

STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in
sicurezza dal km 64+000 al km 70+800**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. RM364

PROGETTAZIONE:

R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSISTEM S.p.A
ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

PROGETTISTA FIRMATARIO:

Dott. Ing. Lorenzo INFANTE (Progin S.p.A.)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno n. 3446

RESPONSABILE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:

Dott. Arch. Salvatore SCOPPETTA (Progin S.p.A.)

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)
Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna n. 643

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI

PROTOCOLLO

DATA

202

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Andrea AVETA



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Pasquale PISANO

IDROLOGIA ED IDRAULICA
IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA
Relazione idraulica

CODICE PROGETTO

D P R M 3 6 4 D 2 1

NOME FILE

T02ID01IDRRE01B-REL_IDRAULICAL2.DOCX

REVISIONE

SCALA:

CODICE
ELAB.

T 0 2 I D 0 1 I D R R E 0 1

B

-

B	Emissione a seguito istruttoria ANAS	Sett. 2022	A. Alberini	R. Malcotti	L. Infante
A	Prima emissione	Mar. 2022	A. Alberini	R. Malcotti	L. Infante
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
2.1	Il Piano di Stralcio per l’assetto Idrogeologico (PSAI).....	2
2.2	Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni	3
2.3	Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni -II ciclo 2016-2021.....	5
2.4	D.M. 17.01.2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” e circolare 21.01.2019, n. 7 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018”	7
3	ANALISI IDRAULICHE MONODIMENSIONALI	8
3.1	Modello di calcolo e approccio metodologico.....	9
3.2	Costruzione del modello numerico	9
3.2.1	Schematizzazione geometrica	9
3.2.2	Attraversamenti e strutture.....	10
3.3	Assegnazione dei coefficienti di scabrezza.....	12
3.4	Condizioni al contorno e portate di progetto	13
3.5	Simulazioni idrauliche in moto permanente.....	14
4	ANALISI IDRAULICA BIDIMENSIONALE	17
4.1	Inquadramento del nodo idraulico	17
4.2	Modellazione bidimensionale	18
4.2.1	Allestimento del modello idrodinamico.....	18
4.2.1.1	Costruzione della griglia di calcolo	18
4.2.1.2	Condizioni al contorno	19
4.2.1.1	Definizione della scabrezza	19
4.2.2	Scenari di verifica idraulica.....	20
4.2.2.1	Analisi degli scenari simulati.....	20
5	METODOLOGIA DI VERIFICA INLET/OUTLET CONTROL	25

6 FENOMENI DI SCALZAMENTO.....30

<i>ALLEGATO I</i>	Descrizione del codice di calcolo HEC-RAS
<i>ALLEGATO II</i>	Risultati delle simulazioni idrodinamiche monodimensionali
<i>ALLEGATO III</i>	Risultati delle simulazioni inlet/outlet control

1 PREMESSA

Il presente documento illustra lo studio idraulico dei corsi d’acqua redatto nell’ambito della progettazione definitiva dei lavori di adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 64+000 al km 70+800 della Statale 14 “via Salaria”, 2° lotto.

L’inquadramento normativo connesso alle attività idrologiche ed idrauliche consente di poter delimitare i vincoli attorno ai quali costruire/inserire il progetto. Nel quadro complessivo, si pone particolare attenzione alle norme definite dal Distretto Idrografico regionale (PAI e Direttiva Alluvioni), nonché alle norme tecniche delle costruzioni NTC2018.

Dalla consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale non risultano, lungo il tracciato del presente stralcio, aree di pericolosità idraulica mappata nel piano.

Il principale corso d’acqua che si incontra lungo il tratto della SS 14 in oggetto d’intervento è costituito dal fosso Arianna, affluente in sponda sinistra del fiume Turano ed entrambi appartenenti all’alto bacino del Tevere. Le principali interferenze idrografiche, secondarie, sono costituite dagli impluvi che affluiscono al fosso Arianna.

Dal punto di vista dell’analisi idraulica dei corsi d’acqua, le verifiche si sono distinte tra i corsi d’acqua demaniali (presenti in catasto, codifica B nella tabella di bacino) e quelli NON demaniali (denominati compluvi, codifica C nella tabella di bacino).

I corsi d’acqua demaniali sono stati tutti analizzati mediante modellistica numerica monodimensionale in scenari ANTE e POST OPERAM, mentre i compluvi sono stati approcciati mediante metodologia Inlet/Outlet control. Per quanto concerne il nodo idraulico Fosso delle Rotte, Fosso di fossato Marco e Fosso Arianna è stato realizzato uno specifico modello bidimensionale che schematizza anch’esso gli scenari ANTE e POST OPERAM.

Le geometrie utilizzate per i modelli numerici derivano tutte dal rilievo celerimetrico/aerofotogrammetrico appositamente realizzato e dai sopralluoghi effettuati.



Figura 1: Inquadramento territoriale degli interventi in progetto.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- R.D. n. 523 del 1904 e ss.mm.ii.
- D.Lgs. n. 152 del 2006
- D.M. 11.03.1988 e Circolare 9.1.1996 n.218/24/3 del Ministero LL.PP.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 06/06/2001 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- D.M. 14.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni e successive circolari

Per quanto riguarda la pianificazione di settore vigente, i riferimenti sono costituiti da:

- Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del Fiume Tevere (approvato il 10 novembre 2006)
- Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del Fiume Tevere – Primo Aggiornamento PAI bis (approvato con DPCM il 10 aprile 2013)
- Piano di Gestione Rischio di Alluvioni del Distretto idrografico Appennino Centrale PGRA DAC (adottato il 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 6 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, e approvato con Delibera n°9 del Comitato Istituzionale Integrato del 3 marzo 2016)
- Il ciclo Piano di Gestione Rischio Alluvioni. Primo aggiornamento. (Adottato con delibera n. 24 del 29 dicembre 2020, ai sensi degli artt. 65 e 66 del D. Lgs. 152 del 2006).

2.1 Il Piano di Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PSAI)

Il territorio in cui ricade il progetto in esame è collocato nel bacino idrografico competente all'ex Autorità di Bacino del fiume Tevere, che ha redatto la prima elaborazione del Piano di Bacino, adottato dal Comitato istituzionale con Delibera n. 80 del 28/9/1999.

Lo strumento pianificatore del Piano di Bacino viene introdotto nel nostro ordinamento con la legge n. 183/89 e costituisce il primo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il PAI si configura come lo strumento di pianificazione territoriale attraverso il quale l'Autorità di Bacino si propone di determinare un assetto territoriale che assicuri condizioni di equilibrio e compatibilità tra le dinamiche idrogeologiche e la crescente antropizzazione del territorio, e di ottenere la messa in sicurezza degli insediamenti ed infrastrutture esistenti e lo sviluppo compatibile delle attività future.

Costituendo una premessa alle scelte di pianificazione territoriale, il Piano individua i meccanismi di azione, l'intensità, la localizzazione dei fenomeni estremi e la loro interazione con il territorio classificati in livelli di pericolosità e di rischio. Il PAI persegue il miglioramento dell'assetto idrogeologico del bacino attraverso interventi strutturali (a carattere preventivo e per la riduzione del rischio) e disposizioni normative per la corretta gestione del territorio, la prevenzione di nuove situazioni di rischio, l'applicazione di misure di salvaguardia in casi di rischio accertato. Ciò secondo tre linee di attività:

- il rischio idraulico (aree inondabili delle piane alluvionali),
- il rischio geologico (dissesti di versante e movimenti gravitativi),
- l'efficienza dei bacini montani in termini di difesa idrogeologica.

La pianificazione di bacino, inizialmente svolta dalle ex Autorità di Bacino, con l'avvento della Direttiva 2007/60/CE è stata ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto. Pertanto, le azioni intraprese per la stesura delle "mappe di pericolosità e rischio" in fase di PGRA sono state finalizzate all'aggiornamento, omogeneizzazione e valorizzazione dei PAI vigenti (parte alluvioni) al fine di raggiungere un primo livello comune in ambito nazionale.

2.2 Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni

Il territorio interessato dal progetto ricade all'interno del perimetro di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, in base alle nuove norme, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico.

Attraverso il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (di seguito PGRA), adottato il 17 dicembre 2015 ai sensi dell'art. 4 c. 3 del D. Lgs 219/2010, sono stati recepiti gli indirizzi operativi per l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE, relativi appunto alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni.

La Direttiva Alluvioni stabilisce che le mappe di pericolosità mostrino l'area geografica che può essere inondata in corrispondenza di tre diversi scenari di probabilità:

- a) scarsa probabilità o scenari di eventi estremi;
- b) media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno ≥ 100 anni);
- c) elevata probabilità di alluvioni.

In corrispondenza di ciascuno scenario, gli stati membri devono fornire le informazioni sull'estensione delle alluvioni e sulla profondità o livello delle acque e dove opportuno sulle velocità del flusso o sulle portate.

Agli stati membri è, dunque, consentita una flessibilità nell'assegnazione dei valori di probabilità d'inondazione ai diversi scenari. A tale proposito il D.Lgs. 49/2010, attuativo della Direttiva Alluvioni, stabilisce che siano da considerarsi scenari di elevata probabilità o alluvioni frequenti quelli corrispondenti a tempi di ritorno fra 20 e 50 anni, mentre sono da considerarsi scenari di probabilità media o alluvioni poco frequenti quelli corrispondenti a tempi di ritorno fra 100 e 200 anni. Ne consegue che siano da considerarsi scenari di scarsa probabilità o scenari di eventi estremi, quelli corrispondenti a tempi di ritorno superiori a 200 anni.

Tabella 1: Definizione degli scenari alluvionali secondo il D.Lgs. 49/2010.

	T (anni)	PROBABILITÀ ACCADIMENTO	ALLUVIONI
P3	20-50	elevata	frequenti
P2	100-200	media	poco frequenti
P1	200-500	bassa	rare

In corrispondenza dei tratti in cui il reticolo presenta pericolosità, sono quindi stati definiti gli elementi soggetti a rischio (E) di essere colpiti da eventi calamitosi; tali elementi sono stati suddivisi in coerenza con la normativa vigente, secondo le seguenti classi:

Tabella 2: PGRA classi elementi a rischio (E).

Classe	Descrizione
E1	Case sparse - Impianti sportivi e ricreativi - Cimiteri - Insediamenti agricoli a bassa tecnologia - Insediamenti zootecnici.
E2	Reti e infrastrutture tecnologiche di secondaria importanza e/o a servizio di ambiti territoriali ristretti (acquedotti, fognature, reti elettriche, telefoniche, depuratori,...) - Viabilità secondaria (strade provinciali e comunali che non rappresentino vie di fuga) - Insediamenti agricoli ad alta tecnologia - Aree naturali protette, aree sottoposte a vincolo ai sensi del D. L.vo 490/99.
E3	Nuclei abitati - Ferrovie - Viabilità primaria e vie di fuga - Aree di protezione civile (attesa, ricovero e ammassamento) - Reti e infrastrutture tecnologiche di primaria importanza (reti elettriche e gasdotti) - Beni culturali, architettonici e archeologici sottoposti a vincolo - Insediamenti industriali e artigianali - Impianti D.P.R. 175/88.
E4	Centri abitati - Edifici pubblici di rilevante importanza (es. scuole, chiese, ospedali, ecc.).

In questo modo, posta cautelativamente la Vulnerabilità al massimo valore pari a 1, è stato possibile definire le diverse classi di rischio secondo l'usuale formula di Varnes:

$$R_i = P_i \cdot E \cdot V = P \cdot D_p$$

Dove:

- P (pericolosità): probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità;
- E (elementi esposti): persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) esposte ad un evento naturale;
- V (vulnerabilità): grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale;
- D_p (danno potenziale): grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto;
- R (rischio): numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, beni culturali e ambientali, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

Le classi di rischio adottate nel PGRA conformi alla normativa in materia sono descritte nella seguente Tabella 3.

Tabella 3: PAI classi di rischio idraulico (Ri).

R1	RISCHIO MODERATO: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.
R2	RISCHIO MEDIO: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
R3	RISCHIO ELEVATO: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
R4	RISCHIO MOLTO ELEVATO: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

La redazione delle mappe di pericolosità del I ciclo di pianificazione (2011-2016) si è basata, essenzialmente, su quanto precedentemente svolto dall’Autorità di Bacino del fiume Tevere, aggiornando, integrando e omogenizzando i contenuti del Piano di Assetto Idrogeologico e nei suoi aggiornamenti.

Le fasce fluviali determinate dal PAI e dagli studi di aggiornamento sono state convertite, per raggiungere una rappresentazione coerente con quanto previsto nell’art. 6 del D.Lgs. 49/2010, attraverso il seguente criterio:

- fascia A - P3 (pericolosità elevata);
- fascia B -P2 (pericolosità media);
- fascia C - P1 (pericolosità bassa).

2.3 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni -II ciclo 2016-2021

In data 29 dicembre 2020 è stato adottato il “progetto del primo aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni dell’Autorità di bacino distrettuale dell’Appennino Centrale – II ciclo (2016-2021)”, di cui all’art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e all’art. 7 del D.Lgs. 49/2010 del distretto idrografico, predisposto al fine degli adempimenti previsti dal comma 3 dell’art. 14, della Direttiva medesima.

In questa fase sono state definite nuove aree a potenziale rischio significativo sulla base degli esiti della precedente Valutazione Preliminare. Sono state quindi raccolte informazioni sulla localizzazione e sulle conseguenze avverse di eventi del passato, intercorsi a partire da dicembre 2011, e sono state integrate le informazioni già disponibili sugli scenari di eventi futuri, con quanto fornito da più recenti studi e analisi realizzati e/o acquisiti nel periodo successivo alla pubblicazione delle mappe di pericolosità del I ciclo di gestione.

Ai fini della mappatura di questo secondo ciclo di gestione sono state prese in considerazione le seguenti aree a potenziale rischio di alluvione:

1. Inviluppo delle aree a rischio idraulico derivanti dal primo ciclo di gestione;
2. Aree interessate da *past o future flood* qualora non ricomprese nelle aree di cui al punto 1;
3. Aree interessate da *past o future flood* che seppure ricomprese nelle aree di cui al punto 1 sono associate a scenari di evento di particolare interesse;
4. Aree coincidenti con bacini che mostrano una propensione al verificarsi di eventi alluvionali intensi ed improvvisi (*flash flood*);
5. Aree costiere.

Partendo dalle indicazioni fornite dal D.lgs. 49/2010, nel Bacino del fiume Tevere per le alluvioni di origine fluviale, i tempi di ritorno attribuiti agli scenari di probabilità variano tra 50 anni e 100 anni per P3, tra 100 anni e 200 anni per P2 e tra 200 anni e 500 anni per P1.

Le mappe di inondazione sono elaborate in scala 1:10.000 e contengono il limite che raggiungerebbero le acque dei fiumi in corrispondenza dei diversi tempi di ritorno.

Dalla consultazione degli elaborati cartografici del Piano, si nota che nella zona d'intervento, non sono state individuate aree di pericolosità idraulica. Le perimetrazioni più prossime sono quelle riguardanti il fiume Velino, che scorre a nord rispetto le opere in progetto attraversando Rieti.

La seguente riporta il quadro di unione delle mappe di pericolosità e rischio idraulico definite dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale per l'intero territorio di competenza: nella zona d'interesse, evidenziata in rosso, non sono presenti cartografie.

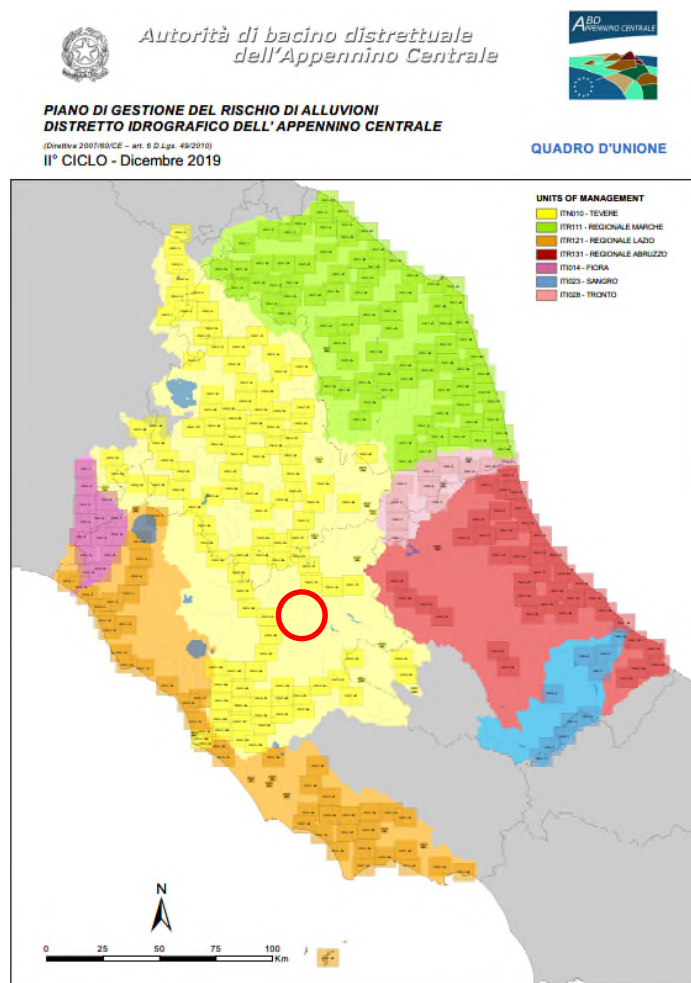


Figura 2: Quadro d'unione delle mappe di pericolosità idraulica PGRA II ciclo; in rosso è evidenziata l'ubicazione degli interventi progettuali.

2.4 D.M. 17.01.2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” e circolare 21.01.2019, n. 7 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018”

Per quanto concerne la progettazione di attraversamenti fluviali, i riferimenti normativi italiani sono costituiti dal Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e dalla successiva circolare esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019.

Le norme prescrivono di assumere come piena di progetto quella caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni, per la quale dovrà essere garantito un franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l’intradosso delle strutture, non inferiore a 1,50 m. Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

Nello studio idraulico, inoltre è richiesta la valutazione dell’influenza dello scavo localizzato che si realizza in corrispondenza delle pile e delle spalle, sulla stabilità di argini e sponde, oltre che delle fondazioni di altri manufatti presenti nelle vicinanze.

Queste disposizioni non si applicano per i tombini idraulici, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s. In questo caso l’evento di progetto da assumere alla base delle verifiche ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti (200 anni). Inoltre, la normativa prescrive che:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all’imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d’opera;
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d’acqua.
- per sezioni di area maggiore a 1,5 m² è da garantire la praticabilità del manufatto;
- il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all’interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;
- nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell’altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;
- il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d’acqua a valle del tombino;
- i tratti del corso d’acqua immediatamente prospicienti l’imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

3 ANALISI IDRAULICHE MONODIMENSIONALI

Dal punto di vista dell’analisi idraulica dei corsi d’acqua, le verifiche si sono distinte in base all’ordine gerarchico stabilito per le interferenze:

- Modellazione numerica monodimensionale: utilizzata per le interferenze demaniali con codifica di bacino B (corso d’acqua presente sia in cartografia IGM che CTR e di pertinenza demaniale essendo presente come particella in catasto “acque”), in moto permanente per scenari ANTE e POST OPERAM.
- Metodologia Inlet/Outlet Control: nel caso di interferenze con codifica di compluvio C (corso d’acqua non rappresentato in cartografia IGM/CTR e in ogni caso non di pertinenza demaniale).

Lungo il tratto stradale oggetto d’intervento sono numerose le interferenze idrografiche che si incontrano: i rii demaniali intersecano il tracciato 14 volte: in tutti questi casi sono stati implementati dei modelli numerici monodimensionali di moto permanente in scenari ANTE e POST OPERAM.

Gli attraversamenti di progetto sui corsi d’acqua demaniali sono così riassunti:

Tabella 4: Attraversamenti di progetto sviluppati con modellazione idraulica monodimensionale.

ID Interferenza idraulica	Corso d’acqua	Progr. Asse stradale	WBS opera	Geometria	
				B	H
				(m)	(m)
B.201		0+339	TM01	4	3
B.202		1+034	TM02	2	2
B.203		1+206	TM03	2	2
B.204		1+801	TM05	2	2
B.207	Fosso della Pera	2+925	TM09	10	4
B.207	Fosso della Pera	2+995	TM10	10	5
B.208		3+290	TM11.1	4	2
B.208		3+290	TM11.2	4	2
B.209		3+650	TM12	4	2
B.209		3+665	TM13	4	2
B.210		4+210	TM16.1	4	2
B.210		4+210	TM16	4	2
B.214		4+543	TM17	2	2
B.219		5+106	TM18	2	2

3.1 Modello di calcolo e approccio metodologico

Le analisi idrauliche monodimensionali sono state condotte utilizzando il modello numerico HEC-RAS ver. 6.1 che consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto permanente gradualmente variato od in moto vario in alvei naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc..

Nello specifico, per gli attraversamenti demaniali analizzati, il codice di calcolo HEC-RAS è stato utilizzato in condizioni di moto permanente in riferimento ai valori di portata al colmo di piena duecentennale di progetto, definiti nell'ambito dell'analisi idrologica.

Le geometrie del tratto, in termini di sezioni trasversali e caratteristiche delle strutture, sono state definite principalmente sulla base dei rilievi celerimetrico e aerofotogrammetrico appositamente realizzati, e dalle osservazioni dei sopralluoghi effettuati.

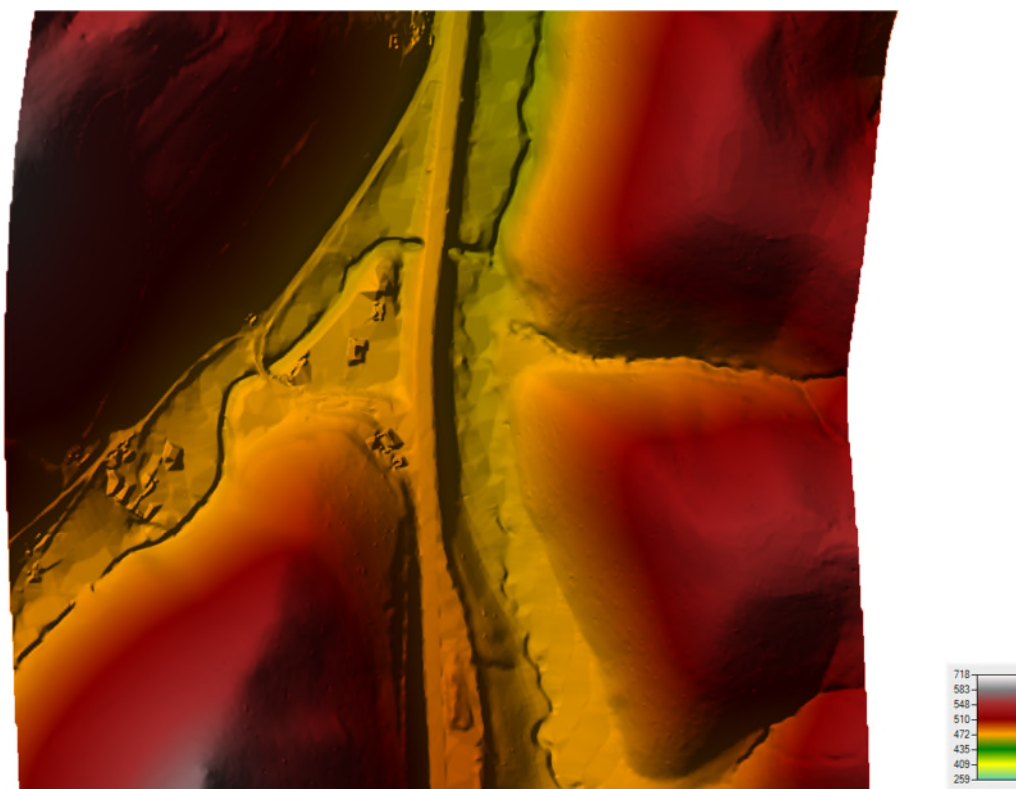


Figura 3. Stralcio del modello digitale del terreno definito dai rilievi aerofotogrammetrici.

