



PROGETTO PRELIMINARE

Variante Generale ai sensi dell'art. 14 e 15
della L.R. 56/77 e s.m.i.

aggiornamento Dicembre 2025



titolo documento

RELAZIONE IDRAULICA



CONVENZIONE TRA LA CITTA' DI TORINO E
LA CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
FIRMATA IN DATA 28/11/2023

codice documento

R05-0B-00

Direzione Azioni Integrate con gli EE. LL.

Dirigente della Direzione:

Coordinatore del Gruppo di Progettazione:

Redatto da:

Ing. Massimo Vettoretti

Geol. Gabriele Papa

Ing. Fabio Sola

Il Sindaco

Stefano Lo Russo

L'assessorato P.R.G., Urbanistica, Edilizia privata, Coordinamento
grandi progetti, Grandi Infrastrutture nel Settore Trasporti

Paolo Mazzoleni

Progetto a cura del Dipartimento
Urbanistica ed Edilizia Privata

Direttrice: arch. Emanuela Canevaro

Responsabile del Procedimento

Servizio Nuovo Piano Regolatore: arch. Daniela Cevrero

Con il contributo di

Tutti i dipartimenti della Città di Torino

Politecnico di Torino

Città Metropolitana di Torino, Direzione Azioni Integrate con gli EE.LL.

Unità Tutela del Territorio

Con il supporto
operativo di



INDICE

1 PREMESSA	1
2 INQUADRAMENTO	3
3 ANALISI IDROLOGICA	10
3.1 AREA BACINO.....	12
3.2 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	13
3.2.1 Aree industriali/commerciali, Reti stradali, ferroviarie, tecniche ed Aeroporti.....	16
3.2.2 Zone residenziali a tessuto continuo.....	17
3.2.3 Zone residenziali a tessuto discontinuo e Aree ricreative sportive.....	18
3.2.4 Zone urbanizzate isolate.....	21
3.2.5 Aree verdi urbane.....	22
3.2.6 Seminativi in aree irrigue, Prati stabili, e Aree agroforestali.....	23
3.2.7 Brughiere/cespuglieti e Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione.....	24
3.2.8 Boschi misti conifere/latifoglie, vigneti e pioppeti.....	25
3.2.9 Corsi d'acqua, bacini e spiagge/dune/isole fluviali.....	26
3.3 INTENSITÀ PLUVIOMETRICA.....	29
3.3.1 Tempo di corrivazione.....	33
3.4 PORTATA DI PROGETTO.....	37
4 MODELLAZIONE IDRAULICA	39
4.1 MODELLO DI CALCOLO – MOTO PERMANENTE.....	42
4.2 DOMINIO DI SIMULAZIONE - MODELLO GEOMETRICO.....	46
4.2.1 Modellazione degli attraversamenti.....	49

4.2.1.1 Ponti ed attraversamenti.....	50
4.2.1.2 Intubamenti.....	52
4.3 CONDIZIONE INIZIALE.....	53
4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO – CONDIZIONE DI MONTE E VALLE.....	53
4.5 CONDIZIONI AL CONTORNO – SCABREZZA.....	55
<u>5 CRITICITÀ' E RISULTATI DELLE SIMULAZIONI</u>	<u>61</u>
5.1 CRITICITÀ GENERALI.....	61
5.1.1 Differenza di portata di piena.....	61
5.1.1.1 Area del bacino.....	62
5.1.1.2 Utilizzo del suolo.....	62
5.1.1.3 Idrogramma considerato.....	63
5.1.2 Insufficienza delle luci negli attraversamenti/intubamenti.....	64
5.1.3 Aree Allagate.....	65
5.1.3.1 Pendenze.....	66
5.1.3.2 Assenza dell'alveo nel DTM.....	66
5.1.3.3 Aree depresse.....	67
5.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	69
5.2.1 Rio di S. Croce – Bacino A.....	71
5.2.2 Rio Cartman – Bacino B.....	71
5.2.3 Rio Reaglie – Bacino C.....	75
5.2.4 Rio S. Martino – Bacino D.....	76
5.2.5 Rio del Val Salice – Bacino E.....	79
5.2.6 Rio del Pilonetto – Bacino F.....	79
5.2.7 Rio Pattonera – Bacino G.....	82

5.2.8 Rio Sappone – Bacino H.....	83
5.2.9 Rio Valpiana – Bacino N.....	85
5.2.10 Rio San Severino – Bacino Q.....	86
5.2.11 Rio Isabella – Bacino R.....	89
6 CONCLUSIONI	92

1 PREMESSA

Il Comune di Torino ha richiesto alla Direzione Azioni integrate con gli Enti Locali della Città Metropolitana di Torino una revisione del proprio Piano Regolatore. Nella revisione si rende necessaria una verifica della corretta delimitazione ed attribuzione delle classi di sintesi per l'intero territorio comunale. E' necessario una attenta analisi di tutti gli elementi di carattere geo-litologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico e di quant'altro permetta una valutazione oggettiva della propensione al dissesto dell'intero territorio comunale. Ogni elemento dovrà essere delimitato così da facilitare la creazione di aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, indipendentemente dai fattori antropici, a cui è associata una delle tre Classi di sintesi:

- Classe I: porzione di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni sulle scelte urbanistiche;
- Classe II: porzione di territorio nella quale le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica può essere agevolmente superata attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici;
- Classe III: porzione di territorio edificato nel quale gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio sono tali da impedirne l'utilizzo a meno di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente.

Il qui presente studio idrologico-idraulico risulta essere uno degli studi propedeutici alla revisione del Piano Regolatore dei rii della collina di Torino.

Per la redazione del presente studio il comune di Torino ha messo a disposizione il progetto utilizzato nell'attuale piano regolatore che risale al 2001. Visto che sono trascorsi più di 20 anni dalla redazione di tale progetto si è ritenuto opportuno prevedere un aggiornamento dei dati riportati all'interno dello stesso. Il tempo trascorso infatti,

influenza non solo i dati storici da cui attingere per il calcolo delle portate, ma anche dalle innovazioni informatiche che possono permettere di raggiungere un grado di dettaglio maggiore rispetto al passato. Si precisa che i dati contenuti all'interno dello studio sopra citato saranno utilizzati come metro di confronto proprio per poter mostrare le principali differenze riscontrate.

2 INQUADRAMENTO

Come precedentemente annunciato, il presente studio si focalizza sui rii sulla collina della Città di Torino situata ad Est del centro urbano.



Figura 1 - Collina di Torino.

I rii in oggetto presentano le caratteristiche tipiche dei corsi d'acqua collinari e sono fortemente urbanizzati. Le caratteristiche comuni sono:

- bacini di ridotte dimensioni;
- asta fluviale di ridotta lunghezza;
- pendenza del corso d'acqua modesta/elevata;
- numero elevato di tratti intubati specialmente nelle aree urbanizzate.

Per una migliore identificazione di ciascun bacino si è scelto di utilizzare la classificazione adottata nello studio pregresso denominato *“Studio geologico idraulico a supporto per il PRGC del comune di Torino”* (Anselmo, Carraro, Grasso, Zanella 1998) così da poterne confrontare i dati. La classificazione adottata è la seguente:

Rio	Bacino	Sottobacini
Rio di S. Croce	A	A1
Rio Cartman	B	B2 – B3 – B4 – B5 – B6 - B7 - B8
Rio Reaglie	C	C9 - C10
Rio S. Martino	D	D11
Rio del val Salice	E	E12 – E13 – E14 – E15 - E16
Rio del Pilonetto (S. Vito)	F	F17
Rio Pattonera	G	G18 - G19
Rio Sappone	H	H20 - H21

Gli 8 rii, corrispondenti ad altrettanti bacini, riportati nella tabella sono i principali corsi d’acqua della collina di Torino. Gli otto bacini sono stati ulteriormente suddivisi per un totale di 21 sottobacini. I bacini di maggior estensione e con diversi immissari presentano una maggiore frammentazione come ad esempio il Rio Cartman che è suddiviso in 7 sottobacini (dove scorrono i rii Serralunga, Canarotto, dei Piani e Mongreno).

Nello studio pregresso, oltre ai rii sopra riportati, ne sono stati identificati altri che presentano delle ridottissime dimensioni a cui non era stato associato un nome. Essi erano denominati solamente con una lettera che va dalla I alla T. Da una ricerca è stato possibile attribuire dei nomi ad alcuni rii che vengono di seguito riportati:

Rio	Bacino
Rio Valpiana	N
Rio San Severino	Q
Rio Isabella	R
Rio Alberoni	T

I bacini successivamente riportati, ed utilizzati nel presente studio, sono stati tracciati a partire da una elaborazione in ambiente GIS del modello digitale del terreno (DTM) della collina di Torino. Infatti l'elaborazione prevede di ricavare i confini dei bacini e la traccia dei principali corsi d'acqua proprio a partire dal modello digitale del terreno. Il DTM utilizzato ha una maglia quadrata con lato di 5 m, fornito dalla Regione Piemonte e risalente circa al 2010, sufficientemente preciso per il lavoro in oggetto. A verifica di quanto elaborato sono stati confrontati i valori ottenuti con i dati riportati all'interno dello studio pregresso, il quale aveva tracciato i bacini ed i rii in modo manuale a partire dalle curve di livello. Si precisa che i sottobacini verranno utilizzati solamente nella fase di validazione del metodo e non saranno utilizzati per il calcolo delle portate. Per quest'ultime verranno utilizzate solamente le totali estensioni dei bacini in quanto lo scopo della presente relazione è quella di identificare gli effetti che si possono verificare nel tratto più urbanizzato situato in prossimità della confluenza con il fiume Po.

Come di seguito mostrato, le perimetrazioni non coincidono perfettamente con lo studio pregresso, proprio per la differenza di tecnica adottata per la loro identificazione, ma la discrepanza risulta essere trascurabile. Ne consegue che le geometrie ottenute garantiscono una coerenza con lo studio pregresso oltre a fornire una digitalizzazione/aggiornamento dei dati pregressi.

Relazione Idraulica

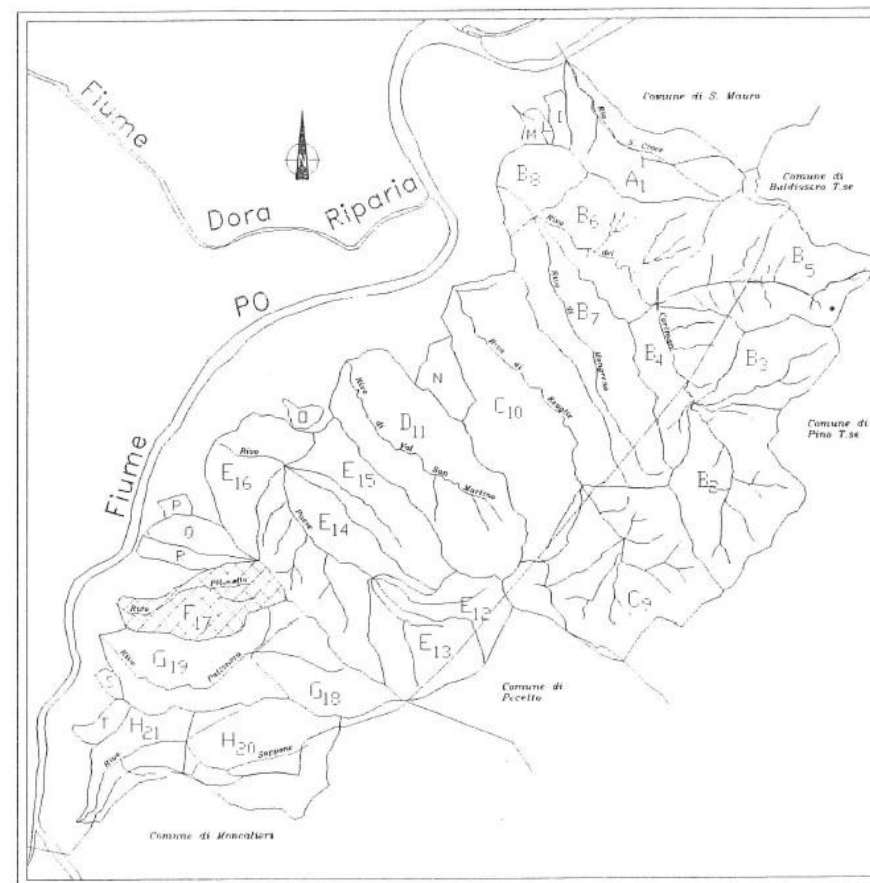
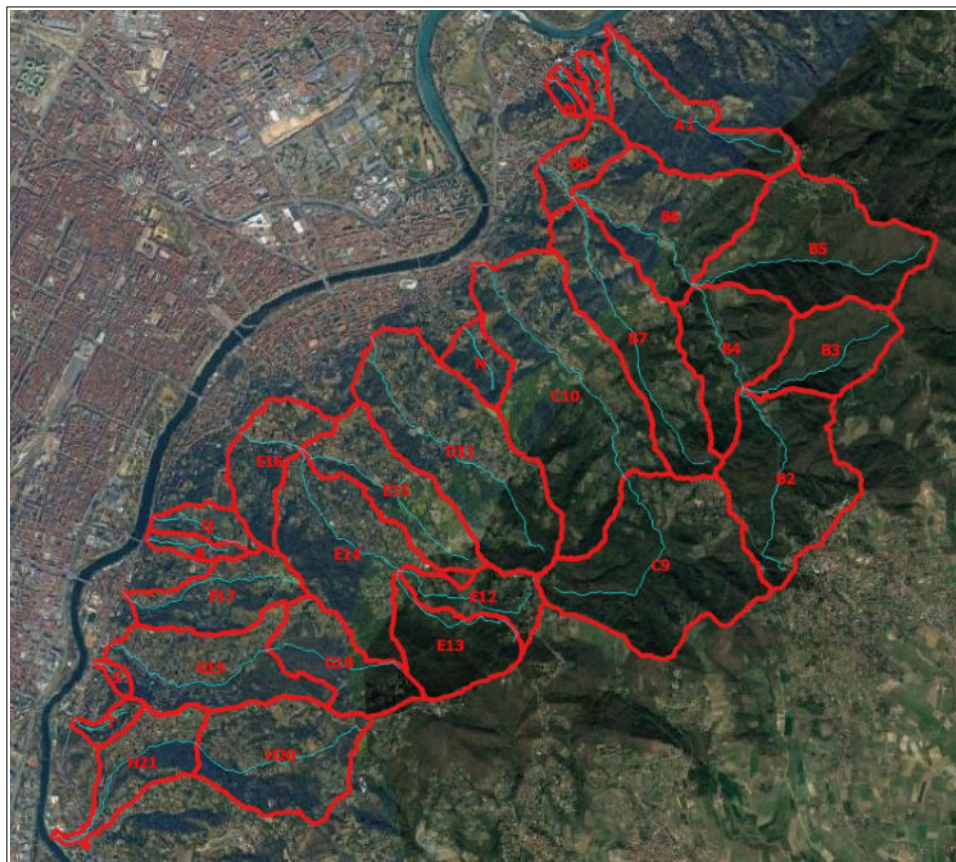


Figura 2 - A sinistra sono riportati i bacini individuati tramite la procedura GIS a destra i bacini tracciati nello studio pregresso.

Relazione idraulica

A verifica di quanto mostrato dalle due rappresentazioni, sono state confrontate le aree di ciascun bacino con quella riportata nella relazione idraulica dello studio pregresso. Si precisa che nel presente studio non verranno analizzati tutti i bacini ma solamente gli 8 rii principali e 3 dei 10 rii minori (bacino N, Q ed R). La scelta deriva dal fatto che i rii minori oltre a risultare per la maggior parte dell'anno in secca sono poco più che impluvi naturali/antropici. Fanno eccezione i rii dei bacini N, Q ed R in quanto alla foce mostrano delle tracce di conoidi di pianura che possono portare ad instabilità geologiche dell'area. E' perciò necessario analizzare la concomitanza dei rischi idraulici e geologici per tali aree.



Figura 3 - In arancione la traccia dei conoidi per i bacini R e Q.



Figura 4 - La traccia dei conoidi dei bacini N, C e D.

Come mostrato nella tabella sotto riportata la discrepanza tra le dimensioni dei bacini e delle lunghezze delle aste principali ottenuti in ambiente GIS con quelli riportati nello studio pregresso che furono effettuate a mano sono mediamente inferiori al 10% e perciò trascurabili. Naturalmente utilizzando una metodologia differente è naturale che si possano verificare delle discrepanze in alcuni casi anche maggiori al 10%. Questo non pregiudica la possibilità di utilizzare una metodologia più moderna ma porterà inevitabilmente ad una variazione nelle portate di piena, in quanto l'estensione dei bacini e la lunghezza dei corsi d'acqua ne influiscono direttamente la quantificazione.

Relazione idraulica

Bacino	Area GIS[km²]	Area studio pregresso [km²]	Differenza in percentuale	Lunghezza asta principale GIS [km]	Lunghezza asta studio pregresso [km]	Differenza in percentuale
A1	1.22	1.38	-11.75%	2.42	2.2	10.02%
B2	1.77	1.78	-0.82%	2.36	2.1	12.21%
B3	0.87	0.88	-1.10%	1.81	1.8	0.69%
B4	1.14	1.18	-3.57%	1.36	1.4	-2.84%
B5	1.97	2.01	-2.14%	2.68	2.7	-0.87%
B6	1.59	1.62	-2.09%	1.95	1.9	2.54%
B7	1.75	1.80	-2.52%	3.40	3.4	-0.03%
B8	0.44	0.47	-7.12%	0.56	0.7	-20.56%
C9	2.51	2.60	-3.61%	2.40	1.9	26.21%
C10	3.03	3.73	-18.88%	3.02	2.8	7.84%
D11	2.39	2.44	-1.97%	3.21	3	7.00%
E12	0.56	0.58	-2.62%	1.75	1.4	24.97%
E13	0.90	0.89	1.06%	1.78	1.4	27.41%
E14	1.73	1.75	-1.09%	1.86	1.7	9.46%
E15	1.11	1.10	0.65%	2.24	1.7	31.53%
E16	0.77	0.93	-17.62%	0.66	0.9	-26.56%
F17	0.88	0.89	-1.15%	2.03	1.8	12.75%
G18	0.89	0.96	-7.49%	1.57	1.3	20.68%
G19	1.34	1.32	1.84%	2.04	2	1.80%
H20	1.53	1.58	-3.02%	1.98	1.7	16.35%
H21	0.80	0.78	3.10%	2.15	1.7	26.24%
N	0.33			0.73		
Q	0.29			1.08		
R	0.17			0.87		
Media			-3.90%	Media 8.90%		

3 ANALISI IDROLOGICA

Prima di procedere alla modellazione idraulica dei corsi d'acqua è necessario definire le portate di piena con il relativo tempo di ritorno. Lo studio pregresso comprende al suo interno uno studio idrologico atto a determinare le portate dei principali bacini. Si ritiene che essendo lo studio oramai datato (primi anni 2000) i dati riportati al suo interno non risultano più adatti per le simulazioni da realizzare. Pertanto di seguito verranno riportati i nuovi valori, ed i metodi utilizzati, per un aggiornamento delle portate di piena.

La stima della portata può essere effettuata utilizzando diversi metodi. Il metodo più consolidato e più utilizzato in campo idrologico è il metodo cinematico o Afflussi – Deflussi.

Esso prevede di determinare e combinare: l'intensità pluviometrica, l'area del bacino sotteso dalla sezione di chiusura ed il coefficiente di deflusso del terreno.

L'intensità pluviometrica rappresenta l'afflusso meteorologico che precipita e raggiunge il terreno. Essa varia rispetto al tempo di ritorno ovvero la frequenza di accadimento di un evento alluvionale. L'area del bacino è la porzione di territorio racchiusa da una linea di spartiacque chiusa nella sezione di confluenza (o di chiusura) in cui si verifica l'evento meteorico. Il coefficiente di deflusso rappresenta la quota parte della precipitazione che non viene assorbita dal terreno e che quindi ruscella e raggiunge la sezione di chiusura. Anch'esso dipende dal tempo di ritorno in quanto durante gli eventi alluvionali di maggior intensità si verifica una riduzione della capacità di assorbimento.

In formula matematica il metodo razionale può essere scritto come:

$$Q = \left(\frac{1}{3600} \right) \cdot C_d \cdot A_b \cdot i(t_c, T_R)$$

Dove: Q è la portata, C_d è il coefficiente di deflusso, A_b è l'area del bacino sotteso ed $i(t_c, T_R)$ è l'intensità pluviometrica che dipende dal tempo di ritorno e dal tempo di corrivazione.

La formula della portata, sopra riportata, dipende dal tempo di ritorno dell'evento considerato. Il tempo di ritorno è definito come la probabilità che un evento di una certa intensità si possa verificare almeno una volta nel periodo di tempo considerato. E' pertanto necessario definire a priori i tempi di ritorno in quanto essi influiranno sulla determinazione delle portate massime al colmo che verranno impiegate nelle simulazioni idrauliche.

La Regione Piemonte dà un'indicazione sui tempi di ritorno da adottare in studi idraulici propedeutici alla redazione dei piani regolatori e sono: 20, 50, 100, 200 e 500 anni. Ne consegue che l'intensità pluviometrica ed il coefficiente di deflusso dovranno essere stimati per ciascun tempo di ritorno per ottenere cinque portate differenti.

3.1 Area bacino

Come precedentemente descritto la portata dipende direttamente dall'area del bacino che raccoglie e convoglia le acque meteoriche alla sezione di chiusura. Le aree di bacino sono state estratte a partire dal DTM tramite GIS e presentano le estensioni già riportate all'interno del Capitolo 2. Vista la ridotta dimensione dei sottobacini si è scelto di calcolare le portate per l'intero bacino così da evitare i possibili errori che si verificano nelle stime di bacini ridottissimi. Infatti, il problema sostanzialmente ricade sulla stima dei tempi di corrivazione in quanto le formulazioni presenti in letterature per bacini di piccole dimensioni sono poche e tutte con ridotti margini di applicabilità.

Di seguito si riportano le estensioni dei bacini analizzati.

Bacino	Area [km ²]
A	1.22
B	9.52
C	5.53
D	2.39
E	5.07
F	0.88
G	2.23
H	2.34
N	0.33
Q	0.29
R	0.17

3.2 Coefficiente di deflusso

Come anticipato, il coefficiente di deflusso rappresenta la quota parte della precipitazione che non viene assorbita dal terreno ma che invece raggiunge la sezione di chiusura. Esso dipende dalla copertura del suolo presente nell'area oggetto di studio e dal tempo di ritorno dell'evento in analisi. Il coefficiente può variare tra 0 ed 1, dove 1 è un terreno completamente impermeabile. Nel caso in cui il coefficiente non venga correttamente stimato può portare ad un errore grossolano del valore della portata di piena.

Per determinarlo in modo corretto è necessario innanzitutto suddividere il bacino in classi omogenee di copertura del suolo a cui verranno assegnati diversi coefficienti di deflusso. Questa distinzione è fondamentale in quanto un territorio urbanizzato, un bosco o un prato assorbono, e pertanto trattengono una percentuale diversa di acqua. La Regione Piemonte ha messo a disposizione dei cittadini delle mappe di copertura del suolo (Land Cover) che sono liberamente accessibili e consultabili. All'interno delle mappe sono riportate aree di diverso colore a cui è associata una classe ed un livello di dettaglio proprio della singola area. Queste classi non sono altro che una discretizzazione delle tre principali coperture del suolo, che sono: l'area urbana, l'area boschiva e l'area a prato.



Figura 5 - Estratto di mappa dove per ciascun colore corrisponde una classe di suolo differente.

CLC III Liv
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo (S.L. > 80%)
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo
1.1.3. Zone residenziali isolate

Figura 6 - Esempio di classificazione per le zone residenziali.

Per una corretta stima dei parametri si è scelto di utilizzare i valori riportati all'interno della tabella seguente suddivisa per tipo di copertura del terreno e del tempo di ritorno.

Relazione idraulica

Character of surface	Return period (years)						
	2	5	10	25	50	100	500
Developed							
Asphaltic	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concrete/roof	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Grass areas (lawns, parks, etc.)							
<i>Poor condition</i> (grass cover less than 50% of the area)							
Flat, 0–2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Average, 2–7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Steep, over 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Fair condition</i> (grass cover 50% to 75% of the area)							
Flat, 0–2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Average, 2–7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Steep, over 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Good condition</i> (grass cover larger than 75% of the area)							
Flat, 0–2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Average, 2–7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Steep, over 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Undeveloped							
Cultivated land							
Flat, 0–2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Average, 2–7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Steep, over 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pasture/range							
Flat, 0–2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Average, 2–7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Steep, over 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Forest/woodlands							
Flat, 0–2%	0.20	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Average, 2–7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Steep, over 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Tabella 1 - Coefficienti di deflusso per tipologia di superficie e tempo di ritorno.

Di seguito vengono riportate le scelte dei coefficienti per ciascuna tipologia di area.

Si specifica che i coefficienti per il tempo di ritorno di 20 anni sono stati assunti pari ai valori proposti per i 25 anni, mentre per 200 anni sono stati calcolati come proporzione tra i valori di 100 e 500 anni.

3.2.1 Aree industriali/commerciali, Reti stradali, ferroviarie, tecniche ed Aeroporti

Le aree infrastrutturatee (come le reti stradali, ferroviarie, aeroporti, ecc...), le aree delle attività industriali/commerciali (classi 1.2.1, 1.2.2 e 1.2.4) presentano una superficie completamente impermeabile in quanto generalmente ricoperta da asfalto.



Figura 7 - In rosso sono riportate le infrastrutture viarie, ed in viola le coperture delle attività commerciali.

Da un confronto con la tabella 1 il coefficiente di deflusso da utilizzare per ciascun tempo di ritorno risulta essere quello di seguito riportato.

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.86	0.90	0.95	0.96	1.00

3.2.2 Zone residenziali a tessuto continuo

Le aree residenziali a tessuto continuo (codice 1.1.1) sono rappresentate dalle superfici coperte dai fabbricati di grandi dimensioni che sono: condomini, appartamenti, edifici pubblici, ecc.... In questa categoria non vengono comprese le pertinenze quali giardini ed aree verdi collegate agli edifici residenziali.



Figura 8 - In rosso sono riportate le infrastrutture viarie, ed in viola le coperture delle zone residenziali a tessuto continuo.

Da un confronto con la tabella 1 il coefficiente di deflusso da utilizzare per ciascun tempo di ritorno risulta essere quello di seguito riportato.

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.88	0.92	0.97	0.98	1.00

3.2.3 Zone residenziali a tessuto discontinuo e Aree ricreative sportive

Le aree residenziali a tessuto discontinuo (codice 1.1.2) rappresentano quelle superfici coperte dalla maggior parte degli edifici urbani quali condomini, appartamenti e case isolate. In questa categoria vengono anche in parte comprese le pertinenze quali giardini ed aree verdi collegate agli edifici residenziali.



Figura 9 - Si noti le aree in rosso che in parte corrispondono alle abitazioni ed in parte alle pertinenze.

Le aree ricreative sportive (codice 1.4.2) seguono presentano caratteristiche molto simili alle zone residenziali a tessuto discontinuo in quanto anch'esse sono in parte coperte da edifici (palazzetti dello sport) ed in parte da aree verdi (campi da calcio)

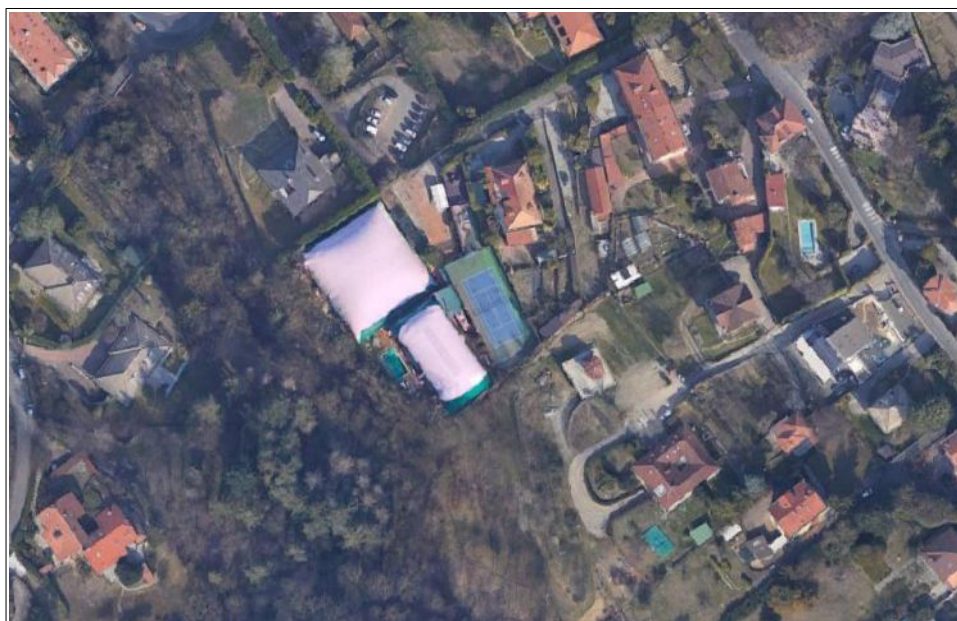


Figura 10 - Esempio di due aree ricreative sportive. Nel primo caso viene presa in considerazione l'area corrispondente alle tenso-strutture a lato del campo da tennis, mentre nel secondo caso sono sia il campo da tennis che il campo incolto.

Relazione idraulica

Com'è intuibile le due tipologie sopra proposte presenteranno delle caratteristiche intermedie tra le superfici impermeabili (tetti degli edifici) e le aree verdi (pertinenze/campi da calcio). Si è pertanto scelto di utilizzare il valore medio tra il coefficiente di deflusso indicato per i tetti (utilizzato per le zone residenziali a tessuto continuo) e quello indicato per le aree a verde urbano con una copertura erbacea <50% e pendenza modesta. Si specifica che la scelta di adottare il valore delle aree a verde urbano per modeste pendenze sta nel fatto che la distribuzione maggiore di quest'area è nella parte medio bassa del bacino dove si registrano pendenze moderate. Ne consegue che i valori che verranno utilizzati sono i seguenti.

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.67	0.71	0.75	0.76	0.80

3.2.4 Zone urbanizzate isolate

Per quanto il nome zone urbanizzate isolate (codice 1.1.3) venga associato ad un'area urbana, quindi costituita da elementi antropici quali infrastrutture, edifici ecc.. essa ne risulta completamente priva. Infatti la zona è composta dalle pertinenze, quali giardini, aiuole, strade sterrate ecc... degli edifici individuati nella classe zona residenziale a tessuto discontinuo.



Figura 11 - Esempio di zona urbanizzata isolata.

Vista la composizione di tali aree risulta essere corretto prendere in considerazione i coefficienti proposti per i terreni coperti da vegetazione per una percentuale maggiore del 75% in condizione di media pendenza.

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.39	0.42	0.46	0.49	0.56

3.2.5 Aree verdi urbane

Le aree verdi urbane comprendono i parchi, ville e giardini urbani di grandi dimensioni, quelli di interesse artistico, storico, paesaggistico, e/o di “non comune bellezza”, oltre alle aree attrezzate (piccoli parchi e giardini di quartiere). Queste aree comprendono al loro interno anche una viabilità ciclo-pedonale la quale comporta una riduzione della permeabilità della superficie.

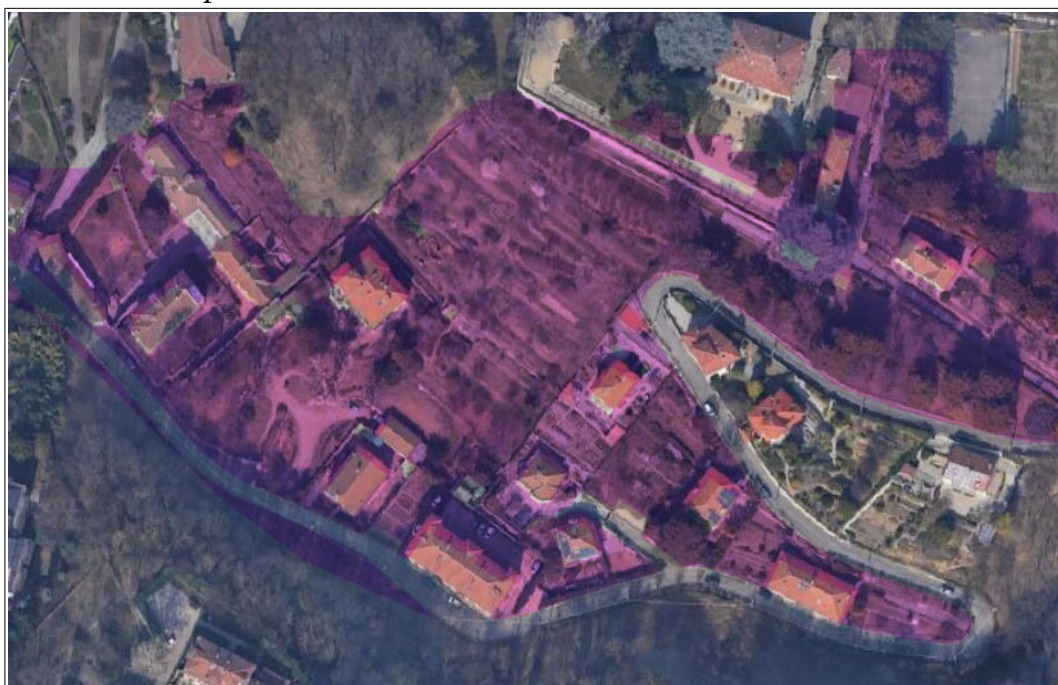


Figura 12 - Esempio di area verde urbana dove sono visibili la viabilità pedonale all'interno del parco.

Questo aspetto è preso in considerazione dai coefficienti riportati in tabella 1. Infatti si può notare come le aree a parco con bassa copertura di erba (inferiore al 50%) abbiano coefficienti di deflusso superiori a quelli dei prati naturali. Viste le caratteristiche delle aree si è scelto di utilizzare i valori indicati per le aree a parco con una copertura erbacea <50% e pendenza moderata (visto che si trovano in prossimità delle aree più urbanizzate).

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.46	0.49	0.53	0.55	0.61

3.2.6 Seminativi in aree irrigue, Prati stabili, e Aree agroforestali

Le tre categorie di aree (codice 2.1.1, 2.3.1 e 2.4.4) risultano essere comprese all'interno della categoria 2 del Land Cover utilizzata per le superfici agricole al di fuori delle aree urbanizzate.

Dalla consultazione dell'ortofoto si riscontra quanto riportato all'interno della classificazione anche se sporadicamente si trovano terreni incolti (soprattutto in corrispondenza dei prati stabili).



Figura 13 - Si noti come all'interno delle tre aree siano presenti l'attività agricola.

Si ritiene che alle tre classi possa essere associato il coefficiente corrispondente alle aree coltivate (aree non urbanizzate) con pendenze elevata (localizzazione nel tratto medio alto del bacino). La scelta deriva dal fatto che anche i terreni incolti siano stati classificati come agricoli e pertanto possono aver subito lavorazioni del terreno a differenza dei terreni naturali. Questa condizione risulta essere anche la più sfavorevole.

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.48	0.51	0.54	0.56	0.61

3.2.7 *Brughiere/cespuglieti e Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione*

Nelle aree identificate come brughiere e cespuglieti ed a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione (codice 3.2.2 e 3.2.4) si intendono quelle aree debolmente boscate. Infatti anche la legenda del Land Cover definisce che le aree della categoria 3.2 sono costituite da zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea. Pertanto le aree presentano delle coperture con caratteristiche intermedie tra le aree inerbite e quelle boscate.

3. Territori Boscati e Ambiebt semi naturali

3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea



Figura 14 - Esempio di area con vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione.

Viste le caratteristiche della copertura si è scelto che il valore più opportuno da applicare sia quello indicato per i terreni destinati a pascolo con alta pendenza. Infatti i valori proposti per le aree a pascolo risultano essere intermedi tra quelli indicati per le aree agricole e le aree boscate, situazione conforme a quella qui riscontrata.

Coefficienti di deflusso

Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.46	0.49	0.53	0.55	0.60

3.2.8 Boschi misti conifere/latifoglie, vigneti e pioppeti

Le aree definite come boschi misti di conifere e latifoglie e boschi di latifoglie (codice 3.1.1 e 3.1.3) presentano tutte le caratteristiche tipiche delle aree boscate. I vigneti ed i pioppeti (codice 2.2.1 e 2.2.4), per quanto siano colture, mostrano delle caratteristiche più simili ai boschi che alle colture come cereali e ortaggi.



Figura 15 - Esempio di area con boschi di latifoglie (verde), vigneti (arancione) e pioppeti (verde oliva).

La scelta più opportuna è quella di associare il valore identificato per le aree a bosco con pendenza elevata (visto che la maggior parte dell'area alta è costituita dai boschi di latifolia/conifere).

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
0.45	0.48	0.52	0.54	0.58

3.2.9 Corsi d'acqua, bacini e spiagge/dune/isole fluviali

Le aree occupate dai corsi d'acqua, dai bacini e dalle loro aree limitrofe quali spiagge, dune, isole fluviali, greti (codice 3.3.1, 5.1.1 e 5.1.2) non appartengono a nessuna categoria riportata all'interno della tabella 1.

E' possibile però determinare un coefficiente di deflusso per tali aree andando a ragionare sul significato di coefficiente di deflusso. Come riportato nel capitolo 3.2 il coefficiente di deflusso rappresenta la quota parte di precipitazione che non viene assorbita dal terreno e che raggiunge la sezione di chiusura. Nel caso di un corpo idrico l'intera parte di precipitazione contribuisce al deflusso in quanto le particelle vengono trasportate direttamente alla sezione di chiusura senza che vengano assorbite. Pertanto si ritiene che il coefficiente da applicare per ogni tempo di ritorno sia pari a 1.

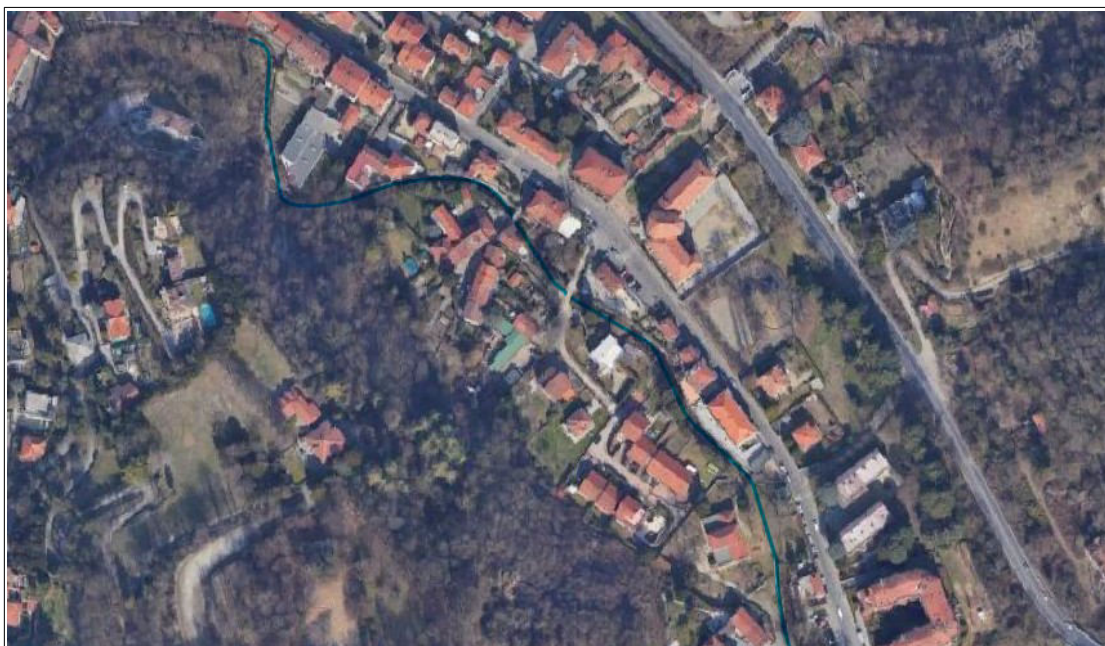


Figura 16 - In blu è rappresentato il tracciato del corso d'acqua.

Coefficienti di deflusso				
Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Di seguito vengono riportate tutte le classi ed i livelli identificati nei bacini oggetto in esame a cui è stato associato un coefficiente di deflusso.

Tipologia	Coefficienti di deflusso				
	Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo (S.L. > 80%)	0,88	0,92	0,97	0,98	1,00
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo	0,67	0,71	0,75	0,76	0,80
1.1.3. Zone residenziali isolate	0,39	0,42	0,46	0,49	0,56
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	0,86	0,90	0,95	0,96	1,00
1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0,86	0,90	0,95	0,96	1,00
1.2.4. Aeroporti	0,86	0,90	0,95	0,96	1,00
1.4.1. Aree verdi urbane (pubbliche o private)	0,46	0,49	0,53	0,55	0,61
1.4.2. Aree ricreative e sportive	0,67	0,71	0,75	0,76	0,80
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,48	0,51	0,54	0,56	0,61
2.2.1. Vigneti	0,45	0,48	0,52	0,54	0,58
2.2.4. Pioppeti	0,45	0,48	0,52	0,54	0,58
2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)	0,48	0,51	0,54	0,56	0,61
2.4.4. Aree agroforestali	0,48	0,51	0,54	0,56	0,61
3.1.1. Boschi di latifoglie	0,45	0,48	0,52	0,54	0,58
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	0,45	0,48	0,52	0,54	0,58
3.2.2. Brughiere e cespuglieti	0,46	0,49	0,53	0,55	0,60
3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	0,46	0,49	0,53	0,55	0,60
3.3.1. Spiagge, dune e sabbie, isole fluviali, greti	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5.1.2. Bacini d'acqua	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabella 2 - Coefficienti utilizzati per ciascuna classe suddivisi per il tempo di ritorno.

Successivamente si è ottenuto un coefficiente di deflusso unico per ciascun bacino e sotto-bacino, calcolato come media ponderata rispetto all'area di ciascuna classe che compone il bacino. Di seguito si riporta la tabella 3 con i valori ottenuti di ciascun bacino in quanto le portate verranno determinate solamente per l'intero bacino.

Relazione idraulica

Bacini	Coefficienti di deflusso				
	Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
A	0.47	0.51	0.54	0.56	0.61
B	0.47	0.50	0.54	0.56	0.60
C	0.47	0.50	0.54	0.56	0.61
D	0.49	0.52	0.56	0.58	0.63
E	0.50	0.53	0.57	0.59	0.64
F	0.47	0.50	0.54	0.55	0.61
G	0.49	0.52	0.56	0.58	0.63
H	0.49	0.52	0.56	0.58	0.63
N	0.46	0.49	0.53	0.55	0.60
Q	0.50	0.53	0.57	0.59	0.64
R	0.47	0.50	0.54	0.56	0.62

Tabella 3 - Coefficienti di deflusso calcolati per ciascun sotto-bacino per relativo tempo di ritorno.

3.3 Intensità pluviometrica

L'intensità pluviometrica è definita come il rapporto tra l'altezza di pioggia di un evento intenso e la sua durata.

$$i(t_c, T_R) = \frac{h(T_R)}{d}$$

Come già annunciato l'altezza di pioggia dipende dal tempo di ritorno di un evento intenso. Maggiore è il tempo di ritorno maggiore sarà l'altezza di pioggia.

I dati di altezza di pioggia possono essere ricavati tramite un'analisi statistica dei dati misurati in una sezione strumentalizzata di ciascun corso d'acqua. Essendo rii di ridotte dimensioni questa procedura non è possibile, pertanto è necessario stimare le altezze di pioggia utilizzando delle formule matematiche. In idrologia vengono generalmente utilizzate delle espressioni esponenziali caratterizzate da due parametri: a ed n . La formulazione è la seguente:

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

Dove a ed n sono due fattori che dipendono dal tempo di ritorno, mentre t è la durata dell'evento.

a ed n sono i parametri delle curve di corrvazione pluviometrica le quali esprimono la relazione tra le altezze massime e le durate di pioggia che si possono verificare in una determinata zona, per un assegnato valore del tempo di ritorno.

I valori di tali curve possono essere ottenuti con metodi di regionalizzazione o di interpolazione tra stazioni di altri corsi d'acqua. L'arpa Piemonte ha messo a disposizione un atlante delle piogge intense il quale consente di ricavare in un qualsiasi punto del

territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore.

Per la realizzazione dell'atlante è stata effettuata una analisi statistica che ha utilizzato tutti i dati disponibili delle stazioni storiche del Servizio Idrografico e Mareografico nazionale funzionanti dal 1913 al 2002 e delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987. Partendo dalla base dati a disposizione, attraverso l'applicazione del Kriging ordinario ad una griglia quadrata da 250x250 m, sono stati ottenuti i valori delle piogge con assegnato tempo di ritorno. Da questi dati è possibile tracciare le curve di possibilità pluviometrica ed estrarne i valori di a , n . La dipendenza delle precipitazioni dal tempo di ritorno può essere ricostruita moltiplicando per il fattore di crescita K_T . Tutti i dati sono liberamente scaricabili dal portale dell'Arpa Piemonte sia per singola cella sia per gruppo.



Figura 17 - Grigliato atlante delle piogge intense Arpa Piemonte.

Nel caso in esame è stata scaricata una griglia sufficientemente estesa da comprendere tutti i bacini oggetto di studio. La griglia è stata successivamente ritagliata rispetto ai confini di

ciascun bacino così da prendere in considerazione solamente i contributi che ne ricadono all'interno.

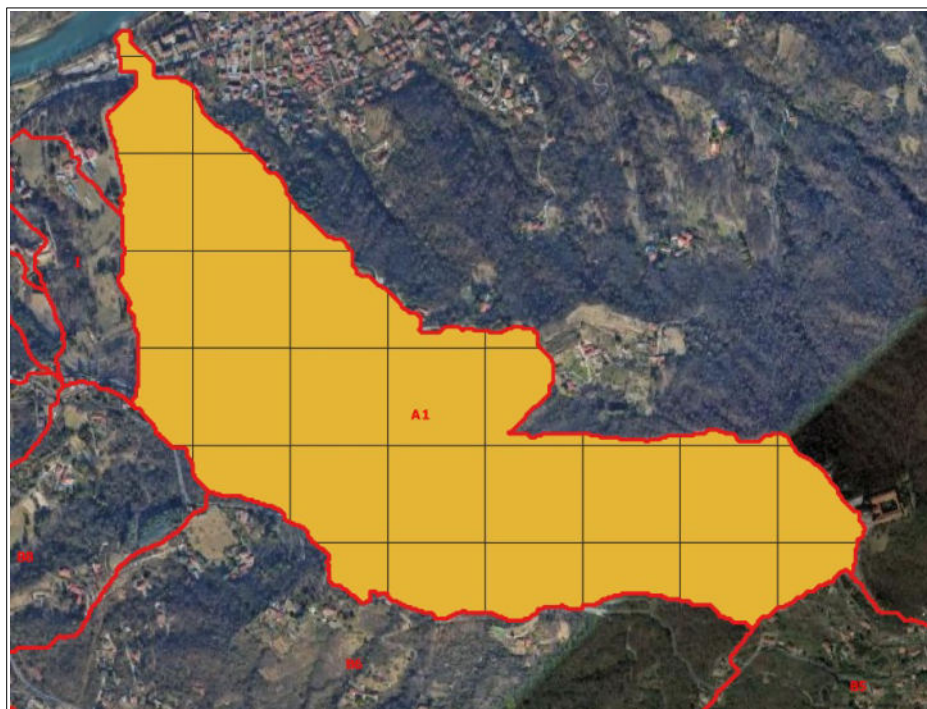


Figura 18 - Grigliato del bacino A1.

In questo modo è stato possibile effettuare una media pesata, rispetto all'area, per determinare dei valori unici di a , n e dei K_T per ciascun bacino. Si precisa che il servizio permette di scaricare i dati solamente per i tempi di ritorno pari a 2 – 5 – 10 – 20 -50 -100 e 200 anni e non per 500 anni. Per quest'ultimo tempo di ritorno si è scelto di stimarlo a partire dai fattori noti. Si nota infatti che la differenza di crescita tra il tempo di ritorno di 20 e di 10 anni corrisponde (con una buona approssimazione) alla differenza che c'è tra 200 e 100 anni. Si ipotizza pertanto che la crescita tra il T_R 50 e 20 sia simile a quello che c'è tra 500 e 200. Pertanto il fattore di crescita del tempo di ritorno di 500 anni risulta essere pari al fattore di crescita per T_R 200 incrementato della differenza che c'è tra il K_T 50 e 20.

Bacino	Diff 20-10	Diff 200-100	Diff 50-20
A	0,193	0,186	0,249
B	0,198	0,191	0,256
C	0,203	0,196	0,263
D	0,204	0,197	0,264
E	0,208	0,201	0,269
F	0,211	0,204	0,274
G	0,213	0,206	0,275
H	0,216	0,209	0,279
N	0,201	0,195	0,261
Q	0,210	0,203	0,272
R	0,211	0,204	0,273

Tabella 4 - Differenza tra i coefficienti di crescita tra i tempi di 20 e 10, tra 200 e 100 e tra 50 e 20 anni.

Si può notare nella tabella 4 come la differenza tra il fattore di crescita tra 10 e 20 anni sia leggermente superiore a quello che c'è tra 200 e 100 anni. Ne consegue che l'utilizzo della differenza di crescita tra 50 e 20 anni per la stima del coefficiente di crescita per un tempo di ritorno di 500 anni sia cautelativa.

Di seguito si riportano i valori delle curve di possibilità pluviometriche.

Bacino	Curva possibilità pluviometrica						
	a	n	K _T (tempo di ritorno in anni)				
			20	50	100	200	500
A	28,95	0,261	1,640	1,890	2,077	2,263	2,512
B	28,84	0,248	1,657	1,913	2,104	2,295	2,551
C	28,87	0,243	1,675	1,938	2,135	2,332	2,595
D	28,97	0,255	1,679	1,943	2,141	2,339	2,603
E	28,45	0,266	1,691	1,961	2,162	2,363	2,632
F	28,83	0,267	1,703	1,977	2,182	2,386	2,660
G	28,41	0,269	1,707	1,983	2,189	2,395	2,670
H	28,40	0,268	1,718	1,997	2,207	2,415	2,695
N	29,15	0,256	1,670	1,930	2,126	2,320	2,581
Q	29,46	0,260	1,698	1,969	2,173	2,376	2,647
R	29,49	0,259	1,700	1,973	2,177	2,380	2,653

Tabella 5 - Coefficienti delle curve di corrvazione.

3.3.1 Tempo di corrivazione

L'intensità di pioggia dipende direttamente dal tempo di pioggia (t) ovvero dalla durata dell'evento meteorologico. Affinché la portata sia massima è necessario che l'evento meteorologico sia sufficientemente lungo da attivare tutto il bacino così che contribuisca al deflusso. Questo tempo è chiamato tempo di corrivazione, e rappresenta quanto impiega la goccia idraulicamente più distante a raggiungere la sezione di chiusura e quindi ad attivare completamente il bacino. Il tempo di corrivazione dipende dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino analizzato in quanto bacini di estensioni e pendenze differenti presentano tempi diversi. In letteratura sono presenti diverse formulazioni le quali presentano un proprio campo di applicazione derivante dalle caratteristiche geomorfologiche utilizzate per la taratura. Di seguito ne vengono elencate alcune di esse con i relativi campi di applicazione.

- Formula di Giandotti

$$t_c = \frac{4 \cdot A^{0.5} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot (H_{med} - H_{min})}$$

- Formula di Puglisi

$$t_c = \frac{6 \cdot \sqrt[3]{L^2}}{\sqrt[3]{H_{max} - H_{min}}}$$

- Formula di Merlo - Tournon

$$t_c = \frac{0,396L}{\sqrt{I}} \left(\frac{A}{L^2} \sqrt{\frac{I}{S}} \right)^{0,72}$$

- Formula di Pezzoli

$$\tau_c = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_a}}$$

- Formula di Chow

$$t_c = 0,001933 \left(\frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0,64}$$

- Formula di Pasini

$$T_c = \frac{24 \cdot 0,045 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i \cdot 100}}$$

- Formula di Kirpich

$$t_c = 0,000325 L^{0,77} S^{-0,385}$$

Dove:

A area della superficie del bacino (km²)

L lunghezza del percorso idraulicamente più lungo misurato lungo il reticolo idrografico (km)

H_{min} altitudine della sezione di chiusura (m.s.m.)H_{med} altitudine media del bacino (m.s.m.)H_{max} altitudine massima del bacino (m.s.m.)i_a/I pendenza media dell'asta principale (m/m)

i / S pendenza media dei versanti (m/m)

Come accennato ogni formula ha il proprio campo di applicazione ed è quindi necessario conoscerlo per poter decidere quale utilizzare per la stima del tempo di corrivazione. Nella tabella seguente vengono riportati i campi di applicazione delle formule precedenti.

Formula	Campo di applicazione (estensione del bacino)
<u><i>Giandotti</i></u>	Compreso tra 170 e 70.000 km ²
<u><i>Puglisi</i></u>	Compreso tra 43 e 94 km ²
<u><i>Merlo – Tournon</i></u>	Compreso tra 30 e 170 km ²
<u><i>Pezzoli</i></u>	Compreso tra 5 e 50 km ²
<u><i>Chow</i></u>	Compreso tra 0,012 e 18,5 km ²
<u><i>Pasini</i></u>	Bacini piccoli
<u><i>Kirpich</i></u>	Minori di 0,43 km ²

Come riportato nel capitolo 3.1 i bacini in esame hanno una superficie ridotta che oscilla tra lo 0,17 ed i 9,52 km². Dal confronto del campo di applicazione delle formule sopra riportate si desume che la formula più idonea da utilizzare per tutti i bacini in esame risulta essere quella di Chow. Di seguito vengono riportati i tempi di corrivazione ottenuti con la formula di Chow per tutti i bacini in analisi.

Bacino	Area [km ²]	H min [m]	H max [m]	H med [m]	L [km]	s [m/m] % pendenza bacino	i [m/m] % pendenza asta	t _c Chow
A	1,22	203,40	670,60	385,00	2,42	37,70	16,79	0,50
B	9,52	227,10	670,20	423,94	5,18	39,13	5,79	1,15
C	5,53	218,10	630,30	410,96	5,42	35,70	6,82	1,12
D	2,39	241,50	628,30	397,70	3,21	28,00	9,78	0,71
E	5,07	233,70	715,20	432,63	4,31	26,92	9,39	0,87
F	0,88	226,10	521,60	389,40	2,03	29,50	12,69	0,49
G	2,39	222,70	712,70	430,55	3,60	26,24	10,44	0,75
H	2,34	214,20	657,20	411,71	4,12	29,55	9,65	0,84
N	0,33	260,10	456,80	342,90	0,73	34,70	27,06	0,20
Q	0,29	224,90	474,40	341,80	1,08	25,90	23,15	0,27
R	0,17	224,90	449,50	330,80	0,87	27,90	25,81	0,23

Tabella 6 - In tabella vengono riportati i valori utilizzati per la stima del tempo di corrivazione. Si specifica che i dati geomorfologici dei bacini sono stati estratti a partire dal DTM della Regione Piemonte per l'estensione dei bacini calcolati nel capitolo 2.

Con la stima dei tempi di corrivazione è possibile procedere al calcolo della portata di piena per ciascun bacino e per ciascun tempo di ritorno. E' necessario fare una precisazione. Come mostrato nella tabella 6 la maggior parte dei bacini presenta un tempo di corrivazione inferiore all'ora. L'Arpa Piemonte ha rilasciato una guida per la stima delle altezze di pioggia a partire dai dati estratti dall'atlante delle piogge intense. Nella guida è riportato che nel caso la precipitazione abbia una durata sub-oraria la formula analitica per il calcolo dell'altezza di pioggia cambia e deve essere utilizzata la seguente:

$$P(d, T) = \left(a \left(\frac{1 + B \cdot d}{1 + B} \right)^{\frac{(n-1)(1+B)}{B}} \right) d K_T$$

dove:

P è l'altezza di pioggia che dipende dalla durata (d) e dal tempo di ritorno (T)

a, n e K_T sono i parametri delle curve di possibilità pluviometriche (già descritti in precedenza)

B è una costante definita su tutto il Piemonte ed è pari a 136,495.

L'utilizzo di questa formula nasce dal fatto che la forma esponenziale della curva di possibilità pluviometrica tende ad infinito per tempi di corrivazione prossimi allo 0. Con la formula proposta da Arpa Piemonte si ottiene invece un valore che cresce meno velocemente e pertanto fornisce valori più ragionevoli nell'intorno di 0.

3.4 Portata di progetto

Di seguito vi riportano i valori delle altezze intensità di pioggia e delle portate ottenute per ciascun bacino e per ciascun tempo di ritorno utilizzando i dati riportati nei capitoli precedenti.

Bacino	Altezza di pioggia [mm]					Intensità di precipitazione [mm/h]					Portata di progetto [m³/s]				
	T _r =20	T _r =50	T _r =100	T _r =200	T _r =500	T _r =20	T _r =50	T _r =100	T _r =200	T _r =500	T _r =20	T _r =50	T _r =100	T _r =200	T _r =500
A	39.64	45.67	50.19	54.69	60.71	79.11	91.14	100.15	109.13	121.15	12.70	15.60	18.40	20.70	23.00
B	49.43	57.06	62.78	68.47	76.10	43.11	49.77	54.75	59.72	66.38	53.50	65.80	78.10	87.70	97.40
C	49.72	57.53	63.38	69.20	77.01	44.41	51.38	56.61	61.81	68.78	32.20	39.70	47.20	53.10	59.10
D	44.62	51.65	56.91	62.16	69.19	62.53	72.37	79.75	87.10	96.95	20.30	25.00	29.70	33.40	37.20
E	46.41	53.80	59.33	64.85	72.23	53.19	61.65	67.99	74.31	82.78	37.30	45.90	54.50	61.30	68.30
F	40.56	47.08	51.97	56.84	63.36	82.85	96.17	106.15	116.09	129.41	9.40	11.70	13.90	15.70	17.50
G	44.93	52.18	57.62	63.03	70.28	59.70	69.33	76.54	83.73	93.36	18.10	22.30	26.60	29.90	33.40
H	46.58	54.16	59.84	65.50	73.07	55.36	64.36	71.11	77.84	86.85	17.60	21.70	25.90	29.20	32.60
I	31.98	36.84	40.49	44.12	48.99	183.41	211.33	232.25	253.09	281.01	3.30	4.10	4.80	5.40	6.00
L	31.19	35.94	39.50	43.05	47.80	229.09	264.00	290.16	316.22	351.13	2.00	2.40	2.80	3.20	3.50
M	31.04	35.77	39.32	42.85	47.59	234.62	270.41	297.23	323.95	359.74	2.30	2.90	3.40	3.80	4.30
N	32.18	37.20	40.97	44.72	49.75	161.54	186.77	205.67	224.50	249.73	7.00	8.60	10.20	11.50	12.80
Q	35.57	41.26	45.52	49.77	55.46	132.05	153.18	169.01	184.79	205.92	5.30	6.50	7.70	8.70	9.70
R	34.15	39.62	43.73	47.82	53.29	150.54	174.67	192.76	210.78	234.91	3.30	4.00	4.80	5.50	6.10
S	29.58	34.38	37.98	41.57	46.37	276.95	321.94	355.66	389.25	434.24	2.60	3.30	3.90	4.30	4.90
T	33.31	38.74	42.81	46.87	52.30	172.55	200.68	221.77	242.77	270.90	3.50	4.40	5.20	5.90	6.60

Tabella 7 - In tabella vengono riportati i valori delle altezze di pioggia, delle intensità e delle portate calcolate per ciascun bacino per ciascun tempo di ritorno.

4 MODELLAZIONE IDRAULICA

Come anticipato, l'obiettivo del presente studio è determinare le aree d'allagamento così da poter supportare gli altri studi specialistici necessari a zonizzare ed attribuire le classi di sintesi alla collina del comune di Torino. Per determinare le aree allagate è necessario predisporre un modello matematico utilizzando uno dei software presenti sul mercato. Il modello che verrà utilizzato sarà creato su HEC-RAS, software sviluppato dal corpo militare degli ingegneri americani, programma noto per la modellazione mono e bidimensionale di reti di canali naturali e artificiali. Tutti i modelli (che siano mono o bidimensionali) richiedono le seguenti informazioni di input:

- Modello geometrico;
- Condizioni iniziale;
- Condizioni al contorno.

Il modello geometrico rappresenta il dominio di simulazione. Nel caso di un modello monodimensionale è rappresentato da una serie di sezioni topografiche, mentre in un modello bidimensionale è rappresentato da una mesh. Tutti i modelli sono influenzati dalle condizioni iniziali e dalle condizioni al contorno.

La condizione iniziale rappresenta la portata di piena che entra nel dominio di simulazione e che raggiunge la sezione di fuoriuscita.

Le condizioni al contorno invece sono principalmente tre:

- Condizione a monte
- Condizione a valle
- Scabrezza del dominio di simulazione.

La condizione di monte e di valle rappresentano sono indispensabili per determinare il tipo di corrente (sub-critica o ipercritica) del corso d'acqua. La condizione di valle assume

anche un'ulteriore funzione, ovvero il metodo di fuori uscita della portata dal modello. La scabrezza invece rappresenta il materiale presente nel dominio di simulazione su cui scorre la portata.

Le condizioni ed il modello geometrico variano rispetto al modello che si vuole ottenere in base all'obiettivo da raggiungere.

Hec-Ras permette la creazione di modelli con diversi tipi di moto e fondi:

1) Modello Monodimensionale:

- Moto permanente
- Moto semi permanente (portata definita a step)
- Moto vario (idrogramma)

2) Modello Bidimensionale

- Moto vario (utilizzo di un idrogramma)

Sia i modelli mono che bidimensionali possono essere:

- modelli a fondo fisso (no trasporto solido)
- modelli a fondo mobile (trasporto solido)

I modelli sopra elencati vanno dal più semplice al più complesso dove la difficoltà sta sia nella modellazione che nella taratura. Questo è dovuto principalmente dall'aumento del numero di dati che il programma richiede per la realizzazione del modello. Non necessariamente i modelli più sofisticati permettono di ottenere risultati migliori in quanto in alcuni casi le differenze possono essere trascurabili.

La differenza principale tra i modelli monodimensionali e bidimensionali sta nel catturare le componenti dei moti trasversali. Questi moti si riscontrano principalmente quando il corso d'acqua è libero di divagare all'interno dell'alveo (basse pendenze) o presenta una

pluricorsualità significativa. E' intuibile come nei rii collinari in cui sono presenti forti pendenze con una unica sezione molto compatta, causato dall'elevato livello di antropizzazione, un modello monodimensionale sia più che sufficiente.

Assunto che per i rii della collina di Torino siano sufficienti l'utilizzo di modelli monodimensionali è necessario scegliere il moto da utilizzare per la simulazione. Il moto permanente è il più semplice da implementare, in quanto richiede solamente la conoscenza della portata al colmo di piena, rispetto ad al moto vario il quale richiede di conoscere l'intero idrogramma. Nel moto permanente si assume che la portata massima al colmo persista nel tempo a differenza del moto vario in cui la portata massima viene raggiunta solo al picco. Questa differenza è riscontrabile nella quantificazione dei volumi di piena. Infatti a parità di durata dell'evento di piena, una portata costante al valore di colmo genera un volume maggiore di quello generato da un idrogramma. Ne risulta che le aree di allagamento determinate con il moto permanente risultano essere maggiori di quelle calcolate in moto vario. Pertanto la scelta di effettuare un modello a moto permanente è a favore di sicurezza.

La scelta di effettuare una simulazione a fondo fisso o mobile, invece non influisce sulla definizione delle aree d'allagamento. Infatti un modello a fondo fisso restituisce la situazione che si verificherebbe nell'attuale stato dei luoghi in caso si verificasse un determinato evento di piena. Nel caso di un modello bidimensionale invece è possibile identificare la situazione che si potrebbe verificare nel futuro in quanto è possibile calcolare la possibile l'evoluzione del fondo alveo. I modelli a fondo mobile sono indicati specialmente per l'analisi evolutiva di un determinato fenomeno (erosione/ deposito spondale, attivazione di canali secondari, ecc..) e meno per la stima delle aree di allagamento. La ragione è solamente computazionale. Infatti un modello a fondo variabile

necessita di ulteriori dati in quanto le variabili nel modello aumentano ed aumenta anche l'onere computazionale.

Nel caso in esame si vuole determinare le aree d'allagamento determinate da diversi eventi alluvionali. Per tali ragioni si è scelto di utilizzare dei modelli monodimensionali a fondo fisso ed in moto permanente.

Si precisa che la descrizione, di seguito riportata sui processi necessari alla realizzazione dei modelli, è la medesima per ciascun bacino analizzato.

4.1 Modello di calcolo – Moto Permanente

Si riportano di seguito le equazioni, implementate nel software, per la risoluzione del moto in condizioni permanenti. La determinazione del profilo di corrente avviene mediante un processo iterativo chiamato "standard step". Indicando con 1 la sezione di monte e 2 la sezione di valle, l'equazione può essere scritta nella seguente forma:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove:

- Z_i = quote di fondo;
- Y_i = tiranti idrici;
- α_i = coefficienti di ragguaglio delle altezze cinetiche;
- V_i = velocità;
- g = accelerazione di gravità;
- h_e = perdita di carico totale nel tratto.

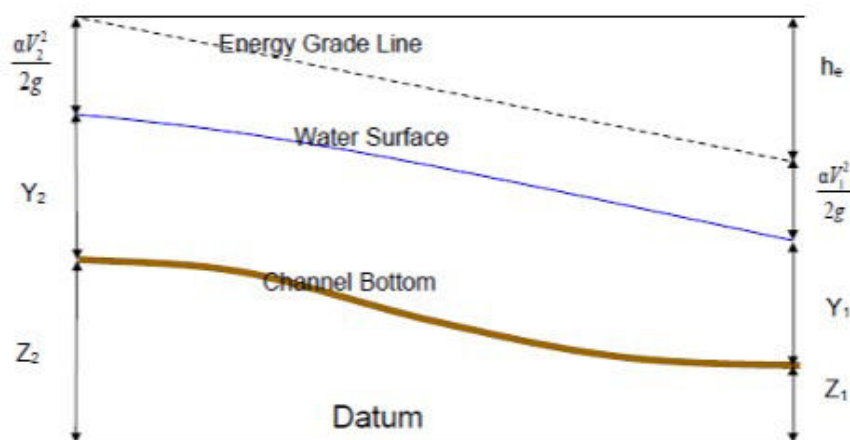


Figura 19 - Schema esemplificativo dell'equazione in moto permanente

Ragionando sempre tra due sezioni, le perdite di carico sono attribuibili a due fattori principalmente, uno dovuto alle perdite distribuite lungo il tratto dovuto all'attrito, l'altro relativo alle contrazioni ed espansioni della vena liquida. L'espressione per il calcolo viene di seguito riportata:

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

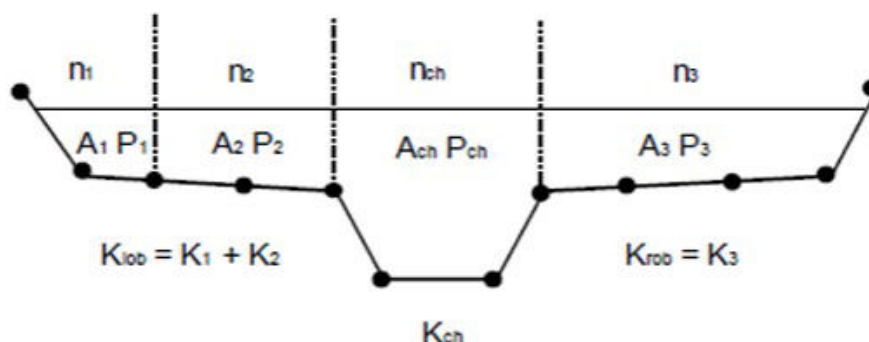
Dove:

- L = lunghezza del tratto mediata sulle portate;
- S_f = cadente della linea dei carichi totali;
- C = coefficiente di contrazione ed espansione che variano in base alla tipologia di corrente. Per correnti lente variano tra 0.3 e 0.5 mentre per correnti veloci tra 0.01 e 0.03;

La determinazione del parametro " L " avviene tenendo in considerazione le tre diverse distanze, tra una sezione e l'altra, riferite alle aree individuabili in una sezione (LOB, Ch,

ROB) e mediate con le rispettive portate di competenza; la considerazione di queste tre lunghezze consente di tener conto dell'andamento curvilineo dell'asse fluviale.

La determinazione delle altezze cinetiche richiede la suddivisione del flusso in porzioni all'interno delle quali si possa considerare la velocità uniformemente distribuita. L'approccio standard utilizzato da HEC-RAS consiste nella discretizzazione delle sezioni rispetto al valore della scabrezza come mostrato di seguito.



