

**S.S.121 "Cataneese"**  
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. UP62

**PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

**RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)*

**PROGETTISTA:**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*  
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*  
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*  
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

*MANDATARIA:*

*MANDANTI:*



**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)*

**RESPONSABILE SIA:**


*Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Luigi Mupo*


**IDROLOGIA E IDRAULICA  
RELAZIONE IDRAULICA**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	UP62_T00ID00IDRRE02_C			
DPUP0062	D 23	CODICE ELAB.	T00ID00IDRRE02	C	varie
D					
C	REVISIONE A SEGUITO RIESAME ANAS	APR. 2024	D. DI LORENZO	S. SAMMATARO	G. PIAZZA
B	REVISIONE IN RISCONTRO AI PARERI ANAS	NOV. 2023	D. DI LORENZO	M. CUCCARO	G. PIAZZA
A	EMISSIONE	FEB. 2023	D. DI LORENZO	M. CUCCARO	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO


S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

## **INDICE**

1	PREMESSA .....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	6
3	ANALISI IDRAULICA DELLE ASTE FLUVIALI .....	7
3.1	Identificazione dell'area di studio .....	7
3.2	Metodologie di Calcolo .....	13
3.3	Modelli idraulici e condizioni al contorno .....	13
3.4	Simulazioni idrauliche .....	15
3.5	Confronto tra ante e post operam .....	15
3.5.1	Torrente Eleuterio Foce .....	17
3.5.2	Torrente Sant'Antonio .....	20
3.5.3	Vallone Rigano .....	22
3.5.4	Fiume Eleuterio .....	24
3.5.5	Fiume Milicia .....	25
3.5.6	Quadro riepilogativo .....	27
3.6	Interazioni tra corrente idrica e opere in alveo .....	30
3.6.1	Trasporto solido .....	30
3.6.2	Capacità di trasporto .....	32
3.6.3	Stima del trasporto solido .....	34
3.6.4	Dimensionamento opere di difesa delle pile e spondale .....	37
4	SISTEMA DI DRENAGGIO .....	46
4.1	Obiettivi e criteri della progettazione idraulica .....	46
4.2	Classificazione e descrizione degli interventi .....	47
4.2.1	Opere per il drenaggio delle acque di piattaforma .....	47
4.2.2	Opere per il drenaggio delle acque di versante .....	49
5	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA .....	51

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		
UP62	<b>Relazione Idraulica</b>	

<b>5.1</b>	<b>Schema di drenaggio della piattaforma stradale .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2</b>	<b>Viabilità principale .....</b>	<b>51</b>
5.2.1	Determinazione della pioggia critica.....	52
5.2.2	Determinazione dell'interasse dei sistemi di drenaggio.....	54
5.2.3	Dimensionamento dei collettori di recapito di piattaforma.....	62
<b>5.3</b>	<b>Viabilità complementare e svincoli .....</b>	<b>70</b>
5.3.1	Determinazione della pioggia critica per la piattaforma stradale.....	70
5.3.2	Determinazione dell'interasse delle canalette ad embrici .....	70
5.3.1	Verifica dell'efficienza idraulica di embrici. ....	71
<b>6</b>	<b>TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA .....</b>	<b>72</b>
<b>6.1</b>	<b>Qualità delle acque di dilavamento .....</b>	<b>72</b>
<b>6.2</b>	<b>Descrizione degli impianti di trattamento .....</b>	<b>72</b>
6.2.1	Vasca monoblocco sedimentazione e disoleazione.....	73
6.2.2	Pozzetti.....	77
6.2.3	Collettori di adduzione.....	77
6.2.4	Manufatto di rilascio .....	78
<b>7</b>	<b>DRENAGGIO DELLE ACQUE DI VERSANTE.....</b>	<b>78</b>
<b>7.1</b>	<b>Tombini.....</b>	<b>78</b>
7.1.1	Determinazione delle portate di progetto .....	79
7.1.2	Verifica idraulica.....	80
<b>7.2</b>	<b>Fossi di guardia.....</b>	<b>84</b>
7.2.1	Determinazione delle portate di progetto .....	84
7.2.2	Verifica idraulica.....	85
<b>7.3</b>	<b>Sistemazione Inalveazione.....</b>	<b>88</b>
<b>8</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>94</b>

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione Idraulica</b>	

## 1 **PREMESSA**

---

La presente relazione idraulica è parte integrante del progetto definitivo dell' "Itinerario Palermo-Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta".

Il tratto in esame ha uno sviluppo di circa 16,5 Km ed interessa la frazione iniziale dell'itinerario. Esso è compreso tra lo svincolo presente sulla A19, che collega le città di Palermo e Catania e la rotatoria di Bolognetta (comune di Palermo e situato a sud-est del capoluogo) e prevede, inoltre, una bretella di raccordo con la SS113 "Settentrionale Sicula", connessa tramite la rotatoria di Bagheria.

L'intervento è parte di un più esteso intervento riguardante l'ammodernamento dell'itinerario Palermo – Agrigento (S.S. 121 – Catanese) che, nel complesso, si propone in primo luogo di ridurre l'alta incidentalità dell'itinerario attuale e di garantire un più capace, e rapido, collegamento tra i due capoluoghi ed i relativi opposti versanti costieri, collegando con essi le aree più interne.

L'intervento ricade nei Comuni di Misilmeri, Marineo e Bolognetta. L'infrastruttura rappresenta un'opera strategica per il collegamento della Sicilia meridionale con la Sicilia settentrionale tra le province di Agrigento e Palermo.

Il tracciato della nuova viabilità di scorrimento si sviluppa per circa 17 km a Nord ~~si~~ ricollega mediante il primo svincolo all'autostrada A19, cammina per i primi 5 Km quasi parallelamente all'alveo del fiume Eleuterio e attraversa i territori dei comuni di Misilmeri e Bolognetta con una successione di rettifili e curve. Altimetricamente il tracciato prevede ampi tratti su rilevato che consentono la realizzazione delle opere di attraversamento idraulico ed una opportuna sopraelevazione del corpo stradale dalla piana alluvionale.

I tratti in rilevato sono intervallati da viadotti per il superamento delle incisioni più importanti. Tra le opere principali si segnalano quindici viadotti, tre gallerie naturali, e cinque gallerie artificiali. Sono anche previsti quattro svincoli in corrispondenza dei comuni principali attraversati e di collegamento con le viabilità principali interferenti.



Il Progetto Definitivo prevede un asse principale, caratterizzato da una lunghezza di circa 16.500 m, n. 4 svincoli e correlata viabilità secondaria, 5 gallerie artificiali e 3 gallerie naturali. Le principali opere d'arte previste sull'asse principale e sugli svincoli sono:

- Viadotto VI01 Viadotto Ferrovia;
- Viadotto VI02 Viadotto Eleuterio 1;
- Viadotto VI03 Viadotto Fondovilla
- Viadotto VI04 Viadotto Segretaria;
- Viadotto VI05 Viadotto Valanca;
- Viadotto VI06, Viadotto Palmerino;
- Viadotto VI07, Viadotto Sant'Antonio;
- Viadotto VI08, Viadotto Rigano;
- Viadotto VI09, Viadotto Eleuterio 2;
- Viadotto VI10, Viadotto Feotto;
- Viadotto VI11 Viadotto Braschi;
- Viadotto VI12 Viadotto Coda di Volpe;
- Viadotto VI13 Viadotto Recupero;
- Viadotto VI14 Viadotto Milicia 1;
- Viadotto VI15 Viadotto Milicia 2.

Sono quindi previsti un certo numero di tombini idraulici che hanno il compito di risolvere le interferenze con il reticolo idrografico principale.


Si prevede inoltre la sistemazione di svincoli esistenti e la realizzazione di nuovi svincoli. Molte delle viabilità secondarie, oltre agli svincoli stessi, prevedono un certo numero di opere d'arte secondarie quali muri di sostegno e tombini scatolari e circolari con funzione di attraversamento idraulico.

Le viabilità di servizio complanari avranno sul loro tracciato alcuni ponti ad una campata, per risolvere le intersezioni con il reticolo idrografico esistente.



*Figura. 1.1 Ubicazione dell'area di intervento*

Lo studio idraulico dei corsi d'acqua che affiancano o attraversano la viabilità di progetto è stato sviluppato adottando diversi gradi di dettaglio, in relazione all'importanza delle opere in progetto e dell'asta fluviale in esame. Il calcolo dei massimi livelli idrici e delle aree esondabili dei corsi d'acqua principali, discusso nel seguito del presente elaborato, viene presentato nei paragrafi relativi alla metodologia di calcolo adottata e all'impostazione del modello. I risultati delle simulazioni, inclusa l'analisi delle interferenze con la viabilità principale e complementare, sono discussi con riferimento alle condizioni esistenti e precedenti gli interventi di sistemazione richiesti (ante-operam), nonché a quelle determinate in seguito a tali interventi (post-operam). Inoltre nel presente studio è stato sviluppato un sistema di protezione dell'asse stradale dagli eventi meteorici che lo interessano direttamente.


S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

---

Le analisi sono state svolte nel rispetto della seguente normativa regionale e nazionale:

- R.D. n° 523 del 1904 e ss.mm.ii;
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" integrata dalla Legge 7 agosto 1990, n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989;
- D.Lgs. n°152 del 2006;
- NTC2018 Norme Tecniche per le Costruzioni s.m.i.;
- Circolare 21/01/2019, n.7. C.S.LL.PP.;
- N.T.A. e Linee Guida del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, con valore di Piano Territoriale di Settore;
- Piano di Gestione del Rischio di alluvioni. Direttiva 2007/60/CE del 23 ottobre 2007;
- NTA del PGRA e Relazione Generale del PGRA 2015;
- DPR n.4 2019 -Passaggio di competenze da GC a AdB – Regione Sicilia;
- DSG\_55\_07.08.2019 Autorizzazione Idraulica Unica;
- DSG.n.189 2020 Direttiva Alvei;
- DSG n.50 2021 Autorizzazione Idraulica Unica;
- DDG n.102 Aggiornamento criteri e metodi di applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica;
- DSG n.119 2022 "Direttive per la determinazione dell'ampiezza dell'alveo nel caso di sponde incerte (art. 94 del R.D. 523/1904) e per la determinazione della fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d'uso di cui all'art. 96, lettera f, del R.D. 523/1904.

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

### 3 ANALISI IDRAULICA DELLE ASTE FLUVIALI

---

Oggetto della seguente analisi sono le verifiche di compatibilità idraulica condotte in relazione all'area nella quale si inserirà l'infrastruttura di progetto. Al fine di abbattere la pericolosità idraulica sono previste importanti opere a salvaguardia della nuova infrastruttura riassumibili in due diverse casistiche.

- Interferenze con corsi d'acqua a moderata pericolosità ma allo stato attuale incanalati e regimati;
- Aree non soggette a pericolosità idraulica dove la realizzazione delle opere di progetto necessita di interventi di regimazione delle acque meteoriche esterne alla piattaforma stradale.

#### 3.1 Identificazione dell'area di studio

L'area in studio ricade nei Comuni di Villabate, Misilmeri e Bolognetta. In un'area geograficamente inquadrabile nel settore settentrionale tra il bacino del Fiume Eleuterio e, per la parte meridionale, nel bacino del Fiume Milicia all'interno della provincia di Palermo.

Lo studio idraulico relativo alle aste fluviali che attraversano tale tracciato stradale consiste nella modellazione idraulica e la verifica dei livelli idrici dei corsi d'acqua interferenti, nel dimensionamento dei tombini scatolari e circolari di attraversamento del reticolo idrografico interferente e nel dimensionamento dei fossi di guardia a protezione del tracciato stradale. Inoltre talora è stato necessario approfondire lo studio idraulico al fine di valutare le problematiche causate dagli attraversamenti detti e di progettare degli interventi, come canalizzazioni e deviazioni, atti alla loro eliminazione o mitigazione. Tutti gli attraversamenti e le interferenze dei corsi d'acqua principali sono stati studiati in dettaglio, calcolando le caratteristiche del moto (velocità e livelli idrici) e valutando le aree di esondazione mediante modellazione idraulica delle aste principali.

L'intervento in oggetto, anche alla luce delle vigenti normative, mira a rispettare il reticolo idrografico naturale nella sua interezza attraverso la verifica dei seguenti aspetti:

- Non incrementare il rischio idraulico delle aree limitrofe all'infrastrutture;



- Non deve essere un ostacolo al deflusso dei corsi d'acqua;
- Garantire condizioni di sicurezza idraulica dell'infrastruttura in caso di piena.

Come già illustrato nella Relazione Idrologica, i principali corsi d'acqua interessati dal tracciato stradale sono (procedendo da Nord verso Sud): il fiume Eleuterio, il vallone Sant'Antonio, il vallone Rigano, il vallone Coda di Volpe e il fiume Milicia. Il fiume Eleuterio e il fiume Milicia vista la loro estensione intersecano in più punti l'asse viario.

Sono inoltre presenti numerosi corsi d'acqua minori, tributari dei succitati, talvolta assimilabili a fossi.

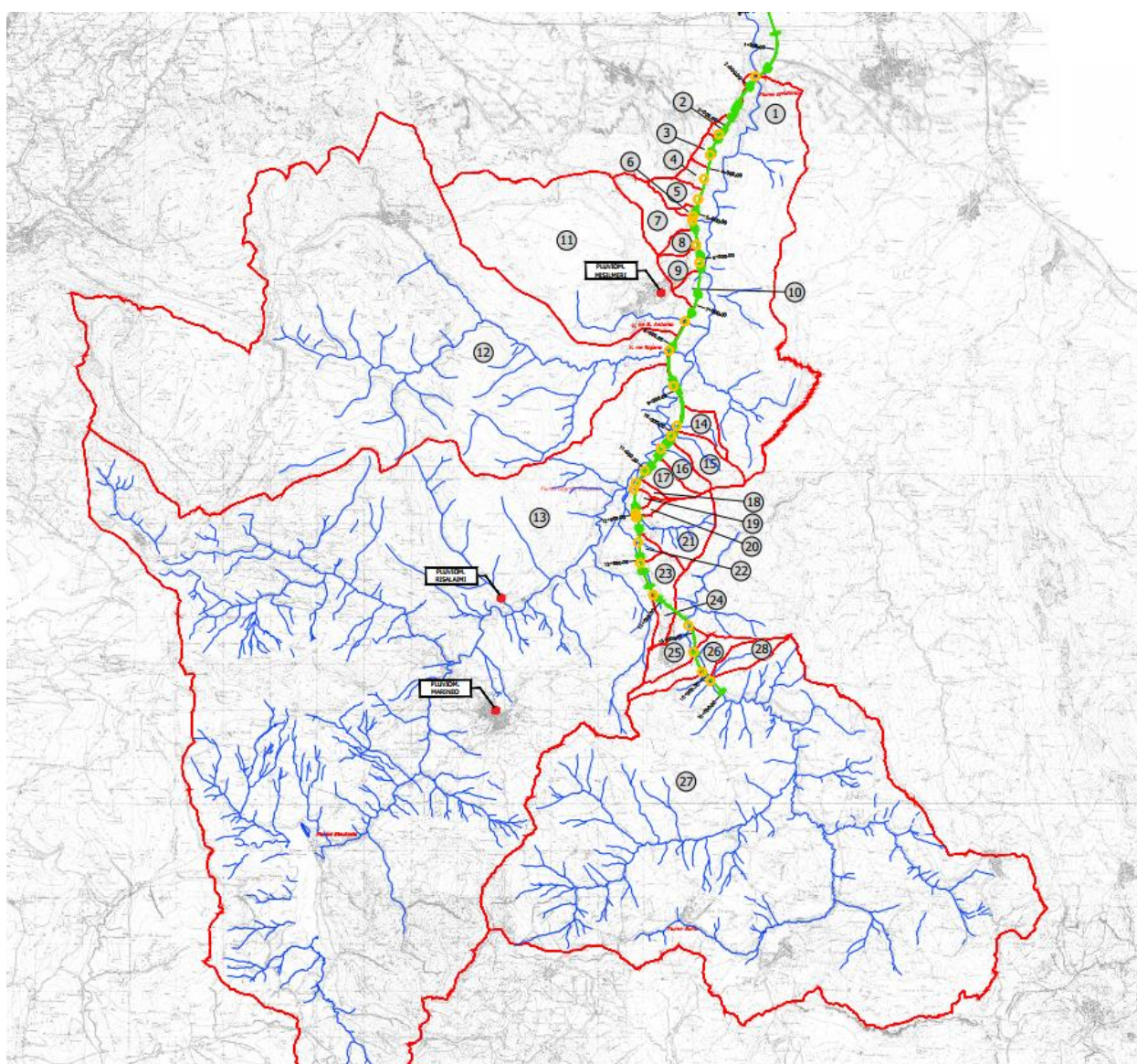


Figura 3.1-1 Corografia dei bacini

Qui di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle maggiori interferenze idrauliche e delle opere in progetto necessarie per risolverle. Le portate indicate in tabella sono quelle di progetto con Tr 200 anni, valutate, in sede della citata Relazione Idrologica.

Tabella 3-1 maggiori interferenze idrauliche asse viario principale e portate di progetto con Tr 200 anni

Bacino	Pk Progetto	Asta	Area [km <sup>2</sup> ]	Opera tipologica	Opera	QDESIGN
						[m <sup>3</sup> /s]
<b>01</b>	<b>1+760.00</b>	<b>Eleuterio foce</b>	<b>200.65</b>	<b>Viadotto</b>	<b>Ponte VI02</b>	<b>771.3</b>
02	3+230.00		<b>0.12</b>	Tombino	Scalare TM_02 2x2	3.6
03	3+710.00		<b>0.21</b>	Tombino	Scalare TM_04 3x2	8.1
04	4+240.00		<b>0.26</b>	Viadotto	Ponte VI03	9.3
05	4+700.00		<b>0.51</b>	Viadotto	Ponte VI04	8.4
06	5+065.00		<b>0.07</b>	Tombino	Scalare TM_06 2x2	4.0
07	5+160.00		<b>1.08</b>	Viadotto	Ponte VI05	16.6
08	5+695.00		<b>0.25</b>	Tombino	Scalare TM_09 2x2	5.9
9	6+090.00		<b>0.46</b>	Tombino	Scalare TM_10 2x2	5.8
10	6+430.00		<b>0.24</b>	Viadotto	Ponte VI06	3.7
<b>11</b>	<b>7+420.00</b>	<b>Sant'Antonio</b>	<b>13.32</b>	<b>Viadotto</b>	<b>Ponte VI07</b>	<b>45.4</b>
<b>12</b>	<b>8+140.00</b>	<b>Rigano</b>	<b>53.18</b>	<b>Viadotto</b>	<b>Ponte VI08</b>	<b>265.6</b>
<b>13</b>	<b>8+900.00</b>	<b>Eleuterio Intermedio</b>	<b>117.19</b>	<b>Viadotto</b>	<b>Ponte VI09</b>	<b>463.9</b>
14	9+825.00		<b>0.49</b>	Tombino	Scalare TM_11 3.5x2	9.1
15	10+080.00		<b>0.92</b>	Viadotto	Ponte VI10	15.2
16	10+450.00		<b>0.54</b>	Viadotto	Ponte VI10	11.5
17	11+020.00		<b>0.50</b>	Tombino	Scalare TM_12 2x2	8.0
18	11+350.00		<b>0.12</b>	Tombino	Scalare TM_13 2x2	5.5
19	11+495.00		<b>0.11</b>	Tombino	Scalare TM_14 2x2	6.8
20	11+985.00		<b>0.13</b>	Tombino	Scalare TM_15 2x2	5.6
21	12+095.00	Coda di Volpe	<b>1.69</b>	Viadotto	Ponte VI12	19.9
22	12+620.00		<b>0.18</b>	Viadotto	Ponte VI13	7.9

Bacino	Pk Progetto	Asta	Area [km <sup>2</sup> ]	Opera tipologica	Opera	QDESIGN
						[m <sup>3</sup> /s]
23	13+080.00		<b>0.97</b>	Tombino	Scitolare TM_16 4x3	19.2
24	13+810.00		<b>0.32</b>	Tombino	Scitolare TM_17 4x3	8.8
<b>25</b>	<b>14+820.00</b>	<b>Milicia</b>	<b>61.31</b>	<b>Viadotto</b>	<b>Ponte VI14</b>	<b>274.1</b>
<b>26</b>	<b>15+420.00</b>	<b>Milicia</b>	<b>60.36</b>	<b>Viadotto</b>	<b>Ponte VI15</b>	<b>271.1</b>
<b>27</b>	<b>15+860.00</b>	<b>Milicia</b>	<b>59.43</b>	<b>Ponte esistente</b>	<b>Ponte esistente</b>	<b>262.0</b>
28	16+120.00		<b>0.60</b>	Tombino esistente	Scitolare TM_19 2x2	7.2

Per i corsi d'acqua evidenziati nella tabella soprastante, aventi portata superiore a 40 m<sup>3</sup>/s, è stata effettuata la valutazione in moto permanente per la valutazione degli effetti della realizzazione del nuovo asse viario, che li interseca con le opportune opere riportate in tabella e progettate in questa sede.

La tabella sottostante riporta il complesso delle interferenze del nuovo asse viario con il reticolo idraulico esistente, costituito da 13 tombini scatolari, 15 Viadotti, un ponte esistente e un tombino esistente.

*Tabella 3-2 Riepilogo dei manufatti idraulici di attraversamento del reticolo idraulico lungo l'asse principale*

Pk Progetto	Asta	Bacino	Area [km <sup>2</sup> ]	H max [m slm]	H min [m slm]	Opera tipologica	Dimensioni	
							B [m]	H [m]
1+760.00	Eleuterio foce	01	<b>200.65</b>	1613	21	Viadotto		
3+225.00		02	<b>0.12</b>	134	68	Tombino	2	2
3+710.00		03	<b>0.21</b>	160	76	Tombino	3	2
4+240.00		04	<b>0.26</b>	269	95	Viadotto		
4+700.00		05	<b>0.51</b>	547	104	Viadotto		
5+070.00		06	<b>0.07</b>	210	114	Tombino	2	2
5+160.00		07	<b>1.08</b>	635	102	Viadotto		
5+690.00		08	<b>0.25</b>	330	86	Tombino	2	2
6+090.00		9	<b>0.46</b>	334	81	Tombino	2	2

Pk Progetto	Asta	Bacino	Area [km <sup>2</sup> ]	H max [m slm]	H min [m slm]	Opera tipologica	Dimensioni	
							B [m]	H [m]
6+430.00		10	<b>0.24</b>	116	70	Viadotto		
7+420.00	Sant'Antonio	11	<b>13.32</b>	674	88	Viadotto		
8+140.00	Rigano	12	<b>53.18</b>	967	95	Viadotto		
8+900.00	Eleuterio Intermedio	13	<b>117.19</b>	1613	92	Viadotto		
9+825.00		14	<b>0.49</b>	295	120	Tombino	3.5	2
10+080.00		15	<b>0.92</b>	435	117	Viadotto		
10+450.00		16	<b>0.54</b>	383	117	Viadotto		
11+020.00		17	<b>0.50</b>	373	139	Tombino	2	2
11+350.00		18	<b>0.12</b>	304	152	Tombino	2	2
11+495.00		19	<b>0.11</b>	252	152	Tombino	2	2
11+985.00		20	<b>0.13</b>	332	172	Tombino	2	2
12+095.00	Coda di Volpe	21	<b>1.69</b>	337	158	Viadotto		
12+620.00		22	<b>0.18</b>	303	192	Viadotto		
13+080.00		23	<b>0.97</b>	345	237	Tombino	4	3
13+810.00		24	<b>0.32</b>	346	260	Tombino	4	3
14+820.00	Milicia	25	<b>61.31</b>	697	258	Viadotto		
15+420.00	Milicia	26	<b>60.36</b>	697	272	Viadotto		
15+860.00	Milicia	27	<b>59.43</b>	697	276	Ponte esistente		
16+120.00		28	<b>0.60</b>	615	287	Tombino esistente	2	2

La tabella sottostante riporta invece il complesso delle interferenze degli svincoli del nuovo asse viario e degli assi secondari previsti con il reticolo idraulico esistente, costituito da 3 tombini scatolari e 18 circolari di cui DN 1500 mm.

*Tabella 3-3 Riepilogo dei manufatti idraulici di attraversamento del reticolo idraulico lungo gli svincoli dell'asse principale e lungo la viabilità secondaria connessa*

SVINCOLI			
ID Opera	Opera tipologica	Dimensioni	
		B [m]	H o D [m]
TM_SV01_01	Tombino Circolare	-	1.5




SVINCOLI			
ID Opera	Opera tipologica	Dimensioni	
		B [m]	H o D [m]
TM_SV01_02	Tombino Circolare	-	1.5
TM_SV02_01	Tombino Circolare	-	1.5
TM_SV02_02	Tombino Circolare	-	1.5
TM_SV02_03	Tombino Circolare	-	1.5
TM_SV02_04	Tombino Circolare	-	1.5
TM_SV03_01	Tombino Circolare	-	1.5
TM_SV04_01	Tombino Scatolare	4	3
TM_SV04_02	Tombino Circolare	-	1.5
TM_SV04_03	Tombino Scatolare	4	3
STRADE SECONDARIE			
TM_AS_E30_01	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E30_02	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E47_00	Tombino Scatolare	3	2
TM_AS_E47_01	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E47_02	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E47_03	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E47_04	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E47_05	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E110_01	Tombino Circolare	-	1.5
TM_AS_E110_02	Tombino Circolare	-	1.5

In complesso quindi in progetto si prevedono n. 16 tombini scatolari e n. 18 tombini circolari DN 1500.

Dei suddetti corsi d'acqua, come enunciato nella relazione Idrologica

Le principali interferenze tra l'opera stradale e il reticolo idrografico primario riguardano:

- Attraversamento del Fiume Eleuterio che defluisce al di sotto del viadotto stradale VI02 e VI09 su pile; la zona a monte del viadotto stradale risulta ricadente all'interno dell'elenco del PAI relativo alla pericolosità idraulica e soggetta a rischio esondazione.
- Attraversamento del Fiume Milicia, che defluisce al di sotto del viadotto VI14 e VI15 che da esso prendono il nome;
- Attraversamento del Vallone sant'Antonio VI07 che da esso prende il nome;

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione Idraulica</b>	

- Attraversamento del Vallone Rigano VI08 che da esso prende il nome;

Si è approfondito lo studio idraulico attraverso delle simulazioni di tutte quelle aste fluviali che presentavano una portata con tempo di ritorno di 200 anni superiore a  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  ed evidenziati nella tabella 3.1.

Inoltre il presente studio ha anche la finalità di verificare che le opere di progetto non comportino elementi di incompatibilità rispetto al deflusso delle acque meteoriche durante gli eventi di piena, andandone a modificare in termini peggiorativi le dinamiche di drenaggio e smaltimento verso i corpi idrici recettori.

### 3.2 Metodologie di Calcolo

Per la verifica idraulica delle sei interferenze idrauliche principali di attraversamento è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS ver. 6.1, sviluppato dalla Hydrologic Engineering Center della U.S. Army, che ha permesso il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto vario in alvei naturali e nei canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con le pile dei viadotti.

Per quanto riguarda invece la modellazione dei tombini è stato utilizzato il software HY-8 Culvert Hydraulic Analysis Program, un software sviluppato da Federal Highway Administration, capace di simulare e modellare un tombino in tutte le sue parti ed effettuare il dimensionamento.

### 3.3 Modelli idraulici e condizioni al contorno

La schematizzazione geometrica delle aste principali studiate è stata effettuata in modo da ottenere una buona e realistica rappresentazione del deflusso di piena basandosi sul DEM passo 2 m della Regione Sicilia.

Per il calcolo del profilo di corrente in corrispondenza delle strutture, tra le diverse opzioni offerte dal codice di calcolo, sono state selezionate le equazioni di bilancio dell'energia ed il metodo dei momenti, tra le quali il software seleziona in automatico la formulazione caratterizzata dalla maggiore dissipazione energetica. Finché il livello idrico rimane al di sotto dell'impalcato (low flow), viene assunta la schematizzazione di deflusso non in pressione ovvero a superficie libera; viene invece assunta la schematizzazione con deflusso in pressione e stramazzo al di sopra dell'impalcato (pressure and weir), per le situazioni con livello della corrente tale da interessare l'intradosso del ponte (high flow).

Le condizioni limite per il deflusso in pressione sono definite dal programma in base al livello registrato a monte.

I citati sei corsi d'acqua sono stati descritti da un numero di sezioni variabile, sufficiente a riprodurre tutti i punti singolari dell'alveo.

L'ubicazione è riportata nelle planimetrie delle aree di esondazione riferite allo stato ante operam:

- UP62\_T00ID00IDRPL08\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL09\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL10\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL11\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL12\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL13\_A;


e a quello post operam:

- UP62\_T00ID00IDRPL14\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL15\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL16\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL17\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL18\_A;
- UP62\_T00ID00IDRPL19\_A;

Le simulazioni idrodinamiche sono state effettuate in moto permanente. Nello specifico per ciascun modello numerico è stata stabilita una condizione al contorno di monte imponendo la portata di progetto relativa in ingresso, mentre come condizione al contorno di valle è stato imposto normalmente il deflusso in moto uniforme "*Normal Depth*".

Per quanto concerne la scabrezza, la valutazione dei coefficienti da inserire in ciascun modello è stata basata su dati di letteratura, sulle indicazioni rilevate durante i sopralluoghi e sull'esperienza acquisita nel campo della modellistica idraulica.

Relativamente al coefficiente di Manning, si sono utilizzati i valori stimati sulla base della regolarità o tortuosità dell'alveo e dell'esame visivo delle caratteristiche del fondo e delle sponde. Essi variano significativamente in dipendenza della presenza e del tipo di vegetazione spondale.

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

Per il caso in esame è stato assunto il coefficiente di Manning pari a  $0.033 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  per l'alveo non sistemato e pari a  $0.05 \text{ m}^{-1/3}$  per le aree inondabili.

### 3.4 Simulazioni idrauliche

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati effettuati con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- Stato attuale (condizioni Ante Operam);
- Stato di progetto (condizione Post Operam).

Le simulazioni sono state condotte per la portata di progetto con tempo di ritorno di 200 anni per una completa valutazione dei fenomeni idraulici di interesse.

I risultati di dettaglio delle simulazioni, sono riportati in allegato sotto forma grafica e numerica (profilo idraulico, sezioni di calcolo con livelli idrici, tabella riassuntiva dei risultati caratteristiche idrauliche delle sezioni di calcolo).

### 3.5 Confronto tra ante e post operam

Le verifiche condotte sullo stato ante-operam hanno avuto lo scopo di determinare le aree di esondazione lungo i corsi d'acqua principali e, quindi, di valutare le possibili interferenze con il tracciato di progetto. Mentre le verifiche condotte sullo stato post-operam hanno avuto lo scopo di verificare gli interventi di sistemazione volti ad eliminare le interferenze con il tracciato di progetto.

In appendice negli allegati A e B cui si rimanda, sono riportati i tabulati di output delle simulazioni ante operam e post operam a seguito della modellazione svolta con il citato software HEC RAS ed in particolare è riportato quanto appresso.

#### **Allegato A - risultati simulazioni idrodinamiche ante operam:**

- Tabulati modellazione HEC-RAS
- Profilo Fiume Eleuterio Foce
- Sezioni Eleuterio Foce
- Profilo Fiume Eleuterio Intermedio
- Sezioni Eleuterio Intermedio

- Profilo Vallone Sant'Antonio
- Sezioni Vallone Sant'Antonio
- Profilo Vallone Rigano
- Sezioni Vallone Rigano
- Profilo Fiume Eleuterio Don Cola
- Sezioni Fiume Eleuterio Don Cola
- Profilo Vallone Micilia Viadotto 14
- Sezioni Vallone Micilia Viadotto 14
- Profilo Vallone Micilia Viadotto 15
- Sezioni Vallone Micilia Viadotto 15

**Allegato B - risultati simulazioni idrodinamiche post operam:**

- Tabulati modellazione HEC-RAS
- Tabulati modellazione HEC-RAS
- Profilo Fiume Eleuterio Foce
- Sezioni Eleuterio Foce
- Profilo Fiume Eleuterio Intermedio
- Sezioni Eleuterio Intermedio
- Profilo Vallone Sant'Antonio
- Sezioni Vallone Sant'Antonio
- Profilo Vallone Rigano
- Sezioni Vallone Rigano
- Profilo Fiume Eleuterio Don Cola
- Sezioni Fiume Eleuterio Don Cola
- Profilo Vallone Micilia Viadotto 14
- Sezioni Vallone Micilia Viadotto 14
- Profilo Vallone Micilia Viadotto 15
- Sezioni Vallone Micilia Viadotto 15

La tabella che segue riepiloga le principali caratteristiche dei sei corsi d'acqua per i quali è stata svolta la modellazione.


S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

Tabella 3-4 riepilogo caratteristiche generali dei corsi d'acqua oggetto di modellazione

Bacino	Pk Progetto	Asta	Area [km <sup>2</sup> ]	Opera tipologica	Opera	QDESIGN
						[m <sup>3</sup> /s]
01	1+760.00	Eleuterio foce	<b>200.65</b>	Viadotto	Ponte VI02	771.3
11	7+420.00	Sant'Antonio	<b>13.32</b>	Viadotto	Ponte VI07	45.4
12	8+140.00	Rigano	<b>53.18</b>	Viadotto	Ponte VI08	265.6
13	8+900.00	Eleuterio Intermedio	<b>117.19</b>	Viadotto	Ponte VI09	463.9
25	14+820.00	Milicia	<b>61.31</b>	Viadotto	Ponte VI14	274.1
26	15+420.00	Milicia	<b>60.36</b>	Viadotto	Ponte VI15	271.1
27	15+860.00	Milicia	<b>59.43</b>	Ponte esistente	Ponte esistente	262.0

I calcoli numerici, sotto forma di profili, tabelle e sezioni trasversali, sono posti negli Allegati A, B e C, mentre nella documentazione grafica del progetto vengono riportate le planimetrie di esondazione delle varie aste per ciascuna configurazione modellata.

Si illustrano di seguito i risultati delle suddette modellazioni.

### 3.5.1 *Torrente Eleuterio Foce*

Questo corso d'acqua è interessato dal sedime di alcune delle pile dei viadotti VI 02.

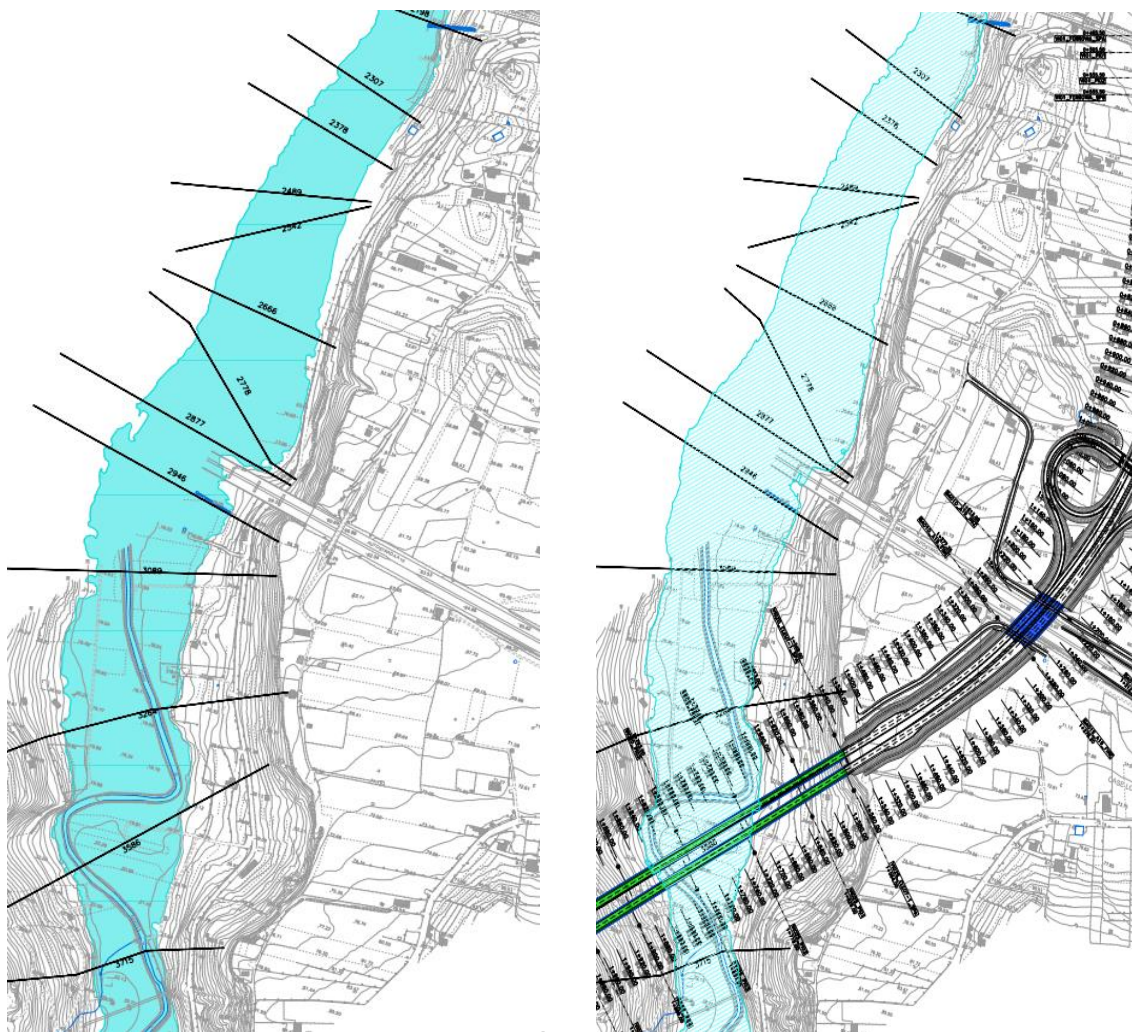
Nel tratto terminale del suo corso naturale, di modesta incisione in zona pianeggiante, giungendo in prossimità dell'area interessata dalla realizzazione del nuovo viadotto V02, riceve alcuni tributari in sinistra il torrente si immette quindi in un tratto molto inciso



*3.5-1 Torrente Eleuterio – Incisione naturale*

La tavola UP62\_T00ID00IDRPL08 riporta l'attuale andamento dell'evento di piena duecentennale mentre la tavola UP62\_T00ID00IDRPL14 riporta gli effetti della piena duecentennale in relazione alla realizzazione dell'intervento, sinteticamente rappresentati di seguito.





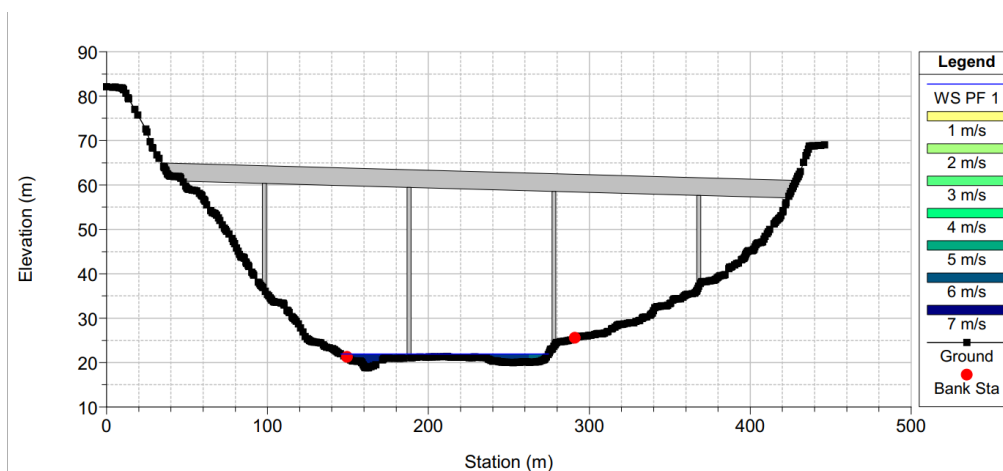
*3.5-2 Torrente Eleuterio Focè - situazione ante operam e post operam. Interferenza con il viadotto VI 02*

Grazie alla profonda incisione la quota di intradosso del viadotto VI02 è largamente superiore al livello idrico di piena.

Con l'ausilio del software HEC RAS sono stati calcolati velocità e tiranti della corrente che hanno permesso d'individuare i valori di scouring in corrispondenza di tutte le pile del ponte.

Qui di seguito si riportano i dati calcolati ipotizzando le stesse condizioni di transito della corrente idrica di velocità e tirante per tutte le pile. Tali risultati sono da considerare validi per le pile in alveo (PI02 e PI03 in destra e PI03 in sinistra).





*Figura 3.5-3 Fiume Eleuterio Foce e Viadotto VI02 - sezione di deflusso*

Come può osservarsi l'intradosso del viadotto garantisce un franco sul livello di piena di circa 40 m al di sotto del viadotto VI02.

Le pile interessate sono fondate al di sotto del livello di scouring e protette con rinfianco con scogliera con massi  $d > 0.30$  m

### **3.5.2 Torrente Sant'Antonio**

Nella figura che segue è riportata la modellazione ante operam del corso d'acqua, riportata in dettaglio nella tavola UP62\_T00ID00IDRPL10. mentre la post operam è contenuta nella tavola UP62\_T00ID00IDRPL16,

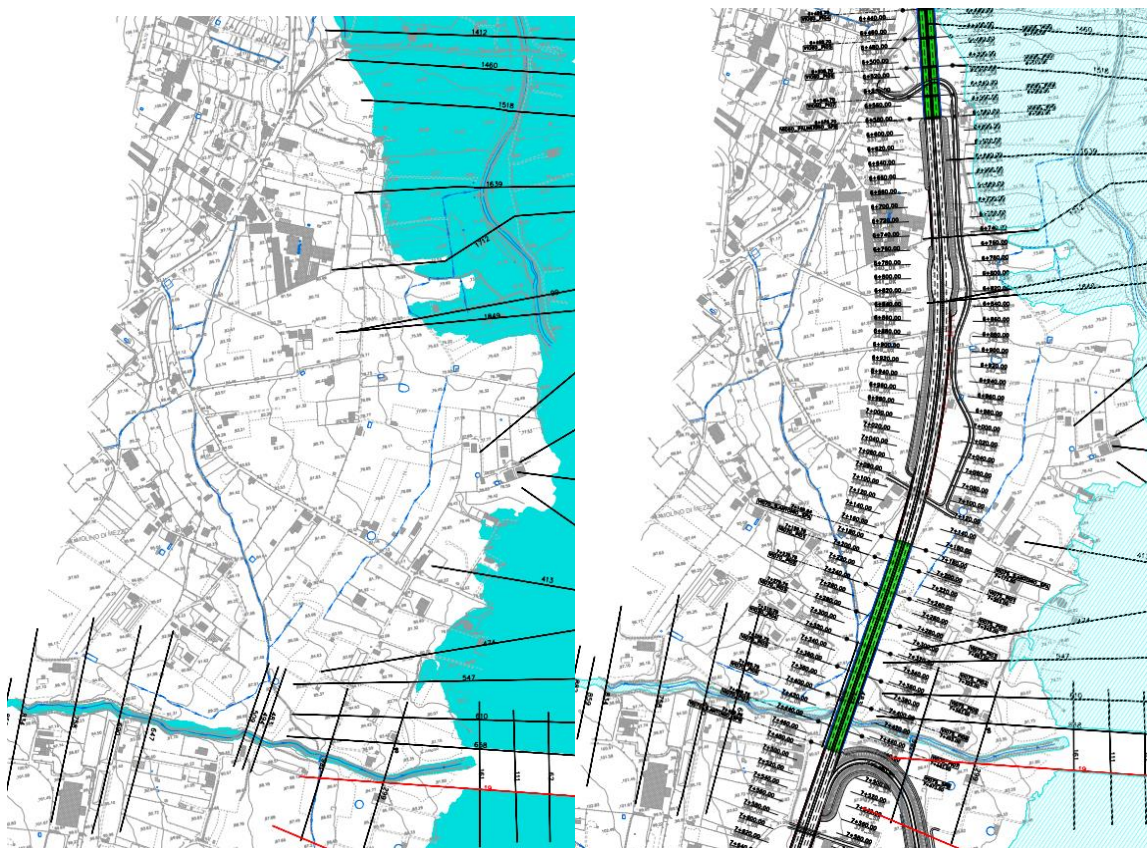


Figura 3.5-4 Vallone sant'Antonio – ante operam e post operam. Non presenta Interferenza con le pile del viadotto VI 07

Come si evince, la realizzazione del viadotto assicura adeguata distanza tra le pile dell'opera e il livello di piena.

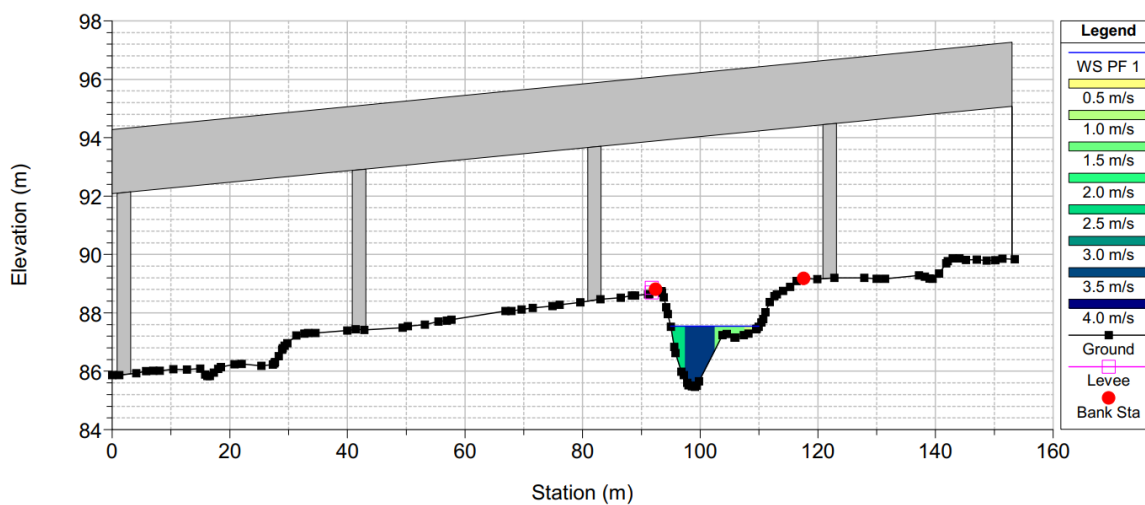


Figura 3.5-5 Vallone Sant'Antonio – Viadotto VI 07 sezione di deflusso

### 3.5.3 Vallone Rigano

La figura sottostante, con riferimento alla tavola UP62\_T00ID00IDRPL11 mostra l'effetto della piena di progetto nella situazione ante operam, in corrispondenza del nuovo asse viario. Mentre la post operam è contenuta nella tavola di cui UP62\_T00ID00IDRPL17,

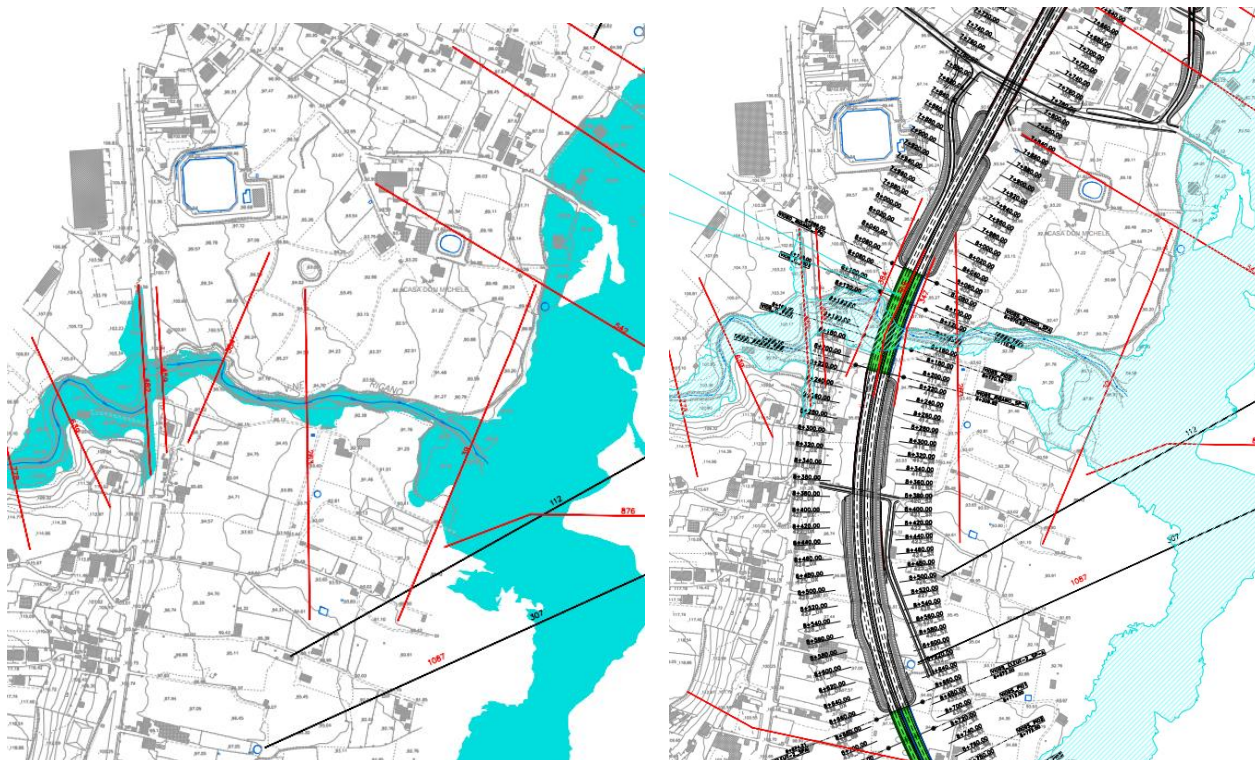


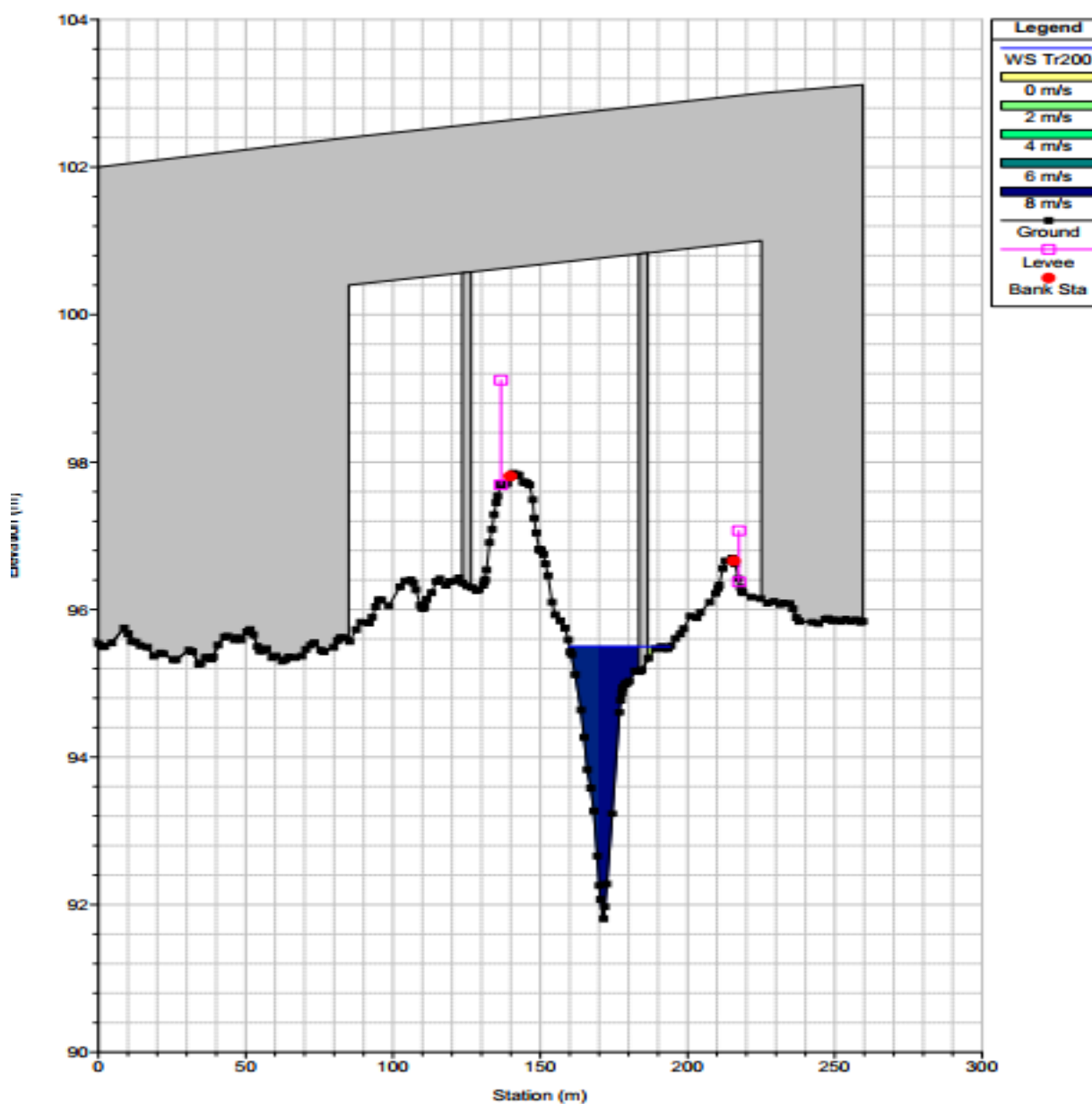
Figura 3.5-6 Vallone Rigano – ante operam e post operam Interferenza con le pile del viadotto VI

08

La realizzazione del viadotto assicura che le spalle dello stesso non siano interessate dalla piena di progetto che interessa invece una pila.

Con l'ausilio del software HEC RAS sono stati calcolati velocità e tiranti della corrente che hanno permesso d'individuare i valori di scouring in corrispondenza delle pile interessate dal deflusso dell'onda di piena duecentennale.





*Figura 3.5-7 Vallone Rigano – Viadotto VI 08 sezione di deflusso*

Come può osservarsi l'intradosso del viadotto garantisce un franco sul livello di piena di circa 10 m al di sotto del viadotto VI 08 nel punto più sfavorevole.

Le pile interessate sono fondate al di sotto del livello di scouring e protette con rinfanco con scogliera con massi  $d > 0.30$  m

### 3.5.4 Fiume Eleuterio

Nelle tavole UP62\_T00ID00IDRPL11 e UP62\_T00ID00IDRPL17 sono riportate le modellazioni ante operam e post operam del corso d'acqua in corrispondenza dell'interferenza di progetto costituita dal viadotto VI 10.

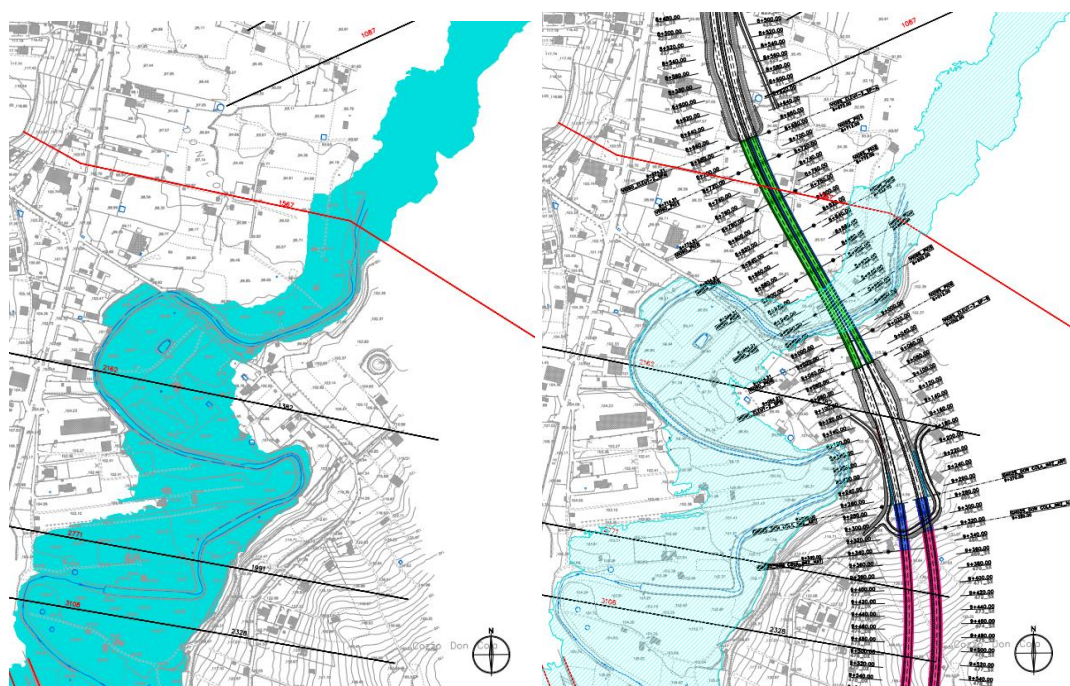


Figura 3.5-8 Fiume Eleuterio – ante operam e post operam. Interferenza con le pile del viadotto VI 10

Con l'ausilio del software HEC RAS sono stati calcolati velocità e tiranti della corrente che hanno permesso d'individuare i valori di scouring in corrispondenza delle pile interessate dal deflusso dell'onda di piena duecentennale.

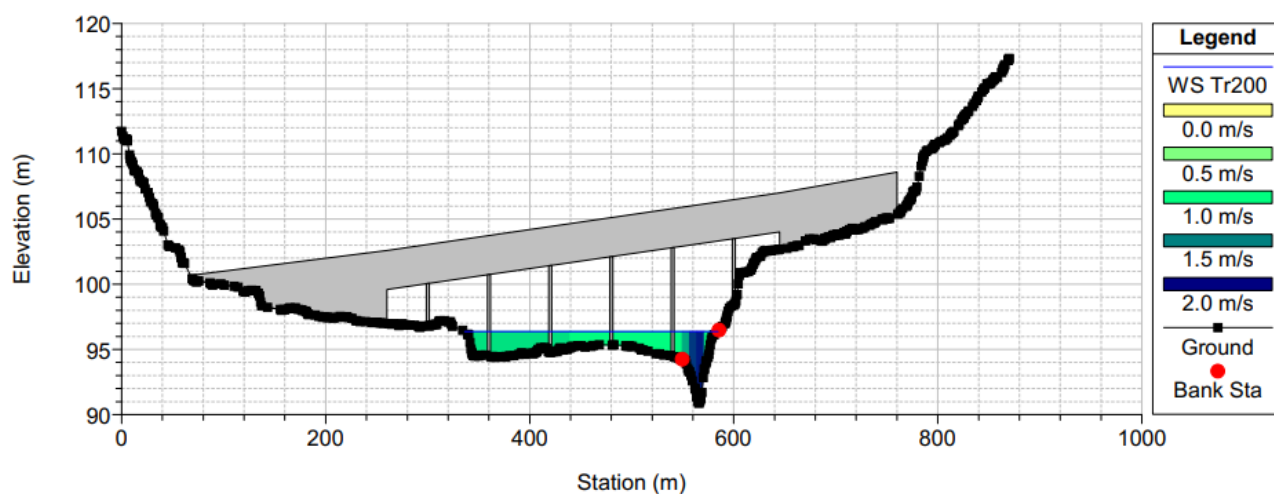


Figura 3.5-9 Fiume Eleuterio– Viadotto VI 10 sezione di deflusso

L'intradosso del viadotto garantisce un franco sul livello di piena di circa 12 m al di sotto del viadotto VI 10 nel punto più sfavorevole.

Le pile interessate sono fondate al di sotto del livello di scouring e protette con rinfiacco con scogliera .

### 3.5.5 Fiume Milicia

Con riferimento alle tavole UP62\_T00ID00IDRPL13 e UP62\_T00ID00IDRPL19 le figure mostrano l'effetto della piena di progetto nella situazione ante operam e post operam, in corrispondenza del viadotto VI 14 e del VI 15.



*Figura 3.5-10 Fiume Milicia – ante operam e post operam Interferenza con le pile del viadotto VI*

14



*Figura 3.5-11 Fiume Milicia – ante operam e post operam Interferenza con le pile del viadotto VI*

15

Dalla figura che segue, come da tavola UP62\_T00ID00IDRPL19, si osserva che la realizzazione del viadotto assicura che le spalle dello stesso non siano interessate dalla piena di progetto che interessa invece le pile.

Con l'ausilio del software HEC RAS sono stati calcolati velocità e tiranti della corrente che hanno permesso d'individuare i valori di scouring in corrispondenza delle pile interessate dal deflusso dell'onda di piena duecentennale.



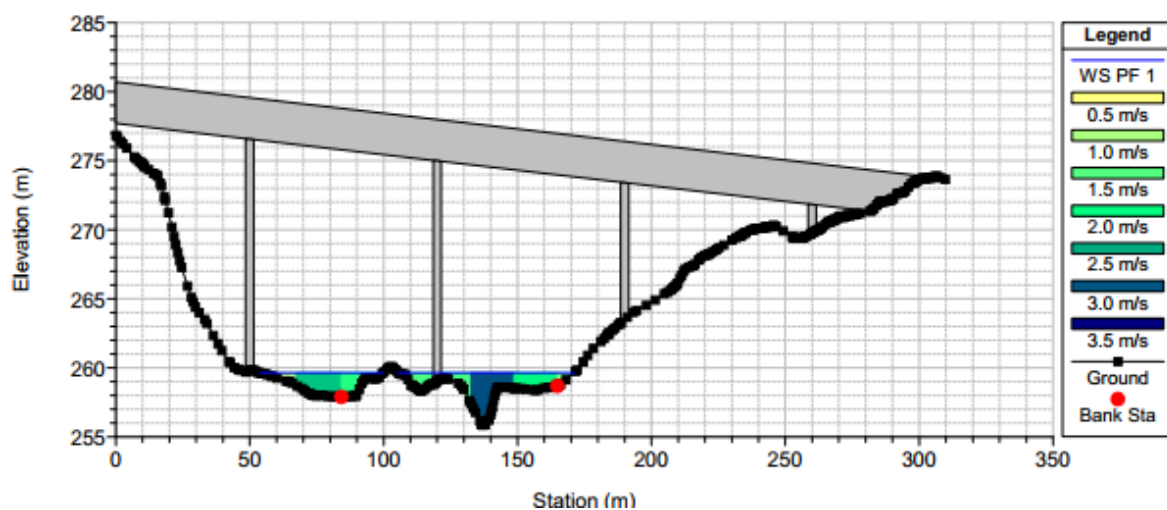


Figura 3.5-12 Fiume Milicia – Viadotto VI 14 sezione di deflusso

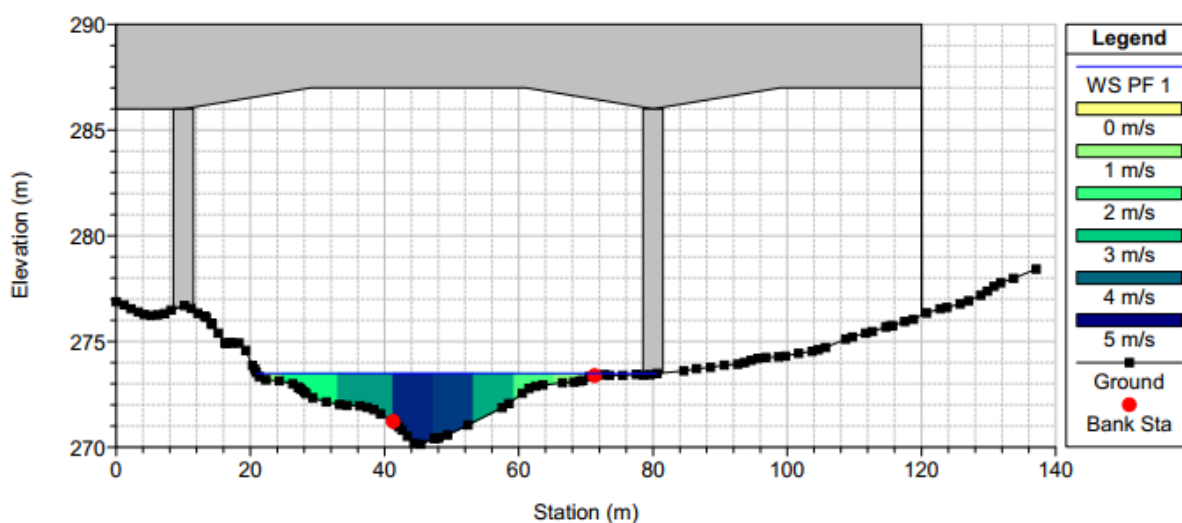



Figura 3.5-13 Fiume Milicia – Viadotto VI 15 sezione di deflusso

Le pile interessate sono fondate al di sotto del livello di scouring e protette con rinfanco con scogliera con massi.

### 3.5.6 Quadro riepilogativo

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle simulazioni idrauliche effettuate per la verifica della compatibilità idraulica di ciascun'opera in progetto secondo le NTC 2018. Si evidenzia quindi il valore del franco idraulico calcolato secondo quanto riportato nelle ultime NTC e quello geometrico calcolato come confronto tra l'altezza utile dell'opera e il




S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b><i>Relazione Idraulica</i></b>	

tirante idrico registrato nella sezione idraulica immediatamente a monte del manufatto indagato.

*Tabella 3-5 Riepilogo caratteristiche generali dei corsi d'acqua oggetto di modellazione*

Interferenza	Q 200	Progressiva	ID sezione	i	Livello idrico 200yrs	Quota fondo alveo	Quota strada estradosso	Quota strada intradosso	Tirante 200 yrs	V	F200 Yrs
	(mc/s)	(-)	(-)	%	m.s.l.m.	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m	(m)	(m/s)	(m)
Eleuterio foce	771.26082	1+760.00	3582	0.7	23.05	18.9	63.99	59.4	4.15	6.64	40.5
Sant'Antonio	45.438425	7+420.00	509	0.7	87.65	85.48	96.5	94.3	2.17	3.23	8.8
Rigano	265.62024	8+140.00	5035	0.1	95.5	90.04	102.9	100.5	5.46	1	10.5
Eleuterio Intermedio	463.86255	8+900.00	1761	0.1	95.56	91.22	106.15	103.78	4.34	1.6	12.6
Milicia	274.08342	14+820.00	1232	0.08	259.6	256.2	276.8	273.9	3.4	2.04	17.7
Milicia	271.05209	15+420.00	2053	0.08	273.4	270.2	290.4	288.4	3.2	4.6	18.2

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

### 3.6 Interazioni tra corrente idrica e opere in alveo

L'analisi delle interazioni che si verificano fra la corrente idrica, l'alveo del corso d'acqua in cui essa defluisce e le strutture degli attraversamenti fluviali è stata oggetto negli ultimi anni di una rinnovata attenzione da parte dei progettisti, a seguito dei sempre più frequenti eventi alluvionali verificatisi sia in Italia sia all'estero. In occasione di tali eventi, infatti, le opere presenti evidenziano un elevato livello di vulnerabilità, che si traduce, talvolta, in danneggiamenti e crolli. La presenza di un attraversamento, inoltre, anche prescindendo da un suo eventuale collasso o danneggiamento, può indurre conseguenze rilevanti sulla morfologia dell'alveo naturale, sulle caratteristiche idrauliche della corrente e sullo stesso regime delle portate di piena. Pertanto, nel contesto della pianificazione e della tutela della sicurezza idraulica del territorio, lo studio delle conseguenze potenziali dovute all'insufficienza idraulica dei ponti assume una rilevante importanza in fase di progettazione.

Sulla base di quanto detto, quindi, nel seguito si riporta una descrizione della dinamica dei fenomeni di erosione, qualitativi e quantitativi, che si sviluppano all'interno dell'alveo naturale e in corrispondenza delle opere di attraversamento fluviale in progetto.

#### 3.6.1 *Trasporto solido*

I corsi d'acqua trasportano spesso materiali solidi incoerenti che si trovano sul fondo dell'alveo che si trovano sul fondo dell'alveo, dove giungono per effetto della degradazione del suolo del bacino imbrifero. Il letto di tali corsi, infatti, è in genere costituito da un primo strato erodibile – fondo mobile – che posa su un secondo strato, più profondo e coerente, non erodibile – fondo fisso.

In generale, si distingue tra le due seguenti tipologie di trasporto:

- Trasporto al fondo, che avviene per strisciamento, rotolamento, saltellamento dei grani di materiale solido sul fondo;
- Trasporto in sospensione, che si verifica quando la turbolenza del moto è in grado di mantenere in sospensione i sedimenti trasportandoli verso valle.

Tuttavia, non esiste una netta separazione tra i due tipi di trasporto, ma si osserva un graduale passaggio da un moto di sedimenti per strisciamento ad uno per rotolamento e per salti fino alla sospensione completa. Da un punto di vista teorico, però risulta conveniente attuare tale distinzione e condurre lo studio dei due tipi di trasporto separatamente.

Oltre a queste tipologie di trasporto, si osserva, nei corsi d'acqua naturale, anche il trasporto per flottazione, costituito prevalentemente da materiali vegetali galleggianti a seguito dello sradicamento di arbusti e di tronchi da parte della corrente, che può essere causa di ostruzioni parziali o totali delle luci di ponti o di altri manufatti, e generare un innalzamento del pelo libero a monte dell'ostruzione per effetto di rigurgito con eventuali esondazioni delle portate di piena.

L'analisi della capacità di trasporto solido viene condotta a partire dai risultati dello studio idraulico, svolto sulla base del modello numerico HEC-RAS, relativamente alle sezioni di attraversamento fluviale delle opere in progetto. Il modello idrodinamico, infatti, consente di calcolare i valori delle grandezze idrauliche caratteristiche per tali sezioni trasversali per i diversi tempi di ritorno oggetto di analisi (100, 200, 300 anni).

Per ogni sezione di calcolo del modello numerico, noti i valori dei diametri caratteristici e della tensione fisica al fondo – fornita direttamente dal codice di calcolo per ogni periodo di ritorno – si è proceduto a calcolare:

- il numero di Reynolds della particella;
- il valore della tensione critica attraverso la formula di Brownlie;
- il valore della tensione di Shields in base alla tensione fisica;
- i valori della capacità di portata solida.

Sulla base di tali grandezze idrauliche è quindi possibile determinare la capacità di trasporto solido teorica di ogni sezione trasversale d'alveo in corrispondenza delle opere in progetto.

In letteratura esistono diverse formulazioni empiriche per il calcolo della capacità di trasporto solido al fondo ed in sospensione a partire dalle caratteristiche idrauliche della corrente.

Tra tali diverse formulazioni, si è assunto di utilizzare differenti modelli, che si differenziano tra loro in base all'intervallo di applicabilità, quali quelli di Meyer-Peter e quello di Smart e Jaeggi.

Tutte le formulazioni non tengono conto della reale distribuzione granulometrica e sono applicate usualmente ai materiali eterogenei presenti negli alvei reali facendo riferimento nella definizione delle grandezze caratteristiche al diametro medio ( $d_{50}$ ). La sola formulazione di Smart e Jaeggi utilizza anche i diametri  $d_{30}$  e  $d_{90}$ . Nel caso in esame si è considerato quale materiale costituente l'alveo un miscuglio eterogeneo composto, in maniera variabile, dai seguenti materiali:

Materiale	$\gamma_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	$d_{30}$ (mm)	$d_{50}$ (mm)	$d_{90}$ (mm)
Argilla	2400	0.0012	0.002	0.0036
Limo	1800	0.018	0.03	0.054
Sabbia fine	2200	0.038	0.06	0.113
Sabbia grossa	2200	0.15	0.25	0.45
Ghiaia fine	1700	0.6	1	1.8
Ghiaia media	1700	18	30	54
<b>Valori Medi</b>	<b>2000</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

### 3.6.2 Capacità di trasporto

Tutte le formule sono fondate sulla teoria di Shields, per cui la capacità di trasporto adimensionale per unità di larghezza  $\phi$  risulta funzione della tensione di Shields  $\tau^*$  e del numero di Reynolds della particella  $Re_p$ , dove la tensione di Shields è data da:

$$\tau^* = \frac{\tau}{(\rho_s - \rho_w) \cdot g \cdot d_{50}}$$

$$\tau = \gamma i_f y$$

Con  $\tau$  tensione fisica espressa in (N/m<sup>2</sup>),  $\rho_s$  peso specifico della particella solida, assunto costante pari a 2000 kg/m<sup>3</sup>,  $\rho_w$  peso specifico dell'acqua, pari a 1000 kg/m<sup>3</sup>,  $g$  accelerazione di gravità e  $d_{50}$  diametro medio del grano.

Il numero di Reynolds della particella è invece dato da:

$$Re_p = \sqrt[2]{(s-1)gd_{50}^3/\nu}$$

Con  $s = \rho_s/\rho = 2$  e  $\nu$  viscosità cinematica dell'acqua, pari a  $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s.

Secondo tutte le formulazioni, si ha condizione di incipiente trasporto quando la tensione di Shields eguaglia il valore critico  $\tau_c^*$ , calcolato secondo la formula di Brownlie:

$$\tau_c^* = 0.22 R_p^{-0.6} + 0.06 \exp(-17.77 R_p^{-0.6})$$

La corrente determina quindi un trasporto positivo per  $\tau^* > \tau_c^*$ , e nullo per  $\tau^* < \tau_c^*$

Il valore del trasporto è dato in termini adimensionali dalle formule empiriche riportate a seguire, da cui è possibile ricavare il valore di portata solida per unità di larghezza  $q_s$  mediante la formula:

$$\phi = \frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_{50}^3}}$$

Nonché il valore totale di portata solida  $Q_s$  moltiplicando per la larghezza dell'alveo.

La formula di Meyer-Peter e Muller esprime la portata solida adimensionale per unità di larghezza secondo l'espressione:

$$\phi = 8 (\tau^* - \tau_{cr}^*)^{1.5}$$

In cui il valore della tensione critica è assunto indipendente dal numero di Reynolds, e quindi dal diametro della particella, e pari a 0.047.

La formula di Smart e Jaeggi permette il calcolo del trasporto solido di materiale grossolano in fiumi o canali ed è basata sull'equazione originale di Meyer-Peter e Muller, derivata da esperimenti di laboratorio con sedimenti non uniformi di varia densità. Osservando che l'equazione originale detta tende a sottostimare la quantità di trasporto solido per pendenze di fondo maggiori del 3%, Smart e Jaeggi ne hanno proposto una modifica basandosi ancora su prove di laboratorio e considerando sia il parametro di Shields in funzione della pendenza sia la non uniformità dei sedimenti. Nella sua forma semplificata la formula fornisce direttamente:

$$\phi = 4 \left[ \left( \frac{d_{90}}{d_{30}} \right)^{0.2} \right] \cdot i_f^{0.6} \cdot \chi \cdot \tau^{*0.5} (\tau^* - \tau_{cr}^*)$$

Con  $i_f$  pendenza della superficie libera e  $\chi$  è il coefficiente di Chezy. Per le nostre condizioni di progetto sono stati accettati i risultati ottenuti con la formulazione di Meyer Peter in quanto tale formulazione meglio descrive le caratteristiche del fenomeno.

### 3.6.3 Stima del trasporto solido

Nel seguito sono forniti, in forma tabellare, i risultati dell'analisi relativa al trasporto solido in corrispondenza dei tombini dell'asse principale in progetto.

I risultati ottenuti mostrano come il trasporto solido non risulti un fattore critico nella dinamica dell'attraversamento. Ciò è giustificato dai tiranti idrici che caratterizzano gli eventi con un tempo di ritorno pari a 200 anni considerato nel calcolo, che mantengono valori comunque contenuti.

Tabella 3.6-1 Caratteristiche materiali di trasporto

$\rho_s$	$\rho_w$	s	g	$d_{30}$	$d_{50}$	$d_{90}$	$\nu$	$Re_p$	$\tau_{cr}^*$	$n_v$	K
(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(-)	(m/s <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> /s)	(-)	(-)	(%)	(m <sup>1/3</sup> /s)
2000	1000	2	9.81	0.003	0.005	0.009	0.00	1107.4	0.063	50	70

Tabella 3.6-2 Caratteristiche idrauliche dei tombini

ID Opera	Progressiva	Portata Q	B	H o D	h	Gr. Riem.	A	P	R	K	Pendenza	V	Qmax	Ver.
		(mc/s)	(m)	(m)	[m]	(%)	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	(%)	[m/s]	[m <sup>3</sup> /s]
TM_01	3+105.00	1.5	2	2	0.75	0.5	0.88	2.36	0.38	70.00	0.5	2.57	2.27	OK
TM_02	3+225.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	40.0	1.2	3.0	7.9	OK
TM_03	3+485.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	1.1	5.1	13.5	OK
TM_04	3+710.00	8.1	3	2	1.3	0.7	4.0	5.7	0.7	70.0	2.0	7.8	31.4	OK
TM_05	4+940.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.5	3.4	9.1	OK
TM_06	5+070.00	4	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.5	3.4	9.1	OK
TM_07	5+350.00	8.1	3.5	2	1.3	0.7	4.7	6.2	0.8	70.0	0.5	4.1	19.2	OK
TM_08	5+560.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.5	3.4	9.1	OK
TM_09	5+690.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.5	3.4	9.1	OK
TM_10	6+090.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.5	3.4	9.1	OK
TM_11	9+810.00	9.1	3.5	2	1.3	0.7	4.7	6.2	0.8	70.0	0.8	5.2	24.3	OK
TM_12	11+010.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.5	3.4	9.1	OK

ID Opera	Progressiva	Portata Q	B	H o D	h	Gr. Riem.	A	P	R	K	Pendenza	V	Qmax	Ver.
		(mc/s)	(m)	(m)	[m]	[%]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[%]	[m/s]	[m <sup>3</sup> /s]
TM_13	11+350.00	5.5	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.6	3.7	10.0	OK
TM_14	11+490.00	6.8	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	0.5	3.4	9.1	OK
TM_15	11+970.00	5.6	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	1.1	4.9	13.2	OK
TM_16	13+140.00	19	4	3	2.0	0.7	8.0	8.0	1.0	70.0	0.5	4.9	39.6	OK
TM_17	13+810.00	8	4	3	2.0	0.7	8.0	8.0	1.0	70.0	0.5	4.9	39.6	OK
TM_18	16+120.00	3	2	2	1.3	0.7	2.7	4.7	0.6	70.0	1.6	6.1	16.3	OK
TM_19	16+370.00	1	-	1.5	0.8	0.5	0.9	2.4	0.4	70.0	1.1	3.8	3.4	OK

Tabella 3.6-3 Valori di portata solida specifica  $q_s$  per ciascun tombino

ID Opera	pk	Q (mc/s)	$\tau^*$ (N/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ (m)	$\tau$ (-)	MEYER-PETER		SMART-JAEGGI	
						$\phi$	$q_s$	$\phi$	$q_s$
						(-)	(m <sup>3</sup> /s·m)	(-)	(m <sup>3</sup> /s·m)
TM_01	3+105.00	1.5	0.75	0.75	36.788	4.553	0.002	7.333	0.004
TM_02	3+225.00	3	2.392	1.04	117.328	28.429	0.015	78.154	0.040
TM_03	3+485.00	3	2.288	1.04	112.226	26.546	0.014	71.101	0.037
TM_04	3+710.00	8.1	5.4	1.35	264.870	98.628	0.051	415.352	0.214
TM_05	4+940.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	12.282	0.006
TM_06	5+070.00	4	1.23	1.23	60.332	10.082	0.005	15.955	0.008
TM_07	5+350.00	8.1	1.22	1.22	59.841	9.953	0.005	16.820	0.009
TM_08	5+560.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	14.521	0.007
TM_09	5+690.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	12.282	0.006
TM_10	6+090.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	13.957	0.007
TM_11	9+810.00	9.1	2.112	1.32	103.594	23.459	0.012	45.491	0.023
TM_12	11+010.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	12.282	0.006
TM_13	11+350.00	5.5	1.656	1.38	81.227	16.080	0.008	28.193	0.015
TM_14	11+490.00	6.8	1.2	<b>1.2</b>	58.860	9.696	0.005	18.153	0.009
TM_15	11+970.00	5.6	2.919	<b>1.39</b>	143.177	38.607	0.020	93.893	0.048
TM_16	13+140.00	19	2.01	2.01	98.591	21.729	0.011	40.967	0.021
TM_17	13+810.00	8	1.15	1.15	56.408	9.063	0.005	16.329	0.008
TM_18	16+120.00	3	3.328	1.04	163.238	47.191	0.024	185.487	0.095
TM_19	16+370.00	1	1.606	0.73	78.774	15.329	0.008	38.689	0.020



I risultati ottenuti con la formula di Smart-Jaeggi e qui rappresentati non possono essere tenuti in considerazione in quanto tale formula è valida solo in caso di alvei a forte pendenza e per il trasporto di materiale grossolano.

Nello specifico caso si considerano validi solo i risultati ottenuti mediante la formula di Meyer-Peter e qui di seguito riportati.

Tabella 3.6-4 Valori di portata solida  $Q_s$

ID Opera	pk	Q	$\tau^*$	$\gamma$	$\tau$	MEYER-PETER		
		(mc/s)	(N/m <sup>2</sup> )	(m)	(-)	$\phi$	$q_s$	Q
						(-)	(m <sup>3</sup> /s·m)	(m <sup>3</sup> /s)
TM_01	3+105.00	1.5	0.75	0.75	36.788	4.553	0.002	0.004
TM_02	3+225.00	3	2.392	1.04	117.328	28.429	0.015	0.029
TM_03	3+485.00	3	2.288	1.04	112.226	26.546	0.014	0.027
TM_04	3+710.00	8.1	5.4	1.35	264.870	98.628	0.051	0.102
TM_05	4+940.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	0.008
TM_06	5+070.00	4	1.23	1.23	60.332	10.082	0.005	0.010
TM_07	5+350.00	8.1	1.22	1.22	59.841	9.953	0.005	0.010
TM_08	5+560.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	0.008
TM_09	5+690.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	0.008
TM_10	6+090.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	0.008
TM_11	9+810.00	9.1	2.112	1.32	103.594	23.459	0.012	0.024
TM_12	11+010.00	3	1.04	1.04	51.012	7.722	0.004	0.008
TM_13	11+350.00	5.5	1.656	1.38	81.227	16.080	0.008	0.017
TM_14	11+490.00	6.8	1.2	<b>1.2</b>	58.860	9.696	0.005	0.010
TM_15	11+970.00	5.6	2.919	<b>1.39</b>	143.177	38.607	0.020	0.040
TM_16	13+140.00	19	2.01	2.01	98.591	21.729	0.011	0.034
TM_17	13+810.00	8	1.15	1.15	56.408	9.063	0.005	0.014
TM_18	16+120.00	3	3.328	1.04	163.238	47.191	0.024	0.049
TM_19	16+370.00	1	1.606	0.73	78.774	15.329	0.008	0.012

L'incidenza percentuale è compresa tra l'1% e il 6% quindi sempre trascurabile nelle verifiche idrauliche. Tale risultato era prevedibile anche alla luce dell'osservazione delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini coinvolti che non presentano affioramenti geologici con caratteristiche di elevata erodibilità. Inoltre, l'altro aspetto responsabile del fenomeno del trasporto solido, il dissesto idrogeologico del bacino, come si evince dalle carte del PAI coinvolge aree poco estese ed ha livelli di pericolosità contenuti.

#### **3.6.4 Dimensionamento opere di difesa delle pile e spondale**

L'erosione è dovuta all'azione della corrente idrica che mobilita e trasporta i sedimenti in alveo, come in precedenza osservato, e la sua stima è resa particolarmente complessa dalla natura ciclica del fenomeno. Infatti, le asportazioni di materiale solido raggiungono, in genere, i massimi valori in occasione degli eventi di piena maggiori, per poi essere parzialmente o totalmente riempite nella fase di esaurimento dell'idrogramma di piena. Il fenomeno, in corrispondenza della base delle pile e delle spalle dei ponti, in genere si verifica con la sovrapposizione di tre differenti processi, valutati indipendentemente, che si verificano contemporaneamente dando origine all'erosione totale:

- Movimento del fondo, con innalzamento o abbassamento dell'alveo in prossimità del ponte, dovuto alla variazione del profilo idraulico, indipendentemente dalla presenza dello stesso;
- Erosione generalizzata, in corrispondenza dell'eventuale sezione ristretta del ponte, causata dall'aumento locale della velocità della corrente dovuto al restringimento;
- Erosione localizzata, alla base delle pile e delle spalle del ponte, causata dalle deviazioni di flusso idrico indotte dalla presenza delle strutture in alveo.

Il primo tipo di erosione è legato ai fenomeni naturali di trasporto solido che si verificano con le piene ed in generale sono abbastanza contenuti.

L'abbassamento, o l'innalzamento, del fondo dell'alveo naturale determina la quota che esso assumerebbe in assenza del manufatto, la quale viene assunta come riferimento per il calcolo dell'entità dell'erosione, localizzata e generalizzata, causata dalla presenza delle opere. Tale quota di riferimento risulta, tuttavia, variabile nel tempo, sia per evoluzioni naturali del fondo nel medio-lungo termine, sia per mutamenti di periodo più breve, in genere limitato alla durata di un unico evento di piena.

Il secondo tipo di erosione è funzione sia delle caratteristiche idrodinamiche del fiume che del rapporto tra la larghezza ristretta e la larghezza originaria della sezione.

Vista la forma e le dimensioni delle pile in progetto e le caratteristiche idrodinamiche dei fiumi in oggetto si può dire che i processi erosivi dovuti a questi primi due fenomeni sono trascurabili in quanto riconducibili alle naturali variazioni di fondo.

Il processo erosivo che può causare un intenso fenomeno di consumo di materiale è invece l'erosione localizzata. Tali processi sono funzione della forma e delle dimensioni delle pile, dell'angolo che la corrente forma con l'asse della pila, la velocità dell'acqua, tirante idrico e infine caratteristiche dei sedimenti e loro granulometria.

Questo è un fenomeno piuttosto complesso da valutare poiché la corrente in prossimità dell'ostacolo, per sorpassarlo, genera dei moti turbolenti che interagiscono con le particelle sul fondo.

In particolare, come si vede nella figura 2.6-1, la corrente si muove verso il basso e genera al piede della pila un vortice turbolento che dà luogo all'erosione localizzata.

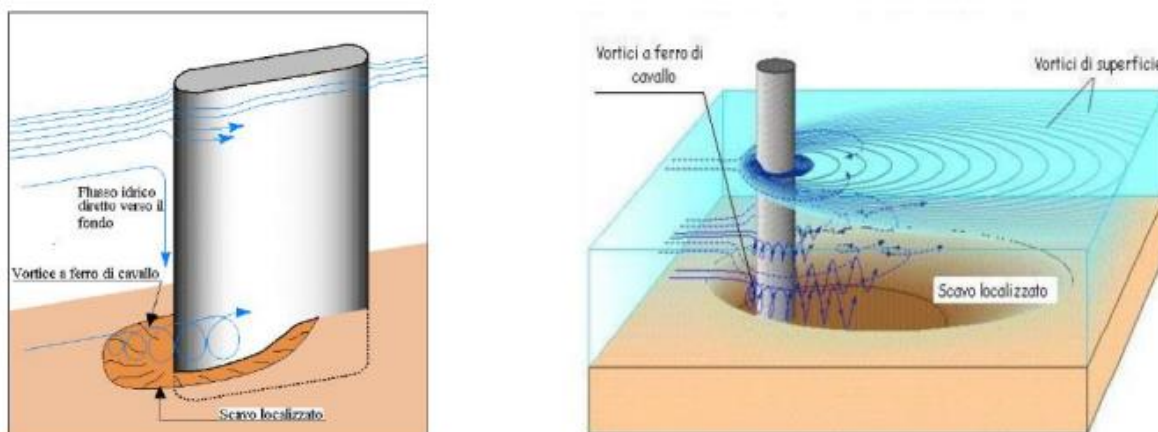


Figura 3.6-1 Erosione localizzata

I parametri che influenzano l'erosione localizzata delle pile di un ponte sono i seguenti:

- Caratteristiche del fluido (densità e viscosità);
- Caratteristiche della corrente fluida (tirante idrico, velocità media, forma della sezione trasversale);
- Caratteristiche dei sedimenti (densità, diametro caratteristico  $d_{50}$ , velocità critica);
- Geometria dell'opera (dimensioni delle pile, allineamento delle pile).

Esistono numerose formule sperimentali ottenute da esperienze di laboratorio o da analisi di dati raccolti sul campo e finalizzate a quantificare la profondità dello scalzamento.

Per ciascun viadotto i valori di scalzamento sono stati determinati con riferimento alle dimensioni e forme dei fusti e dei plinti impiegando formule diverse tra quelle di letteratura. Esistono numerose formule sperimentali ottenute da esperienze di laboratorio o da analisi di dati raccolti sul campo e finalizzate a quantificare la profondità dello scalzamento.

In questo studio si è fatto riferimento alle formulazioni Yaroslavtziev, Holmes, Breusers, Da Deppo, Laursen, Froehlich, Colemann, CSU qui di seguito descritte.

Alla base di queste trattazioni c'è sempre la teoria dello sforzo critico di Shields per il materiale presente in alveo.

In particolare la formula di *Yaroslavtziev* prevede che lo scalzamento  $S$  sia pari a:

$$S = K_v \cdot K_f \cdot (e + K_h) \frac{v_0^2}{g} - 30 \cdot D_{85}$$

In cui

$S$ : profondità di scalzamento a partire dal fondo alveo medio locale;

$K_v$ : funzione del rapporto tra il termine cinetico della corrente e la larghezza efficace della pila:

$$K_v = f\left(\frac{v_0^2}{g \cdot bl}\right);$$

$K_h$ : funzione del rapporto tra l'altezza media della corrente e la larghezza efficace della pila:

$$K_h = f\left(\frac{y_0}{bl}\right);$$

$K_f$ : funzione del rapporto di forma della pila (lunghezza fratto larghezza) e dell'angolo di attacco della corrente:

$$K_f = f\left(\frac{l}{b}, \alpha\right)$$

$v_0$ : velocità della corrente di piena;

- $Y_0$ : altezza d'acqua della corrente di piena sul fondo naturale di riferimento;
- $b$ : larghezza della pila;
- $l$ : lunghezza della pila;
- $\alpha$ : angolo di attacco della corrente;
- $bl$ : larghezza efficace della pila;
- $e$ : parametro che assume valore 1,0 per pile in alveo e 0,6 per pile in golena;
- $D_{85}$ : dimensione caratteristica del materiale di fondo.

Altra formulazione utilizzata in questo studio è quella elaborata da *Holmes* che prevede che:

$$H_s = H_{sl} + d_{so}$$

in cui:

$H_s$ : profondità di scalzamento valutata dalla quota di pelo libero della piena di riferimento;

$H_{sl}$ : profondità dello scalzamento medio del fondo in corrispondenza della pila dovuto all'erosione generalizzata del fondo;

$d_{so}$ : profondità dell'erosione localizzata ai piedi della pila a partire dalla quota prodotta da  $H_{sl}$ .

Il termine  $H_{sl}$  è il maggiore tra i valori forniti dalle due seguenti espressioni:

$$H_{sl} = Y_0$$

$$H_{sl} = y_r \frac{V_0}{\left( \sqrt{g \frac{A}{B}} \cdot K_H \right)}$$

In cui

- $Y_0$ : profondità della corrente di piena indisturbata;
- $y_r$ : differenza tra il livello idrico medio ed il livello di piena;

- A: area della sezione trasversale della corrente indisturbata;  
B: larghezza della sezione trasversale;  
 $V_0$ : velocità caratteristica della corrente in piena;

La formula di *Breusers* è una delle espressioni recenti più diffusamente applicate nell'ingegneria per la valutazione dell'erosione localizzata al piede delle pile.

In effetti l'impostazione del metodo di calcolo e la dipendenza del fenomeno da una serie ben definita di caratteristiche idrauliche, geometriche e sedimentologiche del sito rappresentano lo stato più avanzato della pratica di calcolo, rimanendo i singoli parametri che determinano lo scalzamento oggetto di continue revisioni alla luce di nuovi risultati su sperimentazioni modellistiche di laboratorio e di nuovi dati di campo.

La formula proposta da Breusers è la seguente:

$$d_s = 2b \tanh\left(\frac{Y_0}{b}\right) \cdot f_1 f_2 f_3 f_4$$

nella quale:

- $d_s$ : profondità di scalzamento a partire dal fondo alveo medio locale;  
 $Y_0$ : profondità media della corrente indisturbata;  
b: larghezza della pila;  
 $f_1$ : parametro che tiene conto della capacità erosiva della corrente in rapporto alla velocità critica di trasporto:  
 $f_2$ : parametro che tiene conto della forma della pila  $f_2 = f(\text{pila})$ :
  - $f_2 = 1,00$  per pila circolare;
  - $f_2 = 0,75$  per pila sagomata idraulicamente;
  - $f_2 = 1,30$  per pila rettangolare; $f_3$ : parametro di forma della pila:
  - $f_3 = f(l/b, \alpha)$  ; $f_4$ : parametro che tiene conto dell'"effetto gruppo" e cioè della mutua vicinanza tra le pile attraverso il rapporto tra la larghezza della singola pila e l'interasse.



La formula di Da Deppo, Datei e Saladin:

$$\frac{d_s}{s} = f_1 \left( \frac{v_0}{v_{cr}} \right) \left[ 2 \tanh \frac{y_0}{s} \right] f_2 (forma) f_3 \left( \alpha, \frac{l}{s} \right)$$

$d_s$  = profondità di scalzamento a partire dal fondo alveo indisturbato;

$v_0$  = velocità media della corrente indisturbata;

$v_{cr}$  = velocità critica di trascinamento del materiale;

$d$  = dimensione del materiale;

$s$  = larghezza delle pile;

$\alpha$  = angolo che la corrente forma con la pila

$f_1$  = parametro che tiene conto della capacità erosiva della corrente in rapporto alla velocità critica di trasporto;

$f_2$  = parametro che tiene conto della forma pila;

$f_3$  = parametro di forma della posizione della pila.

La formula proposta da *Laursen* è la seguente:

$$d_s = 1.1b \left( \frac{y}{b} \right)^{0.5}$$

Dove:

$y$ : profondità media della corrente indisturbata;

$b$ : larghezza della pila in m;

La formula proposta da *Freuehlich*

$$d_s = 0.32 k_p \alpha^{0.62} h_m^{0.47} F_m^{0.22} d_{50}^{-0.09} \square$$

In cui:

$k_p$ : è un fattore che tiene conto della forma delle pile;

a: è la proiezione, nella direzione ortogonale alle linee di flusso della corrente della larghezza della pila;

$F_m$ : è il numero di Froude nella sezione subito a monte del ponte.

La formula proposta da *Colemann*

$$d_s = 0.54b \left( \left( \frac{y}{b} \right)^{0.19} \right) \cdot Fr^{1.19} y^{0.41}$$

La formulazione CSU

$$d_s = 2h \left( \frac{a}{Y_1} \right)^{0.65} \cdot K_1 K_2 K_3 K_4 Fr^{0.43}$$

In cui:

$K_1, K_2, K_3$ : sono fattori correttivi legati alla forma delle pile, all'angolo di attacco e alle condizioni di fondo alveo;

$Y_1$ : è l'altezza della corrente;


a: è la larghezza della pila;

$F_r$ : è il numero di Froude nella sezione subito a monte del ponte.

I risultati ottenuti sono qui di seguito riportati per ogni pila interessata:

Tabella 3.6-5 Profondità di scalzamento per ogni pila in alveo

ID Viadotto	Corso d'acqua	ID Pila	DATI					DA DEPPO		LAURSEN		FROEHLICH		BREUSER		COLEMANN		CSU	
			Velocità da modellazione	Velocità di progetto	Profondità corrente	Larghezza pila	Lunghezza pila	Verifica dimensioni e forma pila	Verifica dimensioni e forma plinto	Verifica dimensioni e forma pila	Verifica dimensioni e forma plinto	Verifica dimensioni e forma pila	Verifica dimensioni e forma plinto	Verifica dimensioni e forma pila	Verifica dimensioni e forma plinto	Verifica dimensioni e forma pila	Verifica dimensioni e forma plinto	Verifica dimensioni e forma pila	Verifica dimensioni e forma plinto
[-]	[-]	[-]	[m/sec]	[m/sec]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
VI02	Eleuterio Foce	PI02	6.60	6.60	4.15	3.50	6.00	<b>4.35</b>	<b>10.43</b>	4.23	6.86	3.32	6.43	2.18	6.02	0.56	0.74	-	-
VI02	Eleuterio Foce	PI03	6.60	6.60	4.15	3.50	6.00	<b>4.35</b>	<b>10.43</b>	4.23	7.22	3.78	7.31	2.18	6.02	1.13	1.49	-	-
VI07	Sant'Antonio	PI06	2.17	2.17	3.00	2.30	3.50	<b>3.97</b>	<b>7.47</b>	2.92	6.43	2.84	5.42	1.49	4.31	1.31	1.72	1.52	3.06
VI07	Sant'Antonio	PI07	2.17	2.17	3.00	2.30	3.50	<b>2.98</b>	<b>7.47</b>	2.92	6.72	3.01	5.75	1.49	4.31	1.80	2.37	1.52	3.18
VI08	Rigano	PI02	1.00	1.00	5.40	3.00	10.20	<b>4.26</b>	<b>12.62</b>	4.47	9.37	4.76	8.42	2.13	7.28	3.49	4.44	1.39	2.69
VI09	Eleuterio Inizio	PI05	1.60	1.60	4.34	3.00	6.00	<b>4.03</b>	<b>10.52</b>	4.01	8.71	4.46	7.90	2.01	6.07	3.76	4.79	1.63	3.26
VI14	Milicia	PI01	2.04	2.04	3.40	3.00	6.00	<b>3.65</b>	<b>8.46</b>	3.55	7.98	4.11	7.27	1.83	4.88	3.88	4.93	1.72	3.53
VI14	Milicia	PI02	2.04	2.04	3.40	3.00	6.00	<b>3.65</b>	<b>8.46</b>	3.55	8.24	4.23	7.48	1.83	4.88	4.52	5.75	1.72	3.63
VI15	Milicia	PI05	4.60	4.60	2.30	3.00	6.00	<b>2.90</b>	<b>5.86</b>	2.92	6.98	3.61	6.39	1.45	3.38	4.09	5.21	2.72	5.87
VI15	Milicia	PI06	4.60	4.60	2.30	3.00	6.00	<b>2.90</b>	<b>5.86</b>	2.92	7.18	3.69	6.53	1.45	3.38	4.63	5.89	2.72	6.02

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b><i>Relazione Idraulica</i></b>	

Per contrastare tali fenomeni, in fase di progettazione si sono adottate opportune scelte per contenere la profondità dello scavo alla base delle strutture fondate in alveo. Nello specifico si è scelto di procedere tramite la posa di massi scogliera di dimensioni tali da non essere rimossi dalla corrente ( $d_n > 30$  cm). Tali materiali hanno caratteristiche tali da non dar luogo a trascinamento garantendo quindi che il materiale non venga asportato durante l'evento di piena. Lo spessore di tale rivestimento sarà maggiore o uguale a quello calcolato precedentemente e sarà fatto con materiale lapideo sciolto.

Nella valutazione della stabilità di tali elementi si è valutato la resistenza opposta da tali rivestimenti all'inizio del moto.

## 4 SISTEMA DI DRENAGGIO

---

Il presente paragrafo riguarda le scelte tipologiche e progettuali, il dimensionamento e la verifica delle opere di sistemazione idraulica previste in progetto. Tali opere sono finalizzate:

- (i) alla captazione delle acque meteoriche intercettate dalla piattaforma stradale,
- (ii) alla regimazione del deflusso dell'acqua nel sistema di corsi d'acqua, fossi e impluvi superficiali minori interferenti con il tracciato stradale
- (iii) alla messa in sicurezza della viabilità di progetto rispetto alle piene dei corsi d'acqua interferenti il tracciato stradale oggetto dello studio.

### 4.1 Obiettivi e criteri della progettazione idraulica

Il progetto idraulico, che si basa sulla Relazione idrologica (UP62\_T00ID00IDRRE01) prevede il dimensionamento di opere adeguate a:

- la messa in sicurezza del corpo stradale;
- il drenaggio e la raccolta delle acque di piattaforma;
- la limitazione delle alterazioni al naturale deflusso delle acque meteoriche.

Il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche sono stati sviluppati con riferimento ai seguenti tempi di ritorno ( $T_R$ ):

- Fossi di guardia a presidio del corpo stradale:  $T_R = 50$  anni;
- Fossi di guardia in testa alle trincee:  $T_R = 100$  anni;
- Tombini di attraversamento della piattaforma stradale:  $T_R = 200$  anni;
- Collettori di drenaggio della piattaforma stradale:  $T_R = 25$  anni;
- Interasse tra caditoie e canalette ad embrici:  $T_R = 25$  anni.

I criteri per la verifica idraulica dei manufatti e/o corsi d'acqua sono i seguenti:

- Fossi di guardia: verifica per confronto della portata di progetto con la portata massima smaltibile, in condizioni di moto uniforme completamente turbolento e considerando un grado di riempimento pari al 70% e la pendenza media;
- Inalveazioni: criterio di verifica analogo ai fossi di guardia;

- Tombini di attraversamento della piattaforma stradale: verifica in condizioni di moto uniforme, effettuata confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile, calcolata considerando un franco superiore ad 1/3 dell'altezza utile dell'opera e comunque superiore a 0,50 m per i tombini di dimensioni minori;
- Sistemazioni fluviali su reticolo idrografico principale: franco idraulico minimo, su ponti e viadotti di progetto, pari al valore massimo calcolato come previsto dalle NTC2018;
- Collettori di linea per la raccolta delle acque meteoriche: dimensionamento dei collettori con il metodo italiano dell'invaso lineare in riferimento al valore dell'altezza di precipitazione  $h$  fornito dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata ed elevata intensità per un tempo di ritorno di 25 anni. Si assume un grado di riempimento massimo accettato pari al 50% per diametri inferiori a 400 mm e pari al 70% per diametri superiori o uguali a 400 mm. La verifica dei diametri dei collettori sulla portata di progetto viene effettuata ipotizzando condizioni di moto uniforme.
- Caditoie / embrici: determinazione dell'interasse determinato imponendo che a fronte di uno scroscio di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni, la vena liquida sia contenuta in ogni caso entro 1 m di distanza dal ciglio banchina.

## 4.2 **Classificazione e descrizione degli interventi**

Le opere di sistemazione idraulica si dividono in tre categorie:

1. Opere per il drenaggio delle acque di piattaforma: cordoli, cunette, embrici, caditoie, pozzetti, canalette, collettori, vasche di prima pioggia e manufatti di scarico al ricettore;
2. Opere per il drenaggio delle acque di versante: tombini, fossi di guardia, canalette, inalveazioni e manufatti di scarico al ricettore;
3. Opere di sistemazione fluviale: protezione spondale e rivestimenti in gabbioni e materassi, rivestimento alla base delle pile dei ponti;

### 4.2.1 **Opere per il drenaggio delle acque di piattaforma**

In attuazione dell'art. 113, comma 3, del D.lgs. 152/06, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle superfici scolanti sono soggetti alla gestione qualitativa, qualora tali acque provengano da superfici su cui possono depositarsi sostanze inquinanti. Per questa ragione per gli



scarichi del drenaggio di piattaforma è obbligatorio garantire il trattamento delle acque di prima pioggia ed il controllo dello sversamento accidentale.

In linea del tutto generale si può dire che il progetto prevede un "ciclo chiuso", ovvero che le acque meteoriche afferenti alla piattaforma stradale (sia di prima che di seconda pioggia) vengano convogliate, nella loro totalità e senza alcuna separazione, a mezzo di collettori circolari, ai manufatti di trattamento (vasche di prima pioggia). A valle di tali manufatti, funzionanti in continuo, si ha l'immissione nei recapiti finali (corpi idrici superficiali o sottosuolo).

Il tracciato di progetto prevede sezioni tipologiche correnti in rilevato, in trincea ed in viadotto, per le quali si prevede quanto segue.

Al piede dei tratti in rilevato, a raccolta delle acque di scarpata, si prevedono elementi disperdenti, mentre in testa alle trincee (fatto salvo casi specifici in cui la morfologia del terreno declini allontanandosi dalla sede stradale) si prevedono, a protezione della piattaforma stradale, fossi di guardia rivestiti, che recapitano principalmente in aree disperdenti.


Entrando maggiormente nel dettaglio, il drenaggio della piattaforma stradale della linea principale è demandato, per l'intera estensione dell'intervento di progetto, ad un collettore disposto, al margine della sede stradale a seconda dell'inclinazione trasversale della superficie stradale. La raccolta sommitale avverrà mediante canalette o cunette alla francese.

I viadotti sono muniti di dedicati pluviali e collettori, staffati al di sotto delle strutture, tali da convogliare l'acqua dalla rete sino all'impianto di trattamento.

I dispositivi di controllo qualitativo delle acque a monte dei recapiti saranno realizzati tramite vasche in cemento armato prefabbricate.

Il volume dei manufatti effettivamente previsto nel progetto è stato definito in ogni caso tenendo conto dell'esigenza di contenere un eventuale sversamento accidentale da parte di un'autocisterna (40 m<sup>3</sup>).

Le vasche di prima pioggia sono pensate per funzionare in continuo, applicando la tecnologia del trattamento primario a vasche comunicanti (per stramazzo): esse saranno costituite da comparti per la sedimentazione e da comparti per la separazione degli olii in sospensione.

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

A monte dell'impianto un sistema di pozzetti/vasche di bypass a stramazzo permette di regolare l'ingresso della prima pioggia all'impianto e della seconda pioggia al recapito. Tali vasche saranno dotate di passi d'uomo per effettuare le periodiche pulizie e manutenzioni ordinarie e straordinarie.

#### **4.2.2 Opere per il drenaggio delle acque di versante**


In aggiunta agli attraversamenti principali in corrispondenza di ponti e viadotti, la strada intercetta le vie secondarie di deflusso delle acque (fossi naturali minori) e riduce la capacità di deflusso del sistema di scorrimento superficiale esistente durante gli eventi meteorici sia ordinari che straordinari. La mitigazione delle interferenze con il reticolo idrografico prevede:

- Tombini di attraversamento del corpo stradale che rendono permeabile la strada rispetto a eventi meteorici ordinari e fino a tempi di ritorno  $T_R = 200$  anni;
- Fossi di guardia ai piedi dell'infrastruttura stradale di protezione del piede del rilevato e della trincea che convogliano l'acqua raccolta negli impluvi naturali;
- Inalveazioni per la regimazione delle acque, la deviazione di fossi, il recapito nei corsi d'acqua esistenti.

I tombini di attraversamento del rilevato stradale consentono di ripristinare la continuità dei corsi d'acqua del reticolo idrografico superficiale esistente intercettato dalla strada mediante un collegamento tra monte e valle, opportunamente dimensionato dal punto di vista idraulico. Tutti i tombini di attraversamento sono realizzati in cemento armato e sono in prevalenza di tipo scatolare tranne nei casi in cui la portata afferente risulta decisamente limitata (minore di  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ).


Il criterio per la verifica idraulica richiede che il franco idraulico lungo l'opera sia superiore ad  $1/3$  dell'altezza utile dell'opera e comunque di norma superiore a 0.5 m.

L'elenco completo dei tombini è riportato insieme alla relativa verifica idraulica nei paragrafi che seguono. Per i dettagli grafici si rimanda agli elaborati specifici di ciascun tombino ed all'elaborato tipologico UP62\_ T00ID00IDRPC0X.

S.S. 121 "Catanesa" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b><i>Relazione Idraulica</i></b>	

I fossi di guardia sono presenti su entrambi i lati della piattaforma stradale, sono in terra (rivestita o meno) e hanno sezione trapezia, con base minore B pari a 0.50 m e scarpa di pendenza 1/1.

Inalveazioni rivestite sono realizzate nelle zone di imbocco e sbocco dei tombini e nei casi in cui l'andamento della linea d'acqua naturale debba essere deviato o regimato.

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

## **5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA**

---

La tutela dall'inquinamento delle acque e dei suoli e l'esigenza dell'utilizzo sostenibile della risorsa impongono il controllo e lo smaltimento delle acque inquinate della piattaforma stradale. A tale scopo si prevede la realizzazione di una rete di captazione stradale che separi le acque meteoriche di dilavamento della pavimentazione stradale dalle acque bianche di versante e dagli eventuali sversamenti accidentali e che convogli le acque di prima pioggia al trattamento.

### **5.1 Schema di drenaggio della piattaforma stradale**

Il recepimento delle direttive relative allo smaltimento delle acque di prima pioggia pone la questione progettuale della valutazione del rischio e dell'analisi di vulnerabilità del territorio attraversato dall'infrastruttura, come input per la selezione delle aree di intervento, per le strategie di difesa idraulica-sanitaria da adottare e per il dimensionamento dei presidi idraulici di controllo dell'inquinamento.

Il fattore di rischio di inquinamento del bacino idrologico naturale risulta connesso agli spettri di traffico dell'infrastruttura, in particolare all'incidenza dei veicoli pesanti, e all'estensione della superficie di drenaggio, entrambi fattori relazionabili con la categoria della strada di progetto secondo la classificazione del codice della strada.

Per tali ragioni e in conformità si è scelto di affrontare il drenaggio della pavimentazione stradale dell'asse principale come un sistema chiuso. In tale sistema si è cercato di minimizzare il percorso di tali portate fino agli opportuni impianti di trattamento delle acque di prima pioggia e confinamento degli sversamenti accidentali ubicati lungo il tracciato in modo tale da ridurre globalmente il tempo di corrivazione e ad uniformare i tratti di strada serviti da ogni impianto, compatibilmente con le interferenze rappresentate dalle opere esistenti, l'orografia del terreno e la presenza di adeguati corpi ricettori.

### **5.2 Viabilità principale**

Per l'asse principale è stata prevista la raccolta integrale dell'acqua di piattaforma in tutte le sezioni stradali sia in scavo che in rilevato, in galleria artificiale o in viadotto attraverso le cunette laterali, intercettate dalle caditoie stradali e collettate, seguendo le pendenze

longitudinali della livelletta e trasversali della pavimentazione, attraverso una rete di collettori, che derivano le portate ad un punto di raccolta comune, in prossimità dell'impianto di trattamento a servizio del tratto di strada considerato.

In tratti limitati in prossimità di alcuni impianti di trattamento si rende necessario impostare le tubazioni in contropendenza rispetto alla livelletta stradale di progetto, al fine di garantire la raccolta delle acque sull'intera piattaforma stradale.

I collettori di linea, dimensionati come dettagliato nei successivi paragrafi, sono di diametro esterno variabile  $\varnothing 315-800$  e sono in PEAD a doppia parete coestrusa, corrugato esternamente e liscio internamente, con rigidità circonferenziale pari a 8 kN/mq per tutti i tratti in scavo e in rilevato dell'asse principale.

In corrispondenza del tratto di transizione tra impalcato e rilevato, in adiacenza alle spalle, i collettori vengono appoggiati e solidarizzati a mensole fissate alle pareti della spalla. Per i dettagli costruttivi delle tubazioni in viadotto, sia nuovi che esistenti e per i particolari di staffaggio, si vedano gli elaborati UP62\_T00ID00IDRPC01/02.

Si riportano a seguire i procedimenti ed i calcoli per la determinazione delle portate delle acque meteoriche di piattaforma e delle portate di prima pioggia.

### **5.2.1 Determinazione della pioggia critica**

Il fenomeno di deflusso sulla piattaforma stradale o in generale su una superficie scolante di lunghezza  $L_0$  è descritto dalle equazioni di continuità e del moto (equazioni di De Saint Venant). Applicando l'ipotesi dell'onda cinematica a una superficie scolante interessata da pioggia netta  $p$  di intensità costante nel tempo e nello spazio, partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissione nella sezione iniziale, è possibile determinare analiticamente le condizioni di equilibrio del deflusso come il momento  $t_e$  in cui la portata defluente per unità di larghezza della sezione terminale risulta pari alla portata in ingresso, ossia pari a  $pL_0$ :

$$t_e = \left( \frac{L_0}{\alpha p^{m-1}} \right)^{1/m}$$

Il velo idrico sulla superficie scolante risulta:

$$h(x) = \left(\frac{px}{\alpha}\right)^{1/m}; \quad h_e(L_0) = pt_e$$

dove l'intensità di pioggia  $p$  è espressa in m/s, l'ascissa  $x$  in metri,  $\alpha$  e  $m$  sono due parametri che tengono conto delle caratteristiche della corrente sulla superficie scolante. Nell'ipotesi di deflusso in regime turbolento:

$$m = 5/3; \quad \alpha = K_s s_T^{1/2}$$

- $K_s$  espresso in  $m^{1/3}/s$  è il parametro di scabrezza della superficie scolante (per superfici in cemento o asfalto =70÷100) e  $s_T$  espresso in m/m è la pendenza trasversale della strada.

Formulazioni ricavate sulla base di dati sperimentali suggeriscono di utilizzare  $m=2$ .

La condizione di massimo deflusso relativa a un pluviogramma netto di tipo rettangolare (durata della pioggia critica  $t_{pc}$ ) si verifica al momento dell'equilibrio del deflusso ( $t_e$ ).

Assumendo che il valore dell'altezza di precipitazione netta  $h$  sia dato dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata per un tempo di ritorno di 25 anni, si ottiene la durata della pioggia critica  $t_{pc}$ :

$$h = \varphi a t^n; \quad t_{pc} = \left(\frac{L_0}{\alpha(\varphi a)^{m-1}}\right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

dove  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso assunto pari a 0,9,  $n$  ed  $a$  sono i parametri della curva di possibilità climatica con il parametro  $a$  espresso in  $mm/h^n$ , relativi ad un evento di pioggia avente tempo di ritorno pari a 25 anni.

I parametri sono in dettaglio:

Coefficiente medio di deflusso $\varphi$	-	0,9
Coefficiente $a$	mm/h <sup>n</sup>	59,41
Parametro $n$	-	0,1879

Il valore  $q_0$  della massima portata defluente sulla superficie, per unità di larghezza, e il massimo livello idrico risultano quindi:

$$q_0 = \varphi a t_{pc}^{n-1} L_0$$

$$h_{max} = \varphi a t_{pc}^n$$



Nei casi in cui non fosse possibile trascurare la pendenza longitudinale della piattaforma stradale, è necessario tenere conto dell'effettiva pendenza  $s_L$  della piattaforma e della lunghezza del percorso del velo idrico  $L_P$ , sostituendo:

$$s_T \Rightarrow s_f = (s_T^2 + s_L^2)^{0.5}$$

$$L_0 \Rightarrow L_P = L_0 [1 + (s_L/s_T)^2]^{0.5}$$

dove con  $s_T$  e  $s_L$  si è indicato rispettivamente la pendenza trasversale e quella longitudinale della strada.

La carreggiata di progetto ha una larghezza pavimentata di circa 15 m, con pendenza longitudinale e trasversale variabile. La portata per unità di lunghezza scolante dalla carreggiata è stata calcolata dividendo il tracciato in tratti elementari in cui si mantengono costanti le caratteristiche geometriche (pendenza longitudinale, trasversale) e le caratteristiche tipologiche (rilevato, scavo, viadotto).

### 5.2.2 **Determinazione dell'interasse dei sistemi di drenaggio**

Il dimensionamento dell'interasse da assegnare alle caditoie viene determinato imponendo che a fronte di uno scroscio di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni la vena liquida sia contenuta in ogni caso entro 1 m di distanza dal ciglio (la banchina è larga 1,50 m e ha pendenza minima di 2,5%). L'interasse  $B$  [m] degli imbocchi dei manufatti di drenaggio è valutato con la seguente:

$$B = \frac{Q_{max}}{q_o}$$

dove  $Q_{max}$  [l/s] è la massima portata convogliabile dal margine della pavimentazione e dalla cunetta a seconda della tipologia di drenaggio (rilevato, trincea, viadotto).

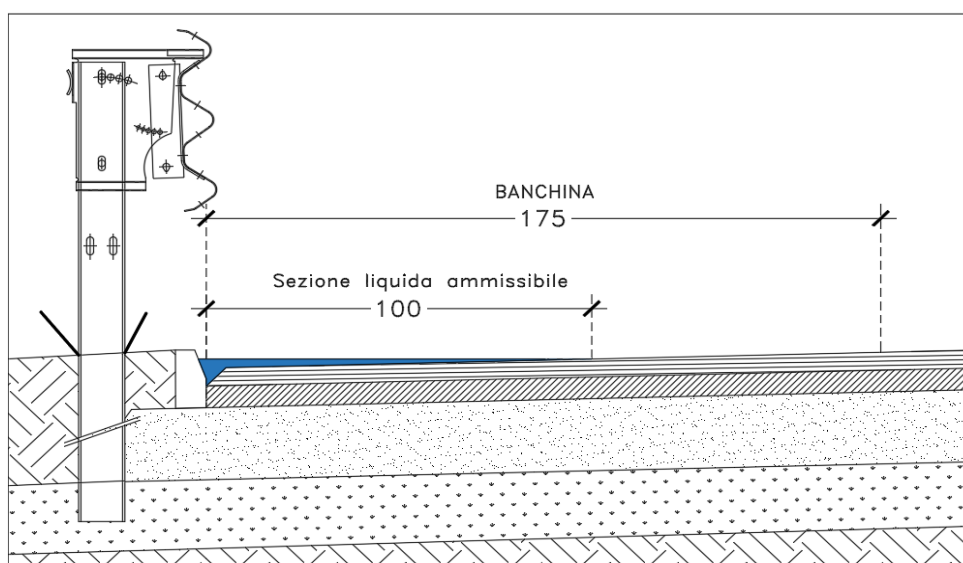
La portata smaltita al margine della pavimentazione e in cunetta può essere calcolata nell'ipotesi di moto uniforme con la formula di Chézy:

$$Q = K_s A R^{2/3} s_L^{1/2}$$

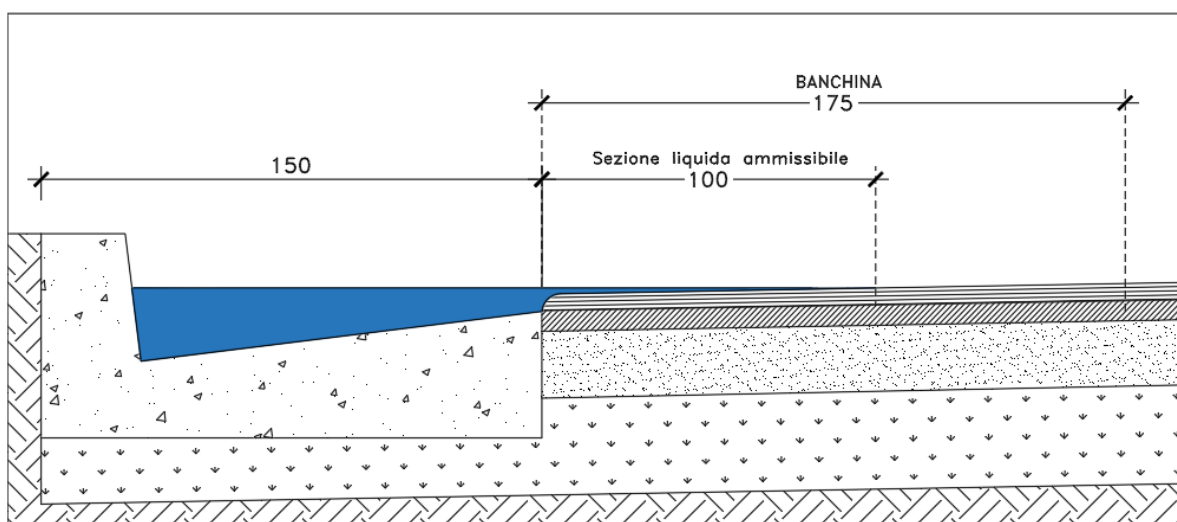
dove  $K_s$  [ $m^{1/3}/s$ ] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler,  $A$  [ $m^2$ ] è l'area bagnata della sezione liquida,  $R$  [m] è il raggio idraulico corrispondente e  $s_L$  [m/m] è la pendenza longitudinale della strada.

L'acqua di piattaforma è smaltita nella strada in progetto secondo due modalità:

- Tratti in rilevato e viadotto – smaltimento dell'acqua in banchina fino ad 1 m dal ciglio esterno
- Tratti in trincea, smaltimento dell'acqua in banchina fino ad 1 m dal ciglio esterno e in cunetta alla francese da 0.75 m di larghezza.



*Figura 5.2-1 Sezione liquida in rilevato e viadotto*



*Figura 5.2-2 Sezione liquida in trincea*

Di seguito si riportano i valori adottati per la verifica dell'interasse massimo tra gli elementi di drenaggio per i vari tipi di sezione presenti nel tracciato in funzione delle diverse pendenze trasversali, del tipo di sezione e dell'andamento planimetrico.

Tabella 5-1 Caratterizzazione idraulica delle cunette/margini laterali

Caratterizzazione idraulica delle cunette/margini laterali				
Andamento Planimetrico	Tipo Sezione	A	P	Ri
		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
Curva	Scavo	0.100	1.060	0.09
	Rilevato	0.120	1.023	0.12
Rettilineo	Scavo	0.100	1.060	0.09
	Rilevato	0.120	1.023	0.12
Clotoide	Scavo	0.100	1.060	0.09
	Rilevato	0.120	1.023	0.12

Dove con P [m] è indicato il perimetro bagnato, con A [m<sup>2</sup>] l'area bagnata.

L'interasse massimo è fissato pari a 20 m per tutto il tracciato. Ogni caditoia è provvista di un pozzetto di raccolta da cui partono i collettori.

la verifica è stata condotta appurando che la massima portata unitaria defluente sulla superficie  $q_0$ , nelle condizioni più sfavorevoli, per l'interasse stabilito fra gli embrici sia minore della massima portata convogliabile negli elementi di raccolta della piattaforma.

$$q_0 \cdot B = Q_{p,max} < Q_{max}$$

Qui di seguito si riportano tratto per tratto i dettagli del calcolo dell'interasse degli elementi di drenaggio.

*Tabella 5-2. Dettagli del calcolo dell'interasse degli elementi di drenaggio*

	Tipo Sez.	And. planim.	L	Prog. Iniz.	Prog. Fin.	S <sub>L</sub>	S <sub>T</sub>	S <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	K <sub>S</sub>	α	t <sub>pc</sub>	q <sub>0</sub>	A	P <sub>b</sub>	R <sub>i</sub>	Q <sub>max</sub>	Intdi calcolo	Int di progetto	
			[m]	[-]	[-]	[m/m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[s]	[l/s/m]	m <sup>2</sup>	m	m	l/s	m	m	
da 1+470 a 0+020	Collettore 1	Scavo	Cl	80	1460	1380	0.0136	0.05	0.052	40.01	70	15.65	95	11.40	0.100	1.060	0.094	169.2	15	20
		Scavo	Cu	320	1380	1060	0.0136	0.066	0.067	52.03	70	17.98	105	13.63	0.100	1.060	0.094	169.2	12	20
		Rilevato	Cu	240	1060	820	0.0136	0.066	0.067	52.03	70	17.98	105	13.63	0.120	1.023	0.117	234.7	17	20
		Rilevato	Cl	220	820	600	0.0136	0.05	0.052	10.50	70	15.65	31	7.47	0.120	1.023	0.117	234.7	31	20
		Rilevato	R	500	600	100	0.058	0.025	0.063	11.43	70	11.07	44	6.05	0.120	1.023	0.117	484.7	80	20
		Scavo	R	100	100	0	0.058	0.025	0.063	11.43	70	11.07	44	6.05	0.100	1.060	0.094	349.4	58	20
da 2+840 a 1+470	Collettore 2	Scavo	Cu	120	2840	2720	0.011	0.039	0.041	38.68	70	13.82	102	10.36	0.100	1.060	0.094	152.1	15	15
		Scavo	Cl	170	2720	2550	0.011	0.02	0.023	10.50	70	9.90	45	5.46	0.100	1.060	0.094	152.1	28	20
		Scavo	R	30	2550	2520	0.011	0.025	0.027	10.50	70	11.07	41	5.89	0.100	1.060	0.094	152.1	26	20
		Scavo	Cl	140	2520	2380	0.011	0.03	0.032	10.50	70	12.12	38	6.27	0.100	1.060	0.094	152.1	24	20
		Scavo	Cu	300	2380	2080	0.011	0.032	0.034	10.50	70	12.52	37	6.41	0.100	1.060	0.094	152.1	24	20
		Scavo	Cl	100	2080	1980	0.011	0.03	0.032	10.50	70	12.12	38	6.27	0.100	1.060	0.094	152.1	24	20
		Rilevato	Cl	40	1980	1940	0.011	0.027	0.029	10.50	70	11.50	40	6.05	0.120	1.023	0.117	211.1	35	20
		Rilevato	R	380	1940	1560	0.011	0.025	0.027	10.50	70	11.07	41	5.89	0.120	1.023	0.117	211.1	36	20
		Scavo	R	50	1560	1510	0.011	0.025	0.027	10.50	70	11.07	41	5.89	0.100	1.060	0.094	152.1	26	20
Scavo	Cl	40	1510	1470	0.011	0.02	0.023	10.50	70	9.90	45	5.46	0.100	1.060	0.094	152.1	28	20		
da 2+840 a 3+280	Collettore 3	Scavo	Cu	-180	2840	3020	0.005	0.036	0.036	10.50	70	13.28	35	6.68	0.100	1.060	0.094	102.6	15	15
		Scavo	Cl	-60	3020	3080	0.005	0.02	0.021	10.50	70	9.90	45	5.46	0.100	1.060	0.094	102.6	19	15
		Rilevato	Cl	-120	3080	3200	0.005	0.02	0.021	10.50	70	9.90	45	5.46	0.120	1.023	0.117	142.3	26	20
		Rilevato	R	-80	3200	3280	0.005	0.025	0.025	10.50	70	11.07	41	5.89	0.120	1.023	0.117	142.3	24	20
da 3+620 a 3+280	Collettore 4	Rilevato	Cl	60	3620	3560	0.049	0.052	0.071	15.31	70	15.96	41	8.53	0.120	1.023	0.117	445.5	52	20
		Rilevato	Cu	200	3560	3360	0.049	0.064	0.081	17.27	71	17.96	42	9.61	0.120	1.023	0.117	451.8	47	20
		Rilevato	Cl	80	3360	3280	0.049	0.04	0.063	13.55	72	14.40	41	7.65	0.120	1.023	0.117	458.2	60	20
da 4+890 a 3+620	Collettore 5	Rilevato	Cl	60	4890	4830	0.0084	0.03	0.031	10.50	73	12.64	37	6.45	0.120	1.023	0.117	192.4	30	20
		Rilevato	Cu	220	4830	4610	0.0084	0.027	0.028	10.50	74	12.16	38	6.28	0.120	1.023	0.117	195.0	31	20
		Scavo	Cu	210	4610	4400	0.0084	0.025	0.026	10.50	75	11.86	39	6.18	0.100	1.060	0.094	142.5	23	20

S.S. 121 "Catanese"  
Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA



UP62


**Relazione Idraulica**

	Tipo Sez.	And. planim.	L	Prog. Iniz.	Prog. Fin.	SL	SR	So	Lo	Ks	$\alpha$	$t_{pc}$	$q_0$	A	P <sub>b</sub>	R <sub>i</sub>	Q <sub>max</sub>	Intdi calcolo	Int di progetto	
			[m]	[-]	[-]	[m/m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[s]	[l/s/m]	m <sup>2</sup>	m	m	l/s	m	m	
	Rilevato	Cu	600	4400	3800	0.0084	0.04	0.041	10.50	76	15.20	31	7.32	0.120	1.023	0.117	200.3	27	20	
	Rilevato	Cl	180	3800	3620	0.0084	0.04	0.041	10.50	77	15.40	31	7.39	0.120	1.023	0.117	202.9	27	20	
da 4+890 a 6+160	Collettore 6	Rilevato	Cl	210	4890	5100	0.0477	0.06	0.077	16.87	78	19.11	39	9.95	0.120	1.023	0.117	489.8	49	20
		Rilevato	Cu	110	5100	5210	0.0477	0.068	0.083	18.28	79	20.60	39	10.74	0.120	1.023	0.117	496.0	46	20
		Rilevato	Cl	190	5210	5400	0.0477	0.06	0.077	16.87	80	19.60	38	10.12	0.120	1.023	0.117	502.3	50	20
		Scavo	Cl	-60	5400	5460	0.0477	0.032	0.057	12.64	81	14.49	38	7.51	0.100	1.060	0.094	366.6	49	20
		Scavo	R	-40	5460	5500	0.0477	0.025	0.054	11.85	82	12.97	40	6.82	0.100	1.060	0.094	371.1	54	20
		Rilevato	R	-260	5500	5760	0.0477	0.025	0.054	11.85	83	13.12	39	6.88	0.120	1.023	0.117	521.2	76	20
		Scavo	R	-35	5760	5795	0.0477	0.025	0.054	11.85	84	13.28	39	6.94	0.100	1.060	0.094	380.2	55	20
		Scavo	R	-85	5795	5880	0.0477	0.025	0.054	11.85	85	13.44	39	6.99	0.100	1.060	0.094	384.7	55	20
		Scavo	Cl	-40	5880	5920	0.0477	0.014	0.050	10.94	86	10.18	46	5.64	0.100	1.060	0.094	389.2	69	20
		Scavo	Cl	-80	5920	6000	0.0477	0.05	0.069	15.21	87	19.45	35	9.74	0.100	1.060	0.094	393.8	40	20
		Scavo	Cu	-80	6000	6080	0.0076	0.068	0.068	10.50	88	22.95	22	9.70	0.100	1.060	0.094	159.0	16	15
		Scavo	Cl	-80	6080	6160	0.0076	0.05	0.051	10.50	89	19.90	25	8.80	0.100	1.060	0.094	160.8	18	15
da 6+160 a 6+800	Collettore 7	Rilevato	Cl	90	6800	6710	0.0076	0.02	0.021	10.50	90	12.73	37	6.48	0.120	1.023	0.117	225.6	35	20
		Rilevato	R	470	6710	6240	0.0076	0.025	0.026	10.50	91	14.39	33	7.05	0.120	1.023	0.117	228.1	32	20
		Rilevato	Cl	80	6240	6160	0.0076	0.03	0.031	10.50	92	15.93	30	7.56	0.120	1.023	0.117	230.6	30	20
da 8+200 a 6+800	Collettore 8	Rilevato	Cu	40	8200	8160	0.0083	0.06	0.061	10.50	93	22.78	22	9.65	0.120	1.023	0.117	243.6	25	20
		Rilevato	Cl	100	8160	8060	0.0083	0.05	0.051	10.50	94	21.02	24	9.14	0.120	1.023	0.117	246.2	27	20
		Rilevato	Cl	150	8060	7910	0.0083	0.05	0.051	10.50	95	21.24	24	9.20	0.120	1.023	0.117	248.8	27	20
		Rilevato	R	110	7910	7800	0.0083	0.025	0.026	10.50	96	15.18	32	7.31	0.120	1.023	0.117	251.4	34	20
		Rilevato	R	300	7800	7500	0.0083	0.025	0.026	10.50	97	15.34	31	7.37	0.120	1.023	0.117	254.1	34	20
		Rilevato	R	250	7500	7250	0.0234	0.025	0.034	15.37	98	15.50	43	8.37	0.120	1.023	0.117	431.0	52	20
		Rilevato	Cl	120	7250	7130	0.0234	0.04	0.046	20.79	99	19.80	45	10.89	0.120	1.023	0.117	435.4	40	20
		Rilevato	Cu	300	7130	6830	0.0234	0.052	0.057	25.59	100	22.80	47	12.80	0.120	1.023	0.117	439.8	34	20
		Rilevato	Cl	30	6830	6800	0.0234	0.04	0.046	20.79	101	20.20	44	11.04	0.120	1.023	0.117	444.2	40	20
da 8+200 a 8+550	Collettore 9	Rilevato	Cu	-350	8200	8550	0.004	0.065	0.065	10.50	102	26.00	20	10.57	0.120	1.023	0.117	185.5	18	15
da 9+100 a 8+550	Collettore 10	Rilevato	Cl	160	9100	8940	0.0117	0.053	0.054	10.50	103	23.71	22	9.92	0.120	1.023	0.117	320.3	32	20
		Rilevato	R	40	8940	8900	0.0117	0.025	0.028	24.77	104	16.44	61	10.14	0.120	1.023	0.117	323.4	32	20

	Tipo Sez.	And. planim.	L	Prog. Iniz.	Prog. Fin.	SL	SR	So	Lo	Ks	$\alpha$	$t_{pc}$	$q_0$	A	P <sub>b</sub>	R <sub>i</sub>	Q <sub>max</sub>	Intdi calcolo	Int di progetto	
			[m]	[-]	[-]	[m/m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[s]	[l/s/m]	m <sup>2</sup>	m	m	l/s	m	m	
	Rilevato	Cl	240	8900	8660	0.0117	0.04	0.042	10.50	105	21.00	24	9.13	0.120	1.023	0.117	326.5	36	20	
	Rilevato	Cu	110	8660	8550	0.0117	0.065	0.066	10.50	106	27.02	19	10.85	0.120	1.023	0.117	329.6	30	20	
da 10+730 a 9+100	Collettore 11	Scavo	Cu	30	10730	10700	0.0085	0.062	0.063	10.50	107	26.64	20	10.74	0.100	1.060	0.094	204.4	19	15
		Rilevato	Cl	90	10700	10610	0.0085	0.04	0.041	10.50	108	21.60	23	9.31	0.120	1.023	0.117	286.3	31	20
		Rilevato	R	30	10610	10580	0.0085	0.025	0.026	10.50	109	17.23	28	7.98	0.120	1.023	0.117	288.9	36	20
		Rilevato	Cl	120	10580	10460	0.0085	0.03	0.031	10.50	110	19.05	26	8.54	0.120	1.023	0.117	291.6	34	20
		Rilevato	Cu	100	10460	10360	0.0085	0.04	0.041	10.50	111	22.20	23	9.48	0.120	1.023	0.117	294.2	31	20
		Rilevato	Cl	140	10360	10220	0.0085	0.03	0.031	10.50	112	19.40	26	8.65	0.120	1.023	0.117	296.9	34	20
		Rilevato	R	60	10220	10160	0.0085	0.025	0.026	10.50	113	17.87	27	8.18	0.120	1.023	0.117	299.5	37	20
		Rilevato	Cl	180	10160	9980	0.0085	0.05	0.051	10.50	114	25.49	20	10.42	0.120	1.023	0.117	302.2	29	20
		Rilevato	Cu	-530	9980	9920	0.0201	0.06	0.063	10.50	115	28.17	19	11.16	0.120	1.023	0.117	468.7	42	20
		Scavo	Cu	210	9920	9120	0.0201	0.06	0.063	10.50	116	28.41	19	11.23	0.100	1.060	0.094	340.8	30	20
Scavo	Cl	-570	9120	9100	0.0117	0.05	0.051	10.50	117	26.16	20	10.61	0.100	1.060	0.094	262.3	25	20		
da 11+690 a 10+730	Collettore 12	Rilevato	Cu	30	11690	11660	0.0238	0.059	0.064	28.07	118	28.66	42	15.42	0.120	1.023	0.117	523.4	34	20
		Scavo	Cu	60	11660	11600	0.0238	0.059	0.064	28.07	119	28.90	42	15.50	0.100	1.060	0.094	380.5	25	20
		Rilevato	Cu	140	11600	11460	0.0238	0.059	0.064	28.07	120	29.15	42	15.59	0.120	1.023	0.117	532.2	34	20
		Scavo	Cu	80	11460	11380	0.0238	0.059	0.064	28.07	121	29.39	41	15.68	0.100	1.060	0.094	386.8	25	20
		Rilevato	Cu	60	11380	11320	0.0238	0.059	0.064	28.07	122	29.63	41	15.77	0.120	1.023	0.117	541.1	34	20
		Scavo	Cu	180	11320	11140	0.0238	0.059	0.064	28.07	123	29.88	41	15.86	0.100	1.060	0.094	393.2	25	20
		Scavo	Cl	100	11140	11040	0.0318	0.04	0.051	16.87	124	24.80	31	11.89	0.100	1.060	0.094	458.2	39	20
		Rilevato	Cl	240	11040	10800	0.0318	0.025	0.040	13.36	125	19.76	31	9.45	0.120	1.023	0.117	640.9	68	20
Rilevato	Cu	70	10800	10730	0.0318	0.062	0.070	23.01	126	31.37	33	15.40	0.120	1.023	0.117	646.0	42	20		
da 13+970 a 11+690	Collettore 13	Scavo	Cl	90	13970	13880	0.0074	0.03	0.031	10.50	127	22.00	23	9.43	0.100	1.060	0.094	226.4	24	20
		Rilevato	Cu	200	13880	13680	0.0074	0.055	0.055	10.50	128	30.02	18	11.66	0.120	1.023	0.117	316.6	27	20
		Rilevato	Cl	80	13680	13600	0.0074	0.04	0.041	10.50	129	25.80	20	10.51	0.120	1.023	0.117	319.0	30	20
		Rilevato	R	260	13600	13340	0.054	0.025	0.060	11.57	130	20.55	26	9.28	0.120	1.023	0.117	868.5	94	20
		Rilevato	Cl	140	13340	13200	0.054	0.052	0.075	14.58	131	29.87	23	12.89	0.120	1.023	0.117	875.2	68	20
		Rilevato	Cu	160	13200	13040	0.054	0.058	0.079	15.41	132	31.79	23	13.69	0.120	1.023	0.117	881.9	64	20
		Scavo	Cu	40	13040	13000	0.054	0.058	0.079	15.41	133	32.03	23	13.76	0.100	1.060	0.094	640.5	47	20
		Scavo	Cl	140	13000	12860	0.06	0.048	0.077	13.45	134	29.36	22	12.42	0.100	1.060	0.094	680.2	55	20



	Tipo Sez.	And. planim.	L	Prog. Iniz.	Prog. Fin.	SL	SR	So	Lo	Ks	$\alpha$	$t_{pc}$	$q_0$	A	P <sub>b</sub>	R <sub>i</sub>	Q <sub>max</sub>	Intdi calcolo	Int di progetto	
			[m]	[-]	[-]	[m/m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[s]	[l/s/m]	m <sup>2</sup>	m	m	l/s	m	m	
	Rilevato	R	360	12860	12500	0.06	0.025	0.065	11.38	135	21.35	25	9.47	0.120	1.023	0.117	950.7	100	20	
	Scavo	R	50	12500	12450	0.06	0.025	0.065	11.38	136	21.50	25	9.52	0.100	1.060	0.094	690.4	73	20	
	Scavo	R	70	12450	12380	0.06	0.039	0.072	12.52	137	27.06	22	11.48	0.100	1.060	0.094	695.4	61	20	
	Rilevato	Cl	120	12380	12260	0.0475	0.049	0.068	15.09	138	30.55	24	13.23	0.120	1.023	0.117	864.7	65	20	
	Rilevato	Cu	90	12260	12170	0.0475	0.051	0.070	15.41	139	31.39	24	13.57	0.120	1.023	0.117	871.0	64	20	
	Rilevato	Cl	120	12170	12050	0.0475	0.051	0.070	15.41	140	31.62	23	13.64	0.120	1.023	0.117	877.2	64	20	
	Rilevato	R	50	12050	12000	0.0475	0.025	0.054	11.87	141	22.29	25	9.89	0.120	1.023	0.117	883.5	89	20	
	Rilevato	Cl	40	12000	11960	0.0475	0.051	0.070	15.41	142	32.07	23	13.77	0.120	1.023	0.117	889.8	65	20	
	Scavo	Cl	220	11960	11740	0.0475	0.055	0.073	16.06	143	33.54	23	14.39	0.100	1.060	0.094	645.9	45	20	
	Rilevato	Cu	20	11740	11720	0.0475	0.059	0.076	16.74	144	34.98	23	15.00	0.120	1.023	0.117	902.3	60	20	
	Rilevato	Cu	30	11720	11690	0.0475	0.059	0.076	16.74	145	35.22	23	15.07	0.120	1.023	0.117	908.5	60	20	
da 15+480 a 13+970	Rilevato	Cl	80	15480	15400	0.0224	0.05	0.055	25.68	146	32.65	35	16.38	0.120	1.023	0.117	628.2	38	20	
	Rilevato	R	240	15400	15160	0.0224	0.025	0.034	15.73	147	23.24	31	11.12	0.120	1.023	0.117	632.5	57	20	
	Rilevato	Cl	80	15160	15080	0.0224	0.03	0.037	17.55	148	25.63	31	12.31	0.120	1.023	0.117	636.8	52	20	
	Scavo	Cu	60	15080	15020	0.0224	0.055	0.059	27.84	149	34.94	35	17.61	0.100	1.060	0.094	462.1	26	20	
	Rilevato	Cu	60	15020	14960	0.0224	0.055	0.059	27.84	150	35.18	35	17.69	0.120	1.023	0.117	645.4	36	20	
	Rilevato	Cu	330	14960	14630	0.0224	0.055	0.059	27.84	151	35.41	35	17.77	0.120	1.023	0.117	649.7	37	20	
	Scavo	Cl	70	14630	14560	0.0224	0.05	0.055	25.68	152	33.99	34	16.84	0.100	1.060	0.094	471.4	28	20	
	Scavo	R	30	14560	13970	0.0074	0.025	0.026	36.99	153	24.19	61	14.98	0.100	1.060	0.094	272.8	18	15	
da 15+480 a 15+740	Collettore 15	Rilevato	Cu	-260	15480	15740	0.033	0.05	0.060	19.06	154	34.44	26	15.46	0.120	1.023	0.117	804.3	52	20
da 15+920 a 15+740	Collettore 16	Rilevato	R	80	15920	15840	0.0117	0.025	0.028	24.77	155	24.51	43	13.31	0.120	1.023	0.117	482.0	36	20
		Rilevato	R	100	15840	15740	0.0031	0.025	0.025	85.33	156	24.67	122	19.78	0.120	1.023	0.117	249.7	13	10
da 16+500 a 15+920	Collettore 17	Rilevato	R	160	16500	16340	0.0183	0.025	0.031	10.50	157	24.82	21	10.24	0.120	1.023	0.117	610.6	60	20
		Scavo	R	420	16340	15920	0.0128	0.025	0.028	23.04	158	24.98	40	13.18	0.100	1.060	0.094	370.4	28	20

S.S. 121 "Catanesa" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione Idraulica</i>	

Per i dettagli costruttivi dei manufatti per lo smaltimento delle acque di piattaforma si vedano gli elaborati specialistici.

### 5.2.3 Dimensionamento dei collettori di recapito di piattaforma

Il dimensionamento dei collettori è stato effettuato calcolando la portata di progetto con il metodo italiano dell'invaso lineare. Il volume totale invasato a monte della sezione di calcolo viene determinato in base alla relazione:

$$W_i = w_0 S_i + W_i + \sum_{i=1}^{I-1} W_i' + \sum_{i=1}^{I-1} W_i''$$

essendo:

- $w_0$  [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>] il volume per unità di superficie costituito dal velo idrico presente sulle superfici scolanti fissato pari a 2,5 mm
- $S_i$  [m<sup>2</sup>] la superficie di drenaggio sottesa al collettore I di progetto
- $W_i$  [m<sup>3</sup>] il volume invasato all'interno del collettore i-esimo di progetto
- $W_i'$  [m<sup>3</sup>] il volume invasato all'interno dei collettori a monte del tratto i-esimo
- $W_i''$  [m<sup>3</sup>] il volume invasato all'interno dei collettori a monte del tratto i-esimo, facenti parte di un ramo diverso in immissione nel ramo a cui appartiene il tratto I

Noto per ogni tratto elementare  $W_i$  e quindi  $w = W_i/S_i$ , si calcola il coefficiente udometrico  $u$  [l/s/ha] e quindi la portata di progetto  $Q$  [l/s]:

$$u = 2168 \frac{n(\varphi a)^{1/n}}{w^{(1/n-1)}} \rightarrow Q = u S_i$$

con  $a$  [m/h<sup>n</sup>] e  $n$  [-] coefficienti dedotti dalla CPP e  $\varphi$  [-] coefficiente di deflusso.

Si è ipotizzato un evento di pioggia costante nello spazio e nel tempo su tutto il tratto interessato dal trattamento. Si è quindi provveduto al calcolo della velocità con la formula:

$$v = K_s R^{2/3} s_L^{1/2}$$

dove  $K_s$  [m<sup>1/3</sup>/s] è il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler,  $R$  [m] è il raggio idraulico e  $s_L$  [m/m] è la pendenza longitudinale della strada.

La verifica dei diametri dei collettori sulla portata di progetto viene effettuata ipotizzando che si instauri la condizione di moto uniforme. L'ipotesi è accettabile in quanto i collettori sono per lunghi tratti caratterizzati da pendenza costante e diametro costante.

A partire dalla portata di progetto  $Q = u \cdot S_i$  si verifica con procedimento iterativo il grado di riempimento  $h/DE_i$  (rapporto tra altezza d'acqua e diametro interno) di ogni tratto  $i$ -esimo di condotta.

Si assume un grado di riempimento massimo accettato pari al 50% per diametri inferiori a 400 mm e pari al 70% per diametri superiori o uguali a 400 mm. I collettori sono in PEAD con dimensioni DE 300 mm e DE 700 mm per quanto riguarda la piattaforma stradale e per i tratti in viadotto si sono adottati collettori in PEAD con SN = 8 KN/mq e dimensioni DE 315 mm e DE 630 mm.

Con riferimento alle stesse tratte stradali elementari in cui si è diviso il tracciato si è calcolato anche la portata imputabile alle acque inquinanti di drenaggio della piattaforma stradale.

In riferimento alla norma comunitaria UNI-EN 858 e al Decreto legislativo del 3 Aprile 2006 n. 152 recante "Norme in materia ambientale", si definiscono acque di prima pioggia quelle corrispondenti, nella prima parte di un evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche. Ai fini del calcolo della portata è riconosciuto che tale valore si verifichi in 15 minuti. Gli impianti di trattamento sono dunque dimensionati in modo da trattare adeguatamente una prima pioggia convenzionalmente definita da un evento meteorico di 5 mm di altezza e di durata 15 min a cui corrisponde una portata di prima pioggia che risulta:

$$Q_n = \frac{\varphi h S}{60t}$$

Con  $Q_n$  [l/s] portata di prima pioggia,  $S$  [m<sup>2</sup>] superficie del bacino scolante,  $h$  [mm] altezza di pioggia pari a 5 mm,  $t$  [min] tempo di pioggia,  $\varphi$  [-] coefficiente di deflusso cautelativamente assunto pari a 1.

La portata di prima pioggia risulta come prevedibile globalmente minore della portata meteorica di progetto.

La correttezza dei metodi di calcolo utilizzati, insieme alla bontà della distribuzione degli impianti lungo il tracciato trova riscontro nei valori del tempo di corrivazione ottenuti per ogni vasca, valori che risultano sempre minori dei 15 min, durata utilizzata come input di progetto e generalmente maggiore di 10 min. Tale rilevanza si traduce nella garanzia di

un funzionamento ottimale della fase di depurazione, visto che non arrivano alle vasche quote di acque di seconda pioggia e in generale di acqua meteorica pulita, a tutto vantaggio dell'efficienza dell'impianto e a medio-lungo termine del risparmio sulle spese di manutenzione. D'altra parte, il fatto che  $t_c$  sia maggiore di 10 min autorizza a presupporre che quote di acqua inquinata non possano by-passare gli impianti e immettersi nella rete idrografica superficiale con il loro carico inquinante. Ad ulteriore garanzia della qualità dell'effluente, la portata di progetto transita all'interno dell'impianto per tutta la durata dell'evento di pioggia, in virtù della scelta di trattamento con funzionamento in continuo.