3.2 Costruzione del modello numerico

3.2.1 Schematizzazione geometrica

Sono stati realizzati in totale 10 modelli, corrispondenti alle 10 interferenze idrauliche riportate in Tabella 4, comprendenti ciascuno due scenari: lo stato di fatto e lo stato di progetto. In particolare, il campo *ID interferenza idraulica* fa riferimento al corso d'acqua che, eventualmente, come nel caso dei B.207, B.208 e B.209, può intersecare in più punti l'opera stradale. Ogni corso d'acqua è quindi stato schematizzato con il numero di sezioni trasversali necessario al fine di un'adeguata rappresentazione geometrica.

La localizzazione delle sezioni di calcolo, di cui si riporta un estratto cartografico in Figura 4 facente riferimento al rio B.207, è restituita in forma grafica, per ogni rio e quindi per ogni modello, nell'elaborato dedicato agli allagamenti ed in forma numerica negli Allegati alla presente relazione.

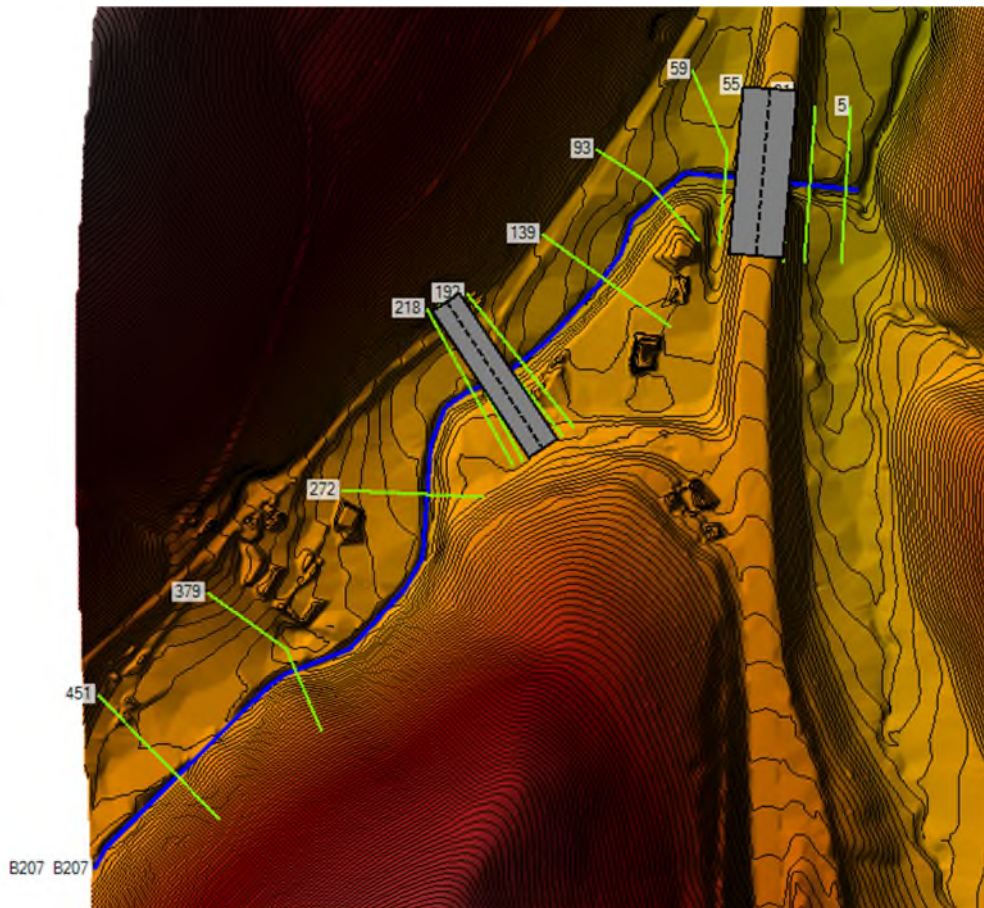


Figura 4. Planimetria del modello del rio B.207 nella configurazione di progetto estratta dall'applicativo RAS Mapper. Come layer di sfondo è stato inserito il DTM con curve di livello a intervalli di 1 m in altezza.

3.2.2 Attraversamenti e strutture

Come anticipato, sono numerose le interferenze idrografiche che si incontrano lungo il tracciato stradale. Allo stato di fatto, gli attraversamenti più diffusi sono tombini circolari DN800 o DN1000, ma si trovano anche ponticelli ad arco, come nel caso del rio B.207.

Nel contesto degli interventi di progetto è previsto il rifacimento di queste opere di attraversamento realizzando tombini scatolari di dimensioni variabili, da un massimo di 10 x 5 m (attraversamento B.207) ad un minimo di 2 x 2 m nel caso di alcuni attraversamenti secondari. La tabella seguente riassume le caratteristiche geometriche delle strutture di attraversamento, sia per lo stato di fatto che di progetto: ove non è stato indicato il codice WBS l'attraversamento presente viene confermato nello stato di progetto.

SEZIONE TRASVERSALE IN ASSE ALLA SEDE STRADALE - Scala 1:100 -

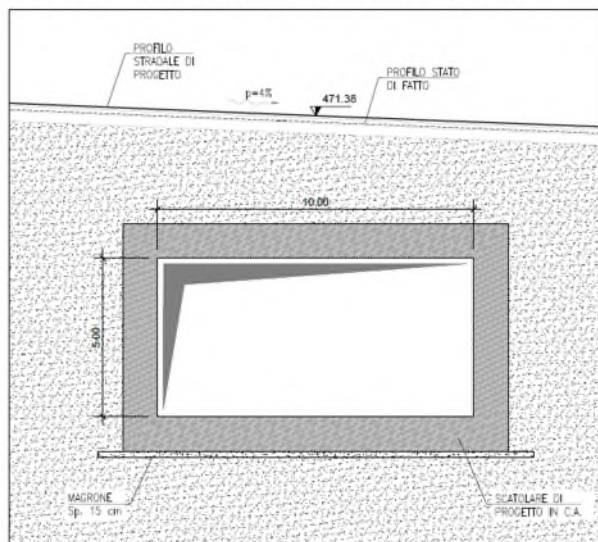


Figura 5: Sezione dell'attraversamento TM10 (riferito al rio B.207) in progetto.

Tabella 5: Geometrie degli attraversamenti presenti e in progetto.

ID Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	WBS opera	Geometria SDF		Geometria Progetto	
			B	H	B	H
			(m)	(m)	(m)	(m)
B.201	0+339	-	3	3	3	3
B.201	0+339	TM01	3	3	4	3
B.202	1+034	TM02	2	2	2	2
B.203	1+206	TM03	DN800		2	2
B.204	1+801	-	DN800		2	2
B.204	1+801	TM05	DN800		2	2
B.207	2+925	TM09	3	3	10	4
B.207	2+995	TM10	5	6,48 in chiave	10	5
B.208	3+290	TM11.1	Non presente		4	2
B.208	3+290	TM11.2	2	2	4	2
B.209	3+650	TM12	Non presente		4	2
B.209	3+665	TM13	DN1000		4	2
B.210	4+210	TM16.1	Non presente		4	2
B.210	4+210	TM16	DN1200		4	2
B.214	4+543	TM17	DN 1500		2	2
B.219	5+106	TM18	0.66	0.33 in chiave	2	2

Nel modello di calcolo le strutture sono state inserite come *Bridge* o *Culvert* a seconda della tipologia e sono state schematizzate utilizzando 4 sezioni trasversali, due a monte e due a valle della struttura; la distanza tra le sezioni è stata definita in modo da rappresentare correttamente la larghezza della struttura e il restringimento geometrico indotto dalla stessa.

Per il calcolo del profilo di corrente in corrispondenza delle strutture, tra le diverse opzioni offerte dal codice di calcolo, sono state selezionate le equazioni di bilancio dell'energia ed il metodo dei momenti, tra le quali il programma seleziona

in automatico la formulazione caratterizzata dalla maggiore dissipazione energetica, per il deflusso al di sotto dell’impalcato (*low flow*); viene invece assunta la schematizzazione con deflusso in pressione e stramazzo al di sopra dell’impalcato (*pressure and weir*) per le situazioni con livello della corrente tale da interessare l’intradosso del ponte (*high flow*). Le condizioni limite per il deflusso in pressione sono definite dal programma in base al livello di corrente a monte.

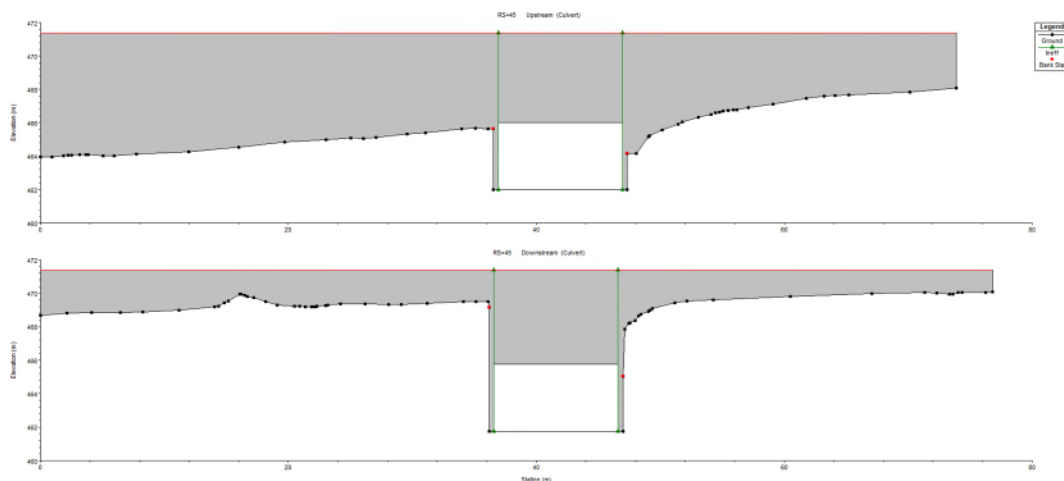


Figura 6: Rappresentazione nel modello idraulico dell’attraversamento B.207 (TM10), nella configurazione di progetto.

3.3 Assegnazione dei coefficienti di scabrezza

Per quanto concerne la scabrezza, la valutazione dei coefficienti da inserire in ciascun modello è stata basata su dati di letteratura, sull’esperienza acquisita nel campo della modellistica idraulica, sulle indicazioni rilevate durante i sopralluoghi e dalle carte del CN (Corine Land Cover).

Le aste analizzate presentano connotati di scabrezza mediamente omogeni. Trattandosi di corsi d’acqua montani, con alvei a forti pendenze e molto incisi, non è sono presenti aree golenali. Per i tronchi studiati è stato assunto un valore del coefficiente di Strickler pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ uniforme, classificando di fatto i corsi d’acqua come torrenti naturali con presenza di vegetazione e sedimenti di media pezzatura.

Nella configurazione di progetto, il coefficiente di scabrezza di Strickler assegnato agli attraversamenti è quello relativo al calcestruzzo fissato pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Si riporta la tabella dei valori dell’indice di scabrezza di Strickler per i corsi d’acqua, secondo il riferimento “Handbook of Applied Hydrology”, Ven Te Chow. da cui si evince la conferma dei parametri di scabrezza utilizzati nel modello.

2. Excavated or Dredged Channels			
a. Earth, Straight, and Uniform:			
1. Clean, recently completed	0.016	0.018	0.020
2. Clean, after weathering	0.018	0.022	0.025
3. Gravel, uniform section, clean	0.022	0.025	0.030
4. With short grass, few weeds	0.022	0.027	0.033
b. Earth Winding and Sluggish:			
1. No vegetation	0.023	0.025	0.030
2. Grass, some weeds	0.025	0.030	0.033
3. Dense weeds or aquatic plants in deep channels	0.030	0.035	0.040
4. Earth bottom and rubble sides	0.028	0.030	0.035
5. Stony bottom and weedy banks	0.025	0.035	0.040
6. Cobble bottom and clean sides	0.030	0.040	0.050
c. Dragline-Excavated or Dredged:			
1. No vegetation	0.025	0.028	0.033
2. Light brush on banks	0.035	0.050	0.060
d. Rock Cuts:			
1. Smooth and uniform	0.025	0.035	0.040
2. Jagged and irregular	0.035	0.040	0.050
e. Channels not Maintained, Weeds and Brush Uncut:			
1. Dense weeds, high as flow depth	0.050	0.080	0.120
2. Clean bottom, brush on sides	0.040	0.050	0.080
3. Same as above, highest stage of flow	0.045	0.070	0.110
4. Dense brush, high stage	0.080	0.100	0.140
3. Main Channels			
a. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective	0.040	0.048	0.055
f. Same as (d) with more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150
4. Mountain Streams, No Vegetation in Channel, Banks usually Steep, Trees and Brush along Banks Submerged at High Stages			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070
Source:			
(1) ASCE, (1982), Gravity Sanitary Sewer Design and Construction, ASCE Manual of Practice No. 60, New York, NY.			
(2) Chow, V.T., (1959), Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York, NY.			

Figura 7: Valori dell'indice di scabrezza di Manning ($s/m^{1/3}$) (Ven Te Chow).

3.4 Condizioni al contorno e portate di progetto

Le simulazioni idrodinamiche sono state effettuate in moto permanente. Nello specifico, per ciascun modello numerico, sia in stato di fatto che di progetto, è stata stabilita una condizione al contorno di monte imponendo la relativa portata di progetto duecentennale in ingresso. Le condizioni al contorno di monte e di valle sono state determinate in ogni modello impostando il deflusso in moto uniforme “Normal Depth” pari alla pendenza del *talweg* corrispondente alle prime due sezioni di monte, per la CC di monte, o di valle, per la CC di valle.

Tabella 6: Valori di portata idrologica TR=200 utilizzati nelle simulazioni idrauliche.

Interferenza/Bacino	Sezione modello idraulico di progetto	Portata Ingresso TR=200
id	RS	m ³
B.201	486	9.2
B.202	338	0.8
B.203	143	0.5
B.204	152	1.2
B.206	6046	15.2
B.207	451	42.6
B.208	346	5.7
B.209	339	7.4
B.210	227	5.0
B.214	365	3.9
B.219	421	4.1

3.5 Simulazioni idrauliche in moto permanente

Lo studio del funzionamento idraulico di ciascuna opera in progetto verte sulla verifica del franco idraulico e ubicazione spalle e pile secondo le modalità indicate dalle recenti NTC2018 nel capitolo dedicato alla compatibilità idraulica.

Secondo tale norma valgono i seguenti principali vincoli:

- la portata di verifica di progetto è quella caratterizzata da tempo di ritorno duecentennale;
- il franco calcolato sul livello della portata di progetto deve essere di 1.5 m per i viadotti e comunque per tutte le opere dimensionate per portata di progetto superiore a 50 m³/s;
- il manufatto non deve interessare con rilevati, spalle e pile la sezione del corso d'acqua;
- qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente;
- il franco idraulico per tombini dimensionati per portate inferiori a 50 m³/s deve essere il massimo tra 0,5 m e 1/3 dell'altezza della sezione.

Nella seguente Tabella 7 si riportano i risultati delle simulazioni idrauliche effettuate per la verifica della compatibilità idraulica di ciascun'opera in progetto. Si evidenzia quindi il valore del franco idraulico calcolato come confronto tra l'altezza utile dell'opera e il tirante idrico registrato nelle sezioni idrauliche immediatamente a monte e immediatamente a valle del manufatto indagato. Il Fosso delle Rotte riferito al bacino B.206, non essendo caratterizzato da alcuna interferenza idraulica, non è stato inserito nella Tabella 7: per i risultati delle simulazioni monodimensionali si rimanda agli allegati alla presente relazione idraulica.

I calcoli numerici, sotto forma di profili, tabelle e sezioni trasversali, sono consultabili negli Allegati alla presente relazione, mentre nella documentazione grafica del progetto vengono riportate le planimetrie di allagamento delle varie aste per ciascuna configurazione modellata.

Tabella 7: Risultati delle simulazioni idrauliche con modello monodimensionale (evento TR 200 anni).

Configurazione	ID Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	Geometria		TR=200							
				B	H	Portata Q	Tirante h media	Tirante h max	Velocità V	Livello idrico	Intradosso minimo attraversam.	Fr (Normativa)	Fr (calcolato)
				(m)	(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)
SDF	B201_M	Pk 0+350	Tombino scatolare	3	3	9.2	0.4	0.4	6.11	556.32	558.92	1.00	2.6
SDF	B201_V	Pk 0+350	Tombino scatolare	3	3	9.2	0.39	0.39	6.24	554.39	557	1.00	2.61
PROG	B201_M	Pk 0+350	Tombino scatolare	3	3	9.2	0.51	0.51	5.98	556.43	558.92	1.00	2.49
PROG	B201_V	Pk 0+339	Tombino scatolare	4	3	9.2	0.72	0.72	2.65	555.72	558	1.00	2.28
SDF	B202	Pk 1+050	Tombino scatolare	2	2	0.8	0.26	0.61	1.6	546.97	560	0.67	13.03
PROG	B202	Pk 1+034	Tombino scatolare	2	2	0.8	0.21	3.13	1.92	556.41	558.2	0.67	1.79
SDF	B203	Pk 1+200	Tombino circolare	0.8	0.8	0.5	0.34	0.39	1.83	542	550.8	0.50	8.8
PROG	B203	Pk 1+206	Tombino scatolare	2	2	0.5	0.16	0.84	1.54	549.35	551.19	0.67	1.84
SDF	B204_M	Pk 1+800	Tombino circolare	0.8	0.8	1.2	0.14	0.18	10.41	527.51	528.3	0.50	0.79
SDF	B204_V	Pk 1+800	Tombino circolare	0.8	0.8	1.2	0.25	0.3	6.05	519.62	521.6	0.50	1.98
PROG	B204_M	Pk 1+800	Tombino circolare	0.8	0.8	1.2	0.08	0.12	10.62	527.45	528.3	0.50	0.85
PROG	B204_V	Pk 1+801	Tombino scatolare	2	2	1.2	0.12	0.35	5.12	517.28	520.63	0.67	3.35
SDF	B207_M	Pk 2+925	Tombino scatolare	3	3	42.6	2.34	2.34	4.79	467.3	467.96	1.00	0.66
SDF	B207_V	Pk 3+000	Arco	5	6.48	42.6	2.68	3.08	3.19	464.11	467.46	3.33	3.35
PROG	B207_M	Pk 2+925	Tombino scatolare	10	4	42.6	1.84	1.84	2.31	467.04	469.2	1.33	2.16
PROG	B207_V	Pk 2+995	Tombino scatolare	10	4	42.6	1.93	1.93	2.2	463.68	465.75	1.33	2.07
SDF	B208	Pk 3+275	Ponte	2	2	5.7	0.48	0.48	5.97	456.98	458.4	1.50	1.42
PROG	B208_M	Pk 3+281	Tombino scatolare	4	2	5.7	0.14	0.14	8.4	463.9	469.36	0.67	5.46
PROG	B208_V	Pk 3+281	Tombino scatolare	4	2	5.7	0.32	0.32	4.48	454.75	456.43	0.67	1.68
SDF	B209	Pk 3+650	Tombino circolare	1	1	7.4	1.78	1.99	4.16	445.15	445	0.50	-0.15
PROG	B209_M	Pk 3+635	Tombino scatolare	4	2	7.4	0.38	0.38	4.91	444.98	447.78	0.67	2.8

Configurazione	ID Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	Geometria		TR=200							
				B	H	Portata Q	Tirante h media	Tirante h max	Velocità V	Livello idrico	Intradosso minimo attraversam.	Fr (Normativa)	Fr (calcolato)
				(m)	(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)
PROG	B209_V	Pk 3+665	Tombino scatolare	4	2	7.4	0.55	0.55	3.37	444.69	446.14	0.67	1.45
SDF	B210	Pk 4+210	Tombino circolare	1.2	1.2	5	1.21	1.27	3.43	435.16	435.4	0.50	0.24
PROG	B210_M	Pk 4+225	Tombino scatolare	4	2	5	0.46	0.94	2.69	440.09	441.63	0.67	1.54
PROG	B210_V	Pk 4+275	Tombino scatolare	4	2	5	0.91	0.91	1.38	433.44	434.53	0.67	1.09
SDF	B214	Pk 4+550	Tombino circolare	1.5	1.5	3.9	0.4	0.56	6.5	426.98	429.5	0.50	2.52
PROG	B214	Pk 4+543	Tombino scatolare	2	2	3.9	0.52	0.52	3.76	429.53	431.01	0.67	1.48
SDF	B219	Pk 5+150	Tombino semicircolare	0.66	0.33	4.1	1.01	1.42	0.42	423	421.76	0.50	-1.24
PROG	B219	Pk 5+106	Tombino scatolare	2	2	4.1	0.48	0.48	4.23	421.18	422.76	0.67	1.58

4 ANALISI IDRAULICA BIDIMENSIONALE

4.1 Inquadramento del nodo idraulico

Il nodo idraulico analizzato mediante l'implementazione del modello bidimensionale si sviluppa partendo da circa un 1,5 km a sud della confluenza tra il Fosso delle Rotte ed il corso d'acqua principale Fosso Arianna. Proseguendo verso nord, l'area analizzata comprende anche la confluenza con Fossato Marco estendendosi poi verso valle per altri 3 km circa. Il Fossato Marco schematizzato ha uno sviluppo di circa 2 km a monte della confluenza con il Fosso Arianna.

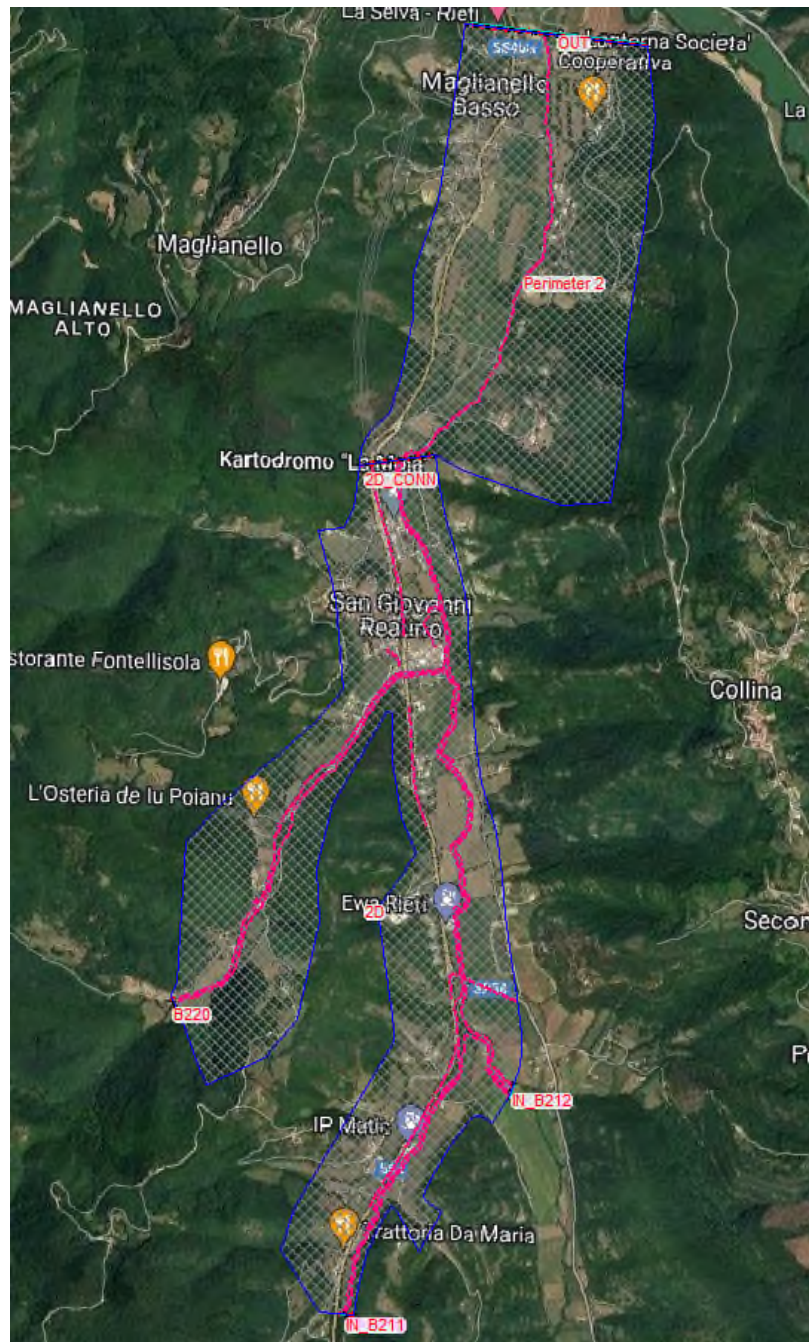


Figura 8: Inquadramento dell'area analizzata mediante modellazione idraulica bidimensionale

4.2 Modellazione bidimensionale

Per la verifica idraulica della compatibilità delle strutture stradali interferenti con il nodo idraulico in questione è stato implementato un modello numerico bidimensionale, utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS nella versione 6.1.