La discretizzazione rispetto alle scabrezze è dovuta dal fatto che la formula della portata dipende dal coefficiente di Manning.

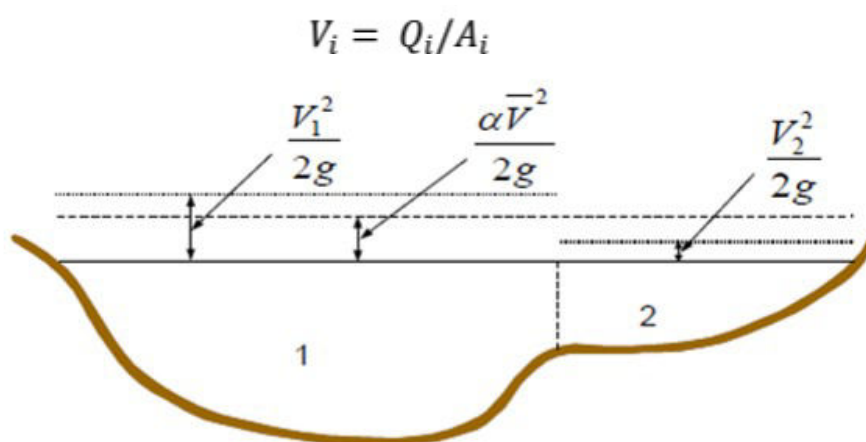
$$Q = K \cdot \sqrt{S_f} \quad \text{con} \quad K = \frac{1.486}{n} \cdot A \cdot R^{2/3}$$

Dove:

- K = conduttanza (m^3/s);
- n = coefficiente di scabrezza di Manning ($m^{-1/3}/s$);
- A = area di flusso (m^2);
- R = raggio idraulico (m);
- S_f = pendenza della linea dei carichi totali.

Relazione idraulica

Determinati i "K" per le varie porzioni della sezione essi devono poi essere sommati in modo da ricavare i rispettivi valori per le aree laterali (KLOB e KROB), KCH viene generalmente calcolato come elemento unico senza suddivisioni. Il valore finale "Kt" sarà poi dato dalla somma dei tre contributi (KLOB + KCH + KROB). Si può così determinare il valore di velocità, e quindi dell'altezza cinetica, per ciascun tratto a partire dalla portata calcolata con la formula precedente e l'area di flusso.



Conoscendo la quota delle sezioni, la perdita energetica e le velocità per ciascun settore della sezione si ricavano le altezze d'acqua.

4.2 Dominio di simulazione - Modello geometrico

Per la realizzazione di un modello monodimensionale è necessario reperire le sezioni fluviali per il tratto oggetto di studio. Vista la ridotta dimensione dei rii e l'assenza di campagne di misure non è stato possibile reperire delle sezioni topografiche recenti. Si è pertanto scelto di estrarre in modo analitico le sezioni topografiche a partire da modelli digitali del terreno (DTM). L'unico modello digitale del terreno facilmente reperibile e con una discreta precisione è il DTM della Regione Piemonte fornito per una maglia di 5 m, lo stesso già utilizzato per determinare la forma dei bacini ed estrarre i parametri geomorfologici. RAS-Mapper (Plug in di HEC-RAS) permette di estrarre direttamente all'interno del proprio progetto le sezioni topografiche necessarie per il modello idraulico.

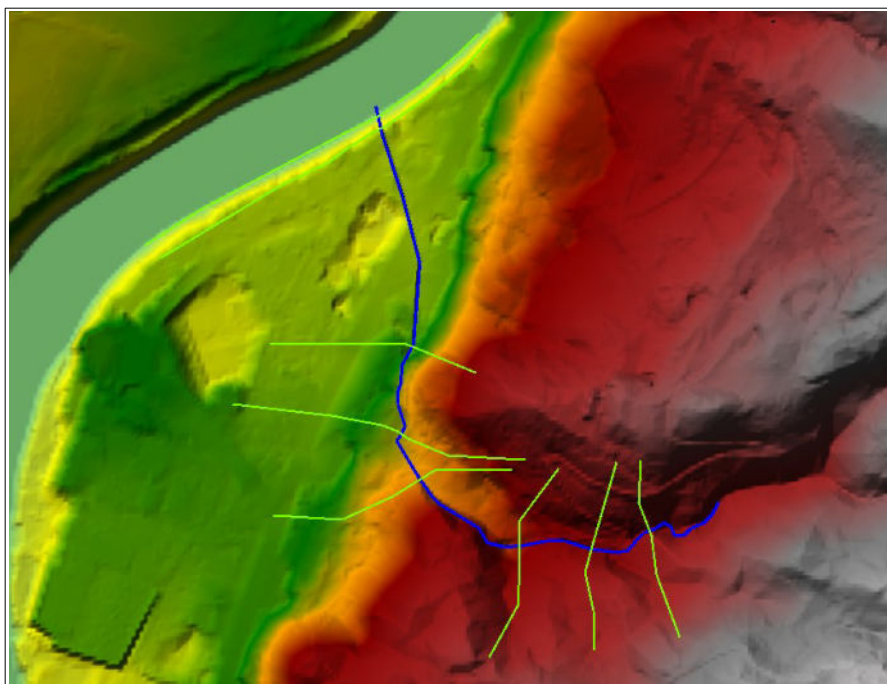


Figura 20 - Planimetria con indicazione delle sezioni topografiche estratte dal modello digitale del terreno (bacino F).

Relazione idraulica

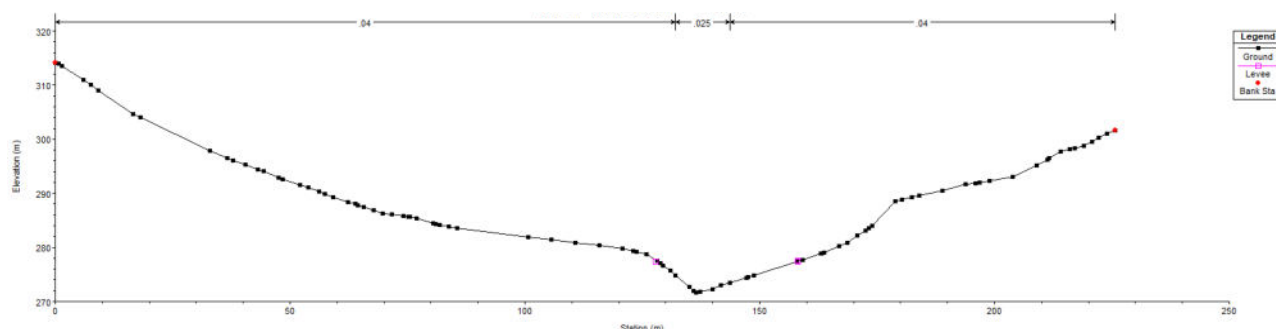


Figura 21 - Esempio di sezione estratta dal DTM della Regione Piemonte con maglia di 5 m.

Si precisa che non sempre è possibile estrarre delle sezioni dove si può identificare l'alveo attivo, come mostrato nella figura 21, in quanto buona parte dell'area oggetto di modellazione è urbanizzata. Nei tratti in cui i corsi d'acqua risultano intubati sarà pertanto necessario modificare il terreno ed effettuare dei tagli nel DTM affinché sia possibile identificare l'alveo. Questa modifica locale è necessaria effettuarla in quanto altrimenti sarebbe impossibile riuscire ad inserire le opere come gli intubamenti/attraversamenti. All'interno di RAS-Mapper esistono delle funzioni che permettono in modo agevole di effettuare questa operazione e che conducono al risultato desiderato.

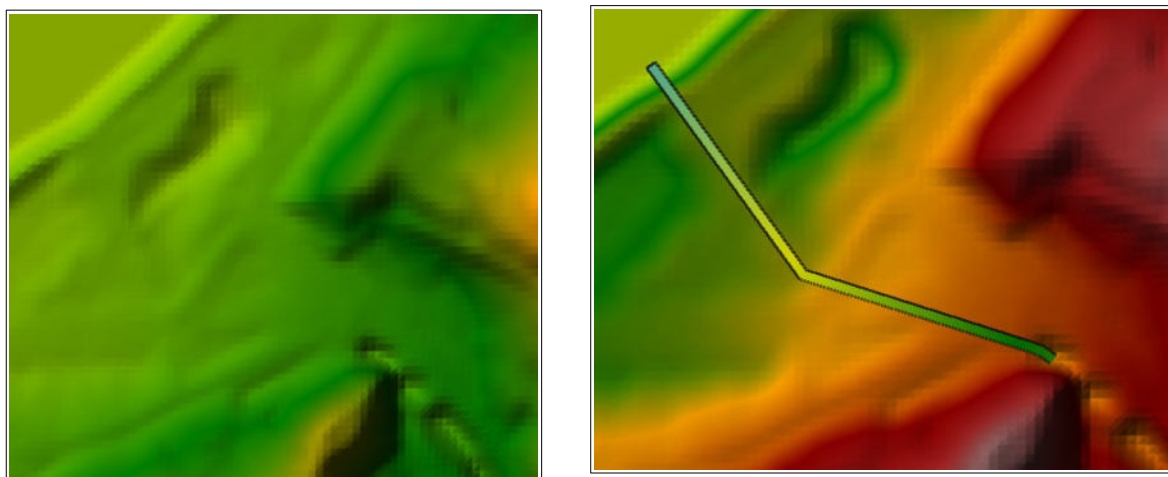


Figura 22 - A sinistra è riportata una visualizzazione del DTM senza la presenza dello scavo mentre a destra è riportato lo scavo.

Relazione idraulica

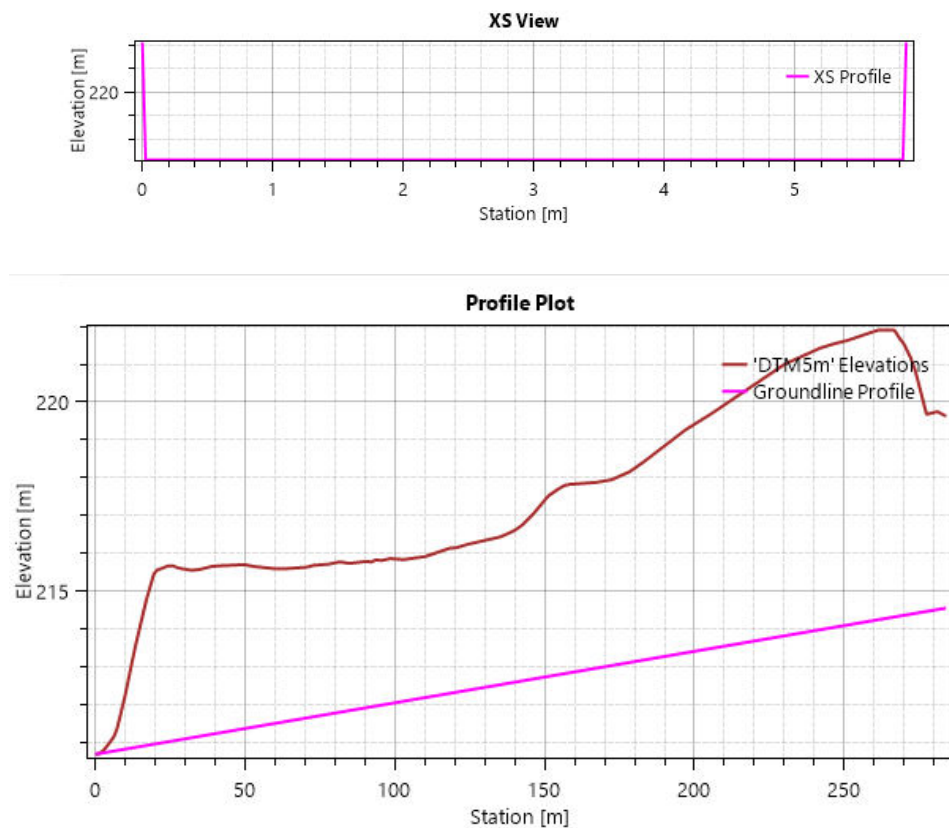


Figura 23 - Esempio di sezione e di profilo di scavo nel tratto urbanizzato.

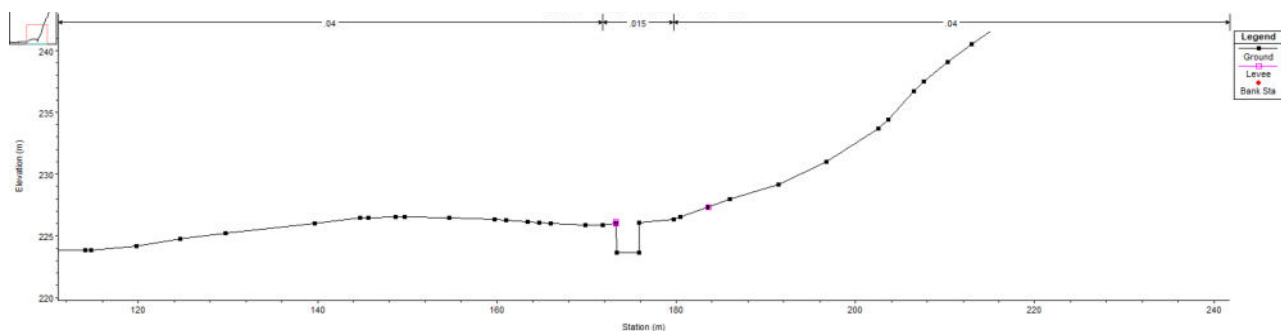


Figura 24 - Esempio di sezione topografica ottenuta con l'inserimento di un canale in modo da poter inserire successivamente il manufatto di attraversamento.

4.2.1 Modellazione degli attraversamenti.

Lungo i rii sono presenti diversi attraversamenti e tratti intubati situati principalmente nelle aree maggiormente antropizzate. La modellazione degli attraversamenti/intubamenti riveste particolare importanza in quanto uno dei vantaggi dell'utilizzo di Hec-Ras è nella modellazione di strutture in alveo così da poter tener conto degli effetti causati sulla corrente. Il programma permette l'utilizzo di due funzioni differenti, una per la modellazione dei ponti, una per gli intubamenti. Per una corretta modellazione è necessario conoscere la geometria dei ponti e degli attraversamenti incontrati dai diversi rii. Nello studio pregresso era stato effettuato un censimento di tutte le opere e/o punti critici riscontrati lungo le aste fluviali. Ogni punto critico riscontrato era stato categorizzato e schematizzato all'interno di una scheda su cui era riportata sia la documentazione fotografica sia una schematizzazione (con misure) delle opere.



Figura 25 - Indicazione dei punti critici corrispondenti nella maggior parte dei casi ad attraversamenti ed intubamenti del rio principale o dei suoi affluenti.

Prima di procedere con la modellazione si è reso necessario una verifica dello stato attuale dei luoghi per identificare se le opere avessero subito modifiche o se nel frattempo se ne fossero aggiunte. Non sono state riscontrate modifiche delle opere esistenti ma pochi nuovi intubamenti. Essi sono visibili nell'elaborato G.05 dove ne sono indicati oltre ai tracciati le caratteristiche riscontrate. Di seguito si riporta la metodologia adottata dal software per la modellazione dei ponti e degli intubamenti. Sono state oggetto di modellazione, mediante le tecniche descritte, esclusivamente le opere in grado di influenzare il deflusso della corrente in tutte le condizioni simulate. Gli attraversamenti privi di elementi antropizzati, infatti, non producono effetti significativi sul deflusso e pertanto non determinano variazioni apprezzabili nelle simulazioni.

4.2.1.1 Ponti ed attraversamenti

La funzione denominata "Bridge" permette l'inserimento dei ponti tramite la definizione degli impalcati, delle pile e delle spalle dei ponti.

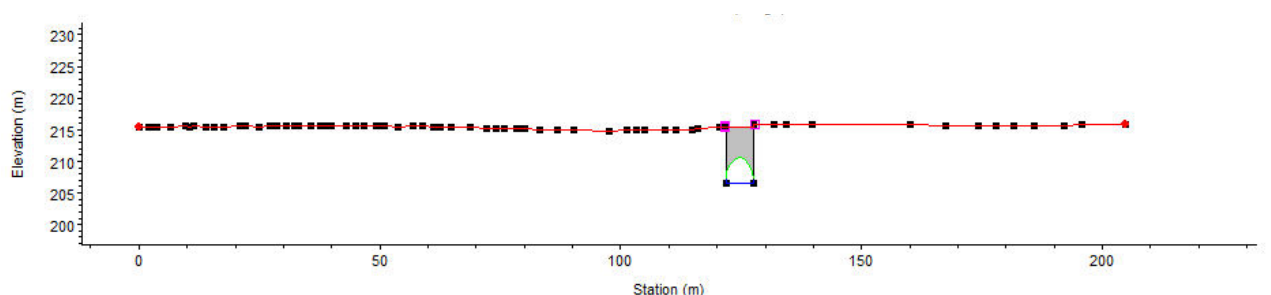


Figura 26 - Esempio di modellazione di ponte.

I ponti influiscono sulla corrente in base ai seguenti tre fattori:

1. contrazione dei filetti fluidi che necessariamente avviene appena a monte del ponte;
2. espansione dei filetti fluidi che si verifica appena a valle della struttura;
3. presenza della struttura stessa.

Il calcolo di questi contributi dipende fortemente dai coefficienti di contrazione ed espansione, e dalla modellazione del manufatto all'interno del programma.

L'insieme di questi contributi determina una perdita di energia della corrente la quale rallenta e rigurgita a monte.

Le perdite di energia vengono calcolate a partire dalla struttura dell'attraversamento e possono essere valutate da Hec-Ras utilizzando 4 metodi differenti che sfruttano le seguenti equazioni:

1. equazione dell'energia,
2. equazione di equilibrio dinamico,
3. equazione di Yarnell,
4. FHWA WSPRO.

Il programma permette di utilizzare anche tutte le 4 formule e considerare, per il calcolo dei profili idrici, solamente quella che fornisce le condizioni peggiori. Ogni equazione, a differenza di quella energetica, richiedono dei parametri di input ulteriori oltre alla forma del ponte. Nel caso dell'equazione di Yarnell è necessario indicare un coefficiente di forma delle pile K , nel caso di utilizzo dell'equazione di equilibrio globale si utilizza un coefficiente CD mentre la FHWA WSPRO richiede una serie di dati ulteriori in merito alla forma esterna all'attraversamento (come i muri d'ala) che possono agevolare o incrementare le perdite.

4.2.1.2 Intubamenti

La funzione “Inline” permette la modellazione dei canali sotterranei tramite la definizione di una struttura di sbarramento e la sezione libera al deflusso (culvert).

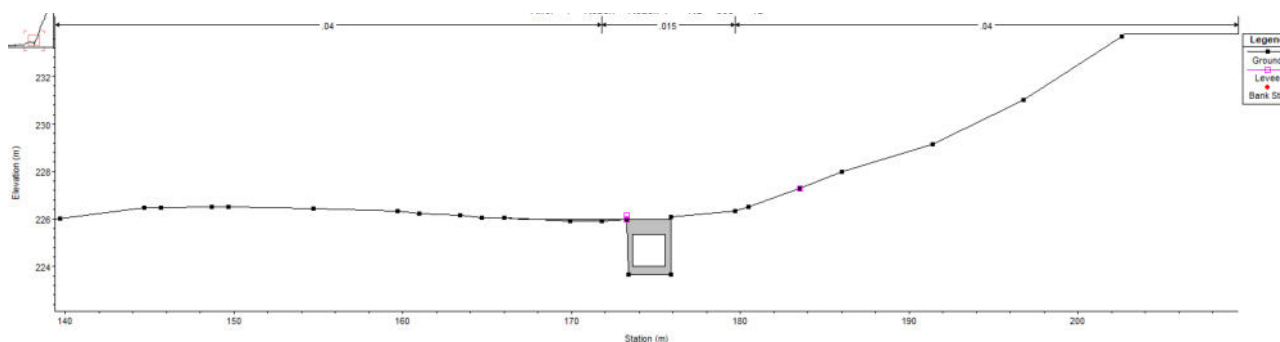


Figura 27 - Esempio di modellazione di intubamento.

A differenza per la modellazione dei ponti, il plug per i canali sotterranei richiede la definizione della sezione defluente (rettangolare, circolare, composta, ecc...) ed una serie di coefficienti utilizzati dal codice di calcolo per computare le perdite di carico all'ingresso e all'uscita. Il programma richiede all'utilizzatore di scegliere tra diversi tipi di forme e caratteristiche della sezione defluente.

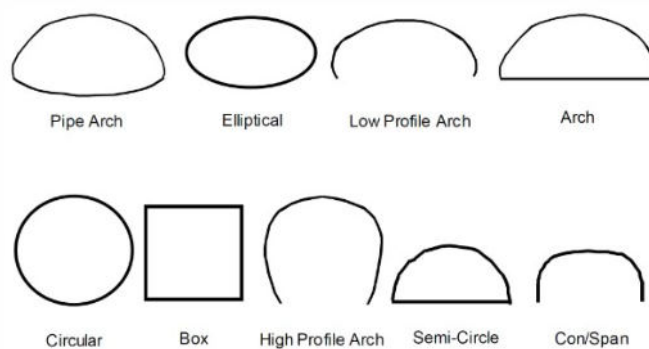


Figura 28 - Forme disponibili per i canali intubati.

Dopo la scelta sarà necessario inserire i valori delle dimensioni geometriche, posizioni, pendenza e scabrezza (materiale) così da poter definire la portata defluita.

Nel caso in esame gli attraversamenti e gli intubamenti sono stati modellati in maniera semplificata, in quanto non sono presenti pile in alveo (nel caso dei ponti), o sezioni complicate per gli intubamenti. Per i ponti si è scelto di utilizzare, per il calcolo della perdita energetica, solamente l'equazione dell'energia. La scelta deriva principalmente dall'assenza di pile in alveo le quali, con la loro forma, incidono sulla scelta dei coefficienti K e C_d delle equazioni di Yarnier e dei momenti. Inoltre nel caso di sormonto dell'attraversamento il programma calcolerà la perdita di energia tramite l'equazione energetica.

4.3 Condizione iniziale

Come descritto nel capitolo 4 le condizioni al contorno permettono al modello di simulare un determinato fenomeno. La condizione iniziale è rappresentata dall'ingresso nel modello della portata oggetto di simulazione. Visto che il modello scelto è a moto stazionario, nella condizione di monte sarà sufficiente inserimento delle portate calcolate nello studio idrologico, riportate nel capitolo 3.4, nella sezione di monte. Nel caso siano presenti delle confluenze sarà necessario considerare il contributo degli affluenti ed inserire nella sezione a valle della confluenza la somma delle portate.

4.4 Condizioni al contorno – Condizione di monte e valle

Nel caso di moto stazionario è possibile scegliere tra 4 condizioni:

- Livello noto;
- Altezza critica;
- Pendenza della piezometrica;
- Curva altezza/portata.

Nel caso di livello noto è necessario inserire il valore della quota assoluta a cui il battente deve raccordarsi. Questa condizione è molto utilizzata nel caso il corso d'acqua si immetta in un immissario con battente noto oppure sfoci nel mare/lago.

Nel caso si utilizzi l'altezza critica il modello tenderà ad assumere nell'ultima sezione l'altezza critica. Questa condizione si verifica di rado pertanto bisogna essere certi che il canale abbia una corrente ipercritica (corrente veloce).

L'utilizzo della pendenza della piezometrica è una delle condizioni più utilizzate e semplici da stimare. Infatti la pendenza della piezometrica in molti casi può essere scambiata con la pendenza del fondo alveo. La condizione però può essere utilizzata solamente nel caso in cui il corso d'acqua non confluisca all'interno di un corpo recettore. Questa condizione si verifica quando si vuole simulare solo un tratto dell'asta fluviale oggetto di modellazione.

L'utilizzo di una curva altezza portata è possibile solamente quando si è a conoscenza della forma di tale curva. Generalmente viene utilizzata se nella sezione sono presenti degli elementi antropici che influiscono sul regolare deflusso della portata. L'esempio può essere la presenza di un'opera di regolazione della portata, come una paratoia.

Queste condizioni sono da applicare sia alla sezione di monte che alla sezione di valle in quanto il corso d'acqua può presentare sia una corrente ipercritica che sub-critica e quindi un'influenza delle condizioni al bordo di monte o di valle.

Nel caso in esame si è scelto di utilizzare il livello noto. Infatti le simulazioni idrauliche sono riferite ai tratti di valle dei rii della collina di Torino che si immettono nel Po e che risentono dell'effetto di rigurgito causato dal suo battente. I valori inseriti sono stati estratti dal PGRA dove sono riportati i battenti per i tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni. Visto

che il bacino del Po e dei rii presentano caratteristiche completamente diverse e che le portate di piena si verificano in condizioni differenti non risulta essere corretto associare il relativo battente del Po a ciascun tempo di ritorno. Si è scelto pertanto di utilizzare per tutte le simulazioni i battenti relativi ad un tempo di ritorno pari a 20 anni. Di seguito viene riportata la tabella dei valori utilizzati nelle simulazioni e le sezioni del PGRA di riferimento.

BACINO	Sezione di riferimento PGRA	T20 msm
A	262.00	207.19
B	268/269	212.94
C	269/270	213.71
D	271/272	215.12
E	274.00	216.66
F	276/277	218.14
G	277.00	218.60
H	278/279	219.20
N	270.00	214.27
Q	276.00	217.67
R	276.00	217.67

Tabella 8 - Nella tabella vengono riportati per ciascun bacino la quota del Po estratta dai profili di piena del PGRA per una portata con tempo di ritorno di 20 anni e la sezione di riferimento. Nel caso ne siano presenti due, è stata utilizzata la quota media tra le due sezioni in quanto il rio sfocia distante dai valori noti.

4.5 Condizioni al contorno – Scabrezza

Come ultima condizione al contorno è necessario definire le scabrezze di ciascuna sezione nonché l'effetto indotto dai “materiali” sulla corrente. Infatti la sezione può essere suddivisa in diversi settori, individuati mediante linee di separazione verticali, così da

caratterizzare in modo più preciso l'attrito generato dalle aree golenali (generalmente vegetate) e dall'alveo.

La stima dei valori di scabrezza richiede una attenta analisi in quanto, nel caso del coefficiente di Manning, adottare un coefficiente di attrito maggiore corrisponde ad un decremento della velocità ed un aumento del battente con la conseguenza di commettere errori grossolani nella loro stima. In letteratura sono presenti diversi manuali e/o ricerche sull'attribuzione del più corretto coefficiente di attrito da utilizzare per le simulazioni. Uno dei testi maggiormente riconosciuti è l'"Open Channel Hydraulics", Ven Te Chow, McGraw Hill International Editions, testo conosciuto per il numero esaustivo di dati di scabrezza da applicare sui corsi d'acqua naturali.

Di seguito si riportano I coefficienti assunti per ciascun materiale presente nelle sezioni simulate:

Zona della sezione trasversale	Coefficiente di Manning "n"
Alveo	0,025
Area fuori alveo	0,040
Elementi in C.A.	0,015

Di seguito si riporta un estratto del "Open Channel Hydraulics" a dimostrazione dei coefficienti adottati. Si precisa che lo stesso Hec-Ras propone i coefficienti di scabrezza adottati all'interno del testo indicato.

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
D. NATURAL STREAMS			
D-1. Minor streams (top width at flood stage <100 ft)			
a. Streams on plain			
1. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
2. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
3. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
4. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
5. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
6. Same as 4, but more stones	0.045	0.050	0.060
7. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
8. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150

1. Concrete			0.015
a. Trowel finish	0.011	0.013	0.016
b. Float Finish	0.013	0.015	0.020
c. Finished, with gravel bottom	0.015	0.017	0.020
d. Unfinished	0.014	0.017	0.023
e. Gunite, good section	0.016	0.019	0.025

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
b. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks submerged at high stages			
1. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
2. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070
D-2. Flood plains			
a. Pasture, no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200
2. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
3. Same as above, but with heavy growth of sprouts	0.050	0.060	0.080
4. Heavy stand of timber, a few down trees, little undergrowth, flood stage below branches	0.080	0.100	0.120
5. Same as above, but with flood stage reaching branches	0.100	0.120	0.160
D-3. Major streams (top width at flood stage >100 ft). The <i>n</i> value is less than that for minor streams of similar description, because banks offer less effective resistance.			
a. Regular section with no boulders or brush	0.025		0.060
b. Irregular and rough section	0.035		0.100

Di seguito vengono riportate delle foto esemplificative che mostrano il perché sono stati adottati i valori precedenti. Si specifica che il valore utilizzato per le aree al di fuori dell'alveo presentano le caratteristiche delle aree boscate/verde urbano. Si verifica in più casi la possibilità che vengano interessate anche aree asfaltate o in cui sono presenti edifici. La scelta di questo coefficiente risulta essere cautelativa in quanto genera tiranti maggiori e quindi un "rischio" maggiore. Si precisa anche che il coefficiente per gli elementi in C.A. è

Relazione idraulica

stato utilizzato solamente per i tratti in cui si riscontrava la presenza di attraversamenti o intubamenti.



Figura 29 - Esempio di tratto intubato.



Figura 30 - Esempio di tratto naturale con presenza di vegetazione fitta sulle sponde.



Figura 31 - Esempio di tratto in cui l'area allagabile (situata in sinistra) presenta delle aree a verde urbano/edifici e strade asfaltate (notare il ponticello posto più a valle).

5 CRITICITÀ' E RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Per ciascun rio è stato realizzato un modello idraulico monodimensionale a fondo fisso con le caratteristiche riportate nei capitoli precedenti. I modelli hanno permesso di ottenere, le sezioni trasversali, i profili, i valori dei battenti e delle velocità per ciascuna delle portate analizzate. Prima di descrivere nel dettaglio i risultati ottenuti ed evidenziare le eventuali criticità di ciascun rio vengono anticipate le principali criticità che si possono trovare all'interno di tutti i bacini. Esse sono:

- Differenza tra i valori di portata di piena calcolati nel presente studio ed in quello pregresso;
- Insufficienza delle luci degli attraversamenti/intubamenti;
- Aree allagate.

5.1 Criticità generali

5.1.1 Differenza di portata di piena

Durante l'analisi idrologica è emerso che le portate stimate nel presente studio risultino essere maggiori di quelle riportate nello studio pregresso. L'aumento non risulta essere costante per tutti i bacini in quanto varia tra un + 7 % ad un + 82%.

Parte dell'incremento era immaginabile in quanto, come già riportato nel capitolo 3 , l'utilizzo di dati più aggiornati di pluviometria avrebbero portato inesorabilmente ad un aumento delle portate di piena. In questo caso l'incremento risulterebbe pressoché

costante all'interno di tutti i bacini. La variabilità, invece, nasce principalmente da tre fattori:

- l'Area del bacino;
- Utilizzo del suolo;
- l'Idrogramma considerato.

5.1.1.1 Area del bacino

L'area dei bacini utilizzati nel presente studio è stata calcolata a partire da un modello digitale del terreno. I bacini estratti presentano aree confrontabili, ma non uguali, a quelle riportate nello studio pregresso. Nonostante la ridotta discrepanza media (circa il 3%) questo è uno dei fattori che genera variabilità nel confronto tra le portate.

5.1.1.2 Utilizzo del suolo

Per quanto la collina di Torino non abbia subito globalmente grandi cambiamenti si sono riscontrate delle discrepanze tra le percentuali di copertura del suolo delle tre macro categorie (bosco, prato, urbanizzato) riportate nel presente studio ed in quello pregresso. Queste discrepanze nascono dalla differenza di copertura di una superficie e può portare ad un incremento o decremento della portata defluita.

Di seguito viene riportata in formato tabellare il confronto tra le percentuali delle tre macro categorie.

Bacini	aree percentuali (attuali)			aree percentuali (precedenti)			Differenza		
	urbano	prato	bosco	urbano	prato	bosco	urbano	prato	bosco
A	9.4%	19.8%	70.8%	10.0%	17.1%	72.9%	-0.6%	2.7%	-2.1%
B	9.0%	17.3%	73.7%	13.6%	21.6%	64.7%	-4.6%	-4.3%	9.0%
C	10.5%	21.9%	67.6%	16.3%	33.4%	50.3%	-5.8%	-11.5%	17.3%
D	19.1%	41.8%	39.1%	19.5%	50.2%	30.3%	-0.4%	-8.3%	8.7%
E	26.2%	32.4%	41.4%	22.0%	27.2%	50.7%	4.1%	5.2%	-9.3%
F	16.2%	44.6%	39.2%	18.1%	47.3%	34.6%	-1.9%	-2.7%	4.6%
G	26.3%	25.0%	48.8%	36.9%	12.3%	50.7%	-10.7%	12.7%	-2.0%
H	24.0%	35.0%	41.0%	41.0%	7.4%	51.6%	-17.0%	27.6%	-10.5%

Tabella 9 - Percentuale di copertura del suolo tra il presente studio e lo studio pregresso.

La tabella mostra come se anche non siano marcate le variazioni in percentuale di utilizzo del suolo, esse portano comunque ad aumentare la variabilità nella stima della portata. Inoltre, la tabella mostra l'evoluzione del bacino dove in alcuni casi i bacini registrano incrementi delle aree a bosco a discapito di quelle a prato, il che comporta un decremento della portata liquida.

5.1.1.3 Idrogramma considerato

Il metodo utilizzato per la stima delle portate tra il presente studio ed il pregresso sono differenti a partire dalla determinazione dell'idrogramma considerato. Infatti nello studio pregresso venivano presi differenti idrogrammi estratti per diversi tempi di pioggia. Veniva scelto l'idrogramma, per il relativo tempo di pioggia, che permetteva di ottenere il maggior valore di portata. In questo modo veniva assunto che il tempo di corrivazione del bacino corrispondeva a quello del tempo di pioggia il quale risultava essere sempre maggiore di 1 ora ed in alcuni casi anche pari a 4 ore. In questo modo non si tiene conto del tempo e dell'effettiva risposta che presenta ciascun bacino oltre a non poter considerare tempi di corrivazione sub-oraria, condizione che si riscontra nella maggior parte dei casi.

Nel caso in esame invece l'idrogramma è stato costruito a partire dal tempo di corrivazione. Infatti il metodo razionale prevede l'utilizzo di un idrogramma rettangolare piatto della durata pari al tempo di corrivazione. In questo modo si viene a creare un idrogramma che tiene conto della corretta risposta del bacino e con un'intensità di precipitazione determinata a partire dalle caratteristiche del bacino stesso.

L'insieme delle cause sopra riportate ha portato alla discrepanza tra i valori di portate riportate nello studio pregresso e nell'attuale. Si ritiene che i valori calcolati nel presente studio siano congrui con la natura dei luoghi anche se l'incremento di portata in alcuni bacini può portare ad un'insufficienza delle luci presenti negli attraversamenti/intubamenti.

5.1.2 Insufficienza delle luci negli attraversamenti/intubamenti

Prima di procedere con la valutazione dell'adeguatezza delle opere con le portate oggetto di simulazione è necessario definire quali siano i tempi di ritorno per cui le opere devono essere verificate ed il relativo franco idraulico. All'interno delle NTC 2018 viene identificato che i ponti devono presentare un franco di 1,50 m per le portate che abbiano un tempo di ritorno pari a 200 anni. Da un consulto dei risultati ottenuti dalle simulazioni, visibili nell'Allegato 1 del presente documento, è emerso che una buona parte delle opere analizzate non rispettano quanto richiesto dalla NTC. È però necessario fare una precisazione, gli attraversamenti e gli intubamenti presentano caratteristiche diverse rispetto ai ponti a cui fa riferimento la normativa. All'interno della direttiva del PAI contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche viene definito che i ponti sono i manufatti che presentano una luce netta

complessiva superiore a 6 m. Inoltre la portata da utilizzare per la verifica della compatibilità idraulica per i corsi d'acqua non fasciati risulta essere quella pari ad un tempo di ritorno pari a 100 anni. Viste le caratteristiche della maggior parte degli attraversamenti analizzati non possono essere considerati come ponte e pertanto non devono presentare il franco richiesto da normativa ma devono permettere il completo deflusso delle acque. Inoltre visto che i rii non risultano essere fasciati sarà sufficiente che vengano verificati per un tempo di ritorno pari a 100 anni.

Nonostante le premesse fatte alcuni attraversamenti risultano ancora insufficienti a far smaltire appieno la portata all'interno delle opere previste. Si precisa che la situazione attuale era già nota in quanto già nello studio pregresso, nel quale sono state utilizzate portate inferiori a quelle qui adottate, si riportava che le opere non presentavano i franchi richiesti.

5.1.3 Aree Allagate

I modelli realizzati forniscono i valori dei battenti idrici e delle velocità calcolate per ciascuna sezione utilizzata. Il programma permette inoltre di estrarre le mappe di allagamento ottenute come differenza tra i piani dei carichi piezometrici ed il DTM. Si evince che questo risultato è frutto di un'interpolazione di risultati ottenuti tra due sezioni e non conseguente ad una modellazione che determina per ciascun punto bagnato il reale valore del battente d'acqua. Infatti gli errori che emergono sono dovuti da:

- Pendenze del terreno maggiori dei carichi piezometrici;
- Assenza dell'alveo nel DTM (presenza di attraversamenti o semplicemente rii molto piccoli);

- Presenza di aree depresse anche distanti dal corso d'acqua.

Le aree allagabili qui ottenute non sono pertanto utilizzabili per la definizione delle zone di rischio a meno di applicare delle correzioni locali che in alcuni casi è possibile effettuare già a partire dal modello.

5.1.3.1 Pendenze

La presenza di pendenze del terreno superiori a quelle della piezometrica fa sì che il programma determini delle aree di allagamento esagerate con valore dei battenti fuori scala. Una soluzione possibile è quella di infittire il modello geometrico inserendo delle nuove sezioni nelle aree in cui si verificano questi problemi. Effettuando una nuova elaborazione il programma calcola il battente nelle nuove sezioni inserite così da estrarre dei valori congrui con la realtà dei fatti. Questa procedura non è sempre applicabile in quanto nel caso il tratto "critico" sia intubato, il programma non permette di inserire delle sezioni all'interno delle opere. Si deve per tanto procedere con un'ulteriore modellazione atta a determinare come si comportino le acque in eccesso, non smaltite dalle opere, che ruscella e si distribuisce lungo le infrastrutture o le aree private. Nell'eventuale caso che anche questa soluzione non sia perseguibile sarà necessario definire a mano le aree basandosi solamente sulla caratterizzazione topografica del sito.

5.1.3.2 Assenza dell'alveo nel DTM

Come già anticipato nel capitolo 4.2 il DTM utilizzato per estrarre le sezioni topografiche a volte non è sufficientemente dettagliato. Il modello digitale del terreno dovrebbe contenere al suo interno le sole informazioni inerenti l'andamento del terreno al netto delle infrastrutture. Nel caso dei rii intubati si evince immediatamente che il DTM non

considera l'alveo del corso d'acqua e pertanto presenta delle quote superiori a quelle reali. Questo problema nasce anche dal fatto che in alcuni casi i rii presentano una sezione piuttosto compatta e ristretta inferiore alla risoluzione del DTM (5m) questo può portare ad un'assenza del dato topografico e perciò causare problemi alla simulazione. Per risolvere tale problema è possibile inserire dei canali che presentino le forme e le geometrie dell'alveo naturale.

5.1.3.3 Aree depresse

Sempre a causa del DTM si possono verificare la presenza di aree allagate non collegate dal corso d'acqua. Questo problema nasce dal fatto che nel DTM possono essere presenti degli avvallamenti localizzati che presentano una quota inferiore ai terreni limitrofi ed al carico piezometrico. Pertanto il programma procede con la colmatatura di queste aree anche se idraulicamente non connesse. La soluzione più convenzionale è quella della rimozione in post processing delle suddette aree.

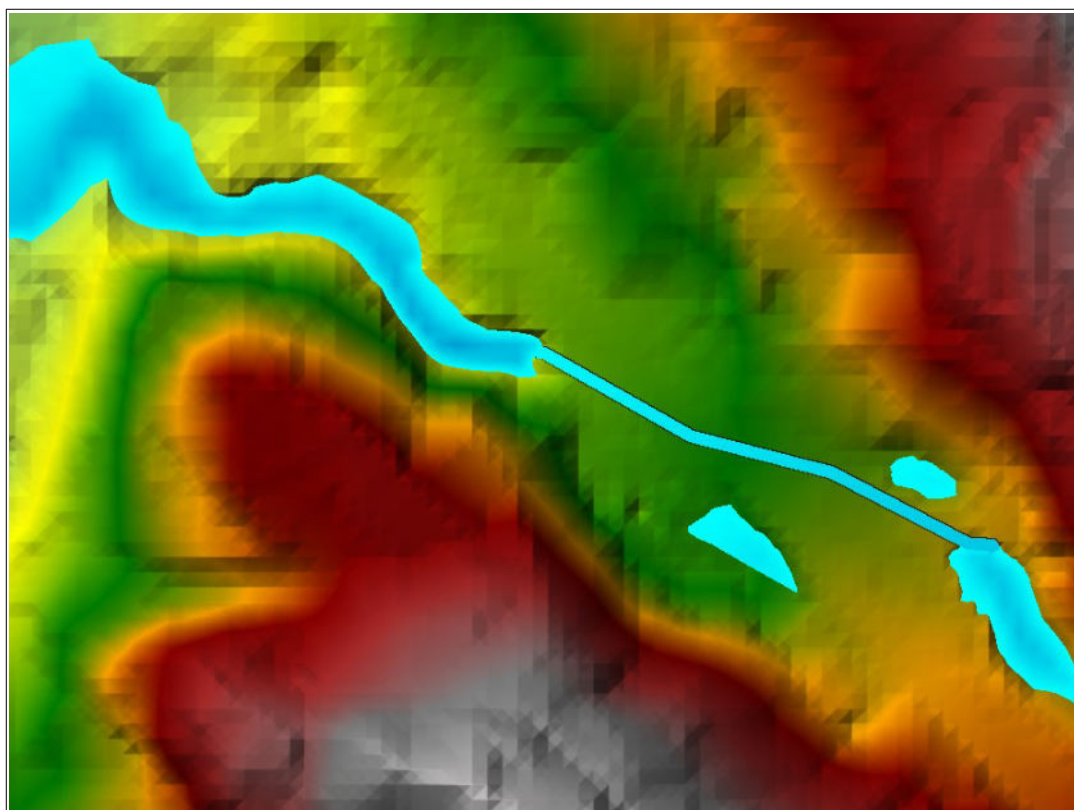


Figura 32 - Esempio di problemi che si verificano nell'estrazione delle aree allagabili. Si identificano: due aree bagnate in aree depresse al di fuori delle aree connesse al corso d'acqua; mancanza dell'alveo dove è presente un intubamento. Per quest'ultimo caso è stato inserito già in modellazione la traccia del canale.

Visto quanto sopra riportato si deduce che le aree di allagamento utilizzabili per la zonizzazione rispetto alle classi di sintesi avranno il solo scopo di definirne il perimetro e non quello di valutarne i battenti.

5.2 Risultati delle simulazioni

Come precedentemente descritto, le simulazioni idrauliche sono state condotte considerando differenti scenari di portata, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 20, 50, 100, 200 e 500 anni. Tale approccio consente di analizzare in maniera estesa il comportamento del corso d'acqua e degli attraversamenti in relazione a eventi di diversa probabilità di accadimento.

Come previsto dalla D.G.R. n. 8-905 del 24 marzo 2025, ai fini della valutazione del rischio idraulico è necessario distinguere tre differenti classi di pericolosità:

- Area a pericolosità molto elevata: associata agli eventi con tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni;
- Area a pericolosità elevata: identificata con l'evento di piena avente tempo di ritorno pari a 200 anni;
- Area a pericolosità media-moderata: riferita agli eventi con tempo di ritorno compreso tra 300 e 500 anni.

Nell'ambito della presente analisi, sono state considerate in particolare le portate corrispondenti a $Tr = 20, 200$ e 500 anni, in quanto rappresentative dei tre scenari estremi. Questa scelta consente di evidenziare in modo chiaro le differenze di comportamento del sistema idraulico e di individuare le principali criticità, sia in condizioni di eventi frequenti sia in scenari di piena eccezionale.

Si precisa che l'insieme completo dei risultati modellistici, comprensivo dei valori tabellari, dei profili e delle sezioni idrauliche, è riportato nell'**Allegato 2**, al quale si rimanda per la consultazione dei dati di dettaglio. Inoltre per ciascun rio e per ciascuna opera analizzata

sono stati calcolati i relativi franchi di sicurezza, confrontando i tiranti idraulici per un tempo di ritorno pari a 200 anni con le altezze libere di ciascuna opera riportati all'interno del catasto SICOD e dello studio pregresso. Tali valori sono riportati in forma tabellare nei capitoli successivi; nei casi in cui siano emerse particolari criticità, queste vengono approfondite e discusse nel dettaglio nei paragrafi dedicati.

Per ogni opera è stata inoltre effettuata una valutazione di adeguatezza rispetto a quanto previsto dalla normativa vigente, con l'obiettivo di evidenziare eventuali situazioni di non conformità. In particolare, verranno analizzate le opere che non garantiscono il completo deflusso, valutando i possibili problemi che tali condizioni possono determinare. Le opere che risultano idraulicamente sufficienti al deflusso, ma prive di franchi adeguati, non saranno oggetto di approfondimento specifico in quanto non costituiscono una condizione di pericolosità; tuttavia, è necessario evidenziare che tali attraversamenti non risultano conformi a quanto prescritto dalla norma

A supporto della lettura, nell'**Allegato 1** sono riportate le planimetrie complessive, nelle quali ciascuna opera è rappresentata nella propria posizione e contraddistinta da una specifica colorazione, utile a identificarne immediatamente la valutazione di adeguatezza.

5.2.1 Rio di S. Croce – Bacino A

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio S. Croce, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, non sono emerse particolari situazioni di criticità. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, senza manifestare la necessità di esondare nelle aree limitrofe.

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica. Inoltre, le opere di attraversamento presenti lungo il tracciato – in particolare i ponti – risultano idonee al deflusso della corrente. Tali opere non determinano strozzature significative né incrementi localizzati dei livelli idrici che possano compromettere la sicurezza del sistema.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Ponte	PAPAPO001	2,70	1,03	1,67	Adeguito con franco > 1,5m
Ponte	PAPAPO020	5,00	1,70	3,30	Adeguito con franco > 1,5m

5.2.2 Rio Cartman – Bacino B

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio Cartman, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, esso presenta diverse criticità, legate principalmente all'inadeguatezza delle opere di smaltimento. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, a parte nelle aree subito a monte delle opere insufficienti a garantire il completo deflusso della portata.

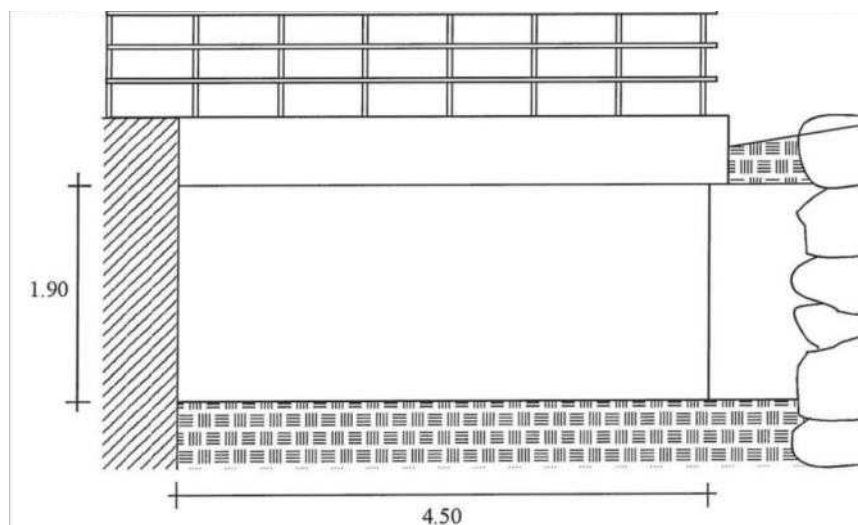
Relazione idraulica

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco non sempre garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Intubamento	PAPACA005	1,90	3,48	-	Insufficiente
Attraversamento	PAPAAG009	2,00	2,25	-	Insufficiente
Attraversamento	PAPAAG006	2,00	2,34	-	Insufficiente
Attraversamento	PAPAAG005	3,50	2,34	1,16	Adeguito con franco
Attraversamento	PAPAAG004	2,40	2,34	-	Adeguito senza franco
Intubamento	PAPACA004	3,50	2,49	1,01	Adeguito con franco
Ponte	PAPAPO014	3,25	2,03	1,22	Adeguito con franco ridotto
Ponte	PAPAPO004	2,50	3,30	-	Insufficiente
Intubamento	PAPACA003	3,70	4,88	-	Insufficiente
Intubamento	PAPACA002	3,50	1,82	1,68	Adeguito con franco
Ponte	PAPAPO003	2,90	2,41	0,49	Adeguito con franco ridotto
Ponte	PAPAPO002	3,10	2,41	0,69	Adeguito con franco ridotto

L'intubamento (codice PAPACA005) è composto da un impalcato in cls a sezione rettangolare (1,90x4,50 m) per una lunghezza di circa 40 m. Il manufatto è corredato di opere di difesa dei versanti formate da scogliere e muri in C.A..

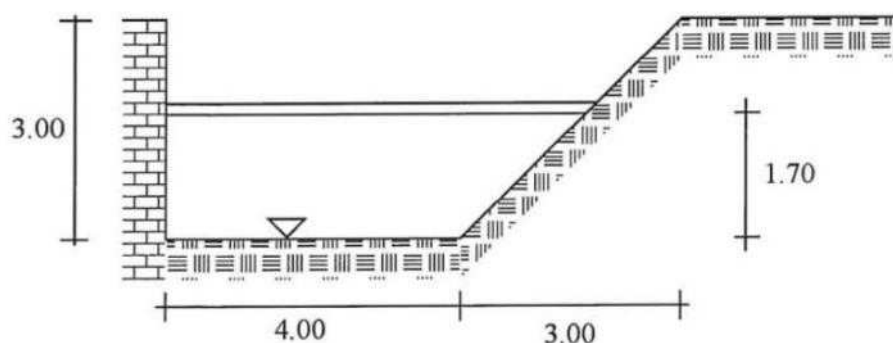


Relazione idraulica

Dalle simulazioni è emerso che l'intubamento non è in grado di smaltire integralmente le diverse portate di piena considerate. L'insufficiente capacità idraulica del ponte genera rigurgito a monte, con coinvolgimento delle aree circostanti, le quali risultano peraltro abitate.

L'attraversamento (codice PAPAAG009) è posto immediatamente a valle dell'intubamento precedente e presenta la medesima sezione idraulica. Per tale motivo può essere considerato come una naturale prosecuzione dell'intubamento stesso. L'opera non determina effetti diretti sul deflusso, poiché il rigurgito è generato dalla sezione a monte (intubamento).

L'attraversamento (codice PAPAAG006) è composto da una tubazione sospesa inserita in una trave metallica a doppio T.

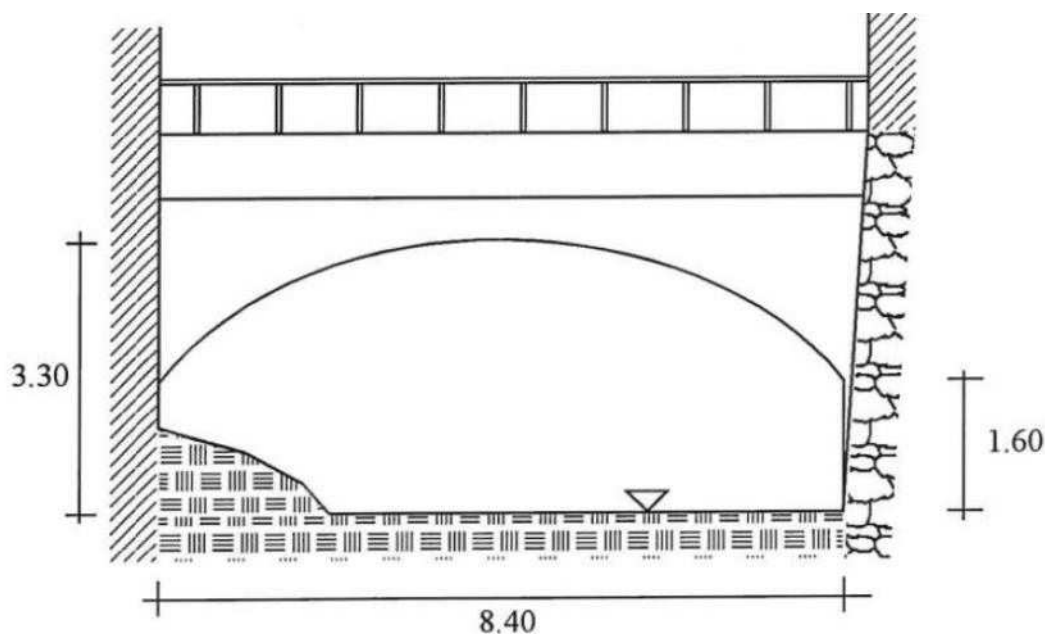


L'attraversamento in oggetto, pur non garantendo un adeguato deflusso, non può essere considerato pericoloso dal punto di vista idraulico. Esso svolge infatti unicamente la funzione di sostegno per una tubazione: in caso di piena, l'eventuale danno riguarderebbe

Relazione idraulica

la condotta stessa, senza effetti diretti sulla popolazione, poiché la ridotta sezione non risulta tale da generare rigurgiti significativi né fenomeni di esondazione.

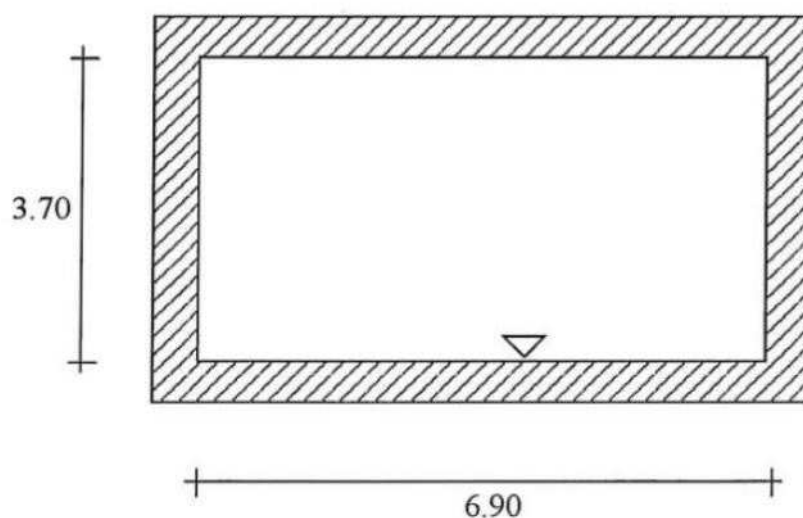
Il ponte (codice PAPAPO004) è un'opera ad arco con volta in mattoni e muri di sostegno in mattoni intonacati. L'opera è un ponte privato il quale collega alcune abitazioni a corso Casale.



Dalle simulazioni è emerso che il ponte non è in grado di garantire il deflusso delle portate di piena; al contrario, l'opera determina un rigurgito a monte tale da provocare fuoriuscite d'acqua verso le stesse abitazioni che il ponte è destinato a servire.

L'intubamento (codice PAPACA003) è un'opera a galleria in C.A. che passa al di sotto della Scuola secondaria di I grado ICC Gozzi-Olivetti. Tale opera ha una sezione rettangolare di 7,00 x 4,00 m per una lunghezza di circa 103 m. L'intubamento presenta

internamente una strozzatura causata dalla riduzione di sezione libera (6,90 x 3,70 m). Per le simulazioni si è scelto di considerare la sezione più ristretta, in quanto la strozzatura può determinare un effetto di rigurgito nella sezione immediatamente a monte, estendendosi anche oltre l'imbocco dell'intubamento.



Dalle simulazioni è emerso che l'intubamento non è in grado di smaltire integralmente le portate di piena. Il deflusso in eccesso genera rigurgito ed esondazione in corrispondenza della scuola secondaria, configurando una condizione di pericolosità. Per la risoluzione della criticità riscontrata si rende pertanto necessario prevedere un intervento di ampliamento o di sdoppiamento dell'intubamento

5.2.3 Rio Reaglie – Bacino C

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio Reaglie, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, non sono emerse particolari situazioni di criticità. Il

Relazione idraulica

corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, senza manifestare la necessità di esondare nelle aree limitrofe.

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica anche se per i due ponti situati a monte non è garantito il franco richiesto dalle NTC 2018. Tali opere non determinano strozzature significative né incrementi localizzati dei livelli idrici che possano compromettere la sicurezza del sistema.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Ponte	PAPAPO016	2,40	1,44	0,96	Adeguito con franco ridotto
Ponte	PAPAPO015	2,30	1,44	0,86	Adeguito con franco ridotto
Attraversamento	PAPAAG049	1,80	1,26	0,54	Adeguito con franco
Intubamento	PAPACA016	2,50	2,03	0,47	Adeguito con franco

5.2.4 Rio S. Martino – Bacino D

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio S. Martino, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, esso presenta diverse criticità, legate all'inadeguatezza delle opere di smaltimento in particolar modo degli intubamenti che costituiscono la maggior parte del tracciato analizzato. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, a parte nelle aree subito a monte delle opere insufficienti a garantire il completo deflusso della portata.

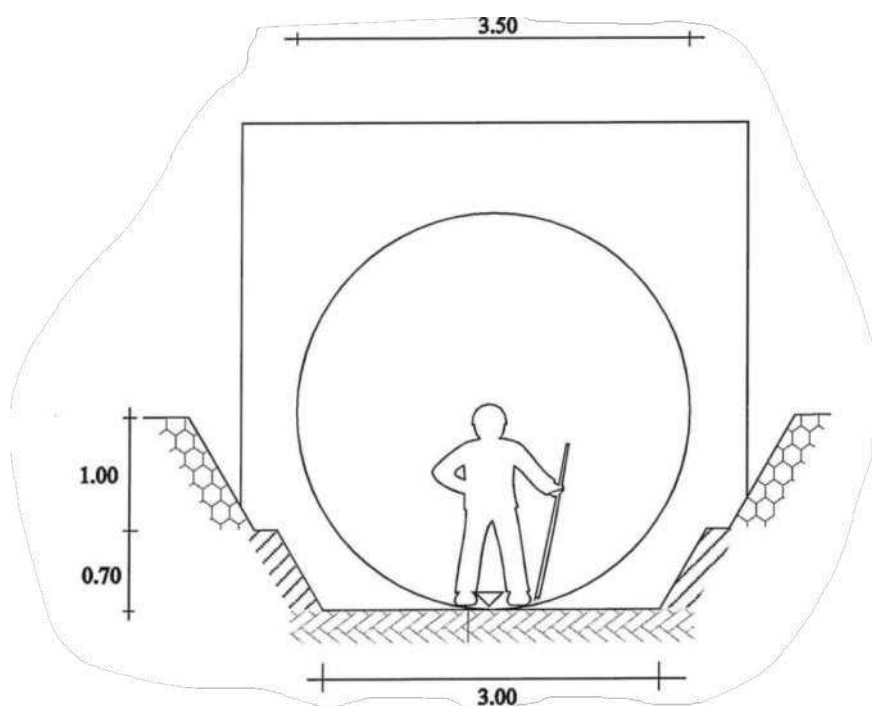
L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco non sempre garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica.

Relazione idraulica

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Attraversamento	PAPAAG067	3,00	4,36	-	Insufficiente
Ponte	PAPAPO019	1,30	0,72	0,58	Adeguito con franco ridotto
Intubamento	PAPACA031	2,10	3,50	-	Insufficiente

L'attraversamento (codice PAPAAG067) è composto da una galleria a sezione circolare in cls con diametro pari a 3,50 m.

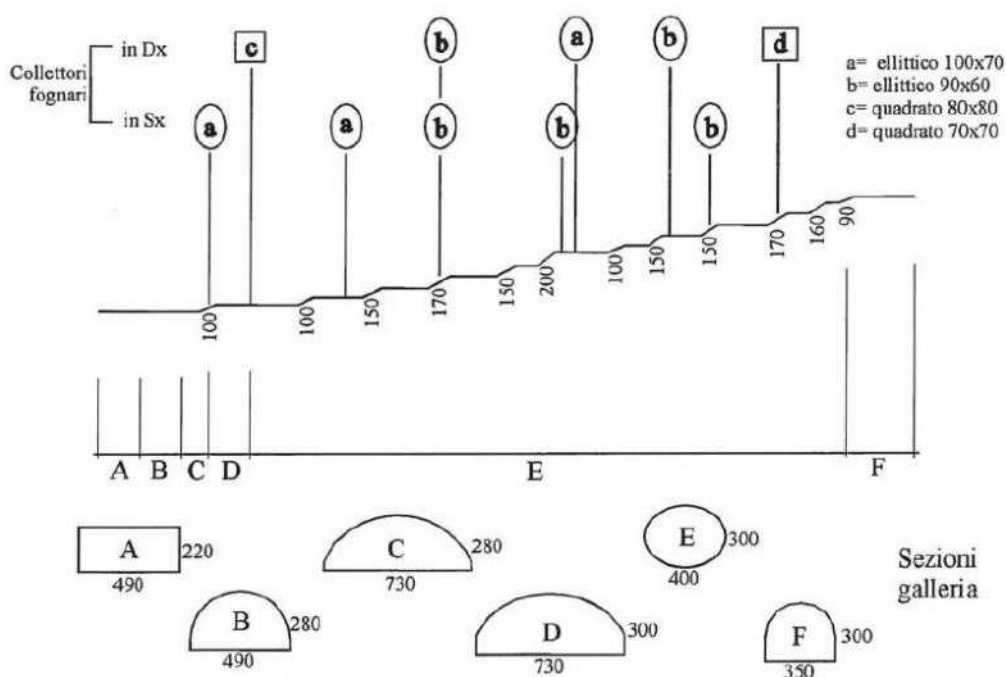


Dalle simulazioni è emerso che la sezione non è in grado di smaltire completamente la portata di piena, determinando un rigurgito a monte con conseguente innalzamento dei

Relazione idraulica

battenti all'interno della stretta e profonda valle. Tale condizione, tuttavia, non comporta particolari criticità: l'incremento dei livelli idrici tende infatti a ridursi naturalmente con il deflusso del colmo di piena, che successivamente confluisce all'interno dell'opera.

L'intubamento (codice PAPACA031) è composto da una serie di opere a sezione variabile con sezioni che tendono ad aumentare di dimensione in direzione della confluenza con il Po. La sezione che è stata utilizzata per la simulazione è la sezione presente all'imbocco (nonché la più piccola) in quanto sarà proprio tale sezione che regolerà la portata d'ingresso nell'intubamento. La sezione è ad Arco con un'altezza massima di 3 m ed una larghezza di 3,5 m.



Ciò che è emerso dalle simulazioni è che la sezione non è in grado di smaltire la portata di piena la quale rigurgita a monte andando ad interessare dei terreni nelle immediate vicinanze di alcune edifici residenziali.

5.2.5 Rio del Val Salice – Bacino E

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio del Val Salice, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, non sono emerse particolari situazioni di criticità. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, senza manifestare la necessità di esondare nelle aree limitrofe.

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica. Tali opere non determinano strozzature significative né incrementi localizzati dei livelli idrici che possano compromettere la sicurezza del sistema.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Intubamento	PAPACA046	3,00	2,44	0,54	Adeguatezza con franco
Intubamento	PAPACA045	2,90	2,62	0,28	Adeguatezza con franco

5.2.6 Rio del Pilonetto – Bacino F

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio S. Martino, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, esso presenta diverse criticità, legate all'inadeguatezza degli intubamenti che costituiscono l'intero tracciato analizzato. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, anche se le opere sono insufficienti a garantire il completo deflusso della portata.

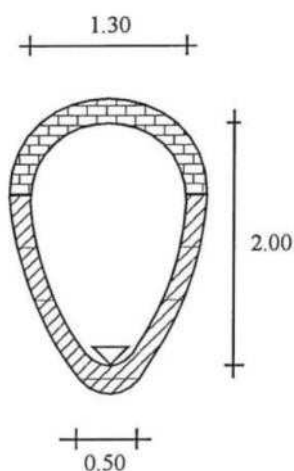
Relazione idraulica

L'analisi idraulica evidenzia che nonostante non paiano esserci problemi di allagamento causati dall'insufficienza idraulica degli intubamenti tali opere non siano adeguate e sufficientemente funzionali.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Intubamento	PAPACA068	1,50	4,24	-	Insufficiente
Intubamento	PAPACA067	1,90	2,41	-	Insufficiente
Intubamento	PAPACA066	1,35	2,96	-	Insufficiente

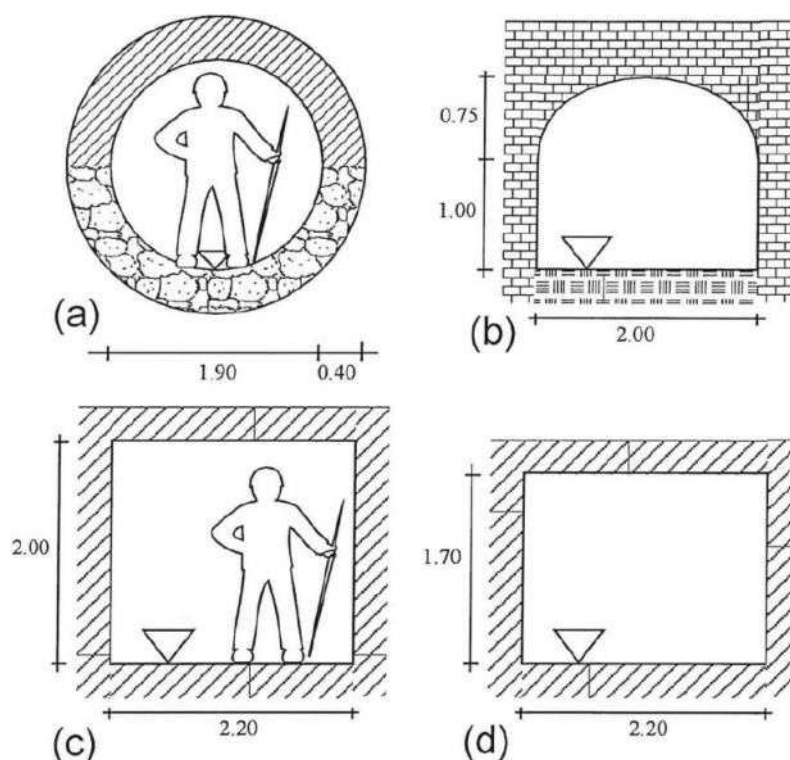
L'intubamento (codice PAPACA068) è un'opera in cls e mattoni con forma ovoidale.



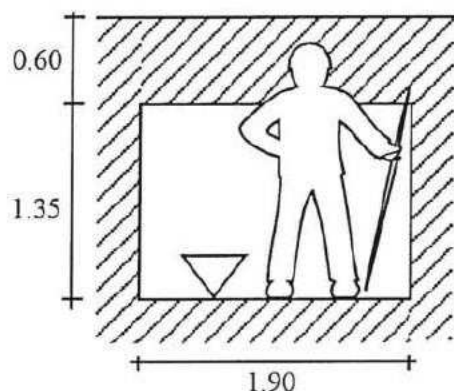
L'intubamento (codice PAPACA067) è un'opera a sezione discontinua. A monte l'imbocco è formato da una sezione circolare (a), nel tratto intermedio a galleria (b) ed a sezione rettangolare (c) per concludere con una sezione rettangolare (d) differente dalla precedente. Per la simulazione è stata utilizzata la sezione circolare presente all'imbocco,

Relazione idraulica

in quanto caratterizzata dalla minore sezione idraulica. Essa infatti condiziona il comportamento idraulico complessivo dell'intubamento.



L'intubamento (codice PAPACA066) è anch'essa un'opera a sezione discontinua. La sezione che è stata utilizzata per le simulazioni è la sezione d'imbocco formata da un'opera in cls a sezione rettangolare con altezza pari a 1,35m e larghezza pari ad 1,90m. Anche per questo intubamento le sezioni successive presentano una area libera superiore rispetto a quella dell'imbocco e, pertanto, non generano fenomeni di rigurgito nel deflusso delle acque.



Dalle simulazioni è emerso che tutti e tre i tratti intubati non sono in grado di smaltire integralmente le diverse portate di piena considerate. Tuttavia, l'alveo si presenta sufficientemente inciso e quindi in grado di adattarsi all'incremento dei battenti, evitando così l'innescare di fenomeni di esondazione nelle aree circostanti, le quali risultano peraltro abitate.

5.2.7 Rio Pattonera – Bacino G

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio Pattonera, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, non sono emerse particolari situazioni di criticità. Il corso d'acqua esce dal proprio alveo soprattutto nei tratti vicino alla confluenza a causa della orografia del terreno senza occupare aree che possano arrecare danno alla salute pubblica.