Tabella 5-3 abaco di dimensionamento dei collettori

Diametri		% riem.	h riem.	Sez. Bagnata	Cont. Bagnato	R. Idr.	i = 0.50%		i = 1.00%		i = 1.50%		i = 2.00%		i = 2.50%	
DN	D <sub>i</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	S	P	R	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
mm		%	(mm)	cm <sup>2</sup>	cm	cm	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(l/s)
315	302	50%	151.0	358.2	47.4	7.6	1.14	40.72	1.61	57.58	1.97	70.52	2.27	81.43	2.54	91.04
400	383	70%	268.1	861.4	75.9	11.3	1.33	76.73	1.88	108.51	2.31	132.89	2.66	153.45	2.98	171.57
500	479	70%	335.3	1347.3	95.0	14.2	1.73	233.27	2.45	329.89	3.00	404.03	3.46	466.53	3.87	521.60
630	604	70%	422.8	2142.3	119.7	17.9	2.02	432.90	2.86	612.22	3.50	749.81	4.04	865.81	4.52	968.00
700	680	70%	476.0	2715.4	134.8	20.1	2.19	593.81	3.09	839.78	3.79	1028.51	4.37	1187.63	4.89	1327.81
800	770	70%	539.0	3481.7	152.6	22.8	2.38	827.18	3.36	1169.81	4.12	1432.72	4.75	1654.37	5.31	1849.64
							i = 3.00%		i = 3.50%		i = 4.00%		i = 4.50%		i = 5.00%	
315	302	50%	151.0	358.2	47.4	7.6	2.78	99.73	3.01	107.72	3.22	115.16	3.41	122.15	3.59	128.76
400	383	70%	268.1	861.4	75.9	11.3	3.26	187.94	3.52	203.00	3.77	217.01	4.00	230.18	4.21	242.63
500	479	70%	335.3	1347.3	95.0	14.2	4.24	571.39	4.58	617.17	4.90	659.78	5.19	699.80	5.47	737.66
630	604	70%	422.8	2142.3	119.7	17.9	4.95	1060.39	5.35	1145.36	5.72	1224.44	6.06	1298.71	6.39	1368.96
700	680	70%	476.0	2715.4	134.8	20.1	5.36	1454.54	5.79	1571.08	6.19	1679.56	6.56	1781.44	6.92	1877.80
800	770	70%	539.0	3481.7	152.6	22.8	5.82	2026.18	6.29	2188.52	6.72	2339.63	7.13	2481.55	7.51	2615.78

S.S. 121 "Catanese"  
Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA



UP62

**Relazione Idraulica**

Tabella 5-4 Riepilogo dati dimensionamento dei collettori

Collettore	Tratto	Km inizio	Km fine	Lunghezza tratto	Passaggio		Direzione	A	A	i stradale	C	tc	i	Q	Q	Q <sub>prog</sub>	DN	D <sub>i</sub>	K <sub>Gs</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	i	V	Q	α	Recapito
	[-]	[-]	[-]	[m]			[-]	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m/m]	[-]	[h]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[mm]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[%]	[mm]	[%]	[m/s]	[l/s]		[-]
Collettore 1	1	1460	1380	80	Clotoide	10	Bol-Pa	800	0.08	1.36	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	45.01	315	265	90	50%	132.5	0.0136	1.72	47.39	3.14	VP01
	2	1380	700	680	Curva	10	Bol-Pa	6800	0.68	1.36	0.9	0.08333	224.88	0.38	382.60	427.61	630	530	90	70%	371	0.0136	3.05	503.86	3.96	
	3	700	600	100	Clotoide	10	Bol-Pa	1000	0.1	1.36	0.9	0.08333	224.88	0.06	56.26	483.88	630	530	90	70%	371	0.0136	3.05	503.86	3.96	
	4	600	0	600	Rettifilo	5	Bol-Pa	3000	0.3	5.8	0.9	0.08333	224.88	0.17	168.79	652.67	800	670	90	70%	469	0.015	3.75	988.67	3.96	
Collettore 2	1	2840	2720	120	curva	0	Bol-Pa	0	0	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	0.00	315	265	90	50%	132.5	0.011	1.55	42.62	3.14	VP03
	2	2720	2550	170	Clotoide	0	Bol-Pa	0	0	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	0.00	315	265	90	50%	132.5	0.011	1.55	42.62	3.14	
	3	2550	2520	30	Rett.	0	Bol-Pa	0	0	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	0.00	315	265	90	50%	132.5	0.011	1.55	42.62	3.14	
	4	2520	2380	140	Clot.	0	Bol-Pa	0	0	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	0.00	315	265	90	50%	132.5	0.011	1.55	42.62	3.14	
	5	2380	2080	300	Curv.	0	Bol-Pa	0	0	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	0.00	315	265	90	50%	132.5	0.011	1.55	42.62	3.14	
	6	2080	1940	140	Clot.	0	Bol-Pa	0	0	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	0.00	315	265	90	50%	132.5	0.011	1.55	42.62	3.14	
	7	1940	1500	440	Rett.	5	Bol-Pa	2200	0.22	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.12	123.78	123.78	500	420	90	70%	294	0.011	2.35	243.69	3.96	
	8	1500	1470	30	Clot.	10	Bol-Pa	300	0.03	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.02	16.88	140.66	500	420	90	70%	294	0.011	2.35	243.69	3.96	
	9	1470	0	1470	Rettifilo	5	Bol-Pa	1470	0.03	1.1	0.9	0.08333	224.88	0.02	16.88	140.66	500	420	90	70%	294	0.011	2.35	243.69	3.96	
Collettore 3	1	2840	3020	-180	Curv.	0	Pa-Bol	0	0	0.5	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	0.00	315	265	90	50%	132.5	0.005	1.04	28.73	3.14	VP05
	2	3020	3200	-180	Clot.	10	Pa-Bol	1800	0.18	0.5	0.9	0.08333	224.88	0.10	101.28	101.28	500	420	90	70%	294	0.005	1.59	164.29	3.96	
	3	3200	3280	-80	Rett.	5	Pa-Bol	400	0.04	0.5	0.9	0.08333	224.88	0.02	22.51	123.78	500	420	90	70%	294	0.005	1.59	164.29	3.96	
Collettore 4	1	3620	3560	60	Clot.	10	Bol-Pa	600	0.06	4.9	0.9	0.08333	224.88	0.03	33.76	33.76	315	265	90	50%	132.5	0.049	3.26	89.95	3.14	VP05
	2	3560	3360	200	Curva	10	Bol-Pa	2000	0.2	4.9	0.9	0.08333	224.88	0.11	112.53	146.29	400	335	90	50%	167.5	0.049	3.81	168.07	3.14	
	3	3360	3280	80	Clot.	10	Bol-Pa	800	0.08	4.9	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	191.30	500	420	90	70%	294	0.049	4.97	514.32	3.96	
Collettore 5	1	4890	4830	60	Clot.	10	Bol-Pa	600	0.06	0.84	0.9	0.08333	224.88	0.03	33.76	33.76	315	265	90	50%	132.5	0.0084	1.35	37.24	3.14	VP07

S.S. 121 "Catanese"  
Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA



UP62

Relazione Idraulica

Collettore	Tratto	Km inizio	Km fine	Lunghezza tratto	Passaggio		Direzione	A	A	i stradale	C	tc	i	Q	Q	Q <sub>prog</sub>	DN	D <sub>i</sub>	K <sub>Gs</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	i	V	Q	α	Recapito
	[-]	[-]	[-]	[m]		[-]	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m/m]	[-]	[h]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[mm]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[%]	[mm]	[%]	[m/s]	[l/s]		[-]	
	2	4830	3820	810	Curva	10	Bol-Pa	8100	0.81	0.84	0.9	0.08333	224.88	0.46	455.75	489.51	800	670	90	70%	469	0.0084	2.81	739.86	3.96	
	3	3820	3620	200	Clot.	10	Bol-Pa	2000	0.2	0.84	0.9	0.08333	224.88	0.11	112.53	602.04	800	670	90	70%	469	0.0084	2.81	739.86	3.96	
Collettore 6	1	4890	5100	-210	Clot.	10	Pa-Bol	2100	0.21	4.77	0.9	0.08333	224.88	0.12	118.16	118.16	400	335	90	50%	167.5	0.0477	3.76	165.82	3.14	VP10
	2	5100	5210	-110	Curva	10	Pa-Bol	1100	0.11	4.77	0.9	0.08333	224.88	0.06	61.89	180.05	500	420	90	70%	294	0.0477	4.90	507.46	3.96	
	3	5210	5460	-250	Clot.	10	Pa-Bol	2500	0.25	4.77	0.9	0.08333	224.88	0.14	140.66	320.71	500	420	90	70%	294	0.0477	4.90	507.46	3.96	
	4	5460	5880	-420	Rett.	5	Pa-Bol	2100	0.21	4.77	0.9	0.08333	224.88	0.12	118.16	438.87	500	420	90	70%	294	0.0477	4.90	507.46	3.96	
	5	5880	6000	-240	Clot.	10	Pa-Bol	2400	0.24	4.77	0.9	0.08333	224.88	0.14	135.04	573.90	630	530	90	70%	371	0.0477	5.72	943.63	3.96	
	6	6000	6080	-80	Curva	10	Pa-Bol	800	0.08	0.76	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	618.91	800	670	90	70%	469	0.0076	2.67	703.74	3.96	
	7	6080	6160	-80	Clot.	10	Pa-Bol	800	0.08	0.76	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	663.93	800	670	90	70%	469	0.0076	2.67	703.74	3.96	
Collettore 7	1	8200	8160	40	Curva	10	Bol-Pa	400	0.04	0.83	0.9	0.08333	224.88	0.02	22.51	22.51	315	265	90	50%	132.5	0.0083	1.34	37.02	3.14	VP11
	2	8160	7910	250	Clot.	10	Bol-Pa	2500	0.25	0.83	0.9	0.08333	224.88	0.14	140.66	163.17	500	420	90	70%	294	0.0083	2.04	211.68	3.96	
	3	7910	7800	110	Rett.	5	Bol-Pa	550	0.055	0.83	0.9	0.08333	224.88	0.03	30.95	194.11	500	420	90	70%	294	0.0083	2.04	211.68	3.96	
	4	7800	7660	140	Curva	10	Bol-Pa	1400	0.14	0.83	0.9	0.08333	224.88	0.08	78.77	272.89	630	530	90	70%	371	0.0083	2.39	393.62	3.96	
	5	7660	7250	410	Rett.	5	Bol-Pa	2050	0.205	2.34	0.9	0.08333	224.88	0.12	115.34	388.23	630	530	90	70%	371	0.0234	4.01	660.92	3.96	
	6	7250	7130	120	Clot.	10	Bol-Pa	1200	0.12	2.34	0.9	0.08333	224.88	0.07	67.52	455.75	630	530	90	70%	371	0.0234	4.01	660.92	3.96	
	7	7130	6830	300	Curva	10	Bol-Pa	3000	0.3	2.34	0.9	0.08333	224.88	0.17	168.79	624.54	630	530	90	70%	371	0.0234	4.01	660.92	3.96	
	8	6830	6800	30	Clot.	10	Bol-Pa	300	0.03	2.34	0.9	0.08333	224.88	0.02	16.88	641.42	630	530	90	70%	371	0.0234	4.01	660.92	3.96	
Collettore 8	1	8200	8550	-350	Curva	10	Pa-Bol	3500	0.35	0.4	0.9	0.08333	224.88	0.20	196.93	196.93	630	530	90	70%	371	0.004	1.66	273.26	3.96	VP13
Collettore 20	1	9100	8940	160	Clot.	10	Bol-Pa	1600	0.16	1.17	0.9	0.08333	224.88	0.09	90.02	90.02	500	420	90	70%	294	0.0117	2.43	251.32	3.96	VP13
	2	8940	8900	40	Rett.	5	Bol-Pa	200	0.02	1.17	0.9	0.08333	224.88	0.01	11.25	101.28	500	420	90	70%	294	0.0117	2.43	251.32	3.96	



S.S. 121 "Catanese"  
Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA



UP62

Relazione Idraulica

Collettore	Tratto	Km inizio	Km fine	Lunghezza tratto	Passaggio		Direzione	A	A	i stradale	C	tc	i	Q	Q	Q <sub>prog</sub>	DN	D <sub>i</sub>	K <sub>Gs</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	i	V	Q	α	Recapito
	[-]	[-]	[-]	[m]			[-]	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m/m]	[-]	[h]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[mm]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[%]	[mm]	[%]	[m/s]	[l/s]		[-]
	3	8900	8660	240	Clot.	10	Bol-Pa	2400	0.24	1.17	0.9	0.08333	224.88	0.14	135.04	236.31	500	420	90	70%	294	0.0117	2.43	251.32	3.96	
	4	8660	8550	110	Curva	10	Bol-Pa	1100	0.11	1.17	0.9	0.08333	224.88	0.06	61.89	298.20	630	530	90	70%	371	0.0117	2.83	467.34	3.96	
Collettore 21	1	10730	10700	30	Curva	10	Bol-Pa	300	0.03	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.02	16.88	16.88	315	265	90	50%	132.5	0.0085	1.36	37.47	3.14	VP15
	2	10700	10610	90	Clot.	10	Bol-Pa	900	0.09	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.05	50.64	67.52	400	335	90	50%	167.5	0.0085	1.59	70.00	3.14	
	3	10610	10580	30	Rett.	5	Bol-Pa	150	0.015	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.01	8.44	75.96	500	420	90	70%	294	0.0085	2.07	214.21	3.96	
	4	10580	10460	120	Clot.	10	Bol-Pa	1200	0.12	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.07	67.52	143.48	500	420	90	70%	294	0.0085	2.07	214.21	3.96	
	5	10460	10360	100	Curva	10	Bol-Pa	1000	0.1	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.06	56.26	199.74	500	420	90	70%	294	0.0085	2.07	214.21	3.96	
	6	10360	10220	140	Clot.	10	Bol-Pa	1400	0.14	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.08	78.77	278.51	630	530	90	70%	371	0.0085	2.41	398.34	3.96	
	7	10220	10160	60	Rett.	5	Bol-Pa	300	0.03	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.02	16.88	295.39	630	530	90	70%	371	0.0085	2.41	398.34	3.96	
	8	10160	9980	180	Clot.	10	Bol-Pa	1800	0.18	0.85	0.9	0.08333	224.88	0.10	101.28	396.67	630	530	90	70%	371	0.0085	2.41	398.34	3.96	
	9	9980	9120	270	Curva	10	Bol-Pa	2700	0.27	2.01	0.9	0.08333	224.88	0.15	151.92	548.58	800	670	90	70%	469	0.0201	4.34	1144.47	3.96	
	10	9120	9100	20	Clot.	10	Bol-Pa	200	0.02	1.17	0.9	0.08333	224.88	0.01	11.25	559.84	800	670	90	70%	469	0.0117	3.31	873.17	3.96	
Collettore 22	1	11690	11140	550	Curva	10	Bol-Pa	5500	0.55	2.38	0.9	0.08333	224.88	0.31	309.46	309.46	500	420	90	70%	294	0.0238	3.46	358.45	3.96	VP18
	2	11140	10800	340	Clot.	10	Bol-Pa	3400	0.34	3.18	0.9	0.08333	224.88	0.19	191.30	500.76	630	530	90	70%	371	0.0318	4.67	770.47	3.96	
	3	10800	10730	70	Curva	10	Bol-Pa	700	0.07	3.18	0.9	0.08333	224.88	0.04	39.39	540.14	630	530	90	70%	371	0.0318	4.67	770.47	3.96	
Collettore 23	1	13970	13880	90	Clot.	10	Bol-Pa	900	0.09	0.74	0.9	0.08333	224.88	0.05	50.64	50.64	400	335	90	50%	167.5	0.0074	1.48	65.31	3.14	VP19
	2	13880	13680	200	Curva	10	Bol-Pa	2000	0.2	0.74	0.9	0.08333	224.88	0.11	112.53	163.17	500	420	90	70%	294	0.0074	1.93	199.87	3.96	
	3	13680	13600	80	Clot.	10	Bol-Pa	800	0.08	0.74	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	208.18	630	530	90	70%	371	0.0074	2.25	371.67	3.96	
	4	13600	13340	260	Rett.	5	Bol-Pa	1300	0.13	5.4	0.9	0.08333	224.88	0.07	73.14	281.32	500	420	90	70%	294	0.054	5.21	539.93	3.96	
	5	13340	13200	140	Clot.	10	Bol-Pa	1400	0.14	5.4	0.9	0.08333	224.88	0.08	78.77	360.10	500	420	90	70%	294	0.054	5.21	539.93	3.96	


S.S. 121 "Catanese"  
Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA




UP62

Relazione Idraulica

Collettore	Tratto	Km inizio	Km fine	Lunghezza tratto	Passaggio		Direzione	A	A	i stradale	C	tc	i	Q	Q	Q <sub>prog</sub>	DN	D <sub>i</sub>	K <sub>Gs</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	i	V	Q	α	Recapito		
	[-]	[-]	[-]	[m]		[-]	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m/m]	[-]	[h]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[mm]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[%]	[mm]	[%]	[m/s]	[l/s]		[-]			
	6	13200	13000	200	Curva	10	Bol-Pa	2000	0.2	5.4	0.9	0.08333	224.88	0.11	112.53	472.63	500	420	90	70%	294	0.054	5.21	539.93	3.96			
	7	13000	12860	140	Clot.	10	Bol-Pa	1400	0.14	6	0.9	0.08333	224.88	0.08	78.77	551.40	630	530	90	70%	371	0.06	6.42	1058.33	3.96			
	8	12860	12380	360	Rett.	5	Bol-Pa	1800	0.18	6	0.9	0.08333	224.88	0.10	101.28	652.67	630	530	90	70%	371	0.06	6.42	1058.33	3.96			
	9	12380	12260	0	Clot.	10	Bol-Pa	0	0	4.75	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	652.67	630	530	90	70%	371	0.0475	5.71	941.65	3.96			
	10	12260	12170	90	Curva	10	Bol-Pa	900	0.09	4.75	0.9	0.08333	224.88	0.05	50.64	703.31	630	530	90	70%	371	0.0475	5.71	941.65	3.96			
	11	12170	12050	120	Clot.	10	Bol-Pa	1200	0.12	4.75	0.9	0.08333	224.88	0.07	67.52	770.83	630	530	90	70%	371	0.0475	5.71	941.65	3.96			
	12	12050	12000	50	Rett.	5	Bol-Pa	250	0.025	4.75	0.9	0.08333	224.88	0.01	14.07	784.90	630	530	90	70%	371	0.0475	5.71	941.65	3.96			
	13	12000	11760	240	Clot.	10	Bol-Pa	2400	0.24	4.75	0.9	0.08333	224.88	0.14	135.04	919.93	630	530	90	70%	371	0.0475	5.71	941.65	3.96			
	14	11760	11690	70	Curva	10	Bol-Pa	700	0.07	4.75	0.9	0.08333	224.88	0.04	39.39	959.32	800	670	90	70%	469	0.0475	6.67	1759.36	3.96			
	Collettore 24	1	15480	15400	80	Clot.	10	Bol-Pa	800	0.08	2.24	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	45.01	315	265	90	50%	132.5	0.0224	2.21	60.82		3.14	VP22
		2	15400	15160	240	Rett.	5	Bol-Pa	1200	0.12	2.24	0.9	0.08333	224.88	0.07	67.52	112.53	400	335	90	50%	167.5	0.0224	2.58	113.63		3.14	
		3	15160	15080	80	Clot.	10	Bol-Pa	800	0.08	2.24	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	157.54	500	420	90	70%	294	0.0224	3.36	347.75		3.96	
		4	15080	14630	450	Curva	10	Bol-Pa	4500	0.45	2.24	0.9	0.08333	224.88	0.25	253.19	410.73	630	530	90	70%	371	0.0224	3.92	646.65		3.96	
		5	14630	14560	0	Clot.	10	Bol-Pa	0	0	2.24	0.9	0.08333	224.88	0.00	0.00	410.73	630	530	90	70%	371	0.0224	3.92	646.65		3.96	
6		14560	13970	30	Rett.	5	Bol-Pa	150	0.015	0.74	0.9	0.08333	224.88	0.01	8.44	419.17	630	530	90	70%	371	0.0074	2.25	371.67	3.96			
Collettore 25	1	15480	15740	-260	Curv.	10	Pa-Bol	2600	0.26	3.3	0.9	0.08333	224.88	0.15	146.29	146.29	500	420	90	50%	210	0.033	3.64	252.07	3.14	VP24		
Collettore 26	1	15920	15840	80	Clot.	10	Bol-Pa	800	0.08	1.17	0.9	0.08333	224.88	0.05	45.01	45.01	400	335	90	50%	167.5	0.0117	1.86	82.12	3.14	VP24		
	2	15840	15740	100	Curv.	10	Bol-Pa	1000	0.1	0.31	0.9	0.08333	224.88	0.06	56.26	101.28	500	420	90	70%	294	0.0031	1.25	129.37	3.96			
Collettore 27	1	16500	16340	160	Curv.	10	Bol-Pa	1600	0.16	1.83	0.9	0.08333	224.88	0.09	90.02	90.02	400	335	90	50%	167.5	0.0183	2.33	102.71	3.14	VP25		
	2	16340	15920	420	Rett.	5	Bol-Pa	2100	0.21	1.28	0.9	0.08333	224.88	0.12	118.16	208.18	500	420	90	70%	294	0.0128	2.54	262.87	3.96			

S.S. 121 "Catanesa" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		
UP62	<i>Relazione Idraulica</i>	

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b><i>Relazione Idraulica</i></b>	

### **5.3 Viabilità complementare e svincoli**

Per quanto riguarda la viabilità complementare e gli svincoli, le acque di drenaggio superficiale vengono rilasciate direttamente nel bacino idrico naturale senza trattamento delle acque di prima pioggia, utilizzando un sistema di smaltimento di tipo aperto.

La fase di depurazione non è giudicata necessaria in ragione di un flusso veicolare minore, di un'incidenza minore del traffico pesante e di un'area di drenaggio superficiale limitata.

Nelle sezioni in rilevato l'acqua di piattaforma raccolta nelle cunette viene allontanata attraverso le canalette in embrici prefabbricati, mentre nelle sezioni in trincea l'allontanamento avviene, là dove le pendenze lo consentono, per mezzo delle cunette stradali che derivano l'acqua fino a sezioni in cui risulta possibile lo scarico.

#### **5.3.1 Determinazione della pioggia critica per la piattaforma stradale**

Il calcolo della pioggia critica e della portata di drenaggio della piattaforma stradale per la viabilità complementare è stato effettuato seguendo la stessa base teorica e gli stessi procedimenti utilizzati per il dimensionamento degli elementi drenanti della viabilità principale. In particolare, anche in questo caso si è fatto riferimento al valore dell'altezza di precipitazione netta  $h$  fornito dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata ed elevata intensità per un tempo di ritorno di 25 anni.

#### **5.3.2 Determinazione dell'interasse delle canalette ad embrici**

L'interasse degli embrici è stato determinato secondo le stesse modalità con cui è stato calcolato l'interasse delle caditoie per la viabilità principale. L'interasse risulta variabile con la pendenza longitudinale e trasversale, con la larghezza della carreggiata e con la tipologia della sezione, da un minimo di 10 m ad un massimo di 25 m, in intervalli di progetto sempre multipli di 5 m.

I risultati di calcolo riportati a seguire riguardano le due tipologie previste dal progetto per la viabilità complementare e le due tipologie di rampe di svincolo.

### **5.3.3 Verifica dell'efficienza idraulica di embrici.**

La sezione in rilevato in corrispondenza degli svincoli, in un sistema aperto, prevede la raccolta delle acque ricadenti sulla piattaforma tramite gli embrici e il convogliamento per mezzo di fossi di guardia al piede del rilevato (vedi tav. particolari idraulici). Le acque defluenti sulla piattaforma stradale, inizialmente raccolte dal cordolo laterale e vengono successivamente trasferite ai fossi di guardia tramite embrici, il cui funzionamento idraulico può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante.

La verifica dell'efficienza di embrici è stata valutata confrontando la massima portata afferente calcolata come nel paragrafo precedente con la massima portata smaltibile dal manufatto.

#### *Embrici*

Per gli embrici la massima portata smaltibile è stata calcolata con la formula dello stramazzo in parete grossa:

$$Q = 1,705 \times b \times H^{3/2}$$

Dove:


Q: portata del getto [m<sup>3</sup>/s];

b: larghezza della soglia [m];

H: altezza del fluido indisturbato a monte della soglia, carico [m].

Si riportano di seguito le tabelle di calcolo utilizzate per la verifica.

Verifica Embrici		
Q afferente max	19.78	l/s
b	1	m
H	0.06	m
Q smaltibile max	25.1	l/s

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

## 6 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

---

La gestione delle acque di prima pioggia è una delle componenti fondamentali della tutela dei corpi idrici ricettori. Tali acque, infatti, costituiscono il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante costituito da sostanze disciolte, colloidali e sospese, comprendente metalli pesanti, composti organici e inorganici, viene scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori. Esse necessitano pertanto di opportuni trattamenti al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici.

### 6.1 Qualità delle acque di dilavamento

Le principali sostanze inquinanti legate al traffico derivano dall'abrasione del manto stradale, del consumo delle gomme, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da emissioni di combustioni, da perdite di merci trasportate, da immondizie e materiali di varia natura gettati sul manto stradale e trasportate, in occasione degli eventi meteorici, in sospensione o soluzione direttamente al recapito finale. Rientra nella problematica anche lo sversamento accidentale di liquidi pericolosi e inquinanti (oli e idrocarburi) a seguito di incidenti che coinvolgono mezzi di trasporto in cisterna di tali sostanze (onda nera).

La caratterizzazione dei carichi inquinanti presenti nelle acque di drenaggio della piattaforma stradale e la particolare geometria del sistema che caratterizza il sistema di trasporto, con brevi tratti di lunghezza e ridotti tempi di contatto, consentono di trascurare l'aliquota delle sostanze disciolte e di correlare i carichi inquinanti alla sola matrice degli inquinanti sospesi (inquinamento in adesione alla fase solida). A presidio degli scarichi delle acque di drenaggio della piattaforma, risulta pertanto efficace un manufatto di sedimentazione in linea, capace di abbattere oltre il 70-80% degli inquinanti, e di disoleazione che separa oli e idrocarburi.

### 6.2 Descrizione degli impianti di trattamento

Il progetto prevede il trattamento delle acque di prima pioggia lungo tutto il tracciato della viabilità principale. L'acqua raccolta dai collettori che corrono sotto la piattaforma stradale è convogliata agli impianti di trattamento collocati in adiacenza alla strada e in prossimità di un ricettore finale adeguato. Ciascun impianto previsto è preposto al trattamento dell'acqua proveniente da un tratto di piattaforma stradale di lunghezza variabile, e la distanza tra due impianti deve essere sufficientemente grande da limitare il numero di

impianti e sufficientemente ridotta da consentire il trattamento di tutta l'acqua di prima pioggia. Per soddisfare questo requisito, occorre verificare che il tempo di invaso di una particella di acqua meteorica che cade sulla sezione stradale più lontana tra quelle di competenza dell'impianto, raggiunga lo stesso entro 15 min, che rappresenta la durata convenzionale dell'evento meteorico che definisce l'acqua di prima pioggia.

Gli impianti di trattamento previsti nel progetto hanno capacità di trattamento Q comprese tra 50 e 100 l/s ed il sistema funziona in continuo senza la necessità di opere elettromeccaniche per tutto il tempo necessario fino all'esaurimento dell'evento meteorico.

Con riferimento alle stesse tratte stradali elementari in cui si è diviso il tracciato si è calcolato anche la portata imputabile alle acque inquinanti di drenaggio della piattaforma stradale.

In riferimento alla norma comunitaria UNI-EN 858 e al Decreto legislativo del 3 Aprile 2006 n. 152 recante "Norme in materia ambientale" l'acqua di prima pioggia è definita da un evento meteorico corrispondente a 5 mm di altezza di pioggia caduta in 15 min. Tale evento corrisponde al trattamento in continuo di 20 mm/h di pioggia che risulta essere inferiore alla portata con tempo di ritorno 25 anni, adottata per il dimensionamento dei collettori di raccolta delle acque. La portata nominale di funzionamento dell'impianto Q è quindi inferiore alla portata massima al colmo con  $T_R = 25$  anni  $Q_{25}$ , ma pari o superiore alla portata di prima pioggia  $Q_{pp}$ .

### **6.2.1 Vasca monoblocco sedimentazione e disoleazione**

L'acqua di piattaforma entra in una camera di ripartizione dotata di due sfioratori, uno che consente all'acqua di prima pioggia di entrare nell'impianto, l'altro che avvia l'acqua di seconda pioggia alla camera di confluenza e allo scarico. L'impianto durante l'evento piovoso riceve portate crescenti fino a raggiungere la portata massima al colmo  $Q_{max}$ . Lo sfioratore delle acque di seconda pioggia entra in funzione solo al raggiungimento della portata di prima pioggia  $Q_{pp}$  verso le vasche di trattamento e convoglia le portate eccedenti  $Q_{max} - Q_{pp}$  (portate di seconda pioggia) direttamente allo scarico. L'acqua di prima pioggia passa in una zona di calma per poi entrare nella vasca di trattamento attraverso una griglia e una serie di fori che hanno lo scopo di trattenere eventuali oggetti galleggianti e grossolani e limitare la velocità dell'acqua. La sedimentazione e la disoleazione



avvengono a gravità per separazione delle particelle di acqua dai sedimenti che si depositano sul fondo e dagli oli che si concentrano sulla superficie. La dimensione della vasca è calcolata in funzione delle caratteristiche delle particelle e della velocità orizzontale dell'acqua nella vasca. Al termine del percorso all'interno della vasca, l'acqua trattata sfiora in una camera di confluenza dove vengono riunite le acque di prima pioggia e le acque di seconda pioggia. La tubazione di scarico, sul fondo della camera di confluenza, avvia le acque al manufatto di rilascio e al ricettore finale. La vasca monoblocco è in c.a. gettato in opera di dimensioni standard capaci di trattare una portata pari a 100 l/sec. La copertura è in parte realizzata con una soletta in c.a. in parte con elementi prefabbricati amovibili. Inoltre, l'accesso per la manutenzione è garantito da chiusini in ghisa classe C250.

I manufatti di sfioro e le rispettive quote relative sono verificati come stramazzi con la seguente formula che lega portata Q e battente h:

$$h = C_w B h^{3/2}$$

Data la portata Q e fissata la larghezza B dello sfioratore, è dato il battente h. Il coefficiente  $C_w$  vale 1.84.

Il dimensionamento della vasca di trattamento deve rispettare una serie di requisiti che riguardano le velocità ammissibili, il tempo di residenza all'interno della vasca dell'acqua in trattamento, volumi minimi e rapporti tra larghezza e lunghezza.

Si assume in questo caso:

- tempo di residenza dell'acqua da trattare all'interno della vasca pari a 6 min;
- velocità di risalita delle particelle massima pari a 0.01-0.02 m/s;
- velocità orizzontale dell'acqua nella vasca fino a 0.04 m/s;
- volume minimo della vasca per poter trattenere sversamenti accidentali pari a 40 mc;
- rapporto tra Lunghezza e Larghezza della vasca pari o superiore a 5;
- altezza utile minima pari a 2.5 m.

Dati questi parametri per il dimensionamento, la separazione dei sedimenti e degli oli per gravità è calcolata applicando la teoria della sedimentazione statica:

- Volume della vasca

$$Q = \frac{V}{t}$$

- Superficie orizzontale della vasca

$$A_h = \frac{Q}{v_v}$$

- Sezione verticale/Velocità orizzontale

$$A_v = \frac{Q}{v_h}$$

Trovati questi valori si è individuata la tipologia di progetto, optando per una idonea a tutte le vasche necessarie, come si evince dalla tabella che segue.

*Tabella 6-1 Caratteristiche prestazionali delle vasche di prima pioggia*

Vasche	PK_DX	PK_SX	Aree contribuenti			Area tot		h pioggia	Volume	Tipologico
			Unico	DX	SX	[m <sup>2</sup> ]	[ha]			
[-]	[-]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]
VPP_01	0+080	-	2516	0	9040	11556	1.1556	0.005	57.78	100
VPP_02	-	0+100	2516	6319	0	8835	0.8835	0.005	44.17	100
VPP_03	-	1+470			5024	5024	0.5024	0.005	25.12	100
VPP_04	1+470	-		4764		4764	0.4764	0.005	23.82	100
VPP_05	-	3+270			5770	5770	0.577	0.005	28.85	100
VPP_06	3+280	-		6485		6485	0.6485	0.005	32.425	100
VPP_07	-	3+620			12389	12389	1.2389	0.005	61.945	100
VPP_08	3+620			12204		12204	1.2204	0.005	61.02	100
VPP_09	5+970			17134		17134	1.7134	0.005	85.67	100
VPP_10		6+170			13230	13230	1.323	0.005	66.15	100
VPP_11		6+800			13910	13910	1.391	0.005	69.55	100
VPP_12	6+800			13930		13930	1.393	0.005	69.65	100
VPP_13		8+550			10960	10960	1.096	0.005	54.8	100
VPP_14	8+550			10960		10960	1.096	0.005	54.8	100
VPP_15		9+110			11250	11250	1.125	0.005	56.25	100
VPP_16	9+110			11205		11205	1.1205	0.005	56.025	100
VPP_17	10+670			11290		11290	1.129	0.005	56.45	100
VPP_18		10+730			11100	11100	1.11	0.005	55.5	100
VPP_19	11+750				19952	19952	1.9952	0.005	99.76	100
VPP_20	11+770			18470		18470	1.847	0.005	92.35	100
VPP_21		13+910	12364			123640	1.23640	0.005	61.82	100

UP62

**Relazione Idraulica**

Vasche	PK_DX	PK_SX	Aree contribuenti			Area tot		h pioggia	Volume	Tipologico
			Unico	DX	SX	[m <sup>2</sup> ]	[ha]			
[-]	[-]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]
VPP_22		13+970	5272			5272	0.5272	0.005	26.36	100
VPP_23		15+050	4531			4531	0.4531	0.005	22.655	100
VPP_24		15+740	4022			4022	0.4022	0.005	20.11	100
VPP_25		15+780	7741			7741	0.7741	0.005	38.705	100

La progettazione prevede un sistema "chiuso" per le acque di prima pioggia pertanto le acque di dilavamento superficiali passano attraverso vasche di prima pioggia e dopo il processo depurativo vengono restituite, nella quasi totalità, al fosso di raccolta al piede del rilevato stradale e quindi al recapito finale, come rappresentato nelle tavole di progetto. In particolare nelle planimetrie idrauliche (UP62\_T00ID00IDRPP01/06), sono stati evidenziati i recapiti finali delle acque di smaltimento.

*Tabella 6-2 Caratteristiche idrauliche degli scarichi delle vasche di prima pioggia*

Vasche	PK_DX	PK_SX	Diametro tubazione	Quota estradosso Vasca	Profondità tubazione ingresso	Quota tubazione ingresso	Profondità tubazione uscita	Quota tubazione uscita	RECAPITO
[-]	[-]	[-]	[m]	[m s.l.m.]	[m]	[m s.l.m.]	[m]	[m s.l.m.]	[-]
VPP_01	0+080	-	0.8	18.5	1.55	16.95	1.75	15.95	TM_SV01_02
VPP_02	-	0+100	0.8	19.1	1.55	17.55	1.75	16.55	TM_SV01_01
VPP_03	-	1+470	0.5	60	1.55	58.45	1.75	57.75	Eleuterio
VPP_04	1+470	-	0.5	59.4	1.55	57.85	1.75	57.15	Eleuterio
VPP_05	-	3+270	0.5	72	1.55	70.45	1.75	69.75	TM_02
VPP_06	3+280	-	0.5	72	1.55	70.45	1.75	69.75	TM_02
VPP_07	-	3+620	0.8	78.5	1.55	76.95	1.75	75.95	Fosso con recapito TM_03
VPP_08	3+620		0.8	80.1	1.55	78.55	1.75	77.55	Fosso con recapito TM_03
VPP_09	5+970		0.8	77.82	1.55	76.27	1.75	75.27	TM_AS_E60
VPP_10		6+170	0.63	78.22	1.55	76.67	1.75	75.84	Sotto viadotto Eleuterio
VPP_11		6+800	0.63	83.2	1.55	81.65	1.75	80.82	Sotto viadotto S. Antonio
VPP_12	6+800		0.63	82.15	1.55	80.6	1.75	79.77	Sotto viadotto S. Antonio
VPP_13		8+550	0.8	100.96	1.55	99.41	1.75	98.41	Sotto viadotto Eleuterio 2
VPP_14	8+550		0.8	102.6	1.55	101.05	1.75	100.05	Sotto viadotto Eleuterio 2
VPP_15		9+110	0.8	108	1.55	106.45	1.75	105.45	Sotto viadotto Eleuterio 2

Vasche	PK_DX	PK_SX	Diametro tubazione	Quota estradosso Vasca	Profondità tubazione ingresso	Quota tubazione ingresso	Profondità tubazione uscita	Quota tubazione uscita	RECAPITO
[-]	[-]	[-]	[m]	[m s.l.m.]	[m]	[m s.l.m.]	[m]	[m s.l.m.]	[-]
VPP_16	9+110		0.8	107	1.55	105.45	1.75	104.45	Sotto viadotto Eleuterio 2
VPP_17	10+670		0.63	129.6	1.55	128.05	1.75	127.22	Sotto viadotto Braschi
VPP_18		10+730	0.63	130.87	1.55	129.32	1.75	128.49	Sotto viadotto Braschi
VPP_19	11+750		0.8	163	1.55	161.45	0.75	161.45	Fosso fino a tm 14
VPP_20	11+770		0.63	163	1.55	161.45	1.75	160.62	Fosso fino a tm 14
VPP_21		13+910	0.4	261.05	1.55	259.5	1.75	258.9	fosso PK 13+910 inalveazione
VPP_22		13+970	0.63	261.79	1.55	260.24	1.75	259.41	fosso PK 13+970 inalveazione
VPP_23		15+050	0.63	282.11	1.55	280.56	1.75	279.73	milicia
VPP_24		15+740	0.5	280	1.55	278.45	1.75	277.75	milicia
VPP_25		15+780	0.5	280	1.55	278.45	1.75	277.75	milicia

### 6.2.2 Pozzetti

I pozzetti di disconnessione e di confluenza sono collocati all'esterno del piazzale e garantiscono l'ispezionabilità dei collettori di adduzione e consentono di ridurre le pendenze dei collettori nei casi in cui il terreno naturale sia caratterizzato da elevate pendenze.

Tutti i pozzetti sono prefabbricati in cls e dotati di copertura con possibilità di ispezioni a passo d'uomo e chiusini in ghisa classe C250. Hanno dimensioni interne pari a 1.20x1.20 m e altezza utile pari a circa 1.90 m ad eccezione dei pozzetti di salto che hanno altezza variabile, funzione del terreno.

### 6.2.3 Collettori di adduzione

Il collettore di adduzione in arrivo dalla piattaforma stradale, il collettore by-pass delle acque di seconda pioggia e il collettore di scarico hanno diametri esterni DE pari a 500 mm, 630 mm o 700 mm, in relazione alla portata di progetto dell'impianto.

I collegamenti tra gli elementi costituenti gli impianti sono tutti realizzati mediante collettori in PEAD corrugato di diametri esterni DE variabili tra 400 e 700 mm. In relazione alle portate da trattare e alle pendenze dei collettori

Le dimensioni dei collettori di adduzione sono state verificate nell'ipotesi di moto uniforme e applicando la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \Omega R^{2/3} s_L^{1/2}$$

dove  $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto pari a  $95 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , caratteristico delle tubazioni in PEAD corrugato,  $\Omega [\text{m}^2]$  è l'area bagnata,  $R [\text{m}]$  è il raggio idraulico e  $s_L [\text{m}/\text{m}]$  è la pendenza longitudinale della strada.

#### **6.2.4 Manufatto di rilascio**

Per ciascun impianto, è stato individuato lungo il tracciato stradale un riceitore direttamente collegato con il reticolo idrografico naturale. In particolare, si è scelto di limitare sempre la velocità in uscita dagli impianti a valori massimi intorno a 4-5 m/s in modo che, inserito l'opportuno rivestimento, anche durante gli eventi meteorici più intensi, la portata concentrata aggiuntiva proveniente dallo scarico degli impianti non provochi fenomeni di instabilità o erosione. La scelta della tipologia di rivestimento è in funzione delle dimensioni del fosso in cui avviene lo scarico dell'effluente e delle portate in uscita dall'impianto di trattamento.

## **7 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI VERSANTE**

---

Il drenaggio delle acque di versante trattate in questo capitolo riguarda le vie di deflusso delle acque (fossi naturali minori, fossi artificiali di drenaggio dei campi, impluvi e depressioni naturali del terreno), che il progetto stradale intercetta riducendo la capacità di deflusso durante gli eventi meteorici sia ordinari che straordinari. La mitigazione delle interferenze con il reticolo idrografico secondario prevede lo studio e la verifica di tombini, fossi di guardia e inalveazioni all'imbocco o allo sbocco di tombini.

### **7.1 Tombini**

Le acque defluenti attraverso il reticolo idrografico superficiale e intercettate dal corpo stradale, in assenza di ponti o viadotti sono trasferite da monte a valle mediante tombini, che consentono di mantenere la continuità delle vie d'acqua e intercettano l'acqua raccolta dai fossi di guardia. I tombini devono essere opportunamente dimensionati sia dal punto

di vista idraulico che strutturale. Inoltre, nelle zone di imbocco e sbocco e lungo la transizione tra la via d'acqua naturale e il tombino, devono essere previsti opportuni manufatti di protezione nei confronti di fenomeni erosivi e pozzetti di confluenza tra i fossi di guardia e il tombino. Infine, devono essere garantiti adeguati ricoprimenti minimi rispetto alla livelletta stradale (minimo 1 m), eventualmente prevedendo pozzetti di salto all'imbocco e riprofilatura del terreno all'imbocco e allo sbocco. I dettagli geometrici dei singoli manufatti sono presenti negli elaborati specialistici.

In prima istanza il funzionamento idraulico dei tombini è assimilato a quello di una tubazione in cui si sviluppano condizioni di moto uniforme completamente turbolento, nel caso di deflusso a pelo libero, con valutazione speditiva delle perdite di carico e trascurando le caratteristiche del ricettore di valle. L'ipotesi di moto uniforme risulta sufficiente data la regolarità delle pendenze e delle condizioni di imbocco e sbocco che, per la conformazione dei manufatti, non presentano particolari impedimenti al deflusso e rendono trascurabili le perdite di carico localizzate.

Viene adottata la tipologia in c.a. (sezioni scatolari o circolari) per le opere di attraversamento. La tabella riporta un riepilogo delle tipologie di attraversamenti e dimensioni utilizzate:

### **7.1.1 Determinazione delle portate di progetto**

Le portate di progetto  $Q_p$  [ $m^3/s$ ] sono state calcolate in due modalità differenti. Per i tombini di risoluzione dell'interferenza col reticolo idrografico principale è stato utilizzato il metodo cinematico, dove il tempo di corrivazione  $t_c$  [ore] è stato calcolato con la formula del SCS. I limiti dei bacini tributari e la loro superficie  $A_b$ , l'asta principale di ciascun bacino  $L_b$ , la quota media del bacino  $z_m$  e la quota della sezione di chiusura sono stati determinati a partire dalla CTR 1:10000 e dal DEM della regione Sicilia. Gli input di pioggia sono stati valutati con un tempo di ritorno  $T_R$  pari a 200 anni.

I dettagli del calcolo delle portate di progetto sono riportati nella "Relazione idrologica" (UP62\_T00ID00IDRRE01).

Per i tombini di continuità idraulica dei fossi di guardia invece si sono considerate le portate recapitate dagli stessi calcolate però con un tempo di ritorno  $T_R$  pari a 200 anni. E qui di seguito riportate.

Come portata di progetto si è infine fissato tale valore per tutte pari a 3 m<sup>3</sup>/s, arrotondamento per eccesso dei risultati precedentemente ottenuti, per semplificare le valutazioni e perché maggiormente cautelativo.

### 7.1.2 Verifica idraulica

La verifica idraulica di tutti i tombini è stata effettuata con l'ausilio di apposito software, HY8, confrontando la portata di progetto  $Q_p$  [m<sup>3</sup>/s] con la portata massima smaltibile dal manufatto  $Q_{max}$  [m<sup>3</sup>/s], calcolata utilizzando il criterio per la verifica idraulica che richiede per i tombini di attraversamento di corsi d'acqua naturali un franco idraulico lungo l'opera superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera e comunque mai inferiore a 0.7 m. Mediante tale software è stato possibile simulare sia il comportamento dei tombini che le condizioni al contorno, imbocco e sbocco e canale a valle, degli stessi.

Come è noto il sw HY8 cautelativamente fa riferimento ad una condizione di "acqua ferma" all'imbocco del tombino. Nei casi in cui tale condizione cautelativa risulta essere eccessivamente gravosa, si è preferito valutare l'andamento del profilo di corrente facendo riferimento ad una condizione di corrente in moto uniforme sia all'interno del tombino che nel tratto di canale sia immediatamente a monte che a valle.

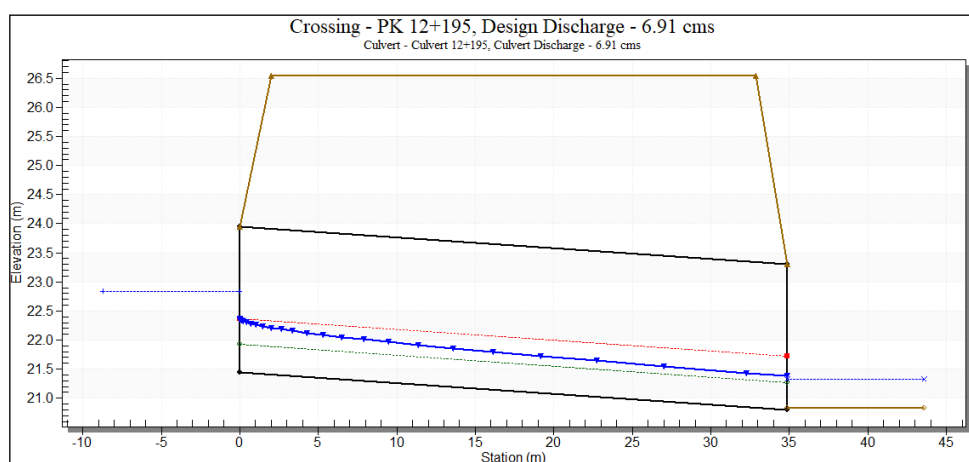


Figura 7.1-1 : HY8 profilo idraulico all'interno del tombino

La portata massima smaltibile è stata inoltre calcolata in condizioni di moto uniforme considerando i tombini con funzionamento a pelo libero:



$$Q = K_s AR^{2/3} i^{1/2}$$

dove  $K_s$  [ $m^{1/3}/s$ ] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler,  $A$  [ $m^2$ ] è l'area bagnata,  $R$  [ $m$ ] è il raggio idraulico e  $i$  [-] è la pendenza longitudinale. Il coefficiente di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a  $70 m^{1/3}/s$  corrispondente al cls.


Nelle seguenti tabelle vengono riassunti i risultati delle verifiche in regime di moto uniforme completamente turbolento; per comodità di lettura, nella prima di esse sono riportati i dati metrici di ciascun tombino con le relative portate di dimensionamento e nella successiva

Tabella 7-1 Asse principale – caratteristiche tombini

ID Opera	Pk Progetto	Opera tipologica	Dimensioni		Portata Q (mc/s)	Pendenza [%]	y [m]	Franco Idraulico [m]	Franco geometrico [m]	Franco minimo [m]
			B [m]	H o D [m]						
TM_01	3+105.00	Tombino	2	2	1.5	1	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_02	3+225.00	Tombino	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_03	3+485.00	Tombino	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_04	3+710.00	Tombino	3	2	8.1	3	1.35	0.65	0.667	0.5
TM_05	4+940.00	Tombino	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_06	5+070.00	Tombino	2	2	4	1.3	1.23	0.77	0.667	0.5
TM_07	5+350.00	Tombino	3.5	2	8.1	2.5	1.22	0.78	0.667	0.5
TM_08	5+560.00	Tombino	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_09	5+690.00	Tombino	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_10	6+090.00	Tombino	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_11	9+810.00	Tombino	3.5	2	9.1	2.7	1.32	0.68	0.667	0.5
TM_12	11+010.00	Tombino	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_13	11+350.00	Tombino	2	2	5.5	3	1.38	0.62	0.667	0.5
TM_14	11+490.00	Tombino	3	2	6.8	3	1.2	0.8	0.667	0.5
TM_15	11+970.00	Tombino	2	2	5.6	3	1.39	0.61	0.667	0.5
TM_16	13+140.00	Tombino	4	3	19.2	2.7	2.01	0.99	1	0.5
TM_17	13+810.00	Tombino	4	3	8.8	2.7	1.15	1.85	1	0.5
TM_18	16+120.00	Tombino esistente	2	2	3	1.3	1.04	0.96	0.667	0.5
TM_19	16+370.00	Tombino esistente	-	1.5	1	1	0.73	0.77	0.75	0.5

Tabella 7-2 Svincoli e Secondarie- caratteristiche tombini

SVINCOLI									
ID Opera	Opera tipologica	Dimensioni		Portata Q	Pendenza	y	Franco Idraulico	Franco geometrico	Franco minimo
		B	H o D						
		[m]	[m]	(mc/s)	[%]	[m]	[m]	[m]	[m]
TM_SV01_01	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV01_02	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV02_01	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV02_02	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV02_03	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV02_04	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV02_05	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV02_06	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV03_01	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV04_01	Tombino Scatolare	4	3	19.2	2.6	2	1	1	0.5
TM_SV04_02	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_SV04_03	Tombino Scatolare	4	3	19.2	2.6	2	1	1	0.5
TM_SV05_01	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
STRADE SECONDARIE									
TM_AS_E30_01	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E30_02	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E47_00	Tombino Scatolare	3.5	2	8	2.5	1.22	0.78	0.667	0.5
TM_AS_E47_01	Tombino Scatolare	2	2	4	1.3	1.23	0.77	0.667	0.5
TM_AS_E47_02	Tombino Scatolare	4	3	16.6	1.5	1.84	1.16	1	0.75
TM_AS_E47_03	Tombino Scatolare	3.5	2	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E47_04	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E47_05	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E47_06	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E58_00	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E60_00	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E110_01	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E110_02	Tombino Scatolare	2	2	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5
TM_AS_E110_03	Tombino Circolare	-	1.5	1	1.5	0.75	0.75	0.75	0.5

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione Idraulica</b>	

Per la determinazione del franco idraulico in corrispondenza delle opere di attraversamento, sono stati considerati i seguenti elementi:


- i. scabrezza del contorno bagnato e trasporto solido;
- ii. aerazione delle correnti molto veloci;
- iii. transizione a corrente lenta attraverso un risalto idraulico;
- iv. un valore minimo, cautelativo, indipendente da ogni parametro.

L'analisi di questi elementi ha portato all'individuazione del criterio di definizione del franco idraulico sinteticamente riportato di seguito.

- Criterio:

per tenere conto di tutte le incertezze inerenti alla valutazione dei parametri in gioco, e di altri fattori, il franco idraulico non deve comunque essere inferiore ad un valore prefissato e pari, nel caso di tombini a sezione circolare, al 50% della luce libera e per tombini scatolari a valori prossimi ad 1/3 della luce libera.

Nelle tabelle si evidenzia come la verifica della compatibilità idraulica di ciascun'opera in progetto sia soddisfatta. Si evidenzia quindi il valore del franco idraulico calcolato secondo quanto riportato nelle ultime NTA del PAI (ottobre 2019) e quello geometrico calcolato come confronto tra l'altezza utile dell'opera e il tirante idrico registrato nella sezione idraulica immediatamente a monte del manufatto indagato.

S.S. 121 "Catanese" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<b>Relazione Idraulica</b>	

## 7.2 Fossi di guardia

I fossi di guardia rappresentano un'importante opera di difesa del corpo stradale, convogliando negli impluvi naturali o negli attraversamenti idraulici le acque superficiali che verrebbero altrimenti a raccogliersi ai piedi del rilevato o andrebbero ad invadere la trincea compromettendo la stabilità dei rilevati e delle scarpate della trincea.

Il progetto prevede fossi di guardia lungo la viabilità di progetto sia a monte che a valle. La funzione dei fossi a valle è quella di raccogliere le acque di piattaforma, convogliate dai diversi tipi di manufatto di scarico (canalette ad embrici, tubazioni di attraversamento, caditoie) ai recapiti finali. I fossi sono in terra a sezione trapezia con sponde inclinate a 45°. In questo caso è prevista una tipologia di fosso le cui dimensioni sono riportate qui di seguito.

Tabella 7-3 Tipologia di fossi di guardia

FOSSO	FORMA	LARGHEZZA		ALTEZZA
		Base	Sommità	H [m]
		b [m]	B [m]	
Tipo 1	Trapezia 1/1	0.50	1.50	0.50*

\* L'altezza indicata è quella nominale ma varia in base alla conformazione del terreno

### 7.2.1 Determinazione delle portate di progetto

Le portate di progetto  $Q_p$  [m<sup>3</sup>/s] sono state calcolate per un tempo di ritorno  $T_R$  pari a 50 anni, applicando il metodo cinematico, analogamente ai tombini. Il tempo di corrivazione inoltre, non è stato calcolato con la formula di Giandotti, poiché non applicabile a bacini di ridotte dimensioni, ma è stato assunto pari a 0.25 h (15 min). I dettagli di tali calcoli sono riportati nella Relazione idrologica e di studio idraulico.

### **7.2.2 Verifica idraulica**

La verifica idraulica dei fossi di guardia viene normalmente effettuata ipotizzando moto uniforme all'interno del canale calcolando la portata con la seguente formula:

$$Q = K_s AR^{2/3} i^{1/2}$$

dove  $K_s$  [ $m^{1/3}/s$ ] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler,  $A$  [ $m^2$ ] è l'area bagnata,  $R$  [ $m$ ] è il raggio idraulico e  $i$  [-] è la pendenza longitudinale. Il coefficiente di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a  $75 m^{1/3}/s$  per i fossi rivestiti in cls.

I fossi di valle, salvo i casi in cui non ricevano contributi dagli attraversamenti idraulici, sono sempre verificati, in quanto raccolgono solo l'acqua che cade sul rilevato stradale, mentre per i fossi di monte occorre verificare che la sezione di progetto sia sufficiente a smaltire la portata in arrivo. La portata massima smaltibile di norma è stata calcolata ipotizzando moto uniforme all'interno del canale considerando un grado di riempimento pari al 70% della sezione e dividendo il fosso in tratte con pendenza omogenea. L'esatta ubicazione, la geometria e la lunghezza di tutte le inalveazioni è riportata sulle Planimetrie Idrauliche. Solo per 8 fossi si è accettato un grado di riempimento pari all'80% della sezione.

Nella tabella che segue si riporta il riepilogo delle verifiche dei fossi di guardia

.

UP62

**Relazione Idraulica**

FOSS O	Lunghezza asta	Pk inizio	H inizio	Pk fine	H fine	i (%)	Tr (anni)	Area bacino (m <sup>2</sup> )	Area bacino (Km <sup>2</sup> )	psi (-)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)	B(m)	h (m)	Ks m <sup>1/3</sup> /s	Qmax m <sup>3</sup> /s	VERIFICA
FS_01	499.73	0+000	32.87	0+490	17.43	3.09%	50	52714	0.052714	0.65	1.41	0.5	0.6	70	1.78	OK
FS_02	333.8	0+660	50.29	0+970	39.55	3.22%	50	32306	0.032306	0.65	0.87	0.5	0.5	70	1.28	OK
FS_03	107.71	1+460	70	1+570	58.68	10.51%	100	47771	0.047771	0.65	1.38	0.5	0.5	70	2.31	OK
FS_04	64.11	3+040	75.71	3+110	71.88	5.97%	100	14354	0.014354	0.65	0.42	0.5	0.5	70	1.74	OK
FS_05	47	3+160	82	3+111	80	4.26%	50	6875	0.006875	0.65	0.20	0.5	0.5	70	1.47	OK
FS_06	70	3+110	71.51	3+230	68.38	4.47%	100	9610	0.009610	0.65	0.28	0.5	0.5	70	1.50	OK
FS_07	270	3+480	86	3+230	77	3.33%	50	28618	0.028618	0.65	0.77	0.5	0.5	70	1.30	OK
FS_08	220	3+720	82	3+500	78	1.82%	50	31268	0.031268	0.65	0.84	0.5	0.5	70	0.96	OK
FS_09	100	3+760	82	3+720	78	4.00%	50	6800	0.0068	0.65	0.18	0.5	0.5	70	1.42	OK
FS_10	91	4+580	124	4+660	108	17.58%	50	8901	0.008901	0.65	0.24	0.5	0.5	70	2.98	OK
FS_11	54	4+890	111	4+840	106	9.26%	50	3753	0.003753	0.65	0.10	0.5	0.5	70	2.16	OK
FS_12	55	4+890	111	4+950	110.06	1.71%	100	3060	0.003060	0.65	0.09	0.5	0.5	70	0.93	OK
FS_13	87	5+020	112	4+951	110.17	2.10%	100	3553	0.003553	0.65	0.10	0.5	0.5	70	1.03	OK
FS_14	53	5+030	112	5+080	103.82	15.43%	100	2913	0.002913	0.65	0.08	0.5	0.5	70	2.79	OK
FS_15	60	5+100	120	5+160	112	13.33%	100	4276	0.004276	0.65	0.12	0.5	0.5	70	2.60	OK
FS_16	125	5+220	108	5+340	98	8.00%	100	9722	0.009722	0.65	0.28	0.5	0.5	70	2.01	OK
FS_17	40	5+400	100	5+360	98	5.00%	100	2913	0.002913	0.65	0.08	0.5	0.5	70	1.59	OK
FS_18	166	5+410	108	5+560	94	8.43%	100	10914	0.010914	0.65	0.32	0.5	0.5	70	2.07	OK
FS_19	128	5+580	87.67	5+680	81.91	4.50%	100	14090	0.014090	0.65	0.41	0.5	0.5	70	1.51	OK
FS_20	525	6+120	112.3	5+680	90	4.25%	100	33680	0.033680	0.65	0.98	0.5	0.5	70	1.47	OK
FS_21	190	5+920	88	6+100	82	3.16%	50	13461	0.013461	0.65	0.36	0.5	0.5	70	1.26	OK
FS_22	134	6+130	79.12	6+250	72	5.31%	100	20824	0.020824	0.65	0.60	0.5	0.5	70	1.64	OK
FS_23	500	7+080	82	6+600	75	1.40%	50	52800	0.0528	0.65	1.41	0.75	0.75	40	1.42	OK
FS_24	130	7+100	82	7+180	81.5	0.38%	50	6575	0.006575	0.65	0.18	0.5	0.5	70	0.44	OK
FS_25	300	7+780	91	7+480	89	0.67%	50	49645	0.049645	0.65	1.33	0.75	0.75	70	1.71	OK
FS_26	295	7+800	96	8+080	93	1.02%	50	26466	0.026466	0.65	0.71	0.5	0.5	70	0.72	OK
FS_27	170	8+360	96	8+210	95	0.59%	50	7683	0.007683	0.65	0.21	0.5	0.5	70	0.55	OK
FS_28	300	8+680	97.5	8+380	96	0.50%	50	18233	0.018233	0.65	0.49	0.5	0.5	70	0.50	OK
FS_29	176	9+320	128	9+180	110	10.23%	100	24934	0.024934	0.65	0.72	0.5	0.5	70	2.28	OK
FS_30	125	9+710	134	9+820	120.39	10.89%	100	19300	0.0193	0.65	0.56	0.5	0.5	70	2.35	OK

UP62

**Relazione Idraulica**

FOSS O	Lunghezza asta	Pk inizio	H inizio	Pk fine	H fine	i (%)	Tr (anni)	Area bacino (m <sup>2</sup> )	Area bacino (Km <sup>2</sup> )	psi (-)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)	B(m)	h (m)	Ks m <sup>1/3</sup> /s	Qmax m <sup>3</sup> /s	VERIFICA
FS_31	90	10+75 0	130	10+65 0	128	2.22%	50	18838	0.01883 8	0.6 5	0.55	0.5	0.5	70	1.06	OK
FS_32	260	11+30 0	150	11+38 0	136.5	5.19%	100	20088	0.02008 8	0.6 5	0.54	0.5	0.5	70	1.62	OK
FS_33	80	11+30 0	152	11+02 1	150	2.50%	50	11415	0.01141 5	0.6 5	0.31	0.5	0.5	70	1.12	OK
FS_34	422	11+94 0	174	11+52 0	152	5.21%	50	54733	0.05473 3	0.6 5	1.47	0.5	0.5	70	1.62	OK
FS_35	120	12+32 0	200	12+22 0	176	20.00 %	50	7546	0.00754 6	0.6 5	0.20	0.5	0.5	70	3.18	OK
FS_36	368	13+14 0	236	12+78 0	210	7.07%	50	53349	0.05334 9	0.6 5	1.43	0.5	0.5	70	1.89	OK
FS_37	127	13+85 0	266	13+76 0	252	11.02 %	50	23455	0.02345 5	0.6 5	0.63	0.5	0.5	70	2.36	OK



### 7.3 Sistemazione Inalveazione

Per la risoluzione dell'interferenza idraulica alla progressiva pK 13+810 si è prevista una sistemazione del fosso naturale esistente mediante inalveazione.

Attualmente nel territorio del comune di Bolognetta, circa in corrispondenza del Km 240 della SS121, quasi parallelamente al tracciato della strada statale esistente, è presente un fosso di modesta entità. Tale fosso al momento, interferisce con aree di parcheggio o di stoccaggio merci a servizio di esercizi commerciali di varia natura. Il fosso presenta più opere di contenimento lungo il suo sviluppo. Come si vede nelle ortofoto ricavate da Google Earth qui di seguito riportate sono presenti tre tombinature.



Figura 7.3-1 : Immagine Google Earth fosso Bolognetta



Figura 7.3-2 : Immagine Google Earth fossa Bolognetta



A seguito di sopralluogo si è visto che oggi l'acqua scorre all'interno di un tombino scatolare 4.00x1.50 che però non è in grado di smaltire la portata duecentennale pari a  $8.8 \text{ m}^3 / \text{sec}$ .



*Figura 7.3-3 : Tombinatura esistente su fosso 24*

Il fosso esistente quindi presenta un alto livello di antropizzazione.


Al fine di rendere compatibile il deflusso del fosso con la strada in progetto è stata sviluppata una sistemazione tale da garantire mediante una verifica di moto uniforme sempre un franco pari al 50% della sezione disponibile.









S.S. 121 "Catanesa" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b><i>Relazione Idraulica</i></b>	

## 8 **ALLEGATI**

### ALLEGATO A - RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE ANTE OPERAM

- Tabulati modellazione HEC-RAS
- Profilo Fiume Eleuterio foce
- Sezioni Fiume Eleuterio foce
- Profilo Vallone Sant'Antonio
- Sezioni Vallone Sant'Antonio
- Profilo Vallone Rigano
- Sezioni Vallone Rigano
- Profilo Fiume Eleuterio
- Sezioni Fiume Eleuterio
- Profilo Milicia
- Sezioni Milicia

### ALLEGATO B - RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE POST OPERAM

- Tabulati modellazione HEC-RAS
- Profilo Fiume Eleuterio foce
- Sezioni Fiume Eleuterio foce
- Profilo Vallone Sant'Antonio
- Sezioni Vallone Sant'Antonio
- Profilo Vallone Rigano
- Sezioni Vallone Rigano
- Profilo Fiume Eleuterio
- Sezioni Fiume Eleuterio
- Profilo Milicia
- Sezioni Milicia

### ALLEGATO C - RISULTATI SIMULAZIONI HY-8 VERIFICA TOMBINI

S.S. 121 "Catanese"  
Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA



UP62

*Relazione Idraulica*

## ALLEGATO A



HEC-RAS Plan: ELEUTERIO\_FOCE River: Eleuterio\_2 Reach: Reach 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	4786	Tr100	679.50	25.92	30.73	29.86	31.10	0.002510	3.73	299.76	111.02	0.60
Reach 1	4786	Tr200	771.31	25.92	30.96	30.02	31.36	0.002503	3.87	326.10	111.33	0.60
Reach 1	4786	Tr300	825.40	25.92	31.12	30.11	31.53	0.002436	3.92	343.91	111.54	0.60
Reach 1	4786	Tr500	893.90	25.92	31.25	30.23	31.69	0.002528	4.07	357.87	111.70	0.61
Reach 1	4680.855	Tr100	679.50	25.76	29.83	29.77	30.63	0.006795	5.47	221.27	116.62	0.96
Reach 1	4680.855	Tr200	771.31	25.76	30.01	29.85	30.89	0.007104	5.79	242.89	129.70	0.99
Reach 1	4680.855	Tr300	825.40	25.76	30.10	29.82	31.05	0.007502	6.06	255.05	132.82	1.02
Reach 1	4680.855	Tr500	893.90	25.76	30.24	30.02	31.20	0.007366	6.15	273.40	136.84	1.02
Reach 1	4530.283	Tr100	679.50	24.79	28.84	28.84	29.66	0.006923	5.77	218.99	110.51	0.96
Reach 1	4530.283	Tr200	771.31	24.79	28.99	28.99	29.88	0.007210	6.05	235.36	111.06	0.99
Reach 1	4530.283	Tr300	825.40	24.79	29.07	29.07	30.00	0.007346	6.20	244.81	111.38	1.00
Reach 1	4530.283	Tr500	893.90	24.79	29.17	29.17	30.15	0.007528	6.38	256.14	111.75	1.02
Reach 1	4417.050	Tr100	679.50	24.30	28.03	28.16	28.90	0.008019	5.98	227.05	146.61	1.05
Reach 1	4417.050	Tr200	771.31	24.30	28.15	28.29	29.09	0.008451	6.29	244.47	148.06	1.08
Reach 1	4417.050	Tr300	825.40	24.30	28.21	28.37	29.19	0.008654	6.45	254.66	148.98	1.10
Reach 1	4417.050	Tr500	893.90	24.30	28.29	28.46	29.32	0.008933	6.65	266.76	150.09	1.12
Reach 1	4339.566	Tr100	679.50	23.26	27.07	27.33	28.18	0.011540	6.35	192.55	126.63	1.20
Reach 1	4339.566	Tr200	771.31	23.26	27.23	27.46	28.36	0.011227	6.49	212.59	127.98	1.20
Reach 1	4339.566	Tr300	825.40	23.26	27.32	27.52	28.46	0.011062	6.57	224.02	128.66	1.19
Reach 1	4339.566	Tr500	893.90	23.26	27.43	27.64	28.59	0.010841	6.66	238.43	129.58	1.19
Reach 1	4261.588	Tr100	679.50	22.38	27.18	26.50	27.51	0.002447	3.68	331.97	141.12	0.59
Reach 1	4261.588	Tr200	771.31	22.38	27.41	26.65	27.75	0.002412	3.79	363.98	143.72	0.59
Reach 1	4261.588	Tr300	825.40	22.38	27.54	26.72	27.90	0.002367	3.84	383.77	145.17	0.59
Reach 1	4261.588	Tr500	893.90	22.38	27.71	26.81	28.07	0.002315	3.89	408.07	146.60	0.59
Reach 1	4070.585	Tr100	679.50	21.82	26.72		27.07	0.002699	3.85	312.84	124.08	0.62
Reach 1	4070.585	Tr200	771.31	21.82	26.94		27.31	0.002685	3.98	340.70	125.15	0.62
Reach 1	4070.585	Tr300	825.40	21.82	27.09		27.47	0.002618	4.02	359.07	125.70	0.62
Reach 1	4070.585	Tr500	893.90	21.82	27.26		27.65	0.002560	4.09	380.93	126.29	0.61
Reach 1	3912.389	Tr100	679.50	21.07	25.02	25.01	26.27	0.008744	6.48	172.52	78.05	1.11
Reach 1	3912.389	Tr200	771.31	21.07	25.38	25.38	26.57	0.007449	6.39	202.43	84.68	1.04
Reach 1	3912.389	Tr300	825.40	21.07	25.51	25.51	26.73	0.007389	6.51	213.57	86.45	1.04
Reach 1	3912.389	Tr500	893.90	21.07	25.68	25.68	26.93	0.007251	6.62	228.08	88.44	1.04
Reach 1	3714.680	Tr100	679.50	20.08	23.75	23.75	24.77	0.007436	5.58	183.06	82.57	1.00
Reach 1	3714.680	Tr200	771.31	20.08	23.75	23.93	25.07	0.009507	6.32	183.54	82.60	1.13
Reach 1	3714.680	Tr300	825.40	20.08	23.84	24.03	25.23	0.009649	6.49	191.19	82.97	1.15
Reach 1	3714.680	Tr500	893.90	20.08	23.96	24.16	25.42	0.009828	6.70	200.50	83.41	1.16
Reach 1	3585.927	Tr100	679.50	18.81	22.93	21.80	23.14	0.002356	2.80	354.73	143.00	0.54
Reach 1	3585.927	Tr200	771.31	18.81	23.11	21.90	23.35	0.002411	2.95	381.15	143.61	0.55
Reach 1	3585.927	Tr300	825.40	18.81	23.24	21.97	23.48	0.002382	3.02	399.08	144.02	0.55
Reach 1	3585.927	Tr500	893.90	18.81	23.37	22.06	23.63	0.002414	3.12	417.72	144.44	0.56
Reach 1	3263.989	Tr100	679.50	17.33	21.61		22.24	0.005393	4.85	245.88	127.11	0.85
Reach 1	3263.989	Tr200	771.31	17.33	21.81		22.45	0.005180	4.94	271.69	128.18	0.84
Reach 1	3263.989	Tr300	825.40	17.33	21.83		22.55	0.005762	5.23	274.38	128.30	0.88
Reach 1	3263.989	Tr500	893.90	17.33	21.96		22.70	0.005660	5.31	291.29	129.07	0.88
Reach 1	3089.159	Tr100	679.50	16.25	20.42	20.29	21.16	0.006779	5.48	223.98	114.87	0.95
Reach 1	3089.159	Tr200	771.31	16.25	20.57	20.48	21.38	0.007006	5.74	241.83	115.96	0.98
Reach 1	3089.159	Tr300	825.40	16.25	20.87		21.55	0.005439	5.33	276.13	117.73	0.87
Reach 1	3089.159	Tr500	893.90	16.25	20.98		21.70	0.005539	5.49	289.87	118.70	0.89
Reach 1	2946.261	Tr100	679.50	15.36	20.09	19.58	20.46	0.003545	4.37	320.79	160.68	0.70
Reach 1	2946.261	Tr200	771.31	15.36	20.26	19.71	20.65	0.003574	4.51	348.80	163.31	0.71
Reach 1	2946.261	Tr300	825.40	15.36	20.72	19.78	21.01	0.002377	3.95	425.23	171.85	0.59
Reach 1	2946.261	Tr500	893.90	15.36	20.84	19.79	21.15	0.002401	4.04	447.30	173.65	0.59
Reach 1	2946.000		Bridge									
Reach 1	2876.948	Tr100	679.50	15.64	18.78	18.52	19.23	0.009463	3.91	240.15	154.09	0.98
Reach 1	2876.948	Tr200	771.31	15.64	19.02		19.45	0.007807	3.83	276.54	160.85	0.91
Reach 1	2876.948	Tr300	825.40	15.64	19.15		19.58	0.007016	3.81	298.89	165.95	0.87
Reach 1	2876.948	Tr500	893.90	15.64	19.32		19.74	0.006189	3.79	328.27	172.16	0.83
Reach 1	2778.028	Tr100	679.50	14.87	18.59		18.81	0.002389	3.02	382.76	189.46	0.56
Reach 1	2778.028	Tr200	771.31	14.87	18.85		19.07	0.002159	3.04	433.29	193.19	0.54
Reach 1	2778.028	Tr300	825.40	14.87	19.01		19.23	0.002013	3.03	463.45	194.81	0.53
Reach 1	2778.028	Tr500	893.90	14.87	19.20		19.42	0.001849	3.01	501.07	195.75	0.51
Reach 1	2665.924	Tr100	679.50	14.22	18.28		18.56	0.002862	3.74	328.52	137.10	0.62
Reach 1	2665.924	Tr200	771.31	14.22	18.57		18.84	0.002599	3.75	367.66	138.15	0.60
Reach 1	2665.924	Tr300	825.40	14.22	18.73		19.01	0.002469	3.75	390.43	138.73	0.59
Reach 1	2665.924	Tr500	893.90	14.22	18.93		19.21	0.002334	3.77	418.39	139.45	0.58
Reach 1	2542.216	Tr100	679.50	13.57	18.10		18.34	0.001382	2.88	380.84	137.75	0.45

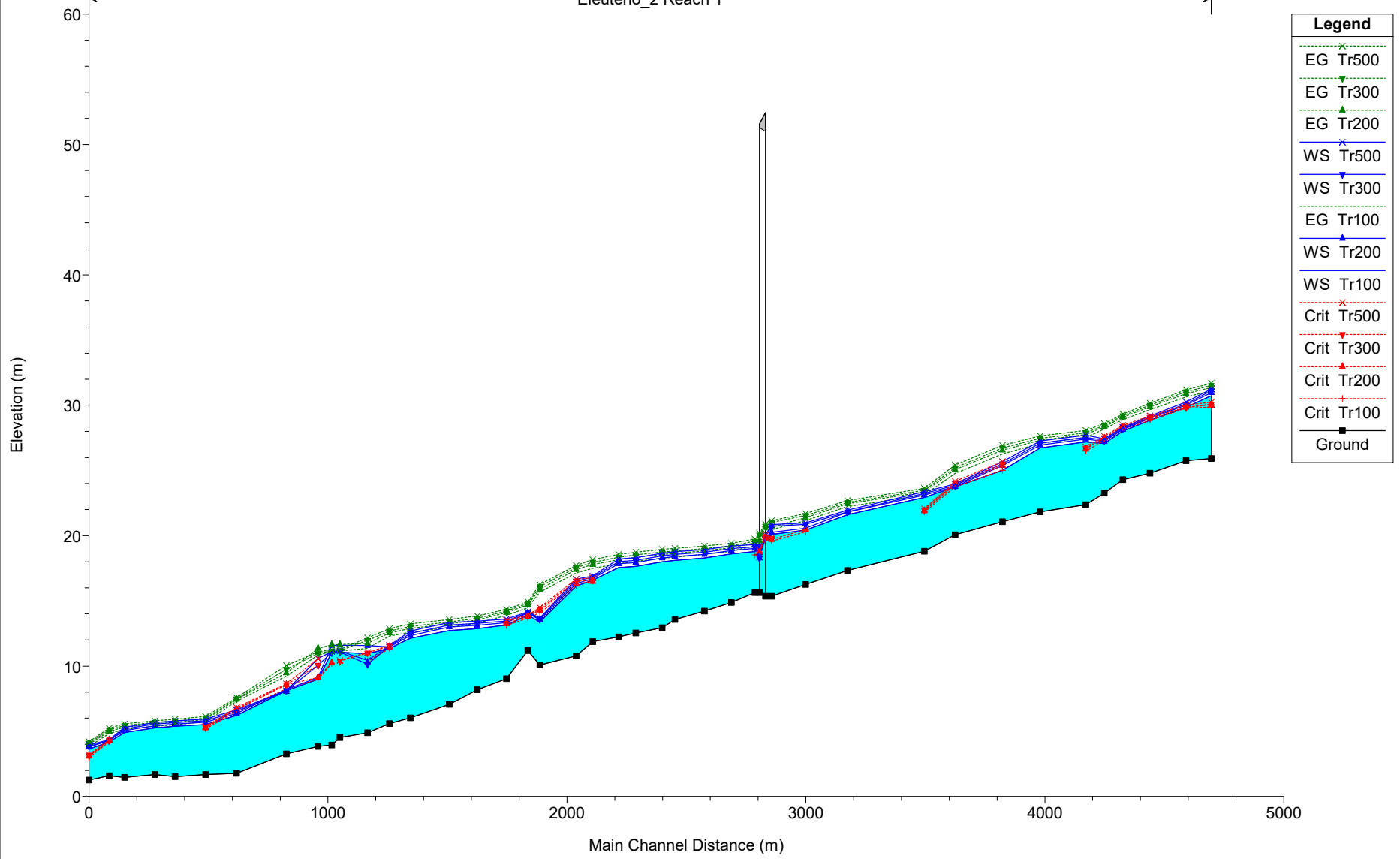
HEC-RAS Plan: ELEUTERIO\_FOCE River: Eleuterio\_2 Reach: Reach 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	2542.216	Tr200	771.31	13.57	18.39		18.64	0.001320	2.95	421.69	139.63	0.45
Reach 1	2542.216	Tr300	825.40	13.57	18.56		18.82	0.001288	2.98	445.44	140.93	0.44
Reach 1	2542.216	Tr500	893.90	13.57	18.77		19.03	0.001251	3.03	474.70	142.12	0.44
Reach 1	2489.047	Tr100	679.50	12.94	17.99		18.26	0.002214	3.28	323.98	112.09	0.54
Reach 1	2489.047	Tr200	771.31	12.94	18.28		18.57	0.002118	3.37	356.71	113.58	0.53
Reach 1	2489.047	Tr300	825.40	12.94	18.44		18.74	0.002062	3.41	375.80	114.28	0.53
Reach 1	2489.047	Tr500	893.90	12.94	18.65		18.96	0.002001	3.47	399.16	114.97	0.53
Reach 1	2377.772	Tr100	679.50	12.54	17.64		18.03	0.002621	3.93	284.79	97.69	0.61
Reach 1	2377.772	Tr200	771.31	12.54	17.93		18.34	0.002544	4.05	313.56	99.46	0.61
Reach 1	2377.772	Tr300	825.40	12.54	18.09		18.52	0.002517	4.13	330.21	100.95	0.61
Reach 1	2377.772	Tr500	893.90	12.54	18.30		18.74	0.002464	4.20	351.14	102.07	0.61
Reach 1	2306.667	Tr100	679.50	12.24	17.55		17.85	0.001739	3.37	322.66	97.68	0.51
Reach 1	2306.667	Tr200	771.31	12.24	17.84		18.17	0.001778	3.55	351.12	101.11	0.52
Reach 1	2306.667	Tr300	825.40	12.24	18.01		18.35	0.001783	3.64	368.06	102.53	0.52
Reach 1	2306.667	Tr500	893.90	12.24	18.21		18.57	0.001770	3.72	389.36	103.68	0.52
Reach 1	2198.332	Tr100	679.50	11.87	16.59		17.49	0.005020	5.36	196.99	70.43	0.85
Reach 1	2198.332	Tr200	771.31	11.87	16.73	16.49	17.78	0.005605	5.80	206.96	71.05	0.91
Reach 1	2198.332	Tr300	825.40	11.87	16.81	16.59	17.95	0.005913	6.03	212.91	71.42	0.93
Reach 1	2198.332	Tr500	893.90	11.87	16.90	16.75	18.15	0.006354	6.34	219.38	71.77	0.97
Reach 1	2128.310	Tr100	679.50	10.79	16.13	16.13	17.14	0.004787	5.58	217.56	103.31	0.83
Reach 1	2128.310	Tr200	771.31	10.79	16.30	16.30	17.40	0.005103	5.90	235.25	106.08	0.86
Reach 1	2128.310	Tr300	825.40	10.79	16.51	16.51	17.55	0.004675	5.81	258.11	110.05	0.83
Reach 1	2128.310	Tr500	893.90	10.79	16.66	16.66	17.71	0.004658	5.91	274.44	110.77	0.83
Reach 1	1977.250	Tr100	679.50	10.08	13.38	14.08	15.67	0.028847	8.33	123.14	93.87	1.83
Reach 1	1977.250	Tr200	771.31	10.08	13.53	14.29	15.90	0.027643	8.53	137.35	96.40	1.81
Reach 1	1977.250	Tr300	825.40	10.08	13.58	14.36	16.10	0.028556	8.81	142.68	97.92	1.84
Reach 1	1977.250	Tr500	893.90	10.08	13.68	14.49	16.27	0.028117	8.98	152.10	99.28	1.84
Reach 1	1926.118	Tr100	679.50	11.19	13.89	13.67	14.47	0.007060	4.76	238.92	135.05	0.95
Reach 1	1926.118	Tr200	771.31	11.19	14.06	13.81	14.70	0.007188	5.01	262.33	144.88	0.97
Reach 1	1926.118	Tr300	825.40	11.19	14.10	13.88	14.80	0.007817	5.27	267.65	146.82	1.01
Reach 1	1926.118	Tr500	893.90	11.19	14.16	13.90	14.93	0.008341	5.53	276.65	148.04	1.05
Reach 1	1837.195	Tr100	679.50	9.03	13.15	13.10	13.88	0.006977	5.04	231.82	142.15	0.94
Reach 1	1837.195	Tr200	771.31	9.03	13.34	13.25	14.10	0.006934	5.23	259.31	153.01	0.94
Reach 1	1837.195	Tr300	825.40	9.03	13.45	13.43	14.21	0.006611	5.23	276.61	153.77	0.93
Reach 1	1837.195	Tr500	893.90	9.03	13.60	13.51	14.34	0.006114	5.19	300.42	154.68	0.90
Reach 1	1715.508	Tr100	679.50	8.18	12.87		13.29	0.003523	3.55	297.88	166.15	0.67
Reach 1	1715.508	Tr200	771.31	8.18	13.13		13.54	0.003131	3.55	342.75	180.12	0.64
Reach 1	1715.508	Tr300	825.40	8.18	13.26		13.67	0.002940	3.54	367.77	187.14	0.63
Reach 1	1715.508	Tr500	893.90	8.18	13.45		13.84	0.002693	3.51	403.46	210.82	0.61
Reach 1	1597.910	Tr100	679.50	7.06	12.71		12.95	0.002385	2.96	367.45	174.11	0.54
Reach 1	1597.910	Tr200	771.31	7.06	13.00		13.24	0.002078	2.94	418.65	177.96	0.51
Reach 1	1597.910	Tr300	825.40	7.06	13.15		13.38	0.001974	2.94	444.81	179.01	0.50
Reach 1	1597.910	Tr500	893.90	7.06	13.34		13.58	0.001835	2.94	479.69	180.56	0.49
Reach 1	1434.658	Tr100	679.50	6.03	12.13		12.59	0.002211	4.13	303.71	115.22	0.57
Reach 1	1434.658	Tr200	771.31	6.03	12.34		12.88	0.002466	4.47	329.23	127.93	0.61
Reach 1	1434.658	Tr300	825.40	6.03	12.49		13.03	0.002428	4.52	349.49	131.94	0.61
Reach 1	1434.658	Tr500	893.90	6.03	12.69		13.24	0.002416	4.61	376.10	142.99	0.61
Reach 1	1347.410	Tr100	679.50	5.58	11.36	11.36	12.29	0.005110	5.65	221.94	104.57	0.83
Reach 1	1347.410	Tr200	771.31	5.58	11.47	11.47	12.54	0.005746	6.09	233.77	106.04	0.89
Reach 1	1347.410	Tr300	825.40	5.58	11.52	11.52	12.68	0.006214	6.37	238.99	106.83	0.92
Reach 1	1347.410	Tr500	893.90	5.58	11.57	11.57	12.86	0.006875	6.75	244.47	111.02	0.97
Reach 1	1256.014	Tr100	679.50	4.89	10.94	10.32	11.36	0.001954	3.83	449.40	422.06	0.55
Reach 1	1256.014	Tr200	771.31	4.89	11.58	10.31	11.75	0.000899	2.81	732.37	461.24	0.38
Reach 1	1256.014	Tr300	825.40	4.89	10.14	11.00	11.97	0.008543	7.13	210.01	150.57	1.11
Reach 1	1256.014	Tr500	893.90	4.89	10.44	11.05	12.17	0.007619	7.05	273.88	299.74	1.06
Reach 1	1140.286	Tr100	679.50	4.52	11.06		11.14	0.000607	2.36	783.30	414.07	0.31
Reach 1	1140.286	Tr200	771.31	4.52	11.60		11.65	0.000384	1.99	1008.96	431.06	0.25
Reach 1	1140.286	Tr300	825.40	4.52	11.07	10.38	11.20	0.000879	2.85	788.54	414.21	0.37
Reach 1	1140.286	Tr500	893.90	4.52	11.15	10.43	11.28	0.000914	2.93	822.33	415.14	0.38
Reach 1	1105.691	Tr100	679.50	3.95	11.04	10.19	11.12	0.000584	2.08	777.30	399.09	0.29
Reach 1	1105.691	Tr200	771.31	3.95	11.58	10.24	11.64	0.000361	1.74	994.56	399.94	0.23
Reach 1	1105.691	Tr300	825.40	3.95	11.04		11.16	0.000857	2.52	778.63	399.09	0.35
Reach 1	1105.691	Tr500	893.90	3.95	11.12		11.25	0.000894	2.60	810.44	399.20	0.36
Reach 1	1049.093	Tr100	679.50	3.83	8.99	8.99	10.84	0.014944	8.40	141.51	66.07	1.32
Reach 1	1049.093	Tr200	771.31	3.83	9.12	9.12	11.35	0.017713	9.33	150.91	82.44	1.45
Reach 1	1049.093	Tr300	825.40	3.83	10.06	10.06	10.96	0.006983	6.70	298.54	243.64	0.94
Reach 1	1049.093	Tr500	893.90	3.83	10.57	10.57	11.10	0.004251	5.57	453.25	312.14	0.74

HEC-RAS Plan: ELEUTERIO\_FOCE River: Eleuterio\_2 Reach: Reach 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	915.9705	Tr100	679.50	3.27	8.10	8.27	9.23	0.008557	6.37	200.66	114.96	1.06
Reach 1	915.9705	Tr200	771.31	3.27	8.20	8.58	9.47	0.009457	6.82	212.54	126.09	1.12
Reach 1	915.9705	Tr300	825.40	3.27	8.12	8.57	9.75	0.012342	7.67	202.34	115.05	1.27
Reach 1	915.9705	Tr500	893.90	3.27	8.10	8.65	10.06	0.014803	8.38	200.69	114.96	1.39
Reach 1	707.8118	Tr100	679.50	1.78	6.21	6.50	7.31	0.011193	5.87	206.12	171.40	1.16
Reach 1	707.8118	Tr200	771.31	1.78	6.35	6.66	7.44	0.010770	5.96	230.26	173.14	1.15
Reach 1	707.8118	Tr300	825.40	1.78	6.51	6.72	7.48	0.009161	5.71	258.54	183.29	1.07
Reach 1	707.8118	Tr500	893.90	1.78	6.63	6.82	7.58	0.008668	5.70	281.18	188.62	1.04
Reach 1	577.8463	Tr100	679.50	1.68	5.51	5.18	5.73	0.003137	3.33	428.80	315.02	0.63
Reach 1	577.8463	Tr200	771.31	1.68	5.69	5.26	5.90	0.002782	3.27	485.88	317.06	0.60
Reach 1	577.8463	Tr300	825.40	1.68	5.81	5.31	6.01	0.002545	3.21	523.38	318.33	0.58
Reach 1	577.8463	Tr500	893.90	1.68	5.94	5.36	6.13	0.002396	3.20	564.15	326.30	0.57
Reach 1	450.0100	Tr100	679.50	1.51	5.38		5.49	0.001031	1.99	582.54	316.98	0.37
Reach 1	450.0100	Tr200	771.31	1.51	5.55		5.67	0.001031	2.07	639.20	327.35	0.37
Reach 1	450.0100	Tr300	825.40	1.51	5.67		5.79	0.001037	2.13	677.55	345.99	0.38
Reach 1	450.0100	Tr500	893.90	1.51	5.79		5.92	0.001025	2.17	722.44	355.82	0.38
Reach 1	365.9194	Tr100	679.50	1.68	5.25		5.38	0.001466	2.35	491.66	239.28	0.44
Reach 1	365.9194	Tr200	771.31	1.68	5.42		5.56	0.001473	2.45	532.82	240.66	0.44
Reach 1	365.9194	Tr300	825.40	1.68	5.54		5.68	0.001439	2.48	560.88	241.59	0.44
Reach 1	365.9194	Tr500	893.90	1.68	5.67		5.81	0.001434	2.54	591.17	242.55	0.44
Reach 1	239.5528	Tr100	679.50	1.46	4.90		5.13	0.002520	3.15	378.55	190.87	0.58
Reach 1	239.5528	Tr200	771.31	1.46	5.06		5.31	0.002590	3.31	408.56	193.35	0.59
Reach 1	239.5528	Tr300	825.40	1.46	5.18		5.44	0.002495	3.33	432.70	194.81	0.59
Reach 1	239.5528	Tr500	893.90	1.46	5.30		5.57	0.002489	3.41	456.34	196.01	0.59
Reach 1	174.7622	Tr100	679.50	1.58	4.19	4.19	4.84	0.010353	4.67	224.97	173.76	1.09
Reach 1	174.7622	Tr200	771.31	1.58	4.31	4.31	5.00	0.010466	4.89	245.54	180.34	1.11
Reach 1	174.7622	Tr300	825.40	1.58	4.28	4.28	5.11	0.012570	5.32	241.28	179.02	1.21
Reach 1	174.7622	Tr500	893.90	1.58	4.34	4.34	5.23	0.013144	5.54	251.69	182.02	1.24
Reach 1	90.33970	Tr100	679.50	1.25	3.62	2.98	3.84	0.003002	2.75	373.27	211.66	0.60
Reach 1	90.33970	Tr200	771.31	1.25	3.77	3.07	4.00	0.003001	2.88	404.18	212.45	0.61
Reach 1	90.33970	Tr300	825.40	1.25	3.85	3.13	4.09	0.003000	2.94	421.72	212.91	0.61
Reach 1	90.33970	Tr500	893.90	1.25	3.95	3.20	4.21	0.003000	3.03	443.30	213.46	0.62

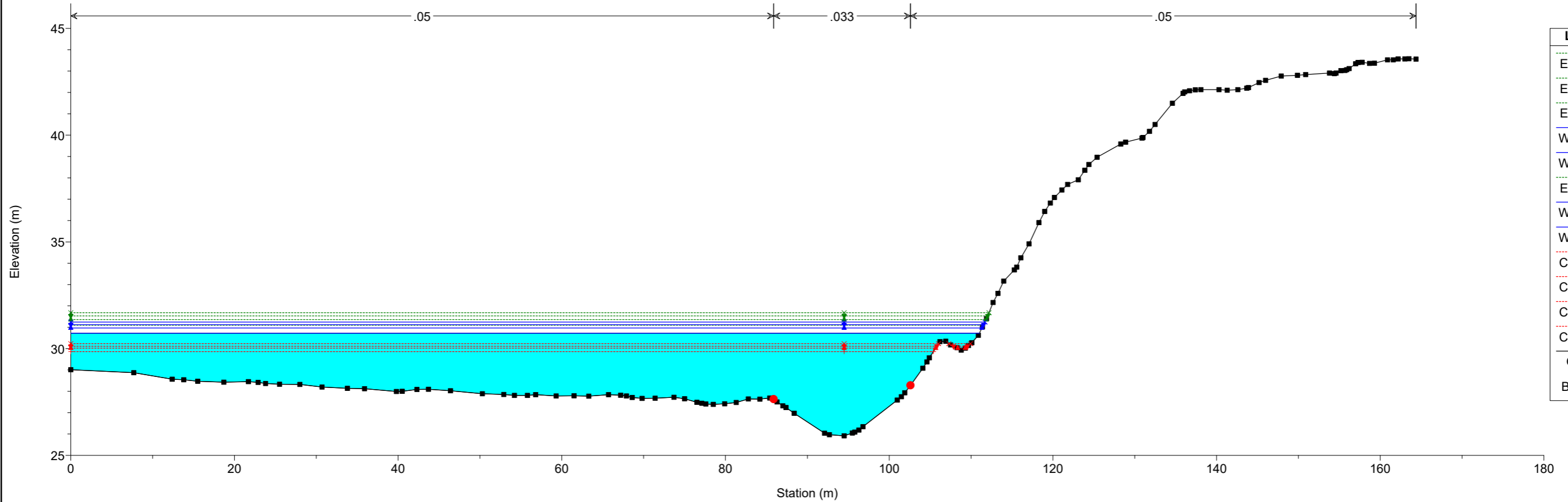
Eleuterio\_2 Reach 1



- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - WS Tr500
  - WS Tr300
  - EG Tr100
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Crit Tr500
  - Crit Tr300
  - Crit Tr200
  - Crit Tr100
  - Ground

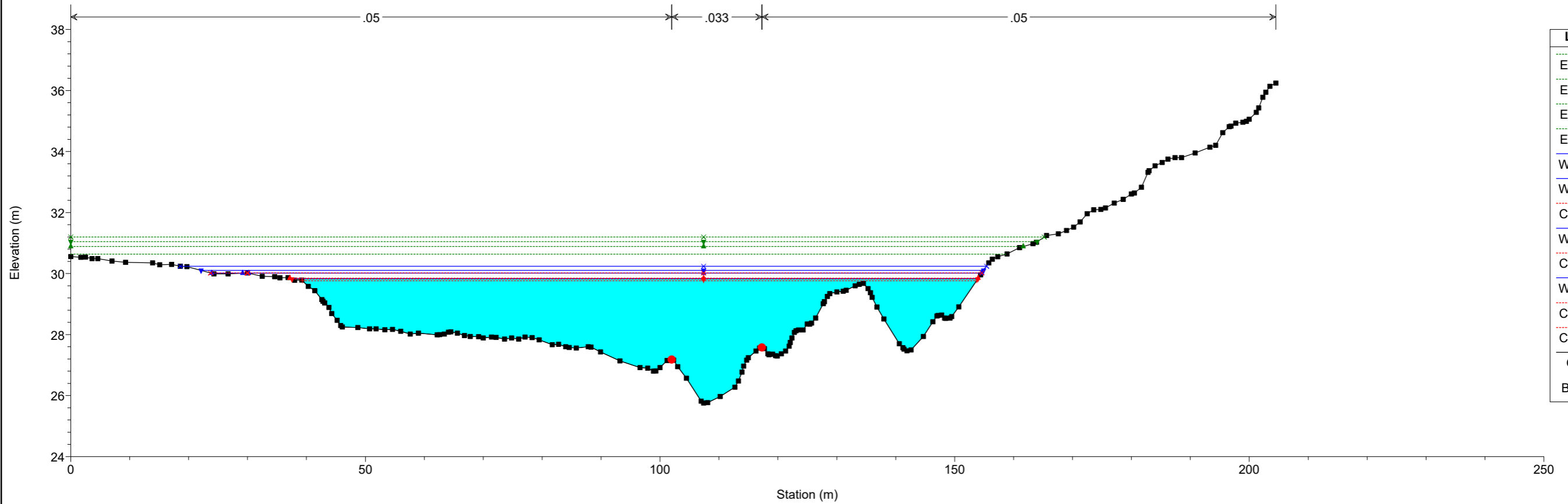
UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021

RS = 4786

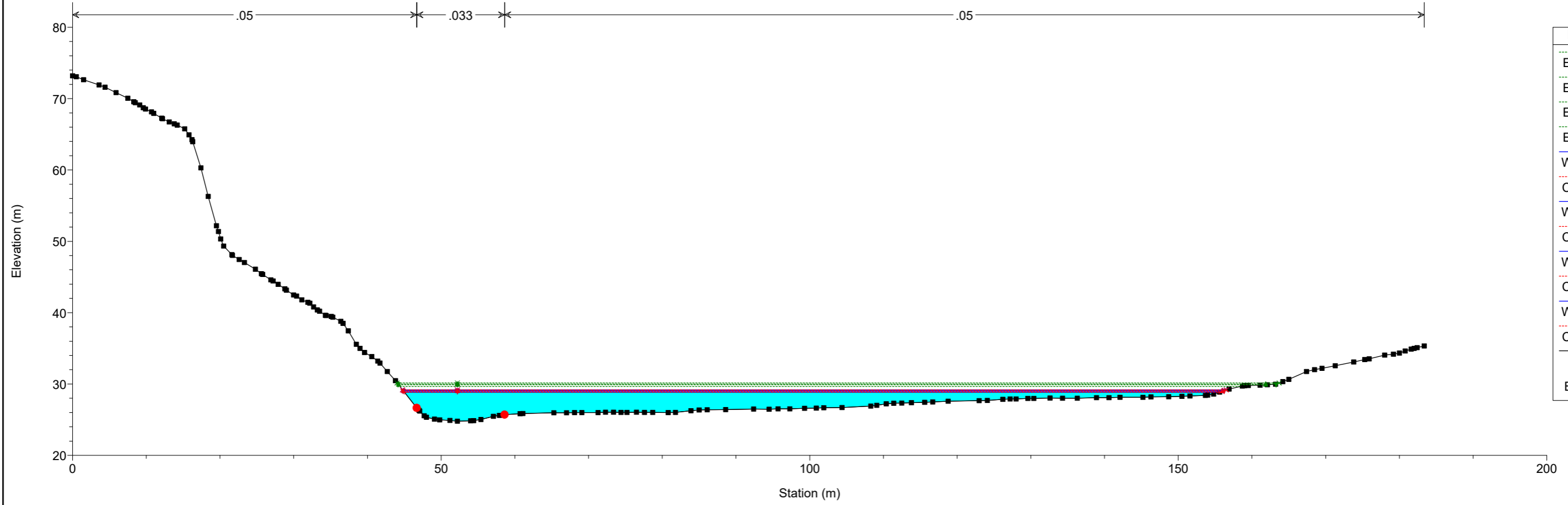


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021

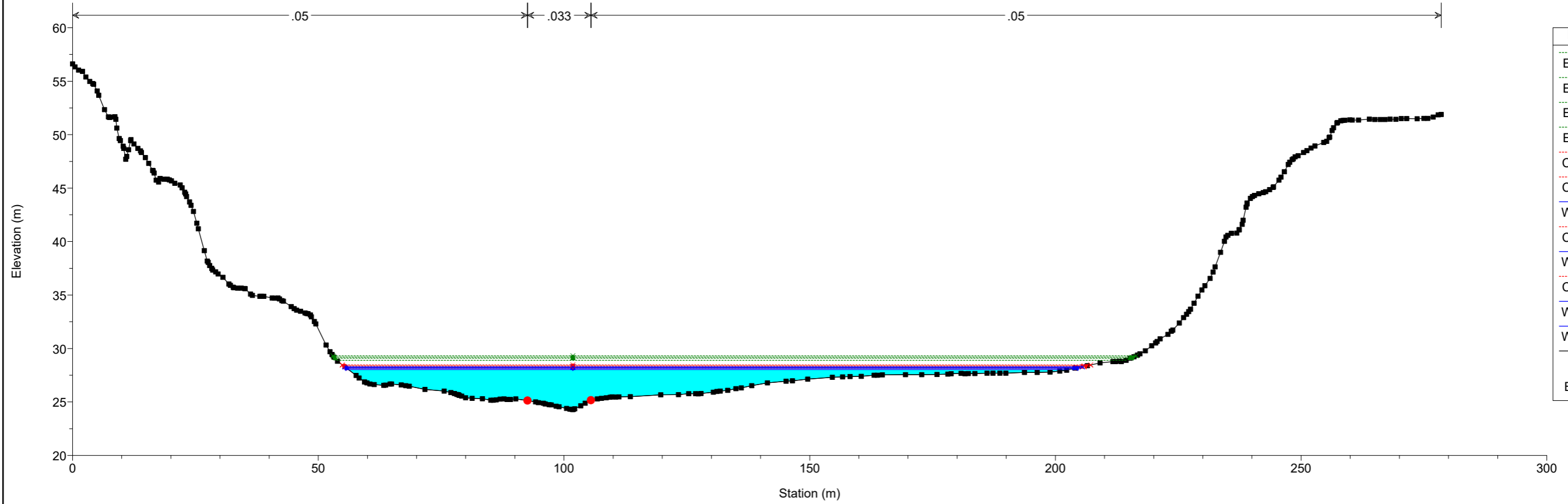
RS = 4680.855



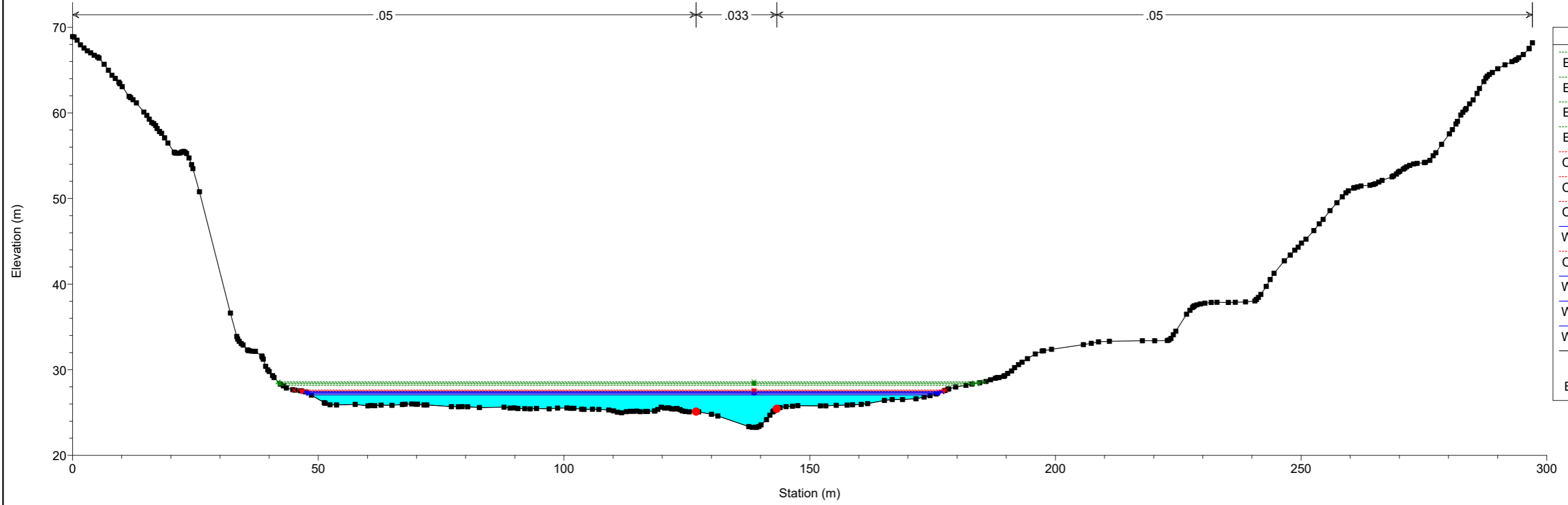
UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 4530.283



UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 4417.050

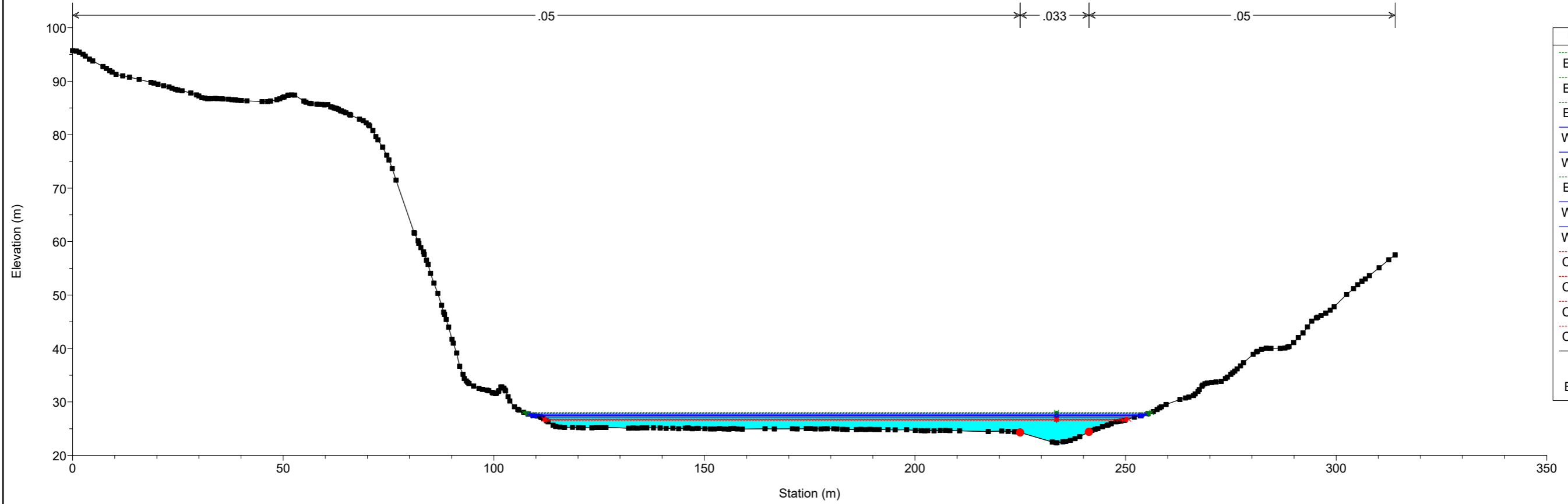


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 4339.566



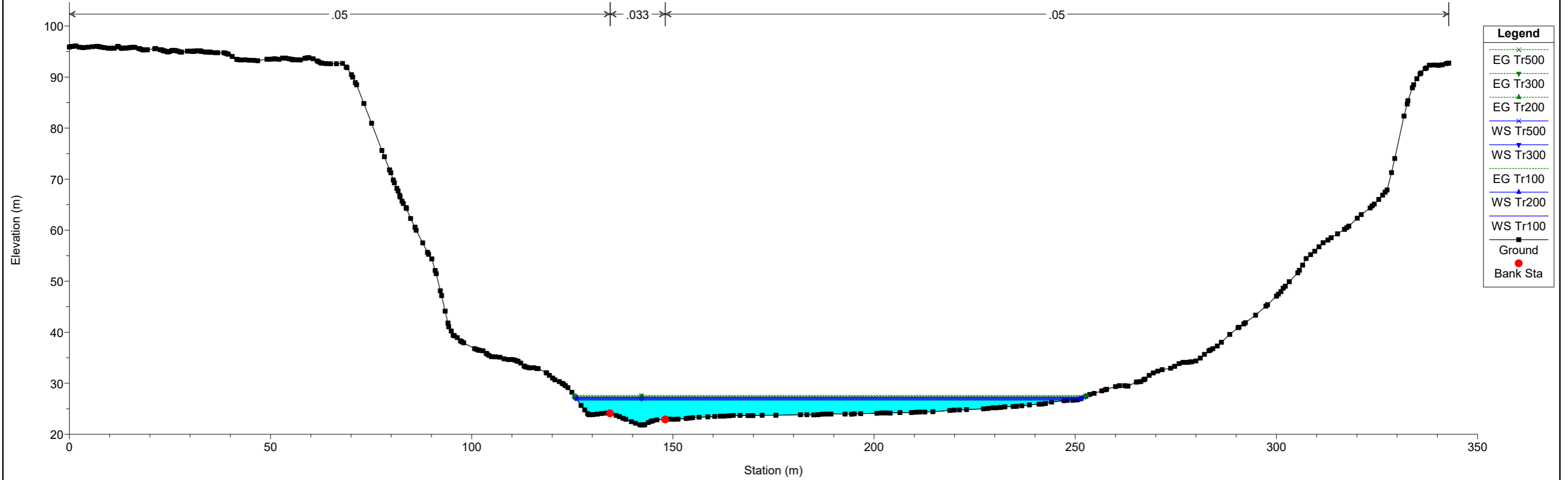
- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - EG Tr100
  - Crit Tr500
  - Crit Tr300
  - Crit Tr200
  - WS Tr500
  - Crit Tr100
  - WS Tr300
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 4261.588

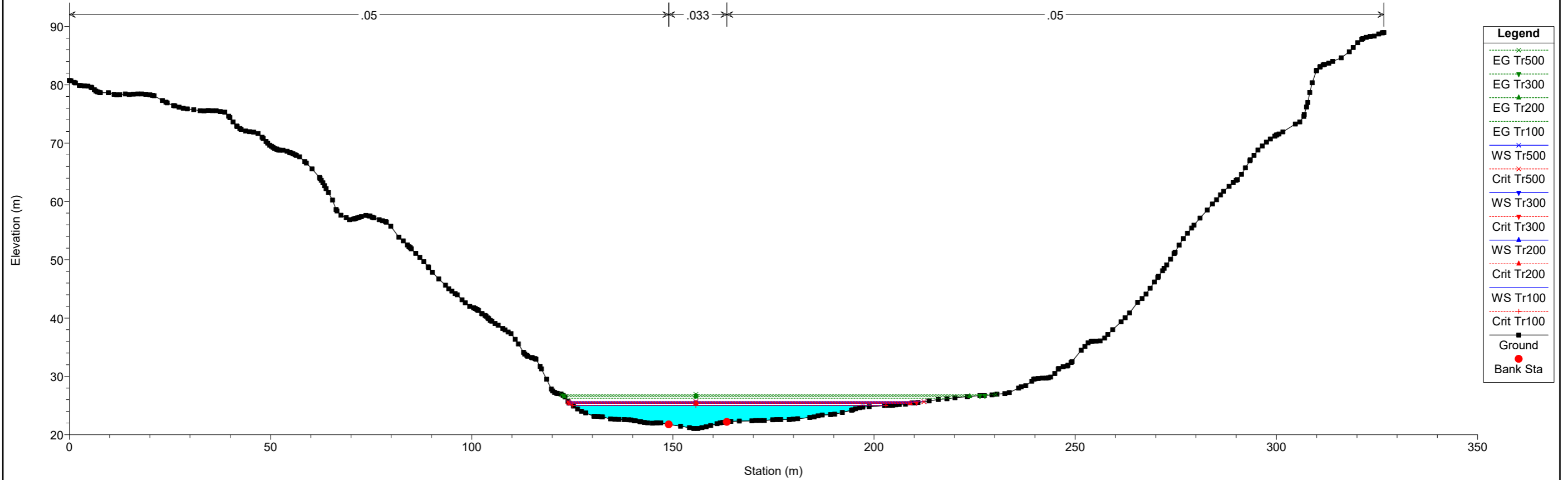


- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - WS Tr500
  - WS Tr300
  - EG Tr100
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Crit Tr500
  - Crit Tr300
  - Crit Tr200
  - Crit Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 4070.585

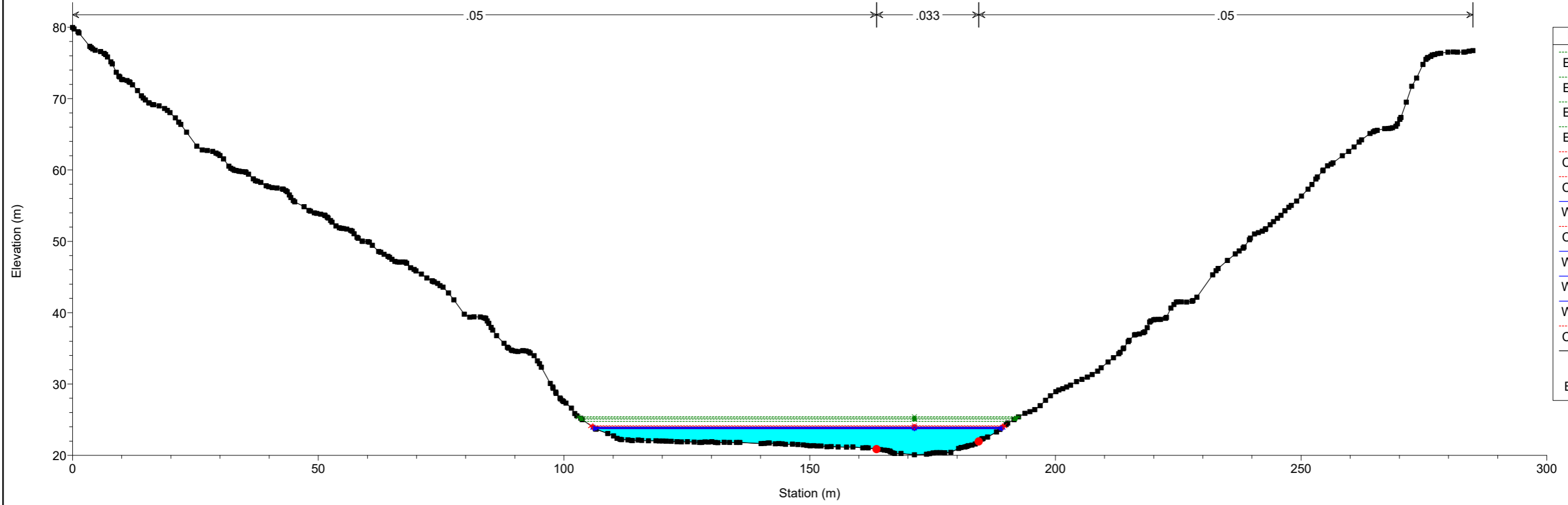


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 3912.389

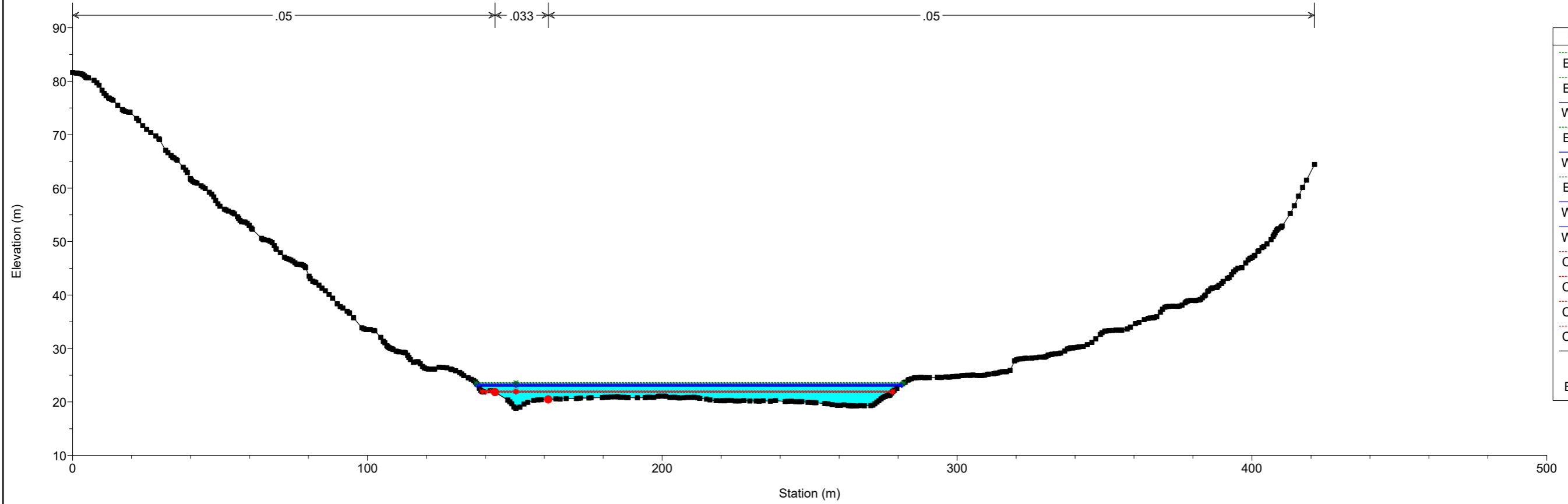




UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 3714.680

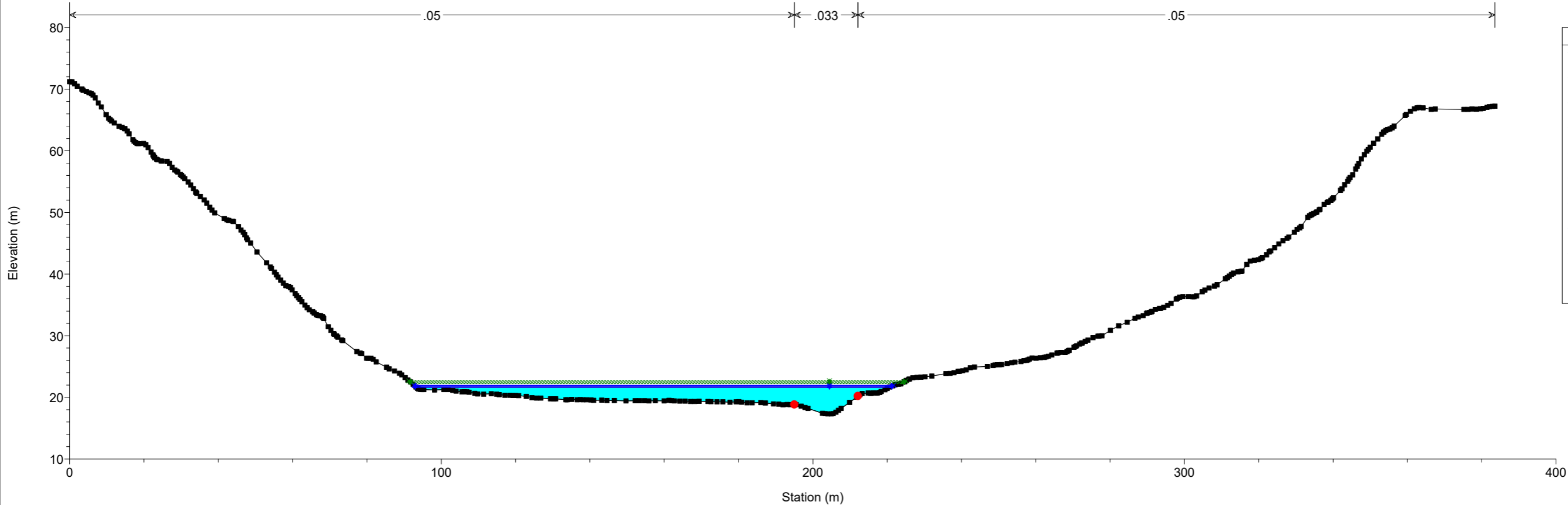


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 3585.927



UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021

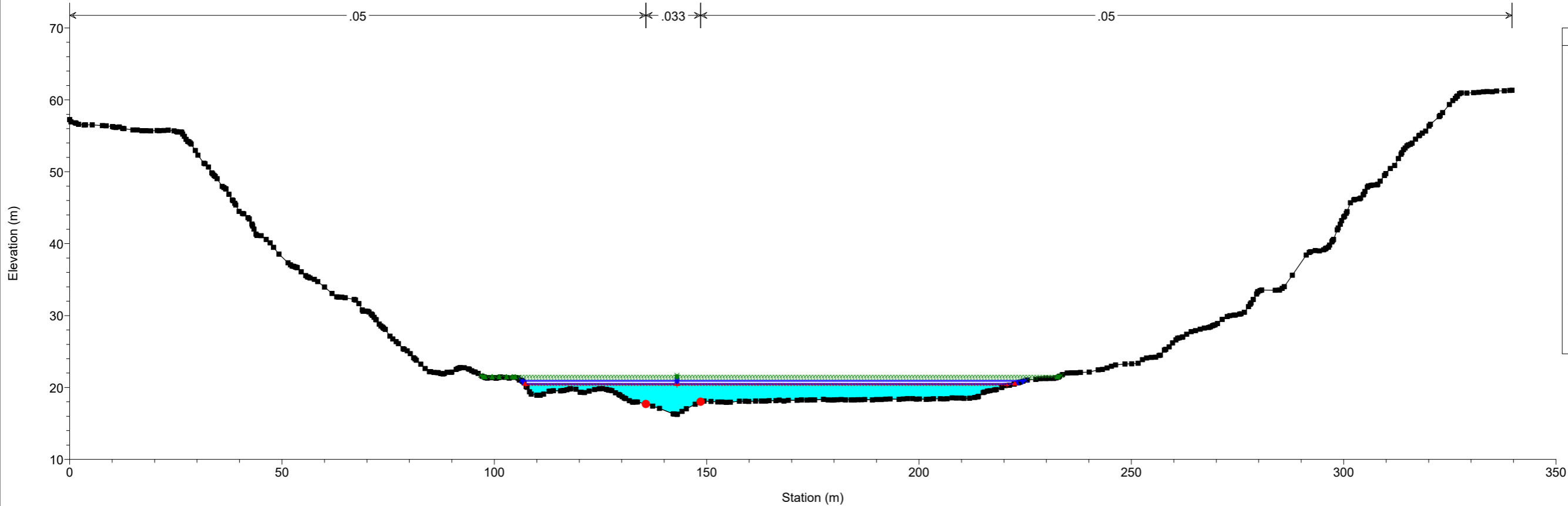
RS = 3263.989



- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - EG Tr100
  - WS Tr500
  - WS Tr300
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

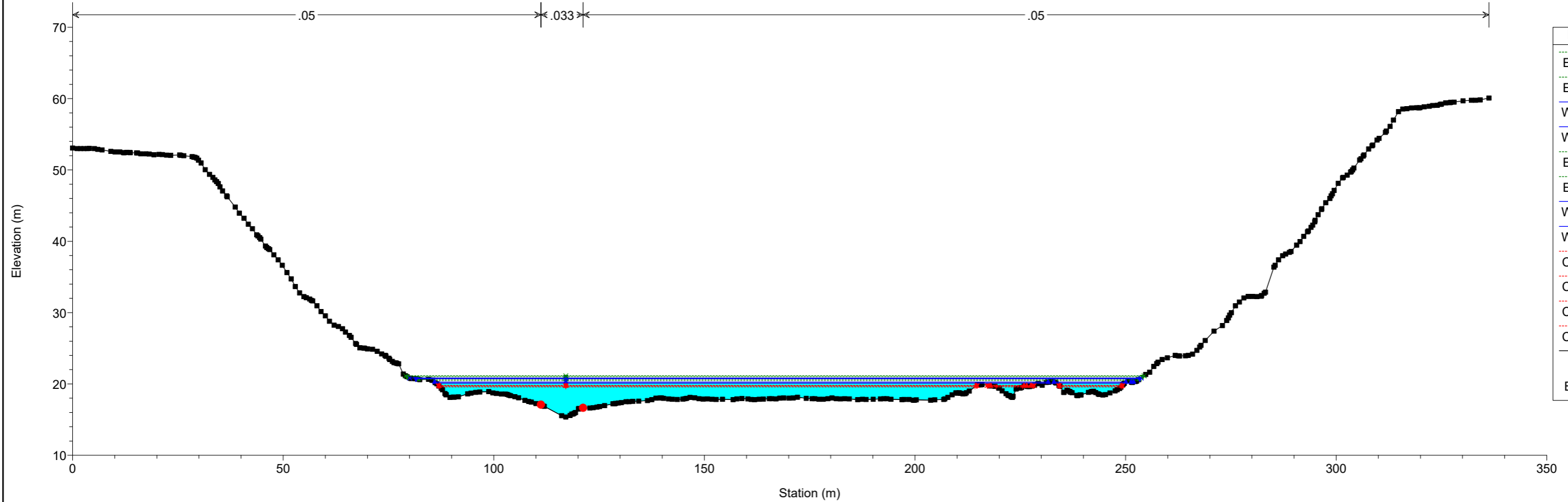
UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021

RS = 3089.159



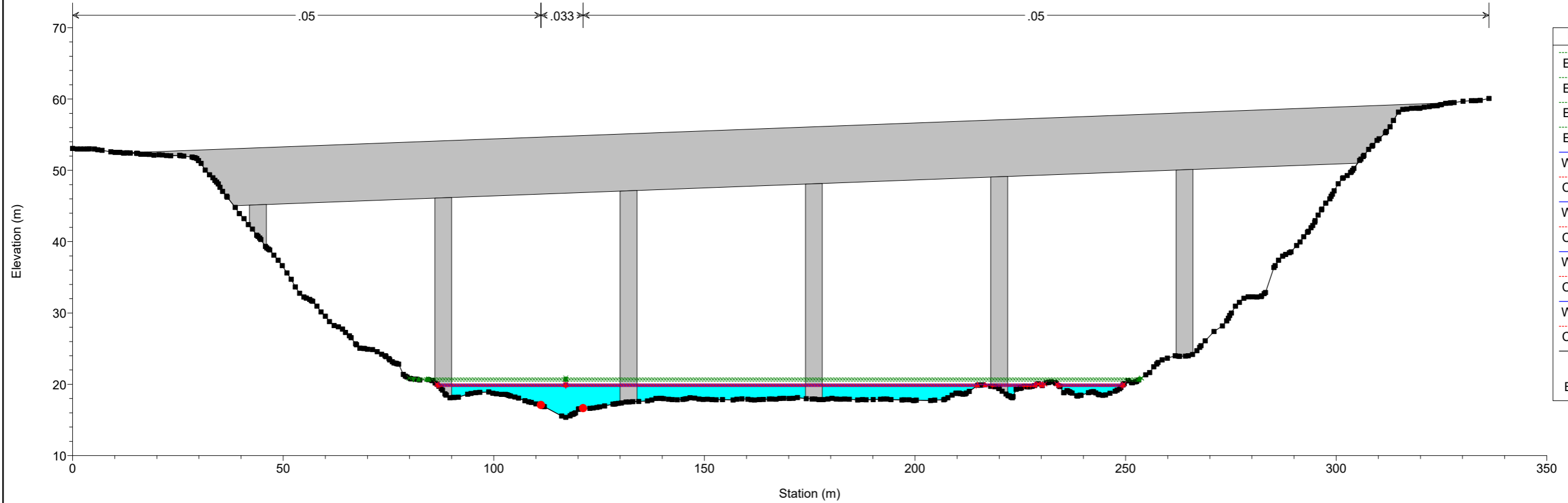
- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - EG Tr100
  - WS Tr500
  - WS Tr300
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Crit Tr200
  - Crit Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 2946.261



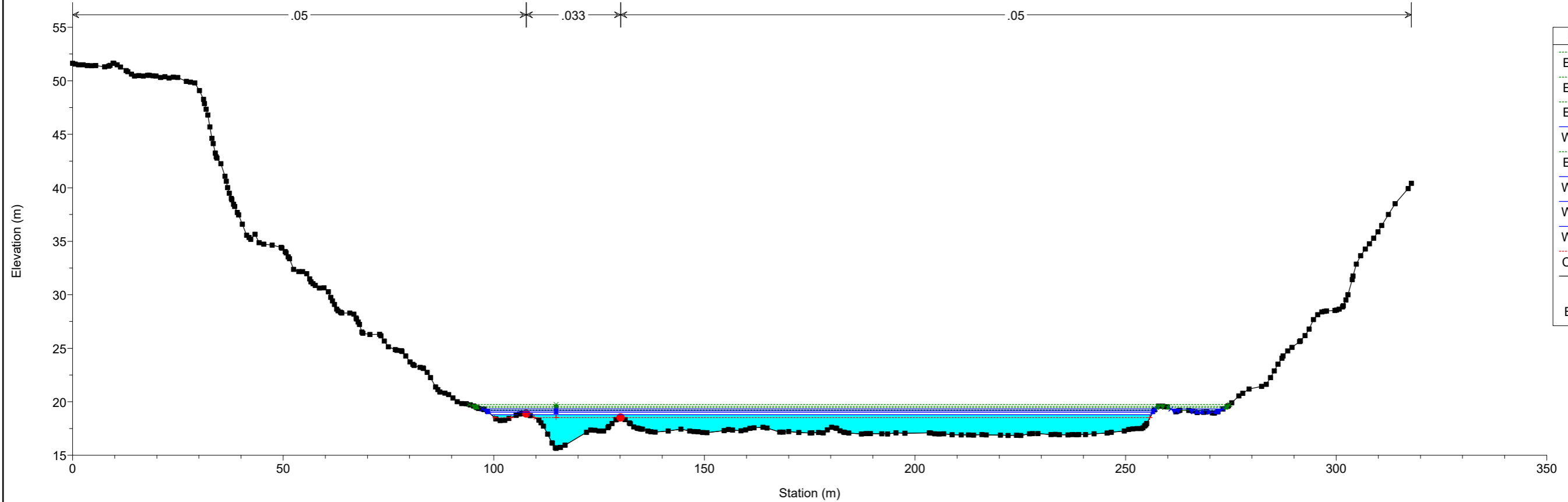
- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - WS Tr500
  - WS Tr300
  - EG Tr200
  - EG Tr100
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Crit Tr500
  - Crit Tr300
  - Crit Tr200
  - Crit Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 2946.000 BR

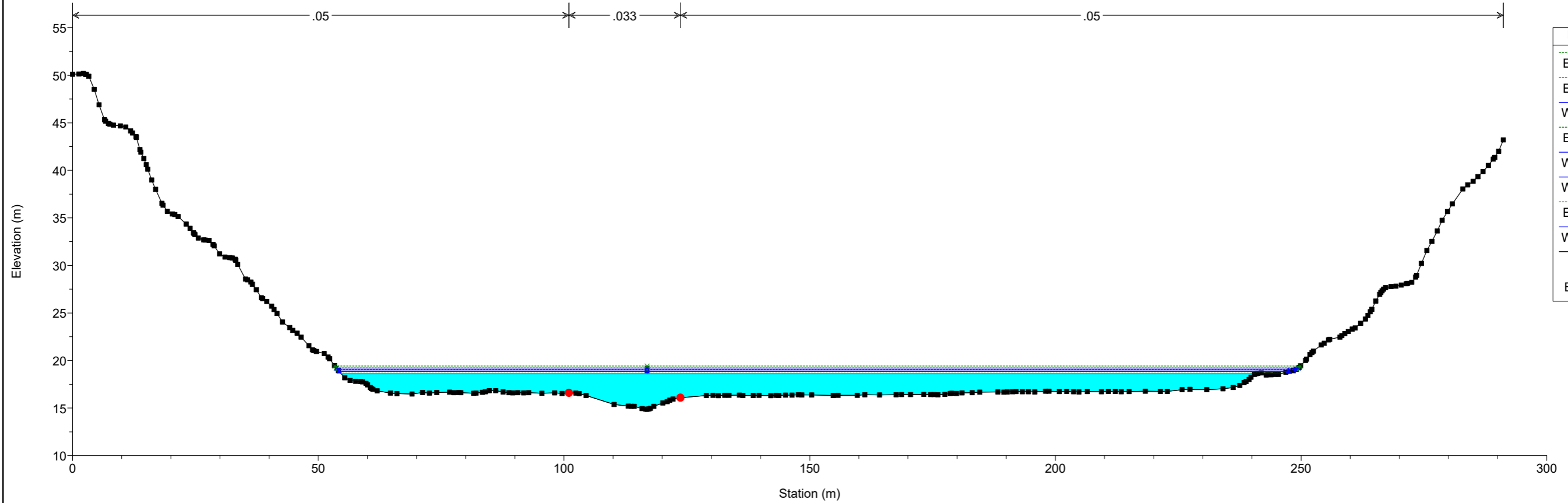


- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - EG Tr100
  - WS Tr500
  - Crit Tr500
  - WS Tr300
  - Crit Tr300
  - WS Tr200
  - Crit Tr200
  - WS Tr100
  - Crit Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

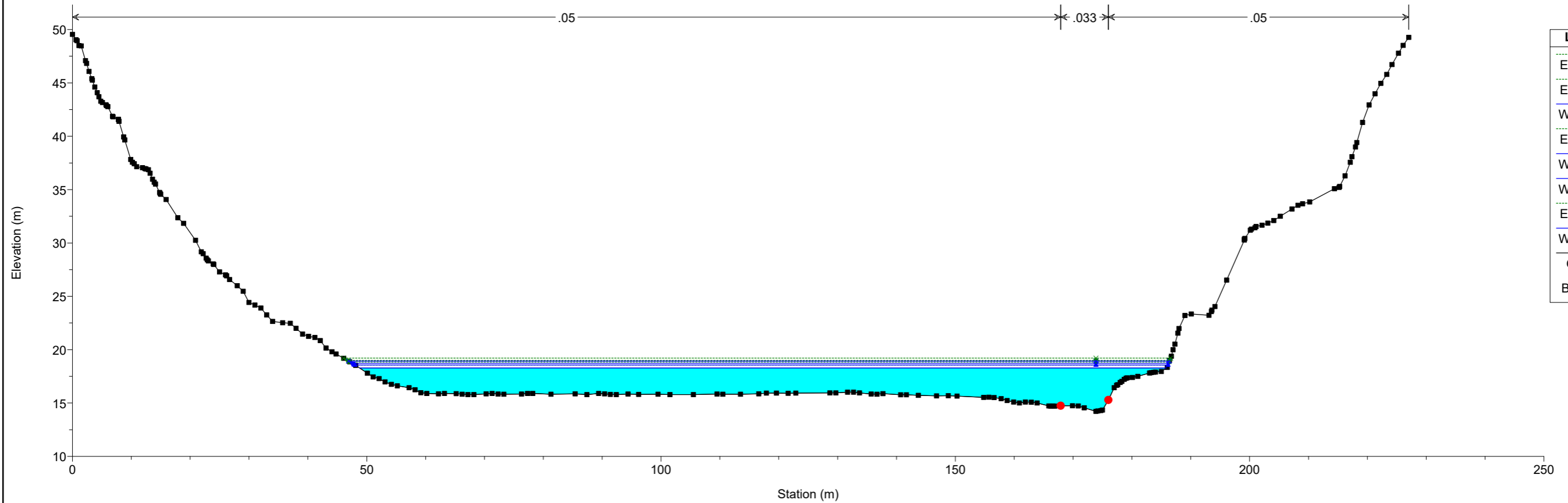
UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 2876.948



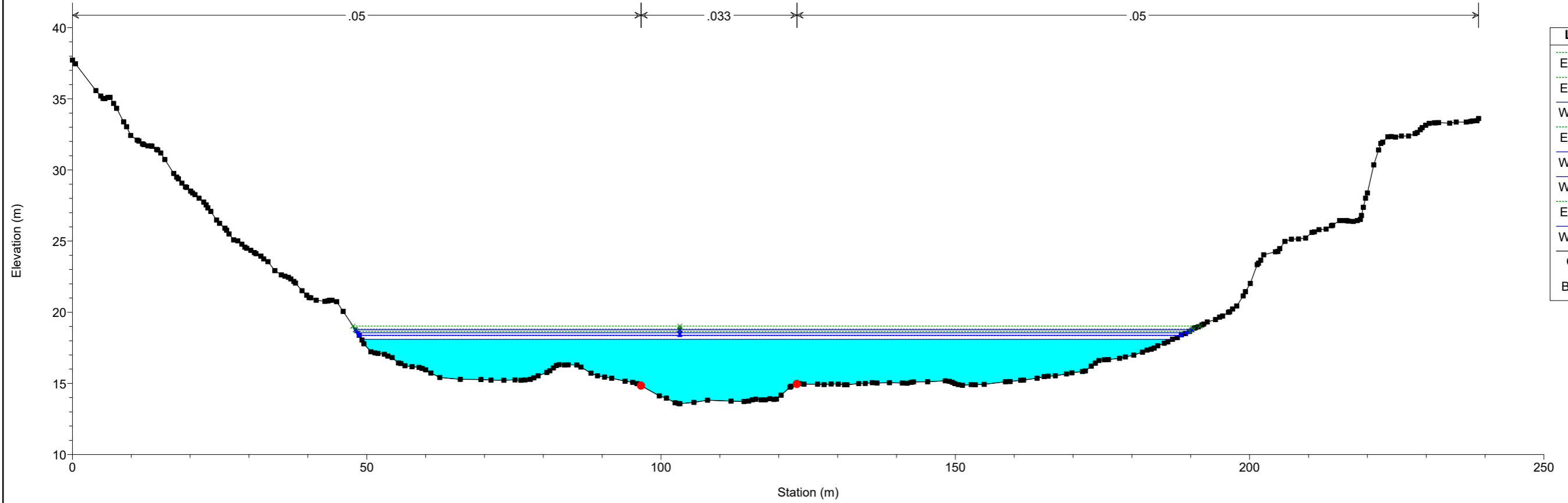
UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 2778.028

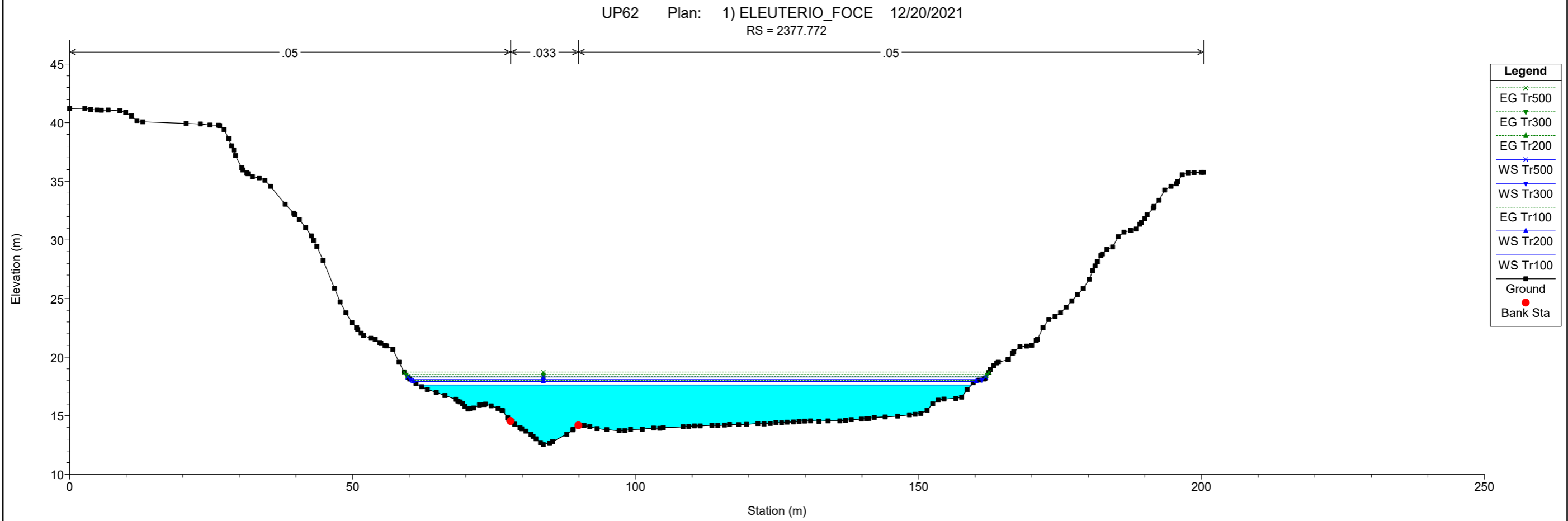
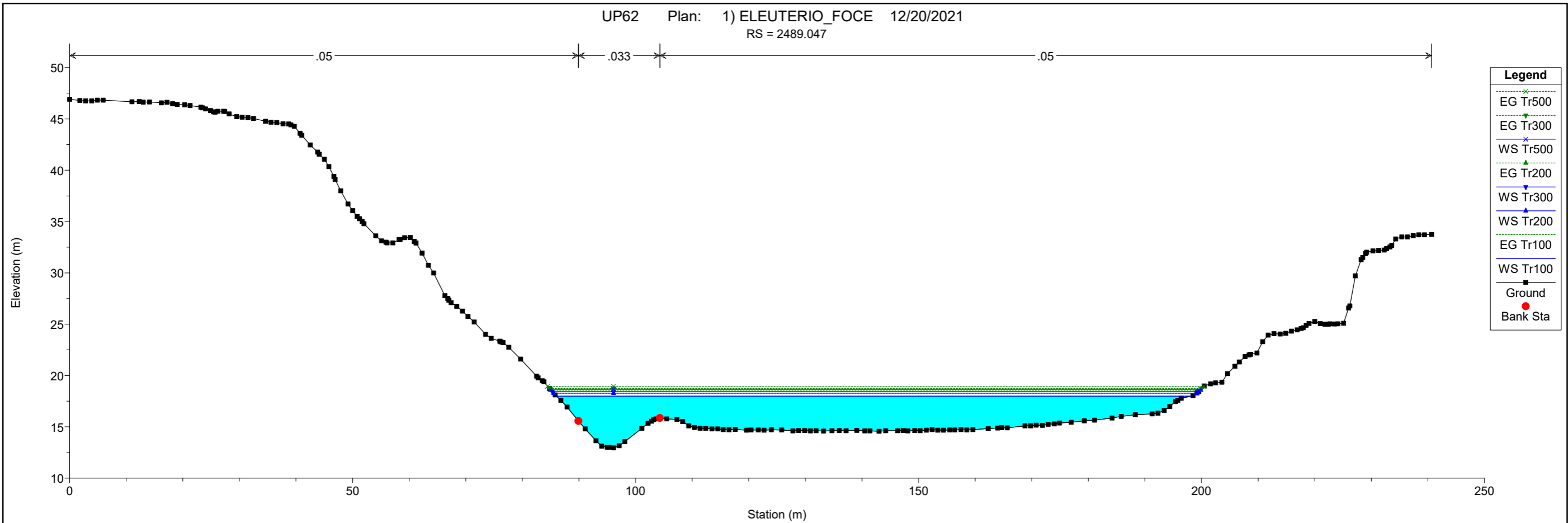


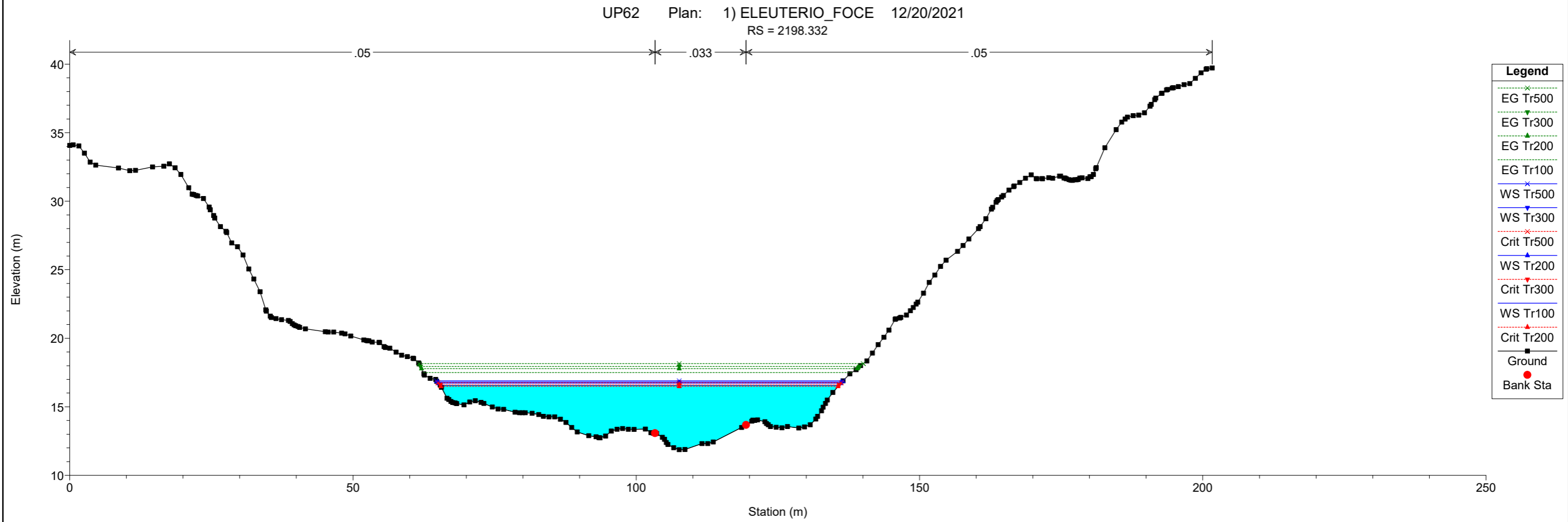
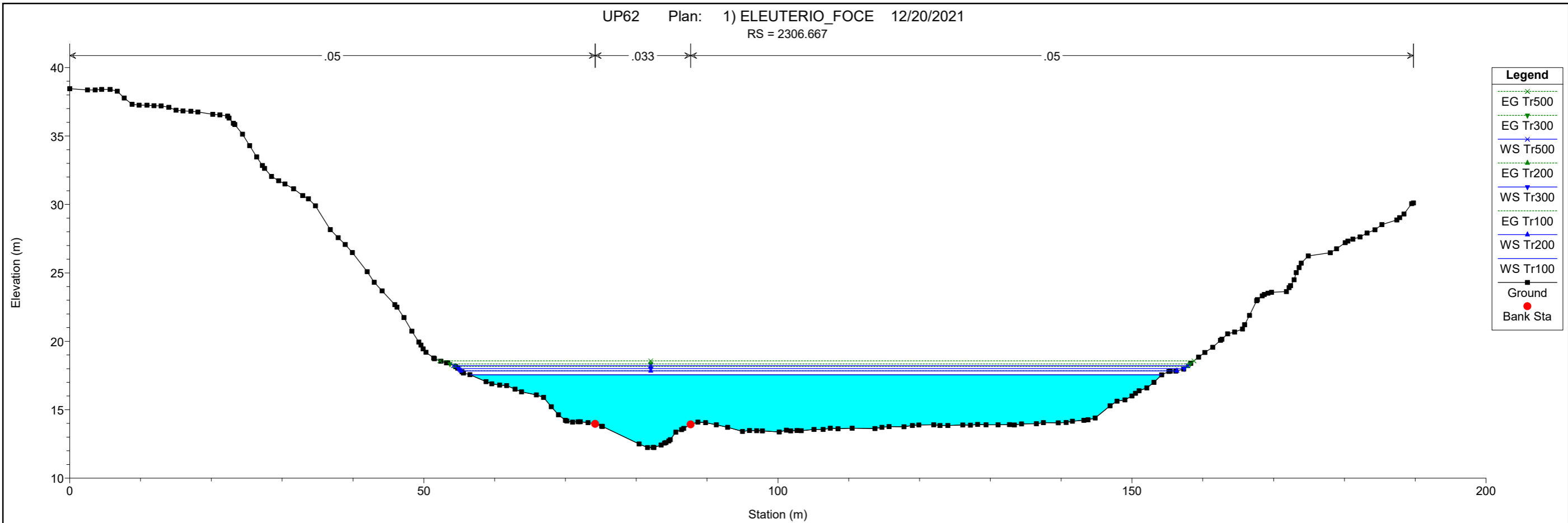
UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 2665.924

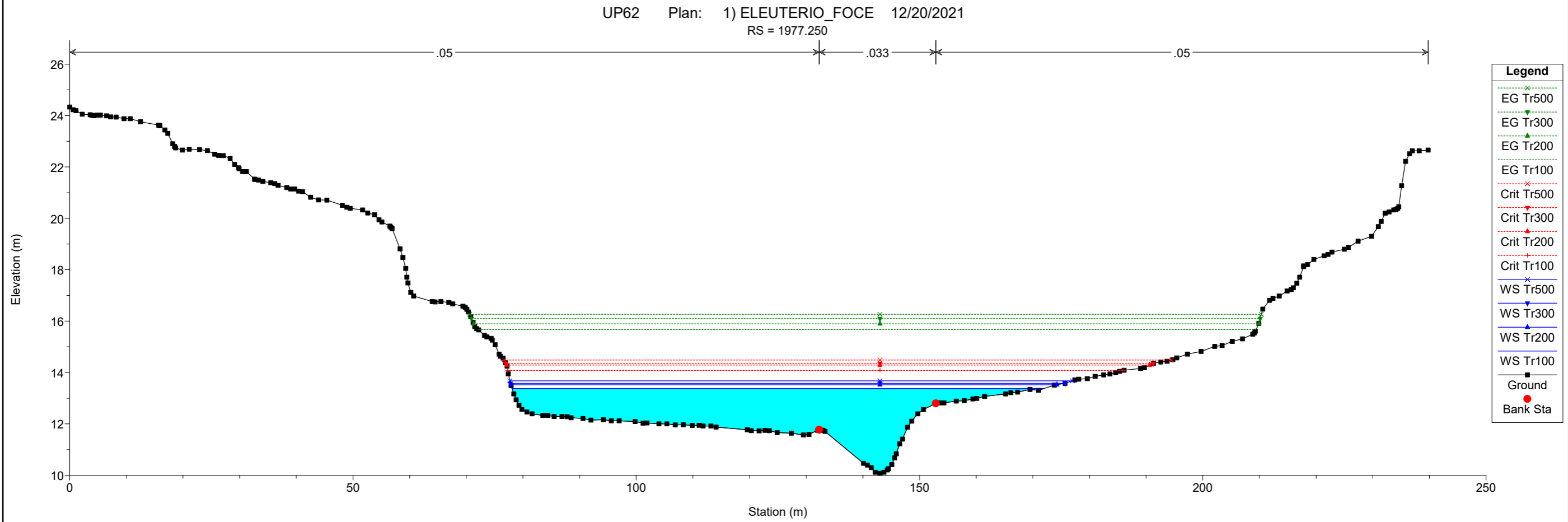
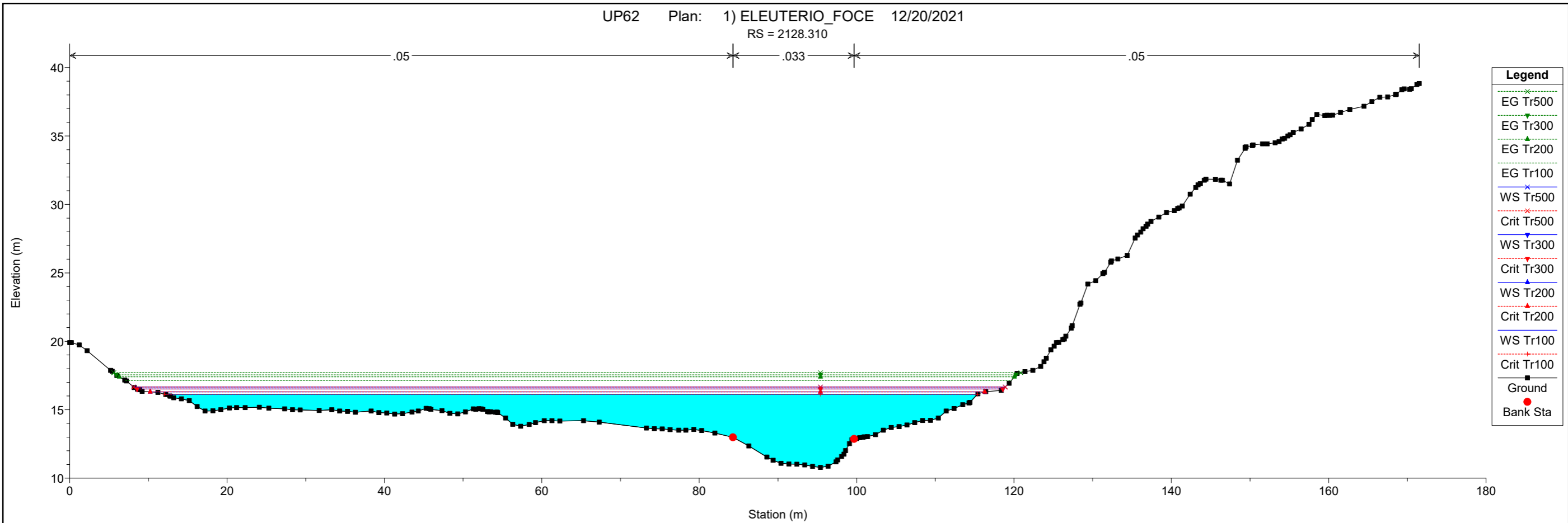


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 2542.216



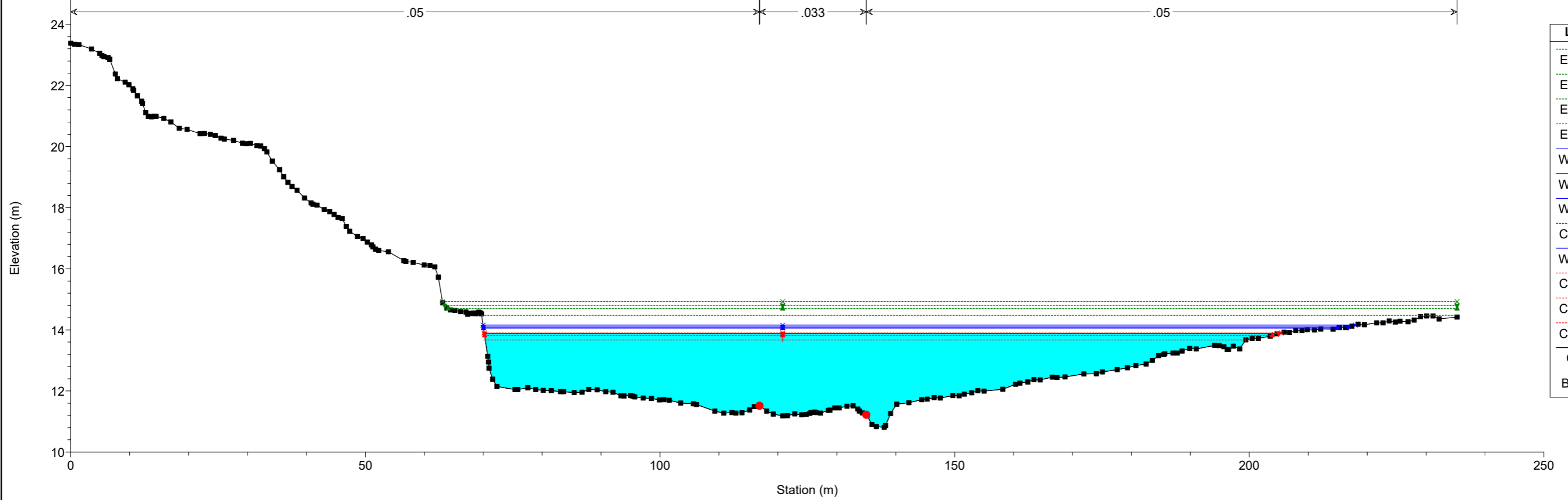




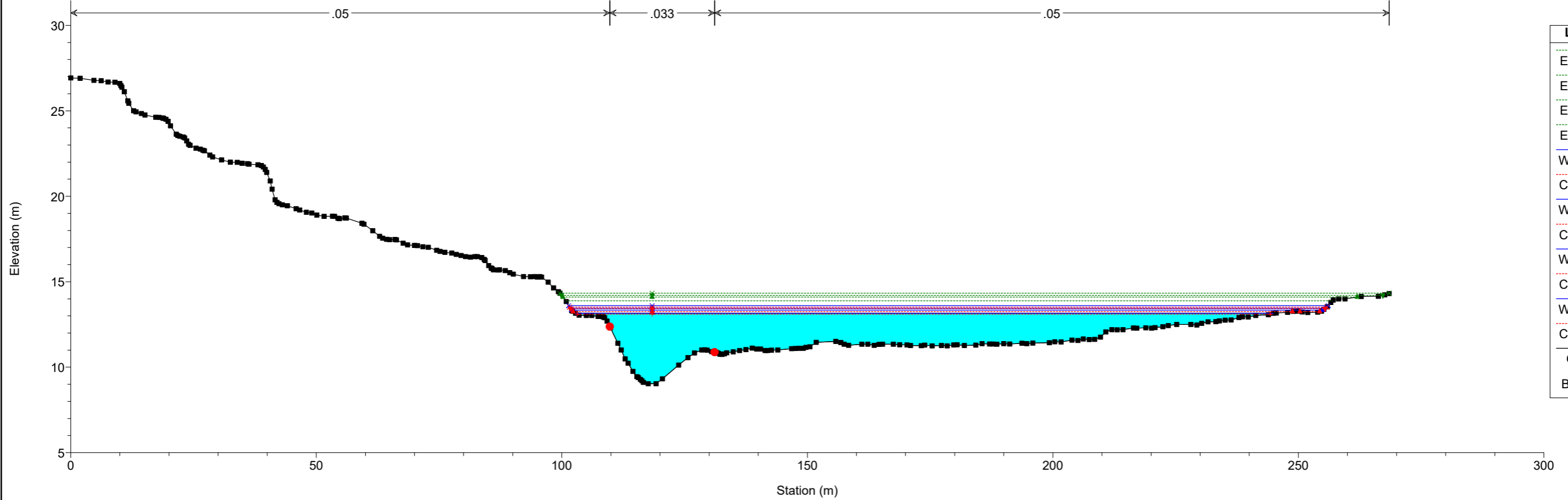


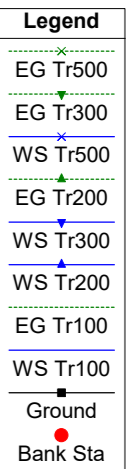
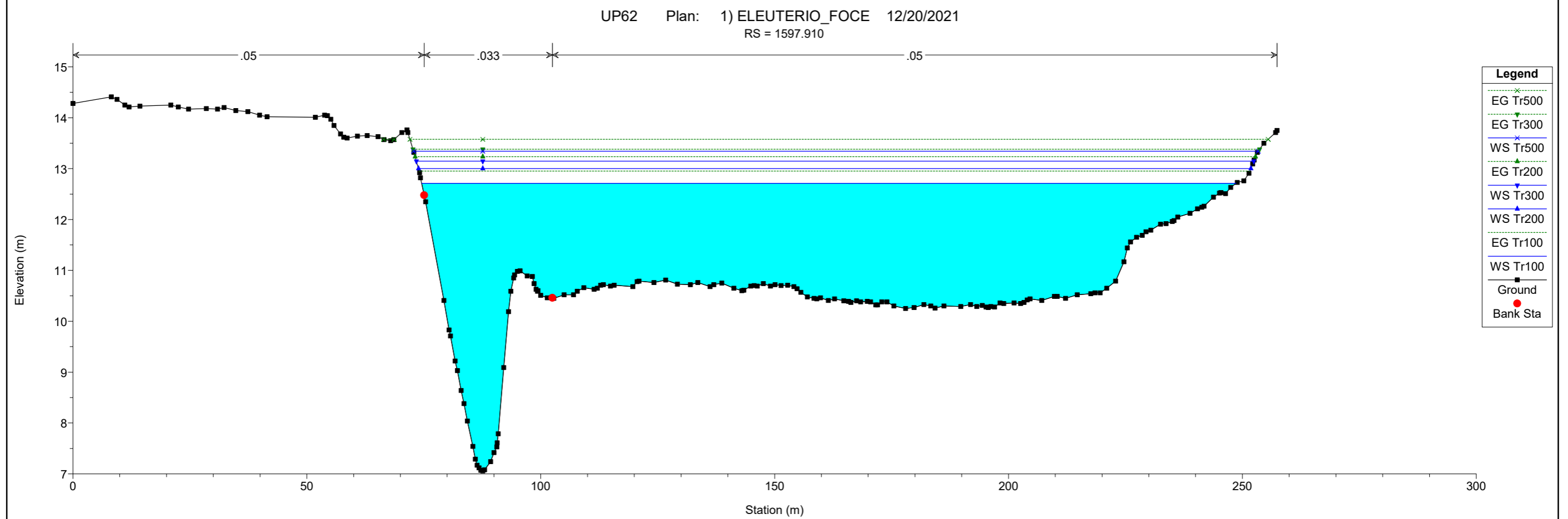
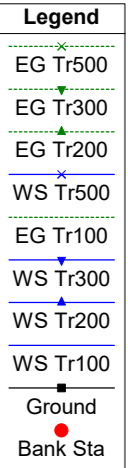
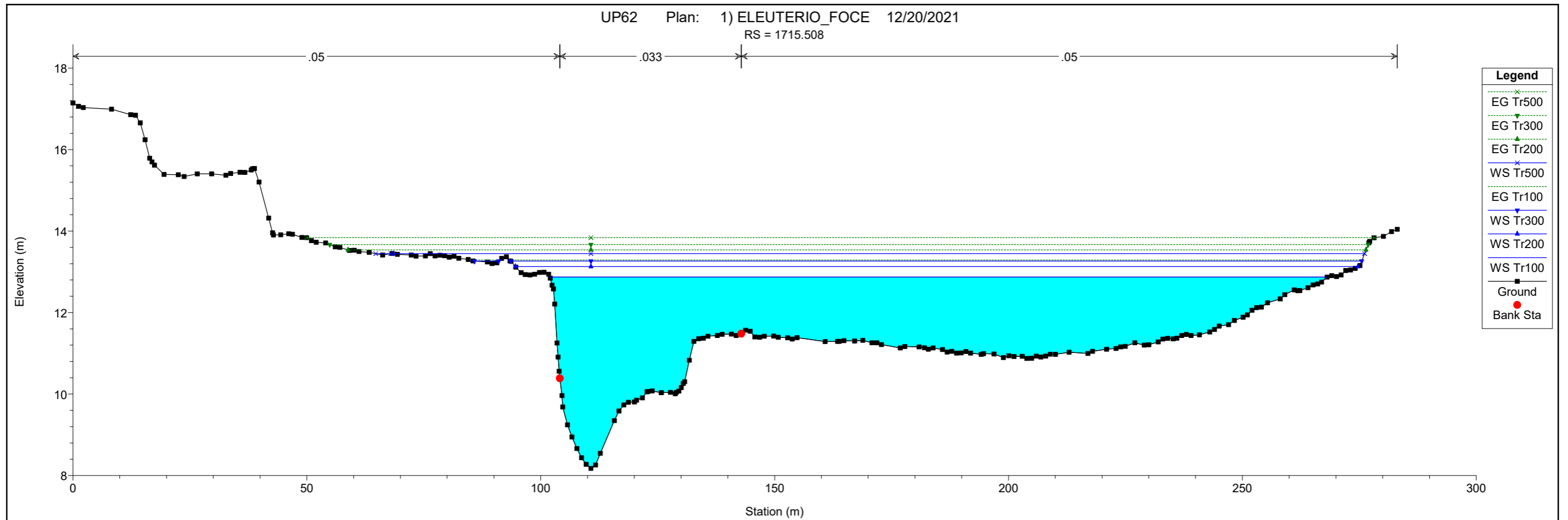


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 1926.118

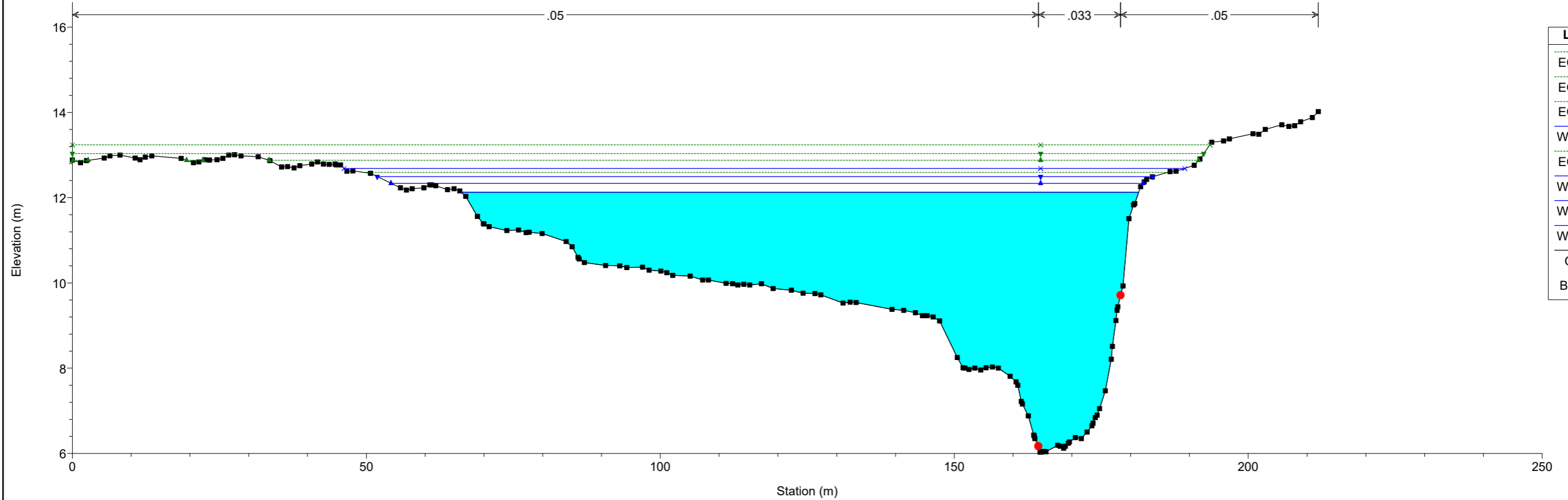


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 1837.195



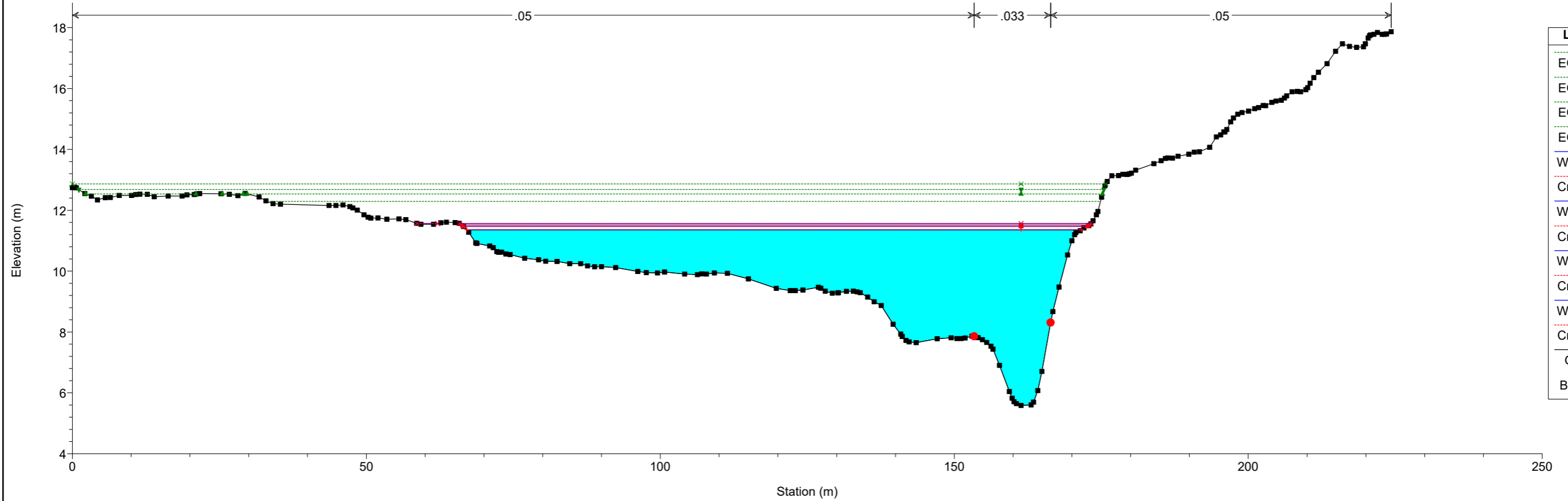


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 1434.658



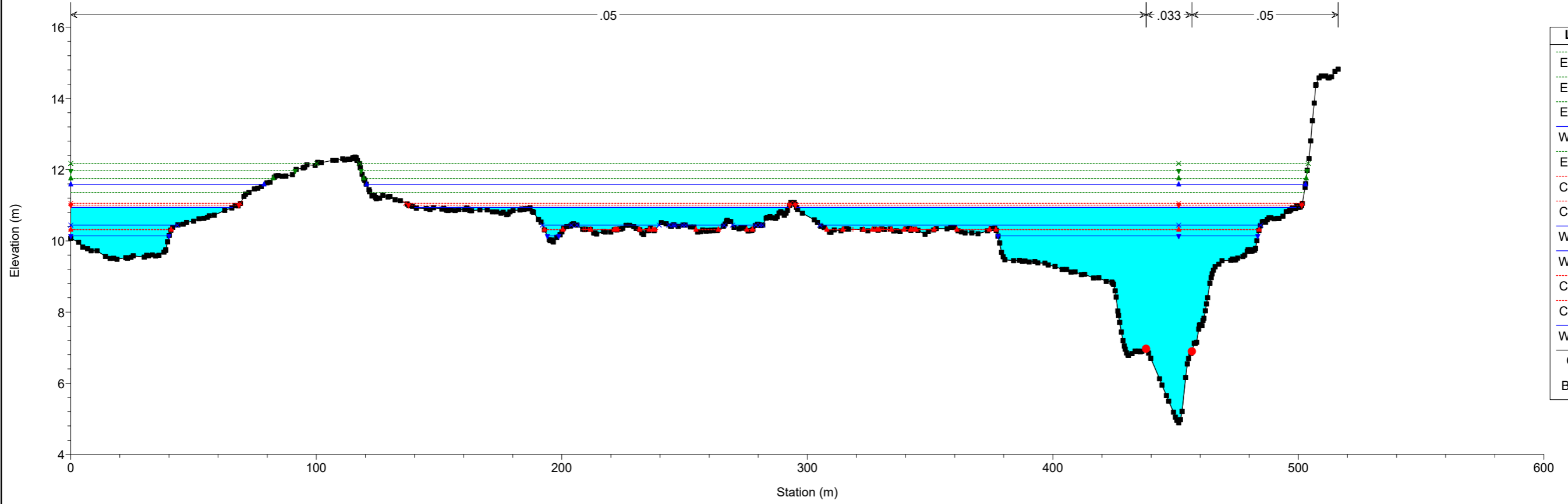
- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - WS Tr500
  - EG Tr100
  - WS Tr300
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 1347.410