Gli scenari studiati mediante il modello numerico bidimensionale sono:

- Configurazione di stato di fatto – Evento di progetto con tempo di ritorno di 200 anni;
- Configurazione di progetto – Evento di progetto con tempo di ritorno di 200 anni.

4.2.1 Allestimento del modello idrodinamico

4.2.1.1 Costruzione della griglia di calcolo

Il numero totale delle celle di calcolo adottate nel dominio 2D nella configurazione geometrica di stato di fatto è di 654191, mentre nella schematizzazione della soluzione di progetto il numero di celle adottate è di 66203. La schematizzazione 2D è stata implementata mediante l'utilizzo di maglie di calcolo del tipo flexible mesh, configurazione adatta a discretizzare in maniera dettagliata le varie geometrie del tratto bidimensionale di interesse. La dimensione della maglia maggiore è costituita da celle 10X10 m; con l'inserimento di breakline di dettaglio, il dominio di calcolo è passato da celle 10x10 m a celle di dettaglio aventi limite 1 m per lato: il dettaglio puntuale è stato ricreato nei punti più delicati, quali sponde, rilevati e spalle.

Il modello numerico è stato ricostruito utilizzando i dati topografici del rilievo celerimetrico/aerofotogrammetrico.

Ad integrazione sono stati utilizzati anche i risultati del rilievo celerimetrico appositamente condotto per l'attività in oggetto e le analisi in campo.

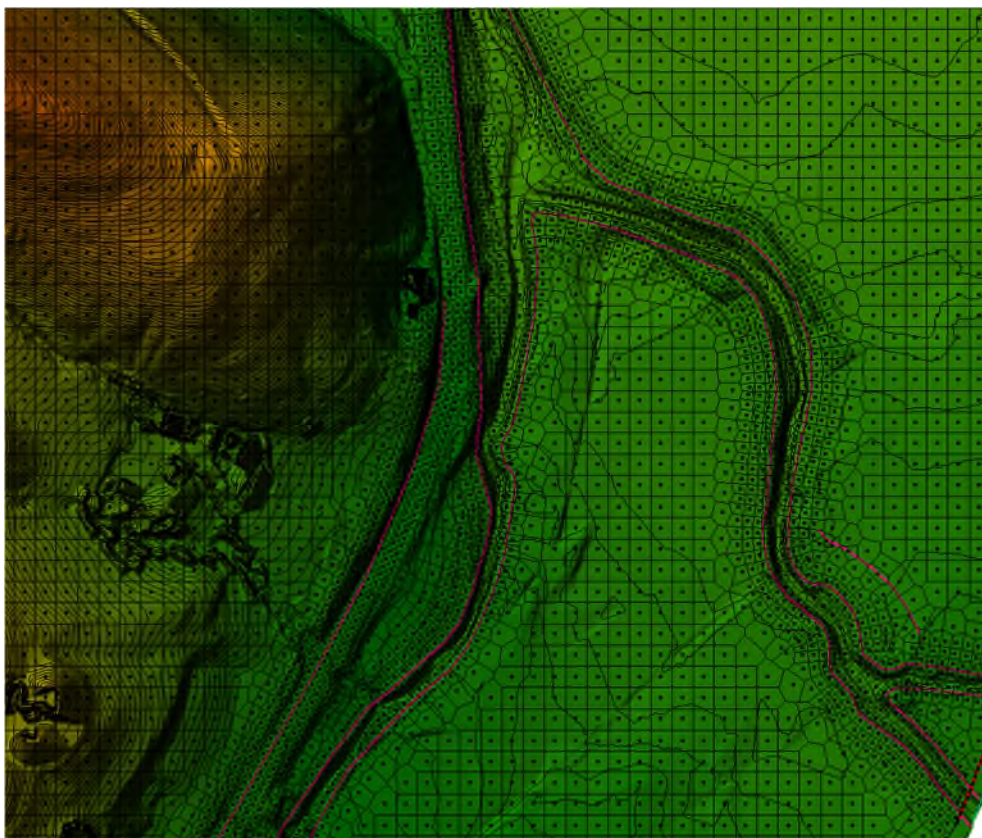


Figura 9: Estratto della discretizzazione della maglia di calcolo del modello numerico bidimensionale.

La schematizzazione dei tombini idraulici nei modelli di calcolo numerico è stata effettuata mediante la funzione "Bridge and culverts – Internal to 2D Flow Area" del codice di calcolo disponibile nella versione 6.1.

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

4.2.1.2 Condizioni al contorno

Rimandando alla relazione idrologica per la descrizione dettagliata degli input idrologici utilizzate nelle analisi idrauliche finalizzate alla verifica di compatibilità degli attraversamenti, di seguito si elencano in forma sintetica le condizioni al contorno assegnate al modello bidimensionale per l'esecuzione delle simulazioni idrodinamiche:

- condizione al contorno di monte:
 1. idrogramma di portata della piena con tempo di ritorno di 200 anni bacino B211 Fosso delle Rotte ($Q=57 \text{ m}^3/\text{s}$);
 2. idrogramma di portata della piena con tempo di ritorno di 200 anni bacino B212 Fosso Arianna ($Q=93 \text{ m}^3/\text{s}$);
 3. idrogramma di portata della piena con tempo di ritorno di 200 anni bacino B220 Fossato Marco ($Q=54 \text{ m}^3/\text{s}$);
- condizione al contorno di valle: condizione di moto uniforme.

4.2.1.1 Definizione della scabrezza

Per quanto concerne la scabrezza, la valutazione dei coefficienti da inserire nel modello è stata basata su dati di letteratura (coefficiente di Strickler per i corsi d'acqua naturali fornita da V. T. Chow), sull'esperienza acquisita nel campo della modellistica idraulica e sull'osservazione in loco e della documentazione fotografica a disposizione.

Per l'asta analizzata si è assunto un valore del coefficiente di Strickler (k) pari a $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ($n=0,04$), uniforme lungo il contorno bagnato dell'alveo di magra, mentre per le aree golenali allagabili è stato considerato un valore medio di $18 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ($n=0,055$).

2. Excavated or Dredged Channels

a. Earth, Straight, and Uniform:

1. Clean, recently completed	0.016	0.018	0.020
2. Clean, after weathering	0.018	0.022	0.025
3. Gravel, uniform section, clean	0.022	0.025	0.030
4. With short grass, few weeds	0.022	0.027	0.033

b. Earth Winding and Sluggish:

1. No vegetation	0.023	0.025	0.030
2. Grass, some weeds	0.025	0.030	0.033
3. Dense weeds or aquatic plants in deep channels	0.030	0.035	0.040
4. Earth bottom and rubble sides	0.028	0.030	0.035
5. Stony bottom and weedy banks	0.025	0.035	0.040
6. Cobble bottom and clean sides	0.030	0.040	0.050

c. Dragline-Excavated or Dredged:

1. No vegetation	0.025	0.028	0.033
2. Light brush on banks	0.035	0.050	0.060

d. Rock Cuts:

1. Smooth and uniform	0.025	0.035	0.040
2. Jagged and irregular	0.035	0.040	0.050

e. Channels not Maintained, Weeds and Brush Uncut:

1. Dense weeds, high as flow depth	0.050	0.080	0.120
2. Clean bottom, brush on sides	0.040	0.050	0.080
3. Same as above, highest stage of flow	0.045	0.070	0.110
4. Dense brush, high stage	0.080	0.100	0.140

3. Main Channels

a. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective	0.040	0.048	0.055
f. Same as (d) with more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150

4. Mountain Streams, No Vegetation in Channel, Banks usually Steep, Trees and Brush along Banks Submerged at High Stages

a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

Source:

(1) ASCE, (1982), Gravity Sanitary Sewer Design and Construction, ASCE Manual of Practice No. 60, New York, NY.
(2) Chow, V.T., (1959), Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York, NY.

Figura 10: Valori dell'indice di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$).

4.2.2 Scenari di verifica idraulica

Le analisi idrauliche effettuate mediante modellazione numerica bidimensionale sono state condotte in regime di moto vario e hanno permesso di analizzare il comportamento idraulico in piena del nodo idraulico che interferisce con la viabilità di progetto. In particolare, le simulazioni sono state condotte per determinare, in occasione di deflusso di piene significative, le possibili esondazioni e le interazioni con gli attraversamenti stradali nella configurazione ante e post Operam.

Le analisi hanno riguardato due differenti configurazioni, stato di fatto (ante Operam) e di progetto (post Operam), durante il transito della piena di riferimento per le analisi di compatibilità idraulica corrispondente all'evento con tempo di ritorno di 200 anni.

4.2.2.1 Analisi degli scenari simulati

Configurazione di stato di fatto – Evento TR200 anni

Lo scenario definisce il livello di riferimento per la verifica di compatibilità dell'intera opera stradale esistente oltre che per gli attraversamenti presenti nel tratto che interferiscono con la viabilità in progetto.

Dalle analisi svolte si evince come dalla confluenza tra Fosso delle Rotte e Arianna la SS4 viene interessata in alcuni tratti dall'esondazione del corso d'acqua.

Procedendo verso valle, in prossimità della confluenza tra il Fossato Marco ed il Fosso Arianna, sono presenti due attraversamenti sul rio secondario prima della confluenza, il ponte di via Liberati ed il ponte della SS4. Rispetto alla piena di riferimento, il primo ponte ha un funzionamento in pressione, avendo una quota di intradosso a 419,4 m s.l.m., ed il livello registrato all'imbocco è di 420,21 m s.l.m..

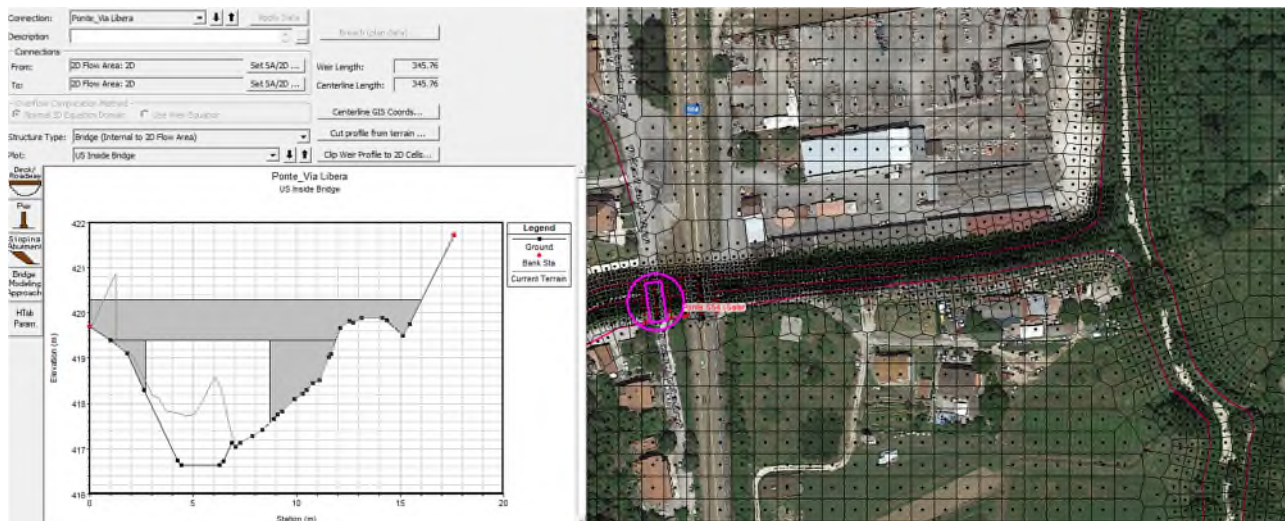


Figura 11: Schematizzazione modellistica del ponte di via Liberati sul fossato Marco

Anche il ponte appena a valle sulla SS4, presenta un funzionamento in pressione al passaggio della piena duecentennale, la quota di intradosso dell'attraversamento è a 418,33 m s.l.m., mentre il livello registrato è di 419,32 m s.l.m..

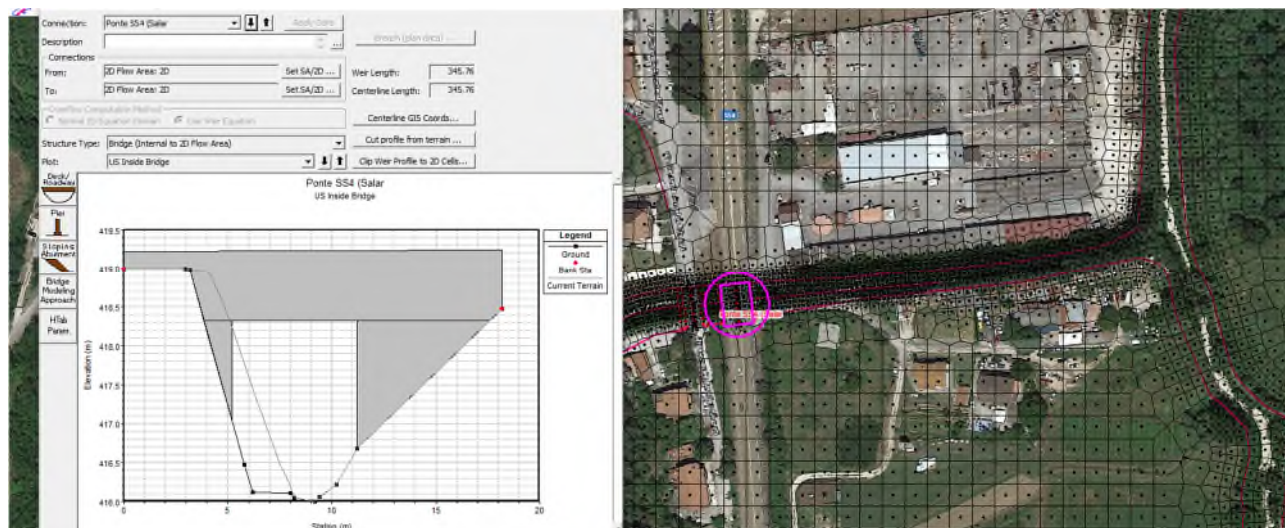


Figura 12: Schematizzazione modellistica del ponte della SS4

Altra problematica evidente in tale area è l'esondazione del rio secondario sulla sponda sinistra nel tratto a monte degli attraversamenti sopra citati. Tale esondazione, predominante a circa 250 m a monte del ponte di via Liberati, determina poi la propagazione dell'esondazione fino al paese di San Giovanni Reatino interessando parecchie case limitrofe.



Figura 13: Dinamiche di esondazione in prossimità del centro abitato di San Giovanni Reatino (configurazione ante – Operam TR200 anni)

Configurazione di progetto – Evento TR200 anni

Lo scenario definisce il livello di riferimento per la verifica di compatibilità dell’intera opera stradale in progetto oltre che per gli attraversamenti presenti nel tratto che interferiscono con la medesima.

Per evitare le esondazioni lungo il tratto di SS4 che affianca il fosso Arianna si è proceduto ad innalzare la livelletta stradale in progetto contenendo così i livelli di piena con un sufficiente grado di sicurezza rispetto alla viabilità.

In prossimità dei due attraversamenti su fossato Marco descritti nella configurazione ante Operam, si è proceduto alla realizzazione di una inalveazione del canale creando una sezione di deflusso in grado di far defluire l’intera portata di piena garantendo il franco idraulico del tombino in progetto. Quest’ultimo andrà a sostituire sia l’attraversamento sulla viabilità esistente di via Liberati che sulla SS9. Il tombino in questione è il TM19 con sezione rettangolare 10x3 m e pendenza pari al 2%.

Per evitare che l’esondazione in sponda sinistra del rio secondario invada l’abitato di San Giovanni e quindi poi anche la SS4, si è proceduto alla creazione di un canale di gronda che raccoglie le acque fuoriuscite dal rio e le indirizza nel tombino di progetto TM20 convogliandole poi nel fosso Arianna.

Il tombino TM20 ha dimensioni 5x4 m e pendenza 2%.



Figura 14: Dinamiche di propagazione della piena in prossimità del centro abitato di San Giovanni Reatino (configurazione post
– Operam TR200 anni)

Tabella 8: Risultati delle simulazioni idrauliche con modello bidimensionale (evento TR 200 anni).

Configurazione	ID Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	Geometria		TR=200							
				B	H	Portata Q	Tirante h media	Tirante h max	Velocità V	Livello idrico	Intradosso minimo attraversam.	Fr (Normativa)	Fr (calcolato)
				(m)	(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)
PROG	TM20	Pk 6+115	Tombino scatolare	10	3	31.8	1.00	1.00	4.00	416.44	418.44	1.00	2.00
PROG	TM19	Pk 6+200	Tombino scatolare	5	4	23	2.45	2.45	6.00	414.54	416.18	1.33	1.64

5 METODOLOGIA DI VERIFICA INLET/OUTLET CONTROL

La verifica delle opere di attraversamento classificate come compluvi nella gerarchia idrologica in quanto non appartenenti al reticolo demaniale, è stata condotta mediante l'applicazione del metodo della Federal Highway Administration (FHWA) denominato "Inlet/Outlet Control".

Le leggi che regolano il deflusso di una corrente attraverso un tombino si rifanno all'idraulica dei canali a pelo libero sino a quando la corrente non è a sezione piena. In letteratura sono disponibili numerosi studi effettuati da diversi autori (Marnell, Nagler, Woodward, Mavis, Straub, Morris, Anderson, Bowers, Shoemaker, Clayton) che hanno investigato casi particolari.

Un'indagine sperimentale completa sul comportamento idraulico delle più comuni tipologie di tombini è stata eseguita dal U.S. Bureau of Standard come riportato da French in più pubblicazioni.

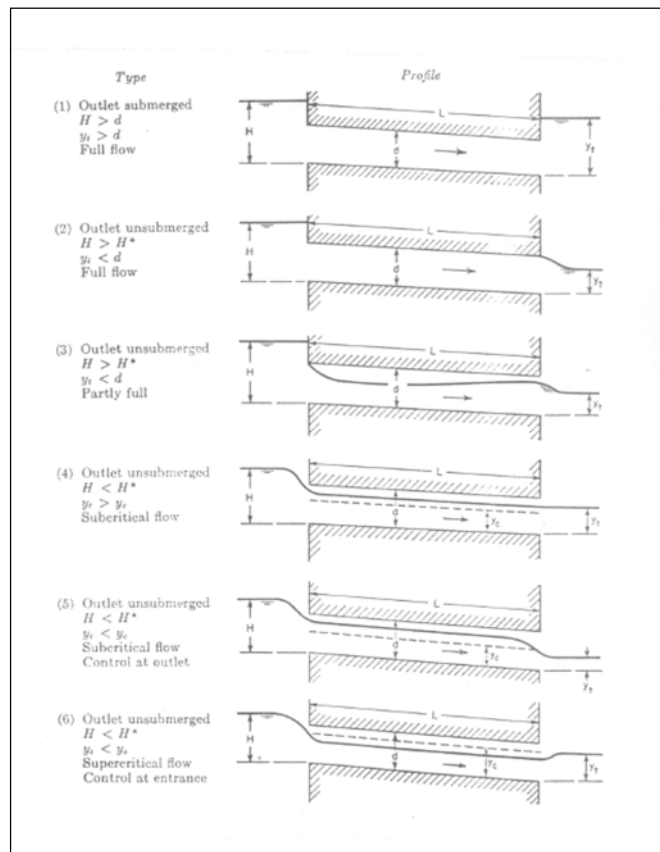


Figura 15: Situazioni di deflusso attraverso un tombino

Sulla base di queste esperienze è stato verificato che l'imbocco di un tombino risulta libero qualora il carico idraulico a monte sia inferiore ad un valore critico definito in funzione delle caratteristiche geometriche dell'imbocco del tombino stesso. Nelle applicazioni in oggetto si è considerato un valore critico del carico di monte pari a quello ottenibile rispetto al piano campagna locale, quello cioè che determina l'esondazione incipiente per rigurgito del manufatto.

Si sono individuati sei differenti tipi di comportamento (Figura 15), schematizzabili nel modo seguente:

- A. sbocco sommerso: **Tipo 1**
- B. sbocco a pelo libero:
 - a. carico maggiore del carico critico
 - i. tombino idraulicamente lungo: **Tipo 2**
 - ii. tombino idraulicamente corto: **Tipo 3**
 - b. carico inferiore al carico critico
 - i. altezza d'acqua di valle maggiore della y_c : **Tipo 4**
 - ii. altezza d'acqua di valle minore della y_c :
 - 1. pendenza $< i_c$: **Tipo 5**
 - 2. pendenza $> i_c$: **Tipo 6**

La soluzione di tali tipologie può essere ottenuta utilizzando i cartogrammi messi a punto dal U.S. Geological Survey (Figura 16).

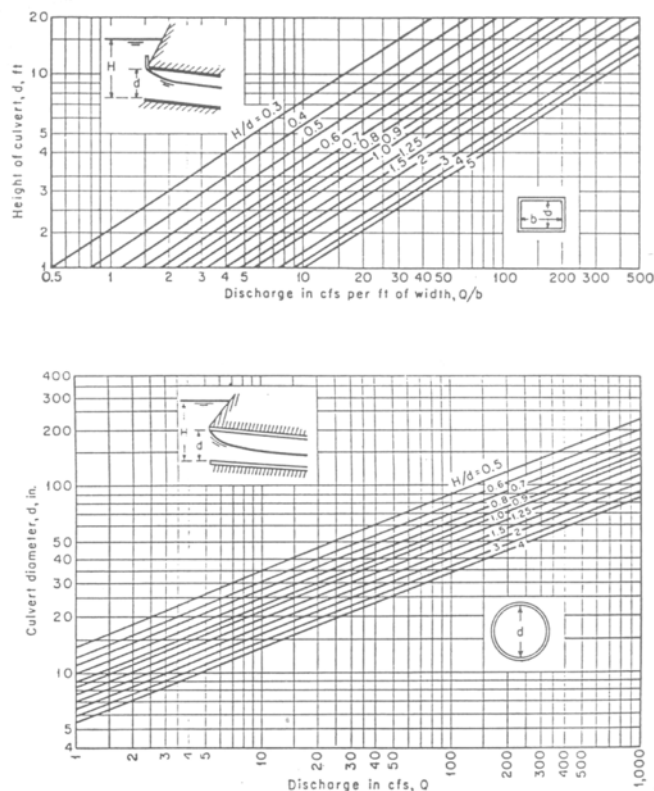


Figura 16: Cartogrammi per la stima delle portate defluibili a pelo libero attraverso tombini scatolari o circolari con imbocco non raccordato.

Tali grafici, aventi gli assi a scala logaritmica, esprimono il legame tra la portata espressa in cfs (piedi cubi al secondo) ed il carico idraulico a monte espresso in ft (piedi) in funzione delle dimensioni geometriche di tombini a sezione rettangolare o circolare, configurazione questa che risulta rappresentativa di tutte le situazioni riscontrate.

Quindi note le dimensioni del manufatto e valutato il carico idraulico a monte, attraverso l'utilizzo delle relazioni matematiche esplicitate graficamente nei diagrammi sopra riportati, è possibile determinare la portata che può defluire attraverso un tombino a sezione scatolare o circolare.

La tipologia progettuale degli attraversamenti sui corsi d'acqua secondari è normalizzata allo scatolare 2x2 m, per favorire e agevolare operazioni di manutenzione e allo stesso tempo garantire il dimensionamento rispetto a fenomeni di sedimentazione e ostruzione. In attraversamento alle viabilità di svincolo, in alcuni casi è stata prevista la tipologia circolare con diametro 1000 mm.

In virtù della sezione corrente stradale di mezzacosta, le opere idrauliche hanno spesso un tipologico di imbocco a pozzo, necessario per vincere il dislivello altimetrico dello scavo di versante.