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica. Inoltre, le opere di attraversamento presenti lungo il tracciato – in particolare i ponti – risultano idonee al deflusso della corrente. Tali opere non

determinano strozzature significative né incrementi localizzati dei livelli idrici che possano compromettere la sicurezza del sistema.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Intubamento	PAPACA086	2,00	1,64	0,36	Adeguate con franco
Intubamento	PAPACA085	4,60	0,52	4,08	Adeguate con franco
Intubamento	PAPACA084	2,25	1,74	0,51	Adeguate con franco
Ponte	PAPAPO022	3,20	1,25	1,95	Adeguate con franco > 1,5m

5.2.8 Rio Sappone – Bacino H

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio Sappone, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, presenta diverse criticità, legate principalmente all'inadeguatezza delle opere di smaltimento. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, a parte nelle aree subito a monte delle opere insufficienti a garantire il completo deflusso della portata.

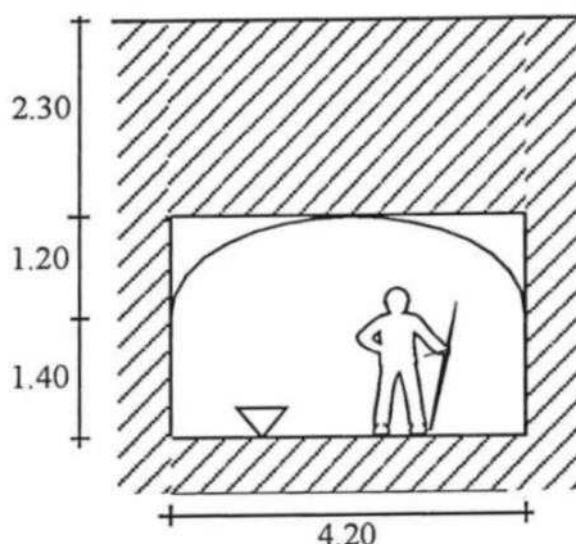
L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco non sempre garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Relazione idraulica

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Intubamento	PAPACA103	2,75	1,07	1,68	Adeguito con franco
Attraversamento	PAPAAG162	2,10	0,72	1,38	Adeguito con franco
Intubamento	PAPACA102	2,30	1,31	0,99	Adeguito con franco
Attraversamento	PAPAAG161	2,00	4,13	-	Insufficiente
Attraversamento	PAPAAG160	4,50	3,46	1,04	Adeguito con franco

L'attraversamento (codice PAPAAG161) è un'opera mista, un arco di mattoni ed una sezione rettangolare in cls (ampliamento a monte ed a valle). Per le simulazioni è stata considerata l'opera formata dall'arco di mattoni in quanto presenta una minore sezione idraulica la quale induce un maggiore effetto sulla corrente.



Ciò che è emerso dalle simulazioni è che la sezione non è in grado di smaltire la portata di piena la quale rigurgita a monte e si distribuisce nel terreno limitrofo ad una fabbrica dismessa. Tale area viene interessata dai fenomeni di allagamento per effetto del rigurgito in quanto le quote del terreno sono inferiori alle quote delle sponde del rio. Visto che l'impresa è dismessa non ci sono pericoli per cose o persone, ma sarà necessario porre particolare attenzione a tale area nel caso si volesse riprendere l'attività o cambiarne la destinazione d'uso.

5.2.9 Rio Valpiana – Bacino N

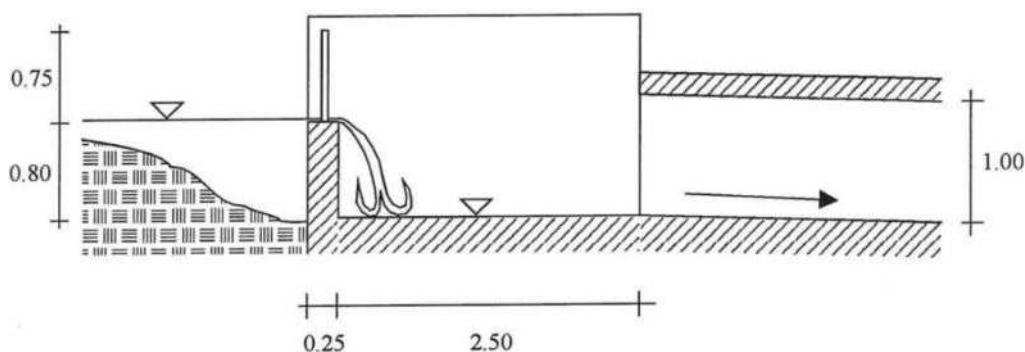
Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio Valpiana presenta una sola e grande criticità, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, dovuta all'inadeguatezza dell'intubamento che costituisce pressoché l'intero tracciato analizzato. A monte dell'intubamento il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati.

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco non garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Intubamento	PAPACA040	1,00	2,96	-	Insufficiente

L'intubamento (codice PAPACA040) è composto da una presa a sezione quadrata di lato 1,00 m dotata di briglia (con vasca di decantazione) atta a trattenere il materiale solido lapideo e vegetale che viene trascinato dalla corrente ed impedire l'otturazione della presa.



L'opera in oggetto già nello studio pregresso veniva segnalata come critica in quanto se non fosse in grado di far defluire l'intera portata sarebbe tracimata su via Tabacchi.

Considerato che nel frattempo non sono stati realizzati interventi volti a migliorare tale criticità, e le simulazioni numeriche confermano che l'opera di presa non è in grado di smaltire l'intera portata di piena si ribadisce che, in tali condizioni, il deflusso in eccesso tende a tracimare su via Tabacchi.

5.2.10 Rio San Severino – Bacino Q

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio San Severino, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, presenta diverse criticità, legate principalmente all'inadeguatezza delle opere di smaltimento. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, a parte nelle aree subito a monte delle opere insufficienti a garantire il completo deflusso della portata.

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco non sempre garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

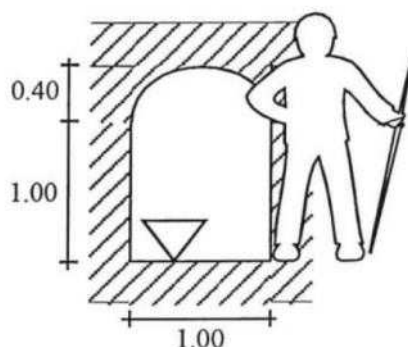
Relazione idraulica

Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Intubamento	PAPACA076	1,20	2,75	-	Insufficiente
Attraversamento	PAPAAG133	1,00	0,69	0,31	Adeguito con franco
Intubamento	PAPACA074	1,00	1,00	-	Adeguito senza franco
Intubamento	PAPACA073	0,70	2,35	-	Insufficiente

L'intubamento (codice PAPACA076) è composto da una presa a sezione ad arco dotata di briglia (con vasca di decantazione) atta a trattenere il materiale solido lapideo e vegetale che viene trascinato dalla corrente ed impedire l'otturazione della presa.



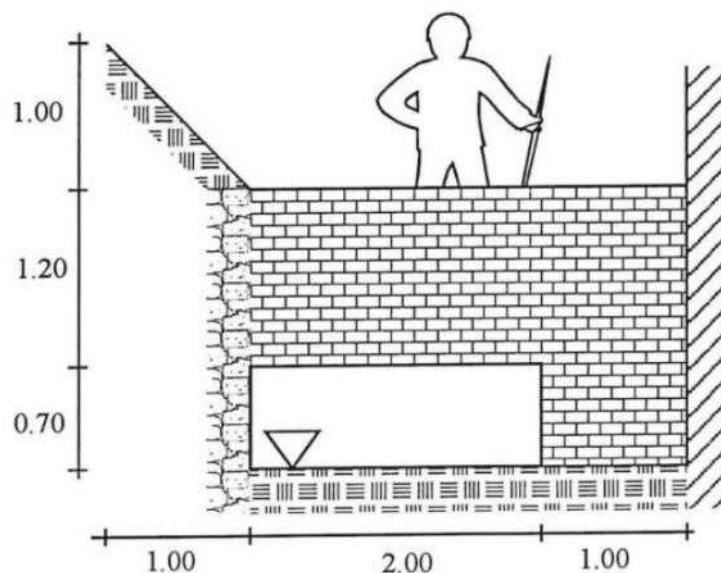
L'opera non è direttamente misurabile dalla sezione di monte, pertanto si è scelto di utilizzare nelle simulazioni le misure riscontrate per la sezione di valle.



L'opera in oggetto già nello studio pregresso veniva segnalata come critica in quanto il tratto della Strada Antica di S. Vito, situata a monte dell'opera di presa, corrisponde all'alveo per il deflusso delle acque piovane provenienti dai giardini delle ville circostanti. Visto che l'opera in oggetto non è sufficientemente grande per raccogliere tutte le acque di ruscellamento è inevitabile che parte delle portate si riversino sulla strada di valle.

Considerato che non sono stati effettuati interventi volti a migliorare tale criticità e che dalle simulazioni numeriche si evince che l'opera di presa non è in grado di smaltire l'intera portata di piena si ribadisce, che il deflusso in eccesso/ non raccolto tracima su via Antica di S. Vito.

L'intubamento (codice PAPACA073) è un'opera in mattoni a forma rettangolare di 2,00 x 0,70 m. La particolarità di questo intubamento è che si trova a valle di un impluvio inciso dove la portata viene contenuta al suo interno.



Dalle simulazioni è emerso che la sezione non è in grado di smaltire efficacemente le portate di piena simulate; tuttavia, grazie alle caratteristiche morfologiche dell'impluvio non si riscontrano criticità rilevanti. Particolare attenzione deve essere posta al parapetto presente in corrispondenza della sezione d'imbocco, il quale garantisce la tenuta idraulica in caso di rigurgito: in sua assenza, infatti, il rio tenderebbe a esondare su Corso Moncalieri interessando anche le attività presenti.

5.2.11 Rio Isabella – Bacino R

Dalle simulazioni idrauliche effettuate sul Rio Isabella, i cui risultati sono visibili nella planimetria contenuta nell'Allegato 1, presenta diverse criticità, legate principalmente all'inadeguatezza delle opere di smaltimento. Il corso d'acqua risulta contenuto all'interno del proprio alveo in tutti gli scenari di portata analizzati, a parte nelle aree subito a monte delle opere insufficienti a garantire il completo deflusso della portata.

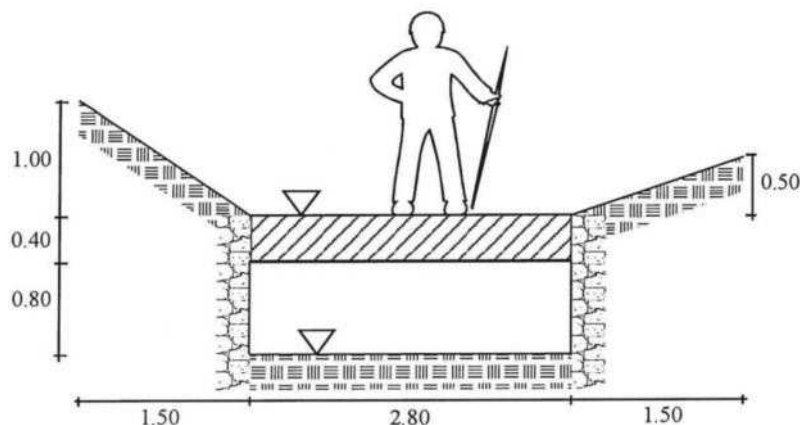
Relazione idraulica

L'analisi idraulica evidenzia che i valori di tirante ed il franco non sempre garantiscono adeguati margini di funzionalità idraulica.

I dati di dettaglio, comprensivi dei valori numerici e della valutazione di adeguatezza di ciascun attraversamento, sono sintetizzati nella tabella sottostante.

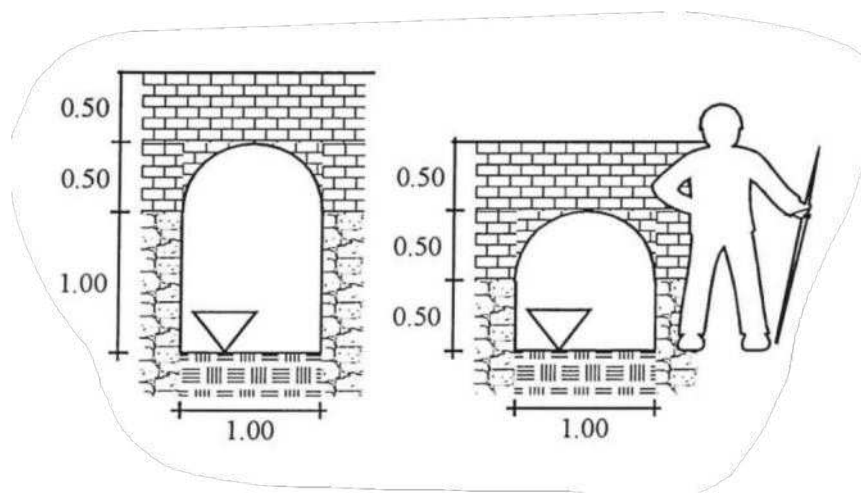
Tipologia	Codifica SICOD	Altezza libera [m]	Altezza idraulica Tr 200 [m]	Franco [m]	Valutazione
Attraversamento	PAPAAG138	1,50	1,19	-	Adeguito con franco
Attraversamento	PAPAAG137	0,80	1,62	-	Insufficiente
Attraversamento	PAPAAG136	2,35	0,52	1,83	Adeguito con franco
Attraversamento	PAPAAG135	1,00	1,14	-	Insufficiente
Intubamento	PAPACA079	1,10	0,94	0,06	Adeguito senza franco

L'attraversamento (codice PAPAAG137) è un piccolo attraversamento in cls a sezione rettangolare da 2,80 x 0x80 m.



L'attraversamento (codice PAPAAG135) è un piccolo ponticello in pietre e mattoni ad arco con una larghezza di circa 1,00 m ed un'altezza variabile da 1,00 a 0,50 m.

Relazione idraulica



Le sezioni degli attraversamenti non risultano in grado di smaltire integralmente le portate di piena simulate; tuttavia, poiché l'alveo risulta profondamente inciso e distante dai fabbricati, l'acqua non fuoriesce dall'alveo e non si determinano condizioni di pericolosità.

6 CONCLUSIONI

Il presente studio ha lo scopo di effettuare delle analisi idrauliche atte ad individuare le zone allagabili nelle aree maggiormente antropizzate della collina di Torino in prossimità dei principali rii. Queste aree verranno utilizzate insieme alle aree di pericolosità geologica, individuate all'interno del progetto di revisione del piano regolatore del Comune di Torino, per la creazione di una mappa che attribuisca a ciascuna zona una classe di sintesi per l'utilizzo urbanistico. Le modellazioni sono state effettuate tenendo conto delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini dei rii oltre alle caratteristiche pluviometriche e di occupazione del suolo. I parametri scelti ed utilizzati nelle analisi sono frutto di una attenta analisi della documentazione presente in letteratura associata agli strumenti informatici disponibili. Le procedure adottate risultano essere affidabili e cautelative. Nonostante la forte antropizzazione delle aree oggetto di studio si può constatare che in generale i rii presentano una buona regimazione delle portate. In alcuni casi, analizzati nel capitolo 5.2.1 e visibili negli allegati 1 e 2, le opere non sono sufficienti a smaltire/contenere l'intera portata all'interno del proprio alveo, causando tracimazioni e acqua defluente su strade pubbliche o all'interno di giardini privati. Si consiglia di confrontare le aree d'allagamento qui proposte con il piano di protezione civile comunale per valutare una sua revisione o adeguamento rispetto a quanto qui riportato oltre a pianificare una serie di interventi che possano portare ad un adeguamento delle opere esistenti. Si precisa inoltre che le verifiche effettuate riguardano la capacità di convogliamento in condizioni teoriche, ossia non si prendono in considerazione le eventuali riduzioni di sezione che derivano dalla presenza di materiali vegetati galleggianti o, nel caso delle aree fortemente urbanizzate di rifiuti solidi ingombranti, e da localizzati scivolamenti o colate di materiali sciolti dai versanti, in genere ripidi o

artificializzati. Queste condizioni, potrebbero causare un incremento localizzato, in prossimità della riduzione di sezione defluente, dei battenti e delle aree di allagamento. Si consiglia pertanto, di prevedere un adeguata manutenzione e controllo delle aree circostanti ai principali punti critici evidenziati all'interno del progetto.

PROGETTO PRELIMINARE

Variante Generale ai sensi dell'art. 14 e 15
della L.R. 56/77 e s.m.i.

aggiornamento Dicembre 2025



titolo documento

RELAZIONE IDRAULICA - PLANIMETRIE SIMULAZIONI



CONVENZIONE TRA LA CITTA' DI TORINO E
LA CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
FIRMATA IN DATA 28/11/2023

codice documento

R05-0B-00
ALLEGATO 1

Direzione Azioni Integrate con gli EE. LL.

Dirigente della Direzione:

Ing. Massimo Vettoretti

Coordinatore del Gruppo di Progettazione:

Geol. Gabriele Papa

Redatto da:

Ing. Fabio Sola

Il Sindaco

L'assessorato P.R.G., Urbanistica, Edilizia privata, Coordinamento
grandi progetti, Grandi Infrastrutture nel Settore Trasporti

Stefano Lo Russo

Paolo Mazzoleni

Progetto a cura del Dipartimento
Urbanistica ed Edilizia Privata

Direttrice: arch. Emanuela Canevaro

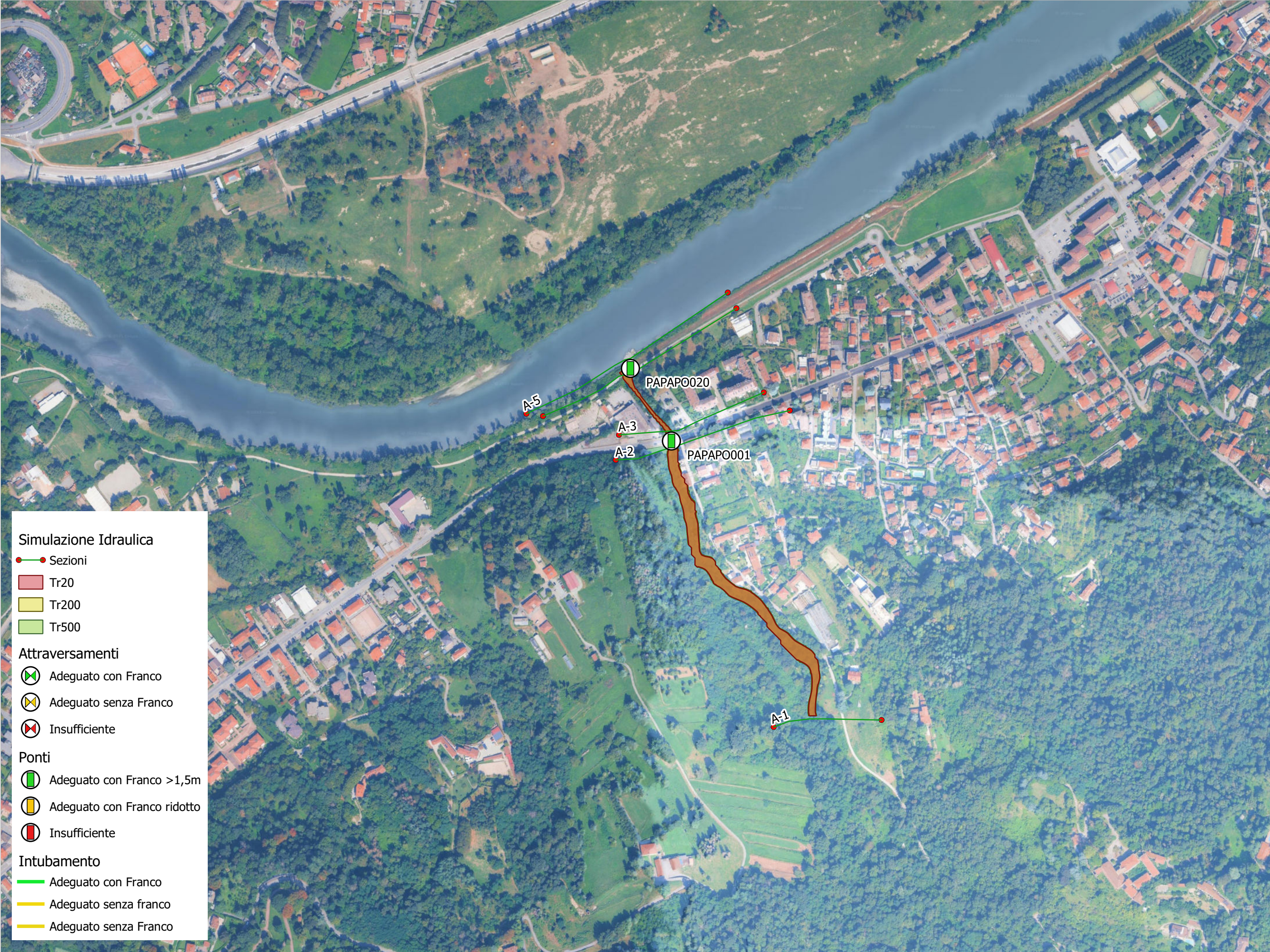
Responsabile del Procedimento
Servizio Nuovo Piano Regolatore: arch. Daniela Cevrero

Con il contributo di

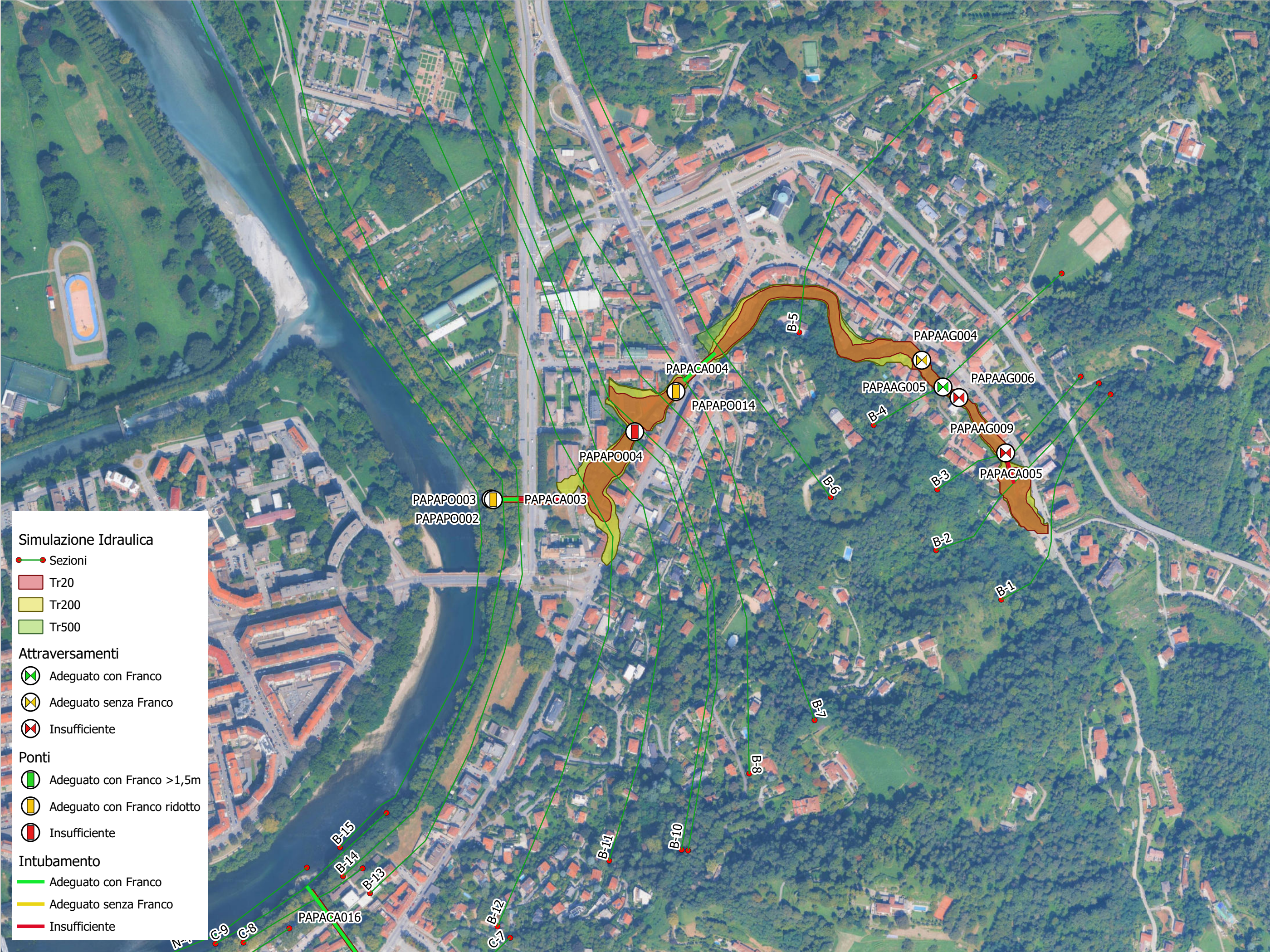
Tutti i dipartimenti della Città di Torino
Politecnico di Torino
Città Metropolitana di Torino, Direzione Azioni Integrate con gli EE.LL,
Unità Tutela del Territorio

Con il supporto
operativo di

INFRA.TO
infrastrutture per la mobilità



ELABORATO:	PRGC CITTA' DI TORINO			PROGETTISTA:
	PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA			Ing. Fabio SOLA
	Bacino A - Rio di S. Croce			
TORINO METROPOLI Città metropolitana di Torino	DATA:		REVISIONE:	CODICE:
	Dicembre 2025		0	R05-0B-00
			SCALA:	Allegato 1
		1:5.000		



ELABORATO:	PRGC CITTA' DI TORINO			PROGETTISTA:
	PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA			Ing. Fabio SOLA
	Bacino B - Rio Cartman			
TORINO METROPOLI Città metropolitana di Torino	DATA:		REVISIONE:	CODICE:
	Dicembre 2025		0	R05-0B-00
			SCALA:	Allegato 1
		1:5.000		



 TORINO METROPOLI Città metropolitana di Torino			ELABORATO: PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA Bacino C - Rio Reagle Bacino N - Rio Valpiana			PROGETTO: PRGC CITTA' DI TORINO			PROGETTISTA: Ing. Fabio SOLA		
			DATA: Dicembre 2025			REVISIONE: 0			CODICE: R05-0B-00 Allegato 1		
						SCALA: 1:5.000					



Simulazione Idraulica

Sezioni

- Tr20
- Tr200
- Tr500

Attraversamenti

- Adeguato con Franco
- Adeguato senza Franco
- Insufficiente

Ponti

- Adeguato con Franco >1,5m
- Adeguato con Franco ridotto
- Insufficiente

Intubamento

- Adeguato con Franco
- Adeguato senza Franco
- Insufficiente

PROGETTISTA:

Ing. Fabio SOLA

PROGETTO:

PRGC CITTA' DI TORINO

DATA:

Dicembre 2025

REVISIONE:

0

SCALA:

1:5.000

CODICE:

R05-0B-00
Allegato 1

ELABORATO:

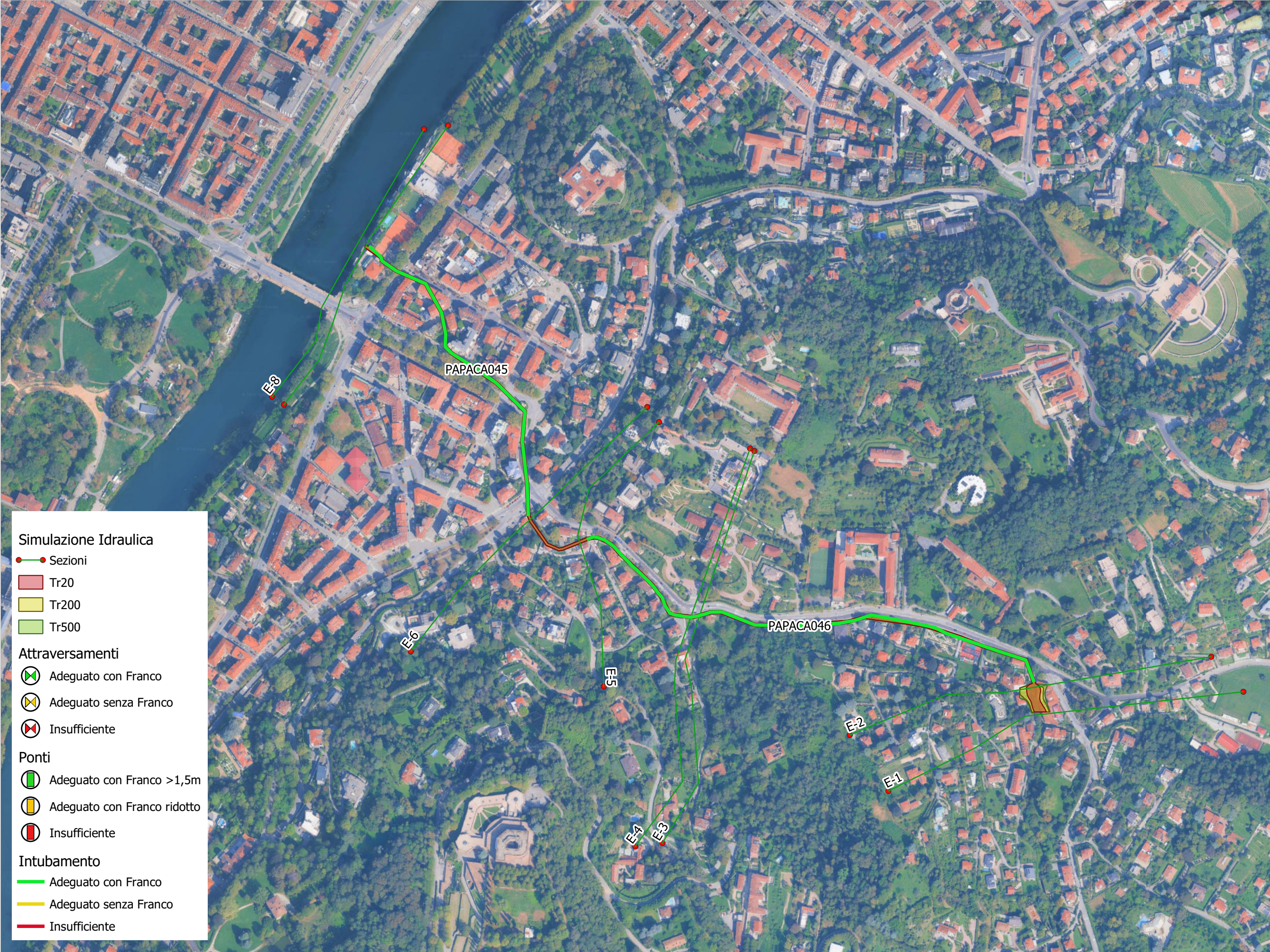
PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA

Bacino D - Rio S. Martino



DIREZIONE
Azioni Integrate
con gli Enti Locali





Simulazione Idraulica

Sezioni

- Tr20
- Tr200
- Tr500

Attraversamenti

- Adegato con Franco
- Adegato senza Franco
- Insufficiente

Ponti

- Adegato con Franco >1,5m
- Adegato con Franco ridotto
- Insufficiente

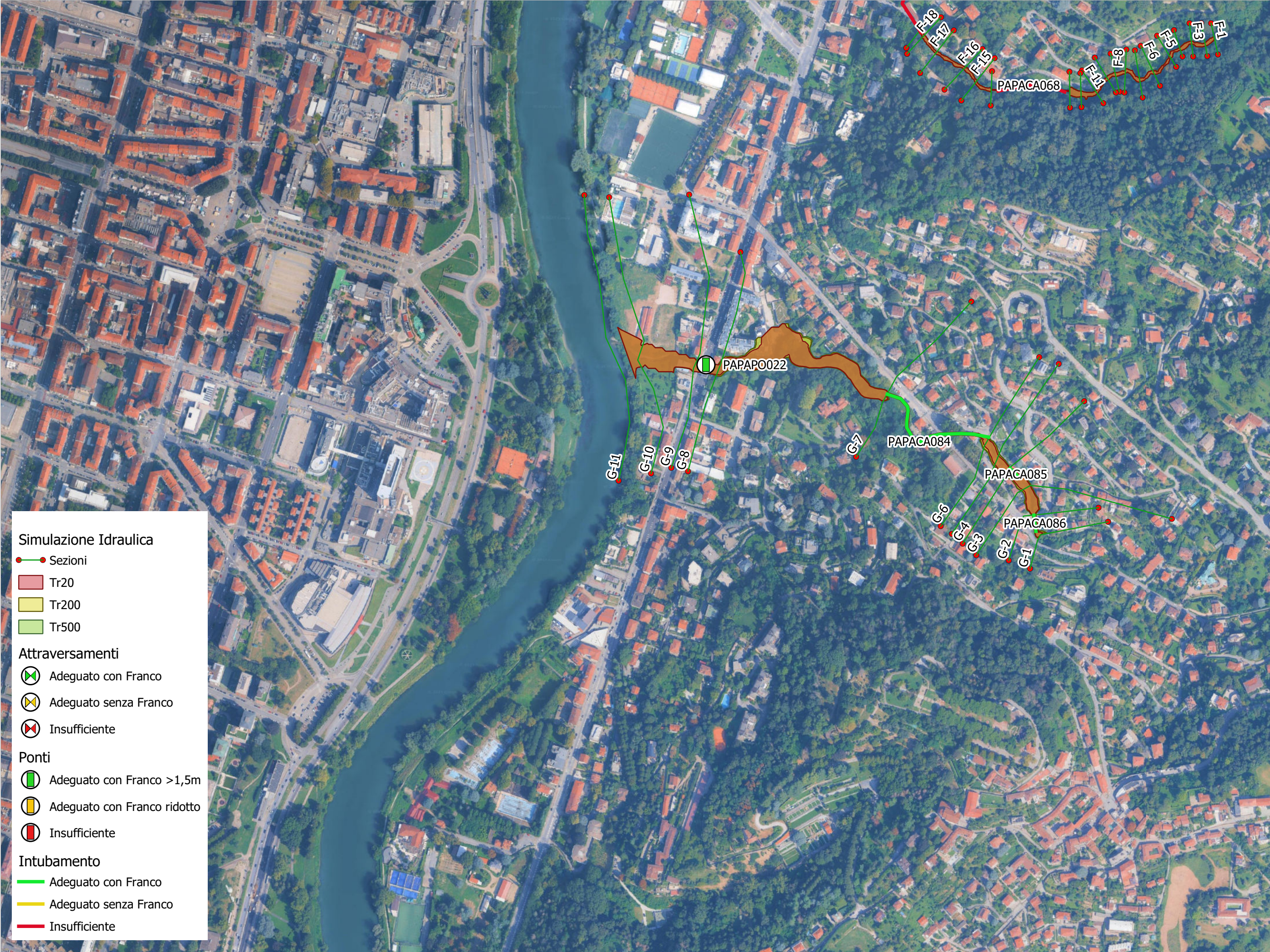
Intubamento

- Adegato con Franco
- Adegato senza Franco
- Insufficiente

ELABORATO:	PRGC CITTA' DI TORINO			PROGETTISTA:	Ing. Fabio SOLA
	PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA				
	Bacino E - Rio del val Salice				
TORINO METROPOLI Città metropolitana di Torino	DIREZIONE Azioni Integrate con gli Enti Locali				
			DATA:	REVISIONE:	CODICE:
			Dicembre 2025	0	R05-0B-00 Allegato 1
				SCALA:	
				1:5.000	



ELABORATO:	PRGC CITTA' DI TORINO		PROGETTISTA:	
	PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA		Ing. Fabio SOLA	
	Bacino F - Rio del Pilonetto (S. Vito) Bacino R - Rio Isabella Bacino Q - Rio San Severino		CODICE: R05-0B-00 Allegato 1	
TORINO METROPOLI Città metropolitana di Torino	DIREZIONE Azioni Integrate con gli Enti Locali	REVISIONE:	SCALA:	Dicembre 2025
		0	1:5.000	



Simulazione Idraulica

- Sezioni
- Tr20
- Tr200
- Tr500

Attraversamenti

- Adeguato con Franco
- Adeguato senza Franco
- Insufficiente

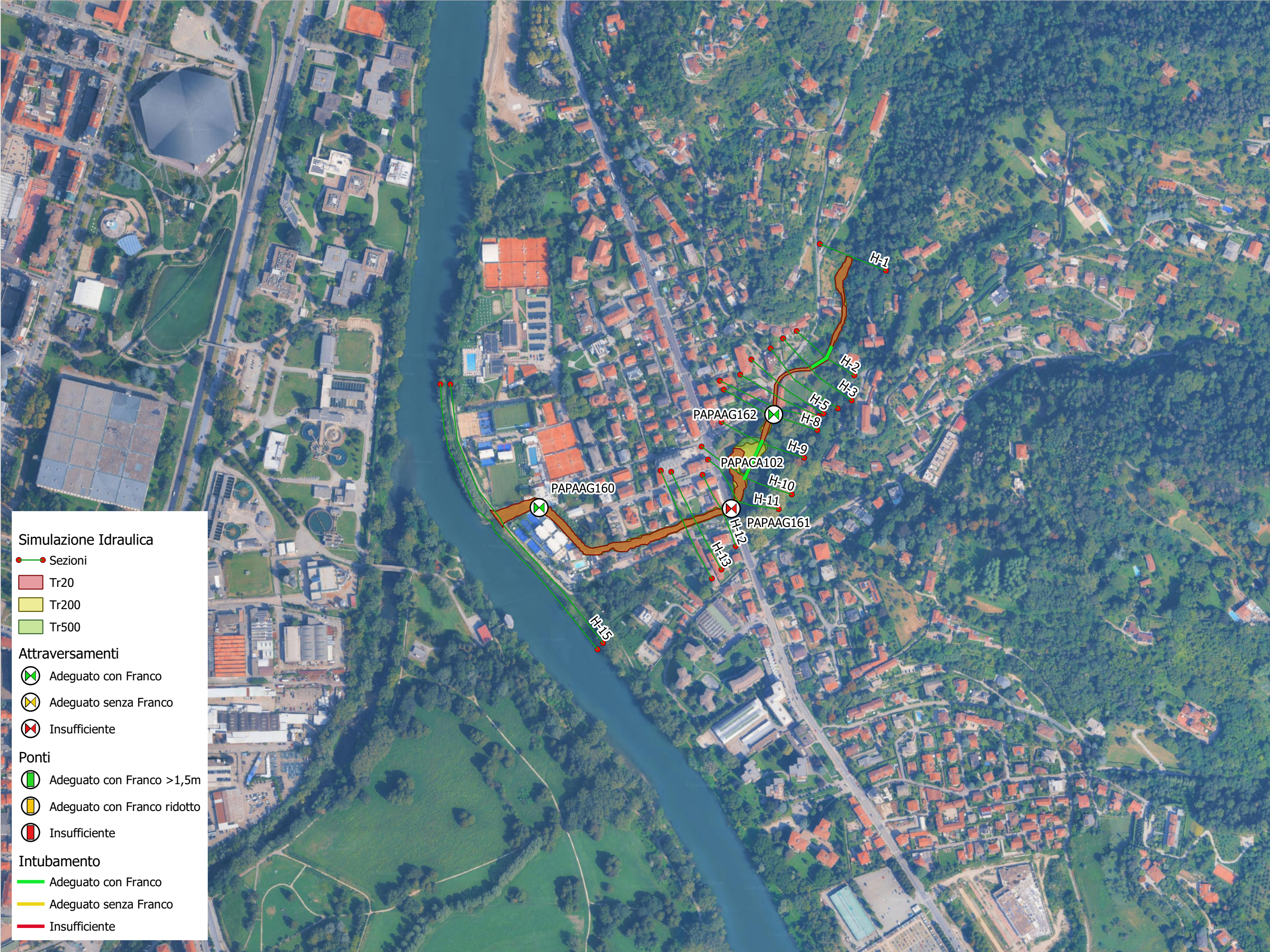
Ponti

- Adeguato con Franco >1,5m
- Adeguato con Franco ridotto
- Insufficiente

Intubamento

- Adeguato con Franco
- Adeguato senza Franco
- Insufficiente

ELABORATO:	PRGC CITTA' DI TORINO			PROGETTISTA:
	PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA			Ing. Fabio SOLA
	Bacino G - Rio Pattonera			
 DIREZIONE Azioni Integrate con gli Enti Locali	DATA: Settembre 2025			CODICE: R05-0B-00 Allegato 1
	REVISIONE: 0			SCALA: 1:5.000



Simulazione Idraulica

- Sezioni
- Tr20
- Tr200
- Tr500

Attraversamenti

- Adeguato con Franco
- Adeguato senza Franco
- Insufficiente

Ponti

- Adeguato con Franco >1,5m
- Adeguato con Franco ridotto
- Insufficiente

Intubamento

- Adeguato con Franco
- Adeguato senza Franco
- Insufficiente

ELABORATO:	PRGC CITTA' DI TORINO			PROGETTISTA:	Ing. Fabio SOLA	
	PLANIMETRIA SIMULAZIONE IDRAULICA				CODICE:	R05-0B-00
	Bacino H - Rio Sappone				SCALA:	1:5.000
			DATA:	Revisione:	0	
			Dicembre 2025		Allegato 1	



PROGETTO PRELIMINARE

Variante Generale ai sensi dell'art. 14 e 15
della L.R. 56/77 e s.m.i.

aggiornamento Dicembre 2025



titolo documento

RELAZIONE IDRAULICA - RISULTATI SIMULAZIONI



CONVENZIONE TRA LA CITTA' DI TORINO E
LA CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
FIRMATA IN DATA 28/11/2023

codice documento

R05-0B-00
ALLEGATO 2

Direzione Azioni Integrate con gli EE. LL.

Dirigente della Direzione:

Ing. Massimo Vettoretti

Coordinatore del Gruppo di Progettazione:

Geol. Gabriele Papa

Redatto da:

Ing. Fabio Sola

Il Sindaco

L'assessorato P.R.G., Urbanistica, Edilizia privata, Coordinamento
grandi progetti, Grandi Infrastrutture nel Settore Trasporti

Stefano Lo Russo

Paolo Mazzoleni

Progetto a cura del Dipartimento
Urbanistica ed Edilizia Privata

Direttrice: arch. Emanuela Canevaro

Responsabile del Procedimento

Servizio Nuovo Piano Regolatore: arch. Daniela Cevrero

Con il contributo di

Tutti i dipartimenti della Città di Torino

Politecnico di Torino

Città Metropolitana di Torino, Direzione Azioni Integrate con gli EE.LL.

Unità Tutela del Territorio

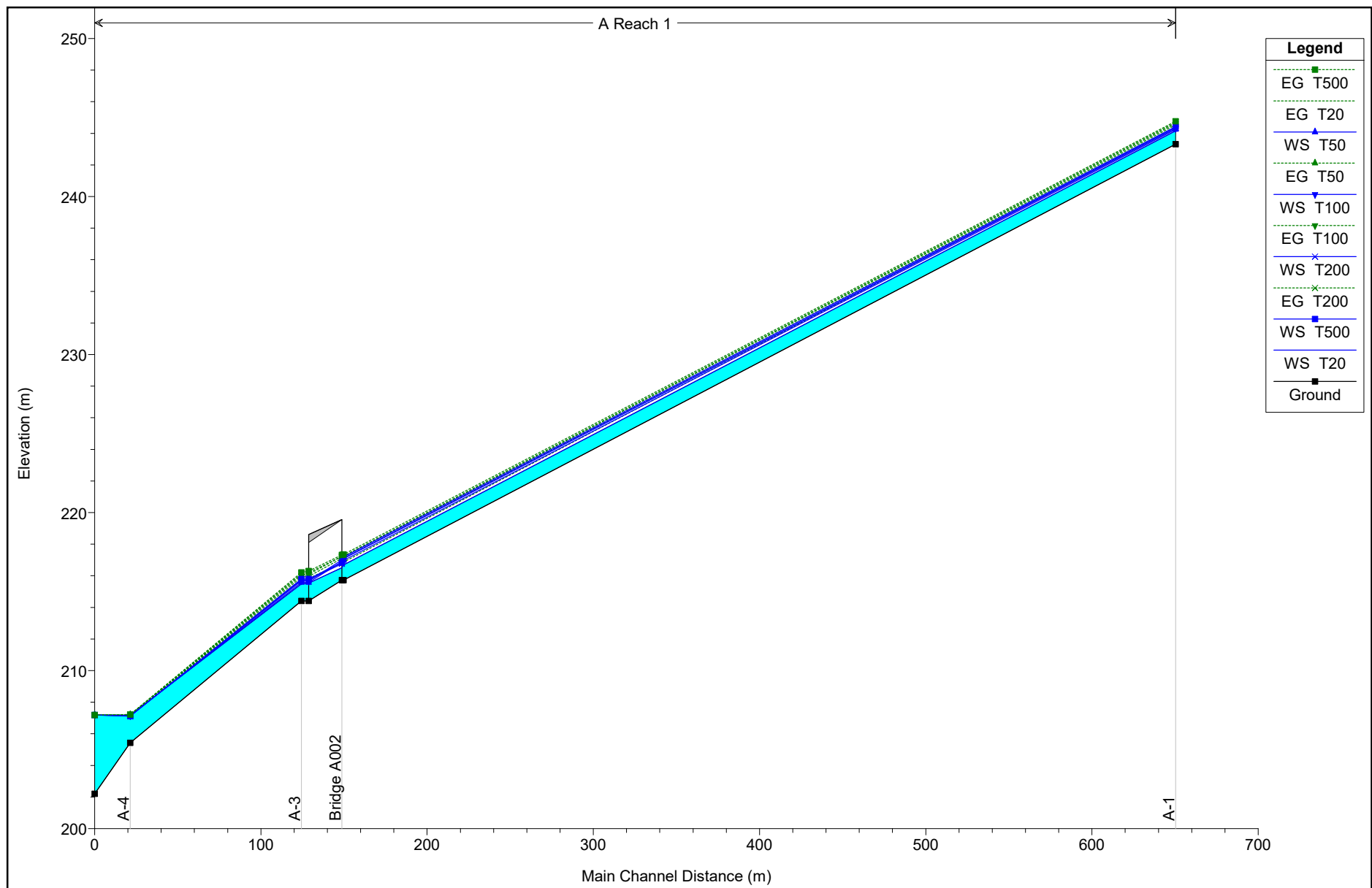
Con il supporto
operativo di

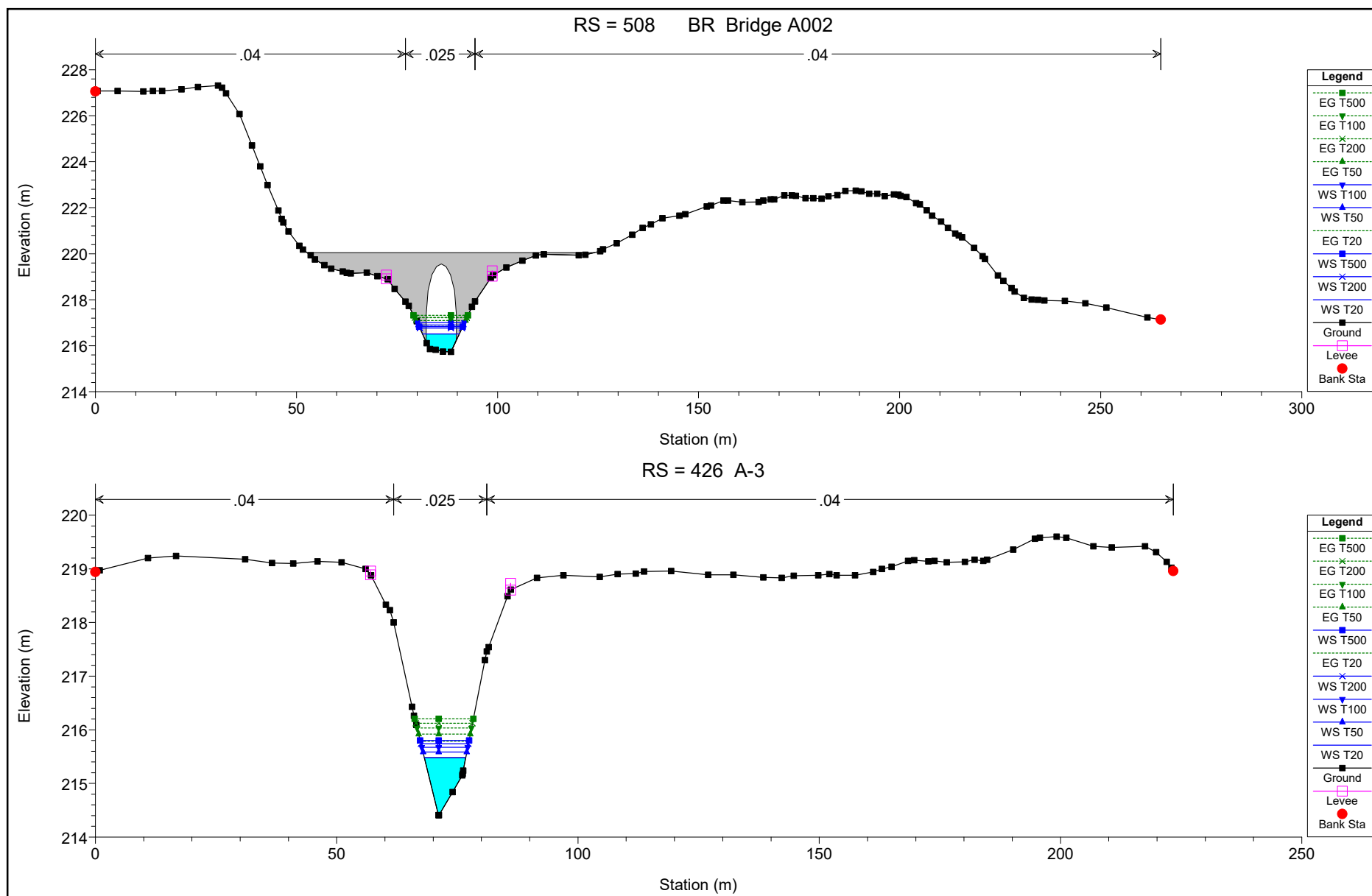


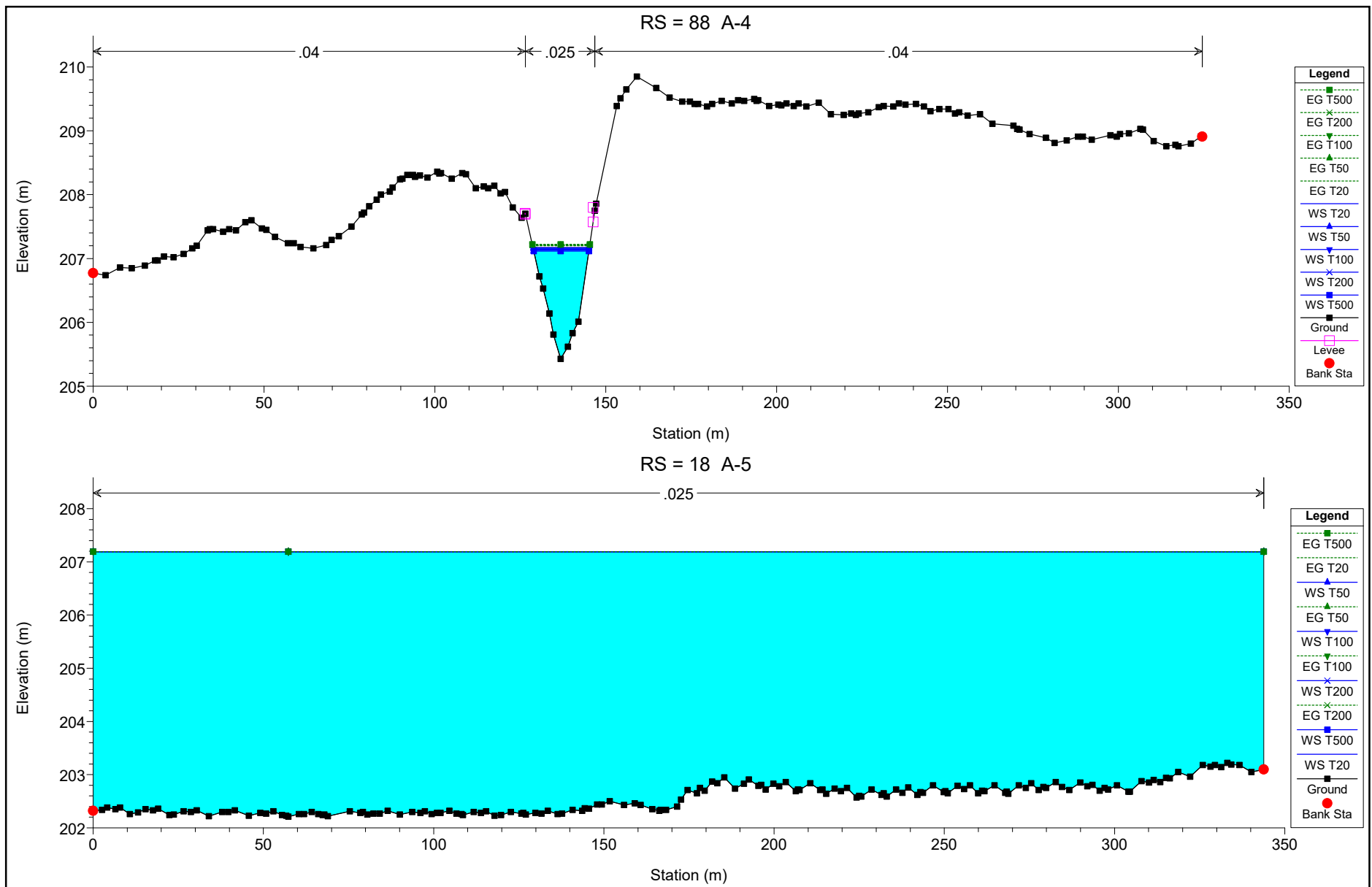
INDICE

Bacino A – Rio S. Croce.....	1
Bacino B – Rio Cartman.....	7
Bacino C – Rio Reaglie.....	21
Bacino D – Rio S. Martino.....	29
Bacino E – Rio del val Salice.....	37
Bacino F – Rio del Pilonetto.....	46
Bacino G – Rio Pattonera.....	63
Bacino H – Rio Sappone.....	74
Bacino N – Rio Valpiana.....	88
Bacino Q – Rio San Severino.....	93
Bacino R – Rio Isabella.....	104

Bacino A – Rio di S. Croce



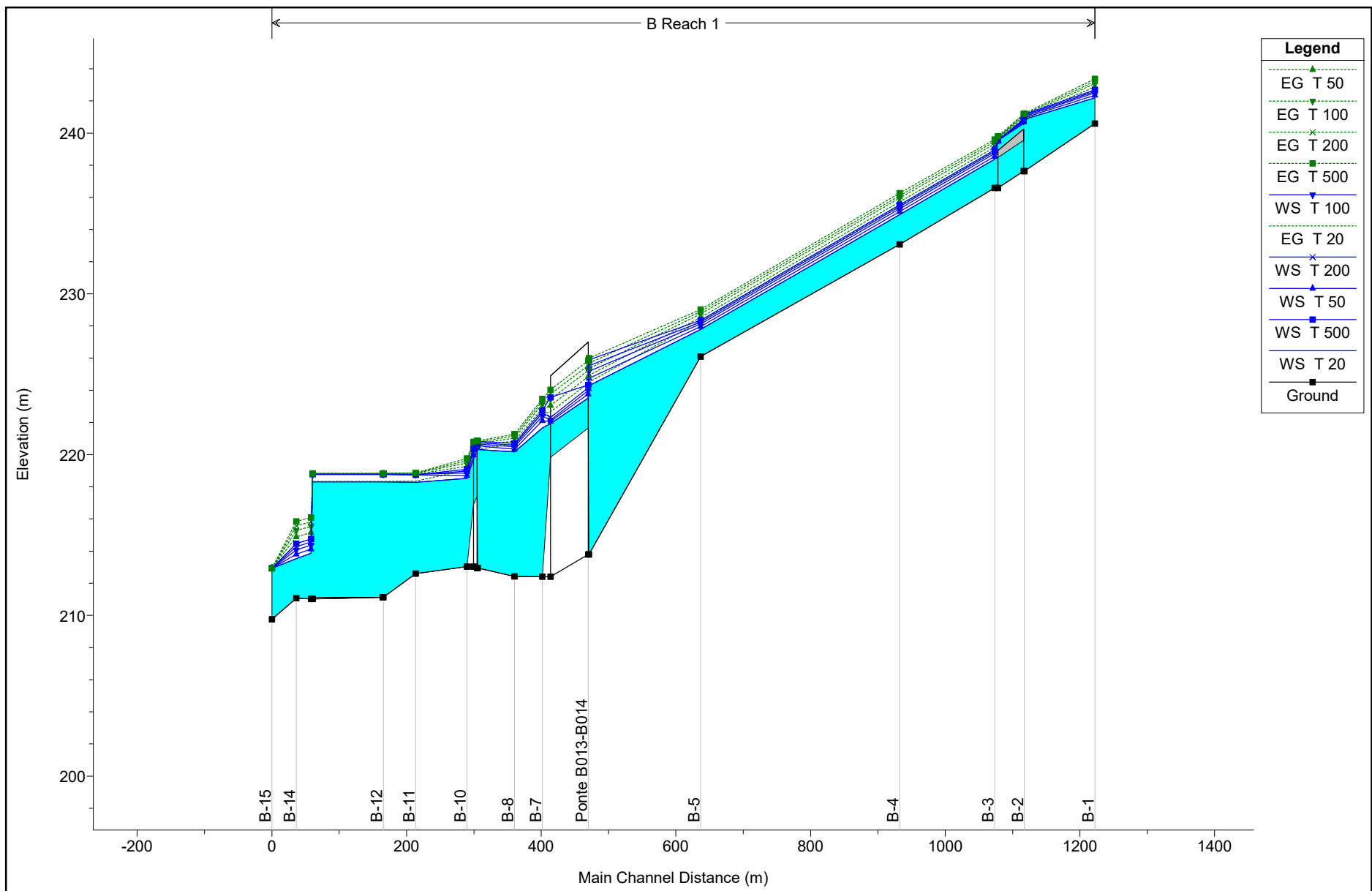


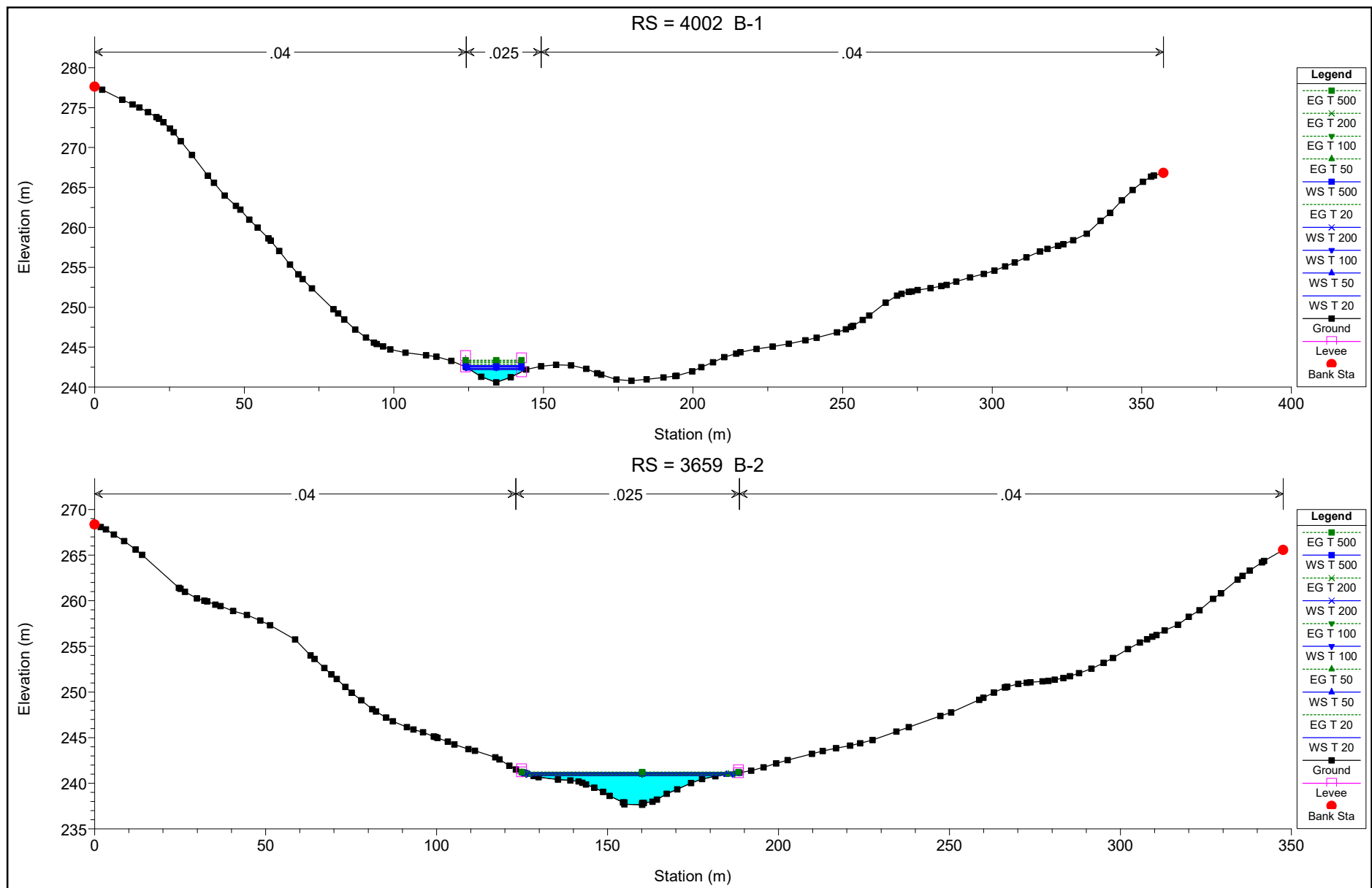


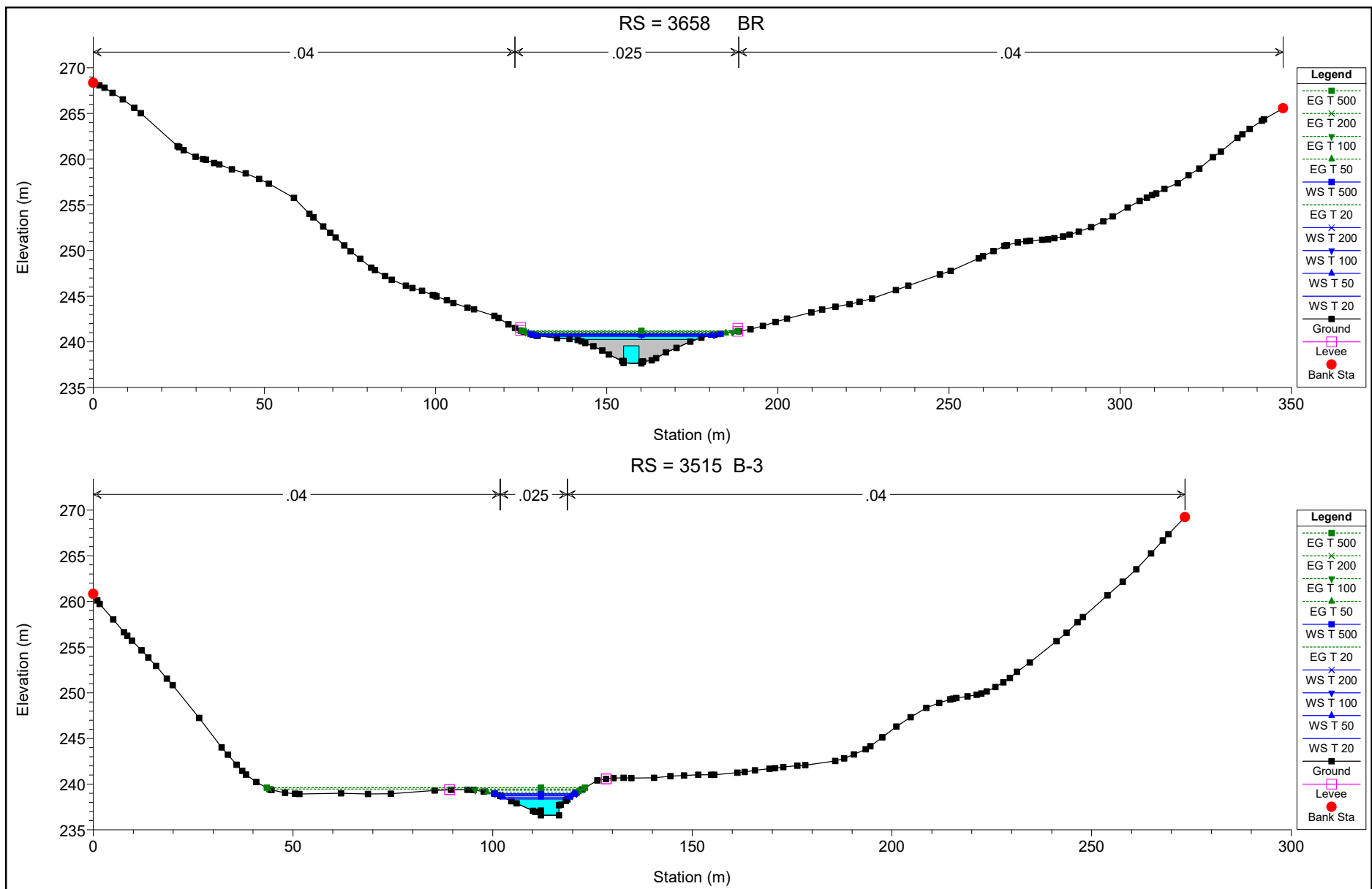
HEC-RAS Plan: A-PO River: A Reach: Reach 1