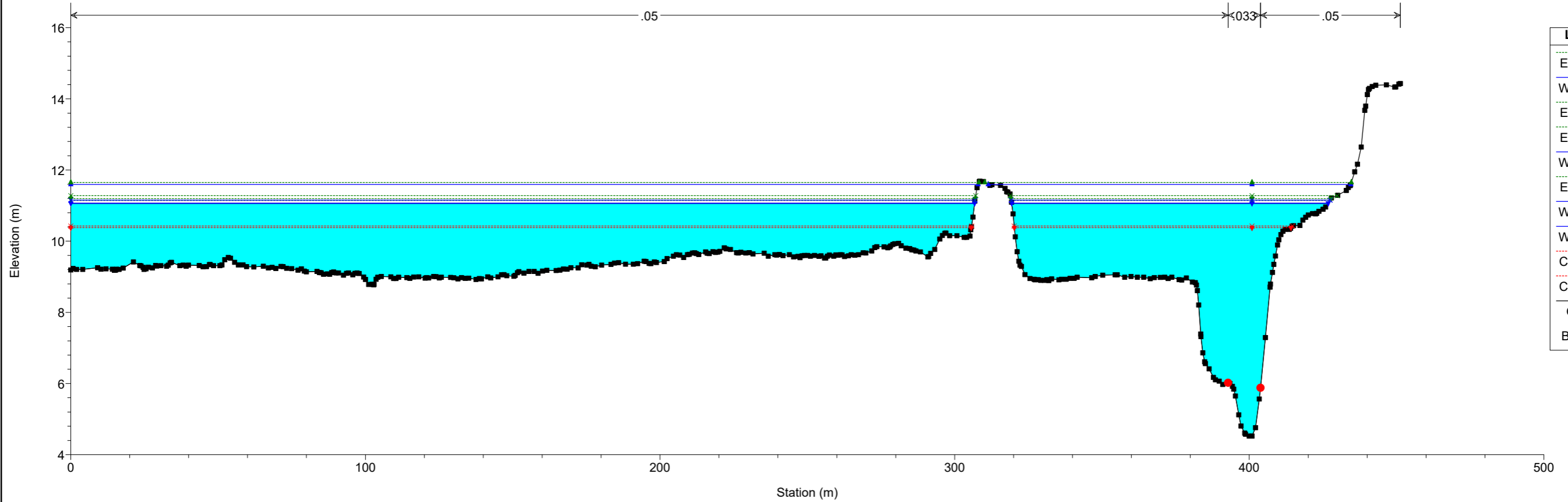


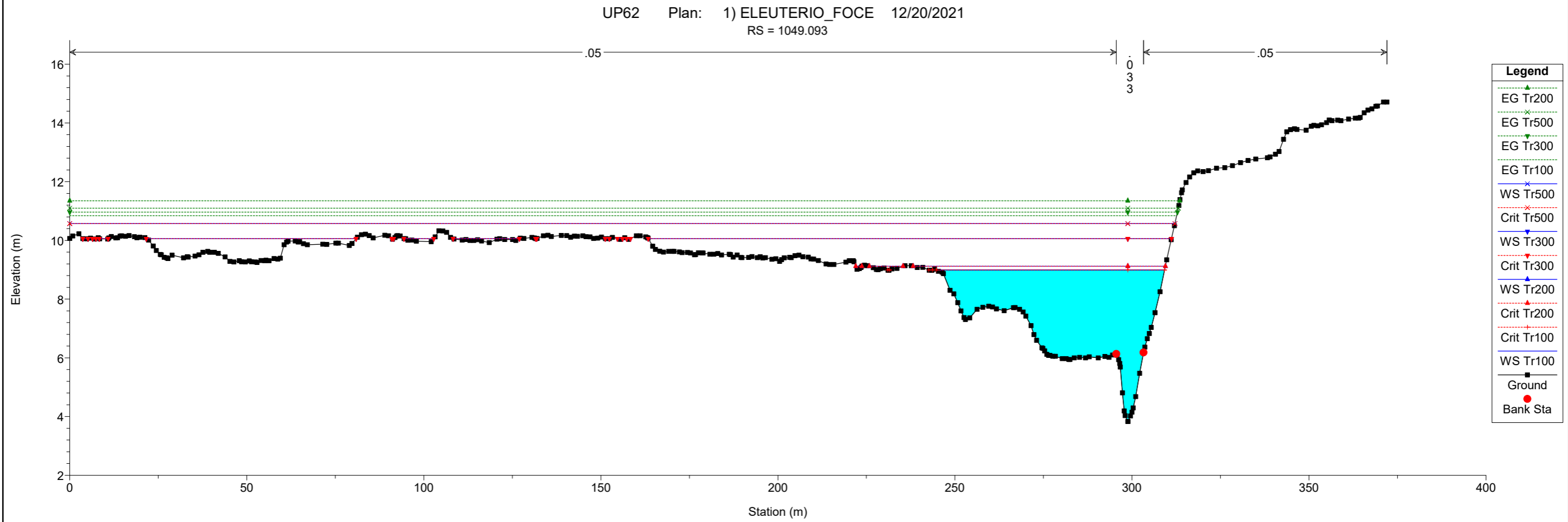
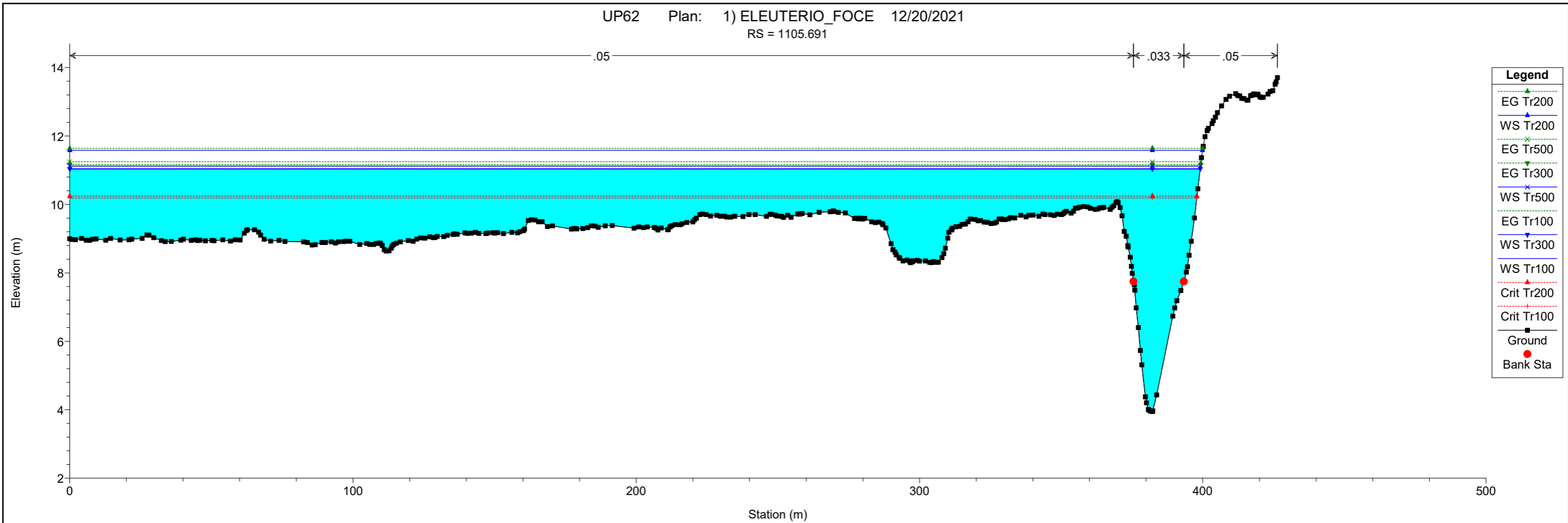
- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - EG Tr100
  - WS Tr500
  - Crit Tr500
  - WS Tr300
  - Crit Tr300
  - WS Tr200
  - Crit Tr200
  - WS Tr100
  - Crit Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 1256.014

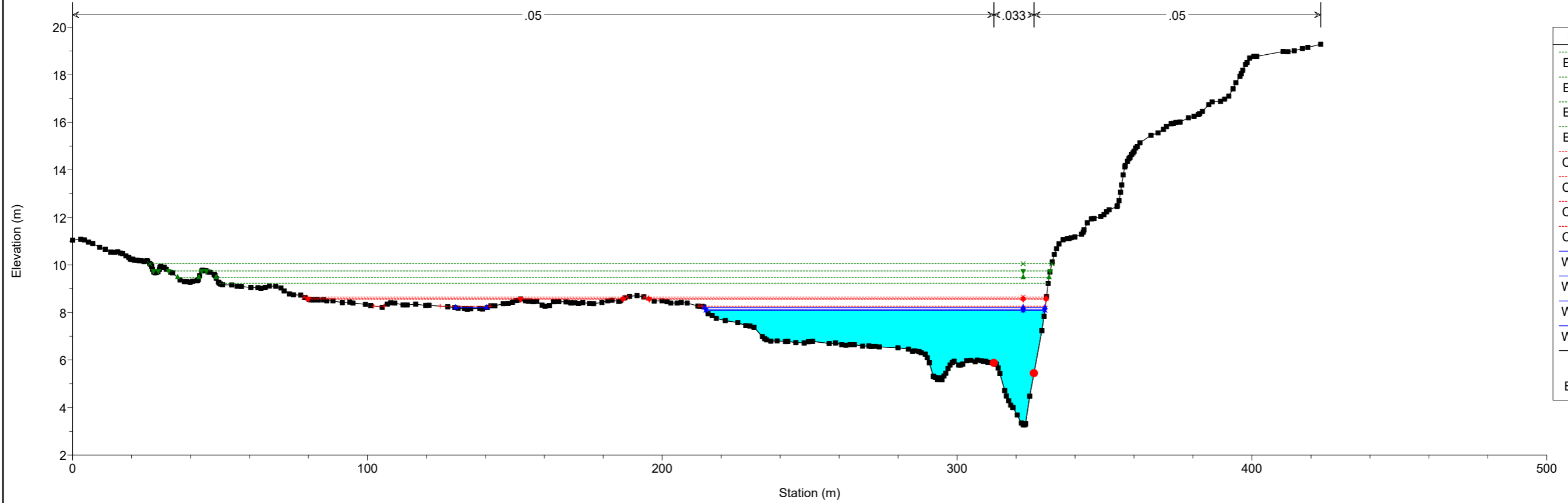


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 1140.286

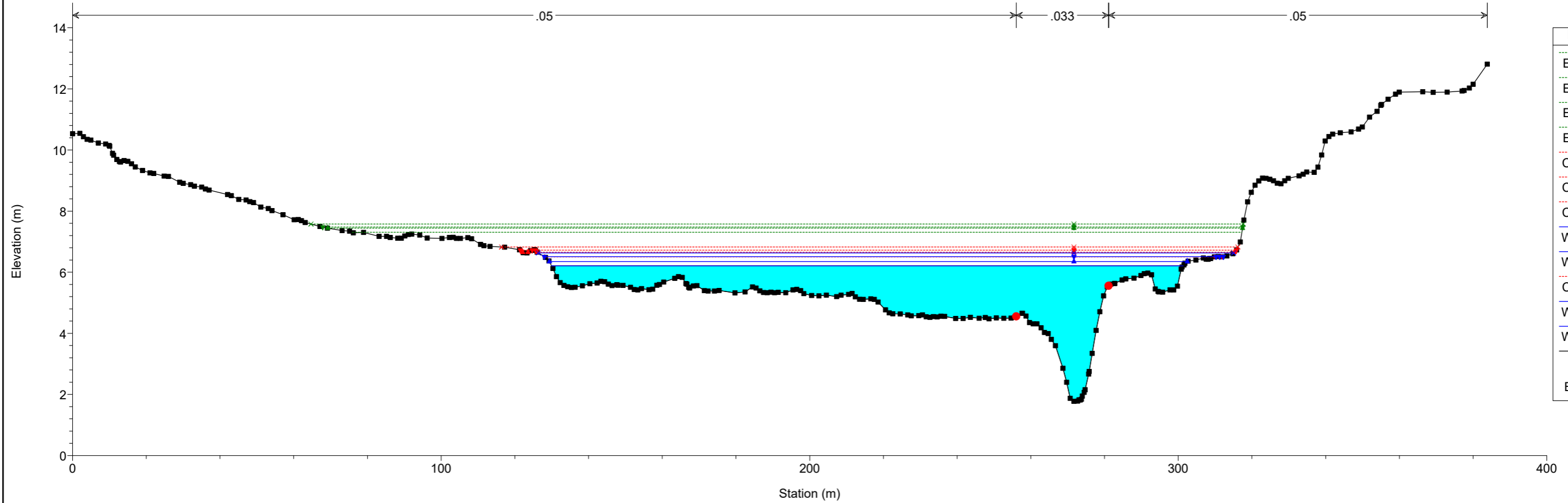


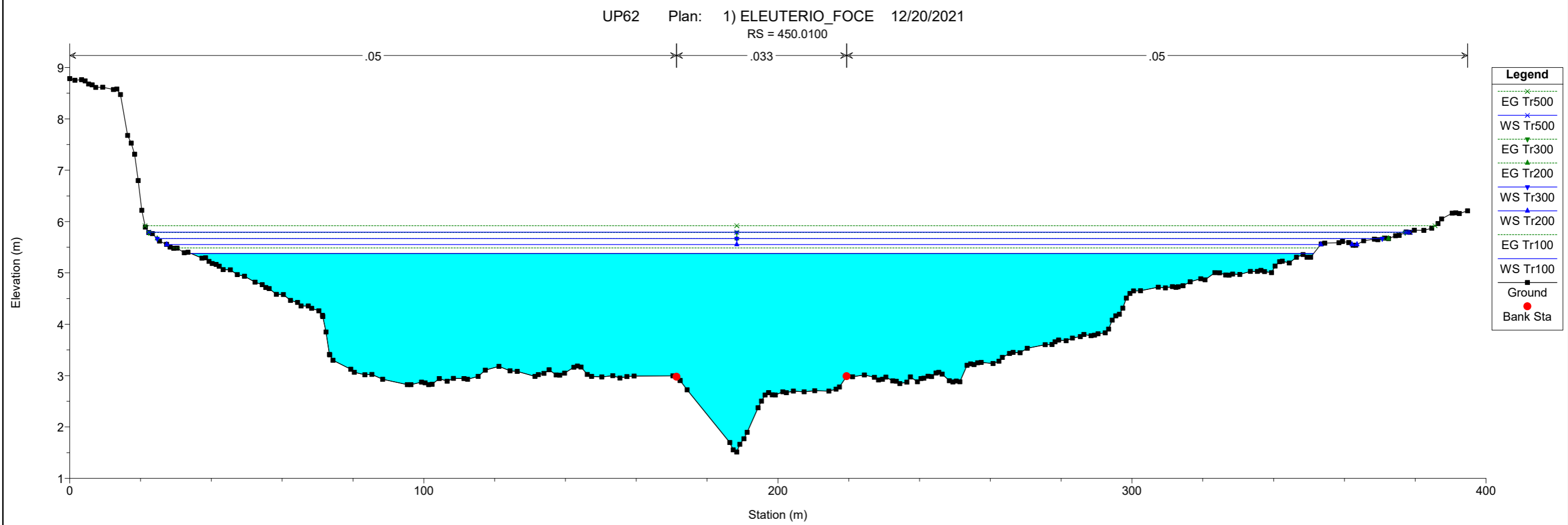
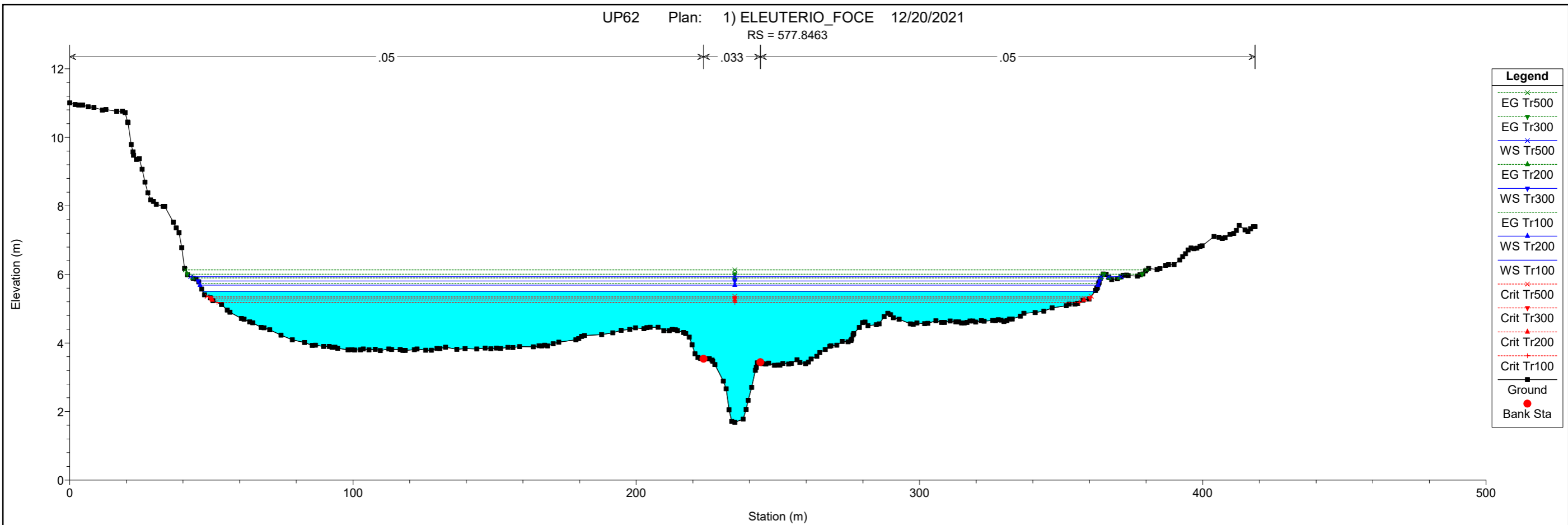


UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 915.9705



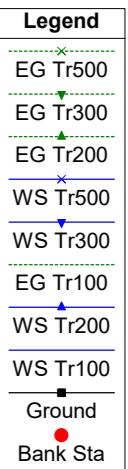
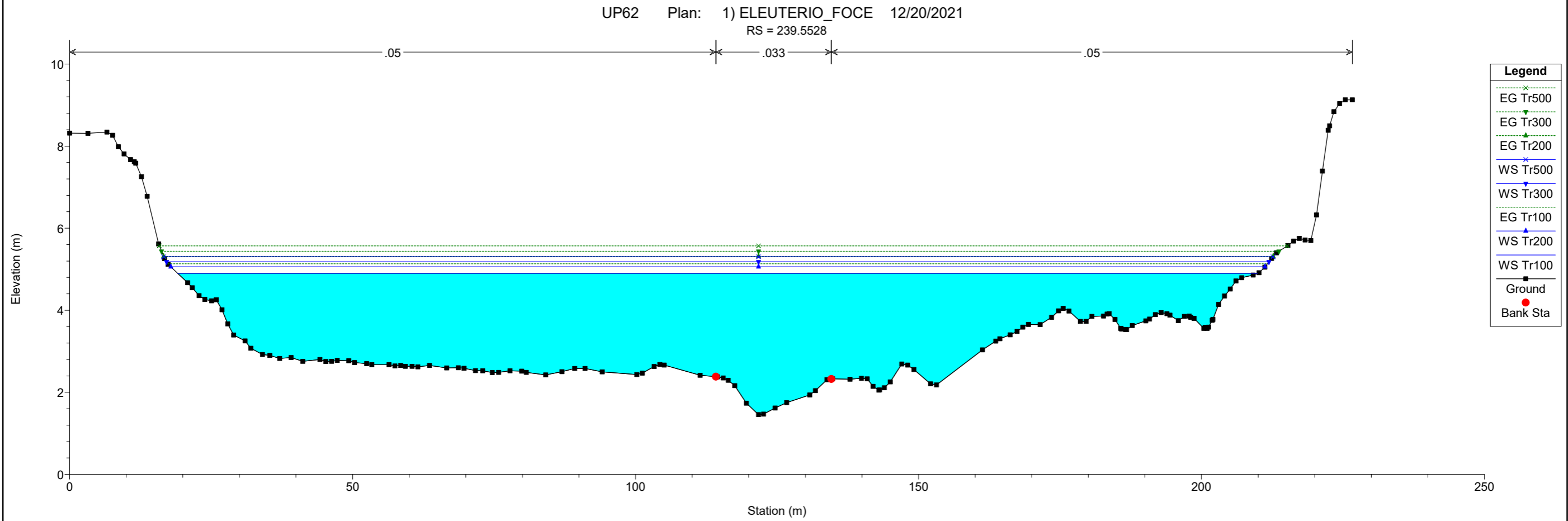
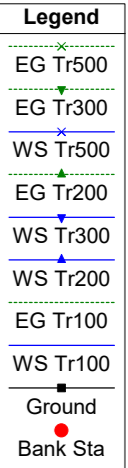
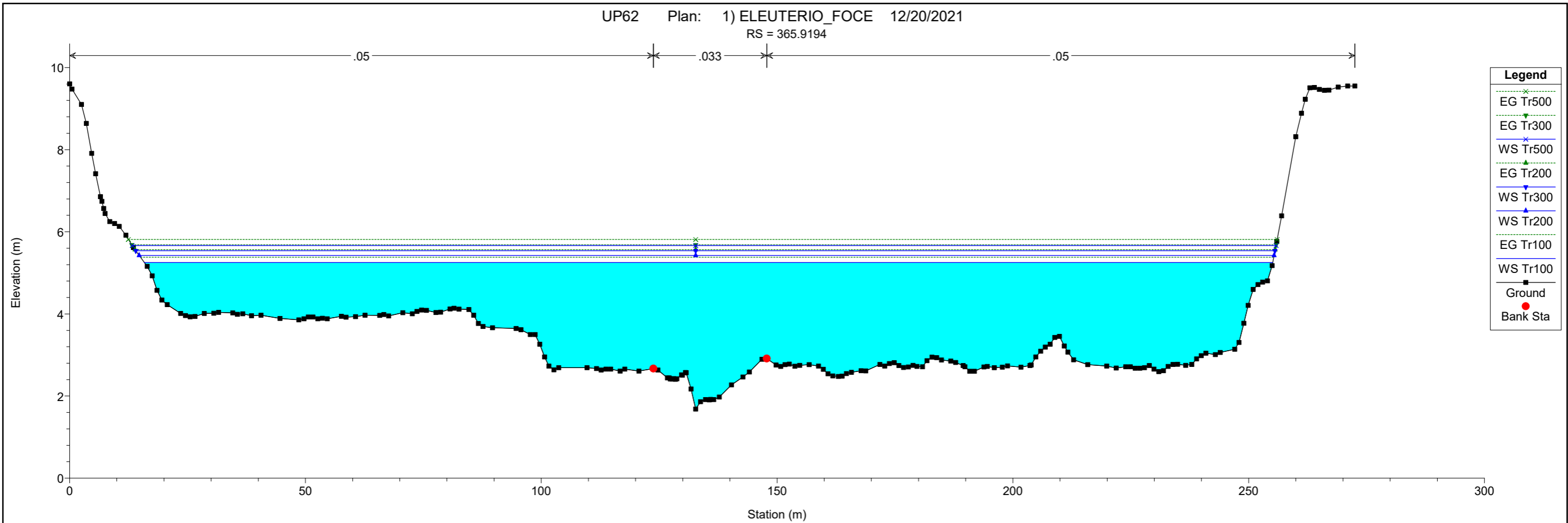
UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 707.8118





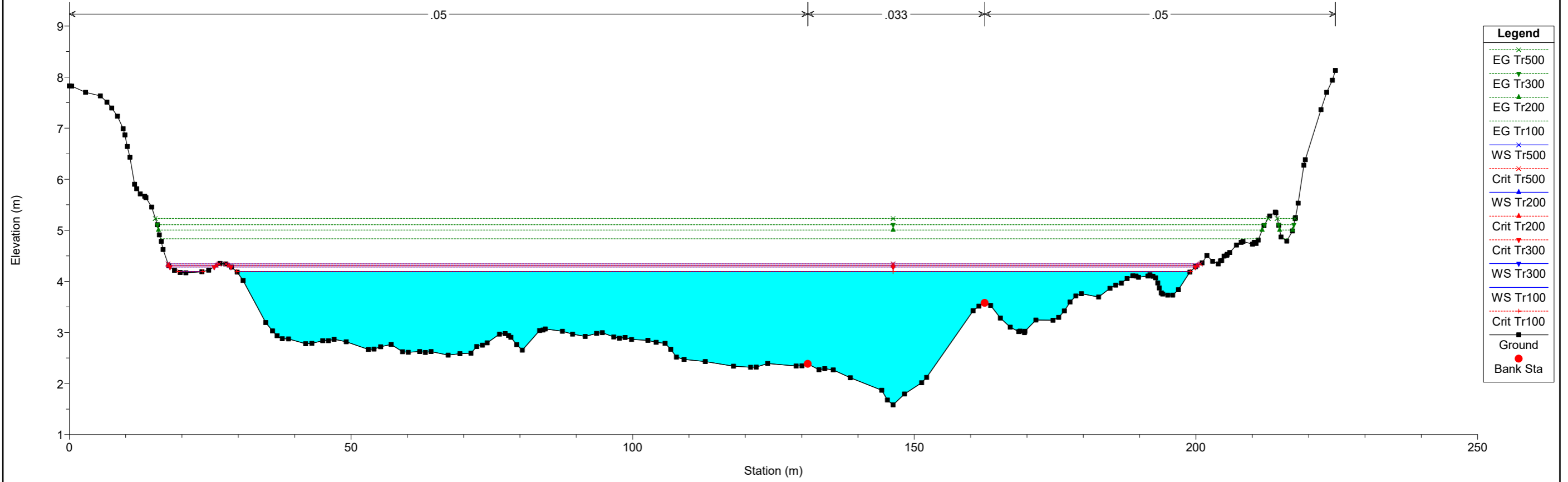
- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - WS Tr500
  - EG Tr200
  - WS Tr300
  - EG Tr100
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Crit Tr500
  - Crit Tr300
  - Crit Tr200
  - Crit Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

- Legend**
- EG Tr500
  - WS Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - WS Tr300
  - WS Tr200
  - EG Tr100
  - WS Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

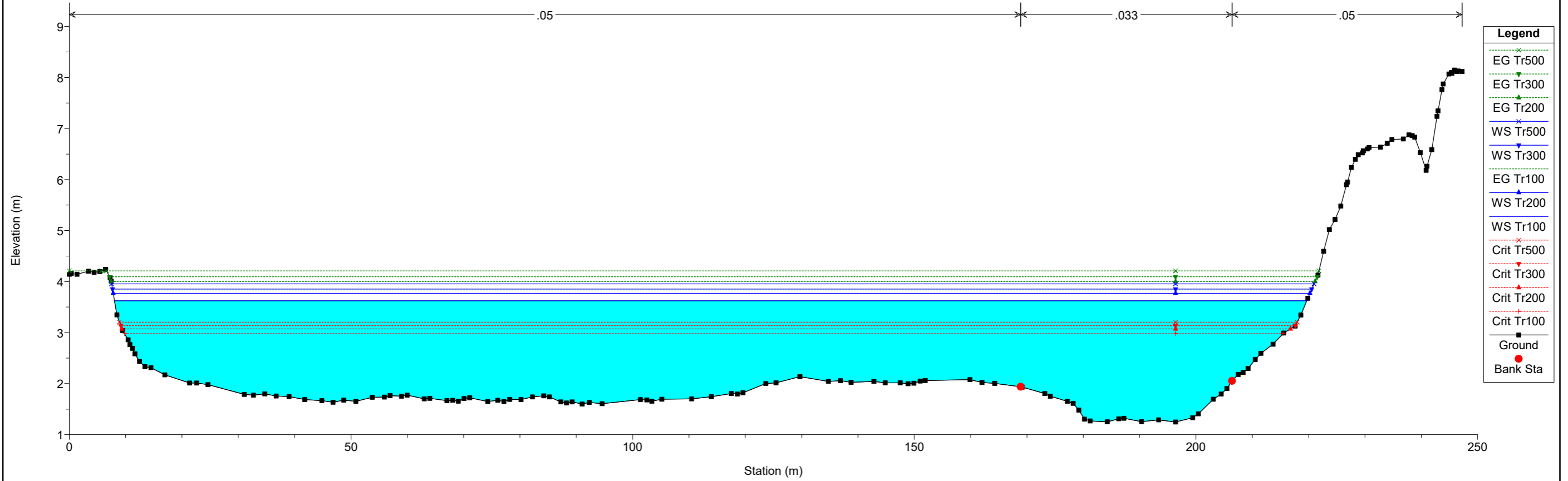




UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 174.7622



UP62 Plan: 1) ELEUTERIO\_FOCE 12/20/2021  
RS = 90.33970



HEC-RAS Plan: Eleuterio Intermedio River: Eleuterio\_Inter Reach: Reach 1

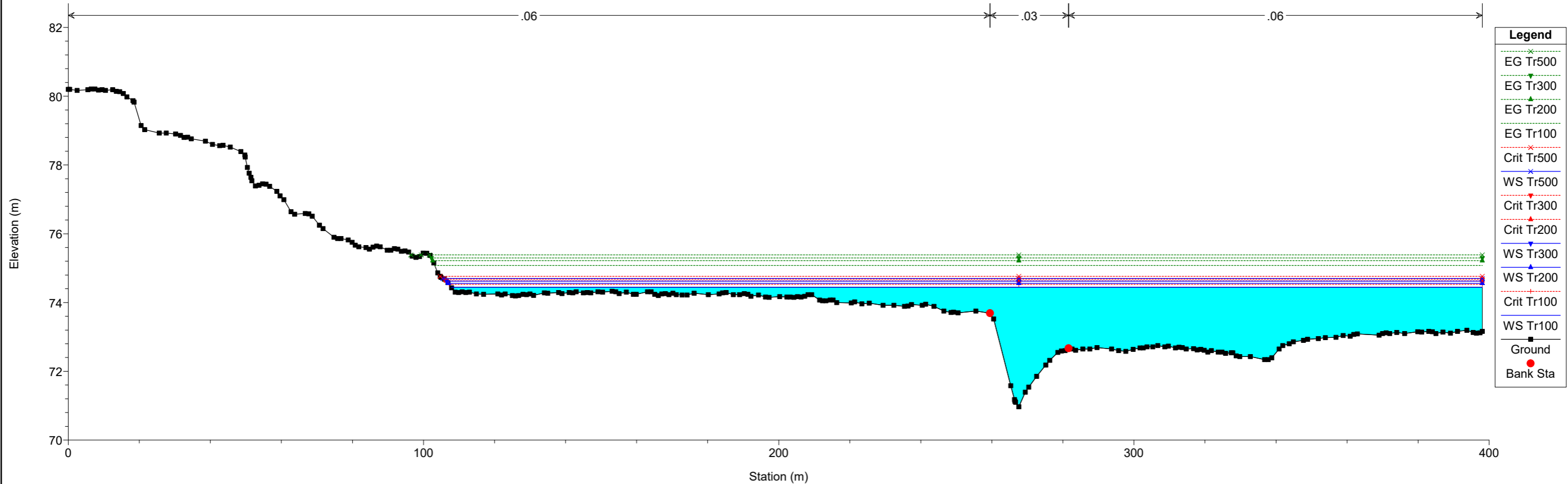
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1849	Tr100	679.50	70.97	74.44	74.53	75.08	0.008010	5.12	286.75	290.23	1.08
Reach 1	1849	Tr200	771.31	70.97	74.56	74.63	75.22	0.008005	5.29	320.72	291.01	1.08
Reach 1	1849	Tr300	825.40	70.97	74.62	74.68	75.29	0.008003	5.38	339.60	291.58	1.09
Reach 1	1849	Tr500	893.90	70.97	74.70	74.76	75.39	0.008003	5.50	362.53	292.58	1.09
Reach 1	1712	Tr100	679.50	70.42	72.39	72.51	73.31	0.022394	6.79	226.93	227.14	1.71
Reach 1	1712	Tr200	771.31	70.42	72.48	72.86	73.46	0.022191	7.03	249.90	243.01	1.72
Reach 1	1712	Tr300	825.40	70.42	72.60	72.89	73.58	0.020540	7.07	280.58	295.82	1.68
Reach 1	1712	Tr500	893.90	70.42	72.65	72.97	73.67	0.020811	7.25	296.30	300.92	1.69
Reach 1	1639	Tr100	679.50	69.33	72.06	71.99	72.43	0.006148	4.43	385.25	325.50	0.95
Reach 1	1639	Tr200	771.31	69.33	72.16	72.07	72.55	0.006232	4.59	417.34	326.07	0.96
Reach 1	1639	Tr300	825.40	69.33	72.23	72.12	72.62	0.006169	4.64	438.12	326.87	0.96
Reach 1	1639	Tr500	893.90	69.33	72.33	72.17	72.71	0.005734	4.61	472.97	327.55	0.93
Reach 1	1518	Tr100	679.50	69.30	71.16	71.07	71.49	0.010659	4.54	351.96	352.35	1.18
Reach 1	1518	Tr200	771.31	69.30	71.24	71.16	71.60	0.010777	4.73	381.10	356.14	1.19
Reach 1	1518	Tr300	825.40	69.30	71.26	71.20	71.65	0.011559	4.94	389.21	356.68	1.24
Reach 1	1518	Tr500	893.90	69.30	71.27	71.24	71.72	0.013498	5.34	389.75	356.72	1.34
Reach 1	1460	Tr100	679.50	66.70	70.43	70.43	70.84	0.012303	4.84	323.91	340.07	1.22
Reach 1	1460	Tr200	771.31	66.70	70.51	70.51	70.94	0.012272	5.00	352.36	340.42	1.22
Reach 1	1460	Tr300	825.40	66.70	70.58	70.55	71.00	0.011348	4.95	377.79	340.73	1.19
Reach 1	1460	Tr500	893.90	66.70	70.83	70.58	71.14	0.007107	4.27	462.27	341.77	0.96
Reach 1	1412	Tr100	679.50	66.84	70.07	69.52	70.21	0.003140	2.82	505.33	345.40	0.65
Reach 1	1412	Tr200	771.31	66.84	70.37	69.60	70.49	0.002191	2.60	611.15	346.45	0.56
Reach 1	1412	Tr300	825.40	66.84	70.56		70.67	0.001833	2.51	676.20	351.00	0.52
Reach 1	1412	Tr500	893.90	66.84	70.80		70.90	0.001465	2.40	761.09	351.41	0.47
Reach 1	1349	Tr100	679.50	66.51	69.95		70.05	0.002016	2.19	548.27	298.51	0.52
Reach 1	1349	Tr200	771.31	66.51	70.29		70.38	0.001503	2.12	649.73	303.21	0.46
Reach 1	1349	Tr300	825.40	66.51	70.49		70.57	0.001294	2.09	710.51	305.98	0.43
Reach 1	1349	Tr500	893.90	66.51	70.74		70.82	0.001077	2.04	788.44	306.52	0.40
Reach 1	1231	Tr100	679.50	66.50	69.86		69.93	0.001048	2.12	666.55	288.80	0.41
Reach 1	1231	Tr200	771.31	66.50	70.22		70.28	0.000856	2.08	771.32	294.10	0.37
Reach 1	1231	Tr300	825.40	66.50	70.42		70.49	0.000769	2.06	832.83	296.39	0.36
Reach 1	1231	Tr500	893.90	66.50	70.69		70.75	0.000676	2.03	911.17	298.04	0.34
Reach 1	1164	Tr100	679.50	65.81	69.81		69.88	0.000719	2.01	711.50	261.43	0.34
Reach 1	1164	Tr200	771.31	65.81	70.17		70.24	0.000622	2.00	807.29	263.43	0.32
Reach 1	1164	Tr300	825.40	65.81	70.39		70.45	0.000580	2.00	862.99	265.52	0.32
Reach 1	1164	Tr500	893.90	65.81	70.65		70.72	0.000532	1.99	934.18	267.80	0.31
Reach 1	1025	Tr100	679.50	64.40	69.58		69.76	0.001260	3.19	457.54	139.08	0.47
Reach 1	1025	Tr200	771.31	64.40	69.94		70.13	0.001197	3.28	509.75	144.54	0.47
Reach 1	1025	Tr300	825.40	64.40	70.16		70.35	0.001149	3.30	540.92	146.67	0.46
Reach 1	1025	Tr500	893.90	64.40	70.43		70.62	0.001085	3.32	581.02	148.52	0.45
Reach 1	926	Tr100	679.50	63.43	69.47		69.66	0.000846	2.83	466.65	121.51	0.40
Reach 1	926	Tr200	771.31	63.43	69.84		70.04	0.000834	2.94	511.19	124.09	0.40
Reach 1	926	Tr300	825.40	63.43	70.05		70.26	0.000828	3.01	537.34	125.77	0.40
Reach 1	926	Tr500	893.90	63.43	70.31		70.53	0.000814	3.07	571.21	127.69	0.40
Reach 1	866	Tr100	679.50	63.09	69.28	67.43	69.60	0.001177	3.57	388.77	107.62	0.48
Reach 1	866	Tr200	771.31	63.09	69.63	67.56	69.97	0.001181	3.72	427.39	111.39	0.48
Reach 1	866	Tr300	825.40	63.09	69.83	67.64	70.19	0.001184	3.81	450.42	114.26	0.49
Reach 1	866	Tr500	893.90	63.09	70.10	67.77	70.46	0.001166	3.89	481.19	117.50	0.49
Reach 1	850		Bridge									
Reach 1	811	Tr100	679.50	62.57	68.04		68.80	0.002749	4.74	250.37	88.99	0.71
Reach 1	811	Tr200	771.31	62.57	68.45		69.20	0.002494	4.78	287.43	93.28	0.68
Reach 1	811	Tr300	825.40	62.57	68.69		69.44	0.002358	4.80	310.74	97.20	0.67
Reach 1	811	Tr500	893.90	62.57	68.96		69.71	0.002261	4.86	337.66	100.73	0.66
Reach 1	747	Tr100	679.50	62.12	68.18		68.47	0.000895	3.09	402.87	109.17	0.42
Reach 1	747	Tr200	771.31	62.12	68.58		68.89	0.000874	3.20	447.53	114.74	0.42
Reach 1	747	Tr300	825.40	62.12	68.82		69.14	0.000851	3.24	475.87	117.50	0.42
Reach 1	747	Tr500	893.90	62.12	69.09		69.42	0.000836	3.31	508.32	120.30	0.42
Reach 1	706	Tr100	679.50	61.65	68.15		68.43	0.001191	3.57	384.74	92.97	0.47
Reach 1	706	Tr200	771.31	61.65	68.55		68.85	0.001187	3.72	422.13	96.16	0.47
Reach 1	706	Tr300	825.40	61.65	68.79		69.10	0.001169	3.79	445.66	98.03	0.47
Reach 1	706	Tr500	893.90	61.65	69.06		69.38	0.001168	3.89	472.40	100.20	0.48
Reach 1	628	Tr100	679.50	60.61	66.60	66.60	68.16	0.004479	6.49	179.57	59.32	0.91
Reach 1	628	Tr200	771.31	60.61	66.90	66.90	68.56	0.004552	6.79	197.44	61.00	0.92
Reach 1	628	Tr300	825.40	60.61	66.97	66.97	68.80	0.004932	7.13	201.85	61.40	0.96
Reach 1	628	Tr500	893.90	60.61	67.28	67.28	69.09	0.004621	7.15	221.37	64.15	0.94
Reach 1	523	Tr100	679.50	59.23	64.86	65.42	67.44	0.008255	7.33	109.41	38.18	1.18

HEC-RAS Plan: Eleuterio Intermedio River: Eleuterio\_Inter Reach: Reach 1 (Continued)

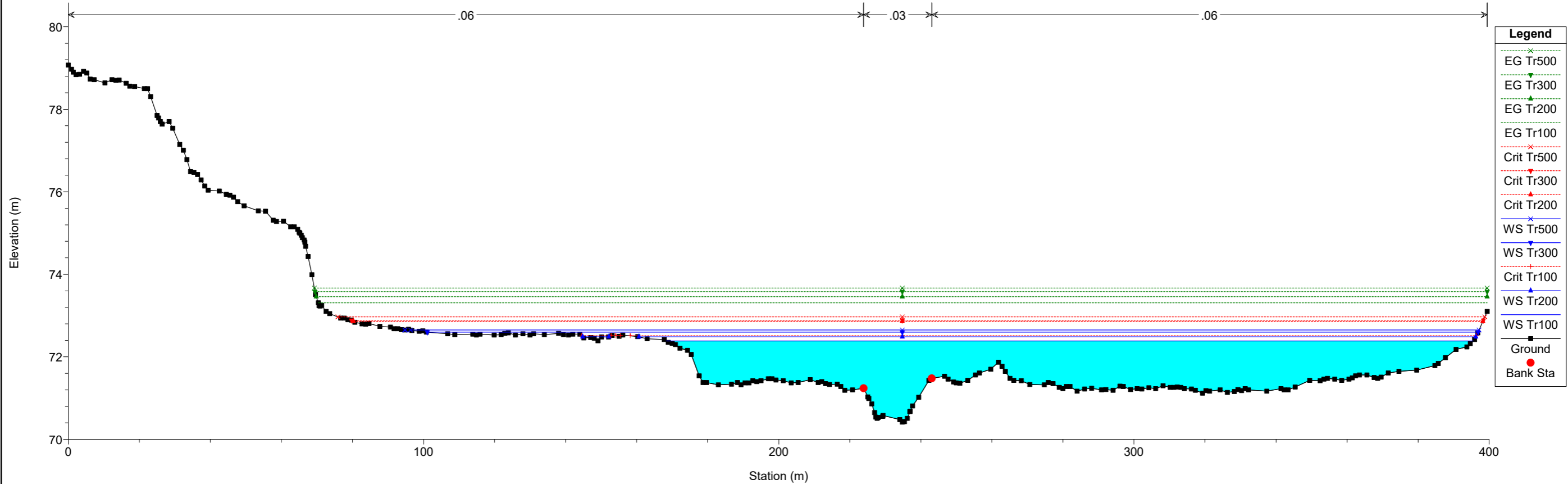
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	523	Tr200	771.31	59.23	65.29	65.79	67.88	0.007293	7.39	126.56	40.40	1.13
Reach 1	523	Tr300	825.40	59.23	65.56	65.98	68.13	0.006752	7.39	137.46	41.78	1.09
Reach 1	523	Tr500	893.90	59.23	65.84	66.21	68.45	0.006391	7.48	149.47	43.27	1.07
Reach 1	434	Tr100	679.50	58.30	62.85	63.93	66.34	0.016932	10.16	122.54	58.74	1.67
Reach 1	434	Tr200	771.31	58.30	63.07	64.20	66.82	0.017246	10.64	135.81	63.51	1.70
Reach 1	434	Tr300	825.40	58.30	63.17	64.43	67.09	0.017617	10.94	142.31	64.51	1.73
Reach 1	434	Tr500	893.90	58.30	63.29	64.63	67.41	0.018091	11.30	150.16	65.55	1.76
Reach 1	378	Tr100	679.50	57.05	61.66	62.95	65.54	0.012127	9.05	96.44	43.09	1.46
Reach 1	378	Tr200	771.31	57.05	61.96	63.31	66.04	0.011784	9.37	109.59	45.27	1.45
Reach 1	378	Tr300	825.40	57.05	62.13	63.50	66.31	0.011600	9.54	117.28	46.57	1.45
Reach 1	378	Tr500	893.90	57.05	62.33	63.70	66.65	0.011385	9.74	127.07	48.52	1.45
Reach 1	342	Tr100	679.50	56.25	59.30	60.84	64.69	0.034316	10.42	70.64	35.74	2.21
Reach 1	342	Tr200	771.31	56.25	59.52	61.14	65.19	0.032080	10.72	78.64	36.33	2.17
Reach 1	342	Tr300	825.40	56.25	59.65	61.31	65.48	0.030884	10.88	83.34	36.66	2.14
Reach 1	342	Tr500	893.90	56.25	59.81	61.55	65.82	0.029560	11.07	89.21	37.07	2.12
Reach 1	291	Tr100	679.50	55.33	60.06	60.87	63.11	0.010457	7.81	94.26	33.53	1.31
Reach 1	291	Tr200	771.31	55.33	60.37	61.25	63.64	0.010094	8.10	105.00	35.38	1.31
Reach 1	291	Tr300	825.40	55.33	60.55	61.47	63.93	0.009884	8.26	111.40	36.30	1.30
Reach 1	291	Tr500	893.90	55.33	60.77	61.74	64.29	0.009650	8.45	119.45	37.48	1.30
Reach 1	236	Tr100	679.50	54.42	57.81	59.06	62.14	0.027708	10.73	103.40	60.31	2.05
Reach 1	236	Tr200	771.31	54.42	57.96	59.31	62.67	0.028471	11.28	112.95	61.84	2.10
Reach 1	236	Tr300	825.40	54.42	58.05	59.45	62.96	0.028843	11.57	118.40	62.55	2.12
Reach 1	236	Tr500	893.90	54.42	58.16	59.60	63.32	0.029289	11.93	125.07	63.27	2.15
Reach 1	171	Tr100	679.50	53.11	59.07	58.09	60.14	0.002417	4.85	183.28	50.93	0.68
Reach 1	171	Tr200	771.31	53.11	59.45	58.33	60.60	0.002390	5.05	202.98	52.45	0.68
Reach 1	171	Tr300	825.40	53.11	59.66	58.43	60.86	0.002382	5.17	214.16	53.34	0.69
Reach 1	171	Tr500	893.90	53.11	59.93	58.87	61.18	0.002369	5.31	228.37	54.75	0.69
Reach 1	147	Tr100	679.50	52.58	58.28	58.28	59.99	0.004894	6.57	158.95	49.55	0.95
Reach 1	147	Tr200	771.31	52.58	58.57	58.57	60.44	0.005008	6.91	173.82	51.01	0.97
Reach 1	147	Tr300	825.40	52.58	58.77	58.77	60.70	0.004964	7.05	183.94	52.18	0.97
Reach 1	147	Tr500	893.90	52.58	58.97	58.97	61.01	0.005039	7.28	194.70	53.51	0.98
Reach 1	107	Tr100	679.50	52.10	55.98	57.04	59.48	0.017158	8.30	82.76	34.13	1.61
Reach 1	107	Tr200	771.31	52.10	56.26	57.32	59.94	0.015791	8.51	92.80	36.45	1.57
Reach 1	107	Tr300	825.40	52.10	56.42	57.60	60.20	0.015158	8.63	98.73	37.76	1.55
Reach 1	107	Tr500	893.90	52.10	56.62	57.83	60.51	0.014473	8.77	106.24	38.96	1.53
Reach 1	62	Tr100	679.50	51.28	56.17	56.75	58.55	0.010716	6.83	99.49	33.89	1.27
Reach 1	62	Tr200	771.31	51.28	56.40	57.11	59.03	0.011477	7.18	107.42	35.76	1.32
Reach 1	62	Tr300	825.40	51.28	56.51	57.29	59.30	0.011923	7.40	111.56	36.56	1.35
Reach 1	62	Tr500	893.90	51.28	56.64	57.51	59.65	0.012422	7.67	116.52	37.83	1.39

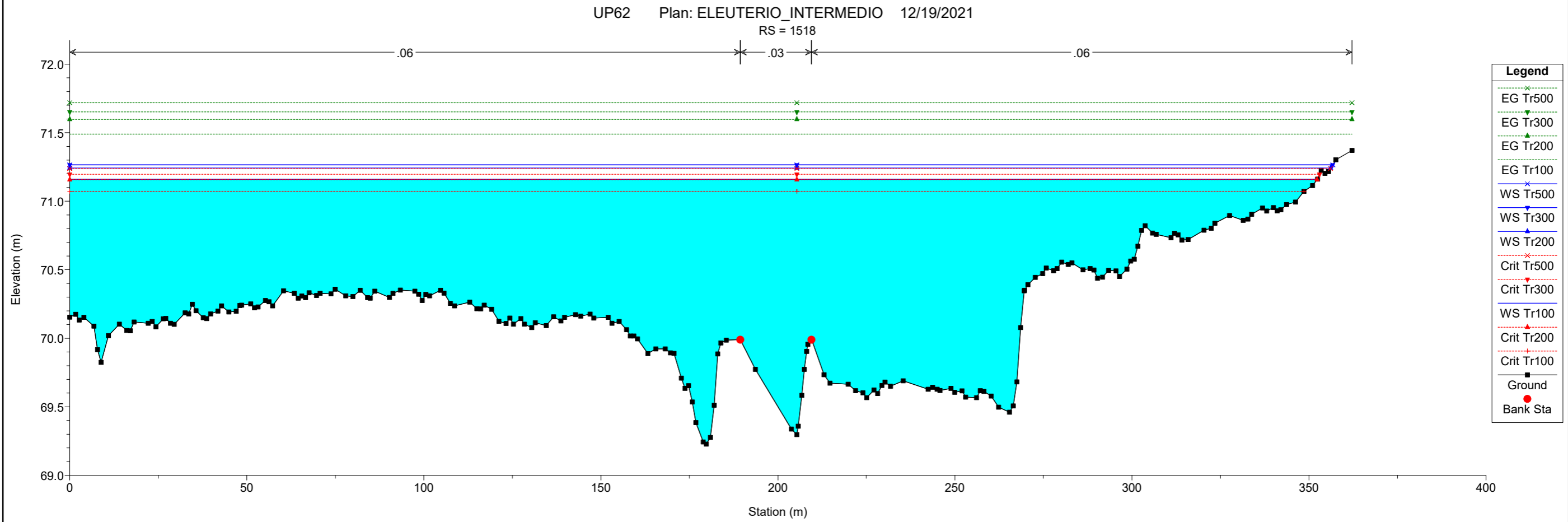
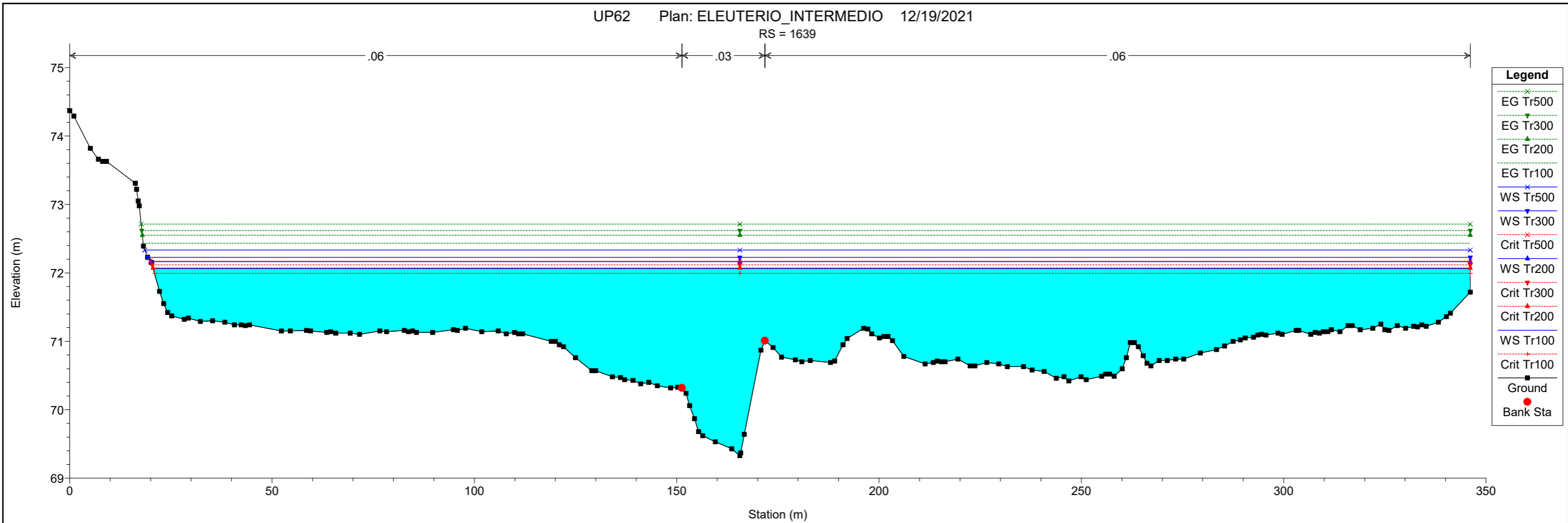


UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1849

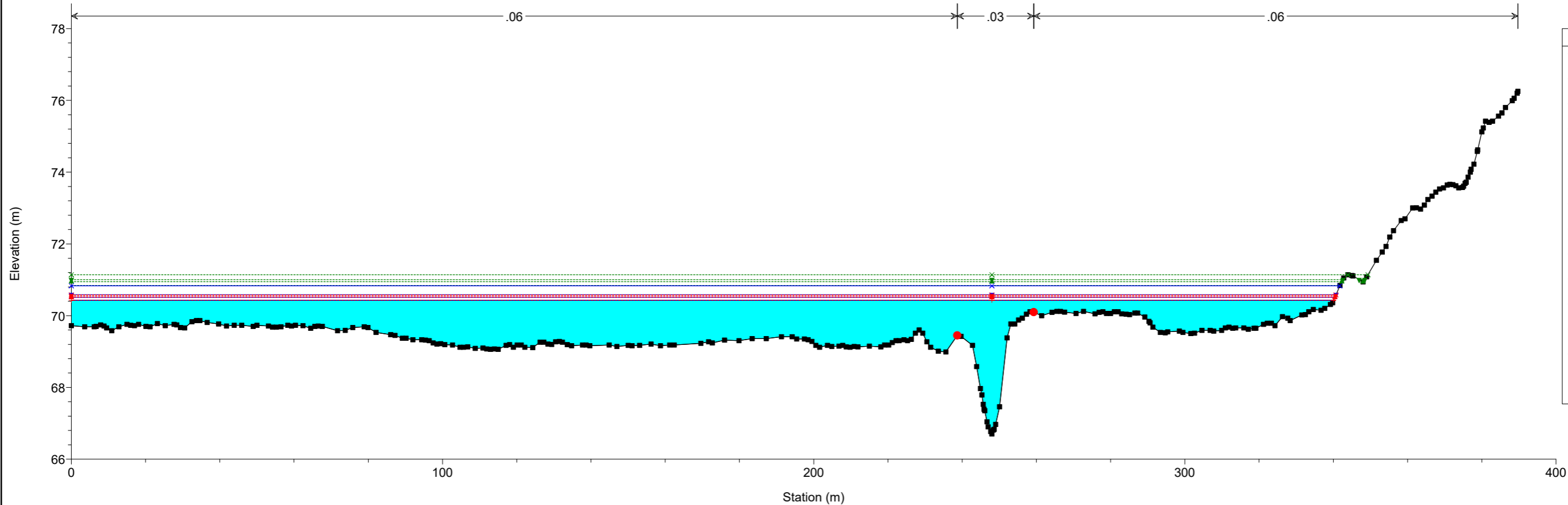


UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1712

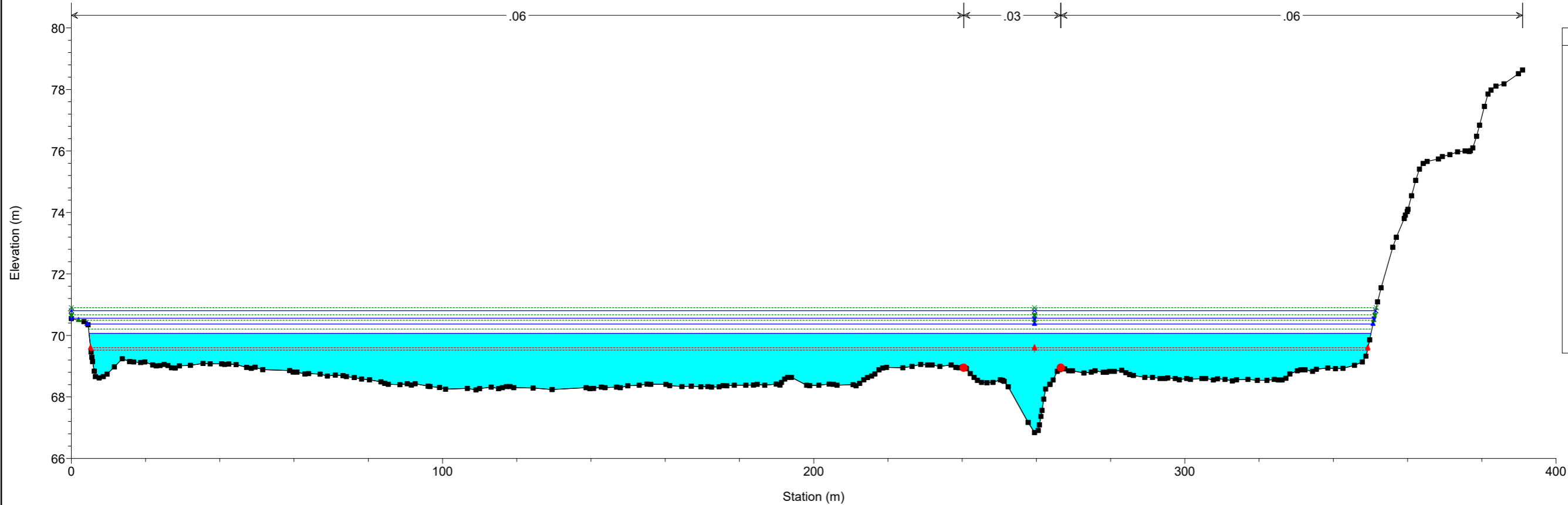




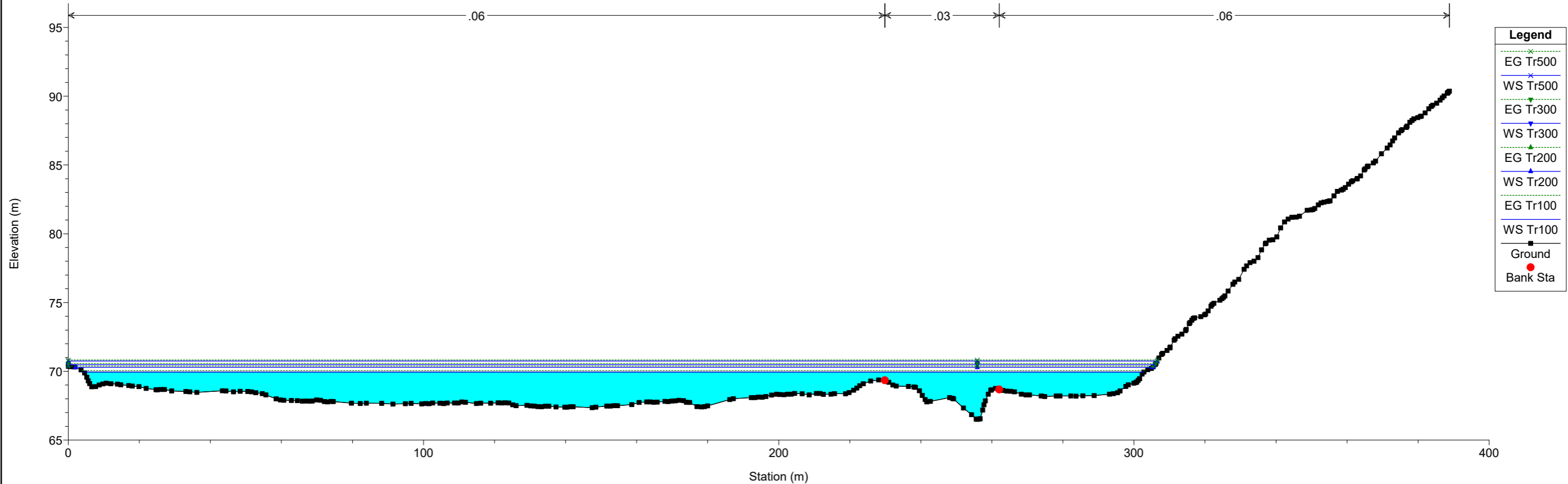
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1460



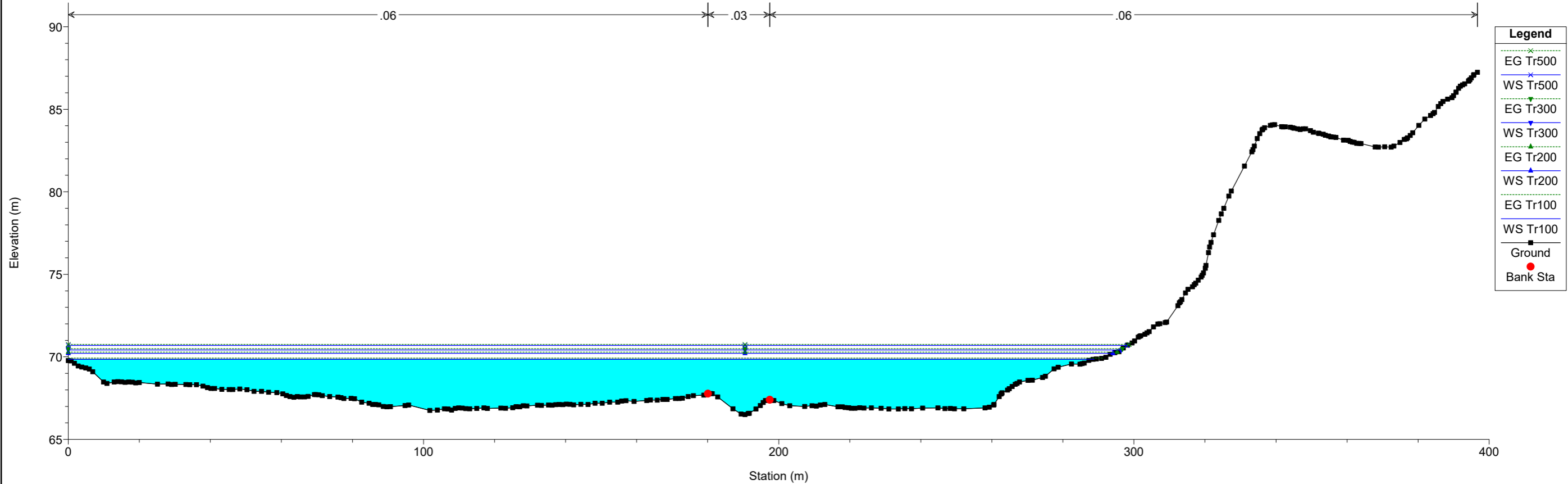
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1412



UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1349

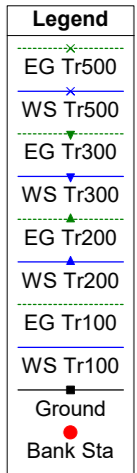
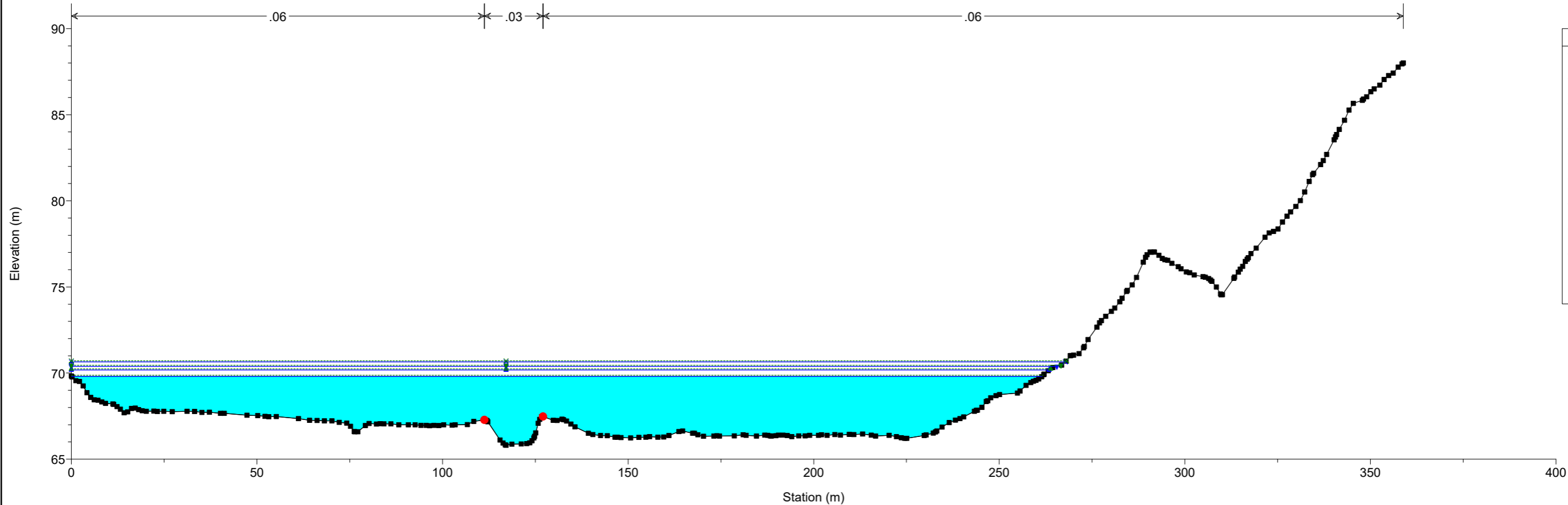


UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1231

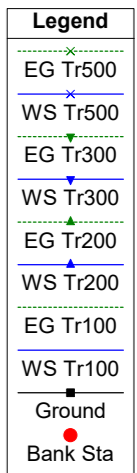
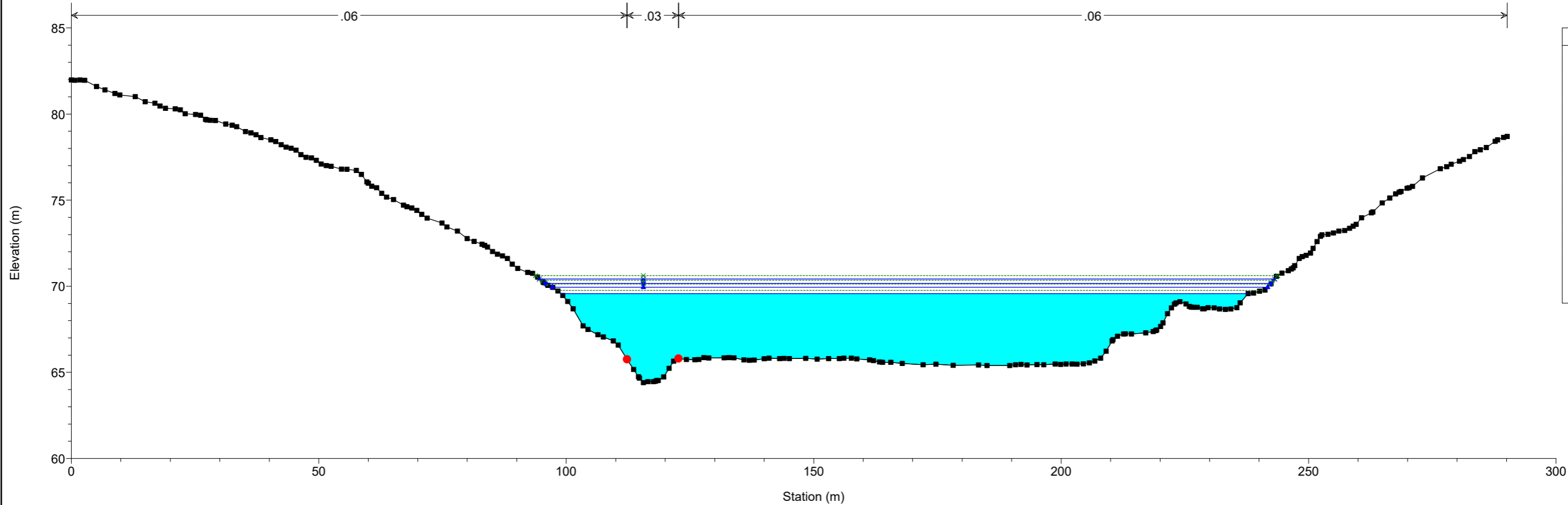




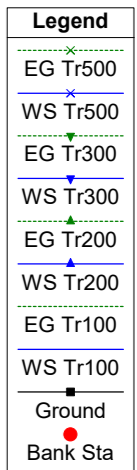
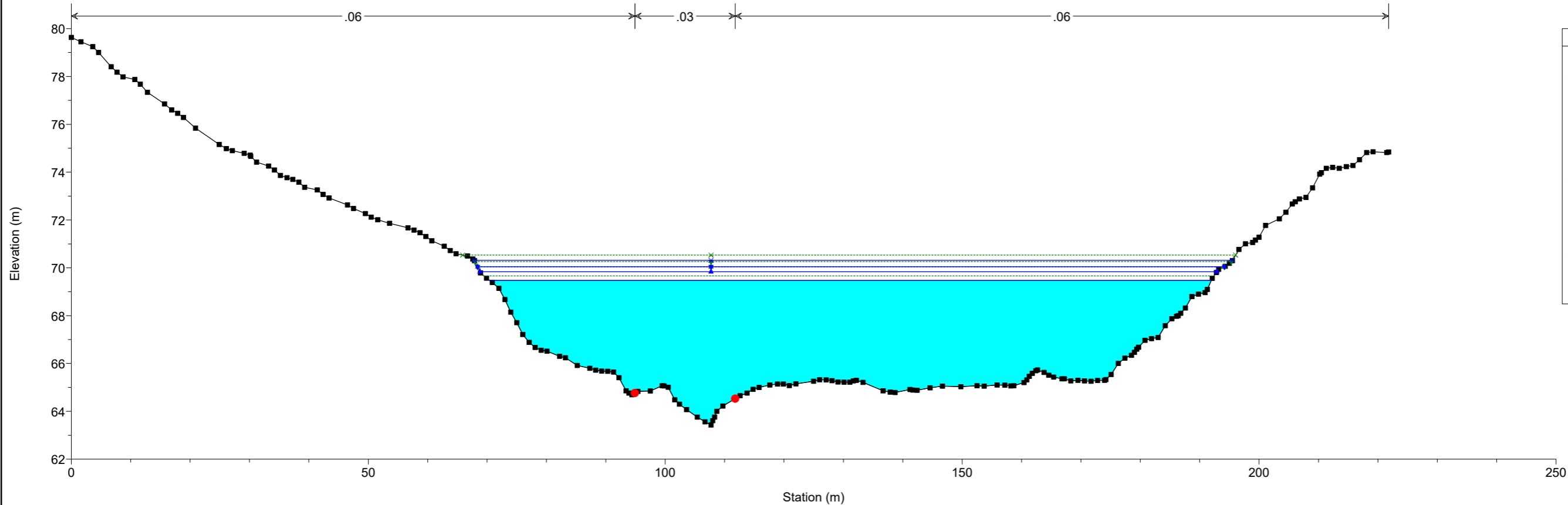
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1164



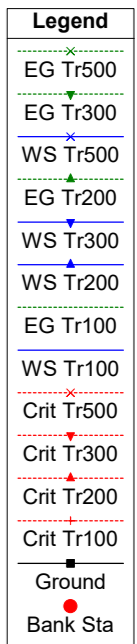
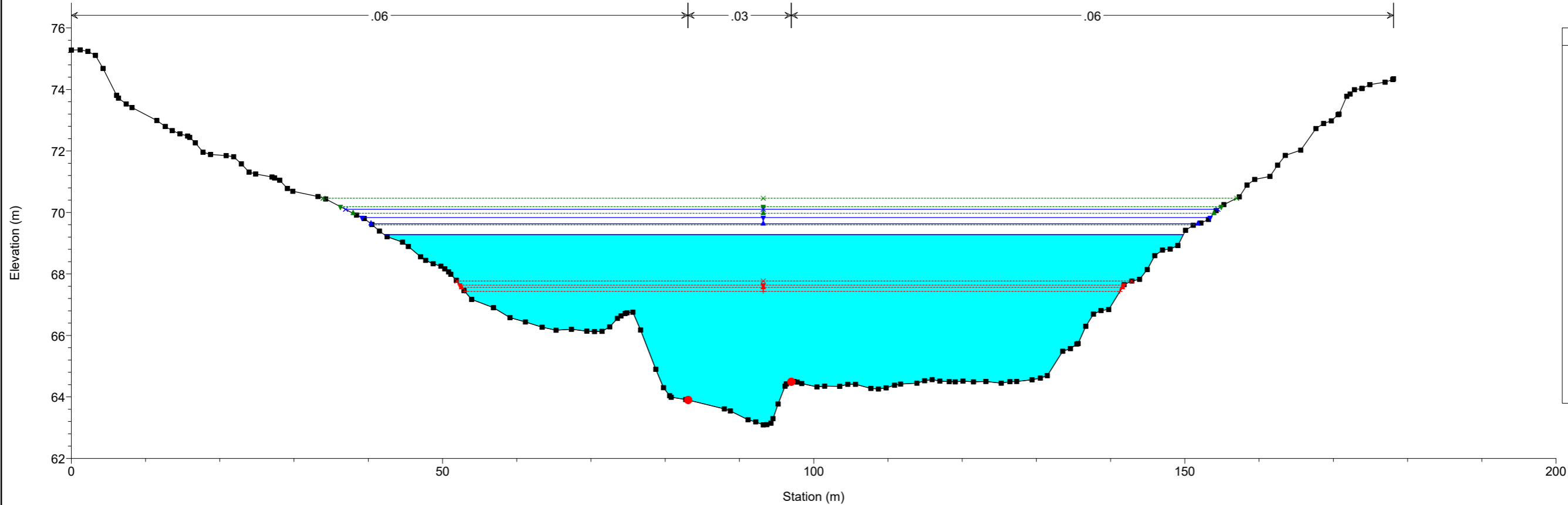
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 1025

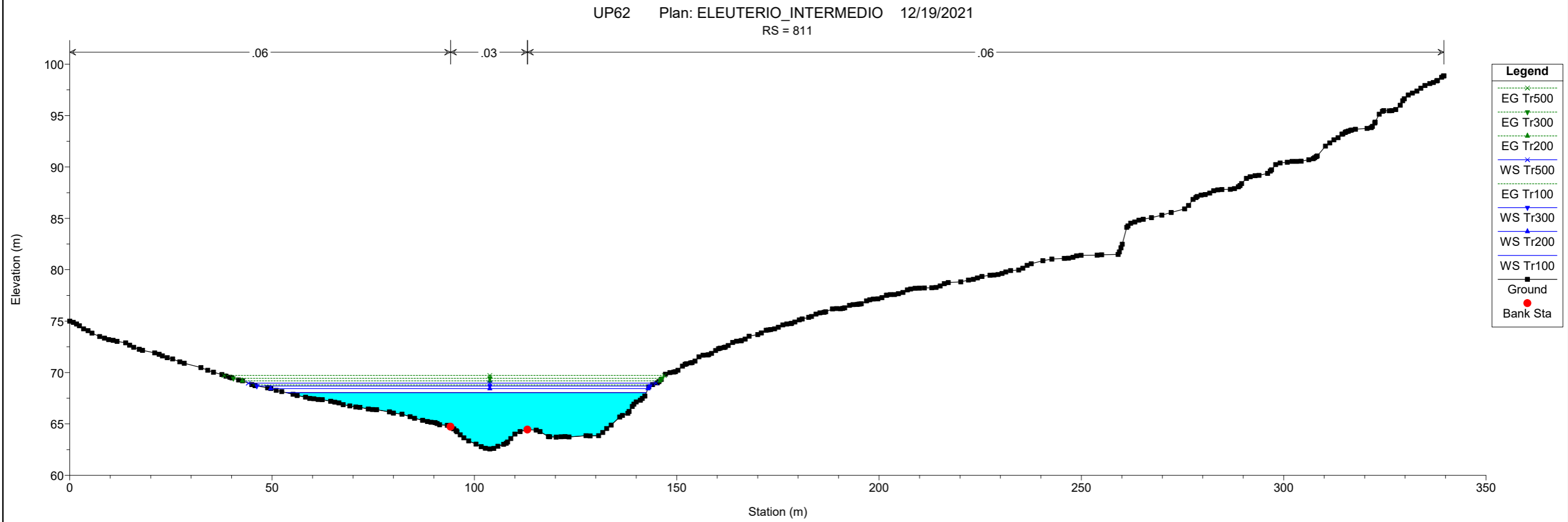
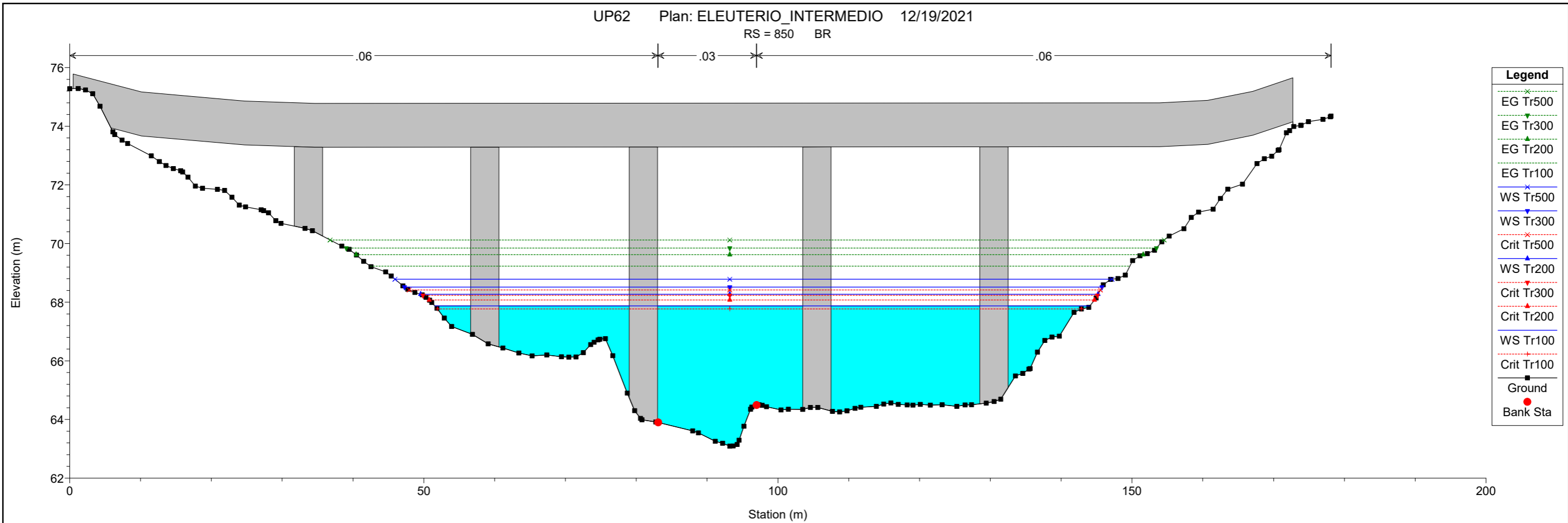


UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 926

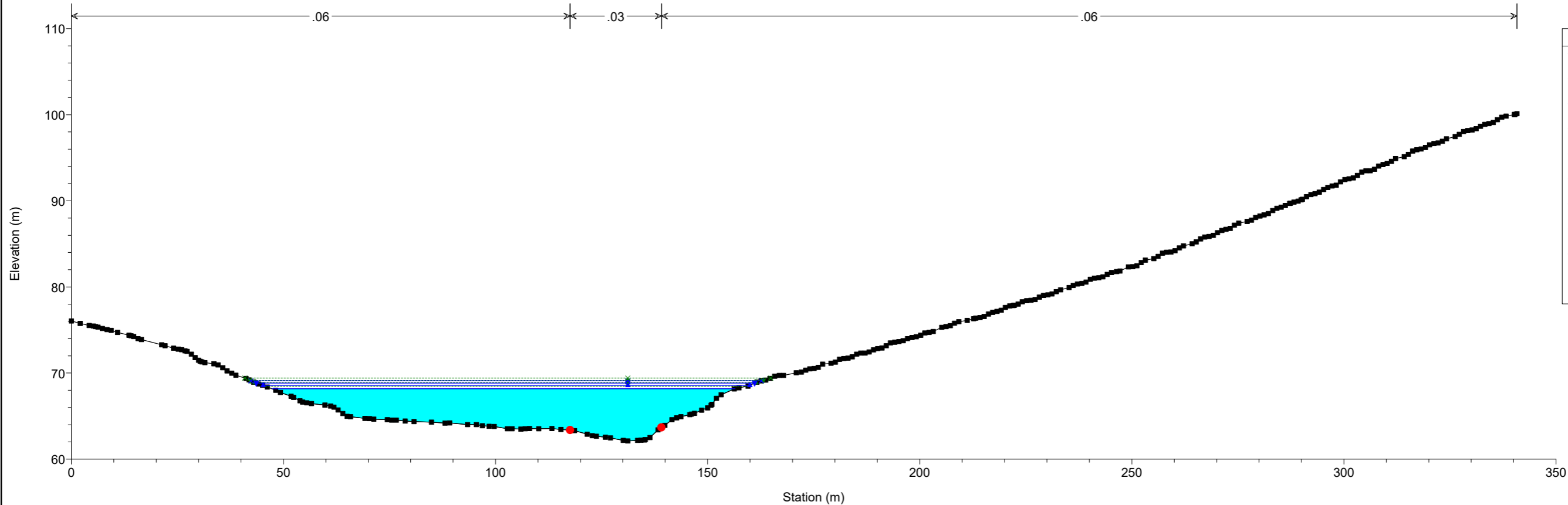


UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 866

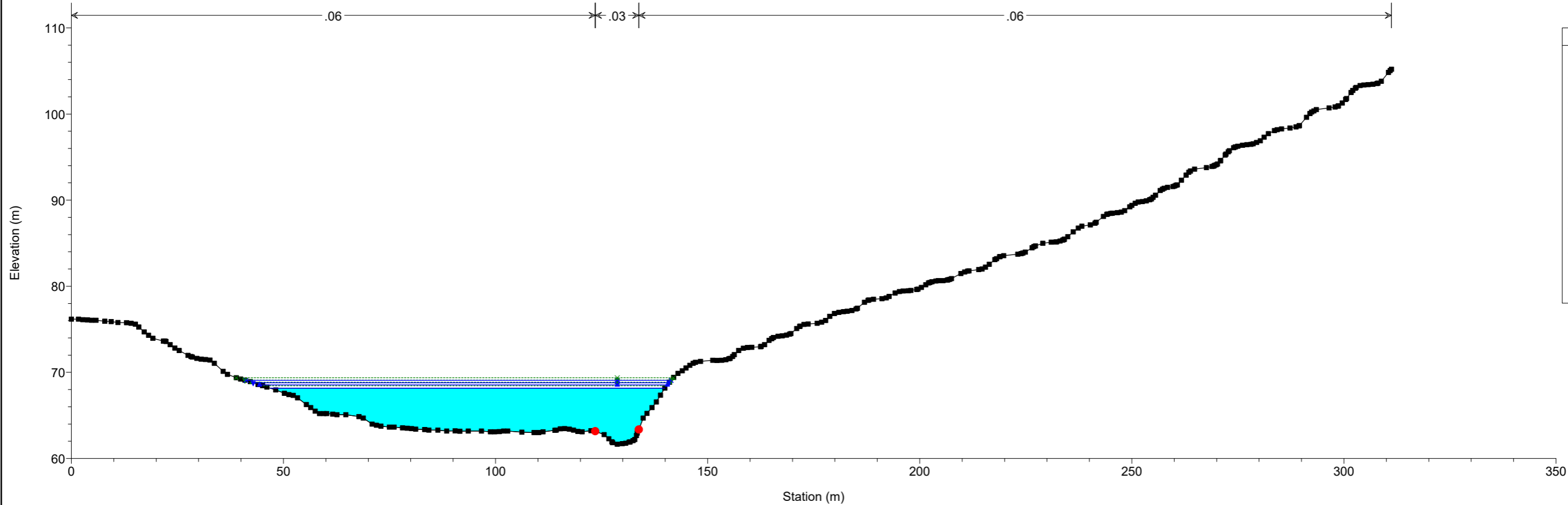




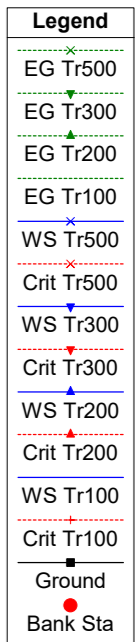
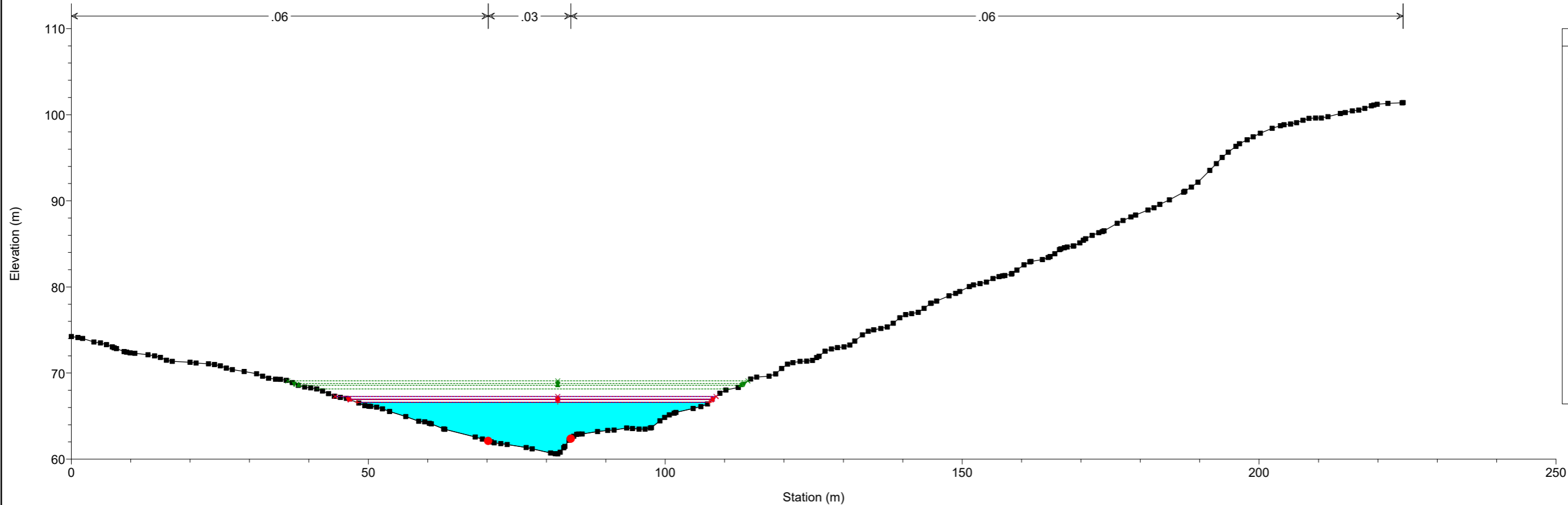
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 747



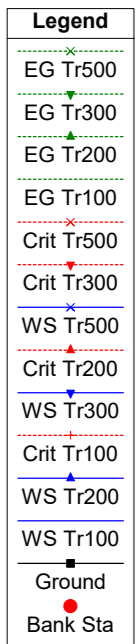
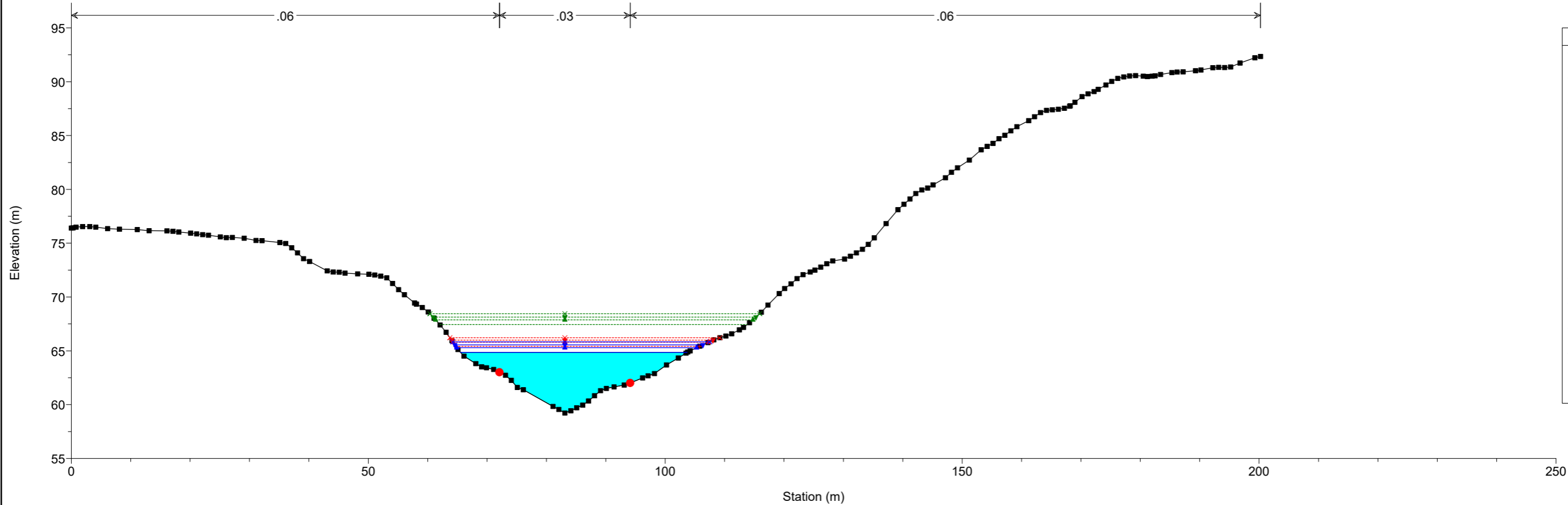
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 706



UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 628

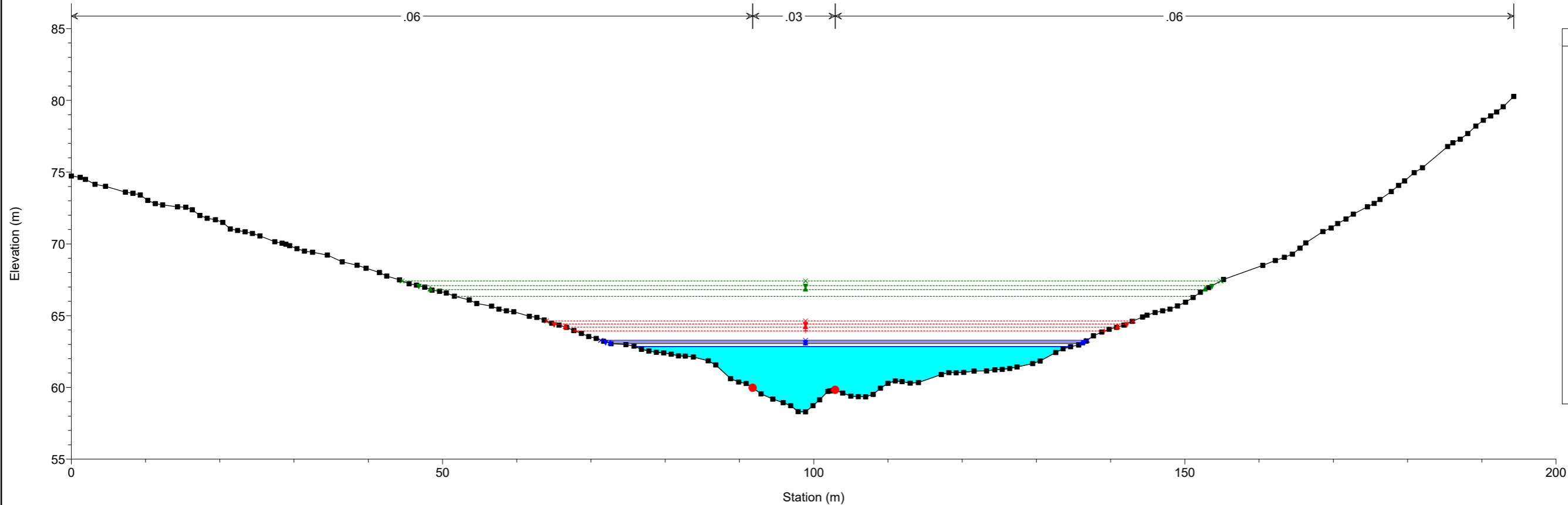


UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 523



UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021

RS = 434

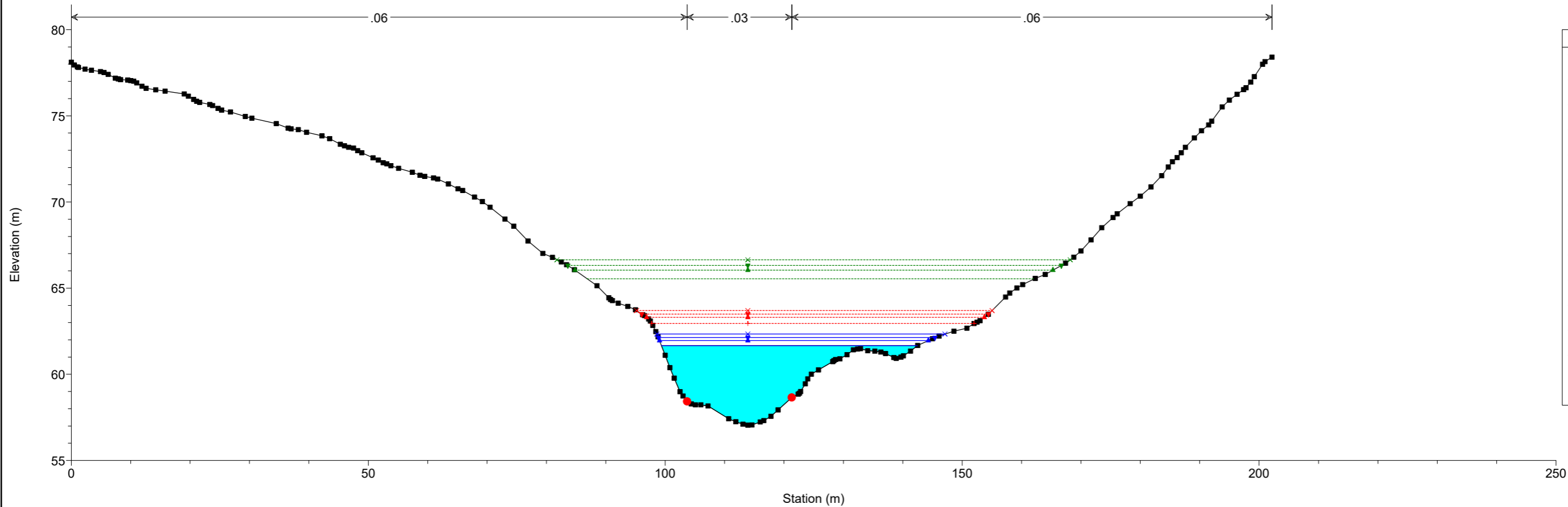


Legend

- EG Tr500
- EG Tr300
- EG Tr200
- EG Tr100
- Crit Tr500
- Crit Tr300
- Crit Tr200
- Crit Tr100
- WS Tr500
- WS Tr300
- WS Tr200
- WS Tr100
- Ground
- Bank Sta

UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021

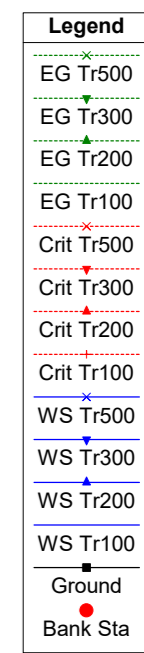
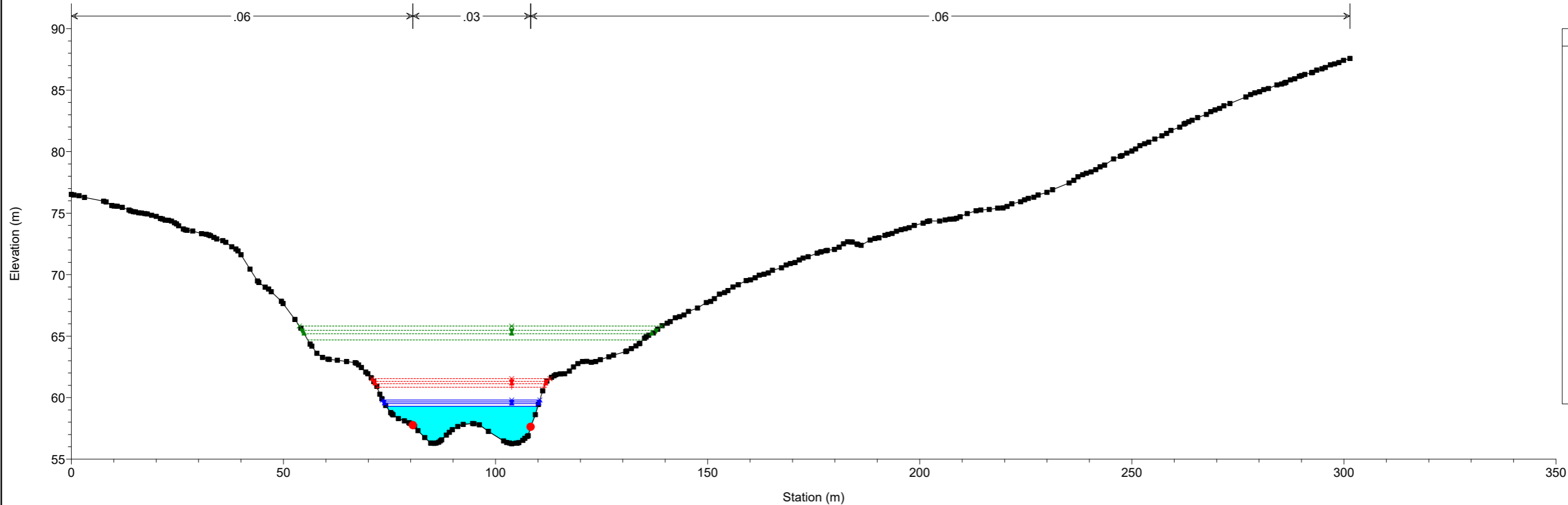
RS = 378



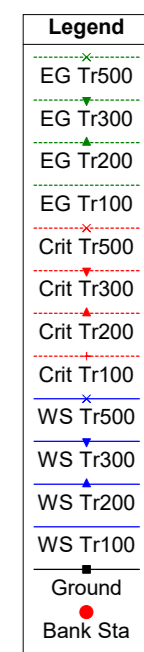
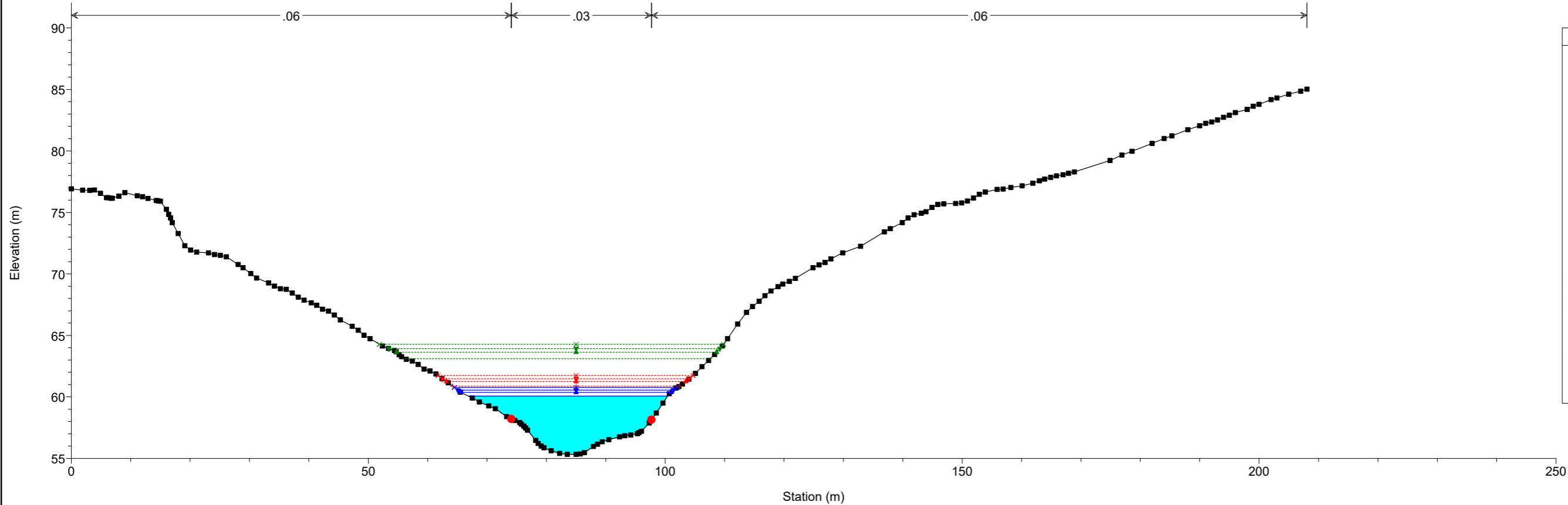
Legend

- EG Tr500
- EG Tr300
- EG Tr200
- EG Tr100
- Crit Tr500
- Crit Tr300
- Crit Tr200
- Crit Tr100
- WS Tr500
- WS Tr300
- WS Tr200
- WS Tr100
- Ground
- Bank Sta

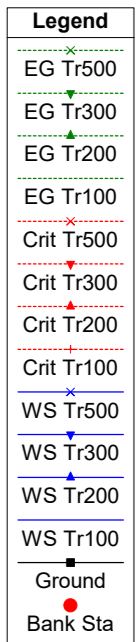
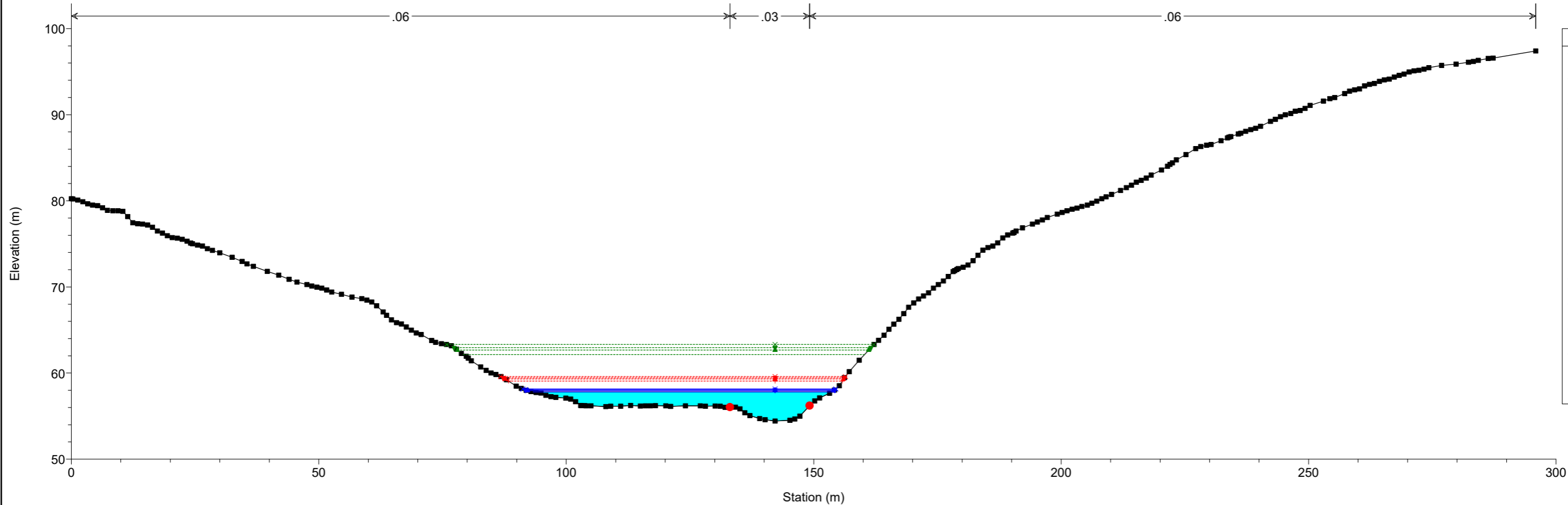
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 342



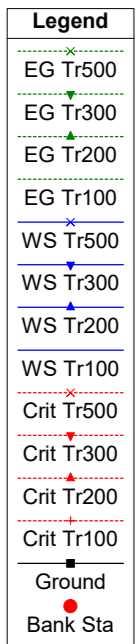
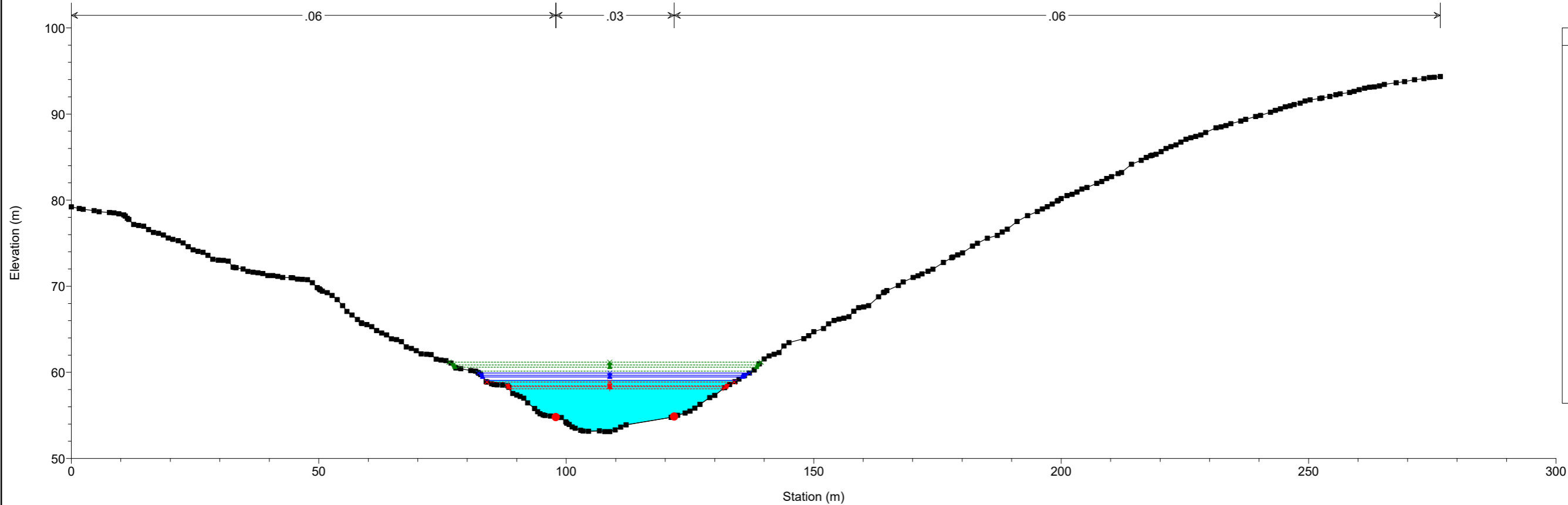
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 291



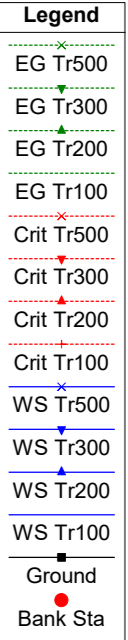
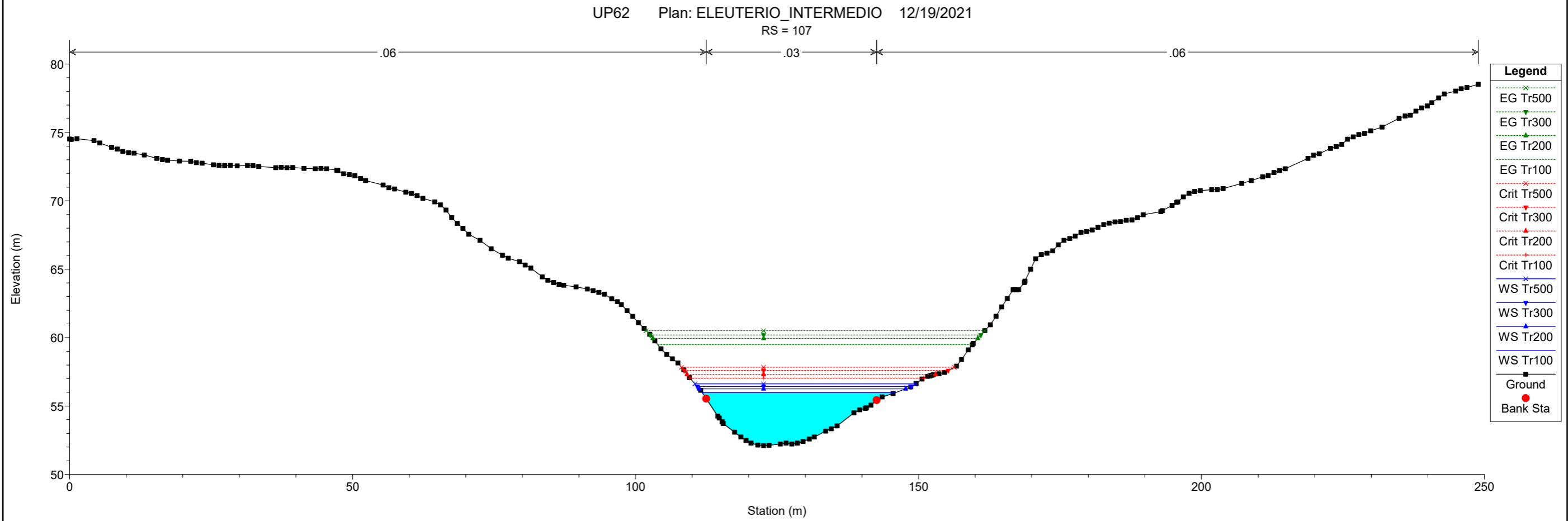
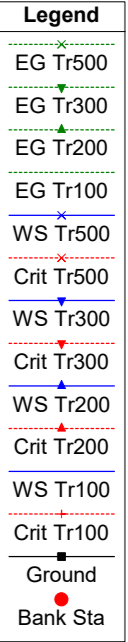
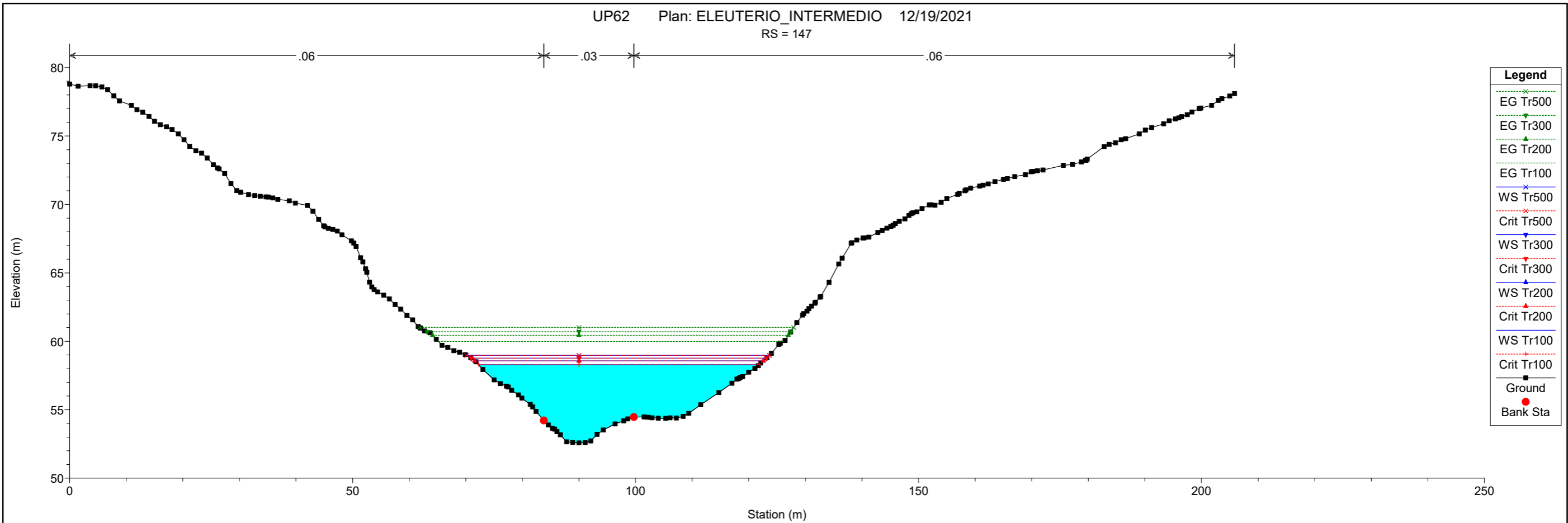
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 236



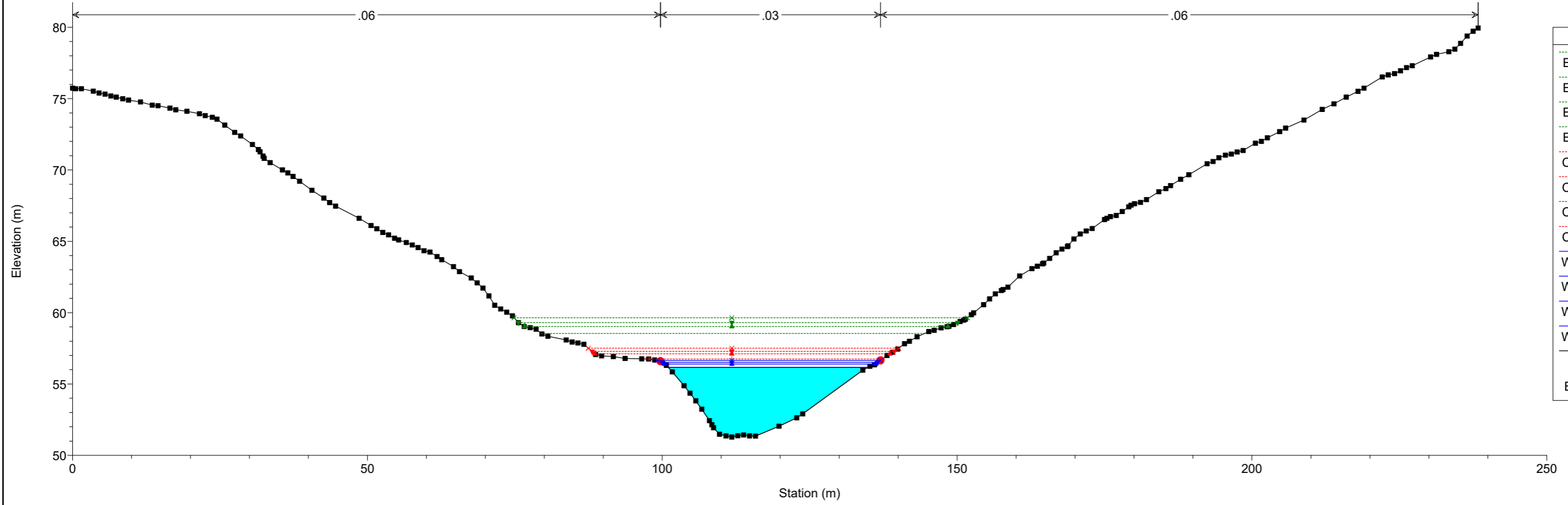
UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 171







UP62 Plan: ELEUTERIO\_INTERMEDIO 12/19/2021  
RS = 62



- Legend**
- EG Tr500
  - EG Tr300
  - EG Tr200
  - EG Tr100
  - Crit Tr500
  - Crit Tr300
  - Crit Tr200
  - Crit Tr100
  - WS Tr500
  - WS Tr300
  - WS Tr200
  - WS Tr100
  - Ground
  - Bank Sta

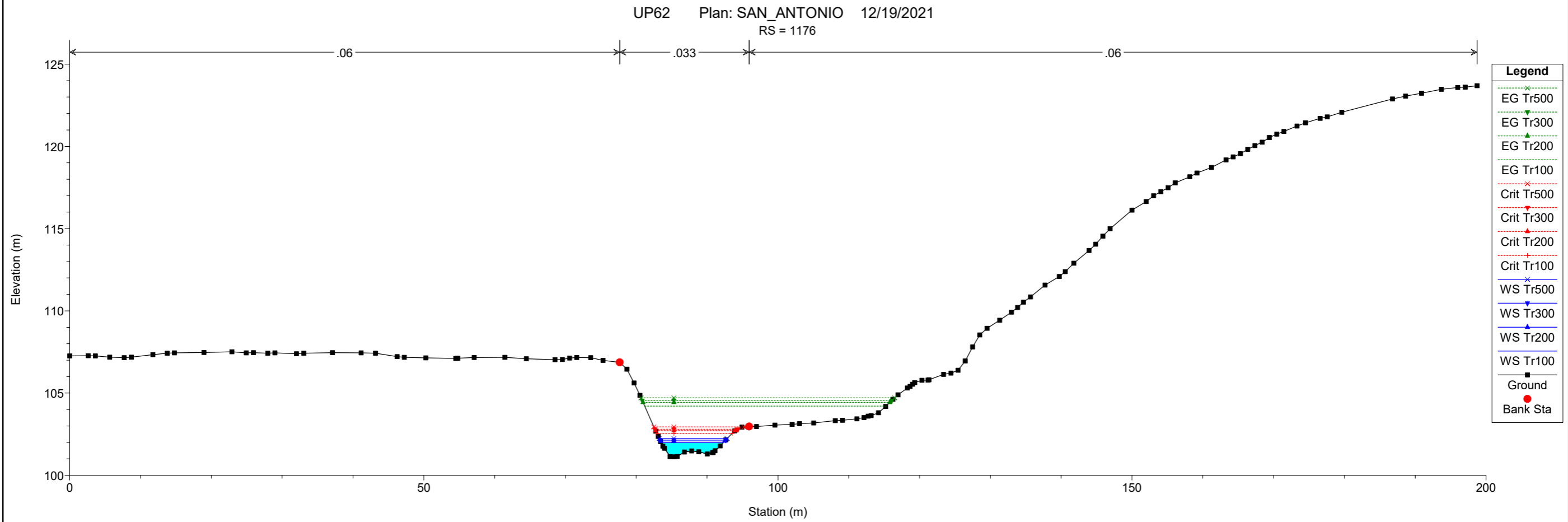
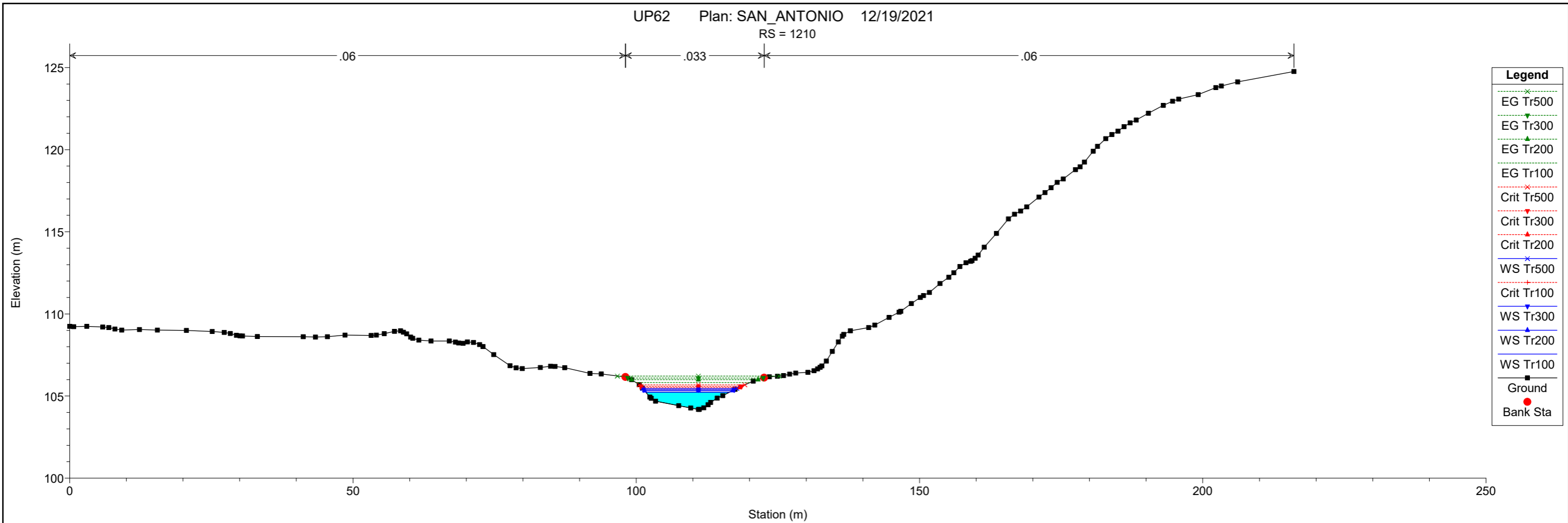
HEC-RAS Plan: SAN ANTONIO River: SanAntonio Reach: Reach 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1210	Tr100	32.36	104.18	105.24	105.40	105.83	0.023009	3.40	9.53	14.79	1.35
Reach 1	1210	Tr200	39.74	104.18	105.34	105.52	106.00	0.023008	3.61	11.01	15.56	1.37
Reach 1	1210	Tr300	44.26	104.18	105.39	105.59	106.10	0.023007	3.73	11.88	16.00	1.38
Reach 1	1210	Tr500	50.15	104.18	105.46	105.68	106.22	0.023010	3.86	12.99	16.59	1.39
Reach 1	1176	Tr100	32.36	101.12	101.98	102.55	104.21	0.110020	6.61	4.90	8.75	2.82
Reach 1	1176	Tr200	39.74	101.12	102.09	102.71	104.43	0.096836	6.78	5.86	9.10	2.70
Reach 1	1176	Tr300	44.26	101.12	102.15	102.81	104.56	0.090639	6.88	6.44	9.30	2.64
Reach 1	1176	Tr500	50.15	101.12	102.23	102.94	104.71	0.084081	6.98	7.19	9.56	2.57
Reach 1	1127	Tr100	32.36	100.25	101.99	102.00	102.44	0.010850	3.14	12.48	16.12	0.98
Reach 1	1127	Tr200	39.74	100.25	102.09	102.15	102.64	0.011644	3.47	14.17	16.93	1.03
Reach 1	1127	Tr300	44.26	100.25	102.15	102.23	102.75	0.012054	3.64	15.17	17.40	1.06
Reach 1	1127	Tr500	50.15	100.25	102.22	102.32	102.89	0.012568	3.86	16.40	17.83	1.09
Reach 1	1078	Tr100	32.36	99.65	100.55	100.84	101.51	0.035636	4.52	8.69	17.52	1.71
Reach 1	1078	Tr200	39.74	99.65	100.64	100.96	101.68	0.033350	4.76	10.41	18.27	1.69
Reach 1	1078	Tr300	44.26	99.65	100.70	101.03	101.79	0.032398	4.90	11.41	18.63	1.69
Reach 1	1078	Tr500	50.15	99.65	100.76	101.11	101.91	0.031346	5.06	12.66	19.02	1.68
Reach 1	1004	Tr100	32.36	98.68	100.61	99.94	100.74	0.002025	1.60	20.21	15.05	0.44
Reach 1	1004	Tr200	39.74	98.68	100.75	100.08	100.91	0.002295	1.78	22.39	15.65	0.47
Reach 1	1004	Tr300	44.26	98.68	100.83	100.16	101.01	0.002456	1.87	23.61	15.99	0.49
Reach 1	1004	Tr500	50.15	98.68	100.92	100.26	101.13	0.002674	2.00	25.11	16.48	0.52
Reach 1	971	Tr100	32.36	98.86	100.21	100.21	100.58	0.012135	2.71	11.93	16.05	1.00
Reach 1	971	Tr200	39.74	98.86	100.33	100.33	100.74	0.011767	2.83	14.03	17.27	1.00
Reach 1	971	Tr300	44.26	98.86	100.40	100.40	100.83	0.011597	2.90	15.28	17.99	1.00
Reach 1	971	Tr500	50.15	98.86	100.49	100.49	100.94	0.011422	2.96	16.92	19.01	1.00
Reach 1	911	Tr100	32.36	97.64	98.57	98.80	99.31	0.039055	3.80	8.50	16.67	1.70
Reach 1	911	Tr200	39.74	97.64	98.65	98.91	99.48	0.039359	4.04	9.83	17.66	1.73
Reach 1	911	Tr300	44.26	97.64	98.69	98.97	99.58	0.039423	4.17	10.61	18.21	1.75
Reach 1	911	Tr500	50.15	97.64	98.75	99.05	99.70	0.038904	4.32	11.60	18.68	1.75
Reach 1	881	Tr100	32.36	95.31	97.31	96.40	97.40	0.001203	1.59	32.50	26.05	0.37
Reach 1	881	Tr200	39.74	95.31	97.55	96.55	97.65	0.001155	1.69	39.07	27.98	0.37
Reach 1	881	Tr300	44.26	95.31	97.70	96.64	97.80	0.001081	1.71	43.24	28.28	0.36
Reach 1	881	Tr500	50.15	95.31	97.88	96.78	97.99	0.001004	1.73	48.53	28.68	0.35
Reach 1	880		Bridge									
Reach 1	861	Tr100	32.36	94.07	96.28	96.28	96.83	0.012341	3.27	9.89	9.07	1.00
Reach 1	861	Tr200	39.74	94.07	96.47	96.47	97.06	0.011988	3.39	11.73	10.05	1.00
Reach 1	861	Tr300	44.26	94.07	96.58	96.58	97.19	0.011819	3.46	12.80	10.54	1.00
Reach 1	861	Tr500	50.15	94.07	96.70	96.70	97.34	0.011650	3.54	14.15	11.13	1.00
Reach 1	835	Tr100	32.36	93.08	94.31	94.87	96.13	0.053721	5.97	5.42	6.11	2.03
Reach 1	835	Tr200	39.74	93.08	94.49	95.09	96.39	0.048211	6.11	6.50	6.44	1.94
Reach 1	835	Tr300	44.26	93.08	94.59	95.20	96.53	0.045439	6.18	7.17	6.64	1.90
Reach 1	835	Tr500	50.15	93.08	94.72	95.36	96.70	0.042350	6.24	8.03	6.88	1.84
Reach 1	756	Tr100	32.36	91.53	92.94	93.08	93.57	0.018004	3.52	9.20	11.05	1.23
Reach 1	756	Tr200	39.74	91.53	93.04	93.23	93.80	0.019863	3.86	10.30	11.55	1.30
Reach 1	756	Tr300	44.26	91.53	93.09	93.32	93.93	0.020976	4.06	10.91	11.83	1.35
Reach 1	756	Tr500	50.15	91.53	93.15	93.42	94.10	0.022392	4.30	11.67	12.15	1.40
Reach 1	691	Tr100	32.36	90.33	91.38	91.58	92.12	0.026333	3.81	8.50	12.06	1.45
Reach 1	691	Tr200	39.74	90.33	91.49	91.72	92.31	0.024790	4.00	9.93	12.44	1.43
Reach 1	691	Tr300	44.26	90.33	91.56	91.80	92.42	0.024111	4.11	10.76	12.65	1.42
Reach 1	691	Tr500	50.15	90.33	91.64	91.89	92.56	0.023265	4.24	11.83	12.90	1.41
Reach 1	648	Tr100	32.36	88.29	89.73	90.08	90.80	0.033561	4.57	7.07	8.93	1.64
Reach 1	648	Tr200	39.74	88.29	89.86	90.24	91.04	0.033123	4.81	8.26	9.57	1.65
Reach 1	648	Tr300	44.26	88.29	89.94	90.33	91.18	0.032819	4.93	8.98	9.94	1.66
Reach 1	648	Tr500	50.15	88.29	90.03	90.44	91.34	0.032569	5.08	9.88	10.41	1.66
Reach 1	545	Tr100	32.36	87.35	88.71	88.71	89.10	0.012038	2.74	11.81	15.52	1.00
Reach 1	545	Tr200	39.74	87.35	88.84	88.84	89.26	0.011683	2.88	13.81	16.46	1.00
Reach 1	545	Tr300	44.26	87.35	88.91	88.91	89.35	0.011432	2.94	15.07	18.35	1.00
Reach 1	545	Tr500	50.15	87.35	89.02	89.02	89.46	0.010747	2.97	17.21	23.45	0.98
Reach 1	482	Tr100	32.36	84.78	85.93	86.26	87.48	0.066864	5.99	8.84	34.77	2.25
Reach 1	482	Tr200	39.74	84.78	85.98	86.33	87.63	0.072365	6.39	10.60	35.19	2.35
Reach 1	482	Tr300	44.26	84.78	86.01	86.38	87.72	0.075609	6.62	11.55	35.40	2.41
Reach 1	482	Tr500	50.15	84.78	86.04	86.43	87.86	0.080987	6.94	12.59	35.63	2.51
Reach 1	388	Tr100	32.36	84.22	84.90	84.90	85.08	0.030782	2.67	19.28	52.93	1.42
Reach 1	388	Tr200	39.74	84.22	84.96	84.96	85.16	0.029260	2.76	22.74	56.57	1.40
Reach 1	388	Tr300	44.26	84.22	84.99	84.99	85.20	0.029395	2.85	24.44	57.75	1.42
Reach 1	388	Tr500	50.15	84.22	85.03	85.02	85.25	0.030362	2.98	26.33	59.04	1.45
Reach 1	313	Tr100	32.36	82.11	81.88	81.90	82.21	0.048070		12.75	20.63	0.00

HEC-RAS Plan: SAN ANTONIO River: SanAntonio Reach: Reach 1 (Continued)

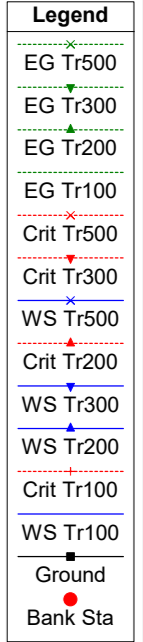
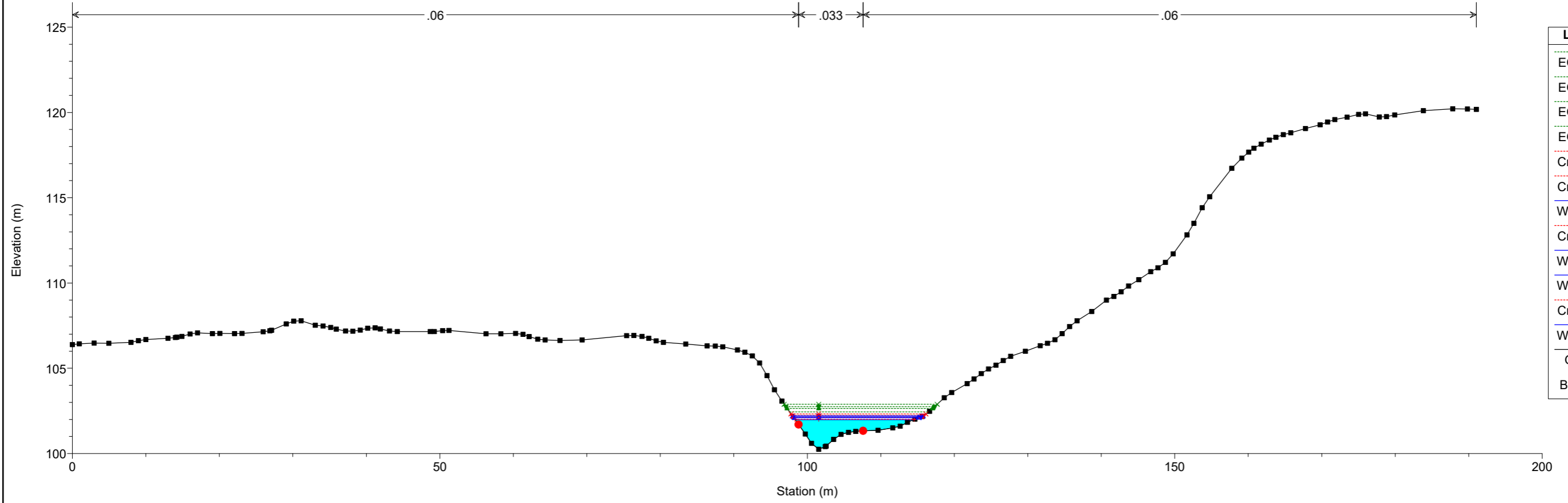
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	313	Tr200	39.74	82.11	81.97	81.99	82.35	0.048590		14.64	21.57	0.00
Reach 1	313	Tr300	44.26	82.11	82.03	82.05	82.43	0.047130		15.95	22.20	0.00
Reach 1	313	Tr500	50.15	82.11	82.17	82.17	82.51	0.043526	0.80	19.29	29.51	1.20
Reach 1	166	Tr100	32.36	79.59	79.99	79.47	80.02	0.003651	0.39	40.46	57.09	0.25
Reach 1	166	Tr200	39.74	79.59	80.08	79.54	80.12	0.003813	0.45	45.52	58.08	0.26
Reach 1	166	Tr300	44.26	79.59	80.13	79.58	80.17	0.003863	0.49	48.58	58.67	0.27
Reach 1	166	Tr500	50.15	79.59	80.19	79.62	80.24	0.003966	0.53	52.21	59.35	0.28
Reach 1	112	Tr100	32.36	79.36	79.63		79.71	0.012377	1.08	26.62	51.39	0.80
Reach 1	112	Tr200	39.74	79.36	79.72		79.80	0.011316	1.25	31.18	52.48	0.80
Reach 1	112	Tr300	44.26	79.36	79.77		79.86	0.011441	1.36	33.77	58.39	0.82
Reach 1	112	Tr500	50.15	79.36	79.82		79.92	0.011618	1.48	37.35	68.54	0.84
Reach 1	64	Tr100	32.36	78.23	79.26	79.00	79.32	0.005622	1.61	35.59	65.81	0.64
Reach 1	64	Tr200	39.74	78.23	79.35		79.41	0.006036	1.74	41.69	73.44	0.67
Reach 1	64	Tr300	44.26	78.23	79.39		79.46	0.006075	1.77	44.95	75.49	0.67
Reach 1	64	Tr500	50.15	78.23	79.44		79.51	0.006152	1.81	48.80	77.22	0.68
Reach 1	22	Tr100	32.36	78.24	78.83	78.71	78.92	0.018022	1.98	24.85	58.68	1.06
Reach 1	22	Tr200	39.74	78.24	78.89	78.76	78.99	0.018024	2.09	28.52	60.85	1.07
Reach 1	22	Tr300	44.26	78.24	78.93	78.79	79.04	0.018002	2.17	30.95	63.51	1.08
Reach 1	22	Tr500	50.15	78.24	78.97	78.83	79.09	0.018028	2.24	33.59	64.72	1.09





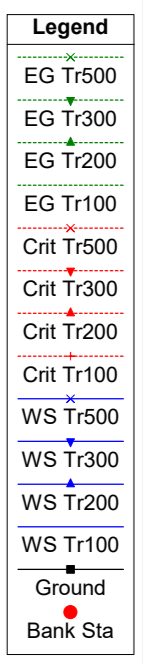
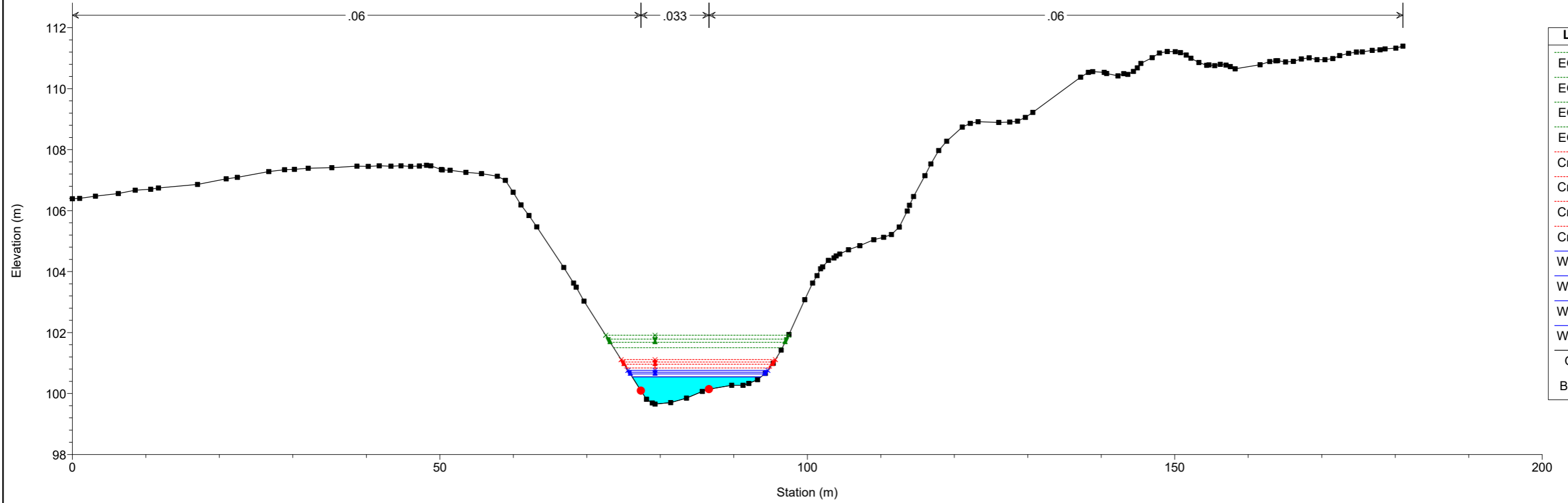
UP62 Plan: SAN\_ANTONIO 12/19/2021

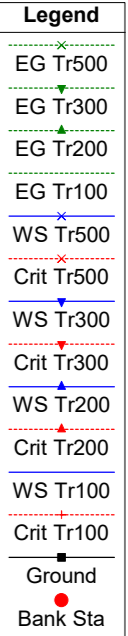
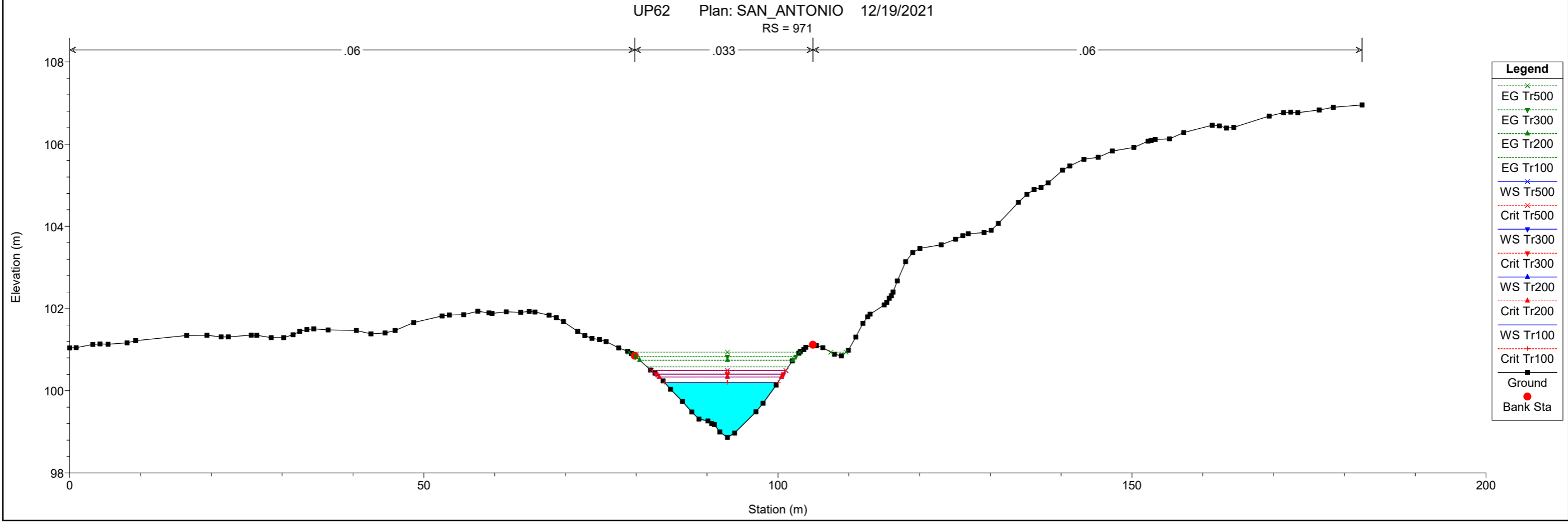
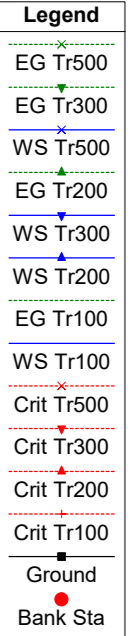
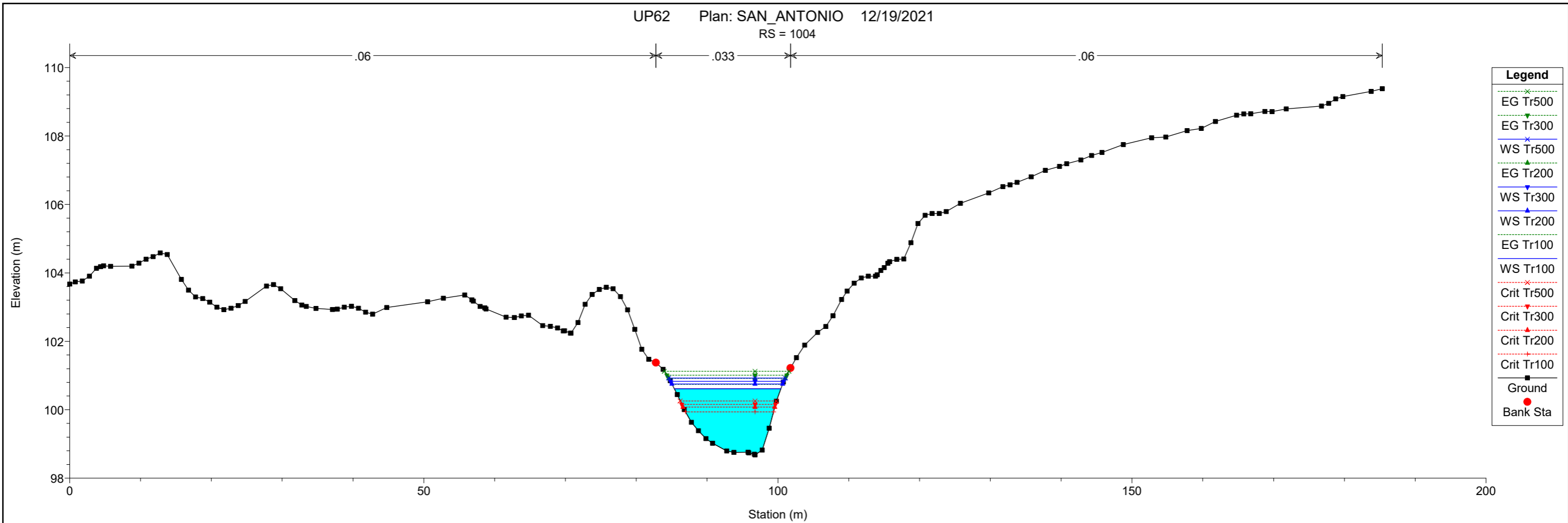
RS = 1127



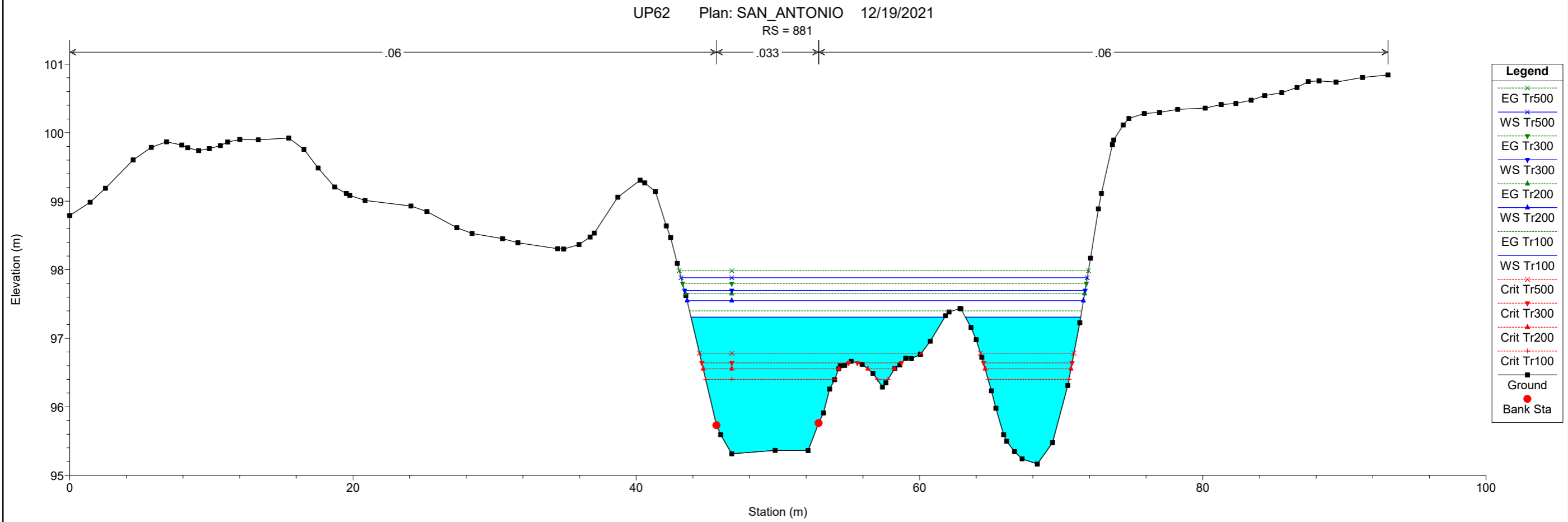
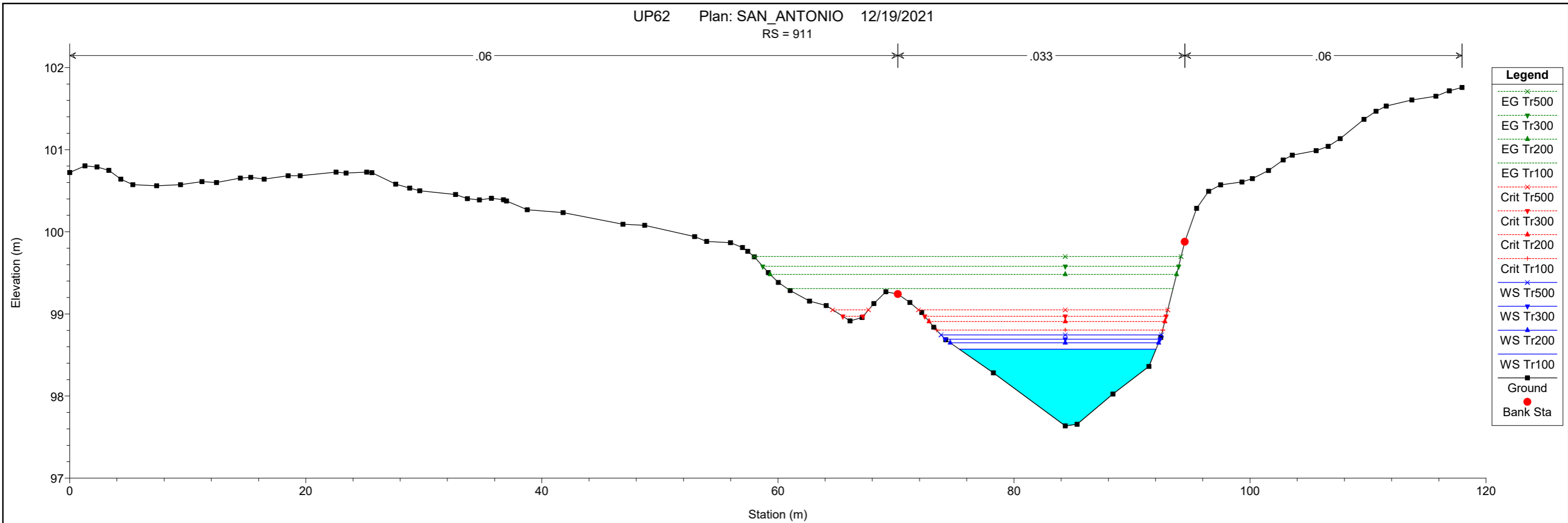
UP62 Plan: SAN\_ANTONIO 12/19/2021

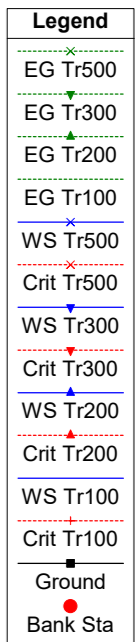
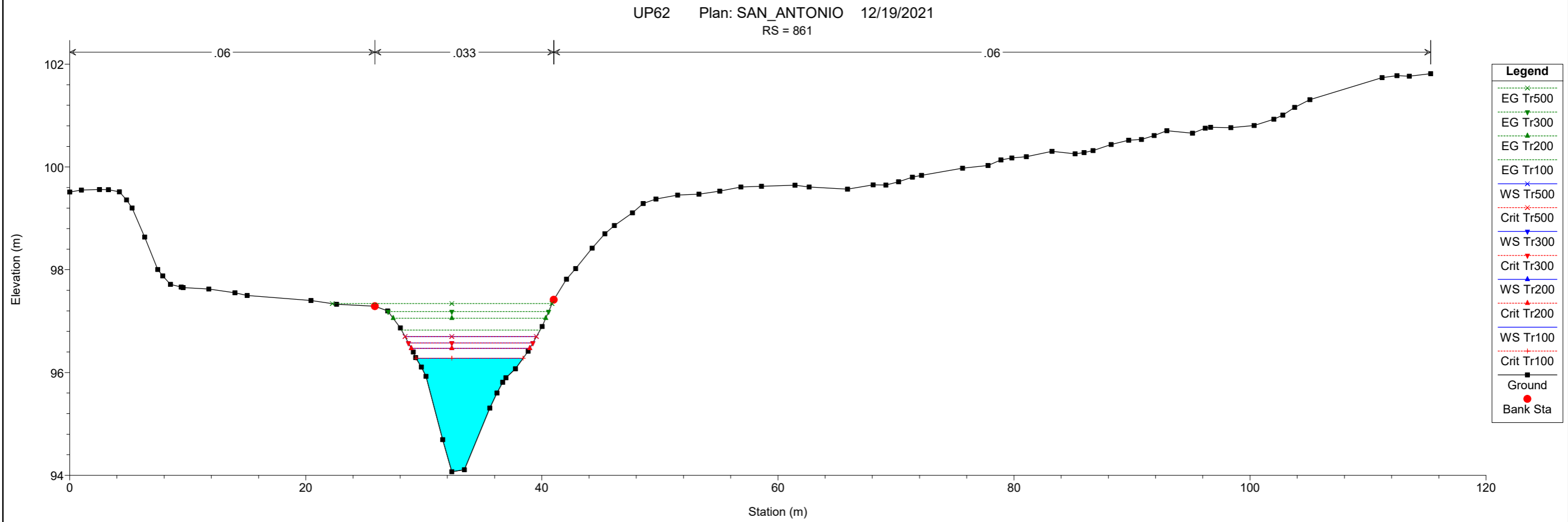
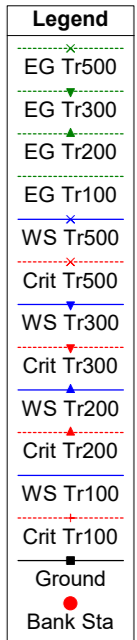
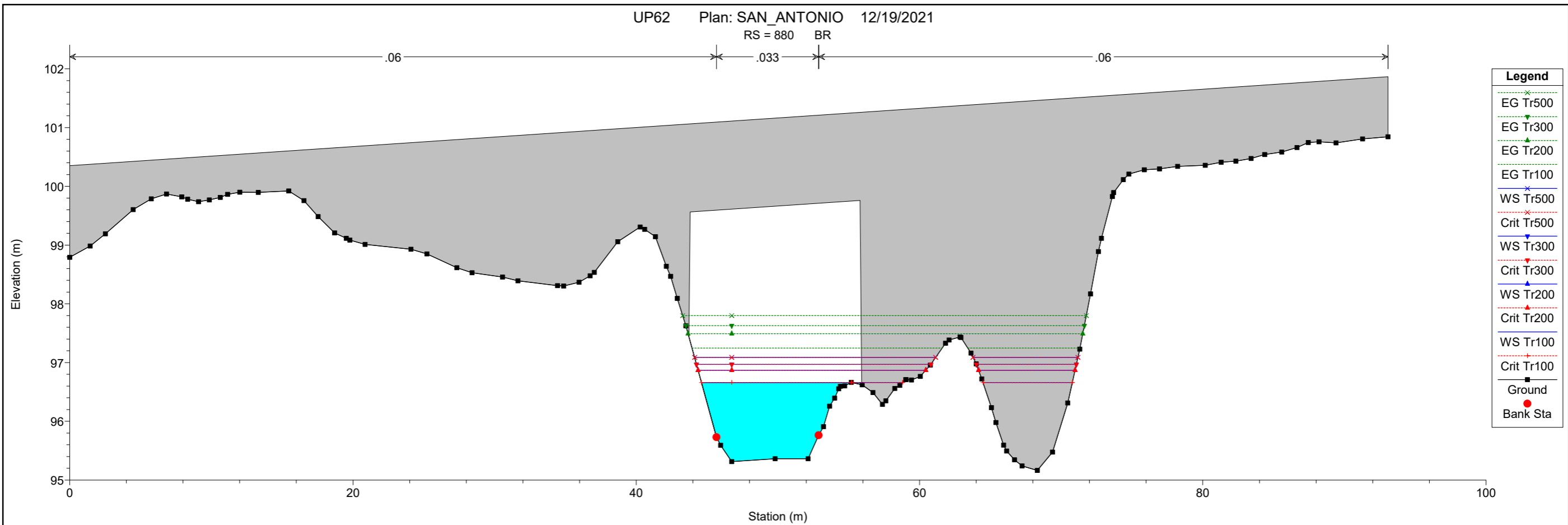
RS = 1078