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i dati di verifica dei tombini calcolati col metodo descritto. Si ricorda che la normativa nazionale intende i tombini idraulici come manufatti totalmente rivestiti in sezione, eventualmente suddivisi in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s.

Ai fini delle verifiche idrauliche l'evento di progetto deve avere tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti, ovvero 200 anni ed è necessario garantire, in caso di funzionamento a superficie libera, un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0.50 m. Per i canali a sezione aperta il franco idraulico rispettato ai fini delle verifiche è pari ad 1/3 dell'altezza della sezione.

Tabella 9: Risultati del dimensionamento dei tombini idraulici (Parte 1).

Interferenza	Attraversam.	Pk	Caratteristiche tombino						
			Larghezza	Altezza	Lunghezza	Scabrezza	Quota ingresso	Quota sbocco	Pendenza
			id	pk	b	h1	L	k_s	Z_{in}
			(m)	(m)	(m)	($m^{1/3}/s$)	(m s.m)	(m s.m)	(-)
C.201.1	TO04	0+125	DN1000	1.00	35.00	60	574.7	574	0.02
C.204.1 - C.203.2	TM04	1+712	2.00	2.00	36.10	60	525.91	525.55	0.01
C.205.1	TM06	1+990	2.00	2.00	40.20	60	512.39	511.99	0.01
C.205.2 - C.205.3	TM07	2+322	2.00	2.00	27.60	60	497.94	497.67	0.01
C.205	TM08	2+425	2.00	2.00	31.60	60	492.25	491.94	0.01
C.210.1	TM14	1+625	2.00	2.00	17.20	60	445.49	445.32	0.01
C.215 - C.216	TO19	4+758	2.00	2.00	50.00	60	426.79	425.79	0.02
C.219.1	TO20	5+187	DN1000	1.00	29.00	60	420.79	420.5	0.01
C.220.1	TO21	5+460	DN1000	1.00	50.00	60	417.25	416.75	0.01
C.220.2	TO22	5+657	DN1000	1.00	39.00	60	415.49	415.1	0.01
C.224.1	TO25	6+902	DN1000	1.00	55.00	60	404.85	404.3	0.01
C.224	TO26	0+255	DN1500	1.50	12.00	60	401.48	401.36	0.01
C.224	TO27	0+829	DN1500	1.50	19.00	60	401.28	401.1	0.01
B.222	TM21.1	6+775	2.00	2.00	15.30	60	408.92	408.77	0.01
B.222	TM21.3	6+775	3.00	1.00	54.40	60	406.03	404.54	0.03

Tabella 10: Risultati del dimensionamento dei tombini idraulici (Parte 2).

Interferenza	Attraversam.	Portata TR=200	Parametri idrodinamici				Franchi idraulici		
			Altezza di moto uniforme	Altezza critica	Velocità di moto uniforme	Carico totale	Carico parziale	Franco NTC2018	Franco calcolato
id	pk	Q ₂₀₀	h	y _c	V	H _T =h+V ² /2g	H _{0.5} =h+0.5*V ² /2g	F(min)	F(h)
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
C.201.1	TO04	0.50	0.30	0.40	2.5	0.62	0.46	0.50	0.70
C.204.1 - C.203.2	TM04	1.20	0.28	0.33	2.2	0.52	0.40	0.67	1.72
C.205.1	TM06	0.30	0.11	0.13	1.3	0.20	0.16	0.67	1.89
C.205.2 - C.205.3	TM07	0.40	0.14	0.16	1.5	0.24	0.19	0.67	1.86
C.205	TM08	0.20	0.09	0.10	1.1	0.15	0.12	0.67	1.91
C.210.1	TM14	4.30	0.71	0.78	3.0	1.17	0.94	0.67	1.29
C.215 - C.216	TO19	0.80	0.17	0.25	2.3	0.45	0.31	0.67	1.83
C.219.1	TO20	0.30	0.27	0.31	1.7	0.43	0.35	0.50	0.73
C.220.1	TO21	0.40	0.32	0.36	1.9	0.50	0.41	0.50	0.68
C.220.2	TO22	0.30	0.27	0.31	1.7	0.43	0.35	0.50	0.73
C.224.1	TO25	0.40	0.32	0.36	1.9	0.50	0.41	0.50	0.68
C.224	TO26	1.60	0.56	0.65	2.6	0.90	0.73	0.50	0.94
C.224	TO27	1.60	0.57	0.65	2.6	0.91	0.74	0.50	0.93
B.222	TM21.1	3.3	0.54	0.65	3.0	0.99	0.76	0.67	1.46
B.222	TM21.3	4.3	0.28	0.50	3.9	1.07	0.68	0.50	0.72

6 FENOMENI DI SCALZAMENTO

Le opere di attraversamento idraulico in progetto sono sostanzialmente costituite da manufatti scatolari che presentano pertanto rivestimento al fondo. Il rivestimento del fondo è previsto anche nei casi dove si rende necessaria la riprofilatura del corso d'acqua per la realizzazione dei tombini. In definitiva, l'erosione localizzata in presenza delle opere è quindi impossibilitata dall'assenza di materiale sciolto movimentabile dalla corrente.

I viadotti in progetto non prevedono pile in alveo e presentano spalle d'appoggio ampiamente al di fuori della fascia d'allagamento della piena duecentennale.

In merito ai rilevati, questi sono posti sempre sul limite delle aree di allagamento del fondovalle: si prevede il rivestimento degli stessi nelle zone di potenzialmente allagamento, dove i modelli idraulici evidenziano comunque velocità parallele ai rilevati e comunque modeste ed inferiori a 1-2 m/s.

ALLEGATI

Indice

- 1** ALLEGATO I - DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO HEC-RAS
- 2** ALLEGATO II - RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE MONODIMENSIONALI
 - 2.1 SCENARIO DI STATO DI FATTO TR200 MOTO PERMANENTE
 - 2.1.1. STATO DI FATTO B.201 – Progr.0+339
 - 2.1.2. STATO DI FATTO B.202 - Progr.1+034
 - 2.1.3. STATO DI FATTO B.203 - Progr.1+206
 - 2.1.4. STATO DI FATTO B.204 - Progr.1+801
 - 2.1.5. STATO DI FATTO B.206 (Fosso delle Rotte)
 - 2.1.6. STATO DI FATTO B.207 - Progr.2+995
 - 2.1.7. STATO DI FATTO B.208 - Progr.3+290
 - 2.1.8. STATO DI FATTO B.209 - Progr.3+665
 - 2.1.9. STATO DI FATTO B.210 - Progr.4+210
 - 2.1.10. STATO DI FATTO B.214 - Progr.4+543
 - 2.1.11. STATO DI FATTO B.219 - Progr.5+106
 - 2.2 SCENARIO DI PROGETTO TR200 MOTO PERMANENTE
 - 2.2.1. PROGETTO B.201 – Progr.0+339
 - 2.2.2. PROGETTO B.202 - Progr.1+034
 - 2.2.3. PROGETTO B.203 - Progr.1+206
 - 2.2.4. PROGETTO B.204 - Progr.1+801
 - 2.2.5. PROGETTO B.207 - Progr.2+995
 - 2.2.6. PROGETTO B.208 - Progr.3+290
 - 2.2.7. PROGETTO B.209 - Progr.3+665
 - 2.2.8. PROGETTO B.210 - Progr.4+210
 - 2.2.9. PROGETTO B.214 - Progr.4+543
 - 2.2.10. PROGETTO B.219 - Progr.5+106
- 3** ALLEGATO III - RISULTATI SIMULAZIONI INLET/OUTLET CONTROL
 - 3.1.1. C.201.1 - Progr.0+120
 - 3.1.2. C.204.1/C.203.2 - Progr.1+712
 - 3.1.3. C.205.1 - Progr.1+990
 - 3.1.4. C.205.2/C.205.3 - Progr.2+332
 - 3.1.5. C.205 - Progr.2+425
 - 3.1.6. C.210.1 - Progr.1+625 (Viab. Sec.)
 - 3.1.7. C.215/C.216 - Progr.4+758
 - 3.1.8. C.219.1 - Progr.5+187
 - 3.1.9. C.220.1 - Progr.5+460
 - 3.1.10. C.220.2 - Progr.5+657
 - 3.1.11. C.224.1 - Progr.6+902
 - 3.1.12. C.224 - Progr.0+255 (Viab. Sec.)
 - 3.1.13. C.224 - Progr.0+829 (Viab. Sec.)
 - 3.1.14. B.222 - Progr. 6+775

1 ALLEGATO I -
DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO HEC-RAS

1. DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

Il modello di simulazione implementato da HEC-RAS (River Analysis System) presso l'Hydrologic Engineering Center dell'United States Army Corps of Engineers, consente il calcolo dei profili idraulici di moto permanente gradualmente vario in reti di canali naturali o artificiali.

Con tale modello possono essere simulate condizioni di moto subcritico, supercritico e misto e possono essere valutati gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, opere in alveo, ostacoli al flusso e costruzioni presenti lungo le sponde.

Come noto, le equazioni utilizzate per valutare le perdite di carico e quindi il profilo di rigurgito di una corrente variano a seconda del tipo di corrente. Per correnti che si mantengono o sempre lente o sempre veloci in un determinato tratto, si è utilizzata l'equazione della conservazione dell'energia totale.

1.1 CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA TOTALE

Isolando un tratto di corrente e indicando con 1 e 2 le sezioni a monte e a valle del tratto, si è definita l'equazione dell'energia, in riferimento alla Figura 1, nel modo seguente:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

dove

h_e , perdite di energia;

V_i , velocità media nella sezione, pari al rapporto tra portata totale ed area totale;

α_i , coefficienti legati alla distribuzione della velocità nella sezione

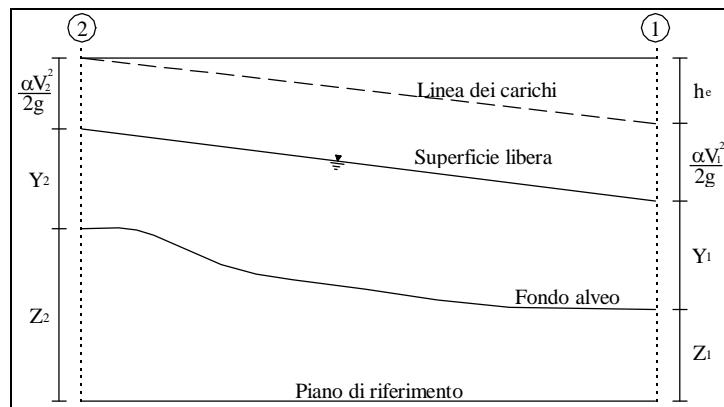


Figura 1 Schema di calcolo

La perdita di carico h_e presente tra due sezioni è causata prevalentemente dalla perdita per attrito o per le variazioni di velocità intrinseche nelle zone di espansione o contrazione della corrente. Indicando con J la cadente piezometrica e con C un coefficiente che tiene conto del fenomeno dell'espansione o contrazione, le perdite di pressione sono state pertanto calcolate nel modo seguente:

$$h_e = LJ + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

Il coefficiente C di espansione o contrazione è stato valutato, in funzione del tipo di transizione che si determina, in accordo alla seguente tabella.

Tabella 1 - Coefficiente di contrazione o espansione

C	Contrazione	Espansione
Nessuna transizione	0,0	0,0
Transizione graduale	0,1	0,3
Sezione tipica di un ponte	0,3	0,5
Rapida transizione	0,6	0,8

La presenza di una espansione o di una contrazione è valutata confrontando la velocità a monte e a valle della sezione considerata. In particolare, se la velocità a monte risulta maggiore della velocità a valle, nella sezione si attesta un'espansione del canale; viceversa una contrazione.

La cadente piezometrica J e il coefficiente di ragguglio dell'energia cinetica adimensionale α_i , che compaiono nelle equazioni (1) e (2), vengono espresse in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente nel seguente modo.

La pendenza d'attrito J viene calcolata come rapporto tra la portata media Q ed il coefficiente medio di resistenza K .

$$J = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 \quad \text{con} \quad K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3} \quad (3)$$

dove

n , coefficiente di scabrezza di Manning;

A , area della sezione;

R , raggio idraulico.

Per portare adeguatamente in conto la frequente circostanza di sezione caratterizzata da zone a differente scabrezza (tipica in particolare degli alvei a banchina e savanella), i valori della conveyance per ciascuna area golenale sono ottenuti come somma dei rispettivi valori parziali (Figura 2). Il canale principale è invece trattato come un unico elemento dotato di un solo valore

di conveyance. Il valore finale ragguagliato di K per l'intera sezione è ottenuto come somma dei tre contributi parziali (sinistra, canale, destra).

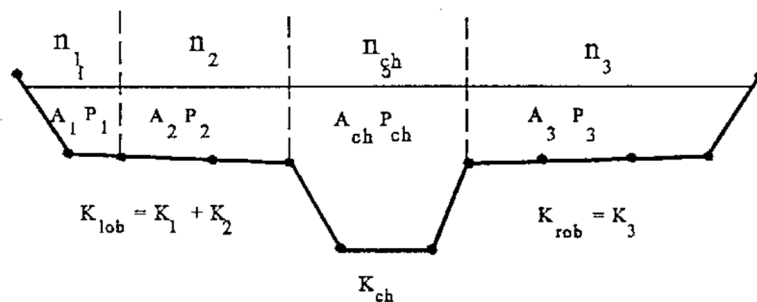


Figura 2 Procedura di calcolo della conveyance

Per ciò che concerne invece il coefficiente di ragguaglio α , poiché coerentemente con la citata ipotesi di corrente monodimensionale, ad ogni sezione resterà associata una sola superficie libera e di conseguenza una sola altezza cinetica. In particolare, per un dato valore del tirante idrico nella sezione, l'altezza cinetica viene calcolata come valor medio pesato alla portata fra quelli associati alle tre sottosezioni: golena sinistra, canale, golena destra. Una semplice schematizzazione del modello, nel caso di assenza di golena sinistra è riportato in Figura 3. In pratica l'altezza cinetica è calcolata mediante la relazione:

$$\alpha \cdot \frac{\bar{V}^2}{2g} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot \left(\frac{V_i^2}{2g} \right)}{Q_{tot}} \quad (4)$$

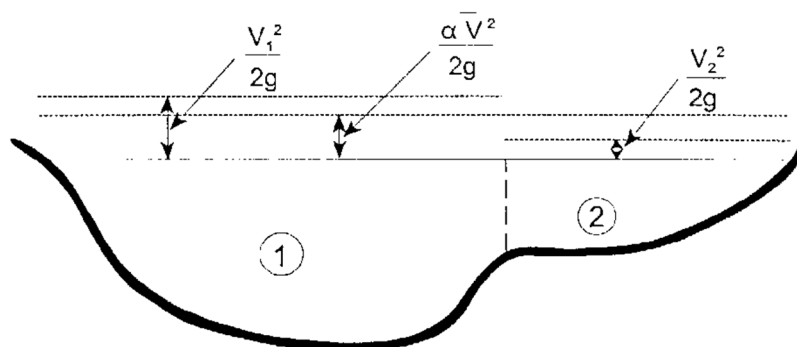


Figura 3 Suddivisione in sottosezione con eguale velocità della corrente

Dalla precedente relazione pertanto il coefficiente di ragguglio risulta quindi:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot V_i^2}{Q \cdot V^2} \quad (5)$$

L'incognita della (1) è la quota idrometrica (Y+Z), che il programma di calcolo determina con il metodo della secante applicato all'equazione del bilancio energetico.

La procedura risulta iterativa e si svolge attraverso i seguenti passi:

- Si assume una quota idrica $(Y+Z)_{ass.2}^1$ di primo tentativo per la sezione incognita, di monte nel caso di moto lento o di valle per corrente rapida;
- Basandosi sull'assunzione della quota idrica si determinano i corrispondenti termini cinetici;
- Valutata la pendenza J, si risolve l'equazione per calcolare le perdite h_e nel tratto;
- Dai valori ottenuti viene effettuato il calcolo della corrispondente quota idrica da confrontare con la quota assunta all'inizio del processo iterativo determinando l'errore commesso.

Il programma ripeterà i passaggi descritti fino al momento in cui l'errore risulterà minore della tolleranza, imposta di default come 0.003 m.

Le equazioni utilizzate per i primi due tentativi sono:

$$(Y + Z)_{calc.2}^1 = E_1 + h_e - \left(\alpha \frac{V^2}{2g} \right)_2 \quad (6)$$

Equazione per la determinazione della quota calcolata:

$$err^1 = (Y + Z)_{ass.2}^1 - (Y + Z)_{calc.2}^1 = E_2 - (E_1 + h_e) \quad (7)$$

Errore della prima iterazione:

$$(Y + Z)_{ass.2}^2 = (Y + Z)_{ass.2}^1 - 0.70 \cdot err^1 \quad (8)$$

Valore assunto per la seconda iterazione:

$$err^2 = (Y + Z)_{ass.2}^2 - (Y + Z)_{calc.2}^2 = E_2 - (E_1 - h_e) \quad (9)$$

Errore della seconda iterazione.

Mentre per il calcolo dei tentativi successivi viene applicata la formula del metodo della secante, nella forma:

$$(Y+Z)_{ass.2}^I = (Y+Z)_{ass.2}^{I-1} - err^{I-1} \cdot \frac{(Y+Z)_{ass.2}^{I-1} - (Y+Z)_{ass.2}^{I-2}}{err^{I-1} - err^{I-2}} \quad (10)$$

Nel caso in cui il numero delle iterazioni necessarie raggiunga il valore massimo impostato (20 di default) senza soddisfare la tolleranza, si confronterà con la quota $(Y+Z)_{crit}$, corrispondente alle condizioni critiche della sezione, il valore della quota al quale nelle varie iterazioni compiute corrisponde il valore minimo di errore, $(Y+Z)_{min_err}$.

Se da tale confronto risulta un corretto posizionamento della quota rispetto la quota critica ($(Y+Z)_{min_err} > (Y+Z)_{crit}$ per profili in corrente lenta e $(Y+Z)_{min_err} < (Y+Z)_{crit}$ per profili in corrente veloce) e l'errore associato a $(Y+Z)_{min_err}$ sia inferiore ad una seconda tolleranza impostata maggiore della precedente (0.1 di default), il valore $(Y+Z)_{min_err}$ è assunto come soluzione; nel caso in cui, invece, l'errore corrispondente non soddisfi la seconda tolleranza oppure la posizione risulti non corretta rispetto alla quota critica, la soluzione assunta è l'altezza critica.

Si osserva dunque che indipendentemente dal tipo di condizione imposta per la risoluzione del moto del profilo, moto subcritico o moto supercritico, il profilo può risultare costituito da tratti validi con il pelo libero superiore alla quota critica, intervallati da altri tratti in cui il profilo coincide con quest'ultima.

1.2 EQUAZIONE DELLA CONSERVAZIONE DELLA QUANTITÀ DI MOTO

L'equazione della conservazione dell'energia totale (1) ha validità solo nel caso di correnti gradualmente variate all'interno del ramo in esame. In particolare viene applicata nel caso di corrente ovunque subcritiche o supercritiche. Qualora all'interno di un ramo si verificasse il passaggio da corrente veloce a lenta, con perdita della gradualità del movimento, è necessario impostare una risoluzione del codice di calcolo tramite un regime di corrente mista. Per tale metodo di calcolo è necessario assegnare due condizioni al contorno: una a monte ed una a valle. In tal caso la determinazione del profilo avviene secondo un procedimento nel quale si utilizza il teorema della quantità di moto per la localizzazione dell'eventuale risalto idraulico.

La grandezza che regola il regime di corrente mista è la spinta totale composta dalla spinta idrostatica (P_i) e idrodinamica della corrente ($Q\rho\Delta V$).

$$S_{tot} = \gamma \bar{A} Y \cos \theta + Q\rho V_x \quad (10)$$

Applicando l'equazione globale dell'equilibrio dinamico al volume di controllo compreso tra le sezioni 1-2, in cui la corrente si suppone gradualmente variata, (Figura 4) e proiettandola lungo l'asse x, si ottiene

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \quad (11)$$

dove si è indicato con

P_i , spinta idrostatica sulla sezione i ;

W_x , componente della forza peso nella direzione del moto;

F_f , forza d'attrito lungo la superficie di contorno del volume di controllo;

Q , portata complessiva (supposta costante);

ρ , densità del fluido;

ΔV_x , variazione della velocità tra le due sezioni.

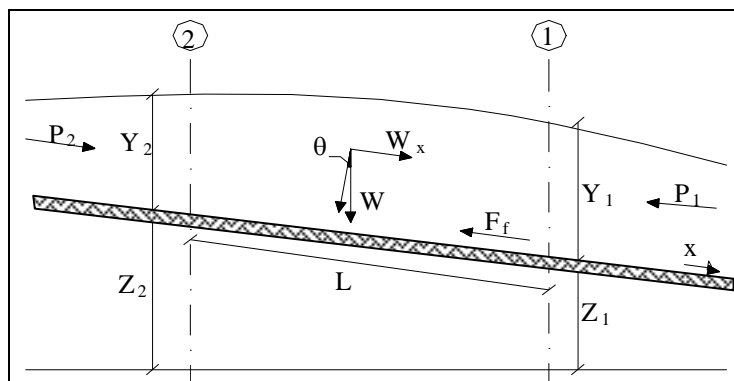


Figura 4 Schema di calcolo

I termini idrostatici per pendenze dell'ordine di 1 a 10 sono valutabili come

$$P = \gamma \bar{A} \bar{Y} \cos \theta \cong \gamma \bar{A} \bar{Y} \quad (12)$$

potendo porre, per le pendenze in esame, $\cos \theta = 1$.

Nella relazione (12) γ corrisponde al peso specifico del fluido, A l'area della sezione ed \bar{Y} l'altezza del pelo libero nel baricentro della sezione.

La componente della forza peso, noto il peso specifico del fluido, la lunghezza L del tronco e l'area totale di fluido presente, è stata valutata nel modo seguente:

$$W = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \Rightarrow W_x = W \cdot \sin \theta \quad (13)$$

La forza d'attrito F_f è funzione delle caratteristiche del fluido come la densità dell'acqua, l'azione tangenziale che si esplica sul letto del fiume e la cadente piezometrica J .

In particolare:

$$F_f = \tau PL$$

$$\tau = \gamma R J \Rightarrow F_f = \gamma \frac{A}{P} J PL = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot JL \quad (14)$$

dove P ed R sono rispettivamente il perimetro bagnato ed il raggio idraulico della sezione.

La soluzione dell'equazione (10) avviene per iterazioni successive. Vengono quindi calcolati tutti i profili sia in regime di corrente subcritica, partendo dalla sezione di valle e procedendo a ritroso fino alla sezione di monte, sia in regime supercritico partendo dalla sezione di monte con la condizione imposta, determinando nel primo caso $S_{tot,sub}$ e nel secondo $S_{tot,super}$. Le sezioni in cui la soluzione è posta uguale alla quota critica $(Y+Z)_{crit}$ vengono salvate in memoria.

Successivamente si controlla che $S_{tot,super}$ sia maggiore della $S_{tot,sub}$. Se risulta $S_{tot,super} > S_{tot,sub}$ allora è valida la condizione supercritica ed inizia il calcolo del profilo di corrente veloce verso valle controllando che in ogni sezione permanga verificata la disuguaglianza.

Se invece nella sezione di monte è $S_{tot,super} < S_{tot,sub}$, è valida la soluzione subcritica, e il programma ricerca la prima sezione verso valle, conservata in memoria, in cui la soluzione in regime subcritico era stata posta uguale alla quota critica. Da qui ha inizio il calcolo di un profilo di corrente rapida verso valle che è valido finché non si arriva ad una sezione con una soluzione subcritica alla quale corrisponde una $S_{tot,super} < S_{tot,sub}$.

Si assume quindi che, fra questa sezione e quella precedente si verifichi un risalto idraulico, con transizione da corrente veloce a corrente lenta e si prosegue con lo stesso criterio fino ad arrivare alla sezione di valle.

Nella Figura 5 è rappresentata una parte del profilo dove si verifica il passaggio dal regime supercritico a quello subcritico, che può verificarsi in regime di corrente mista.