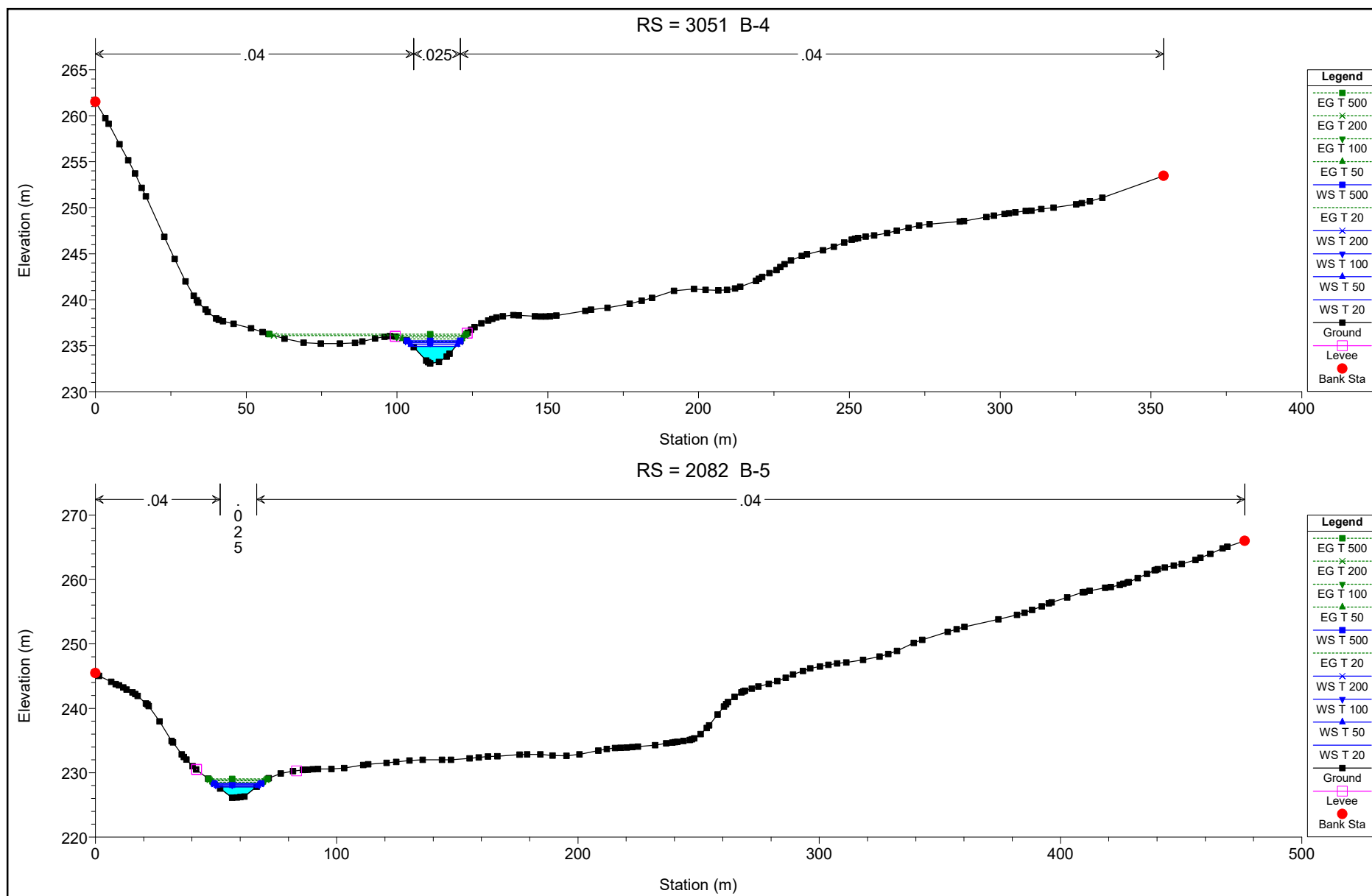
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	2151	T20	12.70	243.32	244.15	244.15	244.41	0.009737	2.25	5.65	10.99	1.00
Reach 1	2151	T50	15.60	243.32	244.24	244.24	244.52	0.009615	2.35	6.63	11.72	1.00
Reach 1	2151	T100	18.40	243.32	244.31	244.31	244.62	0.009886	2.45	7.50	12.28	1.00
Reach 1	2151	T200	20.70	243.32	244.37	244.37	244.69	0.009868	2.52	8.22	12.67	1.00
Reach 1	2151	T500	23.00	243.32	244.42	244.42	244.76	0.009902	2.59	8.89	12.99	1.00
Reach 1	509	T20	12.70	215.73	216.69	216.52	216.86	0.003505	1.82	6.99	10.08	0.70
Reach 1	509	T50	15.60	215.73	216.97	216.61	217.09	0.001928	1.56	10.01	11.56	0.53
Reach 1	509	T100	18.40	215.73	217.09	216.70	217.22	0.001840	1.60	11.47	12.22	0.53
Reach 1	509	T200	20.70	215.73	217.09	216.76	217.25	0.002378	1.82	11.38	12.18	0.60
Reach 1	509	T500	23.00	215.73	217.19	216.82	217.36	0.002182	1.81	12.68	12.76	0.58
Reach 1	508		Bridge									
Reach 1	426	T20	12.70	214.41	215.48	215.48	215.79	0.007731	2.45	5.18	8.56	1.01
Reach 1	426	T50	15.60	214.41	215.58	215.58	215.92	0.007414	2.57	6.07	9.06	1.00
Reach 1	426	T100	18.40	214.41	215.67	215.67	216.04	0.007153	2.66	6.91	9.51	1.00
Reach 1	426	T200	20.70	214.41	215.74	215.74	216.12	0.007090	2.74	7.54	9.83	1.00
Reach 1	426	T500	23.00	214.41	215.80	215.80	216.21	0.006984	2.81	8.18	10.14	1.00
Reach 1	88	T20	12.70	205.43	207.17	206.35	207.20	0.000370	0.76	16.66	16.48	0.24
Reach 1	88	T50	15.60	205.43	207.16	206.44	207.20	0.000576	0.95	16.48	16.40	0.30
Reach 1	88	T100	18.40	205.43	207.14	206.51	207.21	0.000832	1.13	16.25	16.30	0.36
Reach 1	88	T200	20.70	205.43	207.13	206.57	207.22	0.001094	1.29	16.03	16.21	0.41
Reach 1	88	T500	23.00	205.43	207.11	206.63	207.22	0.001414	1.46	15.77	16.10	0.47
Reach 1	18	T20	12.70	202.21	207.19	202.38	207.19	0.000000	0.01	1593.16	343.83	0.00
Reach 1	18	T50	15.60	202.21	207.19	202.39	207.19	0.000000	0.01	1593.16	343.83	0.00
Reach 1	18	T100	18.40	202.21	207.19	202.40	207.19	0.000000	0.01	1593.16	343.83	0.00
Reach 1	18	T200	20.70	202.21	207.19	202.41	207.19	0.000000	0.01	1593.16	343.83	0.00
Reach 1	18	T500	23.00	202.21	207.19	202.42	207.19	0.000000	0.01	1593.16	343.83	0.00

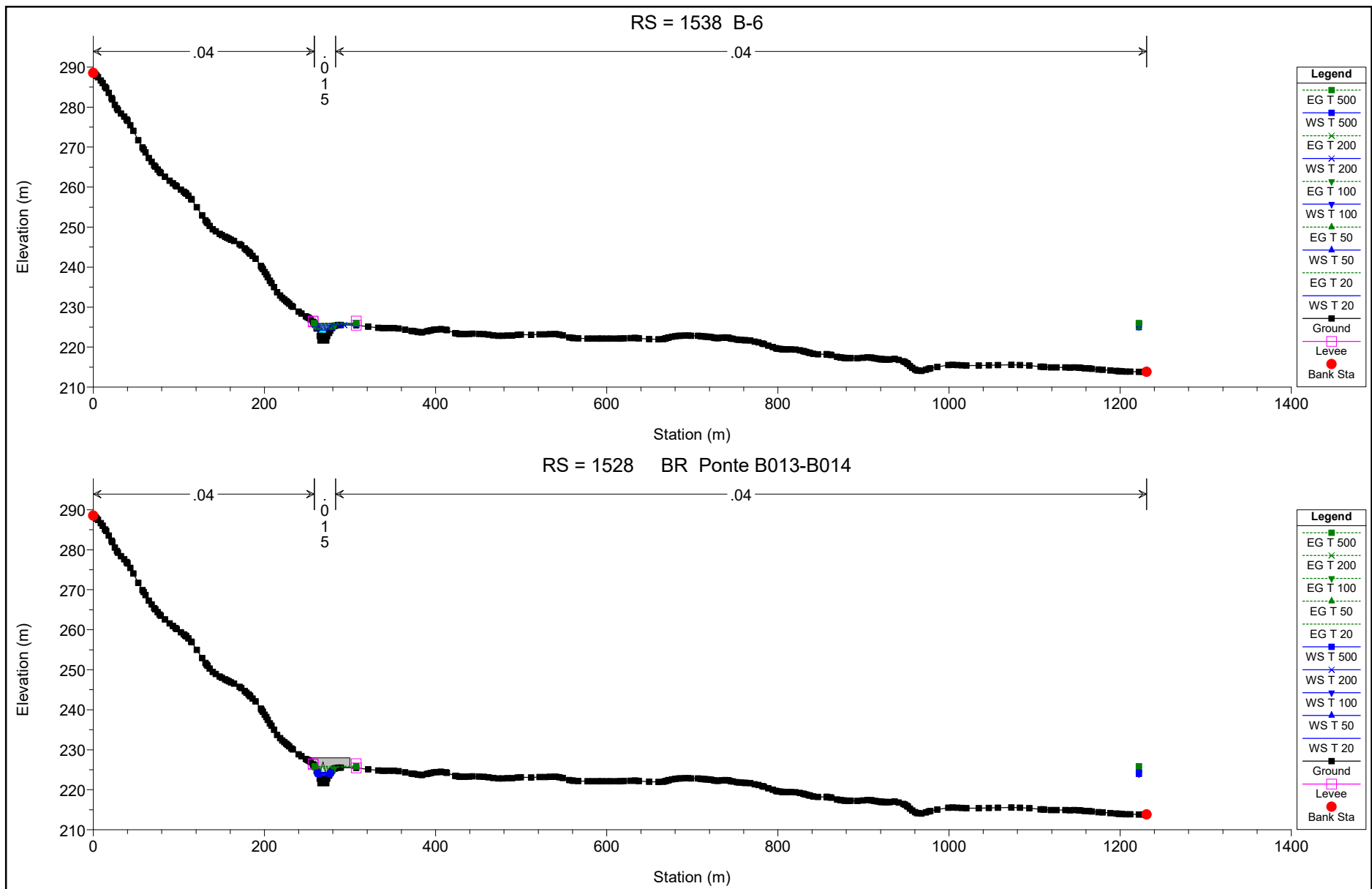
Bacino B – Rio Cartman

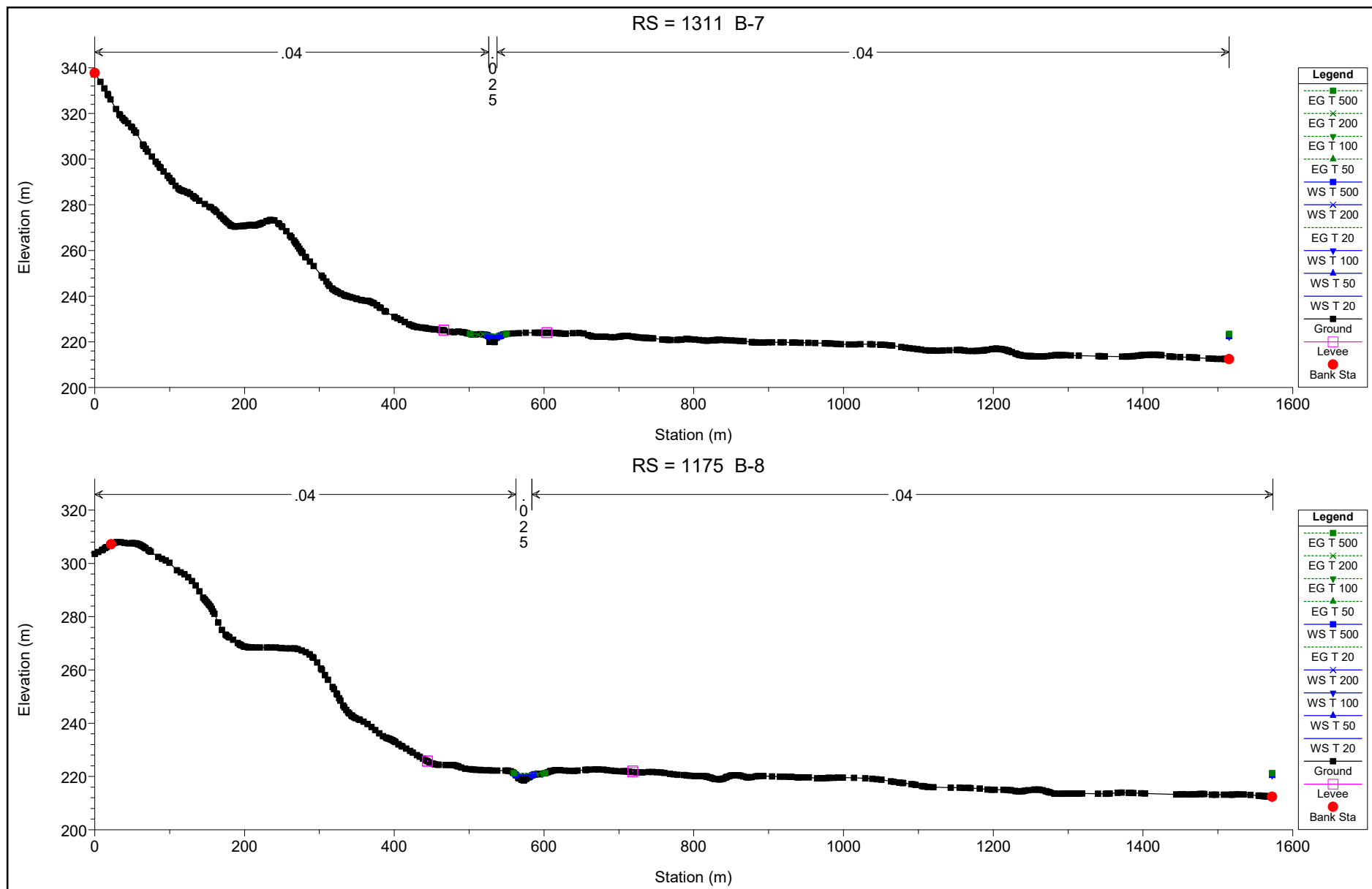


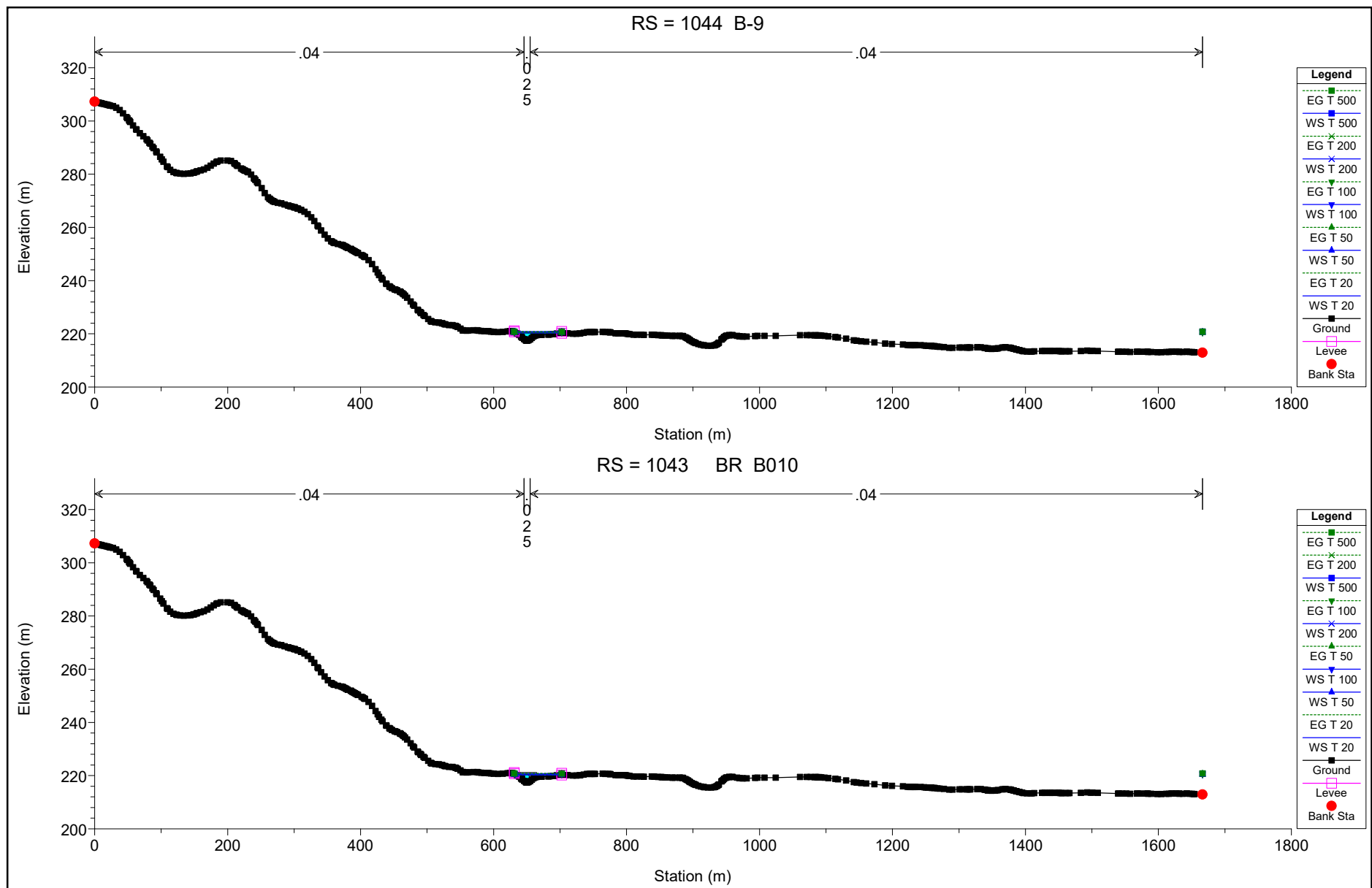


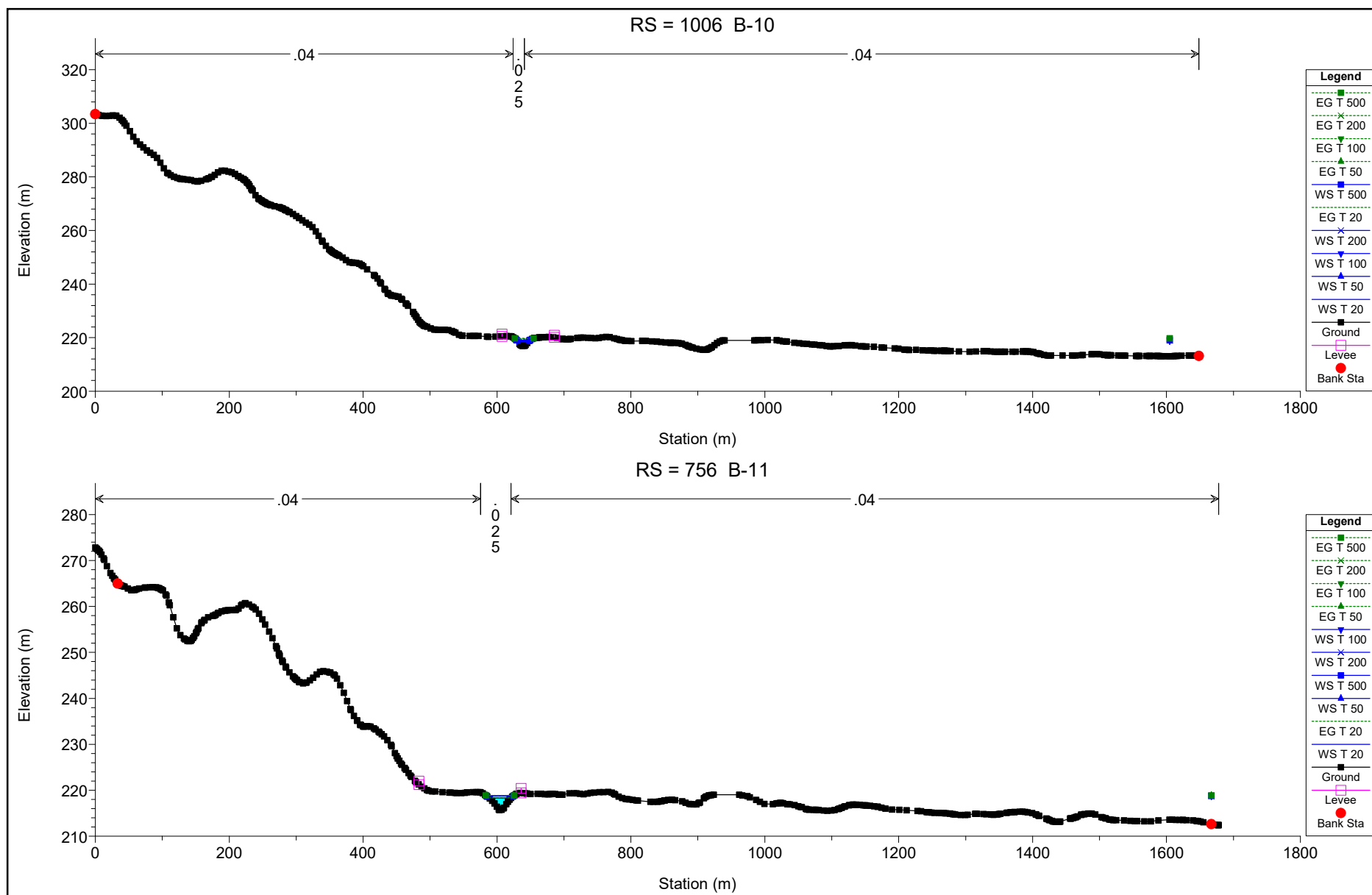


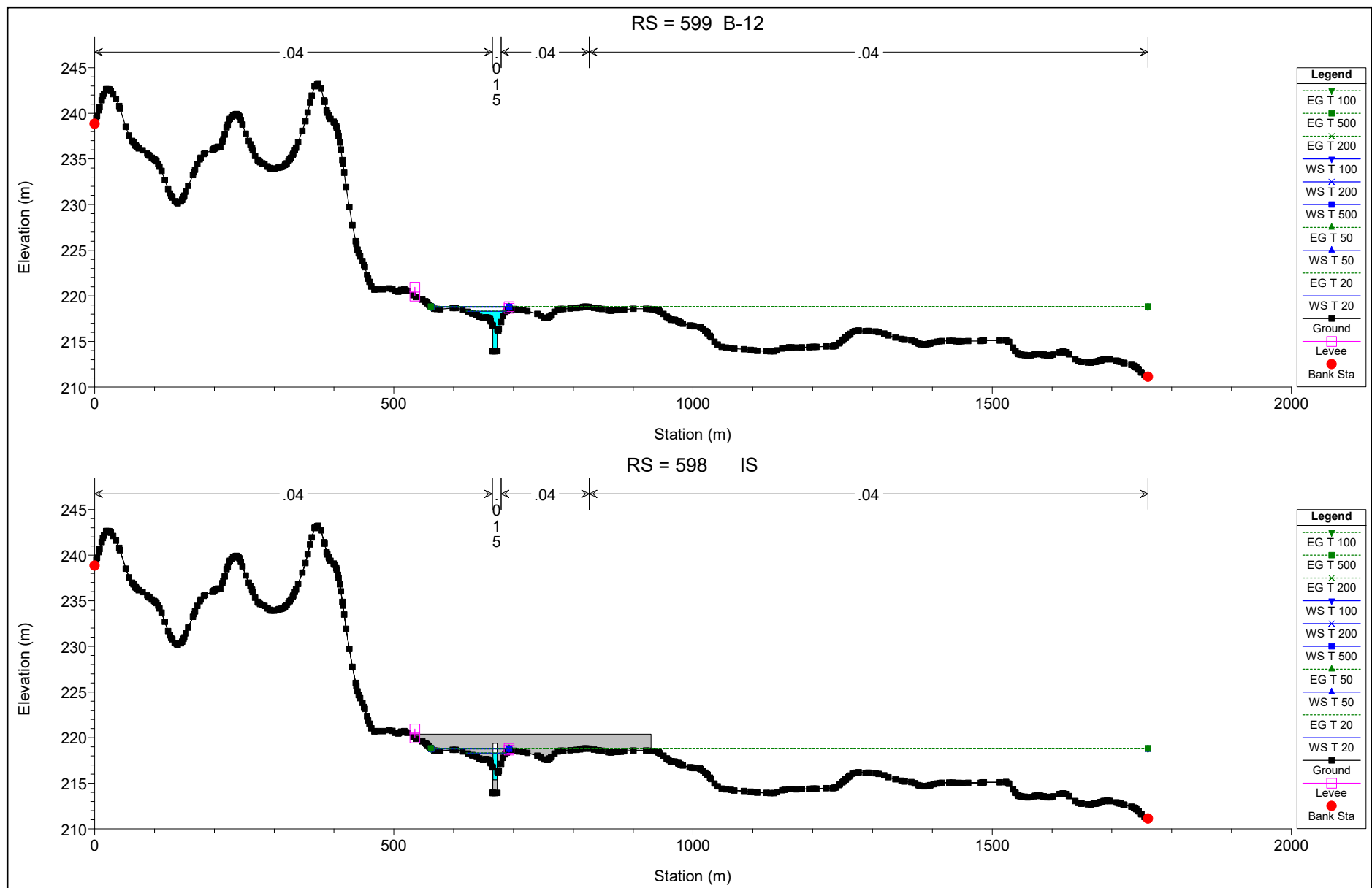


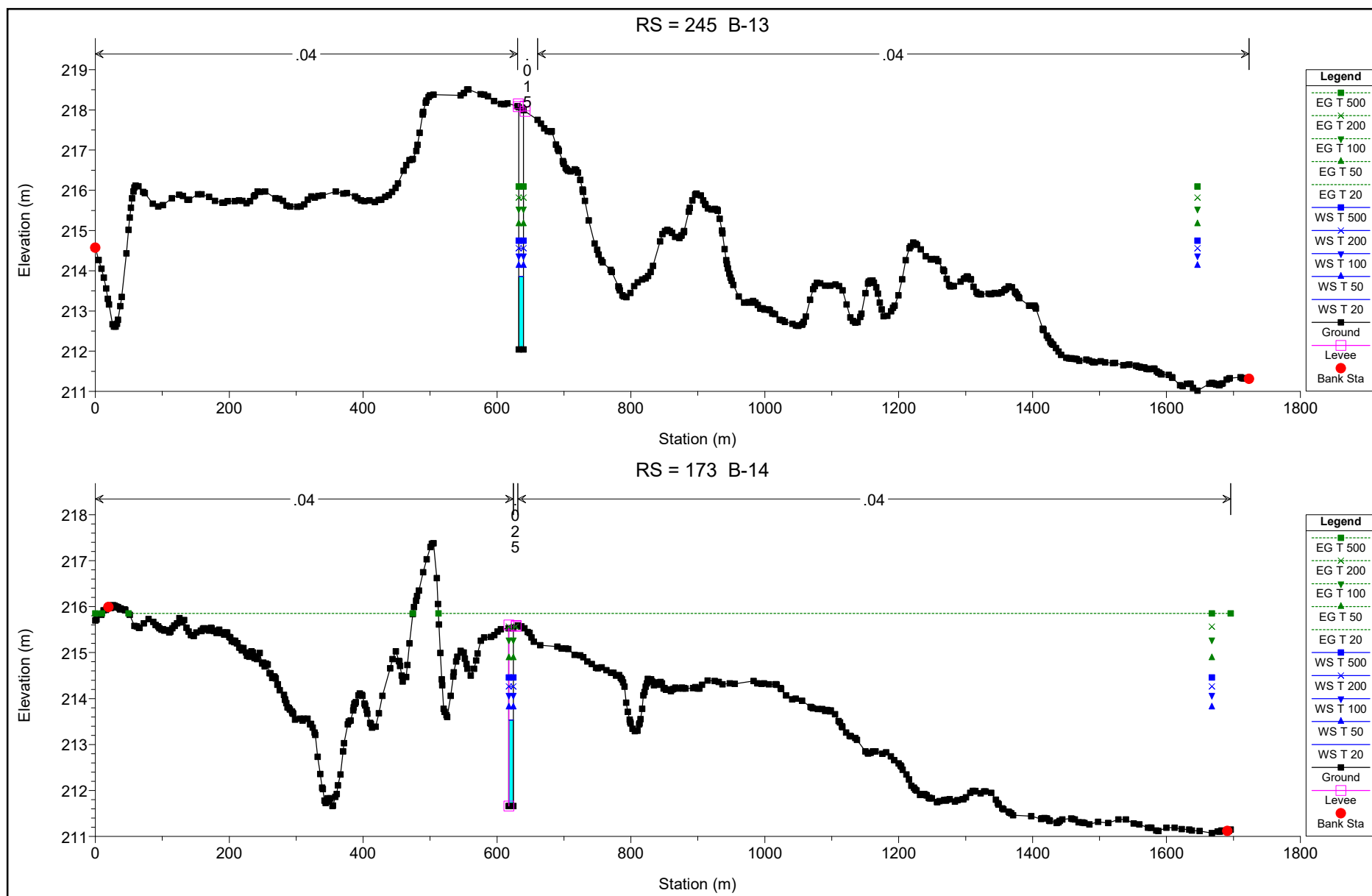


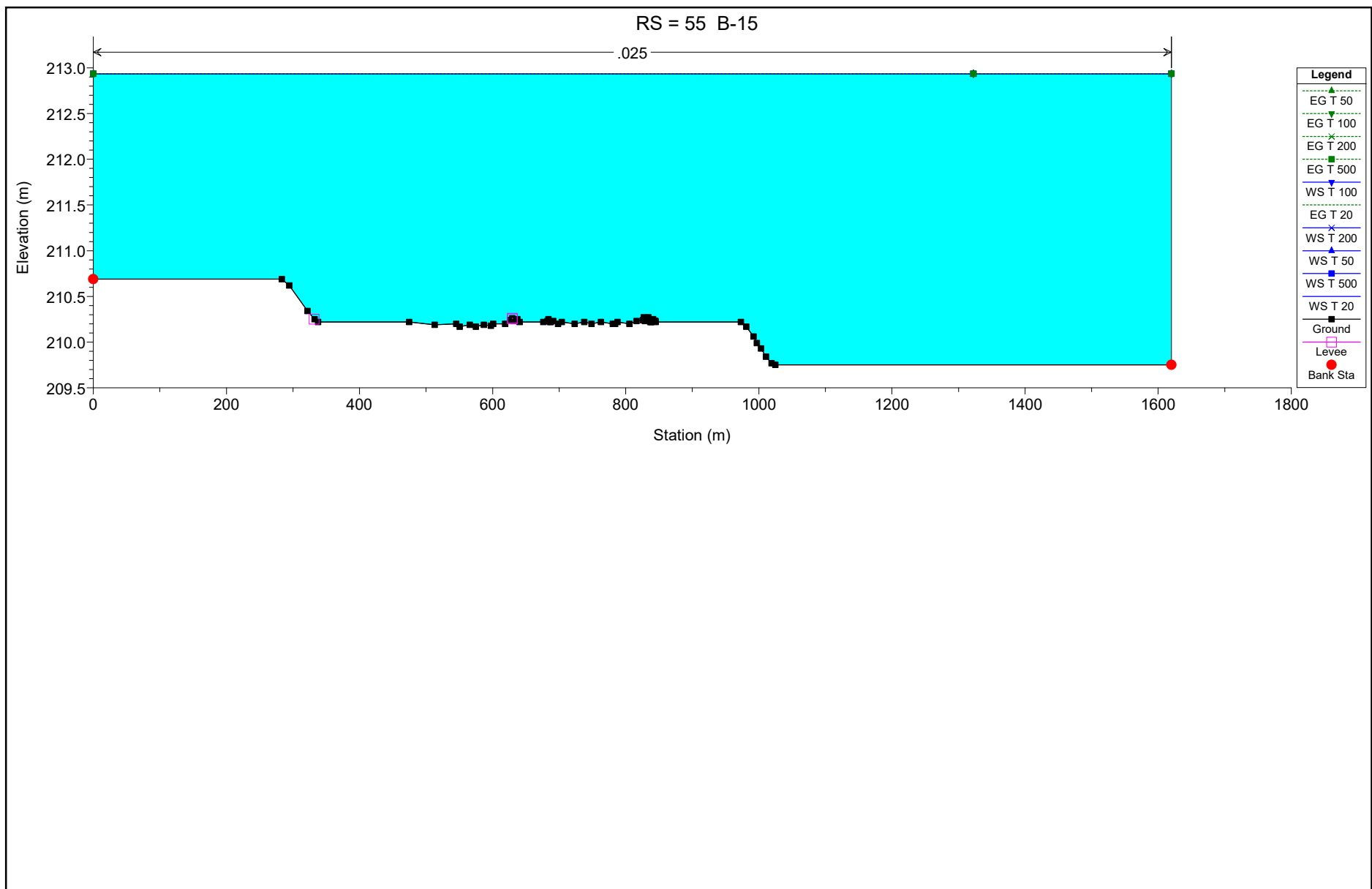












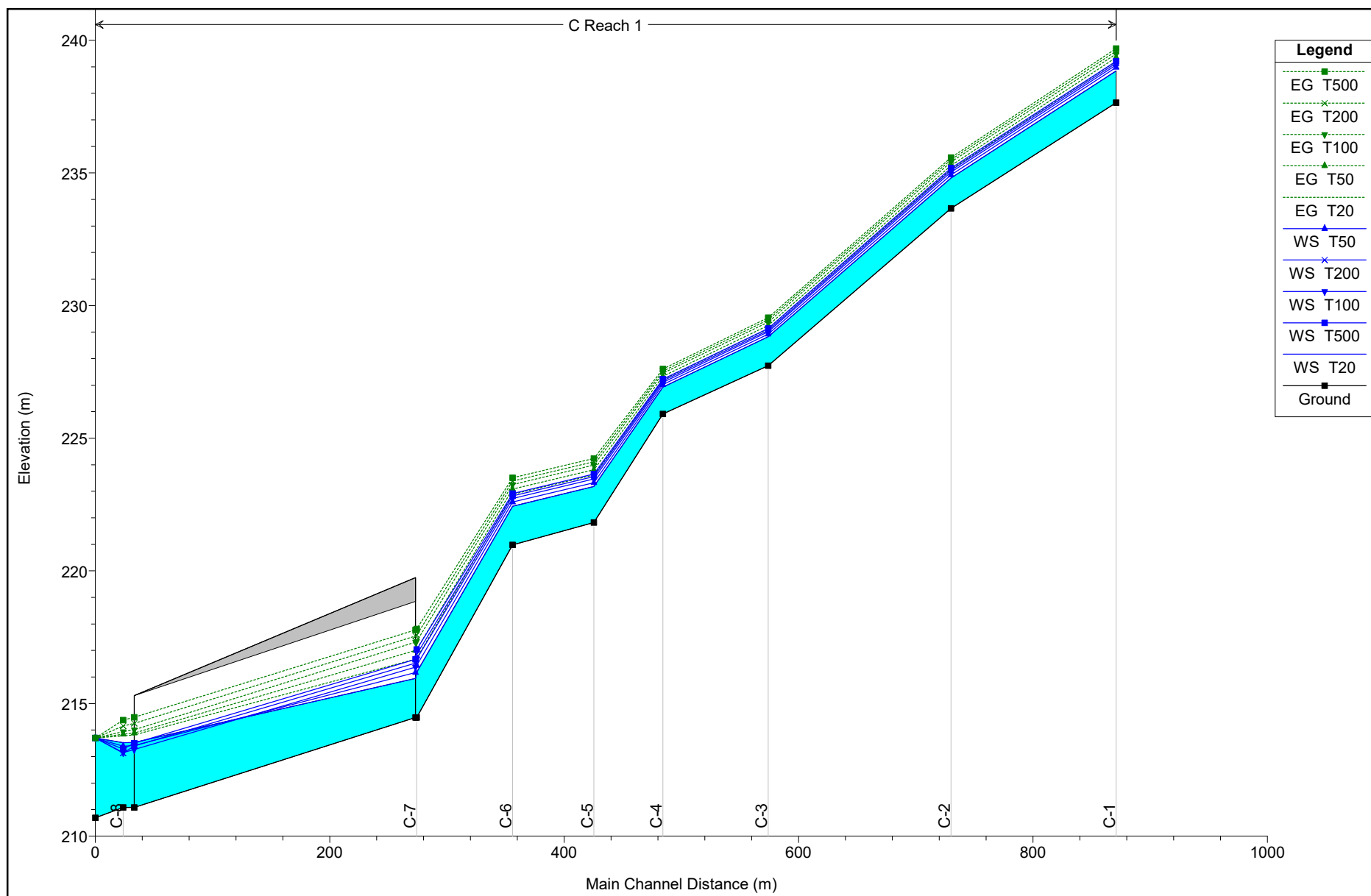
HEC-RAS Plan: B-PO River: B Reach: Reach 1

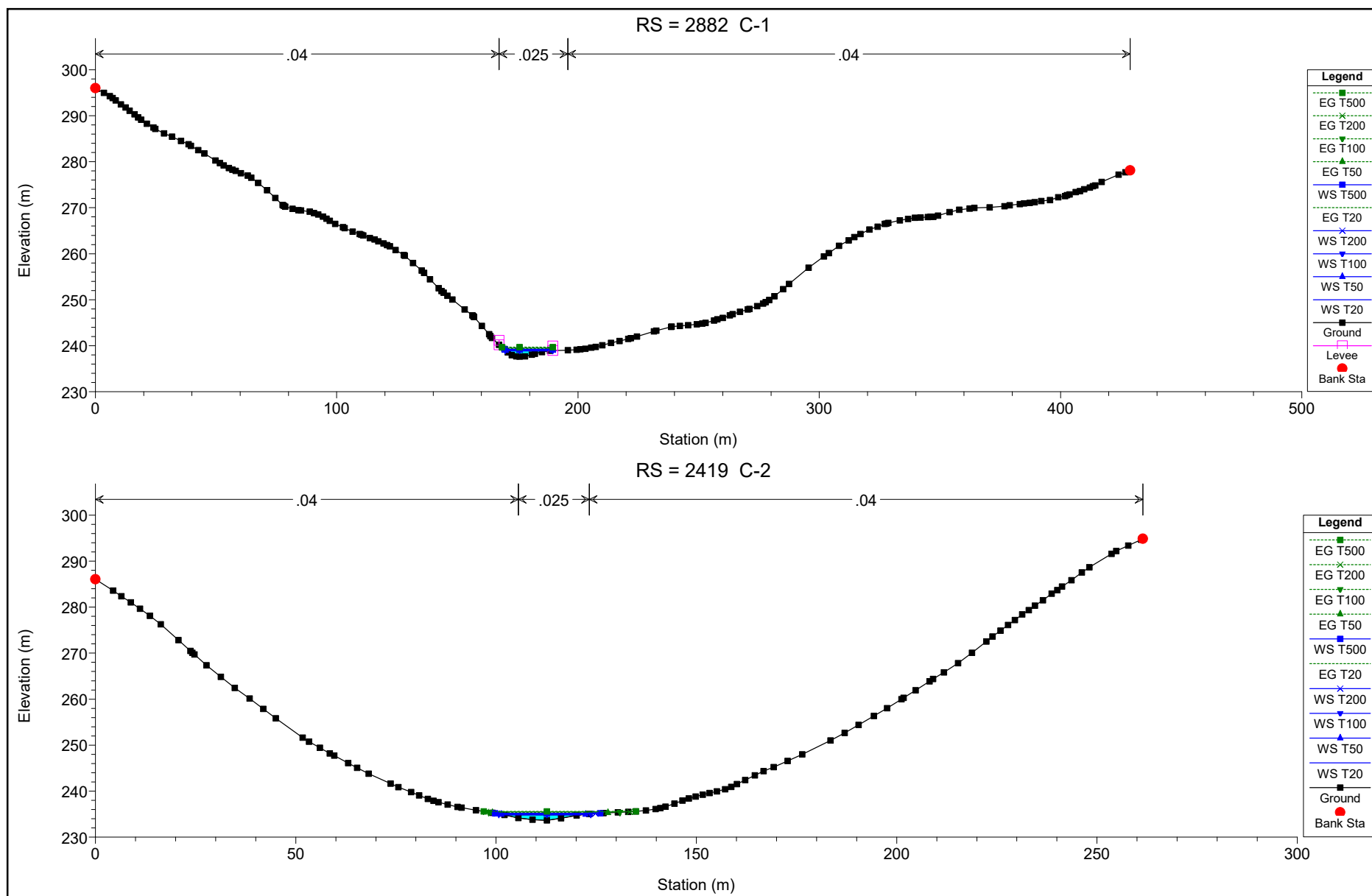
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	4002	T 20	51.00	240.59	242.20	242.20	242.68	0.006524	3.08	16.57	17.27	1.00
Reach 1	4002	T 50	62.20	240.59	242.35	242.35	242.88	0.006279	3.24	19.22	17.90	1.00
Reach 1	4002	T 100	74.50	240.59	242.49	242.49	243.09	0.006211	3.40	21.89	18.54	1.00
Reach 1	4002	T 200	83.60	240.59	242.59	242.59	243.23	0.006193	3.52	23.72	18.66	1.00
Reach 1	4002	T 500	93.00	240.59	242.69	242.69	243.37	0.006175	3.65	25.45	18.66	1.00
Reach 1	3659	T 20	51.00	237.63	240.85	239.04	240.88	0.000172	0.65	78.00	55.12	0.18
Reach 1	3659	T 50	62.20	237.63	240.95	239.19	240.98	0.000216	0.75	83.45	57.64	0.20
Reach 1	3659	T 100	74.50	237.63	241.05	239.33	241.08	0.000264	0.84	89.12	60.16	0.22
Reach 1	3659	T 200	83.60	237.63	241.11	239.43	241.15	0.000298	0.90	93.12	61.88	0.23
Reach 1	3659	T 500	93.00	237.63	241.18	239.52	241.22	0.000328	0.96	97.12	62.96	0.25
Reach 1	3658		Bridge									
Reach 1	3515	T 20	51.00	236.59	238.38	238.38	238.90	0.007214	3.20	15.94	15.39	1.00
Reach 1	3515	T 50	62.20	236.59	238.56	238.56	239.11	0.007160	3.31	18.80	16.75	1.00
Reach 1	3515	T 100	74.50	236.59	238.72	238.72	239.32	0.007195	3.43	21.72	18.05	1.00
Reach 1	3515	T 200	83.60	236.59	238.84	238.84	239.47	0.007486	3.50	23.89	19.08	1.00
Reach 1	3515	T 500	93.00	236.59	238.95	238.95	239.60	0.007737	3.57	26.07	20.06	1.00
Reach 1	3051	T 20	53.50	233.08	234.93	234.93	235.49	0.006296	3.32	16.11	14.23	1.00
Reach 1	3051	T 50	65.80	233.08	235.12	235.12	235.73	0.006468	3.47	18.97	15.36	1.00
Reach 1	3051	T 100	78.10	233.08	235.29	235.29	235.95	0.006598	3.60	21.70	16.36	1.00
Reach 1	3051	T 200	87.70	233.08	235.42	235.42	236.11	0.006644	3.68	23.81	17.10	1.00
Reach 1	3051	T 500	97.40	233.08	235.53	235.53	236.26	0.006765	3.78	25.79	17.77	1.00
Reach 1	2082	T 20	53.50	226.10	227.79	227.79	228.31	0.006664	3.21	16.68	15.80	1.00
Reach 1	2082	T 50	65.80	226.10	227.97	227.97	228.54	0.007006	3.35	19.64	17.04	1.00
Reach 1	2082	T 100	78.10	226.10	228.12	228.12	228.74	0.007350	3.48	22.44	18.14	1.00
Reach 1	2082	T 200	87.70	226.10	228.24	228.24	228.89	0.007513	3.56	24.64	18.96	1.00
Reach 1	2082	T 500	97.40	226.10	228.35	228.35	229.03	0.007696	3.64	26.73	19.72	1.00
Reach 1	1538	T 20	53.50	213.79	224.29	223.50	224.50	0.000605	2.06	26.00	15.73	0.51
Reach 1	1538	T 50	65.80	213.79	224.74	223.72	224.93	0.000461	1.96	33.64	18.11	0.46
Reach 1	1538	T 100	78.10	213.79	225.18	223.91	225.35	0.000366	1.85	42.32	21.23	0.42
Reach 1	1538	T 200	87.70	213.79	225.53	224.06	225.68	0.001871	1.73	50.75	42.76	0.51
Reach 1	1538	T 500	97.40	213.79	225.90	224.19	226.00	0.001105	1.42	68.79	48.80	0.38
Reach 1	1528		Bridge									
Reach 1	1311	T 20	53.50	212.41	221.65	221.65	222.55	0.008721	4.20	12.74	7.10	1.00
Reach 1	1311	T 50	65.80	212.41	222.11	222.11	222.88	0.008884	3.88	16.94	11.05	1.00
Reach 1	1311	T 100	78.10	212.41	222.39	222.39	223.14	0.009539	3.85	20.31	13.54	1.00
Reach 1	1311	T 200	87.70	212.41	222.60	222.60	223.31	0.010388	3.73	23.48	16.46	1.00
Reach 1	1311	T 500	97.40	212.41	222.75	222.75	223.46	0.010651	3.74	26.04	18.13	1.00
Reach 1	1175	T 20	53.50	212.42	220.17	220.17	220.64	0.006403	3.04	17.59	18.66	1.00
Reach 1	1175	T 50	65.80	212.42	220.34	220.34	220.85	0.006205	3.17	20.76	20.23	1.00
Reach 1	1175	T 100	78.10	212.42	220.49	220.49	221.03	0.005836	3.27	23.90	21.86	1.00
Reach 1	1175	T 200	87.70	212.42	220.59	220.59	221.16	0.005458	3.34	26.28	23.19	1.00
Reach 1	1175	T 500	97.40	212.42	220.69	220.69	221.28	0.005150	3.39	28.71	24.48	1.00
Reach 1	1044	T 20	53.50	212.95	220.32	218.97	220.35	0.000325	0.75	71.66	68.18	0.23
Reach 1	1044	T 50	65.80	212.95	220.54	219.14	220.57	0.000315	0.76	87.01	69.95	0.22
Reach 1	1044	T 100	78.10	212.95	220.65	219.28	220.69	0.000362	0.83	94.65	70.81	0.23
Reach 1	1044	T 200	87.70	212.95	220.74	219.40	220.78	0.000390	0.87	100.82	71.48	0.23
Reach 1	1044	T 500	97.40	212.95	220.82	219.51	220.86	0.000414	0.91	106.72	71.48	0.24
Reach 1	1043		Bridge									
Reach 1	1006	T 20	53.50	213.03	218.53	218.53	219.05	0.007590	3.20	16.73	16.09	1.00
Reach 1	1006	T 50	65.80	213.03	218.70	218.70	219.27	0.007454	3.34	19.67	17.29	1.00
Reach 1	1006	T 100	78.10	213.03	218.87	218.87	219.47	0.007272	3.46	22.59	18.40	1.00
Reach 1	1006	T 200	87.70	213.03	218.98	218.98	219.62	0.007228	3.55	24.72	19.18	1.00
Reach 1	1006	T 500	97.40	213.03	219.09	219.09	219.76	0.007138	3.61	26.96	20.19	1.00
Reach 1	756	T 20	53.50	212.59	218.28	217.20	218.35	0.000569	1.18	45.36	32.54	0.32
Reach 1	756	T 50	65.80	212.59	218.73	217.36	218.79	0.000374	1.07	61.52	39.75	0.27
Reach 1	756	T 100	78.10	212.59	218.77	217.50	218.85	0.000493	1.24	63.12	40.45	0.32
Reach 1	756	T 200	87.70	212.59	218.75	217.61	218.85	0.000641	1.41	62.38	40.13	0.36
Reach 1	756	T 500	97.40	212.59	218.74	217.70	218.87	0.000810	1.58	61.80	39.87	0.40
Reach 1	599	T 20	53.50	211.12	218.30	215.65	218.33	0.000089	0.74	72.24	66.21	0.23
Reach 1	599	T 50	65.80	211.12	218.75	215.91	218.77	0.000075	0.58	114.33	129.37	0.20
Reach 1	599	T 100	78.10	211.12	218.80	216.15	218.82	0.000097	0.65	120.62	130.48	0.22
Reach 1	599	T 200	87.70	211.12	218.79	216.54	218.82	0.000125	0.73	119.41	130.32	0.24
Reach 1	599	T 500	97.40	211.12	218.79	216.72	218.82	0.000155	0.82	118.90	130.25	0.27
Reach 1	598		Int Struct									
Reach 1	245	T 20	53.50	211.02	213.86	213.86	214.76	0.003135	4.21	12.72	7.00	1.00
Reach 1	245	T 50	65.80	211.02	214.12	214.12	215.16	0.003203	4.51	14.59	7.00	1.00
Reach 1	245	T 100	78.10	211.02	214.38	214.38	215.54	0.003278	4.78	16.35	7.00	1.00

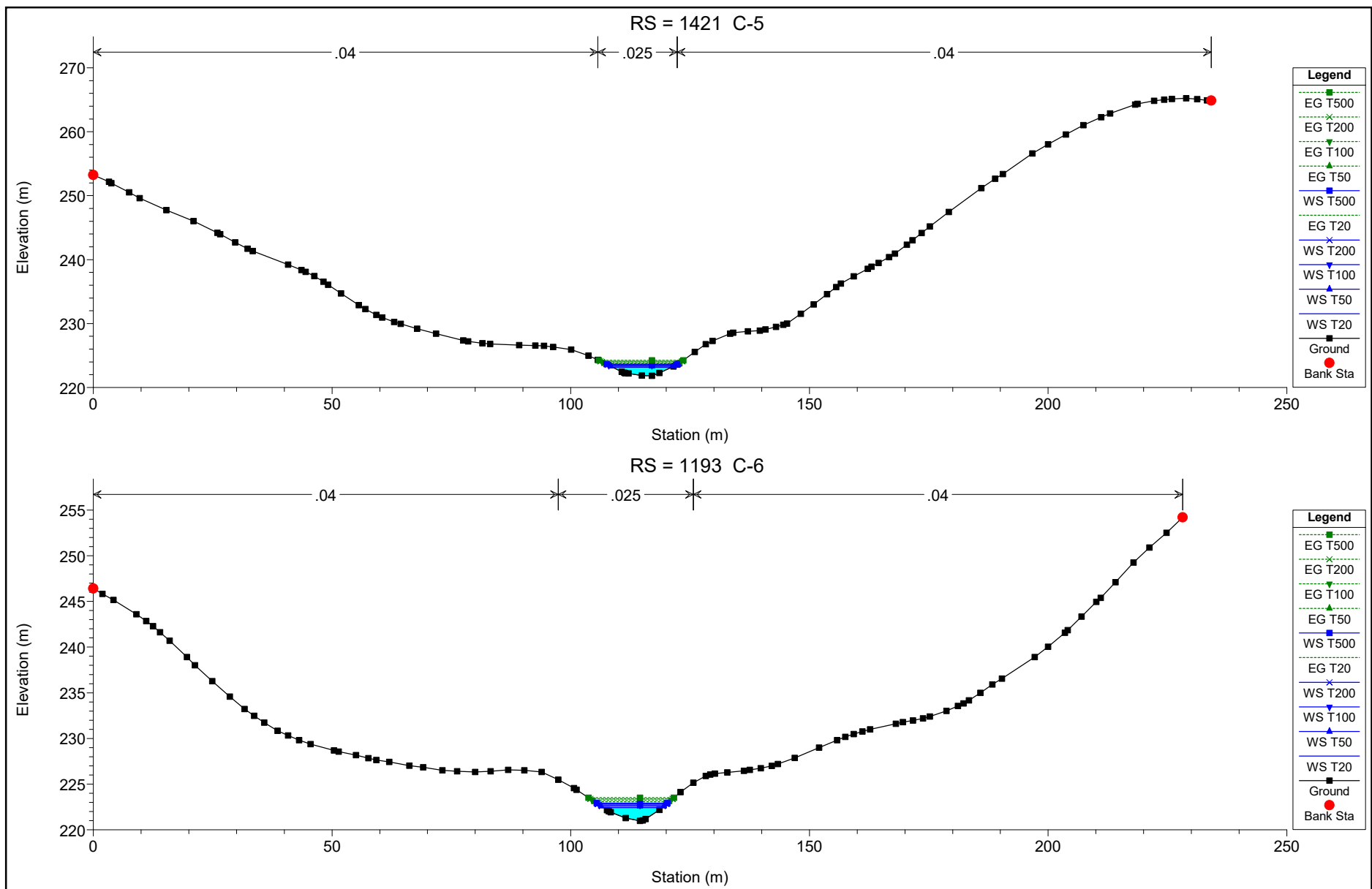
HEC-RAS Plan: B-PO River: B Reach: Reach 1 (Continued)

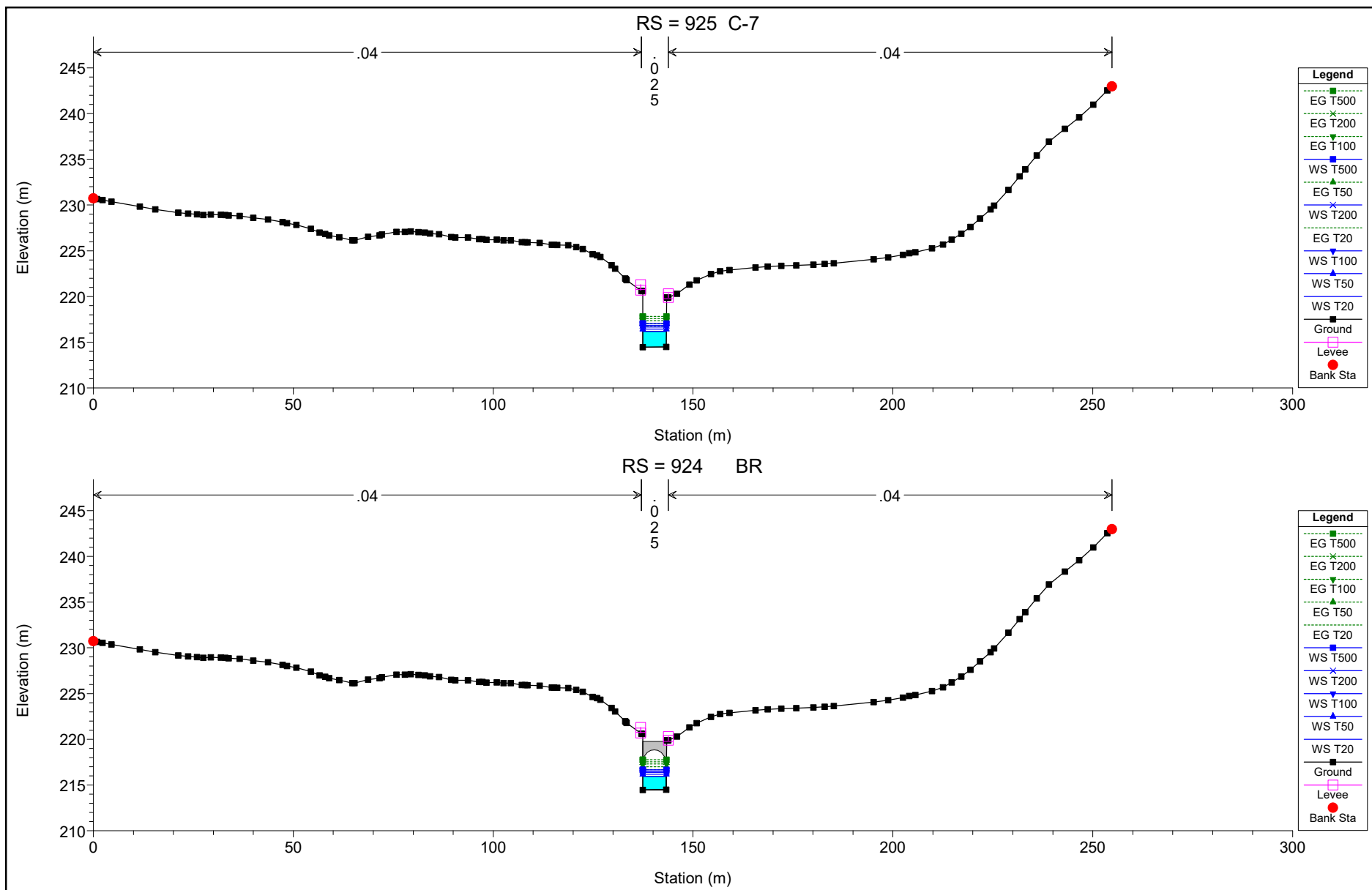
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	245	T 200	87.70	211.02	214.56	214.56	215.82	0.003345	4.97	17.63	7.00	1.00
Reach 1	245	T 500	97.40	211.02	214.75	214.75	216.09	0.003380	5.14	18.95	7.00	1.00
Reach 1	173	T 20	53.50	211.07	213.53	213.53	214.47	0.023088	4.29	12.48	6.66	1.00
Reach 1	173	T 50	65.80	211.07	213.81	213.81	214.89	0.023600	4.59	14.33	6.66	1.00
Reach 1	173	T 100	78.10	211.07	214.07	214.07	215.28	0.024134	4.86	16.07	6.66	1.00
Reach 1	173	T 200	87.70	211.07	214.27	214.27	215.57	0.024643	5.05	17.35	6.66	1.00
Reach 1	173	T 500	97.40	211.07	214.46	214.46	215.85	0.025025	5.23	18.63	6.66	1.00
Reach 1	55	T 20	53.50	209.75	212.94	210.26	212.94	0.000000	0.01	4548.82	1619.96	0.00
Reach 1	55	T 50	65.80	209.75	212.94	210.26	212.94	0.000000	0.01	4548.82	1619.96	0.00
Reach 1	55	T 100	78.10	209.75	212.94	210.26	212.94	0.000000	0.02	4548.82	1619.96	0.00
Reach 1	55	T 200	87.70	209.75	212.94	210.26	212.94	0.000000	0.02	4548.82	1619.96	0.00
Reach 1	55	T 500	97.40	209.75	212.94	210.26	212.94	0.000000	0.02	4548.82	1619.96	0.00

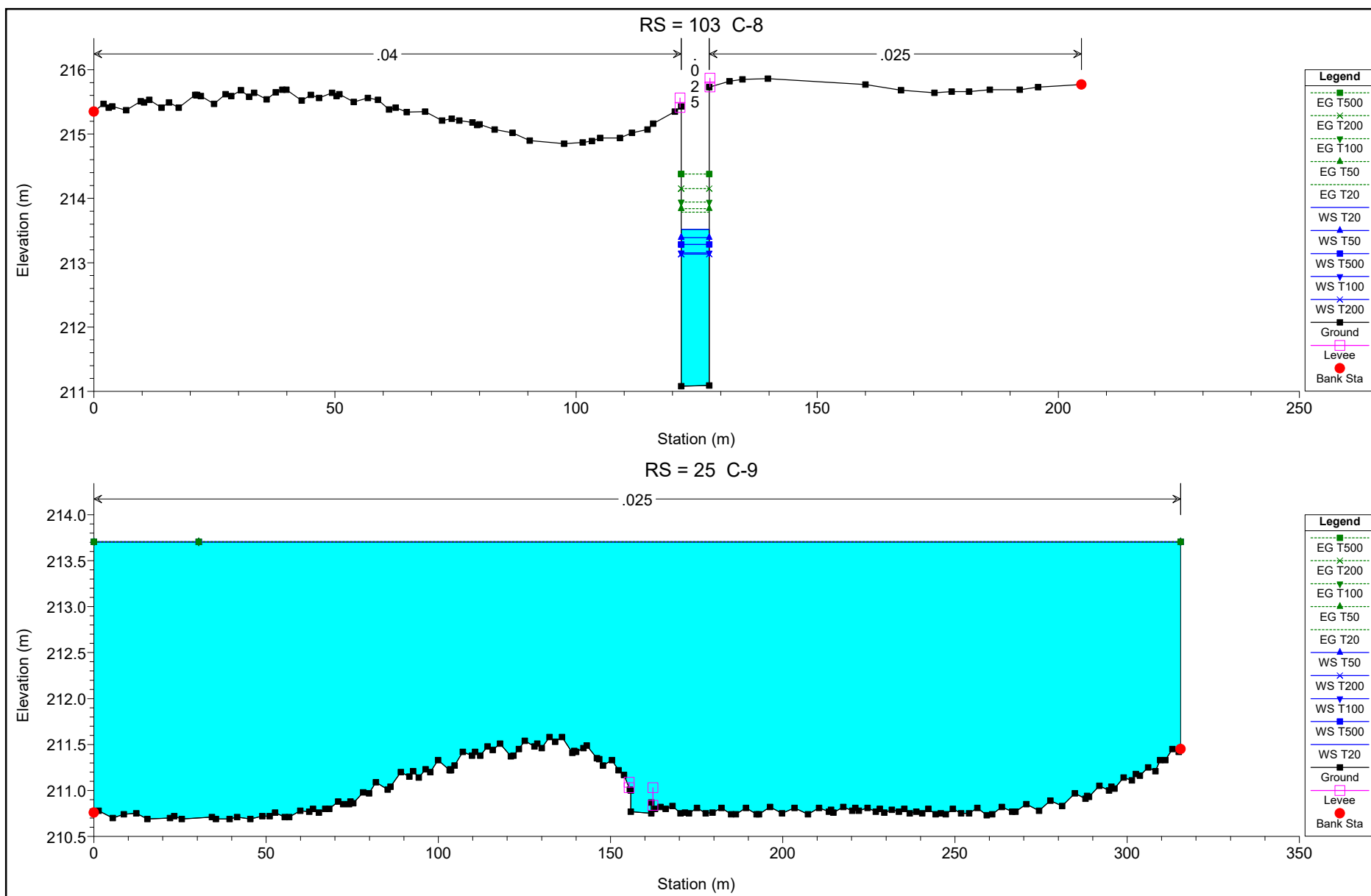
Bacino C – Rio Reaglie







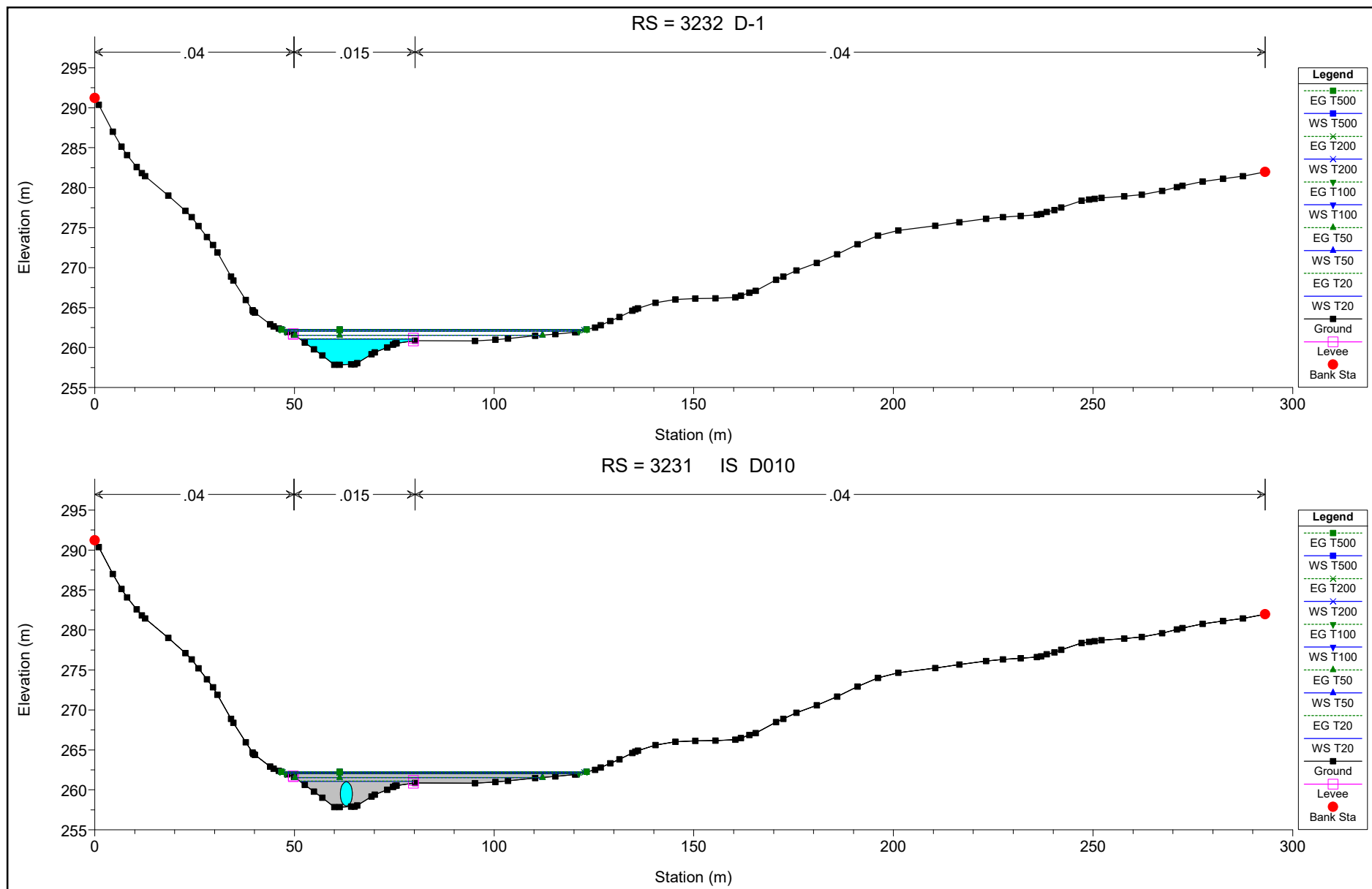


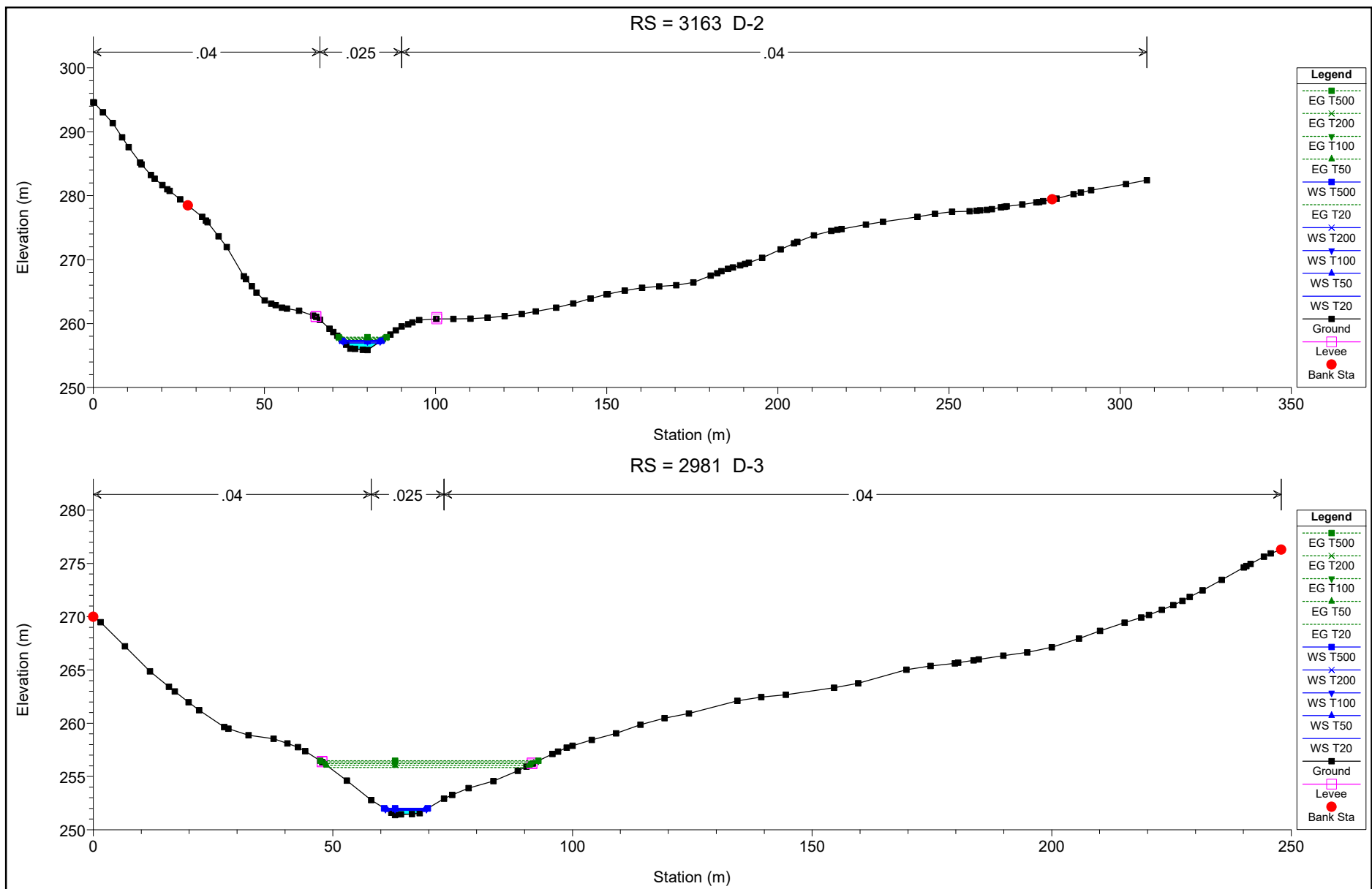


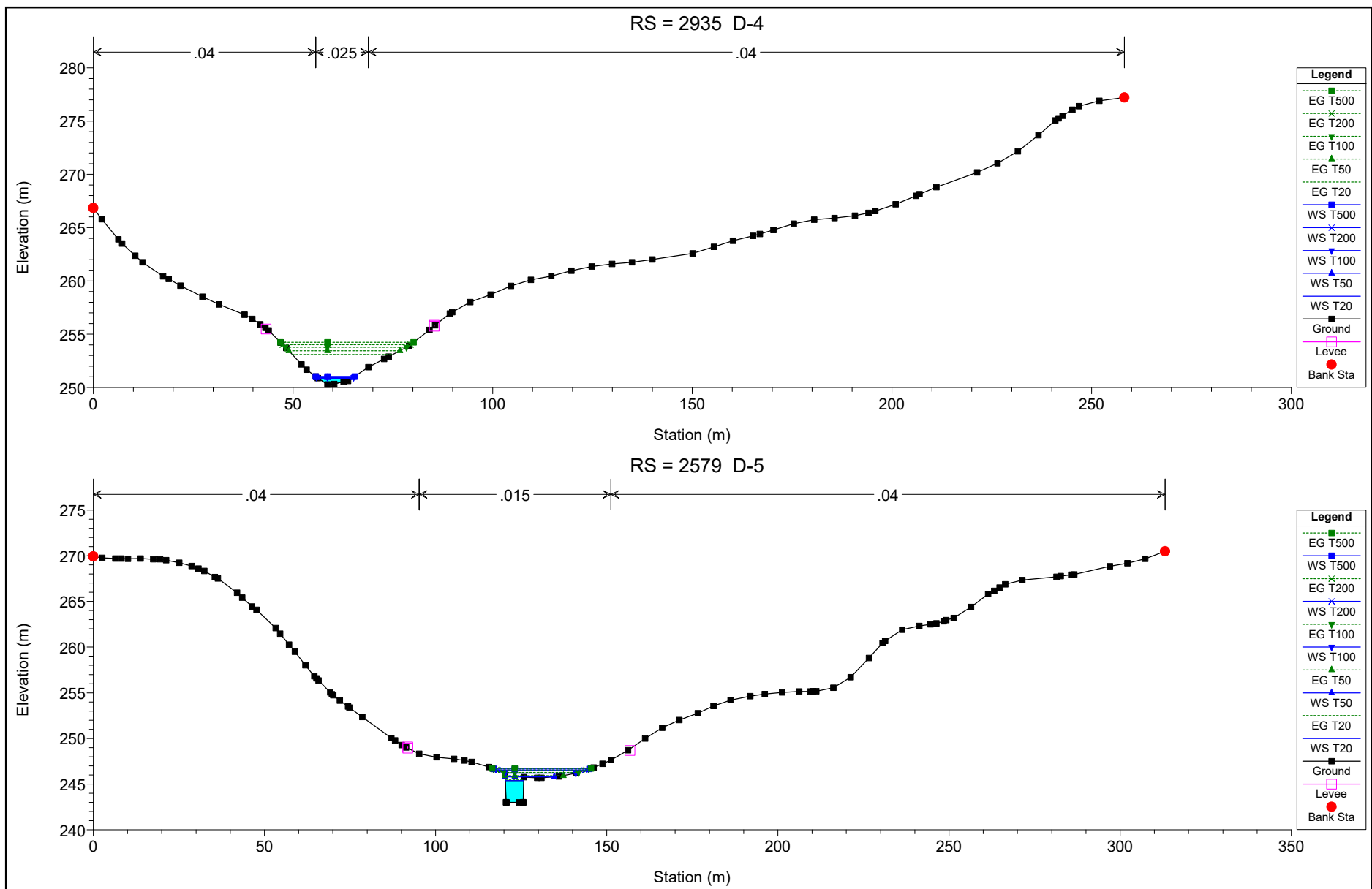
HEC-RAS Plan: C-PO River: C Reach: Reach 1