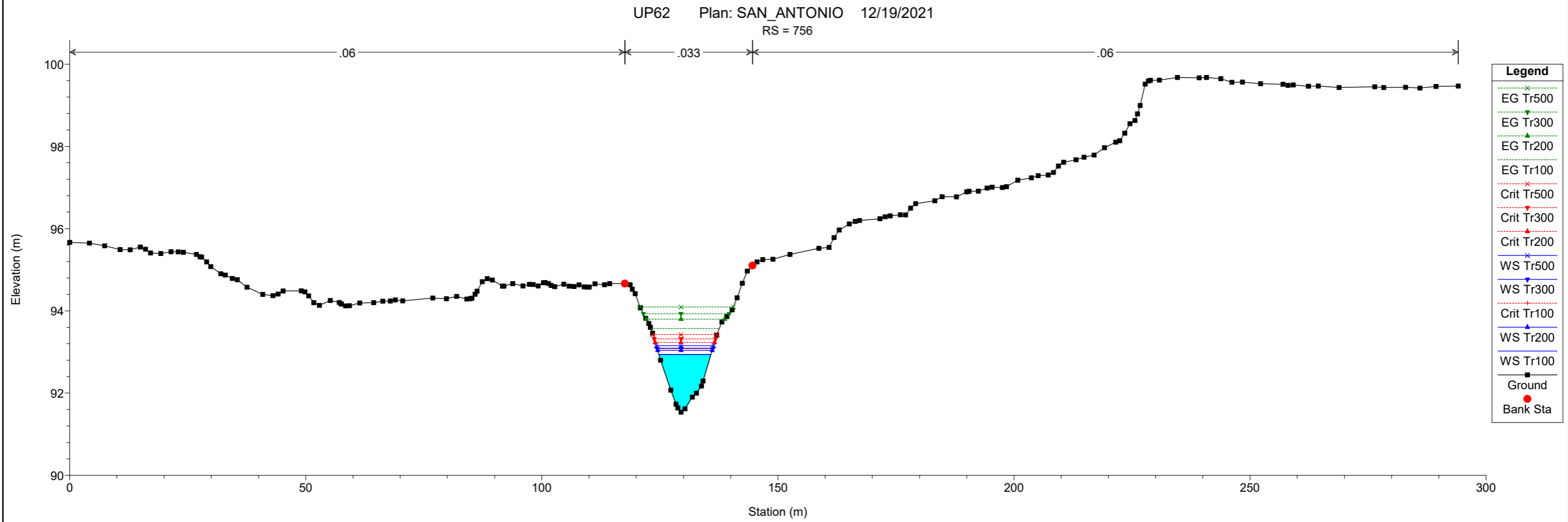
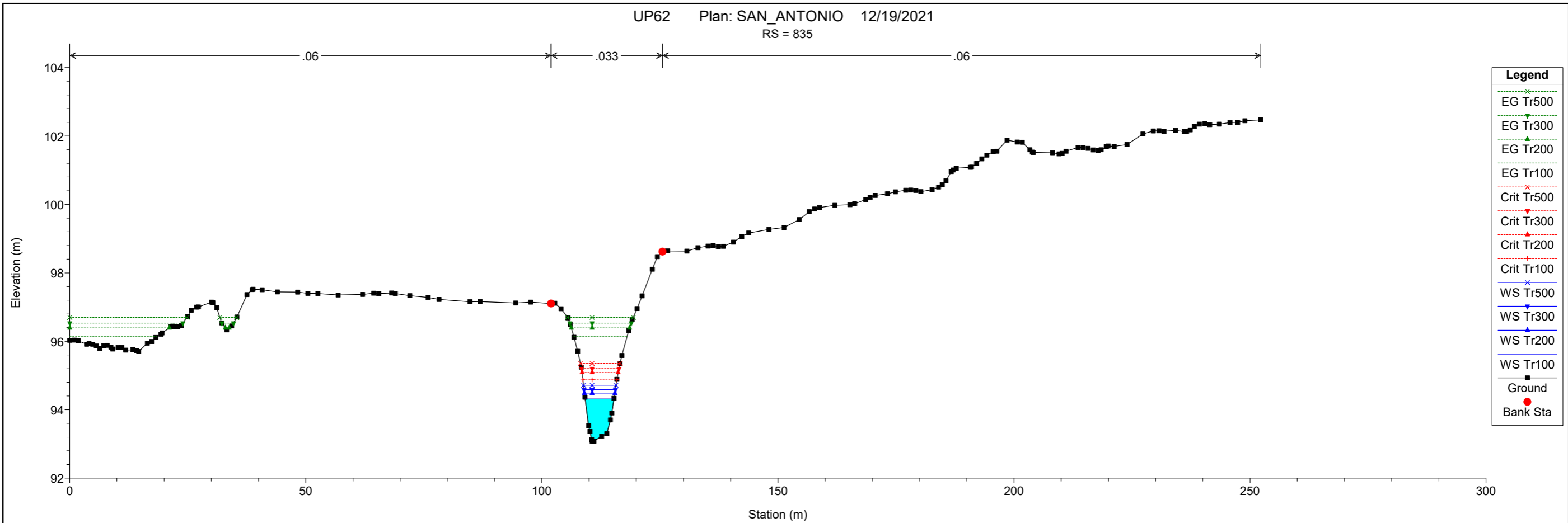




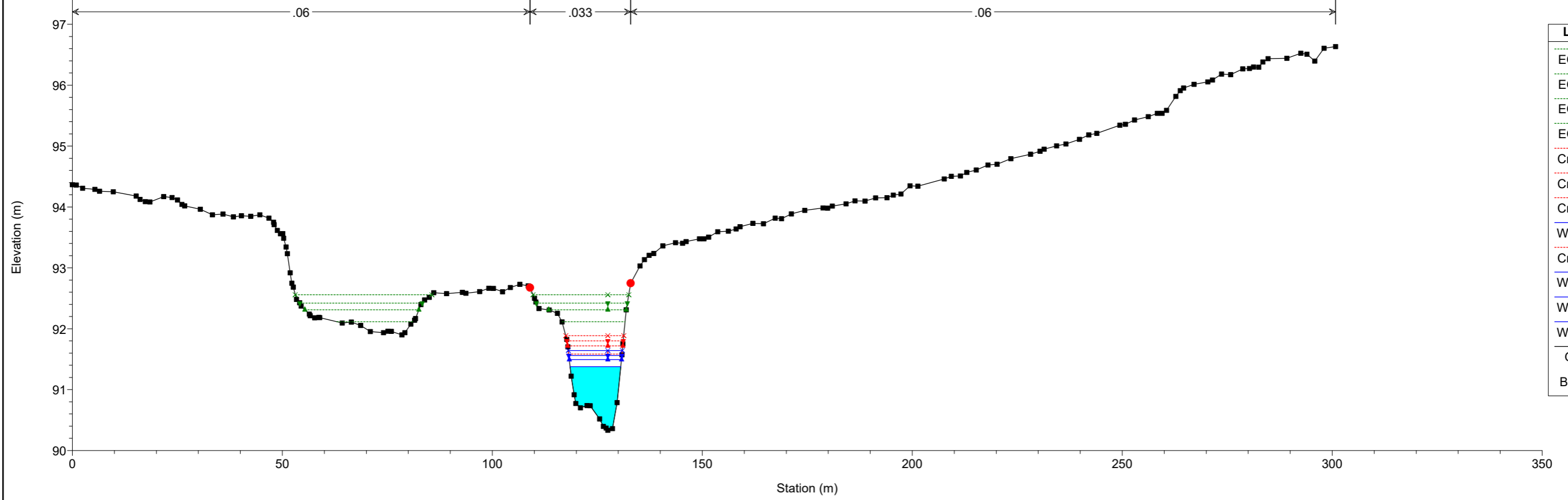




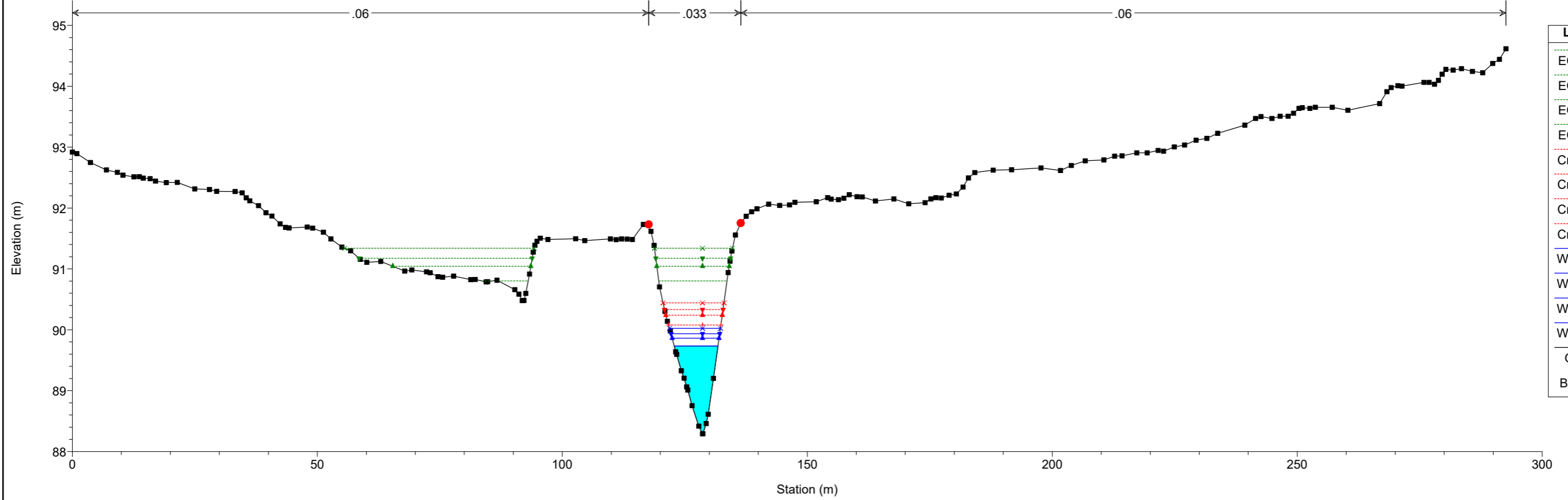


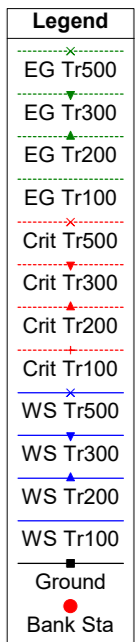
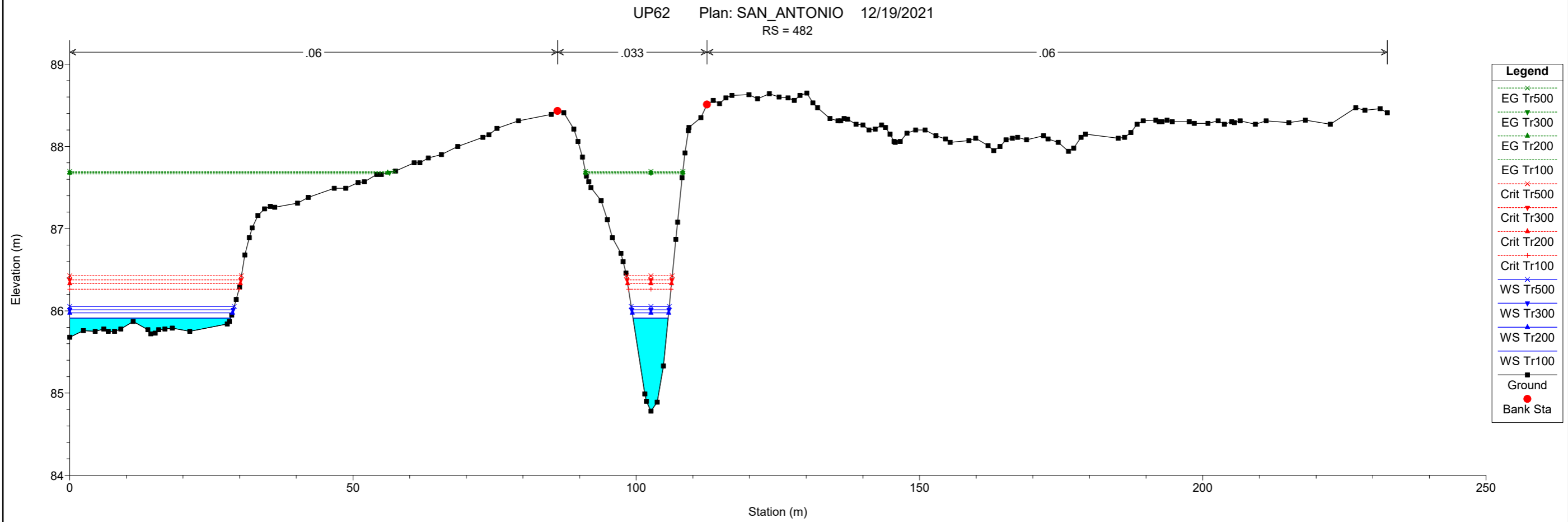
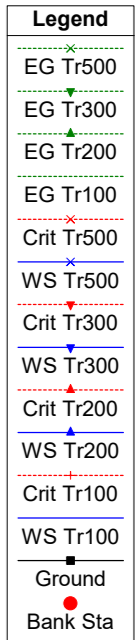
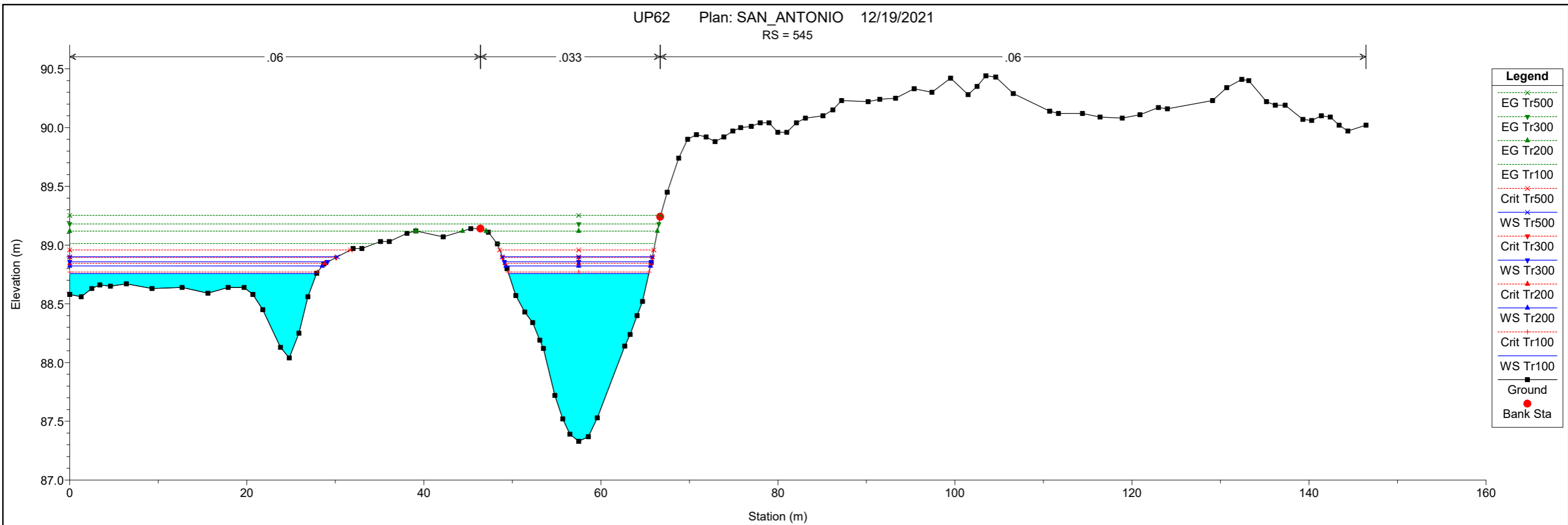


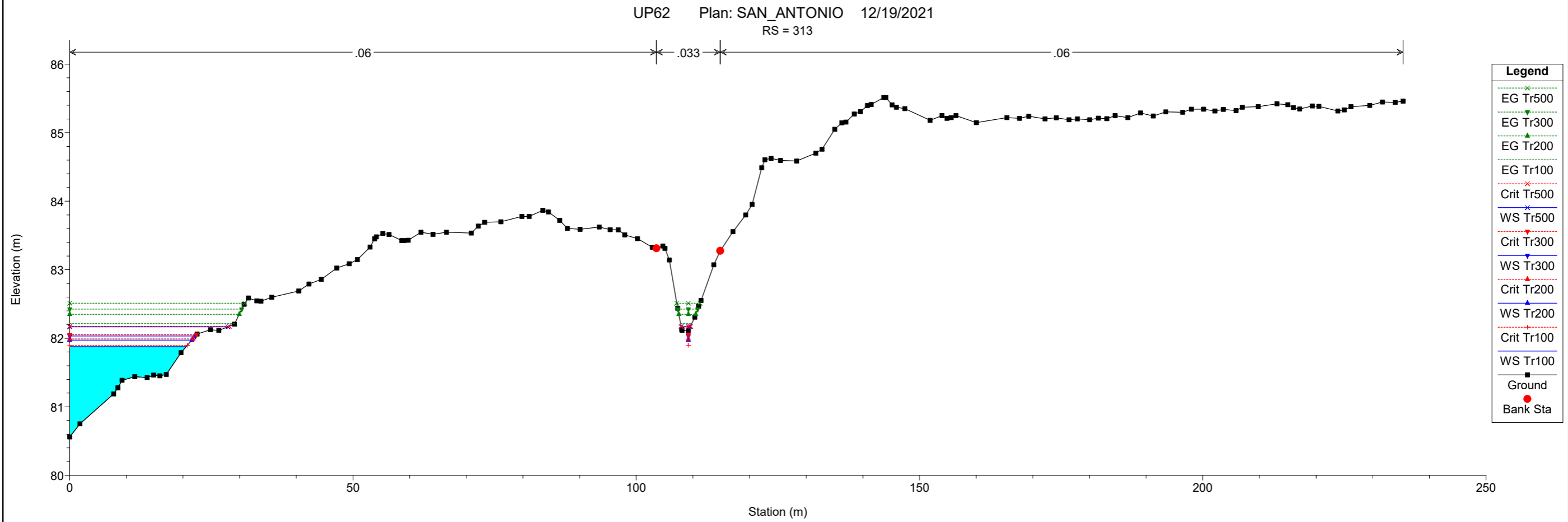
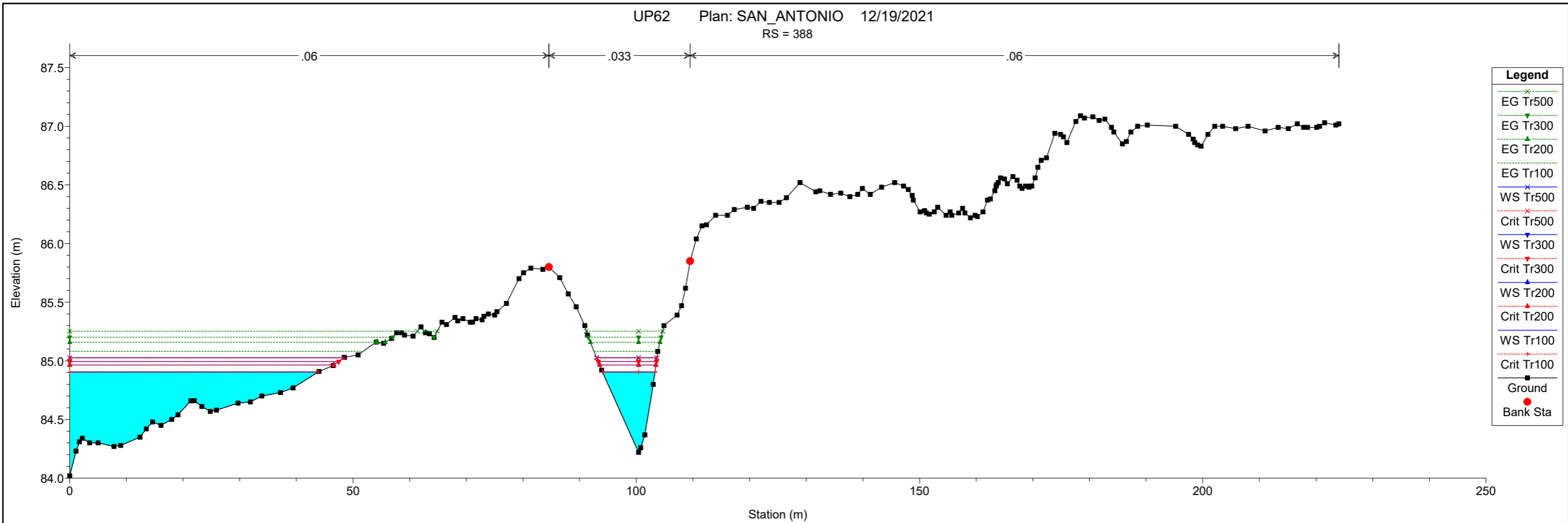
UP62 Plan: SAN\_ANTONIO 12/19/2021  
RS = 691

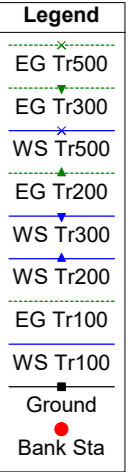
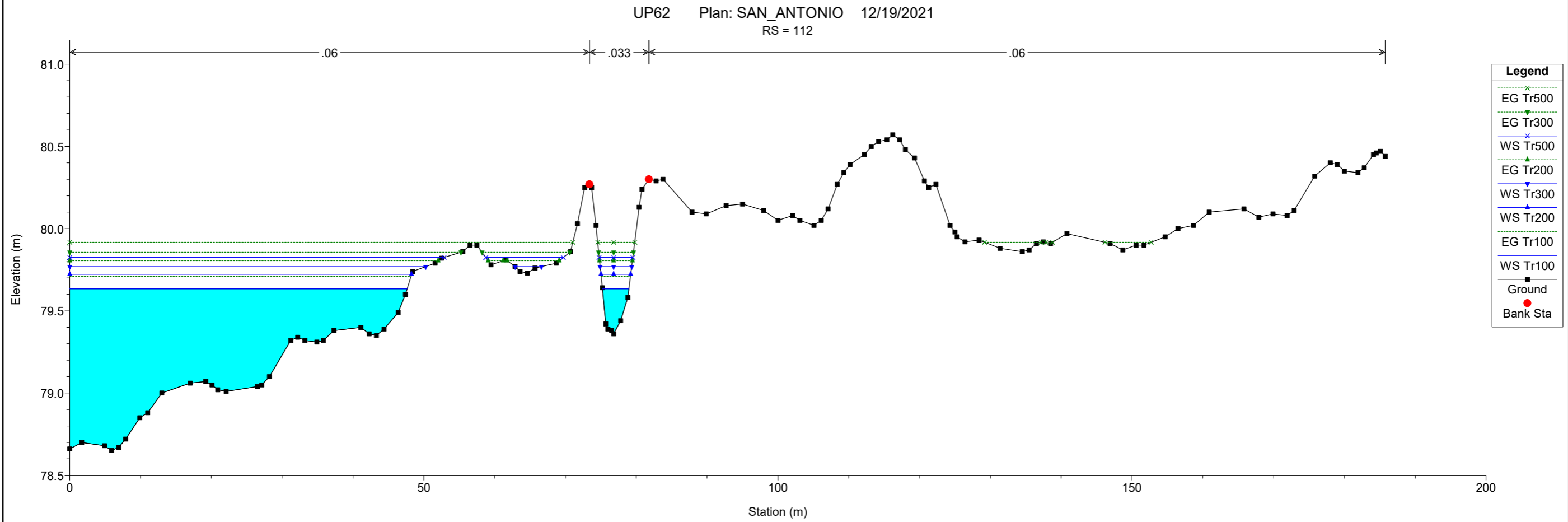
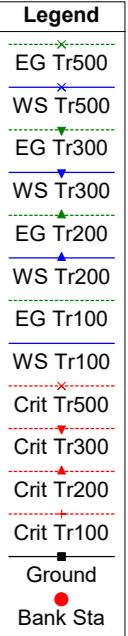
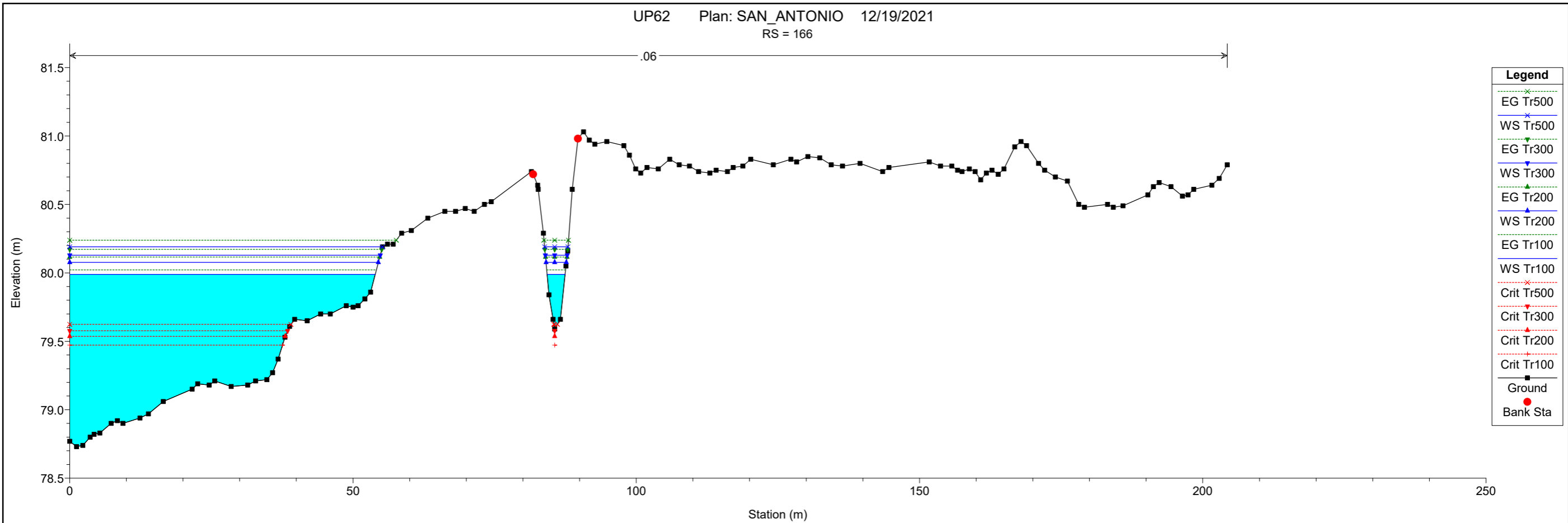


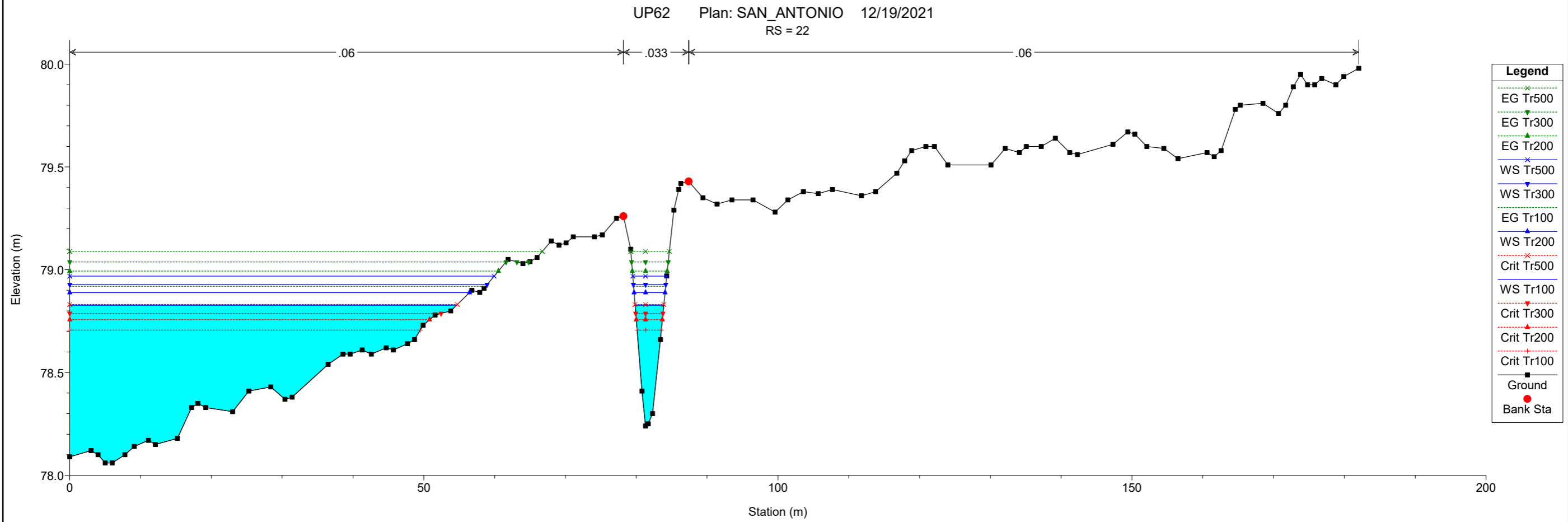
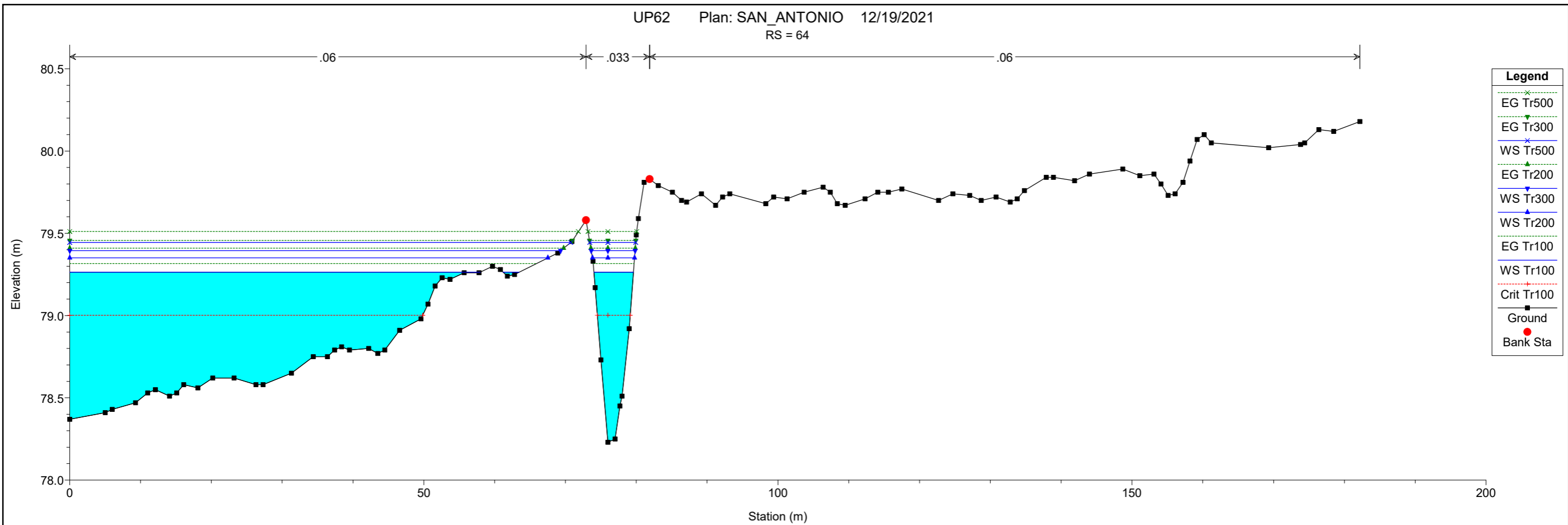
UP62 Plan: SAN\_ANTONIO 12/19/2021  
RS = 648











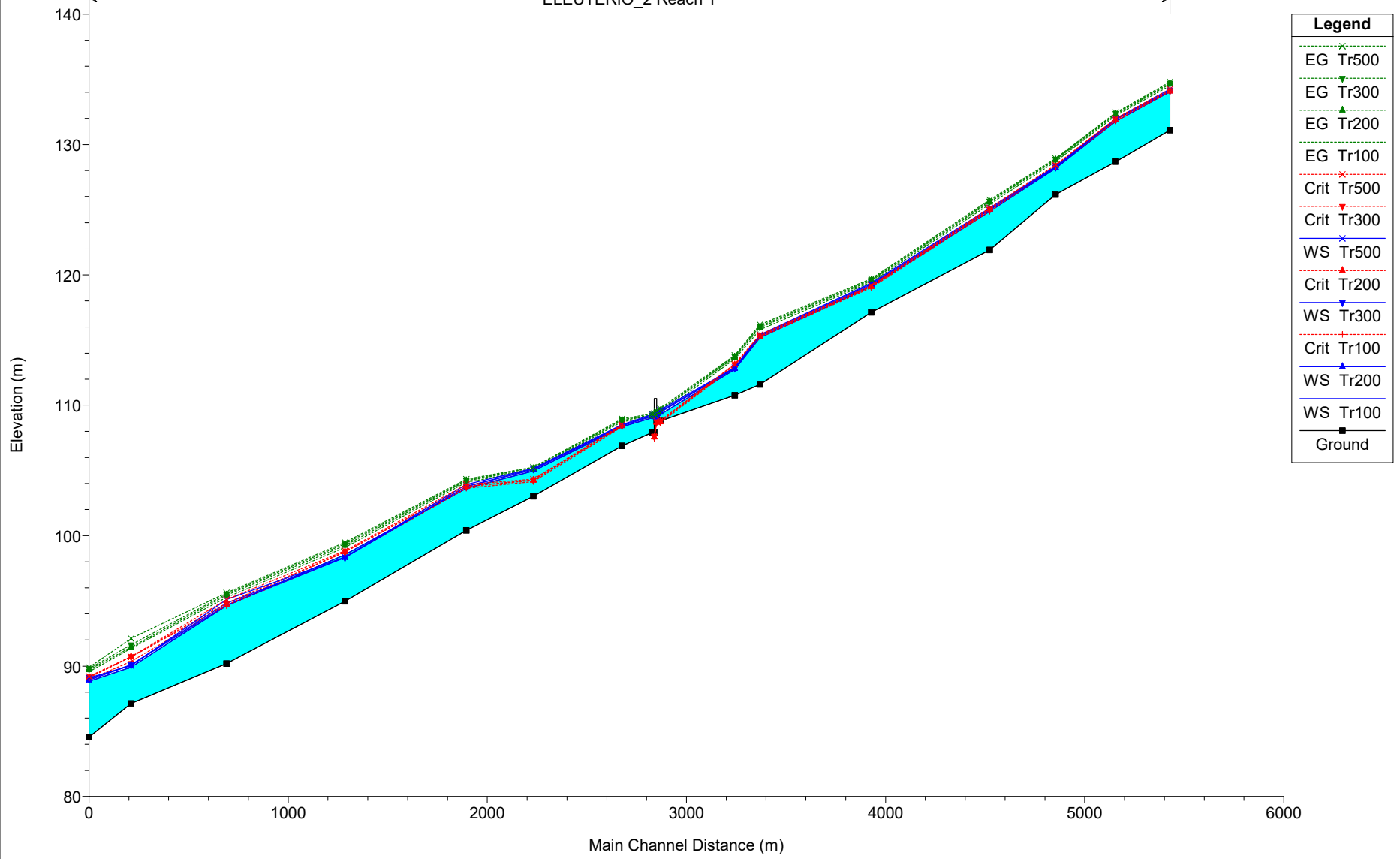


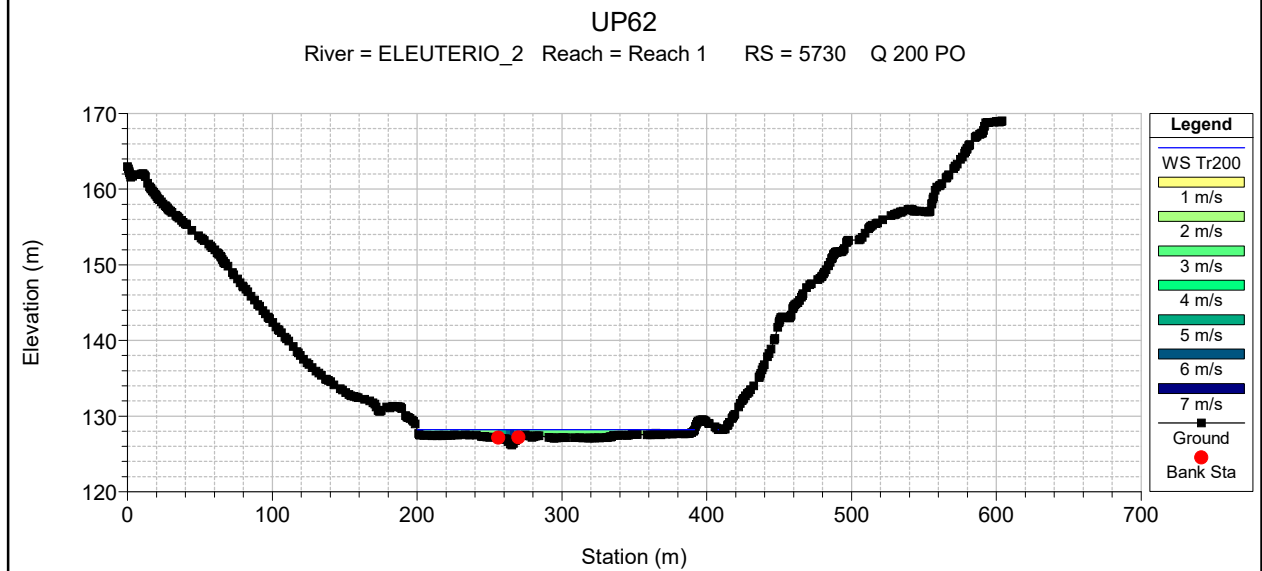
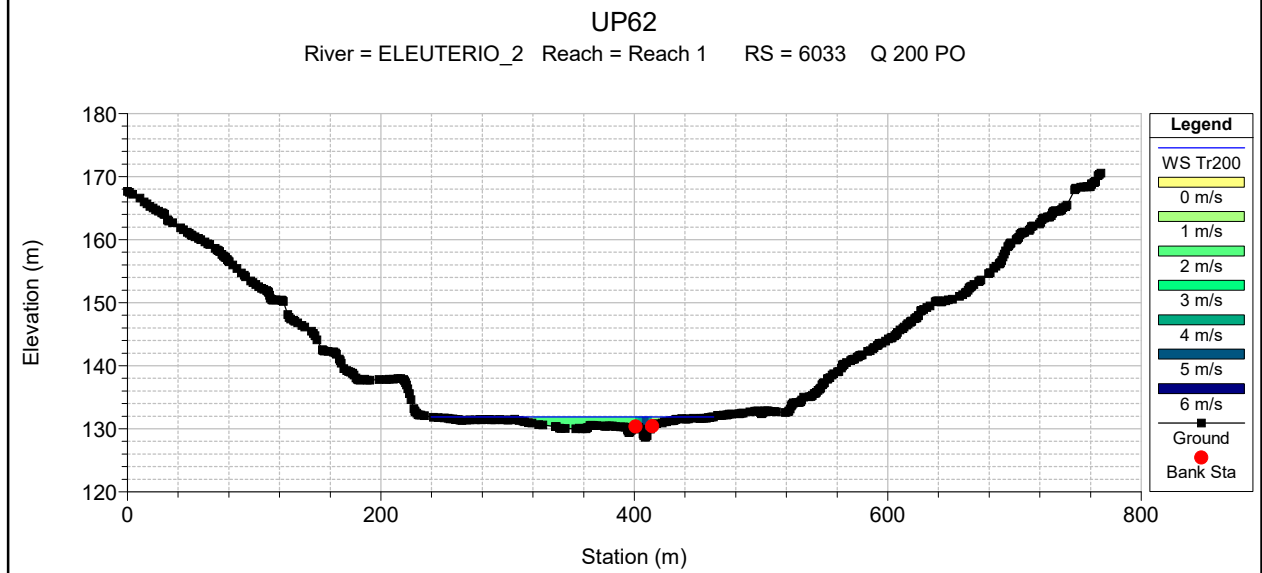
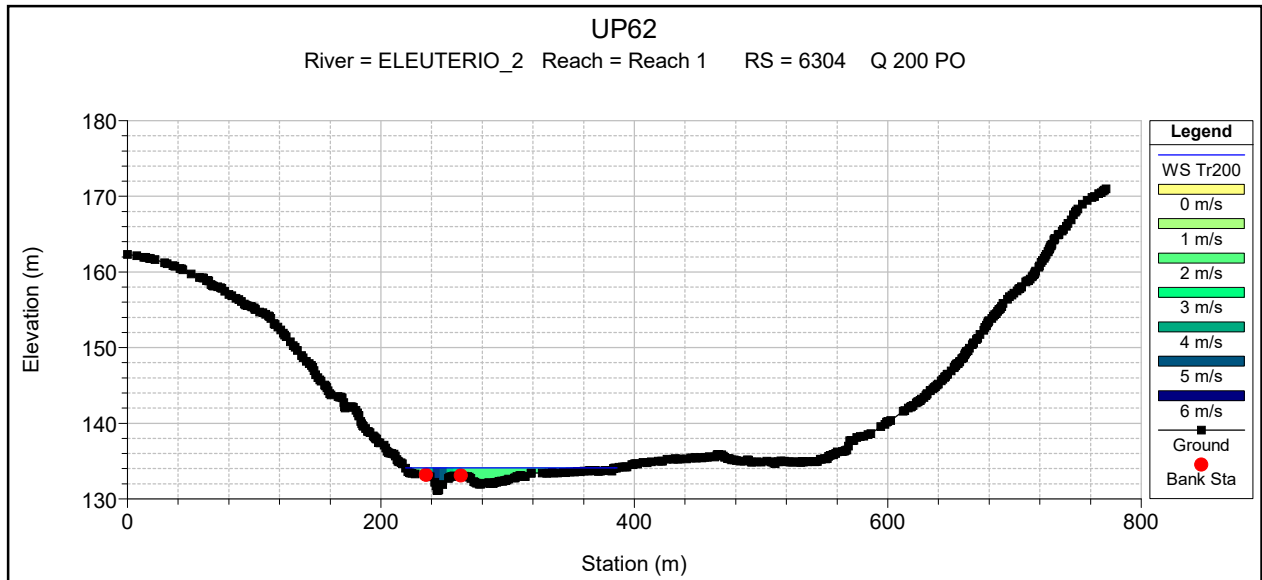
HEC-RAS Plan: Eleuterio & Rigano River: ELEUTERIO\_2 Reach: Reach 1

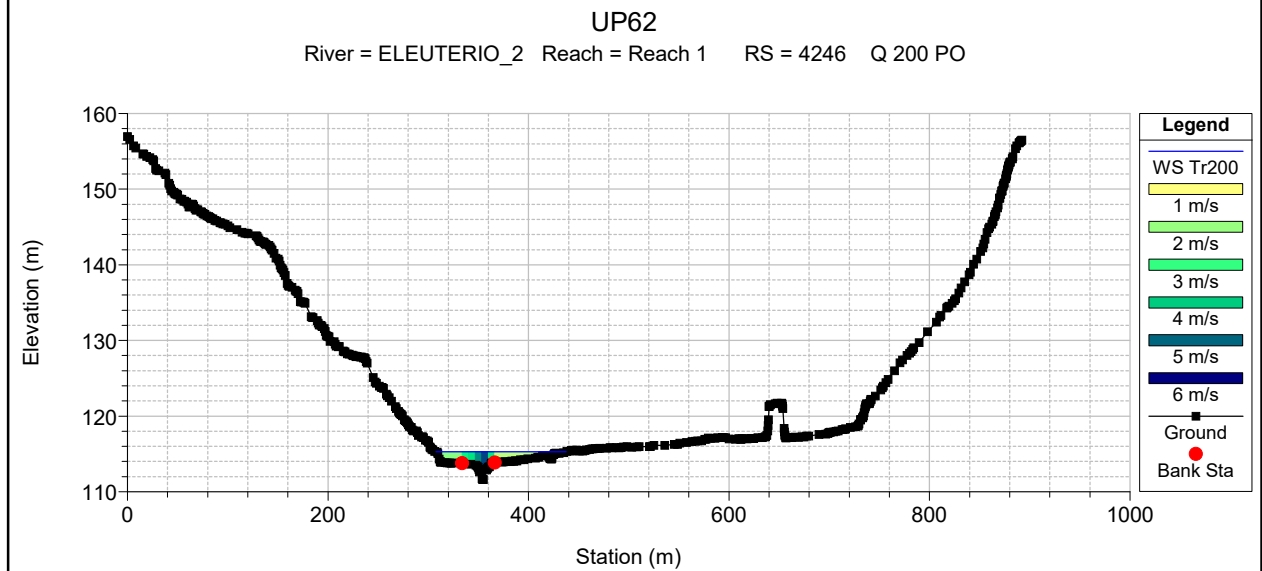
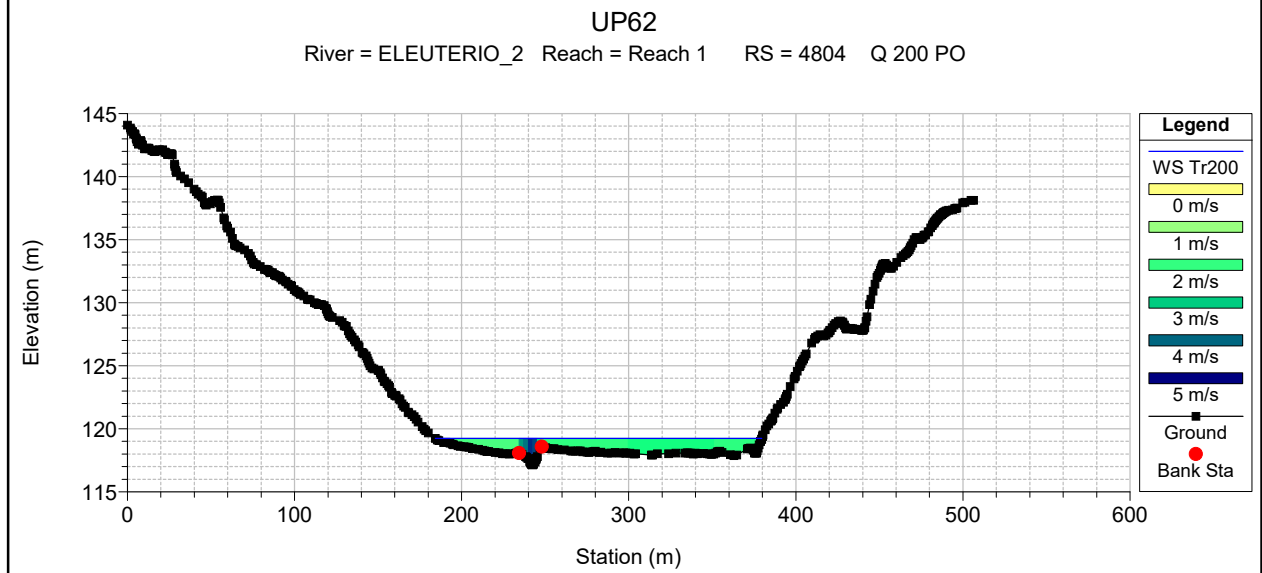
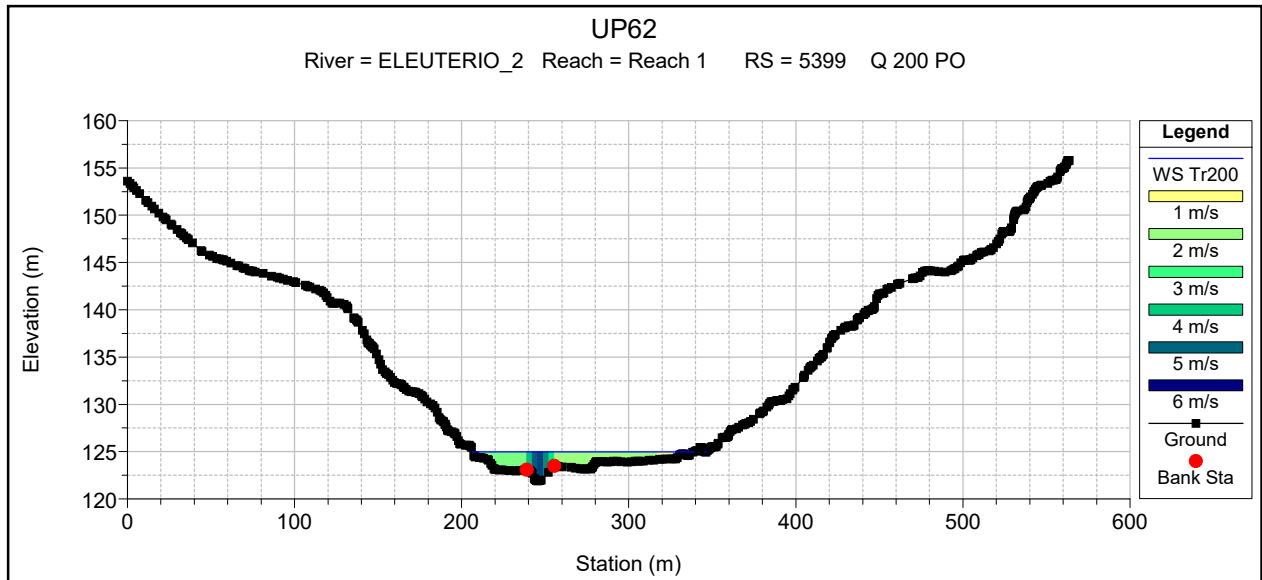
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	6304	Tr100	409.22	131.09	134.05	134.05	134.51	0.010207	4.05	167.11	164.47	1.04
Reach 1	6304	Tr200	465.65	131.09	134.10	134.08	134.64	0.011441	4.38	175.94	166.93	1.11
Reach 1	6304	Tr300	498.93	131.09	134.16	134.14	134.71	0.011365	4.46	184.76	168.02	1.11
Reach 1	6304	Tr500	541.13	131.09	134.24	134.24	134.80	0.010875	4.52	199.44	174.86	1.09
Reach 1	6033	Tr100	409.22	128.69	131.77	131.80	132.22	0.008661	4.56	192.87	213.53	1.00
Reach 1	6033	Tr200	465.65	128.69	131.90	131.90	132.32	0.007859	4.52	221.18	223.06	0.96
Reach 1	6033	Tr300	498.93	128.69	131.95	131.95	132.38	0.007990	4.62	231.29	224.98	0.97
Reach 1	6033	Tr500	541.13	128.69	131.99	132.00	132.45	0.008510	4.82	239.85	226.60	1.00
Reach 1	5730	Tr100	409.22	126.16	128.17	128.27	128.68	0.018349	5.05	156.08	191.44	1.37
Reach 1	5730	Tr200	465.65	126.16	128.20	128.34	128.81	0.020868	5.48	162.67	191.63	1.47
Reach 1	5730	Tr300	498.93	126.16	128.25	128.38	128.86	0.020378	5.53	171.31	194.36	1.46
Reach 1	5730	Tr500	541.13	126.16	128.32	128.42	128.92	0.018765	5.47	185.36	197.42	1.41
Reach 1	5399	Tr100	409.22	121.91	124.87	124.87	125.43	0.007743	4.57	162.85	131.02	0.96
Reach 1	5399	Tr200	465.65	121.91	124.99	124.99	125.57	0.007737	4.73	178.42	133.35	0.97
Reach 1	5399	Tr300	498.93	121.91	125.04	125.04	125.65	0.007984	4.87	185.31	134.75	0.99
Reach 1	5399	Tr500	541.13	121.91	125.12	125.12	125.75	0.007978	4.97	196.46	136.85	1.00
Reach 1	4804	Tr100	409.22	117.12	119.13	119.03	119.44	0.011272	3.91	184.62	194.07	1.07
Reach 1	4804	Tr200	465.65	117.12	119.23	119.10	119.56	0.010491	3.96	205.00	195.50	1.04
Reach 1	4804	Tr300	498.93	117.12	119.29	119.14	119.62	0.010104	3.99	216.71	196.26	1.03
Reach 1	4804	Tr500	541.13	117.12	119.38	119.20	119.71	0.009496	4.00	232.65	197.28	1.01
Reach 1	4246	Tr100	409.22	111.59	115.19	115.19	115.80	0.007866	4.14	148.96	126.27	0.95
Reach 1	4246	Tr200	465.65	111.59	115.29	115.29	115.97	0.008261	4.39	161.74	130.02	0.98
Reach 1	4246	Tr300	498.93	111.59	115.35	115.35	116.07	0.008441	4.52	169.86	134.04	0.99
Reach 1	4246	Tr500	541.13	111.59	115.40	115.40	116.18	0.008861	4.72	177.65	140.87	1.02
Reach 1	4118	Tr100	409.22	110.77	112.74	112.98	113.55	0.046516	5.80	111.05	161.54	1.99
Reach 1	4118	Tr200	465.65	110.77	112.81	113.07	113.67	0.046588	6.02	122.31	164.12	2.01
Reach 1	4118	Tr300	498.93	110.77	112.84	113.12	113.75	0.046796	6.13	127.62	164.70	2.03
Reach 1	4118	Tr500	541.13	110.77	112.88	113.17	113.83	0.046701	6.26	134.74	166.41	2.04
Reach 1	3744	Tr100	409.22	108.80	109.30	108.64	109.40	0.003540	0.78	284.23	245.81	0.47
Reach 1	3744	Tr200	465.65	108.80	109.46	108.72	109.56	0.003586	1.00	325.77	267.09	0.50
Reach 1	3744	Tr300	498.93	108.80	109.54	108.76	109.64	0.003369	1.09	348.06	281.89	0.50
Reach 1	3744	Tr500	541.13	108.80	109.64	108.81	109.75	0.003134	1.19	379.02	323.24	0.50
Reach 1	3740		Bridge									
Reach 1	3704	Tr100	409.22	107.90	109.04		109.08	0.000782	0.61	486.86	293.69	0.25
Reach 1	3704	Tr200	465.65	107.90	109.15		109.19	0.000828	0.70	520.36	298.23	0.26
Reach 1	3704	Tr300	498.93	107.90	109.21		109.26	0.000856	0.75	538.74	301.89	0.27
Reach 1	3704	Tr500	541.13	107.90	109.29		109.34	0.000887	0.81	561.90	311.75	0.28
Reach 1	3553	Tr100	409.22	106.89	108.35	108.35	108.73	0.018771	3.86	162.89	215.78	1.30
Reach 1	3553	Tr200	465.65	106.89	108.42	108.42	108.83	0.018680	4.04	177.48	217.99	1.31
Reach 1	3553	Tr300	498.93	106.89	108.47	108.47	108.89	0.018192	4.11	187.18	218.96	1.30
Reach 1	3553	Tr500	541.13	106.89	108.52	108.52	108.96	0.017909	4.21	198.20	219.82	1.30
Reach 1	3108	Tr100	409.22	103.03	104.96	104.15	105.03	0.002459	1.47	348.55	276.30	0.46
Reach 1	3108	Tr200	465.65	103.03	105.05	104.24	105.13	0.002516	1.55	374.31	276.82	0.47
Reach 1	3108	Tr300	498.93	103.03	105.13	104.28	105.21	0.002410	1.56	395.40	277.21	0.47
Reach 1	3108	Tr500	541.13	103.03	105.17	104.32	105.26	0.002614	1.66	405.20	277.33	0.49
Reach 1	2771	Tr100	409.22	100.40	103.64	103.64	104.08	0.006921	4.40	206.41	236.25	0.90
Reach 1	2771	Tr200	465.65	100.40	103.77	103.77	104.20	0.006571	4.44	238.28	268.71	0.89
Reach 1	2771	Tr300	498.93	100.40	103.78	103.78	104.26	0.007326	4.70	241.25	272.27	0.94
Reach 1	2771	Tr500	541.13	100.40	103.92	103.92	104.33	0.006110	4.45	282.16	283.47	0.87
Reach 1	2162	Tr100	409.22	94.96	98.54	98.37	99.10	0.010090	4.59	178.17	208.46	1.02
Reach 1	2162	Tr200	465.65	94.96	98.32	98.75	99.24	0.017986	5.73	137.28	140.29	1.35
Reach 1	2162	Tr300	498.93	94.96	98.32	98.77	99.38	0.020518	6.13	137.62	140.93	1.44
Reach 1	2162	Tr500	541.13	94.96	98.36	98.84	99.49	0.021510	6.36	144.23	157.91	1.48
Reach 1	1567	Tr100	409.22	90.19	94.61	94.61	95.26	0.005206	3.76	143.35	157.63	0.79
Reach 1	1567	Tr200	465.65	90.19	94.67	94.67	95.43	0.005971	4.10	153.93	178.06	0.85
Reach 1	1567	Tr300	498.93	90.19	94.82	94.82	95.52	0.005296	4.02	184.49	244.52	0.81
Reach 1	1567	Tr500	541.13	90.19	95.09	95.09	95.61	0.003658	3.58	253.21	253.10	0.68
Reach 1	1087	Tr100	409.22	87.14	89.92	90.35	91.36	0.014208	5.65	98.87	108.92	1.28
Reach 1	1087	Tr200	465.65	87.14	90.09	90.72	91.44	0.012528	5.61	119.09	131.62	1.22
Reach 1	1087	Tr300	498.93	87.14	90.10	90.72	91.63	0.014073	5.96	120.39	132.53	1.30
Reach 1	1087	Tr500	541.13	87.14	90.02	90.72	92.11	0.019782	6.89	110.30	121.39	1.53
Reach 1	876	Tr100	409.22	84.56	88.83	88.95	89.56	0.005311	4.68	167.01	140.77	0.83
Reach 1	876	Tr200	465.65	84.56	88.93	89.11	89.72	0.005699	4.94	180.96	142.89	0.87
Reach 1	876	Tr300	498.93	84.56	89.02	89.17	89.80	0.005554	4.97	194.51	147.79	0.86
Reach 1	876	Tr500	541.13	84.56	89.11	89.21	89.90	0.005590	5.07	207.31	149.50	0.87

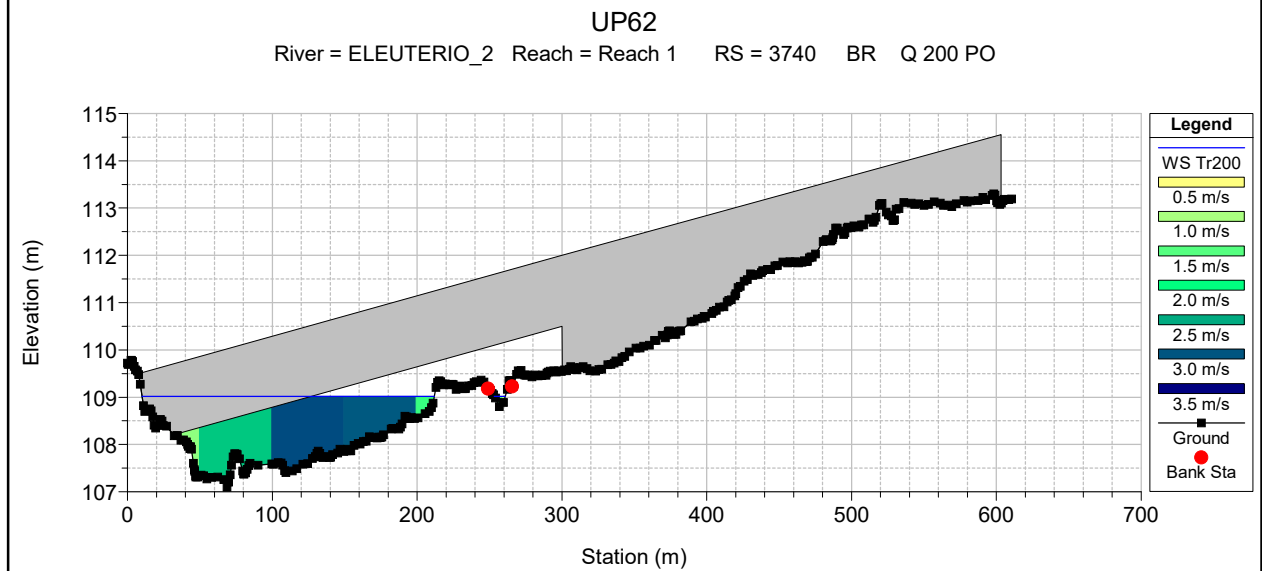
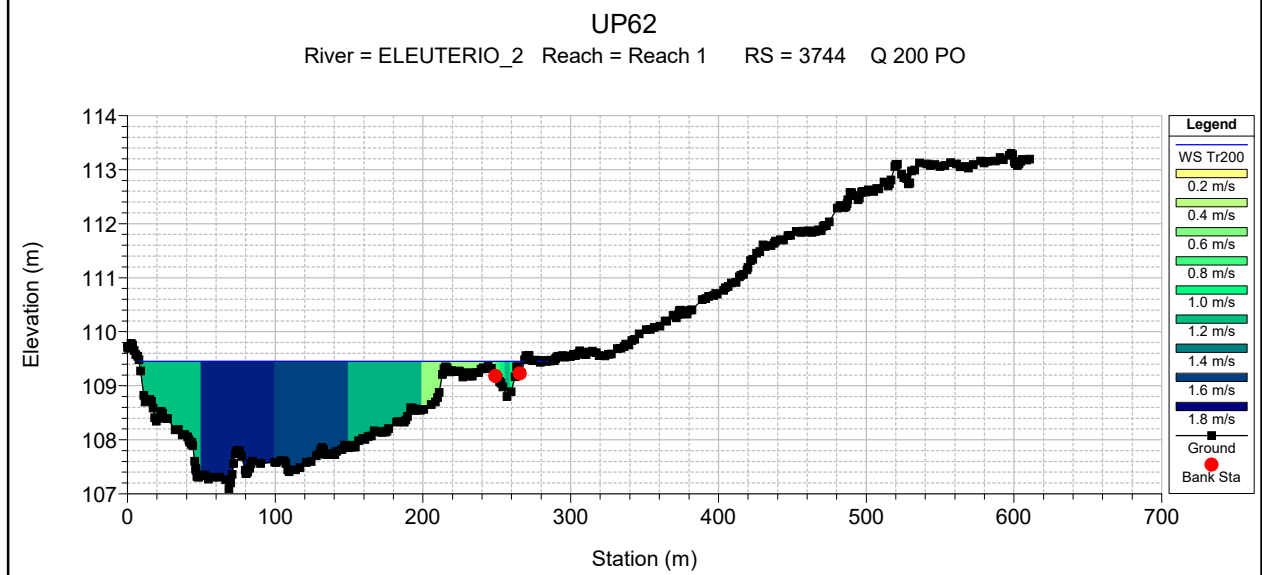
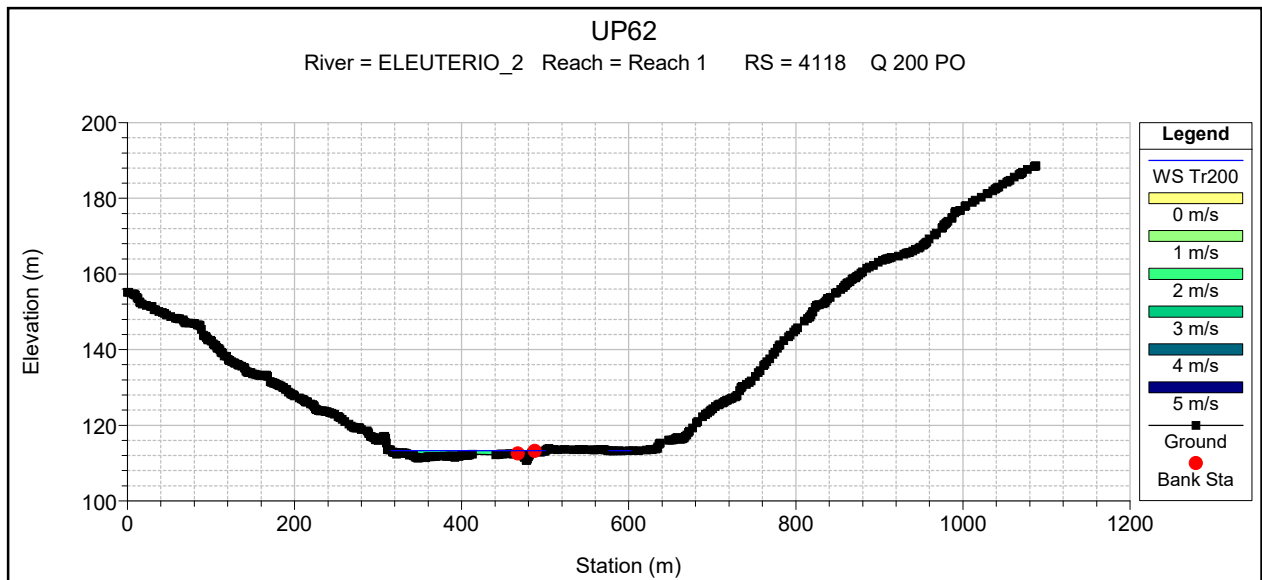
UP62\_19\_08\_2022 Plan: ELEUTERIO\_RIGANO 2/4/2023

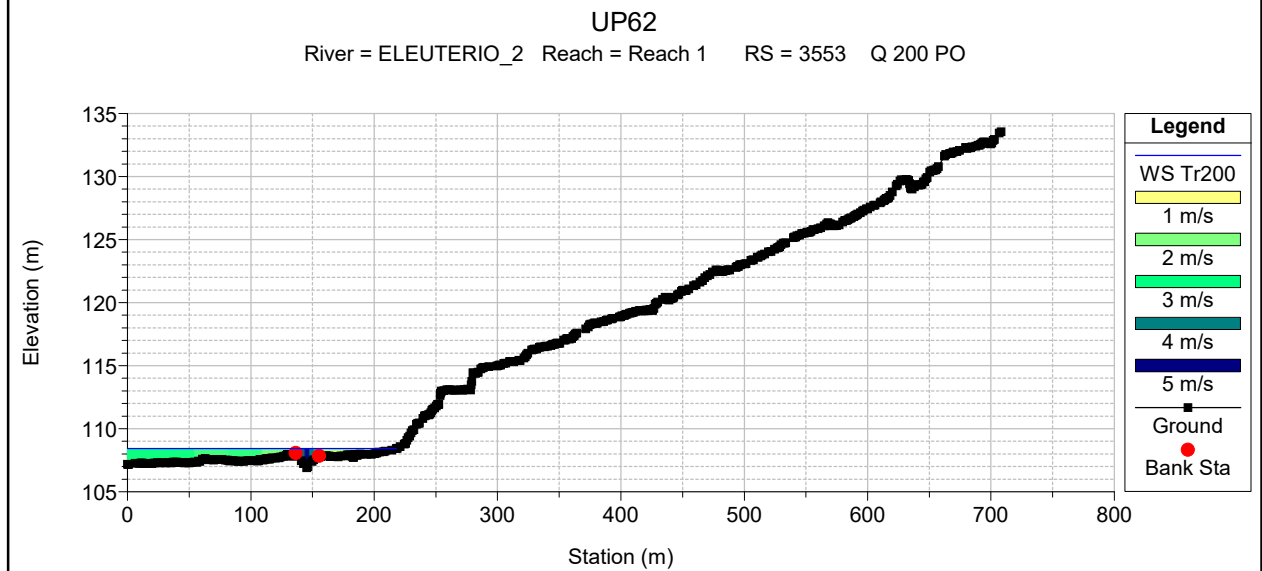
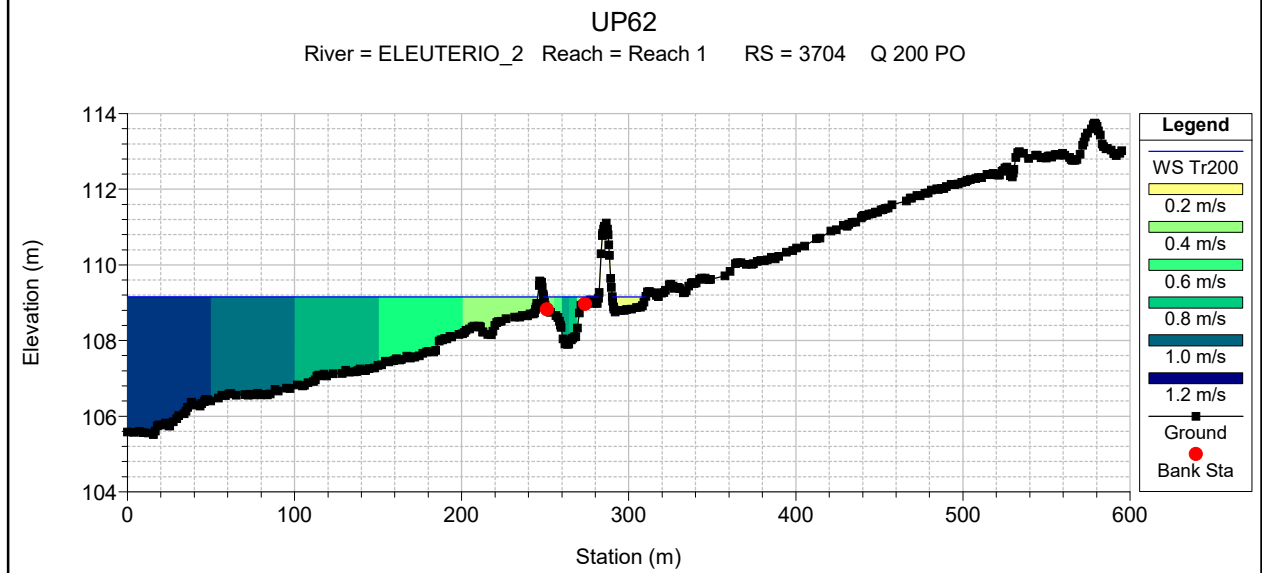
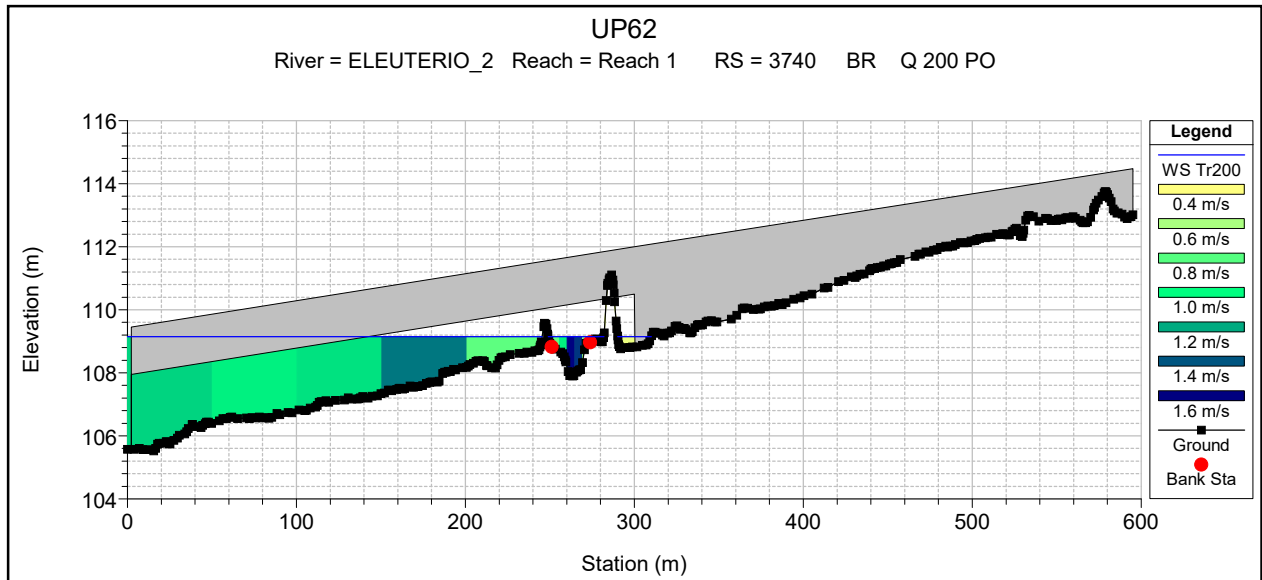
ELEUTERIO\_2 Reach 1

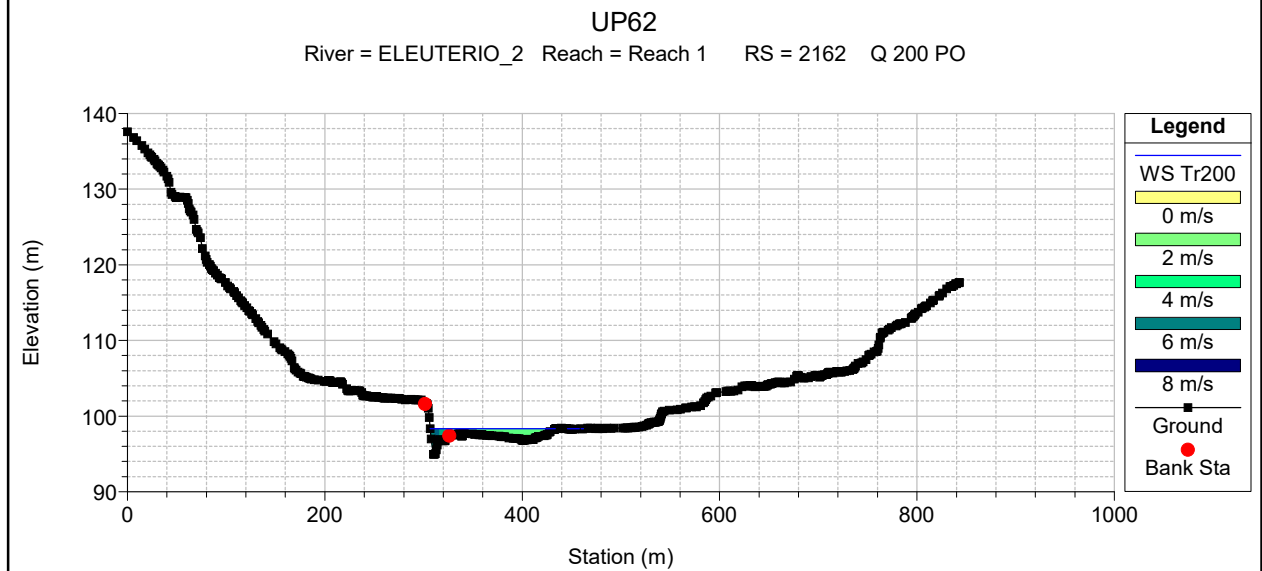
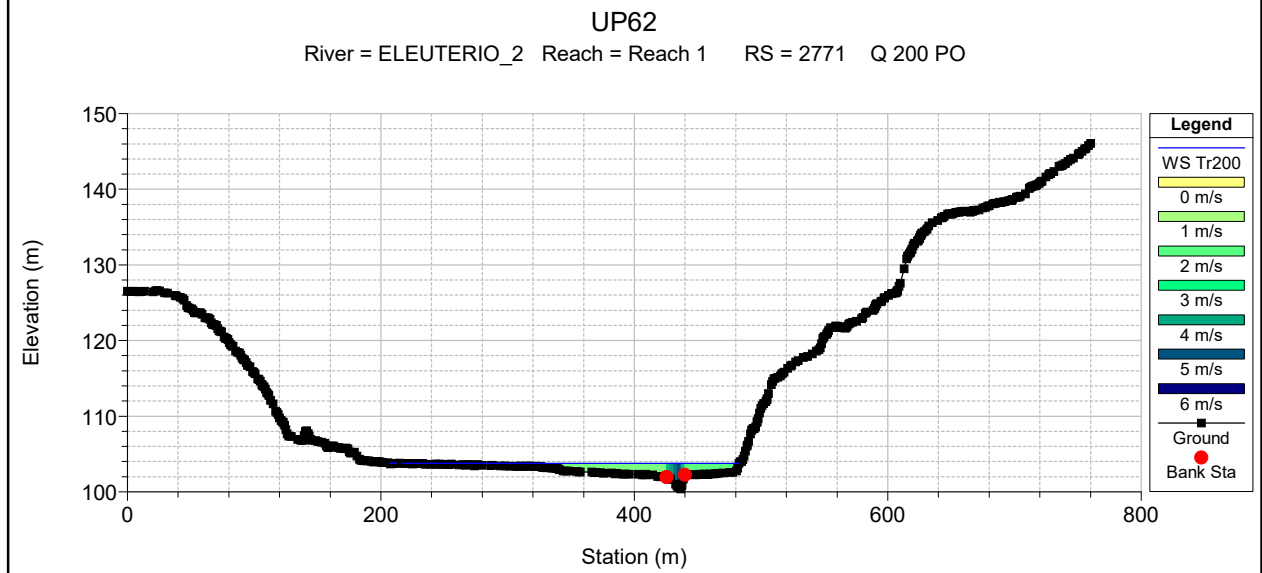
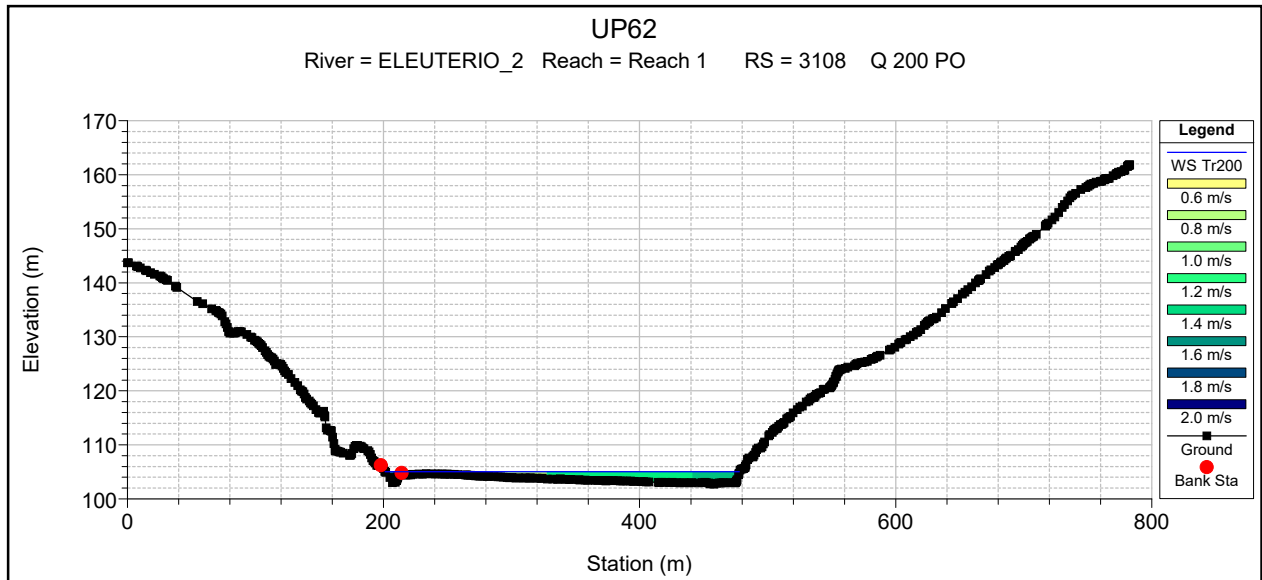


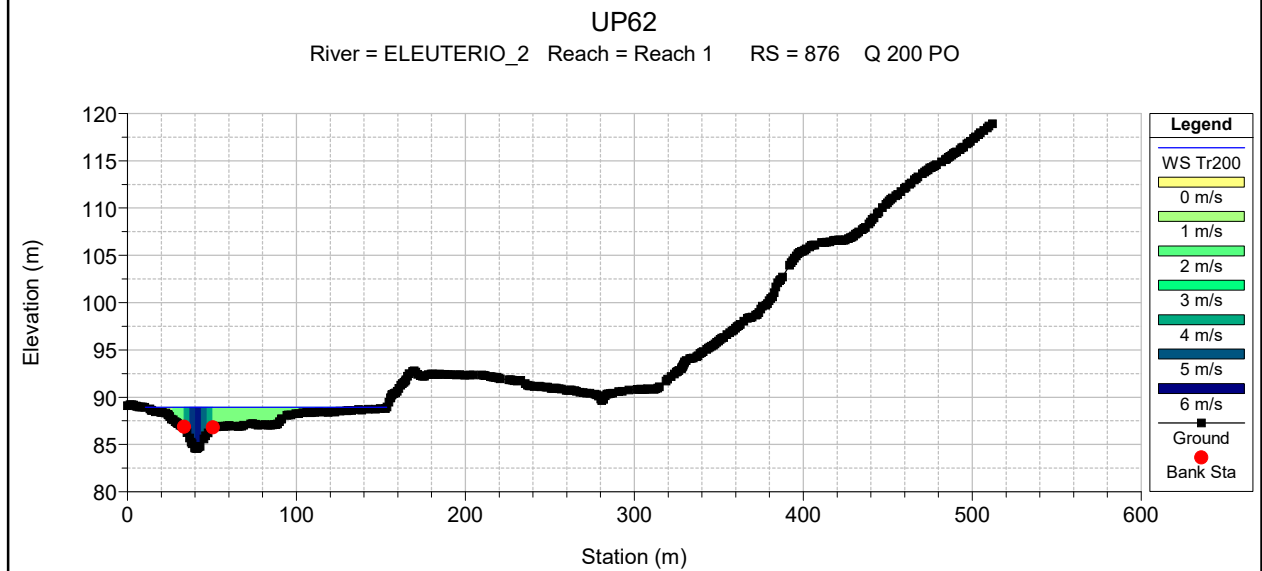
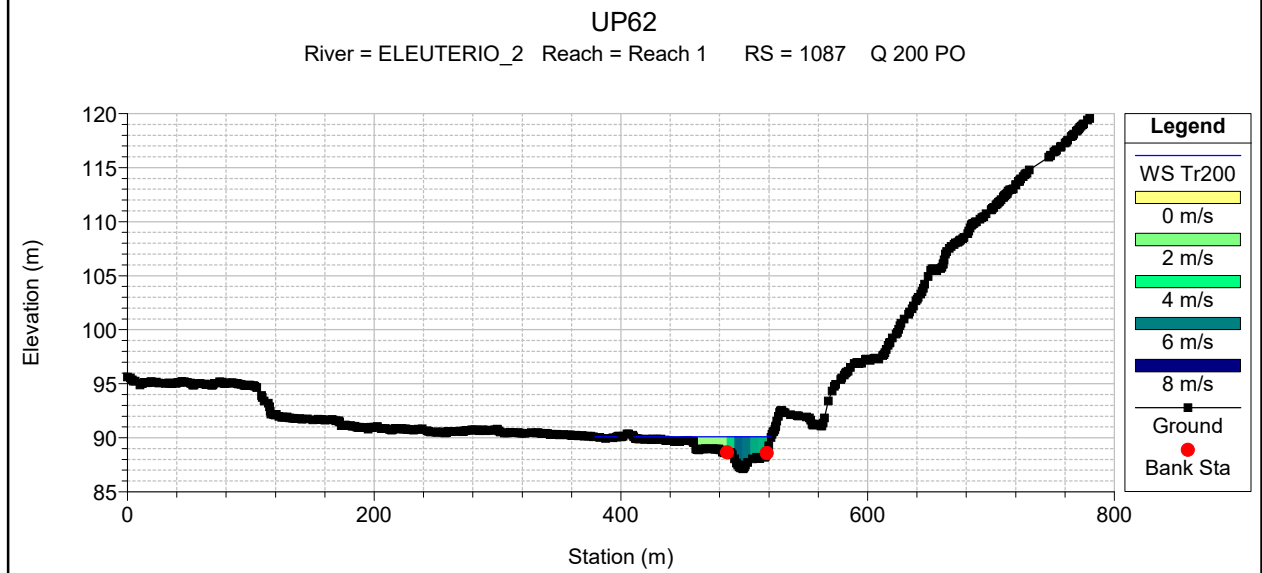
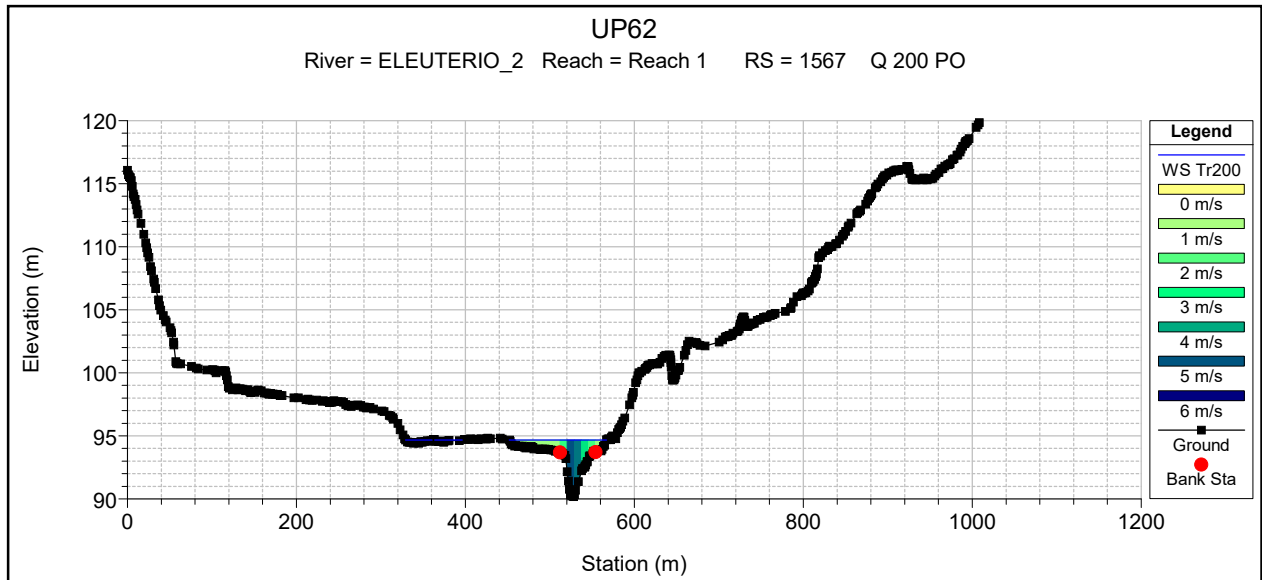




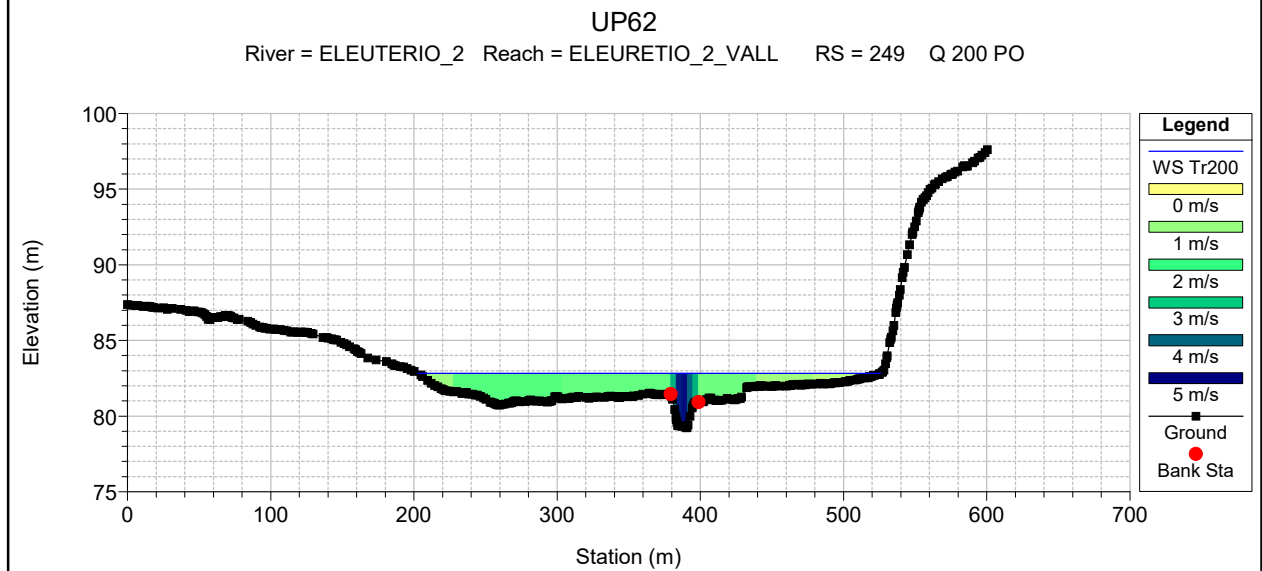
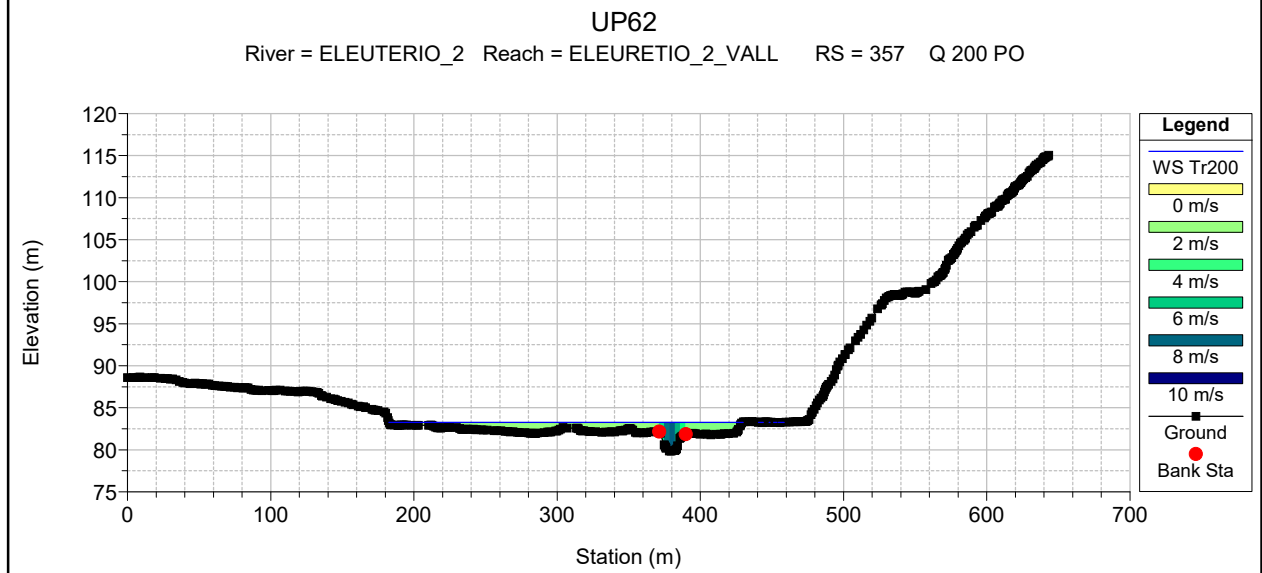
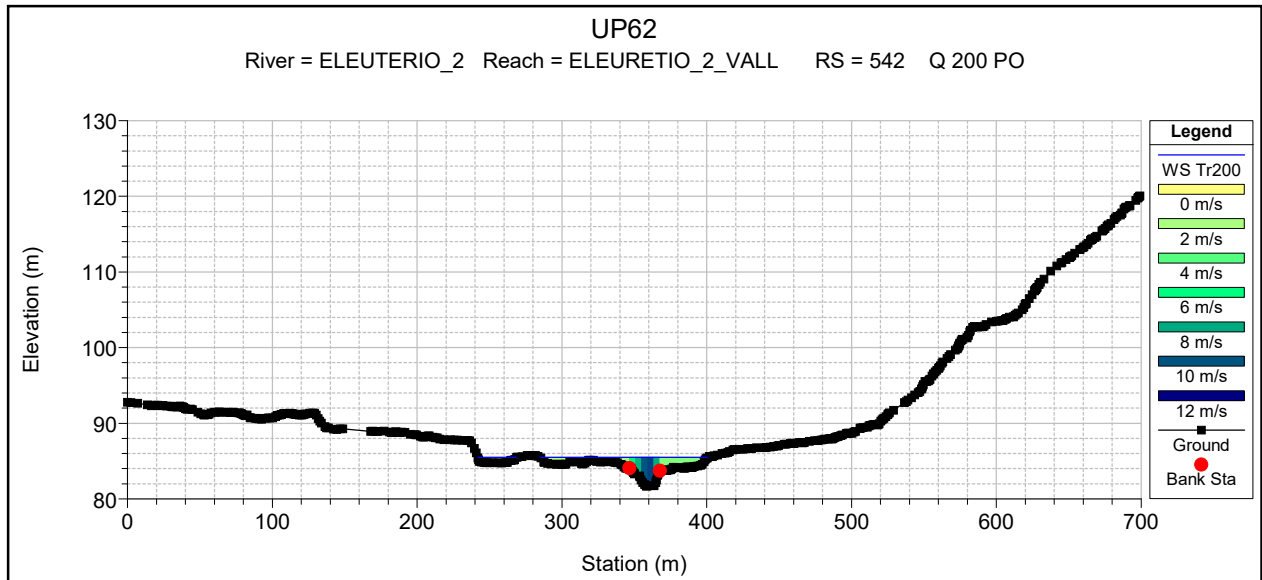


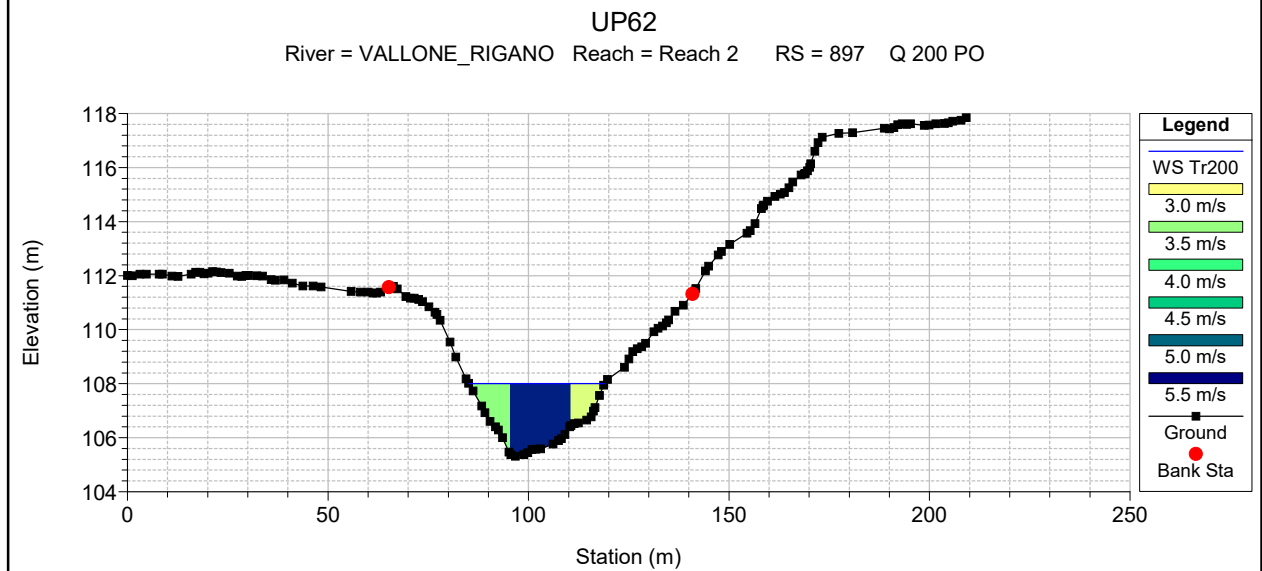
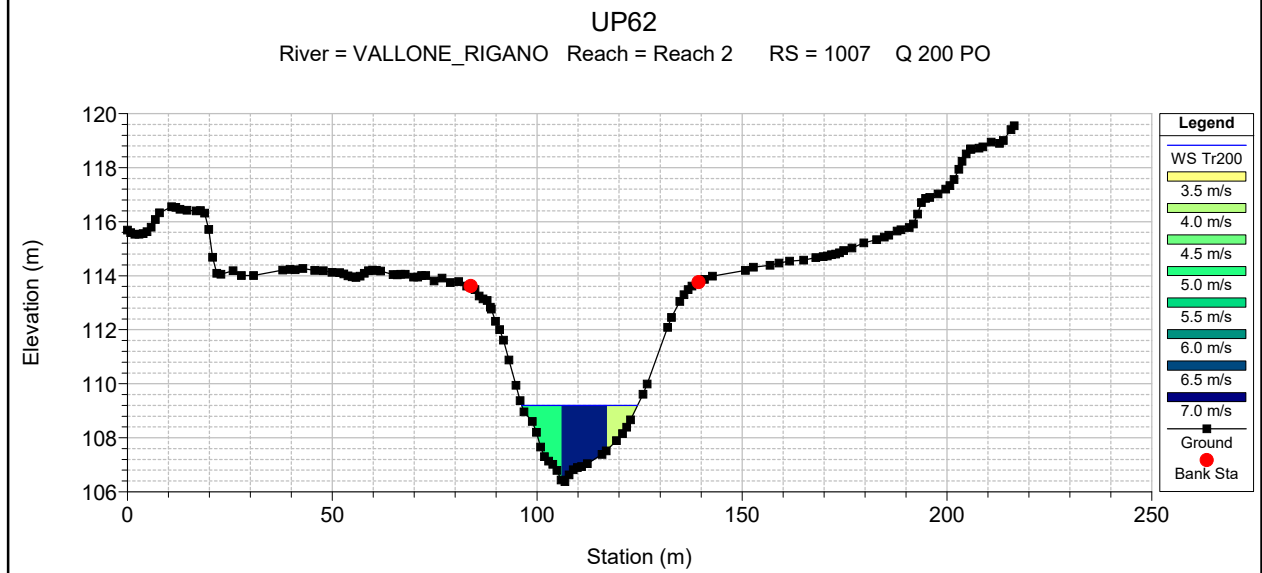
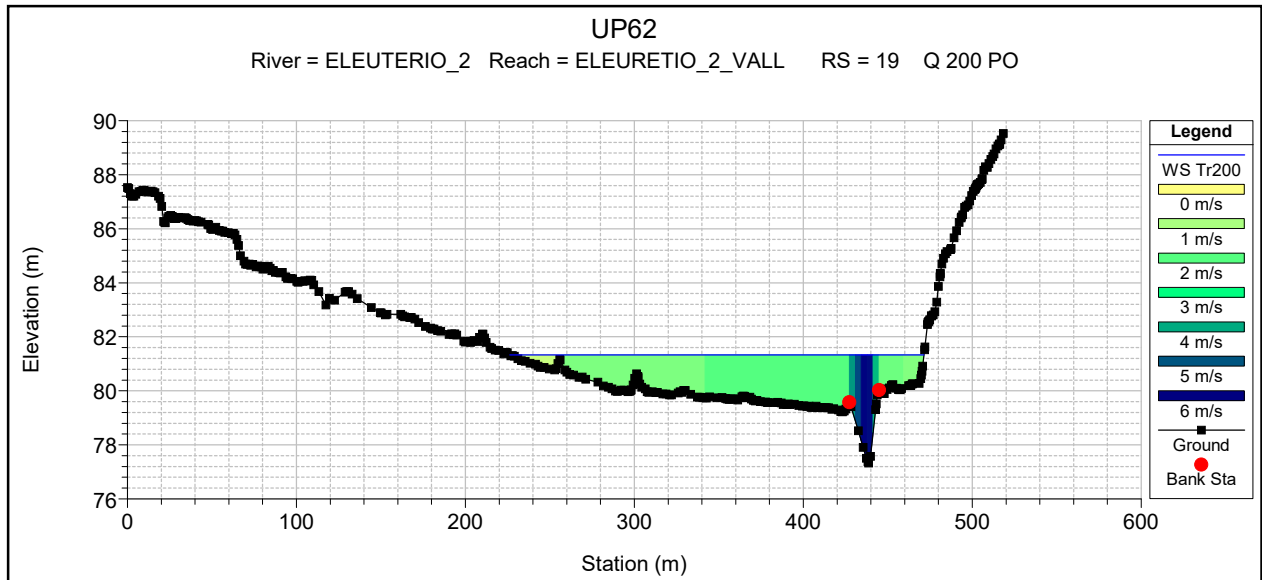


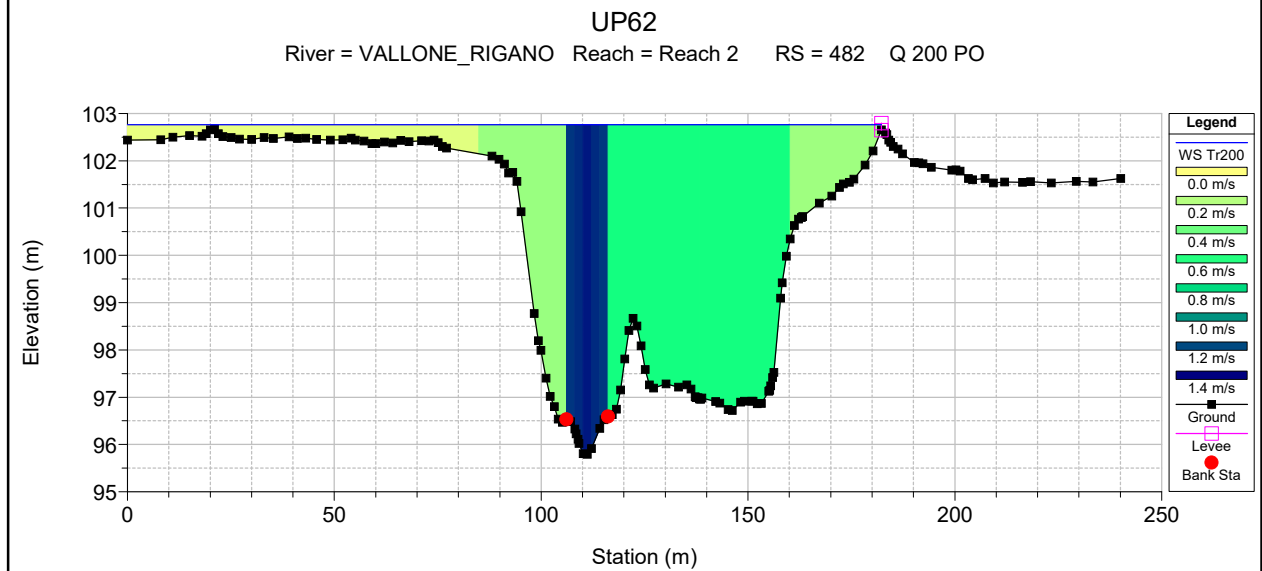
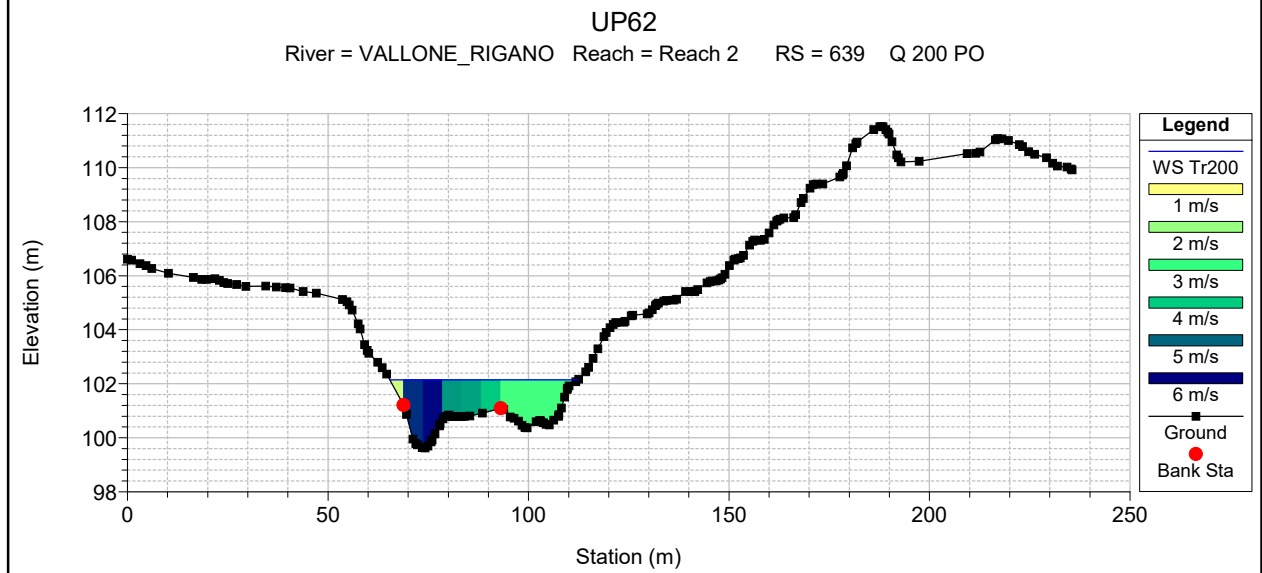
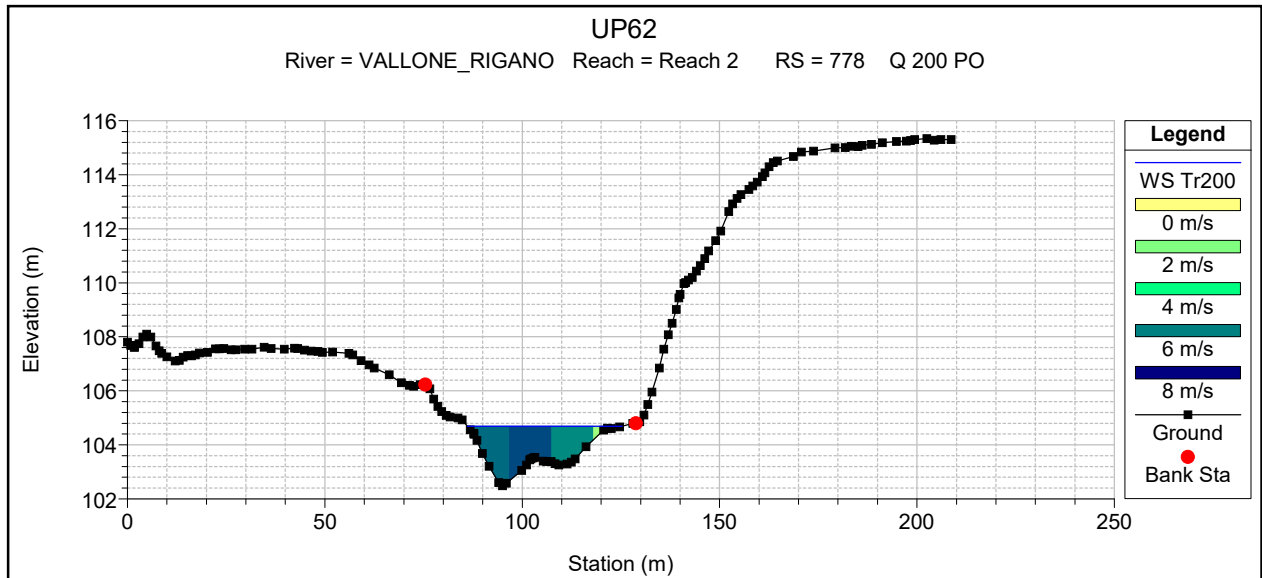


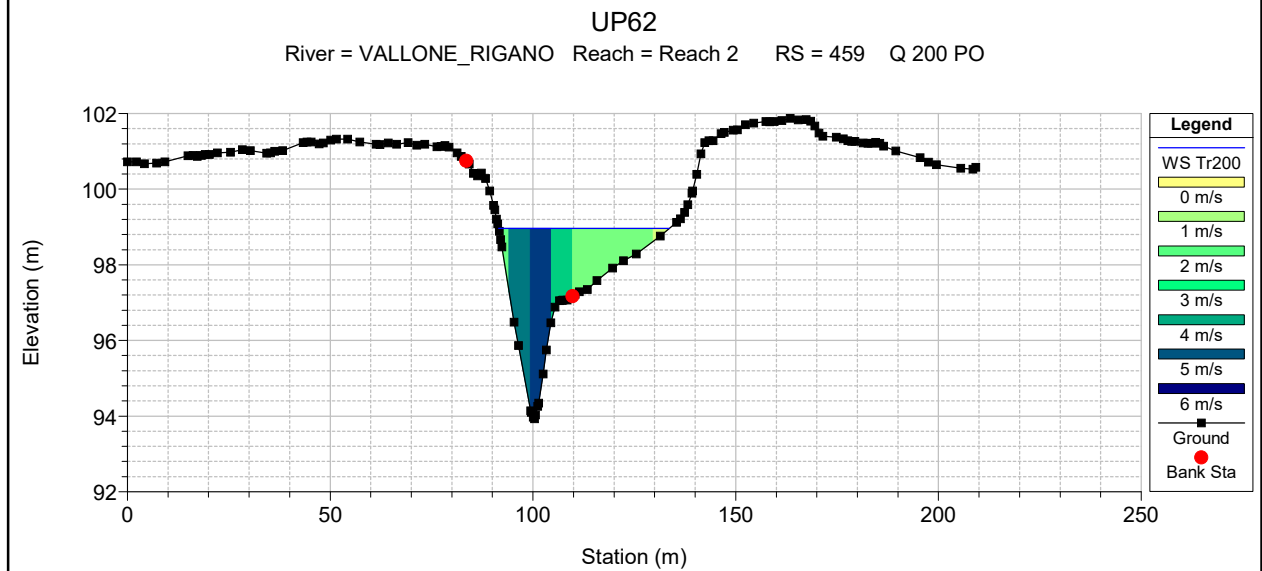
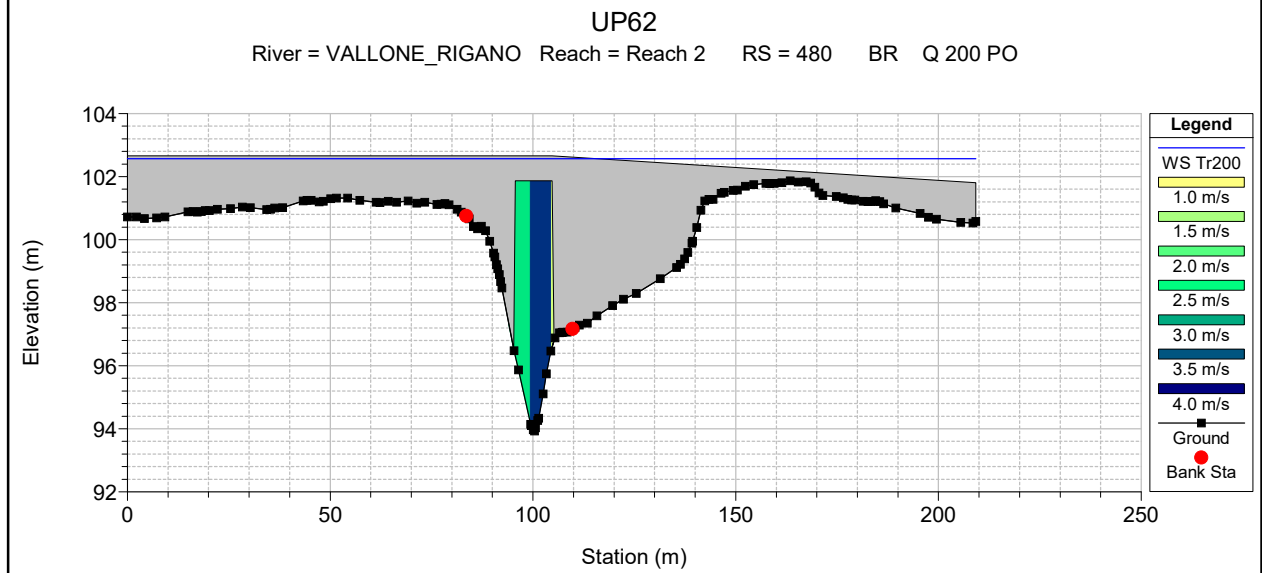
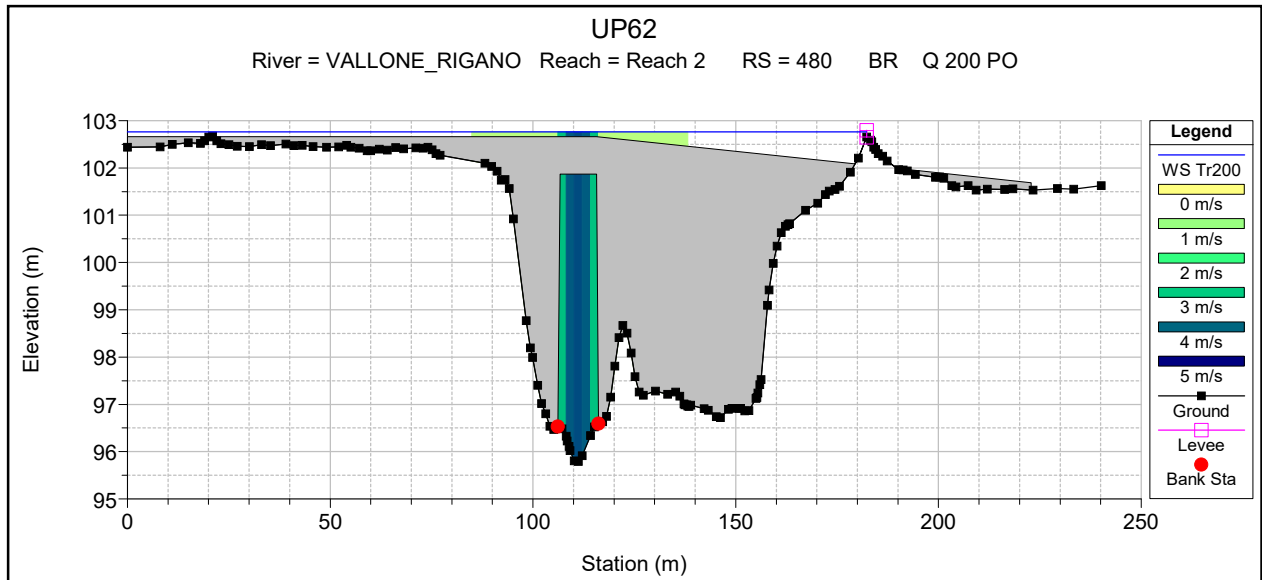


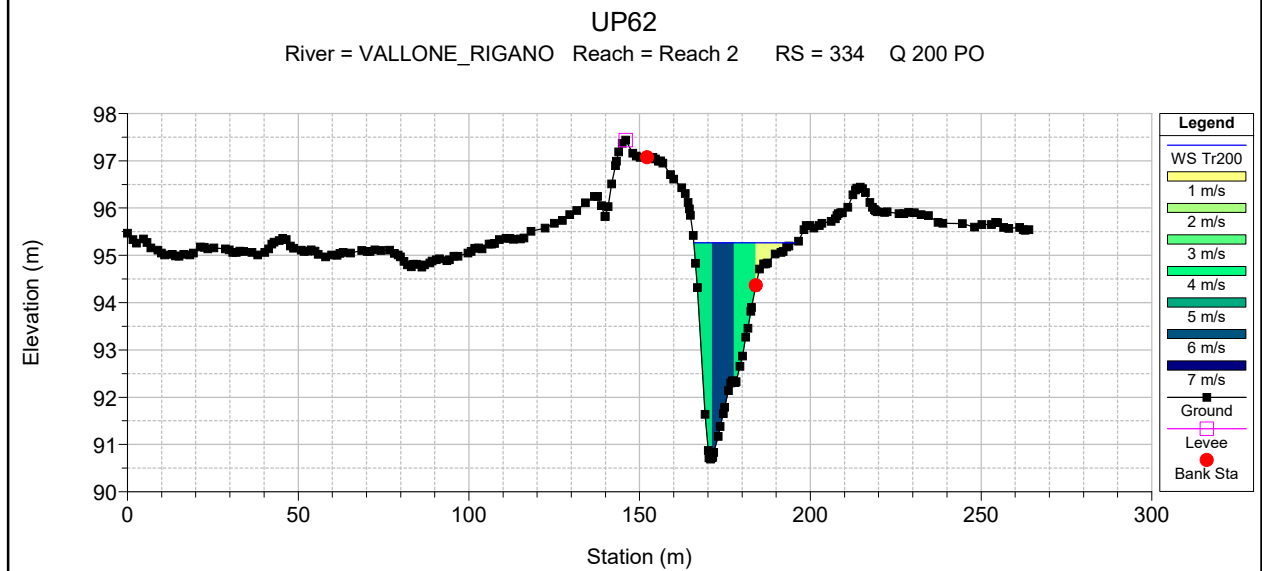
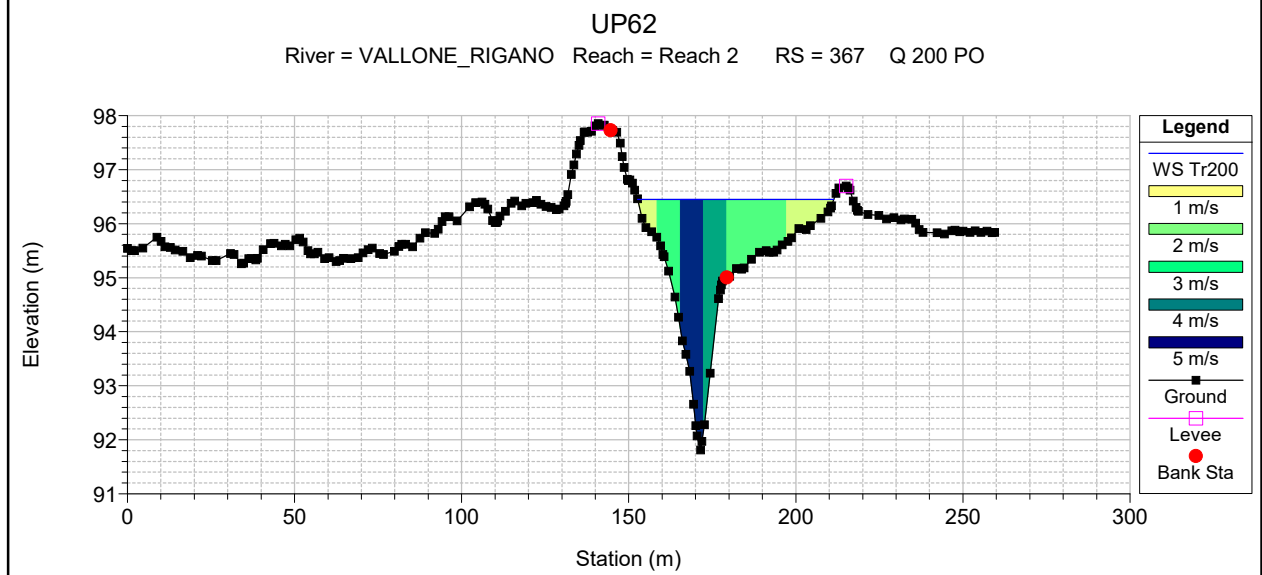
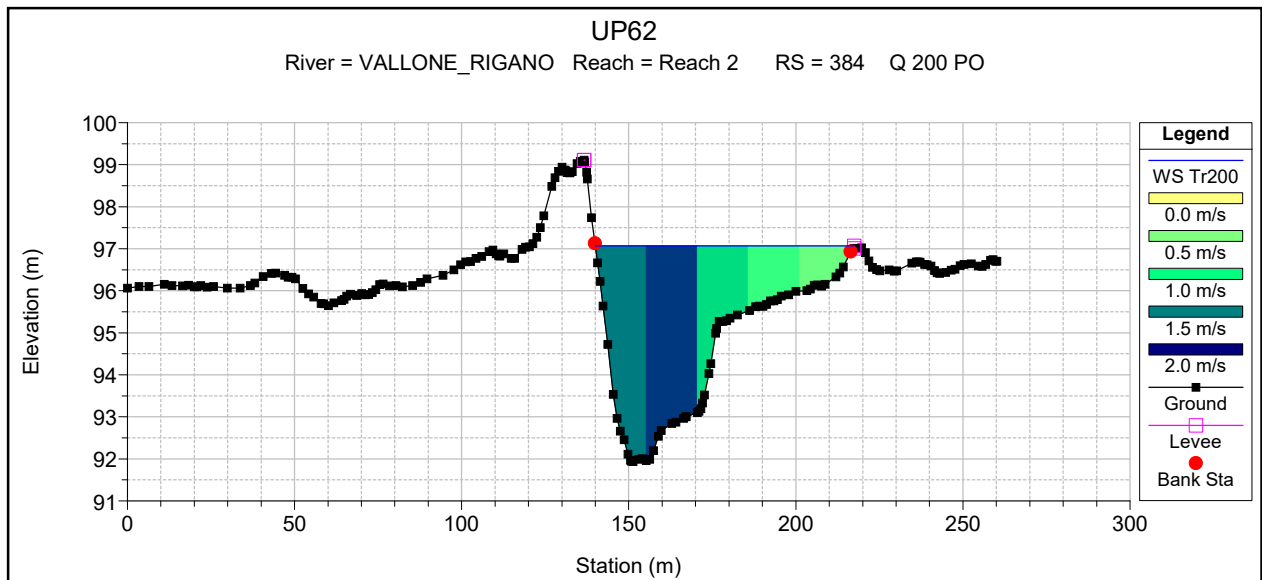


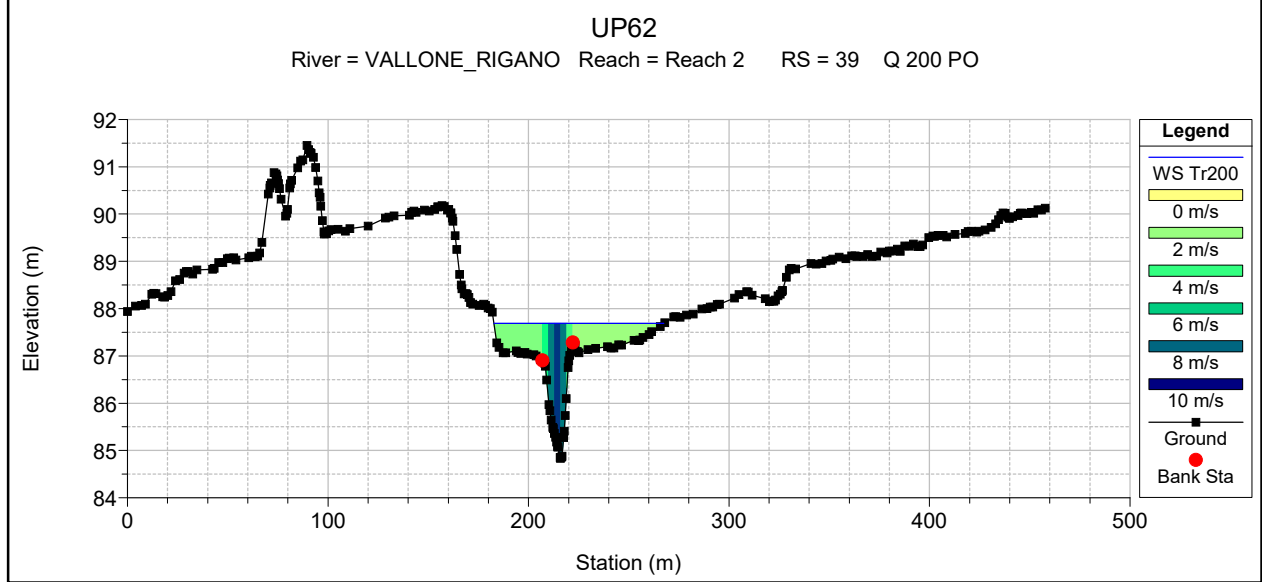
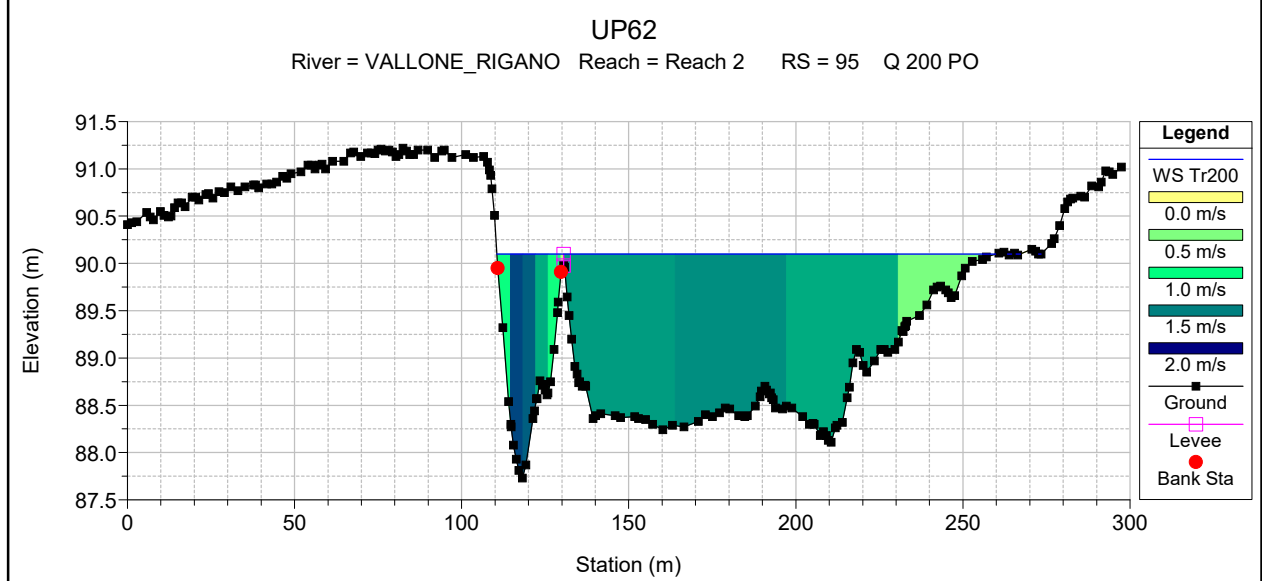
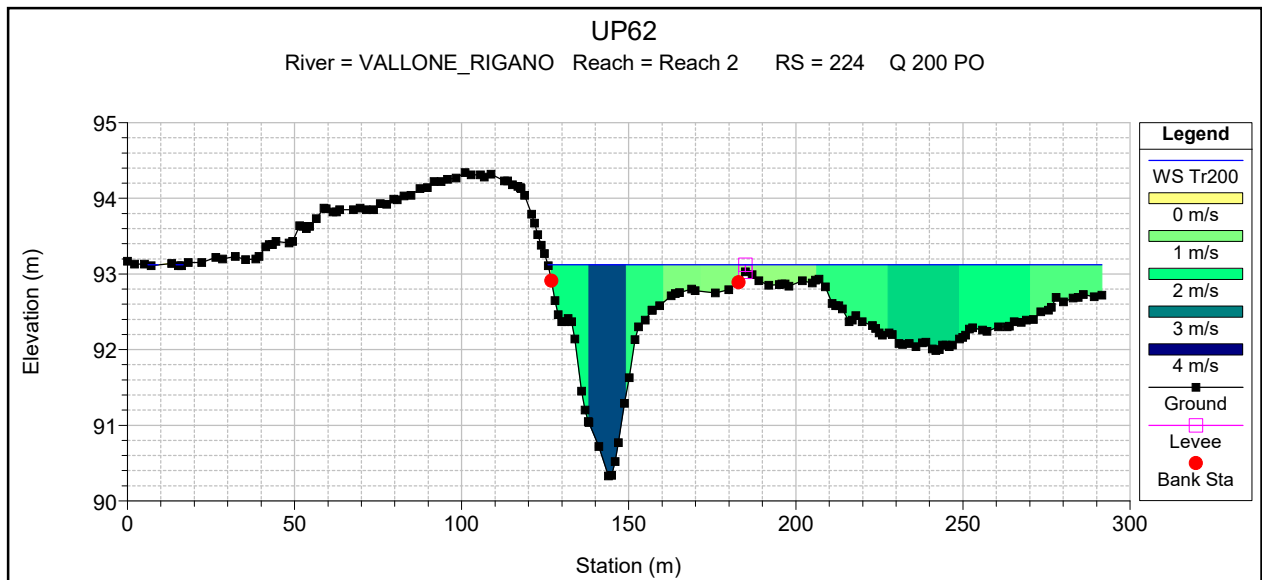












HEC-RAS Plan: MILICIA River: Milicia Reach: Reach 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	4093	Tr100	237.16	293.50	296.83	297.12	297.86	0.011005	4.88	61.89	56.46	1.10
Reach 1	4093	Tr200	272.07	293.50	296.97	297.28	298.07	0.011005	5.10	70.39	67.60	1.11
Reach 1	4093	Tr300	292.74	293.50	297.04	297.38	298.18	0.011021	5.22	75.51	71.30	1.12
Reach 1	4093	Tr500	319.02	293.50	297.13	297.51	298.31	0.011004	5.35	82.11	75.30	1.13
Reach 1	3919	Tr100	237.16	292.28	294.87	295.06	295.86	0.012003	5.28	66.93	50.67	1.18
Reach 1	3919	Tr200	272.07	292.28	295.01	295.22	296.07	0.011981	5.51	74.08	51.96	1.19
Reach 1	3919	Tr300	292.74	292.28	295.09	295.28	296.18	0.011857	5.63	78.54	52.92	1.20
Reach 1	3919	Tr500	319.02	292.28	295.20	295.38	296.33	0.011699	5.76	84.16	54.14	1.20
Reach 1	3729	Tr100	237.16	290.05	293.14	292.82	293.48	0.004681	3.46	111.09	72.36	0.73
Reach 1	3729	Tr200	272.07	290.05	293.39	292.92	293.71	0.003907	3.39	129.41	73.94	0.68
Reach 1	3729	Tr300	292.74	290.05	293.25	292.98	293.69	0.005843	3.99	118.77	73.01	0.82
Reach 1	3729	Tr500	319.02	290.05	293.37	293.06	293.82	0.005562	4.02	127.91	73.80	0.81
Reach 1	3559	Tr100	237.16	287.83	291.63	291.63	292.52	0.006041	4.42	70.20	53.73	0.86
Reach 1	3559	Tr200	272.07	287.83	291.73	291.73	292.78	0.006788	4.81	76.28	60.31	0.92
Reach 1	3559	Tr300	292.74	287.83	292.21	292.21	292.87	0.003810	4.00	117.07	95.99	0.70
Reach 1	3559	Tr500	319.02	287.83	292.28	292.28	292.99	0.004068	4.19	123.26	96.61	0.73
Reach 1	3447	Tr100	237.16	286.66	289.16	289.83	291.19	0.025111	6.38	39.36	31.41	1.62
Reach 1	3447	Tr200	272.07	286.66	289.34	290.04	291.42	0.022270	6.47	45.49	34.70	1.56
Reach 1	3447	Tr300	292.74	286.66	289.32	290.12	291.79	0.026978	7.06	44.72	34.28	1.71
Reach 1	3447	Tr500	319.02	286.66	289.46	290.37	291.90	0.024177	7.04	49.79	36.94	1.64
Reach 1	3289	Tr100	237.16	284.78	288.26	288.26	289.00	0.007453	4.53	78.19	52.77	0.92
Reach 1	3289	Tr200	272.07	284.78	288.40	288.40	289.21	0.007676	4.77	85.77	54.21	0.94
Reach 1	3289	Tr300	292.74	284.78	288.51	288.51	289.34	0.007495	4.85	92.24	61.69	0.94
Reach 1	3289	Tr500	319.02	284.78	288.62	288.66	289.47	0.007468	4.97	99.08	62.85	0.94
Reach 1	3111	Tr100	237.16	282.63	286.53	286.68	287.59	0.007933	5.27	66.33	40.56	0.98
Reach 1	3111	Tr200	272.07	282.63	286.77	286.88	287.84	0.007382	5.36	76.42	43.16	0.96
Reach 1	3111	Tr300	292.74	282.63	286.88	287.00	287.98	0.007410	5.48	80.98	44.22	0.96
Reach 1	3111	Tr500	319.02	282.63	287.04	287.12	288.15	0.007139	5.56	88.22	45.98	0.95
Reach 1	2920	Tr100	237.16	280.56	284.34	284.73	285.81	0.010636	5.67	54.47	40.13	1.10
Reach 1	2920	Tr200	272.07	280.56	284.50	285.07	286.09	0.010903	5.97	61.06	42.25	1.13
Reach 1	2920	Tr300	292.74	280.56	284.61	285.17	286.23	0.010790	6.08	65.78	46.33	1.13
Reach 1	2920	Tr500	319.02	280.56	284.72	285.28	286.42	0.010901	6.27	71.26	50.33	1.14
Reach 1	2720	Tr100	237.16	278.92	281.32	281.77	282.85	0.021810	6.34	51.40	40.93	1.52
Reach 1	2720	Tr200	272.07	278.92	281.45	281.94	283.09	0.021646	6.61	56.69	41.66	1.54
Reach 1	2720	Tr300	292.74	278.92	281.52	282.03	283.24	0.021827	6.80	59.50	42.11	1.55
Reach 1	2720	Tr500	319.02	278.92	281.61	282.15	283.42	0.021744	6.99	63.29	42.80	1.56
Reach 1	2435	Tr100	237.16	275.20	278.39	278.65	279.33	0.007322	4.45	66.09	56.28	0.93
Reach 1	2435	Tr200	272.07	275.20	278.56	278.72	279.56	0.007320	4.66	76.27	67.30	0.94
Reach 1	2435	Tr300	292.74	275.20	278.64	278.88	279.68	0.007356	4.78	82.00	70.78	0.95
Reach 1	2435	Tr500	319.02	275.20	278.73	279.06	279.82	0.007471	4.93	88.48	74.29	0.96
Reach 1	2245	Tr100	237.16	272.55	276.75	277.00	277.82	0.008488	5.01	67.66	54.17	0.97
Reach 1	2245	Tr200	272.07	272.55	276.90	277.18	278.04	0.008674	5.25	76.14	57.52	0.99
Reach 1	2245	Tr300	292.74	272.55	277.00	277.30	278.16	0.008603	5.35	81.91	60.26	0.99
Reach 1	2245	Tr500	319.02	272.55	277.11	277.39	278.29	0.008515	5.46	88.93	62.41	0.99
Reach 1	2004	Tr100	237.16	268.49	271.20	272.01	274.01	0.033741	7.70	35.68	29.36	1.87
Reach 1	2004	Tr200	272.07	268.49	271.36	272.29	274.27	0.031380	7.89	40.58	30.13	1.84
Reach 1	2004	Tr300	292.74	268.49	271.45	272.41	274.44	0.030579	8.03	43.23	30.54	1.83
Reach 1	2004	Tr500	319.02	268.49	271.56	272.55	274.63	0.029518	8.18	46.64	31.09	1.81
Reach 1	1781	Tr100	237.16	265.09	268.29	268.60	269.38	0.011579	5.13	67.98	67.13	1.12
Reach 1	1781	Tr200	272.07	265.09	268.39	268.72	269.59	0.012375	5.46	74.37	68.67	1.17
Reach 1	1781	Tr300	292.74	265.09	268.44	268.80	269.71	0.012802	5.64	78.00	69.49	1.20
Reach 1	1781	Tr500	319.02	265.09	268.50	268.87	269.85	0.013359	5.87	82.36	70.55	1.23
Reach 1	1579	Tr100	237.16	260.40	263.20	263.98	265.72	0.029068	7.03	33.73	19.73	1.72
Reach 1	1579	Tr200	272.07	260.40	263.45	264.20	265.96	0.026038	7.01	38.79	20.90	1.64
Reach 1	1579	Tr300	292.74	260.40	263.59	264.34	266.10	0.024527	7.01	41.74	21.46	1.61
Reach 1	1579	Tr500	319.02	260.40	263.76	264.48	266.27	0.022866	7.01	45.50	22.14	1.56
Reach 1	1423	Tr100	237.16	258.94	261.39	261.51	262.02	0.014761	4.40	80.15	96.41	1.21
Reach 1	1423	Tr200	272.07	258.94	261.44	261.63	262.18	0.017080	4.79	84.60	98.22	1.31
Reach 1	1423	Tr300	292.74	258.94	261.46	261.69	262.28	0.018607	5.04	86.78	99.80	1.37
Reach 1	1423	Tr500	319.02	258.94	261.48	261.76	262.42	0.020650	5.38	89.32	103.48	1.44
Reach 1	1277	Tr100	237.16	257.99	259.92	259.92	260.35	0.010634	4.44	101.86	102.69	1.08
Reach 1	1277	Tr200	272.07	257.99	260.07	260.01	260.48	0.009290	4.38	116.70	104.14	1.03
Reach 1	1277	Tr300	292.74	257.99	260.09	260.05	260.54	0.010113	4.61	119.10	104.36	1.07
Reach 1	1277	Tr500	319.02	257.99	260.19	260.12	260.63	0.009353	4.58	129.22	105.02	1.04
Reach 1	1081	Tr100	237.16	253.50	257.87	257.94	258.75	0.006128	4.35	70.24	55.26	0.84
Reach 1	1081	Tr200	272.07	253.50	258.06	258.06	258.98	0.006011	4.51	81.11	59.41	0.84
Reach 1	1081	Tr300	292.74	253.50	258.26	258.26	259.11	0.005277	4.41	93.58	69.15	0.80

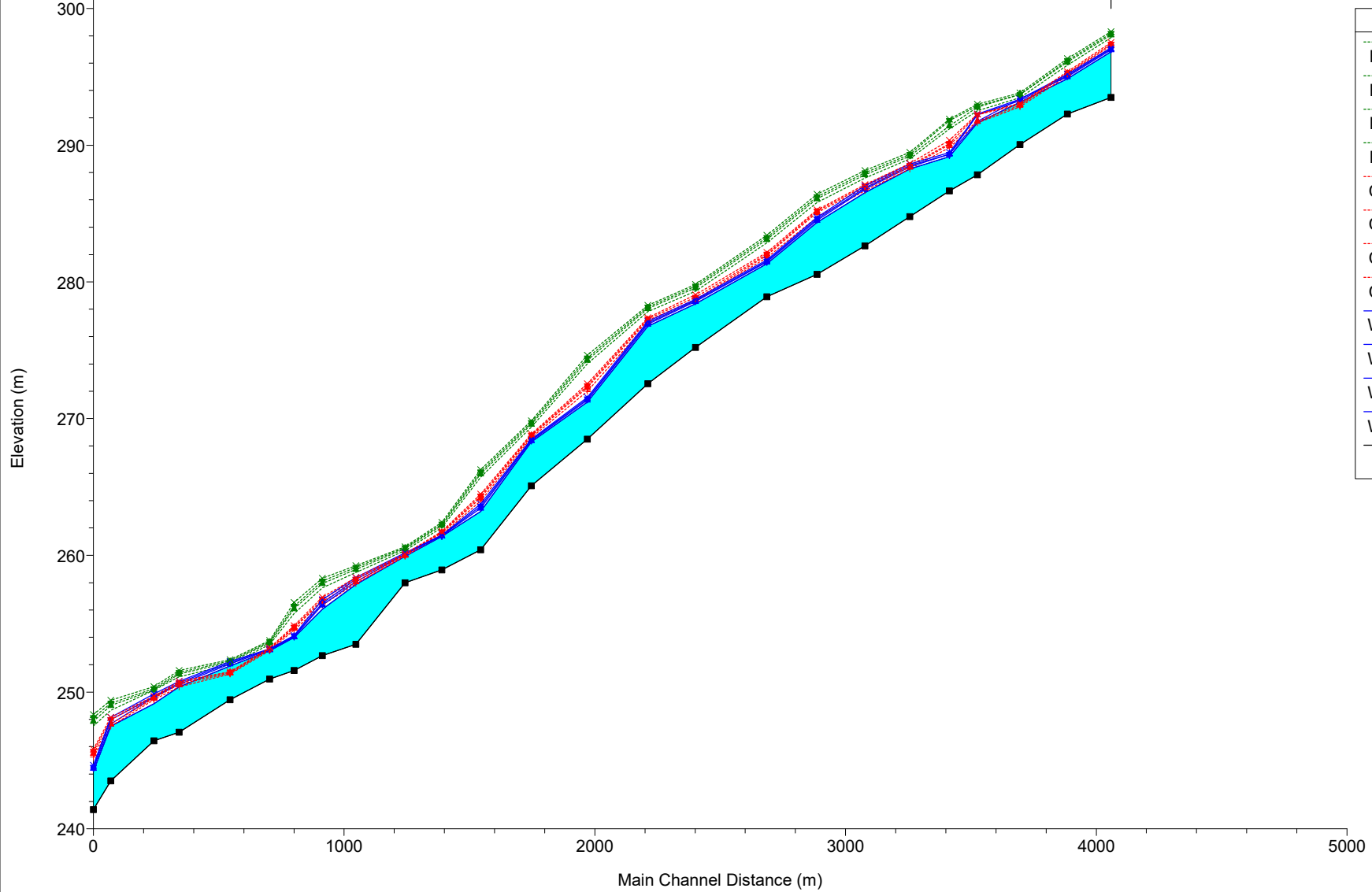
HEC-RAS Plan: MILICIA River: Milicia Reach: Reach 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1081	Tr500	319.02	253.50	258.39	258.39	259.25	0.005194	4.49	103.03	75.04	0.79
Reach 1	948	Tr100	237.16	252.66	256.05	256.36	257.62	0.010730	5.75	47.11	24.15	1.14
Reach 1	948	Tr200	272.07	252.66	256.36	256.62	257.93	0.009346	5.79	54.90	25.71	1.08
Reach 1	948	Tr300	292.74	252.66	256.50	256.78	258.12	0.009143	5.90	58.46	26.41	1.08
Reach 1	948	Tr500	319.02	252.66	256.75	256.94	258.33	0.008100	5.86	65.24	27.60	1.03
Reach 1	835	Tr100	237.16	251.58	254.00	254.55	255.74	0.028761	6.88	51.44	52.79	1.72
Reach 1	835	Tr200	272.07	251.58	254.05	254.69	256.10	0.032574	7.49	54.48	53.75	1.84
Reach 1	835	Tr300	292.74	251.58	254.09	254.75	256.28	0.033980	7.78	56.70	54.45	1.89
Reach 1	835	Tr500	319.02	251.58	254.13	254.86	256.55	0.036889	8.21	58.67	55.06	1.97
Reach 1	738	Tr100	237.16	250.95	253.01	253.03	253.48	0.013841	4.34	91.76	97.43	1.18
Reach 1	738	Tr200	272.07	250.95	253.08	253.12	253.60	0.014540	4.60	98.77	98.08	1.22
Reach 1	738	Tr300	292.74	250.95	253.12	253.17	253.68	0.015027	4.76	102.50	98.45	1.24
Reach 1	738	Tr500	319.02	250.95	253.17	253.23	253.77	0.015656	4.95	106.97	98.91	1.27
Reach 1	580	Tr100	237.16	249.44	251.90	251.32	252.02	0.002550	2.17	174.29	130.96	0.52
Reach 1	580	Tr200	272.07	249.44	252.06	251.39	252.18	0.002379	2.22	194.68	132.15	0.51
Reach 1	580	Tr300	292.74	249.44	252.14	251.44	252.27	0.002309	2.25	205.95	132.72	0.51
Reach 1	580	Tr500	319.02	249.44	252.25	251.49	252.38	0.002238	2.29	219.73	133.42	0.51
Reach 1	377	Tr100	237.16	247.06	250.38	250.38	251.12	0.007948	4.51	77.73	56.41	0.96
Reach 1	377	Tr200	272.07	247.06	250.57	250.57	251.33	0.007518	4.63	89.08	63.07	0.95
Reach 1	377	Tr300	292.74	247.06	250.67	250.67	251.44	0.007320	4.69	95.47	64.89	0.94
Reach 1	377	Tr500	319.02	247.06	250.79	250.79	251.57	0.007071	4.76	103.63	68.65	0.93
Reach 1	276	Tr100	237.16	246.43	249.15	249.43	250.14	0.011598	5.14	73.62	74.24	1.16
Reach 1	276	Tr200	272.07	246.43	249.64	249.55	250.17	0.005172	3.97	111.09	77.86	0.80
Reach 1	276	Tr300	292.74	246.43	249.69	249.61	250.25	0.005491	4.14	114.66	78.19	0.83
Reach 1	276	Tr500	319.02	246.43	249.87	249.69	250.39	0.004699	4.01	129.20	79.85	0.77
Reach 1	104	Tr100	237.16	243.50	247.50	247.50	248.67	0.007188	4.98	55.94	27.34	0.94
Reach 1	104	Tr200	272.07	243.50	247.67	247.67	249.01	0.007687	5.35	60.72	29.32	0.98
Reach 1	104	Tr300	292.74	243.50	247.99	247.99	249.19	0.006172	5.12	71.07	35.15	0.89
Reach 1	104	Tr500	319.02	243.50	248.14	248.14	249.39	0.006122	5.26	76.72	36.71	0.90
Reach 1	35	Tr100	237.16	241.41	244.21	245.26	247.52	0.033733	8.09	30.36	20.89	1.90
Reach 1	35	Tr200	272.07	241.41	244.42	245.52	247.85	0.030617	8.27	34.80	22.14	1.85
Reach 1	35	Tr300	292.74	241.41	244.50	245.66	248.13	0.030782	8.52	36.67	22.65	1.86
Reach 1	35	Tr500	319.02	241.41	244.64	245.83	248.35	0.029067	8.64	39.95	23.57	1.83

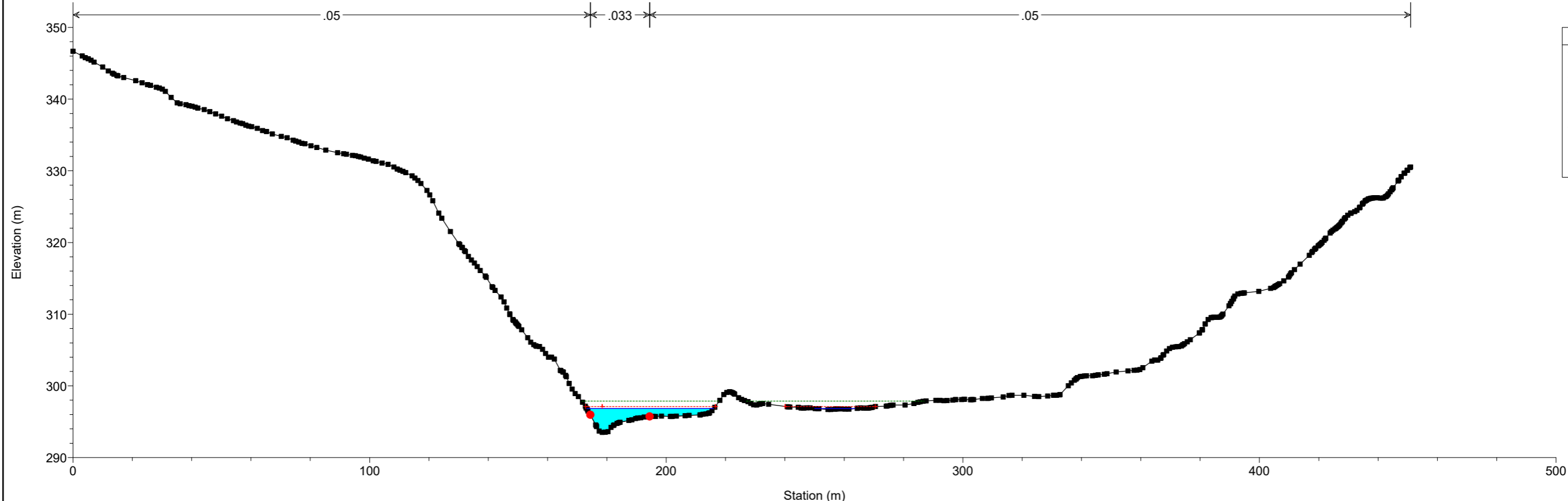


UP62\_19\_08\_2022 Plan: MILICIA 2/4/2023

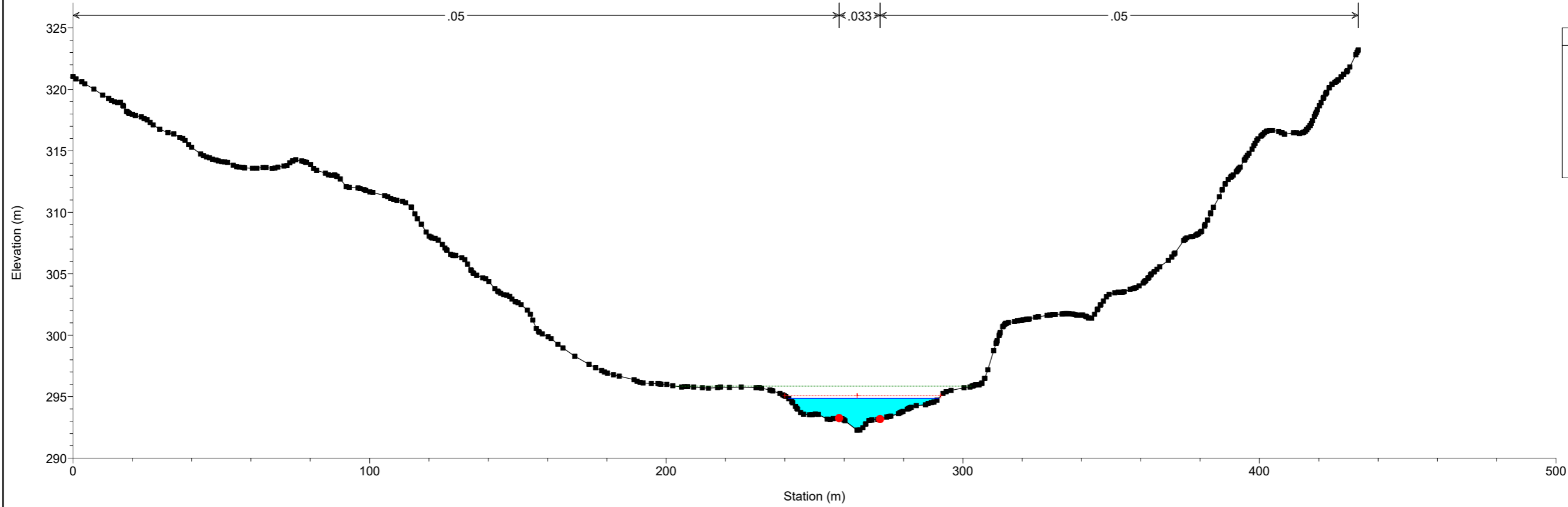
Milicia Reach 1

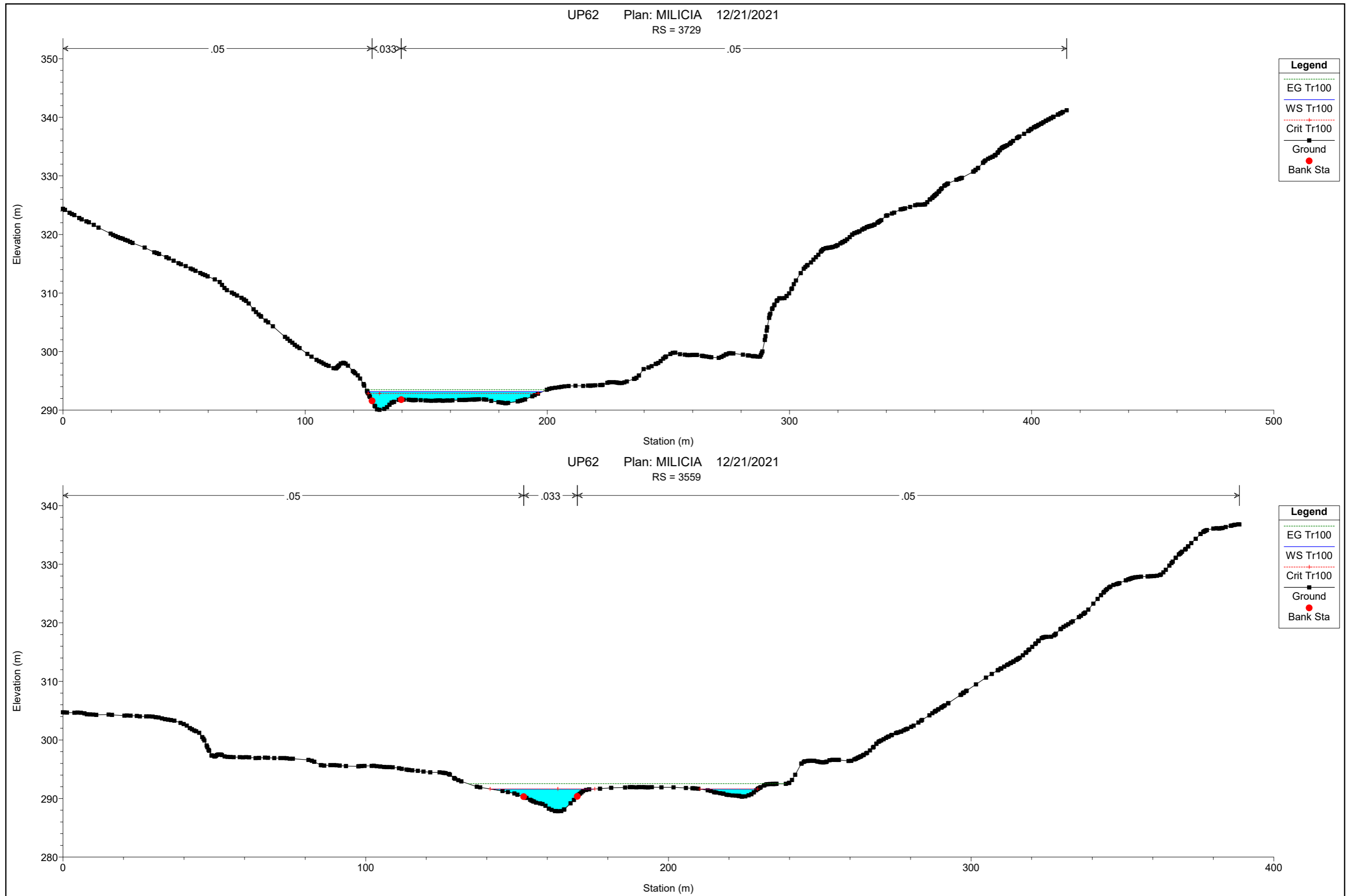


UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 4093

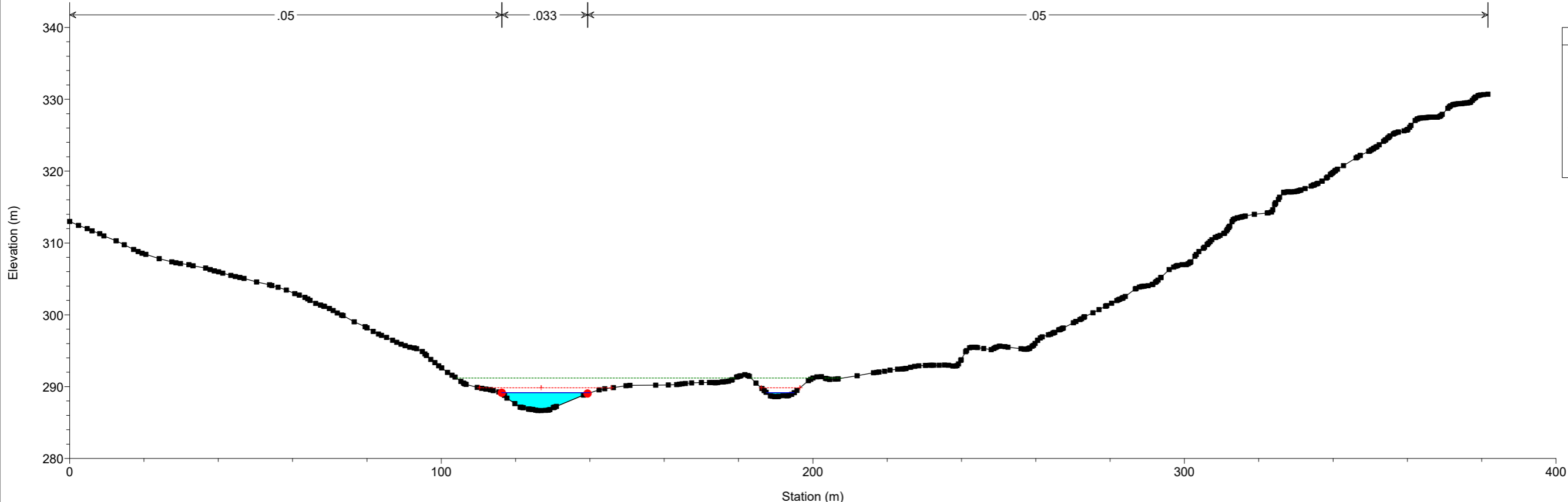


UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 3919

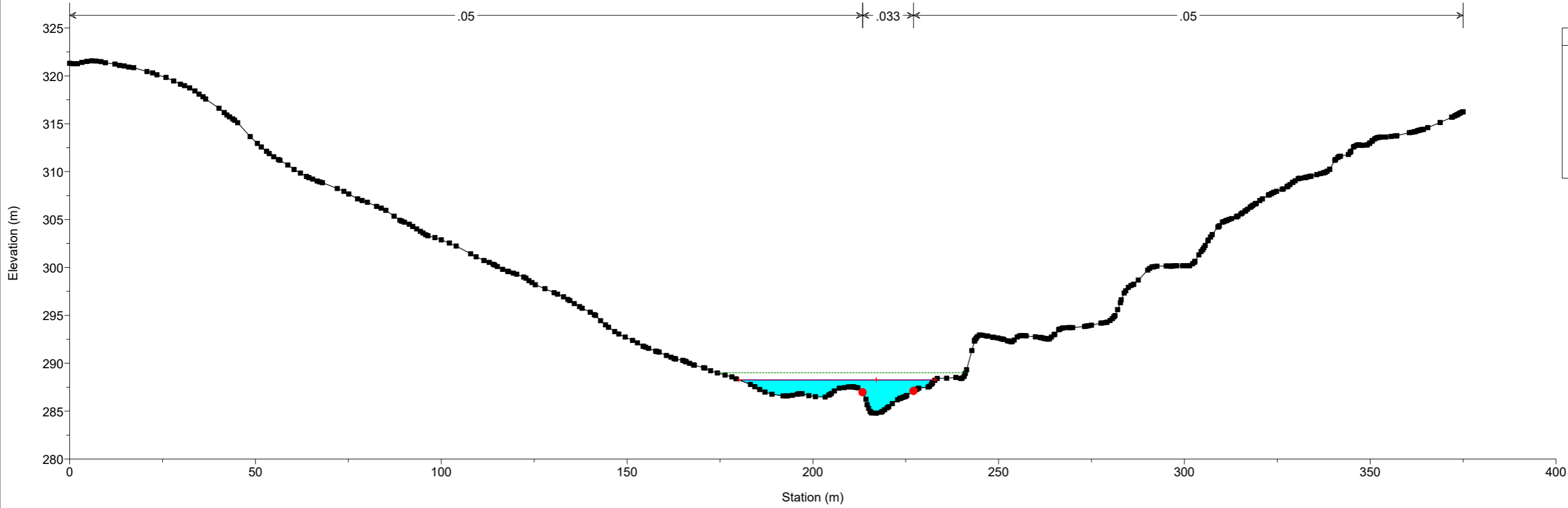


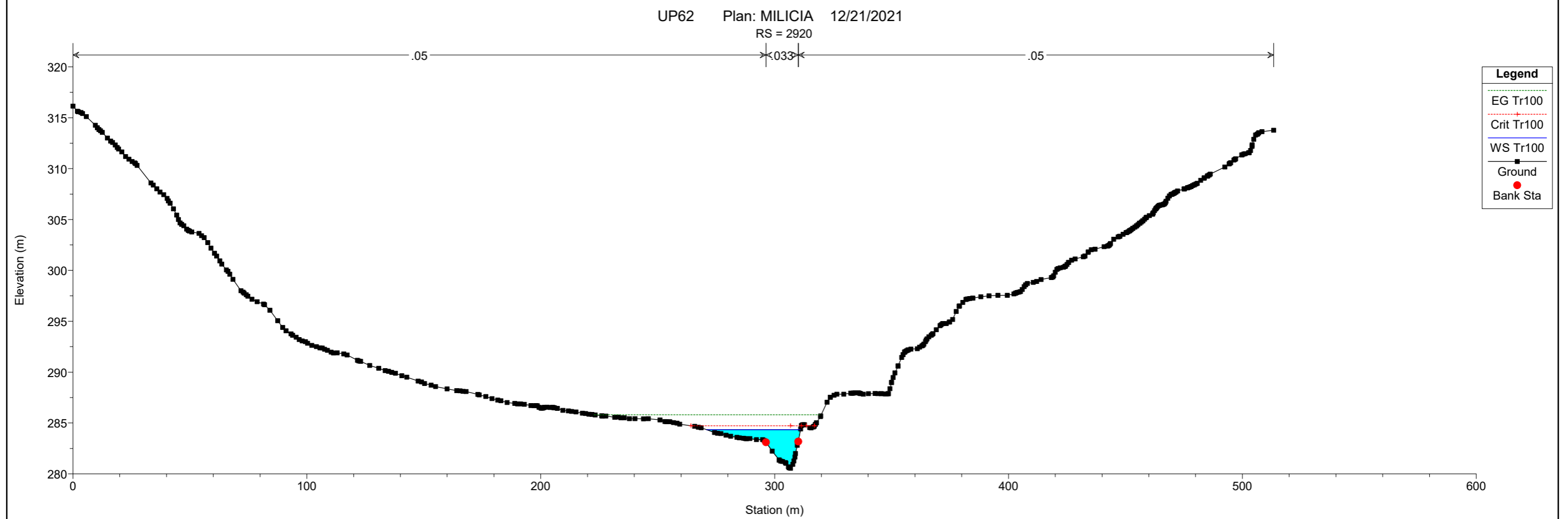
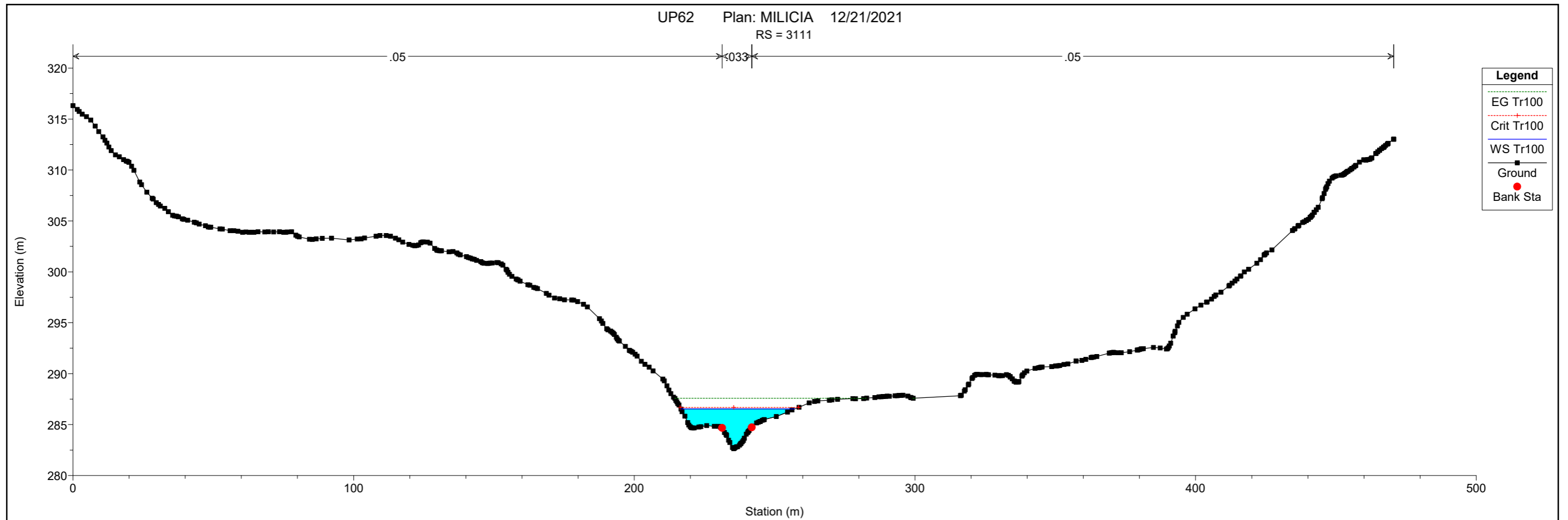