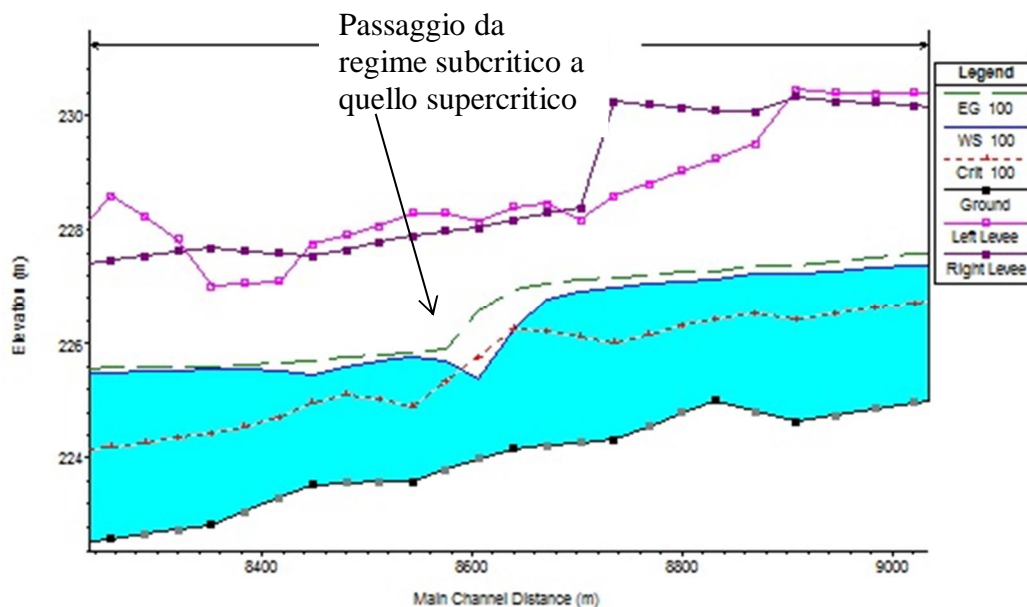


Figura 5 Profilo calcolato in regime di corrente mista

Le equazioni (1) e (11) sono state applicate anche alle sezioni caratterizzate dalla presenza di un ponte. E' stato sufficiente suddividere il tratto interessato in più sezioni e ripetere per la successione di esse l'analisi svolta per il tratto delimitato da sole due sezioni.

Prendendo un tratto caratterizzato dalla presenza di un ponte, Figura 4 e Figura 5, si evidenziano 3 zone:

- una zona di contrazione;
- una zona intermedia interessata dalla presenza del ponte;
- una zona di espansione.

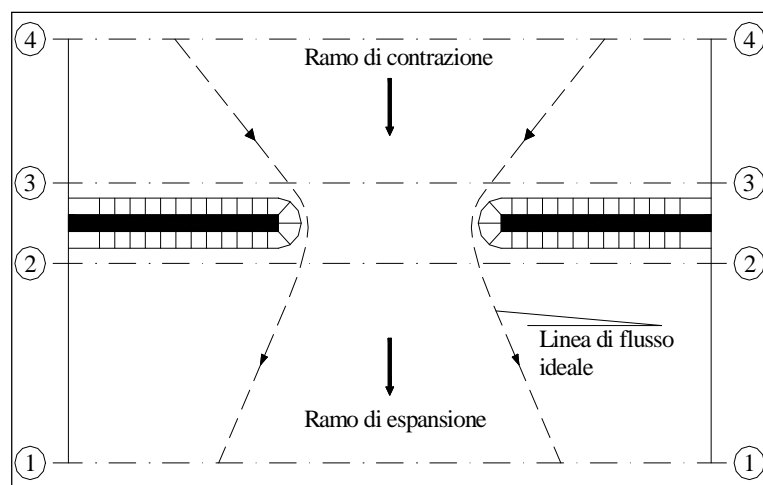


Figura 5 Pianta schematica di un attraversamento fluviale

L'applicazione dell'equazione della conservazione della quantità di moto tra le sezioni 1-2 e 3-4 è del tutto analoga alla situazione vista in precedenza mentre la presenza del ponte comporta termini nuovi nella valutazione dell'equilibrio tra le sezioni 2-BD (Step 1), BD-BU (Step 2) ed BU-3 (Step 3).

Step 1; definendo con A_{pi} l'area ostruita ed con Y_{pi} la distanza verticale che intercorre tra il baricentro delle pile e la superficie libera nella zona di valle, l'espressione del bilancio è la seguente:

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} = \frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 Y_2 - A_{P_{BD}} Y_{P_{BD}} + F_f - W_x \quad (15)$$

Step 2; equilibrio tra BU e BD:

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} + F_f - W_x = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} \quad (16)$$

Step 3 ; equilibrio tra BU e 3:

$$\frac{Q_3^2 \beta_3}{g A_3} + A_3 Y_3 = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} - A_{P_{BU}} Y_{P_{BU}} + F_f - W_x + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{P_{BU}} Q_3^2}{g A_3^2} \quad (17)$$

con C_D coefficiente di resistenza idrodinamica intorno alla pila ricavabile dalla tab. 2 in funzione del tipo di pila presente.

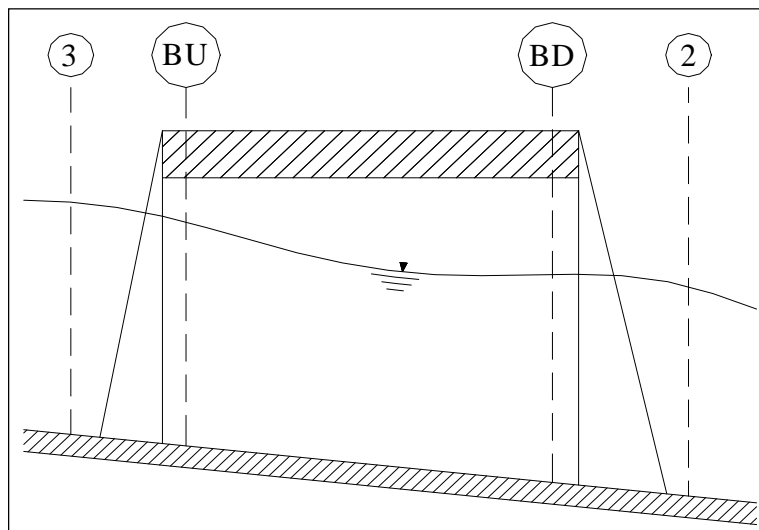


Figura 6 Sezione schematica di un attraversamento fluviale

Tabella 2 - Coefficiente di resistenza idrodinamico C_D

TIPO DI PILA	C_D
Pila circolare	1.2
Pila allungata con punta semicircolare	1.33
Pila ellittica con rapporto assi 2 :1	0.6
Pila ellittica con rapporto assi 4 :1	0.32
Pila ellittica con rapporto assi 8 :1	0.29
Pila rettangolare	2.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 30^\circ$	1.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 60^\circ$	1.39
Pila triangolare con apertura $\alpha = 90^\circ$	1.60
Pila triangolare con apertura $\alpha = 120^\circ$	1.72

In alternativa all'equazione della conservazione della quantità di moto il software permette anche di utilizzare l'equazione di Yarnell (non utilizzata per i casi specifici) che permette di valutare le perdite di energia localizzate in corrispondenza di un ponte.

Con riferimento alle Figura 4 e Figura 5, le perdite di energia tra le sezioni 2 e 3 sono state valutate nel modo seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15\alpha^4) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad (18)$$

dove H_{i-j} rappresenta appunto la perdita di energia nel passaggio della corrente attraverso la sezione ostruita e K , coefficiente di Yarnell, tiene conto delle differenti sagome di pila esistenti, tabella 3;

Tabella 3 - Coefficiente di Yarnell

TIPO DI PILA	K
Pila semicircolare in punta	0.9
Pila cilindrica doppia collegata con diaframma	0.95
Pila cilindrica doppia senza diaframma	1.05
Pila con punta triangolare $\alpha = 90^\circ$	1.05
Pile rettangolari	1.25
Dieci pile a cavalletto inclinate	2.5

ω rappresenta il rapporto tra l'altezza ed il tirante della sezione 2; α il rapporto tra l'area ostruita dalle pile e l'area totale ed infine V_2 la velocità a valle della sezione.

Il modello elaborato prevede una corrente con un'altezza idrica minore dell'altezza di intradosso del ponte. Nel caso di correnti con altezza idrica superiore o eguale alla quota di intradosso dell'attraversamento fluviale, la valutazione delle perdite di energia è effettuata attraverso il calcolo della portata che attraversa la sezione. In particolare, in riferimento ad un caso generico, Figura 6, la portata è calcolata nel modo seguente:

$$Q = C_d A_1 \left[2g \left(Y_1 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) \right]^{1/2} \quad (19)$$

dove

C_d , coefficiente di deflusso il cui andamento è riportato nel grafico di Figura 7, assumendo valori tra 0,27 e 0,5;

A_1 , area della luce nella sezione di monte;

Y_1 , altezza idrica della sezione di monte;

α , coefficiente correttivo cinetico;

V_1 , velocità della corrente a monte.

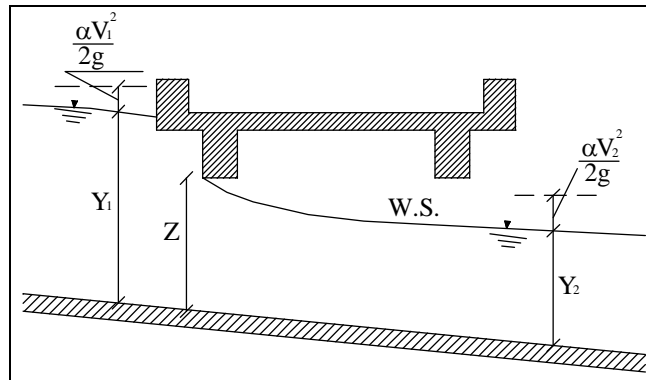


Figura 7 Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

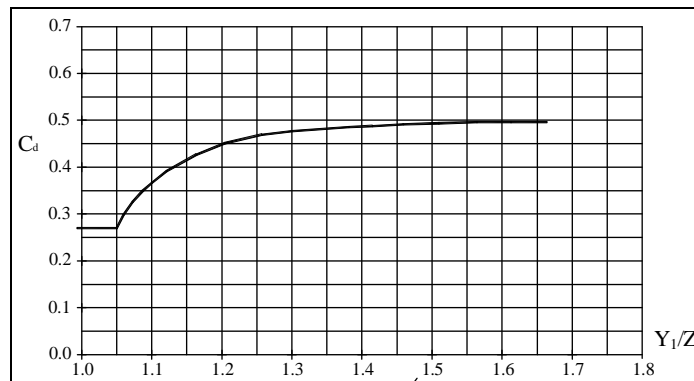


Figura 8 Diagramma per la stima del coefficiente di deflusso C_d

Se il ponte è in pressione sia a monte che a valle l'equazione (19) è corretta nel modo seguente:

$$Q = CA\sqrt{2gH} \quad (20)$$

dove C assume il valore di 0.8 ed H coincide con la perdita di energia totale tra la sezione di monte e di valle del ponte come indicato in Figura 9.

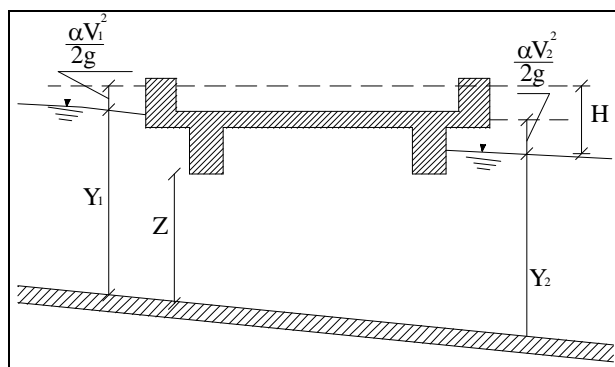


Figura 9 Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

Infine se il ponte è superato dalla corrente di piena, Figura 10, la portata si calcola nel modo seguente:

$$Q = CLH^{2/3} \quad (21)$$

con C si indica un coefficiente correttivo della portata, L la lunghezza del ponte ed H la differenza di energia tra monte e valle.

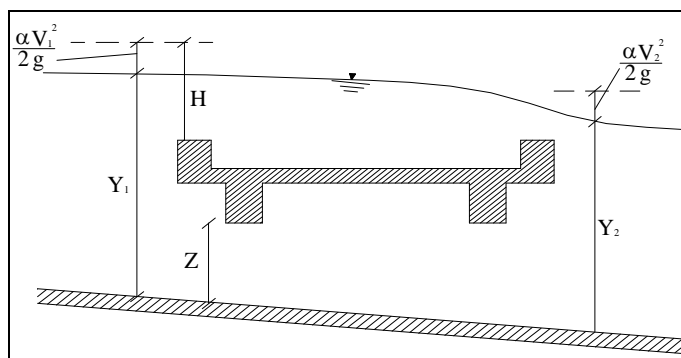


Figura 10 Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

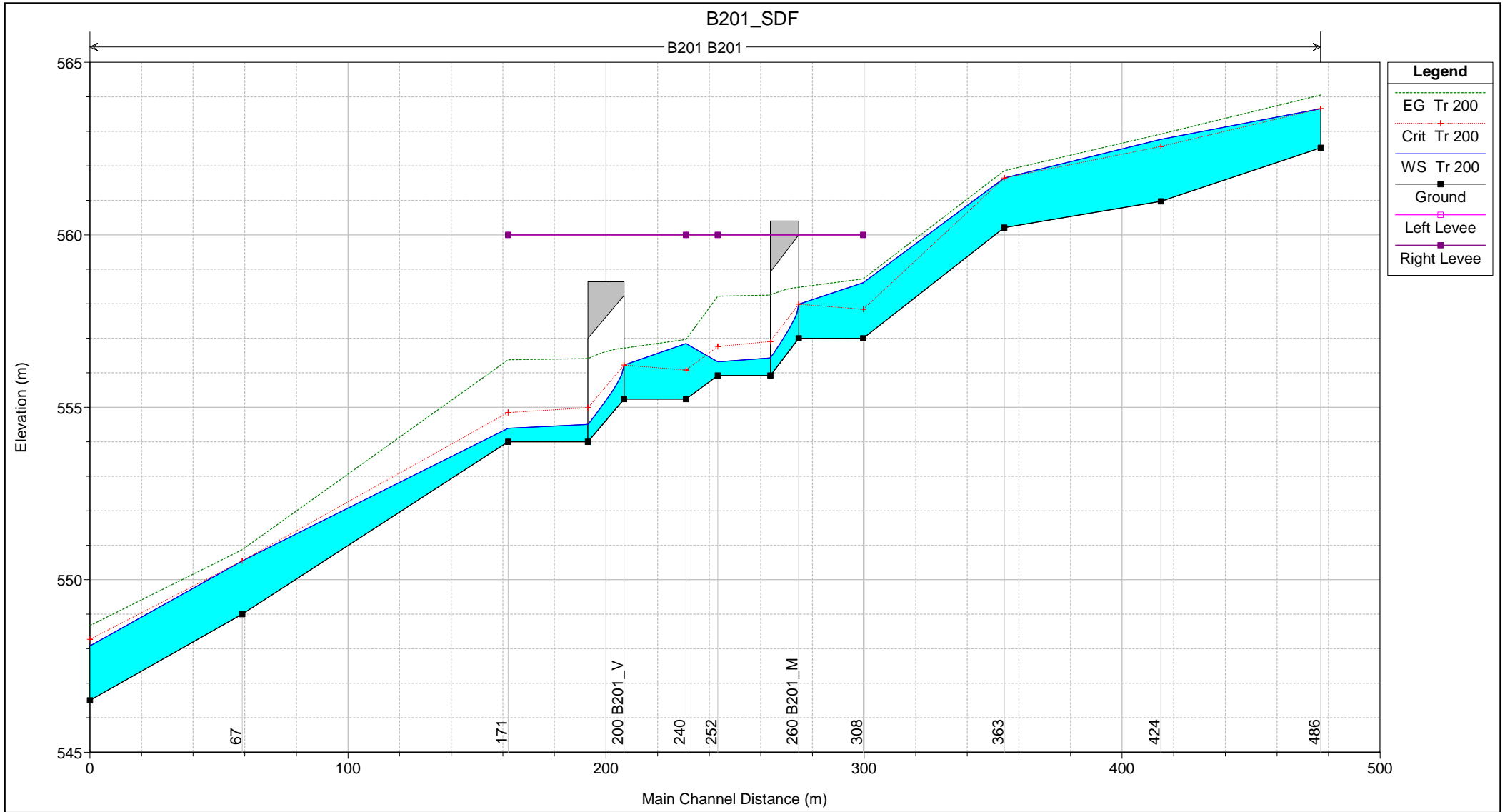
2 ALLEGATO II -
RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE MONODIMENSIONALI

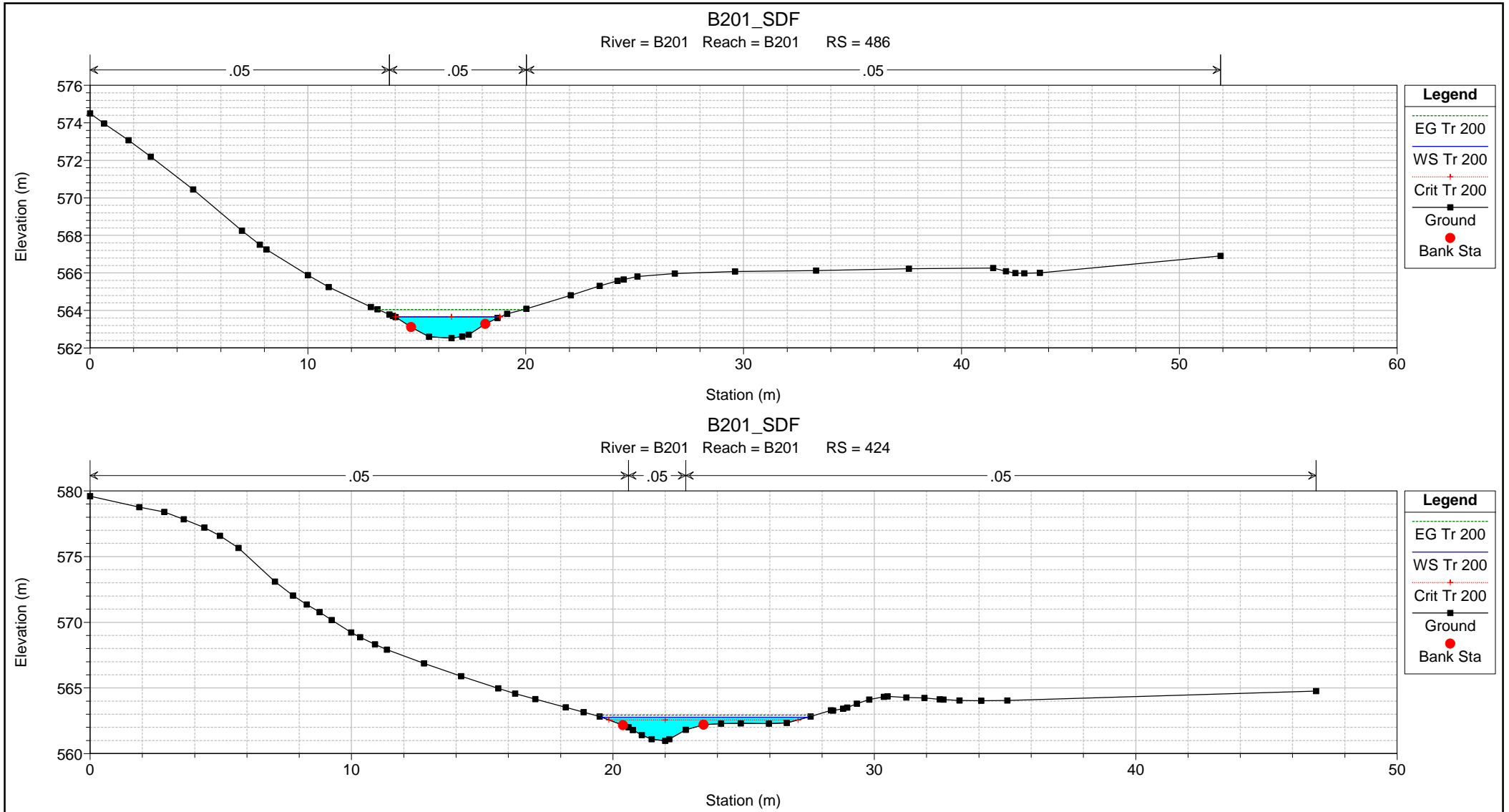
**2.1 SCENARIO DI STATO DI FATTO
TR200 MOTO PERMANENTE**

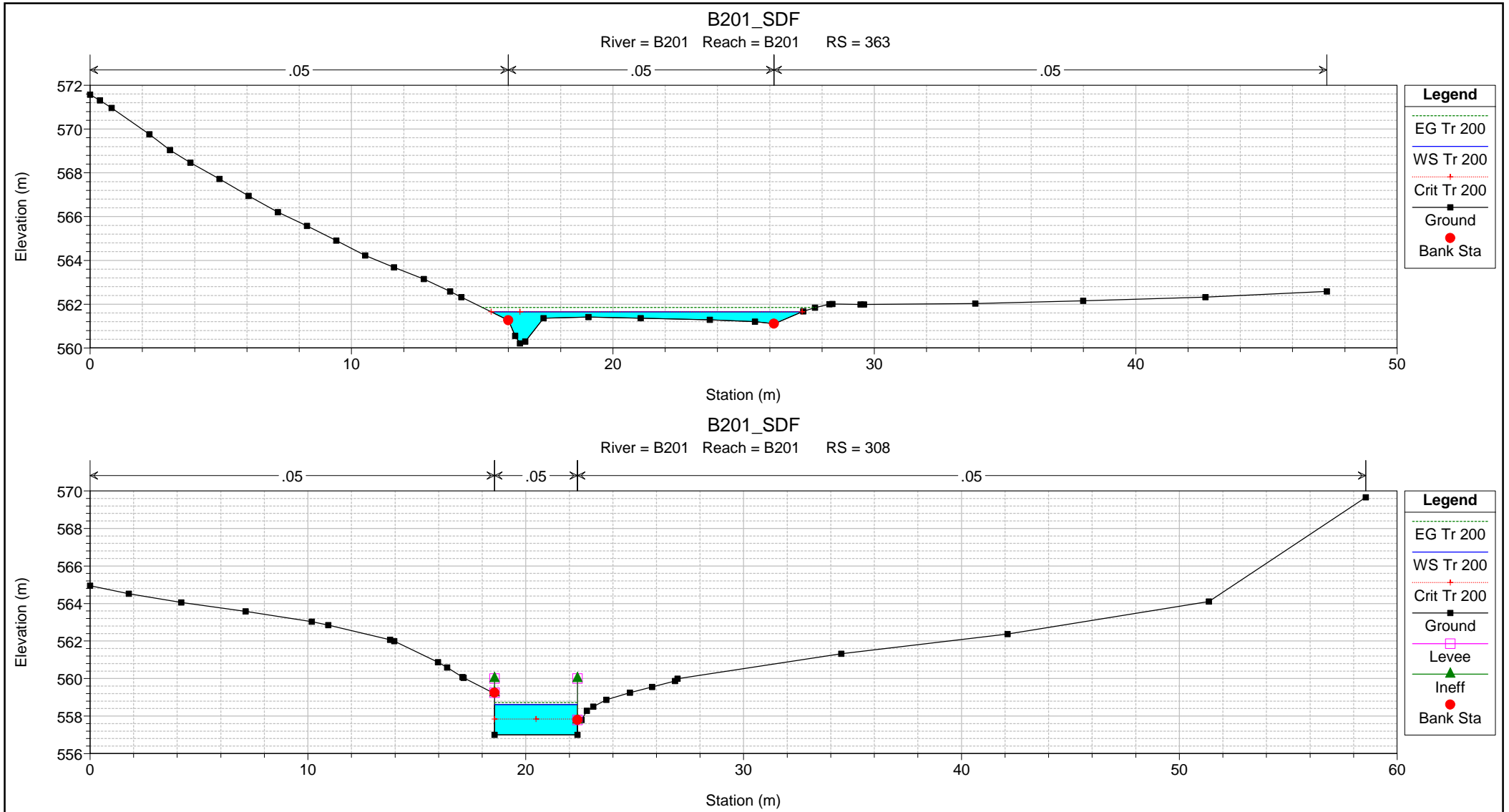
2.1.1. STATO DI FATTO
B.201 – Progr.0+339