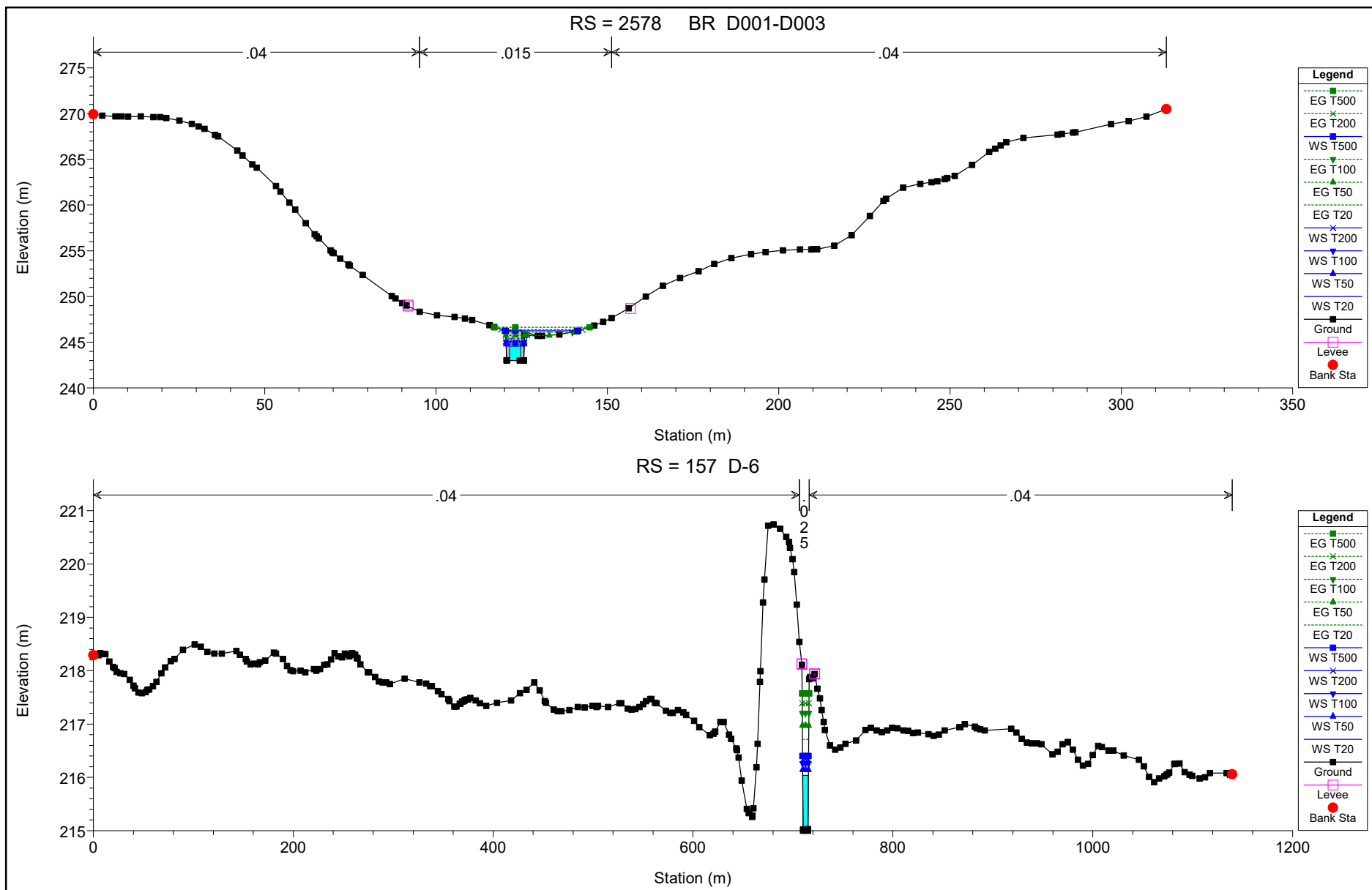
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	2882	T20	32.20	237.65	238.84	238.84	239.20	0.007025	2.64	12.18	17.13	1.00
Reach 1	2882	T50	39.70	237.65	238.98	238.98	239.35	0.006893	2.71	14.64	19.52	1.00
Reach 1	2882	T100	47.20	237.65	239.07	239.07	239.49	0.006682	2.86	16.50	19.71	1.00
Reach 1	2882	T200	53.10	237.65	239.14	239.14	239.59	0.006654	2.98	17.81	19.85	1.01
Reach 1	2882	T500	59.10	237.65	239.21	239.21	239.69	0.006468	3.07	19.24	20.00	1.00
Reach 1	2419	T20	32.20	233.66	234.80	234.80	235.14	0.008987	2.55	12.62	19.03	1.00
Reach 1	2419	T50	39.70	233.66	234.92	234.92	235.28	0.008980	2.65	14.98	21.03	1.00
Reach 1	2419	T100	47.20	233.66	235.03	235.03	235.41	0.009017	2.72	17.34	22.95	1.00
Reach 1	2419	T200	53.10	233.66	235.10	235.10	235.50	0.009574	2.78	19.11	24.60	1.01
Reach 1	2419	T500	59.10	233.66	235.18	235.18	235.58	0.009885	2.81	21.01	26.25	1.00
Reach 1	1908	T20	32.20	227.73	228.83	228.83	229.12	0.011302	2.41	13.36	22.59	1.00
Reach 1	1908	T50	39.70	227.73	228.92	228.92	229.25	0.011606	2.56	15.49	23.79	1.01
Reach 1	1908	T100	47.20	227.73	229.01	229.01	229.37	0.011112	2.66	17.71	24.49	1.00
Reach 1	1908	T200	53.10	227.73	229.07	229.07	229.46	0.011262	2.78	19.13	24.93	1.01
Reach 1	1908	T500	59.10	227.73	229.14	229.14	229.55	0.010902	2.84	20.84	25.45	1.00
Reach 1	1613	T20	32.20	225.91	226.93	226.93	227.21	0.011886	2.37	13.59	24.33	1.01
Reach 1	1613	T50	39.70	225.91	227.02	227.02	227.34	0.011531	2.48	15.99	25.54	1.00
Reach 1	1613	T100	47.20	225.91	227.10	227.10	227.45	0.011689	2.61	18.06	26.53	1.01
Reach 1	1613	T200	53.10	225.91	227.17	227.17	227.53	0.011386	2.67	19.89	27.38	1.00
Reach 1	1613	T500	59.10	225.91	227.23	227.23	227.61	0.011394	2.75	21.51	28.09	1.00
Reach 1	1421	T20	32.20	221.82	223.18	223.18	223.62	0.006670	2.95	10.93	12.37	1.00
Reach 1	1421	T50	39.70	221.82	223.33	223.33	223.81	0.006499	3.10	12.82	13.18	1.00
Reach 1	1421	T100	47.20	221.82	223.46	223.46	223.99	0.006318	3.22	14.68	13.93	1.00
Reach 1	1421	T200	53.10	221.82	223.56	223.56	224.12	0.006293	3.32	16.01	14.44	1.01
Reach 1	1421	T500	59.10	221.82	223.65	223.65	224.24	0.006224	3.39	17.43	14.95	1.00
Reach 1	1193	T20	32.20	220.98	222.44	222.44	222.89	0.006812	2.96	10.86	12.36	1.01
Reach 1	1193	T50	39.70	220.98	222.59	222.59	223.08	0.006496	3.10	12.82	13.15	1.00
Reach 1	1193	T100	47.20	220.98	222.73	222.73	223.26	0.006320	3.22	14.65	13.85	1.00
Reach 1	1193	T200	53.10	220.98	222.82	222.82	223.38	0.006217	3.31	16.04	14.36	1.00
Reach 1	1193	T500	59.10	220.98	222.91	222.91	223.51	0.006222	3.41	17.32	14.81	1.01
Reach 1	925	T20	32.20	214.47	216.18	215.92	216.70	0.005791	3.21	10.05	5.93	0.79
Reach 1	925	T50	39.70	214.47	216.43	216.15	217.03	0.005933	3.44	11.55	5.94	0.79
Reach 1	925	T100	47.20	214.47	216.67	216.35	217.35	0.006074	3.64	12.97	5.94	0.79
Reach 1	925	T200	53.10	214.47	216.85	216.50	217.58	0.006180	3.78	14.04	5.94	0.79
Reach 1	925	T500	59.10	214.47	217.04	216.64	217.81	0.006230	3.90	15.14	5.95	0.78
Reach 1	924		Bridge									
Reach 1	103	T20	32.20	211.08	213.52	212.55	213.78	0.002237	2.28	14.12	5.80	0.47
Reach 1	103	T50	39.70	211.08	213.39	212.77	213.84	0.003943	2.97	13.38	5.80	0.62
Reach 1	103	T100	47.20	211.08	213.15	212.98	213.94	0.007530	3.94	11.99	5.80	0.87
Reach 1	103	T200	53.10	211.08	213.13	213.13	214.15	0.009789	4.47	11.88	5.80	1.00
Reach 1	103	T500	59.10	211.08	213.28	213.28	214.38	0.009976	4.64	12.75	5.80	1.00
Reach 1	25	T20	32.20	210.69	213.71	211.03	213.71	0.000000	0.04	871.58	315.50	0.01
Reach 1	25	T50	39.70	210.69	213.71	211.03	213.71	0.000000	0.05	871.58	315.50	0.01
Reach 1	25	T100	47.20	210.69	213.71	211.03	213.71	0.000000	0.05	871.58	315.50	0.01
Reach 1	25	T200	53.10	210.69	213.71	211.05	213.71	0.000001	0.06	871.58	315.50	0.01
Reach 1	25	T500	59.10	210.69	213.71	211.06	213.71	0.000001	0.07	871.58	315.50	0.01

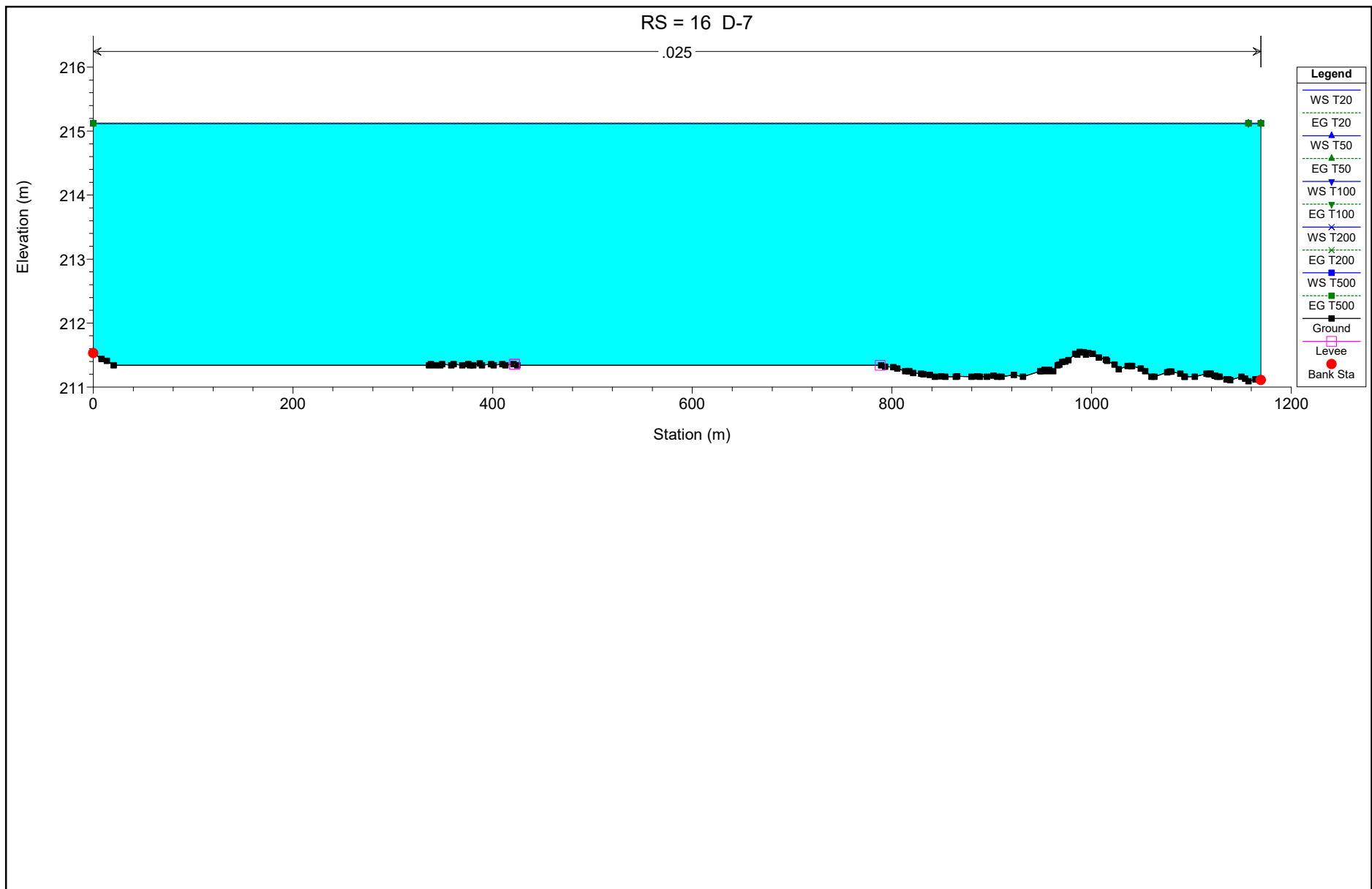
Bacino D – Rio S. Martino







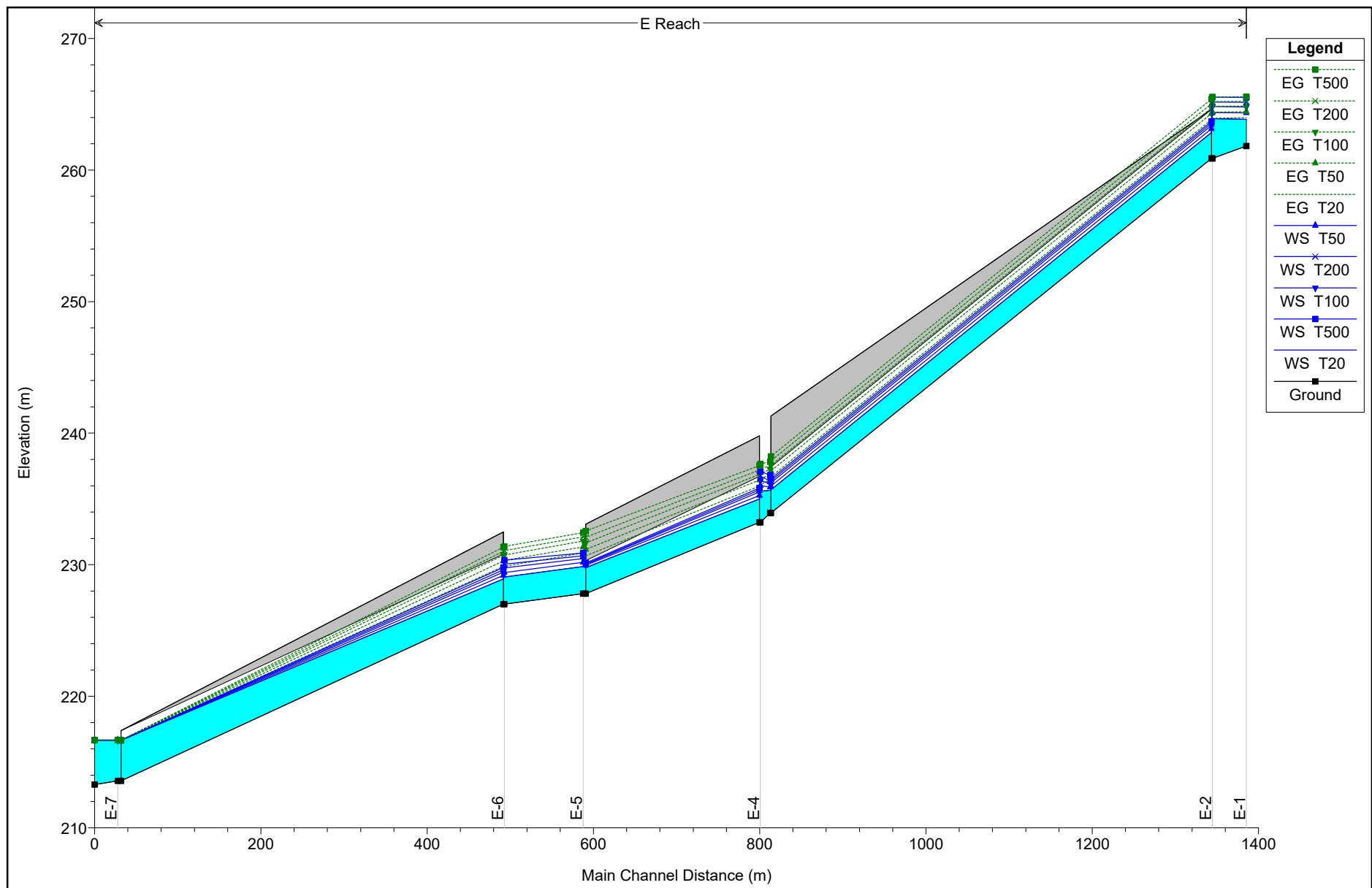


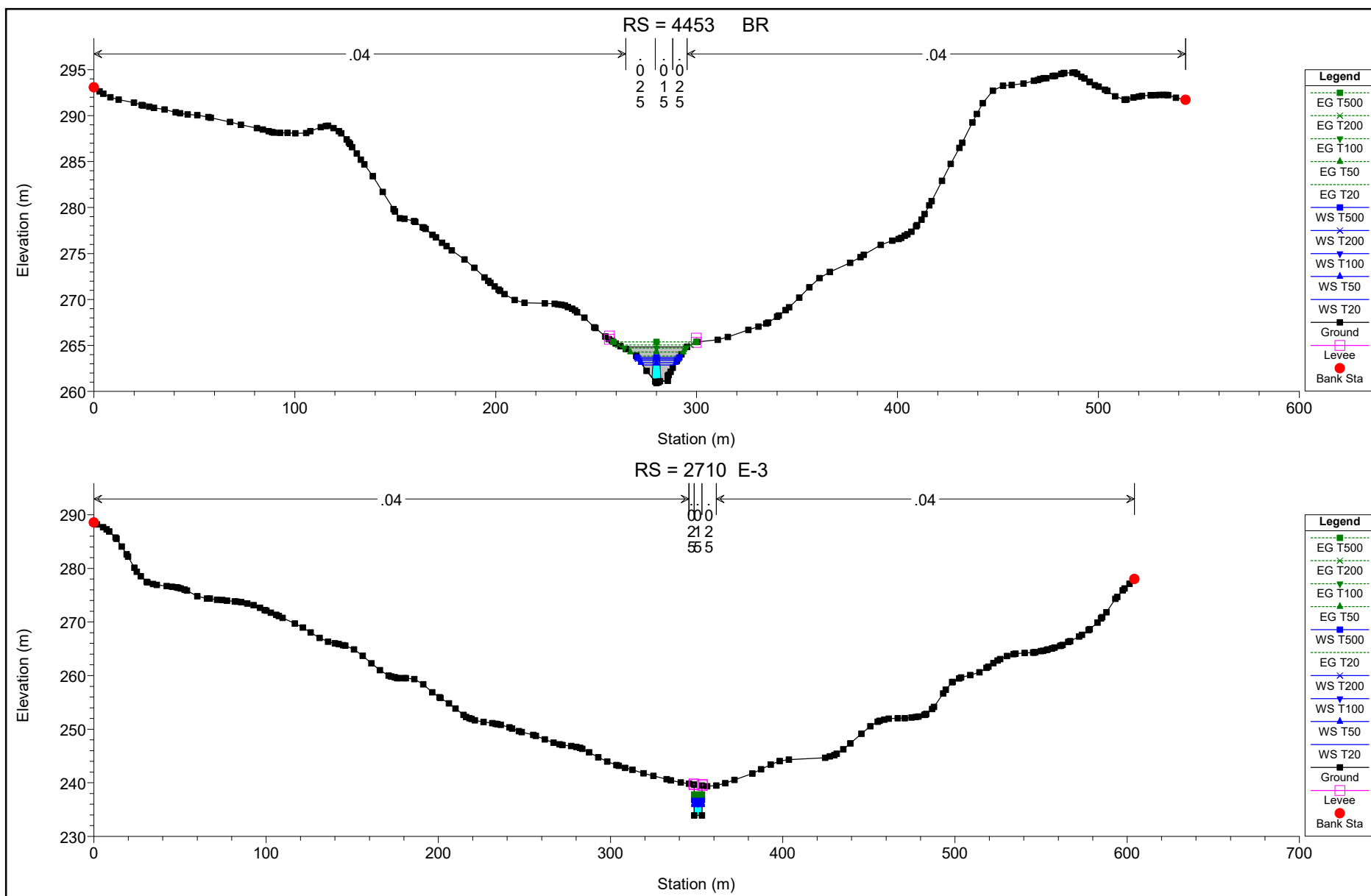


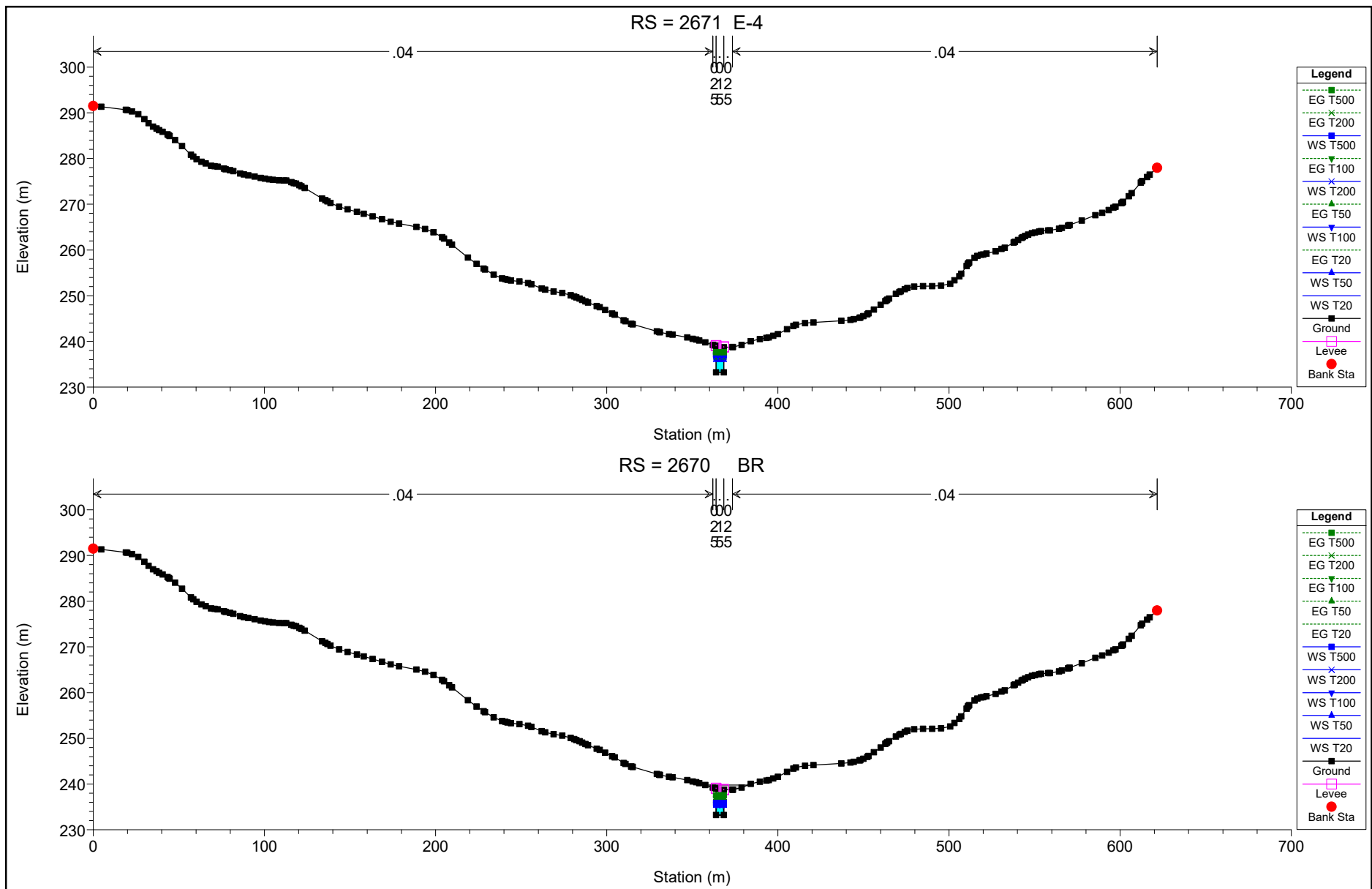
HEC-RAS Plan: D-PO River: D Reach: Reach 1

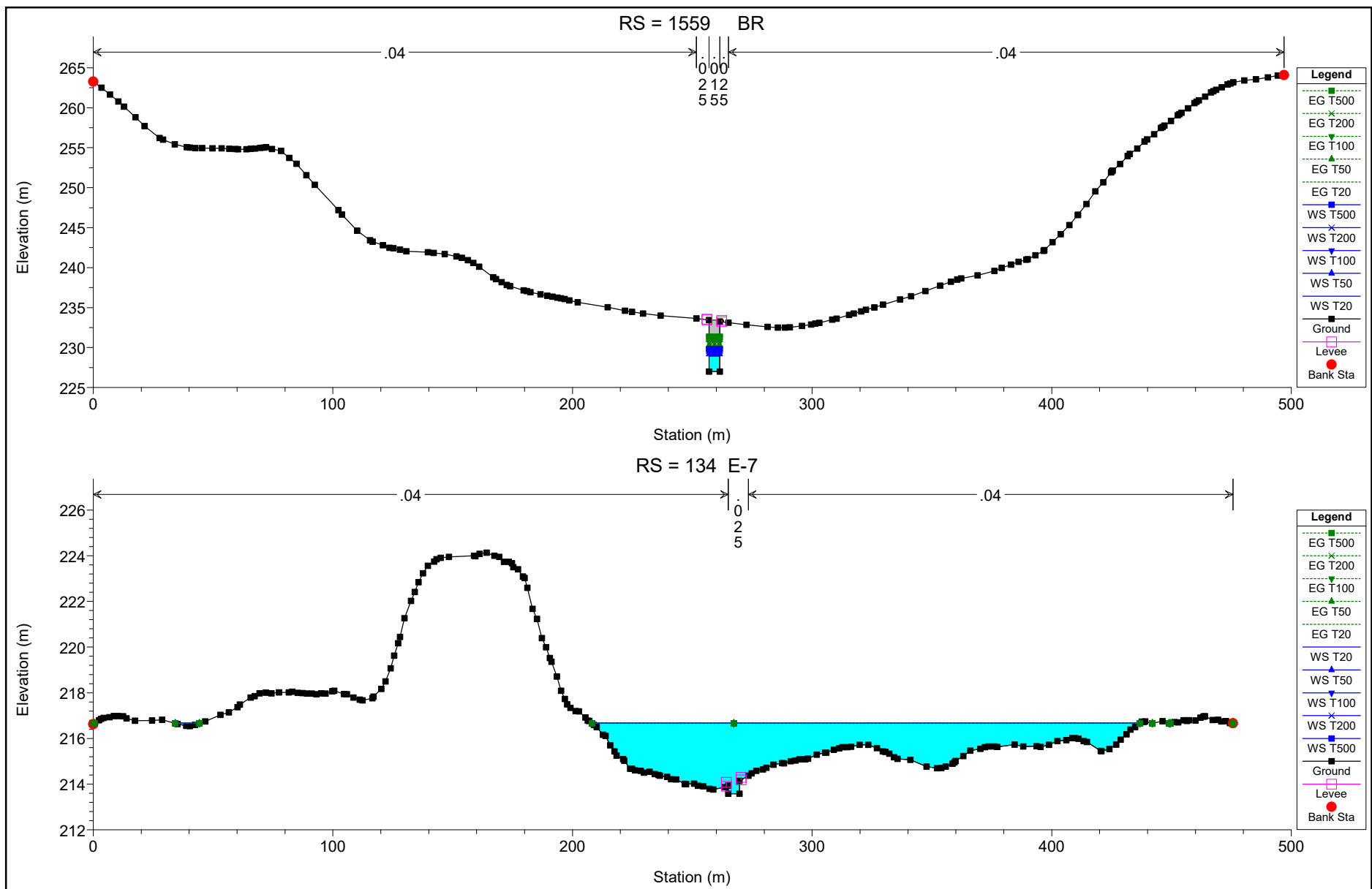
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	3232	T20	20.30	257.83	261.07	258.83	261.08	0.000018	0.41	50.08	28.38	0.10
Reach 1	3232	T50	25.00	257.83	261.54	258.95	261.54	0.000059	0.31	80.55	61.93	0.09
Reach 1	3232	T100	29.70	257.83	262.03	259.06	262.03	0.000037	0.26	114.02	73.48	0.07
Reach 1	3232	T200	33.40	257.83	262.18	259.13	262.19	0.000036	0.27	125.73	75.57	0.07
Reach 1	3232	T500	37.20	257.83	262.25	259.21	262.25	0.000040	0.29	130.52	76.41	0.07
Reach 1	3231		Inl Struct									
Reach 1	3163	T20	20.30	255.85	256.97	256.97	257.35	0.007056	2.73	7.44	9.75	1.00
Reach 1	3163	T50	25.00	255.85	257.09	257.09	257.51	0.006930	2.88	8.68	10.32	1.00
Reach 1	3163	T100	29.70	255.85	257.20	257.20	257.66	0.006824	3.01	9.87	10.85	1.01
Reach 1	3163	T200	33.40	255.85	257.30	257.30	257.77	0.006522	3.06	10.92	11.28	0.99
Reach 1	3163	T500	37.20	255.85	257.37	257.37	257.88	0.006512	3.15	11.80	11.64	1.00
Reach 1	2981	T20	20.30	251.39	251.82	252.40	255.84	0.250843	8.88	2.29	7.66	5.19
Reach 1	2981	T50	25.00	251.39	251.89	252.52	256.04	0.217135	9.02	2.77	8.11	4.93
Reach 1	2981	T100	29.70	251.39	251.94	252.61	256.22	0.194296	9.16	3.24	8.53	4.74
Reach 1	2981	T200	33.40	251.39	251.98	252.69	256.36	0.181170	9.27	3.60	8.83	4.63
Reach 1	2981	T500	37.20	251.39	252.03	252.77	256.48	0.169059	9.35	3.98	9.14	4.52
Reach 1	2935	T20	20.30	250.28	250.86	251.34	253.09	0.108095	6.61	3.07	8.50	3.51
Reach 1	2935	T50	25.00	250.28	250.91	251.45	253.46	0.108754	7.06	3.54	8.90	3.58
Reach 1	2935	T100	29.70	250.28	250.96	251.55	253.79	0.108498	7.44	3.99	9.26	3.62
Reach 1	2935	T200	33.40	250.28	251.00	251.62	254.02	0.108043	7.70	4.34	9.53	3.64
Reach 1	2935	T500	37.20	250.28	251.04	251.69	254.24	0.107327	7.92	4.70	9.80	3.65
Reach 1	2579	T20	20.30	243.00	245.37	244.18	245.51	0.000448	1.65	12.31	5.39	0.35
Reach 1	2579	T50	25.00	243.00	245.79	244.36	245.93	0.000842	1.64	15.22	14.35	0.51
Reach 1	2579	T100	29.70	243.00	246.19	244.53	246.28	0.000490	1.33	22.35	20.67	0.41
Reach 1	2579	T200	33.40	243.00	246.50	244.64	246.56	0.000311	1.14	29.36	25.33	0.34
Reach 1	2579	T500	37.20	243.00	246.66	244.76	246.72	0.000270	1.10	33.78	27.95	0.32
Reach 1	2578		Bridge									
Reach 1	157	T20	20.30	215.00	216.04	216.16	216.71	0.011624	3.64	5.58	5.79	1.18
Reach 1	157	T50	25.00	215.00	216.14	216.32	216.97	0.012949	4.03	6.20	5.87	1.25
Reach 1	157	T100	29.70	215.00	216.26	216.48	217.21	0.013364	4.30	6.90	5.97	1.28
Reach 1	157	T200	33.40	215.00	216.33	216.59	217.39	0.014191	4.56	7.33	6.02	1.32
Reach 1	157	T500	37.20	215.00	216.40	216.70	217.58	0.014963	4.80	7.76	6.08	1.36
Reach 1	16	T20	20.30	211.09	215.12	211.35	215.12	0.000000	0.00	4455.73	1169.52	0.00
Reach 1	16	T50	25.00	211.09	215.12	211.35	215.12	0.000000	0.01	4455.73	1169.52	0.00
Reach 1	16	T100	29.70	211.09	215.12	211.35	215.12	0.000000	0.01	4455.73	1169.52	0.00
Reach 1	16	T200	33.40	211.09	215.12	211.35	215.12	0.000000	0.01	4455.73	1169.52	0.00
Reach 1	16	T500	37.20	211.09	215.12	211.35	215.12	0.000000	0.01	4455.73	1169.52	0.00

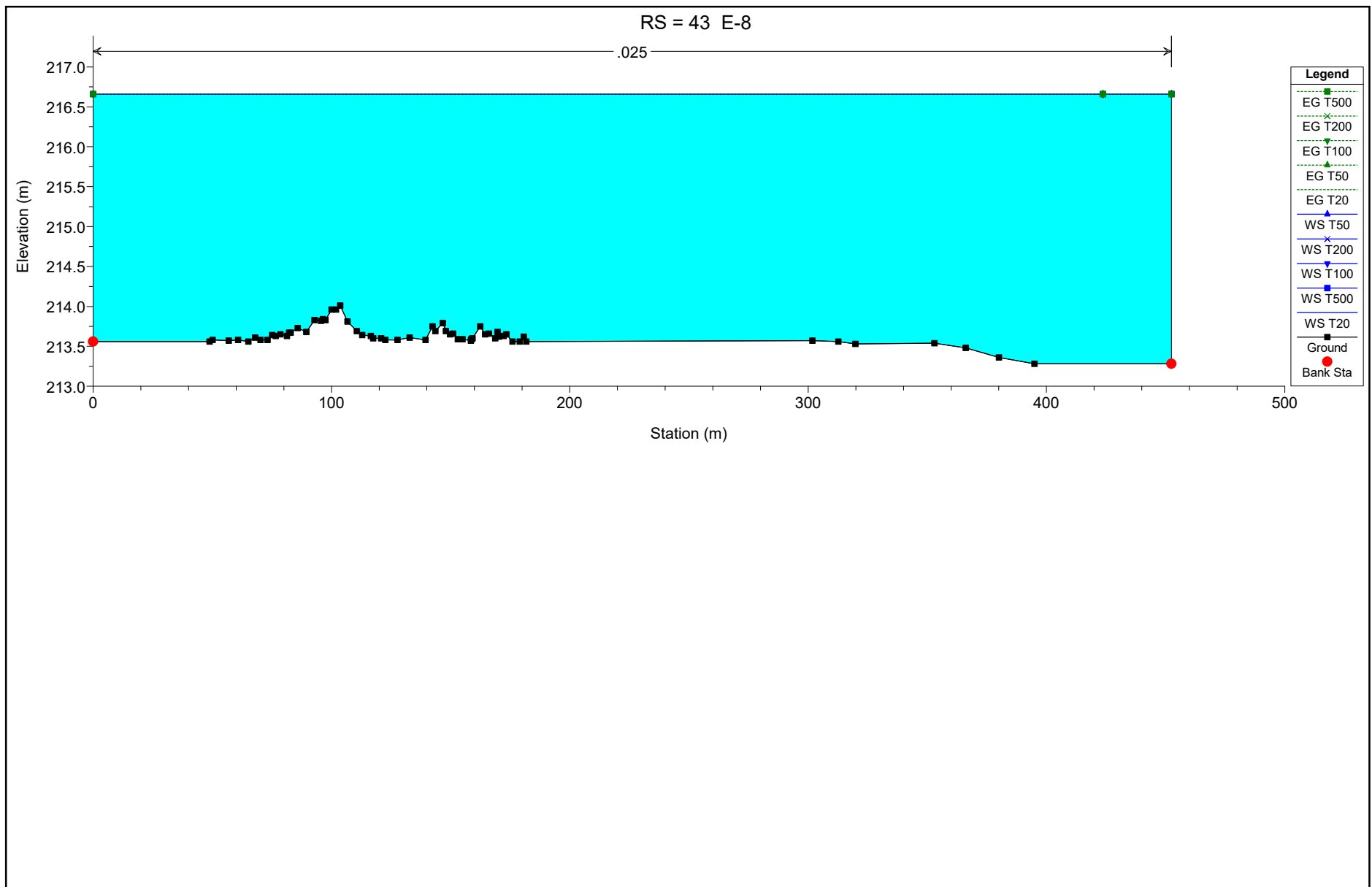
Bacino E – Rio del val Salice







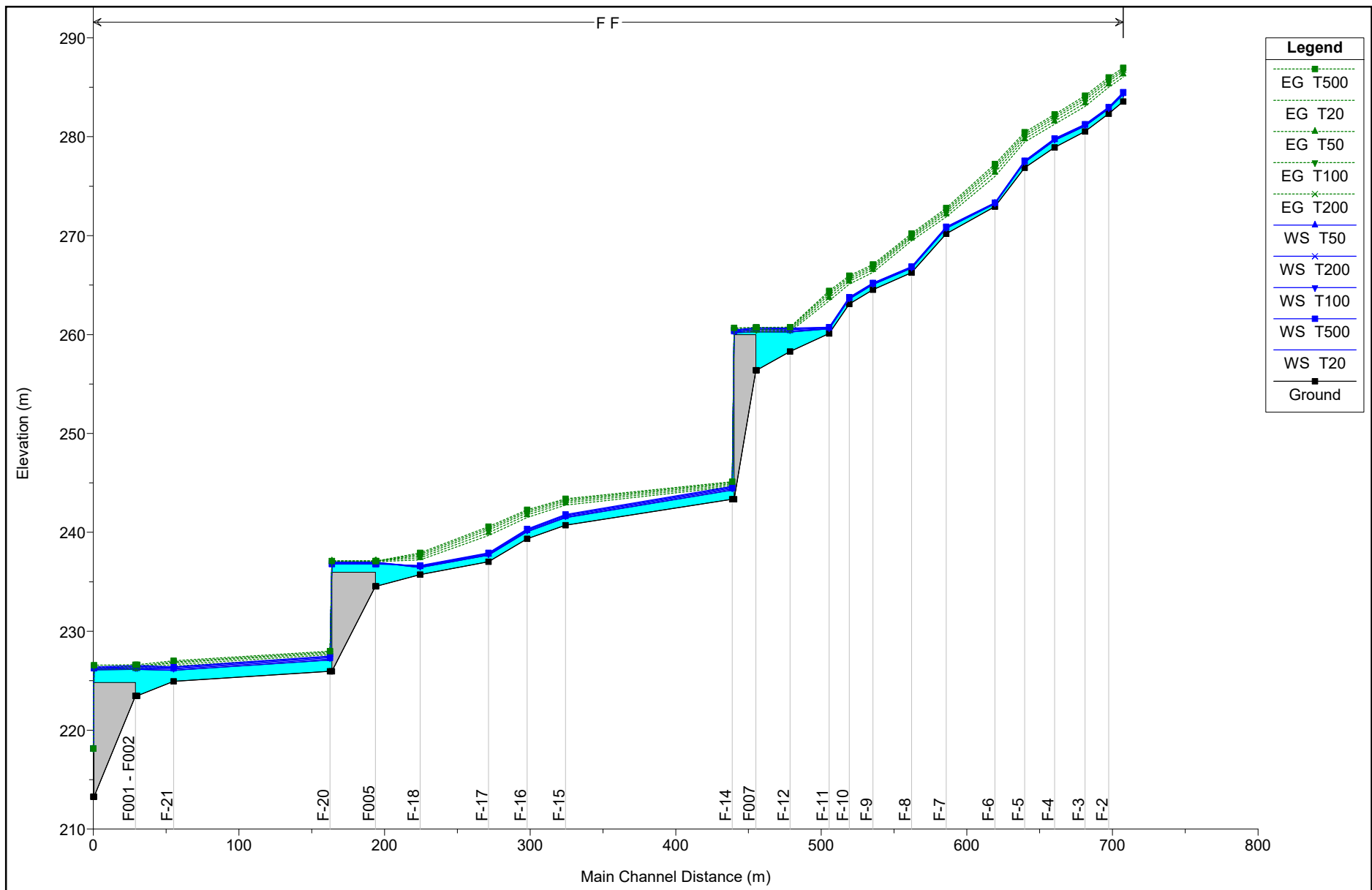


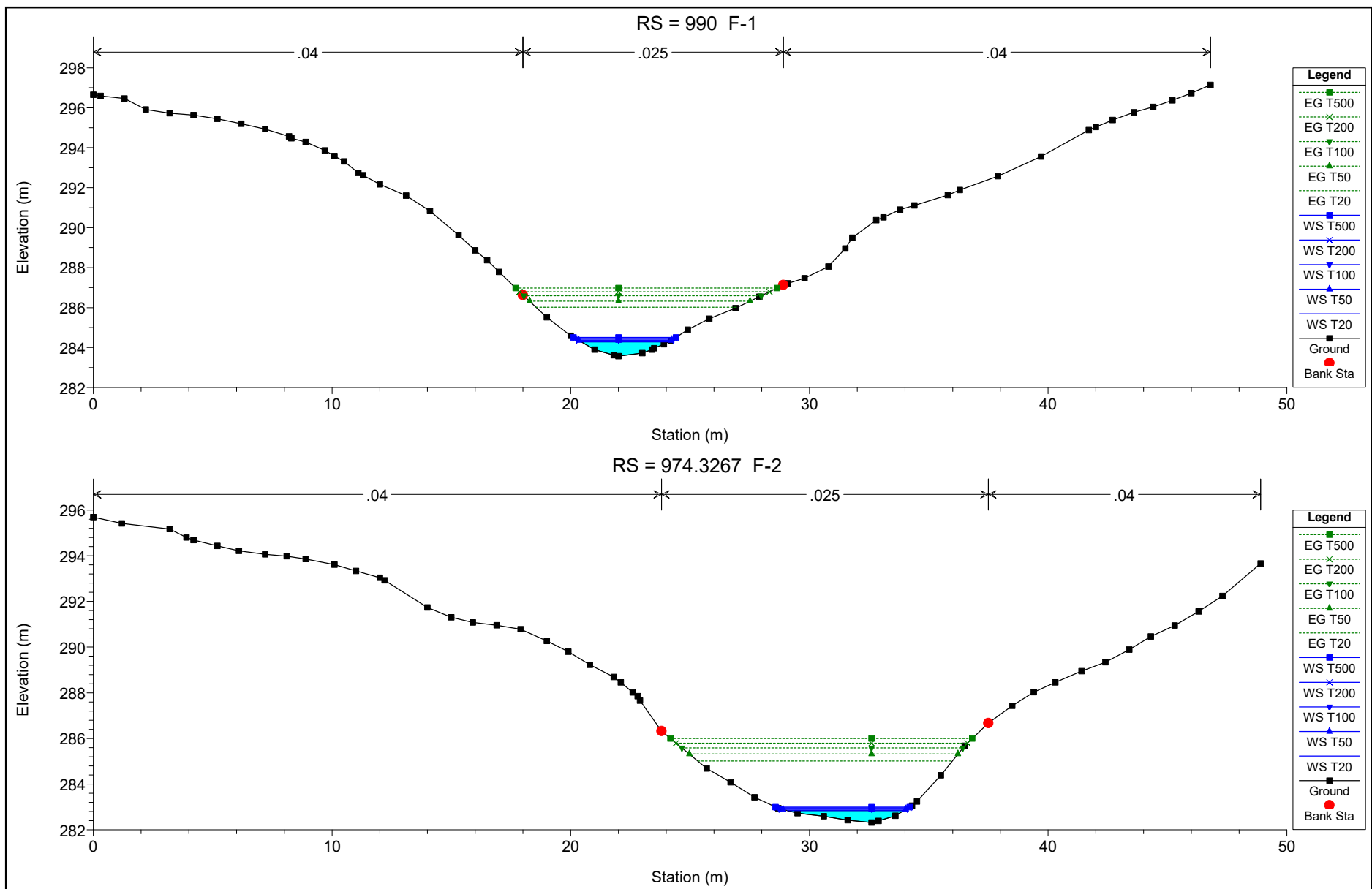


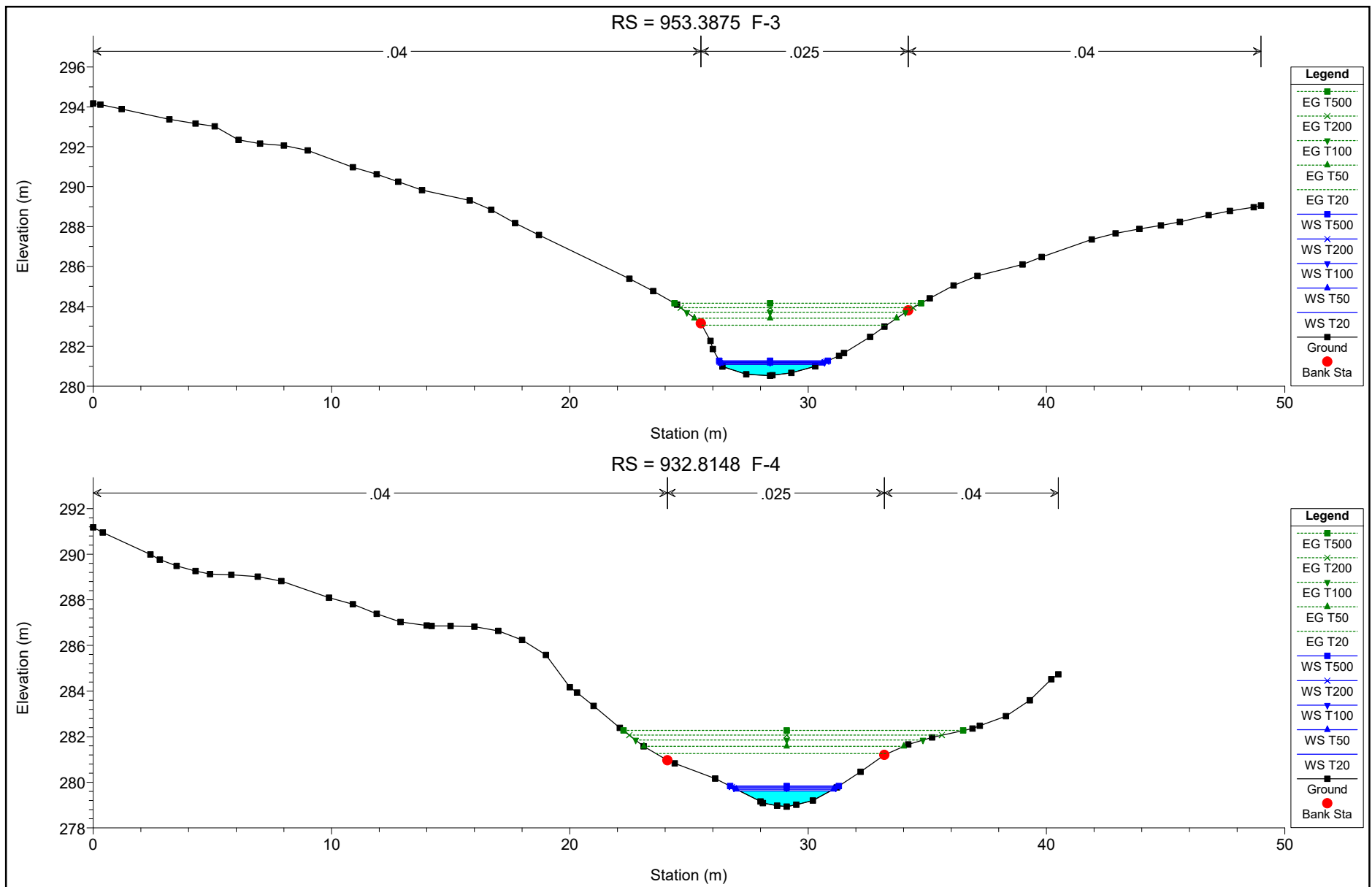
HEC-RAS Plan: E-PO River: E Reach: Reach

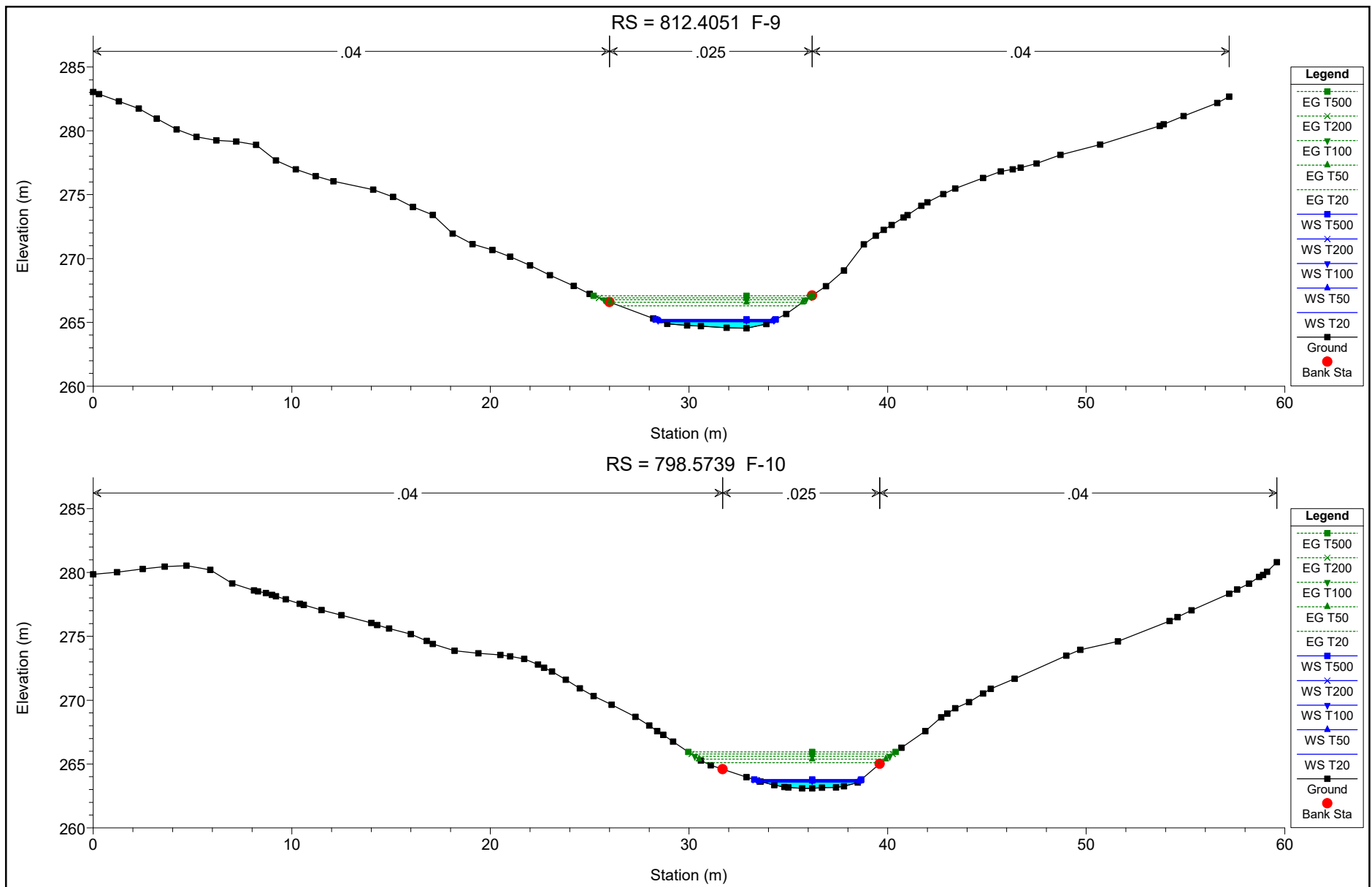
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach	4588	T20	31.60	261.82	263.86	263.22	263.98	0.001073	1.52	20.82	17.12	0.44
Reach	4588	T50	39.00	261.82	264.34	263.36	264.43	0.000632	1.31	29.81	19.83	0.34
Reach	4588	T100	46.30	261.82	264.80	263.49	264.87	0.000431	1.17	39.42	22.37	0.28
Reach	4588	T200	52.10	261.82	265.16	263.58	265.22	0.000333	1.09	47.77	24.37	0.25
Reach	4588	T500	58.00	261.82	265.52	263.67	265.58	0.000263	1.02	57.08	26.54	0.22
Reach	4454	T20	31.60	260.89	263.90	262.28	263.94	0.000157	0.81	38.83	22.45	0.20
Reach	4454	T50	39.00	260.89	264.37	262.43	264.40	0.000135	0.77	50.52	27.21	0.18
Reach	4454	T100	46.30	260.89	264.82	262.56	264.85	0.000123	0.73	63.76	32.10	0.16
Reach	4454	T200	52.10	260.89	265.18	262.66	265.20	0.000138	0.68	76.19	38.55	0.16
Reach	4454	T500	58.00	260.89	265.54	262.75	265.56	0.000119	0.64	91.07	42.26	0.14
Reach	4453	Bridge										
Reach	2710	T20	31.60	233.93	235.65	235.65	236.50	0.005251	4.09	7.72	4.50	1.00
Reach	2710	T50	39.00	233.93	235.90	235.90	236.89	0.005598	4.40	8.86	4.50	1.00
Reach	2710	T100	46.30	233.93	236.15	236.15	237.25	0.005891	4.65	9.96	4.50	1.00
Reach	2710	T200	52.10	233.93	236.35	236.33	237.52	0.005932	4.79	10.89	4.50	0.98
Reach	2710	T500	58.00	233.93	236.80	236.50	237.83	0.004842	4.49	12.92	4.50	0.85
Reach	2671	T20	31.60	233.23	235.58	234.95	236.04	0.002351	2.99	10.58	4.50	0.62
Reach	2671	T50	39.00	233.23	236.00	235.21	236.50	0.002386	3.13	12.47	4.50	0.60
Reach	2671	T100	46.30	233.23	236.41	235.44	236.94	0.002419	3.24	14.28	4.50	0.58
Reach	2671	T200	52.10	233.23	236.74	235.63	237.29	0.002415	3.31	15.76	4.50	0.56
Reach	2671	T500	58.00	233.23	237.08	235.80	237.66	0.002385	3.35	17.33	4.50	0.54
Reach	2670	Bridge										
Reach	1971	T20	37.26	227.80	229.87	229.87	230.90	0.006261	4.50	8.28	4.01	1.00
Reach	1971	T50	45.91	227.80	230.18	230.18	231.36	0.006728	4.82	9.52	4.01	1.00
Reach	1971	T100	54.51	227.80	230.47	230.47	231.79	0.007128	5.10	10.69	4.01	1.00
Reach	1971	T200	61.34	227.80	230.69	230.69	232.12	0.007476	5.31	11.56	4.01	1.00
Reach	1971	T500	68.33	227.80	230.90	230.90	232.44	0.007836	5.51	12.41	4.01	1.00
Reach	1660	T20	37.26	227.00	229.06	228.91	229.88	0.003314	4.03	9.25	4.50	0.90
Reach	1660	T50	45.91	227.00	229.41	229.20	230.32	0.003309	4.24	10.83	4.50	0.87
Reach	1660	T100	54.51	227.00	229.76	229.46	230.74	0.003244	4.38	12.44	4.50	0.84
Reach	1660	T200	61.34	227.00	230.05	229.67	231.07	0.003193	4.47	13.71	4.50	0.82
Reach	1660	T500	68.33	227.00	230.35	229.86	231.40	0.003109	4.53	15.08	4.50	0.79
Reach	1559	Bridge										
Reach	134	T20	37.26	213.58	216.66	214.46	216.66	0.000010	0.11	345.03	239.76	0.03
Reach	134	T50	45.91	213.58	216.66	214.55	216.66	0.000015	0.13	344.98	239.73	0.04
Reach	134	T100	54.51	213.58	216.66	214.62	216.66	0.000021	0.16	344.92	239.69	0.04
Reach	134	T200	61.34	213.58	216.66	214.67	216.66	0.000027	0.18	344.87	239.66	0.05
Reach	134	T500	68.33	213.58	216.66	214.72	216.66	0.000033	0.20	344.81	239.62	0.05
Reach	43	T20	37.26	213.28	216.66	213.60	216.66	0.000000	0.03	1412.34	452.46	0.00
Reach	43	T50	45.91	213.28	216.66	213.62	216.66	0.000000	0.03	1412.34	452.46	0.01
Reach	43	T100	54.51	213.28	216.66	213.63	216.66	0.000000	0.04	1412.34	452.46	0.01
Reach	43	T200	61.34	213.28	216.66	213.64	216.66	0.000000	0.04	1412.34	452.46	0.01
Reach	43	T500	68.33	213.28	216.66	213.65	216.66	0.000000	0.05	1412.34	452.46	0.01