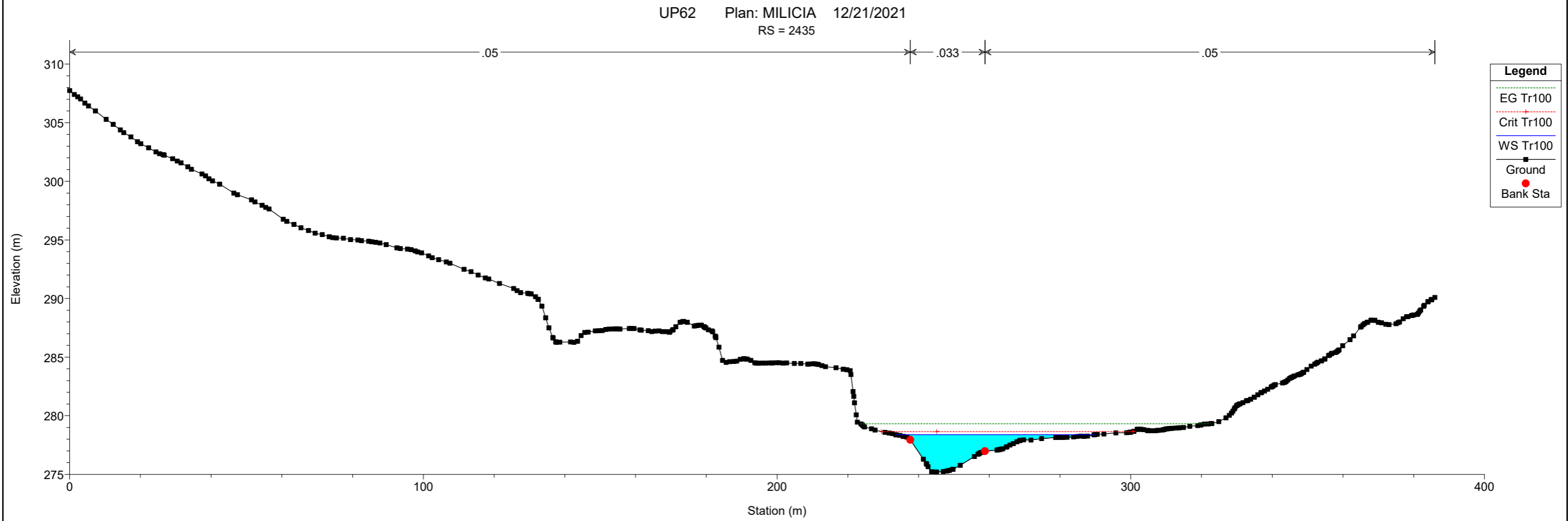
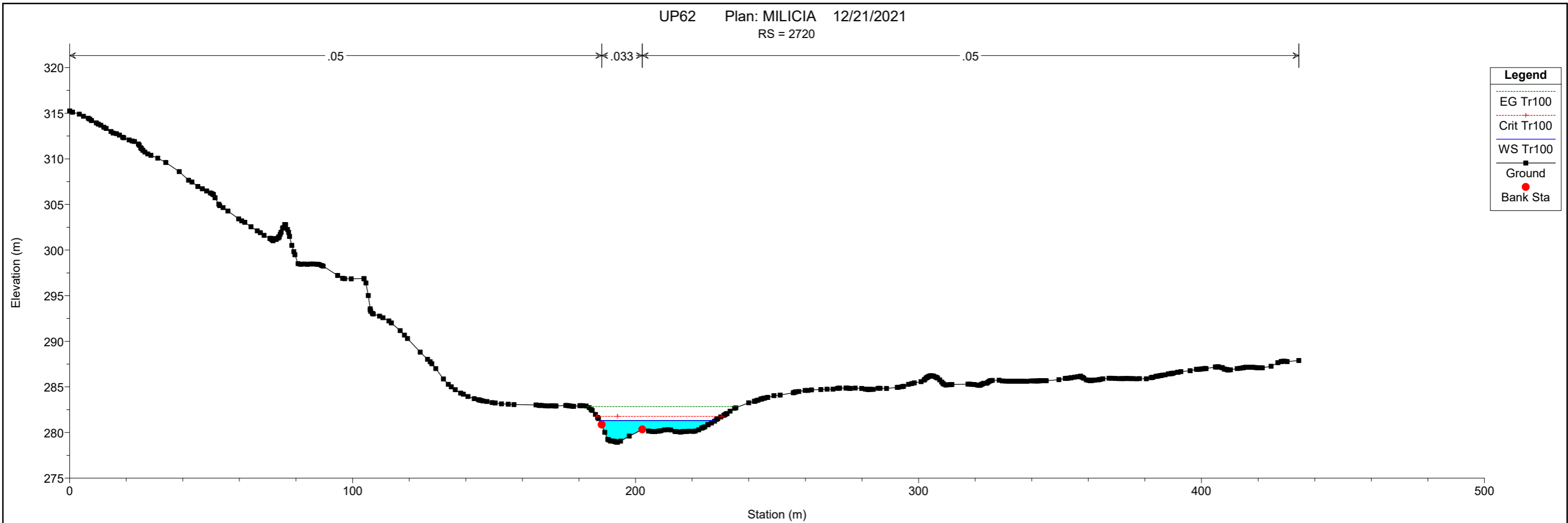
UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 3447

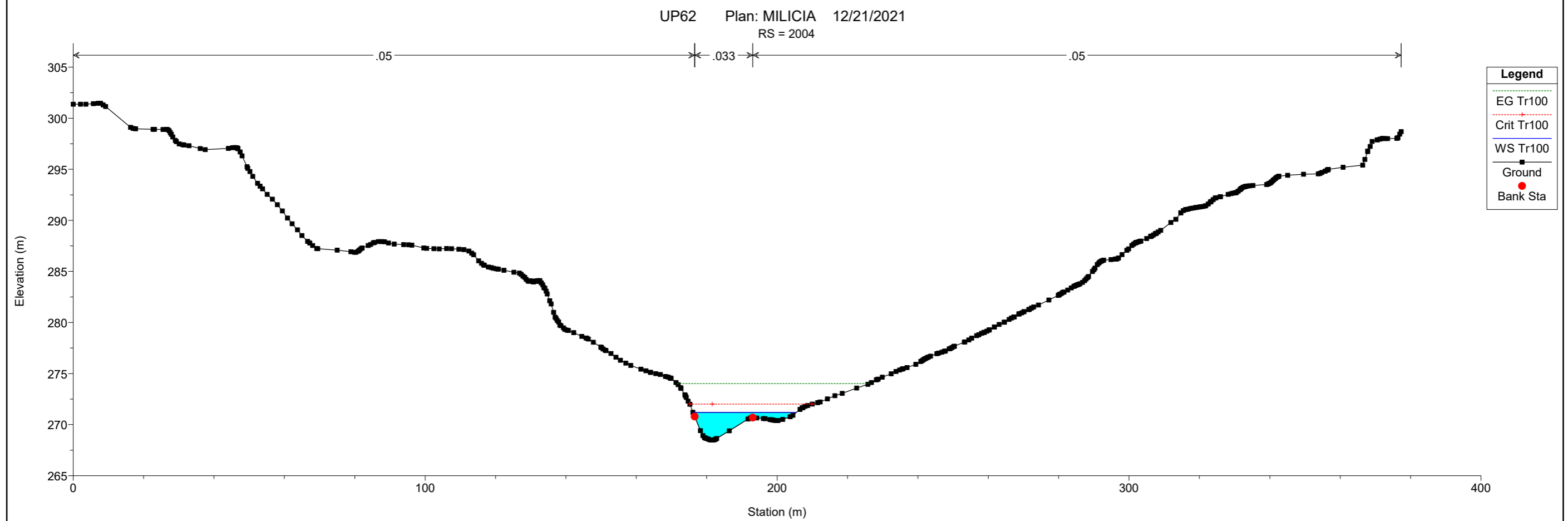
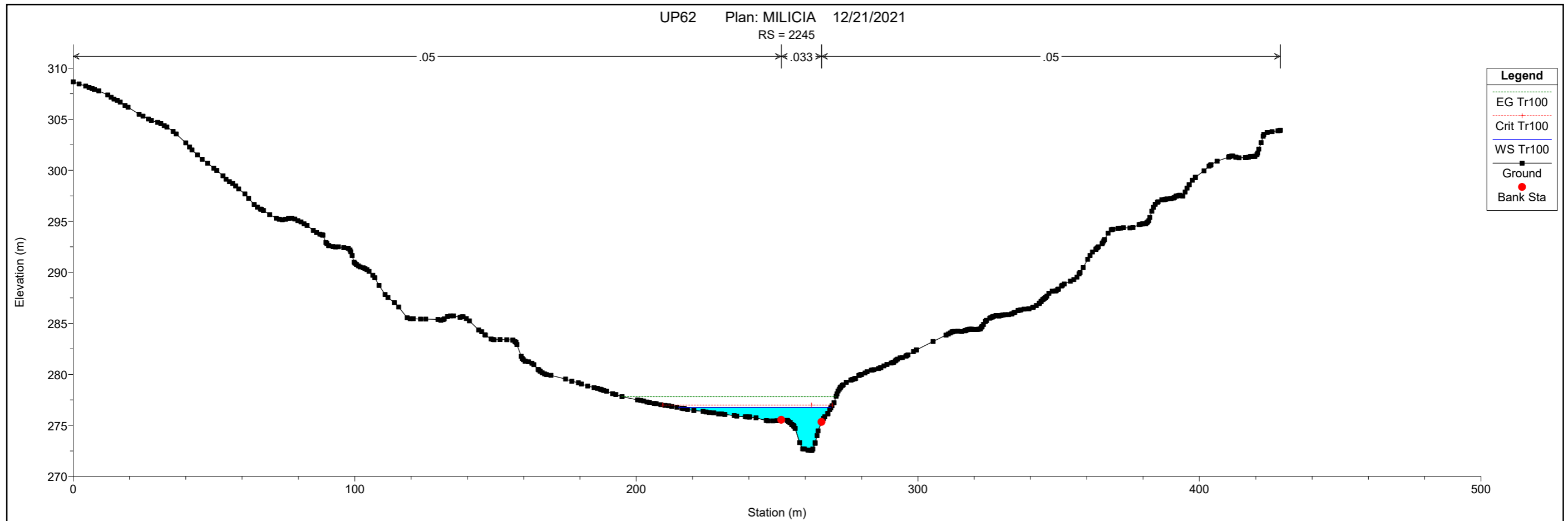


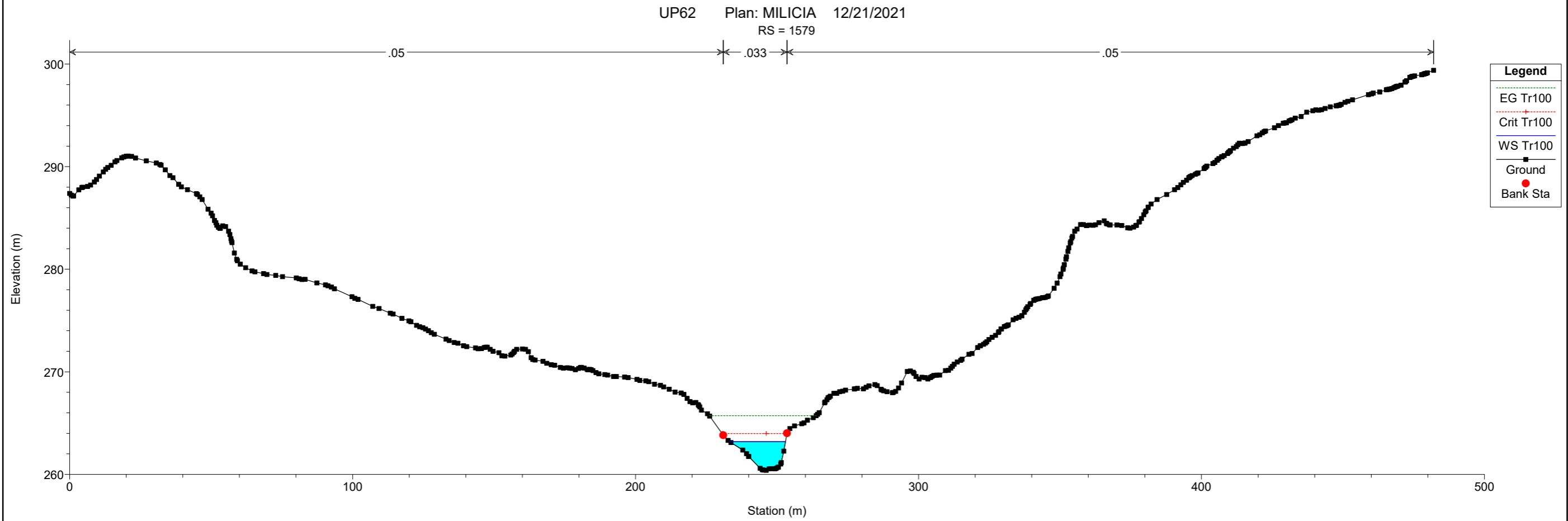
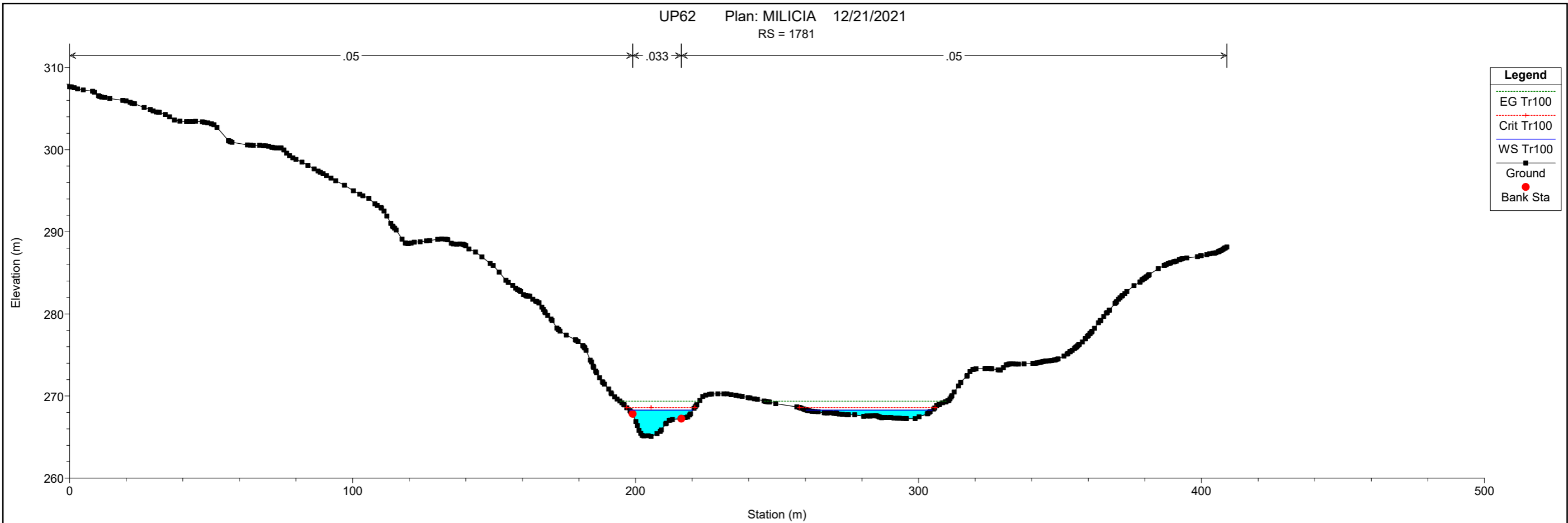
UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 3289



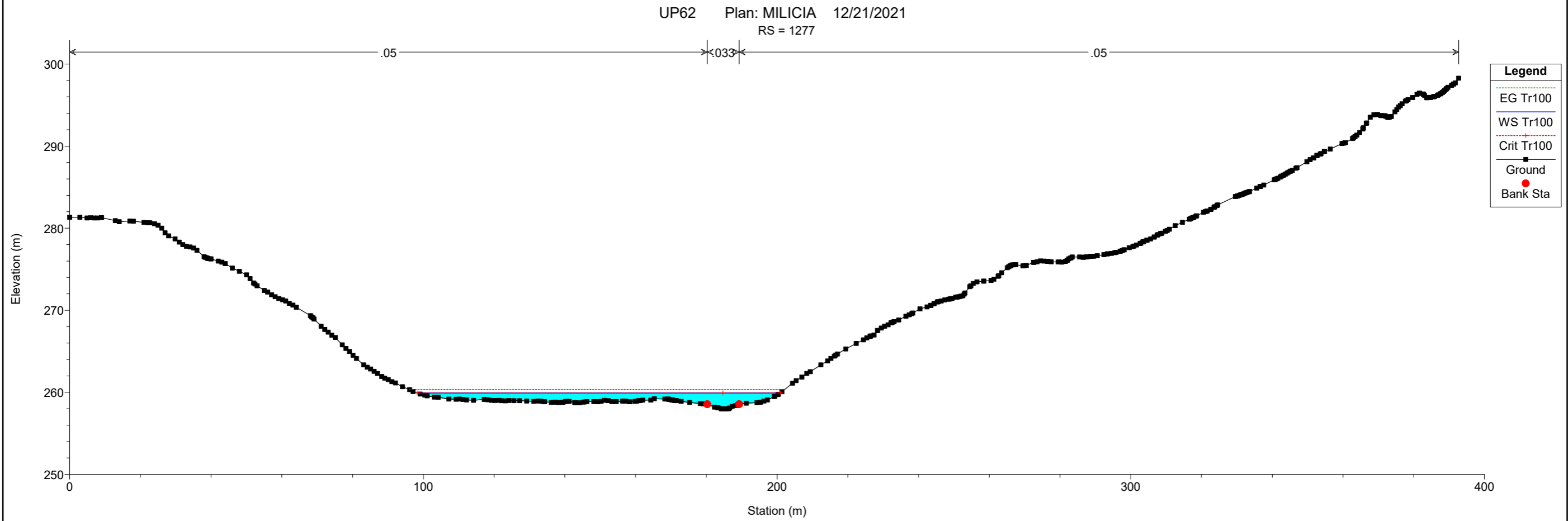
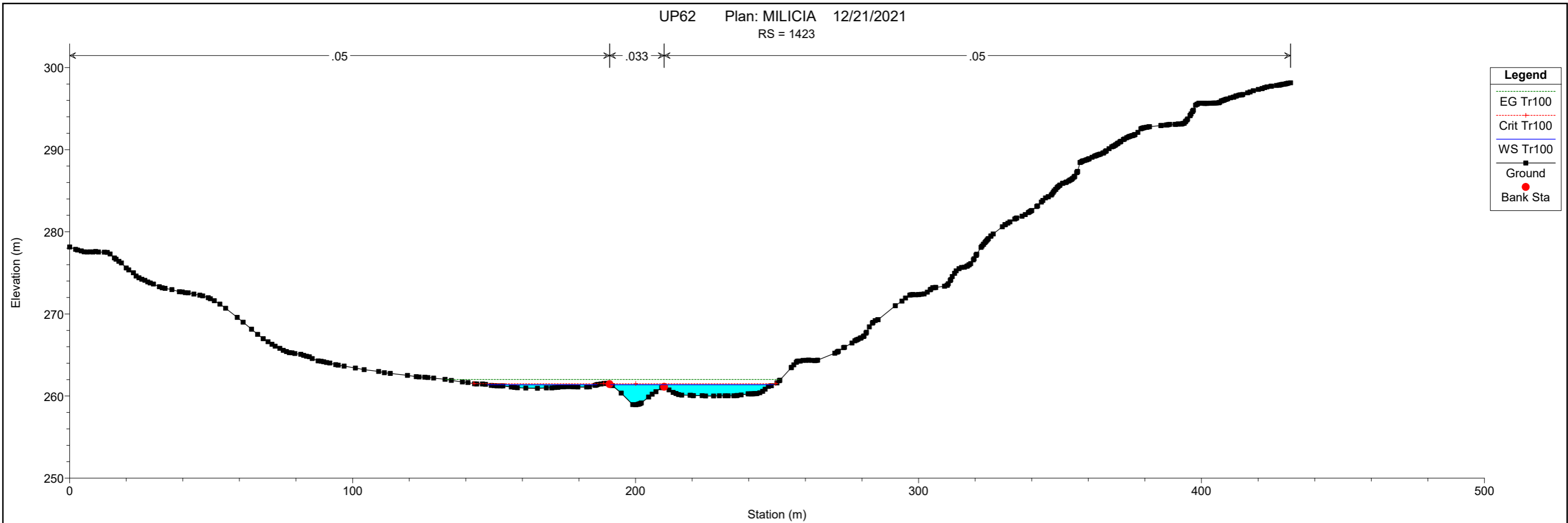




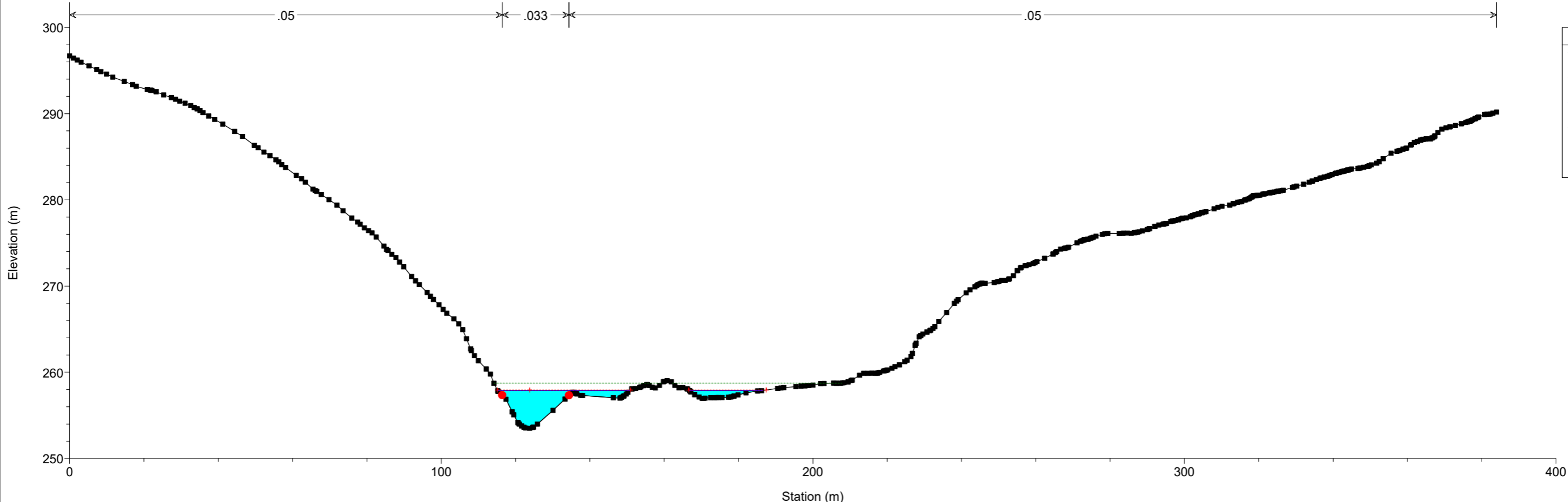




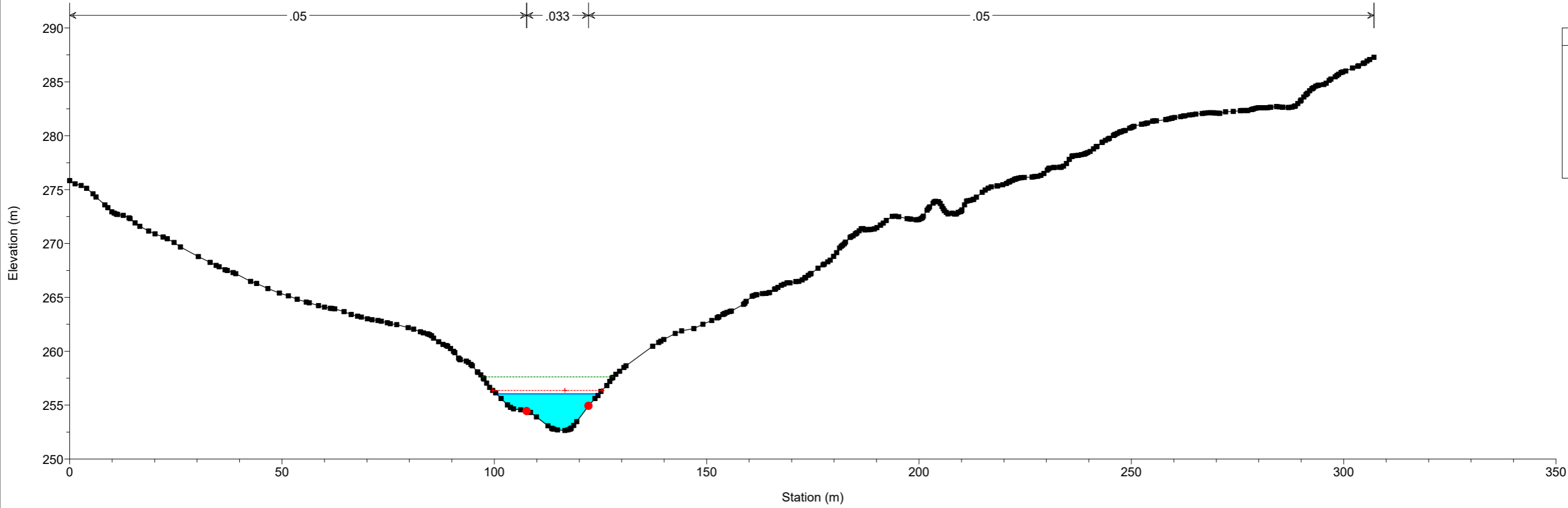


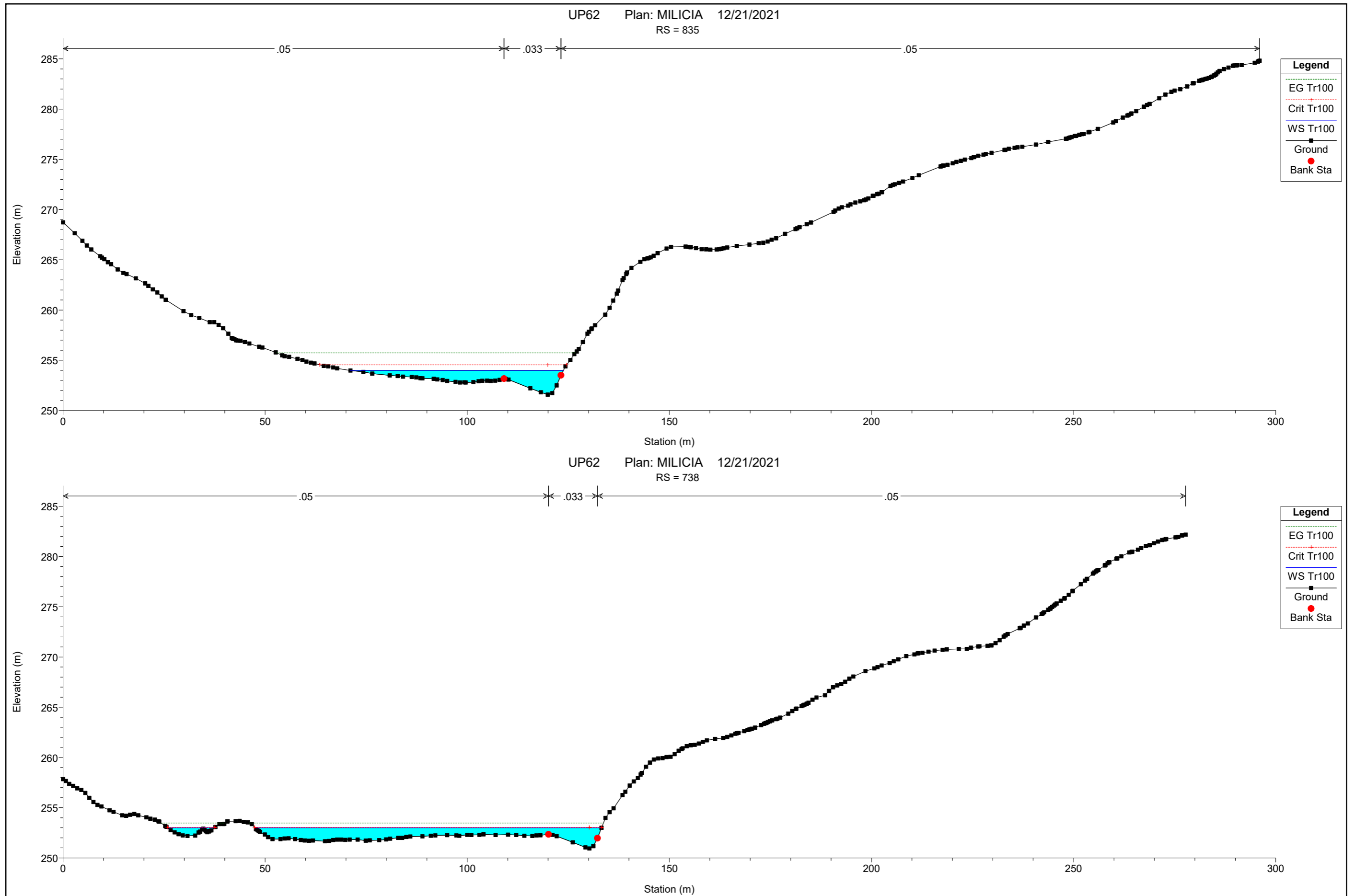


UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 1081

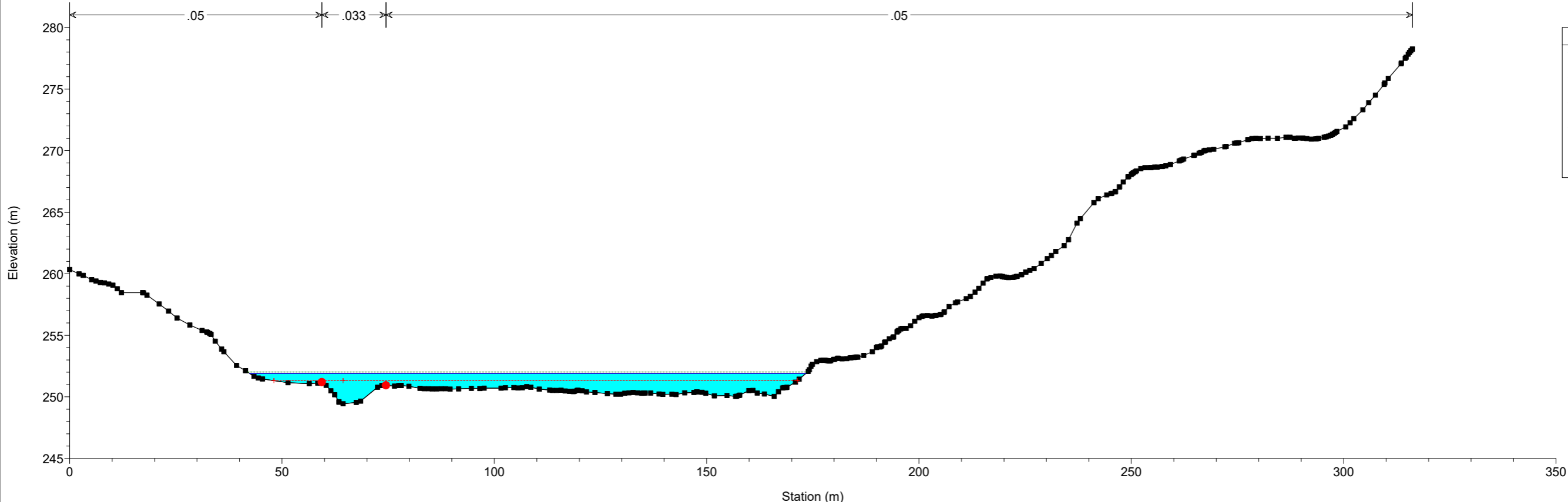


UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 948

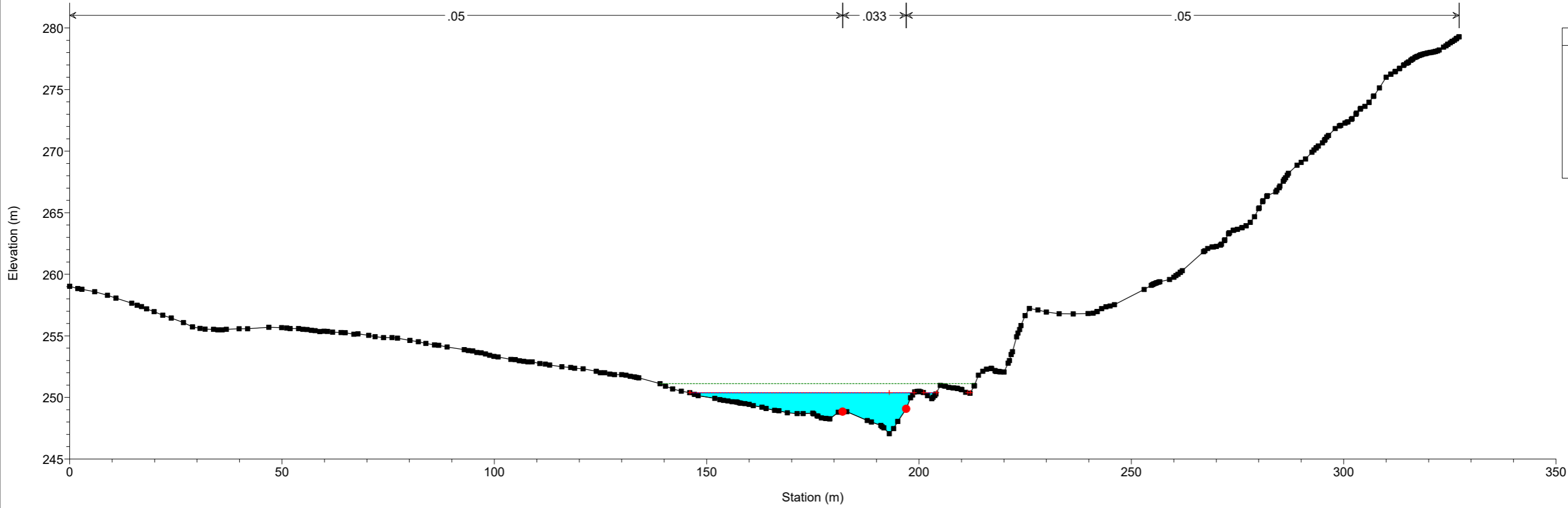


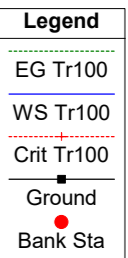
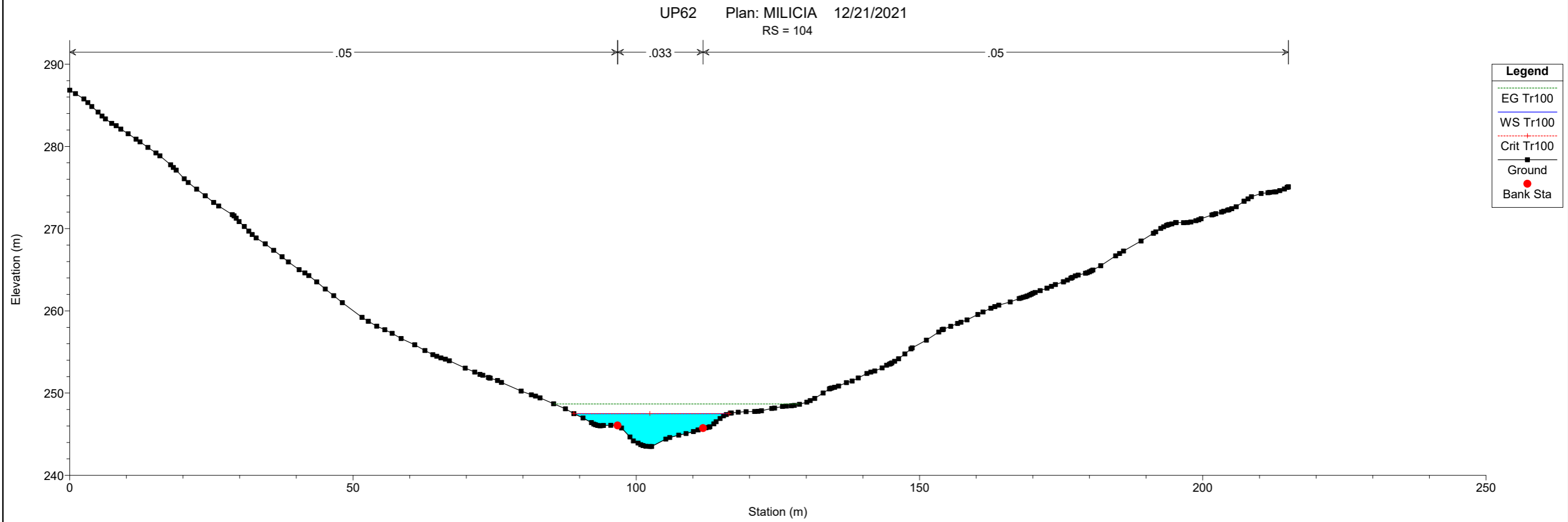
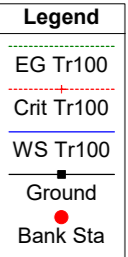
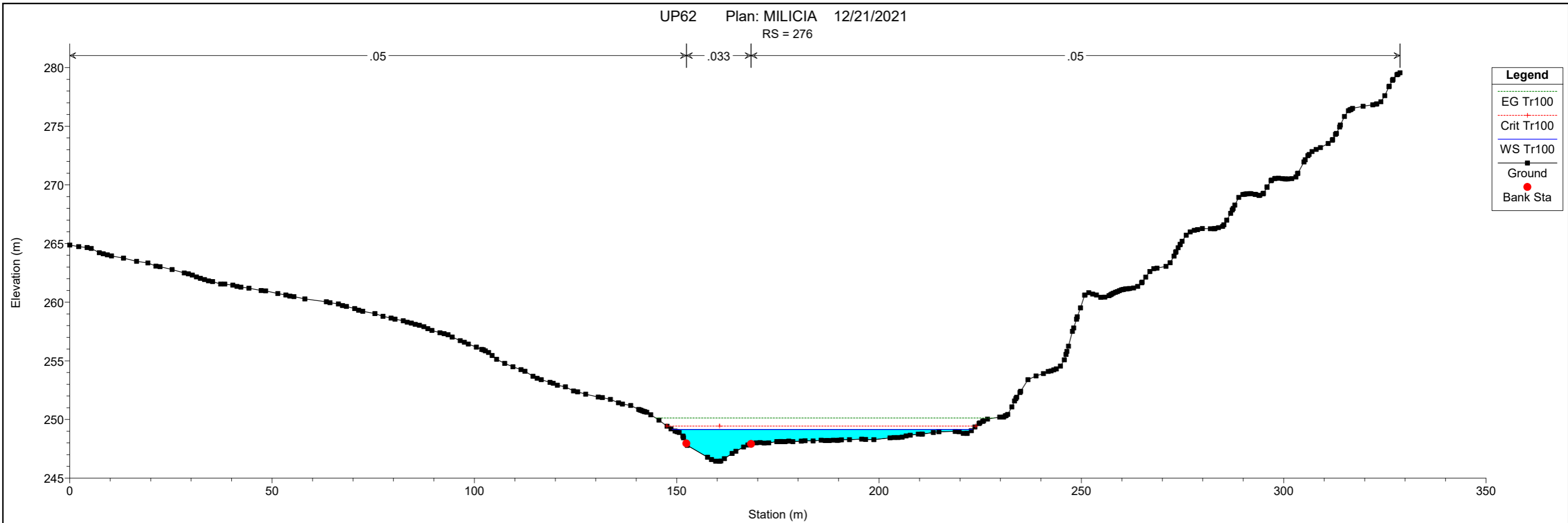


UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 580

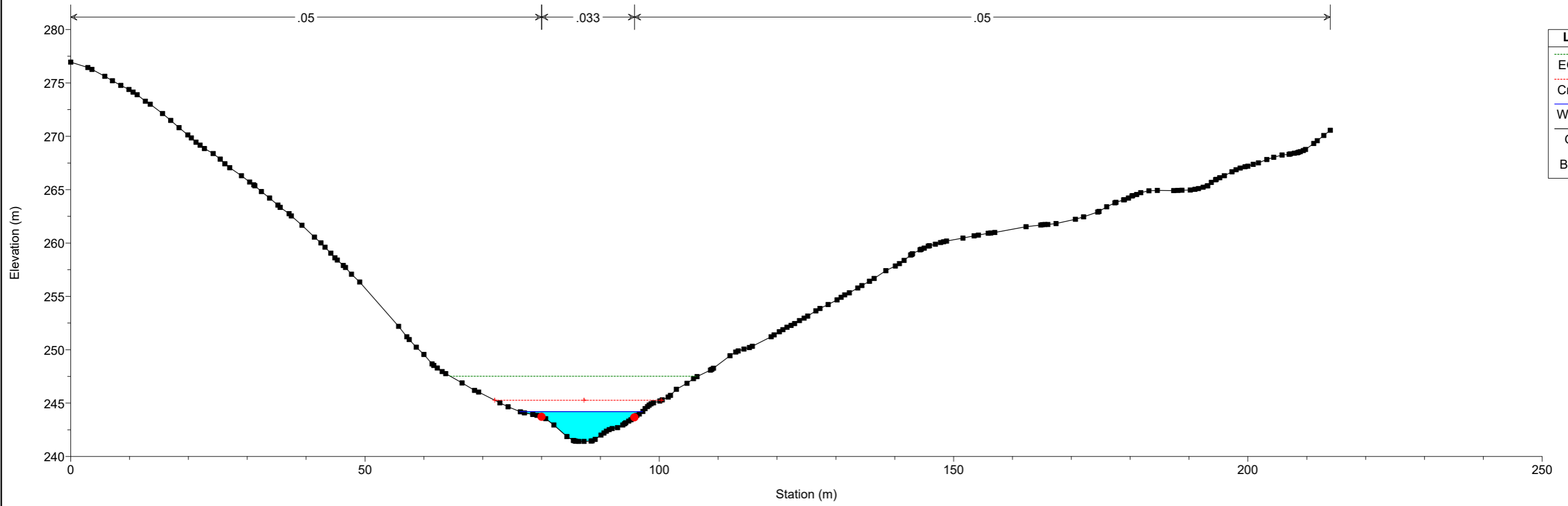


UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 377





UP62 Plan: MILICIA 12/21/2021  
RS = 35



S.S. 121 "Catanese"  
Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA



UP62

*Relazione Idraulica*

## ALLEGATO B

HEC-RAS Plan: E\_F\_PO\_01Feb River: Eleuterio\_2 Reach: Reach 1 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	4786	PF 1	885.00	25.92	31.26	30.29	31.73	0.002285	4.26	359.49	111.72	0.64
Reach 1	4681	PF 1	885.00	25.76	30.26	30.26	31.29	0.006501	6.38	276.37	137.46	1.05
Reach 1	4530	PF 1	885.00	24.79	29.24	29.24	30.24	0.006326	6.51	263.81	112.01	1.03
Reach 1	4417	PF 1	885.00	24.30	28.31	28.52	29.43	0.008042	6.96	268.49	150.25	1.17
Reach 1	4340	PF 1	885.00	23.26	27.41	27.70	28.71	0.010153	7.06	235.80	129.36	1.26
Reach 1	4262	PF 1	885.00	22.38	27.72	26.87	28.11	0.002101	4.08	410.08	146.72	0.61
Reach 1	4071	PF 1	885.00	21.82	27.26		27.68	0.002375	4.33	380.83	126.29	0.65
Reach 1	3912	PF 1	885.00	21.07	25.75	25.75	27.03	0.006055	6.73	234.38	89.22	1.05
Reach 1	3715	PF 1	885.00	20.08	23.91	24.22	25.54	0.009170	7.05	196.89	83.24	1.23
Reach 1	3606	PF 1	885.00	18.83	21.79	22.39	23.82	0.031271	6.31	140.93	128.21	1.91
Reach 1	3590		Bridge									
Reach 1	3582	PF 1	885.00	18.72	23.05	21.89	23.31	0.001258	2.25	393.10	146.50	0.44
Reach 1	3570		Bridge									
Reach 1	3559	PF 1	885.00	18.76	23.10	21.39	23.25	0.000627	1.72	514.88	172.08	0.32
Reach 1	3264	PF 1	885.00	17.33	22.14	21.81	22.81	0.004101	5.13	314.87	130.60	0.83
Reach 1	3089	PF 1	885.00	16.25	21.80		22.22	0.002239	4.36	396.12	137.30	0.64
Reach 1	2916	PF 1	885.00	17.68	21.14	20.70	21.68	0.004332	3.26	271.23	139.61	0.75
Reach 1	2907		Bridge									
Reach 1	2901	PF 1	885.00	17.72	20.89	21.10	21.92	0.013045	4.48	197.66	144.87	1.22
Reach 1	2778	PF 1	885.00	14.87	19.36	18.15	19.56	0.001422	2.99	532.16	196.33	0.50
Reach 1	2666	PF 1	885.00	14.22	19.11		19.38	0.001847	3.79	443.97	140.13	0.57
Reach 1	2542	PF 1	885.00	13.57	18.96		19.21	0.000955	2.99	502.37	143.43	0.43
Reach 1	2489	PF 1	885.00	12.94	18.86		19.15	0.001556	3.47	423.19	115.66	0.51
Reach 1	2378	PF 1	885.00	12.54	18.54		18.95	0.001864	4.15	375.81	102.77	0.58
Reach 1	2307	PF 1	885.00	12.24	18.48		18.81	0.001337	3.68	417.49	105.72	0.50
Reach 1	2198	PF 1	885.00	11.87	17.77		18.56	0.002724	5.15	284.15	76.86	0.72
Reach 1	2172	PF 1	885.00	11.82	17.84		18.46	0.001633	3.51	263.33	72.99	0.54
Reach 1	2167	PF 1	885.00	11.83	17.84		18.44	0.002017	3.46	256.08	70.38	0.58
Reach 1	2159	PF 1	885.00	11.92	17.41	16.72	18.39	0.003662	4.38	201.85	60.38	0.77
Reach 1	2155	PF 1	885.00	11.96	16.84	16.84	18.31	0.006504	5.38	164.64	56.20	1.00
Reach 1	2128	PF 1	885.00	10.79	16.07	16.72	18.08	0.007803	7.76	211.21	102.89	1.16
Reach 1	1977	PF 1	885.00	10.08	13.78	14.54	16.21	0.021002	8.77	162.32	102.31	1.76
Reach 1	1926	PF 1	885.00	10.81	13.41	13.89	15.10	0.014702	6.13	176.24	122.52	1.43
Reach 1	1837	PF 1	885.00	9.03	13.62	13.43	14.32	0.004175	4.35	303.66	154.78	0.81
Reach 1	1716	PF 1	885.00	8.18	13.46		13.83	0.002585	3.45	405.19	211.80	0.63

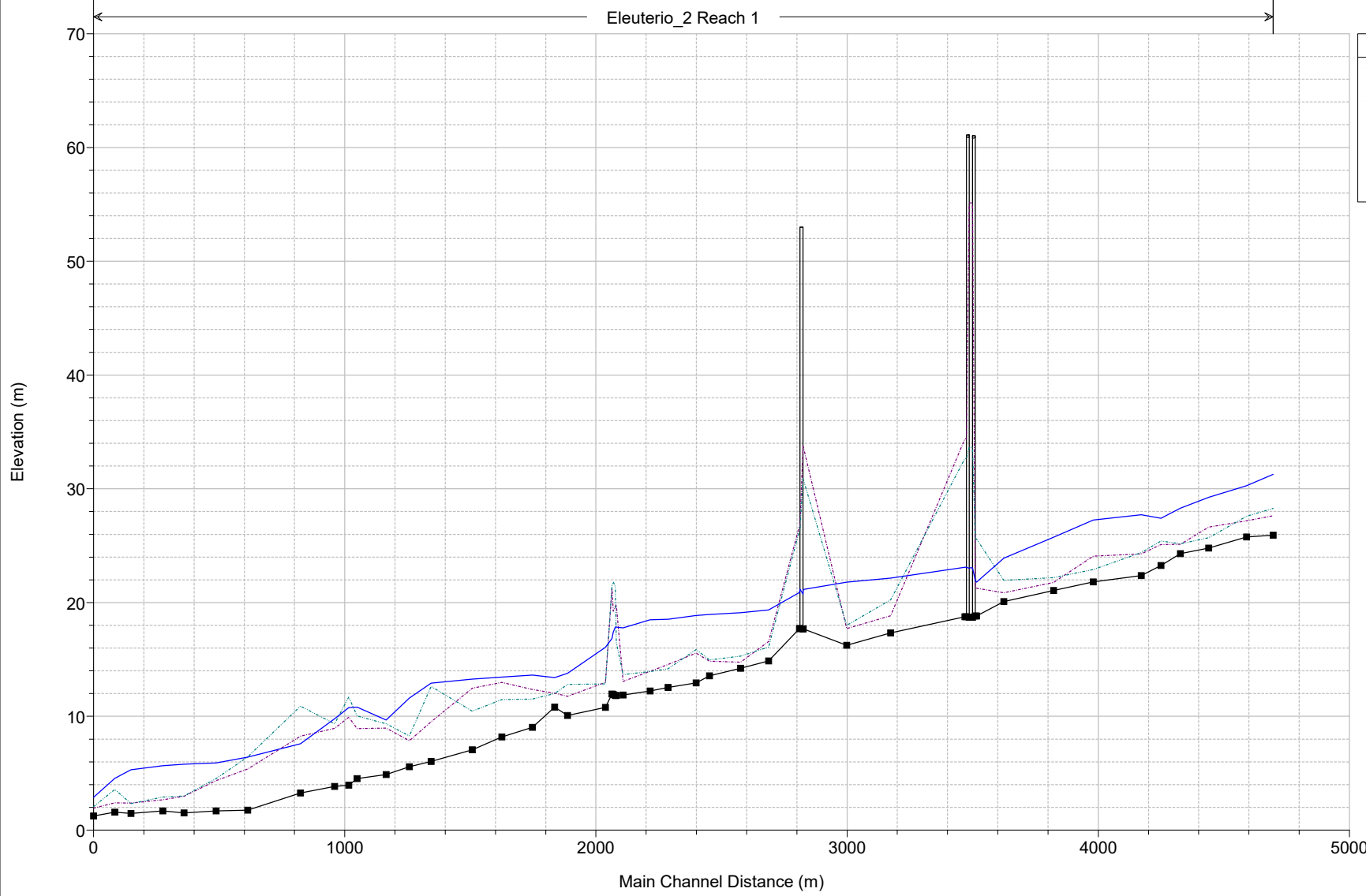


HEC-RAS Plan: E\_F\_PO\_01Feb River: Eleuterio\_2 Reach: Reach 1 Profile: PF 1 (Continued)

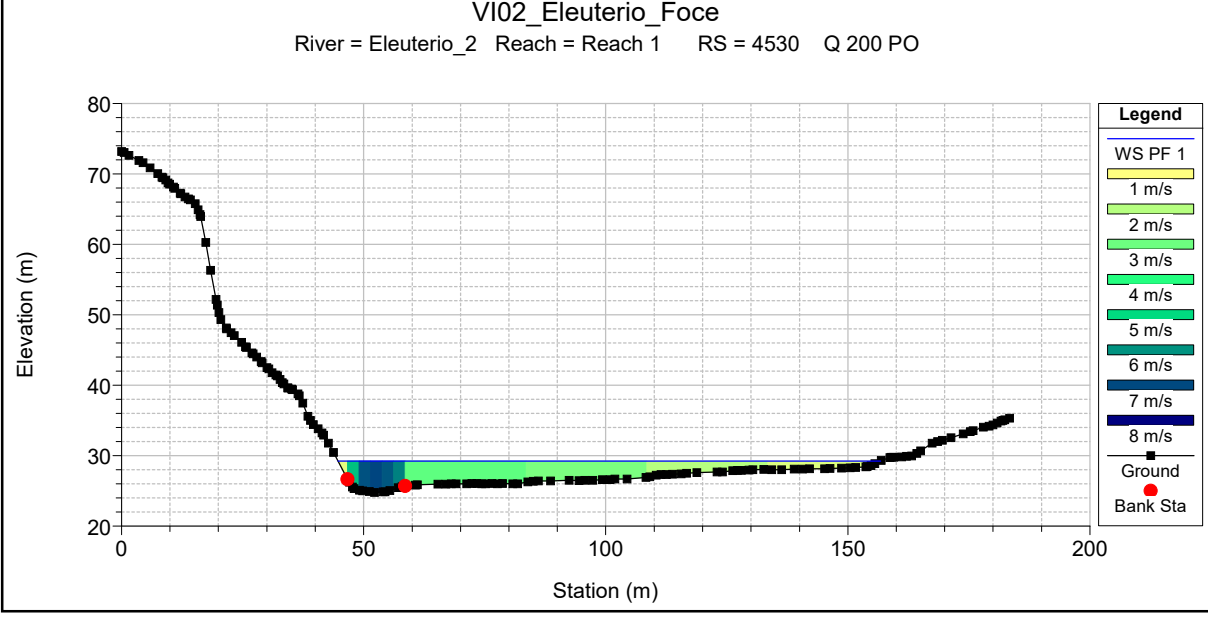
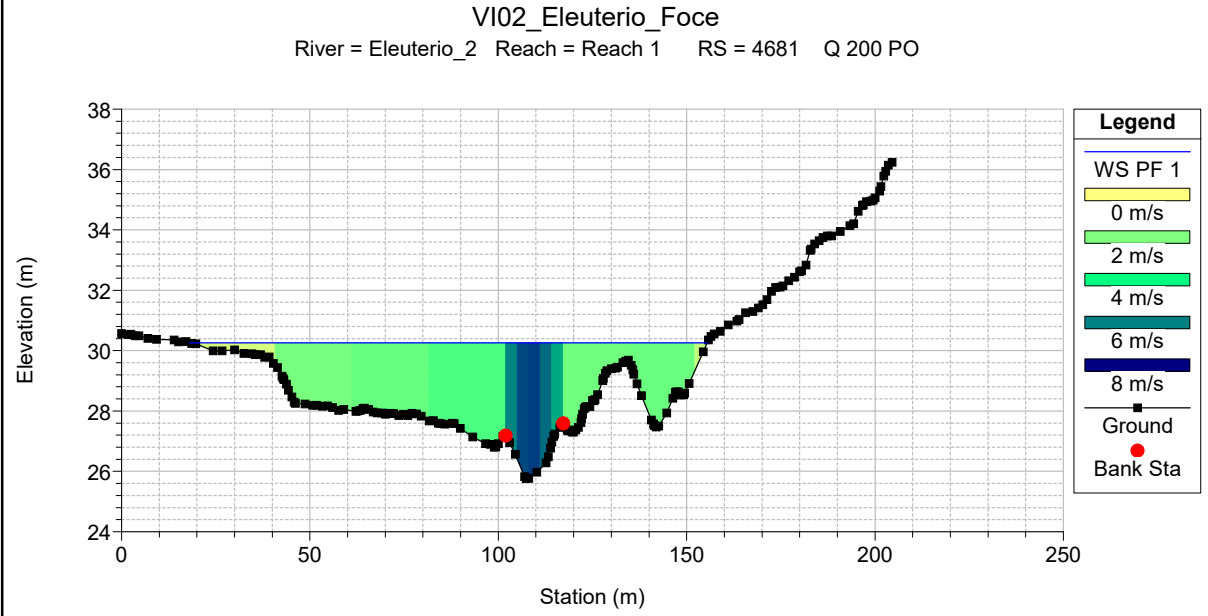
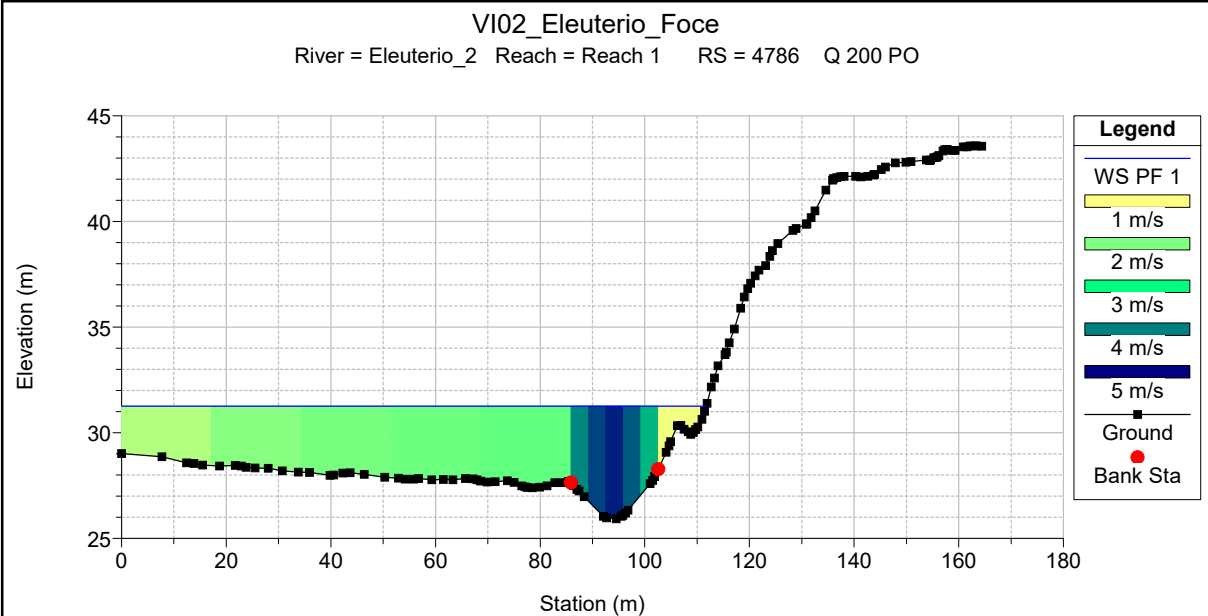
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1598	PF 1	885.00	7.06	13.28		13.54	0.001811	3.18	468.30	179.99	0.53
Reach 1	1435	PF 1	885.00	6.03	12.92		13.29	0.001264	2.98	411.52	171.70	0.47
Reach 1	1347	PF 1	885.00	5.58	11.60	11.60	12.98	0.005944	6.94	247.79	113.04	1.00
Reach 1	1256	PF 1	885.00	4.89	9.67	10.75	12.09	0.013240	6.98	144.41	125.86	1.40
Reach 1	1140	PF 1	885.00	4.52	10.80	10.23	11.00	0.001307	2.81	676.56	409.75	0.45
Reach 1	1106	PF 1	885.00	3.95	10.76	10.25	10.94	0.001535	2.84	666.95	398.70	0.48
Reach 1	1049	PF 1	885.00	3.83	9.80	9.80	10.73	0.004208	4.37	244.87	182.79	0.81
Reach 1	914	PF 1	885.00	3.27	7.60	8.16	9.52	0.022806	6.14	144.12	104.86	1.67
Reach 1	704	PF 1	885.00	1.76	6.41	6.41	7.09	0.006908	3.87	268.21	188.00	0.95
Reach 1	578	PF 1	885.00	1.68	5.90	5.23	6.10	0.001843	2.51	553.96	324.24	0.52
Reach 1	450	PF 1	885.00	1.51	5.78		5.92	0.000946	2.29	718.03	354.29	0.40
Reach 1	366	PF 1	885.00	1.68	5.66		5.82	0.001346	2.71	590.70	242.55	0.47
Reach 1	240	PF 1	885.00	1.46	5.30		5.59	0.002326	3.62	455.72	196.04	0.63
Reach 1	175	PF 1	885.00	1.58	4.56	4.56	5.29	0.008166	5.15	292.35	189.08	1.10
Reach 1	90	PF 1	885.00	1.25	2.88	3.24	4.11	0.025917	6.69	217.70	204.26	1.81

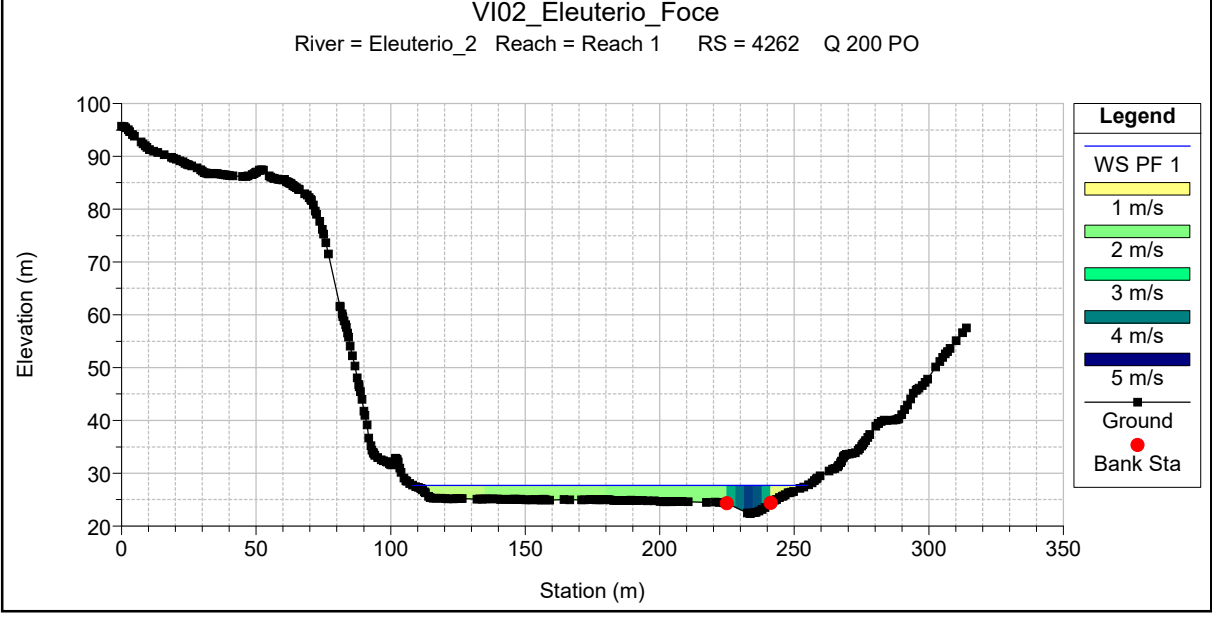
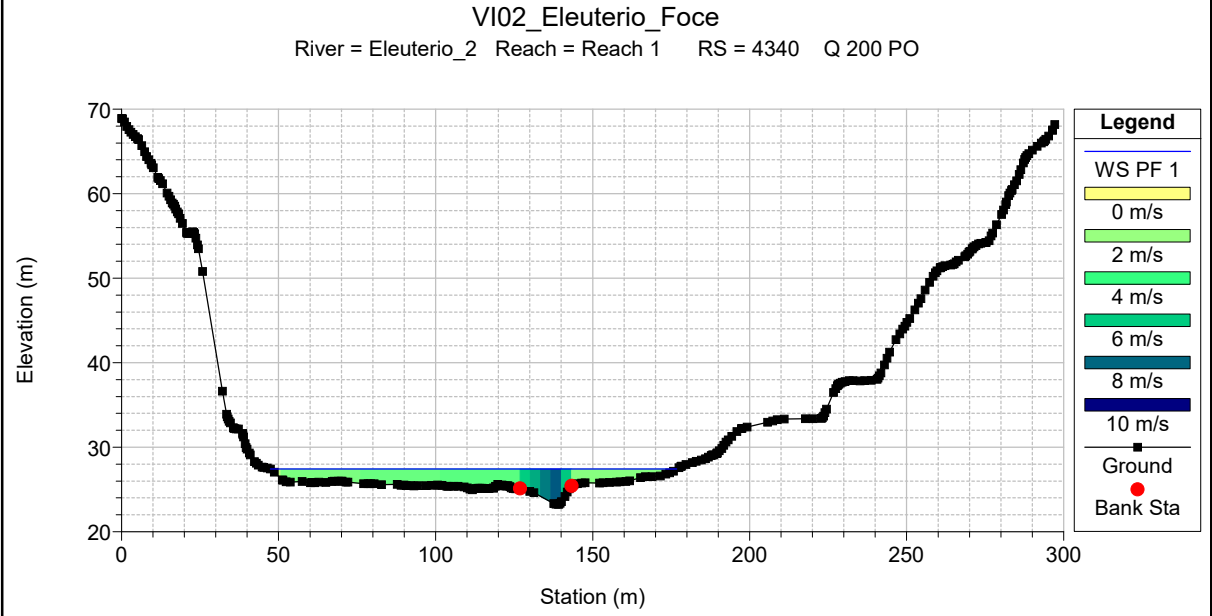
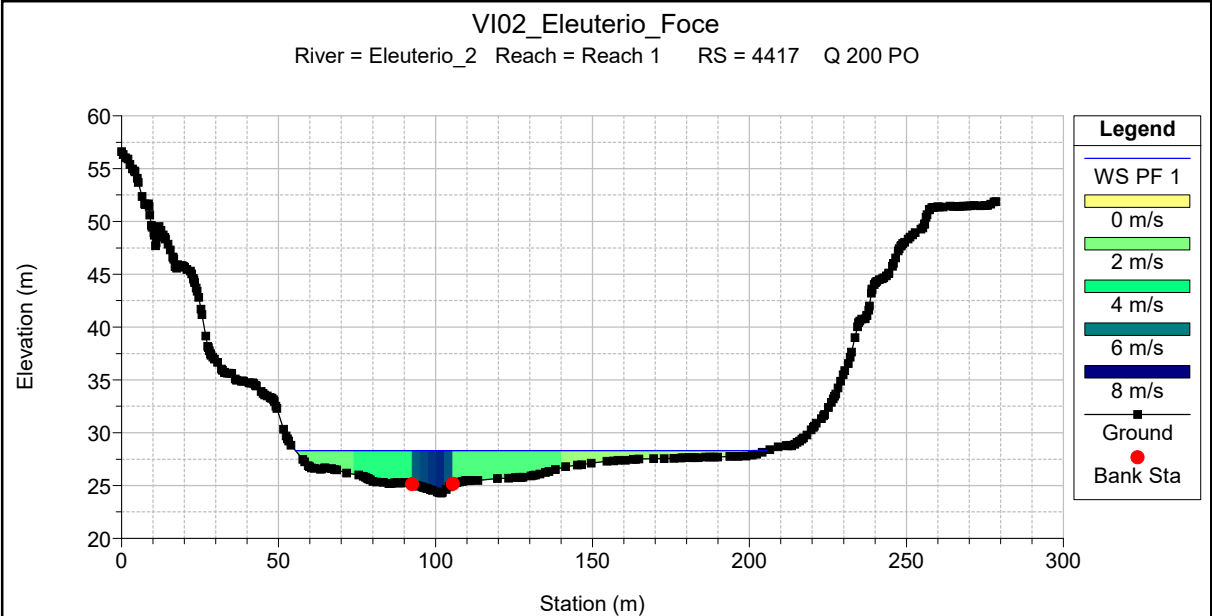
VI02\_Eleuterio\_Foce  
Q 200 PO

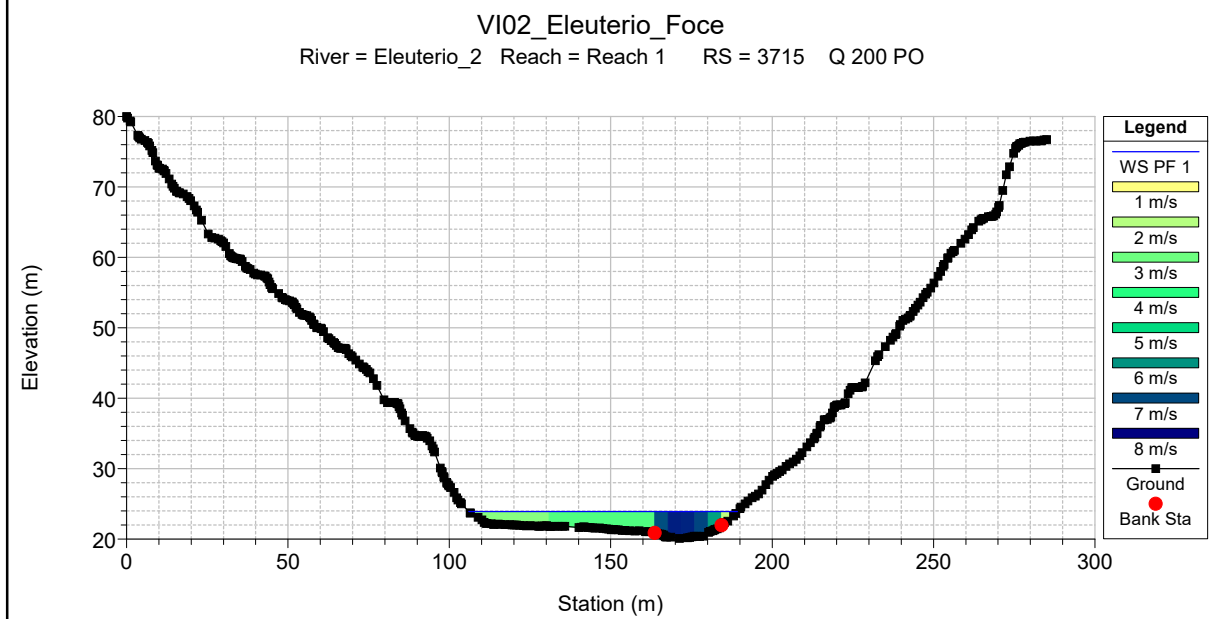
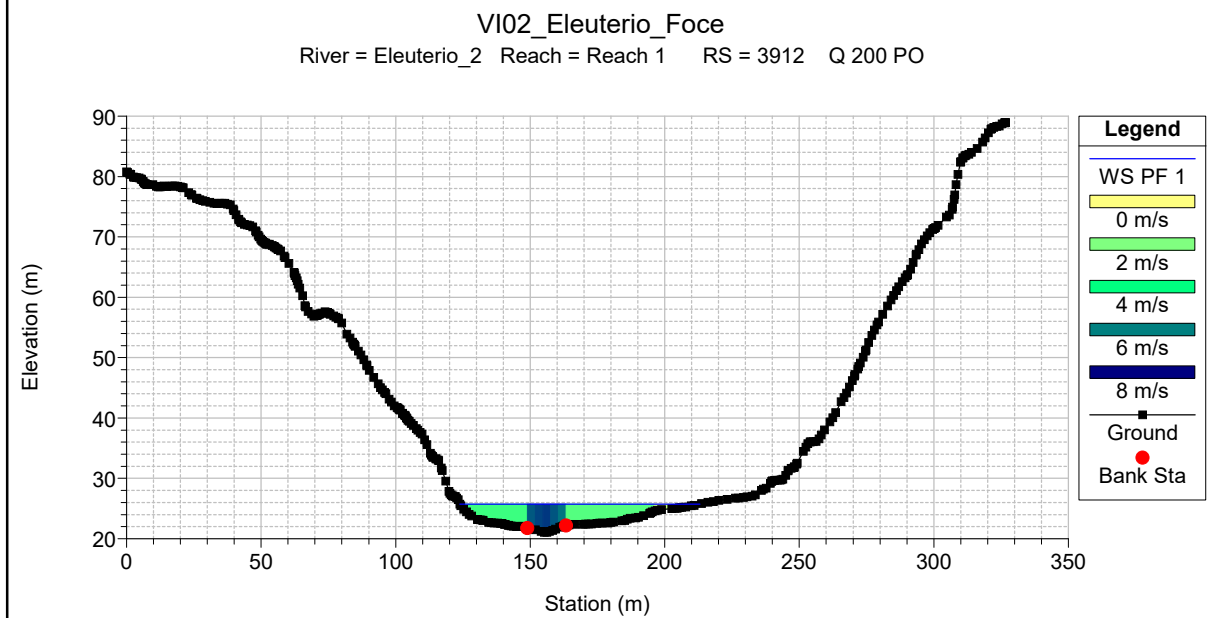
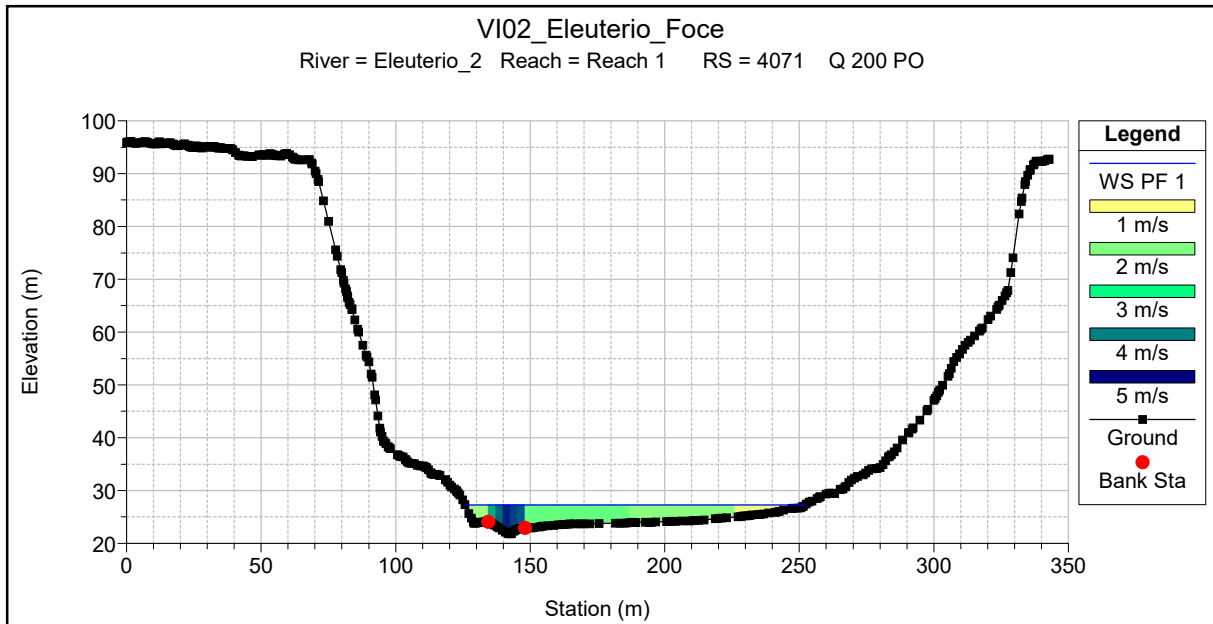
Eleuterio\_2 Reach 1

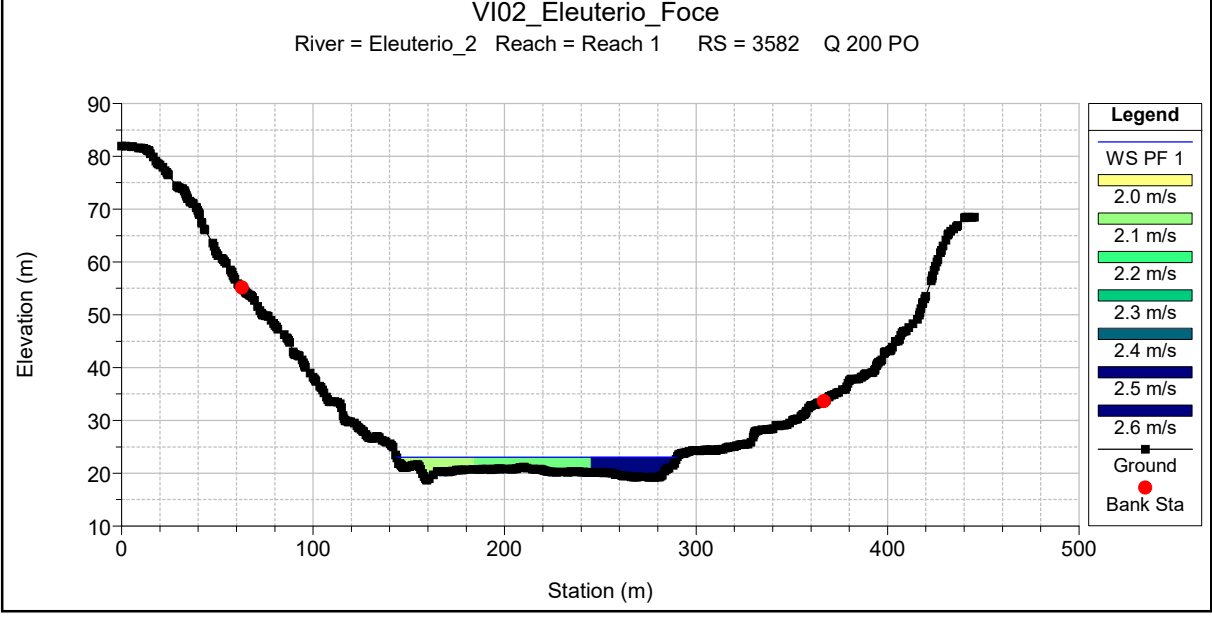
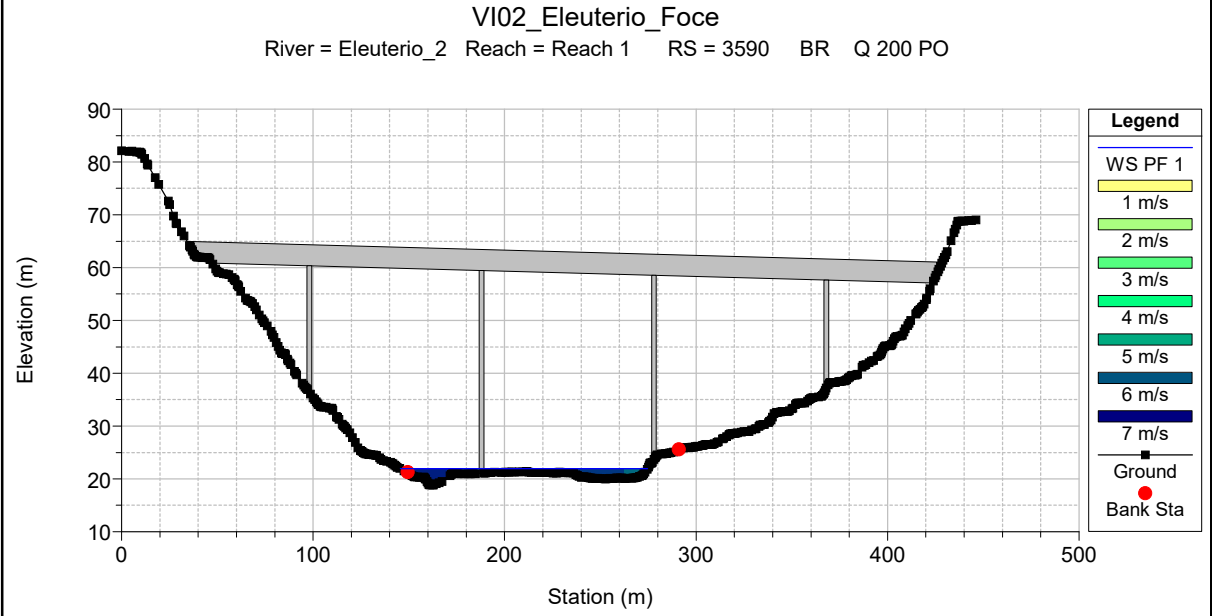
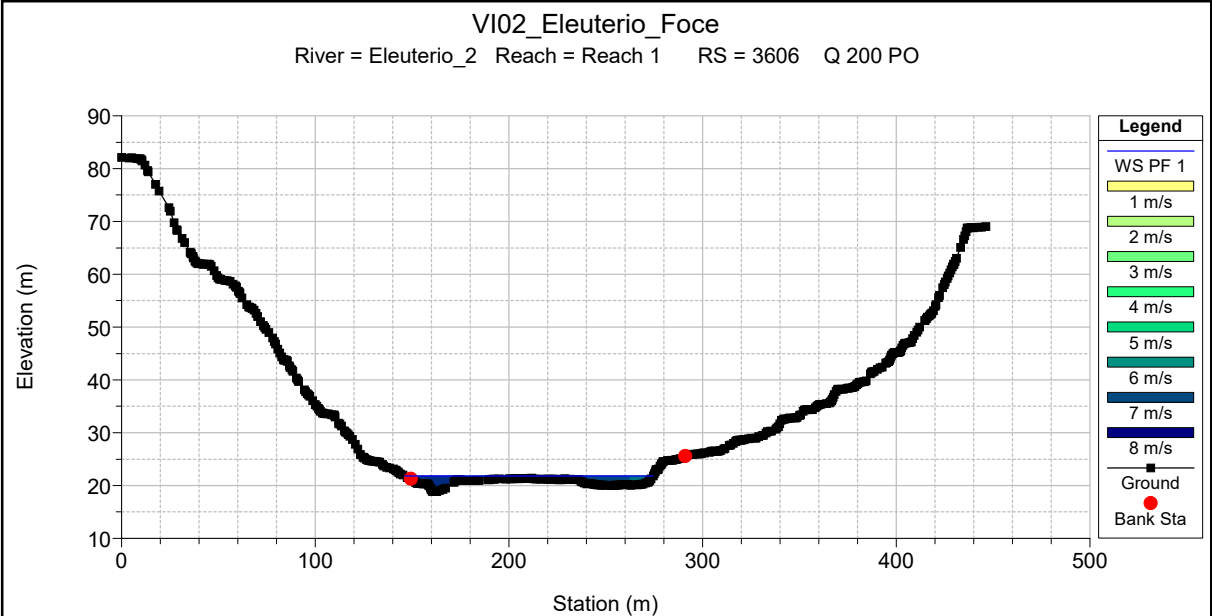


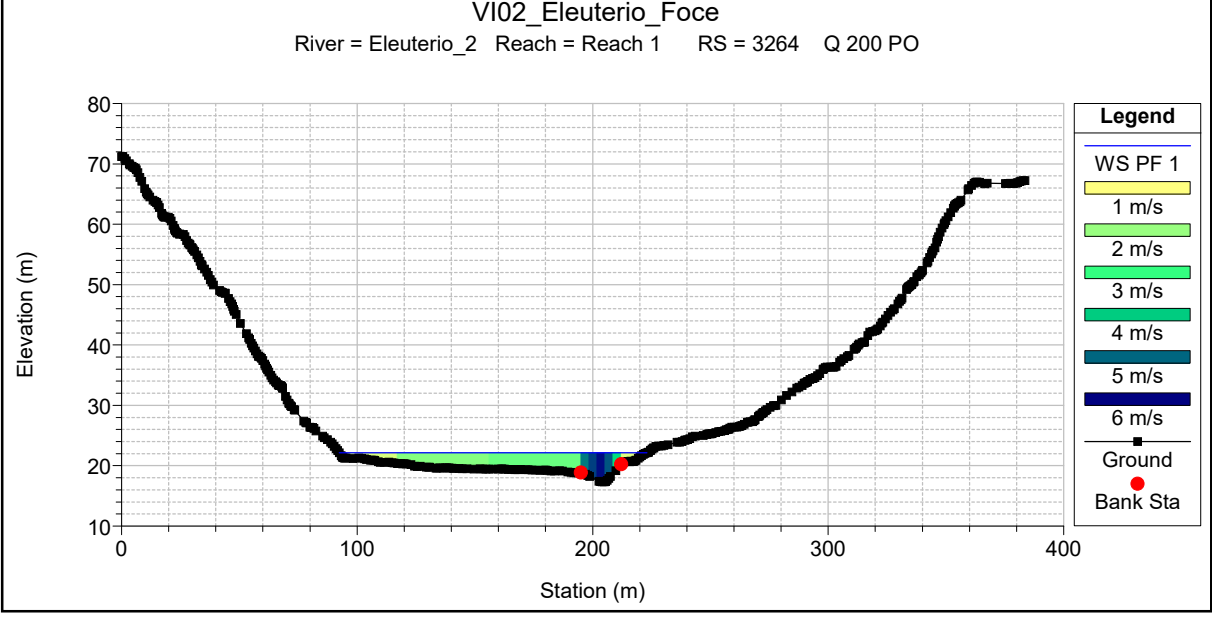
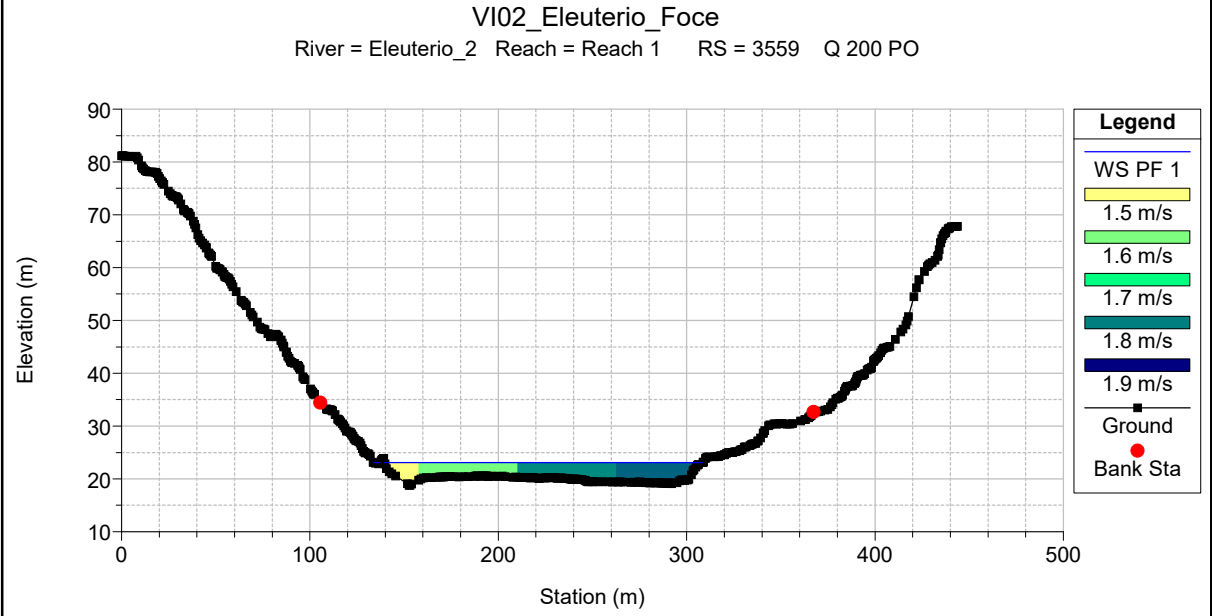
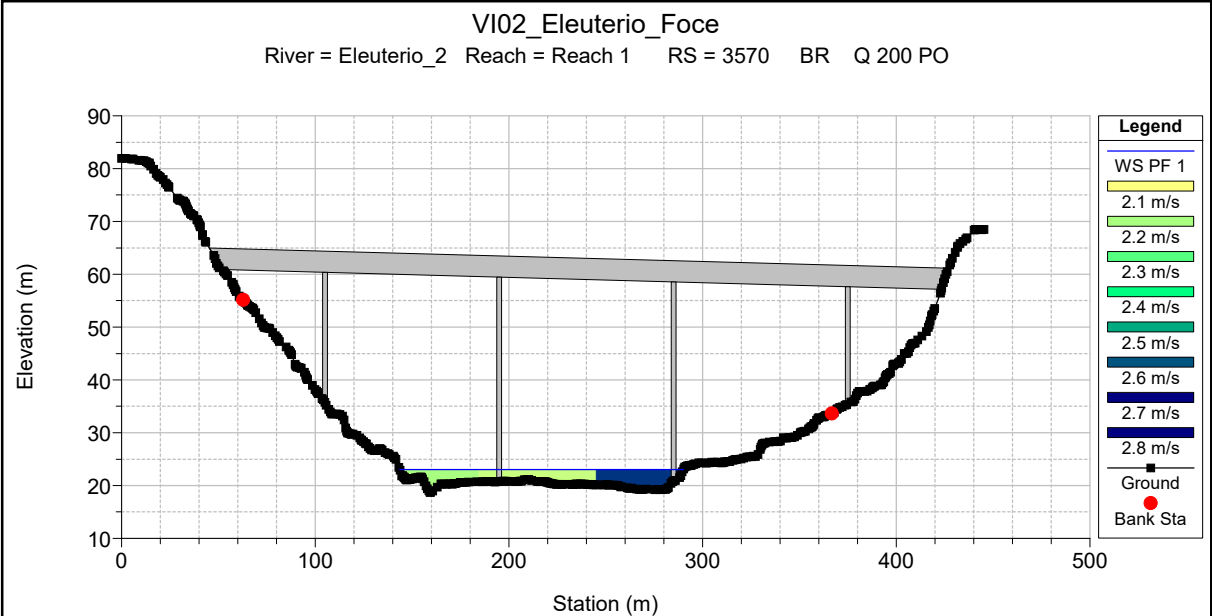
Legend	
WS PF 1	—
Ground	■
LOB	⋯
ROB	⋯

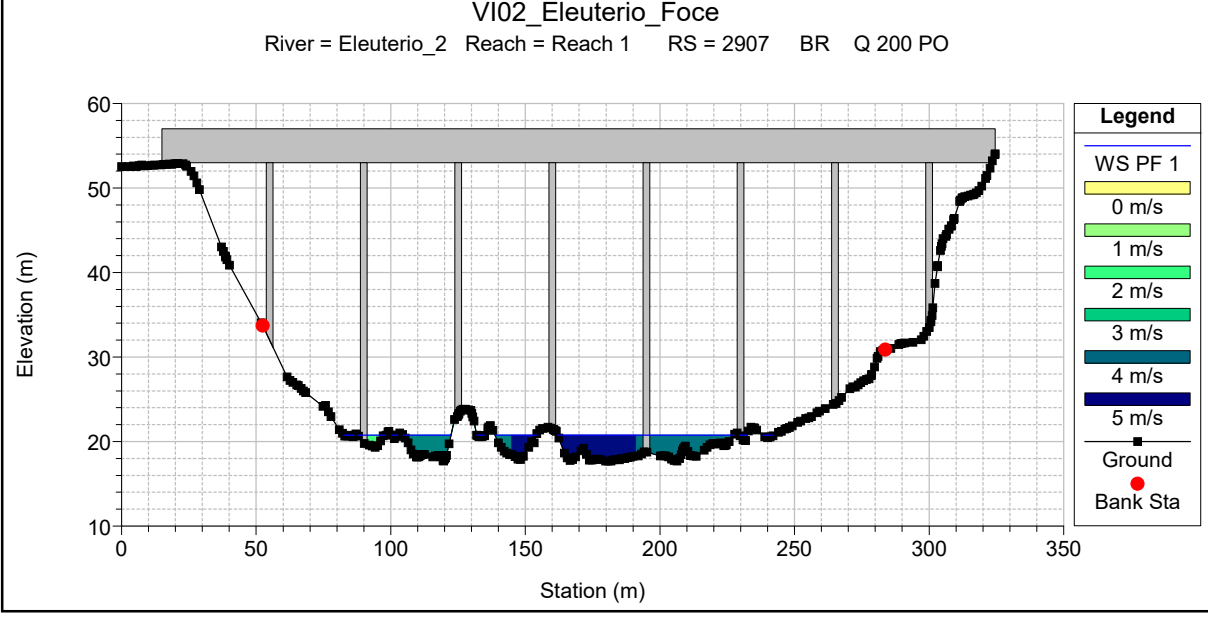
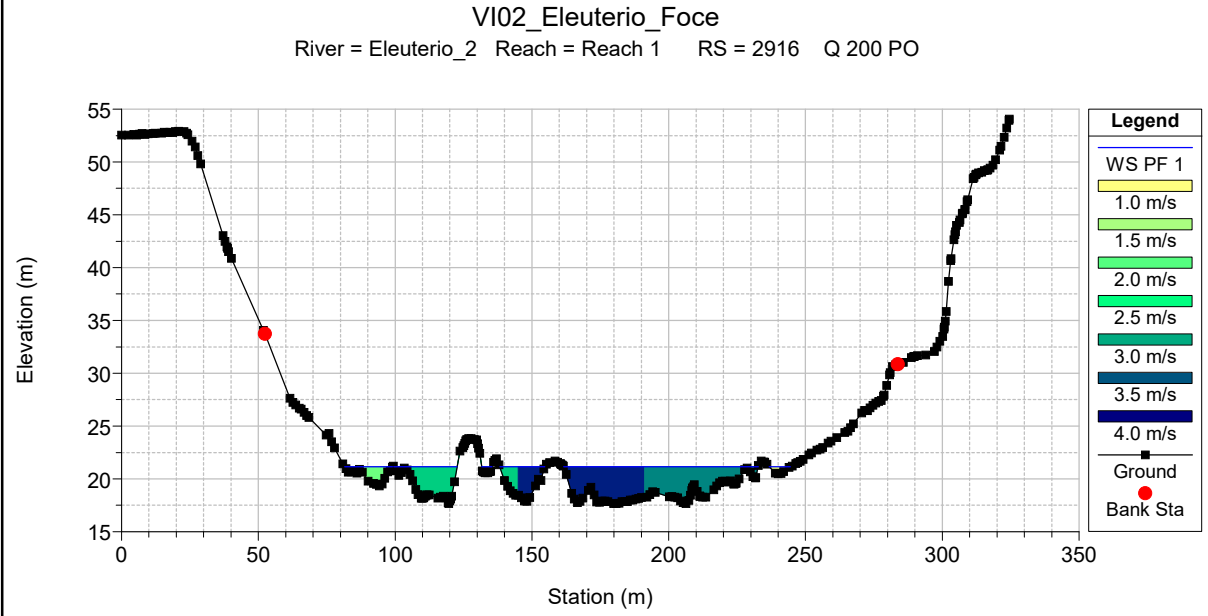
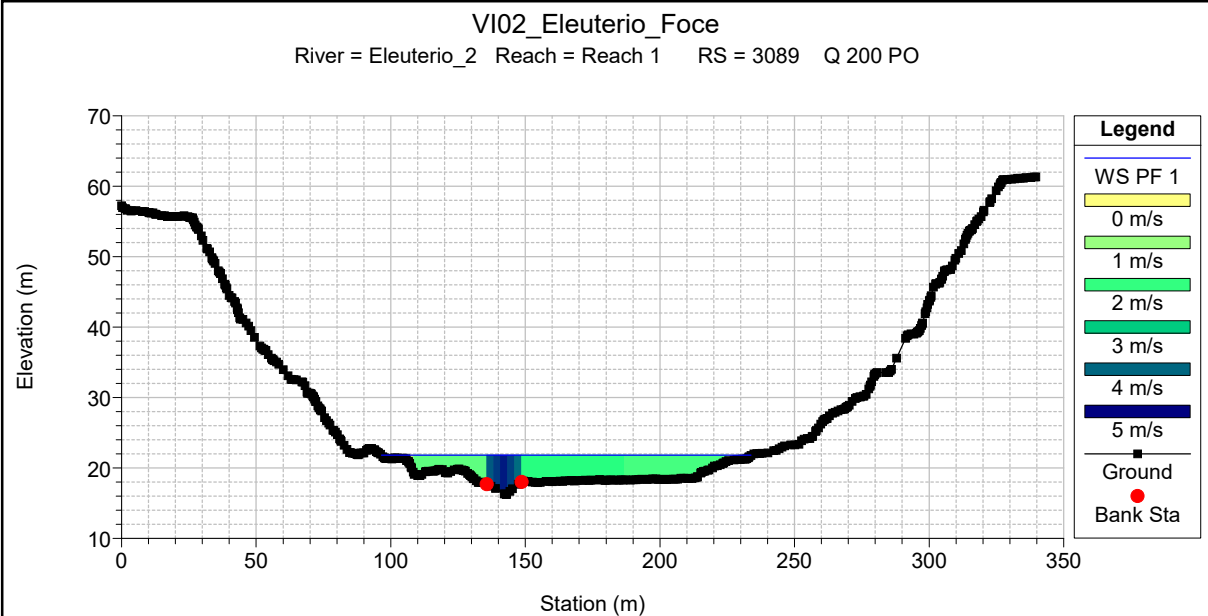




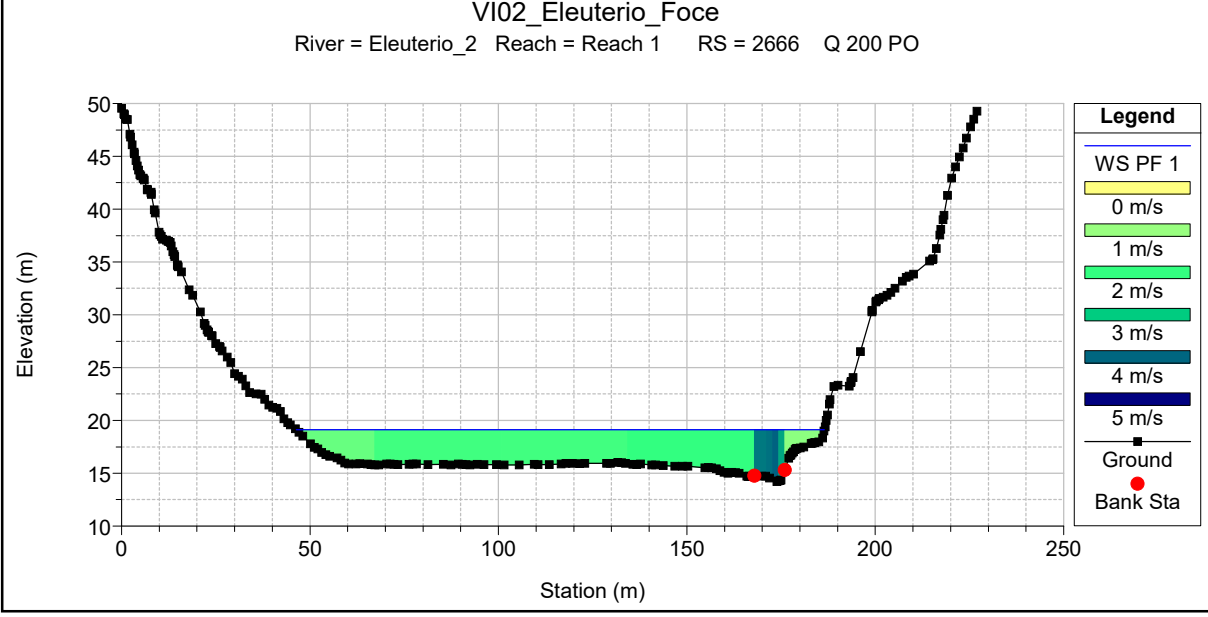
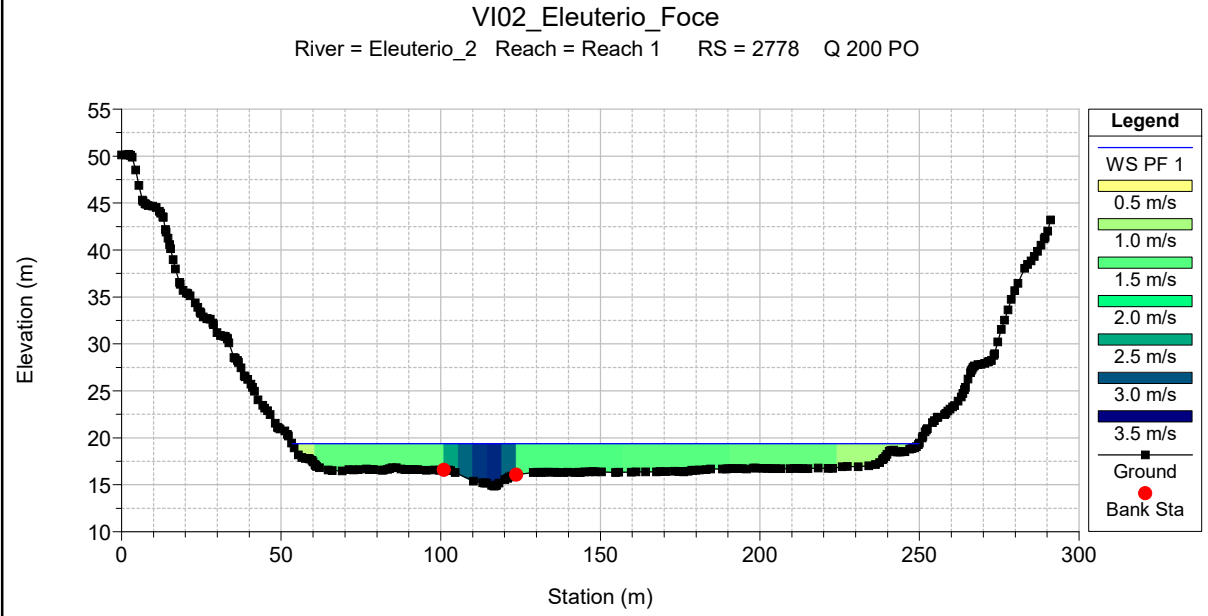
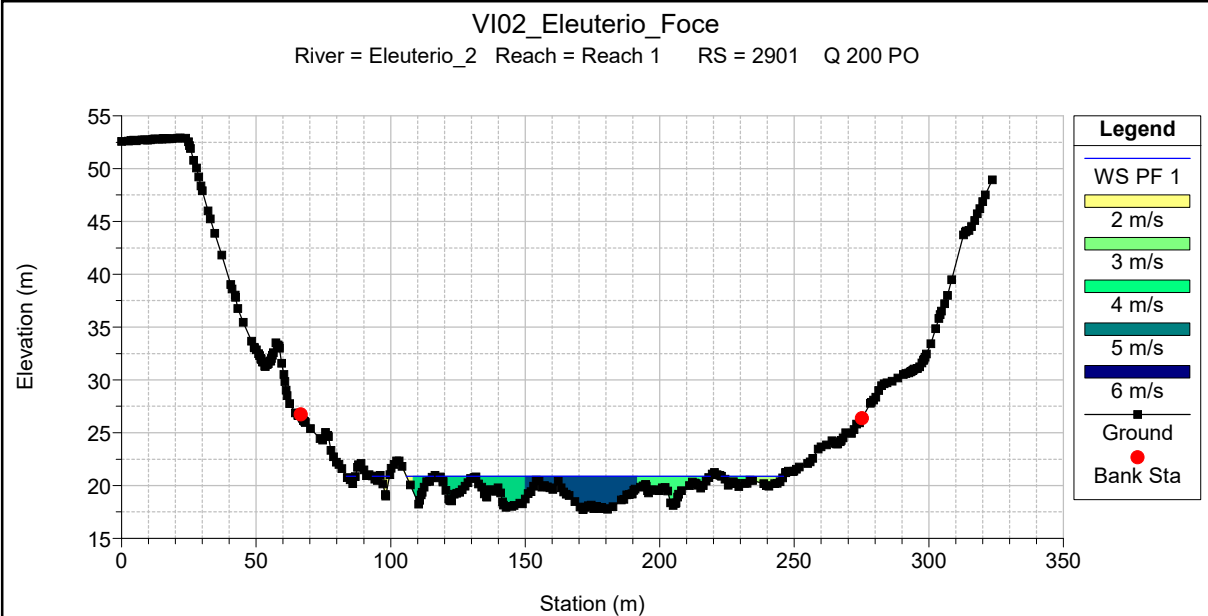


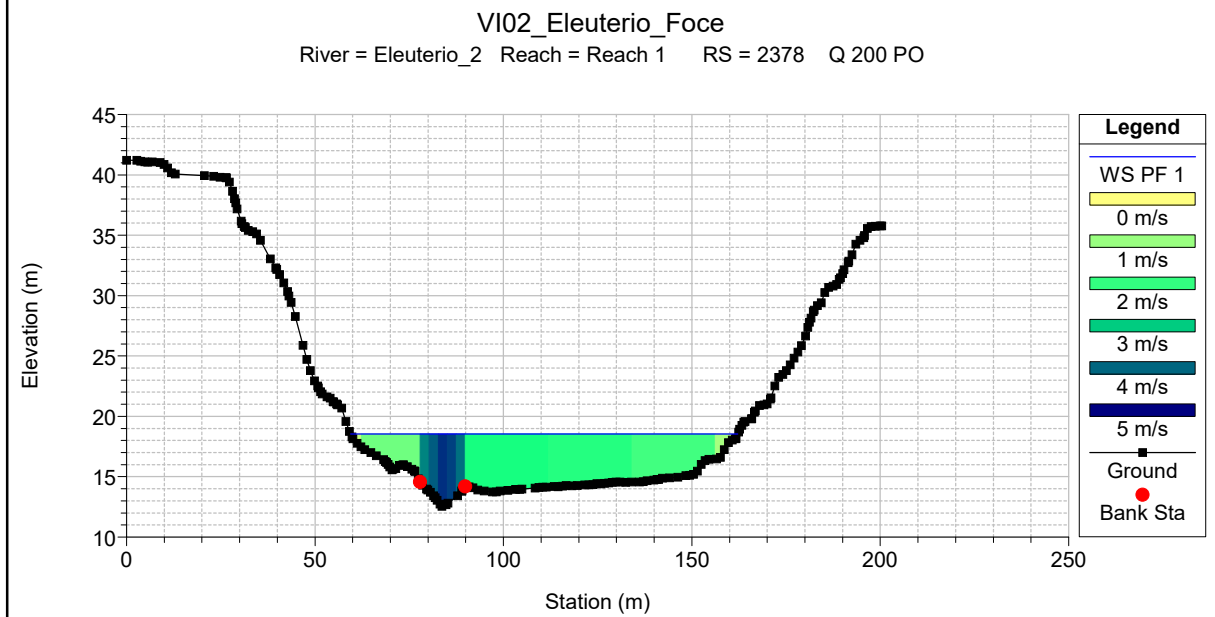
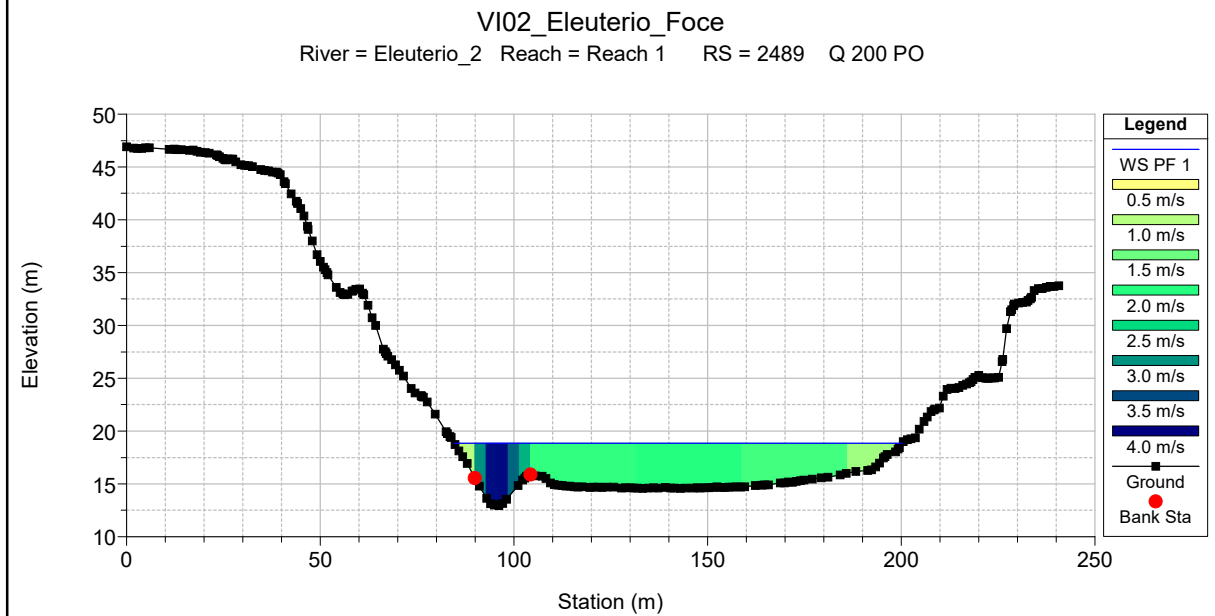
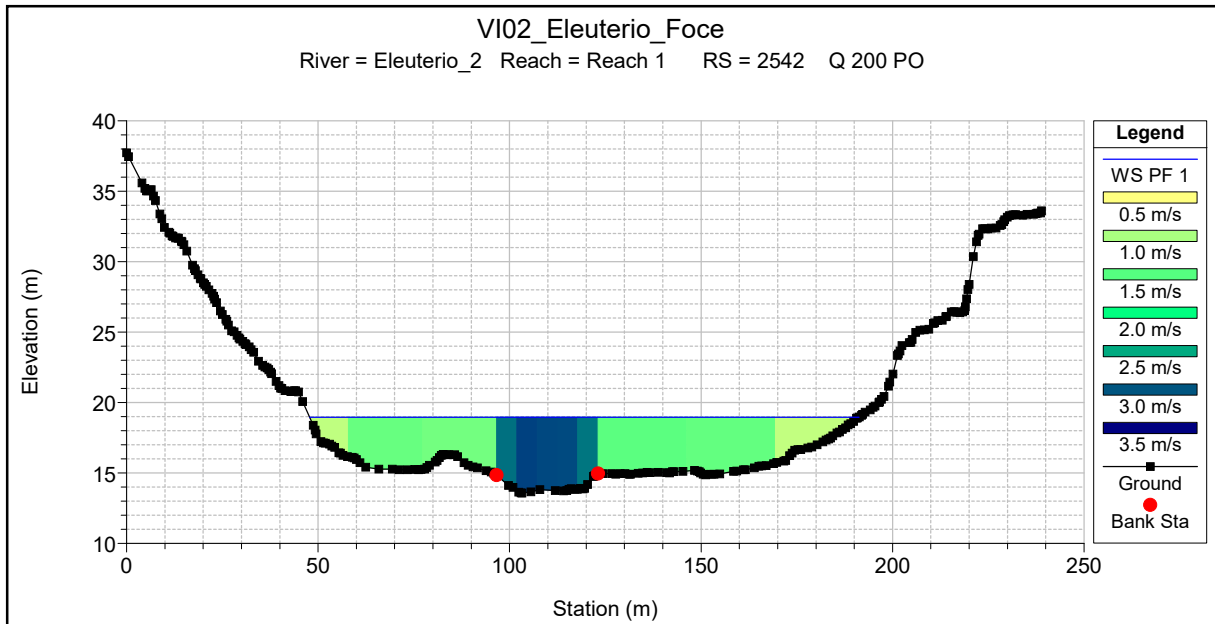


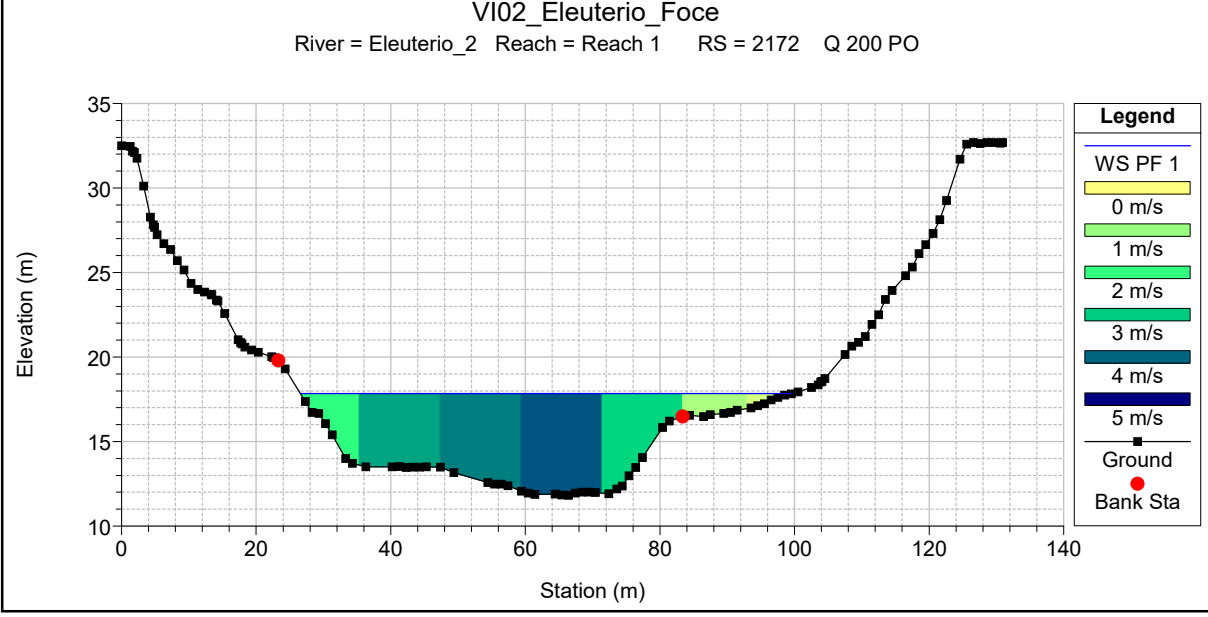
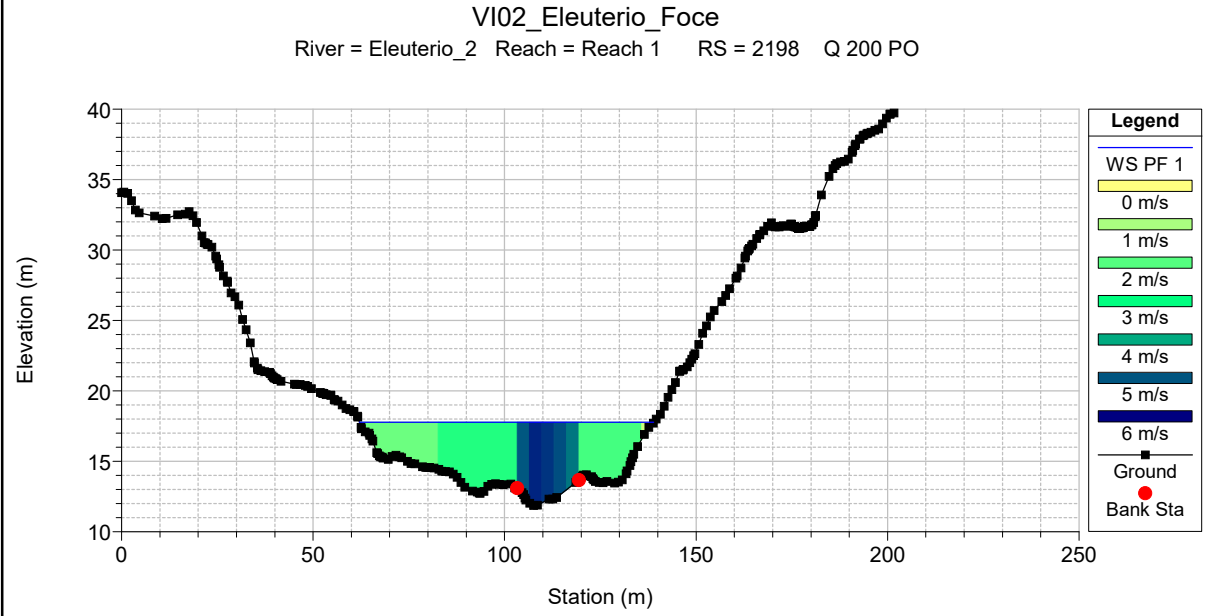
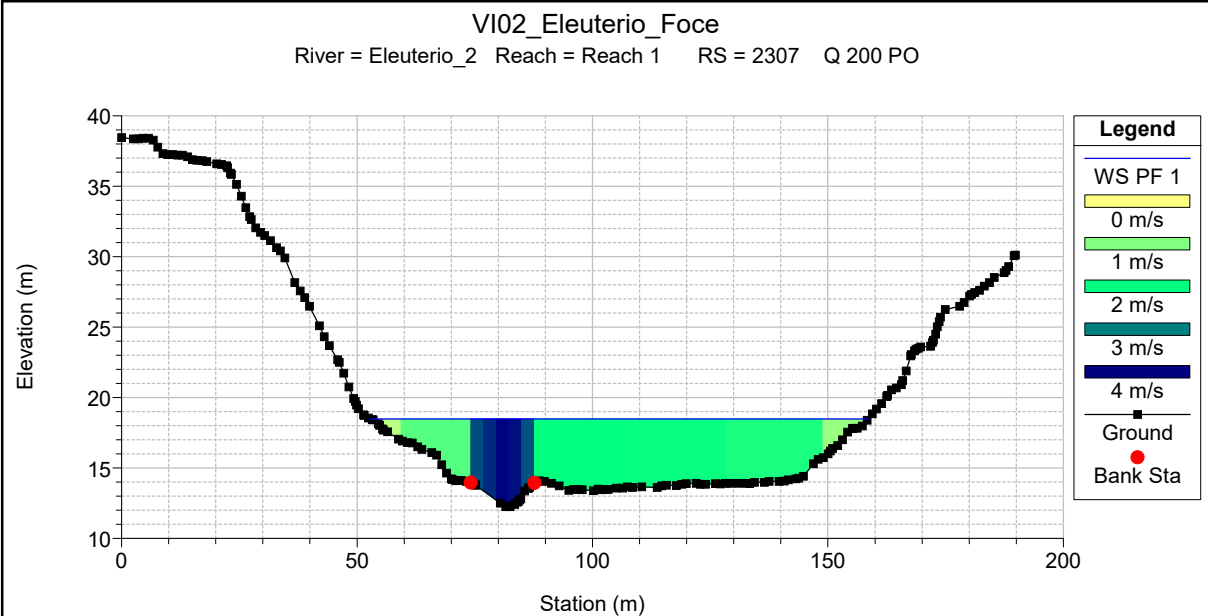


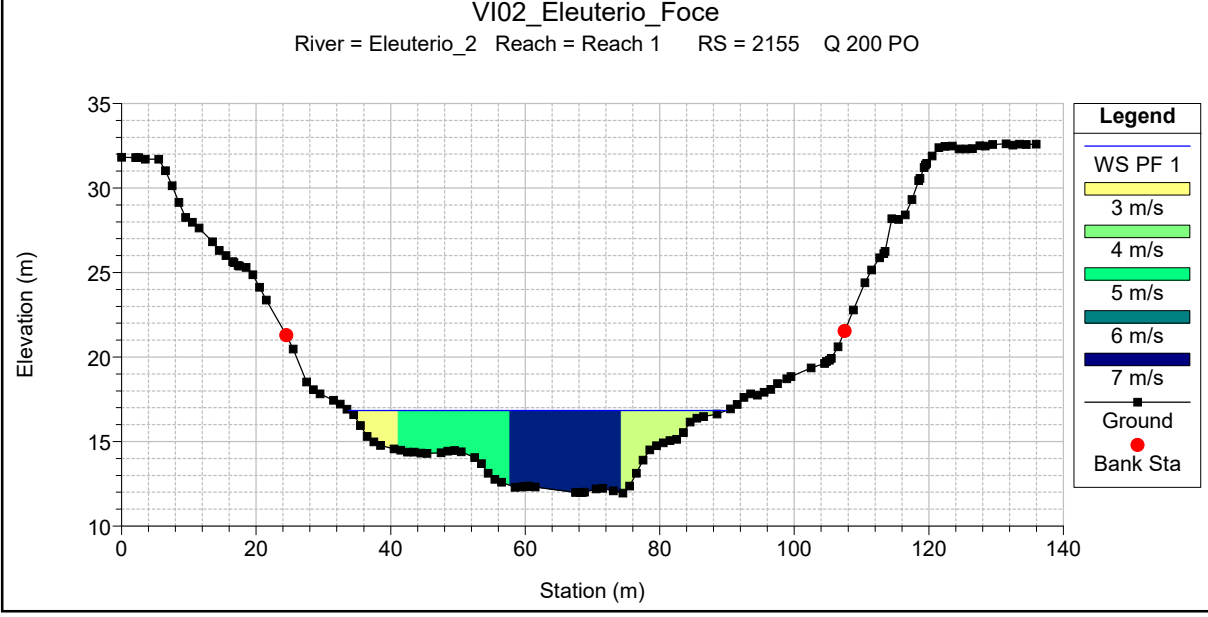
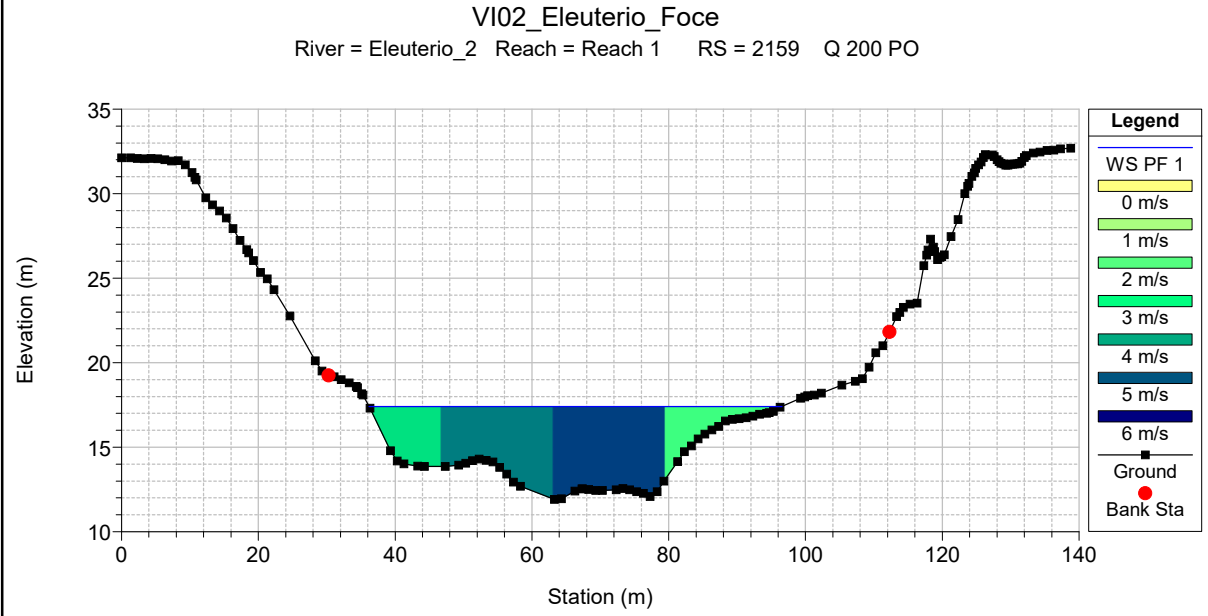
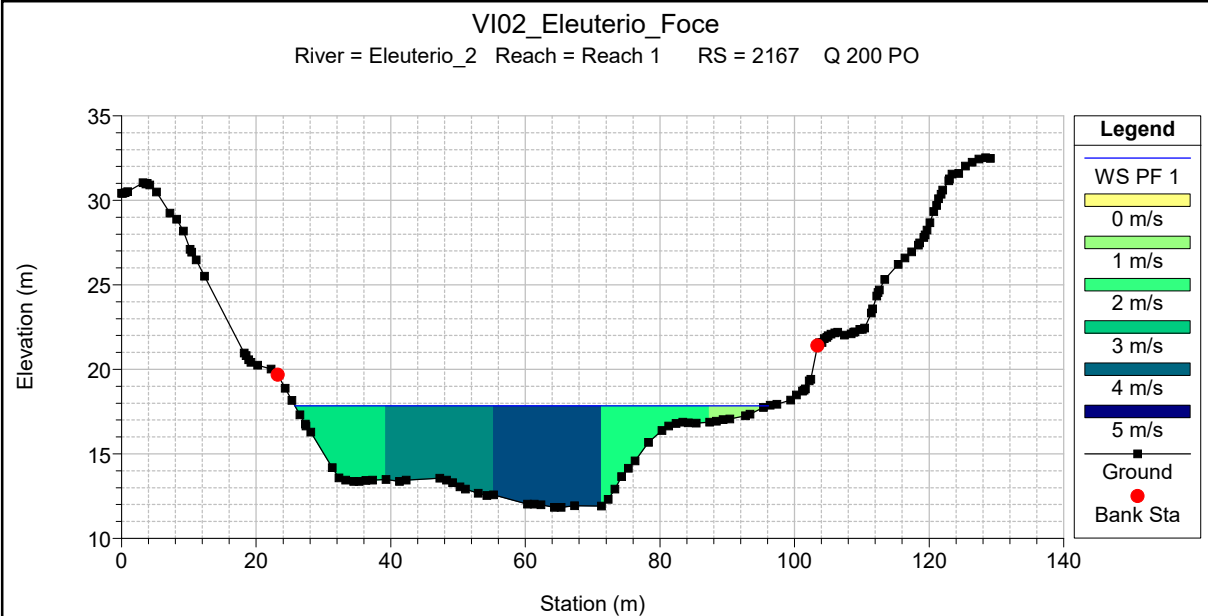


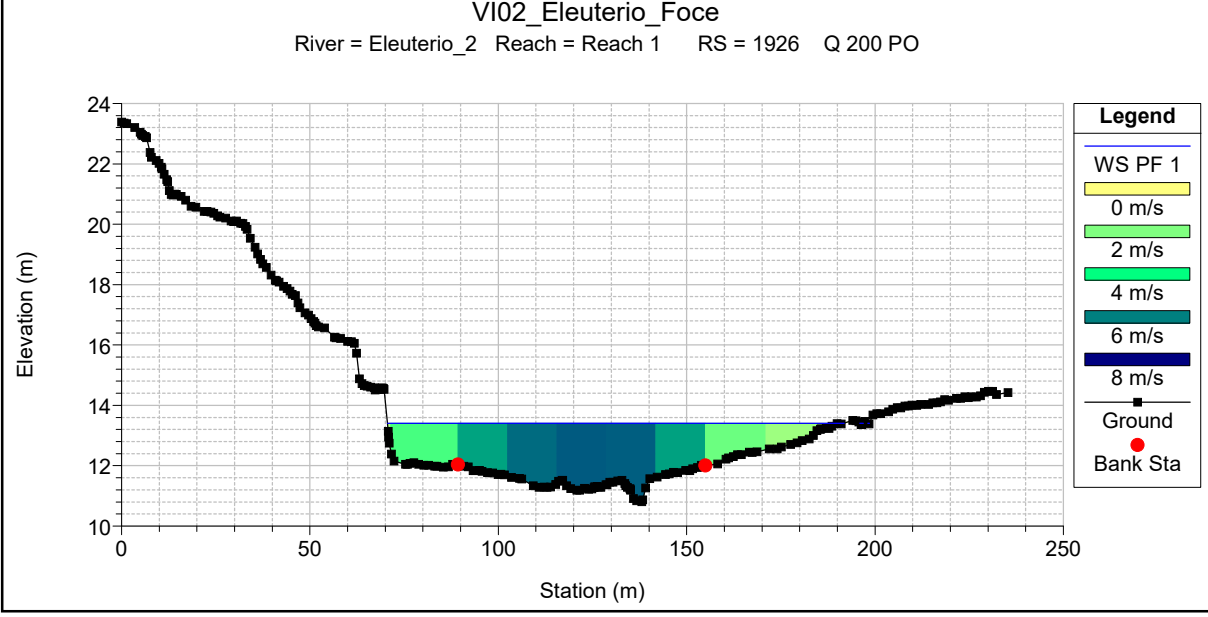
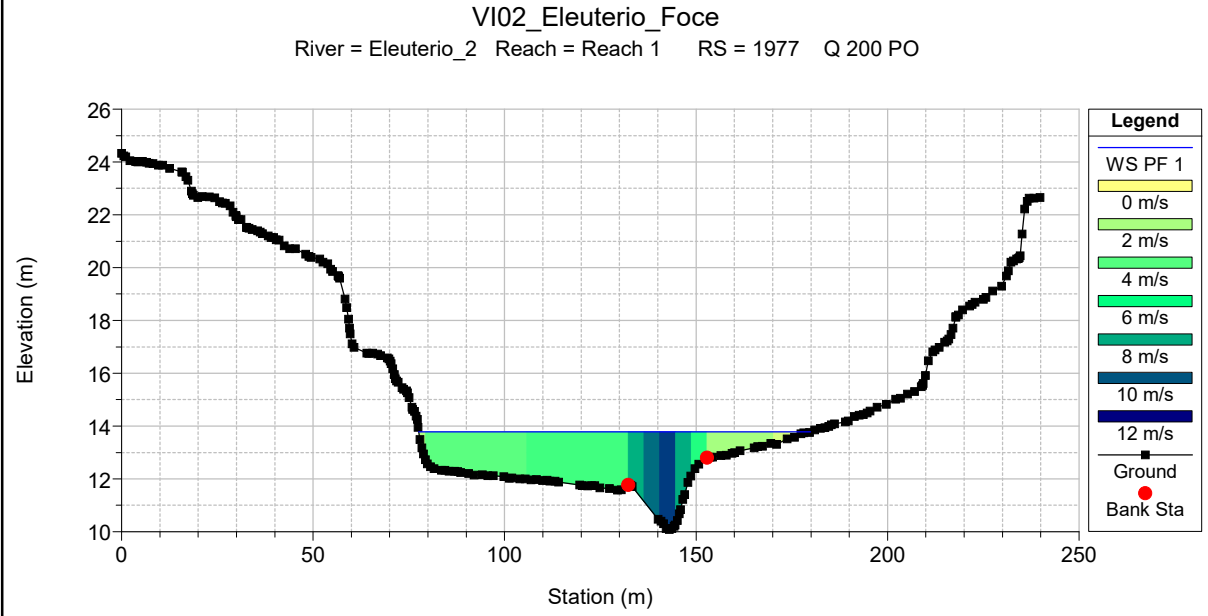
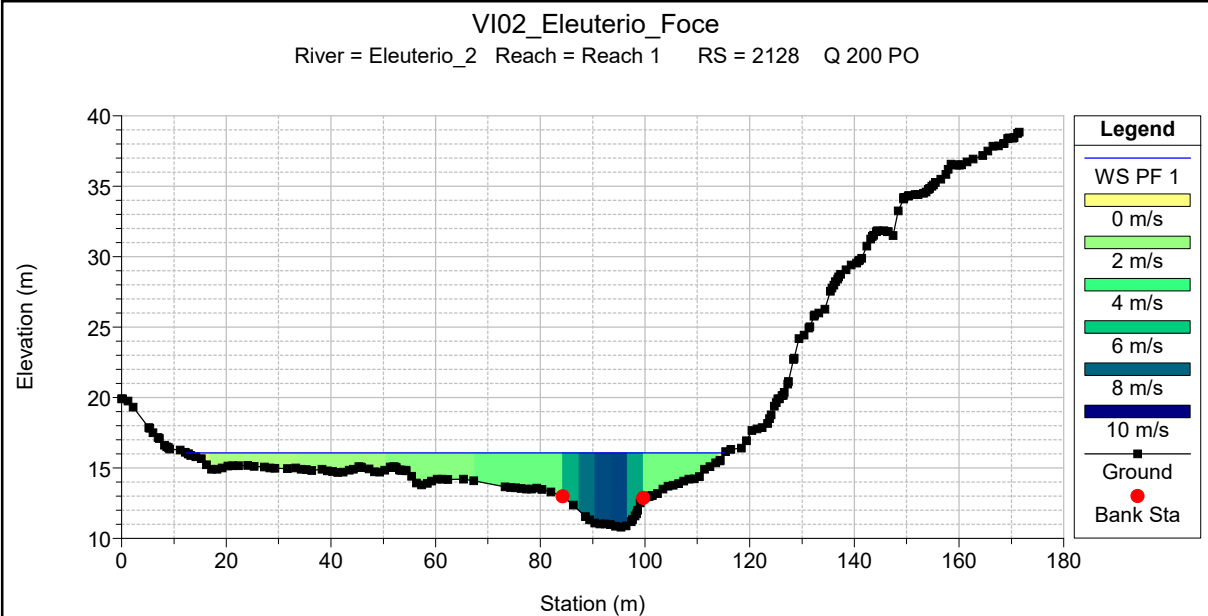


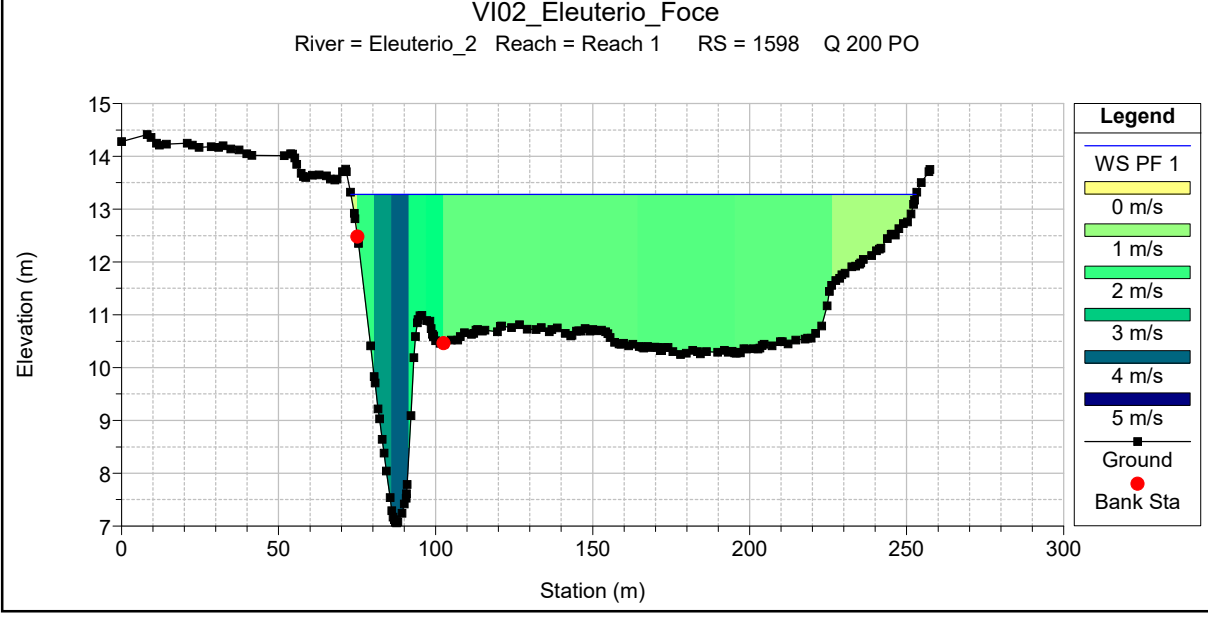
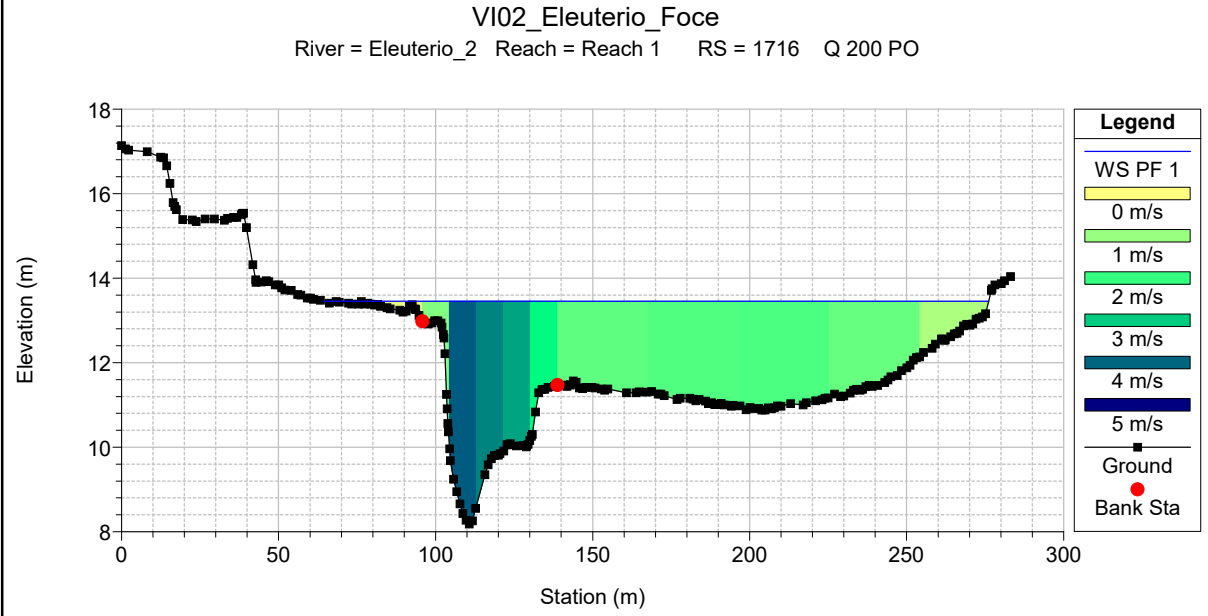
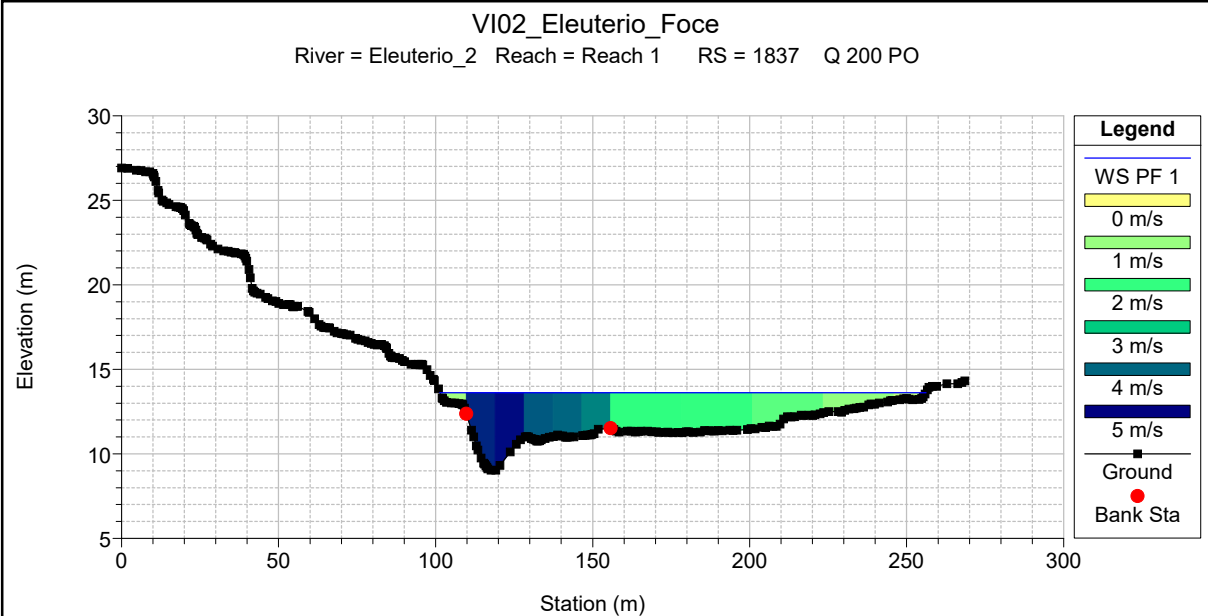


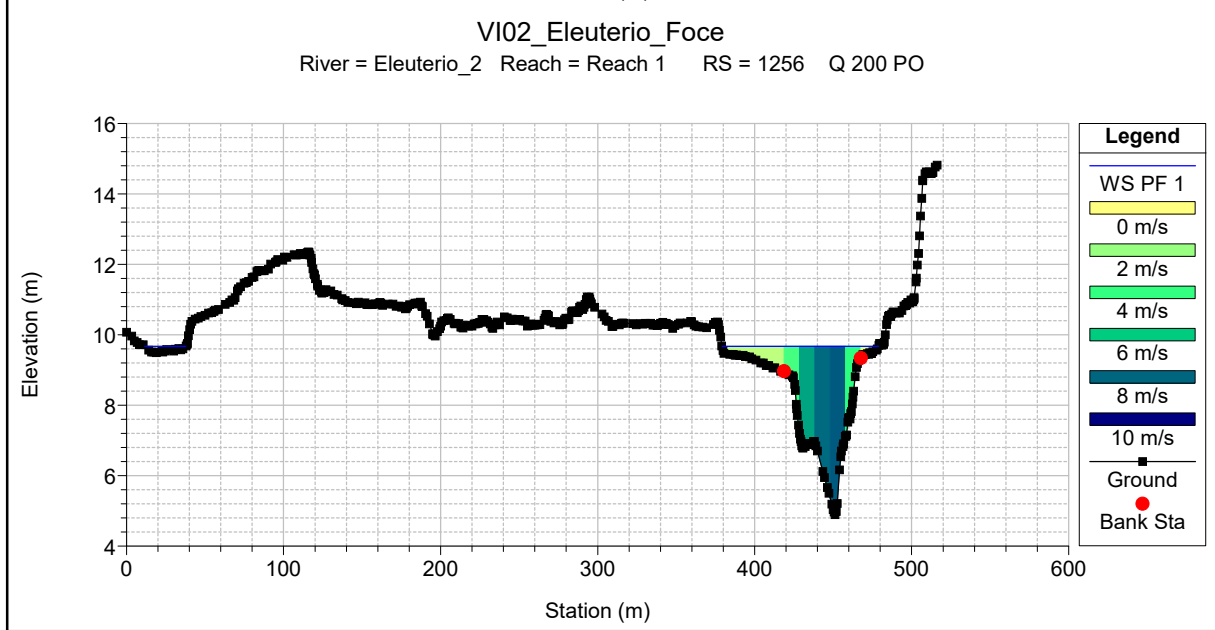
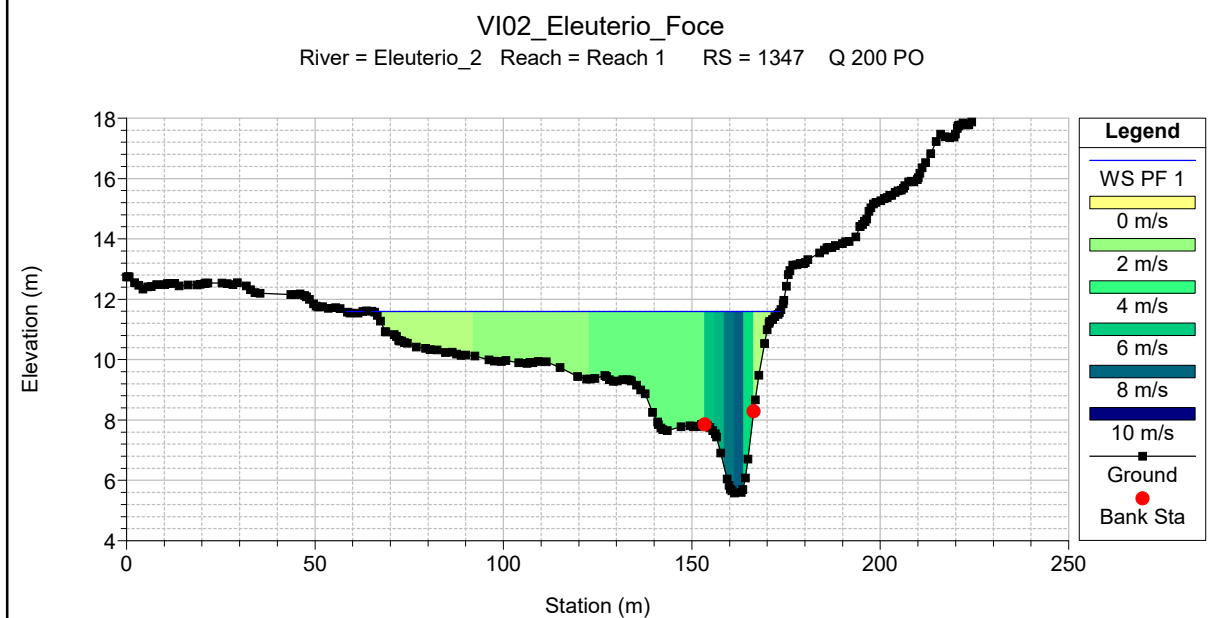
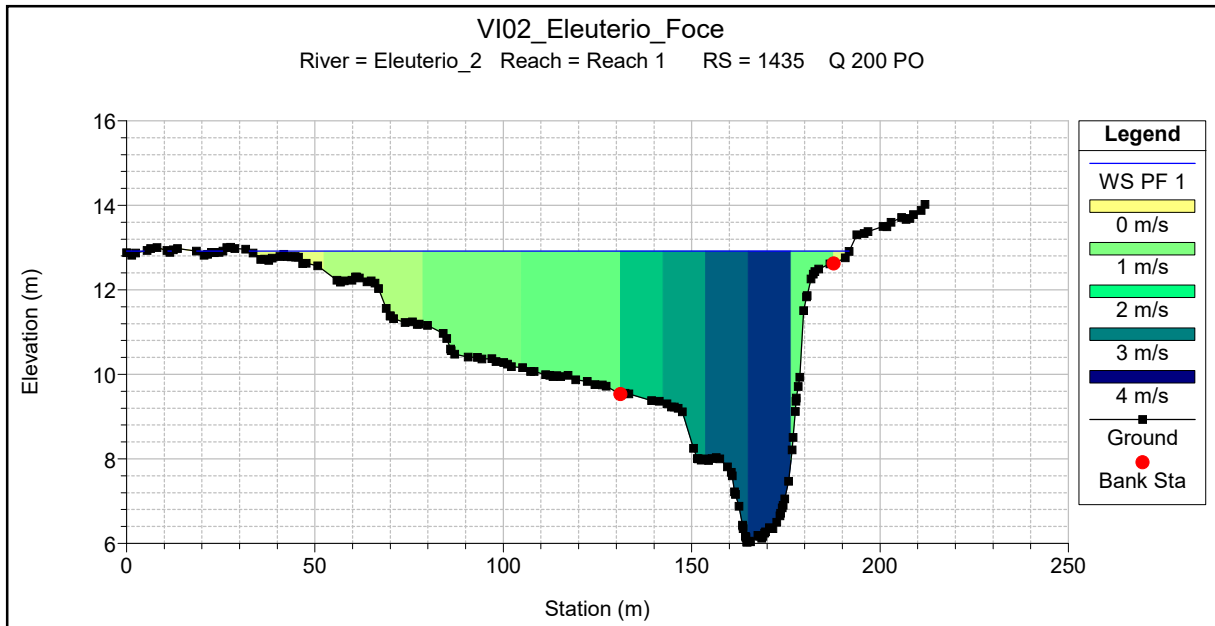


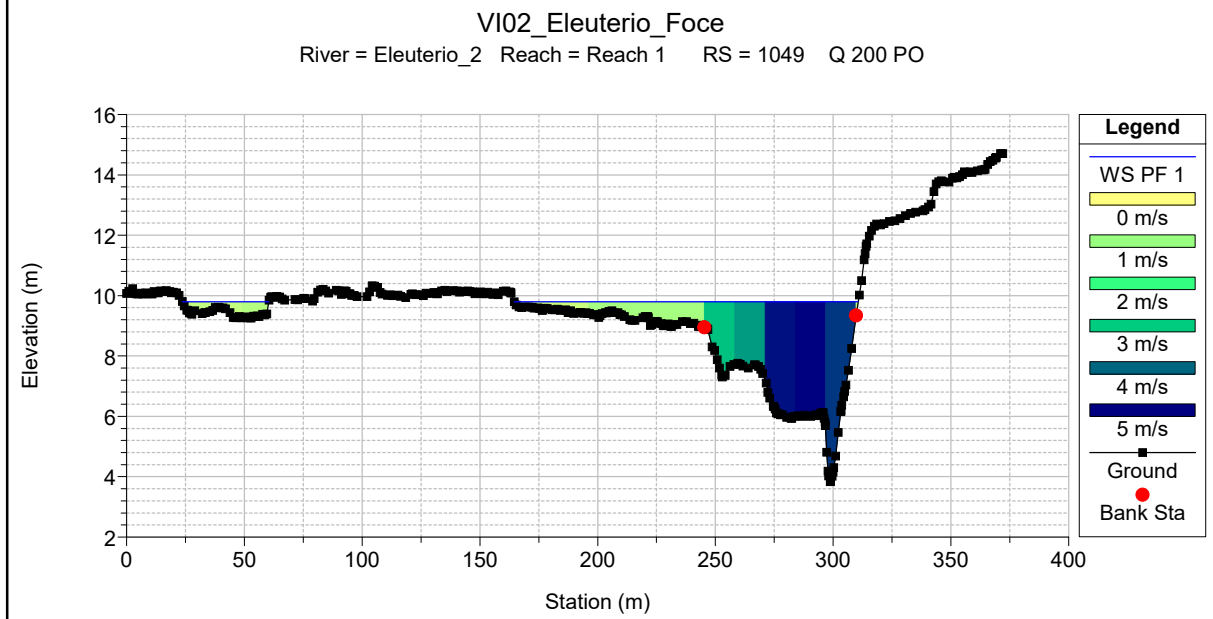
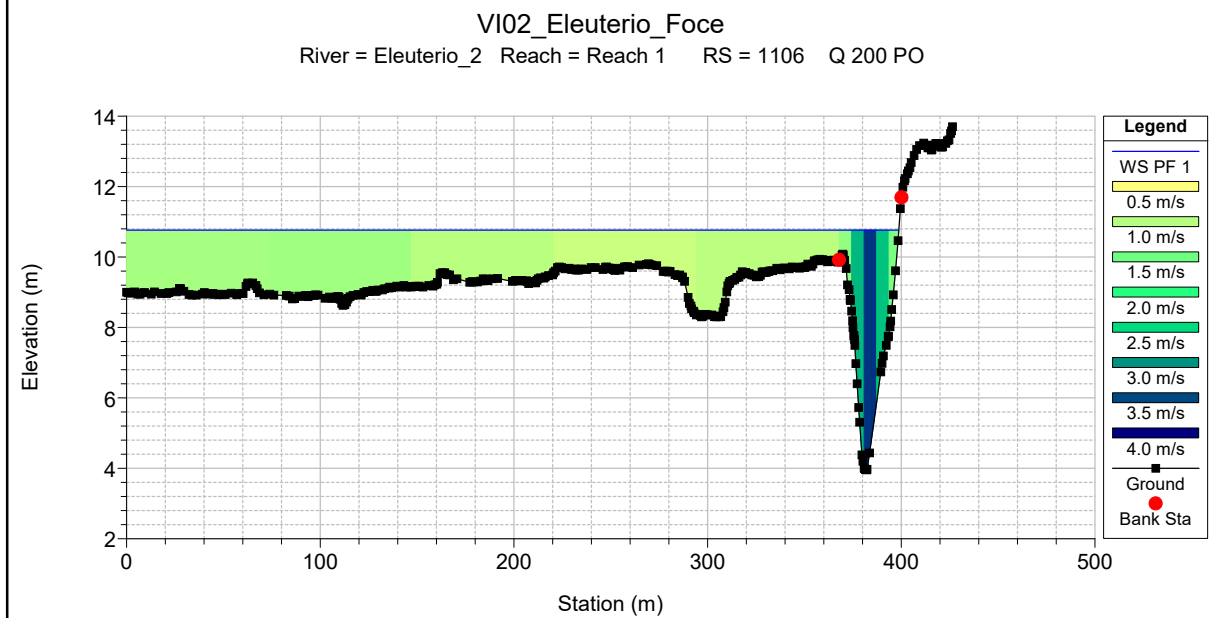
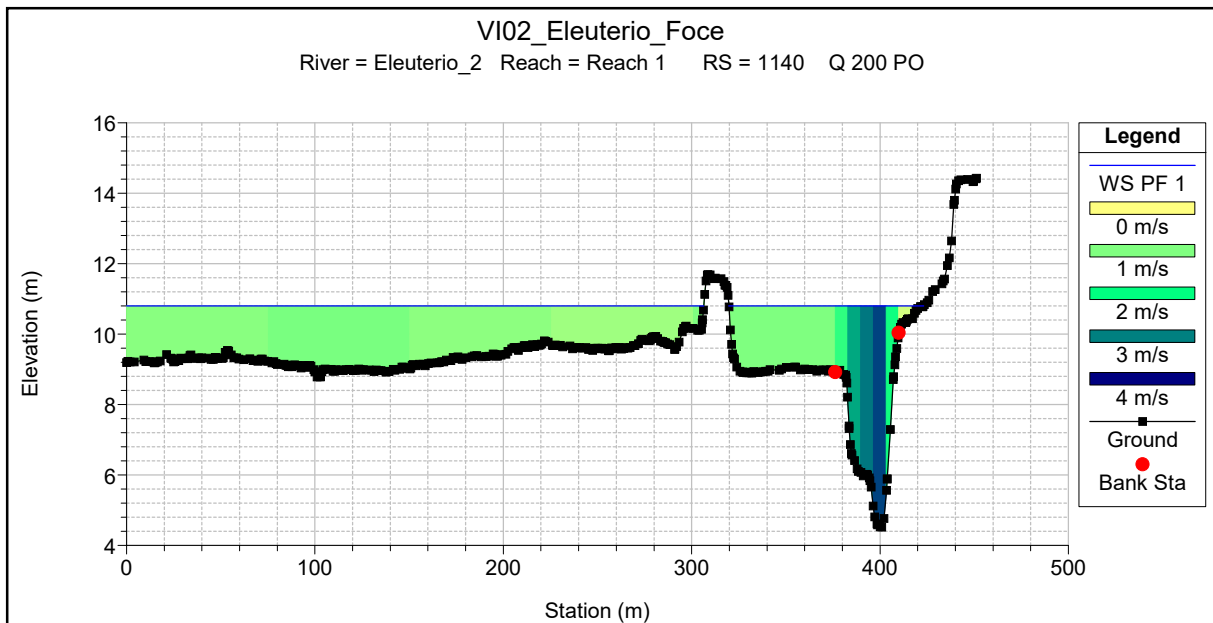