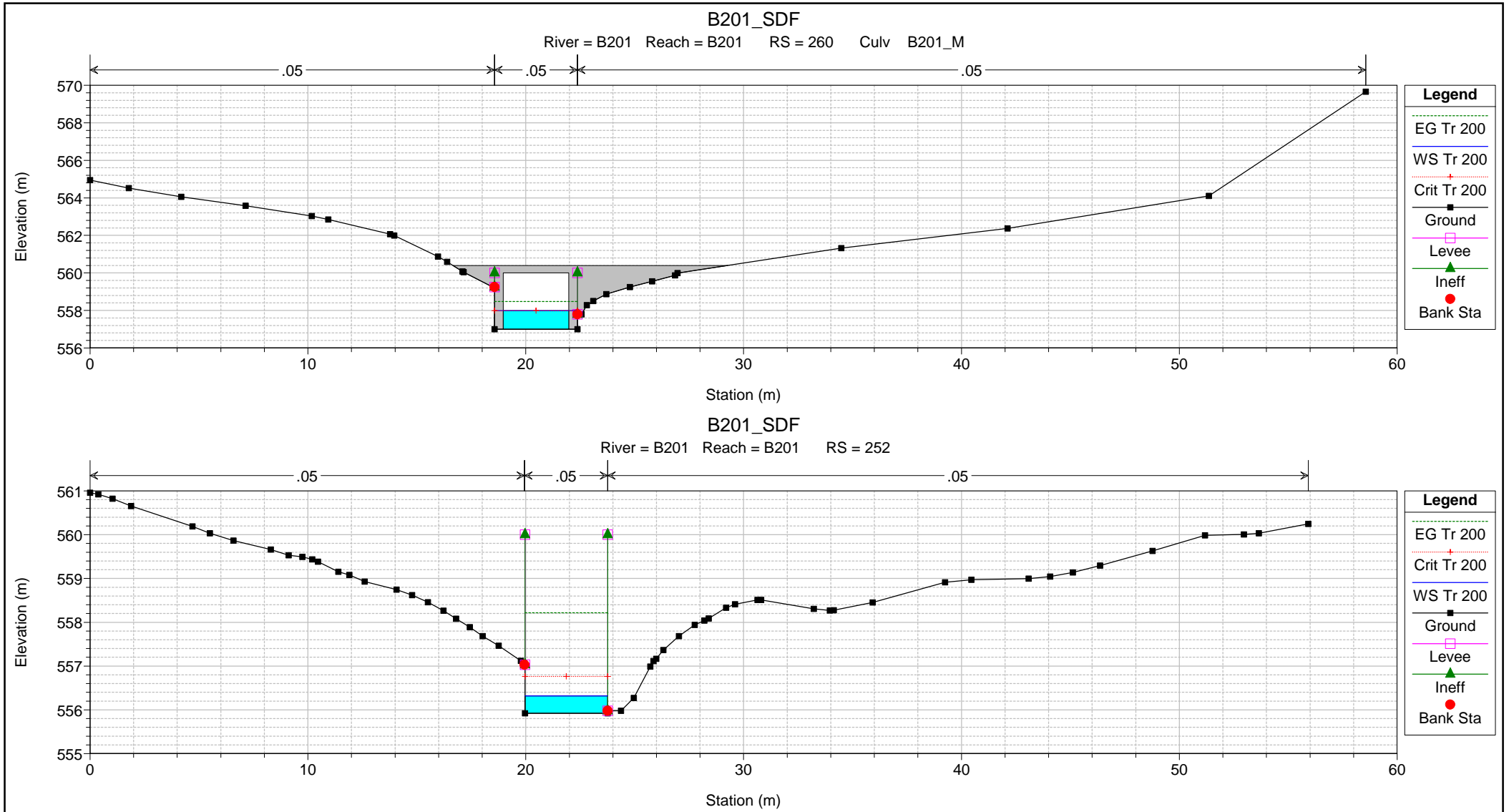
HEC-RAS Plan: B201_SDF River: B201 Reach: B201 Profile: Tr 200

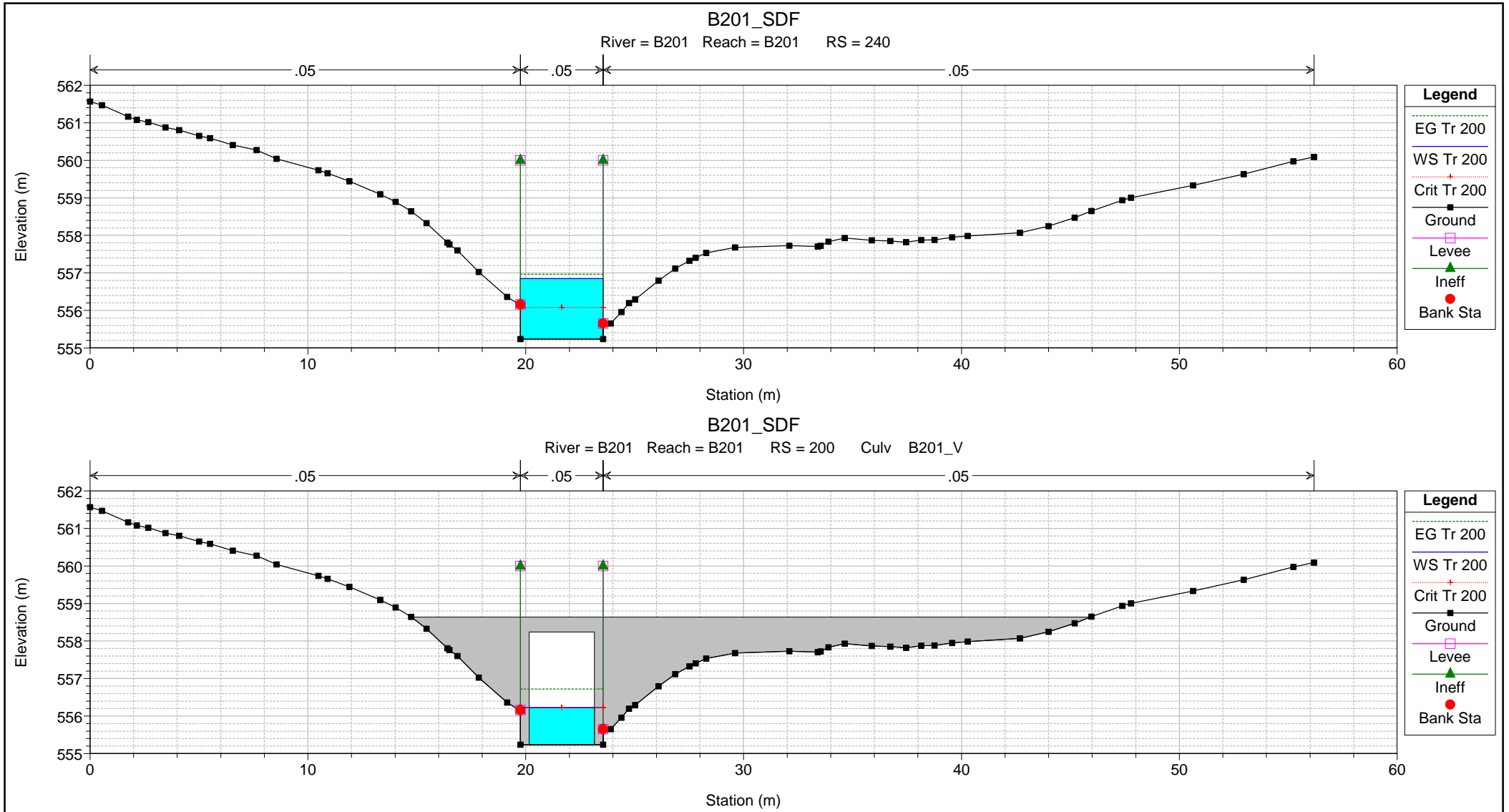
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B201	486	Tr 200	9.20	562.52	1.14	563.66	563.66	0.00	0.94	564.05	2.83	2.67	0.83	209.43	0.72
B201	424	Tr 200	9.20	560.97	1.80	562.76	562.56	0.20	0.55	562.92	1.90	1.62	0.94	90.63	0.72
B201	363	Tr 200	9.20	560.21	1.44	561.65	561.65	0.00	1.02	561.86	2.05	1.99	0.37	143.35	0.39
B201	308	Tr 200	9.20	557.00	1.61	558.61	557.85	0.76	0.38	558.73	1.50	1.50	0.87	58.01	1.61
B201	260		Culvert												
B201	252	Tr 200	9.20	555.92	0.40	556.32	556.77	-0.45	3.10	558.22	6.11	6.11	0.33	1325.56	0.40
B201	240	Tr 200	9.20	555.24	1.61	556.85	556.08	0.77	0.38	556.97	1.50	1.50	0.87	58.01	1.61
B201	200		Culvert												
B201	171	Tr 200	9.20	554.00	0.39	554.39	554.85	-0.46	3.20	556.38	6.24	6.24	0.32	1394.89	0.39
B201	67	Tr 200	9.20	549.00	1.55	550.55	550.55	0.00	0.77	550.87	2.65	2.21	0.91	178.22	0.56
B201	8	Tr 200	9.20	546.51	1.58	548.08	548.27	-0.19	1.41	548.67	3.55	3.08	0.46	400.98	0.32

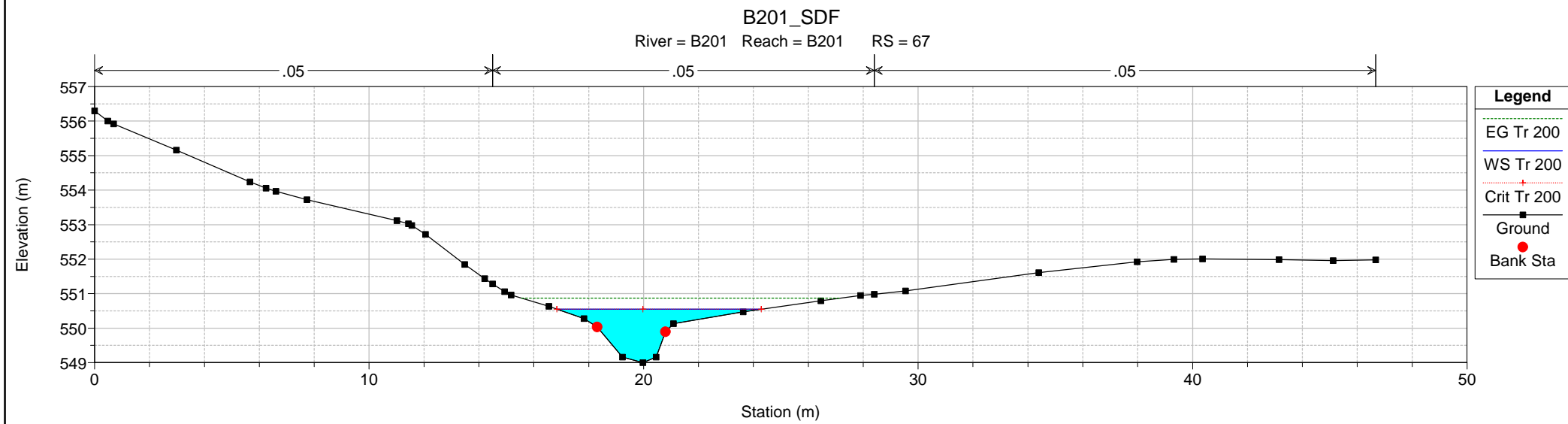
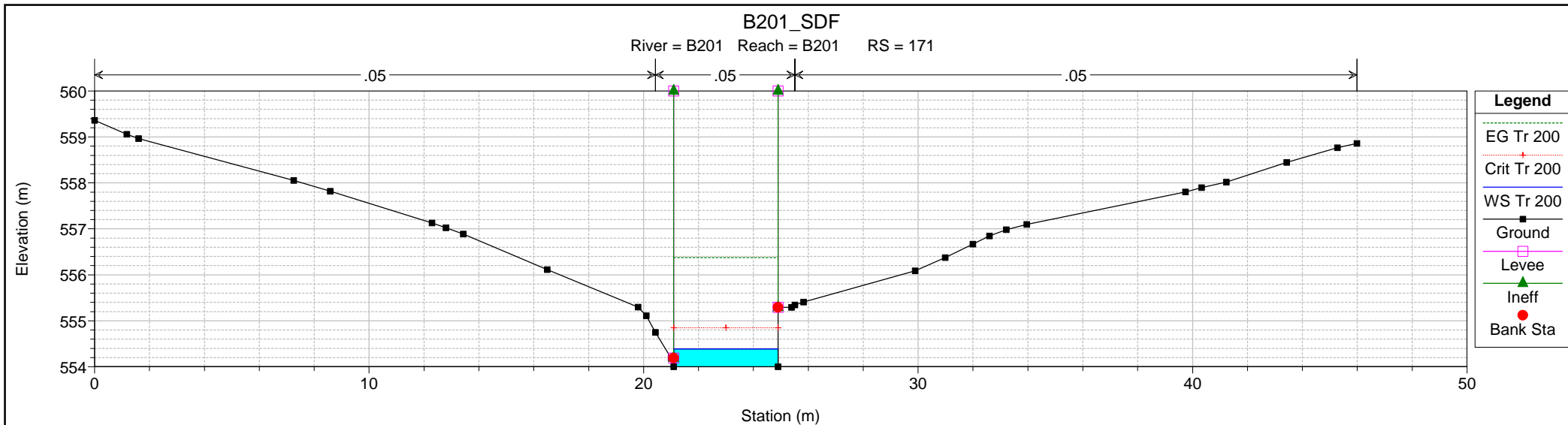






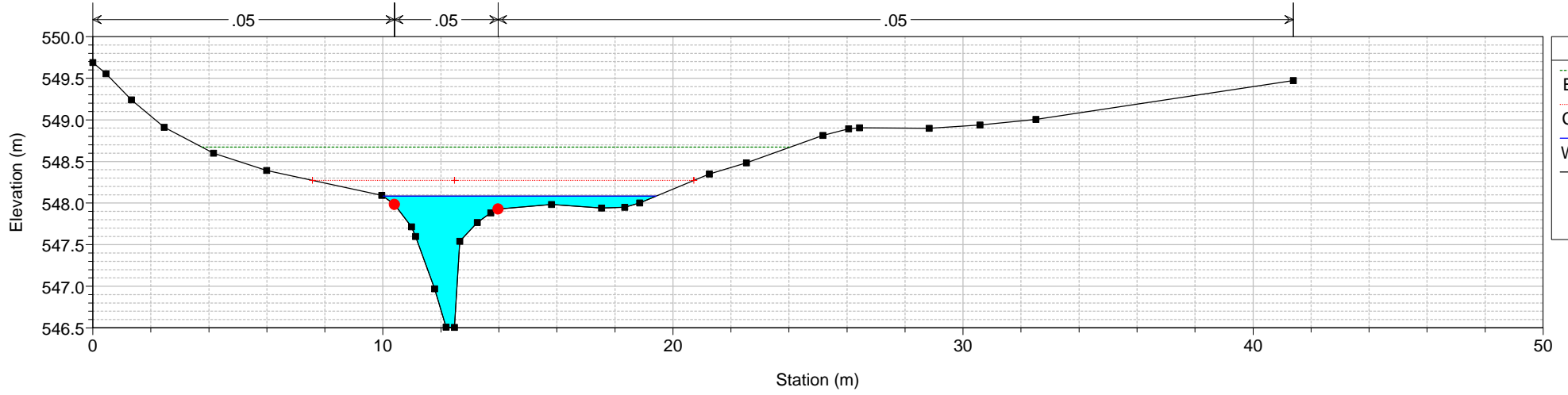






B201_SDF

River = B201 Reach = B201 RS = 8



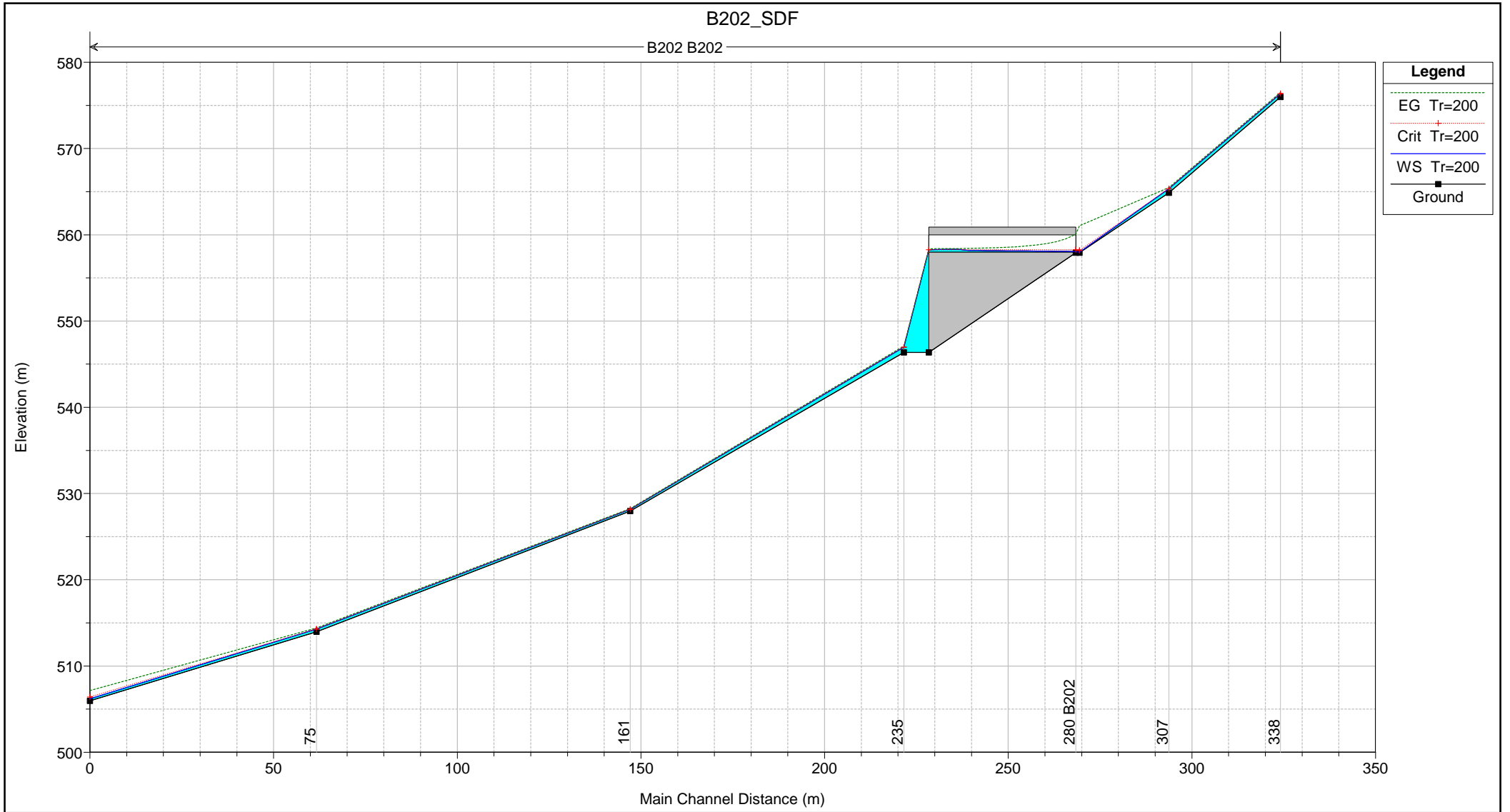
Legend

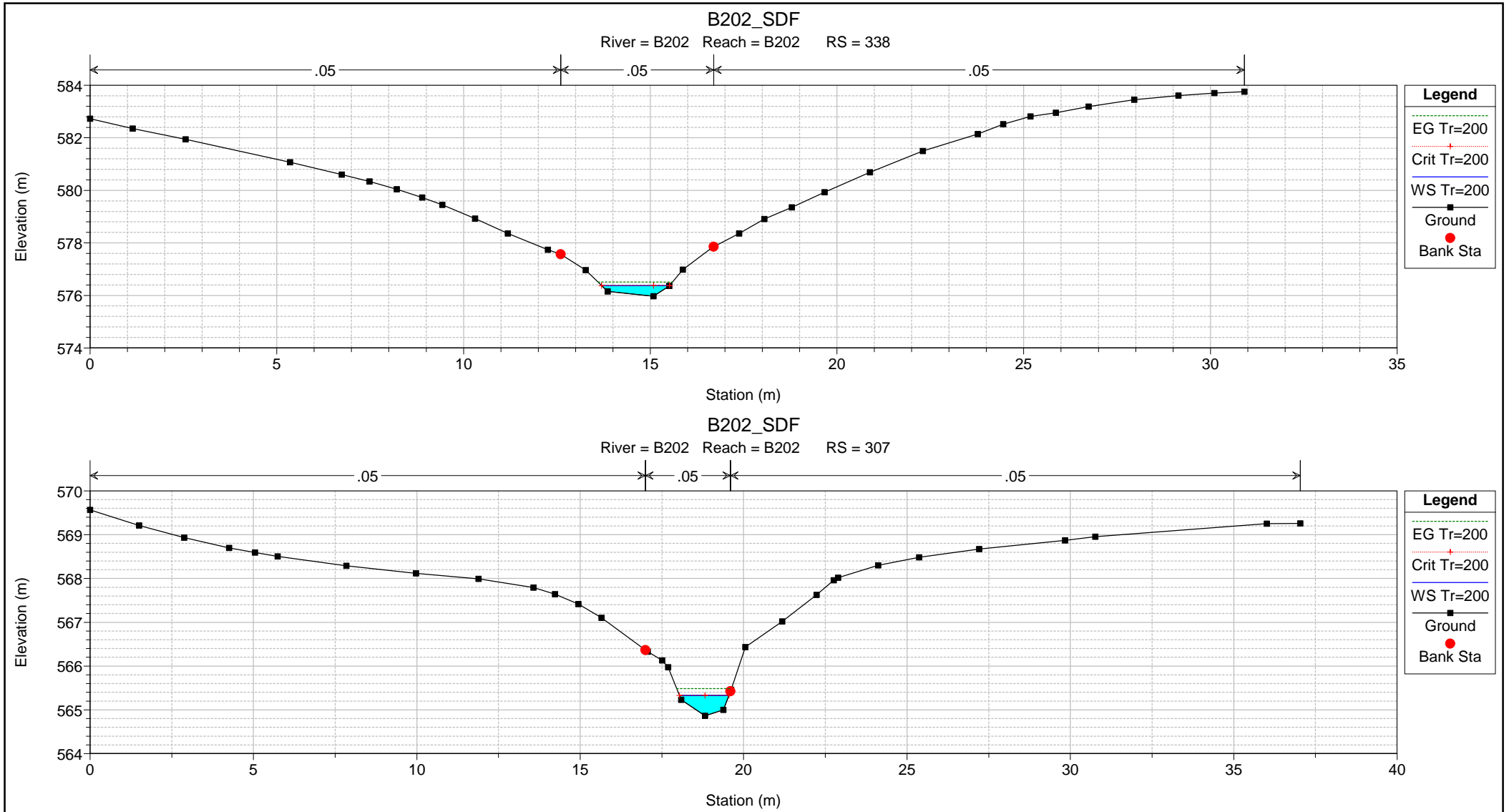
- EG Tr 200
- Crit Tr 200
- WS Tr 200
- Ground
- Bank Sta