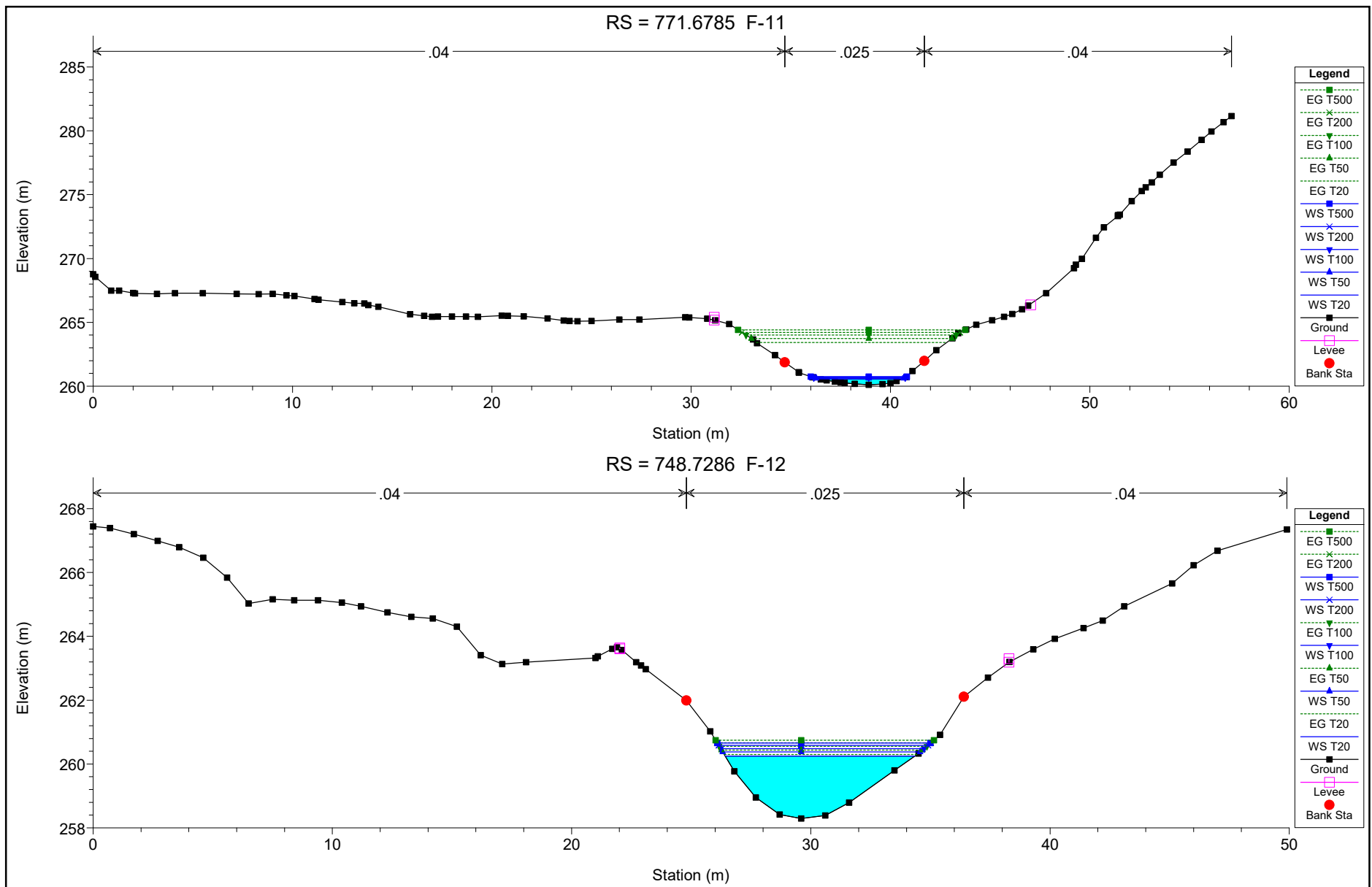
Bacino F – Rio del Pilonetto

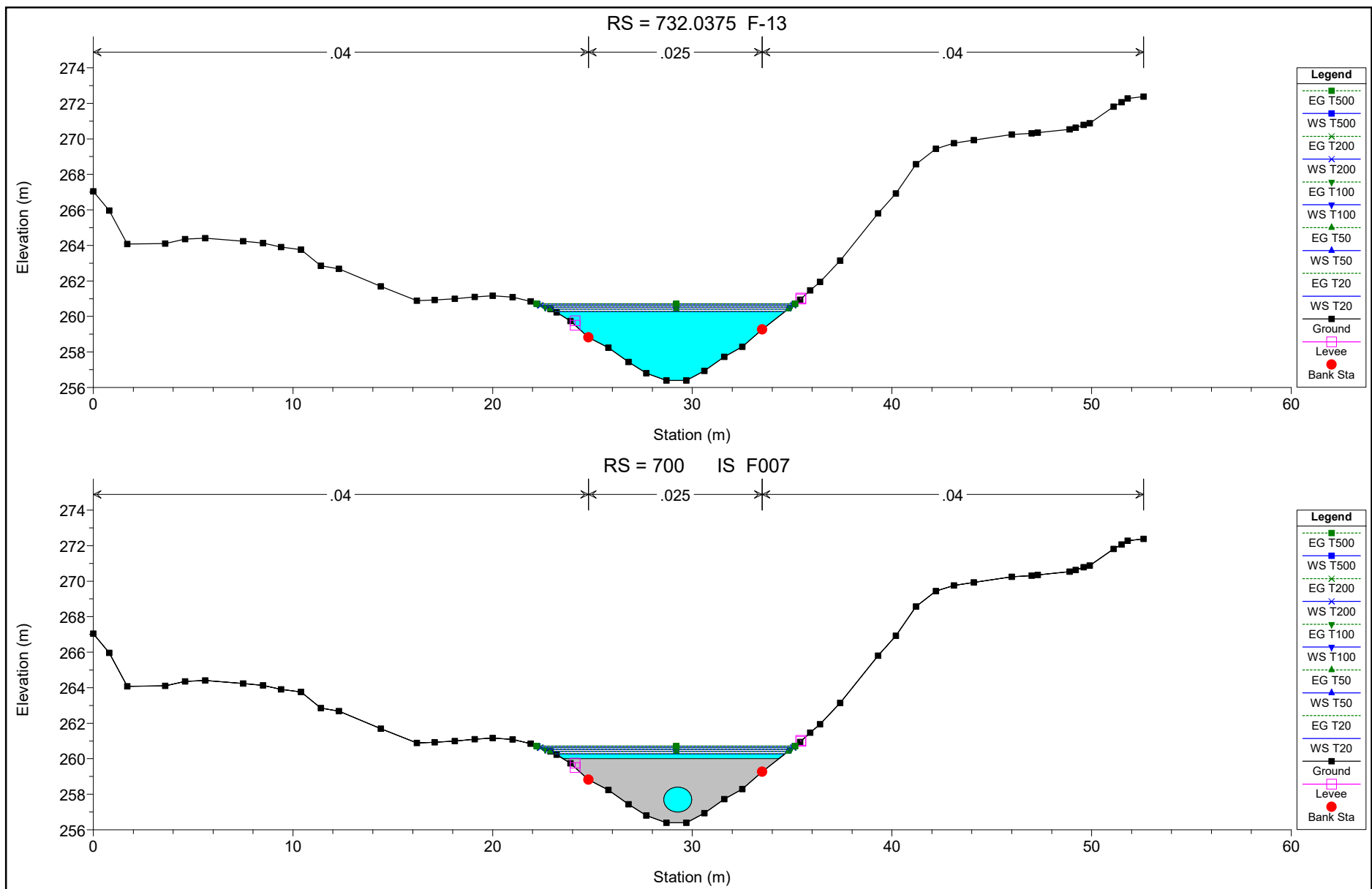


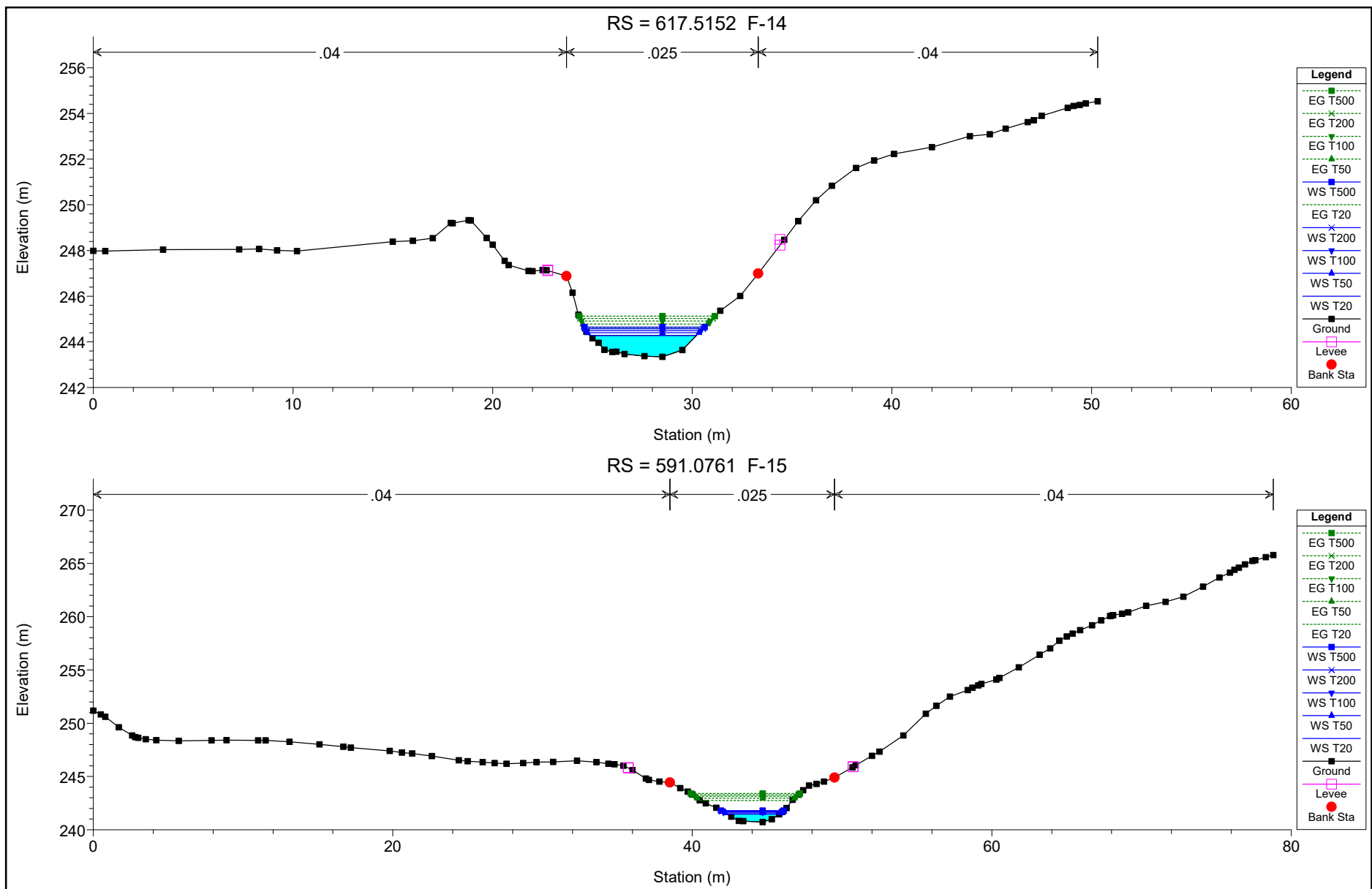


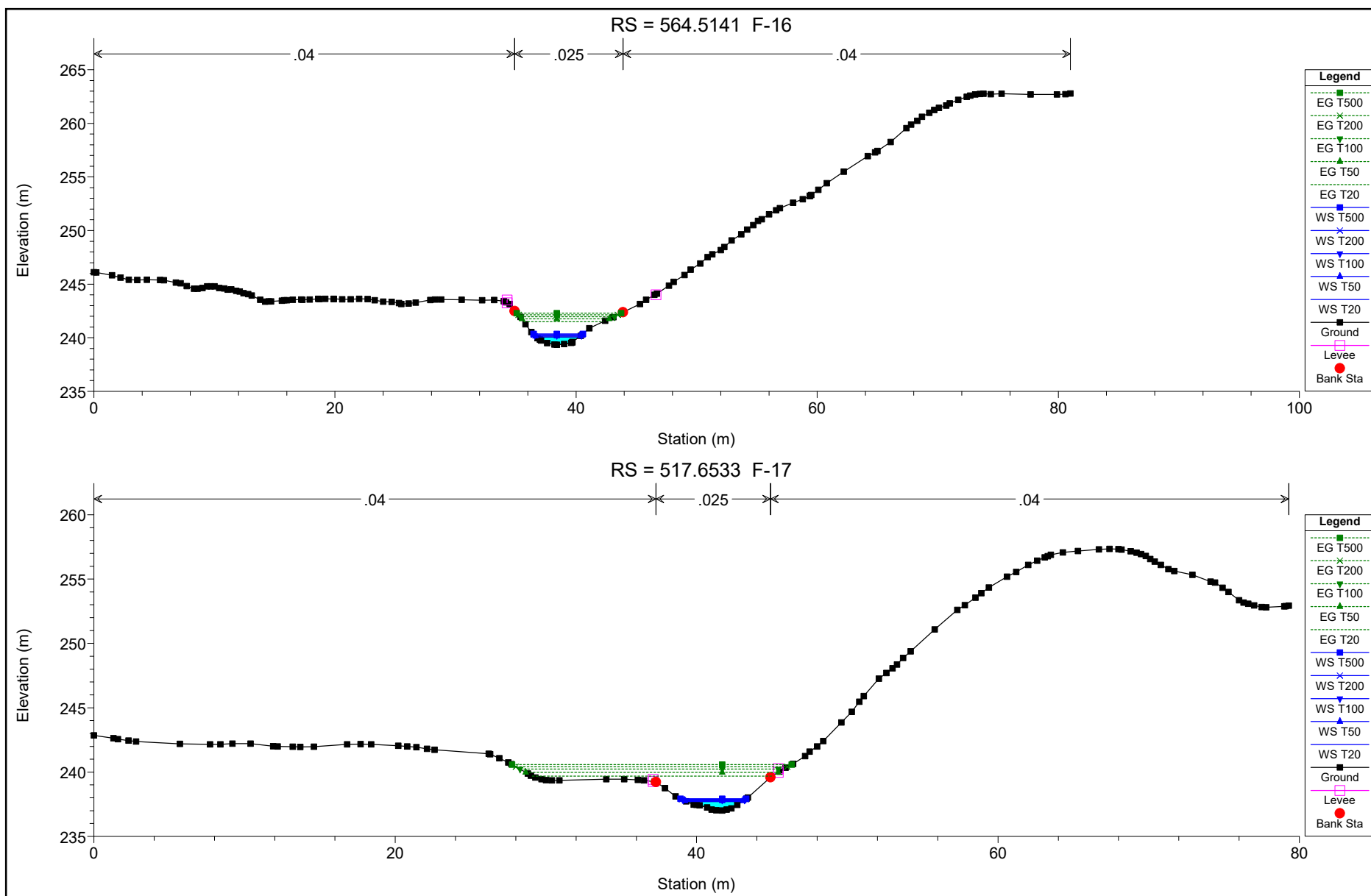


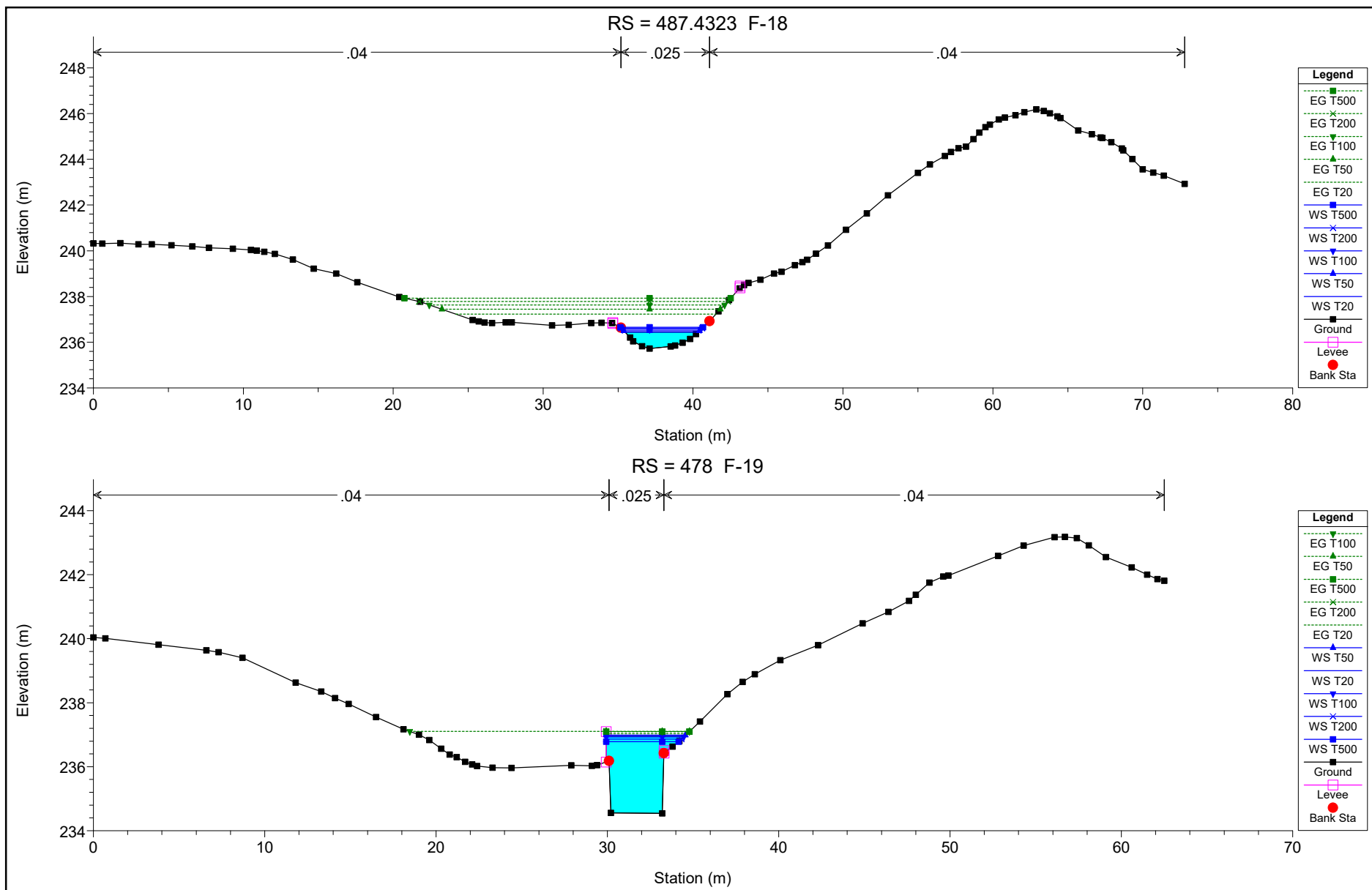


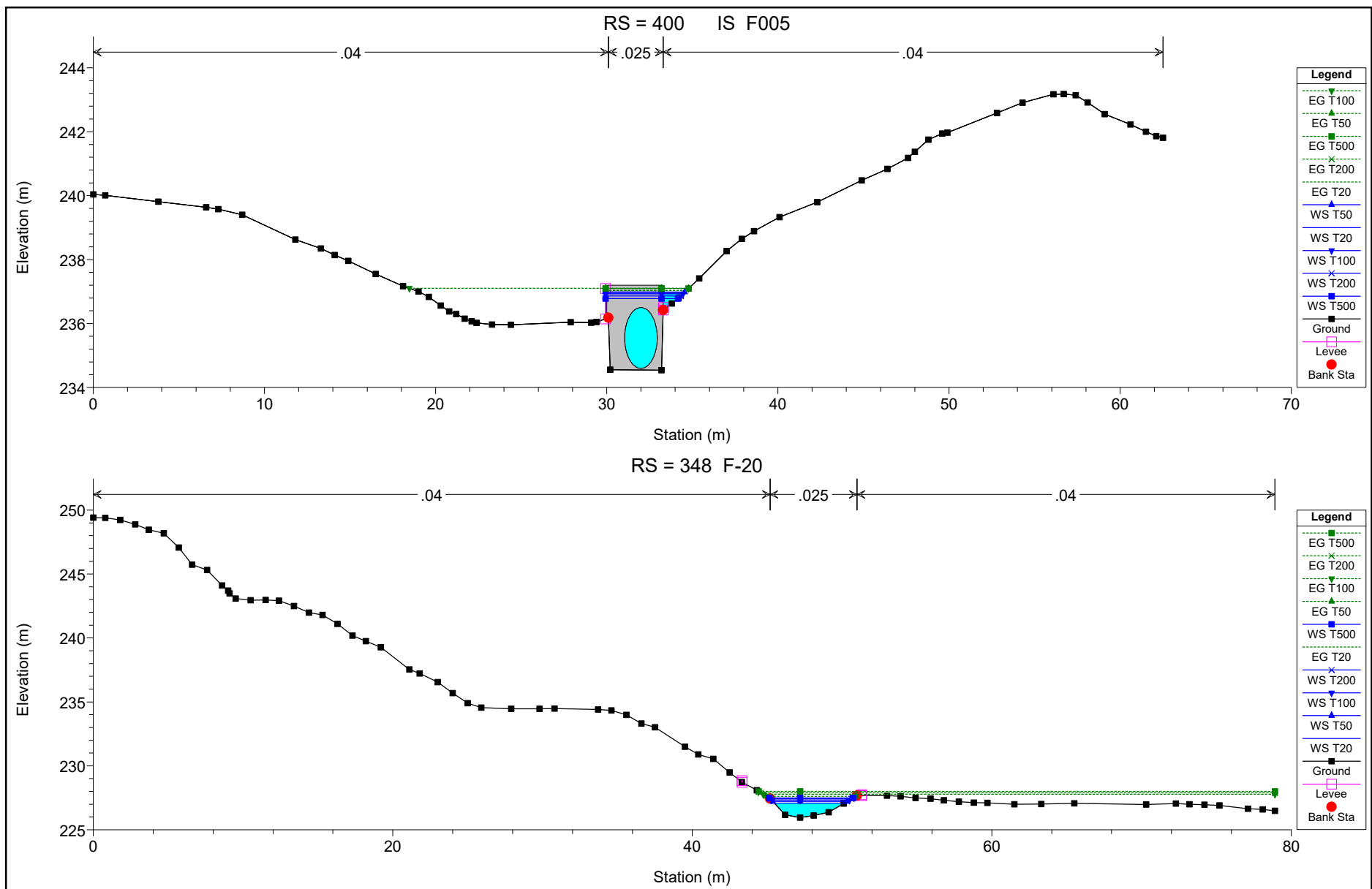


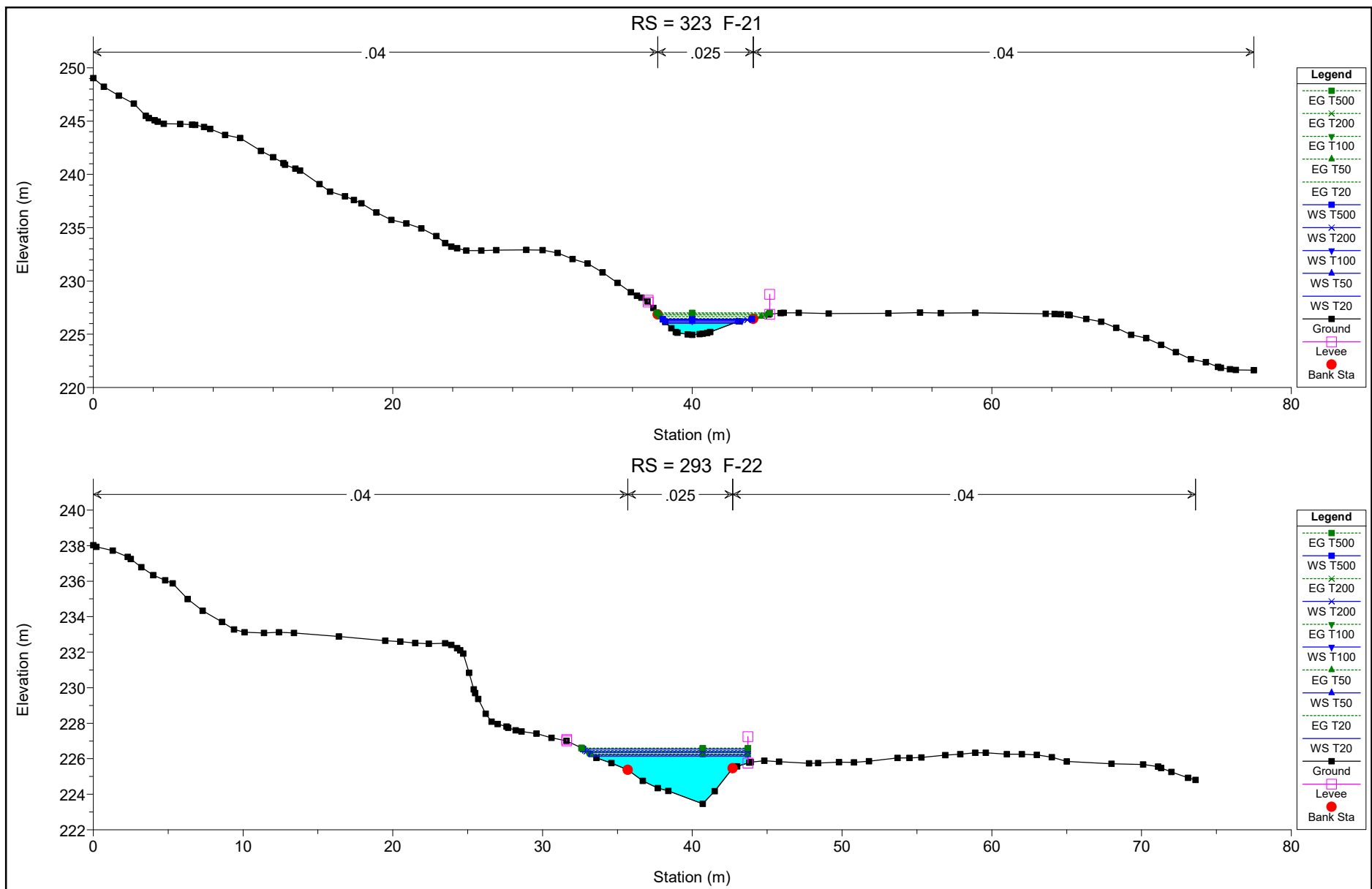


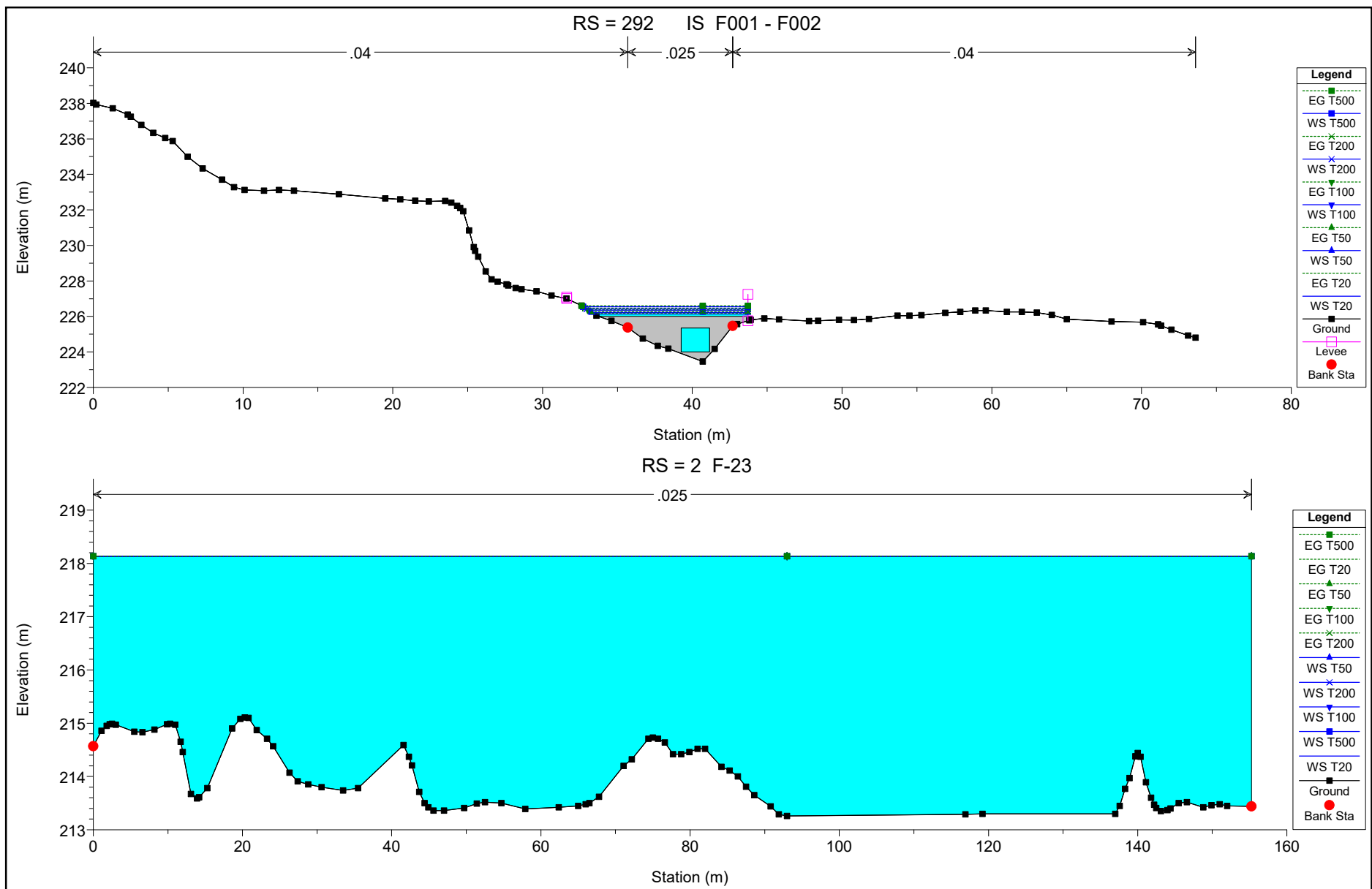












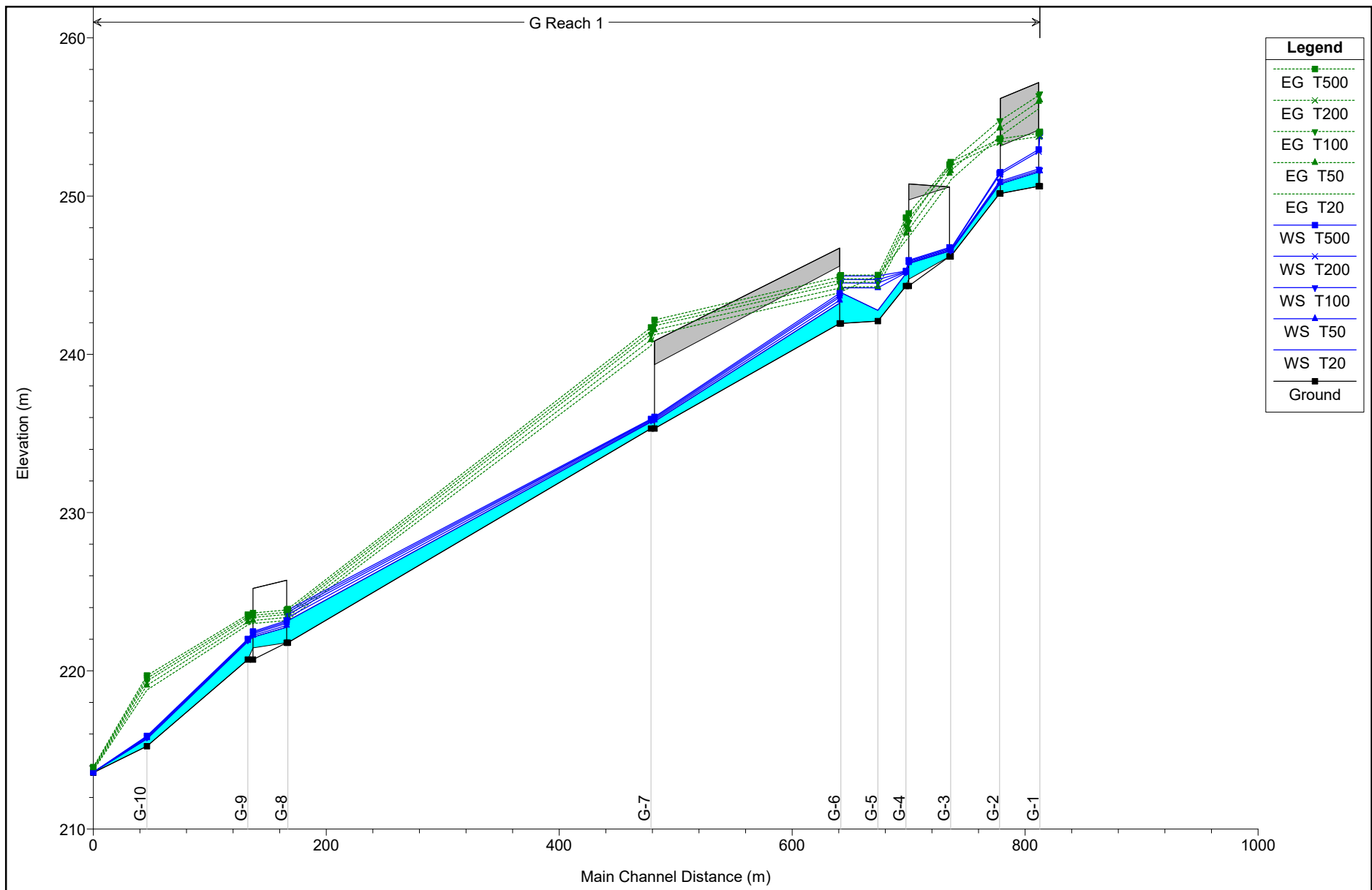
HEC-RAS Plan: F-PO River: F Reach: F

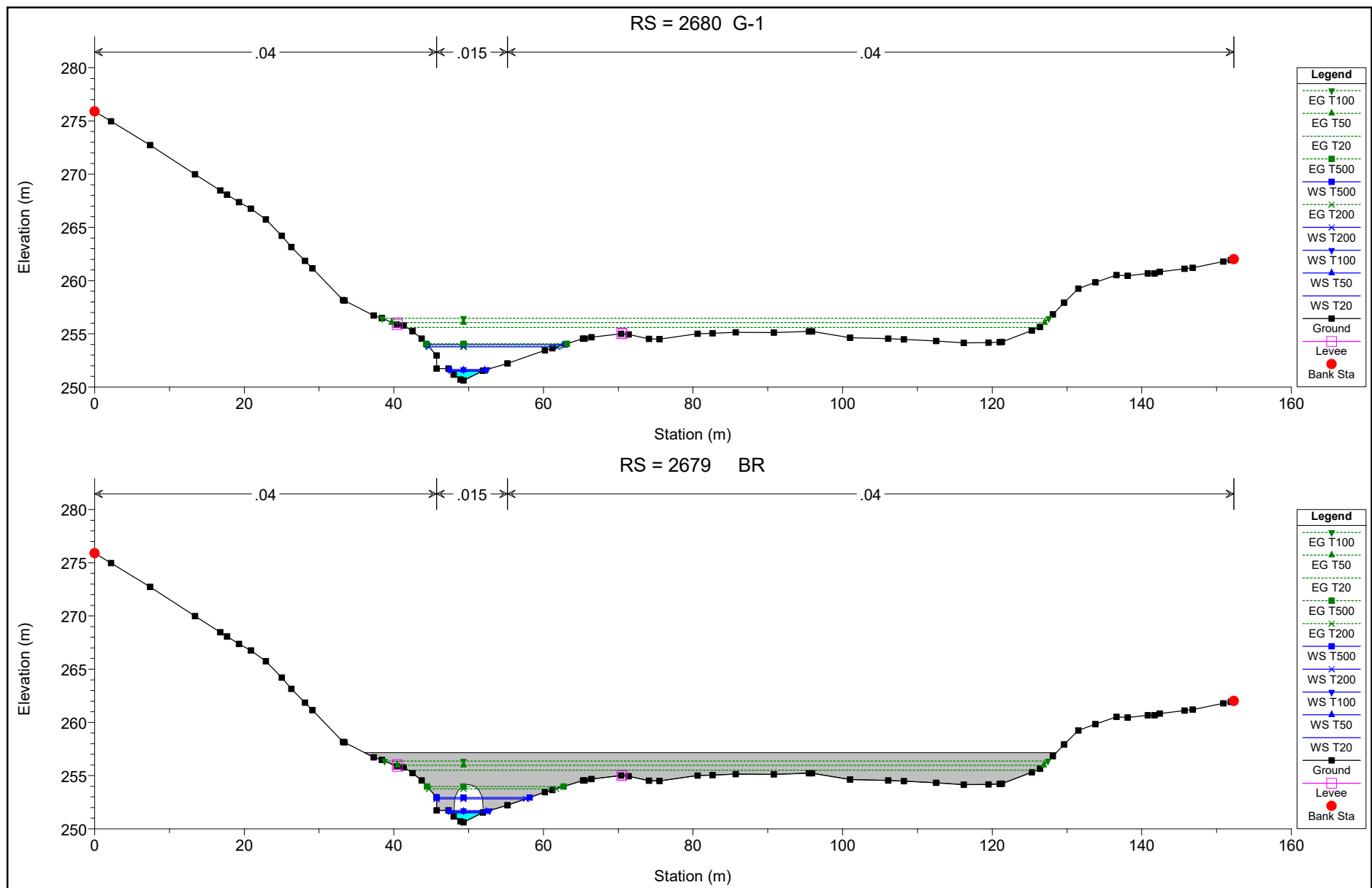
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
F	990	T20	9.40	283.57	284.28	284.73	286.02	0.071025	5.84	1.61	3.64	2.81
F	990	T50	11.70	283.57	284.35	284.85	286.32	0.071015	6.21	1.88	3.87	2.84
F	990	T100	13.90	283.57	284.42	284.97	286.59	0.071007	6.53	2.13	4.04	2.87
F	990	T200	15.70	283.57	284.46	285.05	286.79	0.071006	6.76	2.32	4.17	2.89
F	990	T500	17.50	283.57	284.51	285.13	286.98	0.071004	6.97	2.51	4.29	2.91
F	974.3267	T20	9.40	282.32	282.84	283.26	285.01	0.140365	6.52	1.44	4.86	3.83
F	974.3267	T50	11.70	282.32	282.89	283.36	285.32	0.136308	6.90	1.70	5.14	3.84
F	974.3267	T100	13.90	282.32	282.93	283.45	285.59	0.133924	7.22	1.93	5.38	3.85
F	974.3267	T200	15.70	282.32	282.97	283.52	285.80	0.131212	7.45	2.11	5.51	3.85
F	974.3267	T500	17.50	282.32	283.00	283.58	285.99	0.128669	7.66	2.28	5.63	3.84
F	953.3875	T20	9.40	280.53	281.08	281.53	283.05	0.098762	6.22	1.51	4.13	3.28
F	953.3875	T50	11.70	280.53	281.14	281.65	283.40	0.098236	6.66	1.76	4.26	3.31
F	953.3875	T100	13.90	280.53	281.19	281.75	283.71	0.097553	7.02	1.98	4.38	3.33
F	953.3875	T200	15.70	280.53	281.23	281.83	283.94	0.097296	7.28	2.16	4.48	3.35
F	953.3875	T500	17.50	280.53	281.27	281.90	284.16	0.097104	7.53	2.32	4.56	3.37
F	932.8148	T20	9.40	278.93	279.62	280.05	281.26	0.067624	5.67	1.66	3.82	2.75
F	932.8148	T50	11.70	278.93	279.69	280.17	281.58	0.069614	6.08	1.92	4.07	2.82
F	932.8148	T100	13.90	278.93	279.75	280.28	281.85	0.071262	6.42	2.16	4.28	2.88
F	932.8148	T200	15.70	278.93	279.79	280.36	282.07	0.072434	6.68	2.35	4.43	2.93
F	932.8148	T500	17.50	278.93	279.83	280.44	282.27	0.073454	6.92	2.53	4.56	2.97
F	912.4625	T20	9.40	276.86	277.40	277.84	279.46	0.111112	6.36	1.48	4.28	3.46
F	912.4625	T50	11.70	276.86	277.46	277.96	279.77	0.107931	6.73	1.74	4.51	3.46
F	912.4625	T100	13.90	276.86	277.51	278.05	280.04	0.105133	7.05	1.97	4.66	3.46
F	912.4625	T200	15.70	276.86	277.55	278.13	280.25	0.103420	7.28	2.16	4.77	3.46
F	912.4625	T500	17.50	276.86	277.59	278.20	280.45	0.102114	7.50	2.33	4.88	3.46
F	878.9275	T20	9.40	272.93	273.22	273.62	275.99	0.278801	7.36	1.28	6.14	5.15
F	878.9275	T50	11.70	272.93	273.26	273.71	276.39	0.268492	7.84	1.49	6.34	5.16
F	878.9275	T100	13.90	272.93	273.29	273.79	276.74	0.260719	8.23	1.69	6.51	5.16
F	878.9275	T200	15.70	272.93	273.31	273.85	277.01	0.255116	8.51	1.84	6.65	5.16
F	878.9275	T500	17.50	272.93	273.34	273.91	277.25	0.249499	8.76	2.00	6.76	5.15
F	855.1498	T20	9.40	270.19	270.73	271.06	271.90	0.056682	4.77	1.97	5.40	2.52
F	855.1498	T50	11.70	270.19	270.78	271.16	272.17	0.059808	5.21	2.25	5.61	2.63
F	855.1498	T100	13.90	270.19	270.83	271.24	272.41	0.062374	5.57	2.49	5.79	2.71
F	855.1498	T200	15.70	270.19	270.86	271.31	272.60	0.064236	5.85	2.69	5.92	2.77
F	855.1498	T500	17.50	270.19	270.89	271.37	272.79	0.065996	6.10	2.87	6.05	2.83
F	828.6567	T20	9.40	266.26	266.70	267.14	269.49	0.187968	7.39	1.27	4.44	4.41
F	828.6567	T50	11.70	266.26	266.76	267.23	269.74	0.175006	7.65	1.53	4.80	4.33
F	828.6567	T100	13.90	266.26	266.81	267.31	269.91	0.180582	7.80	1.78	5.57	4.40
F	828.6567	T200	15.70	266.26	266.84	267.37	270.05	0.181488	7.94	1.98	6.04	4.43
F	828.6567	T500	17.50	266.26	266.87	267.42	270.21	0.178753	8.10	2.16	6.33	4.43
F	812.4051	T20	9.40	264.54	265.06	265.38	266.29	0.065009	4.91	1.91	5.54	2.67
F	812.4051	T50	11.70	264.54	265.11	265.48	266.57	0.067227	5.35	2.19	5.68	2.76
F	812.4051	T100	13.90	264.54	265.16	265.57	266.76	0.065114	5.61	2.48	5.83	2.75
F	812.4051	T200	15.70	264.54	265.20	265.65	266.92	0.064507	5.82	2.70	5.94	2.76
F	812.4051	T500	17.50	264.54	265.23	265.71	267.09	0.064860	6.05	2.89	6.04	2.79
F	798.5739	T20	9.40	263.09	263.59	263.97	265.11	0.077254	5.45	1.73	4.86	2.92
F	798.5739	T50	11.70	263.09	263.65	264.08	265.38	0.076051	5.82	2.01	5.04	2.94
F	798.5739	T100	13.90	263.09	263.70	264.18	265.60	0.074129	6.10	2.28	5.18	2.94
F	798.5739	T200	15.70	263.09	263.74	264.25	265.78	0.073075	6.32	2.49	5.29	2.94
F	798.5739	T500	17.50	263.09	263.78	264.32	265.95	0.072364	6.52	2.69	5.39	2.95
F	771.6785	T20	9.40	260.11	260.57	261.07	263.42	0.180612	7.47	1.26	4.18	4.34
F	771.6785	T50	11.70	260.11	260.63	261.18	263.74	0.168657	7.81	1.50	4.39	4.27
F	771.6785	T100	13.90	260.11	260.68	261.27	264.01	0.160113	8.08	1.72	4.59	4.22
F	771.6785	T200	15.70	260.11	260.72	261.35	264.22	0.154310	8.29	1.89	4.73	4.18
F	771.6785	T500	17.50	260.11	260.75	261.42	264.41	0.148553	8.47	2.07	4.82	4.13
F	748.7286	T20	9.40	258.29	260.25	259.34	260.30	0.000532	0.97	9.72	7.93	0.28
F	748.7286	T50	11.70	258.29	260.38	259.46	260.44	0.000625	1.09	10.76	8.26	0.30
F	748.7286	T100	13.90	258.29	260.48	259.56	260.56	0.000706	1.19	11.66	8.51	0.33
F	748.7286	T200	15.70	258.29	260.59	259.64	260.67	0.000735	1.25	12.56	8.75	0.33
F	748.7286	T500	17.50	258.29	260.66	259.71	260.75	0.000803	1.33	13.16	8.91	0.35
F	732.0375	T20	9.40	256.40	260.27	257.54	260.28	0.000029	0.38	25.96	11.52	0.07
F	732.0375	T50	11.70	256.40	260.41	257.68	260.42	0.000039	0.45	27.54	11.89	0.08
F	732.0375	T100	13.90	256.40	260.52	257.79	260.54	0.000048	0.52	28.91	12.28	0.09
F	732.0375	T200	15.70	256.40	260.63	257.88	260.64	0.000054	0.56	30.24	12.64	0.10
F	732.0375	T500	17.50	256.40	260.70	257.96	260.72	0.000062	0.61	31.18	12.89	0.11
F	700		Inl Struct									
F	617.5152	T20	9.40	243.34	244.28	244.28	244.62	0.007986	2.59	3.63	5.34	1.00
F	617.5152	T50	11.70	243.34	244.39	244.39	244.78	0.007780	2.74	4.27	5.59	1.00
F	617.5152	T100	13.90	243.34	244.49	244.49	244.92	0.007684	2.88	4.83	5.77	1.00

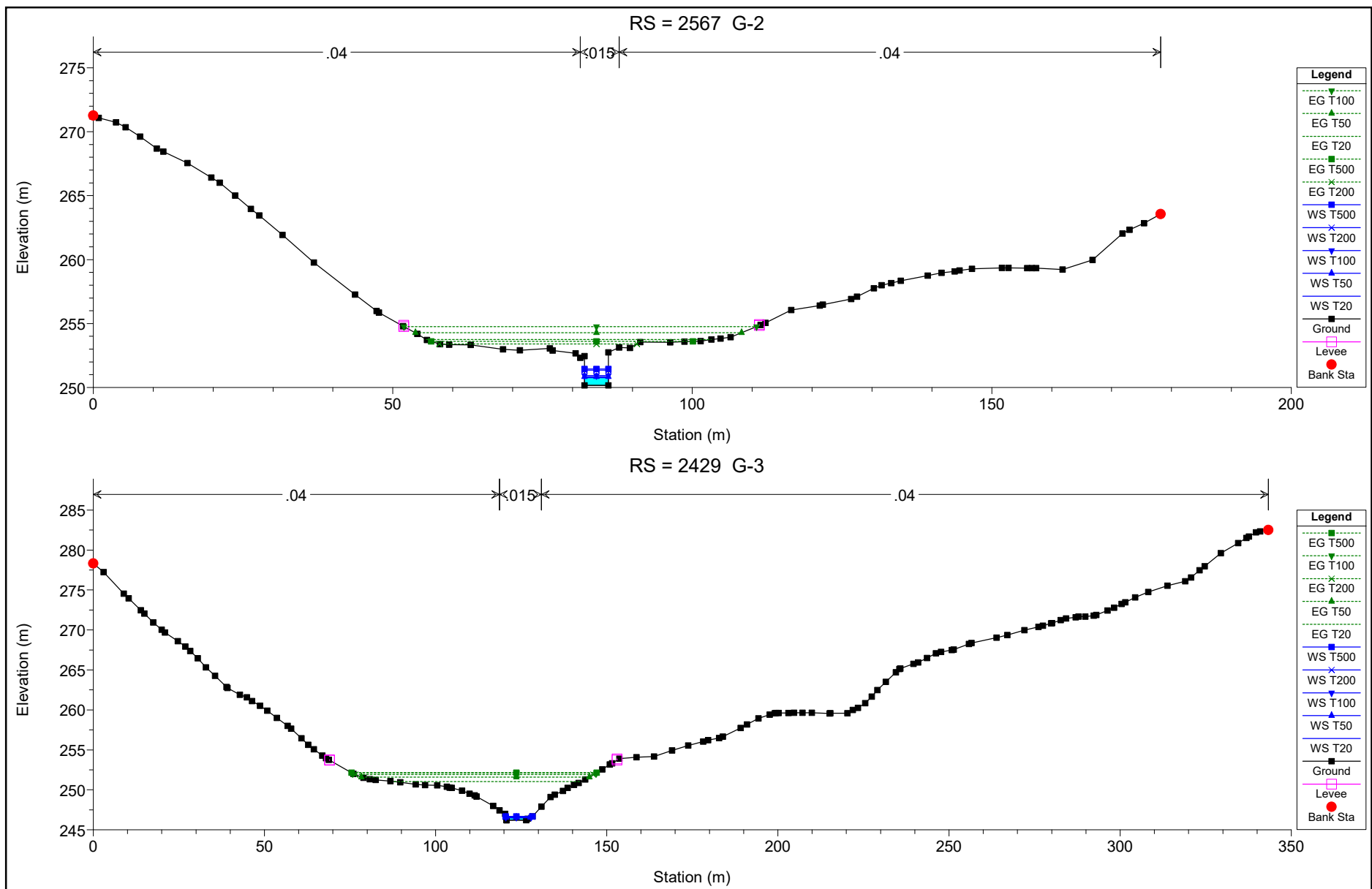
HEC-RAS Plan: F-PO River: F Reach: F (Continued)

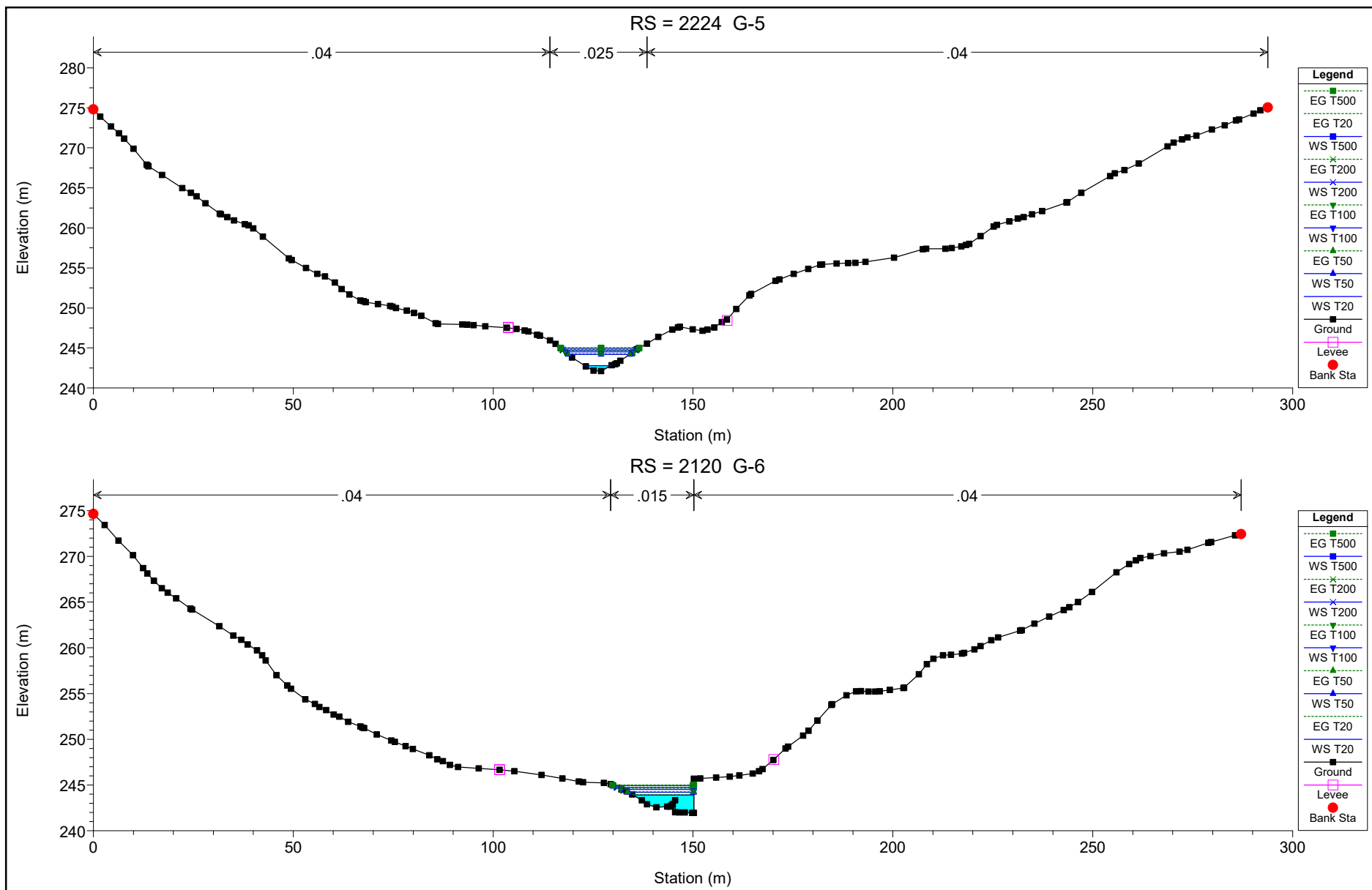
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
F	617.5152	T200	15.70	243.34	244.57	244.57	245.02	0.007561	2.97	5.29	5.90	1.00
F	617.5152	T500	17.50	243.34	244.65	244.65	245.12	0.007430	3.05	5.74	6.02	1.00
F	591.0761	T20	9.40	240.72	241.48	241.86	242.75	0.042303	4.99	1.88	3.51	2.17
F	591.0761	T50	11.70	240.72	241.58	242.00	242.96	0.040013	5.20	2.25	3.73	2.14
F	591.0761	T100	13.90	240.72	241.67	242.12	243.14	0.038035	5.36	2.59	3.92	2.10
F	591.0761	T200	15.70	240.72	241.74	242.22	243.27	0.036869	5.48	2.86	4.06	2.08
F	591.0761	T500	17.50	240.72	241.80	242.30	243.40	0.035937	5.60	3.13	4.19	2.07
F	564.5141	T20	9.40	239.35	240.07	240.48	241.50	0.051659	5.30	1.77	3.56	2.40
F	564.5141	T50	11.70	239.35	240.16	240.61	241.76	0.050431	5.60	2.09	3.74	2.40
F	564.5141	T100	13.90	239.35	240.23	240.73	241.97	0.049109	5.84	2.38	3.89	2.38
F	564.5141	T200	15.70	239.35	240.29	240.82	242.13	0.048159	6.01	2.61	4.00	2.37
F	564.5141	T500	17.50	239.35	240.35	240.91	242.28	0.047285	6.16	2.84	4.11	2.36
F	517.6533	T20	9.40	237.02	237.70	238.17	239.68	0.088509	6.23	1.51	3.65	3.10
F	517.6533	T50	11.70	237.02	237.77	238.29	239.98	0.086152	6.57	1.78	3.88	3.10
F	517.6533	T100	13.90	237.02	237.84	238.40	240.23	0.084296	6.85	2.03	4.07	3.10
F	517.6533	T200	15.70	237.02	237.88	238.47	240.41	0.082975	7.04	2.23	4.22	3.10
F	517.6533	T500	17.50	237.02	237.93	238.56	240.59	0.081752	7.22	2.42	4.36	3.09
F	487.4323	T20	9.40	235.72	236.44	236.69	237.22	0.026922	3.93	2.39	4.85	1.79
F	487.4323	T50	11.70	235.72	236.51	236.80	237.44	0.028479	4.28	2.73	5.06	1.86
F	487.4323	T100	13.90	235.72	236.57	236.99	237.63	0.029732	4.58	3.04	5.24	1.92
F	487.4323	T200	15.70	235.72	236.61	237.04	237.78	0.030640	4.79	3.28	5.37	1.96
F	487.4323	T500	17.50	235.72	236.65	237.09	237.93	0.031390	5.00	3.50	5.53	2.00
F	478	T20	9.40	234.54	236.95	235.55	237.03	0.000790	1.24	7.97	4.57	0.26
F	478	T50	11.70	234.54	236.98	235.70	237.10	0.001166	1.52	8.12	4.63	0.31
F	478	T100	13.90	234.54	236.93	235.84	237.10	0.001787	1.85	7.87	4.52	0.39
F	478	T200	15.70	234.54	236.86	235.95	237.10	0.002516	2.15	7.58	4.40	0.46
F	478	T500	17.50	234.54	236.78	236.05	237.10	0.003545	2.49	7.24	4.23	0.54
F	400		Inl Struct									
F	348	T20	9.40	225.95	227.08	227.08	227.45	0.008121	2.70	3.49	4.67	1.00
F	348	T50	11.70	225.95	227.21	227.21	227.63	0.008038	2.85	4.10	4.96	1.00
F	348	T100	13.90	225.95	227.32	227.32	227.77	0.007912	2.97	4.68	5.21	1.00
F	348	T200	15.70	225.95	227.41	227.41	227.89	0.007761	3.05	5.15	5.41	1.00
F	348	T500	17.50	225.95	227.49	227.49	227.99	0.007634	3.14	5.58	5.62	1.00
F	323	T20	9.40	224.94	226.04	226.10	226.48	0.010082	2.92	3.22	4.48	1.10
F	323	T50	11.70	224.94	226.16	226.23	226.65	0.010108	3.10	3.78	4.79	1.11
F	323	T100	13.90	224.94	226.27	226.36	226.80	0.010291	3.23	4.31	5.19	1.13
F	323	T200	15.70	224.94	226.35	226.45	226.91	0.010589	3.32	4.73	5.61	1.15
F	323	T500	17.50	224.94	226.41	226.52	227.01	0.010932	3.42	5.12	5.96	1.18
F	293	T20	9.40	223.46	226.13	224.76	226.16	0.000183	0.72	14.08	10.27	0.17
F	293	T50	11.70	223.46	226.22	224.88	226.25	0.000240	0.85	14.97	10.42	0.20
F	293	T100	13.90	223.46	226.34	224.99	226.38	0.000272	0.95	16.22	10.63	0.21
F	293	T200	15.70	223.46	226.42	225.06	226.47	0.000301	1.02	17.11	10.78	0.23
F	293	T500	17.50	223.46	226.55	225.14	226.60	0.000302	1.07	18.51	11.00	0.23
F	292		Inl Struct									
F	2	T20	9.40	213.26	218.14	213.45	218.14	0.000000	0.01	674.61	155.25	0.00
F	2	T50	11.70	213.26	218.14	213.47	218.14	0.000000	0.02	674.61	155.25	0.00
F	2	T100	13.90	213.26	218.14	213.49	218.14	0.000000	0.02	674.61	155.25	0.00
F	2	T200	15.70	213.26	218.14	213.51	218.14	0.000000	0.02	674.61	155.25	0.00
F	2	T500	17.50	213.26	218.14	213.52	218.14	0.000000	0.03	674.61	155.25	0.00

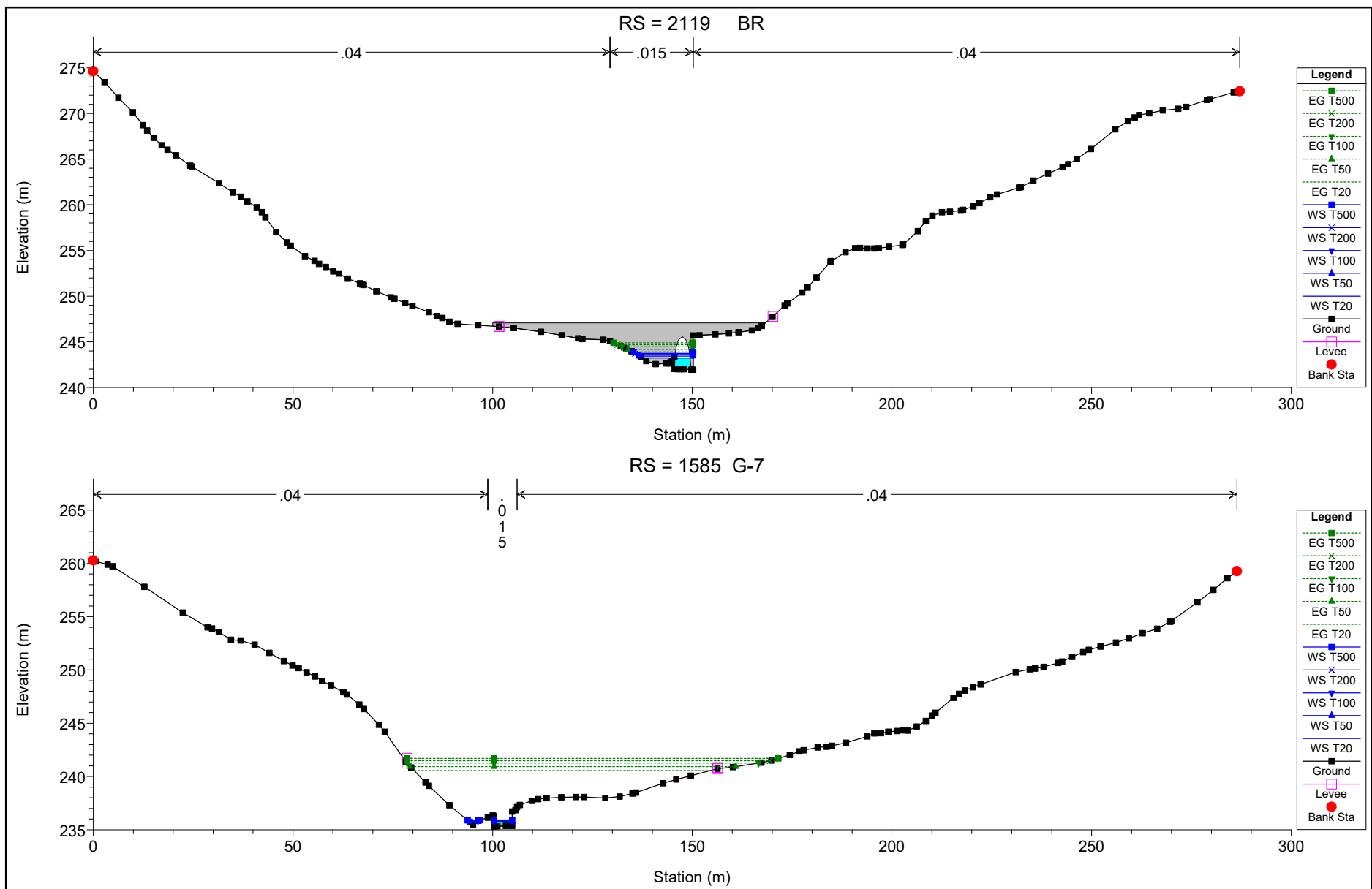
Bacino G – Rio Pattonera

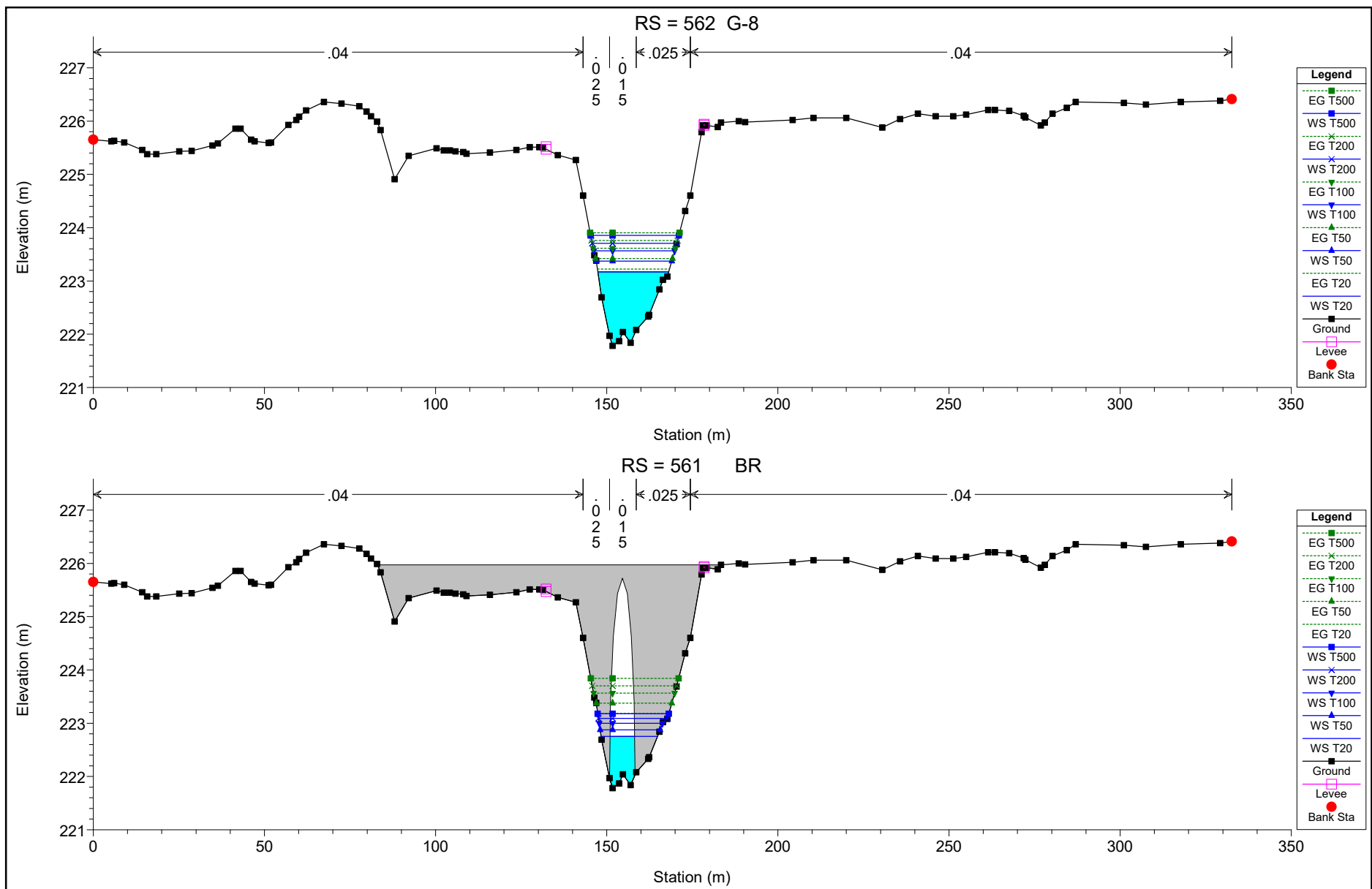


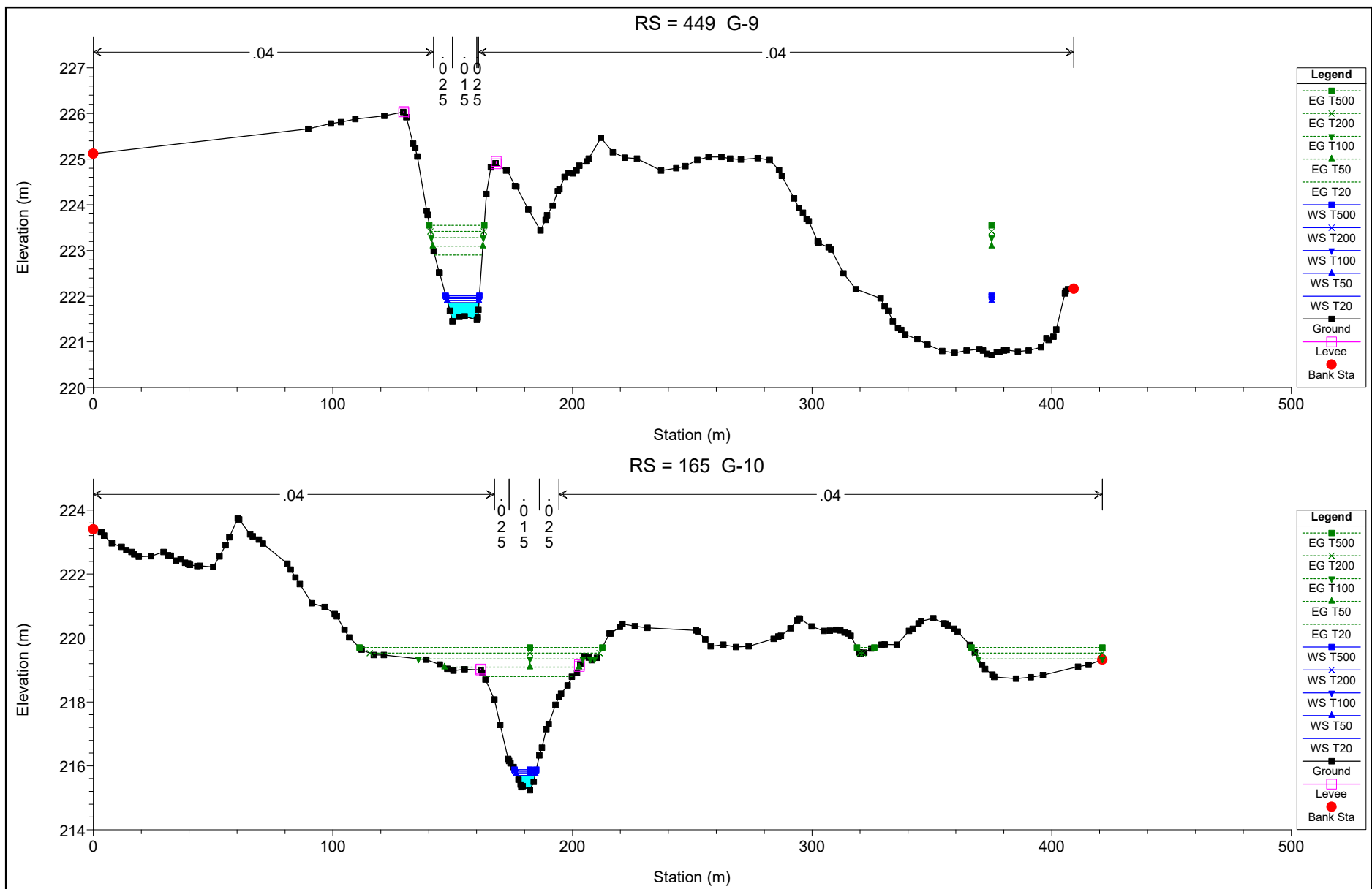


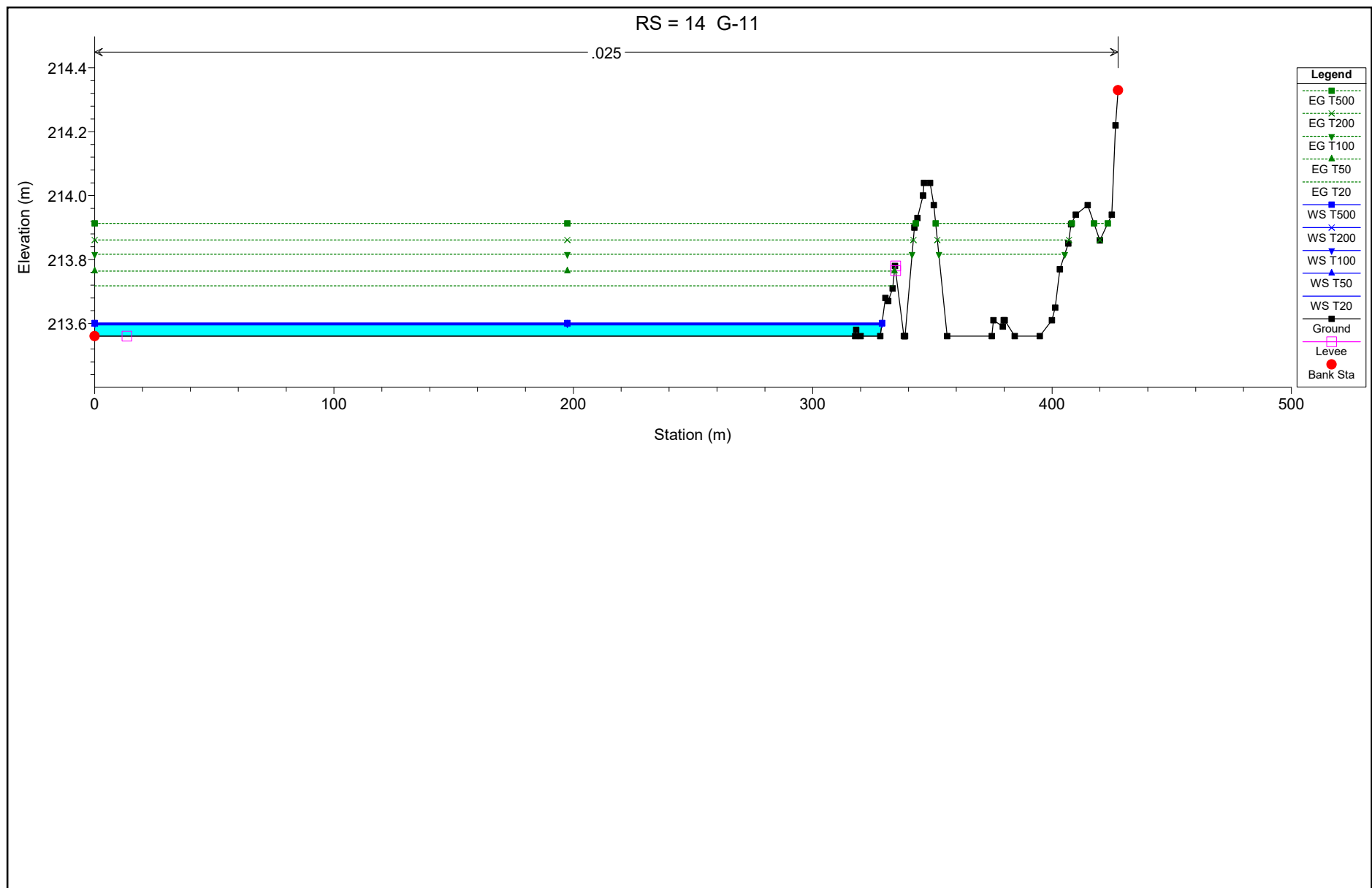








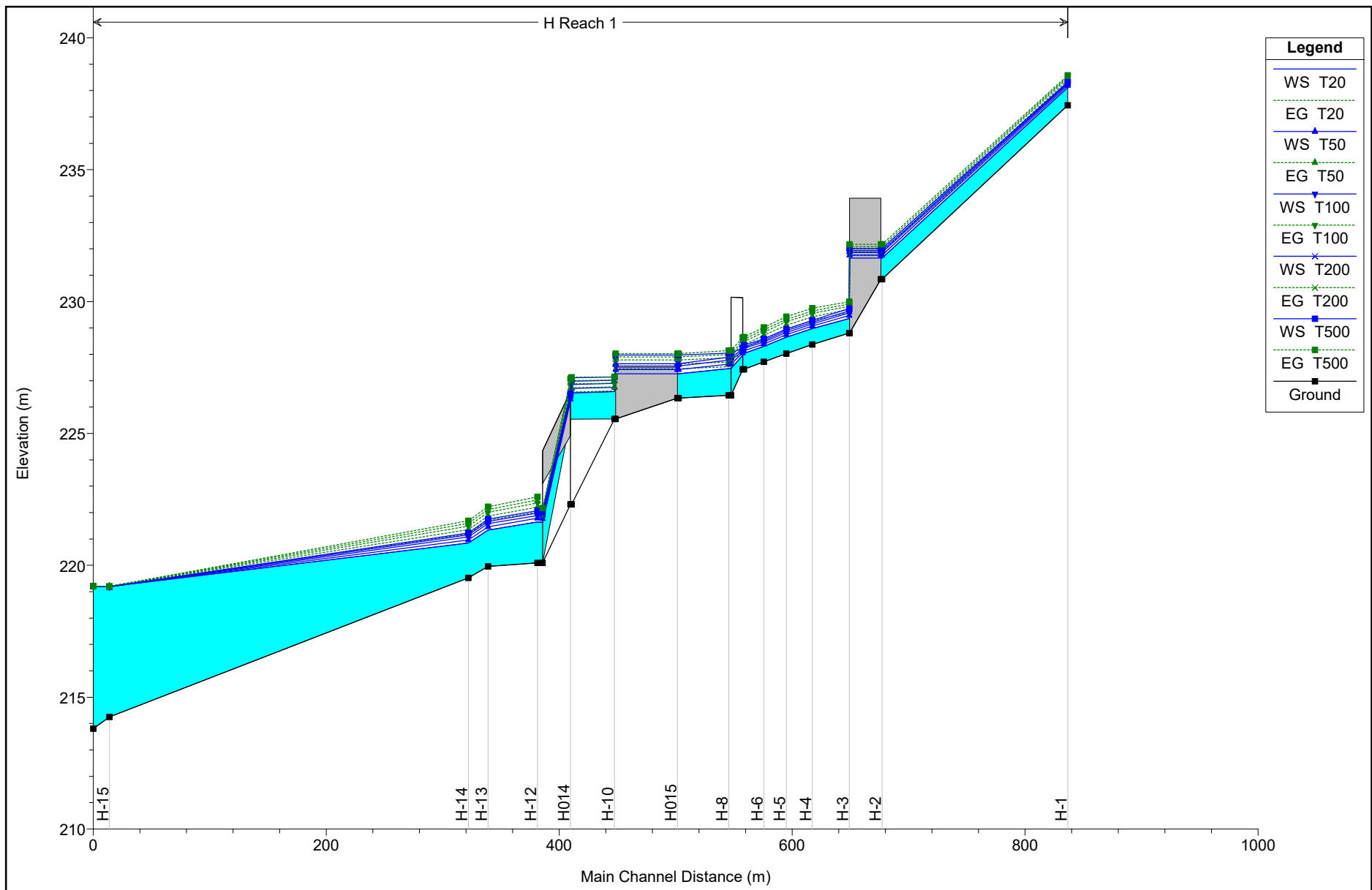


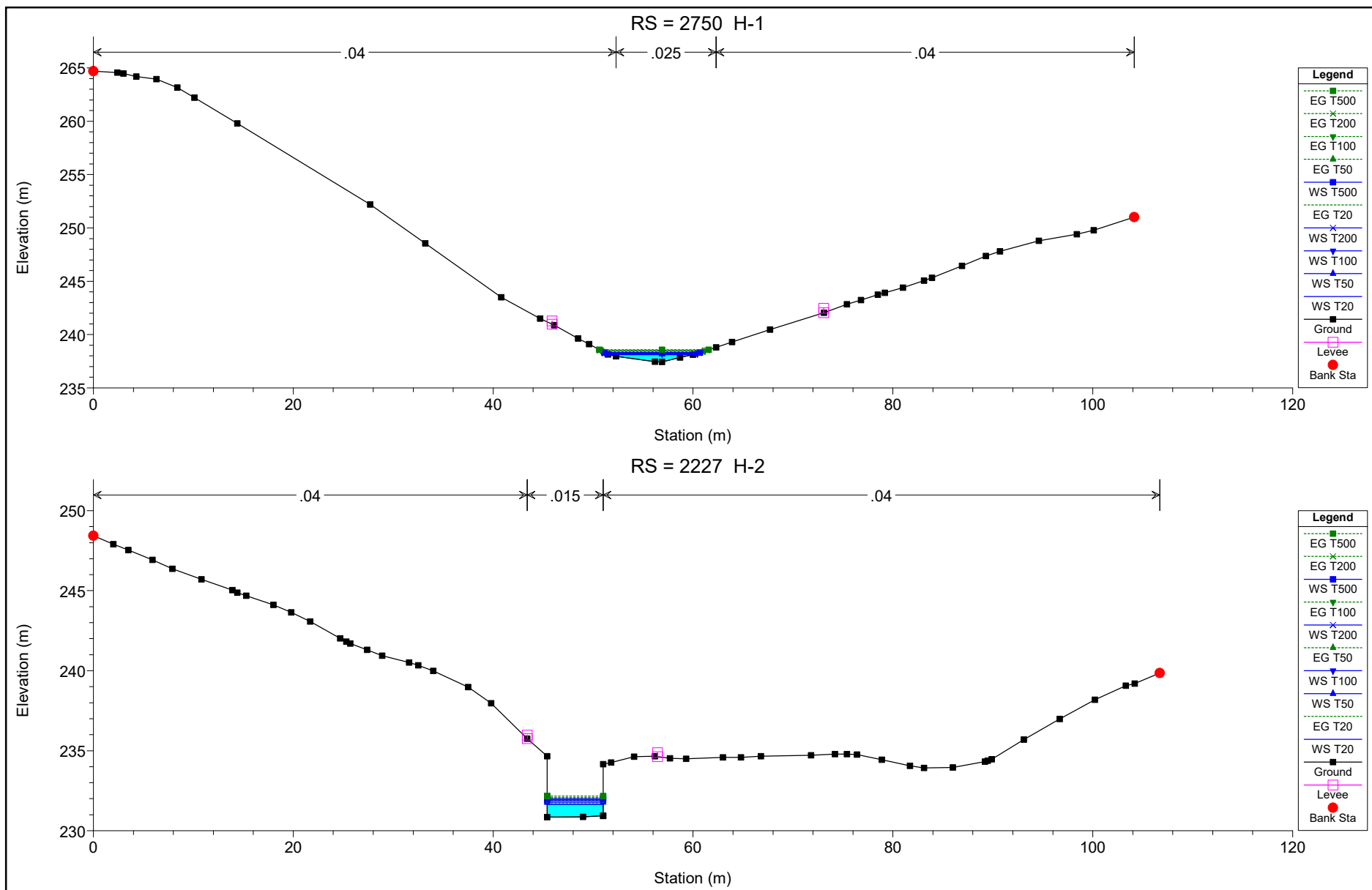


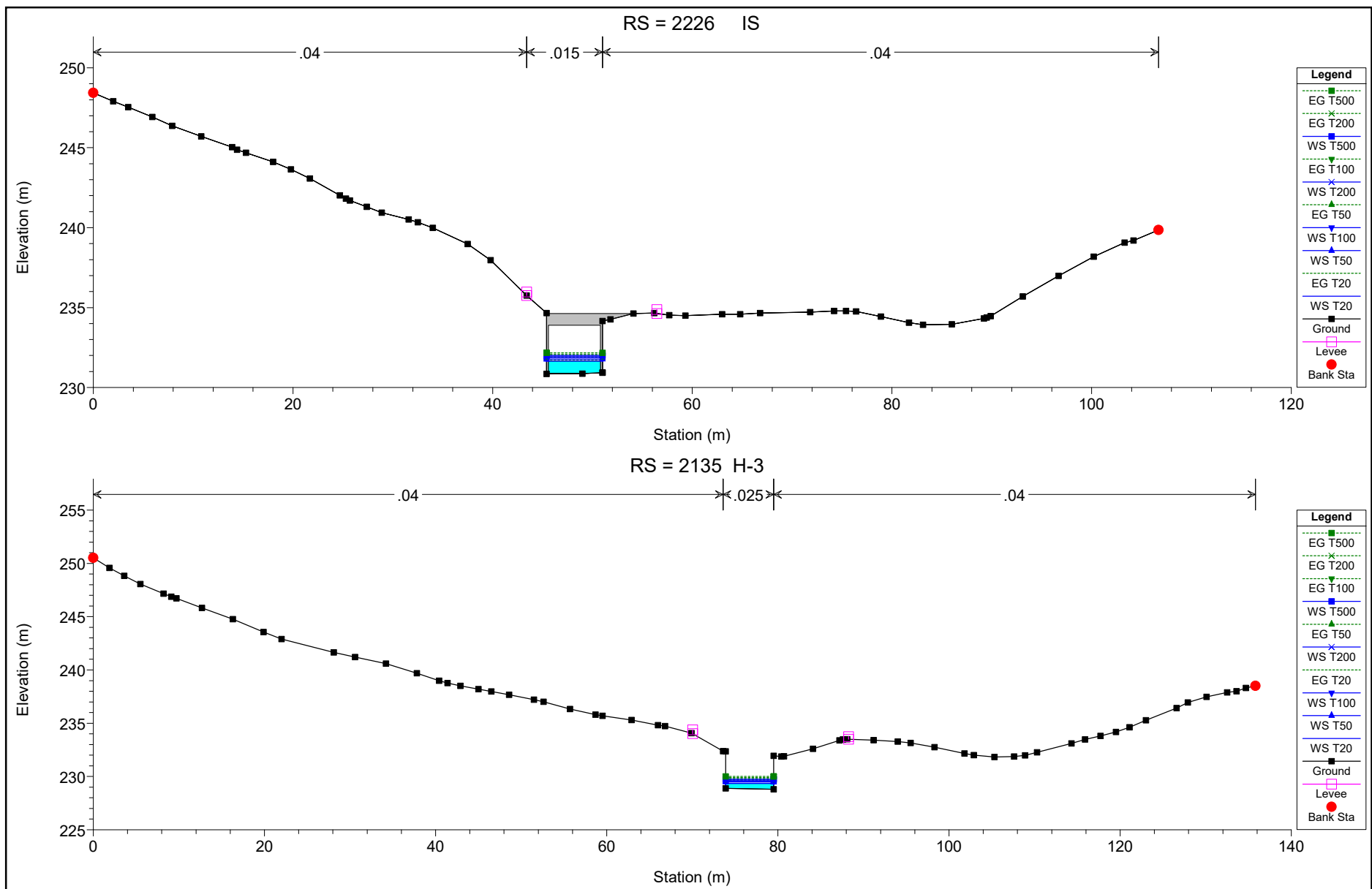
HEC-RAS Plan: G-PO River: G Reach: Reach 1