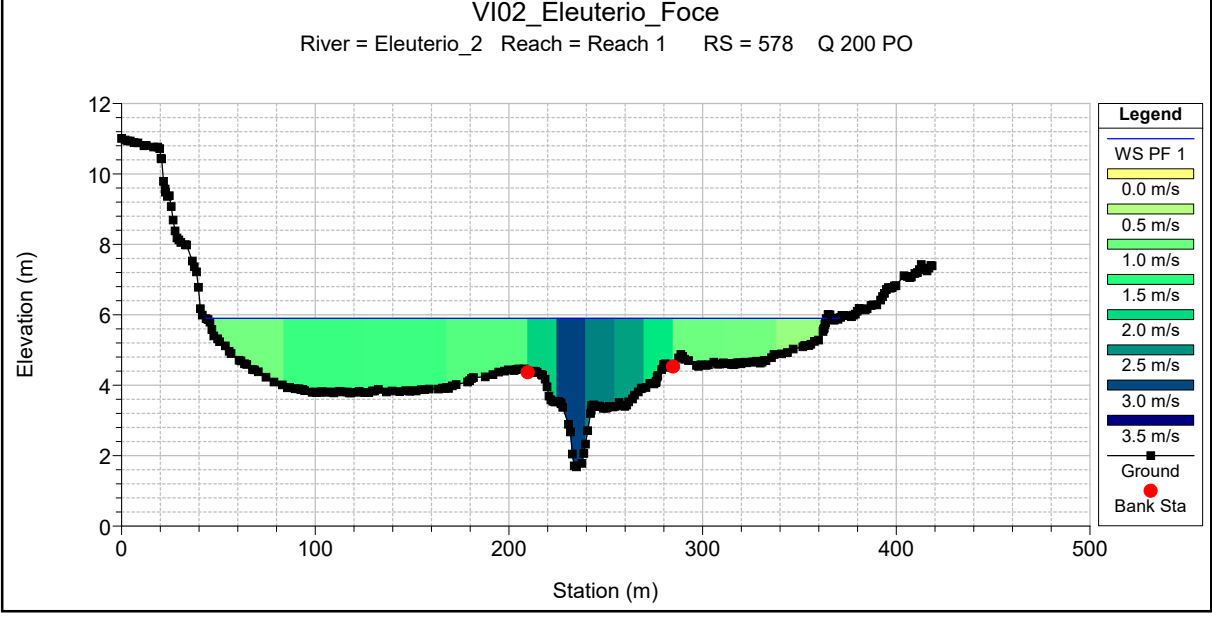
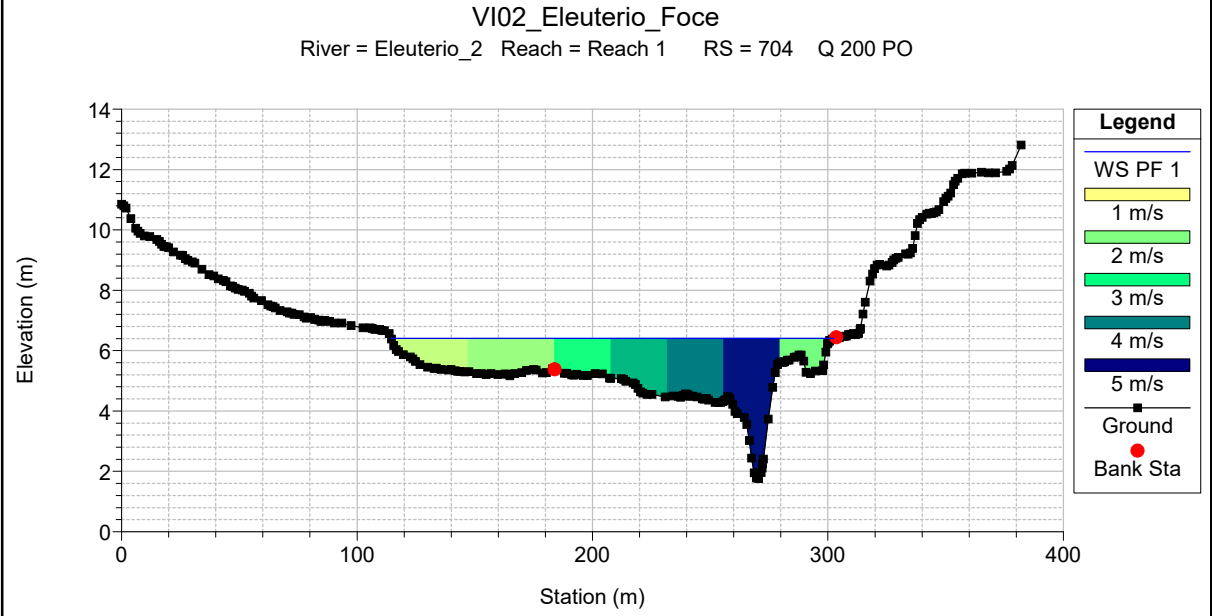
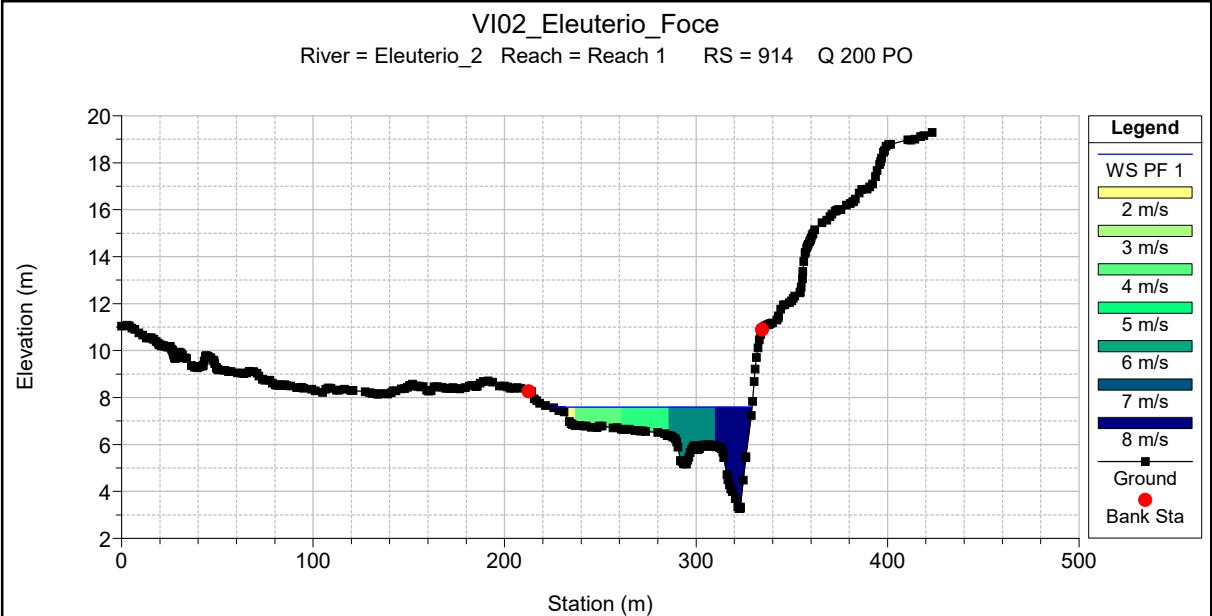


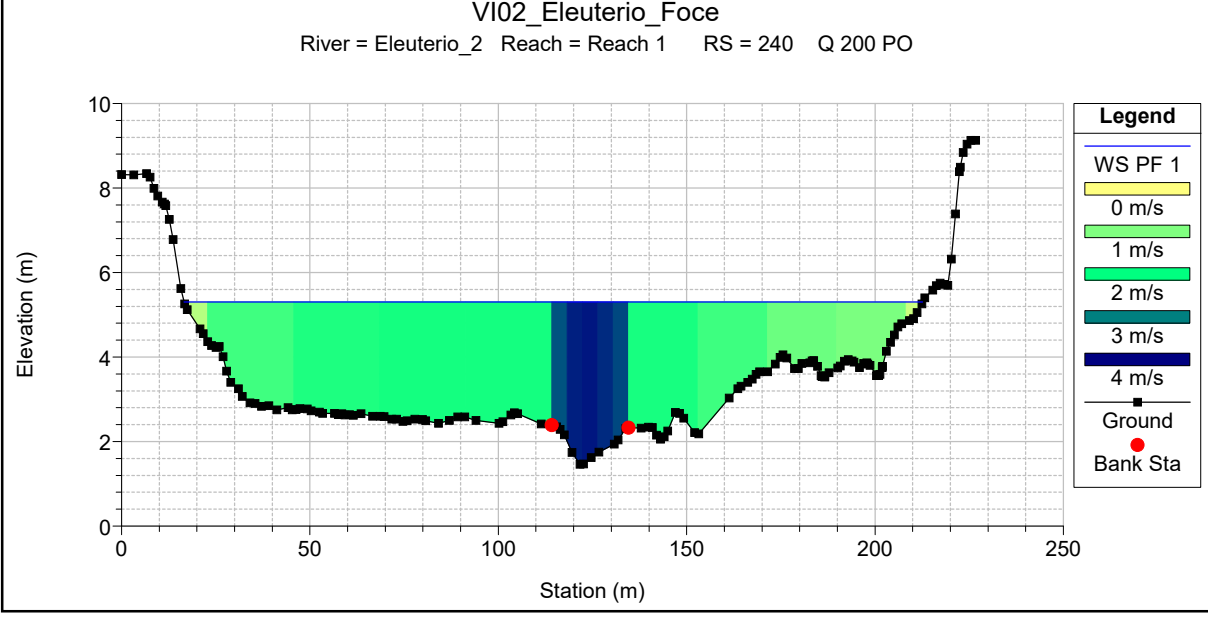
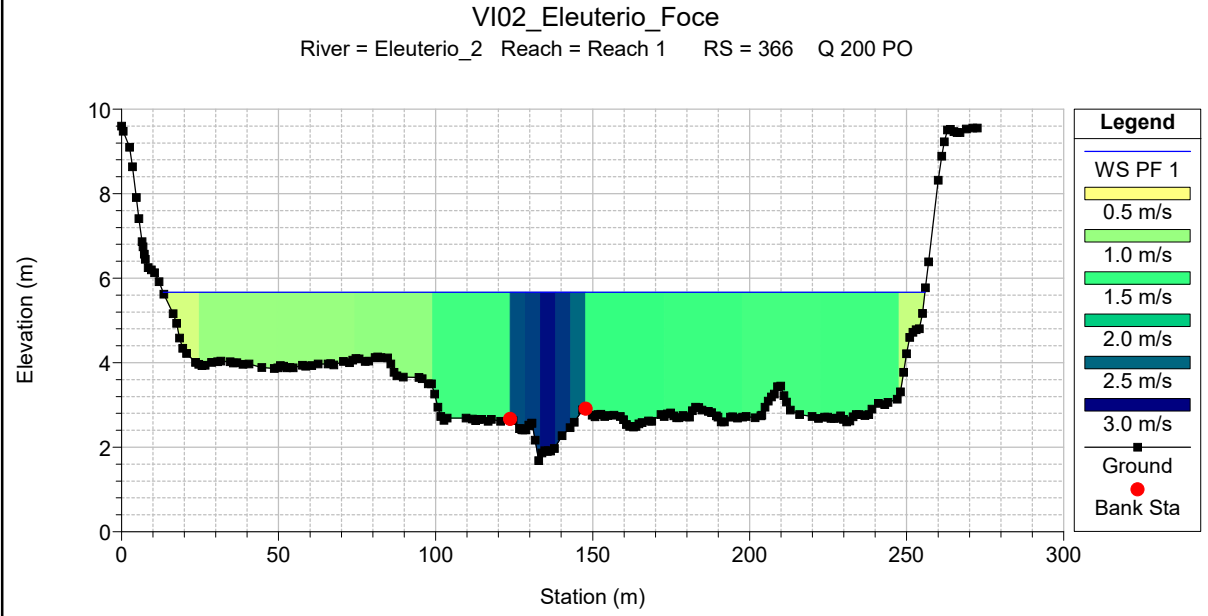
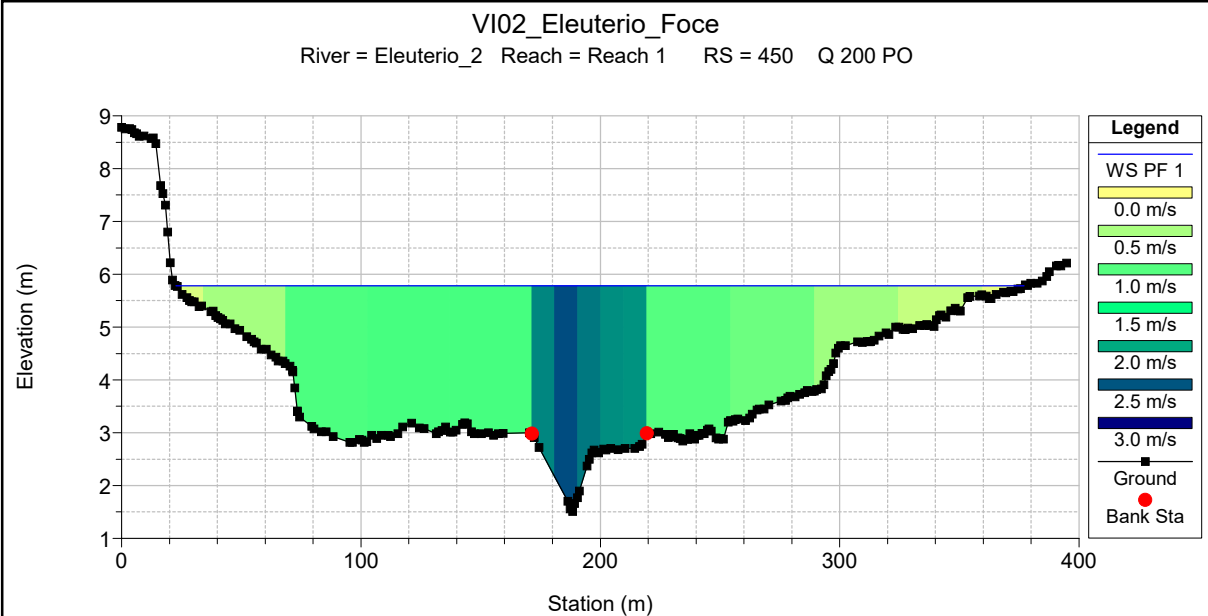






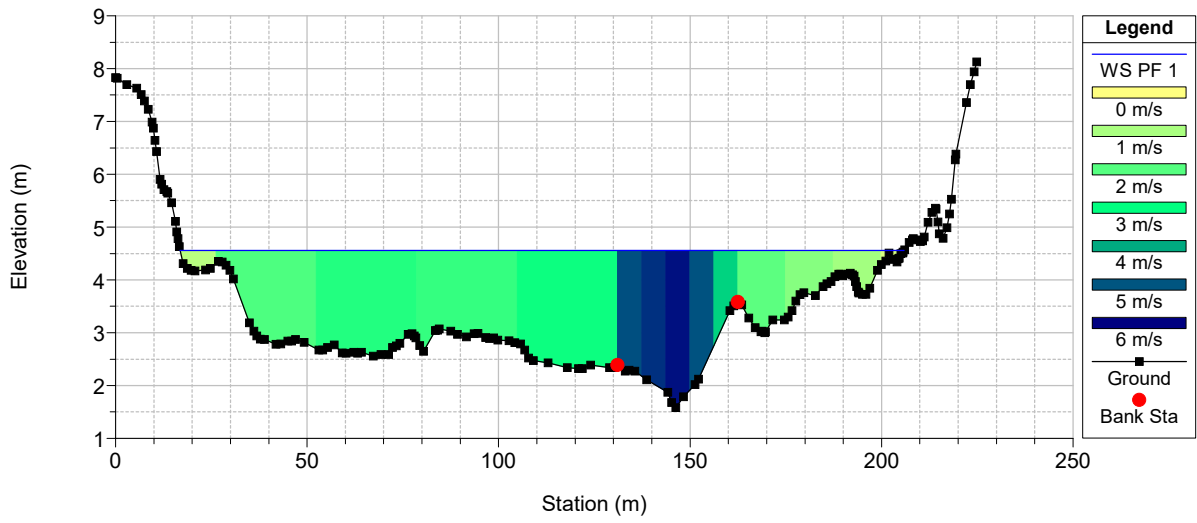






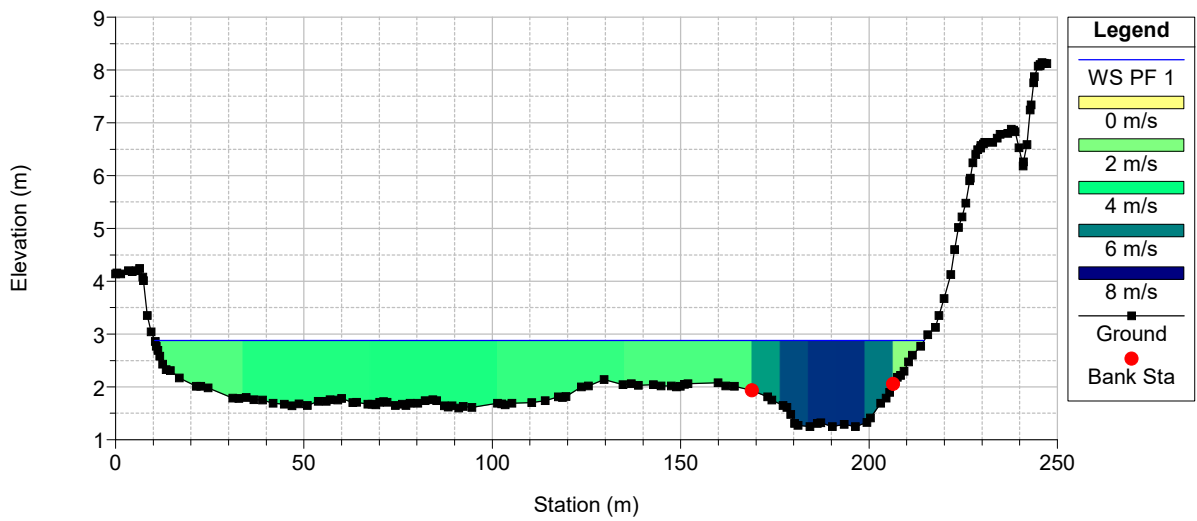
### VI02\_Eleuterio\_Foce

River = Eleuterio\_2 Reach = Reach 1 RS = 175 Q 200 PO



### VI02\_Eleuterio\_Foce

River = Eleuterio\_2 Reach = Reach 1 RS = 90 Q 200 PO

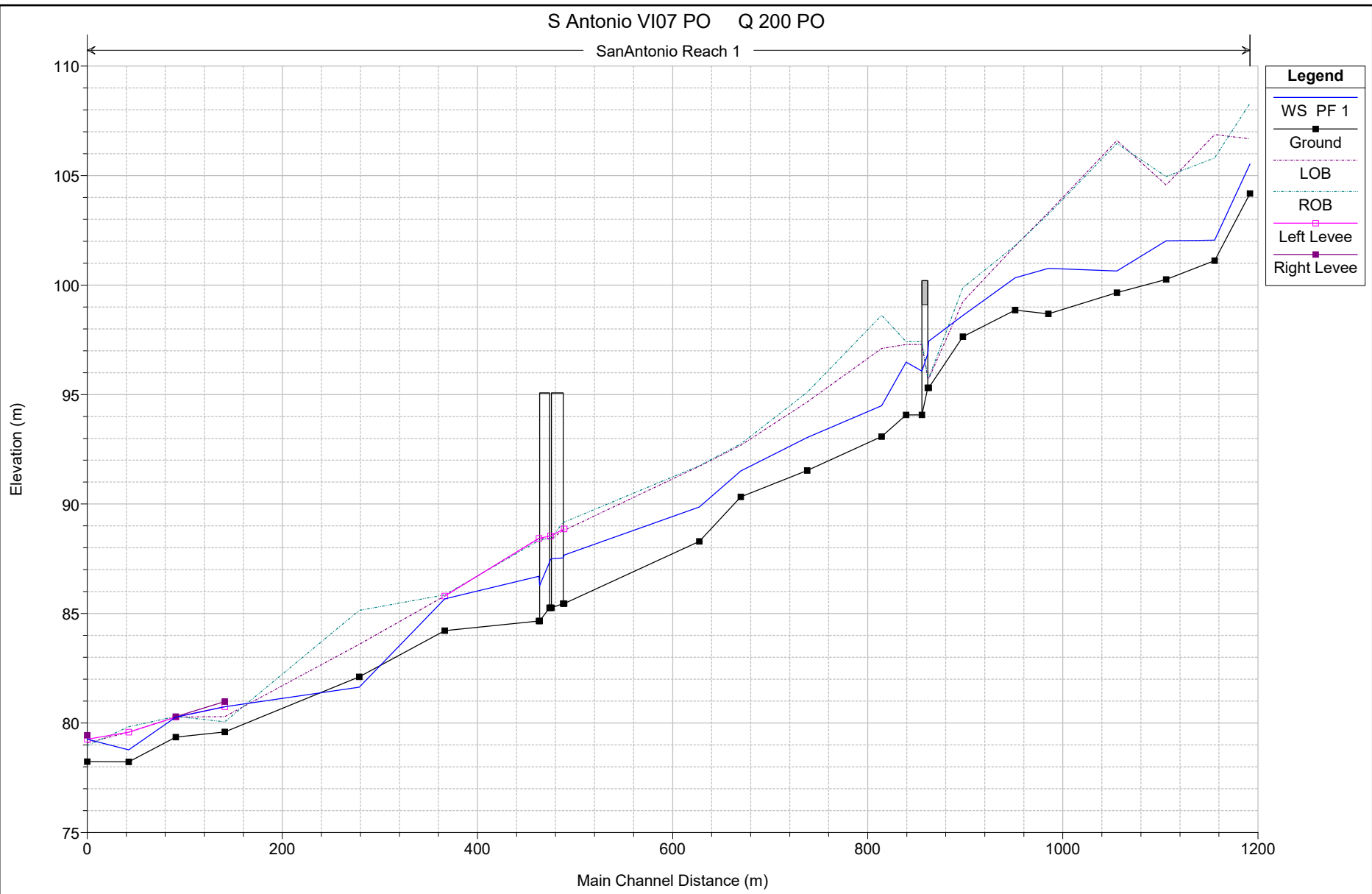


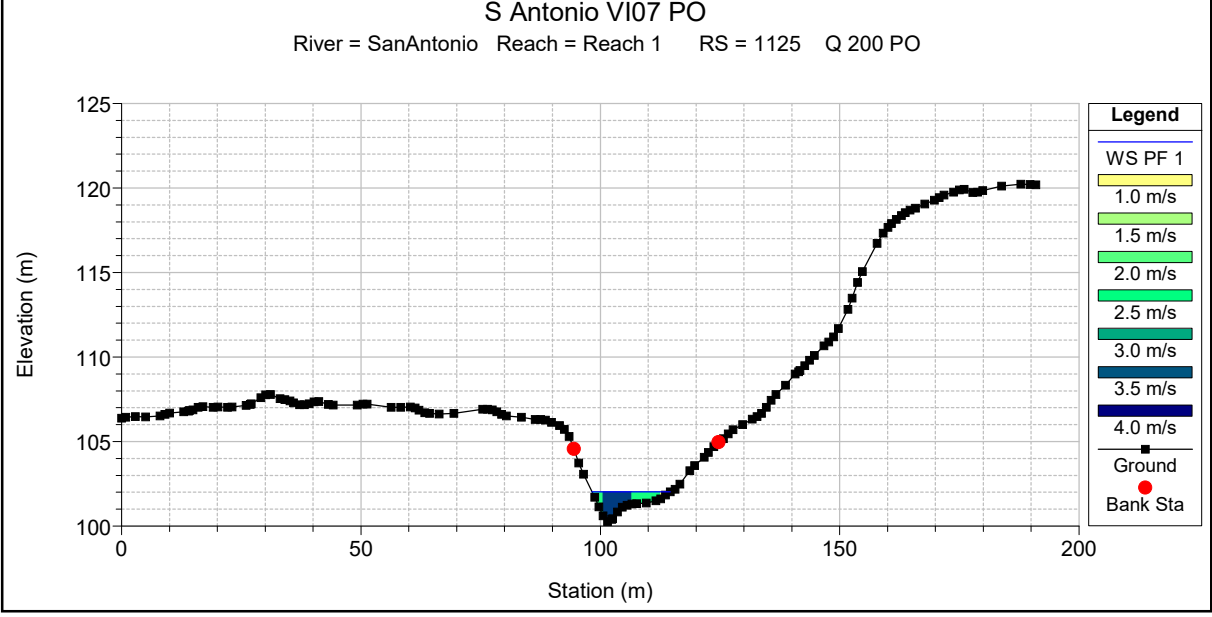
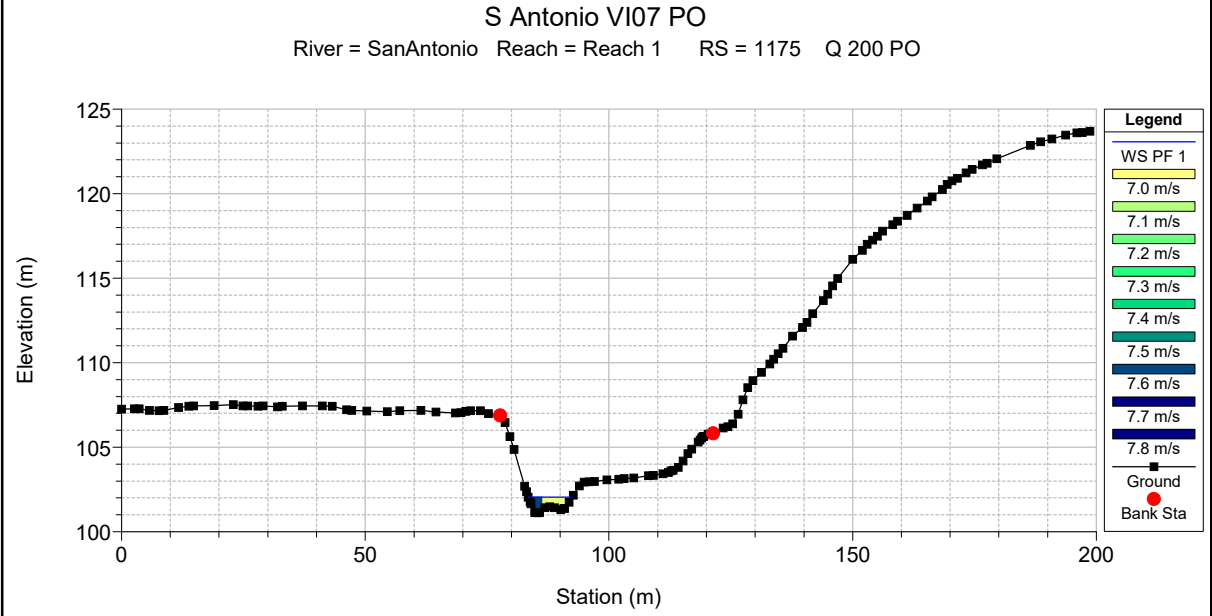
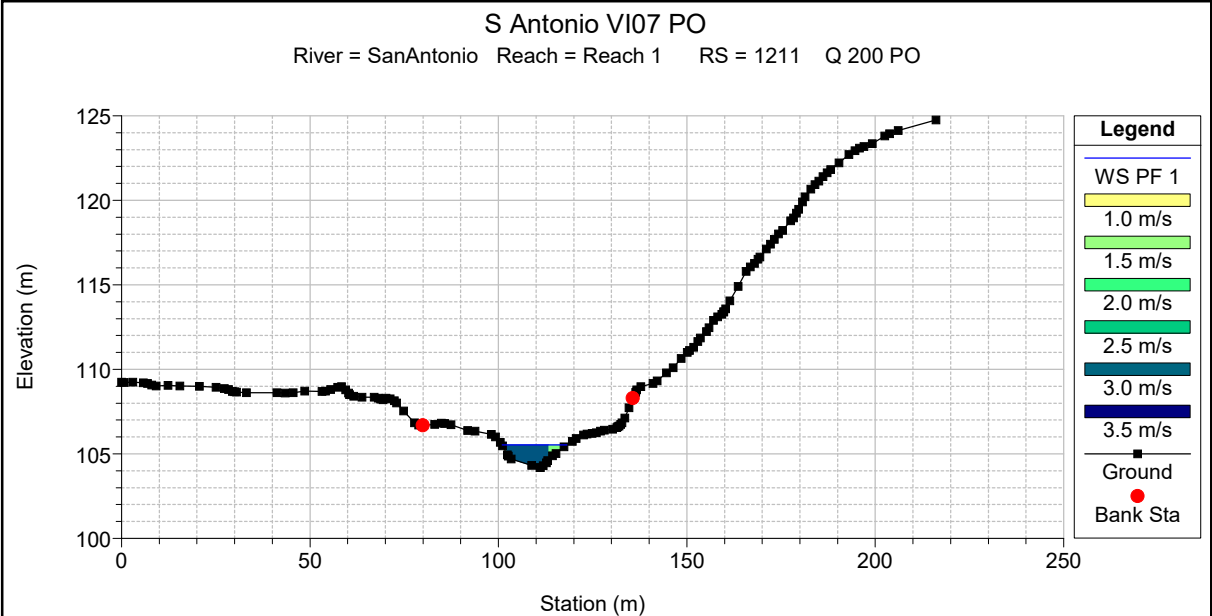
HEC-RAS Plan: PL2 River: SanAntonio Reach: Reach 1 Profile: PF 1

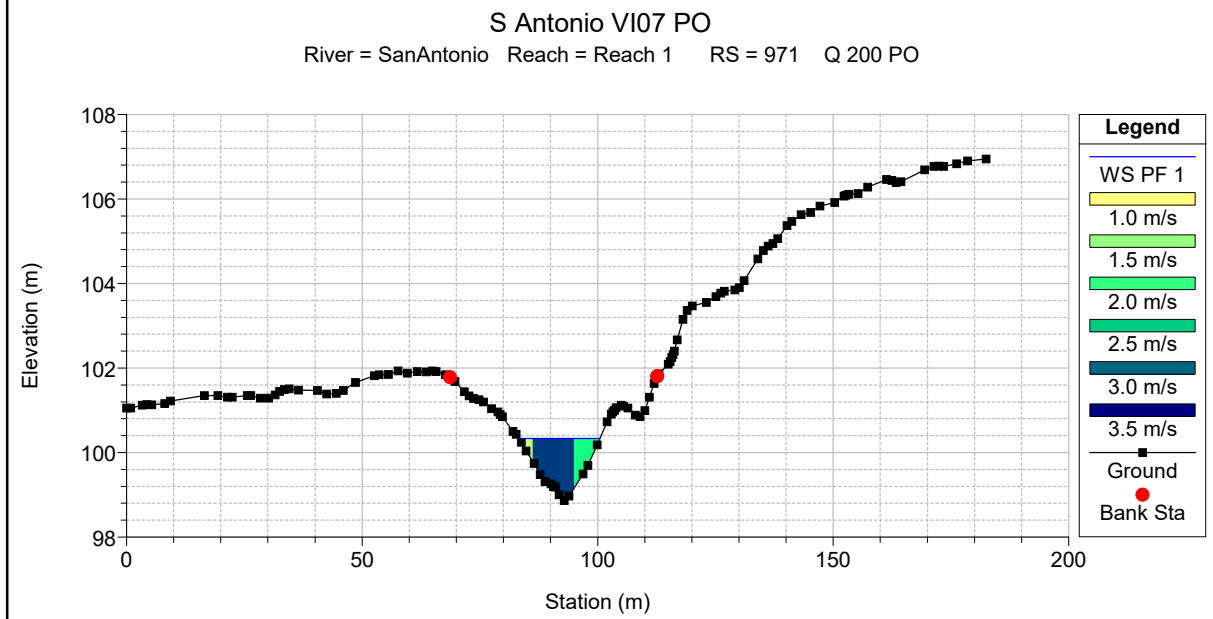
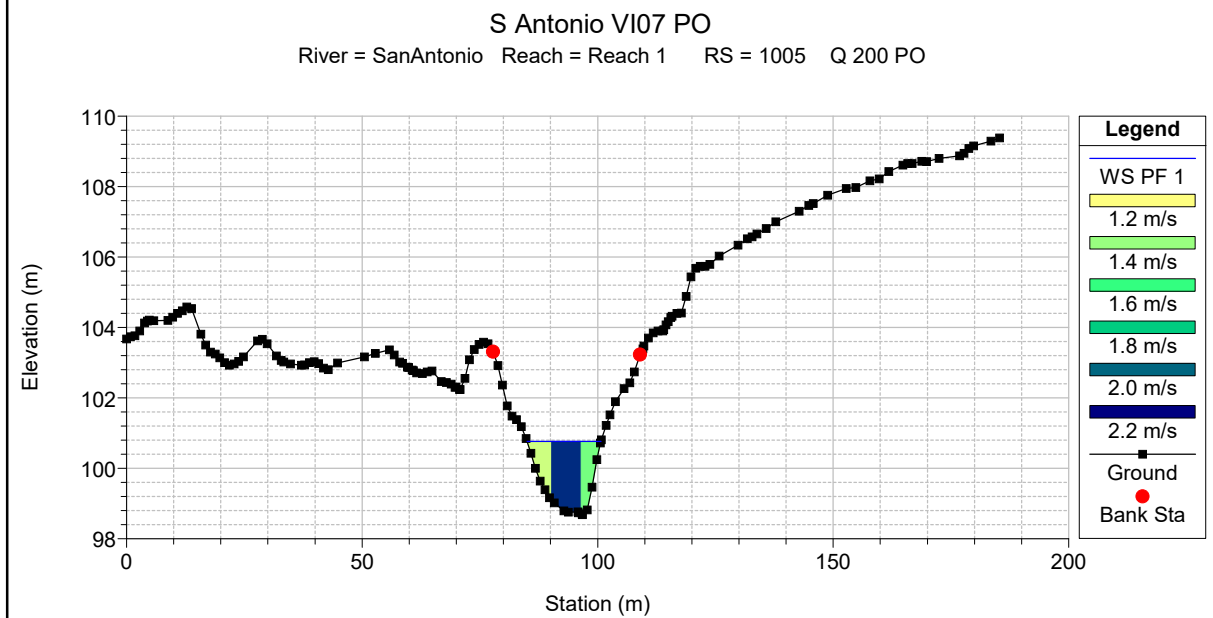
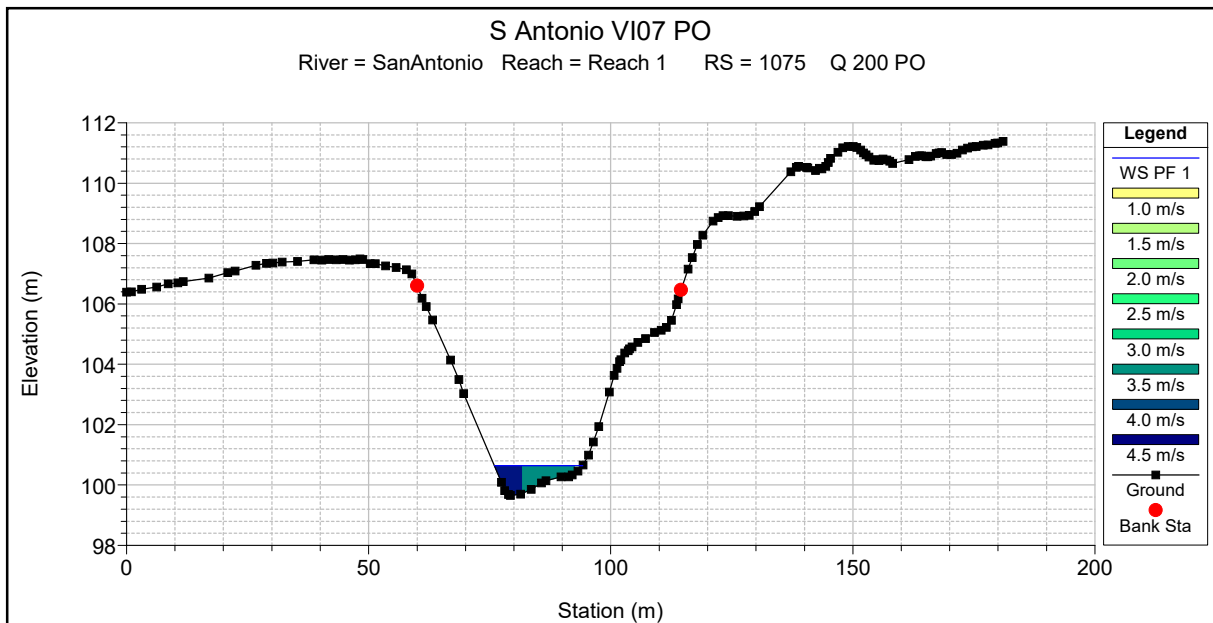
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1211	PF 1	40.00	104.18	105.52	105.52	105.93	0.011682	2.84	14.10	17.20	1.00
Reach 1	1175	PF 1	40.00	101.12	102.05	102.71	104.73	0.118324	7.25	5.52	9.05	2.96
Reach 1	1125	PF 1	40.00	100.26	102.02	102.07	102.50	0.014316	3.05	13.12	16.37	1.09
Reach 1	1075	PF 1	40.00	99.65	100.64	100.87	101.40	0.034718	3.85	10.40	18.26	1.63
Reach 1	1005	PF 1	40.00	98.68	100.76	100.08	100.92	0.002287	1.78	22.51	15.67	0.47
Reach 1	971	PF 1	40.00	98.86	100.33	100.33	100.75	0.011750	2.84	14.08	17.24	1.00
Reach 1	917	PF 1	40.00	97.64	98.61	98.91	99.57	0.047226	4.33	9.23	17.17	1.89
Reach 1	882	PF 1	40.00	95.31	97.44	96.53	97.54	0.001287	1.72	36.04	27.77	0.38
Reach 1	880		Bridge									
Reach 1	859	PF 1	40.00	94.07	96.48	96.48	97.07	0.011966	3.39	11.78	10.06	1.00
Reach 1	834	PF 1	40.00	93.08	94.49	95.09	96.40	0.048322	6.12	6.53	6.47	1.94
Reach 1	758	PF 1	40.00	91.53	93.04	93.24	93.80	0.019955	3.87	10.34	11.59	1.31
Reach 1	690	PF 1	40.00	90.33	91.51	91.72	92.31	0.024050	3.97	10.07	12.48	1.41
Reach 1	647	PF 1	40.00	88.29	89.86	90.25	91.06	0.033932	4.86	8.23	9.55	1.67
Reach 1	509	PF 1	40.00	85.46	87.67	87.54	88.01	0.008196	2.60	15.39	15.56	0.83
Reach 1	508		Bridge									
Reach 1	494	PF 1	40.00	85.26	87.47	87.34	87.81	0.008188	2.60	15.39	15.56	0.83
Reach 1	493		Bridge									
Reach 1	483	PF 1	40.00	84.66	86.70	86.70	87.30	0.011591	3.43	11.67	9.70	1.00
Reach 1	386	PF 1	40.00	84.22	85.67	85.70	86.04	0.013256	2.68	14.95	22.01	1.04
Reach 1	299	PF 1	40.00	82.11	81.63	82.00	82.96	0.217815		7.85	18.32	0.00
Reach 1	161	PF 1	40.00	79.59	80.74	80.74	80.75	0.000424	0.57	93.07	89.05	0.19
Reach 1	111	PF 1	40.00	79.36	80.27	80.27	80.29	0.000892	0.58	71.71	81.30	0.25
Reach 1	62	PF 1	40.00	78.23	78.78	79.03	80.01	0.264392	7.48	9.45	41.73	4.03
Reach 1	20	PF 1	40.00	78.24	79.26	79.26	79.29	0.002183	1.07	55.32	85.21	0.41

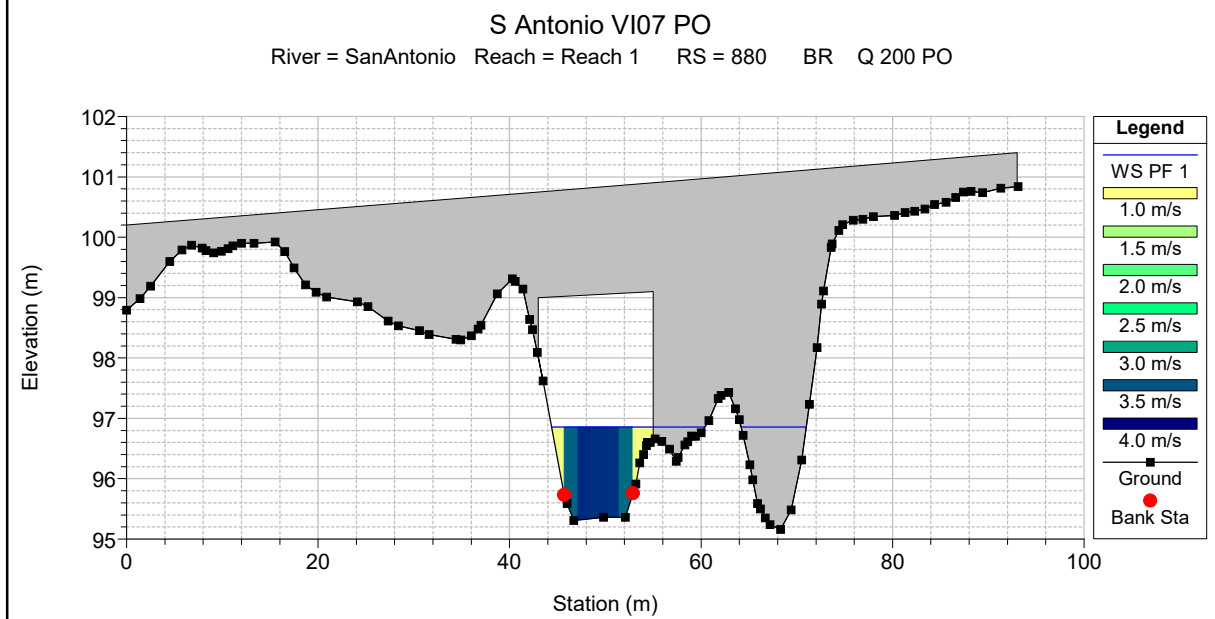
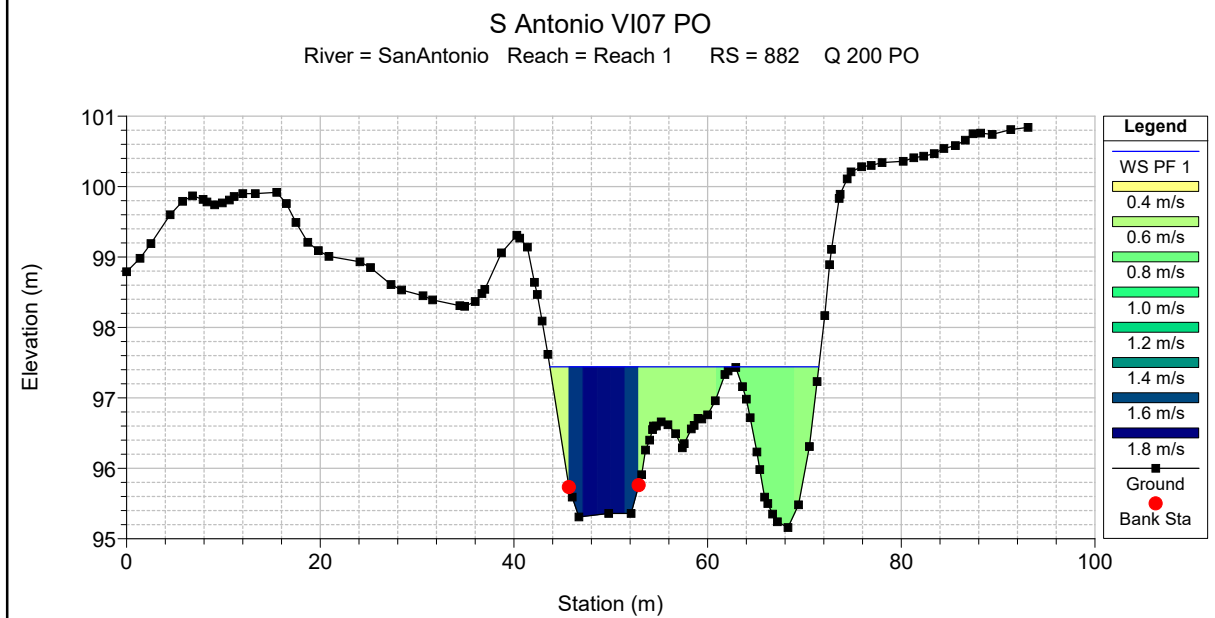
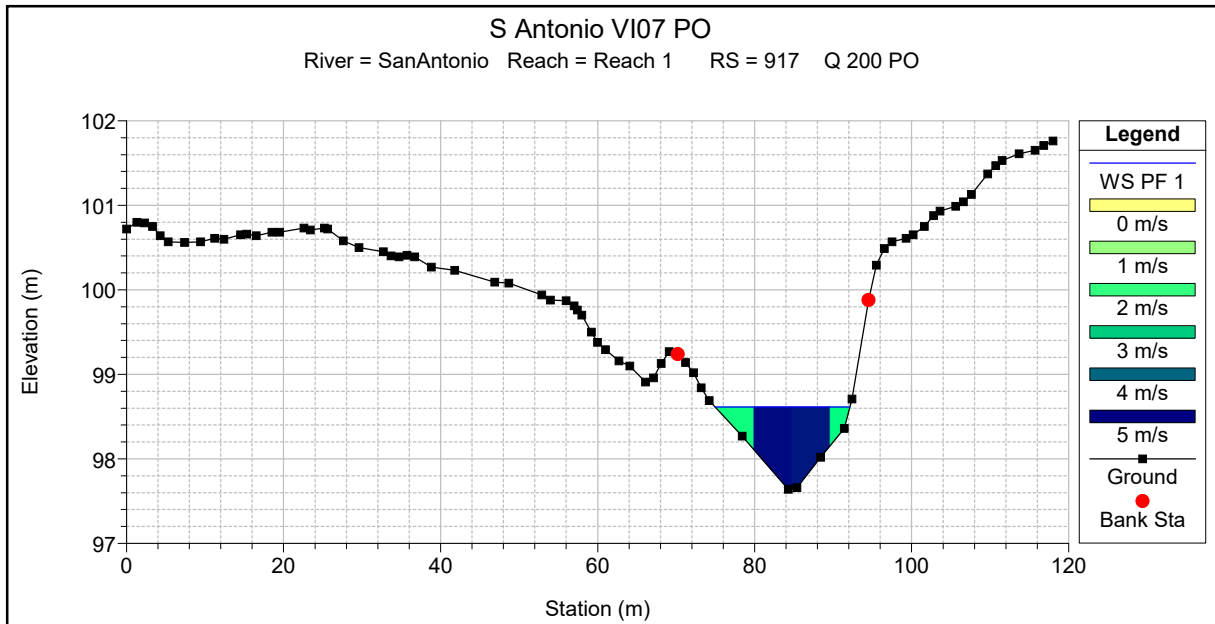
S Antonio VI07 PO Q 200 PO

SanAntonio Reach 1

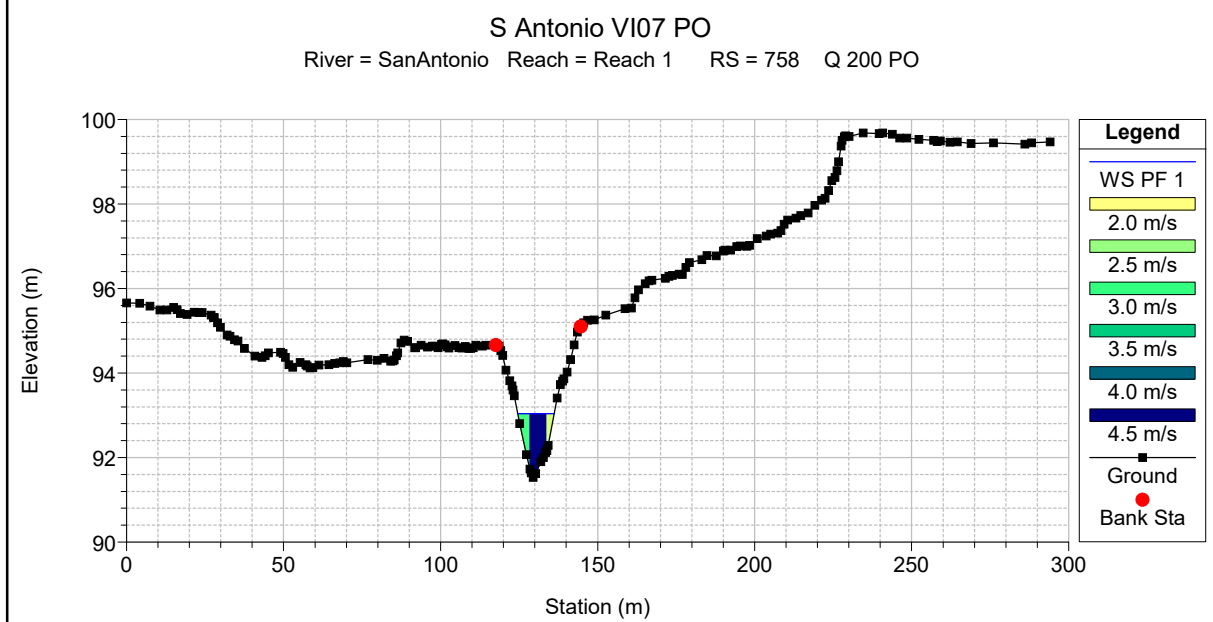
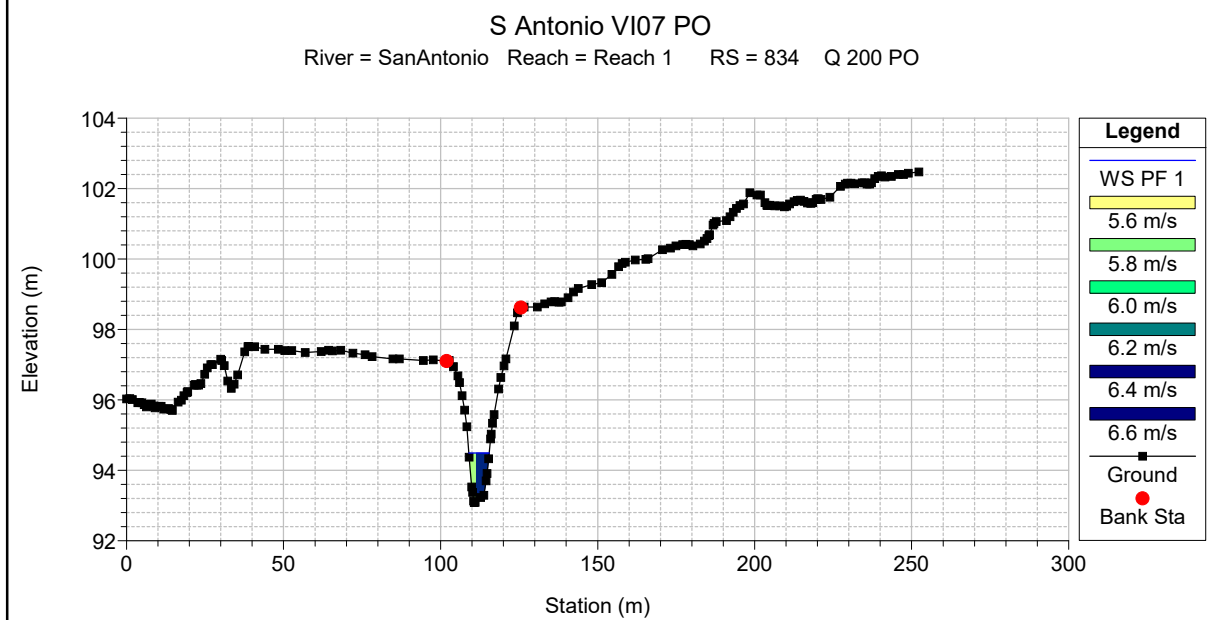
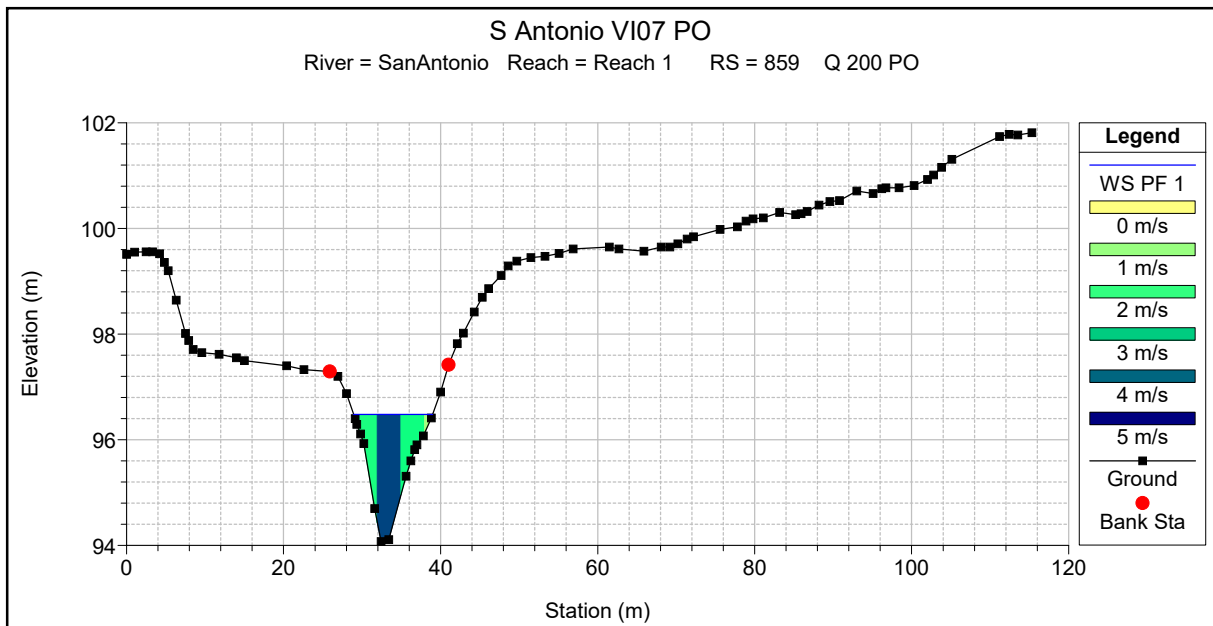


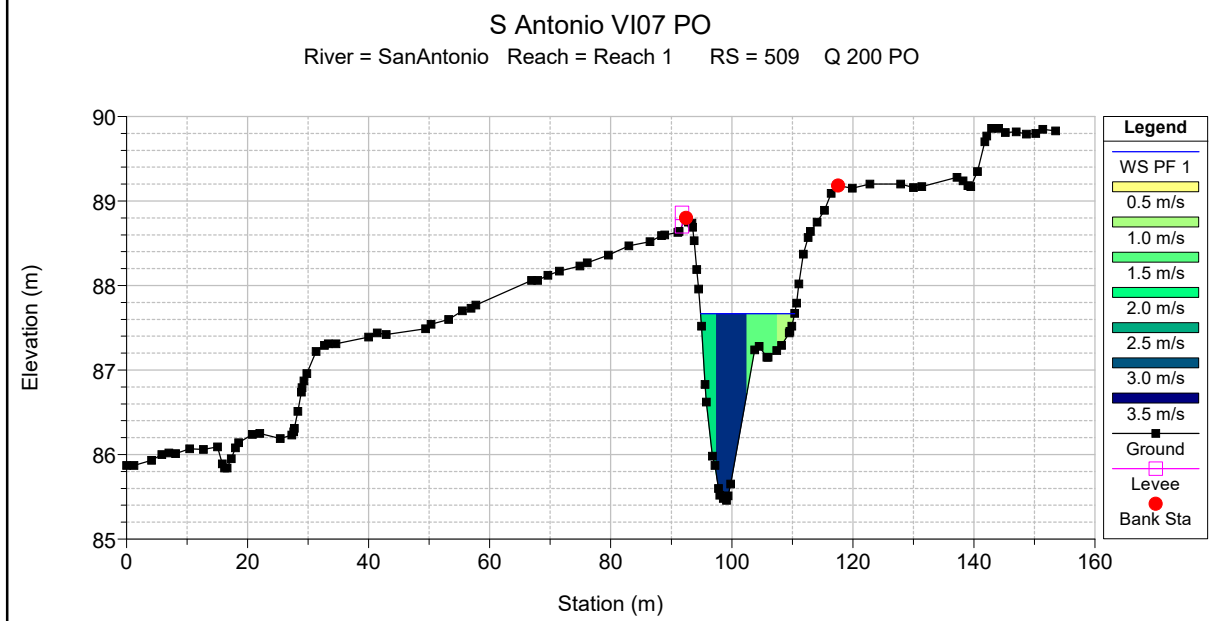
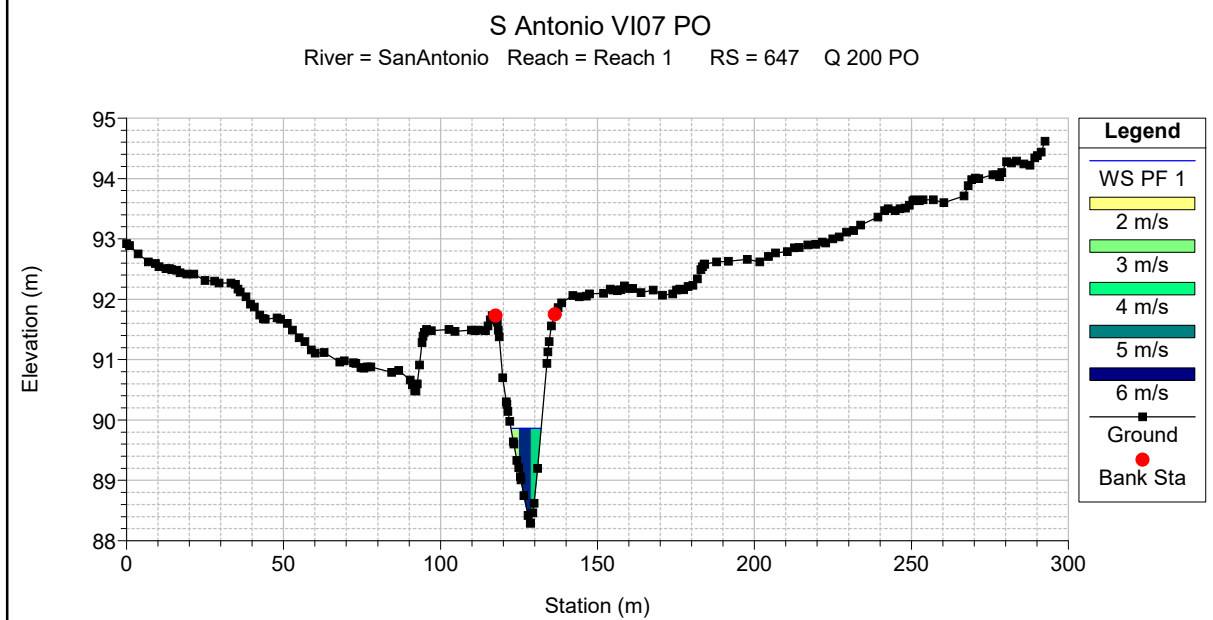
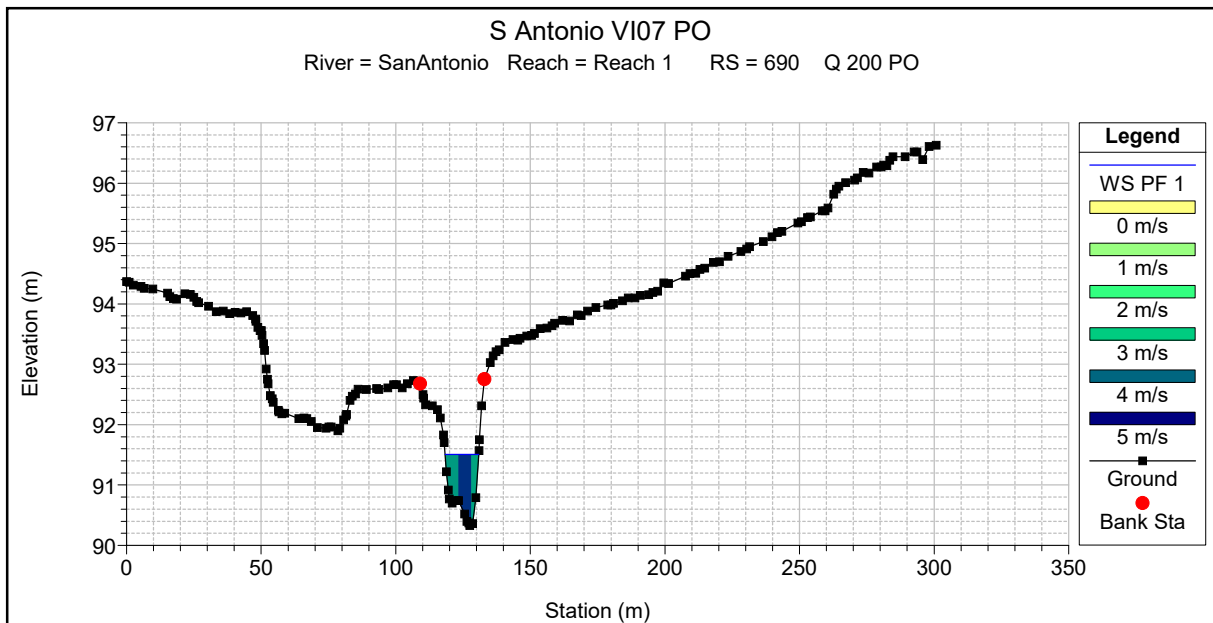


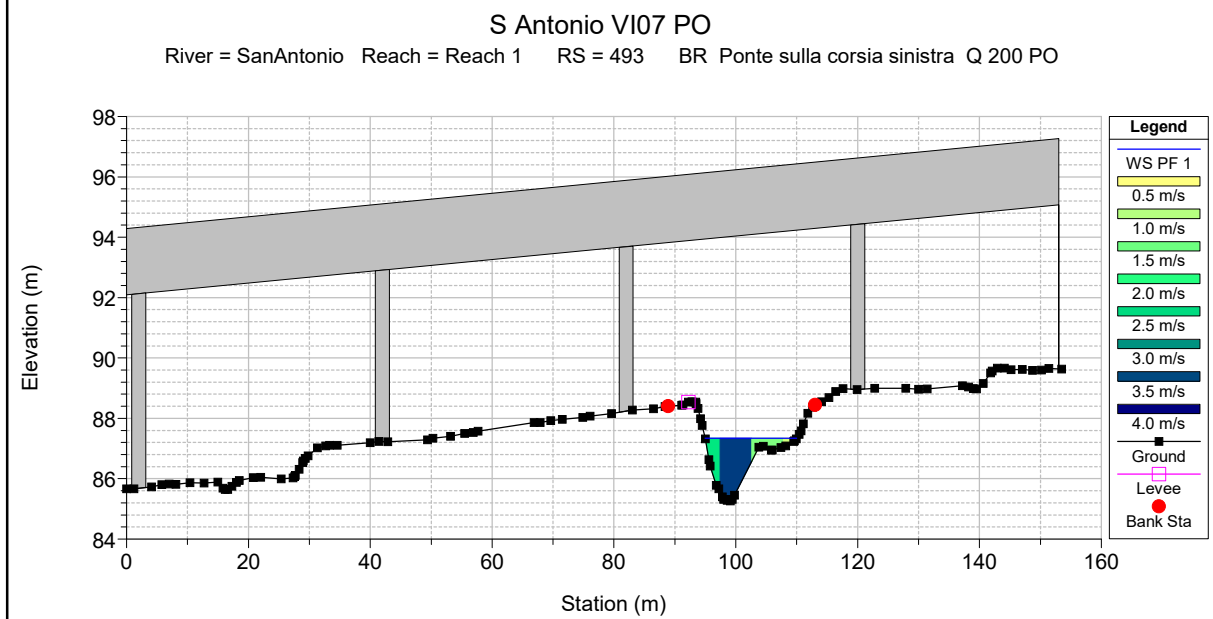
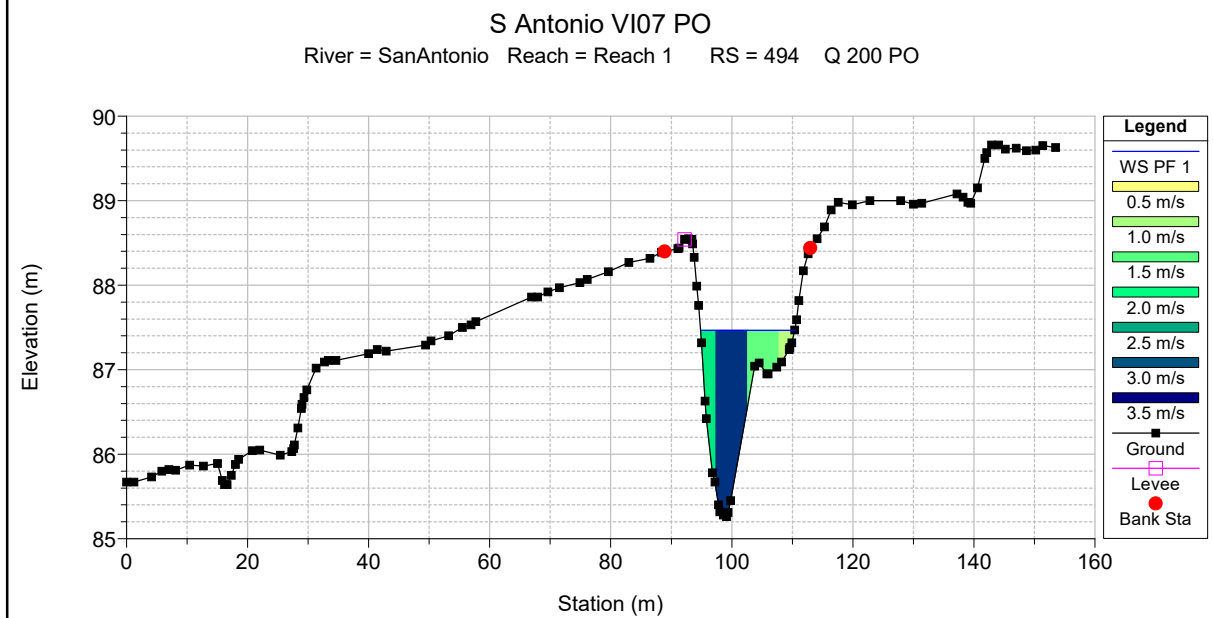
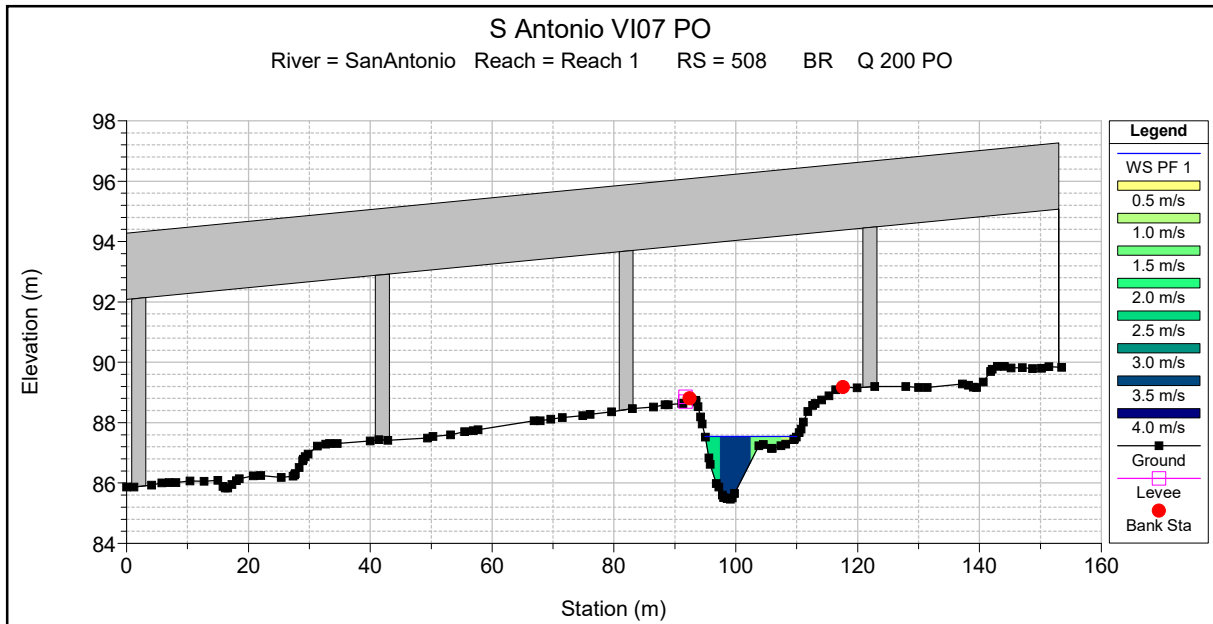


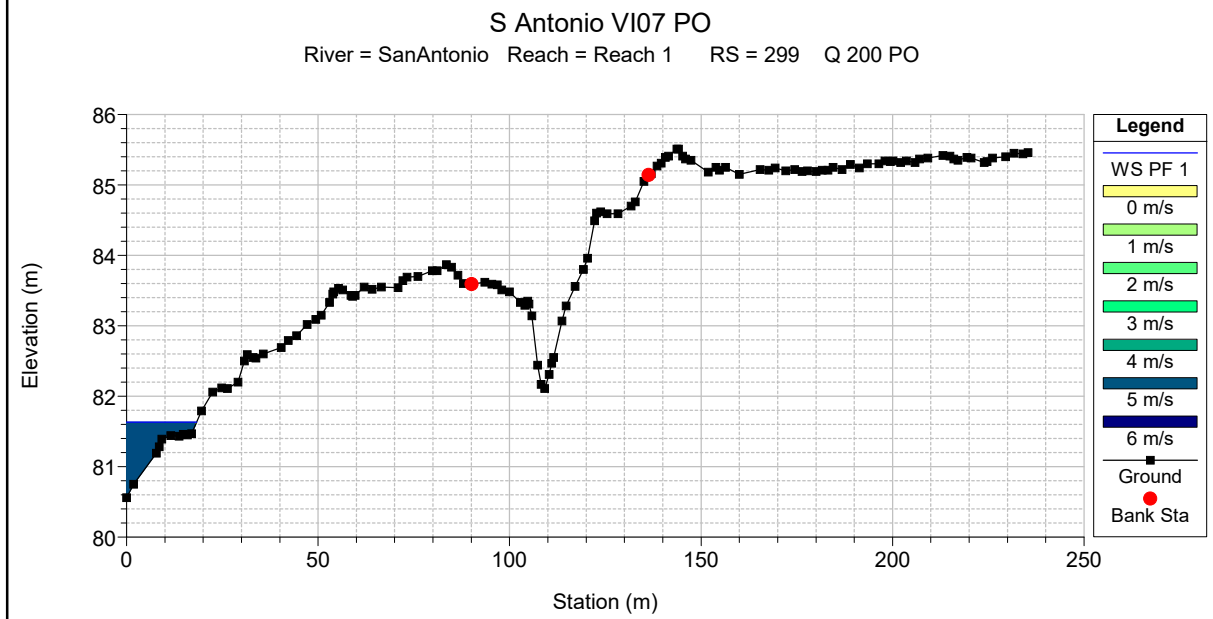
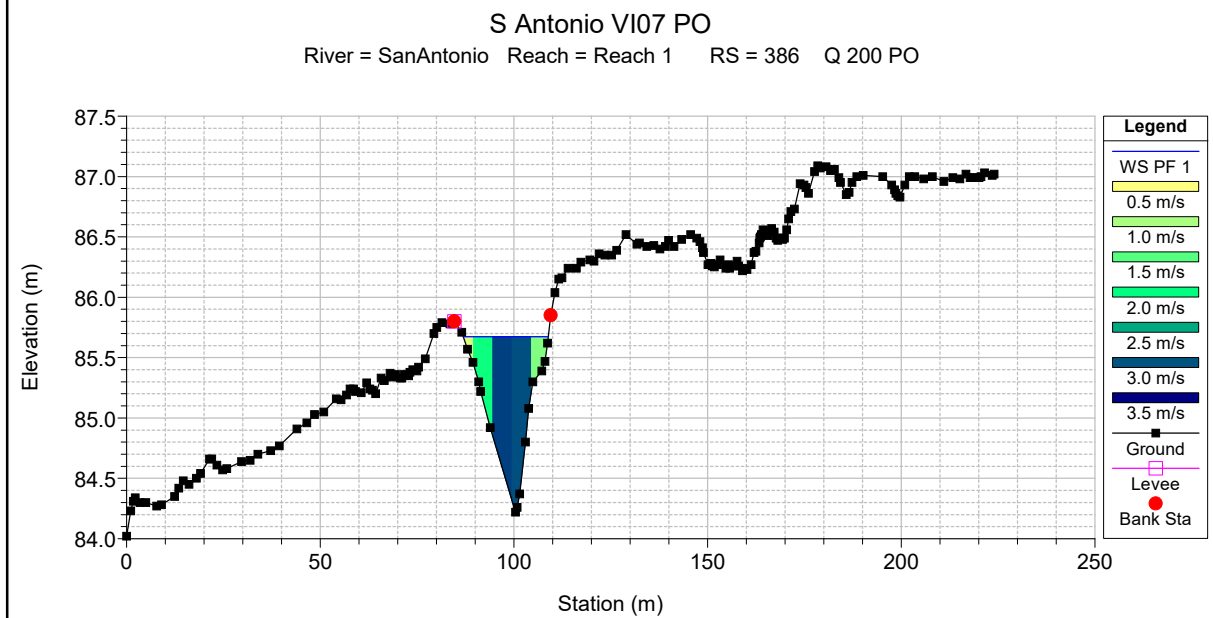
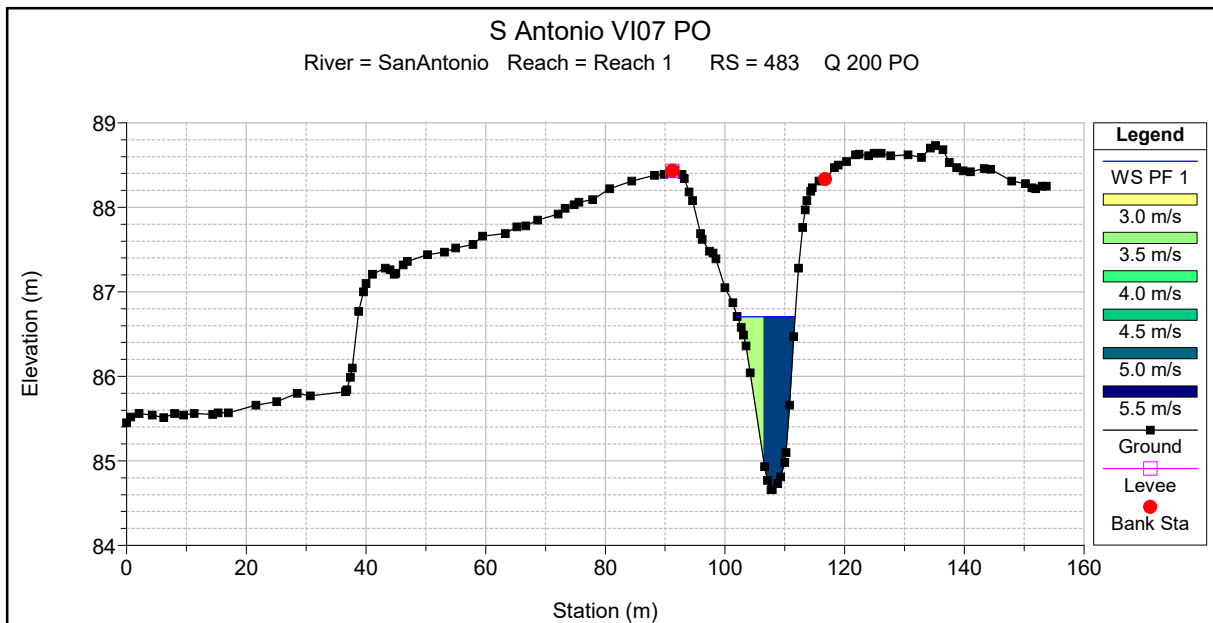


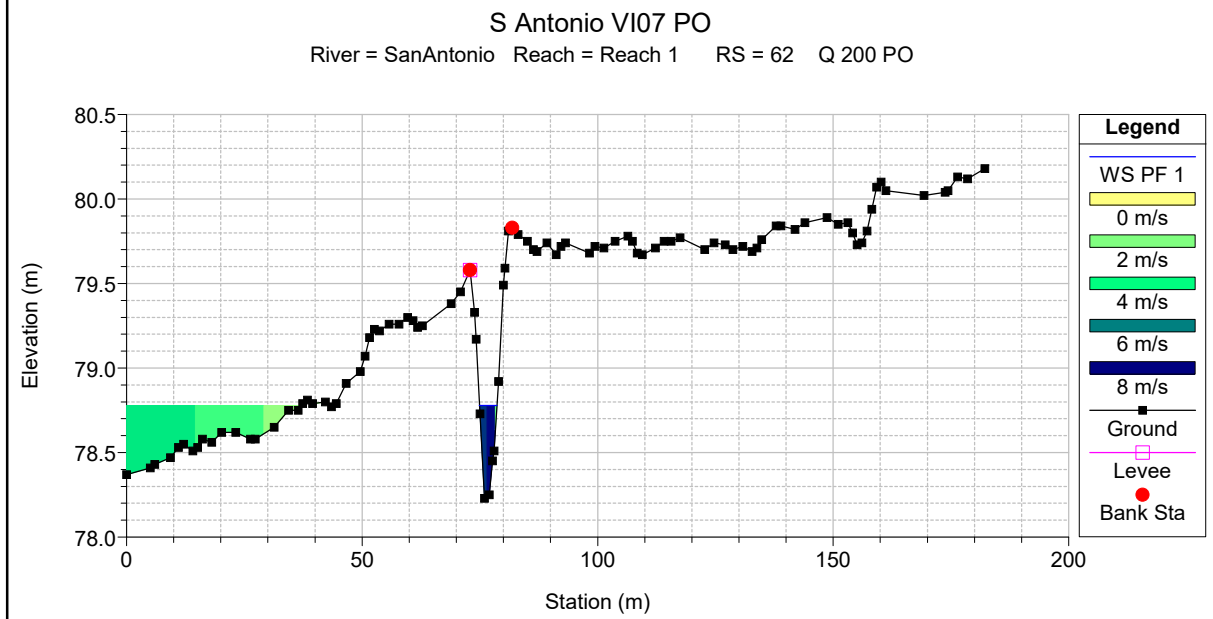
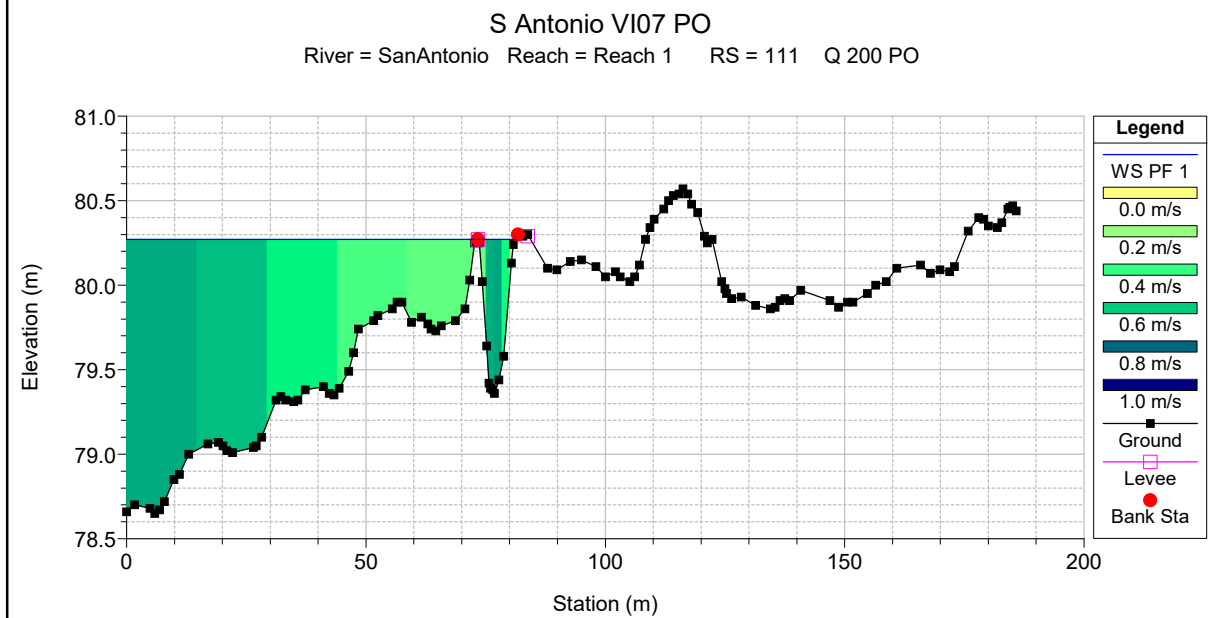
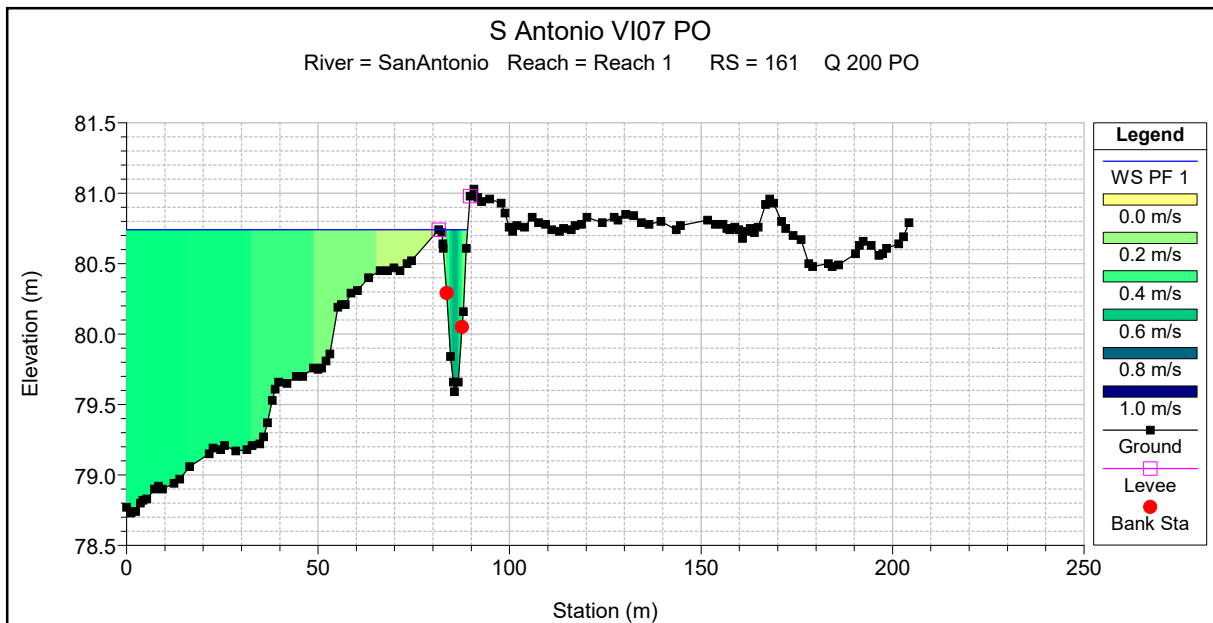






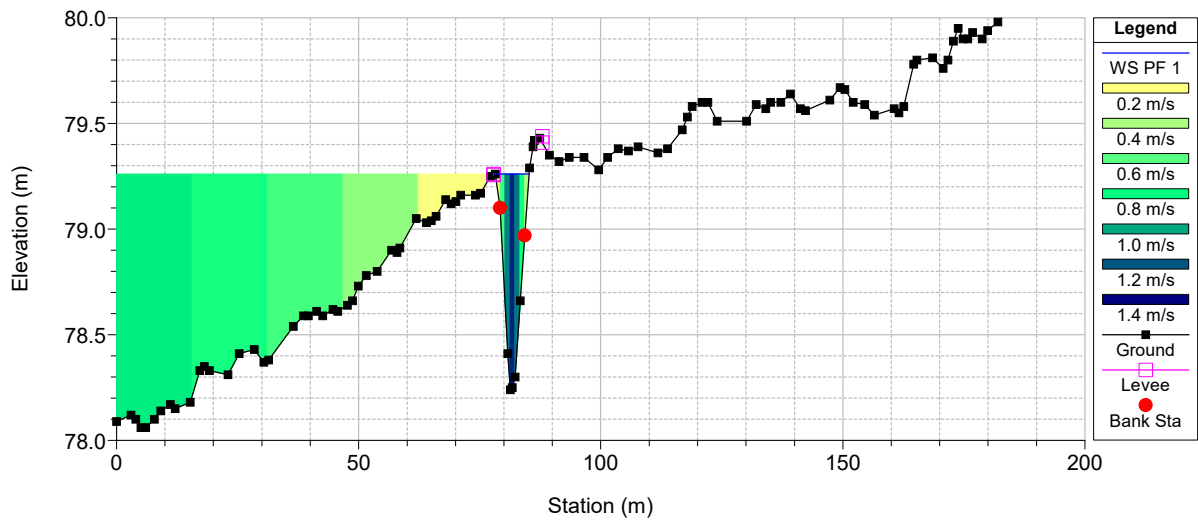






### S Antonio VI07 PO

River = SanAntonio Reach = Reach 1 RS = 20 Q 200 PO



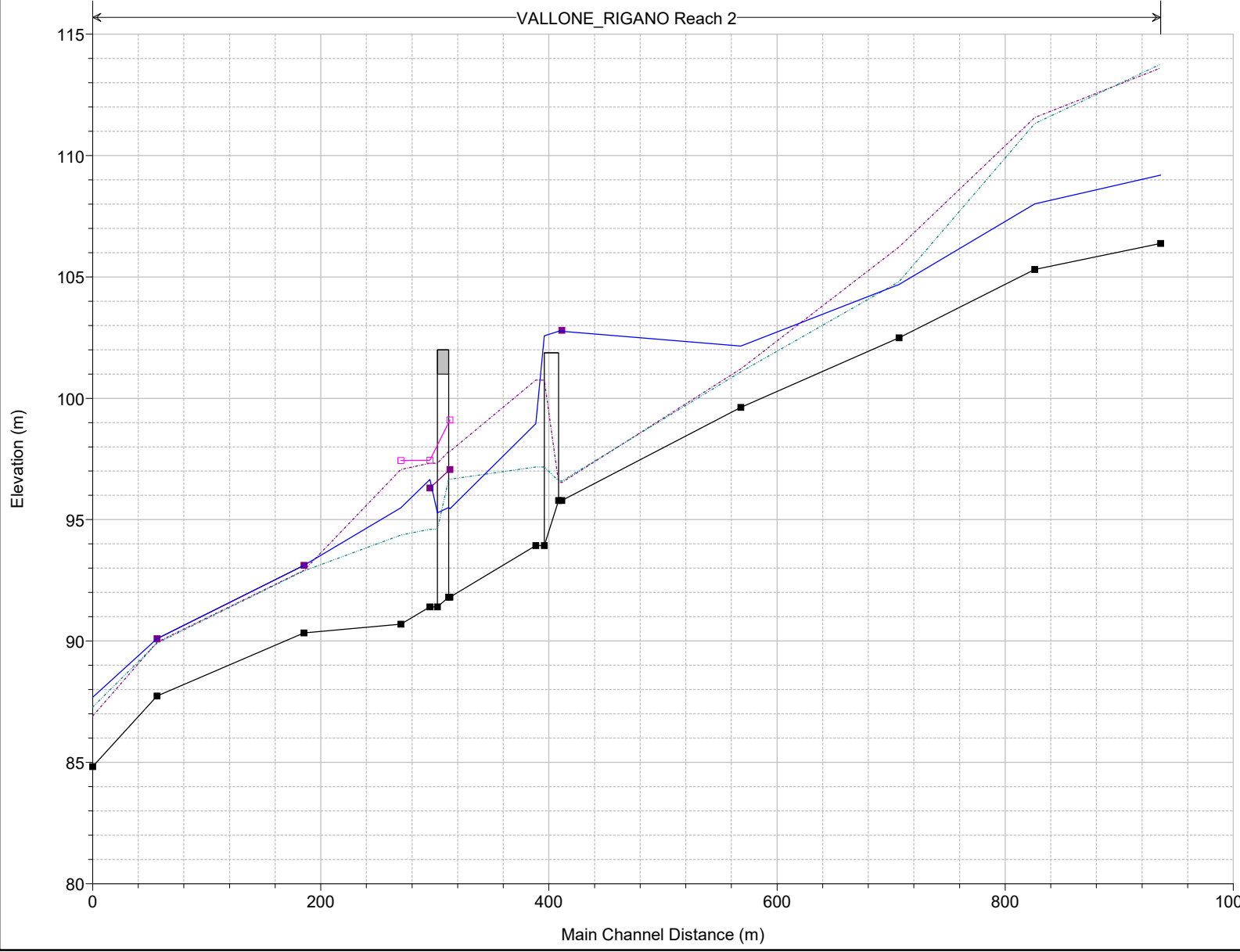
HEC-RAS Plan: 77 River: VALLONE\_RIGANO Reach: Reach 2 Profile: Tr200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 2	1007	Tr200	265.60	106.38	109.20	109.69	110.92	0.020018	5.81	45.73	28.27	1.46
Reach 2	897	Tr200	265.60	105.31	108.01	108.15	109.08	0.011502	4.59	57.89	33.85	1.12
Reach 2	778	Tr200	265.60	102.49	104.68	105.31	106.69	0.039103	6.27	42.39	39.18	1.92
Reach 2	639	Tr200	265.60	99.62	102.15	102.35	103.21	0.015483	5.06	64.12	46.93	1.28
Reach 2	482	Tr200	265.60	95.79	102.76	98.51	102.80	0.000148	1.28	422.46	182.26	0.16
Reach 2	480		Bridge									
Reach 2	459	Tr200	265.60	93.93	98.96	98.96	99.90	0.006824	4.57	72.58	42.05	0.88
Reach 2	384	Tr200	265.60	91.81	95.44	96.34	98.57	0.056421	7.84	33.90	28.45	2.29
Reach 2	369		Bridge									
Reach 2	367	Tr200	265.60	91.41	96.66	96.04	96.81	0.003403	2.00	166.44	110.95	0.42
Reach 2	334	Tr200	265.60	90.69	95.48	95.50	96.56	0.015081	4.66	61.28	32.15	0.86
Reach 2	224	Tr200	265.60	90.33	93.12	93.12	94.28	0.058921	4.79	55.81	63.04	1.54
Reach 2	95	Tr200	265.60	87.73	90.10	90.10	90.19	0.003151	1.43	197.32	152.62	0.37
Reach 2	39	Tr200	265.60	84.83	87.69	88.35	89.76	0.030286	7.33	59.52	84.71	1.77

UP62 Q 200 PO

VALLONE\_RIGANO Reach 2

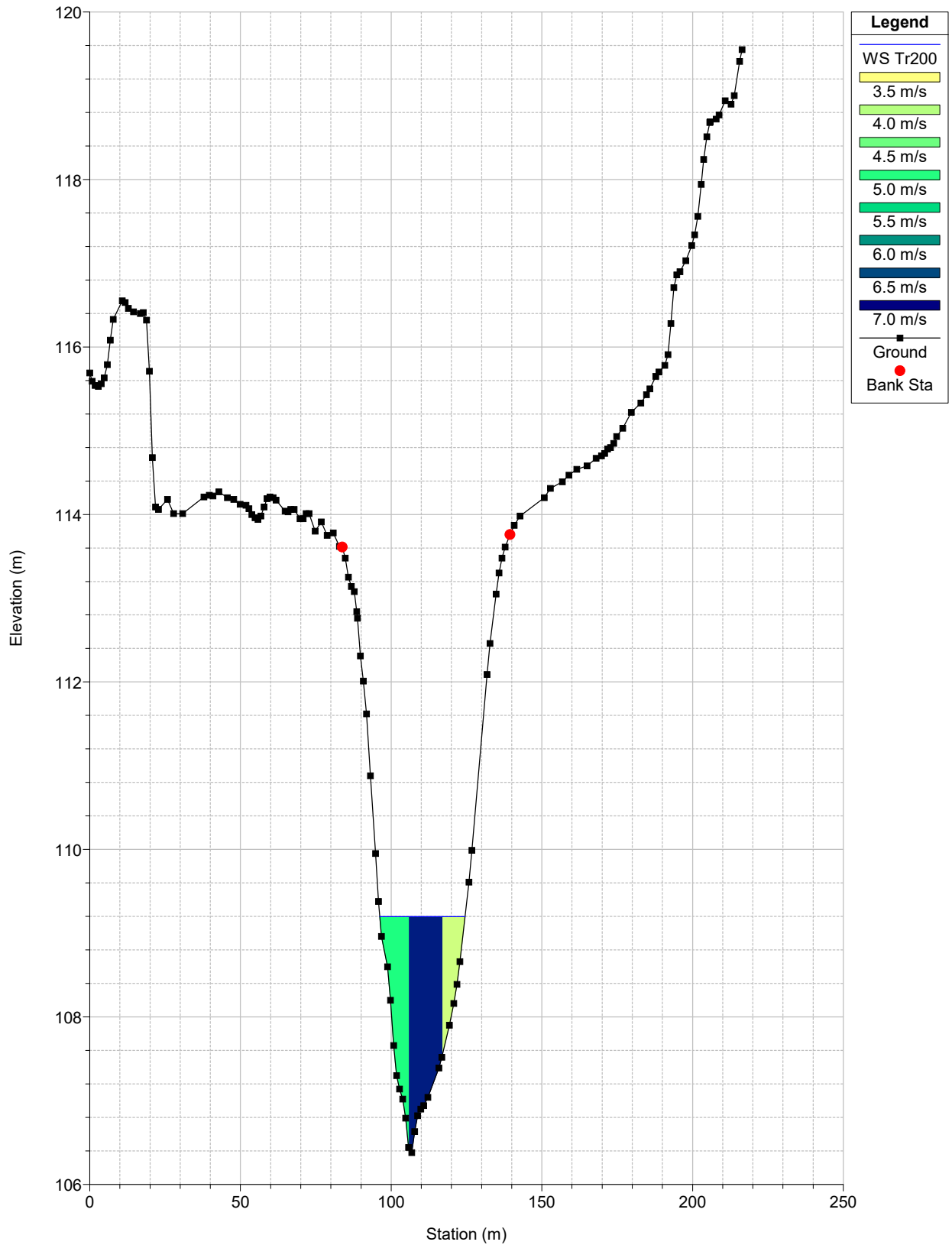
Legend	
WS Tr200	
Ground	
LOB	
ROB	
Left Levee	
Right Levee	





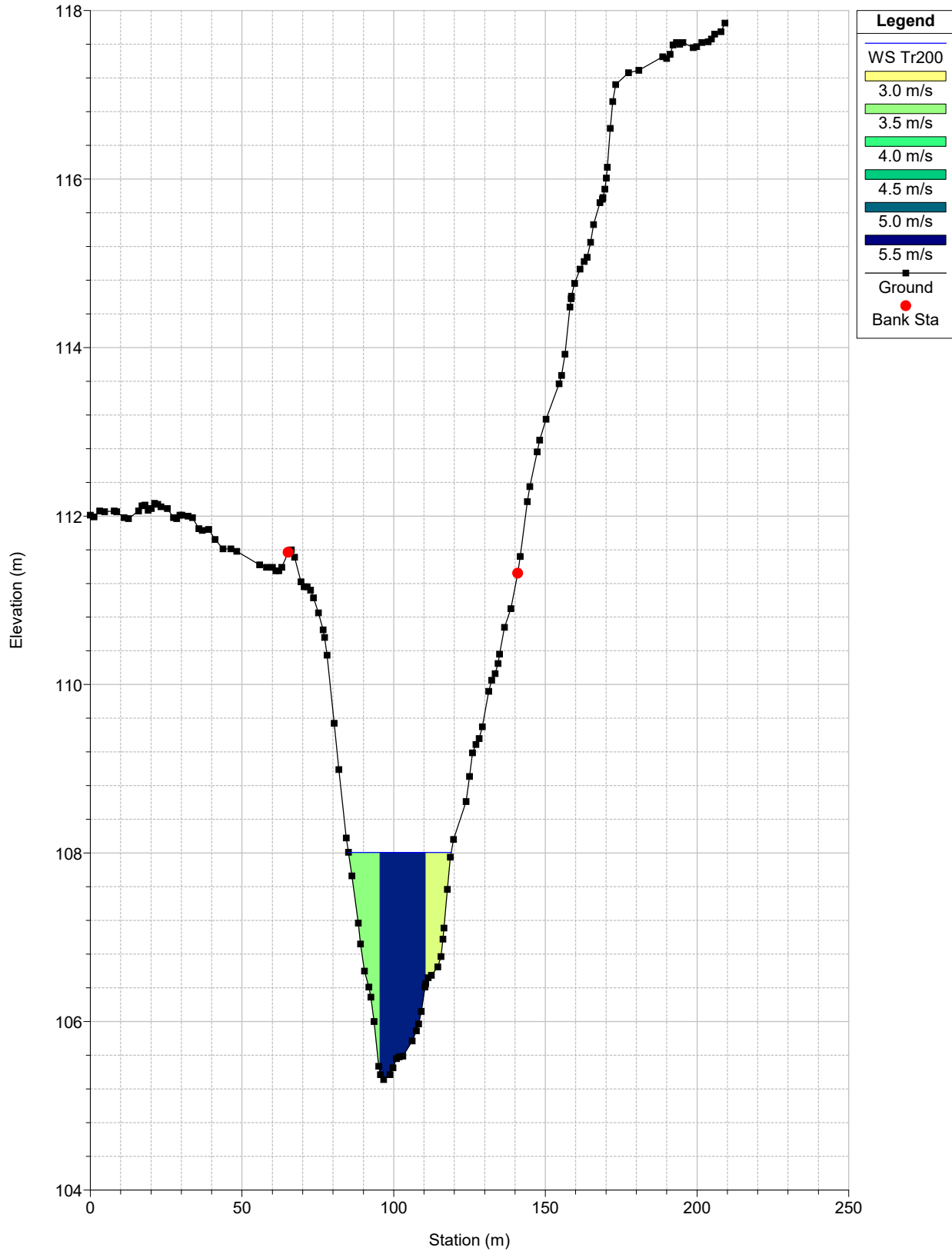
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 1007 Q 200 PO



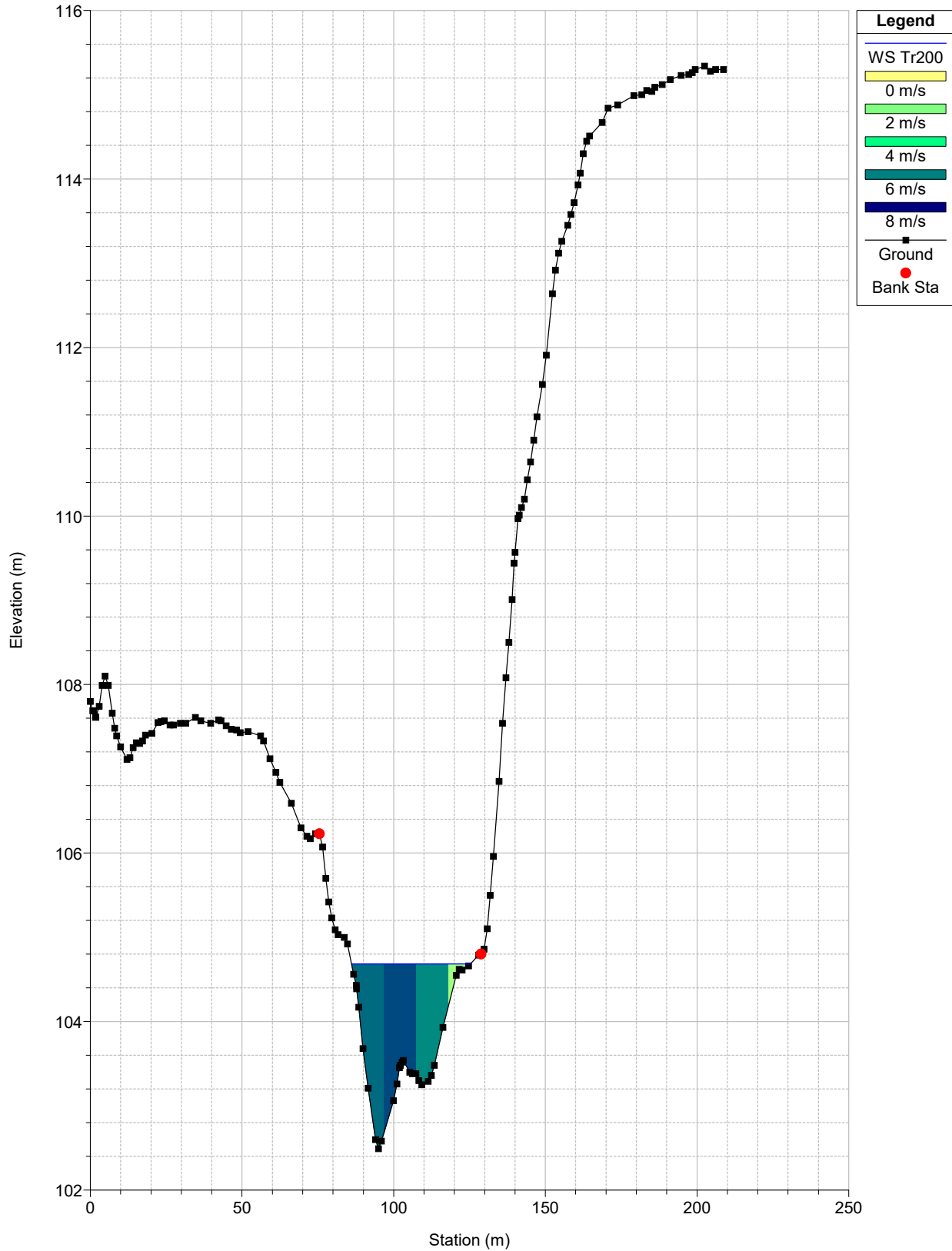
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 897 Q 200 PO



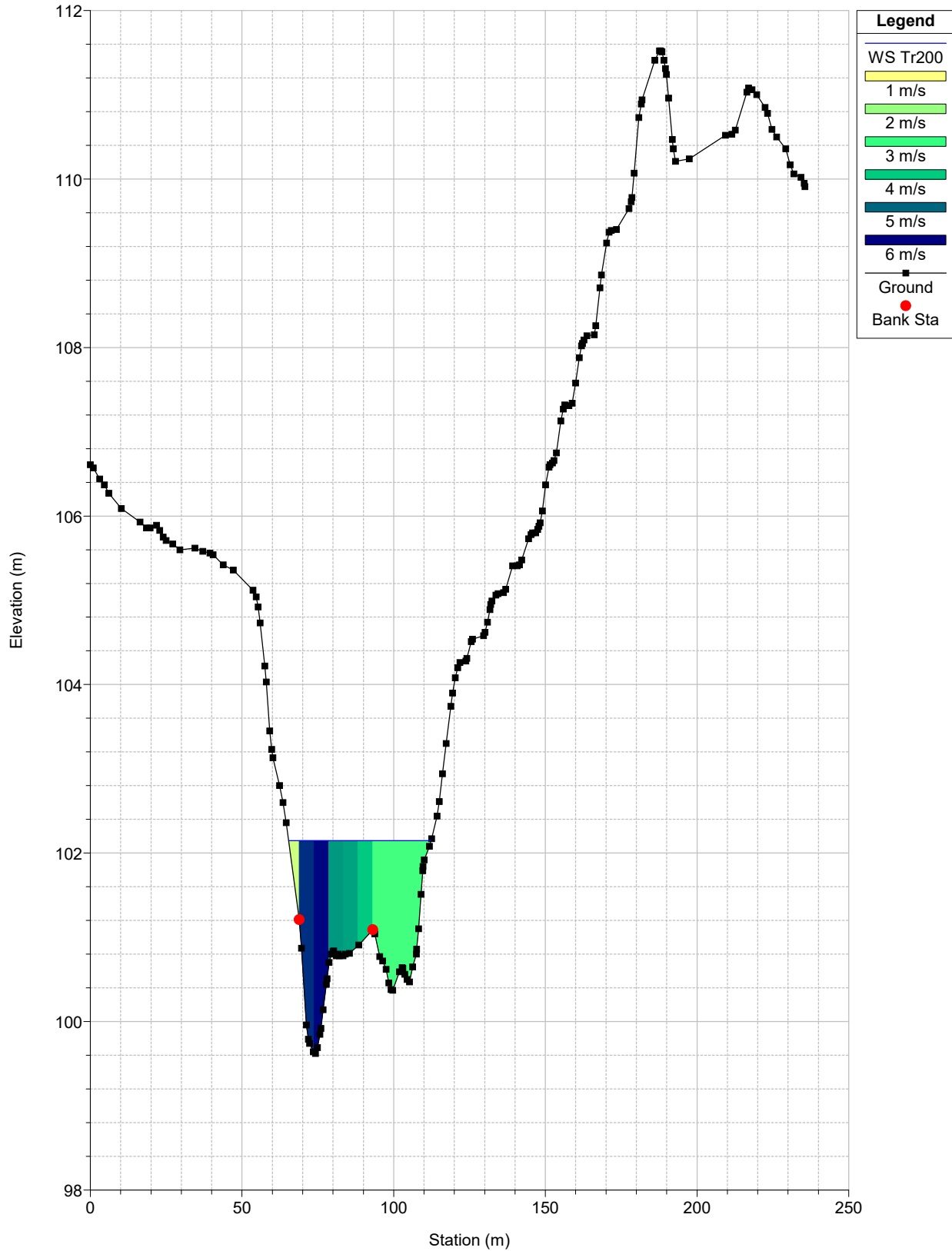
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 778 Q 200 PO



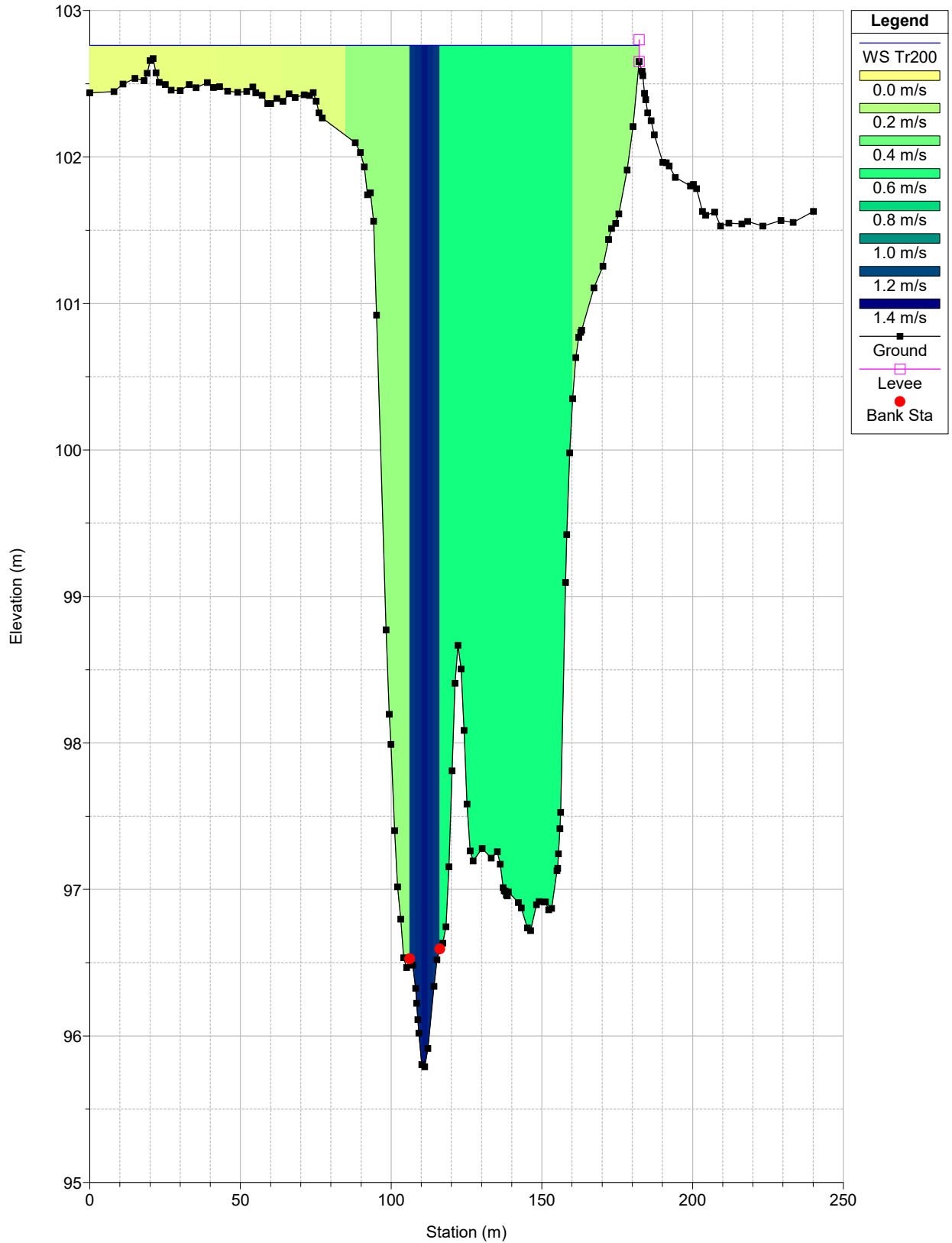
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 639 Q 200 PO



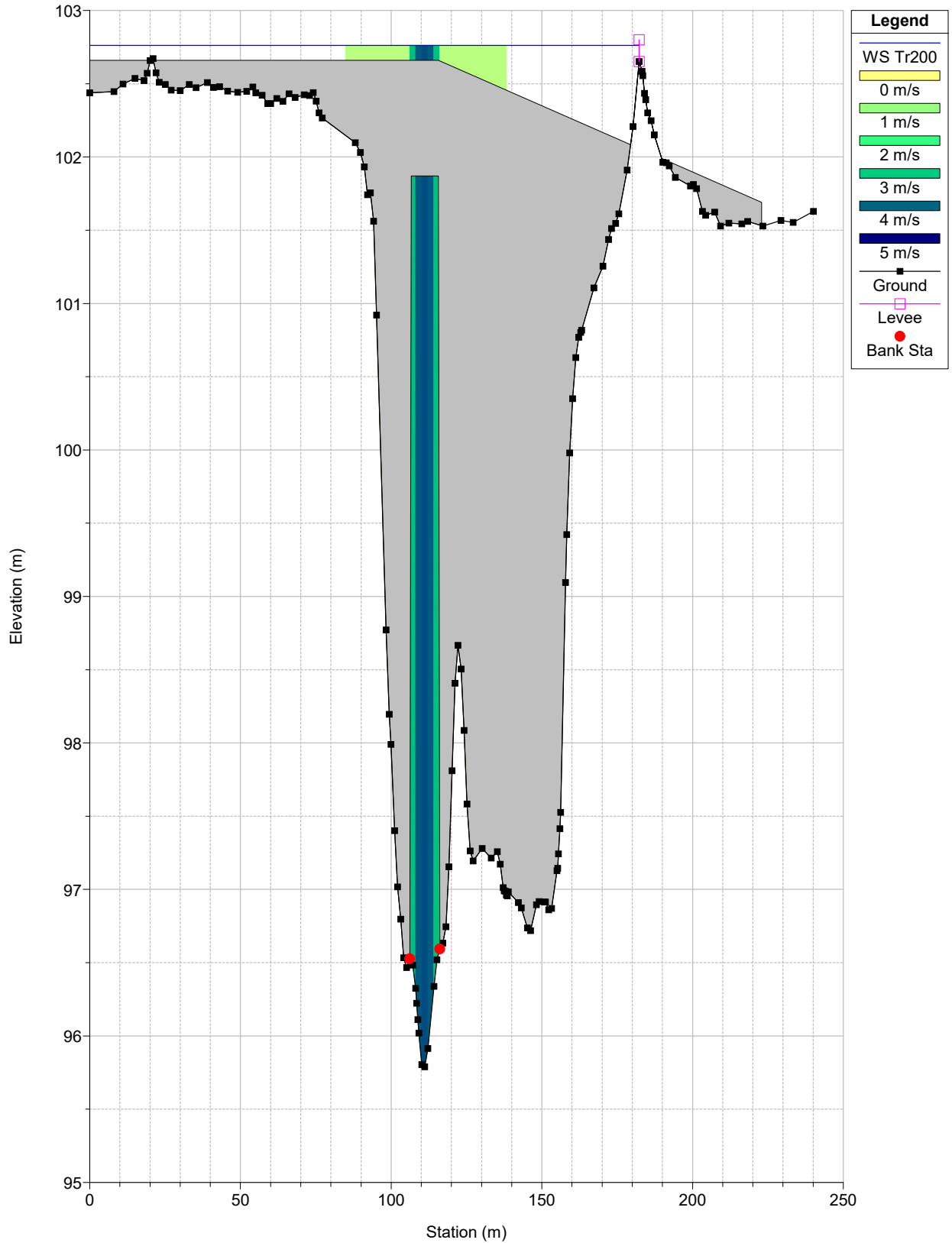
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 482 Q 200 PO



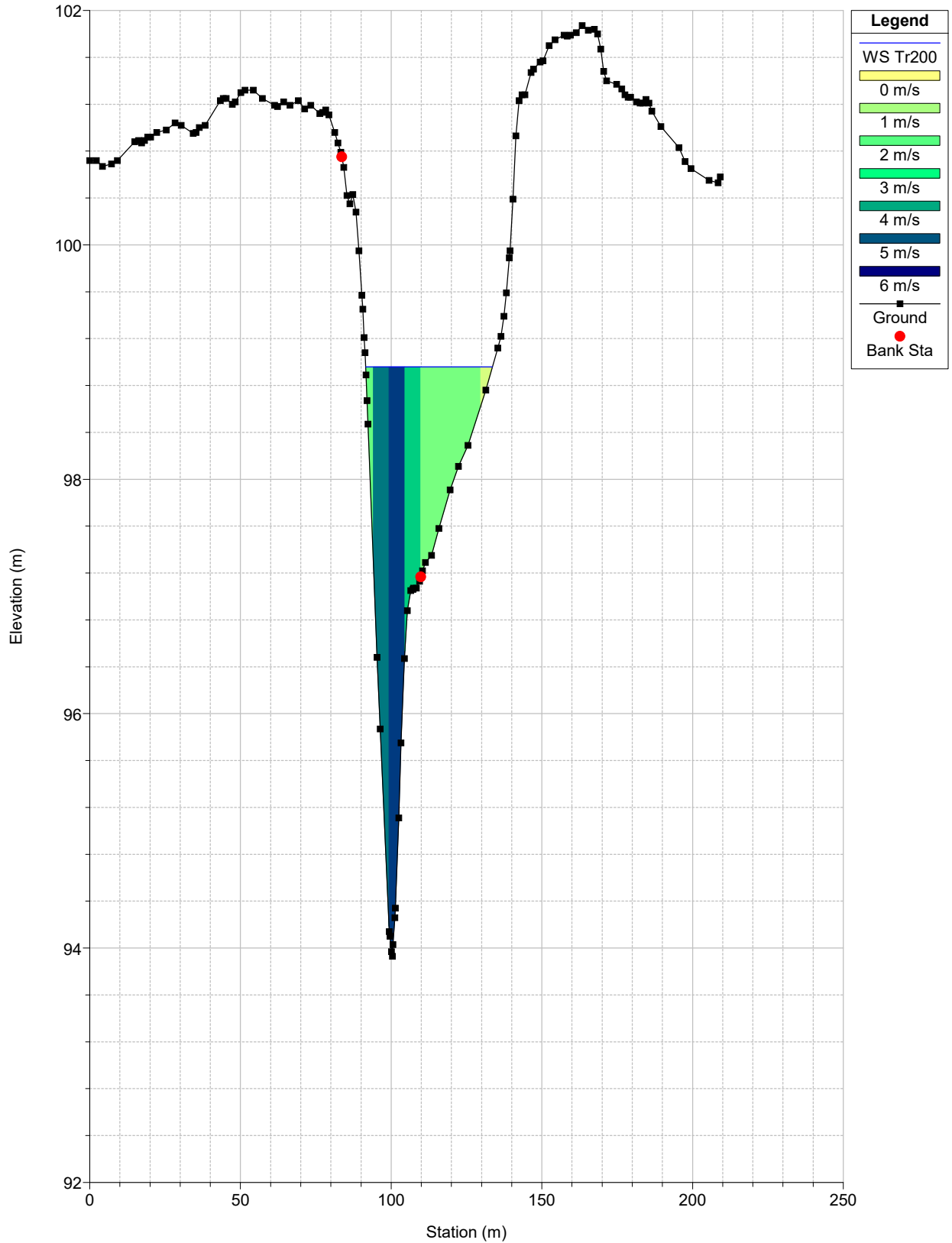
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 480 BR Q 200 PO



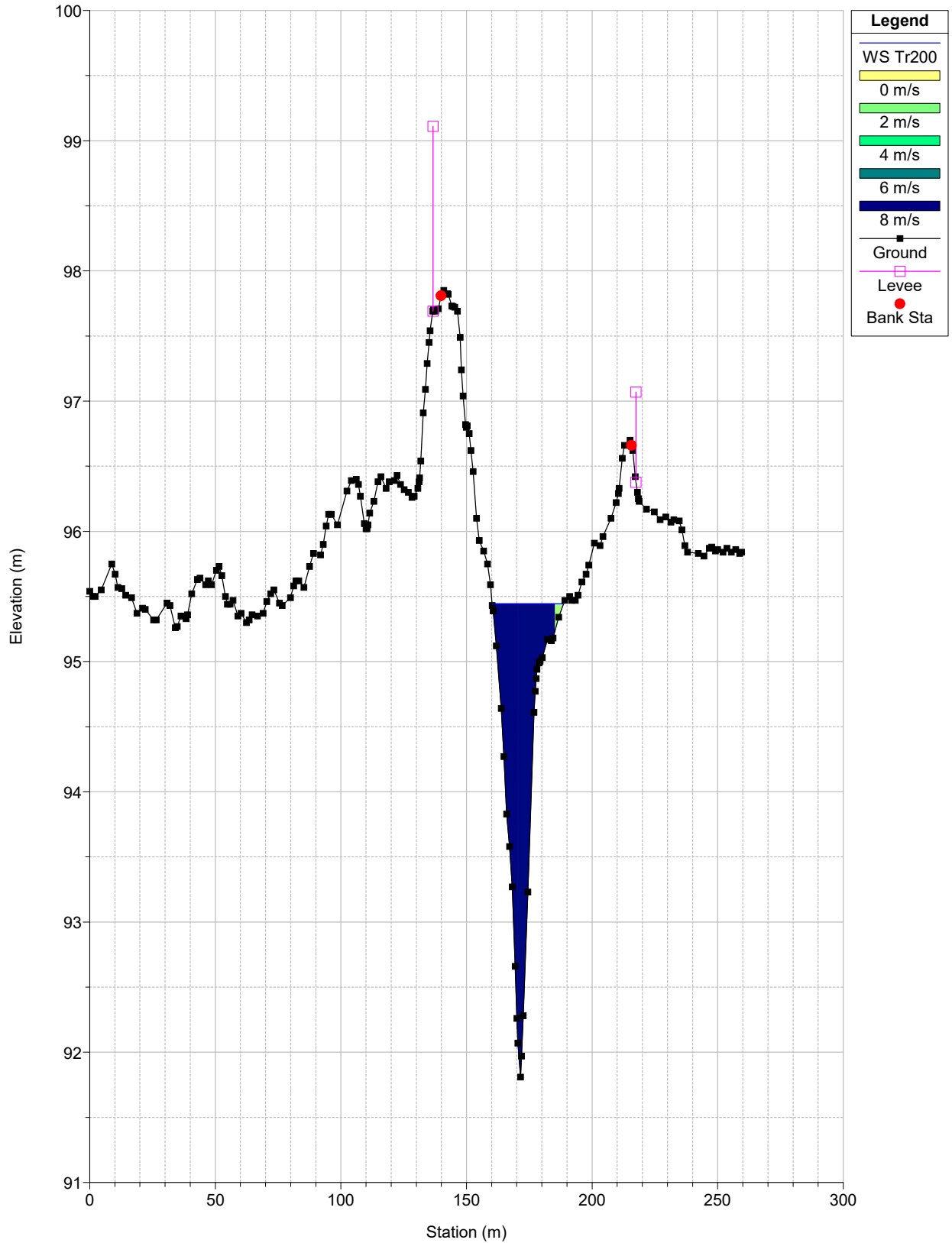
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 459 Q 200 PO



UP62

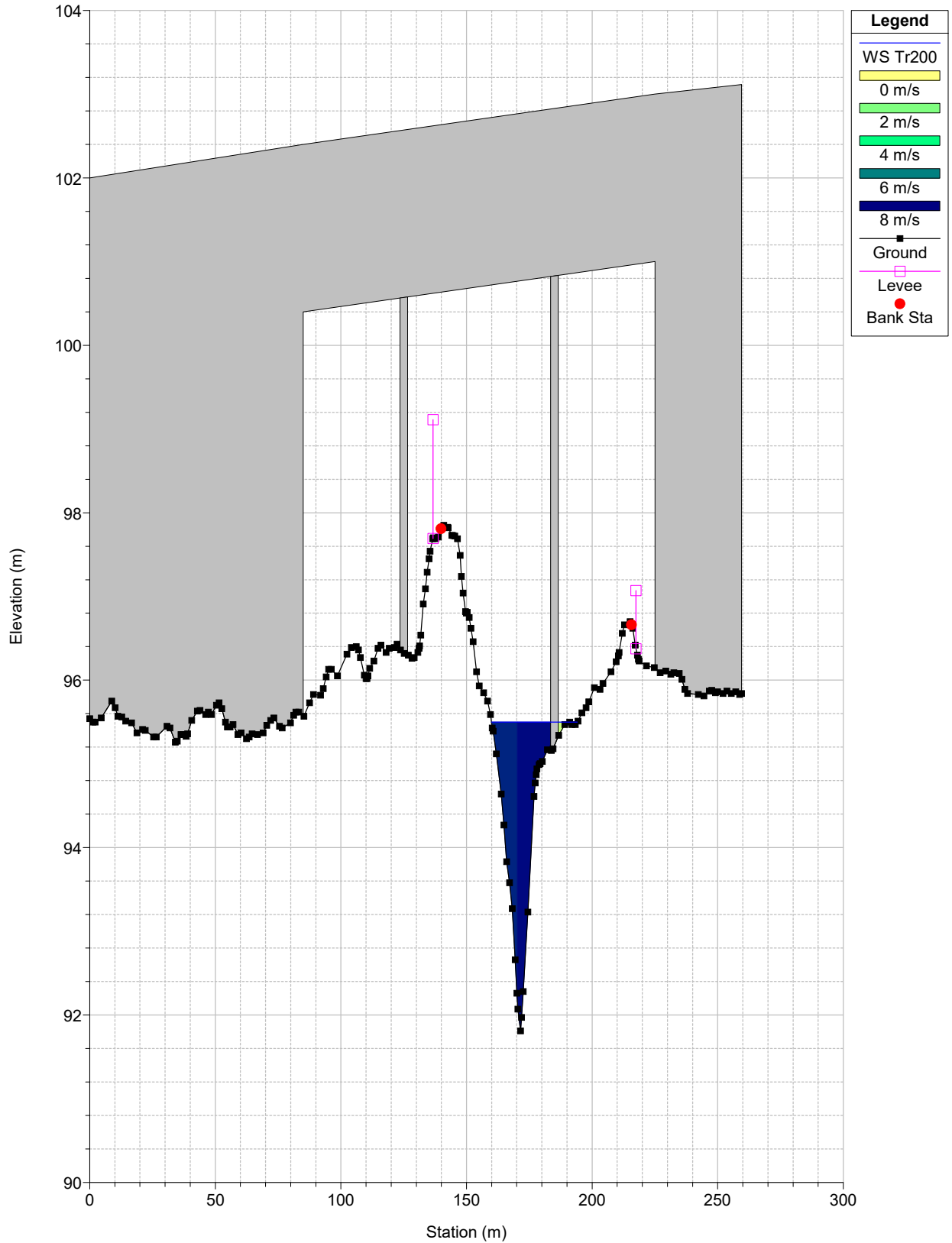
River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 384 Q 200 PO





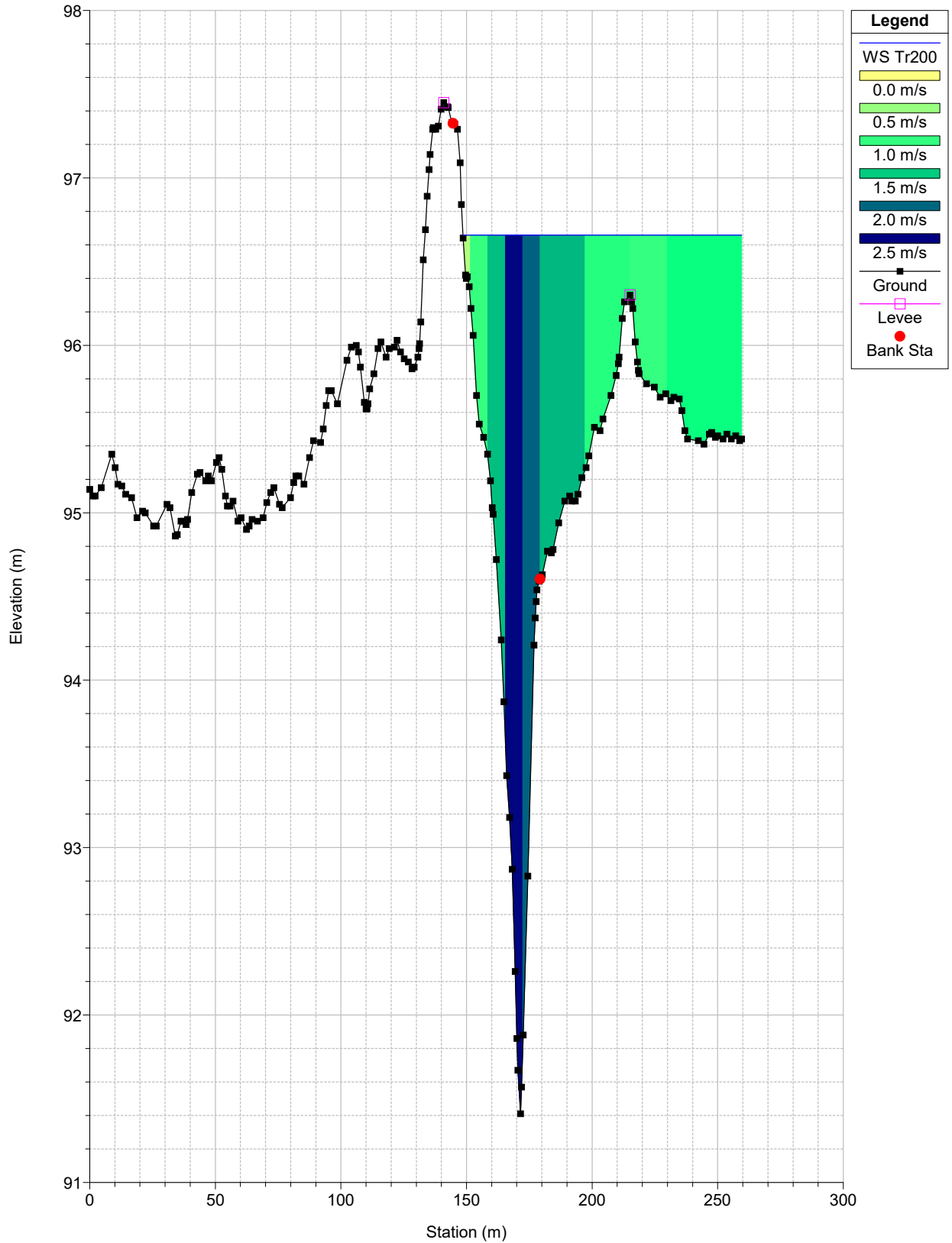
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 369 BR Q 200 PO



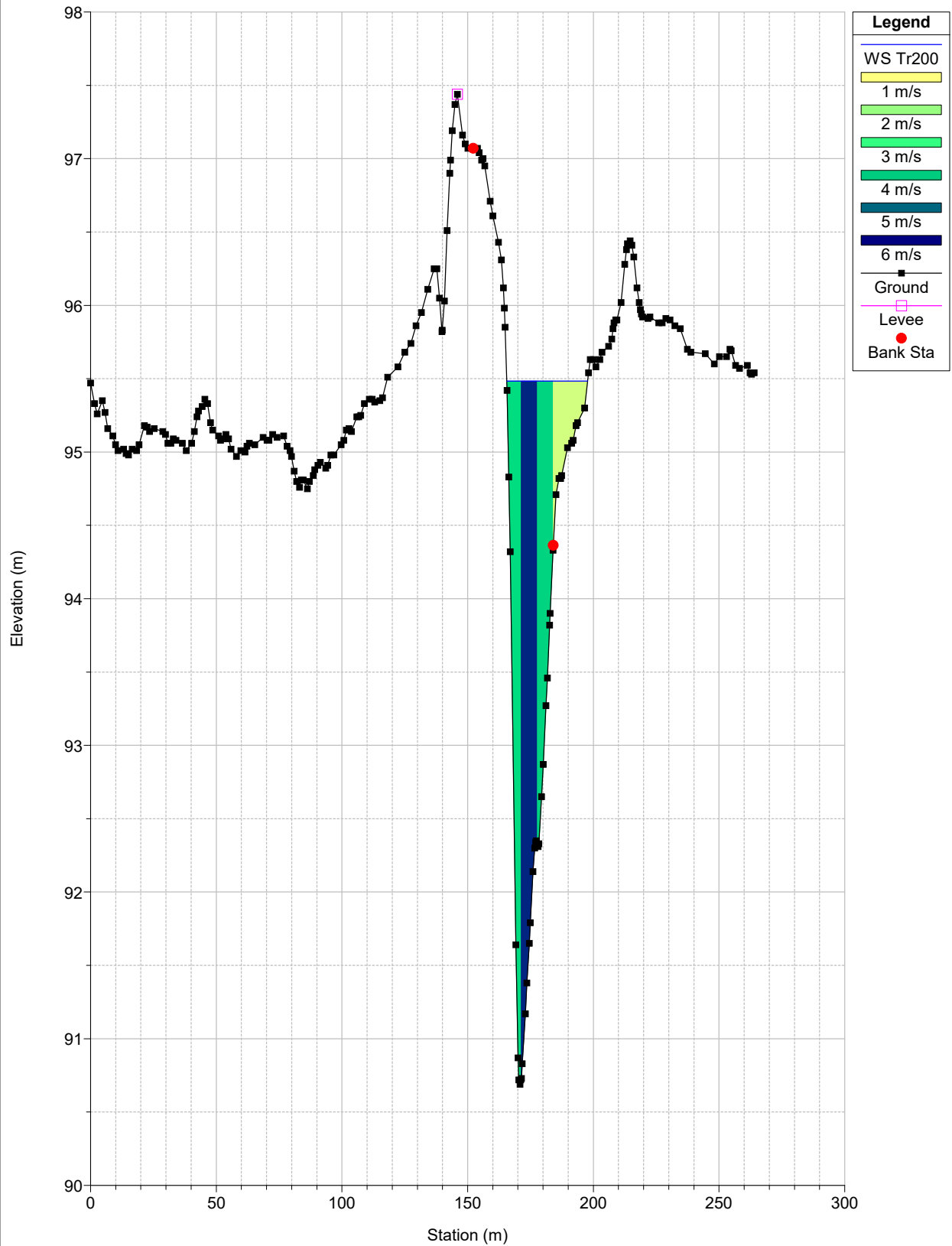
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 367 Q 200 PO



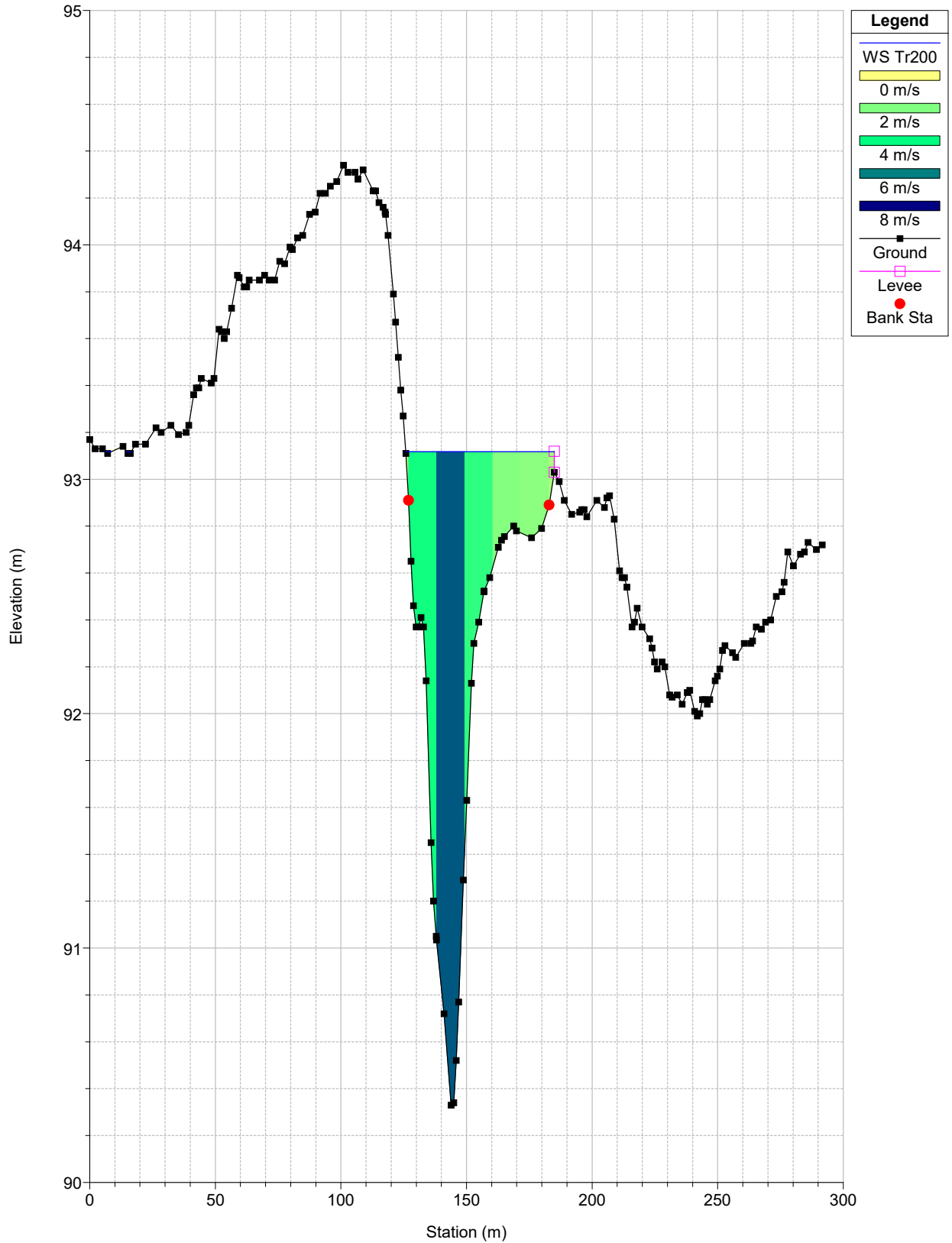
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 334 Q 200 PO



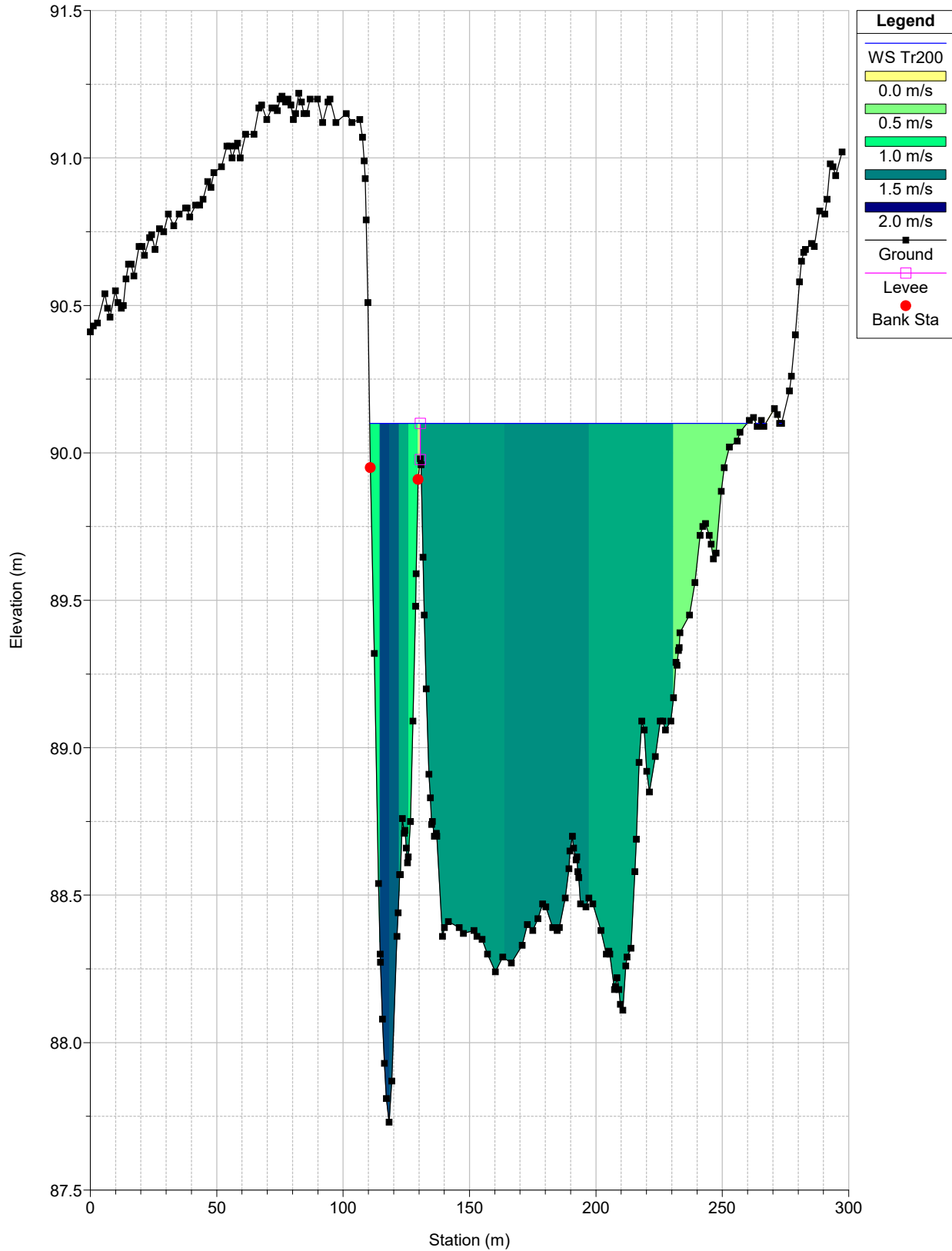
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 224 Q 200 PO



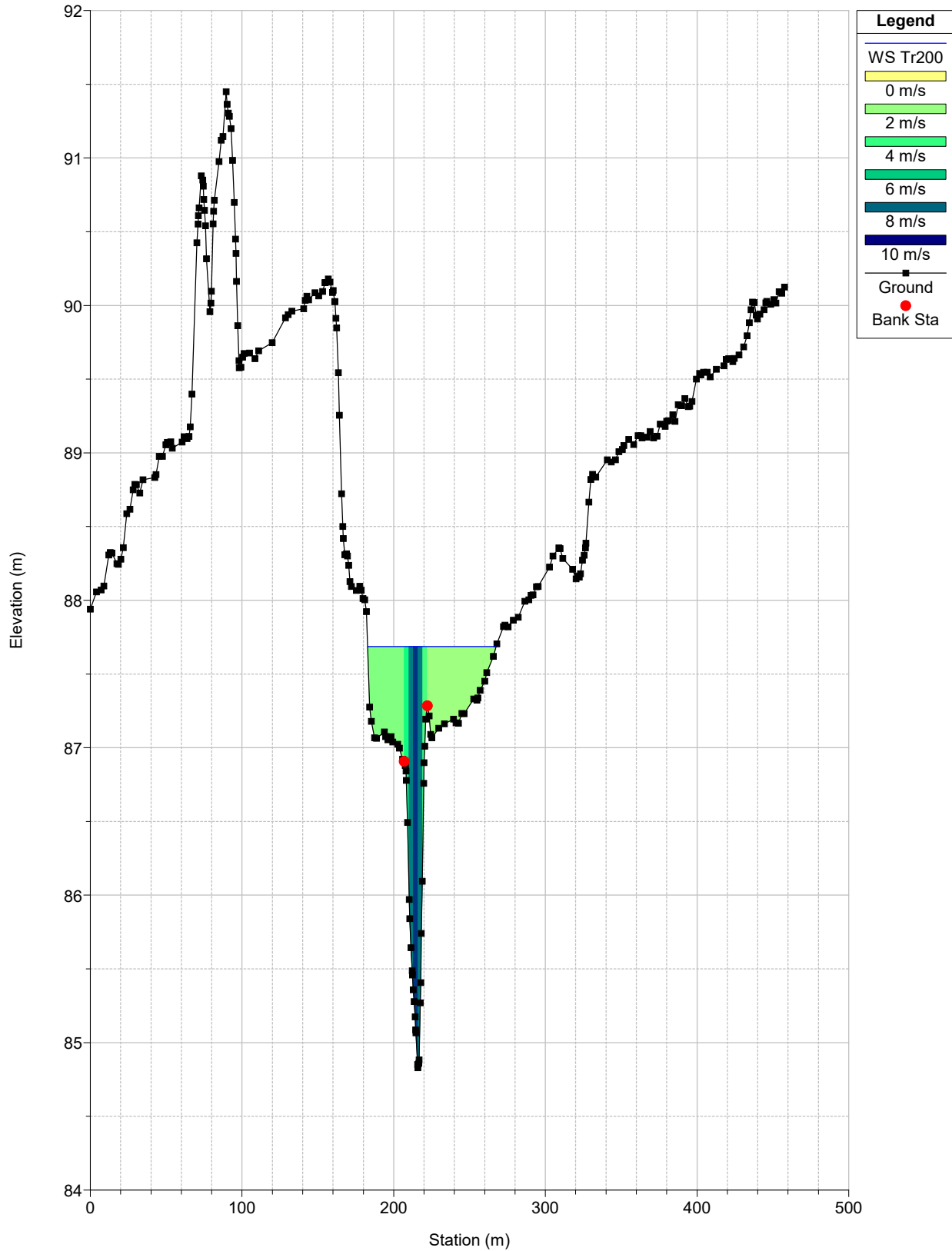
UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 95 Q 200 PO



UP62

River = VALLONE\_RIGANO Reach = Reach 2 RS = 39 Q 200 PO

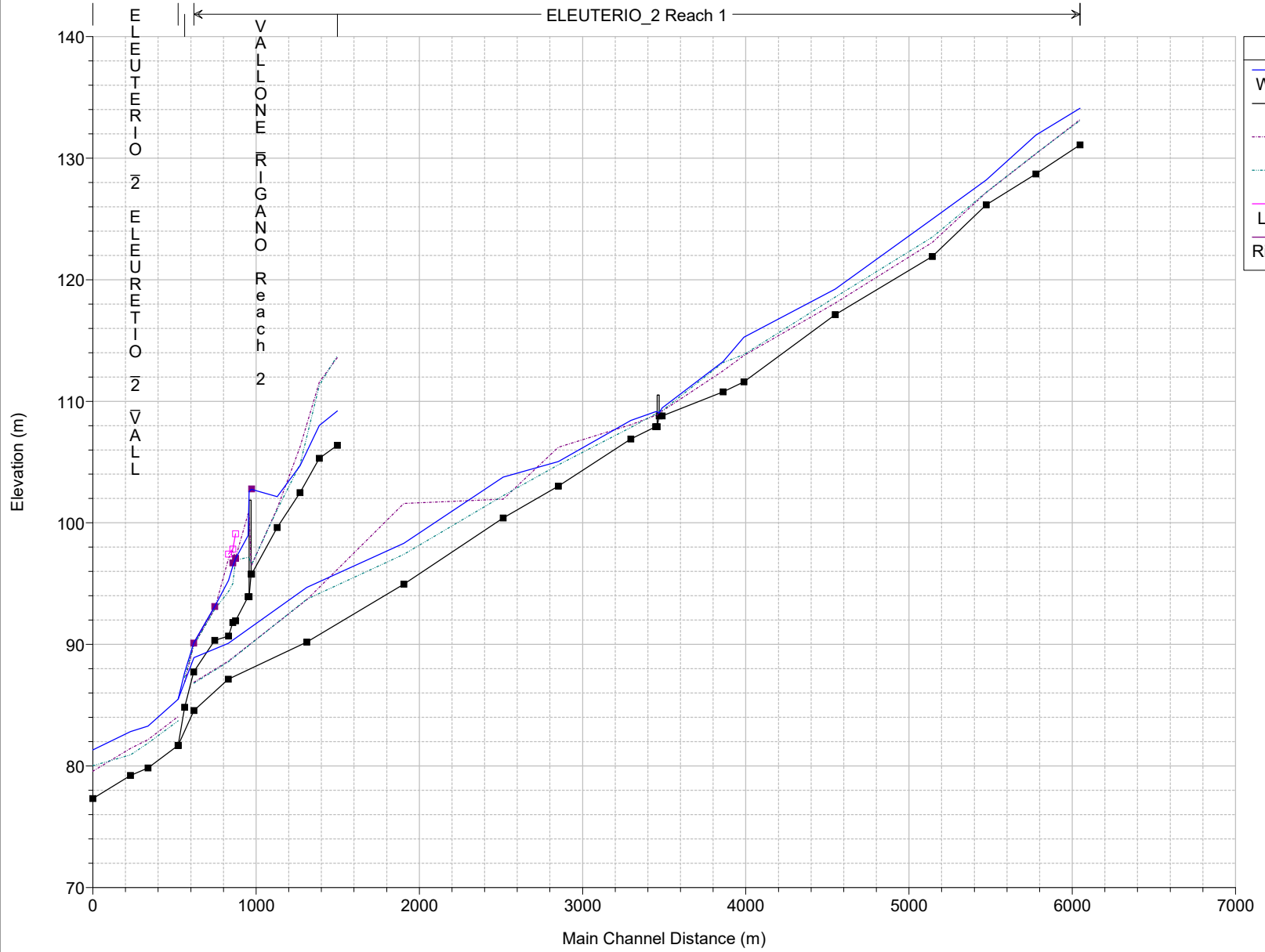


HEC-RAS Plan: 78 Profile: Tr200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	6304	Tr200	463.90	131.09	134.10	134.08	134.63	0.011402	4.37	175.13	166.71	1.10
Reach 1	6033	Tr200	463.90	128.69	131.90	131.90	132.32	0.007856	4.52	220.60	222.95	0.96
Reach 1	5730	Tr200	463.90	126.16	128.20	128.34	128.80	0.020881	5.47	162.25	191.58	1.47
Reach 1	5399	Tr200	463.90	121.91	124.98	124.98	125.57	0.007720	4.72	178.08	133.28	0.97
Reach 1	4804	Tr200	463.90	117.12	119.23	119.09	119.56	0.010464	3.95	204.68	195.48	1.04
Reach 1	4246	Tr200	463.90	111.59	115.28	115.28	115.96	0.008283	4.38	161.06	129.76	0.98
Reach 1	4118	Tr200	463.90	110.77	113.28	113.07	113.57	0.009394	3.28	205.22	210.09	0.95
Reach 1	3744	Tr200	463.90	108.80	109.45	108.72	109.56	0.003599	1.00	324.62	264.26	0.50
Reach 1	3740		Bridge									
Reach 1	3704	Tr200	463.90	107.90	109.15		109.19	0.000826	0.70	519.35	298.17	0.26
Reach 1	3553	Tr200	463.90	106.89	108.42	108.42	108.83	0.018687	4.03	177.02	217.93	1.31
Reach 1	3108	Tr200	463.90	103.03	105.05	104.24	105.13	0.002533	1.55	372.69	276.79	0.48
Reach 1	2771	Tr200	463.90	100.40	103.77	103.77	104.19	0.006475	4.41	238.95	269.91	0.88
Reach 1	2162	Tr200	463.90	94.96	98.32	98.75	99.24	0.017791	5.70	137.46	140.63	1.34
Reach 1	1774	Tr200	463.90	90.89	96.38	95.58	96.45	0.001563	1.49	410.06	248.86	0.29
Reach 1	1762		Bridge									
Reach 1	1761	Tr200	463.90	90.79	96.37	95.40	96.42	0.001103	1.35	463.06	260.24	0.25
Reach 1	1750		Bridge									
Reach 1	1749	Tr200	463.90	91.80	96.10		96.37	0.007547	2.99	245.94	259.68	0.62
Reach 1	1556	Tr200	463.90	90.19	94.68	94.68	95.42	0.006000	4.07	155.84	179.87	0.85
Reach 1	1087	Tr200	463.90	87.14	90.07	90.36	91.47	0.013052	5.68	116.28	127.80	1.25
Reach 1	876	Tr200	463.90	84.56	88.93	89.10	89.72	0.005676	4.94	180.74	142.85	0.87
ELEURETIO_2_VALL	542	Tr200	771.31	81.70	85.48	86.39	88.36	0.022119	8.87	162.26	142.58	1.67
ELEURETIO_2_VALL	357	Tr200	771.31	79.84	83.28	83.68	84.41	0.015590	6.85	266.17	257.71	1.37
ELEURETIO_2_VALL	249	Tr200	771.31	79.22	82.83	82.65	83.17	0.005147	4.19	434.88	322.93	0.80
ELEURETIO_2_VALL	19	Tr200	771.31	77.33	81.33	81.15	81.89	0.008003	5.22	341.55	244.95	1.00

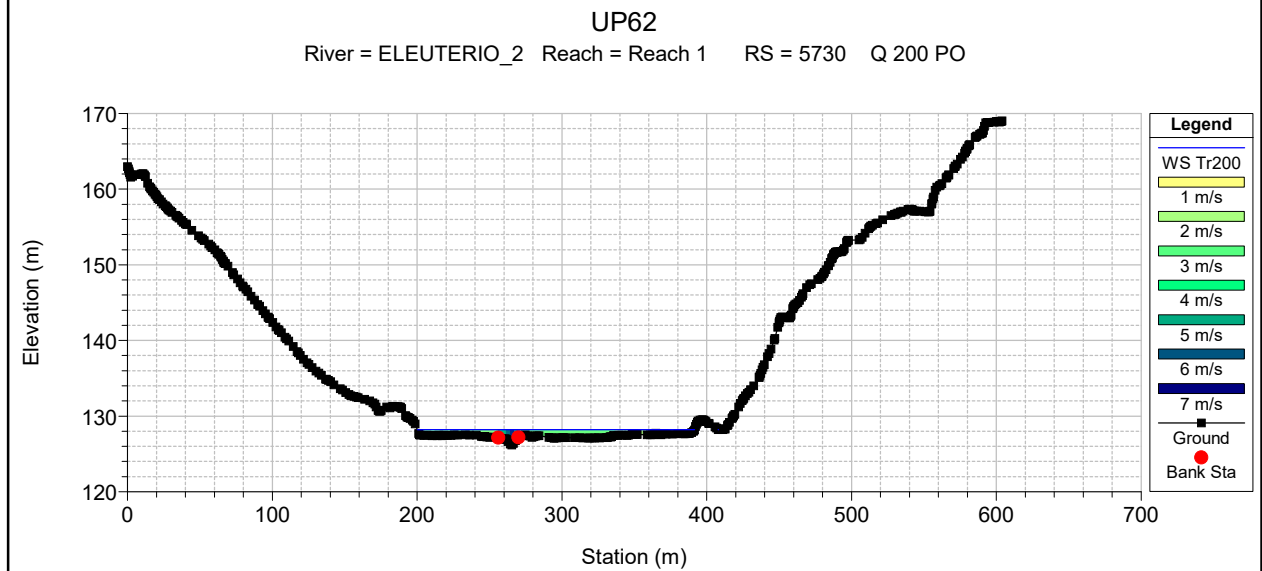
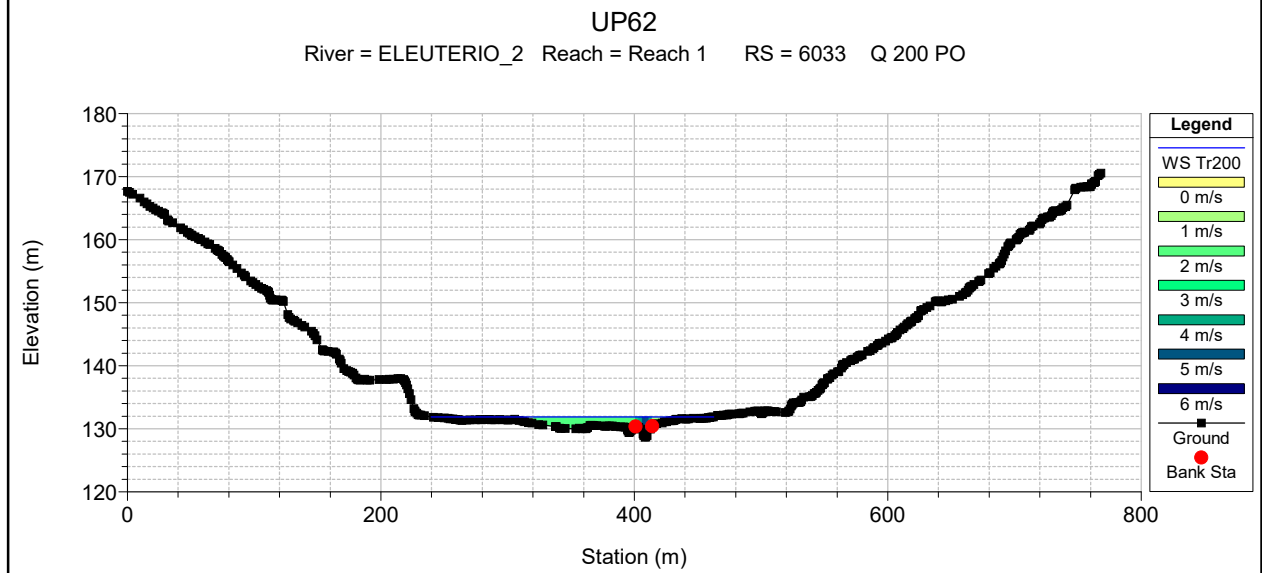
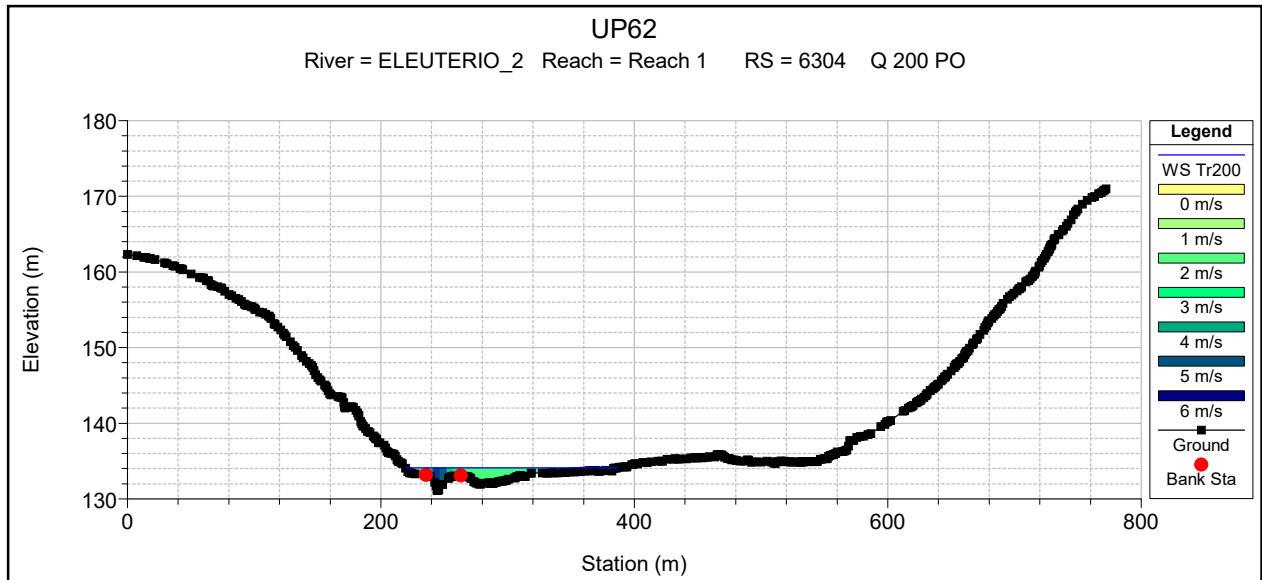
UP62 Q 200 PO

