
Controfosso	dx	93.00	Tr 50	1.00	12.58	13.38	12.94	13.40	0.000911	0.51	1.95	3.80	0.23
Controfosso	dx	88.00	Tr 50	1.00	12.55	13.38	12.91	13.39	0.000778	0.49	2.05	3.82	0.21
Controfosso	dx	85.5		Culvert									
Controfosso	dx	83.00	Tr 50	1.00	12.53	13.16	12.88	13.18	0.002240	0.72	1.38	3.19	0.35
Controfosso	dx	78.000	Tr 50	1.00	12.50	13.15	12.85	13.17	0.002014	0.69	1.44	3.27	0.33
Controfosso	dx	73.000*	Tr 50	1.00	12.47	13.14	12.83	13.16	0.001787	0.66	1.52	3.44	0.32
Controfosso	dx	68	Tr 50	1.00	12.45	13.13	12.80	13.15	0.001481	0.62	1.62	3.48	0.29
Controfosso	dx	58.000*	Tr 50	1.00	12.43	13.11	12.79	13.14	0.001625	0.64	1.56	3.40	0.30
Controfosso	dx	48.000*	Tr 50	1.00	12.41	13.10	12.77	13.12	0.001723	0.66	1.52	3.30	0.31
Controfosso	dx	38.000*	Tr 50	1.00	12.38	13.08	12.76	13.10	0.001812	0.67	1.49	3.22	0.32
Controfosso	dx	28.000*	Tr 50	1.00	12.36	13.06	12.74	13.08	0.001903	0.69	1.46	3.15	0.32
Controfosso	dx	18	Tr 50	1.00	12.34	13.04	12.72	13.06	0.002001	0.70	1.43	3.09	0.33