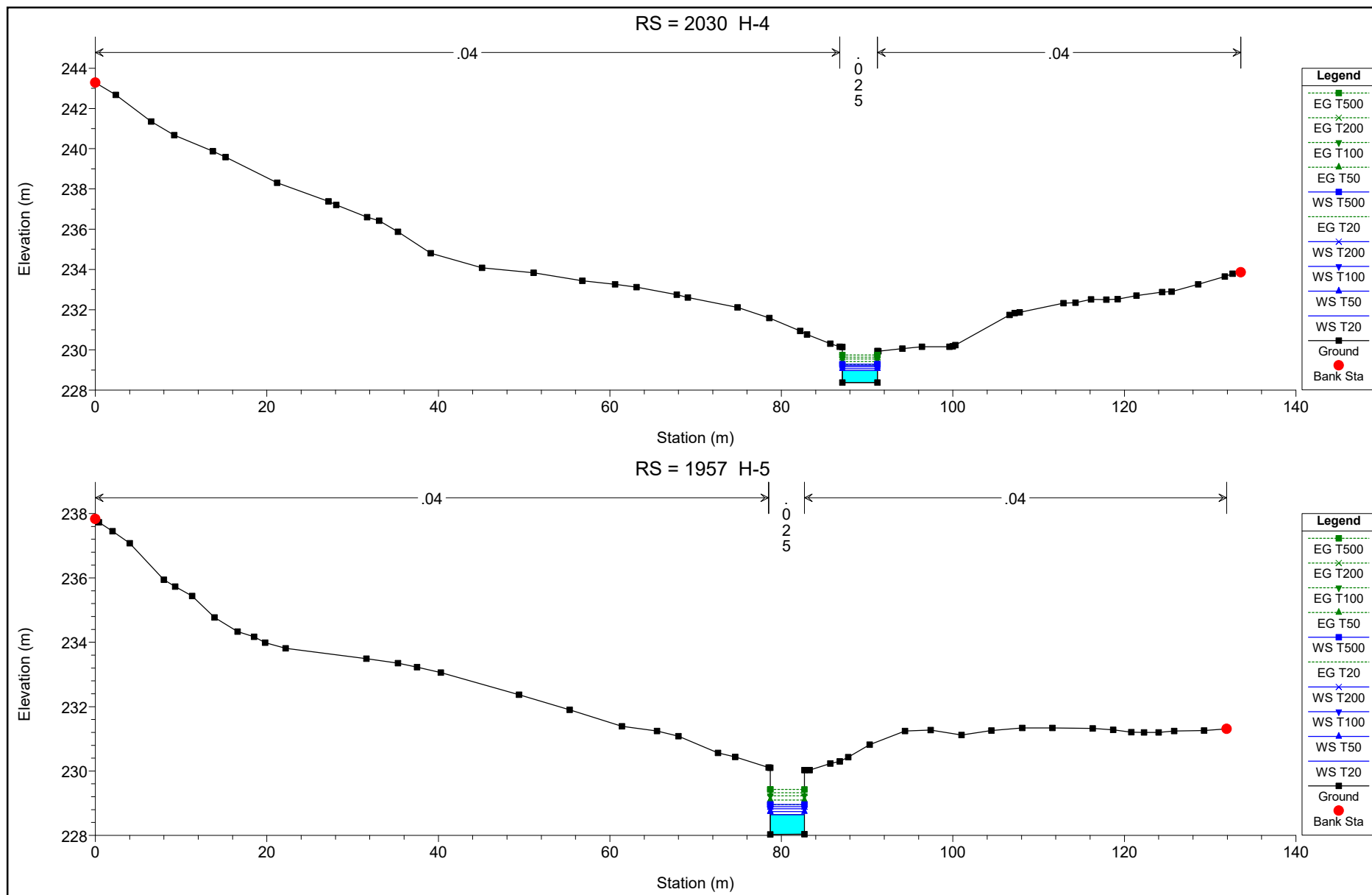
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	2680	T20	18.10	250.62	251.50	252.17	255.61	0.054651	8.98	2.02	4.22	4.15
Reach 1	2680	T50	22.30	250.62	251.58	252.29	256.07	0.054668	9.38	2.38	4.66	4.20
Reach 1	2680	T100	26.60	250.62	251.66	252.40	256.46	0.054673	9.71	2.74	5.11	4.24
Reach 1	2680	T200	29.90	250.62	253.78	252.48	253.84	0.000539	1.09	27.50	17.16	0.27
Reach 1	2680	T500	33.40	250.62	254.01	252.57	254.07	0.000502	1.06	31.56	18.49	0.26
Reach 1	2679		Bridge									
Reach 1	2567	T20	18.10	250.17	250.76	251.45	253.76	0.037720	7.67	2.36	4.00	3.19
Reach 1	2567	T50	22.30	250.17	250.85	251.64	254.28	0.037462	8.21	2.72	4.00	3.18
Reach 1	2567	T100	26.60	250.17	250.94	251.82	254.76	0.036993	8.66	3.07	4.00	3.16
Reach 1	2567	T200	29.90	250.17	251.35	251.96	253.40	0.013517	6.35	4.71	4.00	1.87
Reach 1	2567	T500	33.40	250.17	251.45	252.10	253.61	0.013214	6.50	5.14	4.00	1.83
Reach 1	2429	T20	18.10	246.19	246.50	247.09	251.03	0.116456	9.43	1.92	6.96	5.73
Reach 1	2429	T50	22.30	246.19	246.54	247.22	251.59	0.111181	9.96	2.24	7.20	5.70
Reach 1	2429	T100	26.60	246.19	246.58	247.33	252.12	0.107038	10.42	2.55	7.42	5.67
Reach 1	2429	T200	29.90	246.19	246.64	247.42	251.90	0.088894	10.17	2.94	7.70	5.25
Reach 1	2429	T500	33.40	246.19	246.67	247.49	252.14	0.084158	10.35	3.23	7.86	5.16
Reach 1	2428		Bridge									
Reach 1	2303	T20	18.10	244.32	245.11	245.56	247.19	0.091269	6.39	2.83	7.19	3.25
Reach 1	2303	T50	22.30	244.32	245.16	245.65	247.64	0.099605	6.98	3.19	7.59	3.44
Reach 1	2303	T100	26.60	244.32	245.20	245.74	248.09	0.107367	7.53	3.53	7.92	3.60
Reach 1	2303	T200	29.90	244.32	245.24	245.80	248.33	0.108049	7.79	3.84	8.22	3.64
Reach 1	2303	T500	33.40	244.32	245.27	245.86	248.64	0.111797	8.13	4.11	8.47	3.72
Reach 1	2224	T20	18.10	242.10	242.79	243.28	245.01	0.089769	6.60	2.74	6.54	3.25
Reach 1	2224	T50	22.30	242.10	244.20	243.40	244.27	0.000721	1.19	18.73	15.41	0.34
Reach 1	2224	T100	26.60	242.10	244.50	243.51	244.56	0.000544	1.13	23.57	16.98	0.31
Reach 1	2224	T200	29.90	242.10	244.72	243.58	244.78	0.000450	1.09	27.49	18.10	0.28
Reach 1	2224	T500	33.40	242.10	244.95	243.66	245.01	0.000378	1.05	31.82	19.39	0.26
Reach 1	2120	T20	18.10	241.95	243.90	243.04	243.95	0.000201	0.95	18.99	15.12	0.27
Reach 1	2120	T50	22.30	241.95	244.21	243.13	244.25	0.000160	0.94	23.81	16.37	0.25
Reach 1	2120	T100	26.60	241.95	244.50	243.23	244.55	0.000136	0.92	28.91	18.12	0.23
Reach 1	2120	T200	29.90	241.95	244.73	243.30	244.77	0.000118	0.90	33.05	19.14	0.22
Reach 1	2120	T500	33.40	241.95	244.96	243.37	245.00	0.000103	0.89	37.58	20.19	0.21
Reach 1	2119		Bridge									
Reach 1	1585	T20	18.10	235.31	235.73	236.35	240.55	0.277738	9.73	1.86	6.16	5.65
Reach 1	1585	T50	22.30	235.31	235.78	236.44	240.92	0.280948	10.04	2.22	6.56	5.51
Reach 1	1585	T100	26.60	235.31	235.84	236.53	241.26	0.283237	10.32	2.58	6.92	5.40
Reach 1	1585	T200	29.90	235.31	235.88	236.59	241.47	0.292398	10.48	2.85	7.30	5.35
Reach 1	1585	T500	33.40	235.31	235.91	236.66	241.70	0.305117	10.65	3.14	7.72	5.34
Reach 1	562	T20	18.10	221.78	223.17	222.62	223.22	0.000608	1.02	17.73	20.70	0.35
Reach 1	562	T50	22.30	221.78	223.37	222.71	223.42	0.000498	1.01	22.04	22.06	0.32
Reach 1	562	T100	26.60	221.78	223.56	222.79	223.62	0.000431	1.00	26.50	23.69	0.30
Reach 1	562	T200	29.90	221.78	223.71	222.85	223.76	0.000389	1.00	29.95	24.74	0.29
Reach 1	562	T500	33.40	221.78	223.85	222.90	223.90	0.000351	0.99	33.65	25.76	0.28
Reach 1	561		Bridge									
Reach 1	449	T20	18.10	220.71	221.86	222.14	222.90	0.032167	4.53	4.00	13.02	2.61
Reach 1	449	T50	22.30	220.71	221.90	222.22	223.10	0.032415	4.84	4.61	13.32	2.63
Reach 1	449	T100	26.60	220.71	221.95	222.30	223.28	0.032766	5.12	5.20	13.60	2.64
Reach 1	449	T200	29.90	220.71	221.98	222.36	223.42	0.033058	5.31	5.63	13.81	2.66
Reach 1	449	T500	33.40	220.71	222.01	222.42	223.55	0.033404	5.50	6.07	14.02	2.67
Reach 1	165	T20	18.10	215.24	215.70	216.22	218.79	0.067637	7.79	2.32	7.62	4.50
Reach 1	165	T50	22.30	215.24	215.76	216.32	219.09	0.062501	8.08	2.76	8.06	4.41
Reach 1	165	T100	26.60	215.24	215.81	216.41	219.35	0.058515	8.33	3.19	8.47	4.33
Reach 1	165	T200	29.90	215.24	215.85	216.47	219.53	0.056053	8.50	3.52	8.77	4.28
Reach 1	165	T500	33.40	215.24	215.88	216.54	219.71	0.053855	8.66	3.86	9.07	4.24
Reach 1	14	T20	18.10	213.56	213.60	213.63	213.72	0.128732	1.55	11.68	328.85	2.63
Reach 1	14	T50	22.30	213.56	213.60	213.64	213.76	0.161603	1.80	12.36	328.89	2.97
Reach 1	14	T100	26.60	213.56	213.60	213.65	213.82	0.200127	2.06	12.89	328.92	3.33
Reach 1	14	T200	29.90	213.56	213.60	213.66	213.86	0.232776	2.26	13.21	328.94	3.61
Reach 1	14	T500	33.40	213.56	213.60	213.66	213.91	0.270767	2.48	13.49	328.95	3.90

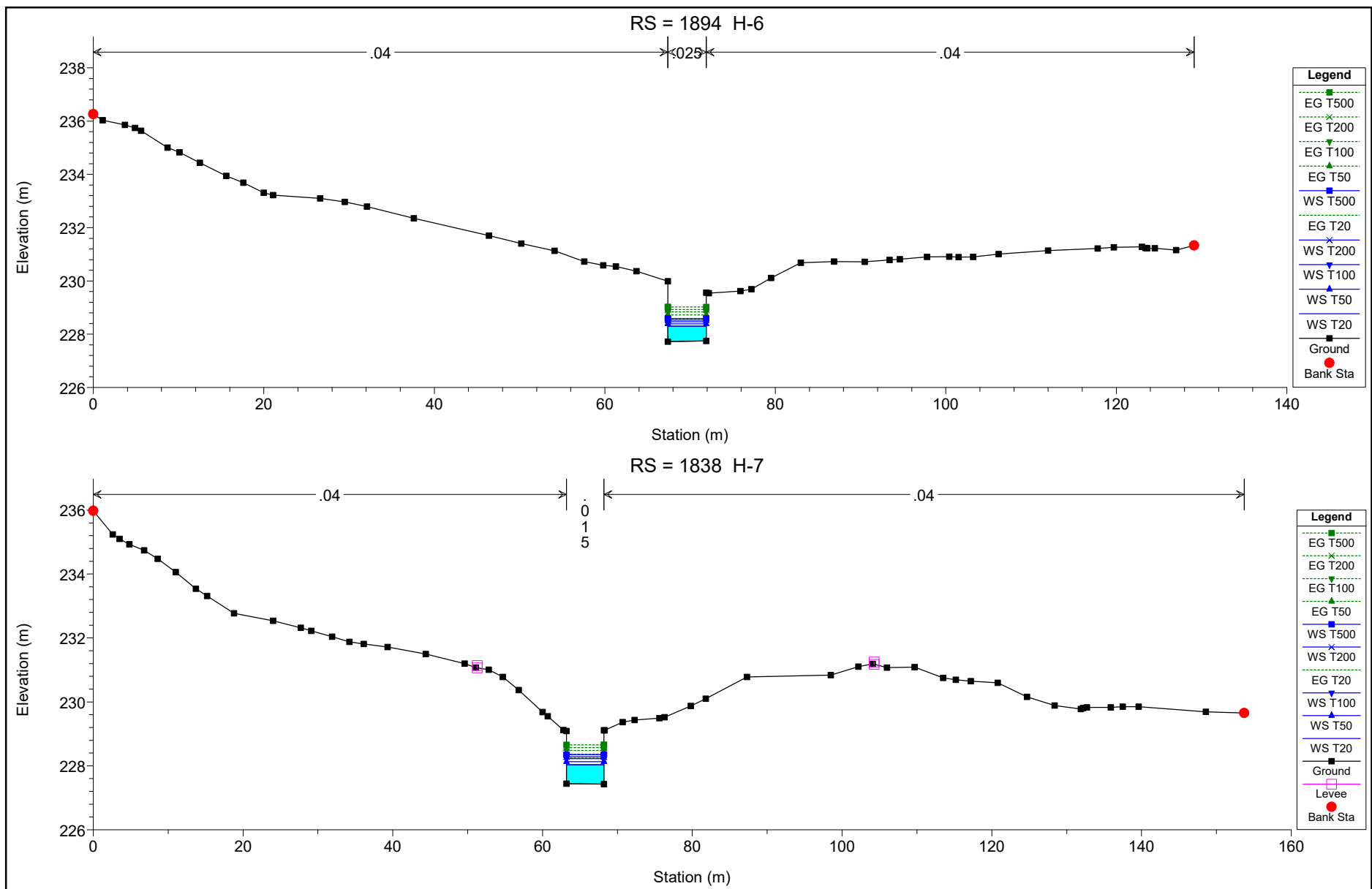
Bacino H – Rio Sappone

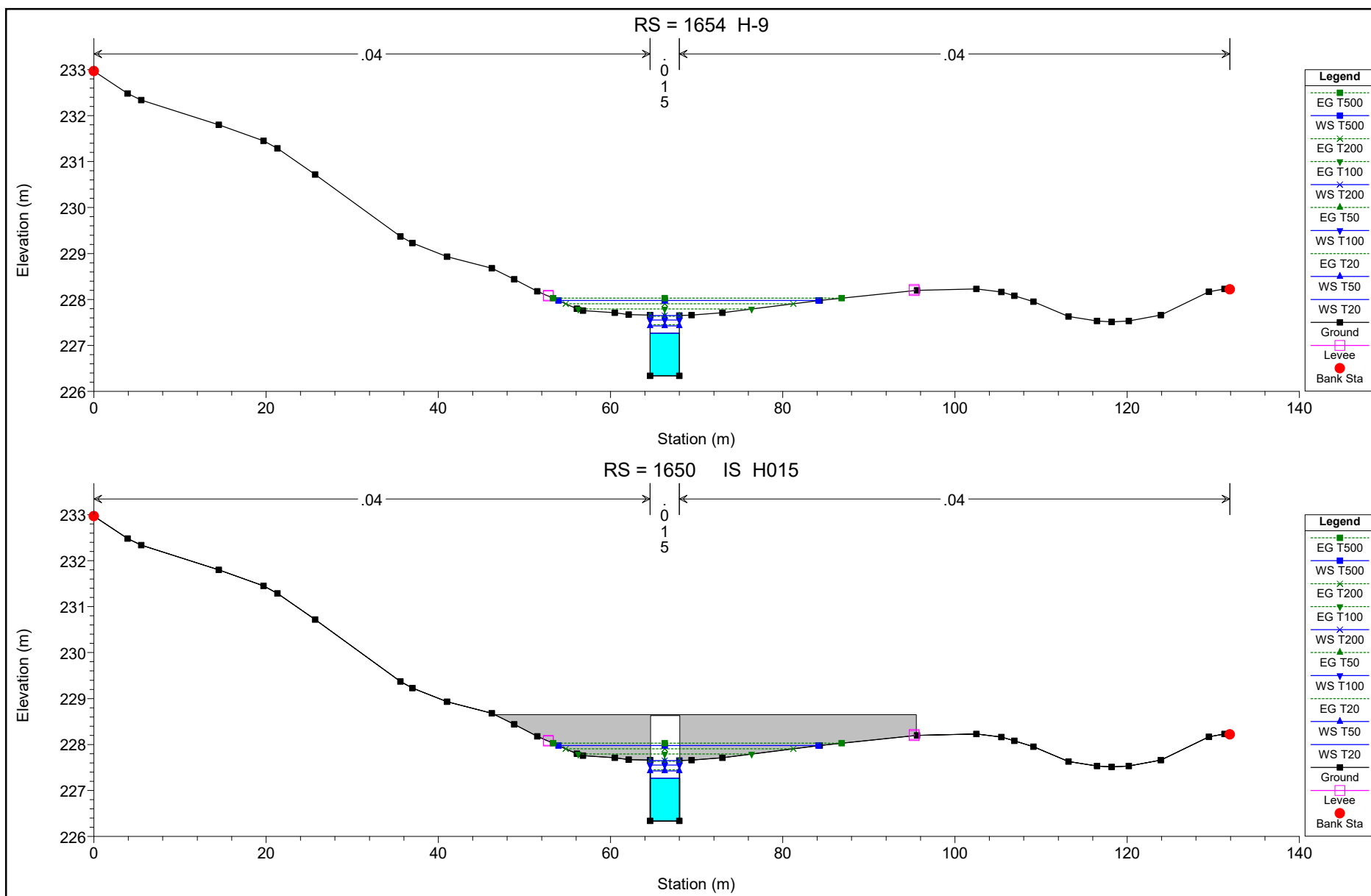


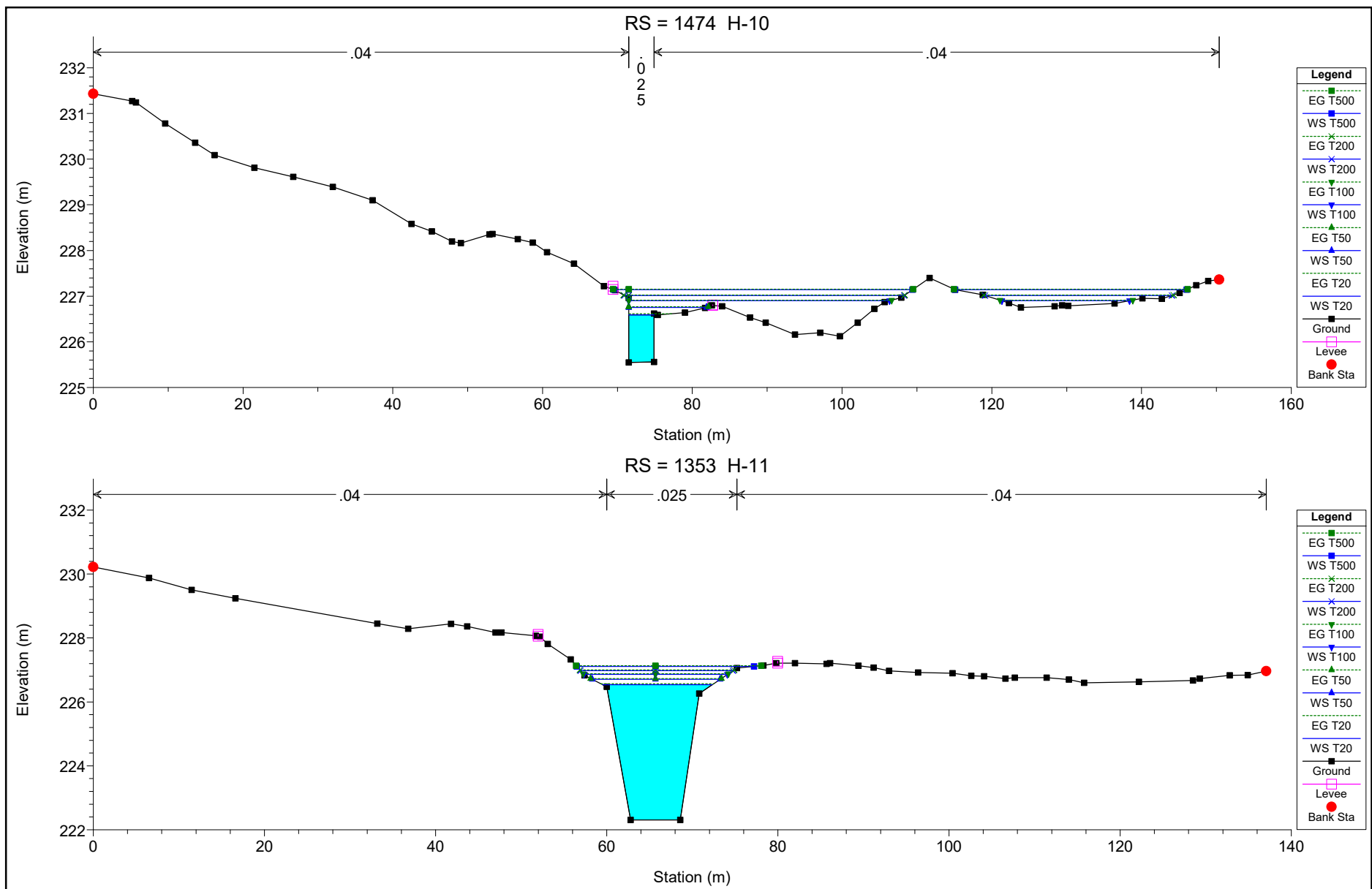


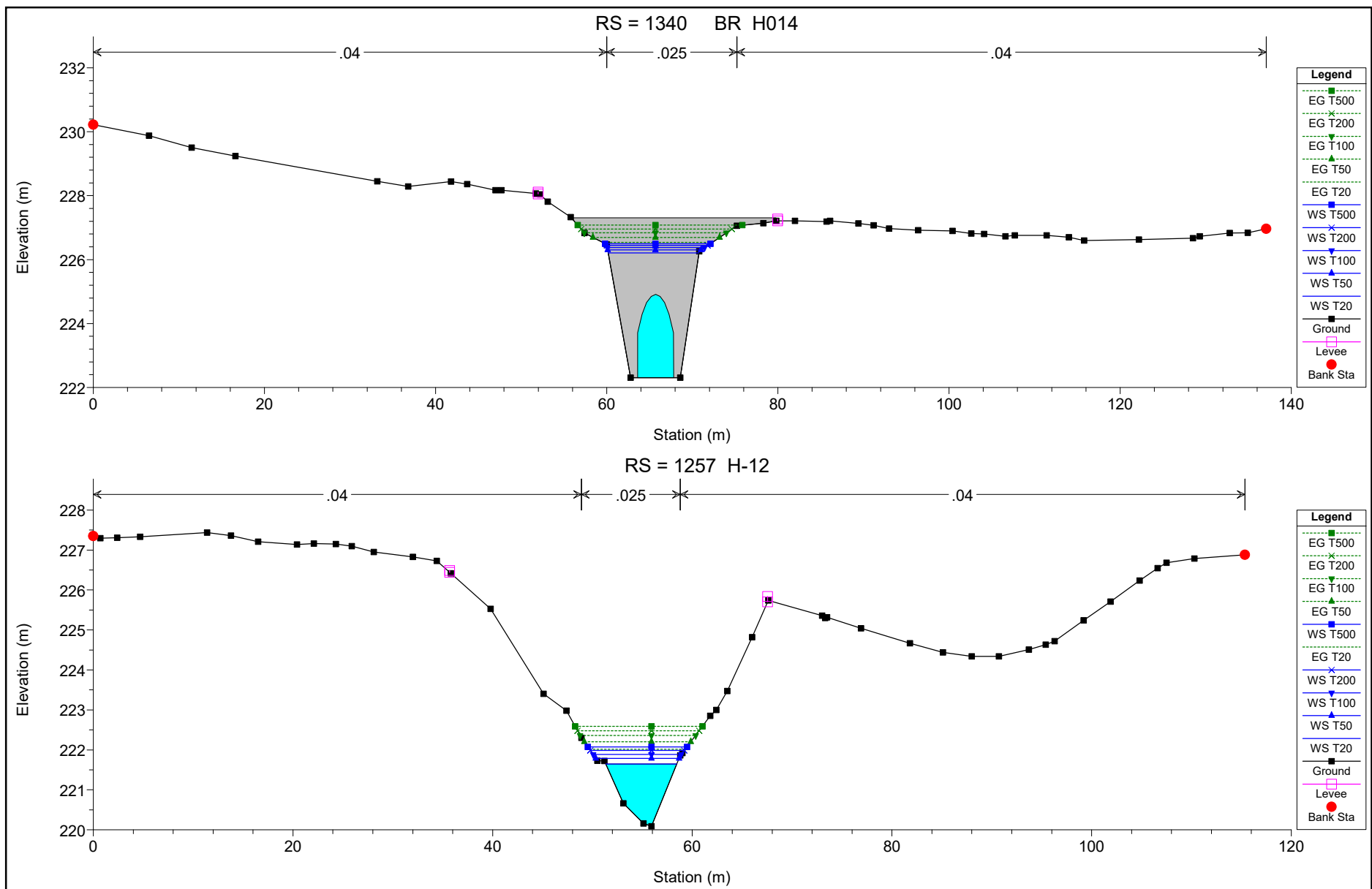


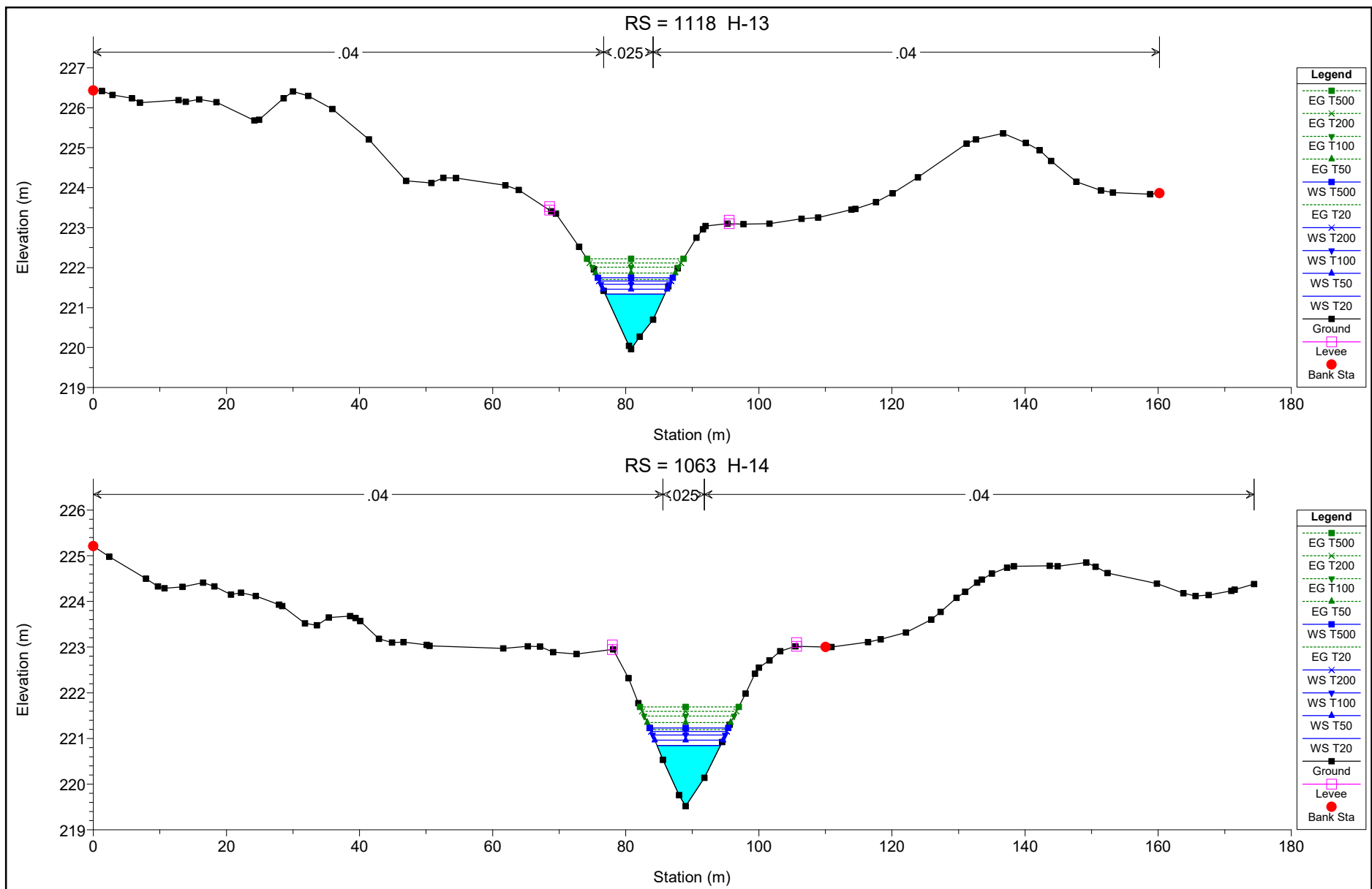


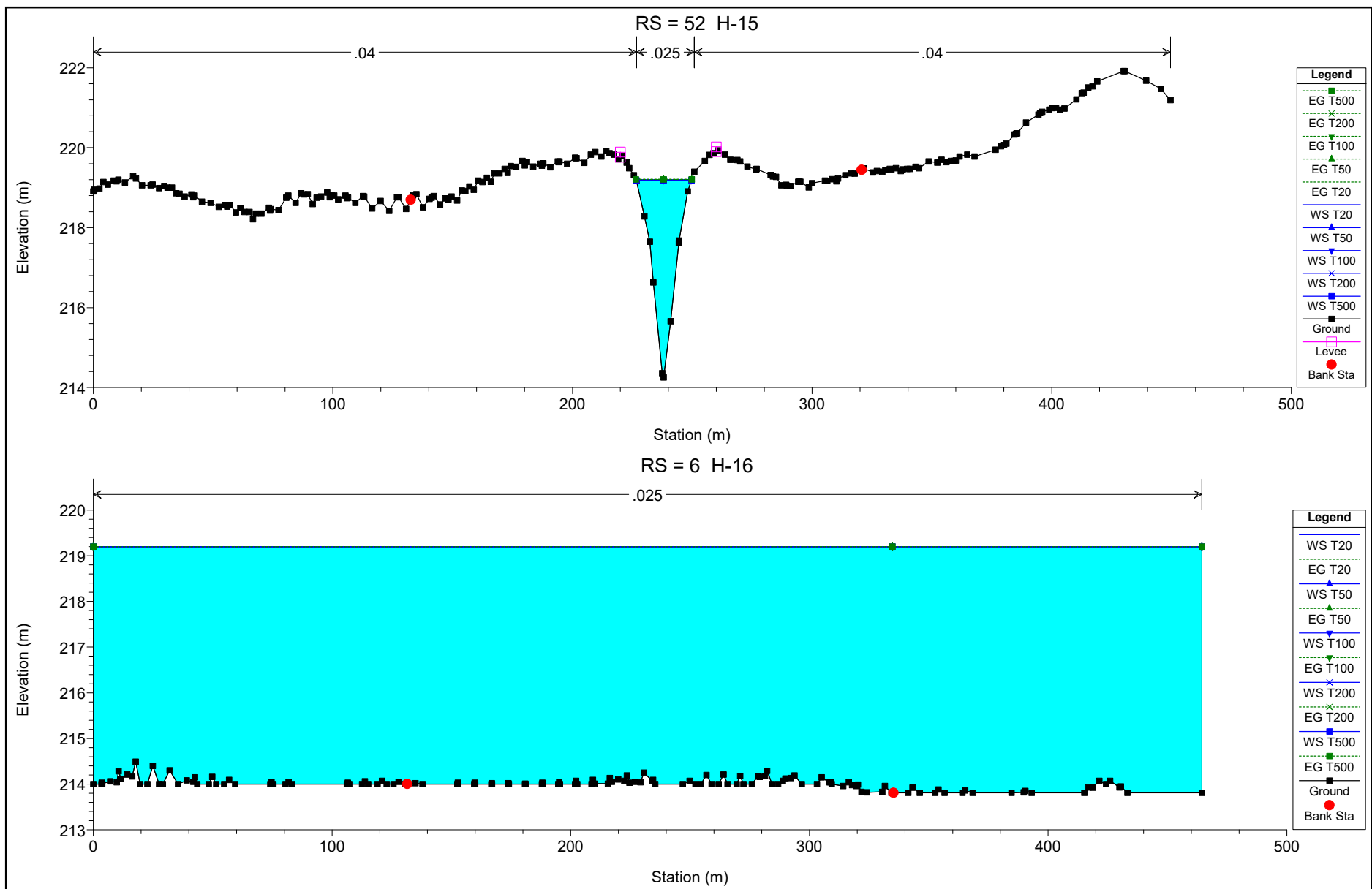












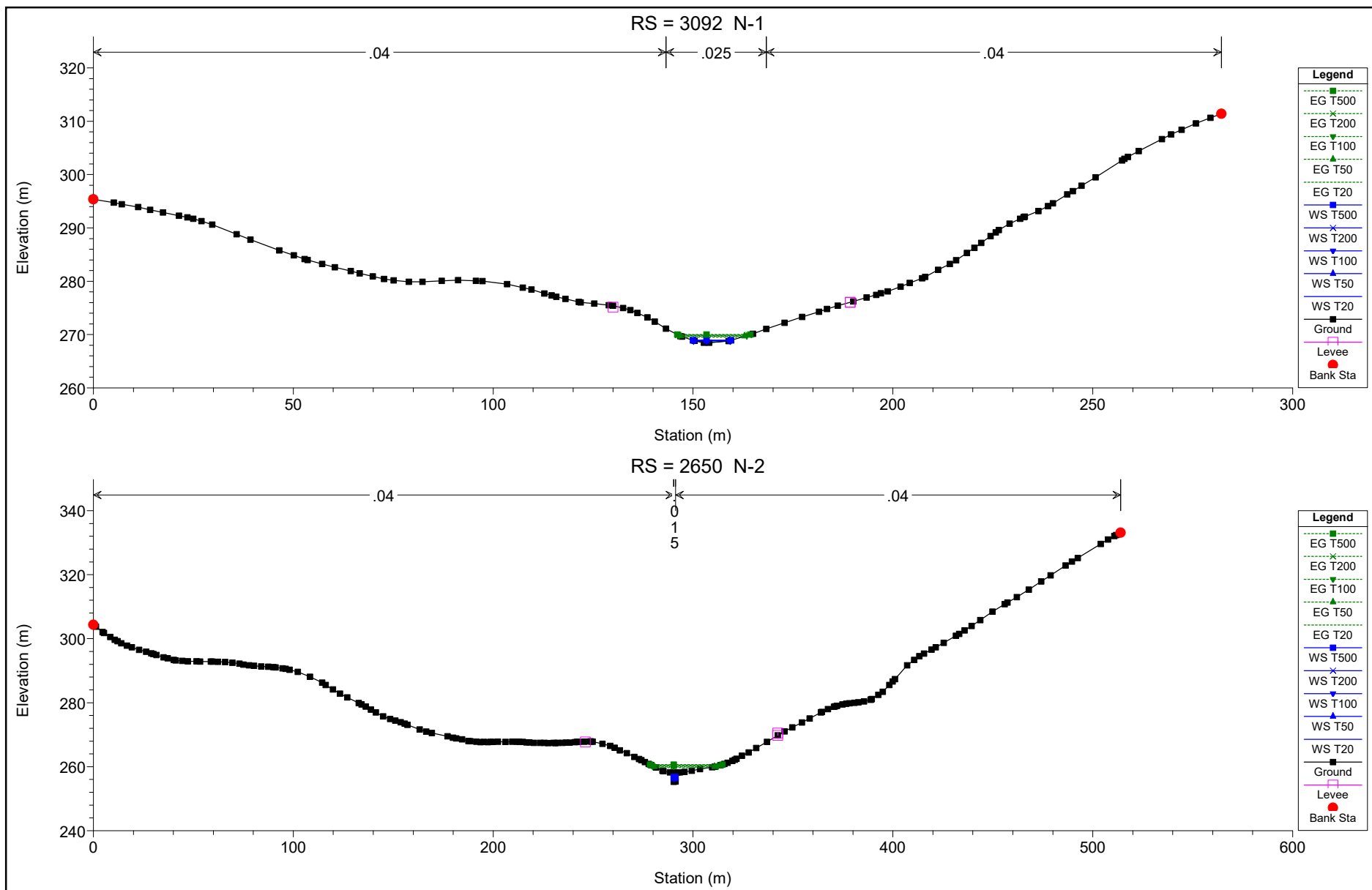
HEC-RAS Plan: H-PO River: H Reach: Reach 1

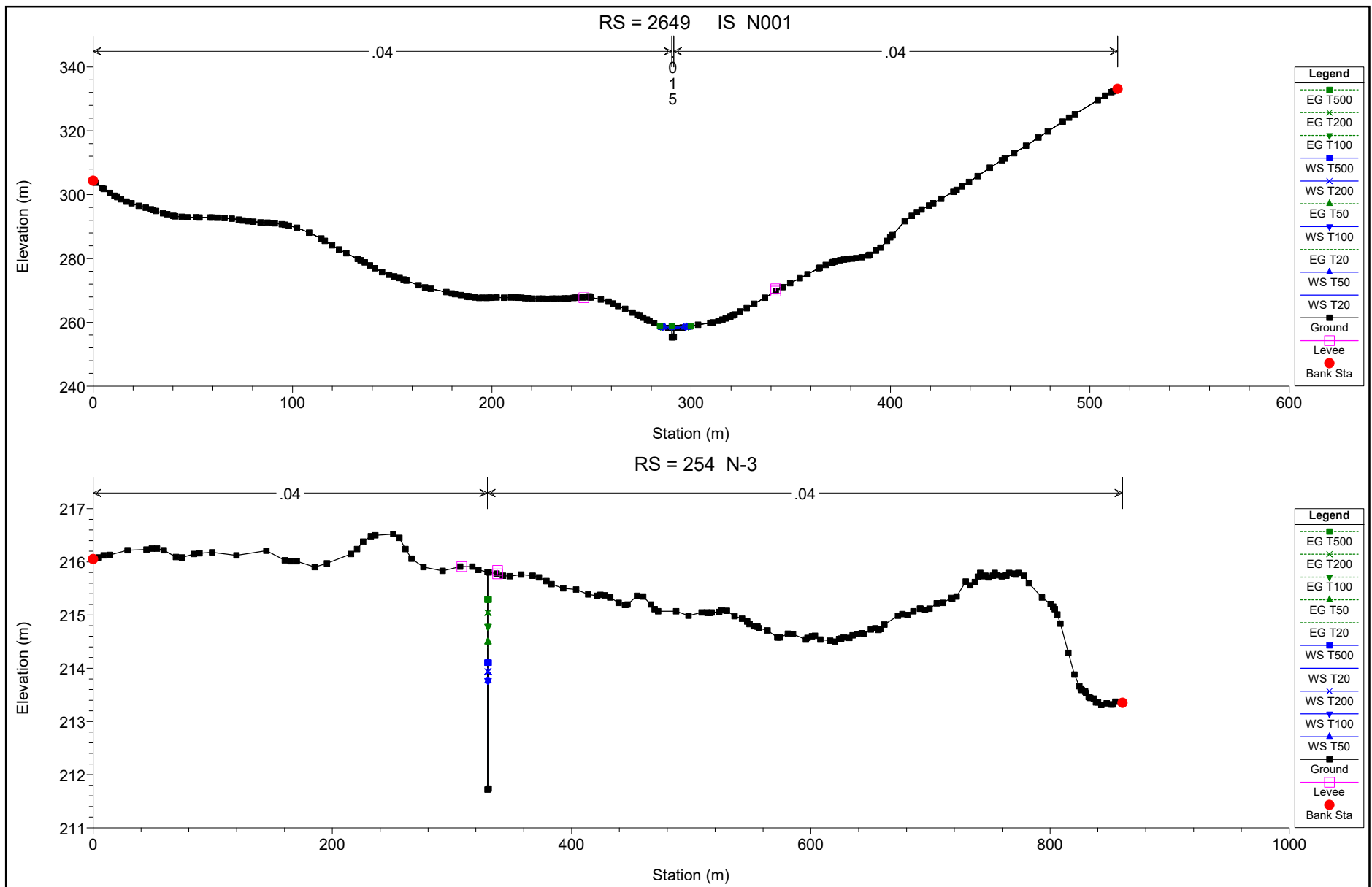
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	2750	T20	6.00	237.44	238.12	238.12	238.31	0.009796	1.91	3.15	8.51	1.00
Reach 1	2750	T50	7.50	237.44	238.19	238.19	238.40	0.009647	2.03	3.70	8.86	1.00
Reach 1	2750	T100	8.90	237.44	238.24	238.24	238.47	0.009580	2.13	4.17	9.14	1.01
Reach 1	2750	T200	10.00	237.44	238.28	238.28	238.53	0.009259	2.18	4.58	9.37	1.00
Reach 1	2750	T500	11.20	237.44	238.32	238.32	238.58	0.009225	2.25	4.97	9.58	1.00
Reach 1	2227	T20	6.00	230.85	231.65	231.36	231.75	0.001239	1.38	4.34	5.60	0.50
Reach 1	2227	T50	7.50	230.85	231.77	231.44	231.88	0.001321	1.50	4.99	5.60	0.51
Reach 1	2227	T100	8.90	230.85	231.86	231.51	231.99	0.001419	1.61	5.53	5.60	0.52
Reach 1	2227	T200	10.00	230.85	231.94	231.56	232.08	0.001467	1.68	5.95	5.60	0.52
Reach 1	2227	T500	11.20	230.85	232.01	231.62	232.17	0.001534	1.76	6.38	5.60	0.53
Reach 1	2226		Inl Struct									
Reach 1	2135	T20	6.00	228.81	229.36	229.34	229.58	0.008539	2.11	2.85	5.60	0.94
Reach 1	2135	T50	7.50	228.81	229.47	229.42	229.71	0.007222	2.16	3.47	5.60	0.88
Reach 1	2135	T100	8.90	228.81	229.57	229.49	229.82	0.006344	2.20	4.04	5.60	0.83
Reach 1	2135	T200	10.00	228.81	229.65	229.54	229.90	0.005807	2.23	4.49	5.60	0.79
Reach 1	2135	T500	11.20	228.81	229.74	229.59	230.00	0.005361	2.25	4.97	5.60	0.76
Reach 1	2030	T20	6.00	228.37	228.98	228.98	229.28	0.010330	2.44	2.46	4.10	1.00
Reach 1	2030	T50	7.50	228.37	229.07	229.07	229.42	0.010321	2.63	2.85	4.10	1.01
Reach 1	2030	T100	8.90	228.37	229.16	229.16	229.55	0.010339	2.78	3.20	4.10	1.01
Reach 1	2030	T200	10.00	228.37	229.22	229.22	229.64	0.010377	2.89	3.46	4.10	1.01
Reach 1	2030	T500	11.20	228.37	229.28	229.28	229.74	0.010440	3.00	3.73	4.10	1.01
Reach 1	1957	T20	6.00	228.03	228.65	228.65	228.95	0.010416	2.46	2.44	4.00	1.01
Reach 1	1957	T50	7.50	228.03	228.74	228.74	229.10	0.010414	2.65	2.83	4.00	1.01
Reach 1	1957	T100	8.90	228.03	228.83	228.83	229.23	0.010441	2.80	3.17	4.00	1.01
Reach 1	1957	T200	10.00	228.03	228.89	228.89	229.33	0.010492	2.92	3.43	4.00	1.01
Reach 1	1957	T500	11.20	228.03	228.96	228.96	229.43	0.010559	3.03	3.70	4.00	1.01
Reach 1	1894	T20	6.00	227.72	228.30	228.30	228.58	0.010106	2.36	2.54	4.50	1.01
Reach 1	1894	T50	7.50	227.72	228.39	228.39	228.72	0.010036	2.55	2.94	4.50	1.01
Reach 1	1894	T100	8.90	227.72	228.47	228.47	228.84	0.010017	2.70	3.30	4.50	1.01
Reach 1	1894	T200	10.00	227.72	228.53	228.53	228.93	0.010002	2.80	3.57	4.50	1.00
Reach 1	1894	T500	11.20	227.72	228.59	228.59	229.02	0.010031	2.91	3.85	4.50	1.01
Reach 1	1838	T20	6.00	227.43	228.04	227.96	228.24	0.002342	1.99	3.01	5.00	0.82
Reach 1	1838	T50	7.50	227.43	228.13	228.05	228.37	0.002343	2.15	3.48	5.00	0.82
Reach 1	1838	T100	8.90	227.43	228.22	228.12	228.48	0.002259	2.25	3.95	5.00	0.81
Reach 1	1838	T200	10.00	227.43	228.28	228.18	228.57	0.002286	2.35	4.25	5.00	0.82
Reach 1	1838	T500	11.20	227.43	228.35	228.24	228.66	0.002309	2.45	4.57	5.00	0.82
Reach 1	1837		Bridge									
Reach 1	1795	T20	6.00	226.45	227.45	226.99	227.53	0.001408	1.19	5.02	5.10	0.38
Reach 1	1795	T50	7.50	226.45	227.63	227.08	227.71	0.001361	1.27	5.91	5.10	0.38
Reach 1	1795	T100	8.90	226.45	227.78	227.15	227.87	0.001347	1.33	6.68	5.10	0.37
Reach 1	1795	T200	10.00	226.45	227.89	227.20	227.99	0.001347	1.38	7.24	5.10	0.37
Reach 1	1795	T500	11.20	226.45	228.05	227.26	228.14	0.001259	1.39	8.03	5.10	0.35
Reach 1	1654	T20	6.00	226.34	227.27	227.02	227.45	0.001614	1.90	3.15	3.40	0.63
Reach 1	1654	T50	7.50	226.34	227.42	227.13	227.63	0.001617	2.04	3.68	3.40	0.62
Reach 1	1654	T100	8.90	226.34	227.55	227.23	227.79	0.001657	2.16	4.13	3.40	0.62
Reach 1	1654	T200	10.00	226.34	227.65	227.30	227.91	0.001698	2.25	4.45	3.40	0.63
Reach 1	1654	T500	11.20	226.34	227.98	227.38	228.03	0.005796	1.02	11.01	30.20	0.54
Reach 1	1650		Inl Struct									
Reach 1	1474	T20	6.00	225.55	226.59	226.31	226.62	0.002550	0.72	8.32	19.90	0.36
Reach 1	1474	T50	7.50	225.55	226.75	226.36	226.77	0.001801	0.59	12.61	30.58	0.30
Reach 1	1474	T100	8.90	225.55	226.90	226.40	226.91	0.001020	0.51	17.49	34.84	0.23
Reach 1	1474	T200	10.00	225.55	227.01	226.43	227.02	0.000696	0.46	21.65	37.36	0.19
Reach 1	1474	T500	11.20	225.55	227.14	226.46	227.15	0.000482	0.42	26.59	39.92	0.16
Reach 1	1353	T20	6.00	225.54	226.54	226.11	226.57	0.000774	0.78	7.71	12.80	0.32
Reach 1	1353	T50	7.50	225.54	226.70	226.17	226.73	0.000631	0.75	10.04	14.93	0.29
Reach 1	1353	T100	8.90	225.54	226.86	226.23	226.88	0.000520	0.71	12.50	16.79	0.26
Reach 1	1353	T200	10.00	225.54	226.98	226.27	227.00	0.000445	0.69	14.58	17.83	0.24
Reach 1	1353	T500	11.20	225.54	227.11	226.31	227.13	0.000391	0.66	17.07	20.71	0.23
Reach 1	1340		Bridge									
Reach 1	1257	T20	17.60	220.09	221.64	221.57	222.01	0.007936	2.69	6.53	7.11	0.90
Reach 1	1257	T50	21.70	220.09	221.79	221.75	222.20	0.009539	2.84	7.63	8.34	0.95
Reach 1	1257	T100	25.90	220.09	221.88	221.88	222.36	0.010593	3.06	8.46	8.81	1.00
Reach 1	1257	T200	29.20	220.09	221.98	221.98	222.48	0.010851	3.12	9.36	9.40	1.00
Reach 1	1257	T500	32.60	220.09	222.07	222.07	222.59	0.011064	3.18	10.25	9.93	1.00
Reach 1	1118	T20	17.60	219.96	221.34	221.34	221.70	0.006789	2.68	6.57	8.93	1.00
Reach 1	1118	T50	21.70	219.96	221.46	221.46	221.86	0.006578	2.81	7.73	9.63	1.00
Reach 1	1118	T100	25.90	219.96	221.58	221.58	222.01	0.006171	2.90	8.93	10.31	1.00

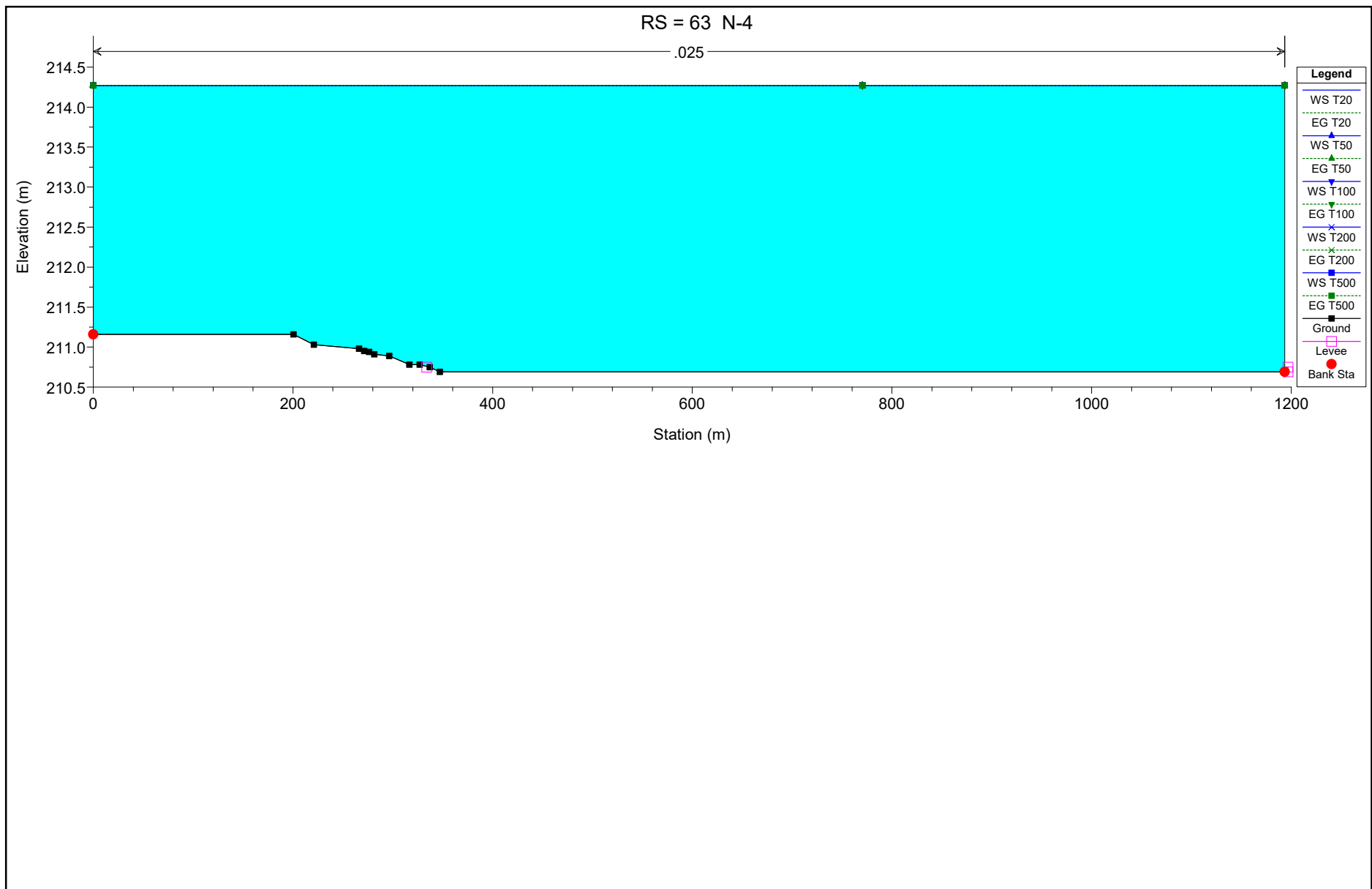
HEC-RAS Plan: H-PO River: H Reach: Reach 1 (Continued)

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	1118	T200	29.20	219.96	221.66	221.66	222.12	0.006053	2.98	9.79	10.79	1.00
Reach 1	1118	T500	32.60	219.96	221.75	221.75	222.22	0.005868	3.04	10.71	11.29	1.00
Reach 1	1063	T20	17.60	219.52	220.84	220.84	221.19	0.006191	2.62	6.73	9.54	1.00
Reach 1	1063	T50	21.70	219.52	220.96	220.96	221.35	0.006162	2.76	7.87	10.25	1.00
Reach 1	1063	T100	25.90	219.52	221.08	221.08	221.49	0.005997	2.85	9.09	10.91	1.00
Reach 1	1063	T200	29.20	219.52	221.15	221.15	221.59	0.005975	2.93	9.97	11.36	1.00
Reach 1	1063	T500	32.60	219.52	221.23	221.23	221.69	0.005956	3.00	10.86	11.81	1.00
Reach 1	52	T20	17.60	214.25	219.20	215.92	219.20	0.000033	0.36	48.92	23.17	0.08
Reach 1	52	T50	21.70	214.25	219.19	216.08	219.20	0.000051	0.44	48.86	23.14	0.10
Reach 1	52	T100	25.90	214.25	219.19	216.22	219.20	0.000073	0.53	48.79	23.10	0.12
Reach 1	52	T200	29.20	214.25	219.19	216.32	219.21	0.000093	0.60	48.73	23.06	0.13
Reach 1	52	T500	32.60	214.25	219.18	216.43	219.21	0.000117	0.67	48.65	23.02	0.15
Reach 1	6	T20	17.60	213.81	219.20	213.94	219.20	0.000000	0.01	2426.66	464.40	0.00
Reach 1	6	T50	21.70	213.81	219.20	213.98	219.20	0.000000	0.01	2426.66	464.40	0.00
Reach 1	6	T100	25.90	213.81	219.20	214.02	219.20	0.000000	0.01	2426.66	464.40	0.00
Reach 1	6	T200	29.20	213.81	219.20	213.99	219.20	0.000000	0.01	2426.66	464.40	0.00
Reach 1	6	T500	32.60	213.81	219.20	214.00	219.20	0.000000	0.01	2426.66	464.40	0.00

Bacino N – Rio Valpiana



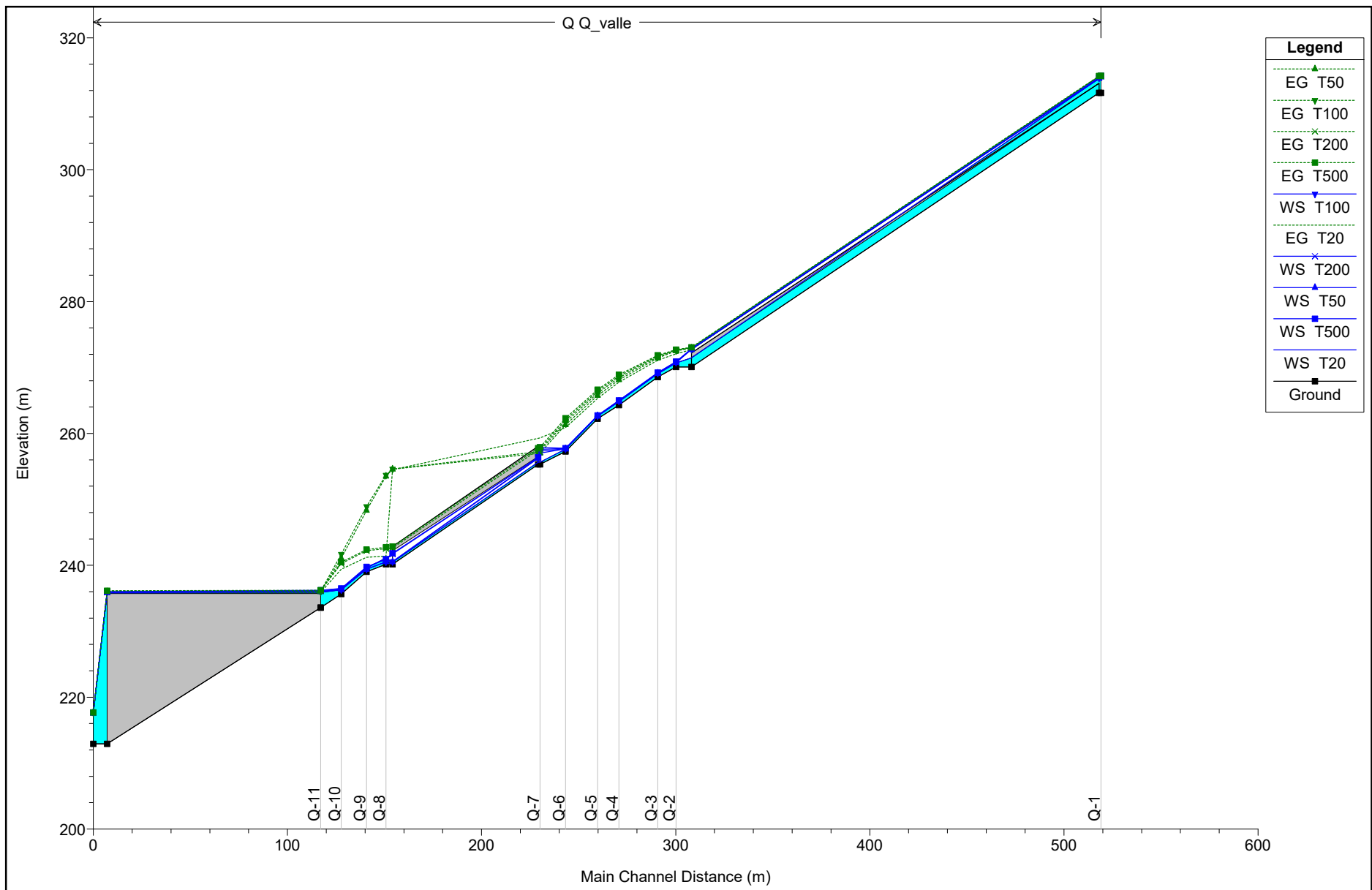


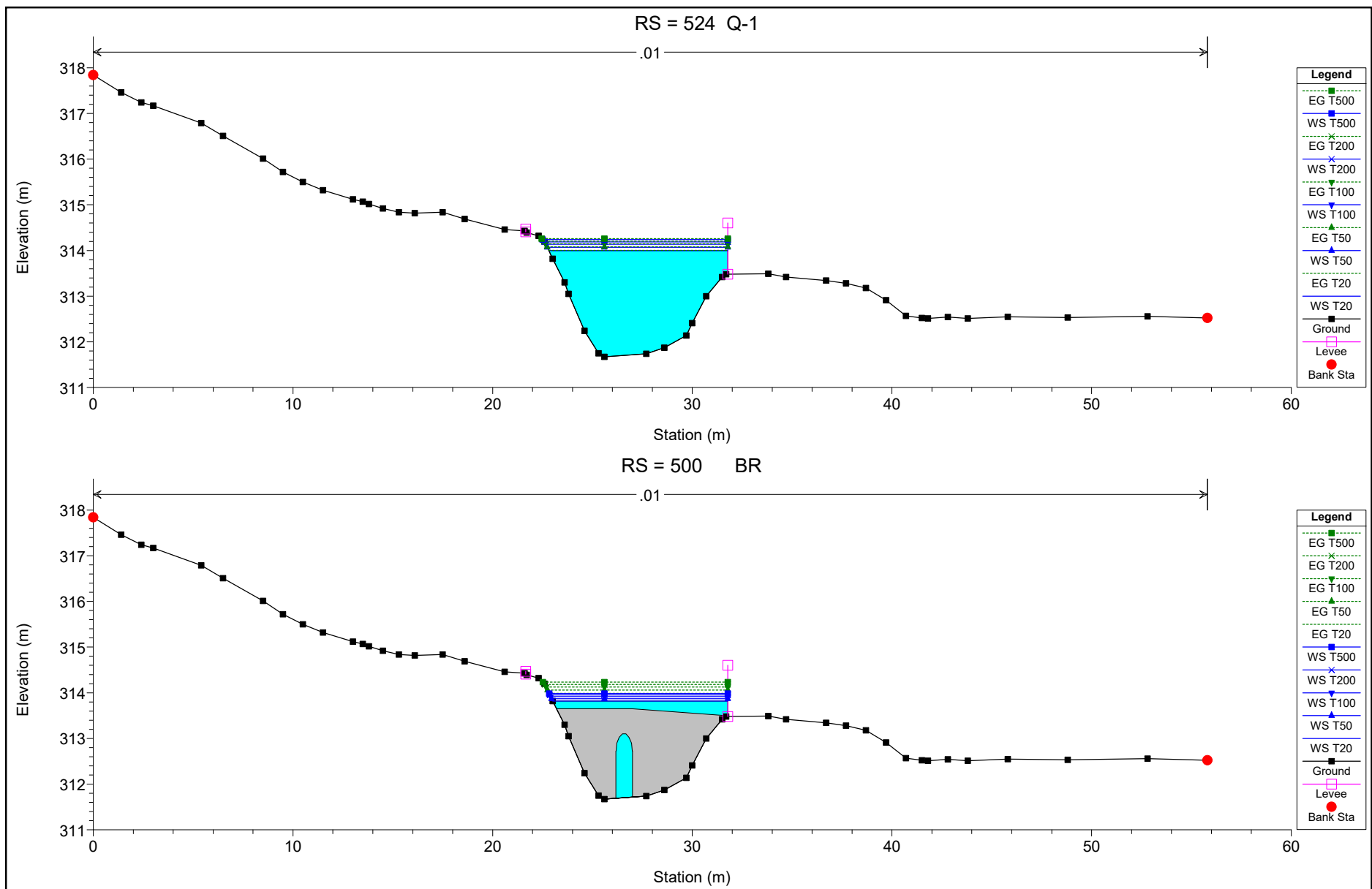


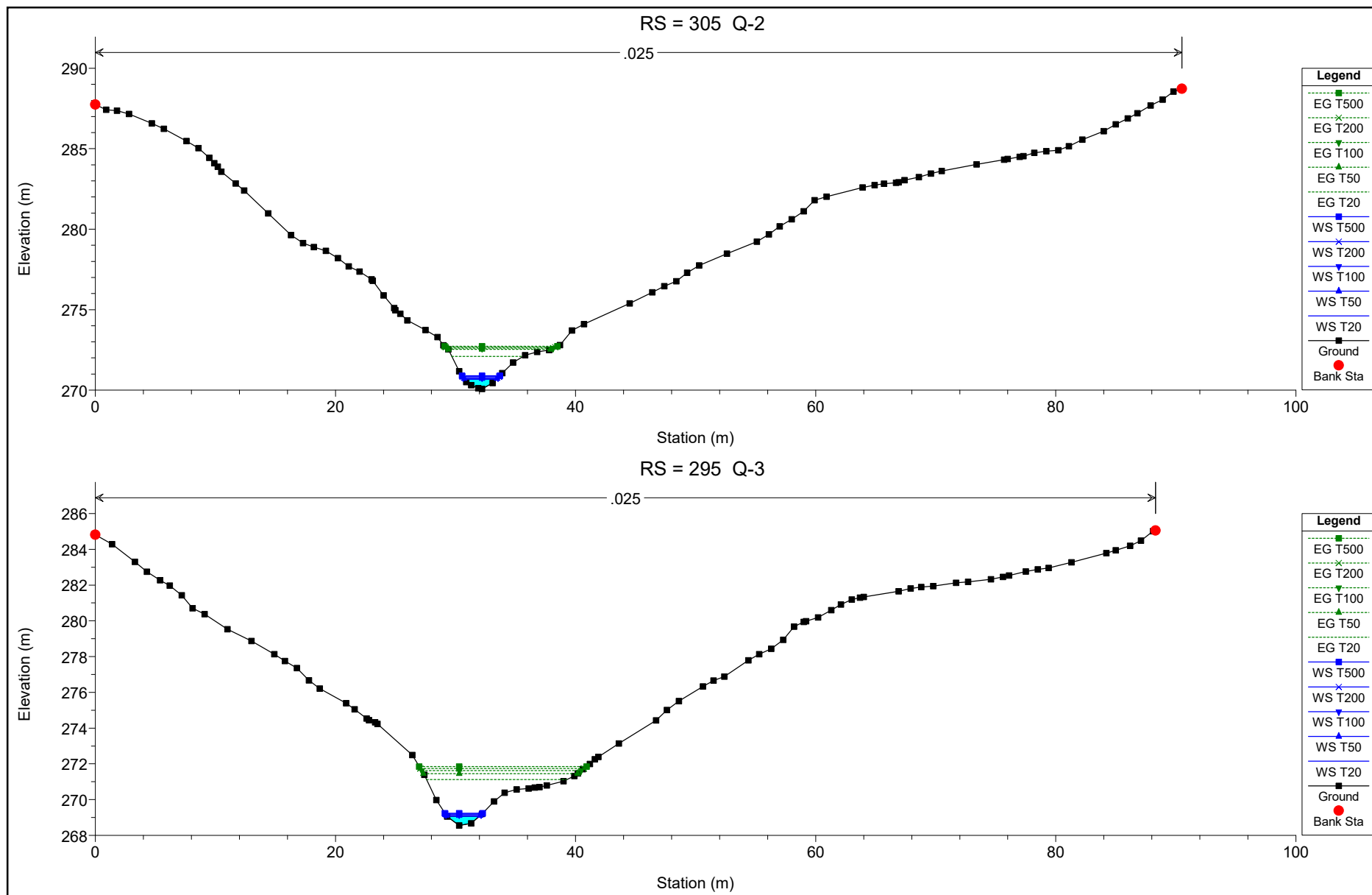
HEC-RAS Plan: N_PO_New River: N Reach: Reach 1