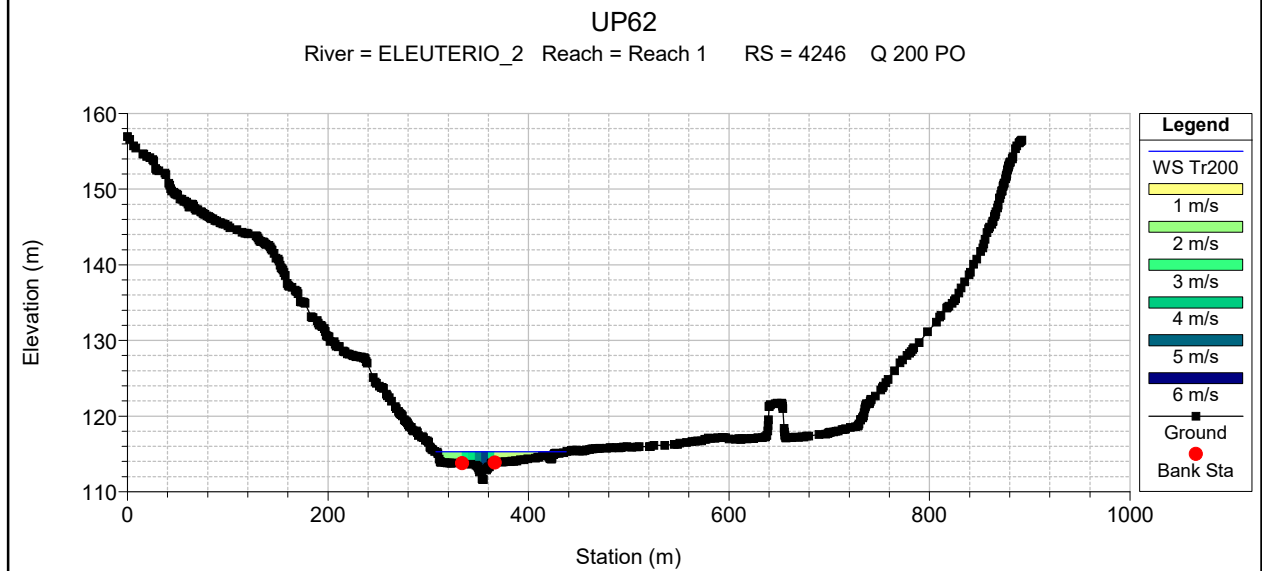
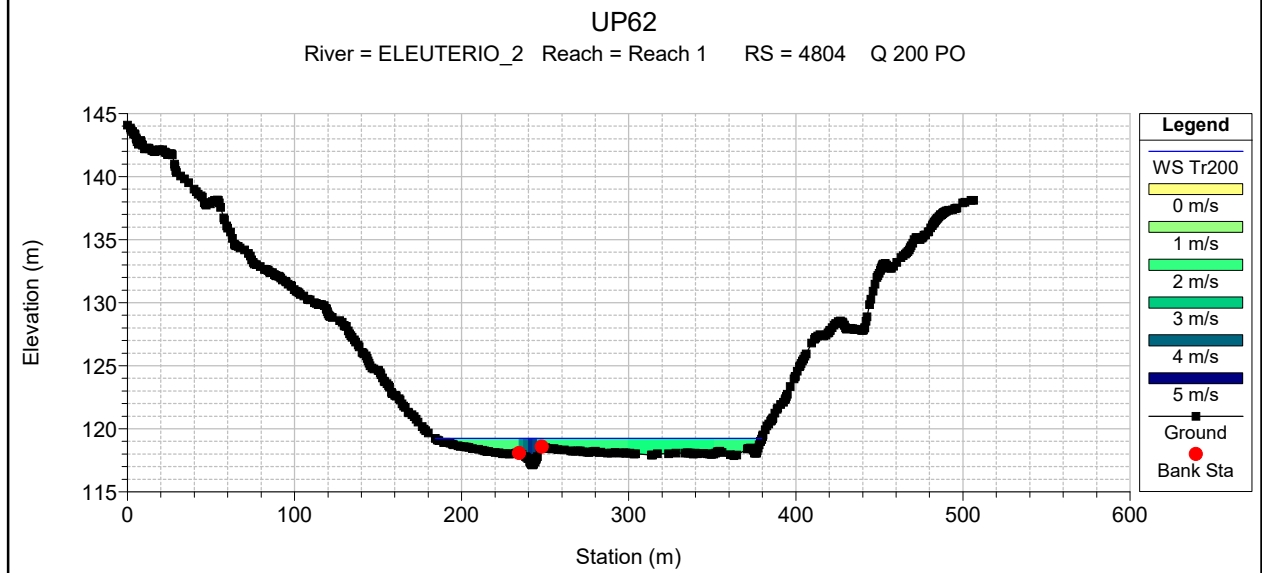
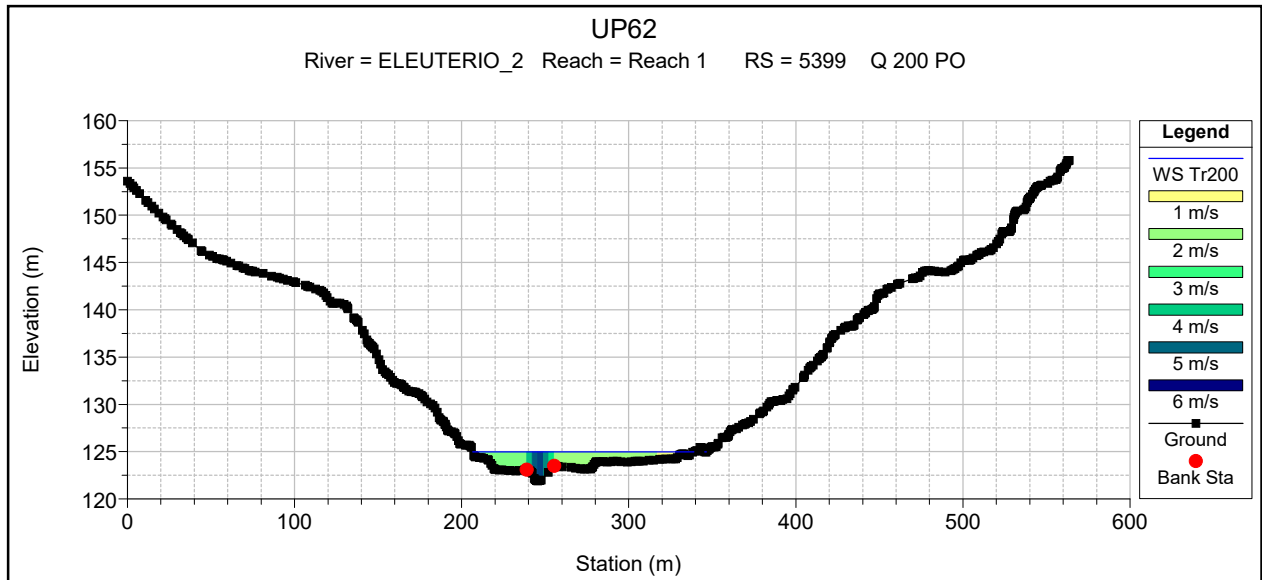
ELEUTERIO\_2 Reach 1

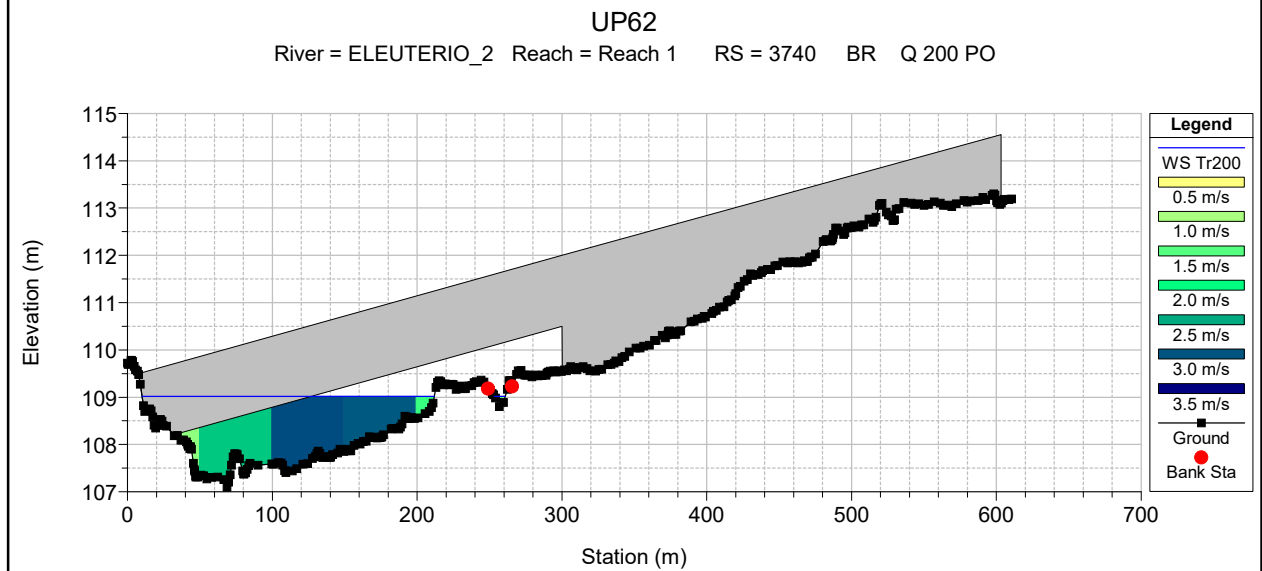
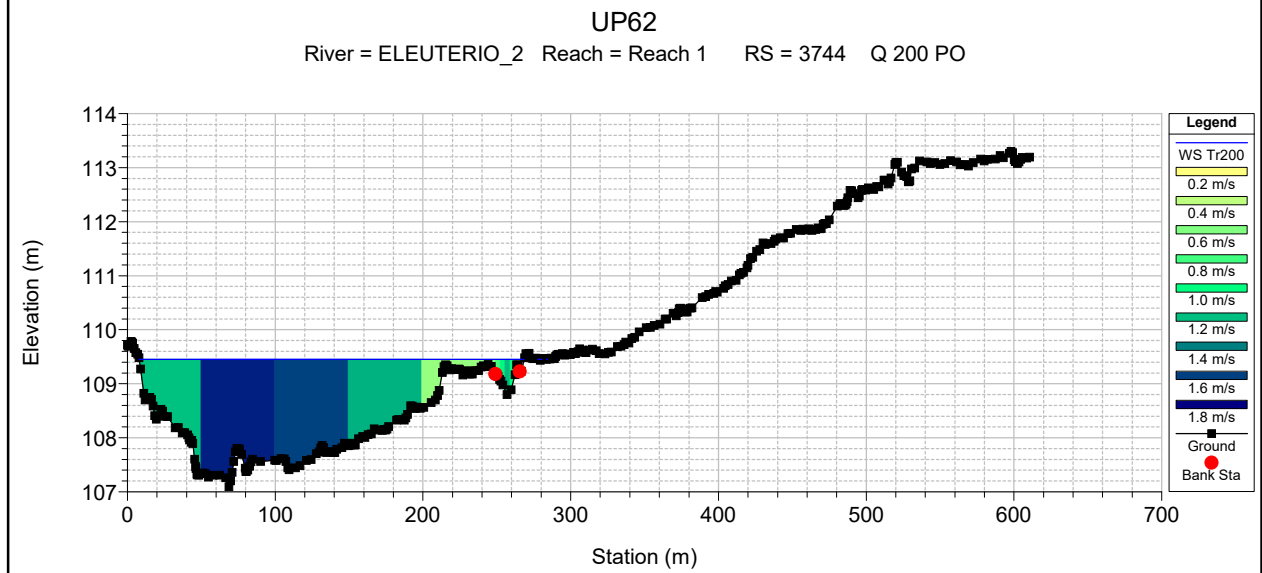
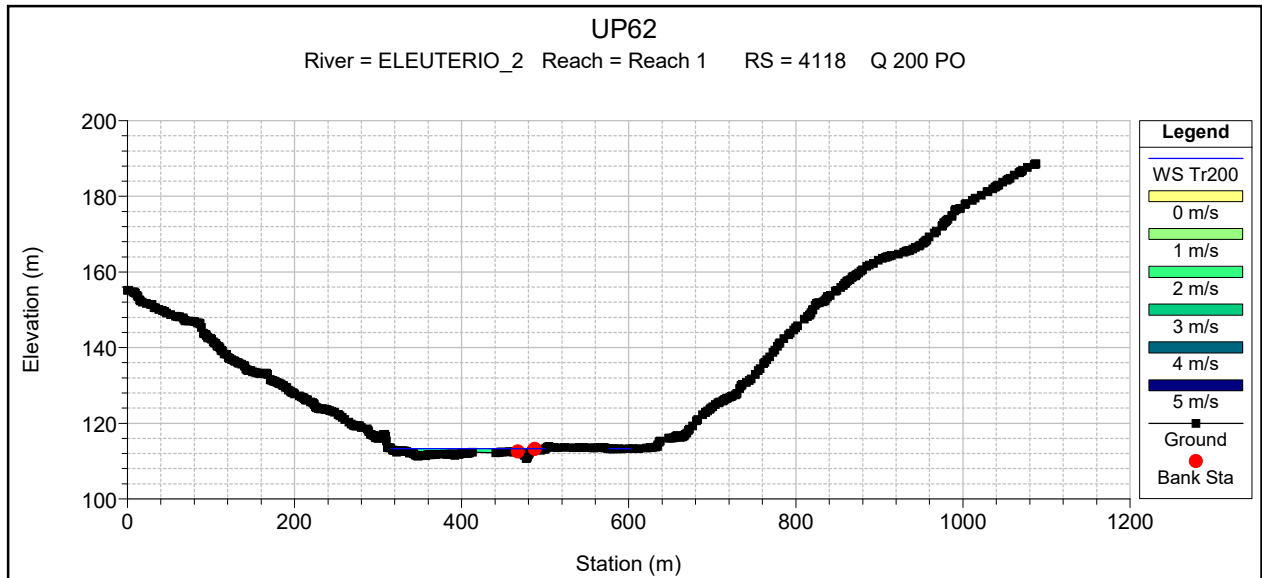


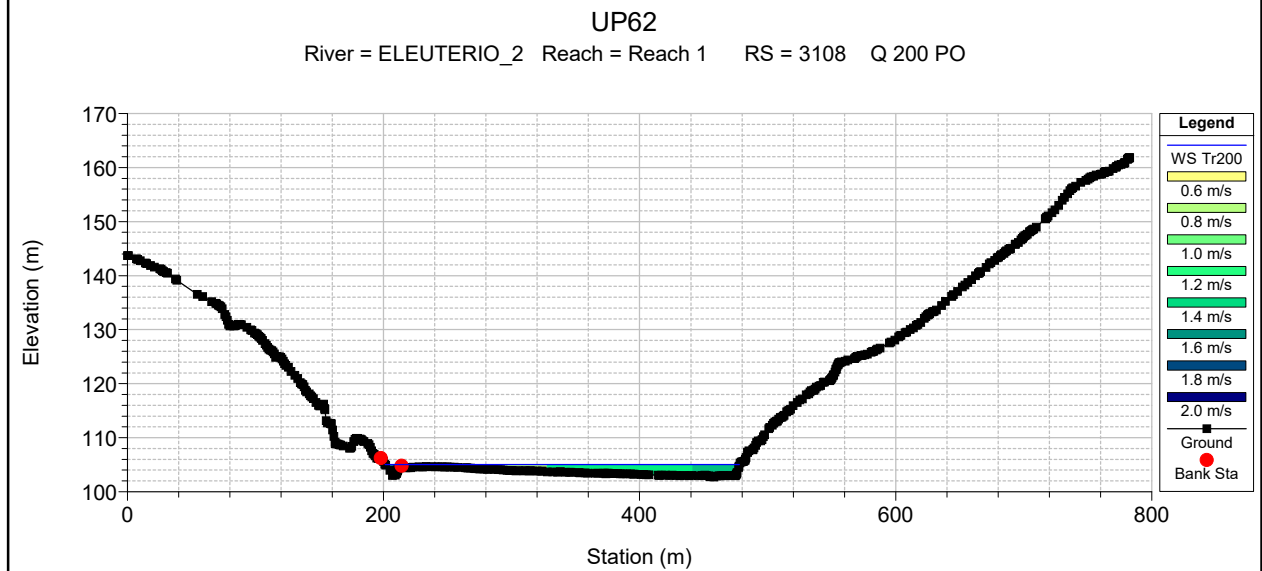
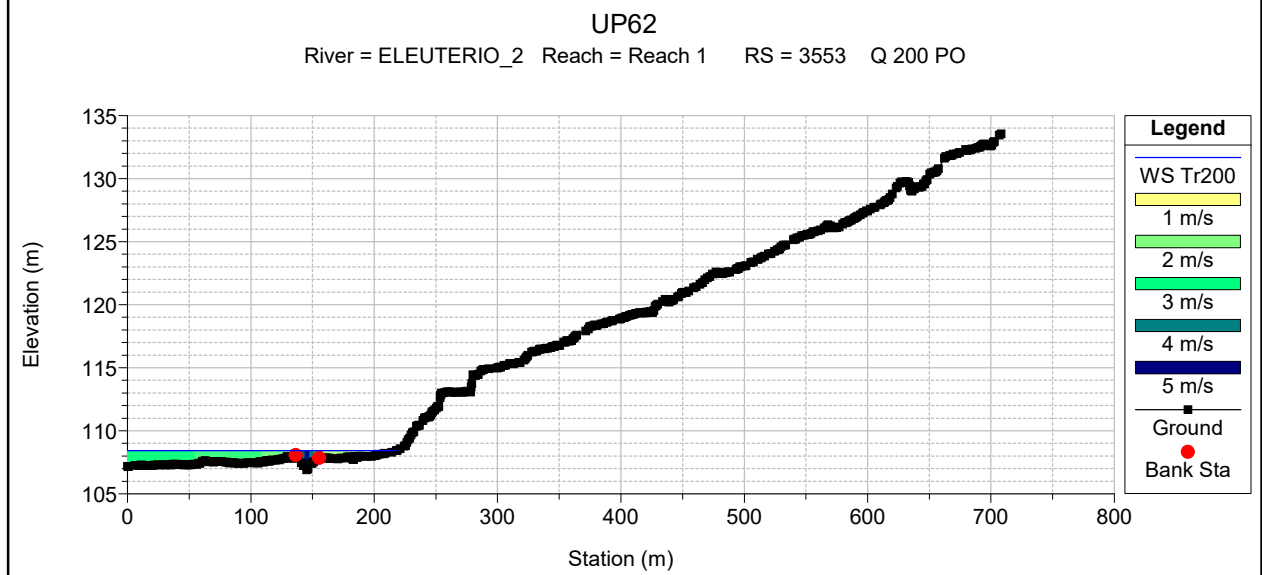
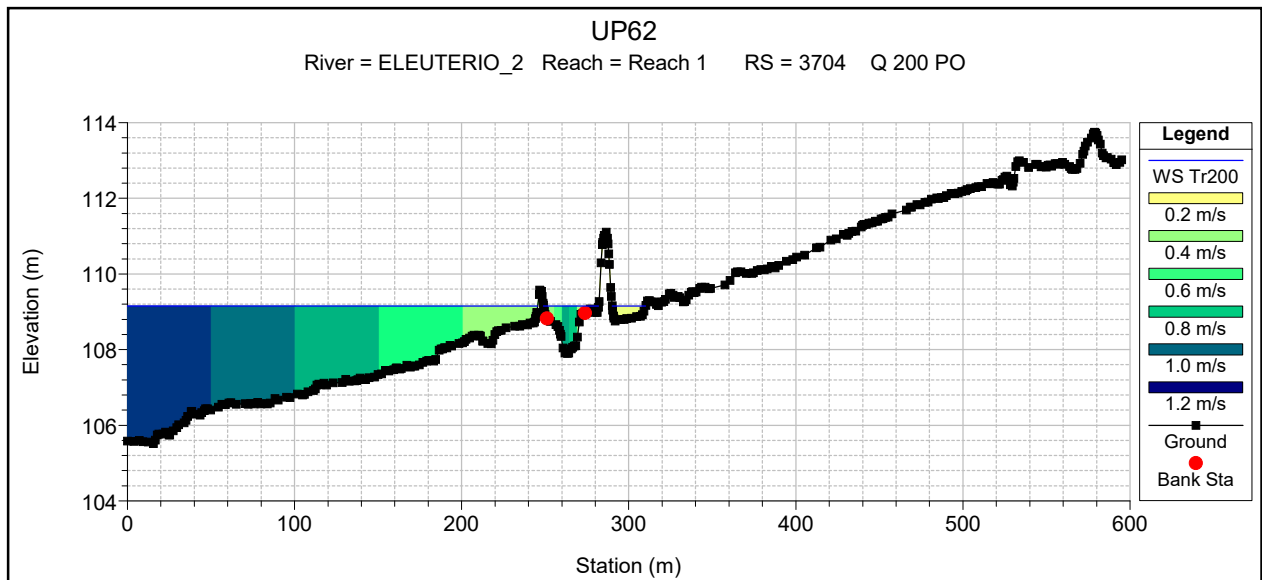
Legend	
WS Tr200	(Blue line)
Ground	(Black line with square markers)
LOB	(Blue dashed line)
ROB	(Cyan dashed line)
Left Levee	(Magenta line with square markers)
Right Levee	(Magenta line with square markers)

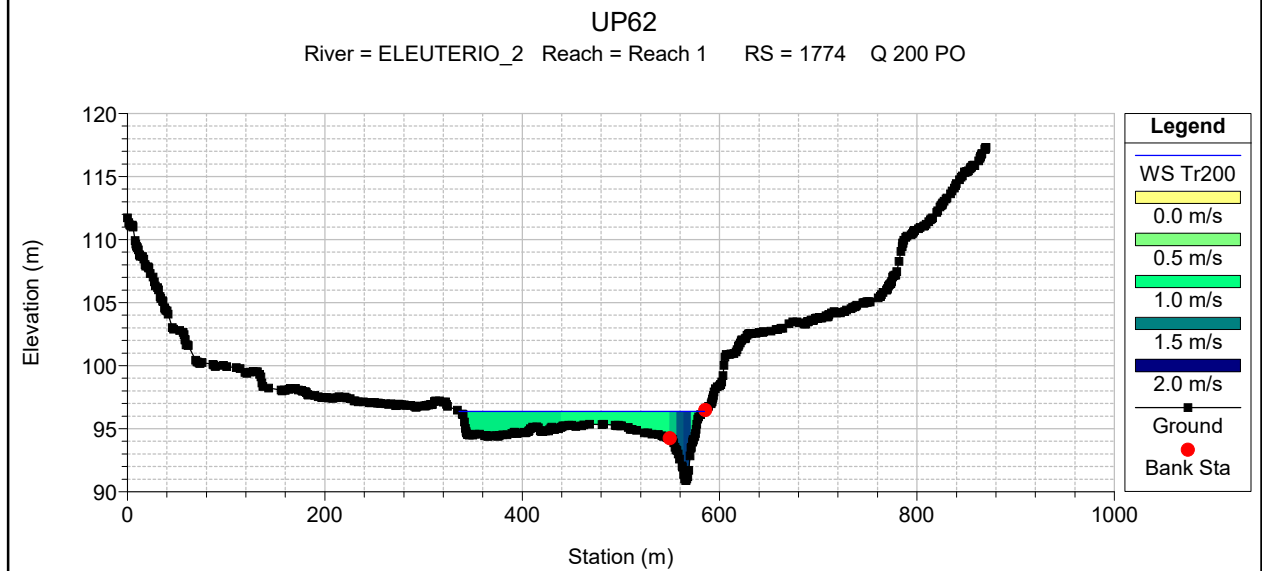
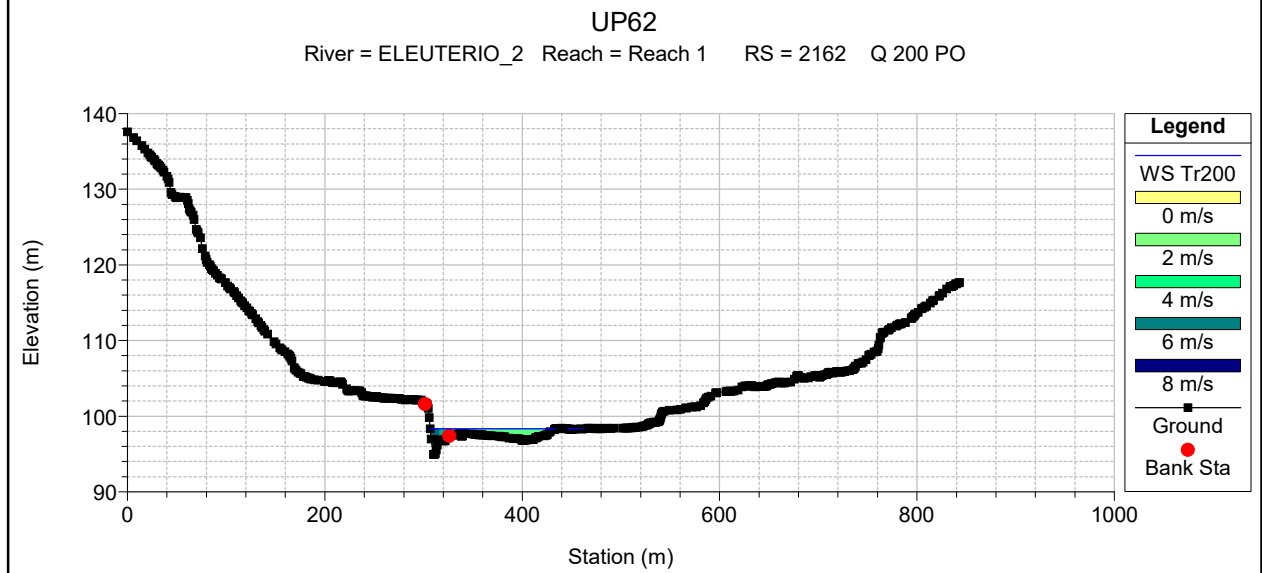
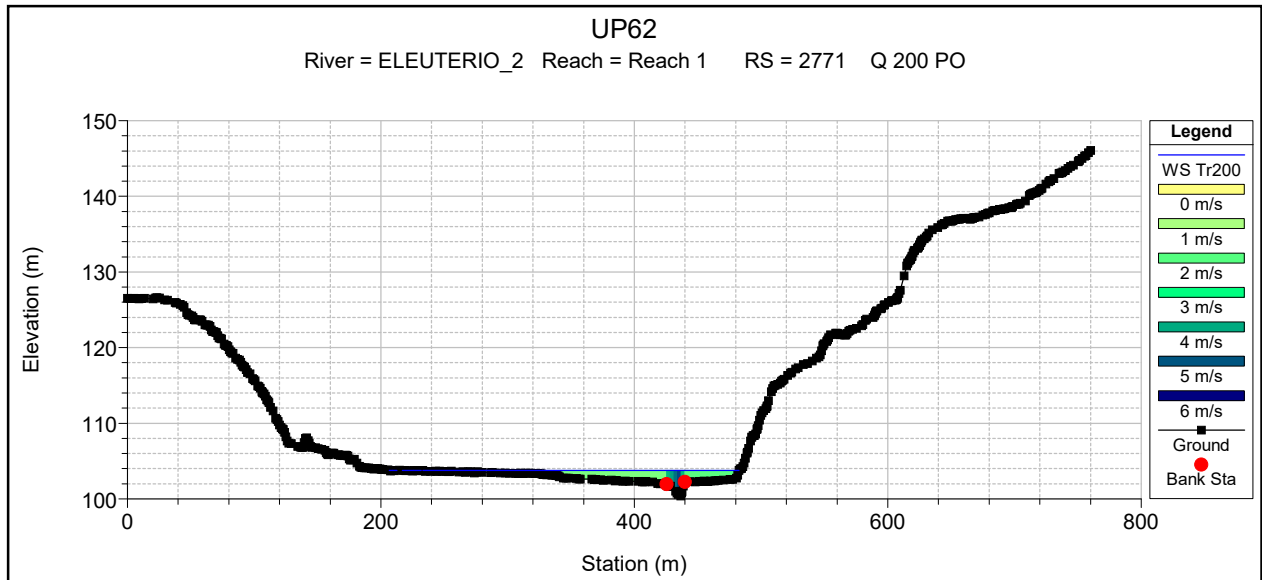


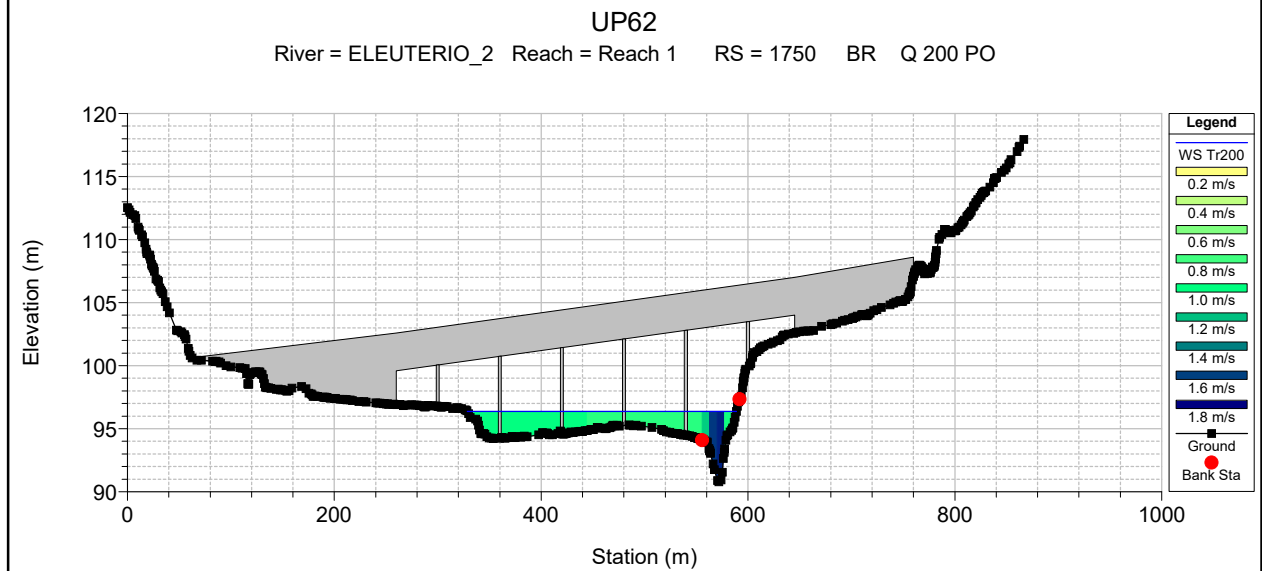
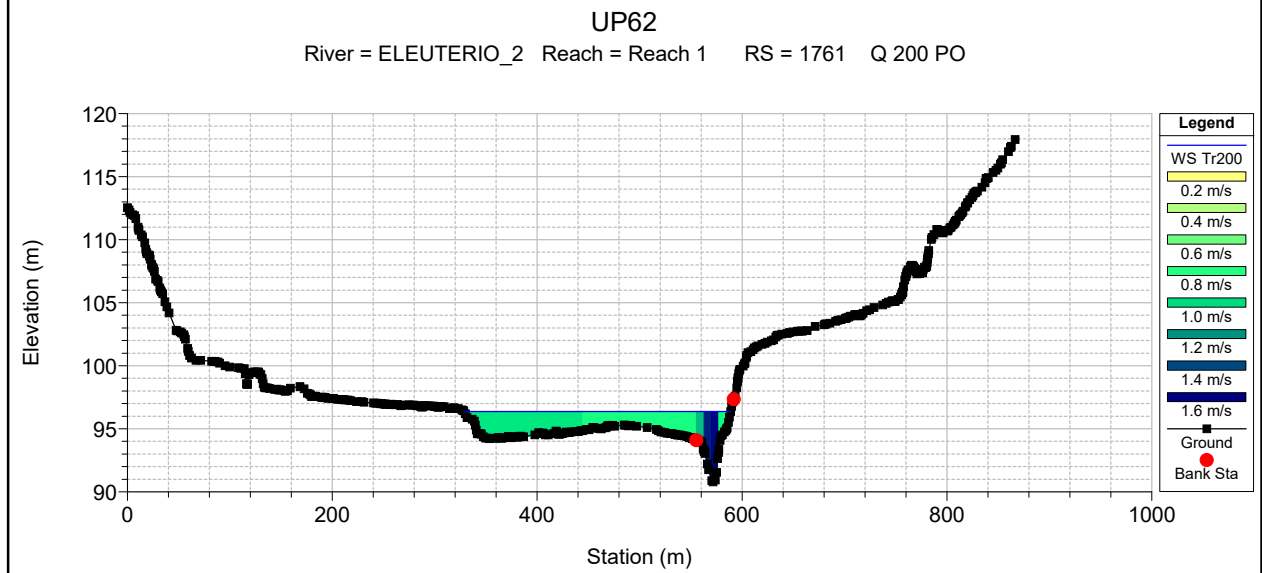
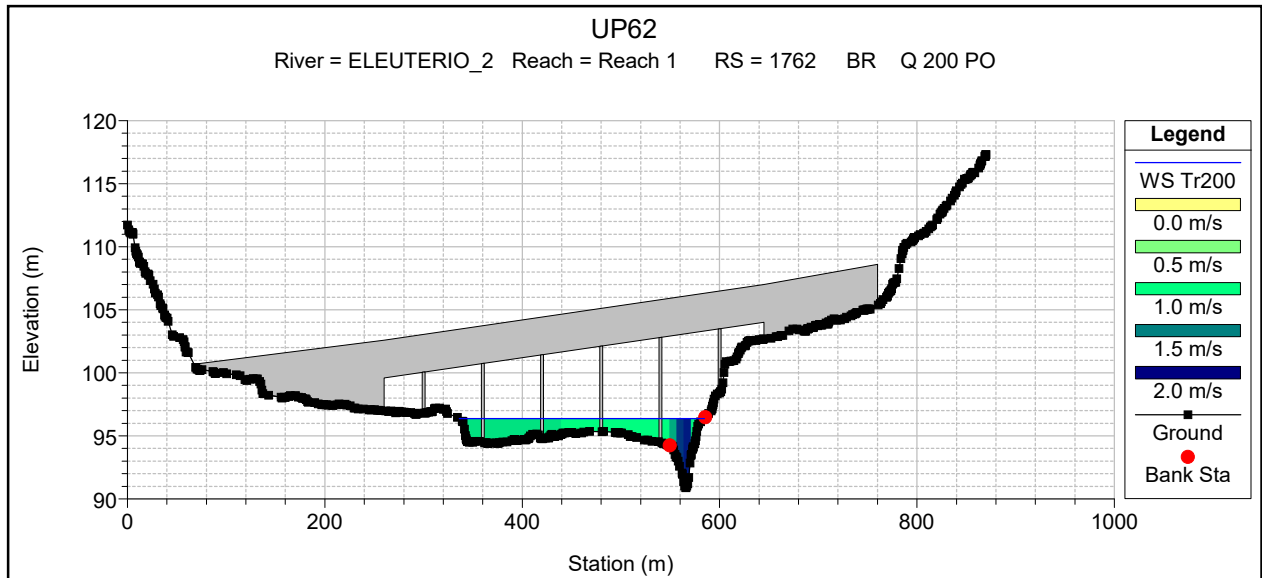


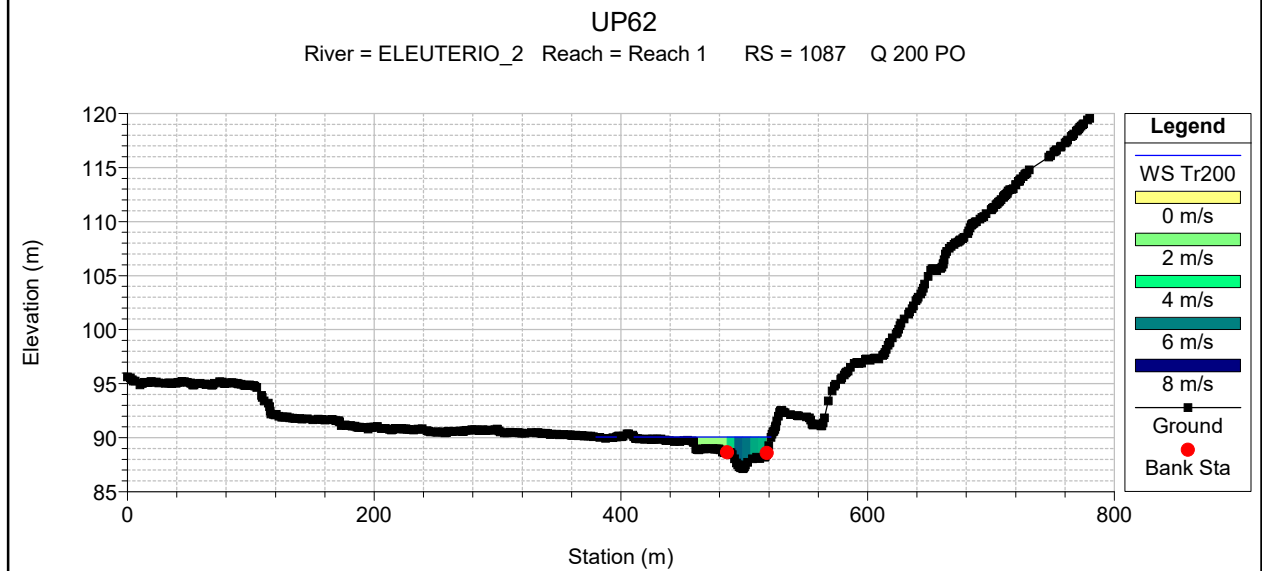
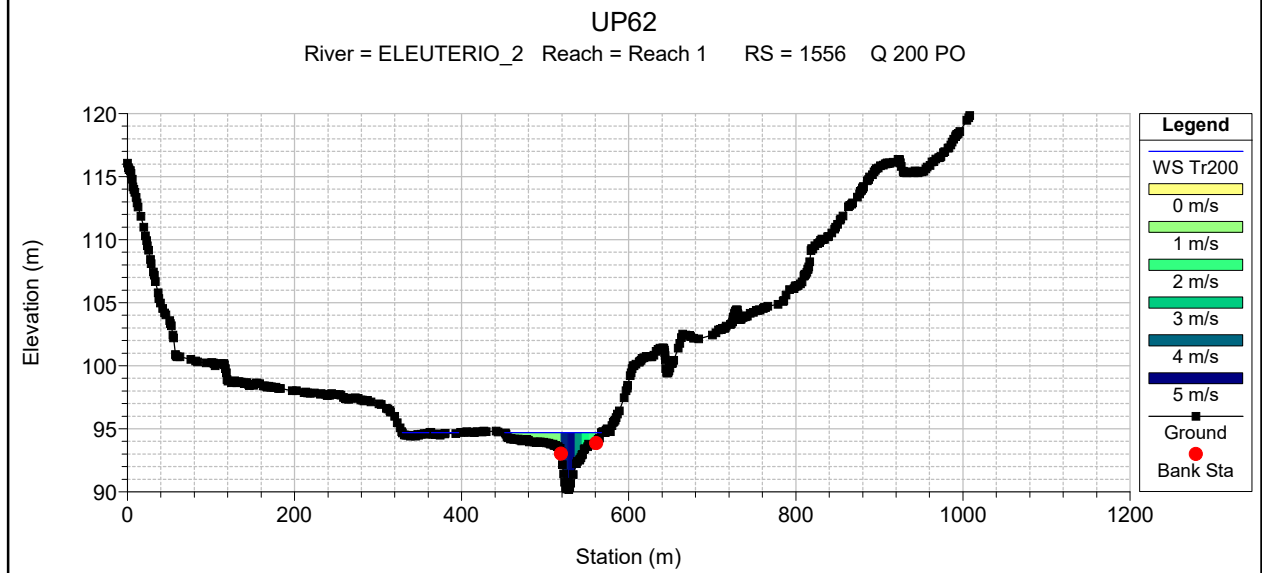
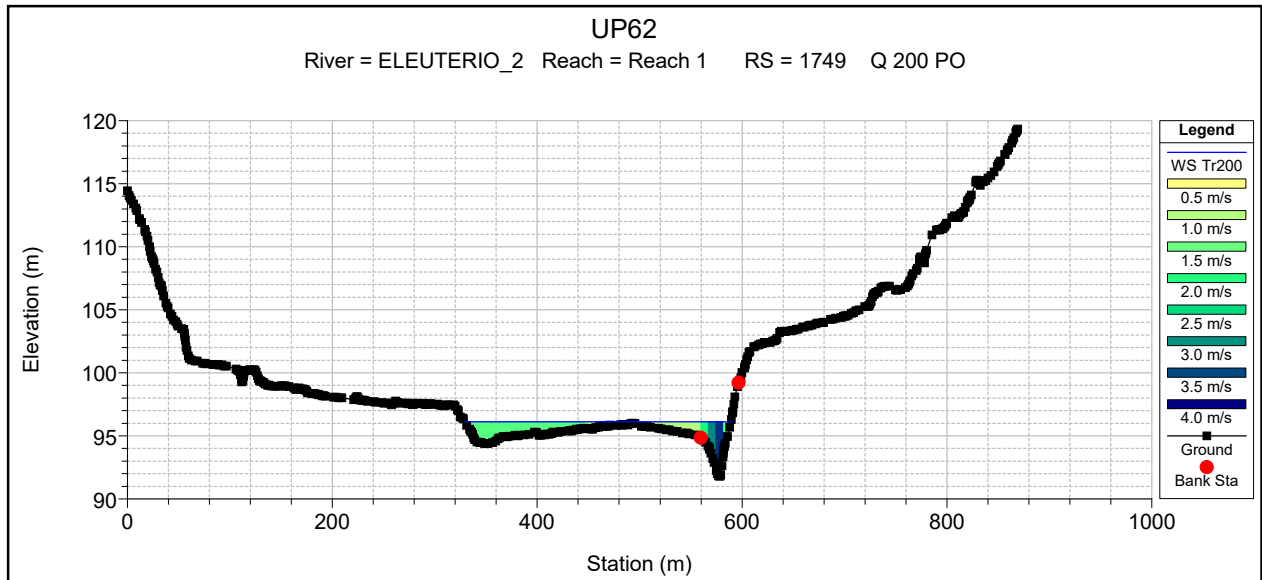


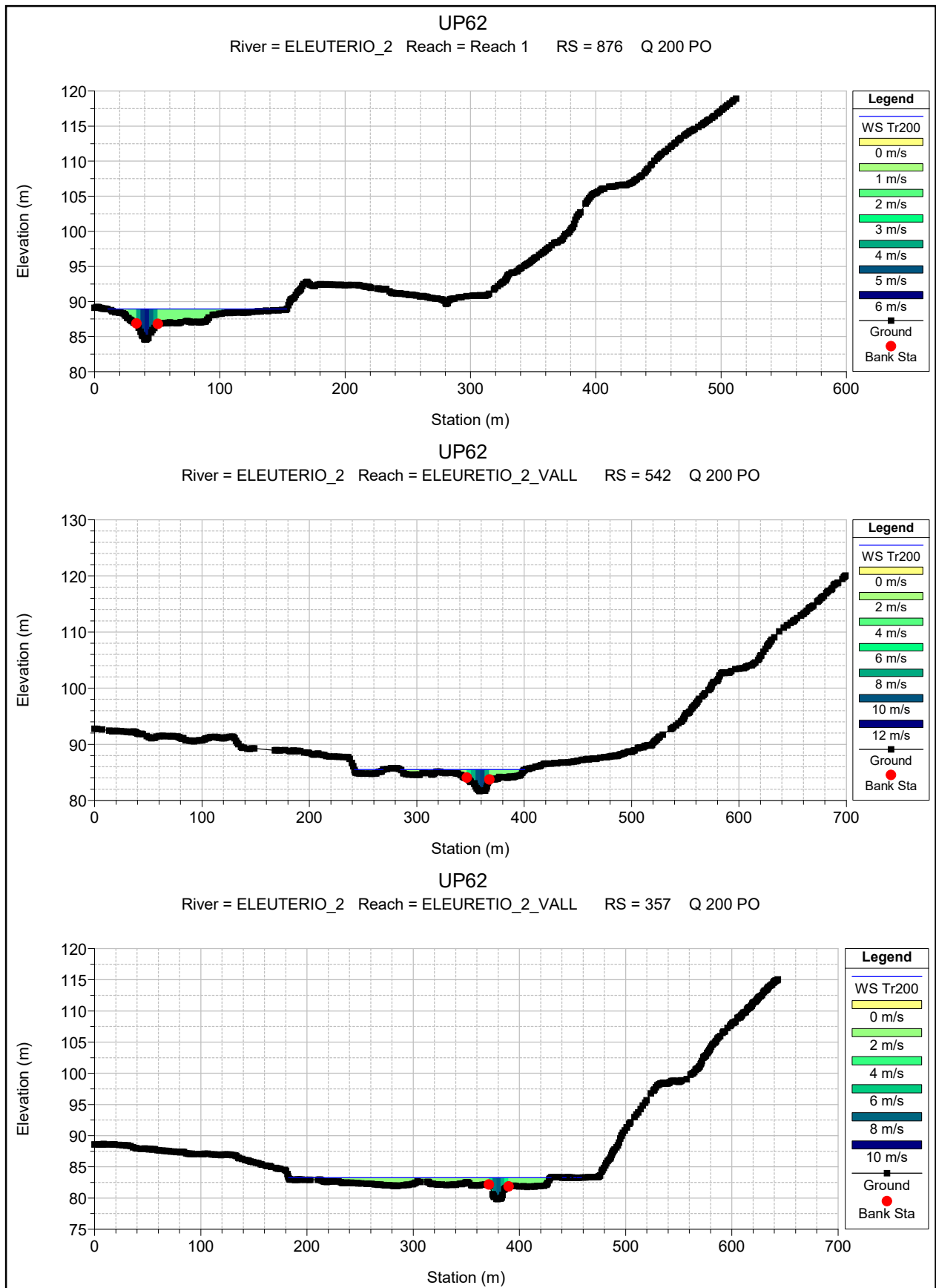








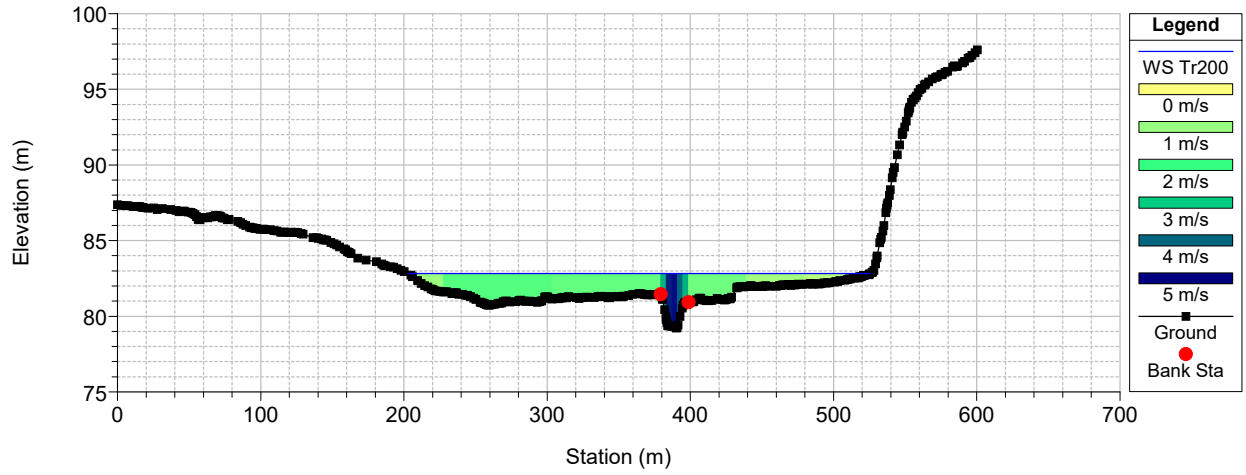






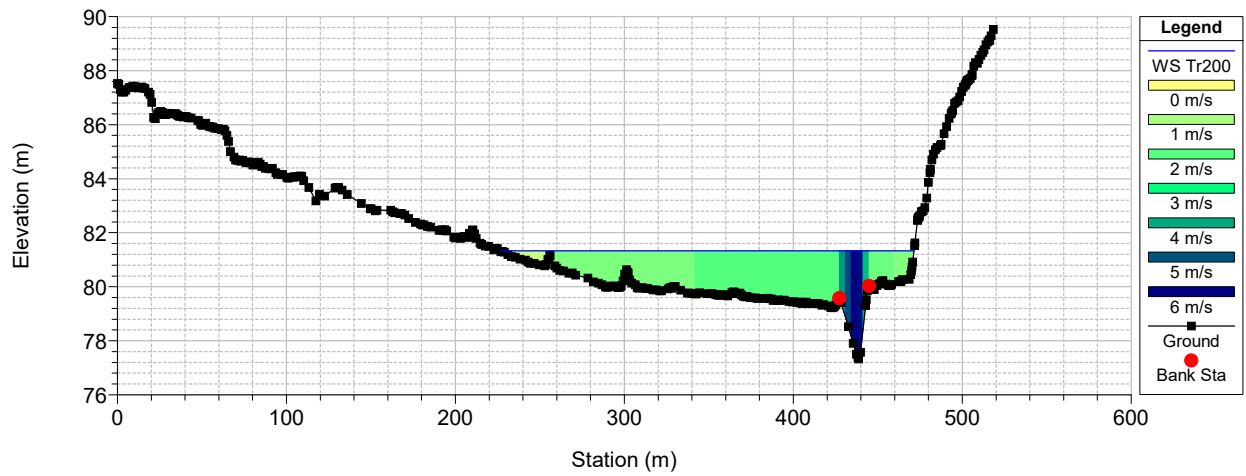
UP62

River = ELEUTERIO\_2 Reach = ELEURETIO\_2\_VALL RS = 249 Q 200 PO



UP62

River = ELEUTERIO\_2 Reach = ELEURETIO\_2\_VALL RS = 19 Q 200 PO



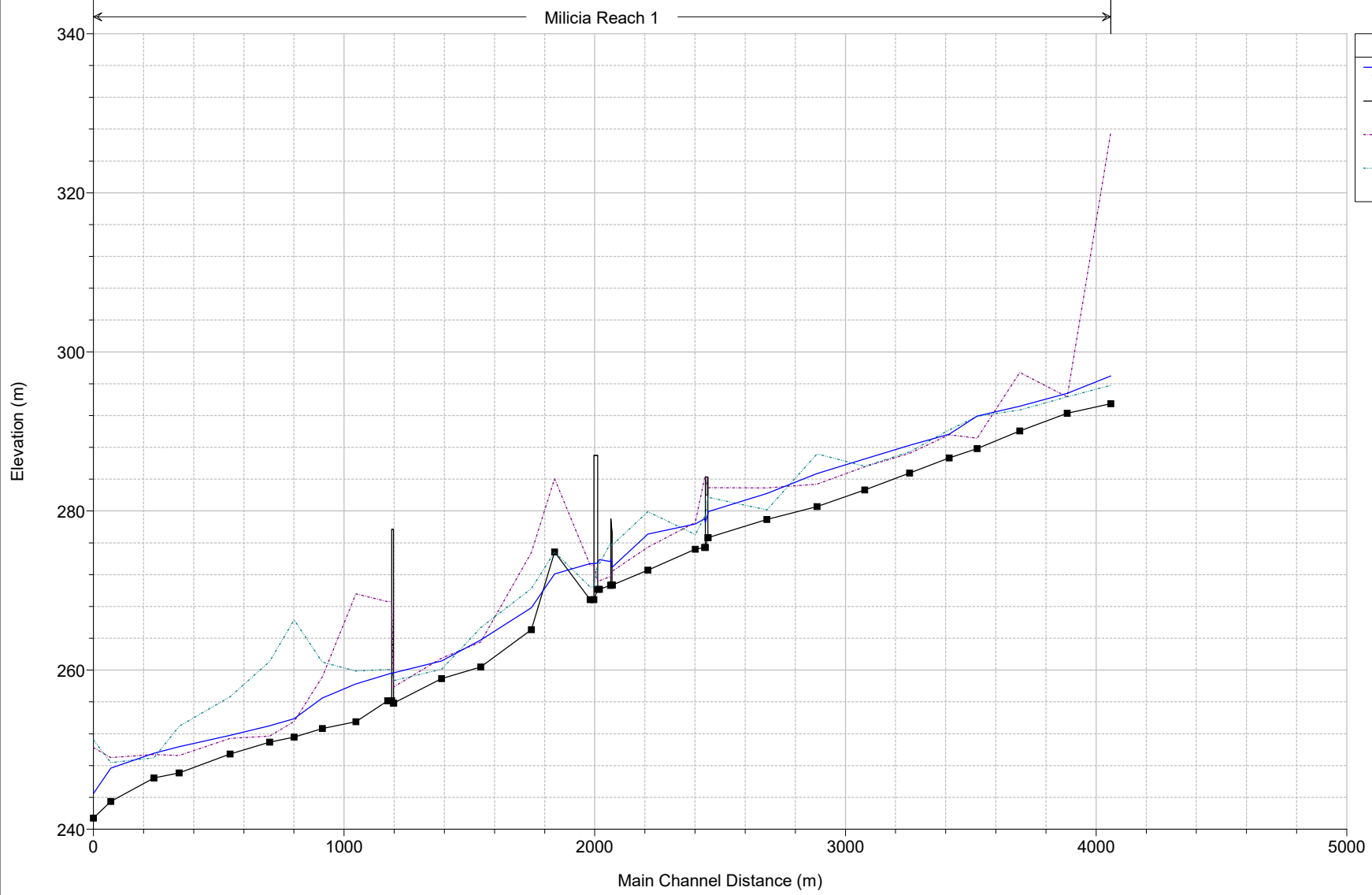
HEC-RAS Plan: Planimetria Post River: Milicia Reach: Reach 1 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	4093	PF 1	272.00	293.50	296.96	297.13	297.82	0.010001	4.31	69.85	67.40	1.03
Reach 1	3919	PF 1	272.00	292.28	294.78	294.98	295.77	0.013922	4.43	62.62	49.98	1.20
Reach 1	3730	PF 1	272.00	290.05	293.16	292.70	293.46	0.003541	2.43	112.34	72.46	0.61
Reach 1	3560	PF 1	272.00	287.83	291.94	291.94	292.44	0.011743	3.51	91.23	93.23	1.05
Reach 1	3448	PF 1	272.00	286.66	289.64	290.02	290.89	0.015005	5.07	56.58	40.76	1.27
Reach 1	3290	PF 1	272.00	284.78	288.27	288.17	288.90	0.007471	3.80	78.95	52.91	0.89
Reach 1	3111	PF 1	272.00	282.63	286.55	286.55	287.48	0.008148	4.31	67.06	40.76	0.96
Reach 1	2920	PF 1	272.00	280.56	284.69	284.92	285.74	0.010091	4.81	69.79	49.08	1.04
Reach 1	2720	PF 1	272.00	278.92	282.21	281.90	282.79	0.005786	3.86	90.73	47.60	0.82
Reach 1	2487	PF 1	272.00	276.64	279.92	279.65	280.75	0.014223	4.04	67.41	29.09	0.85
Reach 1	2480		Bridge									
Reach 1	2472	PF 1	272.00	275.41	279.04	279.04	280.13	0.020971	4.61	58.97	27.39	1.00
Reach 1	2435	PF 1	272.00	275.20	278.36	278.75	279.55	0.011615	4.97	64.69	55.51	1.14
Reach 1	2245	PF 1	272.00	272.55	277.09	277.09	277.85	0.006807	4.27	87.42	62.00	0.87
Reach 1	2104	PF 1	272.00	270.70	272.95	273.83	275.46	0.068786	7.03	39.16	26.88	1.78
Reach 1	2100		Bridge									
Reach 1	2097	PF 1	272.00	270.67	273.64	273.91	274.86	0.026822	5.20	58.47	37.25	1.15
Reach 1	2053	PF 1	272.00	270.14	273.90	273.48	274.30	0.008198	2.98	102.80	71.15	0.65
Reach 1	2030		Bridge									
Reach 1	2015	PF 1	272.00	268.85	273.38		273.47	0.001228	1.41	212.43	87.80	0.26
Reach 1	1874	PF 1	272.00	274.84	272.10	272.10	273.01	0.009397		64.51	35.92	0.00
Reach 1	1781	PF 1	272.00	265.09	267.84	268.67	271.09	0.049339	8.31	40.58	52.04	2.19
Reach 1	1579	PF 1	272.00	260.40	263.79	264.21	265.57	0.015208	5.90	46.22	22.27	1.28
Reach 1	1423	PF 1	272.00	258.94	261.14	261.55	262.35	0.026241	4.94	57.91	81.12	1.55
Reach 1	1232	PF 1	272.00	255.84	259.66	259.31	259.90	0.009497	2.20	128.17	112.83	0.63
Reach 1	1215		Bridge									
Reach 1	1208	PF 1	272.00	256.15	259.46		259.68	0.009011	2.07	131.40	113.57	0.61
Reach 1	1081	PF 1	272.00	253.50	258.25	257.95	258.68	0.006542	2.92	93.04	68.75	0.80
Reach 1	947	PF 1	272.00	252.66	256.48	256.48	257.60	0.008939	4.69	58.04	26.32	1.01
Reach 1	834	PF 1	272.00	251.58	253.90	254.46	255.70	0.038122	5.96	46.64	50.59	1.87
Reach 1	737	PF 1	272.00	250.95	253.01	253.01	253.50	0.012378	3.30	91.67	97.43	1.06
Reach 1	579	PF 1	272.00	249.44	251.80	251.30	251.95	0.002300	1.69	161.41	130.20	0.48
Reach 1	376	PF 1	272.00	247.06	250.38	250.38	251.09	0.008223	3.82	77.85	56.48	0.94
Reach 1	276	PF 1	272.00	246.43	249.53	249.27	249.90	0.005141	2.71	102.45	77.06	0.73
Reach 1	103	PF 1	272.00	243.50	247.68	247.68	248.70	0.008847	4.46	61.01	29.50	0.99

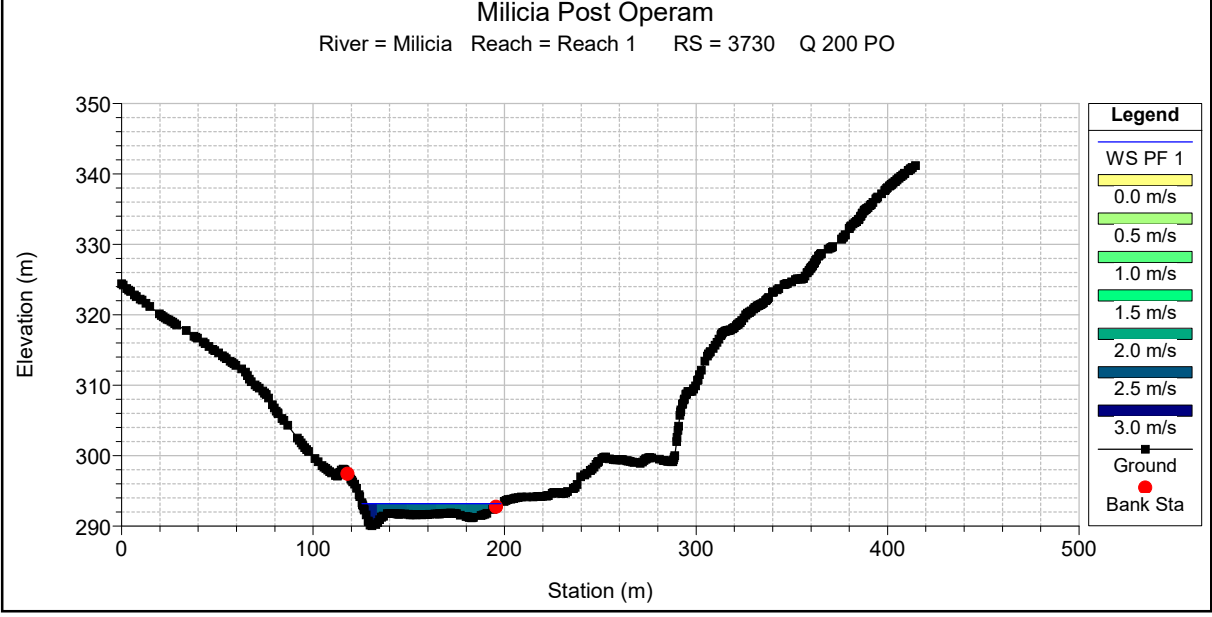
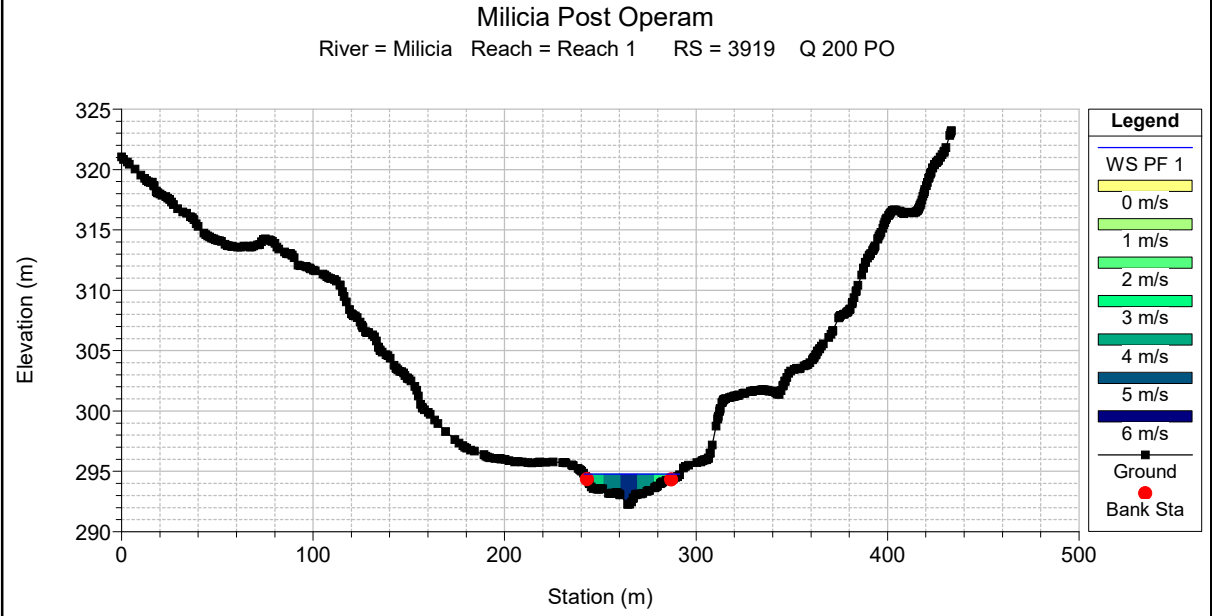
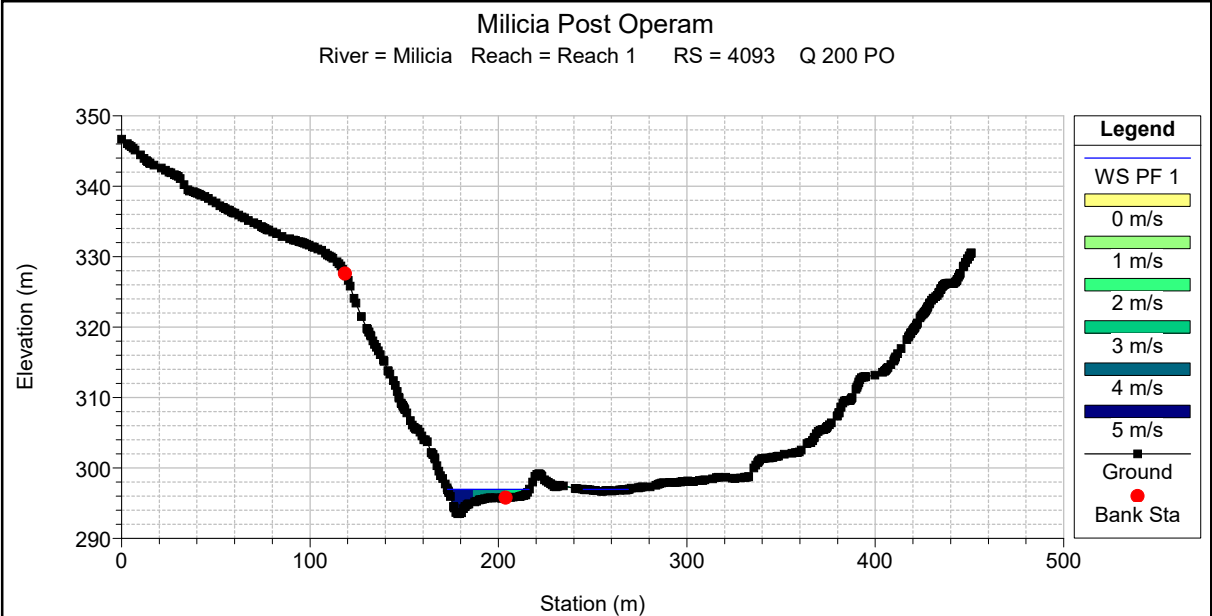
HEC-RAS Plan: Planimetria Post River: Milicia Reach: Reach 1 Profile: PF 1 (Continued)

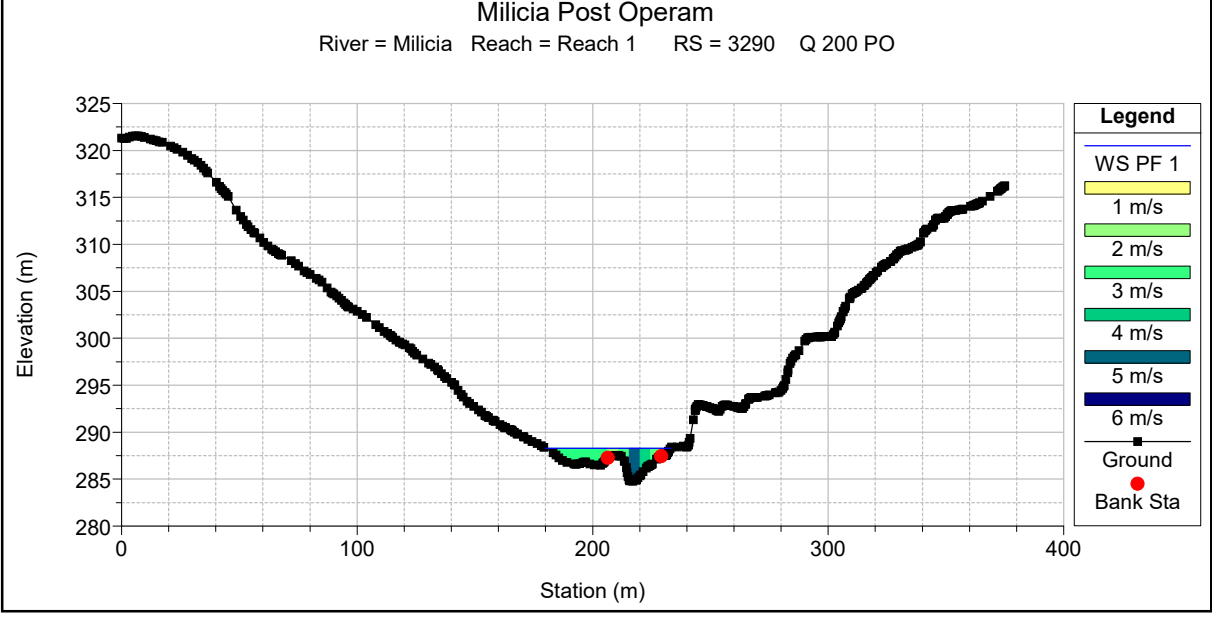
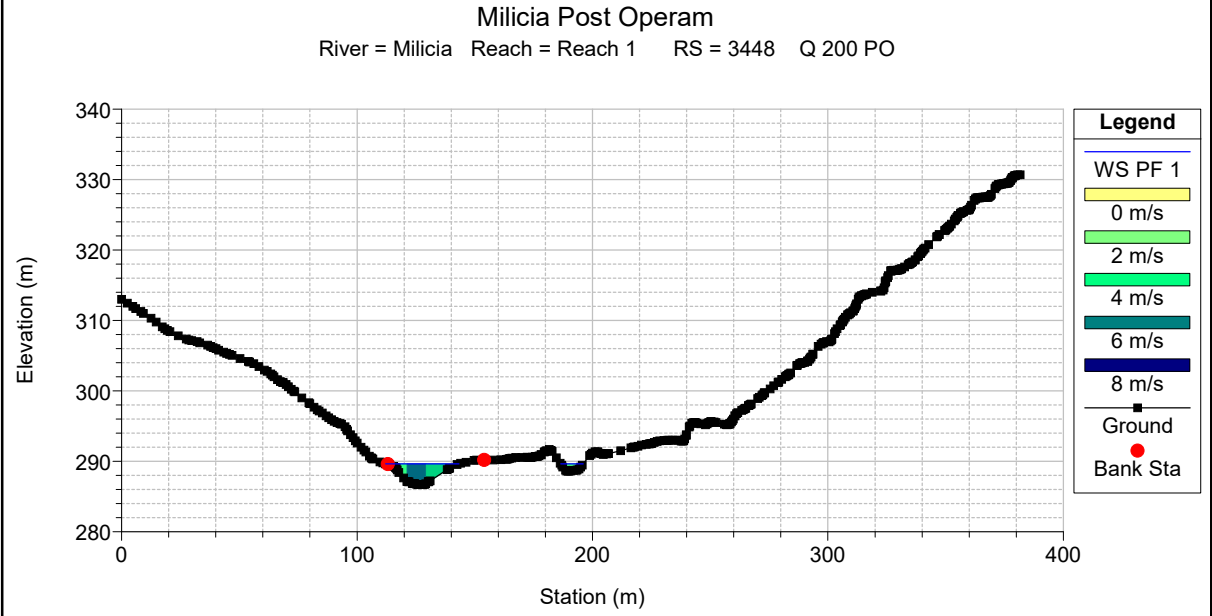
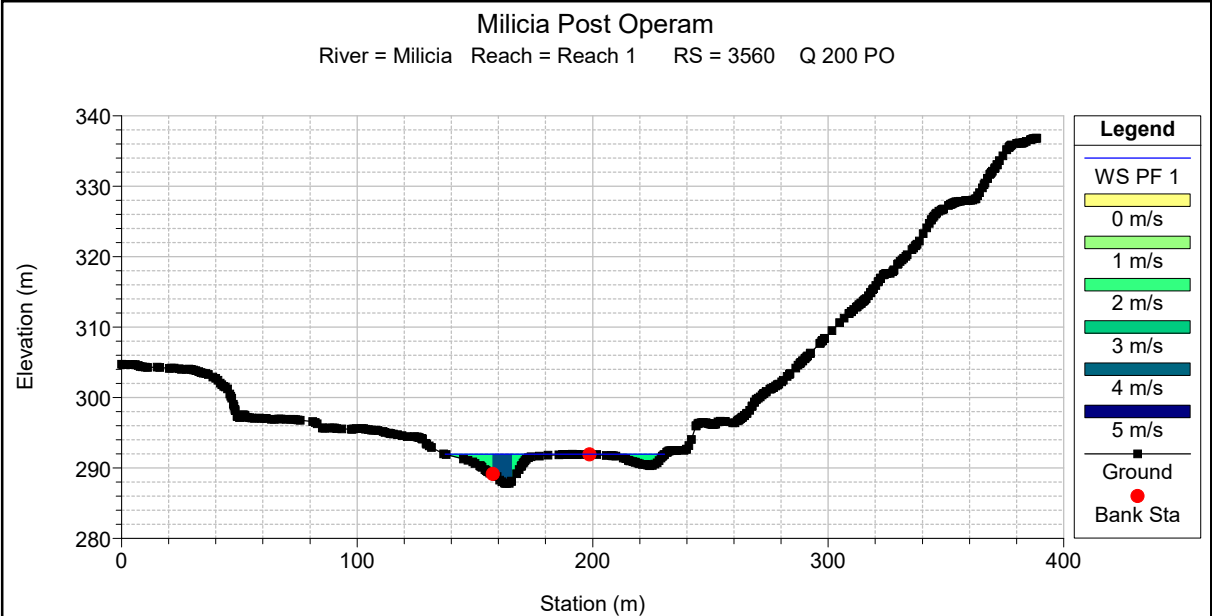
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	34	PF 1	272.00	241.41	244.46	245.42	247.41	0.035911	7.61	35.76	22.40	1.92

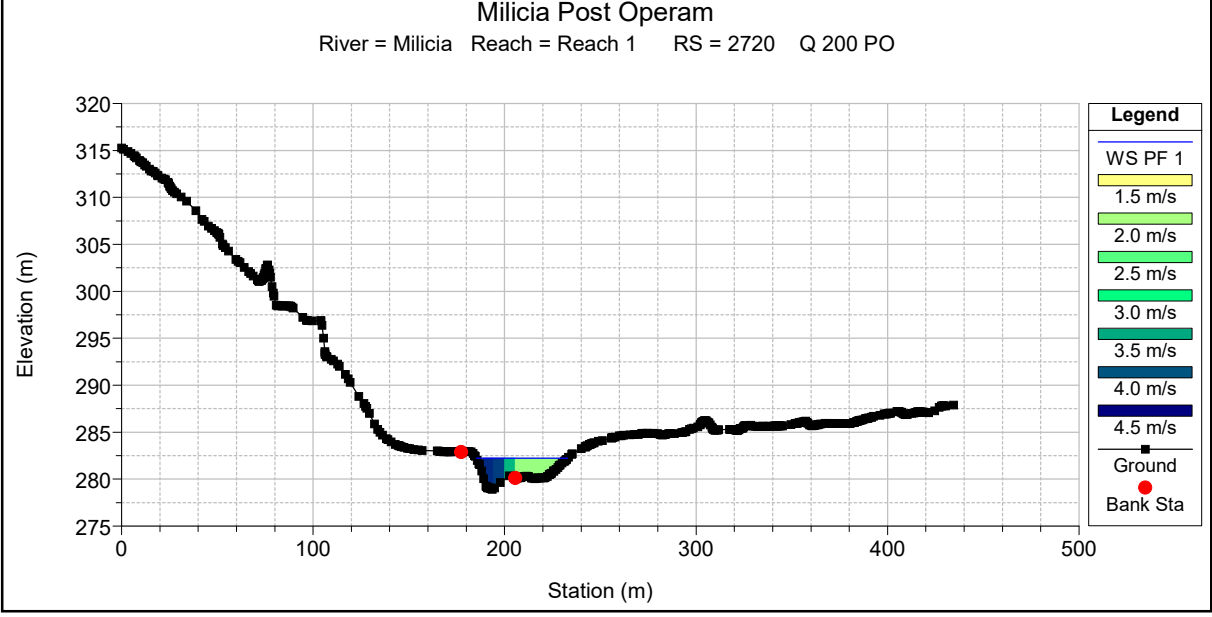
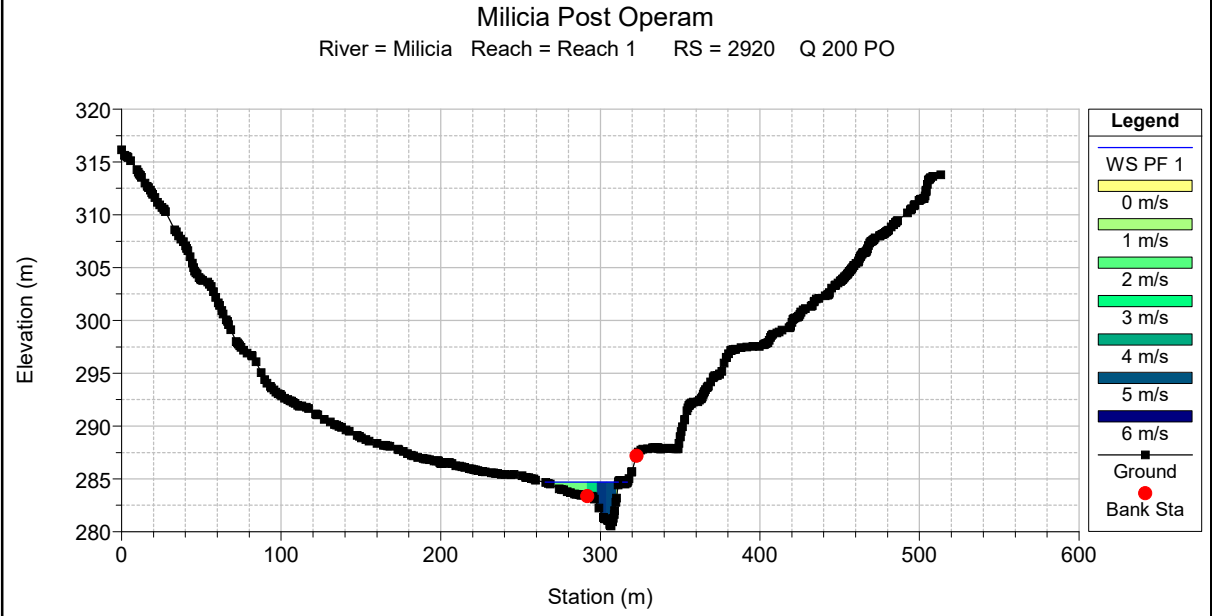
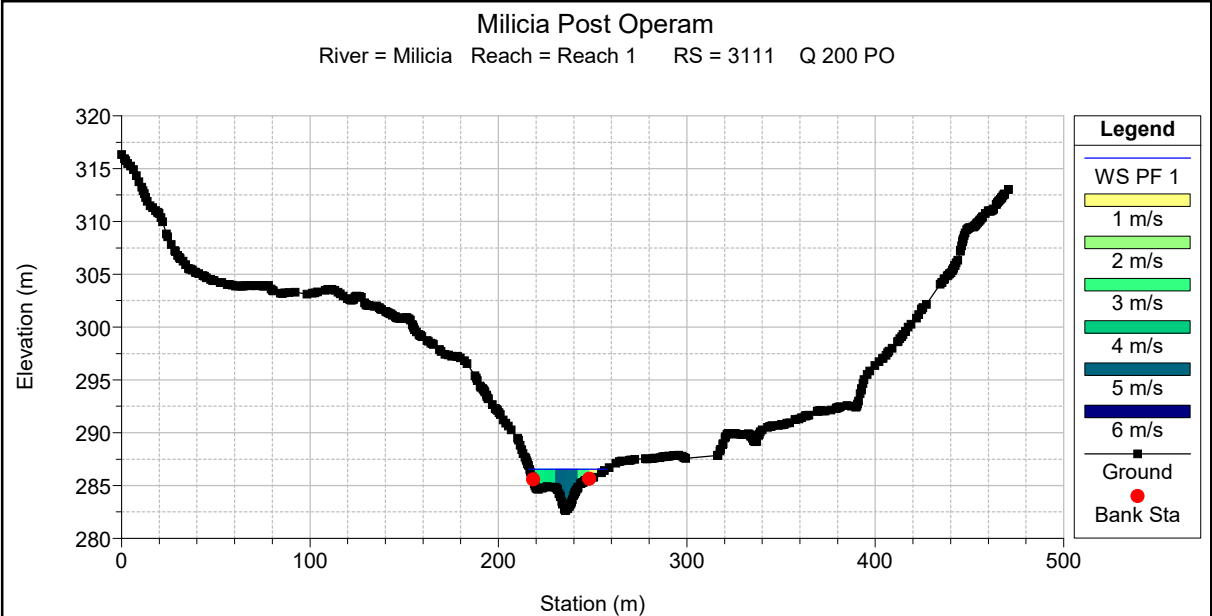
Milicia Post Operam  
Q 200 PO

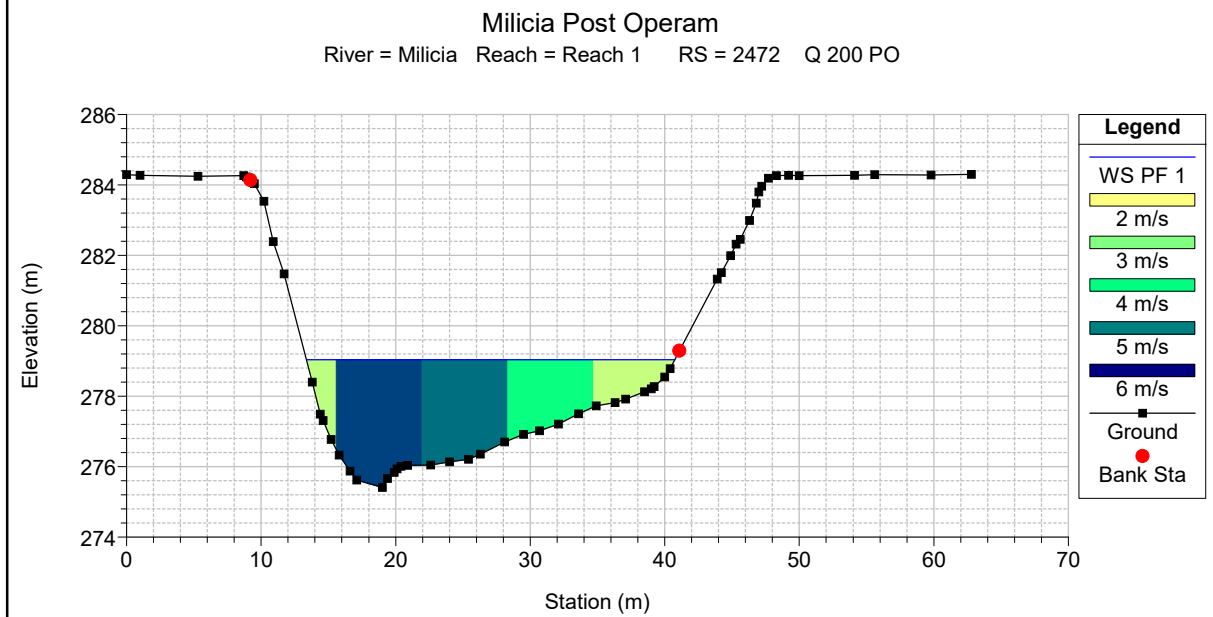
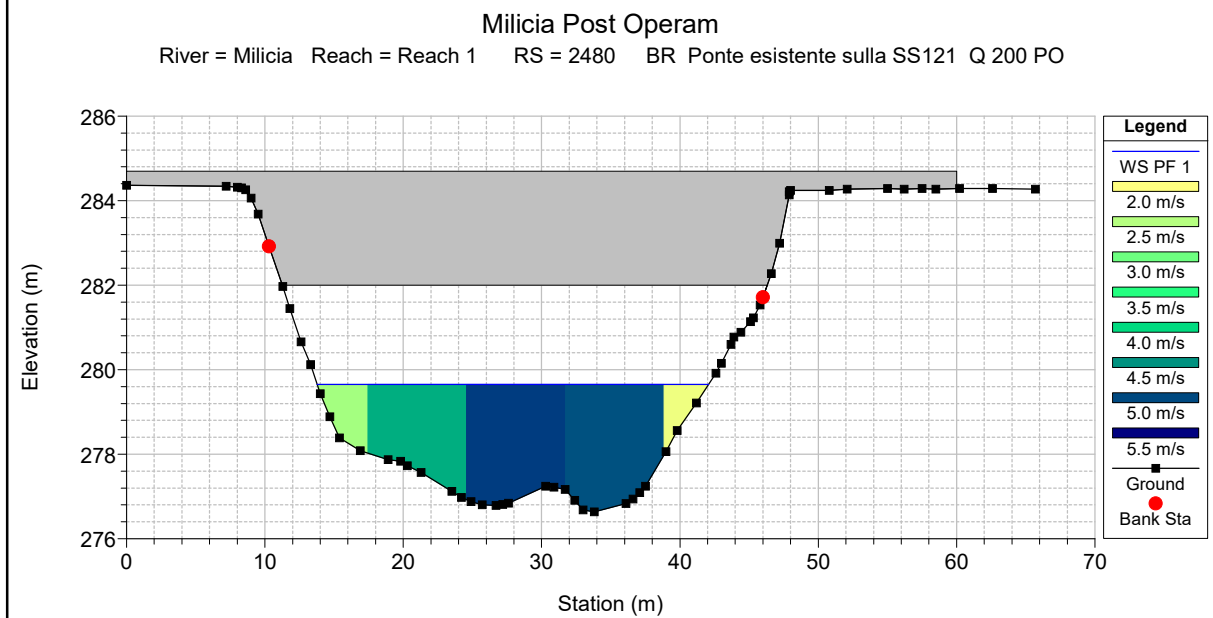
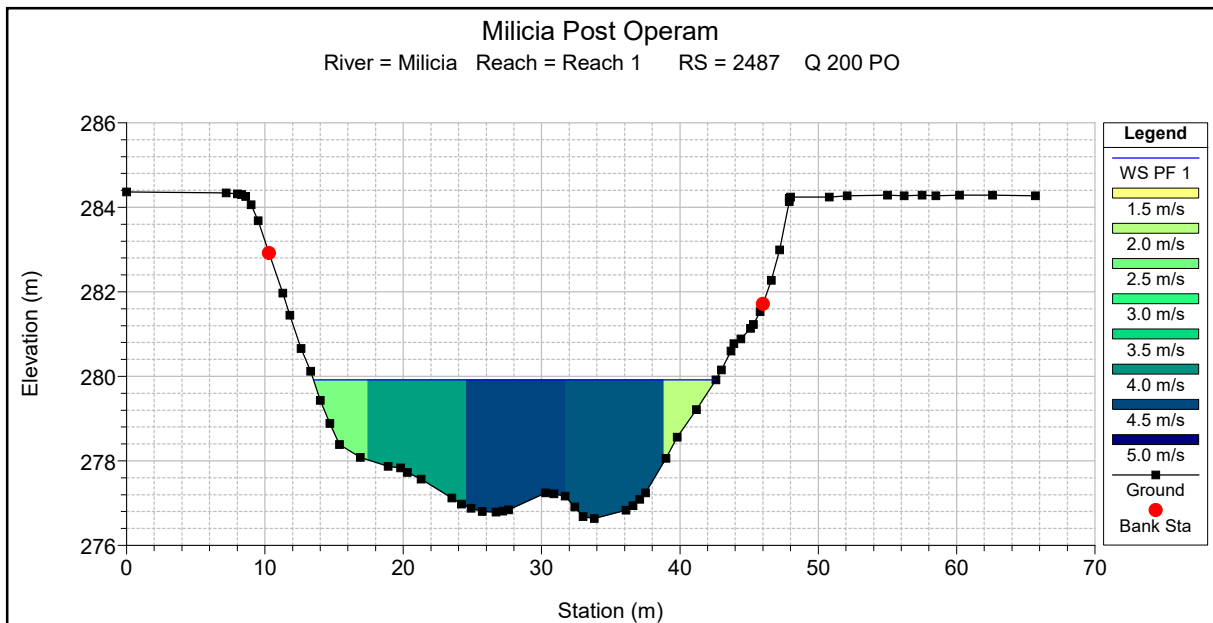


Legend	
WS PF 1	—
Ground	■
LOB	- - -
ROB	· · ·

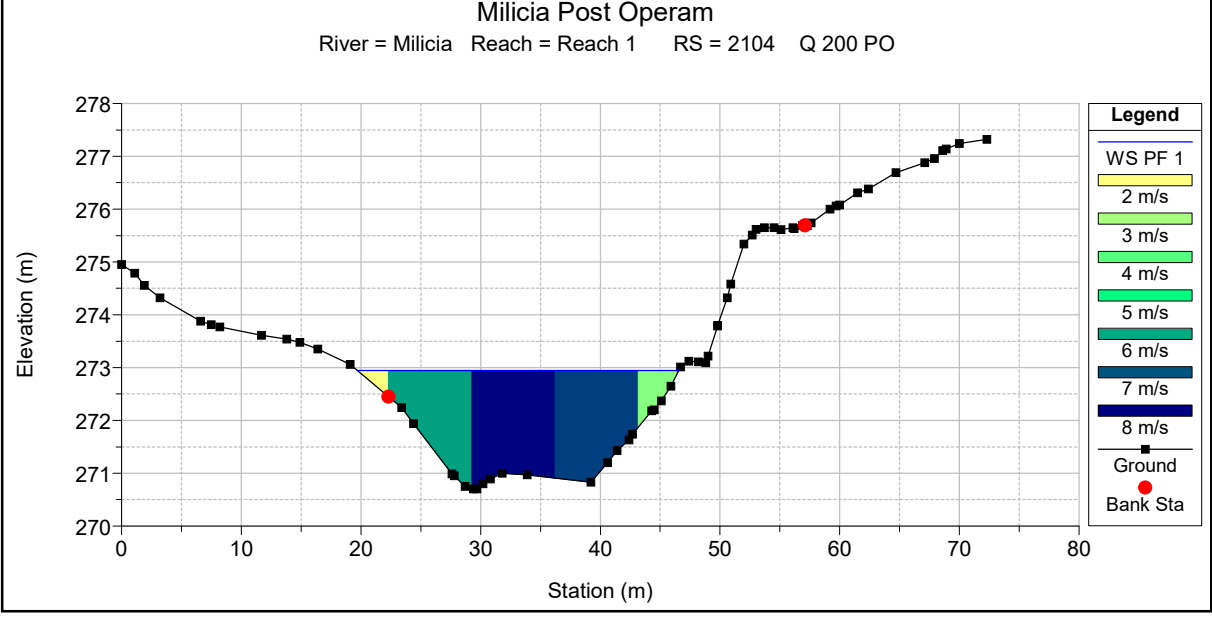
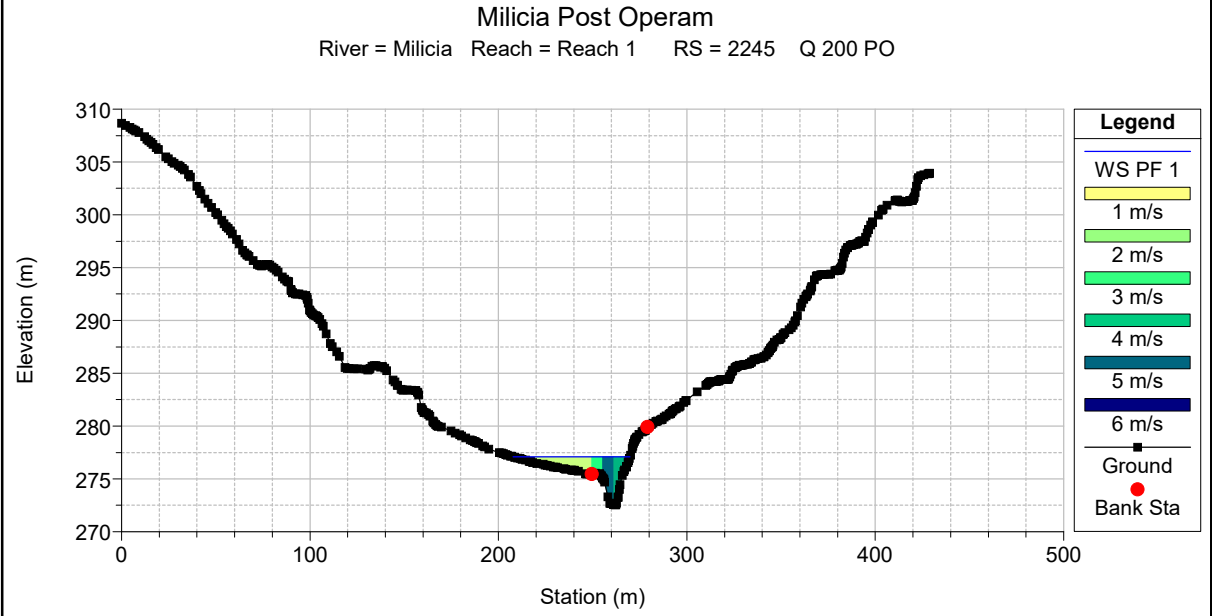
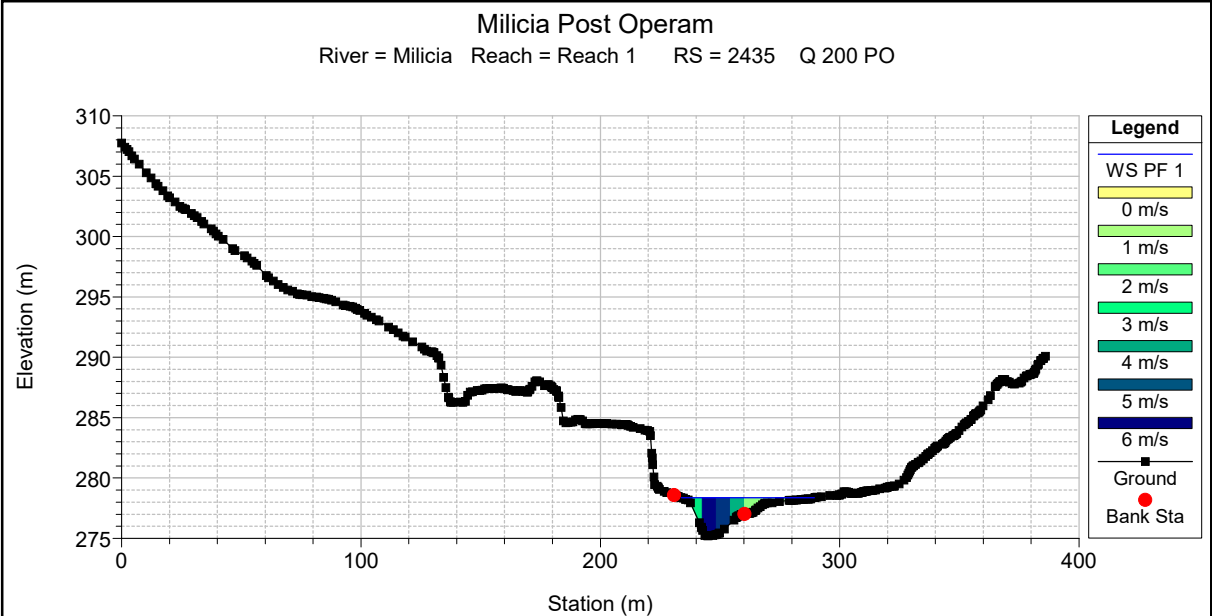


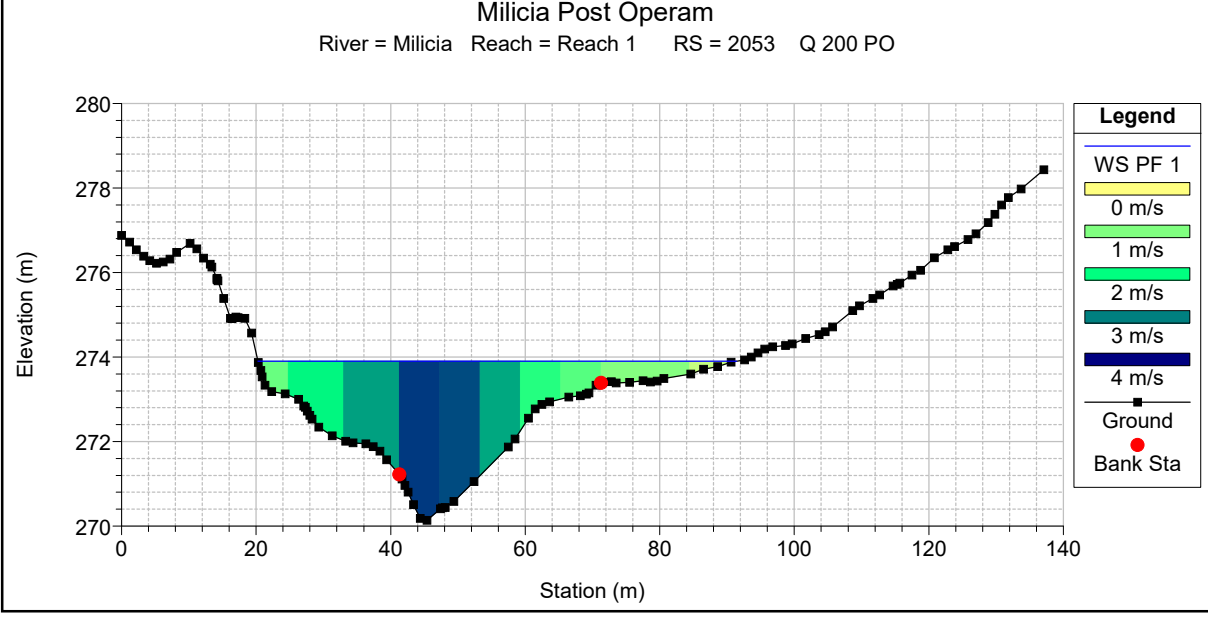
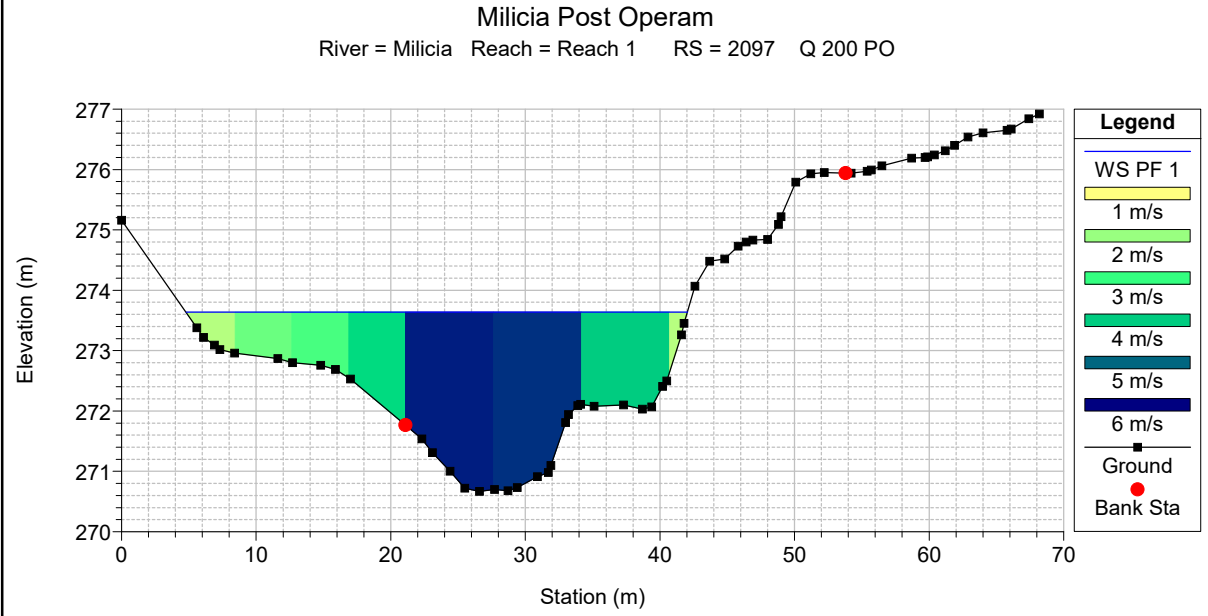
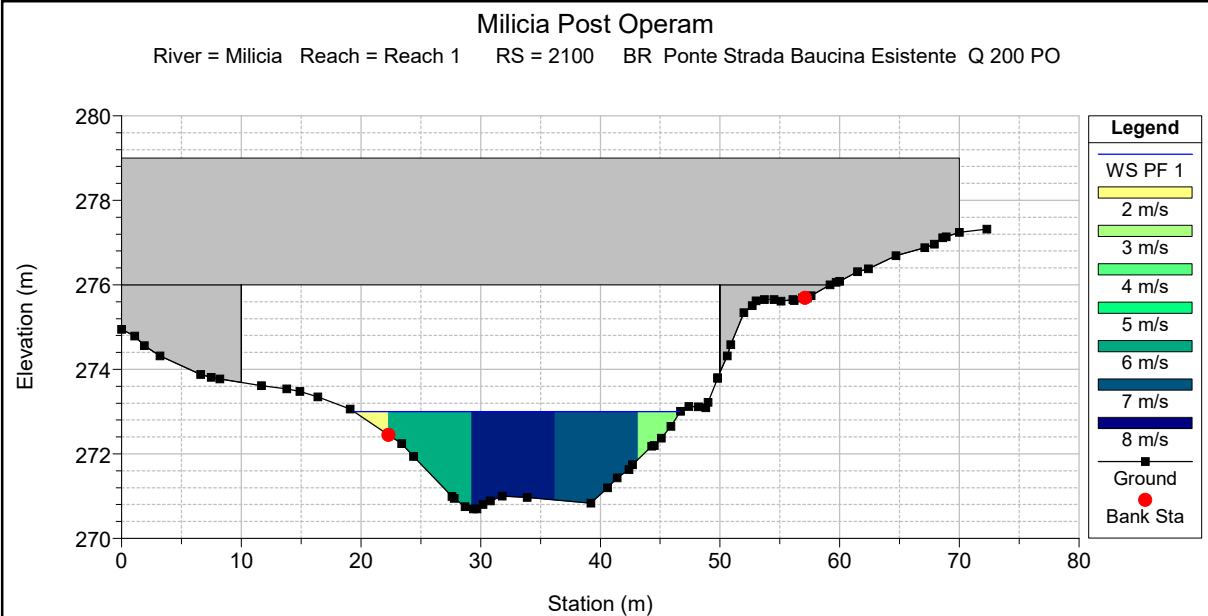


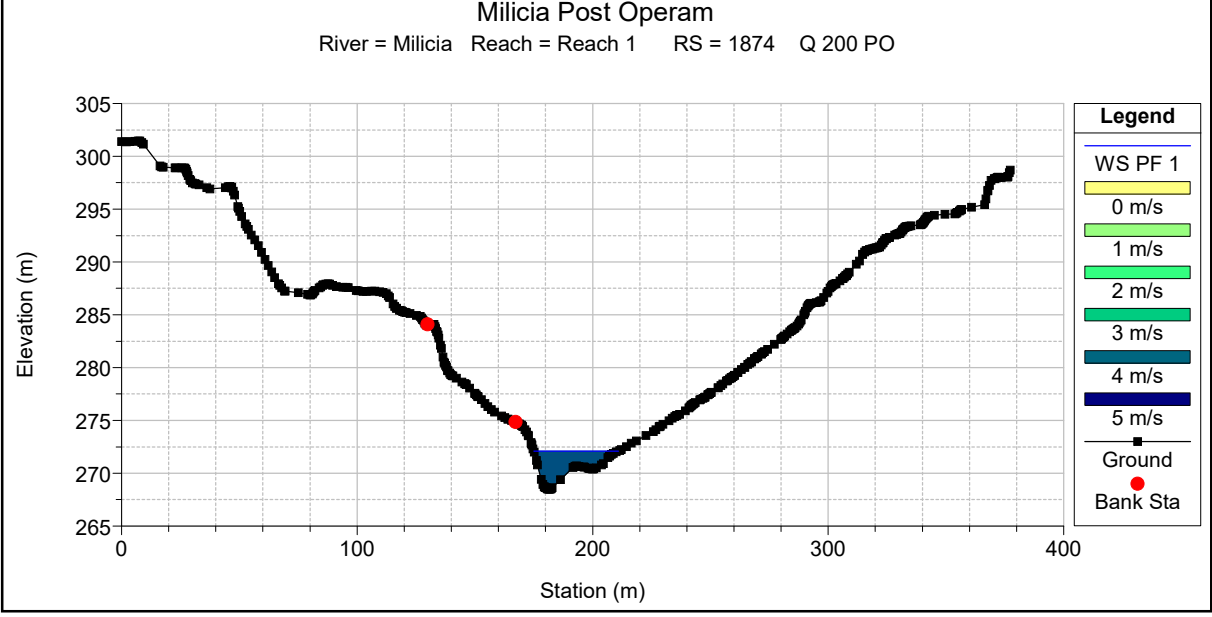
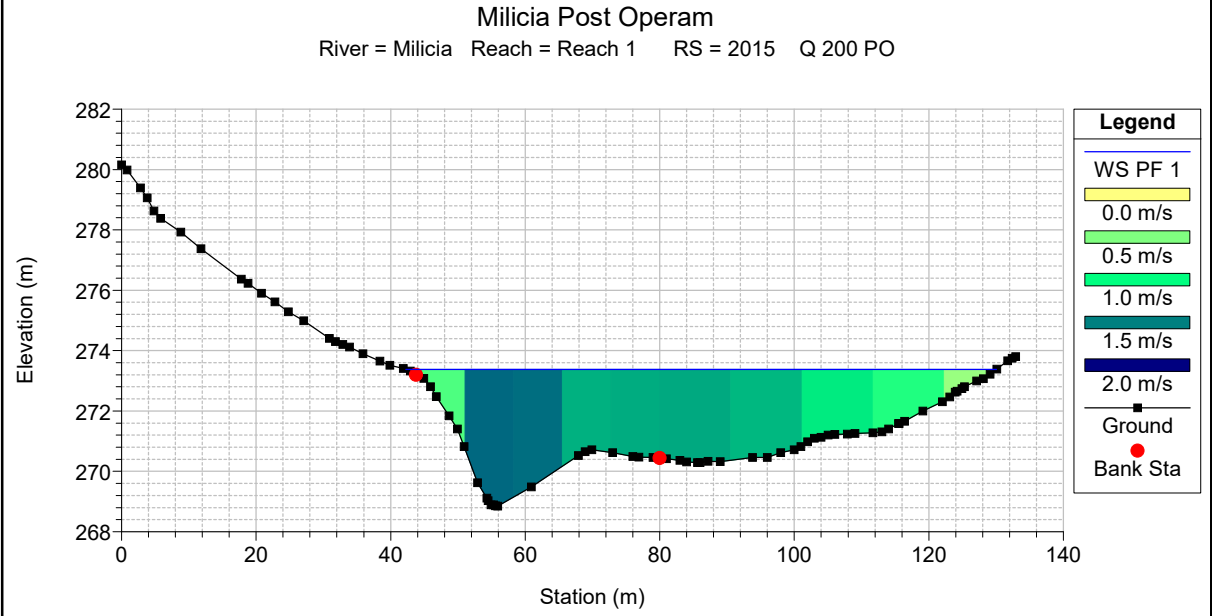
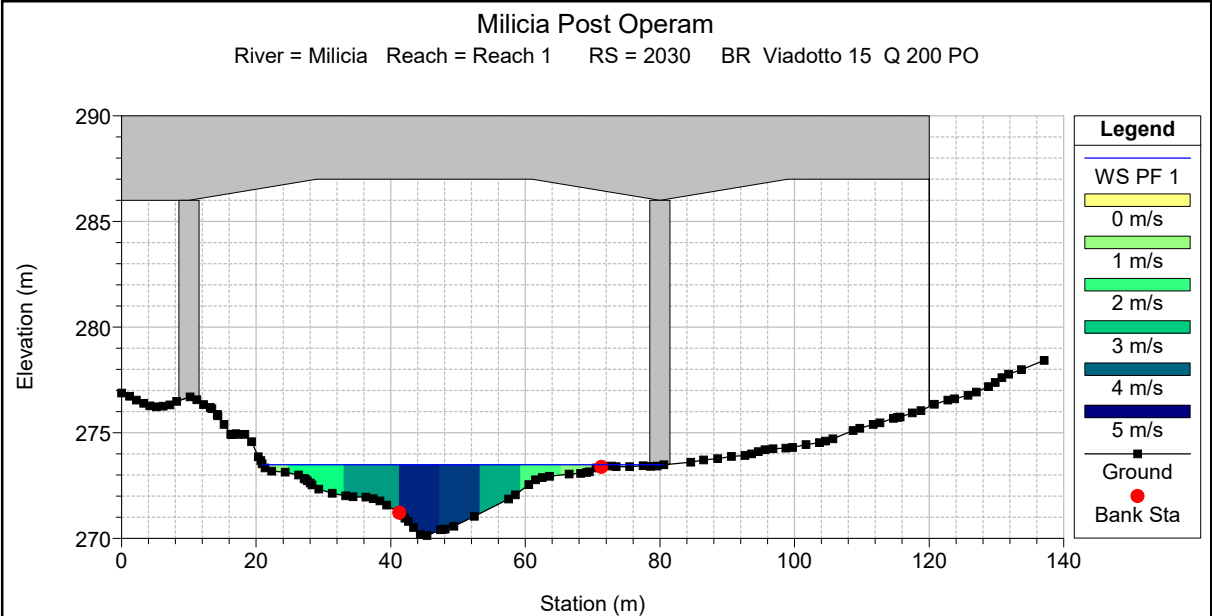


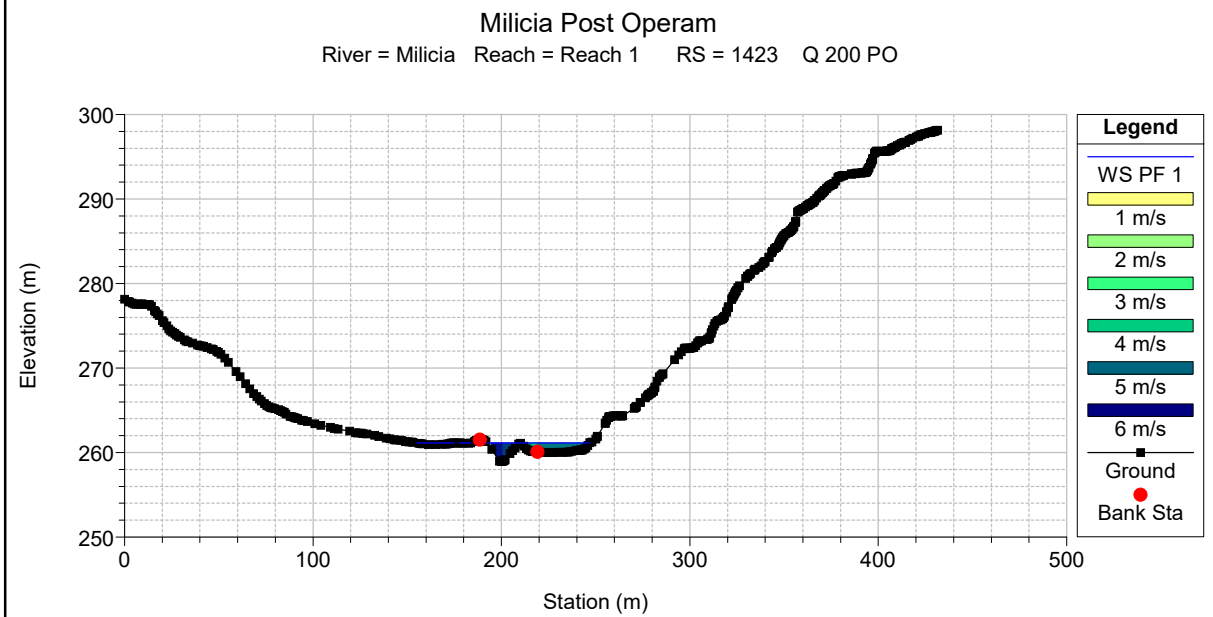
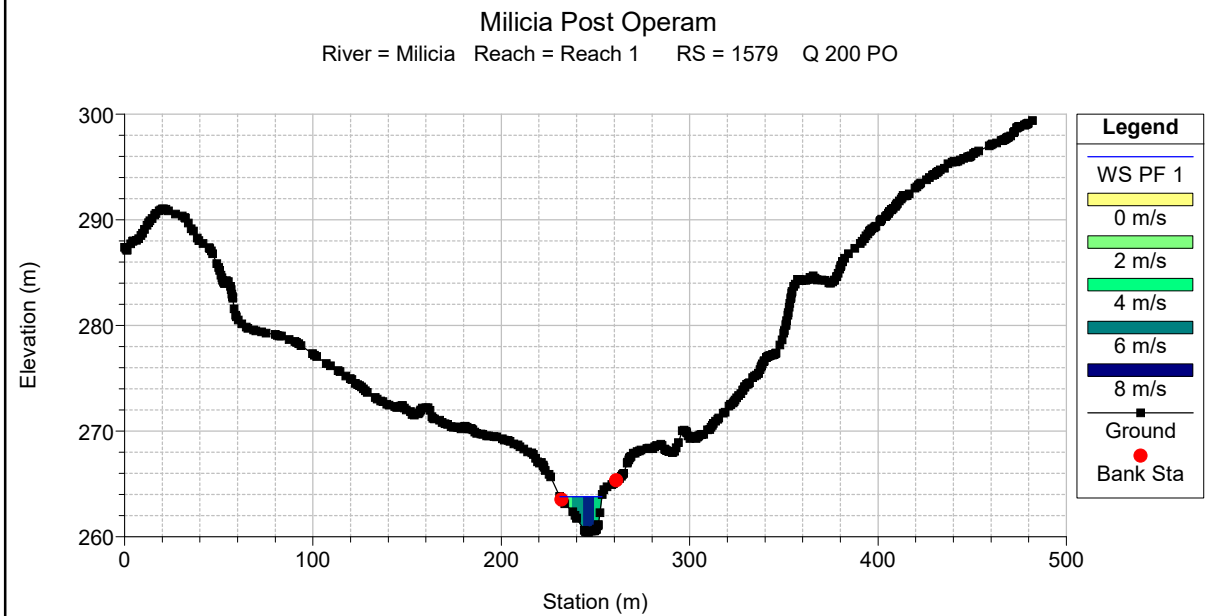
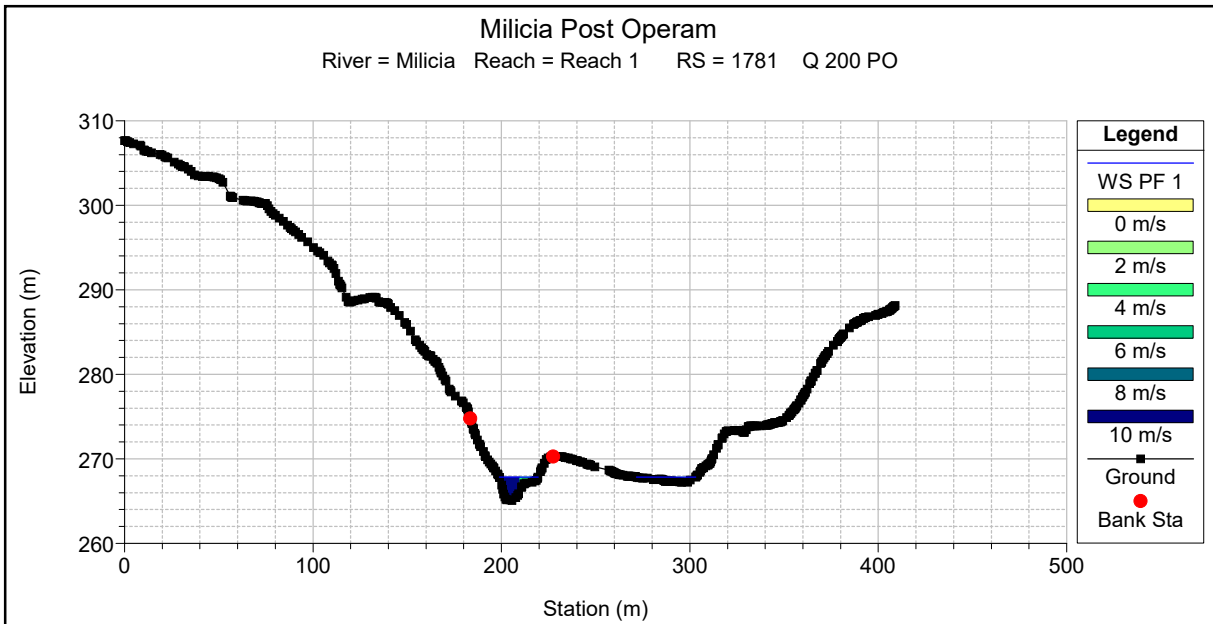


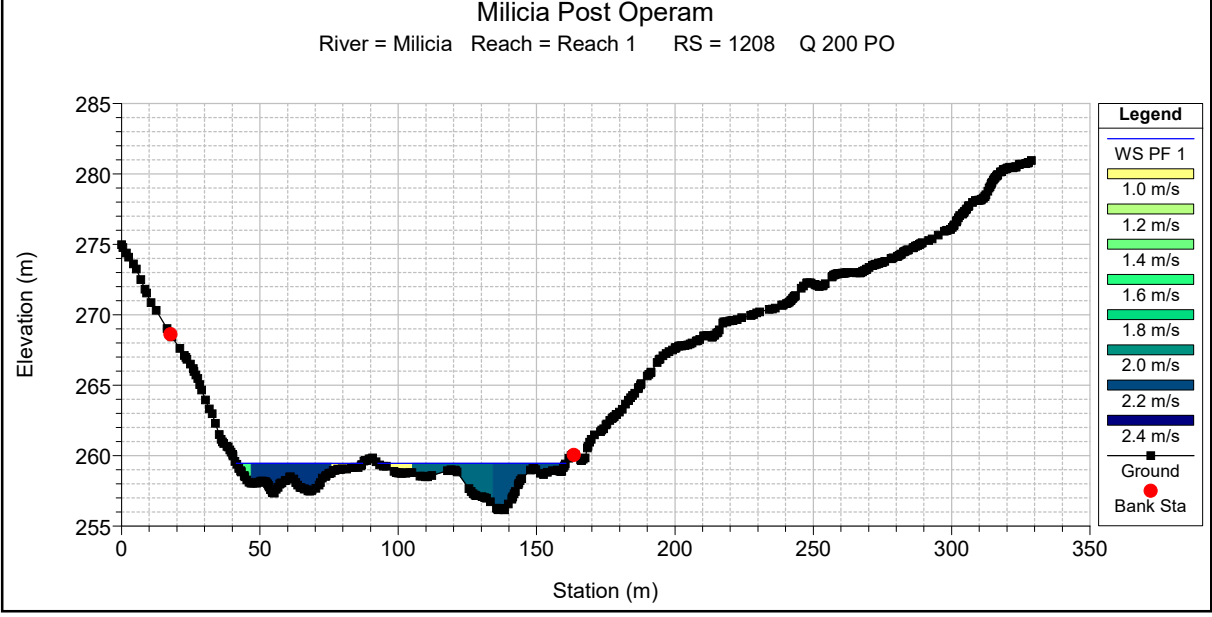
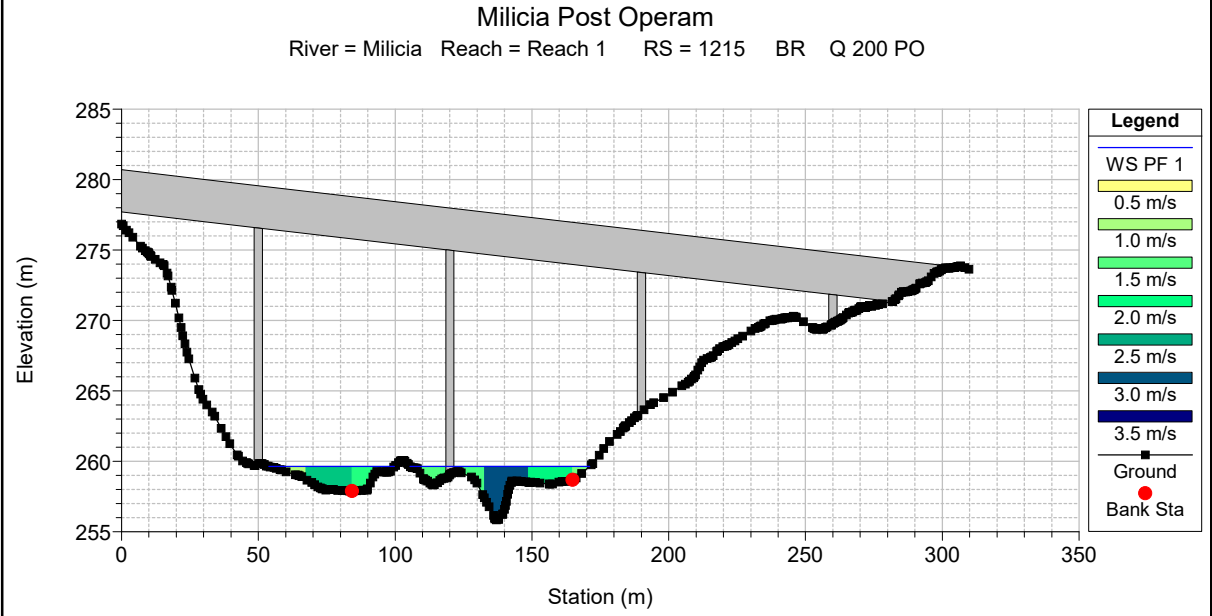
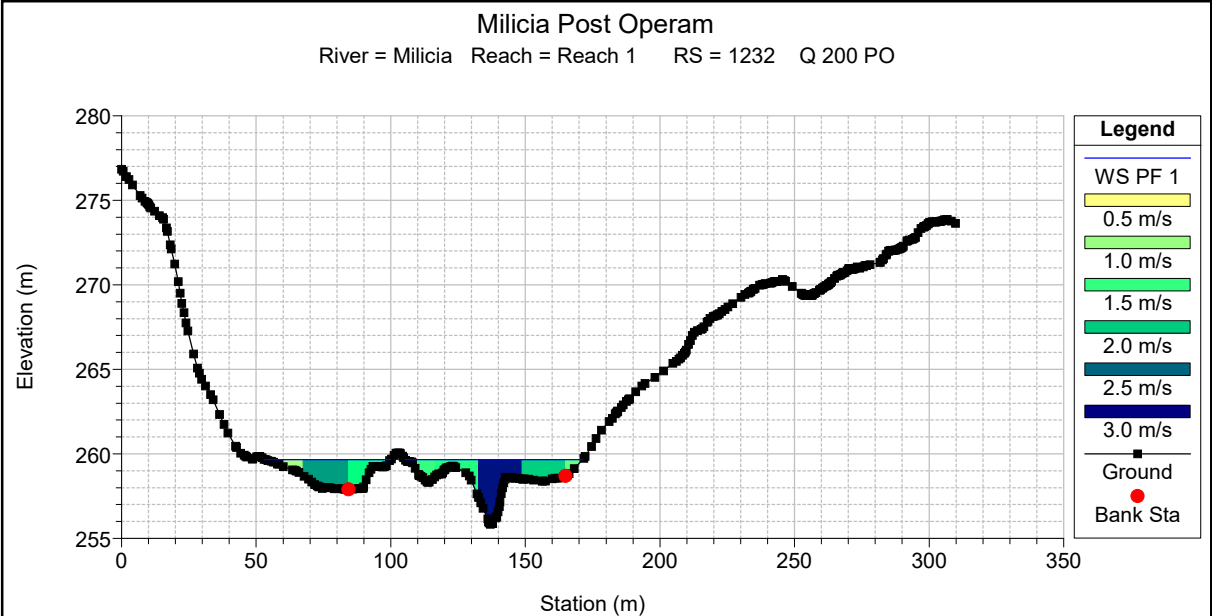


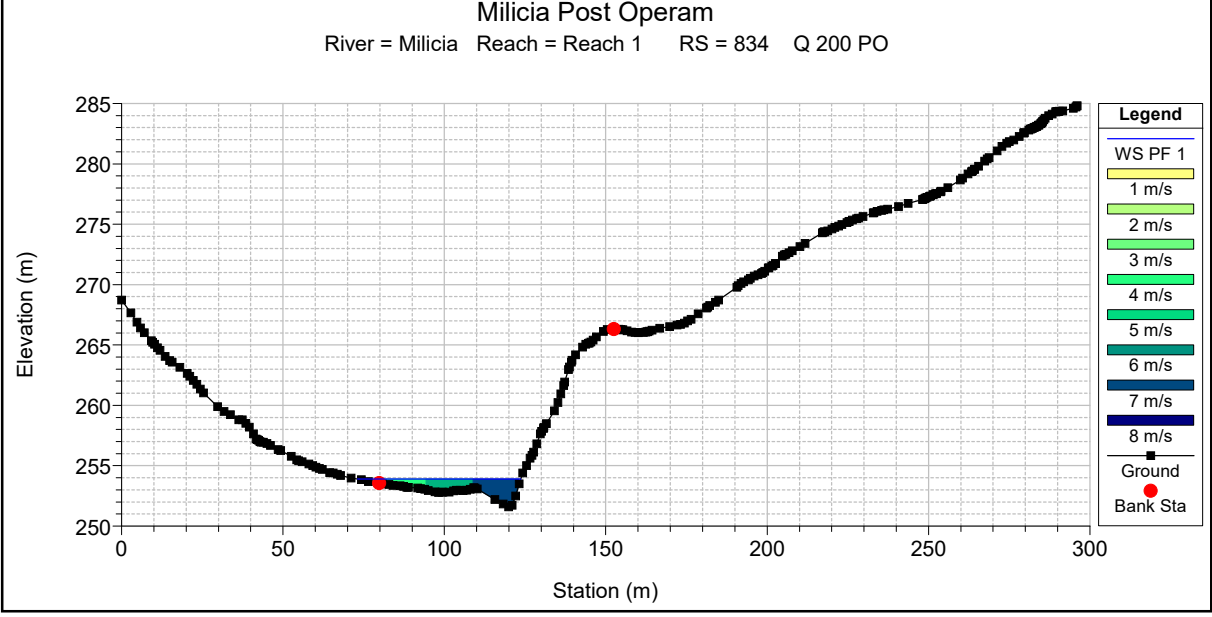
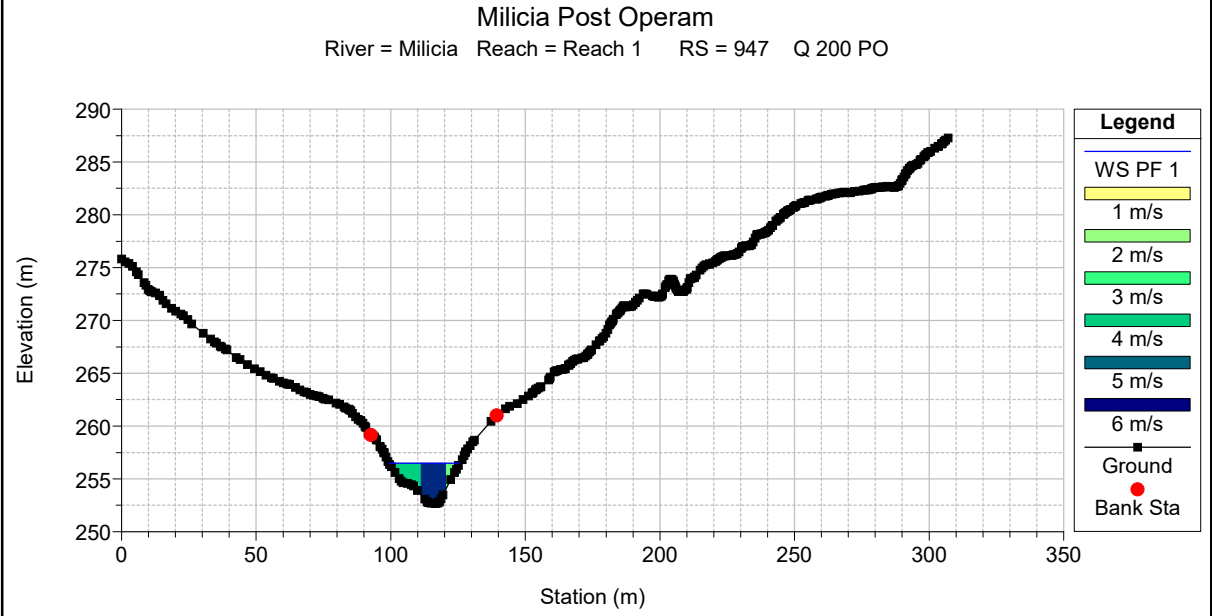
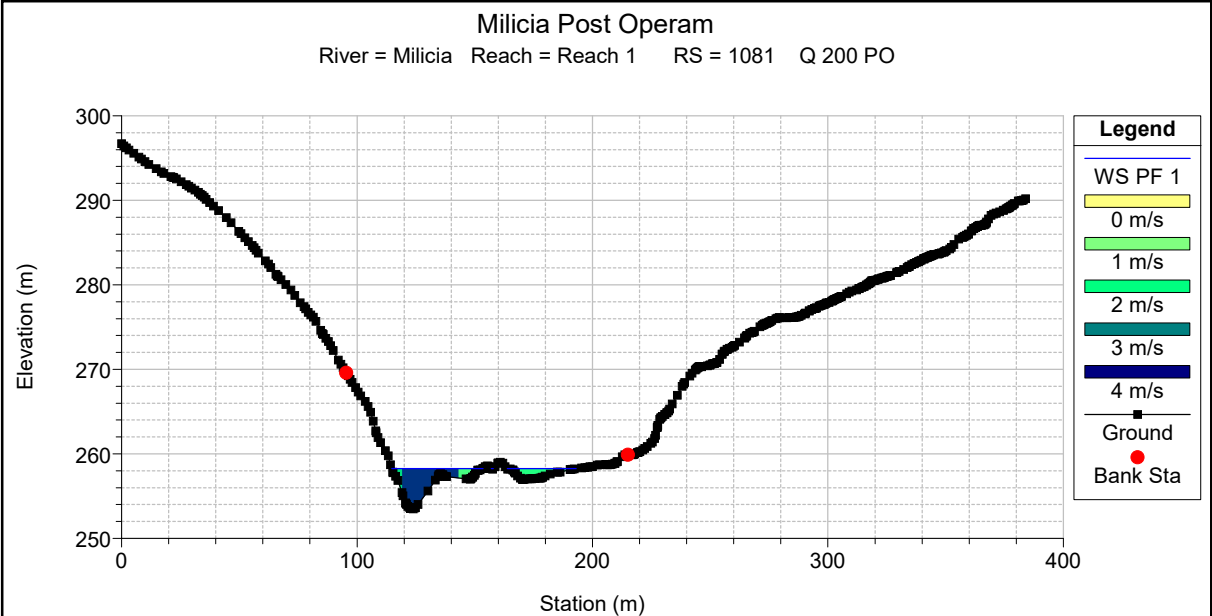


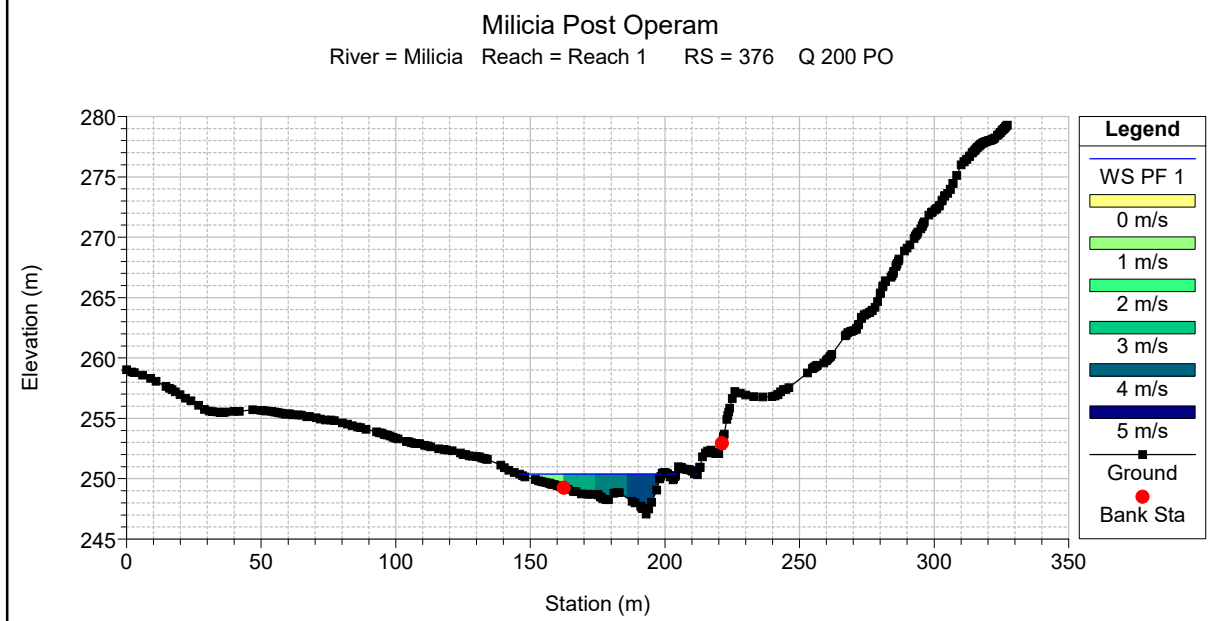
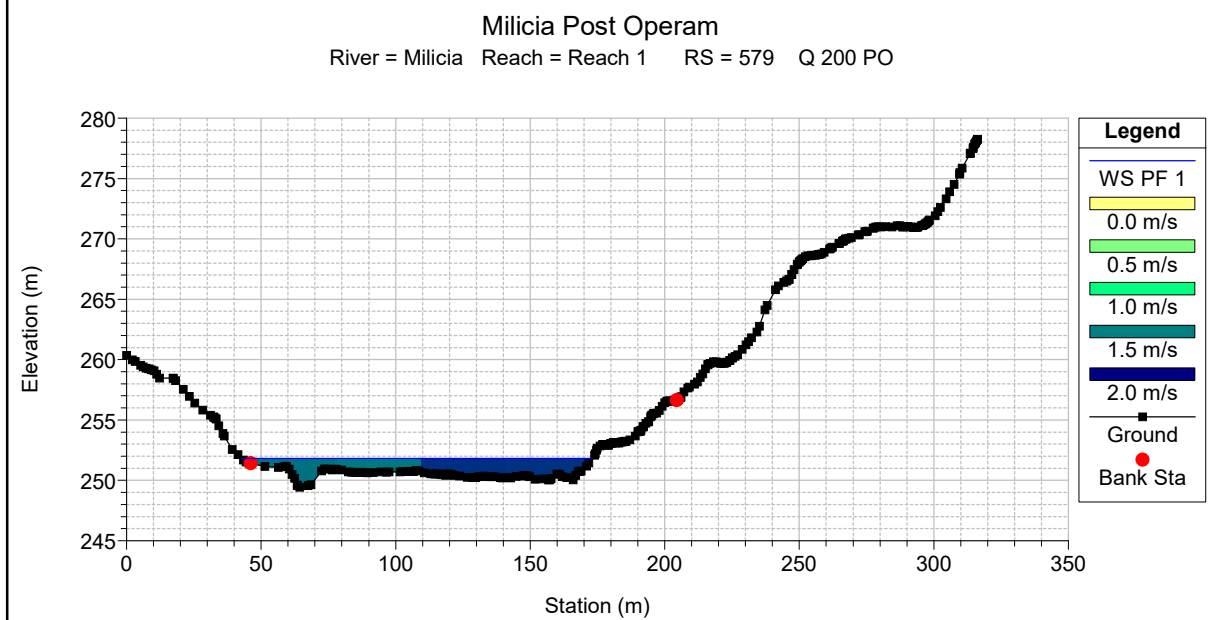
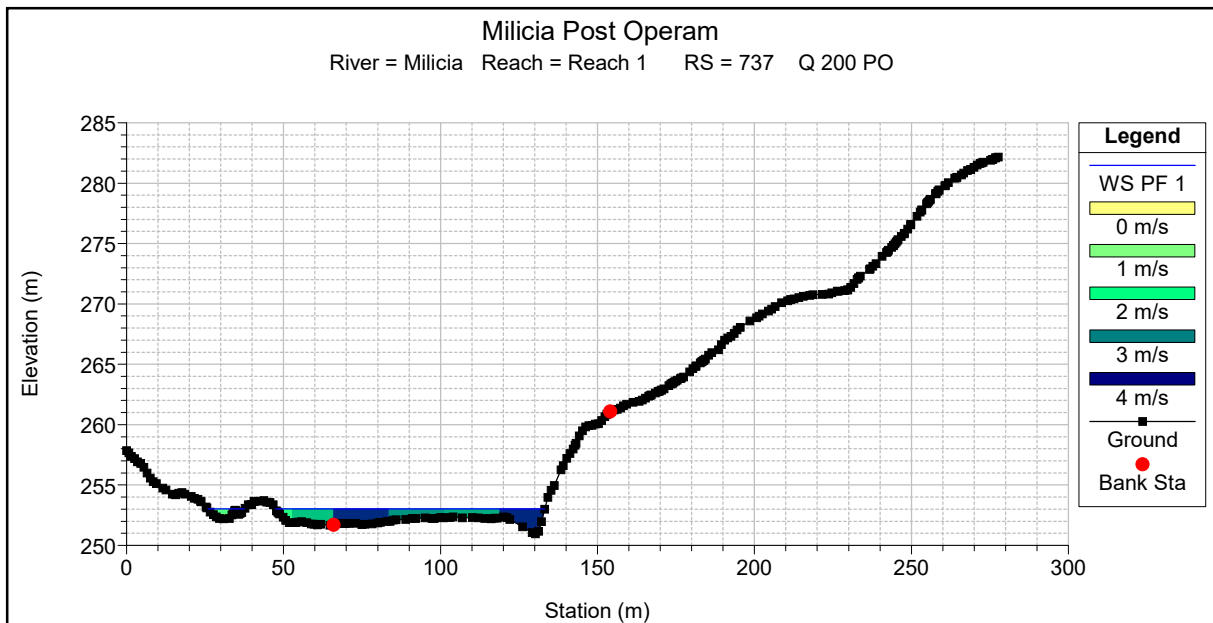


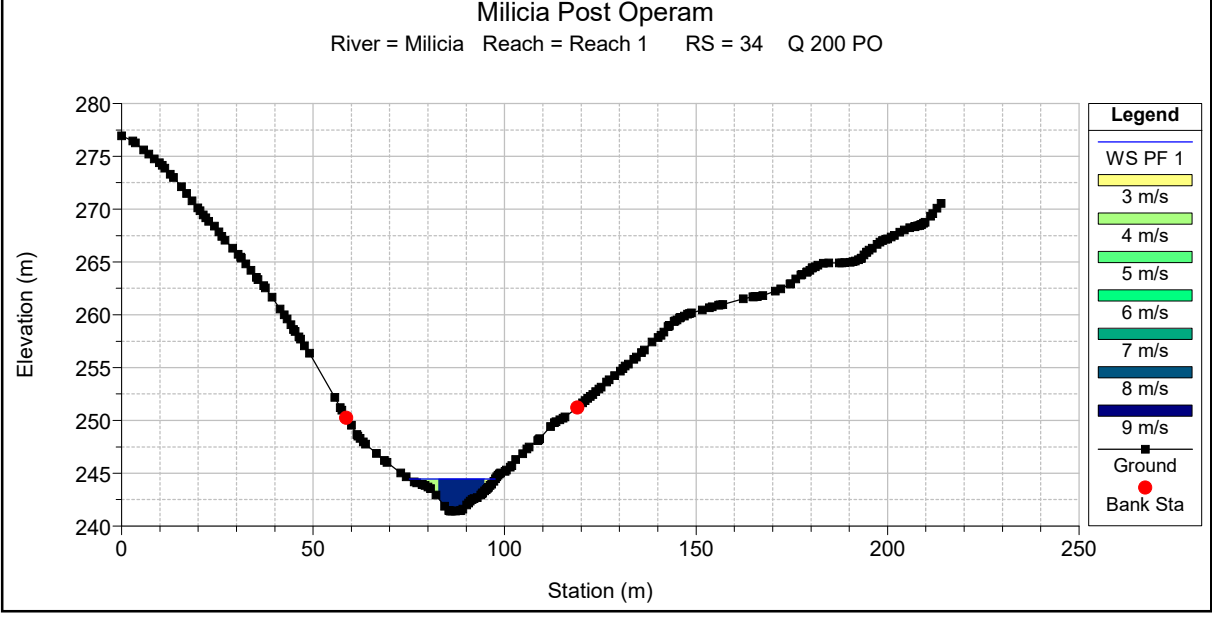
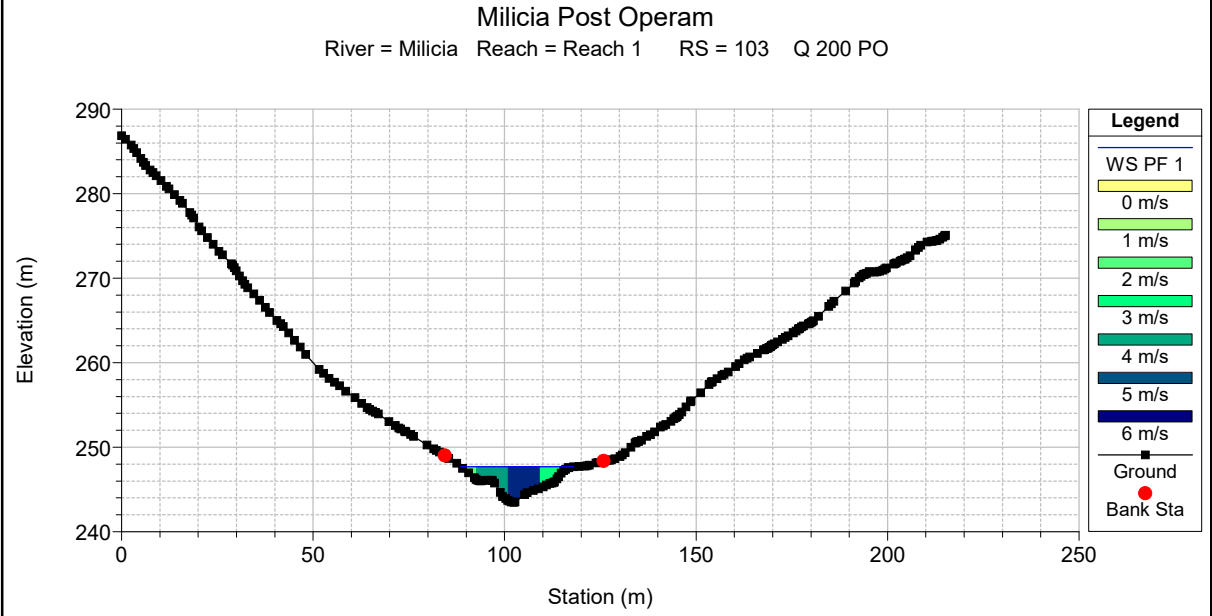
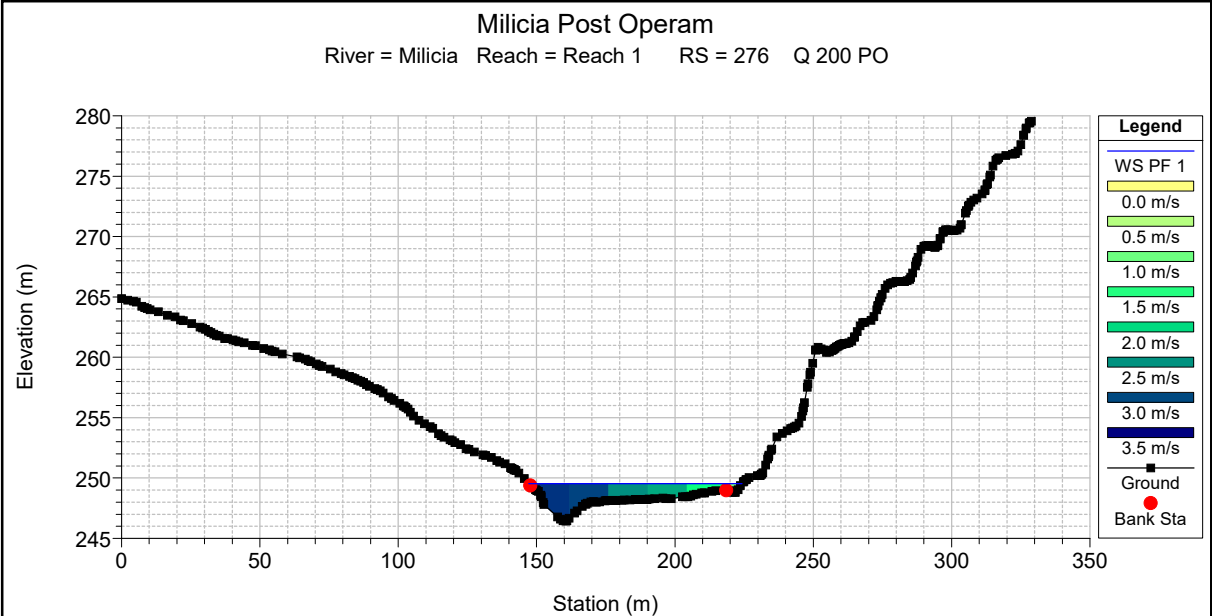















S.S. 121 "Cataneſe" Itinerario Palermo-Agrigento. Tratto A PALERMO-BOLOGNETTA		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione Idraulica</i>	

## ALLEGATO C

# HY-8 Culvert Analysis Report

## Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0.50 cms

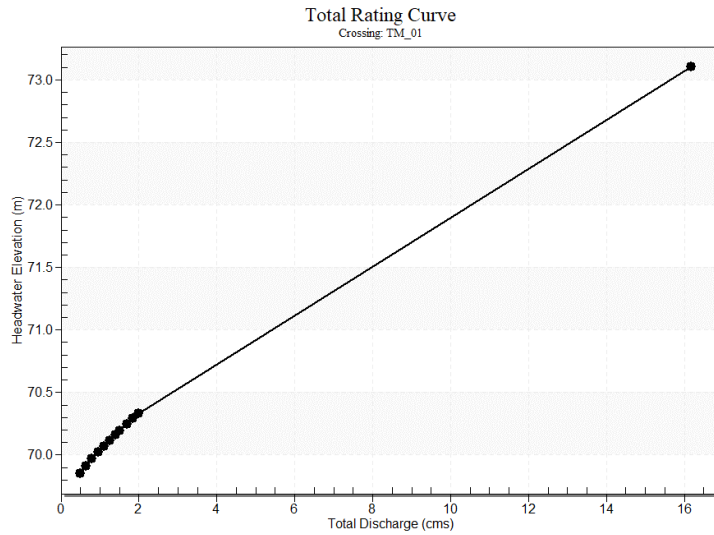
Design Flow: 1.50 cms

Maximum Flow: 2.00 cms

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_01

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	3+105 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
69.85	0.50	0.50	0.00	1
69.91	0.65	0.65	0.00	1
69.97	0.80	0.80	0.00	1
70.02	0.95	0.95	0.00	1
70.07	1.10	1.10	0.00	1
70.12	1.25	1.25	0.00	1
70.16	1.40	1.40	0.00	1
70.19	1.50	1.50	0.00	1
70.25	1.70	1.70	0.00	1
70.29	1.85	1.85	0.00	1
70.33	2.00	2.00	0.00	1
73.00	15.23	15.23	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM\_01



## Culvert Data: 3+105

**Table 2 - Culvert Summary Table: 3+105**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.50 cms	0.50 cms	69.85	0.31	0.0*	1-S2n	0.11	0.19	0.11	0.10	2.23	1.54
0.65 cms	0.65 cms	69.91	0.37	0.0*	1-S2n	0.13	0.22	0.13	0.12	2.44	1.70
0.80 cms	0.80 cms	69.97	0.43	0.0*	1-S2n	0.15	0.25	0.15	0.14	2.60	1.84
0.95 cms	0.95 cms	70.02	0.48	0.0*	1-S2n	0.17	0.28	0.17	0.15	2.82	1.96
1.10 cms	1.10 cms	70.07	0.53	0.0*	1-S2n	0.18	0.31	0.19	0.17	2.92	2.07
1.25 cms	1.25 cms	70.12	0.58	0.0*	1-S2n	0.20	0.34	0.20	0.18	3.05	2.16
1.40 cms	1.40 cms	70.16	0.62	0.0*	1-S2n	0.22	0.37	0.23	0.19	3.11	2.26
1.50 cms	1.50 cms	70.19	0.65	0.0*	1-S2n	0.23	0.39	0.23	0.20	3.32	2.31
1.70 cms	1.70 cms	70.25	0.71	0.0*	1-S2n	0.25	0.42	0.26	0.22	3.33	2.42
1.85 cms	1.85 cms	70.29	0.75	0.0*	1-S2n	0.26	0.44	0.27	0.23	3.40	2.49
2.00 cms	2.00 cms	70.33	0.79	0.0*	1-S2n	0.27	0.47	0.29	0.24	3.50	2.56

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

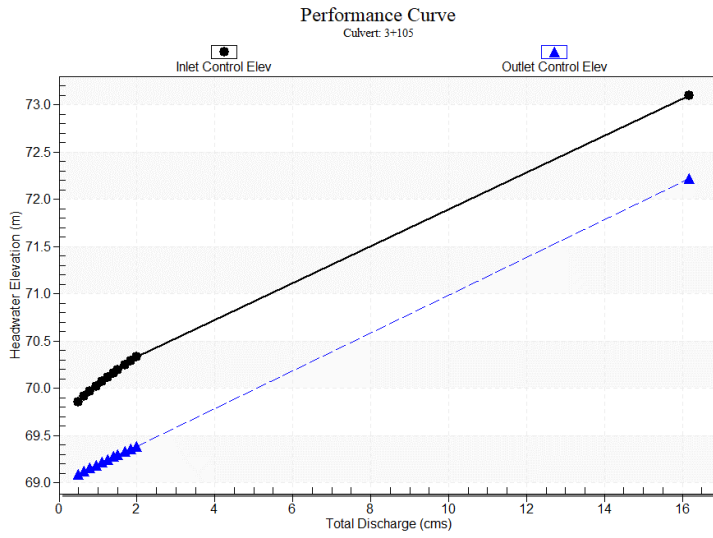
Inlet Elevation (invert): 69.54 m,

Outlet Elevation (invert): 68.90 m

Culvert Length: 43.00 m,

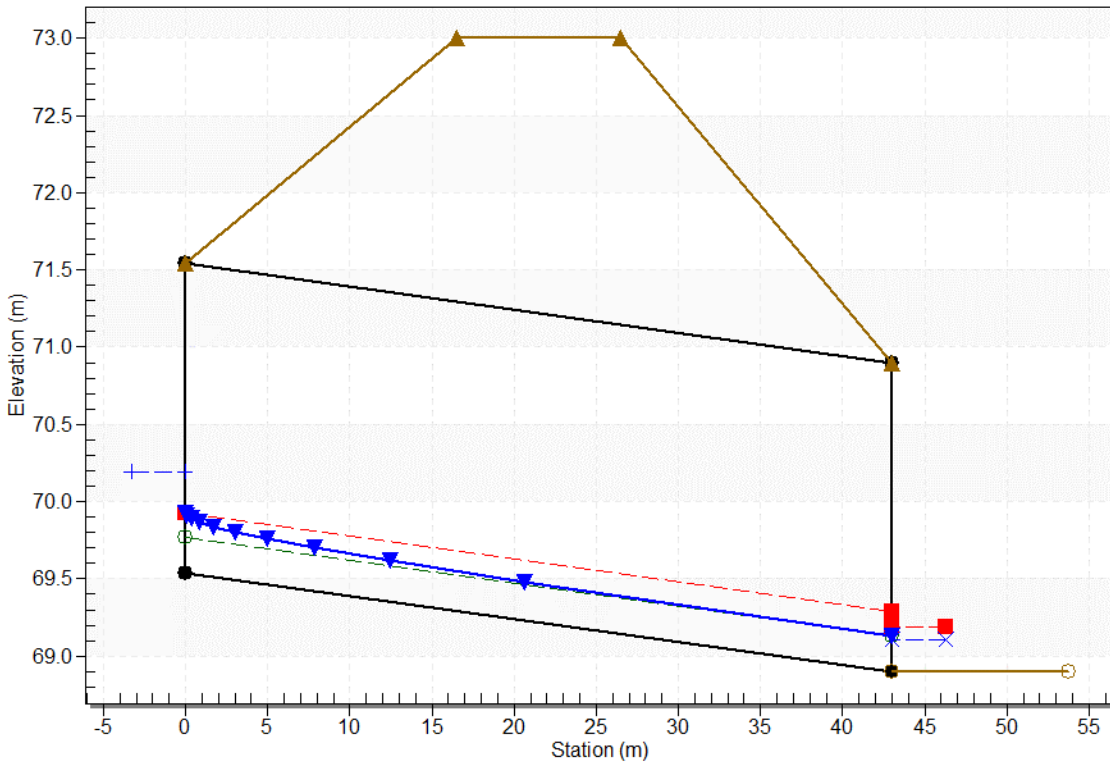
Culvert Slope: 0.0149

### Culvert Performance Curve Plot: 3+105



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 3+105

Crossing - TM\_01, Design Discharge - 1.50 cms  
Culvert - 3+105, Culvert Discharge - 1.50 cms



### Site Data - 3+105

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 69.54 m

Outlet Station: 43.00 m

Outlet Elevation: 68.90 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 3+105

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_01

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_01)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
0.50	69.00	0.10	1.54	133.37	1.54
0.65	69.02	0.12	1.70	156.14	1.58
0.80	69.04	0.14	1.84	176.89	1.61
0.95	69.05	0.15	1.96	196.16	1.63
1.10	69.07	0.17	2.07	214.25	1.65
1.25	69.08	0.18	2.16	231.33	1.67
1.40	69.09	0.19	2.26	247.63	1.68
1.50	69.10	0.20	2.31	258.11	1.69
1.70	69.12	0.22	2.42	278.26	1.71
1.85	69.13	0.23	2.49	292.76	1.72
2.00	69.14	0.24	2.56	306.75	1.73

### Tailwater Channel Data - TM\_01

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.1300

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 68.90 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_01

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 73.00 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