2.1.2. STATO DI FATTO
B.202 - Progr.1+034

HEC-RAS Plan: B202_SDF River: B202 Reach: B202 Profile: Tr=200

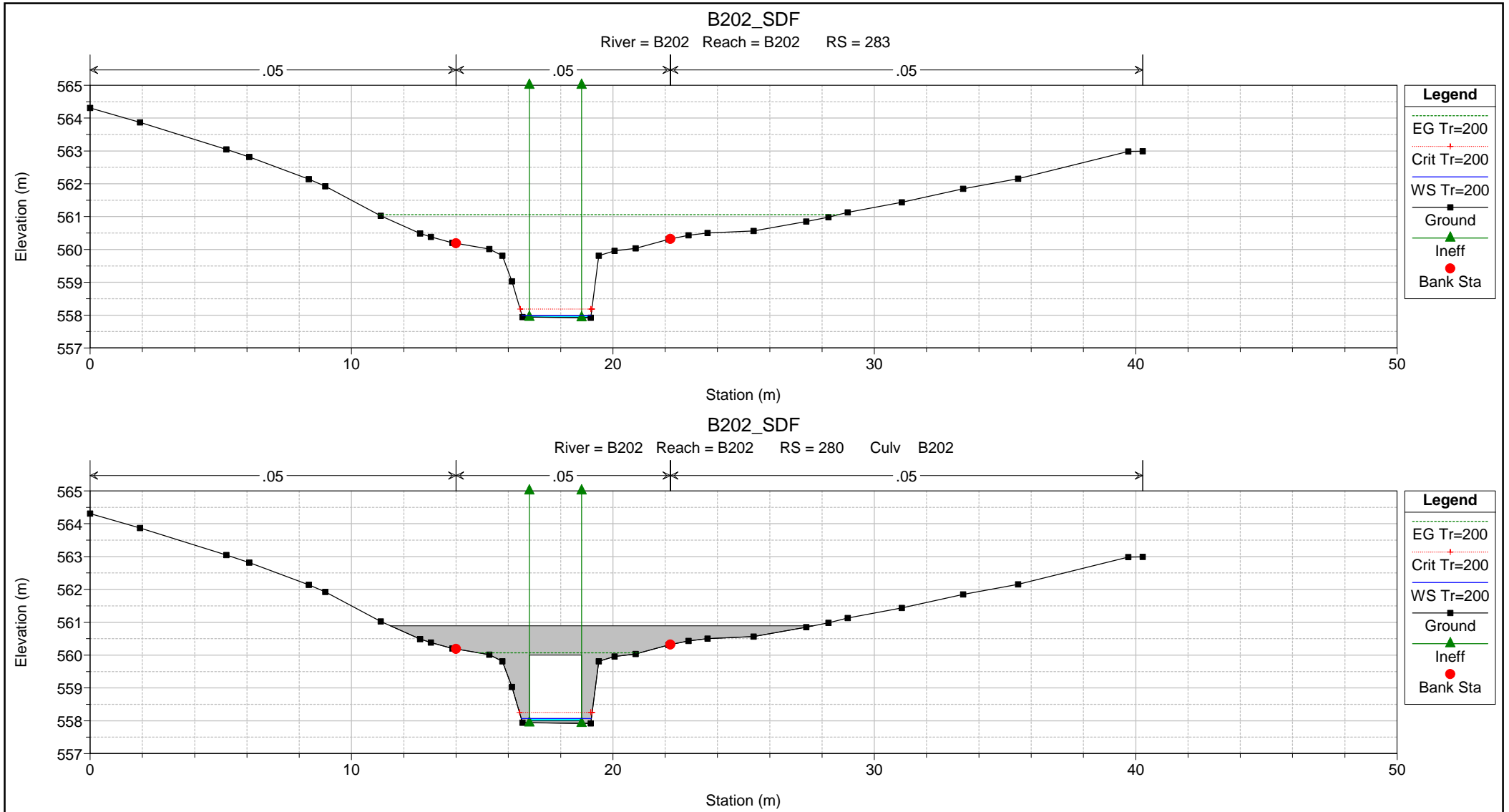
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B202	338	Tr=200	0.80	575.97	0.40	576.37	576.37	0.00	1.01	576.51	1.64	1.64	0.23	107.44	0.27
B202	307	Tr=200	0.80	564.86	0.47	565.33	565.33	0.00	1.01	565.48	1.74	1.74	0.24	118.97	0.30
B202	283	Tr=200	0.80	557.92	0.06	557.98	558.19	-0.21	10.93	561.06	7.77	7.77	0.05	3975.80	0.05
B202	280		Culvert												
B202	235	Tr=200	0.80	546.37	0.61	546.97	546.97	0.00	1.00	547.10	1.60	1.60	0.26	98.89	0.26
B202	161	Tr=200	0.80	527.96	0.22	528.18	528.18	0.00	1.01	528.26	1.27	1.27	0.16	72.79	0.16
B202	75	Tr=200	0.80	513.97	0.32	514.29	514.29	0.00	1.01	514.41	1.53	1.53	0.22	95.76	0.23
B202	14	Tr=200	0.80	505.97	0.24	506.21	506.40	-0.19	3.74	507.17	4.33	4.33	0.13	919.50	0.14

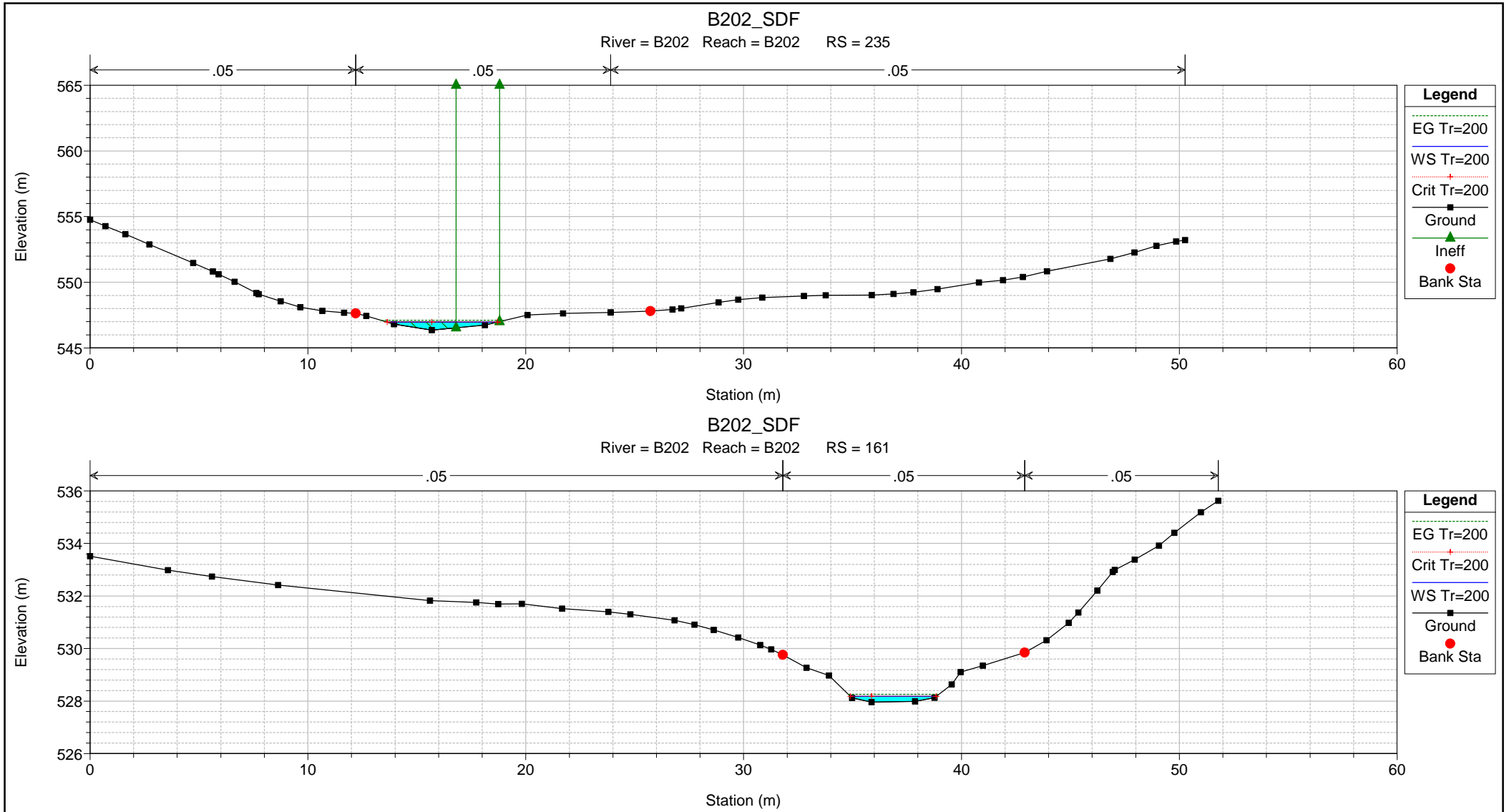


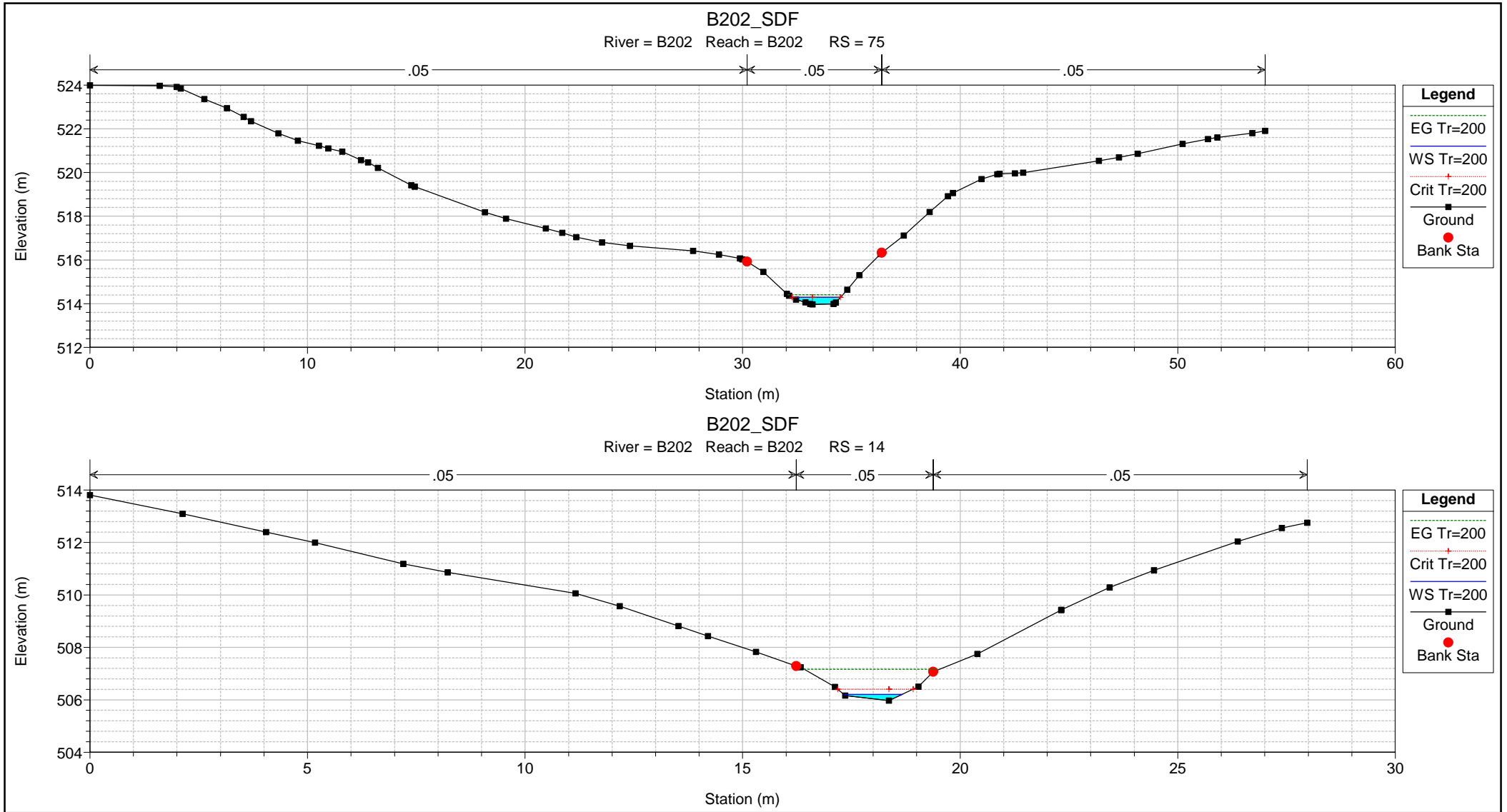


Station (m)	Ground Elevation (m)	WS Tr=200 (m)	Crit Tr=200 (m)
0	582.8	582.8	582.8
1	582.5	582.5	582.5
2	582.0	582.0	582.0
3	581.5	581.5	581.5
4	581.0	581.0	581.0
5	580.5	580.5	580.5
6	580.0	580.0	580.0
7	579.5	579.5	579.5
8	579.0	579.0	579.0
9	578.5	578.5	578.5
10	578.0	578.0	578.0
11	577.5	577.5	577.5
12	577.0	577.0	577.0
13	576.8	576.8	576.8
14	576.2	576.2	576.2
15	576.0	576.2	576.2
16	576.5	576.5	576.5
17	577.0	577.0	577.0
18	577.5	577.5	577.5
19	578.0	578.0	578.0
20	578.5	578.5	578.5
21	579.0	579.0	579.0
22	579.5	579.5	579.5
23	580.0	580.0	580.0
24	580.5	580.5	580.5
25	581.0	581.0	581.0
26	581.5	581.5	581.5
27	582.0	582.0	582.0
28	582.5	582.5	582.5
29	583.0	583.0	583.0
30	583.5	583.5	583.5
31	584.0	584.0	584.0

Station (m)	Ground Elevation (m)	WS Tr=200 (m)	Crit Tr=200 (m)
0	569.5	569.5	569.5
1	569.2	569.2	569.2
2	568.9	568.9	568.9
3	568.7	568.7	568.7
4	568.5	568.5	568.5
5	568.3	568.3	568.3
6	568.1	568.1	568.1
7	567.9	567.9	567.9
8	567.7	567.7	567.7
9	567.5	567.5	567.5
10	567.3	567.3	567.3
11	567.1	567.1	567.1
12	566.9	566.9	566.9
13	566.7	566.7	566.7
14	566.5	566.5	566.5
15	566.3	566.3	566.3
16	566.1	566.1	566.1
17	566.4	566.4	566.4
18	566.1	566.1	566.1
19	565.5	565.5	565.5
20	566.5	566.5	566.5
21	567.0	567.0	567.0
22	567.5	567.5	567.5
23	568.0	568.0	568.0
24	568.3	568.3	568.3
25	568.5	568.5	568.5
26	568.7	568.7	568.7
27	568.9	568.9	568.9
28	569.1	569.1	569.1
29	569.3	569.3	569.3
30	569.5	569.5	569.5
31	569.7	569.7	569.7
32	569.9	569.9	569.9
33	570.1	570.1	570.1
34	570.3	570.3	570.3
35	570.5	570.5	570.5
36	570.7	570.7	570.7
37	570.9	570.9	570.9



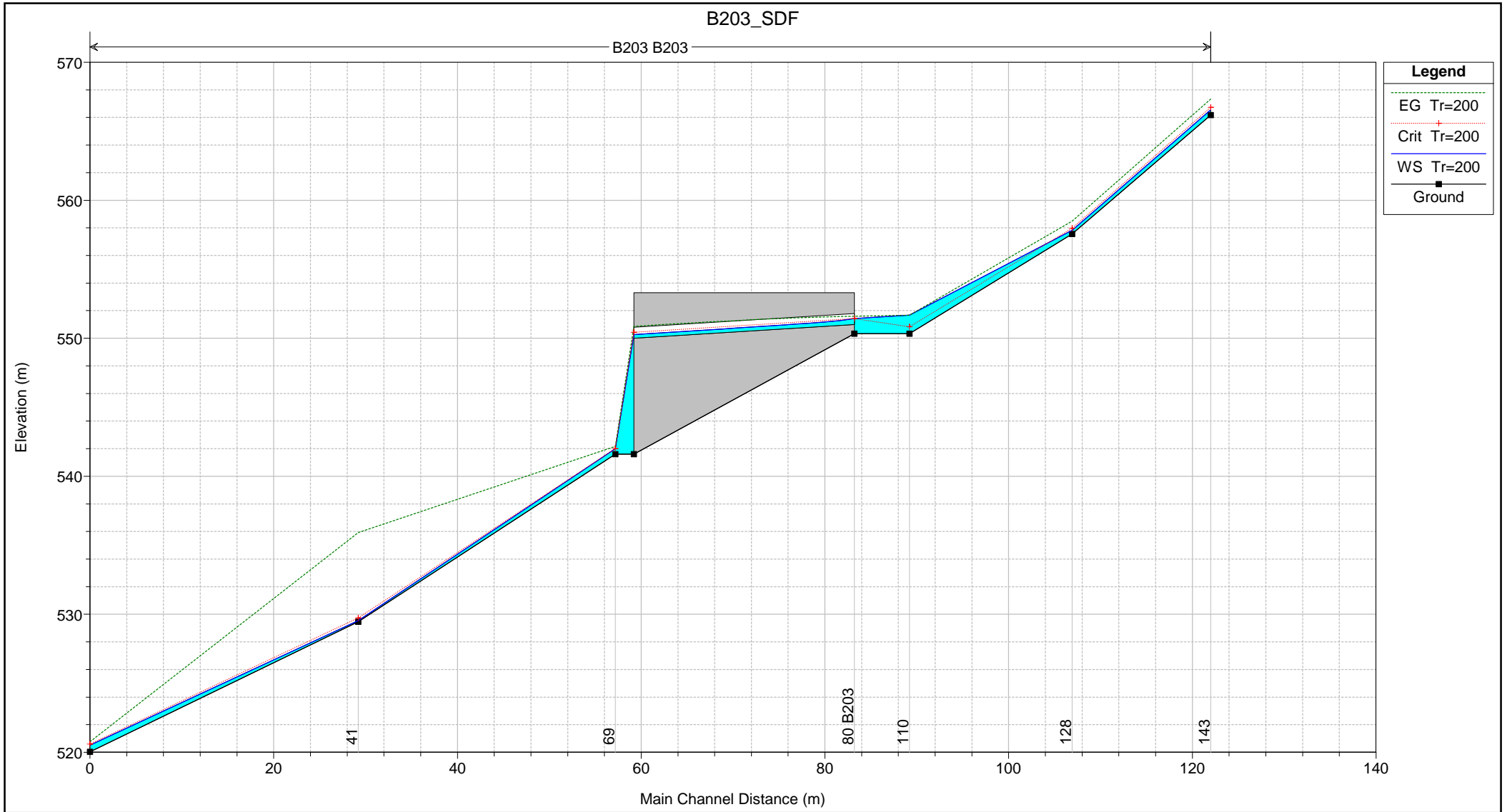


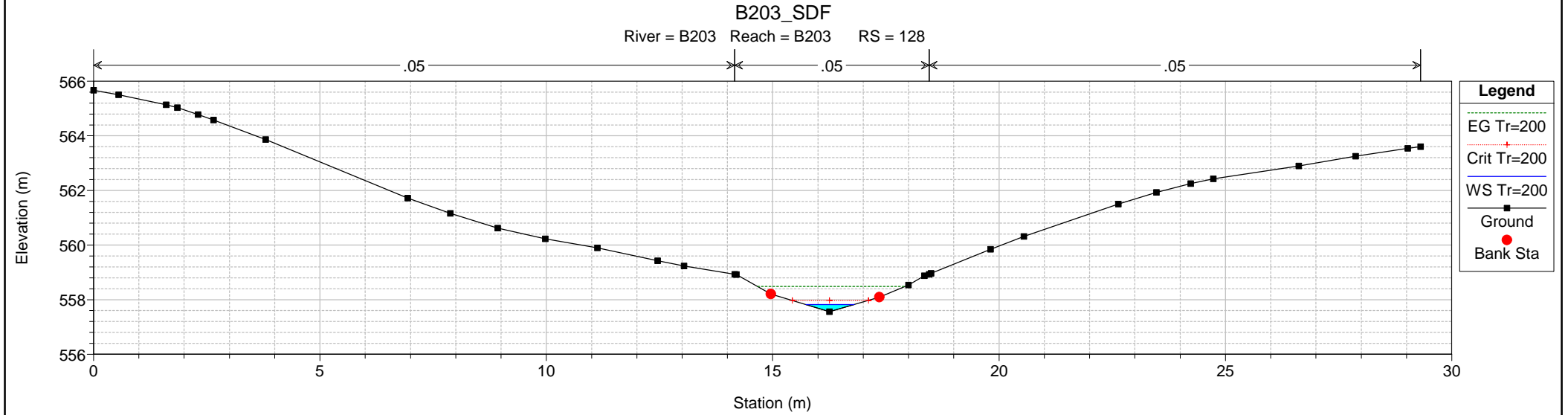
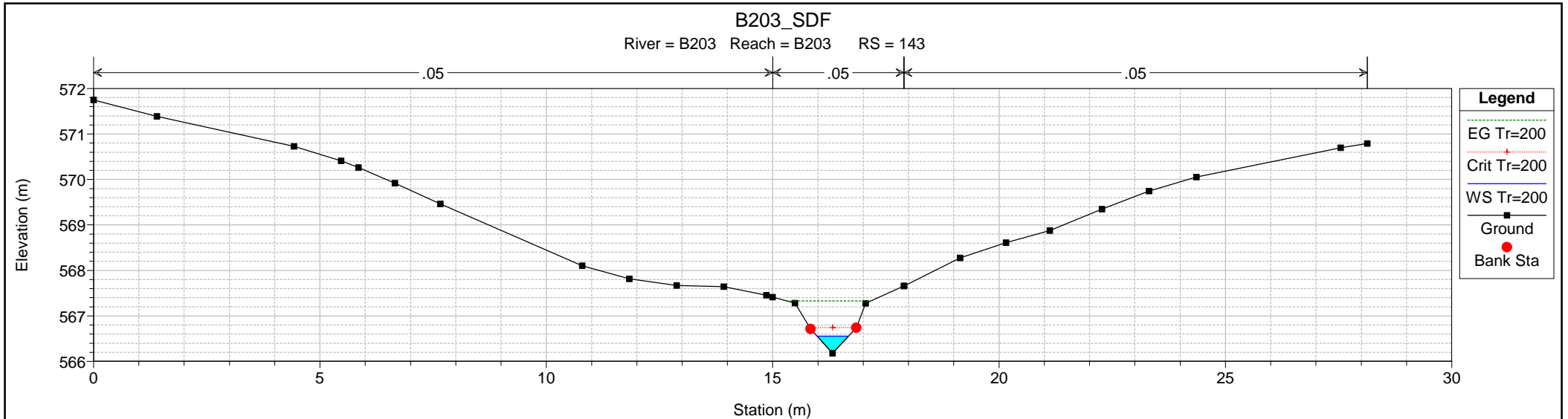
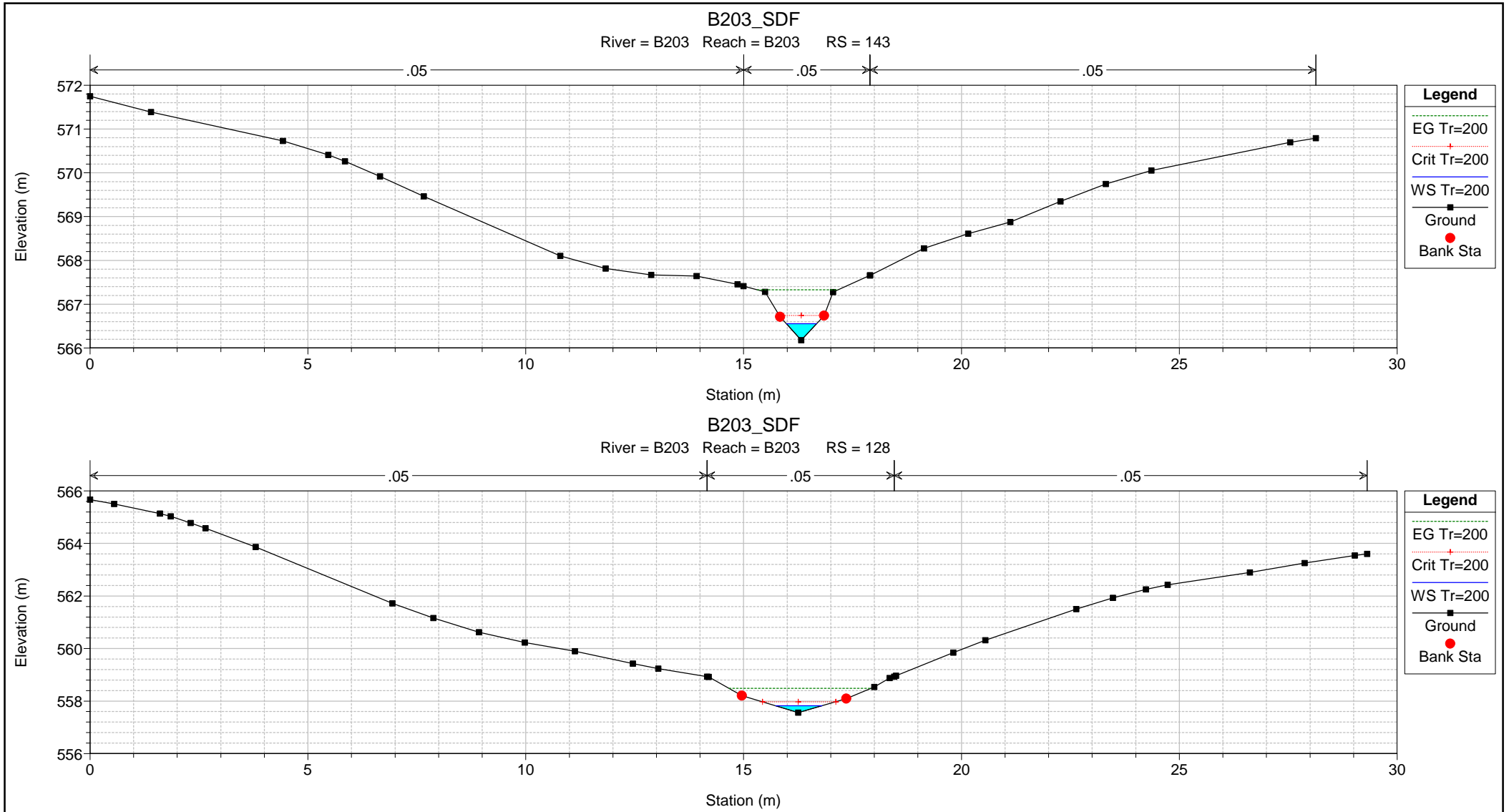