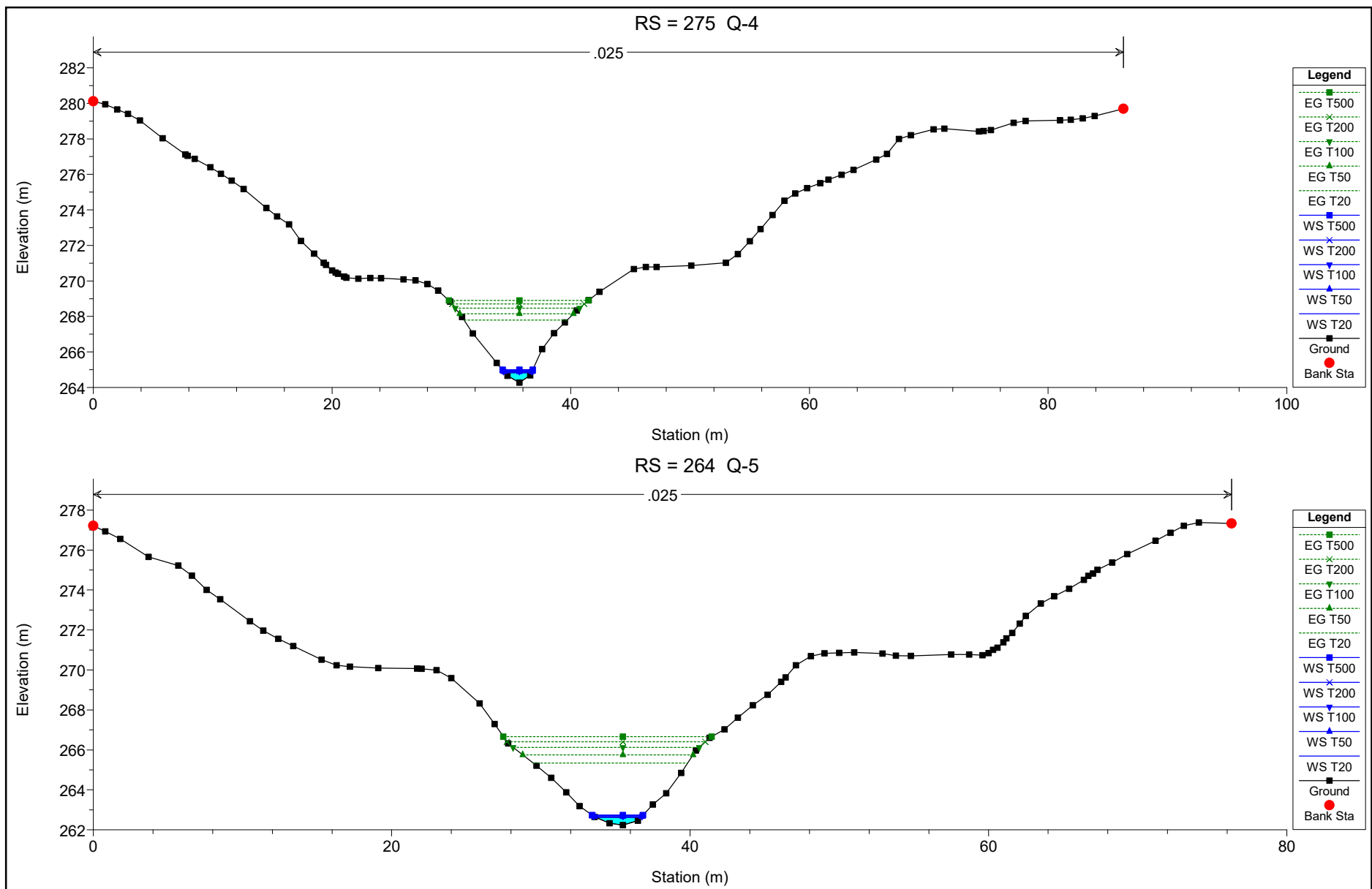
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	3092	T20	6.86	268.48	268.83	269.03	269.55	0.070087	3.74	1.83	8.68	2.60
Reach 1	3092	T50	8.46	268.48	268.87	269.09	269.69	0.070073	4.02	2.10	8.94	2.65
Reach 1	3092	T100	10.05	268.48	268.89	269.14	269.82	0.070080	4.26	2.36	9.19	2.69
Reach 1	3092	T200	11.33	268.48	268.92	269.18	269.92	0.070078	4.43	2.56	9.37	2.71
Reach 1	3092	T500	12.60	268.48	268.93	269.22	270.01	0.070073	4.59	2.74	9.54	2.73
Reach 1	2650	T20	6.86	255.33	256.18	257.03	259.66	0.072716	8.26	0.83	1.00	2.90
Reach 1	2650	T50	8.46	255.33	256.35	257.29	259.99	0.069723	8.46	1.00	1.00	2.70
Reach 1	2650	T100	10.05	255.33	256.52	257.52	260.28	0.067379	8.59	1.17	1.00	2.54
Reach 1	2650	T200	11.33	255.33	256.65	258.65	260.49	0.065816	8.67	1.31	1.00	2.42
Reach 1	2650	T500	12.60	255.33	256.79	258.55	260.68	0.064447	8.74	1.44	1.00	2.32
Reach 1	2649		Inl Struct									
Reach 1	254	T20	6.86	211.72	214.00	213.31	214.39	0.035747	2.75	2.50	1.10	0.58
Reach 1	254	T50	8.46	211.72	213.76	213.55	214.49	0.070283	3.79	2.23	1.10	0.85
Reach 1	254	T100	10.05	211.72	213.77	213.77	214.79	0.097952	4.48	2.24	1.10	1.00
Reach 1	254	T200	11.33	211.72	213.94	213.94	215.05	0.103795	4.66	2.43	1.10	1.00
Reach 1	254	T500	12.60	211.72	214.10	214.10	215.29	0.109124	4.82	2.61	1.10	1.00
Reach 1	63	T20	6.86	210.69	214.27	210.71	214.27	0.000000	0.00	4144.34	1193.53	0.00
Reach 1	63	T50	8.46	210.69	214.27	210.71	214.27	0.000000	0.00	4144.34	1193.53	0.00
Reach 1	63	T100	10.05	210.69	214.27	210.71	214.27	0.000000	0.00	4144.34	1193.53	0.00
Reach 1	63	T200	11.33	210.69	214.27	210.72	214.27	0.000000	0.00	4144.34	1193.53	0.00
Reach 1	63	T500	12.60	210.69	214.27	210.72	214.27	0.000000	0.00	4144.34	1193.53	0.00

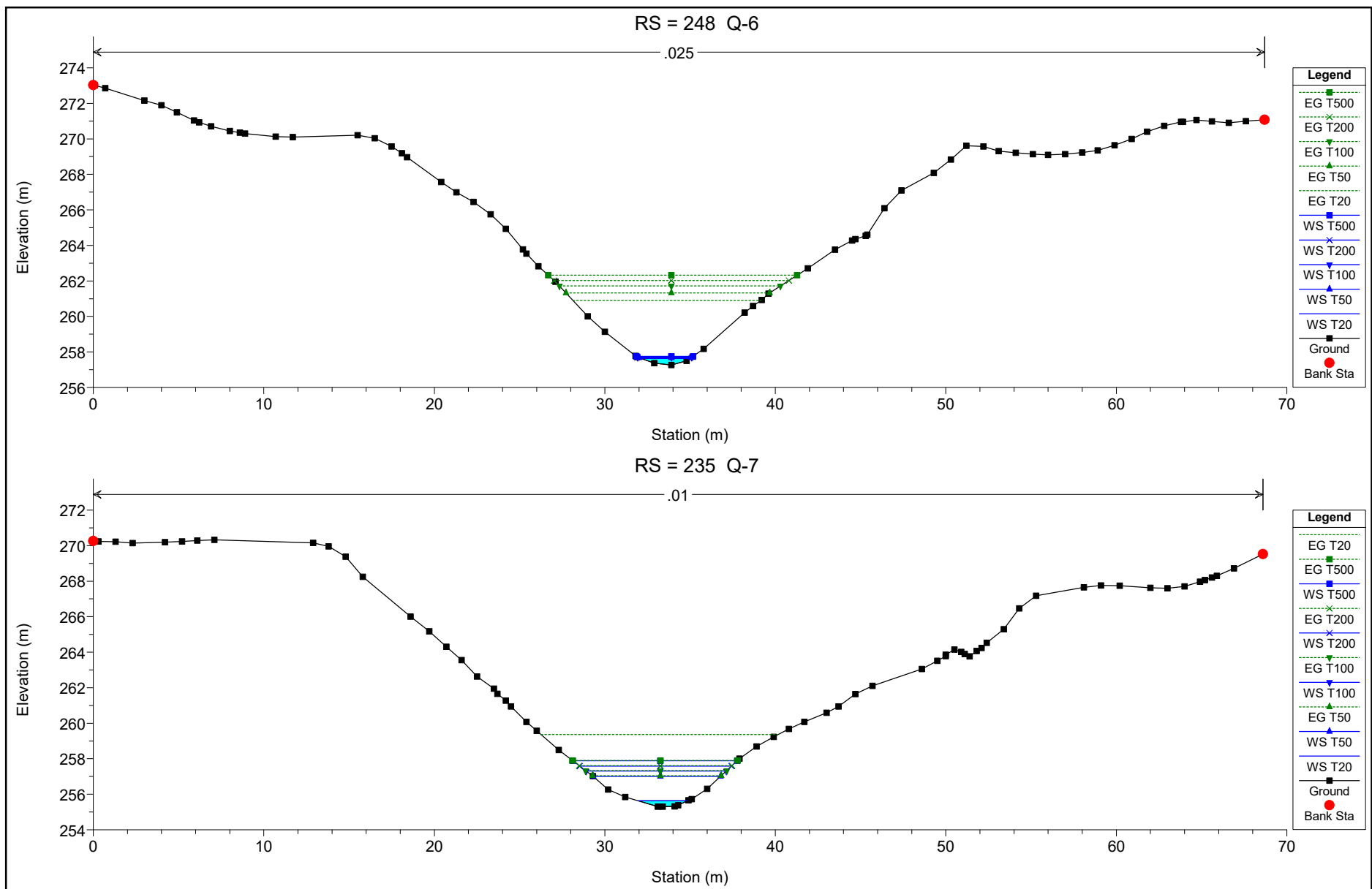
Bacino Q – Rio San Severino

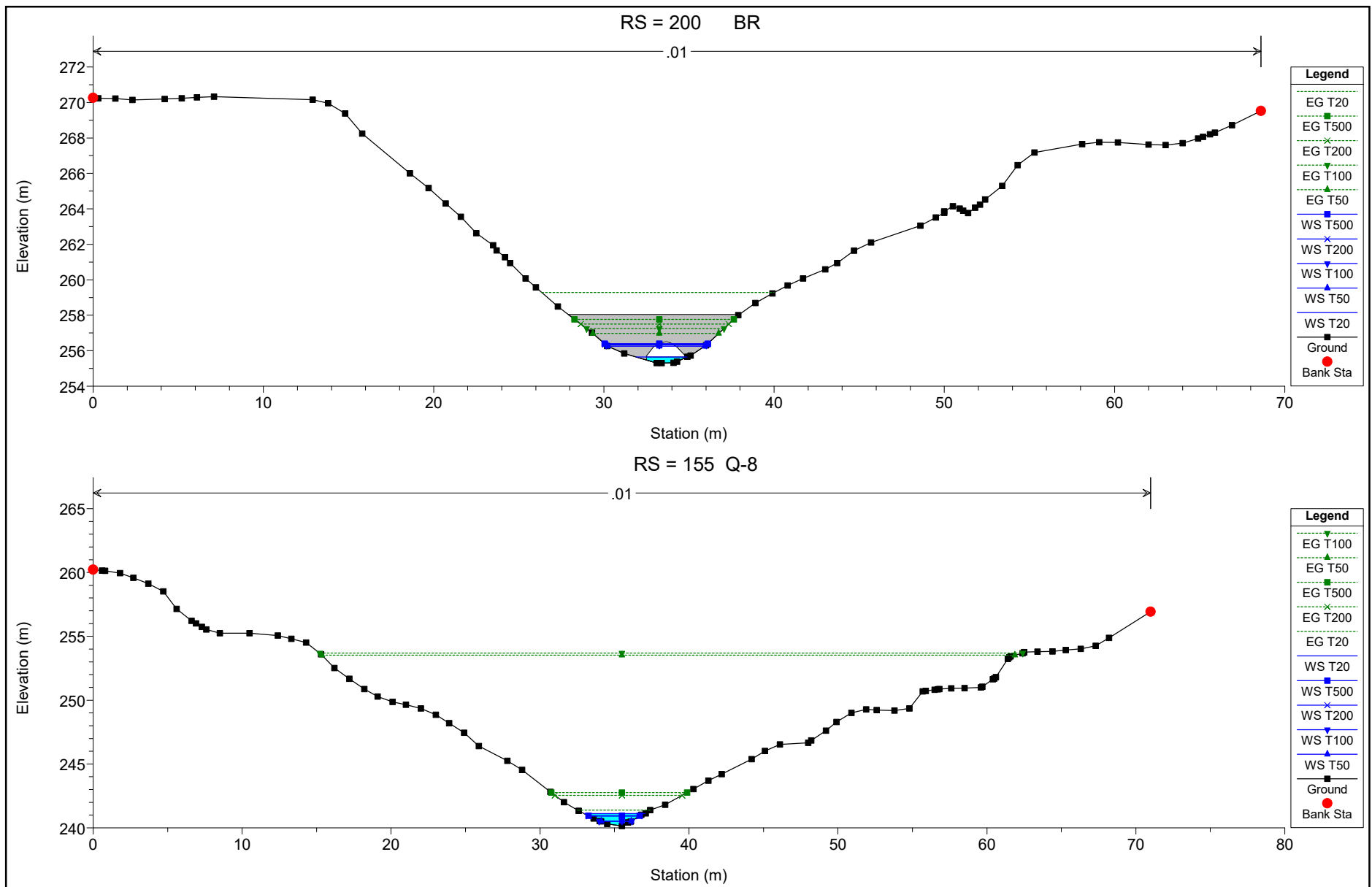


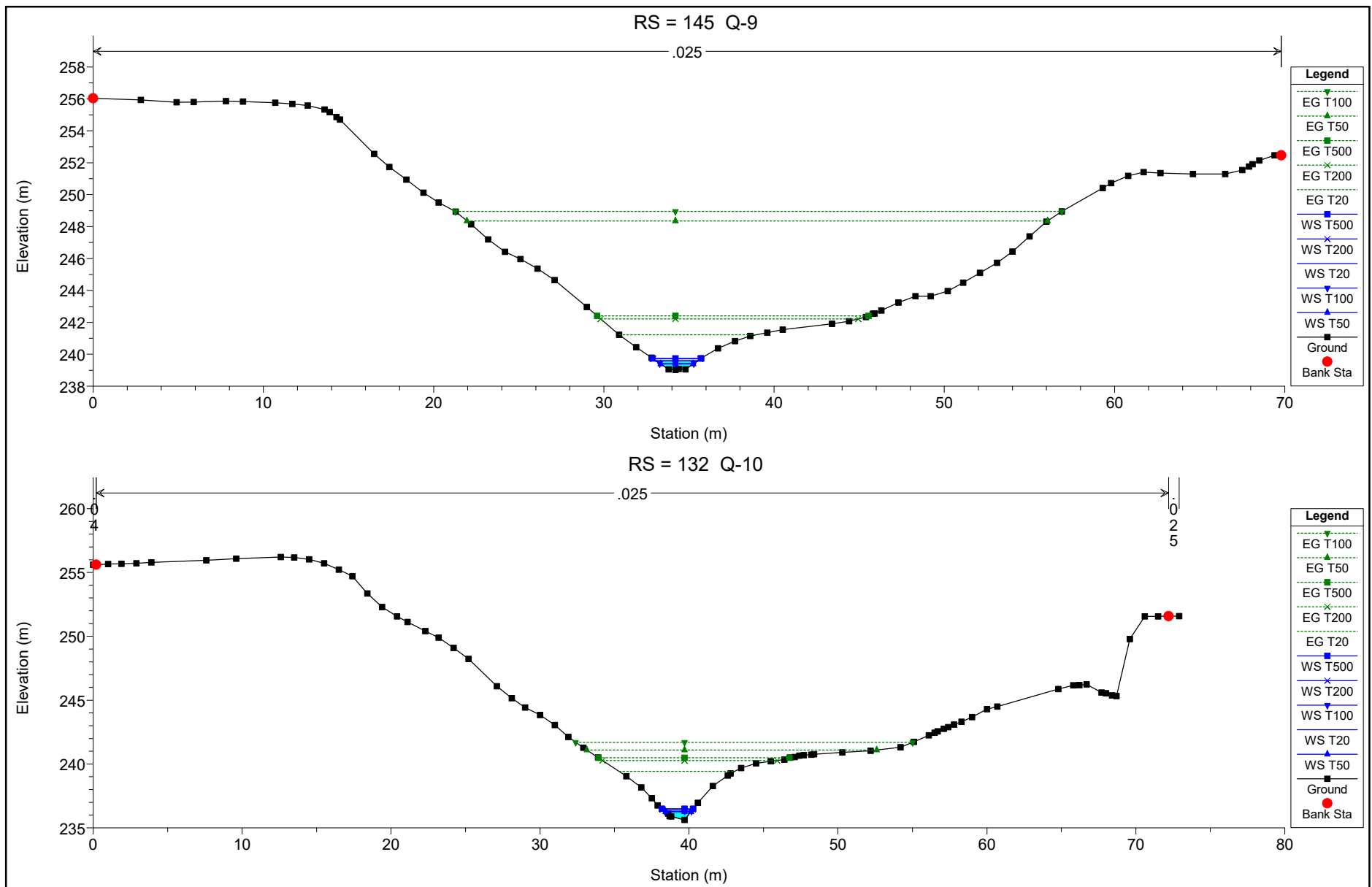








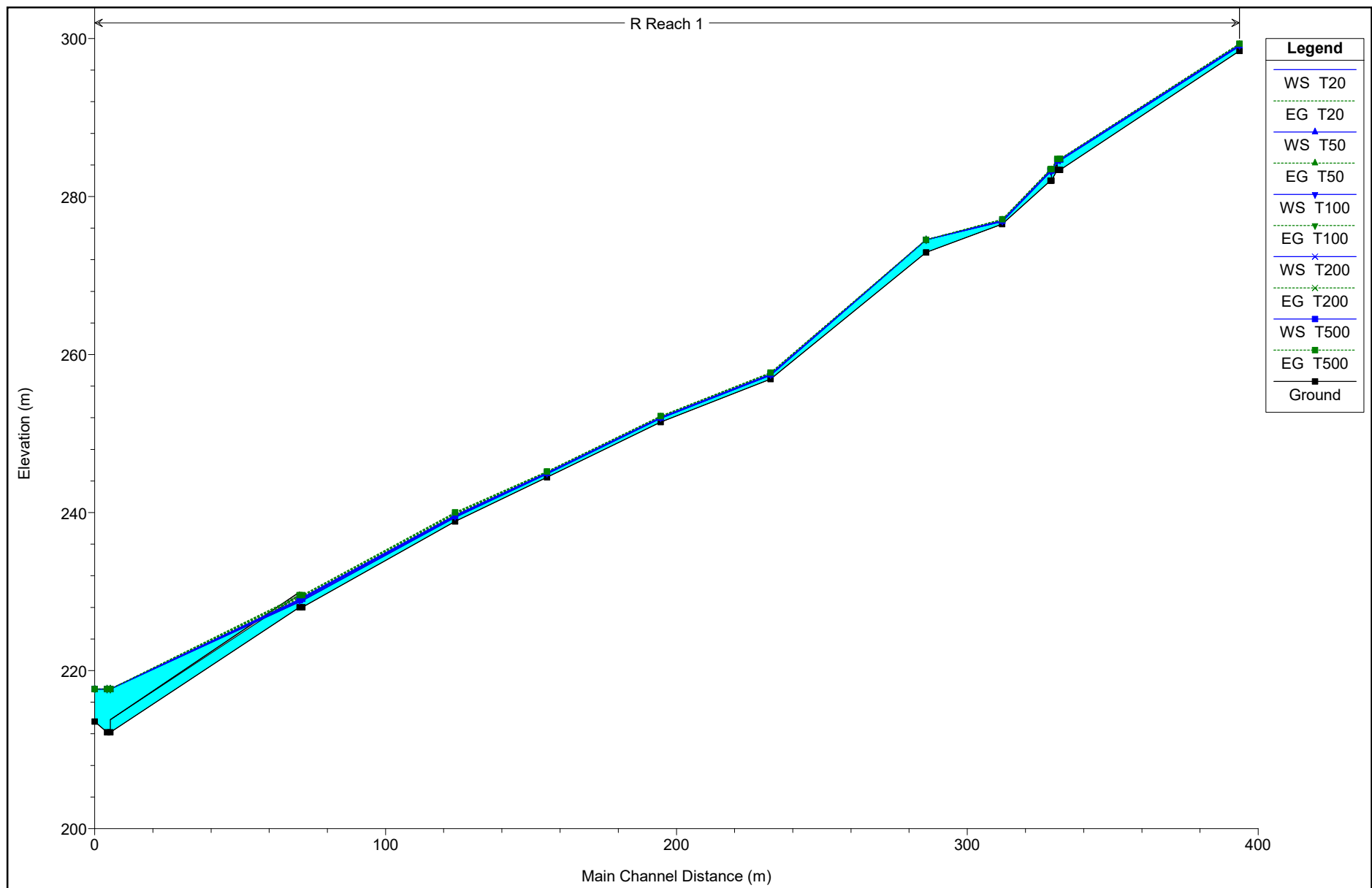


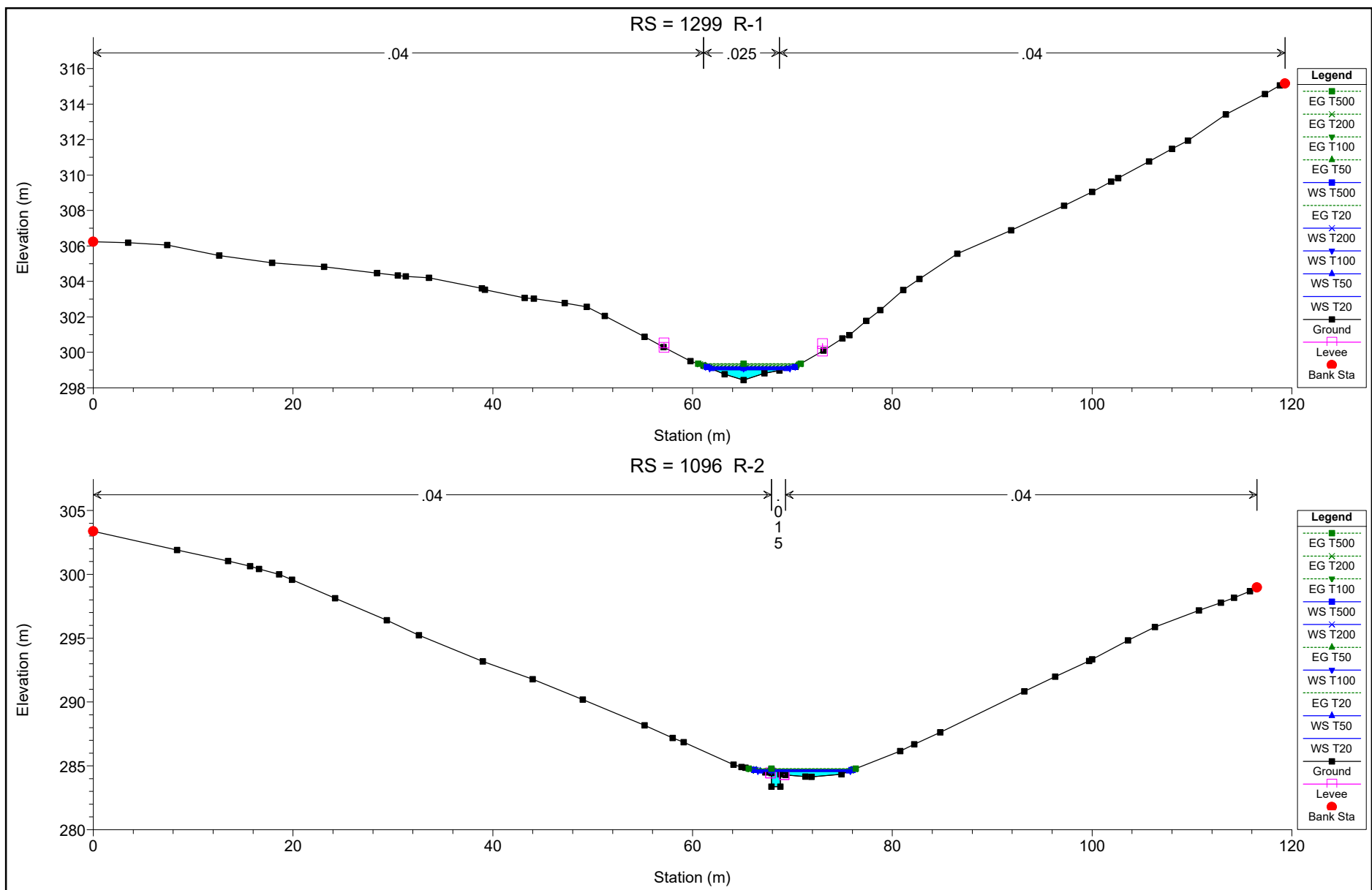


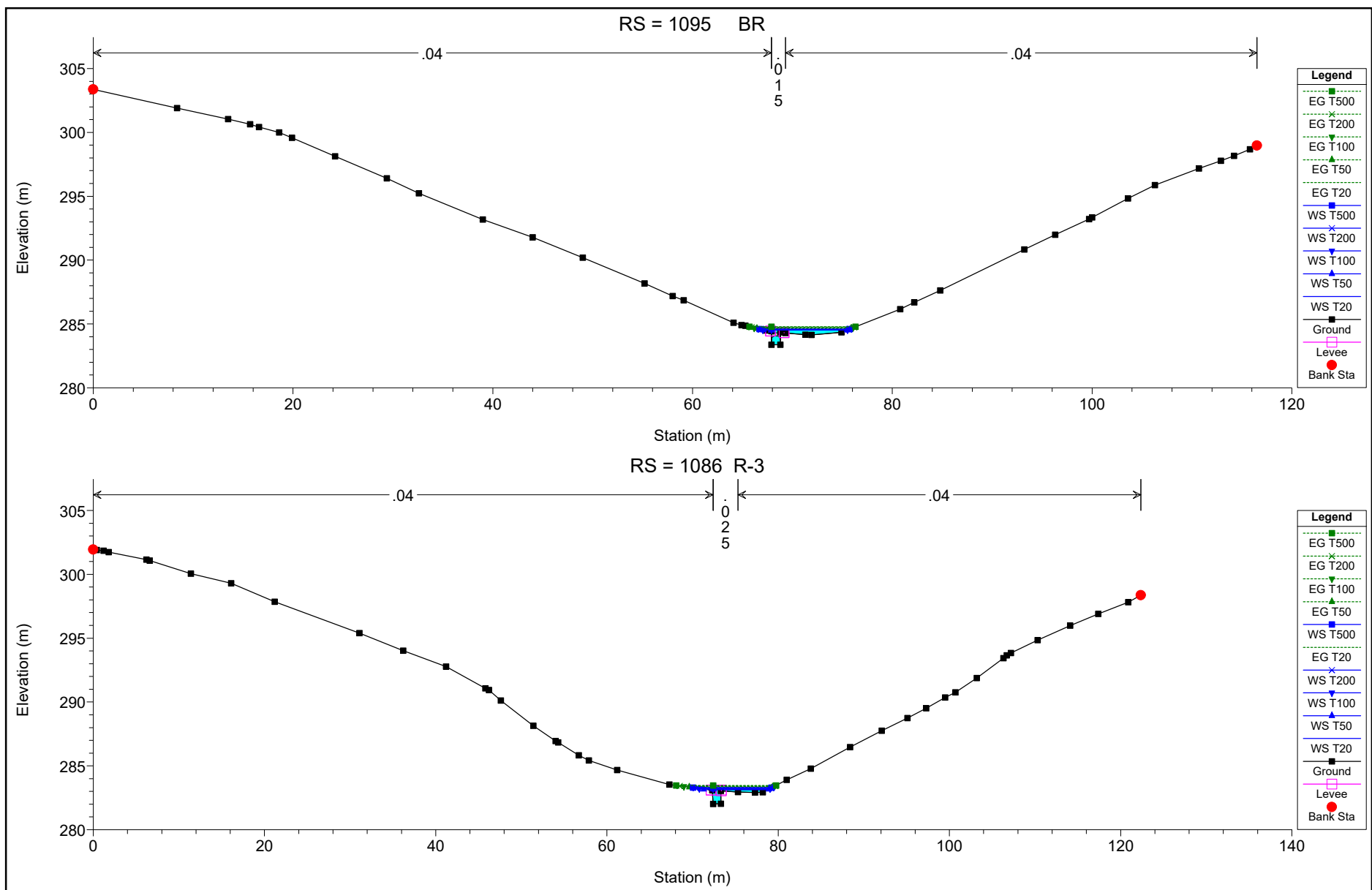
HEC-RAS Plan: Q-PO River: Q Reach: Q valle

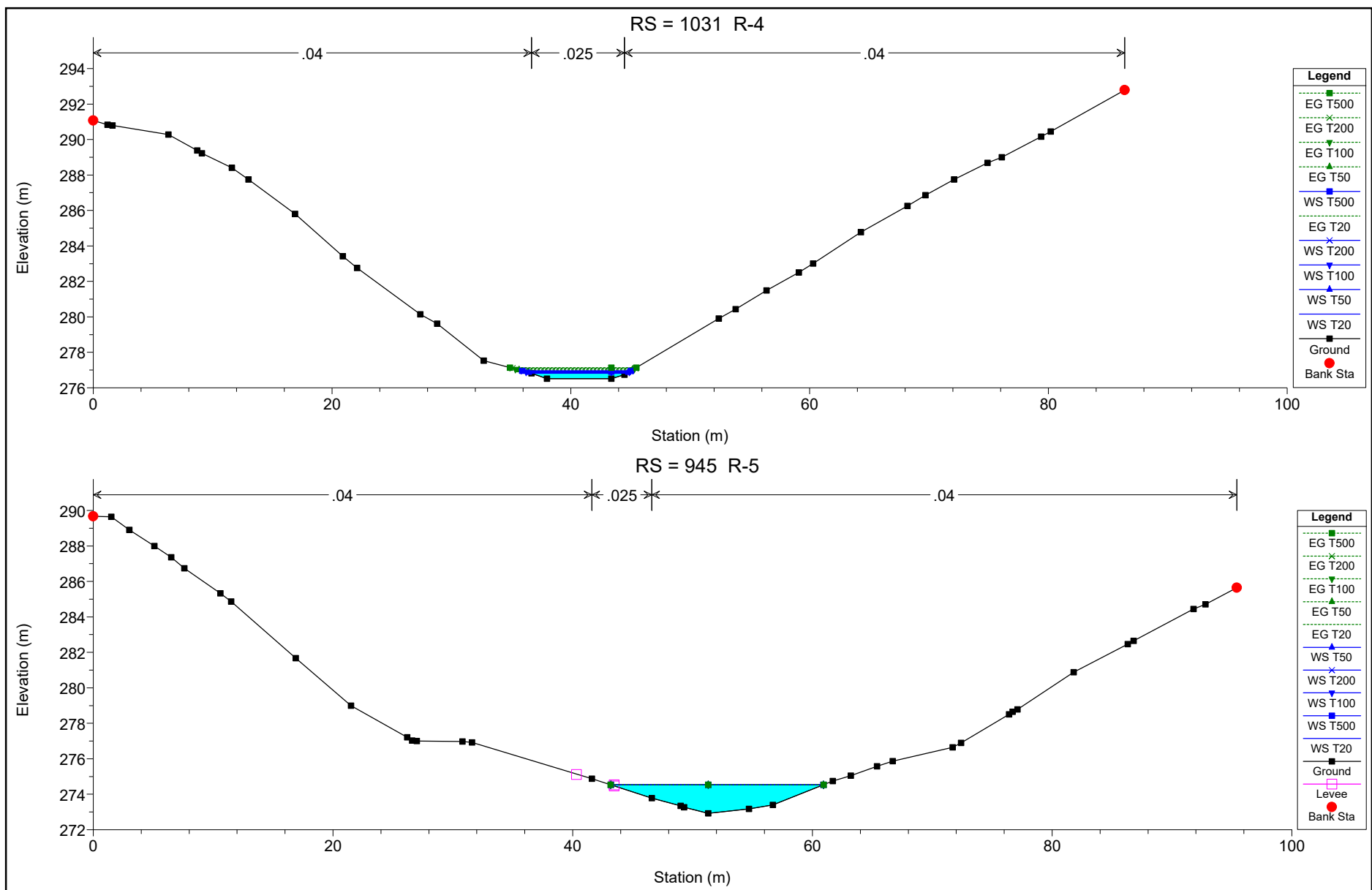
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Q valle	524	T20	5.30	311.67	314.00	312.31	314.00	0.000008	0.36	14.79	8.97	0.09
Q valle	524	T50	6.50	311.67	314.07	312.38	314.08	0.000011	0.42	15.44	9.04	0.10
Q valle	524	T100	7.70	311.67	314.14	312.45	314.15	0.000014	0.48	16.05	9.11	0.12
Q valle	524	T200	8.70	311.67	314.19	312.50	314.20	0.000017	0.53	16.53	9.17	0.13
Q valle	524	T500	9.70	311.67	314.24	312.55	314.26	0.000019	0.57	17.01	9.28	0.13
Q valle	500	500 Bridge	Bridge									
Q valle	305	T20	5.30	270.07	270.68	271.05	272.10	0.074459	5.28	1.00	2.68	2.75
Q valle	305	T50	6.50	270.07	270.71	271.15	272.53	0.089155	5.97	1.09	2.75	3.03
Q valle	305	T100	7.70	270.07	270.78	271.24	272.61	0.078211	5.98	1.29	2.90	2.87
Q valle	305	T200	8.70	270.07	270.84	271.32	272.67	0.071436	5.99	1.45	3.02	2.76
Q valle	305	T500	9.70	270.07	270.89	271.38	272.73	0.065844	6.00	1.62	3.14	2.67
Q valle	295	T20	5.30	268.56	269.06	269.49	271.12	0.133016	6.35	0.83	2.67	3.63
Q valle	295	T50	6.50	268.56	269.11	269.59	271.45	0.135111	6.78	0.96	2.79	3.70
Q valle	295	T100	7.70	268.56	269.16	269.67	271.62	0.125906	6.95	1.11	2.93	3.61
Q valle	295	T200	8.70	268.56	269.20	269.74	271.74	0.119377	7.06	1.23	3.05	3.54
Q valle	295	T500	9.70	268.56	269.24	269.80	271.85	0.113299	7.15	1.36	3.14	3.48
Q valle	275	T20	5.30	264.28	264.83	265.34	267.80	0.200614	7.63	0.69	2.21	4.34
Q valle	275	T50	6.50	264.28	264.88	265.45	268.15	0.193762	8.01	0.81	2.30	4.31
Q valle	275	T100	7.70	264.28	264.93	265.55	268.47	0.188216	8.33	0.92	2.40	4.29
Q valle	275	T200	8.70	264.28	264.97	265.63	268.70	0.183684	8.56	1.02	2.47	4.26
Q valle	275	T500	9.70	264.28	265.00	265.70	268.91	0.179495	8.75	1.11	2.54	4.23
Q valle	264	T20	5.30	262.24	262.62	263.05	265.34	0.234838	7.30	0.73	3.01	4.75
Q valle	264	T50	6.50	262.24	262.66	263.14	265.75	0.237370	7.78	0.84	3.16	4.83
Q valle	264	T100	7.70	262.24	262.69	263.21	266.12	0.236724	8.20	0.94	3.26	4.88
Q valle	264	T200	8.70	262.24	262.72	263.28	266.41	0.235537	8.51	1.02	3.34	4.91
Q valle	264	T500	9.70	262.24	262.74	263.33	266.66	0.233467	8.77	1.11	3.42	4.92
Q valle	248	T20	5.30	257.26	257.63	258.08	260.91	0.300815	8.01	0.66	2.87	5.33
Q valle	248	T50	6.50	257.26	257.67	258.17	261.32	0.296940	8.47	0.77	3.03	5.37
Q valle	248	T100	7.70	257.26	257.70	258.25	261.71	0.295408	8.87	0.87	3.18	5.42
Q valle	248	T200	8.70	257.26	257.73	258.31	262.03	0.292818	9.18	0.95	3.26	5.44
Q valle	248	T500	9.70	257.26	257.75	258.37	262.32	0.289595	9.47	1.02	3.33	5.45
Q valle	235	T20	5.30	255.31	255.63	256.08	259.36	0.059263	8.55	0.62	2.87	5.87
Q valle	235	T50	6.50	255.31	257.01	256.15	257.04	0.000061	0.78	8.36	7.48	0.23
Q valle	235	T100	7.70	255.31	257.31	256.23	257.34	0.000043	0.72	10.73	8.22	0.20
Q valle	235	T200	8.70	255.31	257.59	256.29	257.61	0.000032	0.66	13.10	8.91	0.17
Q valle	235	T500	9.70	255.31	257.89	256.34	257.91	0.000024	0.61	15.87	9.65	0.15
Q valle	200	200 Bridge	Bridge									
Q valle	155	T20	5.30	240.15	241.11	241.11	241.39	0.001418	2.35	2.26	4.08	1.01
Q valle	155	T50	6.50	240.15	240.50	241.21	253.52	0.237539	15.98	0.41	2.01	11.33
Q valle	155	T100	7.70	240.15	240.54	241.29	253.68	0.215719	16.06	0.48	2.18	10.94
Q valle	155	T200	8.70	240.15	240.92	241.35	242.55	0.010576	5.66	1.54	3.36	2.67
Q valle	155	T500	9.70	240.15	240.94	241.42	242.76	0.011251	5.96	1.63	3.44	2.77
Q valle	145	T20	5.30	239.03	239.60	240.01	241.22	0.086055	5.64	0.94	2.45	2.91
Q valle	145	T50	6.50	239.03	239.39	240.11	248.35	0.782798	13.26	0.49	1.90	8.34
Q valle	145	T100	7.70	239.03	239.43	240.20	248.95	0.744803	13.67	0.56	2.00	8.23
Q valle	145	T200	8.70	239.03	239.71	240.27	242.22	0.108919	7.01	1.24	2.76	3.34
Q valle	145	T500	9.70	239.03	239.75	240.33	242.41	0.109733	7.23	1.34	2.86	3.37
Q valle	132	T20	5.30	235.63	236.27	236.85	239.43	0.196189	7.87	0.67	1.72	4.01
Q valle	132	T50	6.50	235.63	236.27	236.98	241.10	0.301510	9.73	0.67	1.71	4.97
Q valle	132	T100	7.70	235.63	236.32	237.09	241.70	0.310284	10.28	0.75	1.79	5.08
Q valle	132	T200	8.70	235.63	236.45	237.17	240.28	0.179975	8.67	1.00	2.03	3.94
Q valle	132	T500	9.70	235.63	236.49	237.24	240.48	0.176367	8.85	1.10	2.11	3.92
Q valle	122	T20	5.30	233.60	235.90	234.10	235.91	0.000004	0.27	19.76	10.60	0.06
Q valle	122	T50	6.50	233.60	236.00	234.16	236.00	0.000005	0.31	20.77	10.69	0.07
Q valle	122	T100	7.70	233.60	236.08	234.20	236.09	0.000006	0.36	21.67	10.78	0.08
Q valle	122	T200	8.70	233.60	236.14	234.24	236.15	0.000008	0.39	22.33	10.84	0.09
Q valle	122	T500	9.70	233.60	236.20	234.28	236.21	0.000009	0.42	22.98	10.90	0.09
Q valle	69	69 Bridge	Int Struct									
Q valle	5	T20	5.30	212.94	217.67	213.24	217.67	0.000000	0.01	468.64	105.00	0.00
Q valle	5	T50	6.50	212.94	217.67	213.25	217.67	0.000000	0.01	468.64	105.00	0.00
Q valle	5	T100	7.70	212.94	217.67	213.26	217.67	0.000000	0.02	468.64	105.00	0.00
Q valle	5	T200	8.70	212.94	217.67	213.28	217.67	0.000000	0.02	468.64	105.00	0.00
Q valle	5	T500	9.70	212.94	217.67	213.29	217.67	0.000000	0.02	468.64	105.00	0.00

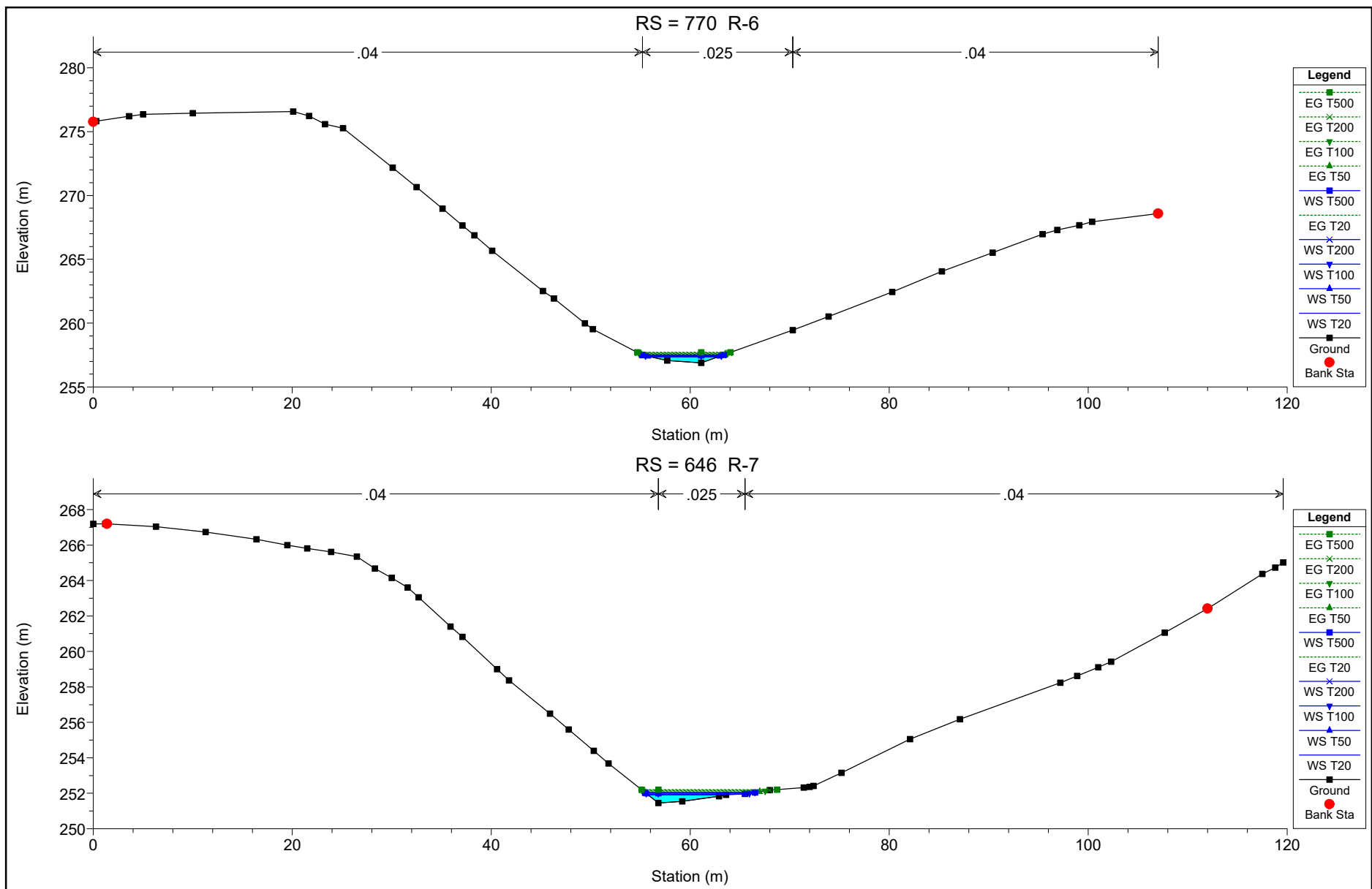
Bacino R – Rio Isabella

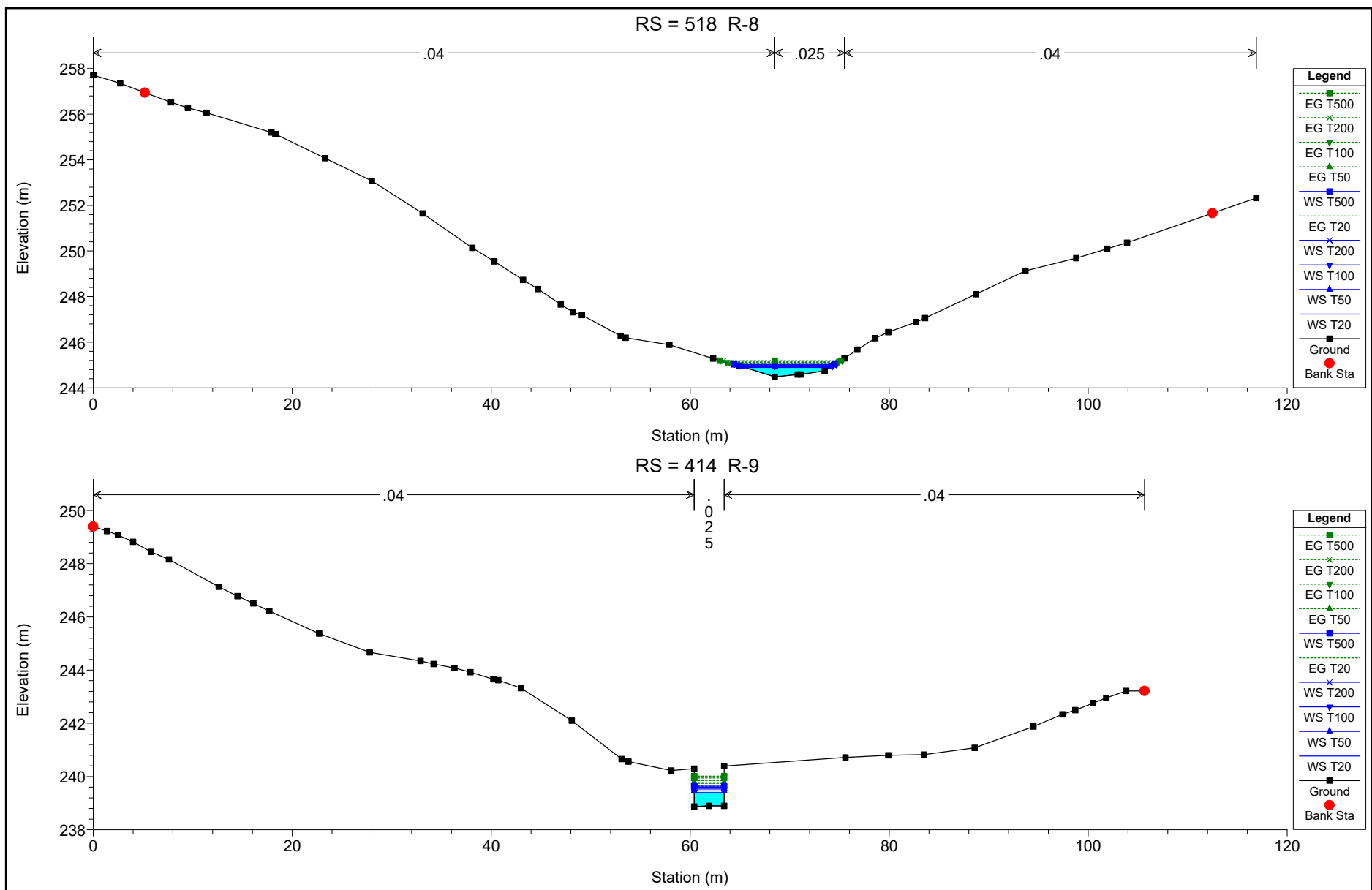


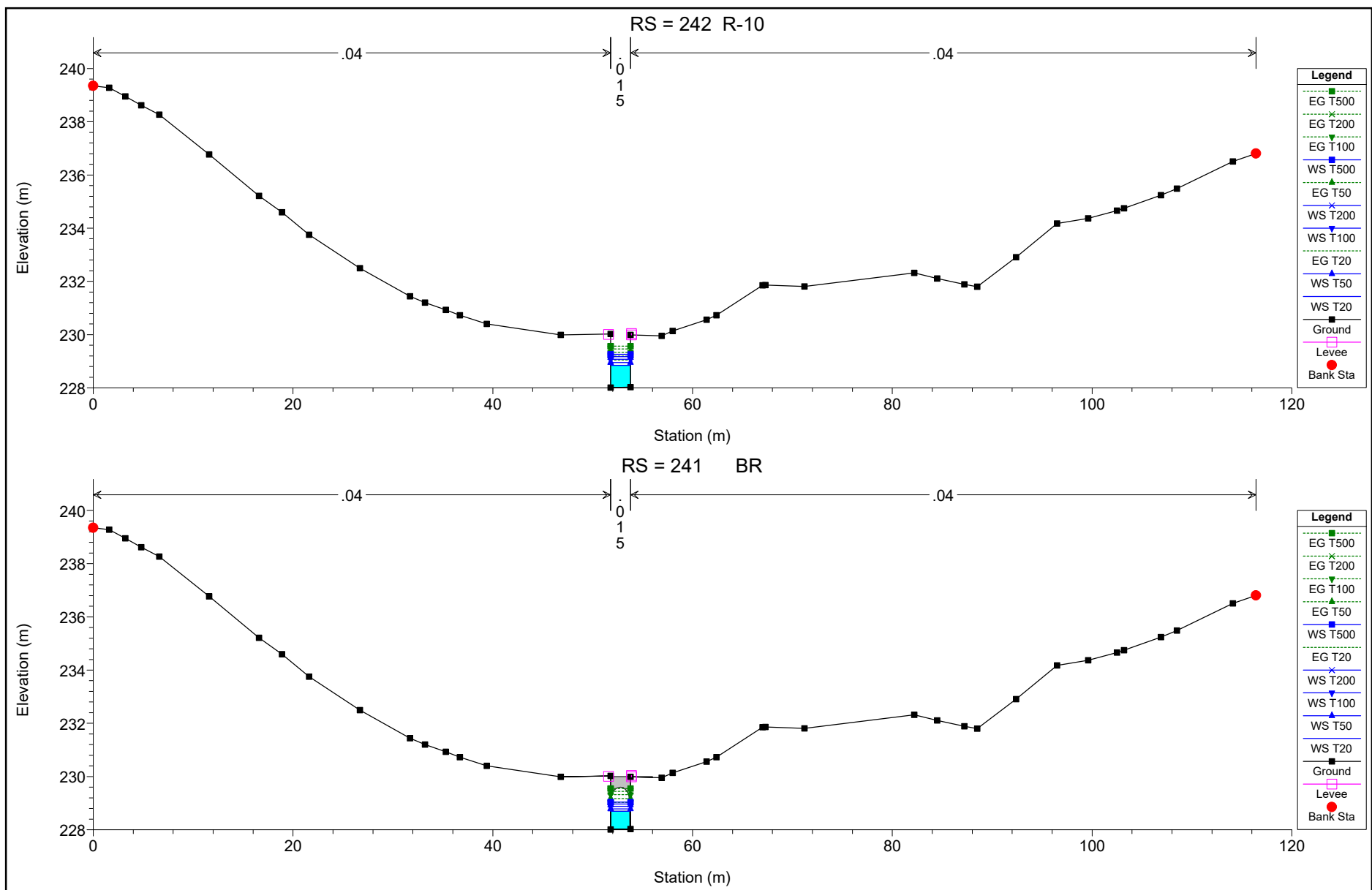


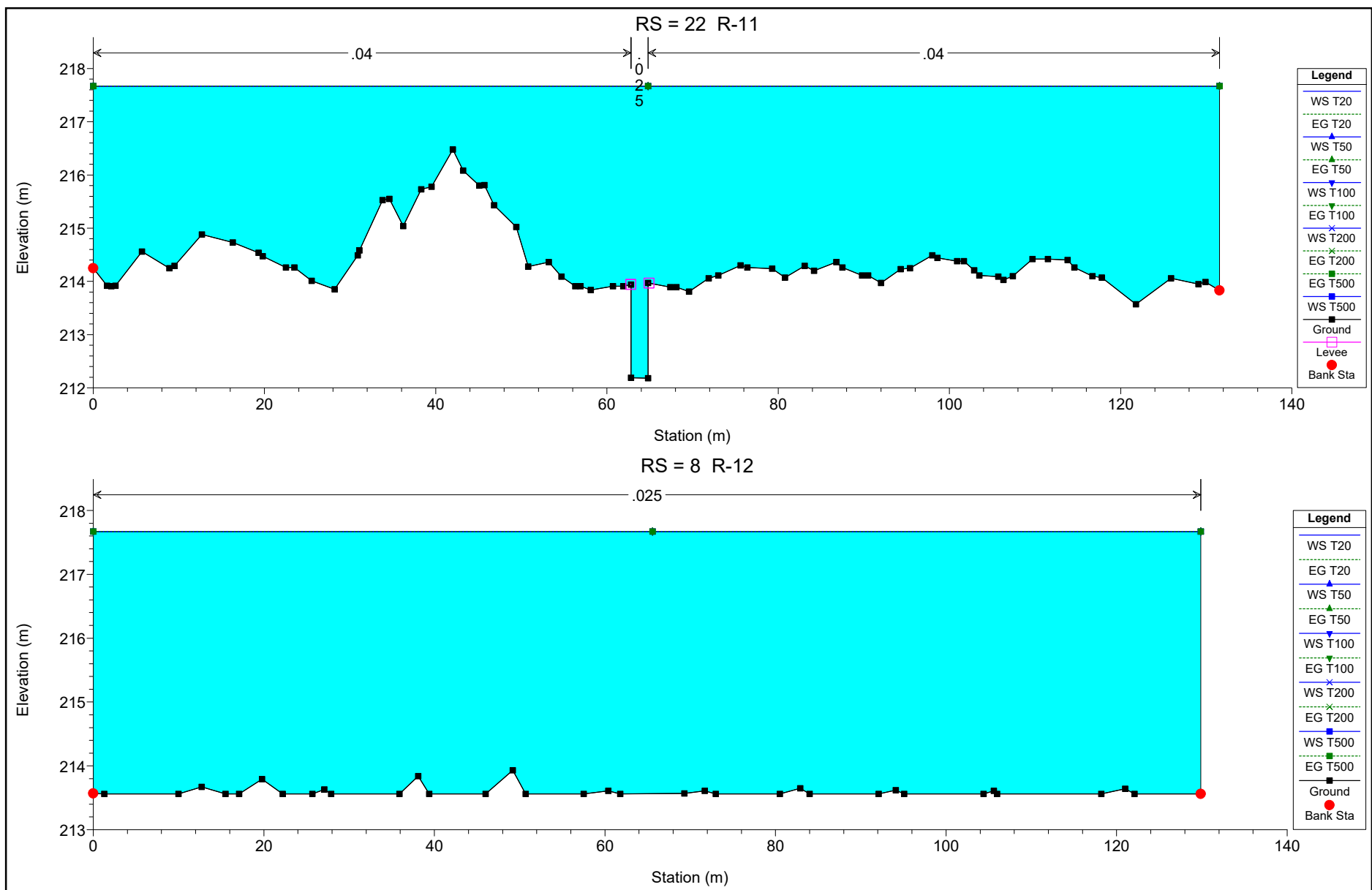












HEC-RAS Plan: R-PO River: R Reach: Reach 1

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	1299	T20	3.30	298.44	299.02	299.02	299.17	0.010433	1.68	1.97	6.97	1.01
Reach 1	1299	T50	4.00	298.44	299.06	299.06	299.22	0.010793	1.76	2.28	7.47	1.02
Reach 1	1299	T100	4.80	298.44	299.11	299.11	299.28	0.010709	1.80	2.66	8.03	1.00
Reach 1	1299	T200	5.50	298.44	299.15	299.15	299.33	0.010847	1.86	2.96	8.45	1.00
Reach 1	1299	T500	6.10	298.44	299.18	299.18	299.36	0.010802	1.89	3.23	8.81	1.00
Reach 1	1096	T20	3.30	283.37	284.56	284.41	284.61	0.006194	1.05	3.16	8.65	0.55
Reach 1	1096	T50	4.00	283.37	284.58	284.45	284.65	0.007533	1.18	3.38	8.88	0.61
Reach 1	1096	T100	4.80	283.37	284.63	284.50	284.71	0.008005	1.27	3.77	9.26	0.64
Reach 1	1096	T200	5.50	283.37	284.67	284.54	284.76	0.008110	1.33	4.14	9.61	0.65
Reach 1	1096	T500	6.10	283.37	284.69	284.56	284.79	0.008276	1.38	4.43	9.87	0.66
Reach 1	1095		Bridge									
Reach 1	1086	T20	3.30	282.01	283.13	283.13	283.27	0.024543	1.67	1.98	6.95	1.00
Reach 1	1086	T50	4.00	282.01	283.18	283.18	283.33	0.023991	1.73	2.31	7.60	1.00
Reach 1	1086	T100	4.80	282.01	283.23	283.23	283.39	0.023429	1.79	2.69	8.26	1.00
Reach 1	1086	T200	5.50	282.01	283.26	283.26	283.43	0.022884	1.83	3.01	8.79	1.00
Reach 1	1086	T500	6.10	282.01	283.29	283.29	283.47	0.022566	1.86	3.28	9.20	1.00
Reach 1	1031	T20	3.30	276.51	276.82	276.82	276.95	0.010108	1.59	2.07	8.01	1.00
Reach 1	1031	T50	4.00	276.51	276.86	276.86	277.00	0.010372	1.68	2.38	8.31	1.01
Reach 1	1031	T100	4.80	276.51	276.90	276.90	277.06	0.010562	1.77	2.71	8.64	1.01
Reach 1	1031	T200	5.50	276.51	276.93	276.93	277.10	0.010576	1.82	3.01	8.91	1.00
Reach 1	1031	T500	6.10	276.51	276.96	276.96	277.14	0.010767	1.88	3.24	9.12	1.01
Reach 1	945	T20	3.30	272.92	274.53	274.53	274.53	0.000069	0.20	16.73	17.73	0.06
Reach 1	945	T50	4.00	272.92	274.53	274.53	274.53	0.000102	0.24	16.73	17.73	0.08
Reach 1	945	T100	4.80	272.92	274.53	274.53	274.53	0.000147	0.29	16.73	17.73	0.09
Reach 1	945	T200	5.50	272.92	274.53	274.53	274.54	0.000192	0.33	16.73	17.73	0.11
Reach 1	945	T500	6.10	272.92	274.53	274.53	274.54	0.000237	0.36	16.73	17.73	0.12
Reach 1	770	T20	3.30	256.88	257.36	257.36	257.50	0.009692	1.70	1.94	6.77	1.01
Reach 1	770	T50	4.00	256.88	257.40	257.40	257.56	0.009317	1.77	2.26	7.20	1.01
Reach 1	770	T100	4.80	256.88	257.45	257.45	257.62	0.009114	1.85	2.60	7.63	1.01
Reach 1	770	T200	5.50	256.88	257.49	257.49	257.67	0.008939	1.90	2.89	7.97	1.01
Reach 1	770	T500	6.10	256.88	257.51	257.51	257.71	0.008821	1.95	3.12	8.20	1.01
Reach 1	646	T20	3.30	251.45	251.91	251.91	252.04	0.011758	1.61	2.05	7.82	1.00
Reach 1	646	T50	4.00	251.45	251.96	251.96	252.09	0.014049	1.60	2.50	9.82	1.01
Reach 1	646	T100	4.80	251.45	252.00	252.00	252.14	0.013754	1.65	2.91	10.38	1.00
Reach 1	646	T200	5.50	251.45	252.03	252.03	252.18	0.014358	1.73	3.18	10.73	1.02
Reach 1	646	T500	6.10	251.45	252.05	252.05	252.21	0.014248	1.77	3.45	11.08	1.01
Reach 1	518	T20	3.30	244.48	244.89	244.89	245.02	0.009569	1.57	2.10	8.55	1.01
Reach 1	518	T50	4.00	244.48	244.93	244.93	245.07	0.009139	1.65	2.43	8.96	1.01
Reach 1	518	T100	4.80	244.48	244.97	244.97	245.12	0.008772	1.72	2.78	9.39	1.01
Reach 1	518	T200	5.50	244.48	245.00	245.00	245.16	0.008525	1.78	3.09	9.77	1.01
Reach 1	518	T500	6.10	244.48	245.03	245.03	245.19	0.008273	1.82	3.36	10.10	1.01
Reach 1	414	T20	3.30	238.87	239.39	239.39	239.64	0.011517	2.22	1.49	3.00	1.01
Reach 1	414	T50	4.00	238.87	239.46	239.46	239.74	0.011532	2.36	1.69	3.00	1.01
Reach 1	414	T100	4.80	238.87	239.53	239.53	239.85	0.011608	2.51	1.91	3.00	1.01
Reach 1	414	T200	5.50	238.87	239.59	239.59	239.94	0.011682	2.63	2.09	3.00	1.01
Reach 1	414	T500	6.10	238.87	239.64	239.64	240.02	0.011767	2.72	2.24	3.00	1.01
Reach 1	242	T20	3.30	228.01	228.84	228.67	229.05	0.002634	2.01	1.64	2.00	0.71
Reach 1	242	T50	4.00	228.01	228.95	228.76	229.19	0.002733	2.14	1.87	2.00	0.71
Reach 1	242	T100	4.80	228.01	229.07	228.86	229.34	0.002841	2.28	2.11	2.00	0.71
Reach 1	242	T200	5.50	228.01	229.17	228.94	229.46	0.002936	2.38	2.31	2.00	0.71
Reach 1	242	T500	6.10	228.01	229.26	229.00	229.57	0.003013	2.47	2.47	2.00	0.71
Reach 1	241		Bridge									
Reach 1	22	T20	3.30	212.18	217.67	212.84	217.67	0.000000	0.01	436.51	131.55	0.00
Reach 1	22	T50	4.00	212.18	217.67	212.93	217.67	0.000000	0.01	436.51	131.55	0.00
Reach 1	22	T100	4.80	212.18	217.67	213.02	217.67	0.000000	0.01	436.51	131.55	0.00
Reach 1	22	T200	5.50	212.18	217.67	213.10	217.67	0.000000	0.01	436.51	131.55	0.00
Reach 1	22	T500	6.10	212.18	217.67	213.17	217.67	0.000000	0.01	436.51	131.55	0.00
Reach 1	8	T20	3.30	213.56	217.67	213.61	217.67	0.000000	0.01	530.74	129.87	0.00
Reach 1	8	T50	4.00	213.56	217.67	213.62	217.67	0.000000	0.01	530.74	129.87	0.00
Reach 1	8	T100	4.80	213.56	217.67	213.62	217.67	0.000000	0.01	530.74	129.87	0.00
Reach 1	8	T200	5.50	213.56	217.67	213.63	217.67	0.000000	0.01	530.74	129.87	0.00
Reach 1	8	T500	6.10	213.56	217.67	213.63	217.67	0.000000	0.01	530.74	129.87	0.00