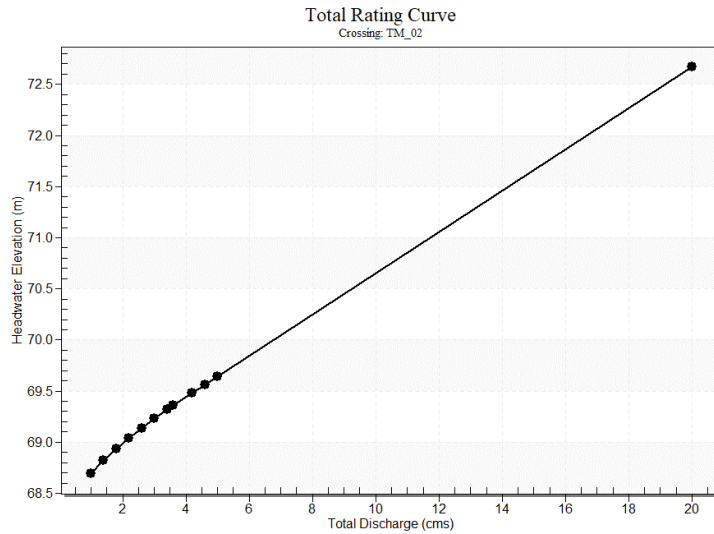
Design Flow: 3.60 cms

Maximum Flow: 5.00 cms

**Table 4 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_02**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	3+225 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
68.69	1.00	1.00	0.00	1
68.82	1.40	1.40	0.00	1
68.93	1.80	1.80	0.00	1
69.04	2.20	2.20	0.00	1
69.14	2.60	2.60	0.00	1
69.23	3.00	3.00	0.00	1
69.32	3.40	3.40	0.00	1
69.36	3.60	3.60	0.00	1
69.48	4.20	4.20	0.00	1
69.56	4.60	4.60	0.00	1
69.64	5.00	5.00	0.00	1
72.50	18.28	18.28	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_02



## Culvert Data: 3+225

Table 5 - Culvert Summary Table: 3+225

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	68.69	0.49	0.0*	1-S2n	0.16	0.29	0.16	0.15	3.05	1.66
1.40 cms	1.40 cms	68.82	0.62	0.0*	1-S2n	0.19	0.37	0.21	0.18	3.41	1.88
1.80 cms	1.80 cms	68.93	0.73	0.0*	1-S2n	0.23	0.44	0.25	0.21	3.66	2.07
2.20 cms	2.20 cms	69.04	0.84	0.0*	1-S2n	0.26	0.50	0.28	0.23	3.88	2.23
2.60 cms	2.60 cms	69.14	0.94	0.0*	1-S2n	0.29	0.56	0.32	0.26	4.04	2.37
3.00 cms	3.00 cms	69.23	1.03	0.0*	1-S2n	0.32	0.61	0.36	0.28	4.19	2.49
3.40 cms	3.40 cms	69.32	1.12	0.029	1-S2n	0.35	0.67	0.39	0.30	4.32	2.61
3.60 cms	3.60 cms	69.36	1.16	0.063	1-S2n	0.36	0.69	0.41	0.31	4.37	2.66
4.20 cms	4.20 cms	69.48	1.28	0.164	1-S2n	0.40	0.77	0.46	0.34	4.54	2.81
4.60 cms	4.60 cms	69.56	1.36	0.231	1-S2n	0.43	0.81	0.50	0.36	4.63	2.90
5.00 cms	5.00 cms	69.64	1.44	0.299	1-S2n	0.45	0.86	0.53	0.38	4.72	2.99

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

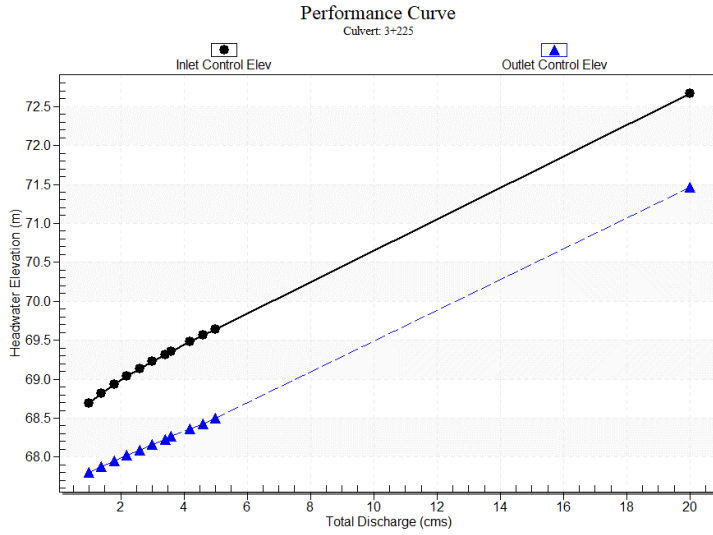
Inlet Elevation (invert): 68.20 m,

Outlet Elevation (invert): 67.50 m

Culvert Length: 34.01 m,

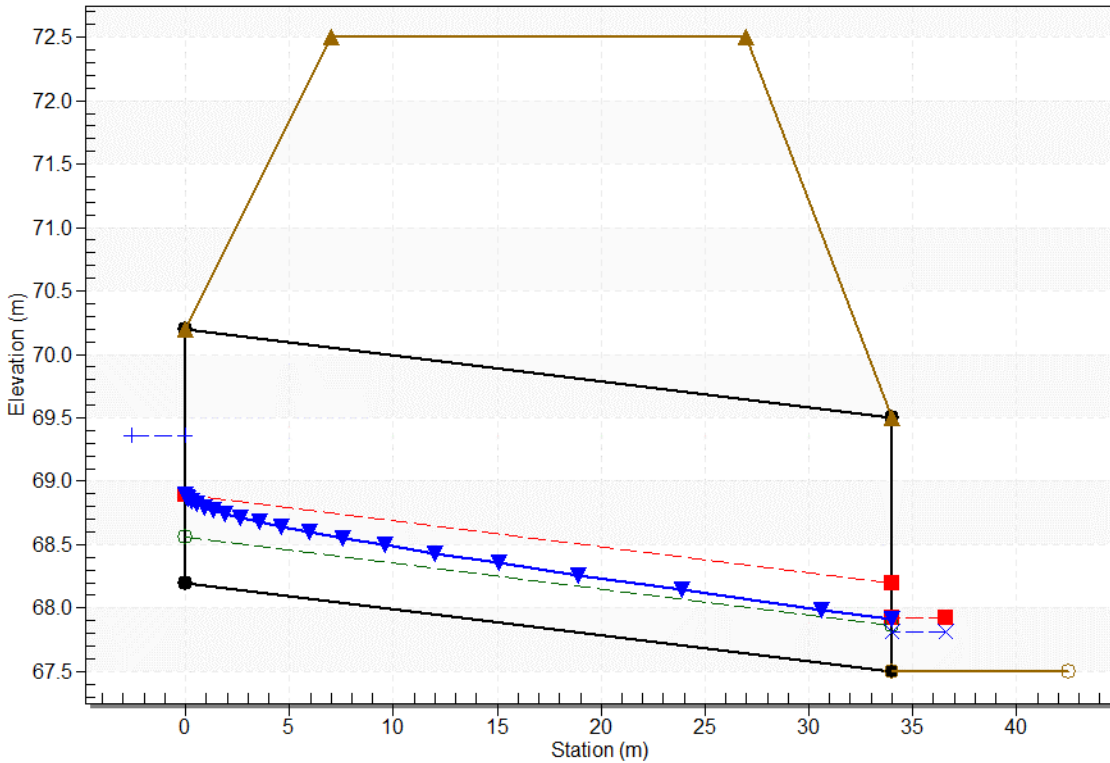
Culvert Slope: 0.0206

### Culvert Performance Curve Plot: 3+225



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 3+225

Crossing - TM\_02, Design Discharge - 3.60 cms  
Culvert - 3+225, Culvert Discharge - 3.60 cms



### Site Data - 3+225

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 68.20 m

Outlet Station: 34.00 m

Outlet Elevation: 67.50 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 3+225

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_02

Table 6 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_02)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	67.65	0.15	1.66	139.55	1.41
1.40	67.68	0.18	1.88	170.89	1.46
1.80	67.71	0.21	2.07	198.73	1.49
2.20	67.73	0.23	2.23	224.21	1.51
2.60	67.76	0.26	2.37	247.89	1.53
3.00	67.78	0.28	2.49	270.15	1.55
3.40	67.80	0.30	2.61	291.22	1.56
3.60	67.81	0.31	2.66	301.37	1.57
4.20	67.84	0.34	2.81	330.57	1.59
4.60	67.86	0.36	2.90	349.10	1.60
5.00	67.88	0.38	2.99	366.98	1.61

### Tailwater Channel Data - TM\_02

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0980

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 67.50 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_02

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 72.50 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 20.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

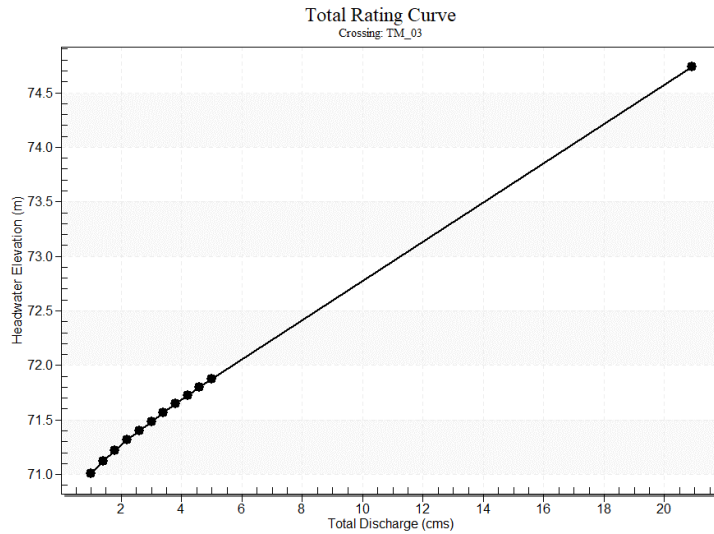
Design Flow: 3.00 cms

Maximum Flow: 5.00 cms

**Table 7 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_03**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	3+490 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
71.01	1.00	1.00	0.00	1
71.12	1.40	1.40	0.00	1
71.22	1.80	1.80	0.00	1
71.31	2.20	2.20	0.00	1
71.40	2.60	2.60	0.00	1
71.49	3.00	3.00	0.00	1
71.56	3.40	3.40	0.00	1
71.65	3.80	3.80	0.00	1
71.72	4.20	4.20	0.00	1
71.80	4.60	4.60	0.00	1
71.88	5.00	5.00	0.00	1
74.56	18.98	18.98	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_03



## Culvert Data: 3+490

Table 8 - Culvert Summary Table: 3+490

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	71.01	0.44	0.0*	1-S2n	0.18	0.29	0.18	0.14	2.73	1.74
1.40 cms	1.40 cms	71.12	0.55	0.0*	1-S2n	0.23	0.37	0.23	0.17	3.02	1.98
1.80 cms	1.80 cms	71.22	0.65	0.0*	1-S2n	0.27	0.44	0.28	0.20	3.22	2.17
2.20 cms	2.20 cms	71.31	0.74	0.0*	1-S2n	0.31	0.50	0.32	0.22	3.44	2.34
2.60 cms	2.60 cms	71.40	0.83	0.0*	1-S2n	0.34	0.56	0.36	0.25	3.62	2.49
3.00 cms	3.00 cms	71.49	0.92	0.036	1-S2n	0.38	0.61	0.40	0.27	3.77	2.62
3.40 cms	3.40 cms	71.56	0.99	0.102	1-S2n	0.41	0.67	0.44	0.29	3.89	2.74
3.80 cms	3.80 cms	71.65	1.08	0.168	1-S2n	0.44	0.72	0.47	0.31	4.01	2.85
4.20 cms	4.20 cms	71.72	1.15	0.233	1-S2n	0.48	0.77	0.51	0.33	4.11	2.96
4.60 cms	4.60 cms	71.80	1.23	0.298	1-S2n	0.51	0.81	0.55	0.35	4.20	3.05
5.00 cms	5.00 cms	71.88	1.31	0.364	1-S2n	0.54	0.86	0.58	0.36	4.29	3.14

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

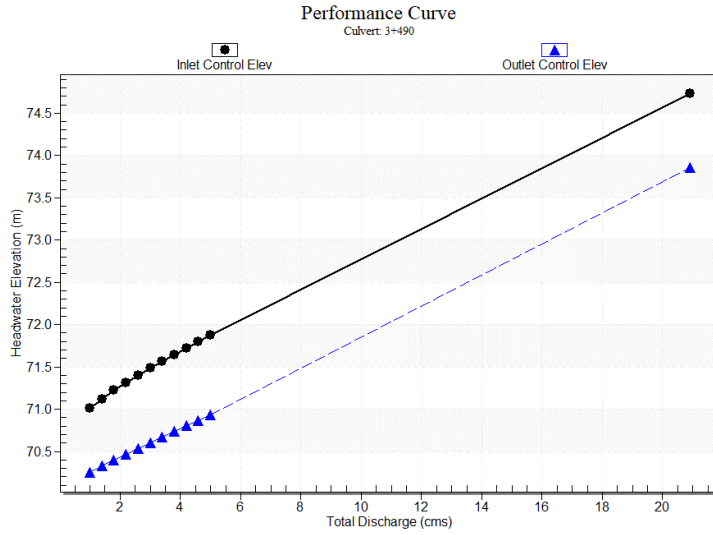
Inlet Elevation (invert): 70.57 m,

Outlet Elevation (invert): 69.95 m

Culvert Length: 31.51 m,

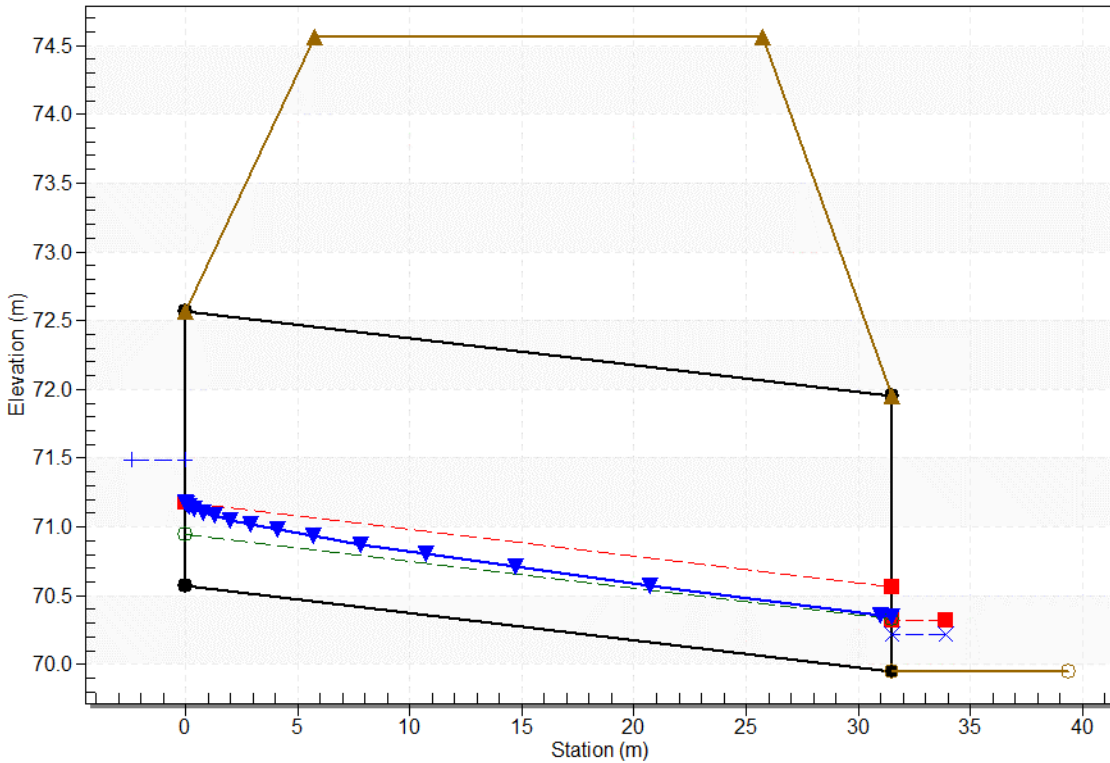
Culvert Slope: 0.0197

### Culvert Performance Curve Plot: 3+490



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 3+490

Crossing - TM\_03, Design Discharge - 3.00 cms  
Culvert - 3+490, Culvert Discharge - 3.00 cms



### Site Data - 3+490

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 70.57 m

Outlet Station: 31.50 m

Outlet Elevation: 69.95 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 3+490

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0150

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: 1:1 Bevel (45° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_03

Table 9 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_03)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	70.09	0.14	1.74	67.92	1.52
1.40	70.12	0.17	1.98	83.13	1.57
1.80	70.15	0.20	2.17	96.69	1.60
2.20	70.17	0.22	2.34	109.09	1.62
2.60	70.20	0.25	2.49	120.62	1.65
3.00	70.22	0.27	2.62	131.43	1.67
3.40	70.24	0.29	2.74	141.69	1.68
3.80	70.26	0.31	2.85	151.48	1.70
4.20	70.28	0.33	2.96	160.85	1.71
4.60	70.30	0.35	3.05	169.86	1.72
5.00	70.31	0.36	3.14	178.57	1.73

### Tailwater Channel Data - TM\_03

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0330

Channel Invert Elevation: 69.95 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_03

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 74.56 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 20.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

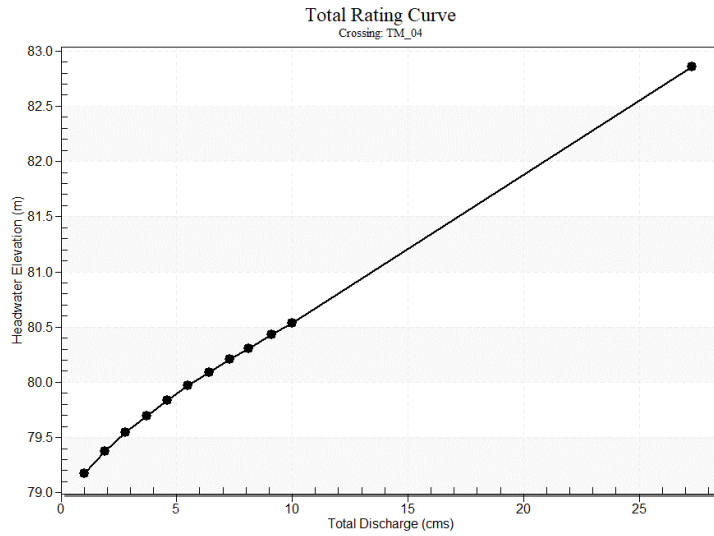
Design Flow: 8.10 cms

Maximum Flow: 10.00 cms

**Table 10 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_04**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	3+710 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
79.17	1.00	1.00	0.00	1
79.38	1.90	1.90	0.00	1
79.54	2.80	2.80	0.00	1
79.70	3.70	3.70	0.00	1
79.84	4.60	4.60	0.00	1
79.97	5.50	5.50	0.00	1
80.09	6.40	6.40	0.00	1
80.21	7.30	7.30	0.00	1
80.31	8.10	8.10	0.00	1
80.43	9.10	9.10	0.00	1
80.54	10.00	10.00	0.00	1
82.80	25.93	25.93	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_04



## Culvert Data: 3+710

Table 11 - Culvert Summary Table: 3+710

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	79.17	0.37	0.0*	1-S2n	0.12	0.22	0.13	0.11	2.55	1.81
1.90 cms	1.90 cms	79.38	0.58	0.0*	1-S2n	0.19	0.34	0.21	0.16	3.09	2.31
2.80 cms	2.80 cms	79.54	0.74	0.064	1-S2n	0.24	0.45	0.27	0.20	3.43	2.67
3.70 cms	3.70 cms	79.70	0.90	0.169	1-S2n	0.29	0.54	0.33	0.24	3.68	2.97
4.60 cms	4.60 cms	79.84	1.04	0.270	1-S2n	0.33	0.62	0.39	0.27	3.89	3.22
5.50 cms	5.50 cms	79.97	1.17	0.369	1-S2n	0.37	0.70	0.45	0.30	4.05	3.43
6.40 cms	6.40 cms	80.09	1.29	0.468	1-S2n	0.41	0.77	0.51	0.33	4.20	3.63
7.30 cms	7.30 cms	80.21	1.41	0.568	1-S2n	0.45	0.84	0.56	0.36	4.33	3.81
8.10 cms	8.10 cms	80.31	1.51	0.657	1-S2n	0.48	0.91	0.61	0.38	4.44	3.95
9.10 cms	9.10 cms	80.43	1.63	0.769	1-S2n	0.52	0.98	0.66	0.41	4.56	4.12
10.00 cms	10.00 cms	80.54	1.74	0.872	1-S2n	0.55	1.04	0.71	0.43	4.66	4.26

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

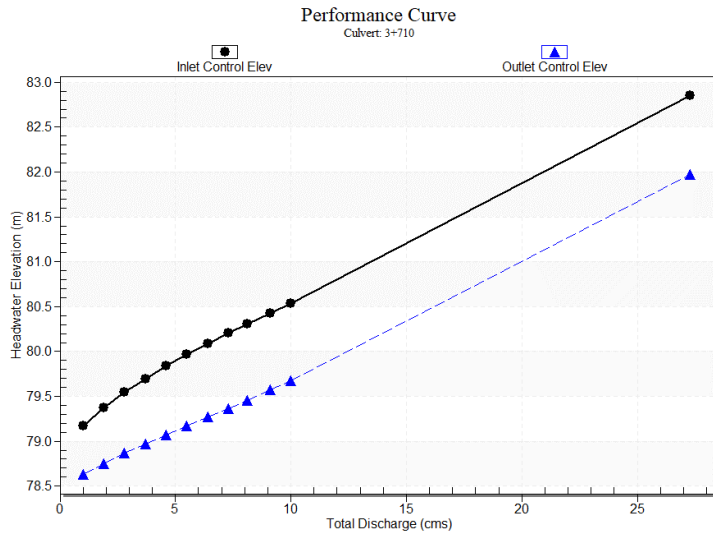
Inlet Elevation (invert): 78.80 m,

Outlet Elevation (invert): 78.40 m

Culvert Length: 14.51 m,

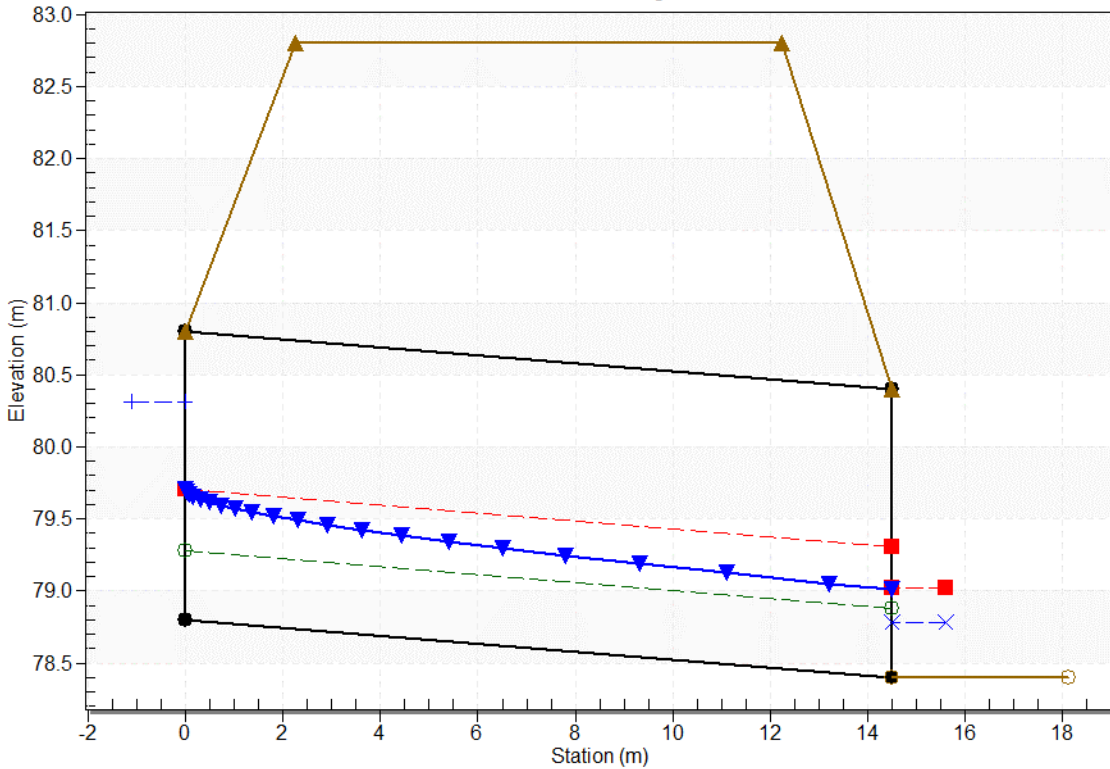
Culvert Slope: 0.0276

### Culvert Performance Curve Plot: 3+710



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 3+710

Crossing - TM\_04, Design Discharge - 8.10 cms  
Culvert - 3+710, Culvert Discharge - 8.10 cms



### Site Data - 3+710

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 78.80 m

Outlet Station: 14.50 m

Outlet Elevation: 78.40 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 3+710

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0150

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_04

Table 12 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_04)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	78.51	0.11	1.81	176.33	1.77
1.90	78.56	0.16	2.31	259.44	1.87
2.80	78.60	0.20	2.67	327.53	1.94
3.70	78.64	0.24	2.97	387.28	1.99
4.60	78.67	0.27	3.22	441.44	2.02
5.50	78.70	0.30	3.43	491.47	2.05
6.40	78.73	0.33	3.63	538.33	2.08
7.30	78.76	0.36	3.81	582.60	2.10
8.10	78.78	0.38	3.95	620.13	2.11
9.10	78.81	0.41	4.12	664.98	2.13
10.00	78.83	0.43	4.26	703.70	2.15

### Tailwater Channel Data - TM\_04

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.1660

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 78.40 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_04

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 50.00 m

Crest Elevation: 82.80 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

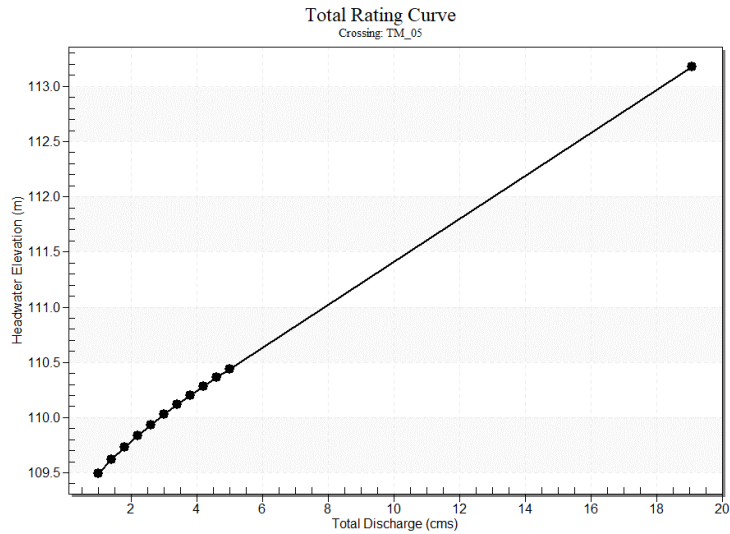
Design Flow: 3.00 cms

Maximum Flow: 5.00 cms

**Table 13 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_05**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	4+940 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
109.49	1.00	1.00	0.00	1
109.62	1.40	1.40	0.00	1
109.73	1.80	1.80	0.00	1
109.84	2.20	2.20	0.00	1
109.94	2.60	2.60	0.00	1
110.03	3.00	3.00	0.00	1
110.12	3.40	3.40	0.00	1
110.20	3.80	3.80	0.00	1
110.28	4.20	4.20	0.00	1
110.36	4.60	4.60	0.00	1
110.44	5.00	5.00	0.00	1
113.00	17.26	17.26	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_05



## Culvert Data: 4+940

Table 14 - Culvert Summary Table: 4+940

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	109.49	0.49	0.0*	1-S2n	0.16	0.29	0.17	0.15	3.01	1.56
1.40 cms	1.40 cms	109.62	0.62	0.0*	1-S2n	0.19	0.37	0.21	0.19	3.35	1.77
1.80 cms	1.80 cms	109.73	0.73	0.0*	1-S2n	0.23	0.44	0.25	0.22	3.61	1.94
2.20 cms	2.20 cms	109.84	0.84	0.0*	1-S2n	0.26	0.50	0.29	0.25	3.80	2.09
2.60 cms	2.60 cms	109.94	0.94	0.0*	1-S2n	0.29	0.56	0.33	0.27	3.97	2.22
3.00 cms	3.00 cms	110.03	1.03	0.061	1-S2n	0.32	0.61	0.37	0.30	4.11	2.34
3.40 cms	3.40 cms	110.12	1.12	0.128	1-S2n	0.35	0.67	0.40	0.32	4.23	2.44
3.80 cms	3.80 cms	110.20	1.20	0.195	1-S2n	0.38	0.72	0.44	0.34	4.34	2.54
4.20 cms	4.20 cms	110.28	1.28	0.262	1-S2n	0.40	0.77	0.47	0.37	4.44	2.63
4.60 cms	4.60 cms	110.36	1.36	0.329	1-S2n	0.43	0.81	0.51	0.39	4.53	2.72
5.00 cms	5.00 cms	110.44	1.44	0.396	1-S2n	0.45	0.86	0.54	0.41	4.62	2.80

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

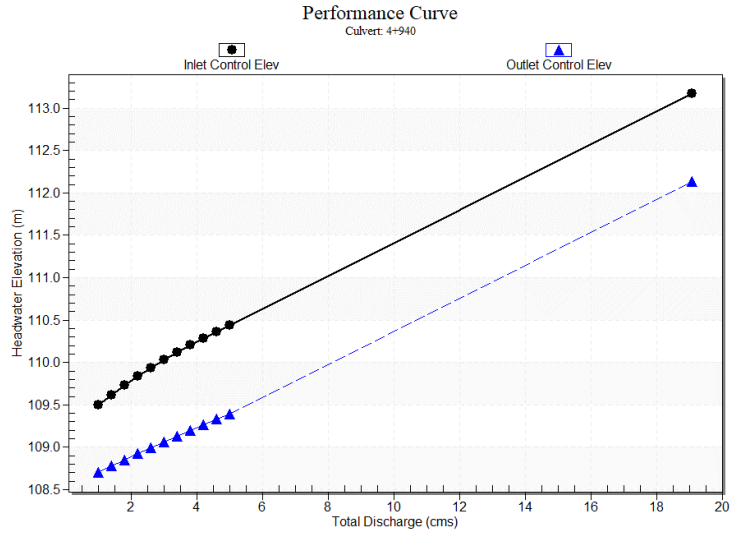
Inlet Elevation (invert): 109.00 m,

Outlet Elevation (invert): 108.40 m

Culvert Length: 29.01 m,

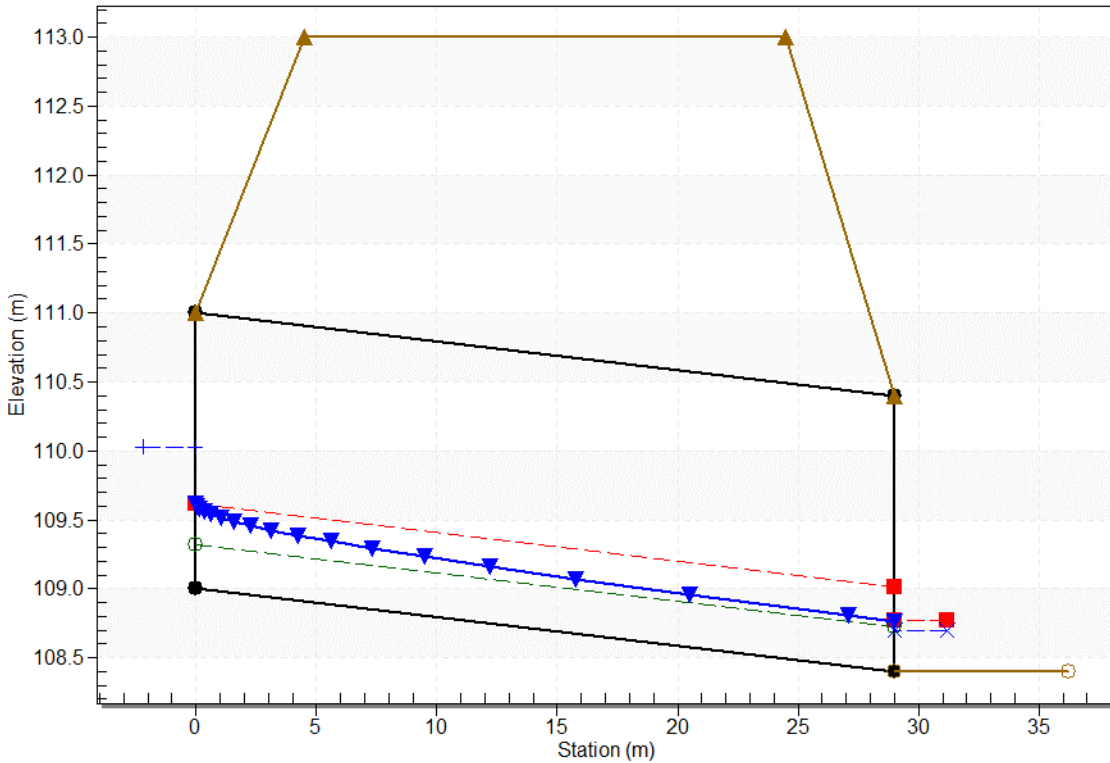
Culvert Slope: 0.0207

### Culvert Performance Curve Plot: 4+940



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 4+940

Crossing - TM\_05, Design Discharge - 3.00 cms  
Culvert - 4+940, Culvert Discharge - 3.00 cms



### Site Data - 4+940

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 109.00 m

Outlet Station: 29.00 m

Outlet Elevation: 108.40 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 4+940

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_05

Table 15 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_05)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	108.55	0.15	1.56	121.11	1.29
1.40	108.59	0.19	1.77	148.27	1.33
1.80	108.62	0.22	1.94	172.44	1.35
2.20	108.65	0.25	2.09	194.53	1.38
2.60	108.67	0.27	2.22	215.08	1.39
3.00	108.70	0.30	2.34	234.36	1.41
3.40	108.72	0.32	2.44	252.65	1.42
3.80	108.74	0.34	2.54	270.08	1.44
4.20	108.77	0.37	2.63	286.78	1.45
4.60	108.79	0.39	2.72	302.82	1.46
5.00	108.81	0.41	2.80	318.32	1.46

### Tailwater Channel Data - TM\_05

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0800

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 108.40 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_05

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 113.00 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 20.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

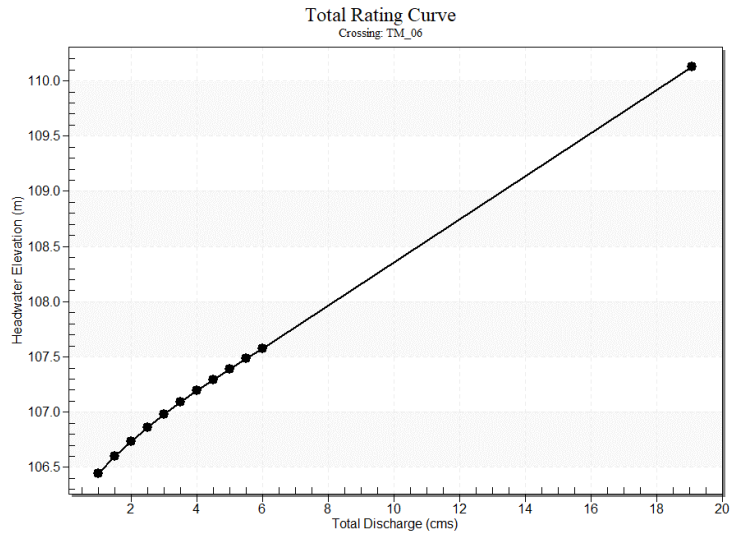
Design Flow: 4.00 cms

Maximum Flow: 6.00 cms

**Table 16 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_06**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	5+075 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
106.45	1.00	1.00	0.00	1
106.60	1.50	1.50	0.00	1
106.74	2.00	2.00	0.00	1
106.86	2.50	2.50	0.00	1
106.98	3.00	3.00	0.00	1
107.09	3.50	3.50	0.00	1
107.19	4.00	4.00	0.00	1
107.29	4.50	4.50	0.00	1
107.39	5.00	5.00	0.00	1
107.48	5.50	5.50	0.00	1
107.58	6.00	6.00	0.00	1
109.95	17.26	17.26	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_06



## Culvert Data: 5+075

Table 17 - Culvert Summary Table: 5+075

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	106.45	0.50	0.0*	1-S2n	0.16	0.29	0.17	0.12	2.94	2.02
1.50 cms	1.50 cms	106.60	0.65	0.0*	1-S2n	0.21	0.39	0.22	0.15	3.42	2.35
2.00 cms	2.00 cms	106.74	0.79	0.0*	1-S2n	0.25	0.47	0.27	0.18	3.70	2.62
2.50 cms	2.50 cms	106.86	0.91	0.0*	1-S2n	0.29	0.54	0.32	0.21	3.91	2.85
3.00 cms	3.00 cms	106.98	1.03	0.012	1-S2n	0.33	0.61	0.37	0.23	4.10	3.04
3.50 cms	3.50 cms	107.09	1.14	0.096	1-S2n	0.36	0.68	0.41	0.26	4.25	3.22
4.00 cms	4.00 cms	107.19	1.24	0.180	1-S2n	0.40	0.74	0.46	0.28	4.39	3.38
4.50 cms	4.50 cms	107.29	1.34	0.264	1-S2n	0.43	0.80	0.50	0.30	4.52	3.52
5.00 cms	5.00 cms	107.39	1.44	0.349	1-S2n	0.47	0.86	0.54	0.32	4.63	3.66
5.50 cms	5.50 cms	107.48	1.53	0.434	1-S2n	0.50	0.92	0.58	0.34	4.73	3.79
6.00 cms	6.00 cms	107.58	1.63	0.521	1-S2n	0.53	0.97	0.62	0.35	4.82	3.90

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

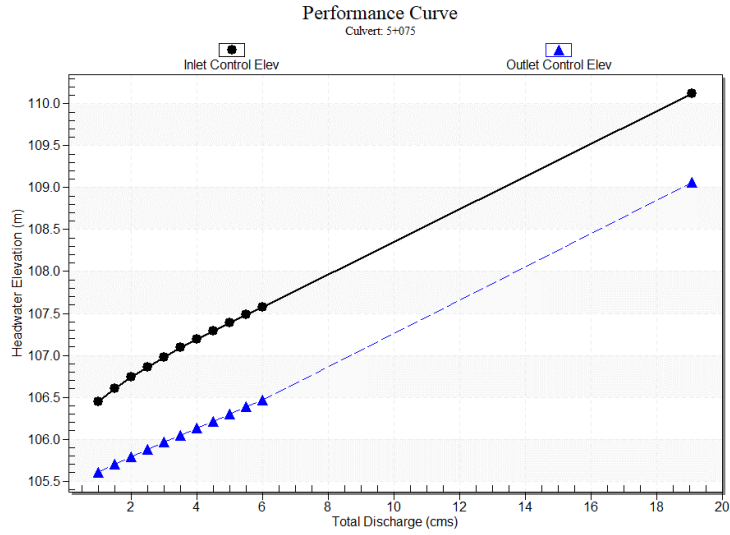
Inlet Elevation (invert): 105.95 m,

Outlet Elevation (invert): 105.30 m

Culvert Length: 34.01 m,

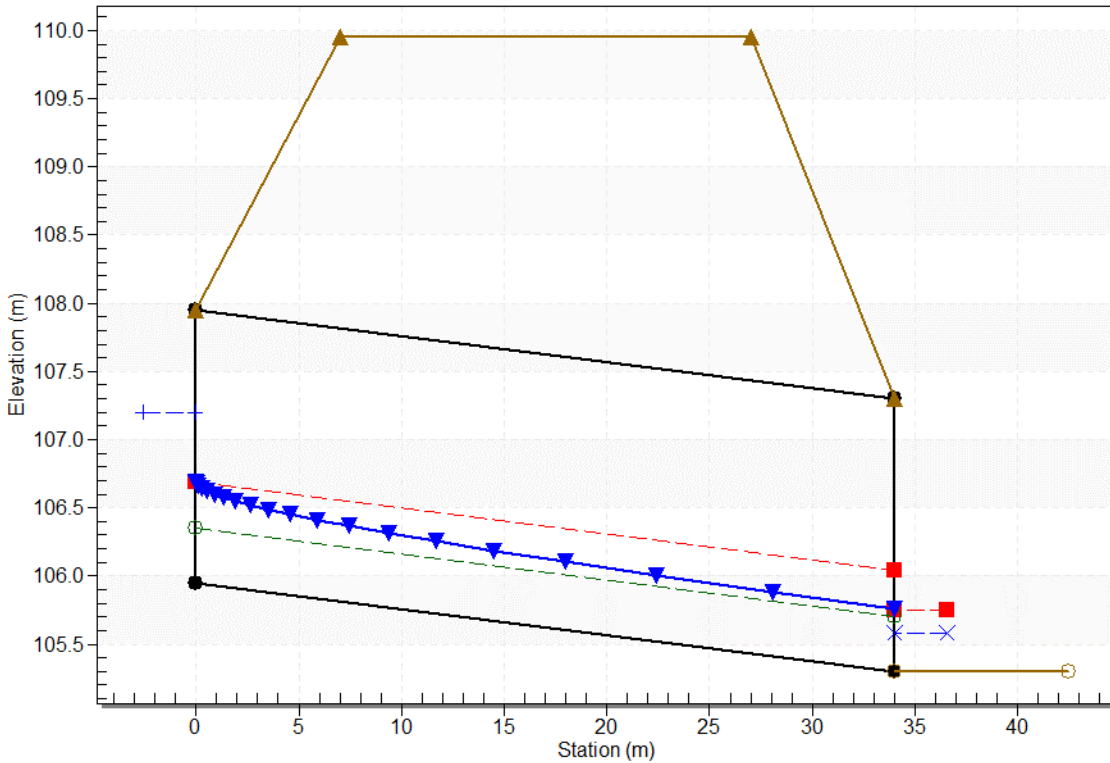
Culvert Slope: 0.0191

### Culvert Performance Curve Plot: 5+075



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 5+075

Crossing - TM\_06, Design Discharge - 4.00 cms  
Culvert - 5+075, Culvert Discharge - 4.00 cms



### Site Data - 5+075

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 105.95 m

Outlet Station: 34.00 m

Outlet Elevation: 105.30 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 5+075

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_06

Table 18 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_06)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	105.42	0.12	2.02	94.34	1.88
1.50	105.45	0.15	2.35	120.37	1.95
2.00	105.48	0.18	2.62	143.10	2.00
2.50	105.51	0.21	2.85	163.65	2.04
3.00	105.53	0.23	3.04	182.60	2.07
3.50	105.56	0.26	3.22	200.34	2.09
4.00	105.58	0.28	3.38	217.06	2.12
4.50	105.60	0.30	3.52	232.97	2.13
5.00	105.62	0.32	3.66	248.17	2.15
5.50	105.64	0.34	3.79	262.76	2.17
6.00	105.65	0.35	3.90	276.82	2.18

### Tailwater Channel Data - TM\_06

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0800

Channel Manning's n: 0.0330

Channel Invert Elevation: 105.30 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_06

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 109.95 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 20.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

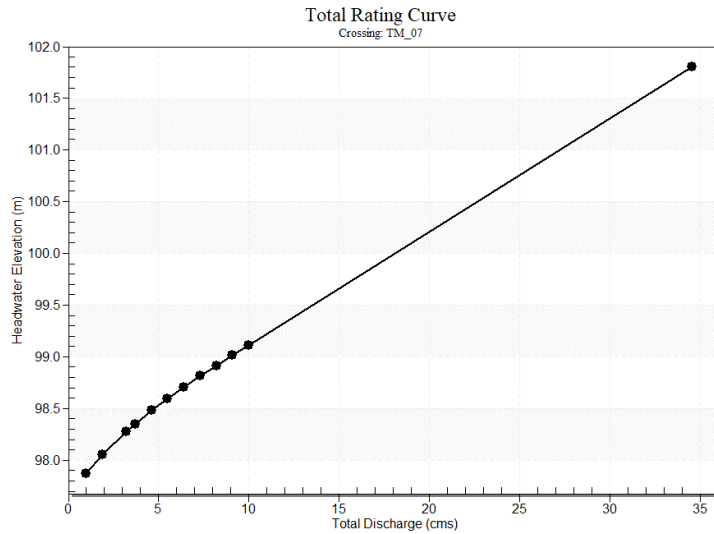
Design Flow: 3.20 cms

Maximum Flow: 10.00 cms

**Table 19 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_07**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	5+350 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
97.87	1.00	1.00	0.00	1
98.06	1.90	1.90	0.00	1
98.28	3.20	3.20	0.00	1
98.35	3.70	3.70	0.00	1
98.48	4.60	4.60	0.00	1
98.60	5.50	5.50	0.00	1
98.71	6.40	6.40	0.00	1
98.81	7.30	7.30	0.00	1
98.92	8.20	8.20	0.00	1
99.01	9.10	9.10	0.00	1
99.11	10.00	10.00	0.00	1
101.50	29.98	29.98	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_07



## Culvert Data: 5+350

Table 20 - Culvert Summary Table: 5+350

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	97.87	0.34	0.0*	1-S2n	0.12	0.20	0.12	0.11	2.34	1.70
1.90 cms	1.90 cms	98.06	0.53	0.0*	1-S2n	0.18	0.31	0.19	0.17	2.91	2.18
3.20 cms	3.20 cms	98.28	0.75	0.0*	1-S2n	0.25	0.44	0.27	0.23	3.42	2.65
3.70 cms	3.70 cms	98.35	0.82	0.0*	1-S2n	0.28	0.48	0.30	0.25	3.58	2.79
4.60 cms	4.60 cms	98.48	0.95	0.0*	1-S2n	0.32	0.56	0.34	0.29	3.82	3.03
5.50 cms	5.50 cms	98.60	1.07	0.056	1-S2n	0.36	0.63	0.39	0.32	4.02	3.23
6.40 cms	6.40 cms	98.71	1.18	0.142	1-S2n	0.40	0.70	0.44	0.35	4.19	3.41
7.30 cms	7.30 cms	98.81	1.28	0.229	1-S2n	0.43	0.76	0.48	0.38	4.33	3.58
8.20 cms	8.20 cms	98.92	1.39	0.315	1-S2n	0.47	0.82	0.53	0.41	4.46	3.73
9.10 cms	9.10 cms	99.01	1.48	0.403	1-S2n	0.50	0.88	0.57	0.43	4.58	3.87
10.00 cms	10.00 cms	99.11	1.58	0.491	1-S2n	0.53	0.94	0.61	0.46	4.69	4.00

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

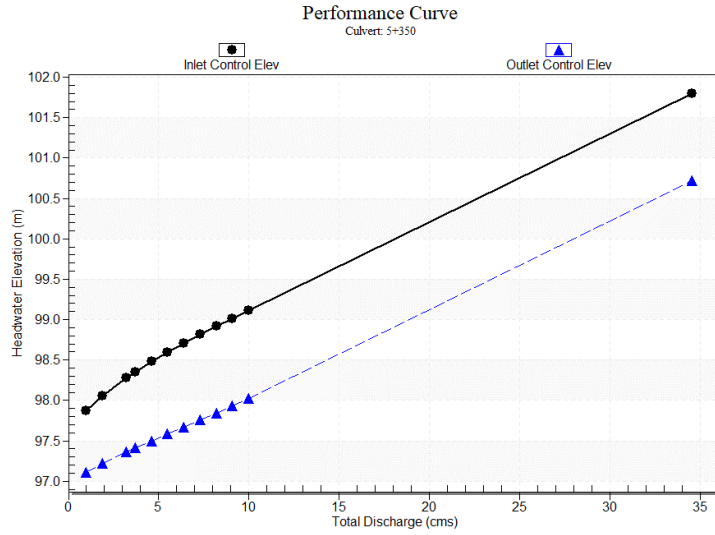
Inlet Elevation (invert): 97.53 m,

Outlet Elevation (invert): 96.90 m

Culvert Length: 46.00 m,

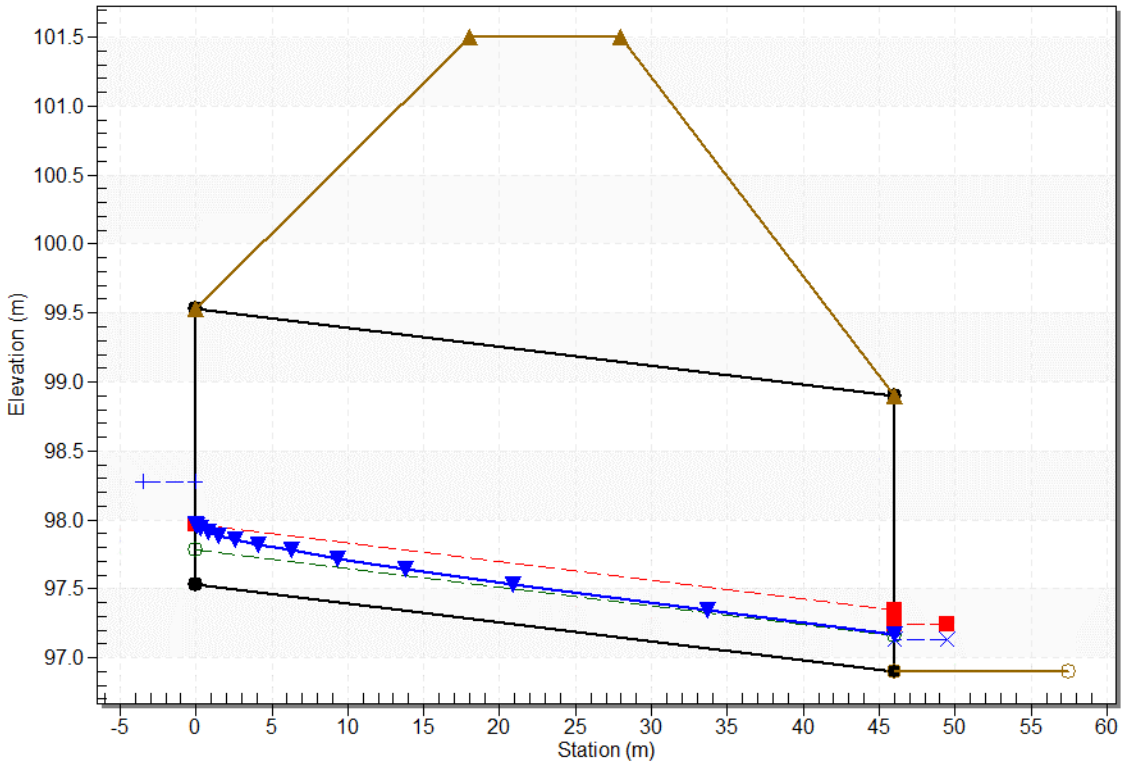
Culvert Slope: 0.0137

### Culvert Performance Curve Plot: 5+350



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 5+350

Crossing - TM\_07, Design Discharge - 3.20 cms  
Culvert - 5+350, Culvert Discharge - 3.20 cms



### Site Data - 5+350

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 97.53 m

Outlet Station: 46.00 m

Outlet Elevation: 96.90 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 5+350

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3500.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_07

Table 21 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_07)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	97.01	0.11	1.70	154.22	1.62
1.90	97.07	0.17	2.18	226.81	1.72
3.20	97.13	0.23	2.65	310.32	1.80
3.70	97.15	0.25	2.79	338.63	1.82
4.60	97.19	0.29	3.03	385.96	1.85
5.50	97.22	0.32	3.23	429.74	1.88
6.40	97.25	0.35	3.41	470.68	1.90
7.30	97.28	0.38	3.58	509.37	1.92
8.20	97.31	0.41	3.73	546.13	1.94
9.10	97.33	0.43	3.87	581.32	1.95
10.00	97.36	0.46	4.00	615.14	1.96

### Tailwater Channel Data - TM\_07

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.1370

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 96.90 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_07

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 101.50 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

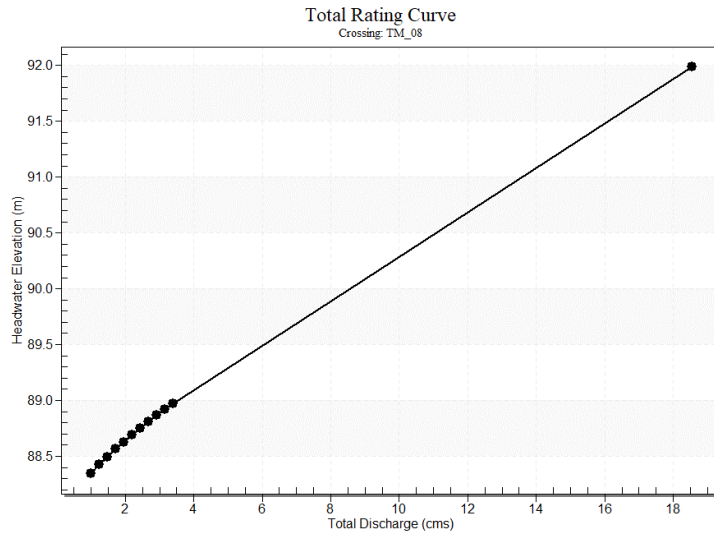
Design Flow: 3.40 cms

Maximum Flow: 3.40 cms

**Table 22 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_08**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	5+560 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
88.35	1.00	1.00	0.00	1
88.42	1.24	1.24	0.00	1
88.50	1.48	1.48	0.00	1
88.56	1.72	1.72	0.00	1
88.63	1.96	1.96	0.00	1
88.69	2.20	2.20	0.00	1
88.75	2.44	2.44	0.00	1
88.81	2.68	2.68	0.00	1
88.87	2.92	2.92	0.00	1
88.92	3.16	3.16	0.00	1
88.97	3.40	3.40	0.00	1
91.85	17.25	17.25	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_08



## Culvert Data: 5+560

Table 23 - Culvert Summary Table: 5+560

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	88.35	0.50	0.0*	1-S2n	0.20	0.29	0.20	0.15	2.55	1.56
1.24 cms	1.24 cms	88.42	0.57	0.0*	1-S2n	0.23	0.34	0.23	0.18	2.75	1.69
1.48 cms	1.48 cms	88.50	0.65	0.0*	1-S2n	0.25	0.38	0.25	0.20	2.92	1.80
1.72 cms	1.72 cms	88.56	0.71	0.0*	1-S2n	0.28	0.42	0.28	0.21	3.08	1.91
1.96 cms	1.96 cms	88.63	0.78	0.0*	1-S2n	0.31	0.46	0.31	0.23	3.21	2.00
2.20 cms	2.20 cms	88.69	0.84	0.0*	1-S2n	0.33	0.50	0.33	0.25	3.32	2.09
2.44 cms	2.44 cms	88.75	0.90	0.0*	1-S2n	0.35	0.53	0.36	0.26	3.39	2.17
2.68 cms	2.68 cms	88.81	0.96	0.0*	1-S2n	0.38	0.57	0.38	0.28	3.48	2.24
2.92 cms	2.92 cms	88.87	1.02	0.0*	1-S2n	0.40	0.60	0.40	0.29	3.62	2.31
3.16 cms	3.16 cms	88.92	1.07	0.0*	1-S2n	0.42	0.63	0.43	0.31	3.67	2.38
3.40 cms	3.40 cms	88.97	1.12	0.0*	1-S2n	0.44	0.67	0.45	0.32	3.76	2.44

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

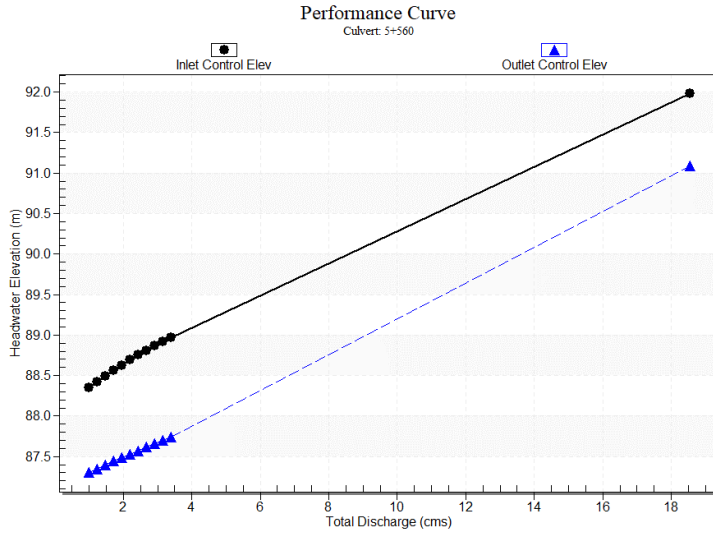
Inlet Elevation (invert): 87.85 m,

Outlet Elevation (invert): 87.00 m

Culvert Length: 53.01 m,

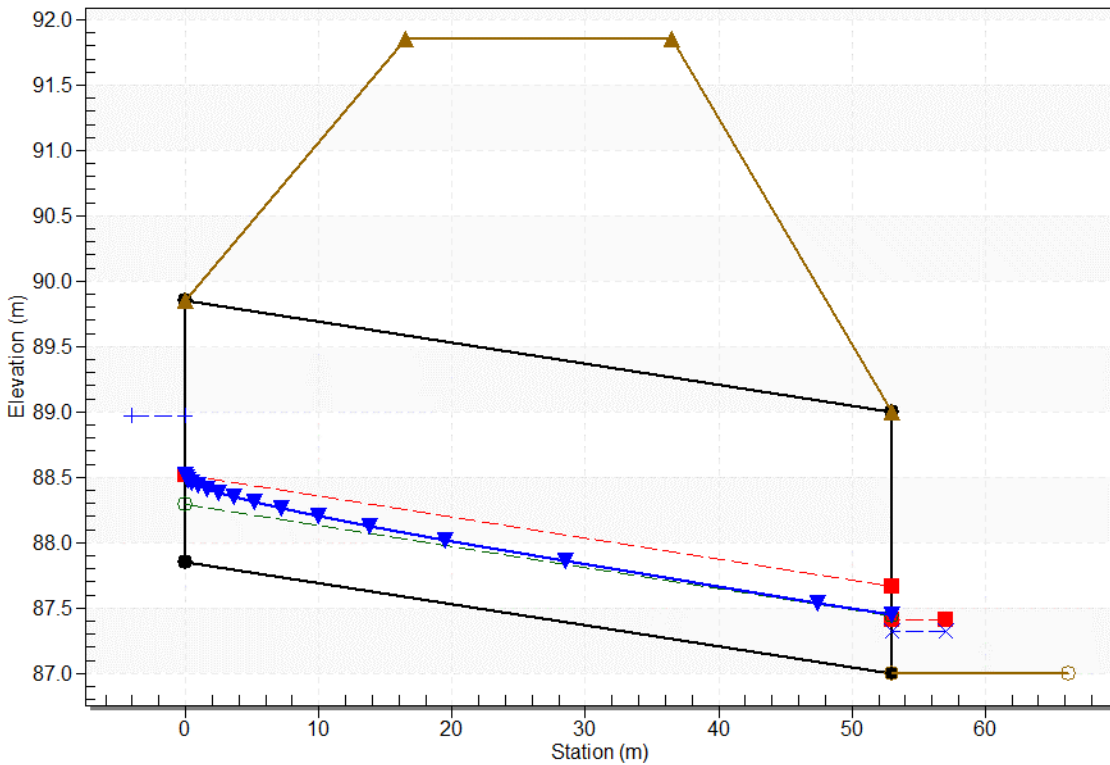
Culvert Slope: 0.0160

### Culvert Performance Curve Plot: 5+560



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 5+560

Crossing - TM\_08, Design Discharge - 3.40 cms  
Culvert - 5+560, Culvert Discharge - 3.40 cms



### Site Data - 5+560

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 87.85 m

Outlet Station: 53.00 m

Outlet Elevation: 87.00 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 5+560

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0150

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_08

Table 24 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_08)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	87.15	0.15	1.56	121.11	1.29
1.24	87.18	0.18	1.69	137.82	1.31
1.48	87.20	0.20	1.80	153.29	1.33
1.72	87.21	0.21	1.91	167.81	1.35
1.96	87.23	0.23	2.00	181.49	1.36
2.20	87.25	0.25	2.09	194.53	1.38
2.44	87.26	0.26	2.17	207.02	1.39
2.68	87.28	0.28	2.24	219.03	1.40
2.92	87.29	0.29	2.31	230.61	1.41
3.16	87.31	0.31	2.38	241.78	1.42
3.40	87.32	0.32	2.44	252.65	1.42

### Tailwater Channel Data - TM\_08

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0800

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 87.00 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_08

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 91.85 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 20.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

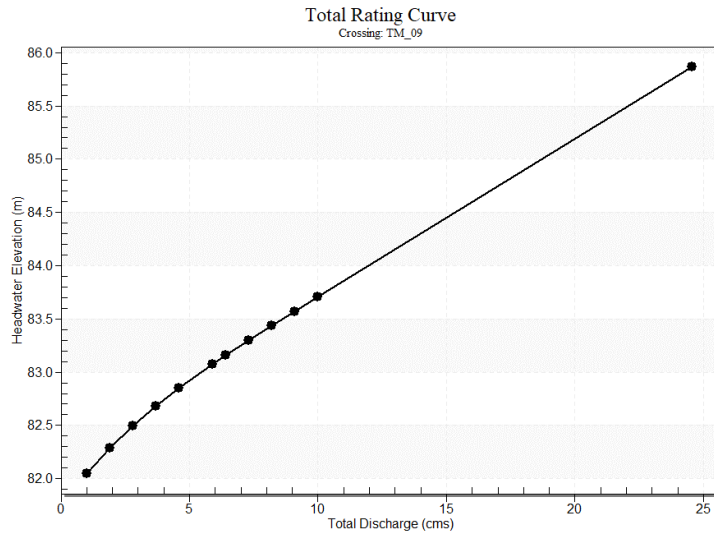
Design Flow: 5.90 cms

Maximum Flow: 10.00 cms

**Table 25 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_09**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	5+690 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
82.05	1.00	1.00	0.00	1
82.29	1.90	1.90	0.00	1
82.49	2.80	2.80	0.00	1
82.68	3.70	3.70	0.00	1
82.85	4.60	4.60	0.00	1
83.08	5.90	5.90	0.00	1
83.16	6.40	6.40	0.00	1
83.30	7.30	7.30	0.00	1
83.44	8.20	8.20	0.00	1
83.57	9.10	9.10	0.00	1
83.70	10.00	10.00	0.00	1
85.60	21.06	21.06	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_09



## Culvert Data: 5+690

Table 26 - Culvert Summary Table: 5+690

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	82.05	0.45	0.0*	1-S2n	0.15	0.29	0.15	0.13	3.34	1.84
1.90 cms	1.90 cms	82.29	0.69	0.0*	1-S2n	0.23	0.45	0.24	0.19	4.01	2.34
2.80 cms	2.80 cms	82.49	0.89	0.0*	1-S2n	0.29	0.58	0.31	0.24	4.49	2.70
3.70 cms	3.70 cms	82.68	1.08	0.0*	1-S2n	0.35	0.70	0.38	0.29	4.81	2.99
4.60 cms	4.60 cms	82.85	1.25	0.0*	1-S2n	0.41	0.81	0.45	0.33	5.06	3.23
5.90 cms	5.90 cms	83.08	1.48	0.030	1-S2n	0.48	0.96	0.55	0.38	5.35	3.53
6.40 cms	6.40 cms	83.16	1.56	0.113	1-S2n	0.51	1.01	0.59	0.40	5.45	3.63
7.30 cms	7.30 cms	83.30	1.70	0.266	1-S2n	0.56	1.11	0.65	0.43	5.60	3.80
8.20 cms	8.20 cms	83.44	1.84	0.423	1-S2n	0.61	1.20	0.71	0.46	5.74	3.95
9.10 cms	9.10 cms	83.57	1.97	0.584	1-S2n	0.65	1.28	0.78	0.49	5.86	4.09
10.00 cms	10.00 cms	83.70	2.10	0.751	5-S2n	0.70	1.37	0.84	0.52	5.98	4.23

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

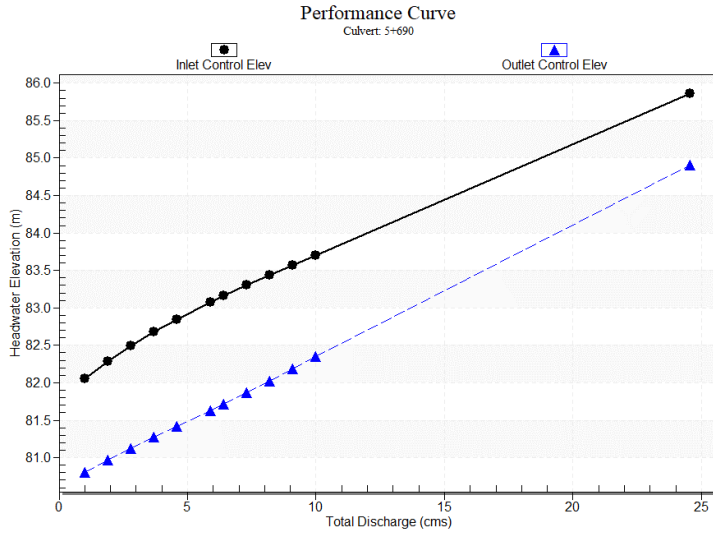
Inlet Elevation (invert): 81.60 m,

Outlet Elevation (invert): 80.50 m

Culvert Length: 45.81 m,

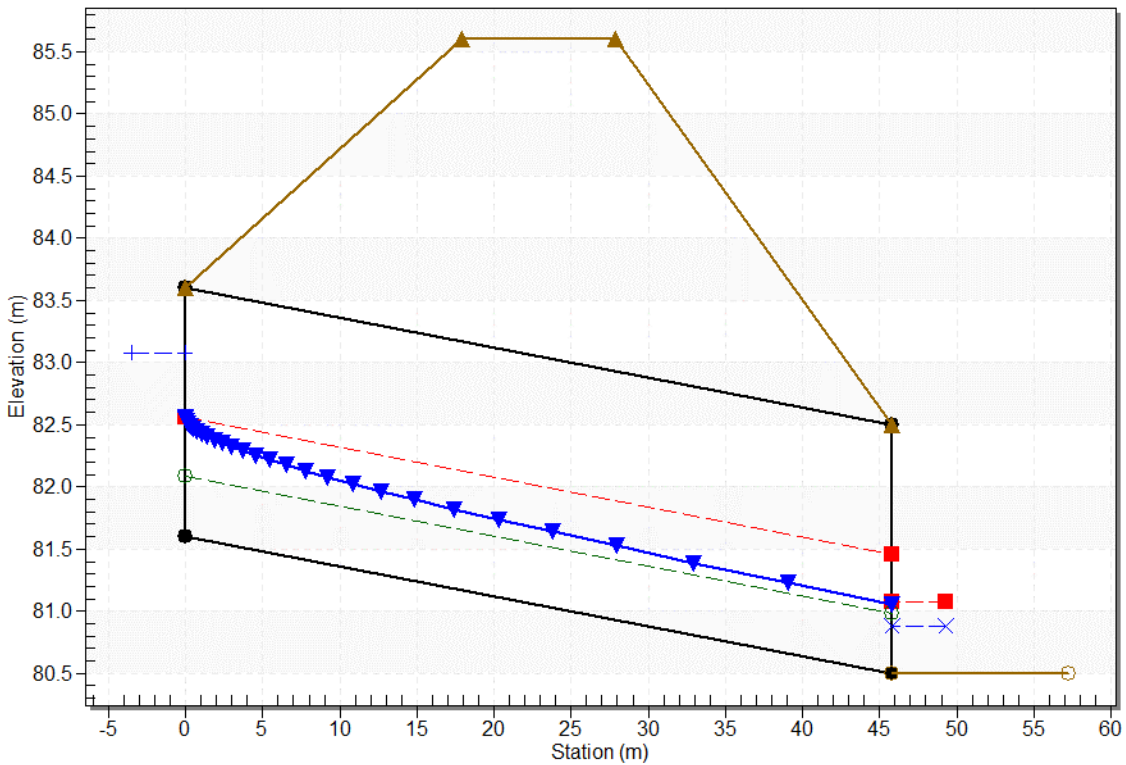
Culvert Slope: 0.0240

### Culvert Performance Curve Plot: 5+690



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 5+690

Crossing - TM\_09, Design Discharge - 5.90 cms  
Culvert - 5+690, Culvert Discharge - 5.90 cms



### Site Data - 5+690

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 81.60 m

Outlet Station: 45.80 m

Outlet Elevation: 80.50 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 5+690

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: 1.5:1 Bevel (18-34° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_09

Table 27 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_09)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	80.63	0.13	1.84	253.84	1.65
1.90	80.69	0.19	2.34	373.36	1.74
2.80	80.74	0.24	2.70	471.30	1.80
3.70	80.79	0.29	2.99	557.21	1.84
4.60	80.83	0.33	3.23	634.95	1.87
5.90	80.88	0.38	3.53	737.07	1.90
6.40	80.90	0.40	3.63	773.88	1.91
7.30	80.93	0.43	3.80	837.20	1.93
8.20	80.96	0.46	3.95	897.45	1.94
9.10	80.99	0.49	4.09	954.95	1.96
10.00	81.02	0.52	4.23	1010.15	1.97

### Tailwater Channel Data - TM\_09

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.1970

Channel Manning's n: 0.0600

Channel Invert Elevation: 80.50 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_09

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 85.60 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 3.00 cms

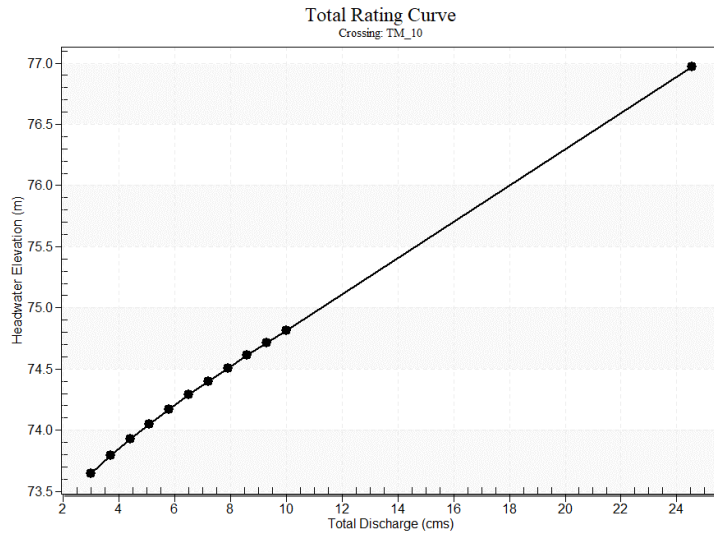
Design Flow: 5.80 cms

Maximum Flow: 10.00 cms

**Table 28 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_10**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	6+090 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
73.65	3.00	3.00	0.00	1
73.79	3.70	3.70	0.00	1
73.92	4.40	4.40	0.00	1
74.05	5.10	5.10	0.00	1
74.17	5.80	5.80	0.00	1
74.29	6.50	6.50	0.00	1
74.40	7.20	7.20	0.00	1
74.51	7.90	7.90	0.00	1
74.61	8.60	8.60	0.00	1
74.71	9.30	9.30	0.00	1
74.82	10.00	10.00	0.00	1
76.70	21.01	21.01	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_10



## Culvert Data: 6+090

Table 29 - Culvert Summary Table: 6+090

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
3.00 cms	3.00 cms	73.65	0.95	0.253	1-S2n	0.39	0.61	0.42	0.31	3.55	1.83
3.70 cms	3.70 cms	73.79	1.09	0.367	1-S2n	0.45	0.70	0.49	0.35	3.75	1.97
4.40 cms	4.40 cms	73.92	1.22	0.479	1-S2n	0.51	0.79	0.56	0.39	3.92	2.10
5.10 cms	5.10 cms	74.05	1.35	0.592	1-S2n	0.56	0.87	0.63	0.42	4.07	2.21
5.80 cms	5.80 cms	74.17	1.47	0.705	1-S2n	0.62	0.95	0.69	0.46	4.20	2.32
6.50 cms	6.50 cms	74.29	1.59	0.819	1-S2n	0.67	1.02	0.75	0.49	4.32	2.41
7.20 cms	7.20 cms	74.40	1.70	0.936	1-S2n	0.72	1.10	0.81	0.52	4.43	2.50
7.90 cms	7.90 cms	74.51	1.81	1.055	1-S2n	0.77	1.17	0.87	0.55	4.53	2.58
8.60 cms	8.60 cms	74.61	1.91	1.176	1-S2n	0.82	1.24	0.93	0.58	4.62	2.66
9.30 cms	9.30 cms	74.71	2.01	1.300	5-S2n	0.87	1.30	0.99	0.61	4.71	2.73
10.00 cms	10.00 cms	74.82	2.12	1.426	5-S2n	0.91	1.37	1.04	0.64	4.79	2.79

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

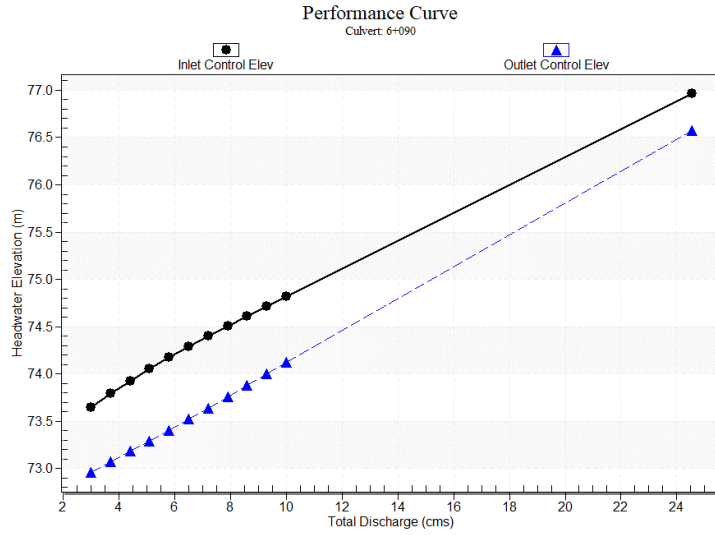
Inlet Elevation (invert): 72.70 m,

Outlet Elevation (invert): 72.30 m

Culvert Length: 34.80 m,

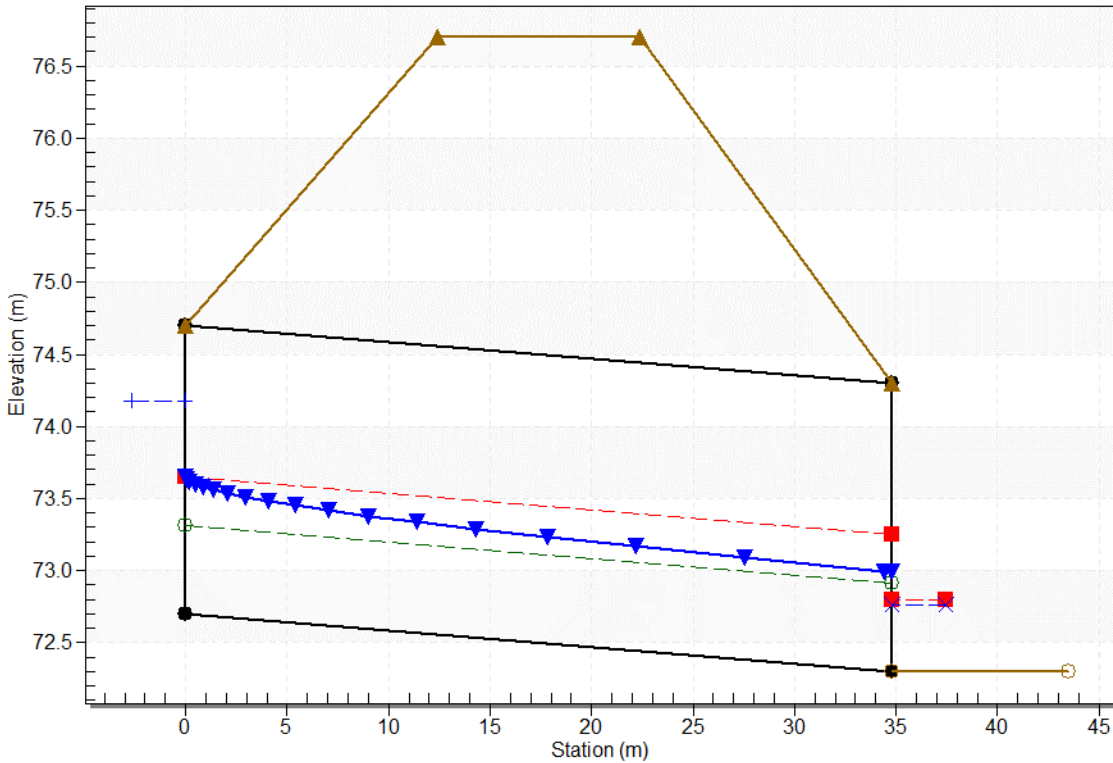
Culvert Slope: 0.0115

### Culvert Performance Curve Plot: 6+090



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 6+090

Crossing - TM\_10, Design Discharge - 5.80 cms  
Culvert - 6+090, Culvert Discharge - 5.80 cms



### Site Data - 6+090

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 72.70 m

Outlet Station: 34.80 m

Outlet Elevation: 72.30 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 6+090

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: 1.5:1 Bevel (18-34° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_10

Table 30 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_10)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
3.00	72.61	0.31	1.83	60.53	1.08
3.70	72.65	0.35	1.97	68.66	1.10
4.40	72.69	0.39	2.10	76.18	1.11
5.10	72.72	0.42	2.21	83.23	1.13
5.80	72.76	0.46	2.32	89.90	1.14
6.50	72.79	0.49	2.41	96.25	1.15
7.20	72.82	0.52	2.50	102.32	1.15
7.90	72.85	0.55	2.58	108.16	1.16
8.60	72.88	0.58	2.66	113.78	1.17
9.30	72.91	0.61	2.73	119.22	1.18
10.00	72.94	0.64	2.79	124.49	1.18

### Tailwater Channel Data - TM\_10

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0330

Channel Invert Elevation: 72.30 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_10

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 76.70 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

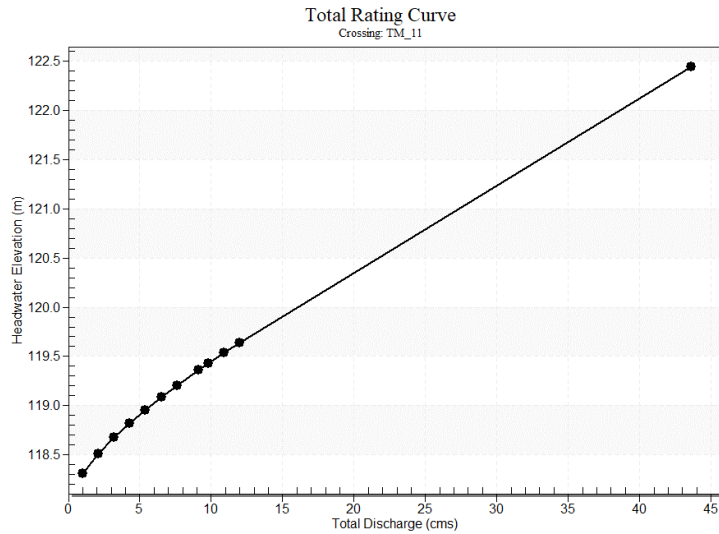
Design Flow: 9.10 cms

Maximum Flow: 12.00 cms

**Table 31 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_11**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	9+817 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
118.31	1.00	1.00	0.00	1
118.51	2.10	2.10	0.00	1
118.67	3.20	3.20	0.00	1
118.82	4.30	4.30	0.00	1
118.96	5.40	5.40	0.00	1
119.08	6.50	6.50	0.00	1
119.20	7.60	7.60	0.00	1
119.36	9.10	9.10	0.00	1
119.43	9.80	9.80	0.00	1
119.53	10.90	10.90	0.00	1
119.63	12.00	12.00	0.00	1
122.10	37.65	37.65	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_11



## Culvert Data: 9+817

Table 32 - Culvert Summary Table: 9+817

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	118.31	0.31	0.0*	1-S2n	0.11	0.20	0.11	0.16	2.69	1.21
2.10 cms	2.10 cms	118.51	0.51	0.0*	1-S2n	0.17	0.33	0.17	0.25	3.43	1.60
3.20 cms	3.20 cms	118.67	0.67	0.0*	1-S2n	0.22	0.44	0.22	0.32	4.17	1.86
4.30 cms	4.30 cms	118.82	0.82	0.0*	1-S2n	0.26	0.54	0.28	0.39	4.44	2.07
5.40 cms	5.40 cms	118.96	0.96	0.0*	1-S2n	0.31	0.62	0.33	0.44	4.72	2.24
6.50 cms	6.50 cms	119.08	1.08	0.0*	1-S2n	0.34	0.71	0.37	0.49	4.97	2.40
7.60 cms	7.60 cms	119.20	1.20	0.0*	1-S2n	0.38	0.78	0.42	0.54	5.18	2.53
9.10 cms	9.10 cms	119.36	1.36	0.0*	1-S2n	0.43	0.88	0.48	0.60	5.41	2.69
9.80 cms	9.80 cms	119.43	1.43	0.0*	1-S2n	0.45	0.93	0.51	0.63	5.50	2.76
10.90 cms	10.90 cms	119.53	1.53	0.0*	1-S2n	0.48	1.00	0.55	0.67	5.64	2.86
12.00 cms	12.00 cms	119.63	1.63	0.035	1-S2n	0.51	1.06	0.59	0.71	5.77	2.95

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

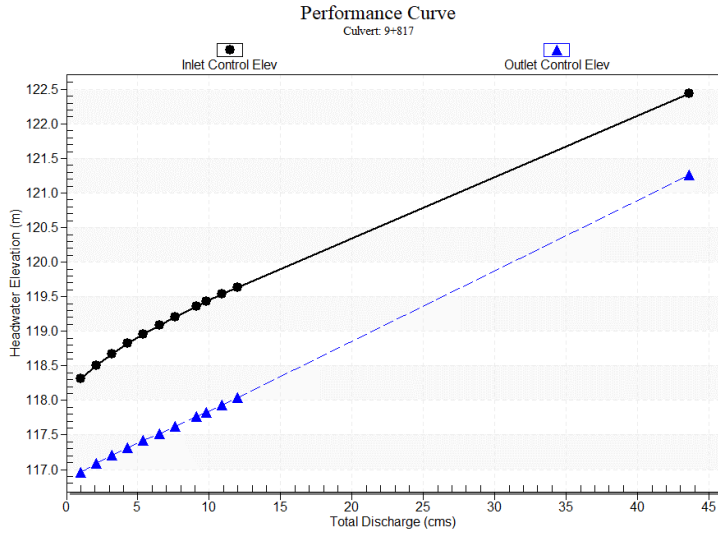
Inlet Elevation (invert): 118.00 m,

Outlet Elevation (invert): 116.75 m

Culvert Length: 57.01 m,

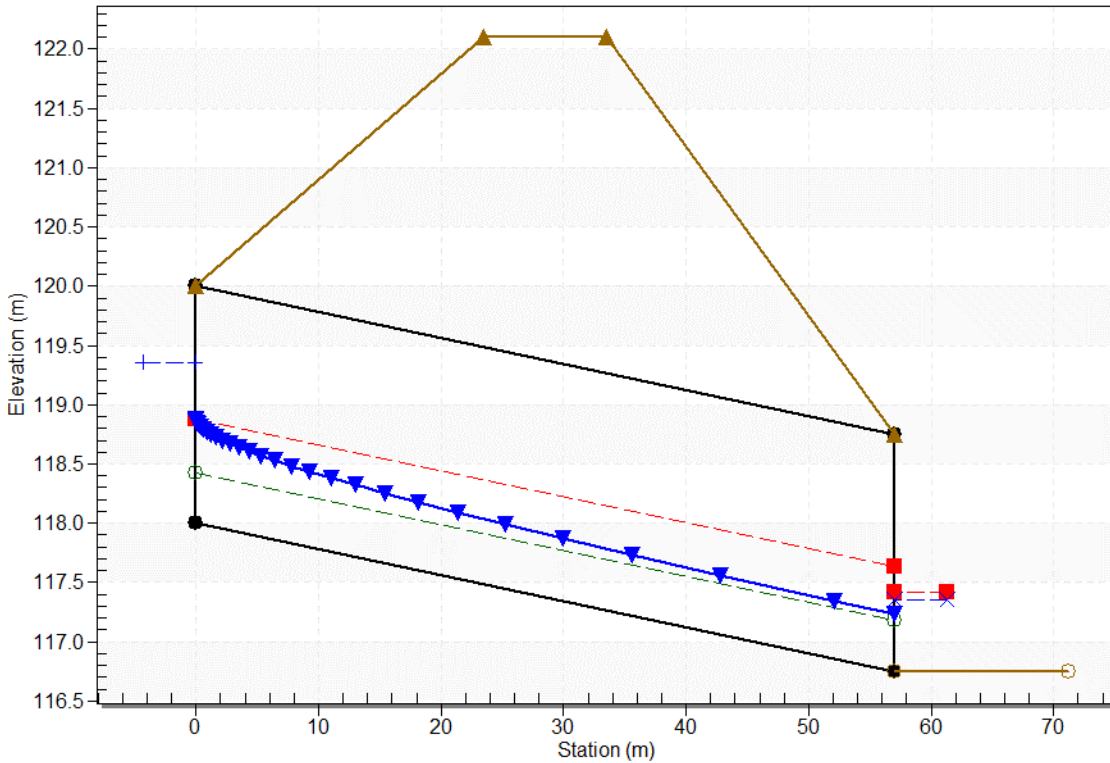
Culvert Slope: 0.0219

### Culvert Performance Curve Plot: 9+817



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 9+817

Crossing - TM\_11, Design Discharge - 9.10 cms  
Culvert - 9+817, Culvert Discharge - 9.10 cms



### Site Data - 9+817

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 118.00 m

Outlet Station: 57.00 m

Outlet Elevation: 116.75 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 9+817

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3500.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: 1.5:1 Bevel (18-34° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_11

Table 33 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_11)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	116.91	0.16	1.21	70.80	0.98
2.10	117.00	0.25	1.60	110.58	1.04
3.20	117.07	0.32	1.86	142.44	1.08
4.30	117.14	0.39	2.07	170.08	1.10
5.40	117.19	0.44	2.24	194.97	1.12
6.50	117.24	0.49	2.40	217.87	1.14
7.60	117.29	0.54	2.53	239.23	1.15
9.10	117.35	0.60	2.69	266.38	1.16
9.80	117.38	0.63	2.76	278.43	1.17
10.90	117.42	0.67	2.86	296.62	1.18
12.00	117.46	0.71	2.95	314.08	1.18

### Tailwater Channel Data - TM\_11

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0450

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 116.75 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_11

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 122.10 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0.50 cms

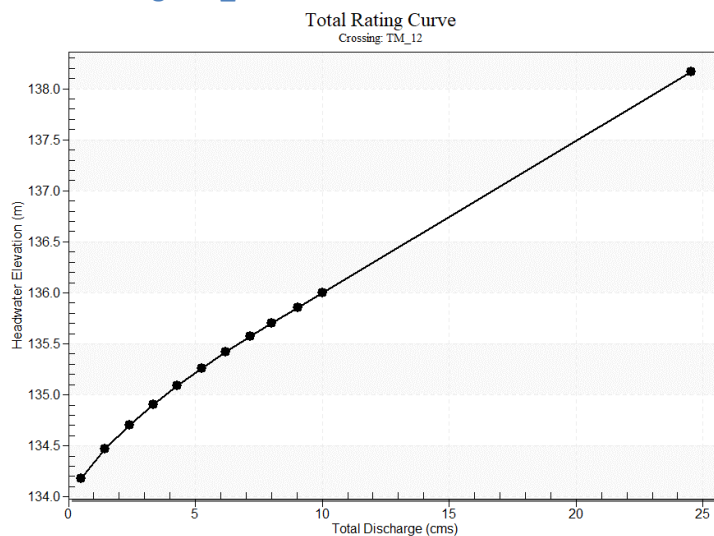
Design Flow: 8.00 cms

Maximum Flow: 10.00 cms

**Table 34 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_12**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	11+000 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
134.18	0.50	0.50	0.00	1
134.47	1.45	1.45	0.00	1
134.70	2.40	2.40	0.00	1
134.90	3.35	3.35	0.00	1
135.09	4.30	4.30	0.00	1
135.26	5.25	5.25	0.00	1
135.42	6.20	6.20	0.00	1
135.57	7.15	7.15	0.00	1
135.70	8.00	8.00	0.00	1
135.86	9.05	9.05	0.00	1
136.00	10.00	10.00	0.00	1
137.90	21.09	21.09	0.00	Overtopping

### Rating Curve Plot for Crossing: TM\_12



## Culvert Data: 11+000

**Table 35 - Culvert Summary Table: 11+000**

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.50 cms	0.50 cms	134.18	0.28	0.0*	1-S2n	0.01	0.19	0.06	0.09	4.53	1.76
1.45 cms	1.45 cms	134.47	0.57	0.0*	1-S2n	0.03	0.38	0.14	0.17	5.06	2.62
2.40 cms	2.40 cms	134.70	0.80	0.0*	1-S2n	0.05	0.53	0.22	0.24	5.35	3.14
3.35 cms	3.35 cms	134.90	1.00	0.0*	1-S2n	0.06	0.66	0.30	0.29	5.57	3.53
4.30 cms	4.30 cms	135.09	1.19	0.0*	1-S2n	0.07	0.78	0.37	0.33	5.75	3.85
5.25 cms	5.25 cms	135.26	1.36	0.094	1-S2n	0.08	0.89	0.44	0.38	5.92	4.12
6.20 cms	6.20 cms	135.42	1.52	0.240	1-S2n	0.09	0.99	0.51	0.42	6.06	4.36
7.15 cms	7.15 cms	135.57	1.67	0.388	1-S2n	0.10	1.09	0.58	0.45	6.20	4.57
8.00 cms	8.00 cms	135.70	1.80	0.522	1-S2n	0.11	1.18	0.63	0.48	6.31	4.74
9.05 cms	9.05 cms	135.86	1.96	0.691	1-S2n	0.12	1.28	0.70	0.52	6.43	4.94
10.00 cms	10.00 cms	136.00	2.10	0.848	5-S2n	0.12	1.37	0.76	0.55	6.54	5.10

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

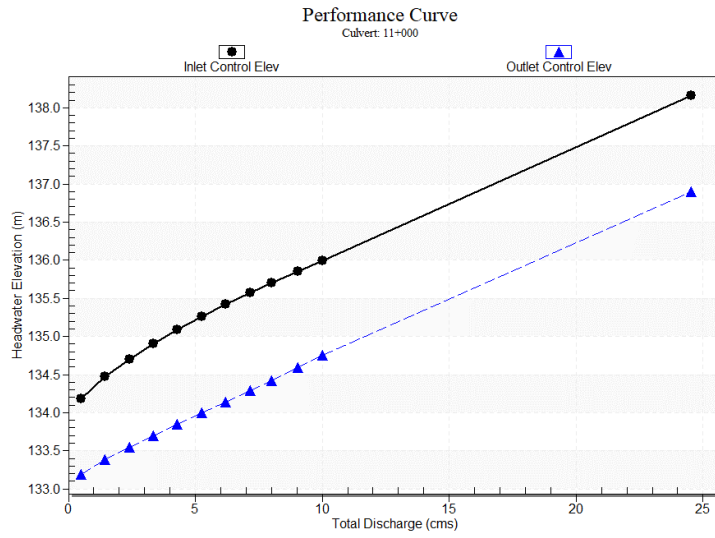
Inlet Elevation (invert): 133.90 m,

Outlet Elevation (invert): 133.00 m

Culvert Length: 29.51 m,

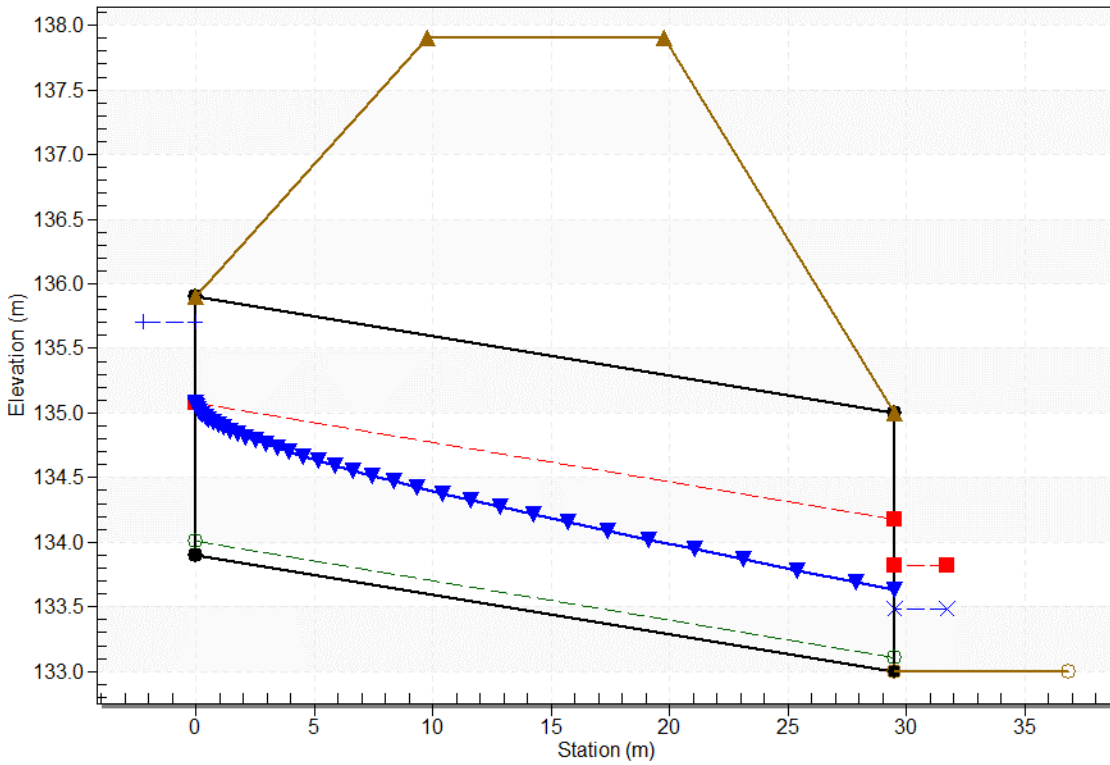
Culvert Slope: 0.0305

### Culvert Performance Curve Plot: 11+000



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 11+000

Crossing - TM\_12, Design Discharge - 8.00 cms  
Culvert - 11+000, Culvert Discharge - 8.00 cms



### Site Data - 11+000

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 133.90 m



Outlet Station: 29.50 m

Outlet Elevation: 133.00 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 11+000

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0010

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: 1.5:1 Bevel (18-34° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_12

Table 36 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_12)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
0.50	133.09	0.09	1.76	180.29	1.88
1.45	133.17	0.17	2.62	341.85	2.06
2.40	133.24	0.24	3.14	462.71	2.14
3.35	133.29	0.29	3.53	565.05	2.19
4.30	133.33	0.33	3.85	656.01	2.23
5.25	133.38	0.38	4.12	739.05	2.26
6.20	133.42	0.42	4.36	815.93	2.29
7.15	133.45	0.45	4.57	887.99	2.31
8.00	133.48	0.48	4.74	949.17	2.32
9.05	133.52	0.52	4.94	1020.92	2.34
10.00	133.55	0.55	5.10	1082.82	2.35

### Tailwater Channel Data - TM\_12

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.2000

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 133.00 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_12

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 137.90 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

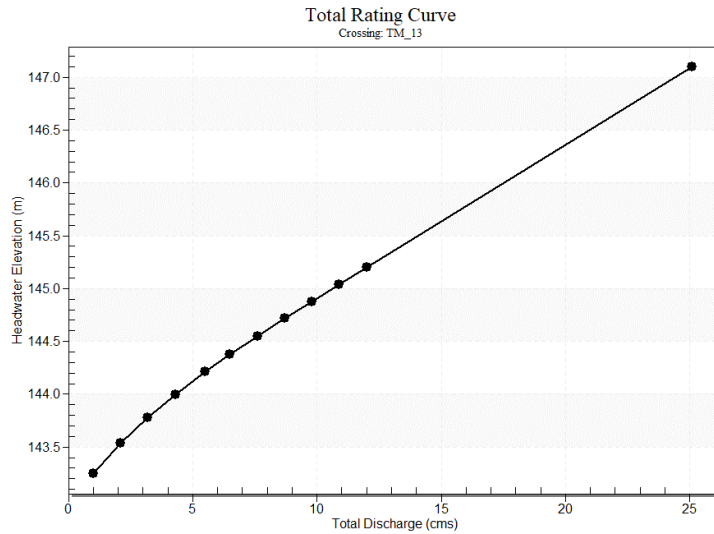
Design Flow: 5.50 cms

Maximum Flow: 12.00 cms

**Table 37 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_13**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	11+350 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
143.25	1.00	1.00	0.00	1
143.54	2.10	2.10	0.00	1
143.78	3.20	3.20	0.00	1
144.00	4.30	4.30	0.00	1
144.21	5.50	5.50	0.00	1
144.38	6.50	6.50	0.00	1
144.55	7.60	7.60	0.00	1
144.72	8.70	8.70	0.00	1
144.88	9.80	9.80	0.00	1
145.04	10.90	10.90	0.00	1
145.20	12.00	12.00	0.00	1
146.80	21.05	21.05	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_13



## Culvert Data: 11+350

Table 38 - Culvert Summary Table: 11+350

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	143.25	0.45	0.0*	1-S2n	0.16	0.29	0.17	0.12	3.01	1.68
2.10 cms	2.10 cms	143.54	0.74	0.0*	1-S2n	0.25	0.48	0.28	0.18	3.76	2.22
3.20 cms	3.20 cms	143.78	0.98	0.085	1-S2n	0.33	0.64	0.38	0.23	4.17	2.60
4.30 cms	4.30 cms	144.00	1.20	0.261	1-S2n	0.41	0.78	0.48	0.28	4.46	2.90
5.50 cms	5.50 cms	144.21	1.41	0.452	1-S2n	0.48	0.92	0.58	0.33	4.72	3.18
6.50 cms	6.50 cms	144.38	1.58	0.614	1-S2n	0.54	1.02	0.66	0.36	4.89	3.37
7.60 cms	7.60 cms	144.55	1.75	0.796	1-S2n	0.61	1.14	0.75	0.39	5.06	3.57
8.70 cms	8.70 cms	144.72	1.92	0.983	1-S2n	0.67	1.24	0.83	0.43	5.22	3.74
9.80 cms	9.80 cms	144.88	2.08	1.177	5-S2n	0.73	1.35	0.92	0.46	5.35	3.90
10.90 cms	10.90 cms	145.04	2.24	1.378	5-S2n	0.78	1.45	0.99	0.49	5.48	4.05
12.00 cms	12.00 cms	145.20	2.40	1.815	5-S2n	0.84	1.54	1.07	0.52	5.60	4.19

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

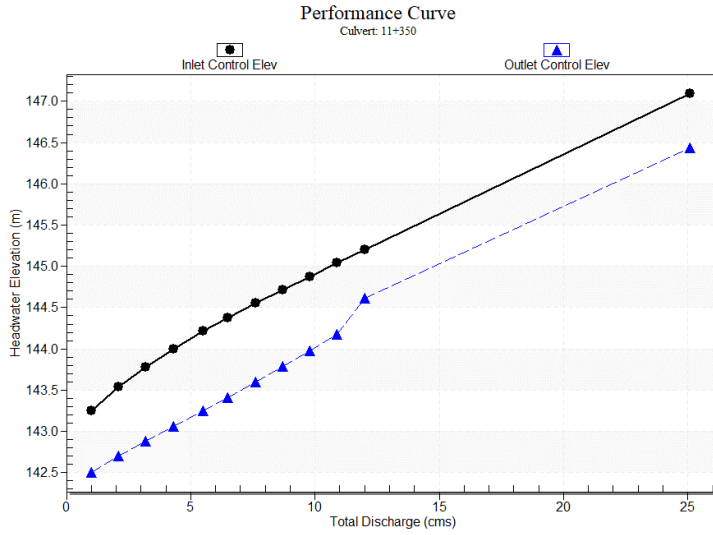
Inlet Elevation (invert): 142.80 m,

Outlet Elevation (invert): 142.20 m

Culvert Length: 29.01 m,

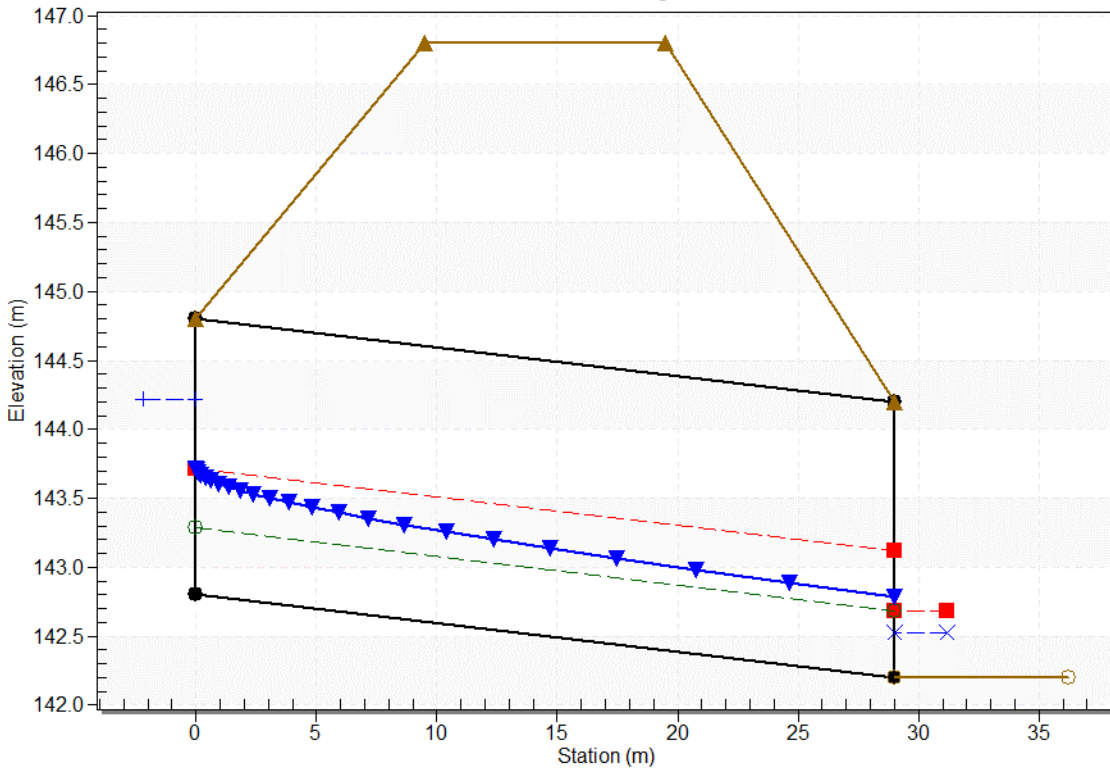
Culvert Slope: 0.0207

### Culvert Performance Curve Plot: 11+350



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 11+350

Crossing - TM\_13, Design Discharge - 5.50 cms  
Culvert - 11+350, Culvert Discharge - 5.50 cms



### Site Data - 11+350

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 142.80 m

Outlet Station: 29.00 m

Outlet Elevation: 142.20 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 11+350

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: 1.5:1 Bevel (18-34° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_13

Table 39 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_13)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	142.32	0.12	1.68	148.66	1.58
2.10	142.38	0.18	2.22	232.19	1.69
3.20	142.43	0.23	2.60	299.18	1.75
4.30	142.48	0.28	2.90	357.28	1.80
5.50	142.53	0.33	3.18	414.24	1.83
6.50	142.56	0.36	3.37	457.94	1.86
7.60	142.59	0.39	3.57	503.01	1.88
8.70	142.63	0.43	3.74	545.48	1.90
9.80	142.66	0.46	3.90	585.81	1.91
10.90	142.69	0.49	4.05	624.33	1.93
12.00	142.72	0.52	4.19	661.31	1.94

### Tailwater Channel Data - TM\_13

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.1300

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 142.20 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_13

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 146.80 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 4.00 cms

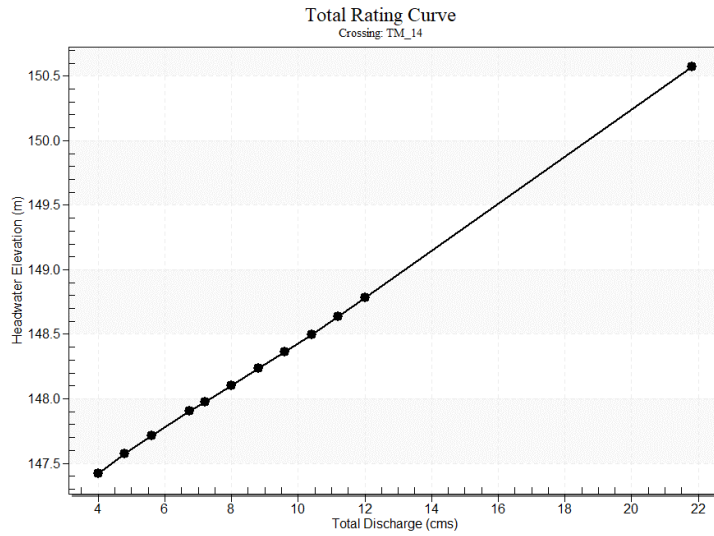
Design Flow: 6.75 cms

Maximum Flow: 12.00 cms

**Table 40 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_14**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	11+490 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
147.42	4.00	4.00	0.00	1
147.57	4.80	4.80	0.00	1
147.71	5.60	5.60	0.00	1
147.90	6.75	6.75	0.00	1
147.98	7.20	7.20	0.00	1
148.10	8.00	8.00	0.00	1
148.23	8.80	8.80	0.00	1
148.36	9.60	9.60	0.00	1
148.50	10.40	10.40	0.00	1
148.64	11.20	11.20	0.00	1
148.78	12.00	12.00	0.00	1
150.30	18.54	18.54	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_14



## Culvert Data: 11+490

Table 41 - Culvert Summary Table: 11+490

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
4.00 cms	4.00 cms	147.42	1.12	0.124	1-S2n	0.38	0.74	0.44	0.27	4.53	2.83
4.80 cms	4.80 cms	147.57	1.27	0.257	1-S2n	0.43	0.84	0.51	0.30	4.71	3.02
5.60 cms	5.60 cms	147.71	1.41	0.390	1-S2n	0.48	0.93	0.57	0.33	4.88	3.20
6.75 cms	6.75 cms	147.90	1.60	0.587	1-S2n	0.55	1.05	0.66	0.37	5.08	3.42
7.20 cms	7.20 cms	147.98	1.68	0.666	1-S2n	0.57	1.10	0.70	0.38	5.15	3.50
8.00 cms	8.00 cms	148.10	1.80	0.808	1-S2n	0.62	1.18	0.76	0.41	5.27	3.63
8.80 cms	8.80 cms	148.23	1.93	0.955	1-S2n	0.66	1.25	0.82	0.43	5.38	3.76
9.60 cms	9.60 cms	148.36	2.06	1.106	5-S2n	0.70	1.33	0.88	0.45	5.48	3.88
10.40 cms	10.40 cms	148.50	2.20	1.262	5-S2n	0.74	1.40	0.93	0.48	5.58	3.99
11.20 cms	11.20 cms	148.64	2.34	1.423	5-S2n	0.78	1.47	0.99	0.50	5.66	4.09
12.00 cms	12.00 cms	148.78	2.48	1.817	5-S2n	0.82	1.54	1.04	0.52	5.75	4.19

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

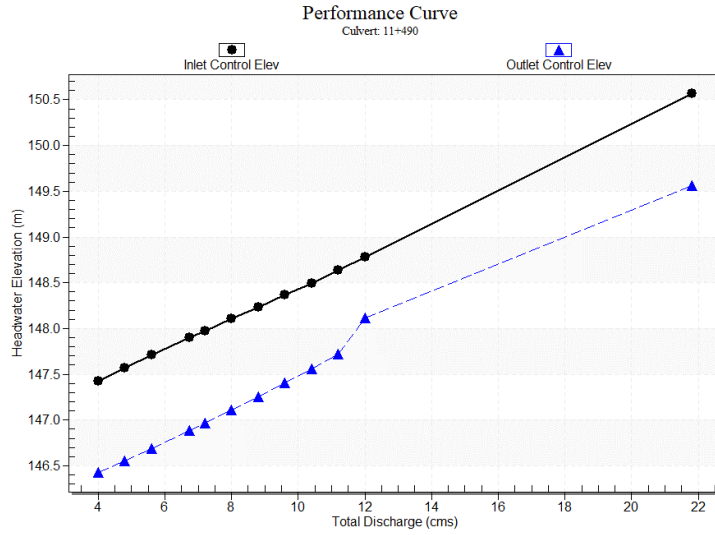
Inlet Elevation (invert): 146.30 m,

Outlet Elevation (invert): 145.60 m

Culvert Length: 32.01 m,

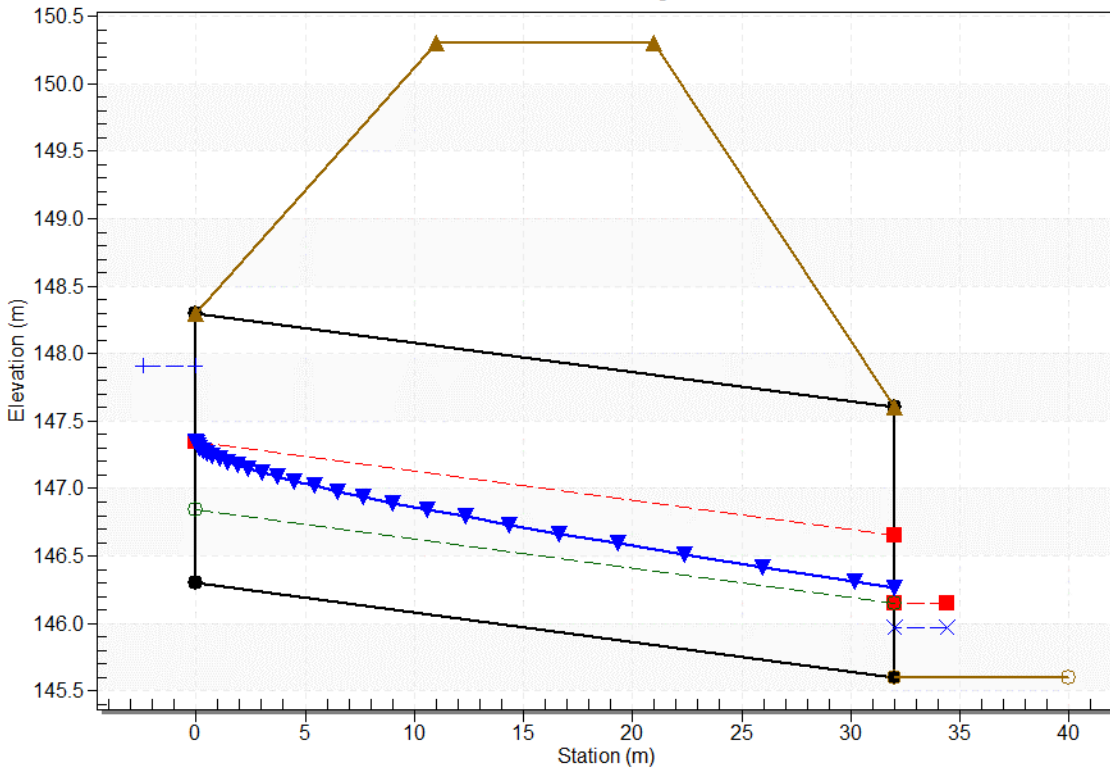
Culvert Slope: 0.0219

### Culvert Performance Curve Plot: 11+490



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 11+490

Crossing - TM\_14, Design Discharge - 6.75 cms  
Culvert - 11+490, Culvert Discharge - 6.75 cms



### Site Data - 11+490

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 146.30 m

Outlet Station: 32.00 m

Outlet Elevation: 145.60 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 11+490

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (30-75° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_14

Table 42 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_14)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
4.00	145.87	0.27	2.83	342.07	1.79
4.80	145.90	0.30	3.02	381.72	1.81
5.60	145.93	0.33	3.20	418.75	1.83
6.75	145.97	0.37	3.42	468.45	1.86
7.20	145.98	0.38	3.50	486.94	1.87
8.00	146.01	0.41	3.63	518.71	1.89
8.80	146.03	0.43	3.76	549.23	1.90
9.60	146.05	0.45	3.88	578.62	1.91
10.40	146.08	0.48	3.99	607.05	1.92
11.20	146.10	0.50	4.09	634.58	1.93
12.00	146.12	0.52	4.19	661.31	1.94

### Tailwater Channel Data - TM\_14

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.1300

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 145.60 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_14

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 150.30 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

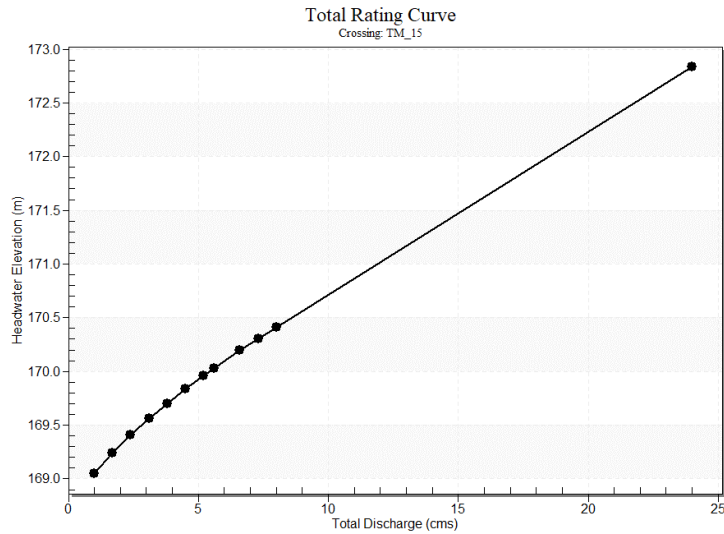
Design Flow: 5.60 cms

Maximum Flow: 8.00 cms

**Table 43 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_15**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	11+970 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
169.05	1.00	1.00	0.00	1
169.24	1.70	1.70	0.00	1
169.41	2.40	2.40	0.00	1
169.56	3.10	3.10	0.00	1
169.70	3.80	3.80	0.00	1
169.83	4.50	4.50	0.00	1
169.96	5.20	5.20	0.00	1
170.03	5.60	5.60	0.00	1
170.19	6.60	6.60	0.00	1
170.30	7.30	7.30	0.00	1
170.41	8.00	8.00	0.00	1
172.60	21.05	21.05	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_15



## Culvert Data: 11+970

Table 44 - Culvert Summary Table: 11+970

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	169.05	0.45	0.0*	1-S2n	0.17	0.29	0.18	0.25	2.84	0.75
1.70 cms	1.70 cms	169.24	0.64	0.0*	1-S2n	0.24	0.42	0.26	0.35	3.32	0.92
2.40 cms	2.40 cms	169.41	0.81	0.004	1-S2n	0.30	0.53	0.33	0.43	3.66	1.04
3.10 cms	3.10 cms	169.56	0.96	0.120	1-S2n	0.36	0.63	0.40	0.50	3.91	1.13
3.80 cms	3.80 cms	169.70	1.10	0.233	1-S2n	0.41	0.72	0.46	0.56	4.11	1.22
4.50 cms	4.50 cms	169.83	1.23	0.346	1-S2n	0.46	0.80	0.53	0.62	4.28	1.29
5.20 cms	5.20 cms	169.96	1.36	0.458	1-S2n	0.51	0.88	0.59	0.68	4.43	1.35
5.60 cms	5.60 cms	170.03	1.43	0.523	1-S2n	0.54	0.93	0.62	0.71	4.51	1.39
6.60 cms	6.60 cms	170.19	1.59	0.686	1-S2n	0.61	1.04	0.70	0.78	4.68	1.46
7.30 cms	7.30 cms	170.30	1.70	0.803	1-S2n	0.65	1.11	0.76	0.83	4.79	1.51
8.00 cms	8.00 cms	170.41	1.81	0.923	1-S2n	0.70	1.18	0.82	0.87	4.90	1.56

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

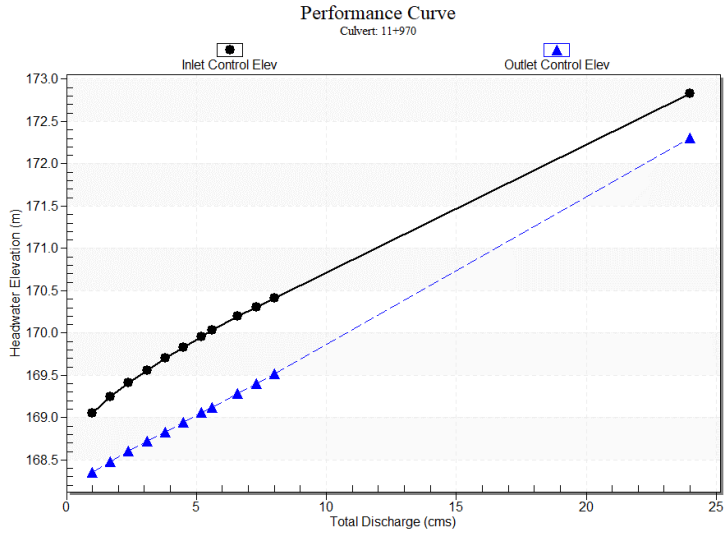
Inlet Elevation (invert): 168.60 m,

Outlet Elevation (invert): 168.05 m

Culvert Length: 26.01 m,

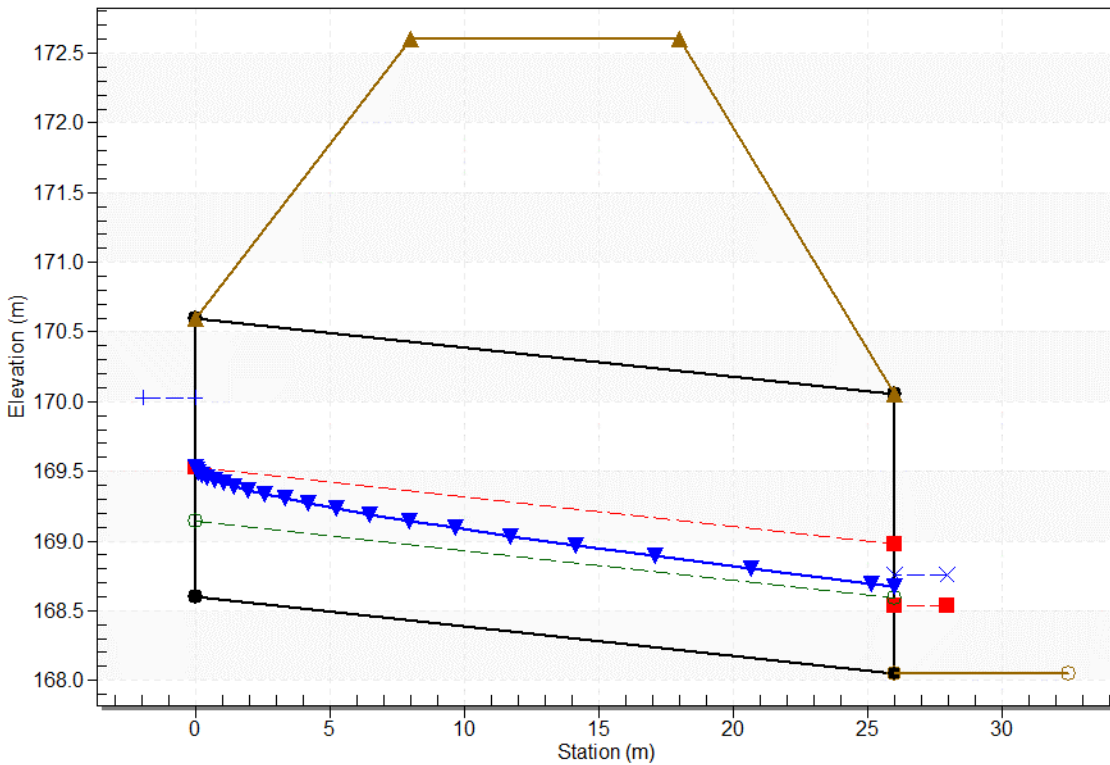
Culvert Slope: 0.0212

### Culvert Performance Curve Plot: 11+970



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 11+970

Crossing - TM\_15, Design Discharge - 5.60 cms  
Culvert - 11+970, Culvert Discharge - 5.60 cms



### Site Data - 11+970

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 168.60 m

Outlet Station: 26.00 m

Outlet Elevation: 168.05 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 11+970

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: 1.5:1 Bevel (18-34° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_15

Table 45 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_15)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	168.30	0.25	0.75	24.72	0.49
1.70	168.40	0.35	0.92	34.01	0.51
2.40	168.48	0.43	1.04	41.82	0.53
3.10	168.55	0.50	1.13	48.75	0.54
3.80	168.61	0.56	1.22	55.07	0.54
4.50	168.67	0.62	1.29	60.91	0.55
5.20	168.73	0.68	1.35	66.39	0.55
5.60	168.76	0.71	1.39	69.38	0.56
6.60	168.83	0.78	1.46	76.48	0.56
7.30	168.88	0.83	1.51	81.19	0.57
8.00	168.92	0.87	1.56	85.70	0.57

### Tailwater Channel Data - TM\_15

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 168.05 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_15

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 172.60 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 5.00 cms

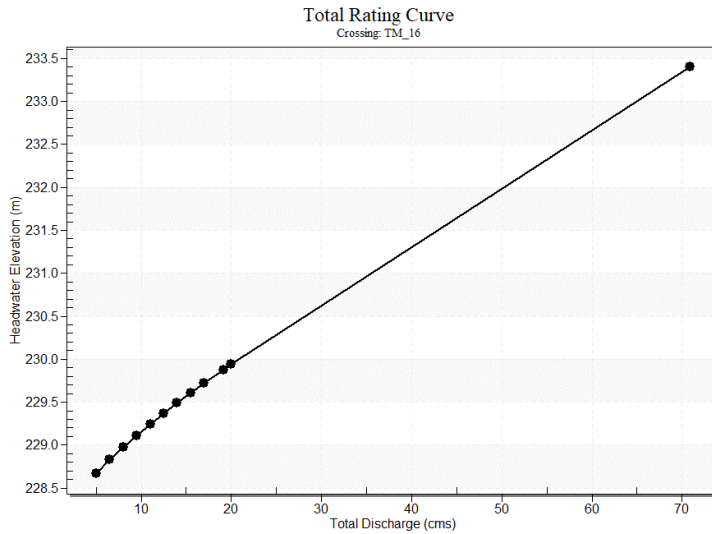
Design Flow: 19.15 cms

Maximum Flow: 20.00 cms

**Table 46 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_16**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	13+130 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
228.67	5.00	5.00	0.00	1
228.83	6.50	6.50	0.00	1
228.97	8.00	8.00	0.00	1
229.11	9.50	9.50	0.00	1
229.24	11.00	11.00	0.00	1
229.36	12.50	12.50	0.00	1
229.49	14.00	14.00	0.00	1
229.61	15.50	15.50	0.00	1
229.72	17.00	17.00	0.00	1
229.88	19.15	19.15	0.00	1
229.94	20.00	20.00	0.00	1
232.85	58.74	58.74	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_16



## Culvert Data: 13+130

Table 47 - Culvert Summary Table: 13+130

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
5.00 cms	5.00 cms	228.67	0.82	0.0*	1-S2n	0.33	0.54	0.34	0.37	3.66	2.14
6.50 cms	6.50 cms	228.83	0.98	0.019	1-S2n	0.39	0.65	0.41	0.43	3.96	2.36
8.00 cms	8.00 cms	228.97	1.12	0.128	1-S2n	0.44	0.74	0.48	0.49	4.20	2.54
9.50 cms	9.50 cms	229.11	1.26	0.232	1-S2n	0.49	0.83	0.54	0.54	4.40	2.70
11.00 cms	11.00 cms	229.24	1.39	0.335	1-S2n	0.54	0.92	0.60	0.59	4.57	2.84
12.50 cms	12.50 cms	229.36	1.51	0.437	1-S2n	0.59	1.00	0.66	0.63	4.73	2.97
14.00 cms	14.00 cms	229.49	1.64	0.537	1-S2n	0.64	1.08	0.72	0.68	4.86	3.09
15.50 cms	15.50 cms	229.61	1.76	0.638	1-S2n	0.68	1.15	0.78	0.72	4.99	3.19
17.00 cms	17.00 cms	229.72	1.87	0.739	1-S2n	0.72	1.23	0.83	0.76	5.11	3.30
19.15 cms	19.15 cms	229.88	2.03	0.884	1-S2n	0.78	1.33	0.91	0.82	5.26	3.43
20.00 cms	20.00 cms	229.94	2.09	0.941	1-S2n	0.81	1.37	0.94	0.84	5.31	3.48

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

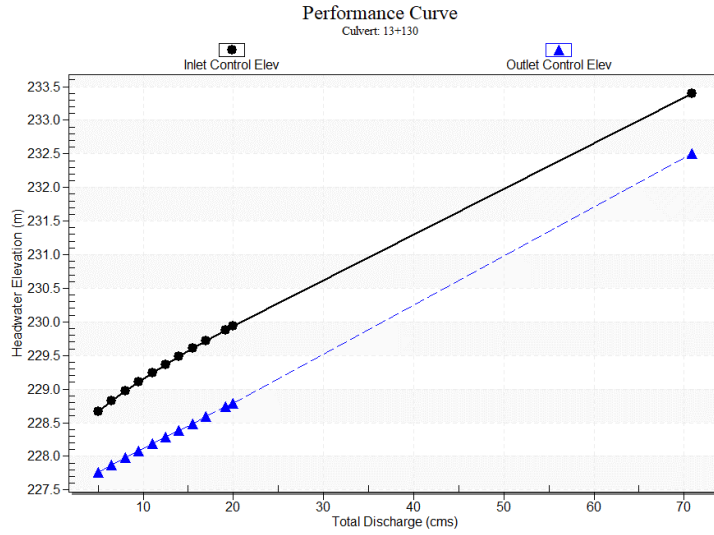
Inlet Elevation (invert): 227.85 m,

Outlet Elevation (invert): 227.20 m

Culvert Length: 41.51 m,

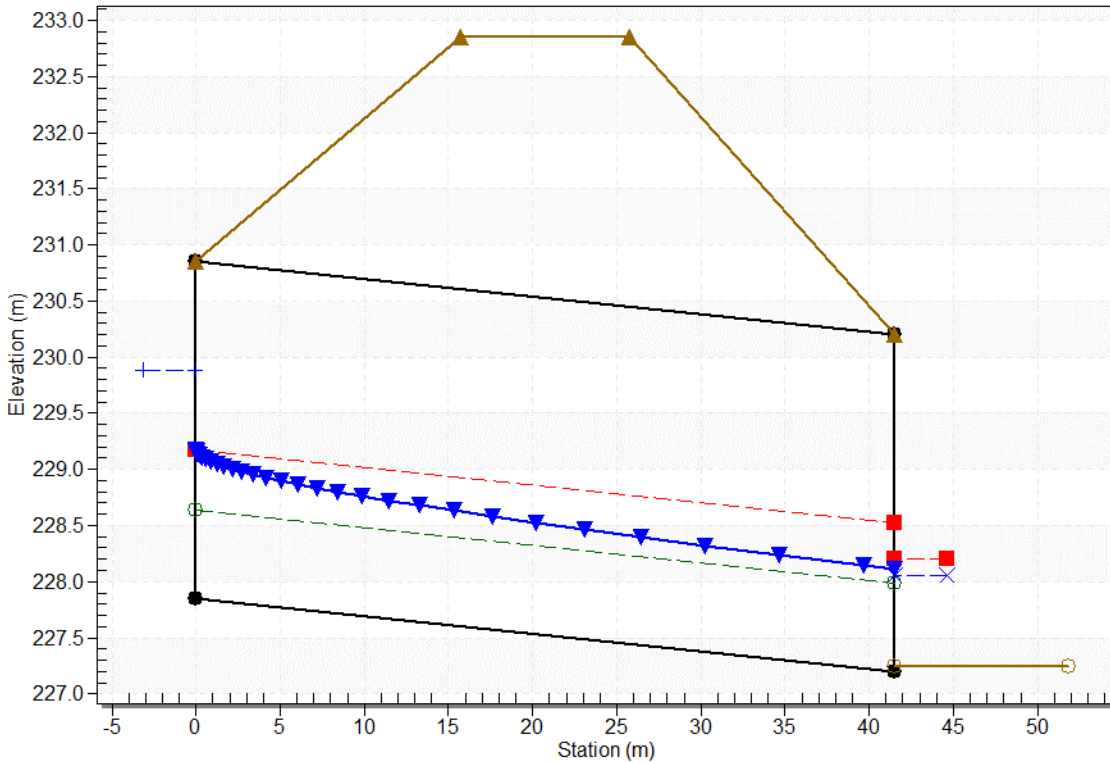
Culvert Slope: 0.0157

### Culvert Performance Curve Plot: 13+130



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 13+130

Crossing - TM\_16, Design Discharge - 19.15 cms  
Culvert - 13+130, Culvert Discharge - 19.15 cms



### Site Data - 13+130

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 227.85 m

Outlet Station: 41.50 m

Outlet Elevation: 227.20 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 13+130

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (30-75° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_16

Table 48 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_16)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
5.00	227.61	0.37	2.14	179.64	1.16
6.50	227.67	0.43	2.36	210.31	1.19
8.00	227.73	0.49	2.54	238.19	1.20
9.50	227.78	0.54	2.70	264.04	1.22
11.00	227.83	0.59	2.84	288.28	1.23
12.50	227.87	0.63	2.97	311.18	1.24
14.00	227.92	0.68	3.09	332.98	1.25
15.50	227.96	0.72	3.19	353.85	1.26
17.00	228.00	0.76	3.30	373.88	1.27
19.15	228.06	0.82	3.43	401.35	1.28
20.00	228.08	0.84	3.48	411.85	1.28

### Tailwater Channel Data - TM\_16

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 6.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 227.24 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_16

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 232.85 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

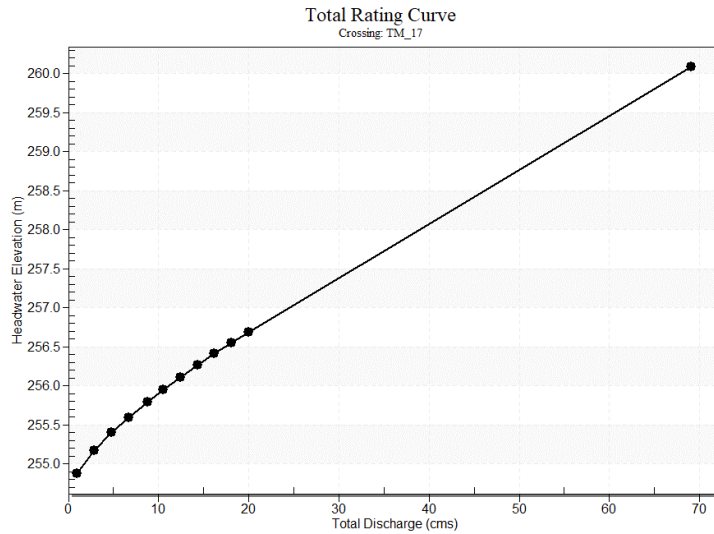
Design Flow: 8.80 cms

Maximum Flow: 20.00 cms

**Table 49 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_17**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	13+750 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
254.88	1.00	1.00	0.00	1
255.17	2.90	2.90	0.00	1
255.40	4.80	4.80	0.00	1
255.60	6.70	6.70	0.00	1
255.80	8.80	8.80	0.00	1
255.95	10.50	10.50	0.00	1
256.11	12.40	12.40	0.00	1
256.26	14.30	14.30	0.00	1
256.41	16.20	16.20	0.00	1
256.55	18.10	18.10	0.00	1
256.69	20.00	20.00	0.00	1
259.60	58.72	58.72	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_17



## Culvert Data: 13+750

Table 50 - Culvert Summary Table: 13+750

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	254.88	0.28	0.0*	1-S2n	0.11	0.19	0.11	0.17	2.32	1.16
2.90 cms	2.90 cms	255.17	0.57	0.0*	1-S2n	0.21	0.38	0.23	0.32	3.19	1.73
4.80 cms	4.80 cms	255.40	0.80	0.040	1-S2n	0.30	0.53	0.33	0.43	3.68	2.07
6.70 cms	6.70 cms	255.60	1.00	0.183	1-S2n	0.37	0.66	0.42	0.52	4.03	2.33
8.80 cms	8.80 cms	255.80	1.20	0.332	1-S2n	0.44	0.79	0.51	0.61	4.31	2.56
10.50 cms	10.50 cms	255.95	1.35	0.448	1-S2n	0.49	0.89	0.58	0.68	4.51	2.71
12.40 cms	12.40 cms	256.11	1.51	0.576	1-S2n	0.55	0.99	0.66	0.75	4.69	2.87
14.30 cms	14.30 cms	256.26	1.66	0.702	1-S2n	0.60	1.09	0.74	0.82	4.85	3.00
16.20 cms	16.20 cms	256.41	1.81	0.828	1-S2n	0.65	1.19	0.81	0.88	5.00	3.13
18.10 cms	18.10 cms	256.55	1.95	0.954	1-S2n	0.70	1.28	0.88	0.94	5.13	3.24
20.00 cms	20.00 cms	256.69	2.09	1.081	1-S2n	0.75	1.37	0.95	1.00	5.26	3.34

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

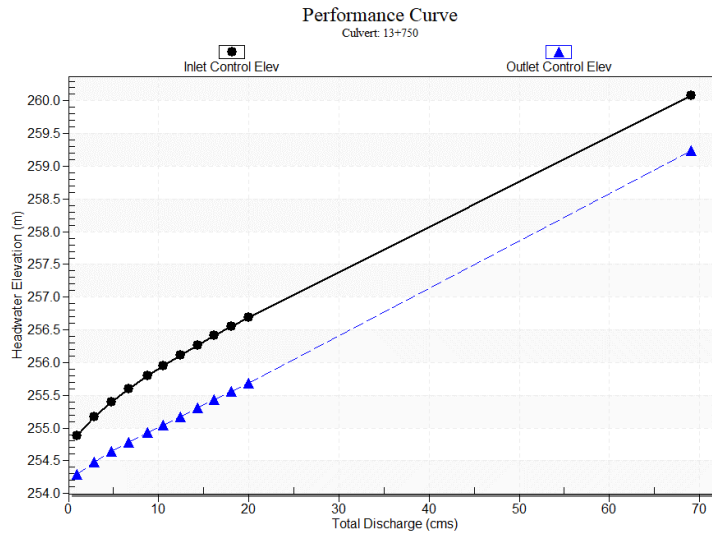
Inlet Elevation (invert): 254.60 m,

Outlet Elevation (invert): 254.10 m

Culvert Length: 35.00 m,

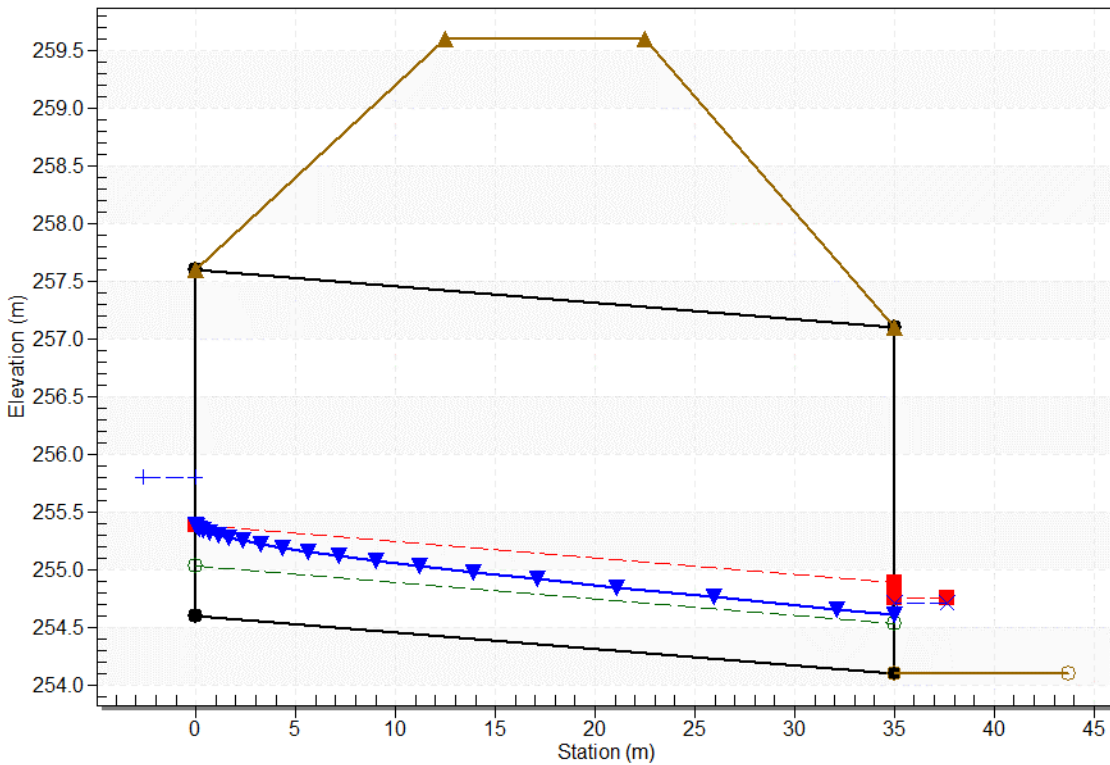
Culvert Slope: 0.0143

### Culvert Performance Curve Plot: 13+750



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 13+750

Crossing - TM\_17, Design Discharge - 8.80 cms  
Culvert - 13+750, Culvert Discharge - 8.80 cms



### Site Data - 13+750

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 254.60 m

Outlet Station: 35.00 m

Outlet Elevation: 254.10 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 13+750

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 4000.00 mm

Barrel Rise: 3000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (30-75° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_17

Table 51 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_17)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	254.27	0.17	1.16	65.19	0.93
2.90	254.42	0.32	1.73	123.63	1.01
4.80	254.53	0.43	2.07	167.29	1.05
6.70	254.62	0.52	2.33	204.27	1.08
8.80	254.71	0.61	2.56	240.40	1.10
10.50	254.78	0.68	2.71	267.07	1.11
12.40	254.85	0.75	2.87	294.81	1.12
14.30	254.92	0.82	3.00	320.78	1.13
16.20	254.98	0.88	3.13	345.32	1.14
18.10	255.04	0.94	3.24	368.65	1.15
20.00	255.10	1.00	3.34	390.93	1.15

### Tailwater Channel Data - TM\_17

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0400

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 254.10 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_17

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 259.60 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 1.00 cms

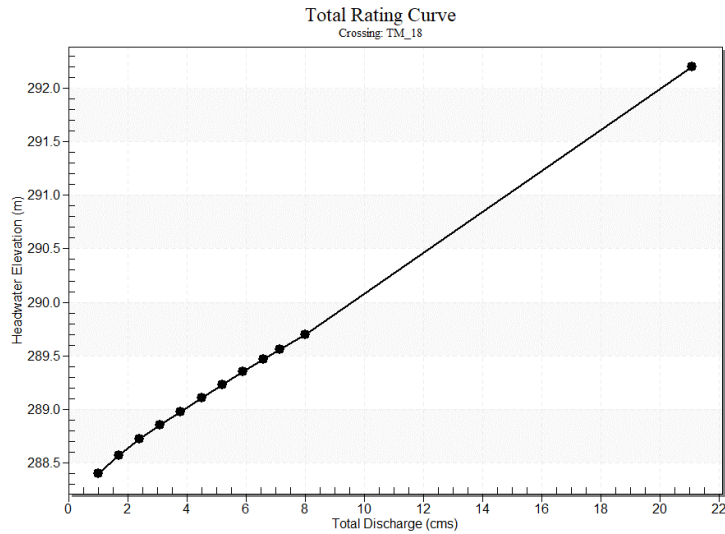
Design Flow: 7.15 cms

Maximum Flow: 8.00 cms

**Table 52 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_18**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	16+120 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
288.40	1.00	1.00	0.00	1
288.57	1.70	1.70	0.00	1
288.72	2.40	2.40	0.00	1
288.85	3.10	3.10	0.00	1
288.98	3.80	3.80	0.00	1
289.11	4.50	4.50	0.00	1
289.23	5.20	5.20	0.00	1
289.35	5.90	5.90	0.00	1
289.47	6.60	6.60	0.00	1
289.56	7.15	7.15	0.00	1
289.69	8.00	8.00	0.00	1
292.00	18.92	18.92	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_18



## Culvert Data: 16+120

Table 53 - Culvert Summary Table: 16+120

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00 cms	1.00 cms	288.40	0.40	0.0*	1-S2n	0.09	0.29	0.09	0.11	5.83	1.75
1.70 cms	1.70 cms	288.57	0.57	0.0*	1-S2n	0.12	0.42	0.14	0.15	5.92	2.15
2.40 cms	2.40 cms	288.72	0.72	0.0*	1-S2n	0.15	0.53	0.19	0.19	6.32	2.45
3.10 cms	3.10 cms	288.85	0.85	0.0*	1-S2n	0.18	0.63	0.24	0.22	6.59	2.69
3.80 cms	3.80 cms	288.98	0.98	0.0*	1-S2n	0.20	0.72	0.28	0.25	6.81	2.90
4.50 cms	4.50 cms	289.11	1.11	0.0*	1-S2n	0.23	0.80	0.32	0.28	6.98	3.09
5.20 cms	5.20 cms	289.23	1.23	0.0*	1-S2n	0.25	0.88	0.36	0.30	7.14	3.26
5.90 cms	5.90 cms	289.35	1.35	0.0*	1-S2n	0.27	0.96	0.41	0.32	7.26	3.41
6.60 cms	6.60 cms	289.47	1.47	0.0*	1-S2n	0.29	1.04	0.45	0.35	7.38	3.55
7.15 cms	7.15 cms	289.56	1.56	0.0*	1-S2n	0.31	1.09	0.48	0.36	7.47	3.66
8.00 cms	8.00 cms	289.69	1.69	0.0*	1-S2n	0.33	1.18	0.53	0.39	7.59	3.81

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

### Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

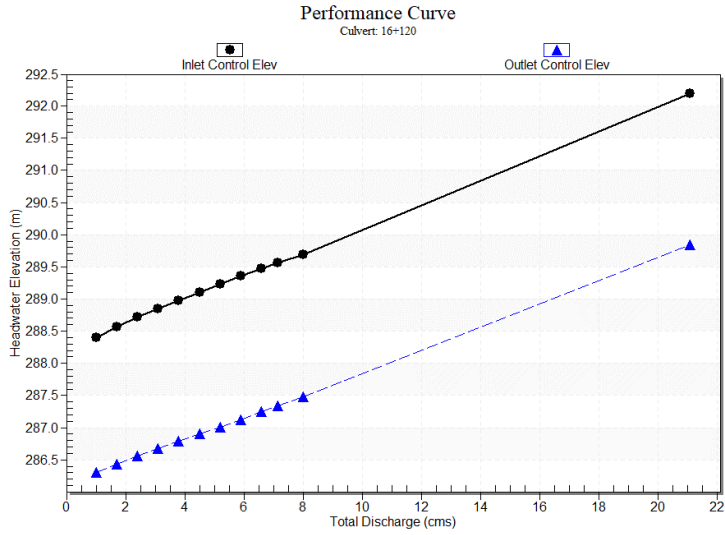
Inlet Elevation (invert): 288.00 m,

Outlet Elevation (invert): 286.00 m

Culvert Length: 15.13 m,

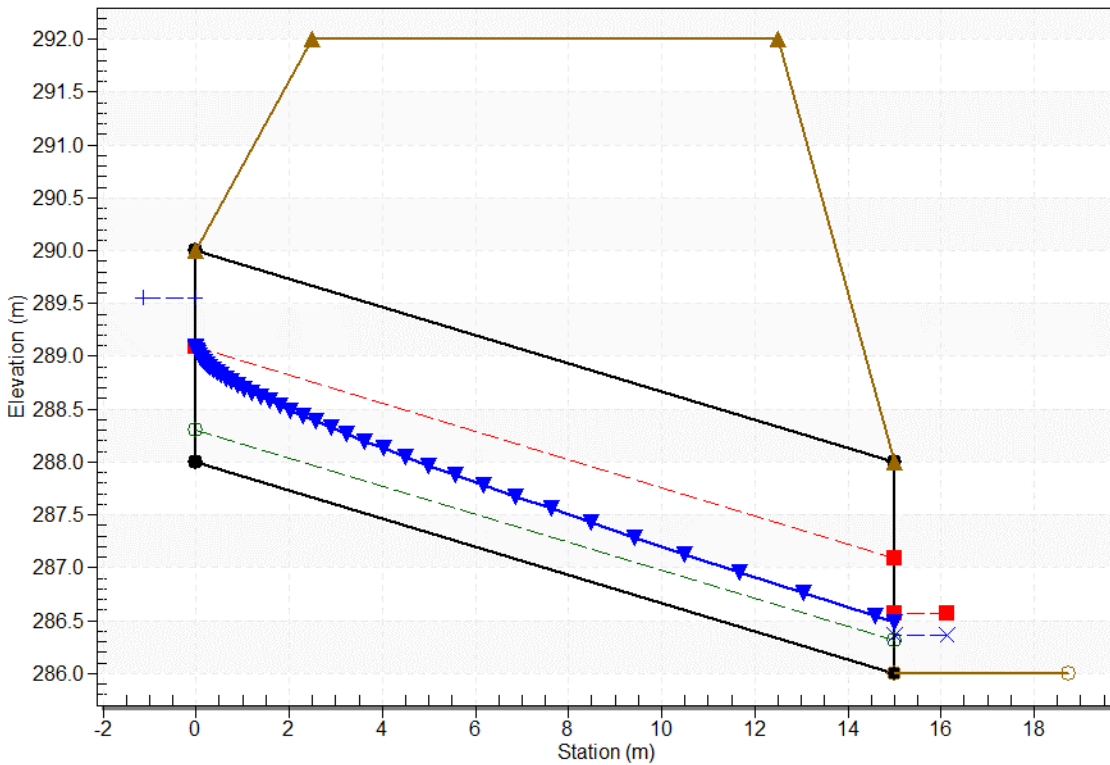
Culvert Slope: 0.1333

### Culvert Performance Curve Plot: 16+120



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 16+120

Crossing - TM\_18, Design Discharge - 7.15 cms  
Culvert - 16+120, Culvert Discharge - 7.15 cms



### Site Data - 16+120

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m



Inlet Elevation: 288.00 m

Outlet Station: 15.00 m

Outlet Elevation: 286.00 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 16+120

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (30-75° flare) Wingwall

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_18

Table 54 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_18)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	286.11	0.11	1.75	164.31	1.69
1.70	286.15	0.15	2.15	226.04	1.77
2.40	286.19	0.19	2.45	278.09	1.83
3.10	286.22	0.22	2.69	324.39	1.87
3.80	286.25	0.25	2.90	366.65	1.90
4.50	286.28	0.28	3.09	405.88	1.93
5.20	286.30	0.30	3.26	442.70	1.95
5.90	286.32	0.32	3.41	477.58	1.97
6.60	286.35	0.35	3.55	510.83	1.99
7.15	286.36	0.36	3.66	536.00	2.00
8.00	286.39	0.39	3.81	573.36	2.01

### Tailwater Channel Data - TM\_18

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.1500

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 286.00 m

### Roadway Data for Crossing: TM\_18

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 292.00 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m

### Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0.50 cms

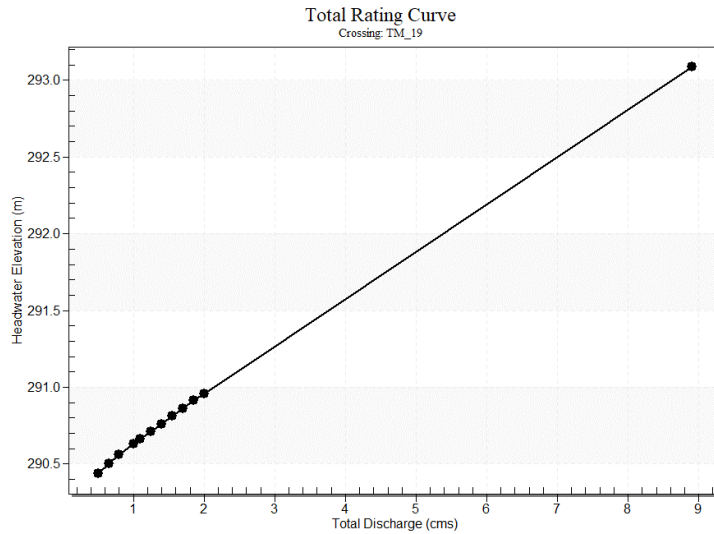
Design Flow: 1.00 cms

Maximum Flow: 2.00 cms

**Table 55 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM\_19**

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	16+370 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
290.44	0.50	0.50	0.00	1
290.50	0.65	0.65	0.00	1
290.56	0.80	0.80	0.00	1
290.63	1.00	1.00	0.00	1
290.66	1.10	1.10	0.00	1
290.71	1.25	1.25	0.00	1
290.76	1.40	1.40	0.00	1
290.81	1.55	1.55	0.00	1
290.86	1.70	1.70	0.00	1
290.91	1.85	1.85	0.00	1
290.96	2.00	2.00	0.00	1
293.00	8.30	8.30	0.00	Overtopping

## Rating Curve Plot for Crossing: TM\_19



## Culvert Data: 16+370

Table 56 - Culvert Summary Table: 16+370

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.50 cms	0.50 cms	290.44	0.44	0.0*	1-S2n	0.15	0.35	0.16	0.11	5.10	0.89
0.65 cms	0.65 cms	290.50	0.50	0.0*	1-S2n	0.17	0.41	0.18	0.13	5.28	0.99
0.80 cms	0.80 cms	290.56	0.56	0.0*	1-S2n	0.19	0.45	0.20	0.15	5.50	1.07
1.00 cms	1.00 cms	290.63	0.63	0.0*	1-S2n	0.21	0.51	0.23	0.17	5.77	1.16
1.10 cms	1.10 cms	290.66	0.66	0.0*	1-S2n	0.22	0.53	0.24	0.18	5.85	1.21
1.25 cms	1.25 cms	290.71	0.71	0.0*	1-S2n	0.23	0.57	0.26	0.19	5.99	1.27
1.40 cms	1.40 cms	290.76	0.76	0.0*	1-S2n	0.24	0.60	0.28	0.20	6.08	1.32
1.55 cms	1.55 cms	290.81	0.81	0.0*	1-S2n	0.26	0.64	0.30	0.22	6.18	1.37
1.70 cms	1.70 cms	290.86	0.86	0.0*	1-S2n	0.27	0.67	0.32	0.23	6.27	1.42
1.85 cms	1.85 cms	290.91	0.91	0.0*	1-S2n	0.28	0.70	0.33	0.24	6.34	1.47
2.00 cms	2.00 cms	290.96	0.96	0.0*	1-S2n	0.29	0.73	0.35	0.25	6.41	1.51

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

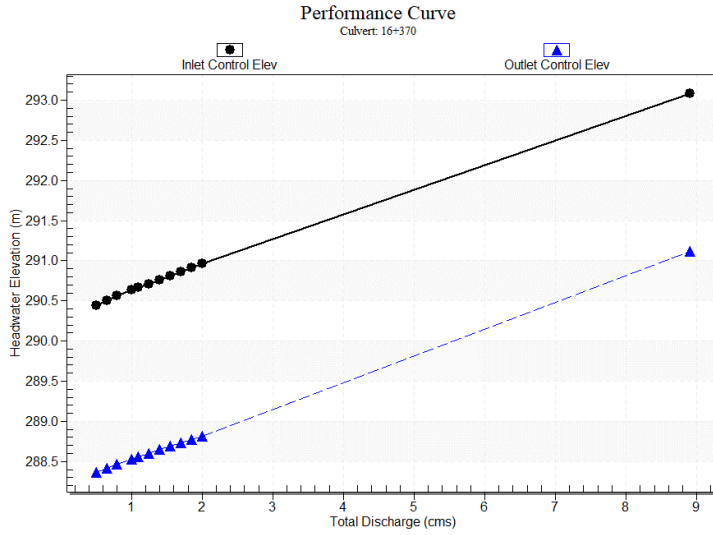
Inlet Elevation (invert): 290.00 m,

Outlet Elevation (invert): 288.00 m

Culvert Length: 20.10 m,

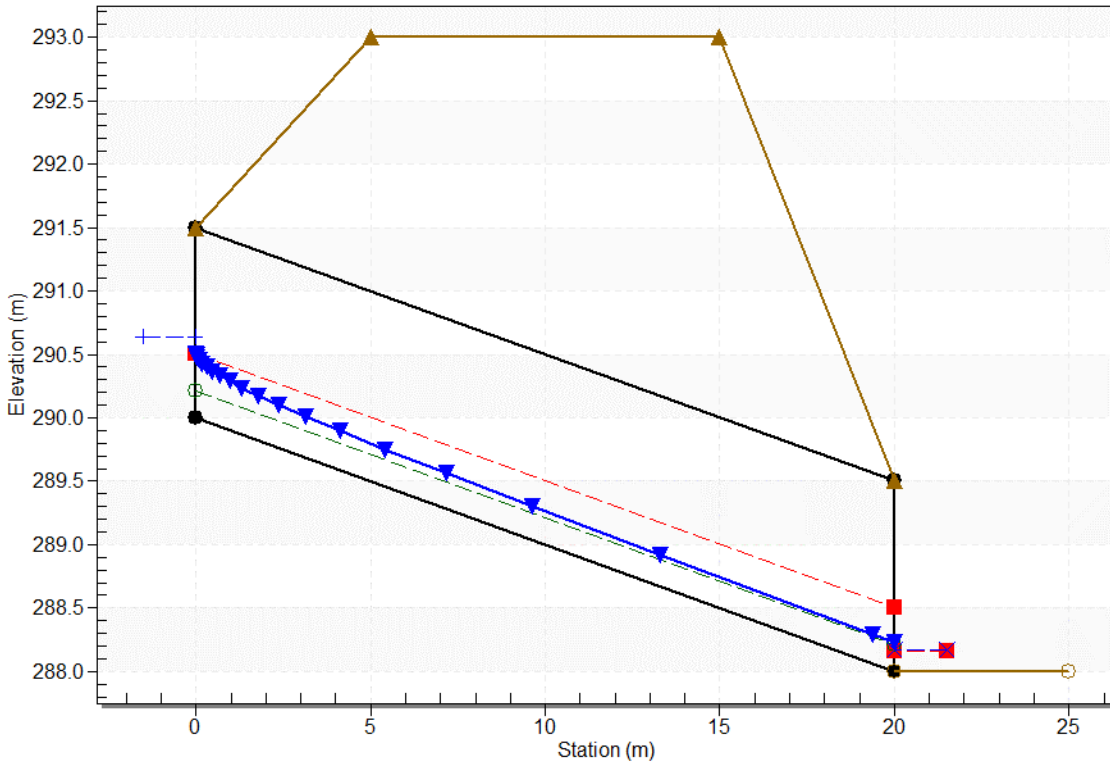
Culvert Slope: 0.1000

### Culvert Performance Curve Plot: 16+370



### Water Surface Profile Plot for Culvert: 16+370

Crossing - TM\_19, Design Discharge - 1.00 cms  
Culvert - 16+370, Culvert Discharge - 1.00 cms



### Site Data - 16+370

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 290.00 m

Outlet Station: 20.00 m

Outlet Elevation: 288.00 m

Number of Barrels: 1

### Culvert Data Summary - 16+370

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Beveled Edge (1.5:1)

Inlet Depression: None

### Tailwater Data for Crossing: TM\_19

Table 57 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM\_19)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
0.50	288.11	0.11	0.89	42.97	0.87
0.65	288.13	0.13	0.99	50.32	0.89
0.80	288.15	0.15	1.07	57.00	0.91
1.00	288.17	0.17	1.16	65.19	0.93
1.10	288.18	0.18	1.21	69.04	0.93
1.25	288.19	0.19	1.27	74.55	0.94
1.40	288.20	0.20	1.32	79.81	0.95
1.55	288.22	0.22	1.37	84.85	0.96
1.70	288.23	0.23	1.42	89.69	0.97
1.85	288.24	0.24	1.47	94.36	0.98
2.00	288.25	0.25	1.51	98.89	0.98

### Tailwater Channel Data - TM\_19

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (:1)

Channel Slope: 0.0400

Channel Manning's n: 0.0500

Channel Invert Elevation: 288.00 m

### **Roadway Data for Crossing: TM\_19**

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 10.00 m

Crest Elevation: 293.00 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 10.00 m