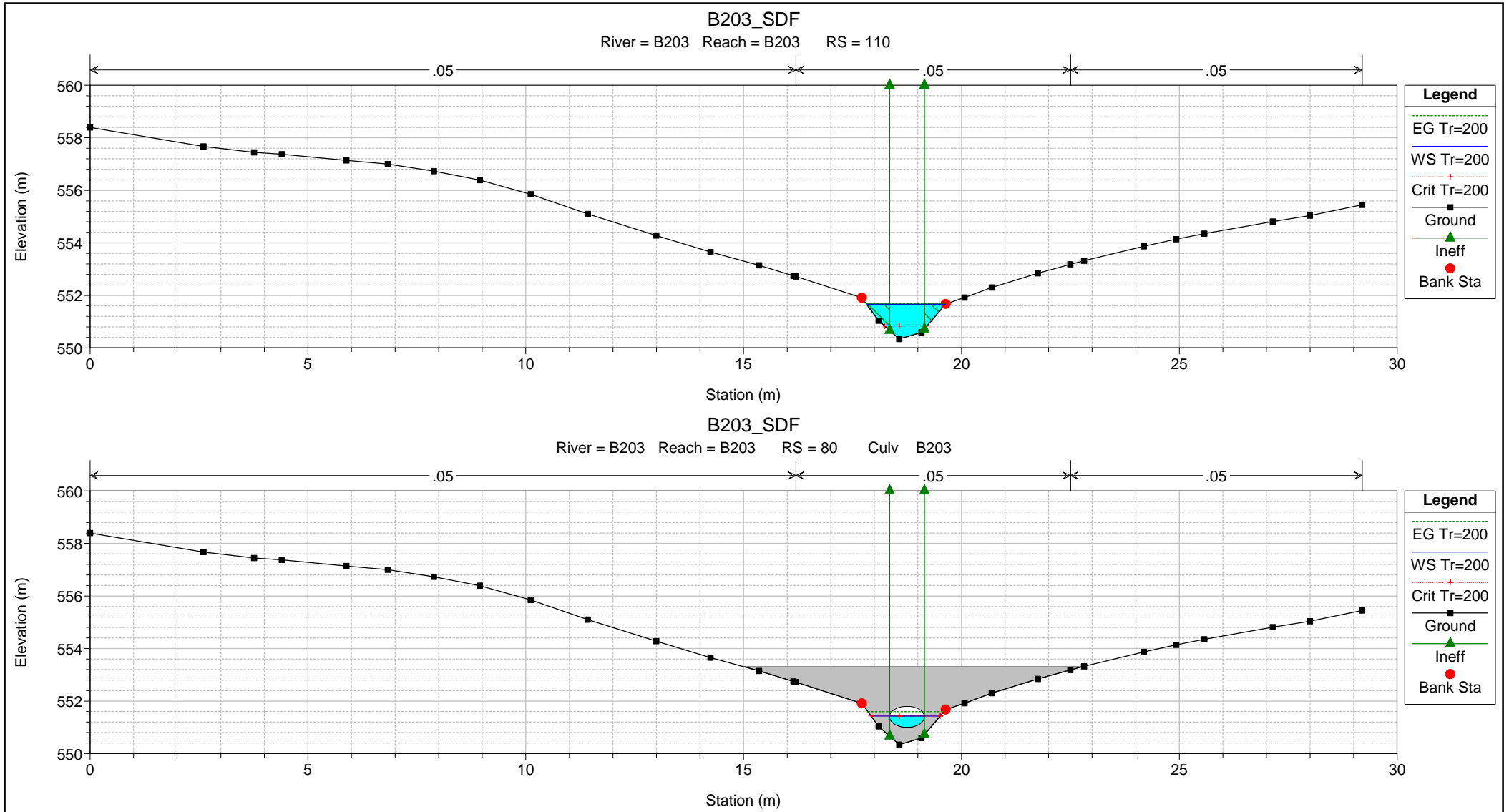
2.1.3. STATO DI FATTO
B.203 - Progr.1+206

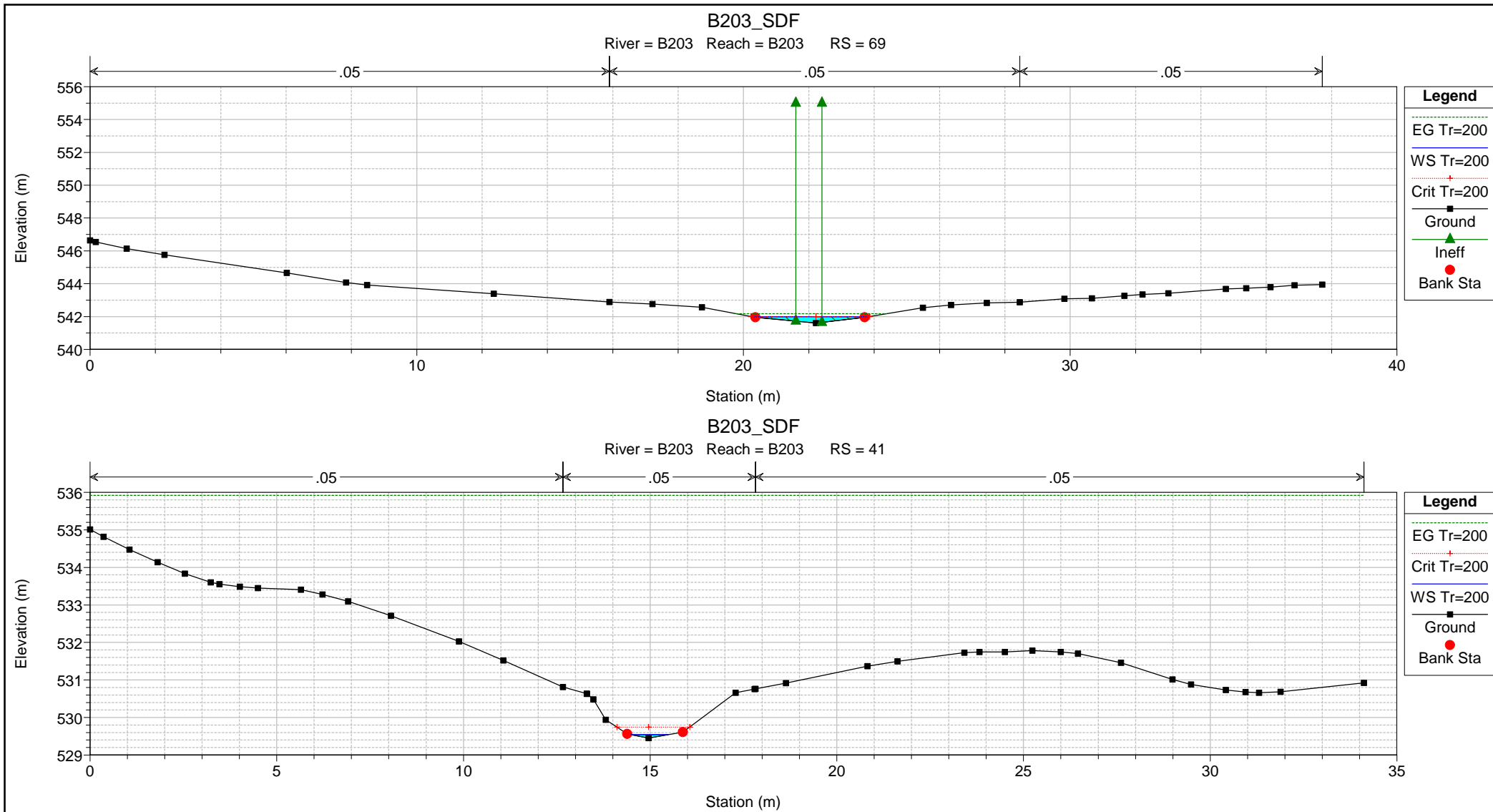
HEC-RAS Plan: B203_SDF River: B203 Reach: B203 Profile: Tr=200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B203	143	Tr=200	0.50	566.18	0.37	566.55	566.74	-0.19	2.89	567.33	3.90	3.90	0.13	744.75	0.19
B203	128	Tr=200	0.50	557.56	0.26	557.82	557.97	-0.15	3.19	558.48	3.60	3.60	0.12	650.05	0.13
B203	110	Tr=200	0.50	550.34	1.33	551.67	550.84	0.83	0.16	551.68	0.53	0.53	0.84	7.33	1.18
B203	80		Culvert												
B203	69	Tr=200	0.50	541.61	0.39	542.00	542.00	0.00	1.00	542.17	1.83	1.83	0.34	117.63	0.34
B203	41	Tr=200	0.50	529.45	0.09	529.54	529.74	-0.20	16.89	535.92	11.18	11.18	0.04	8684.98	0.04
B203	12	Tr=200	0.50	520.04	0.48	520.51	520.59	-0.08	1.45	520.77	2.22	2.22	0.17	219.26	0.24



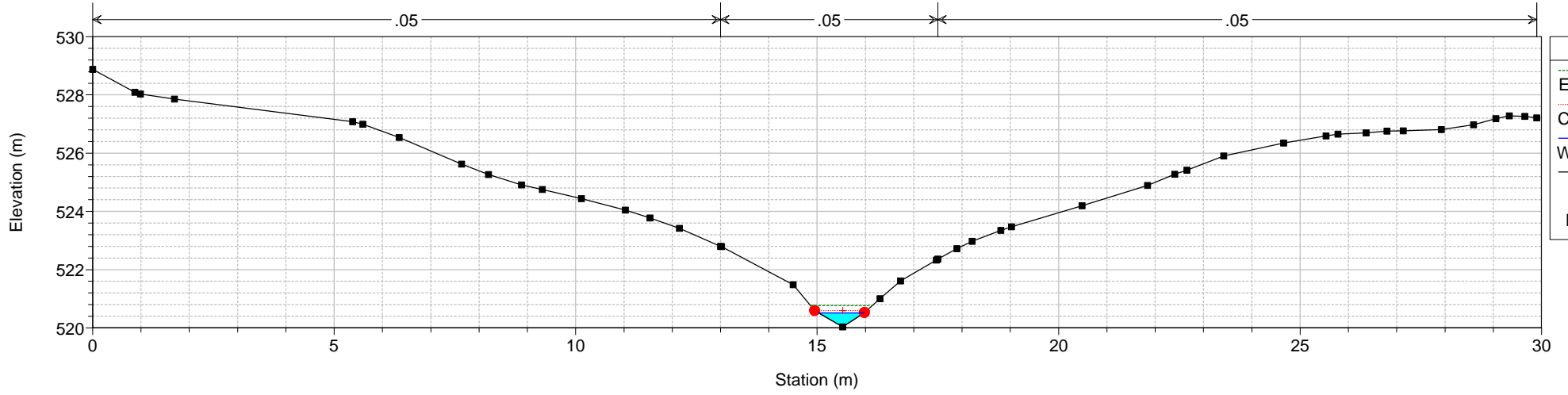






B203_SDF

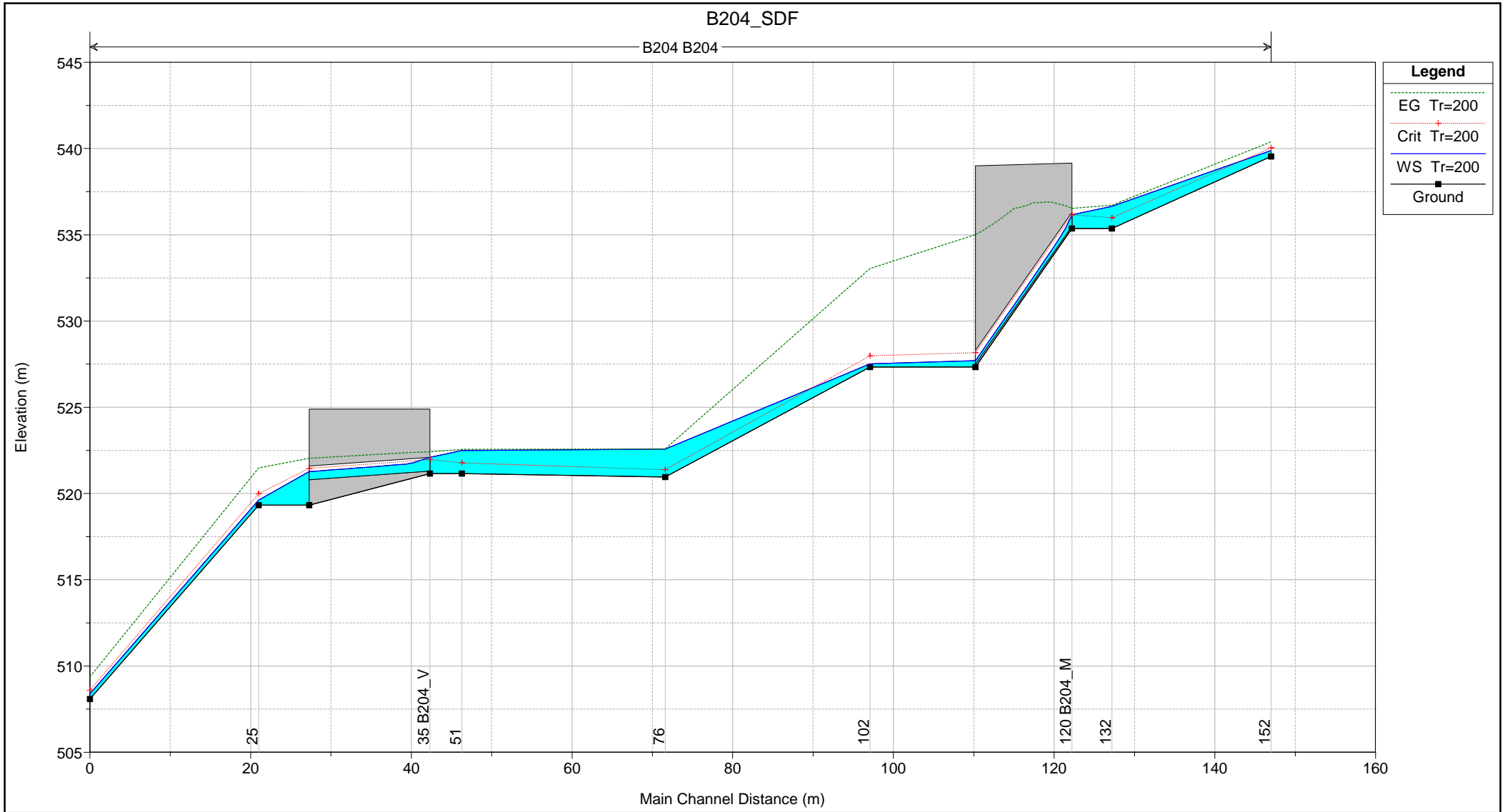
River = B203 Reach = B203 RS = 12

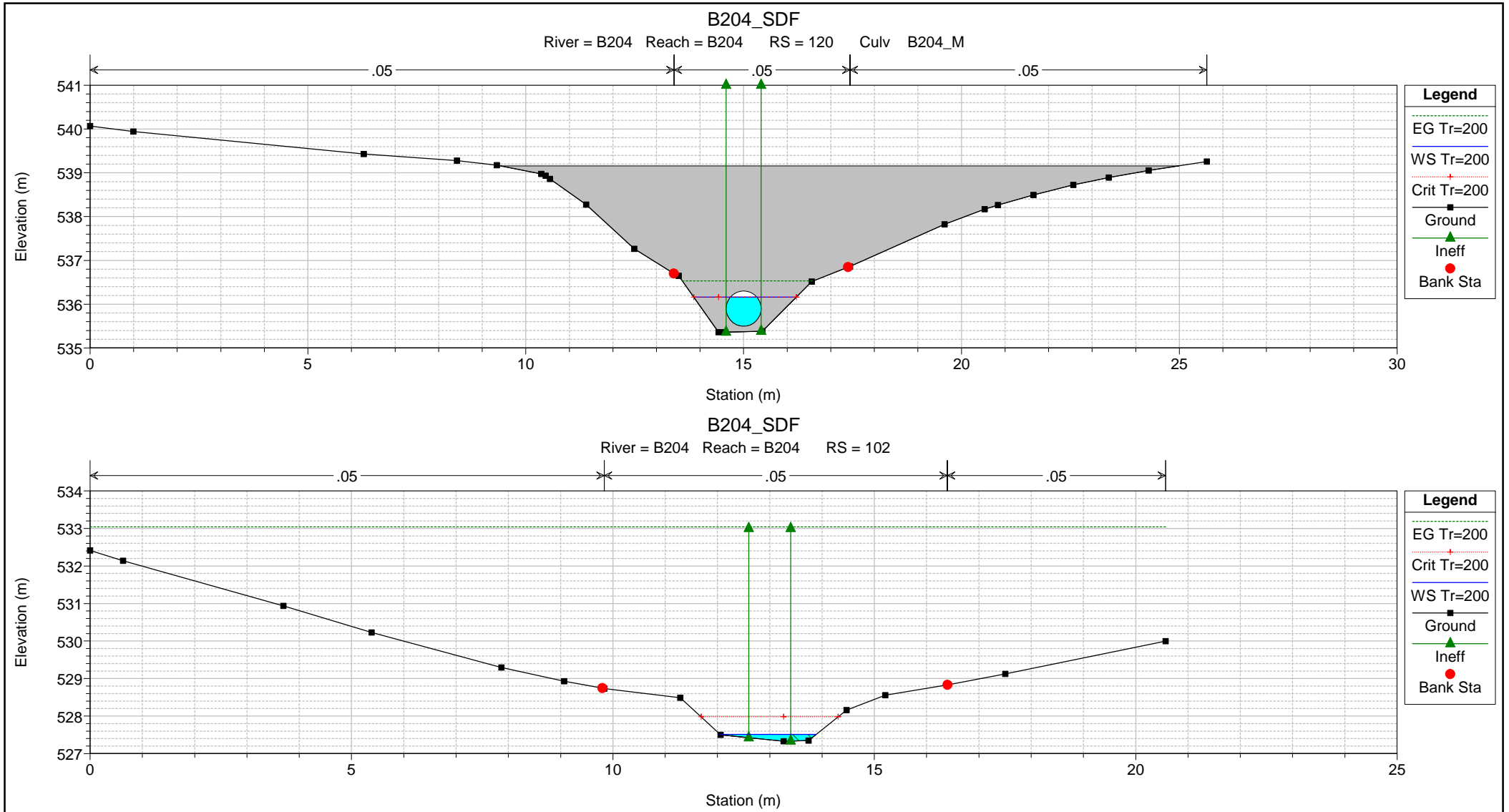


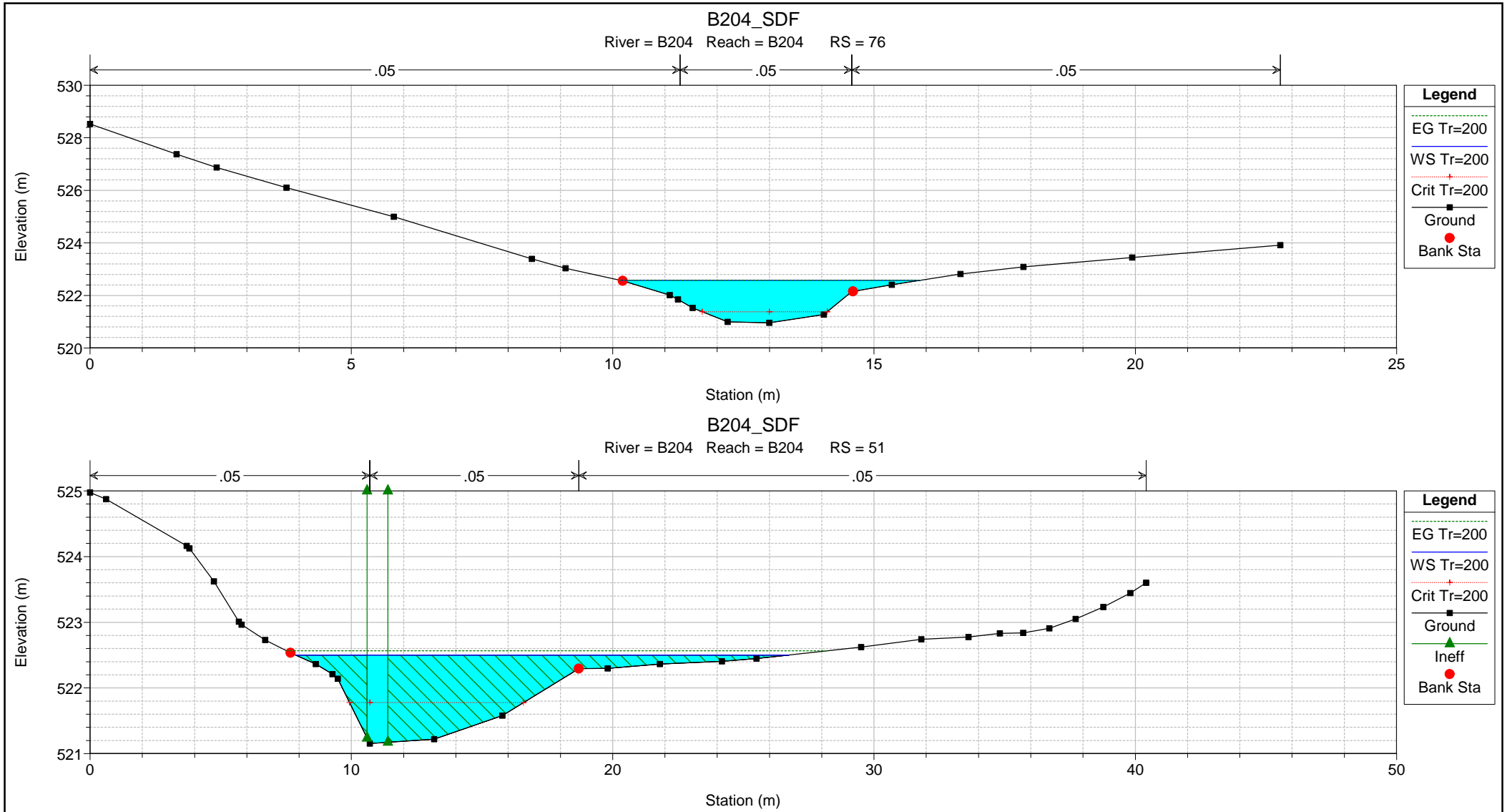
2.1.4. STATO DI FATTO
B.204 - Progr.1+801

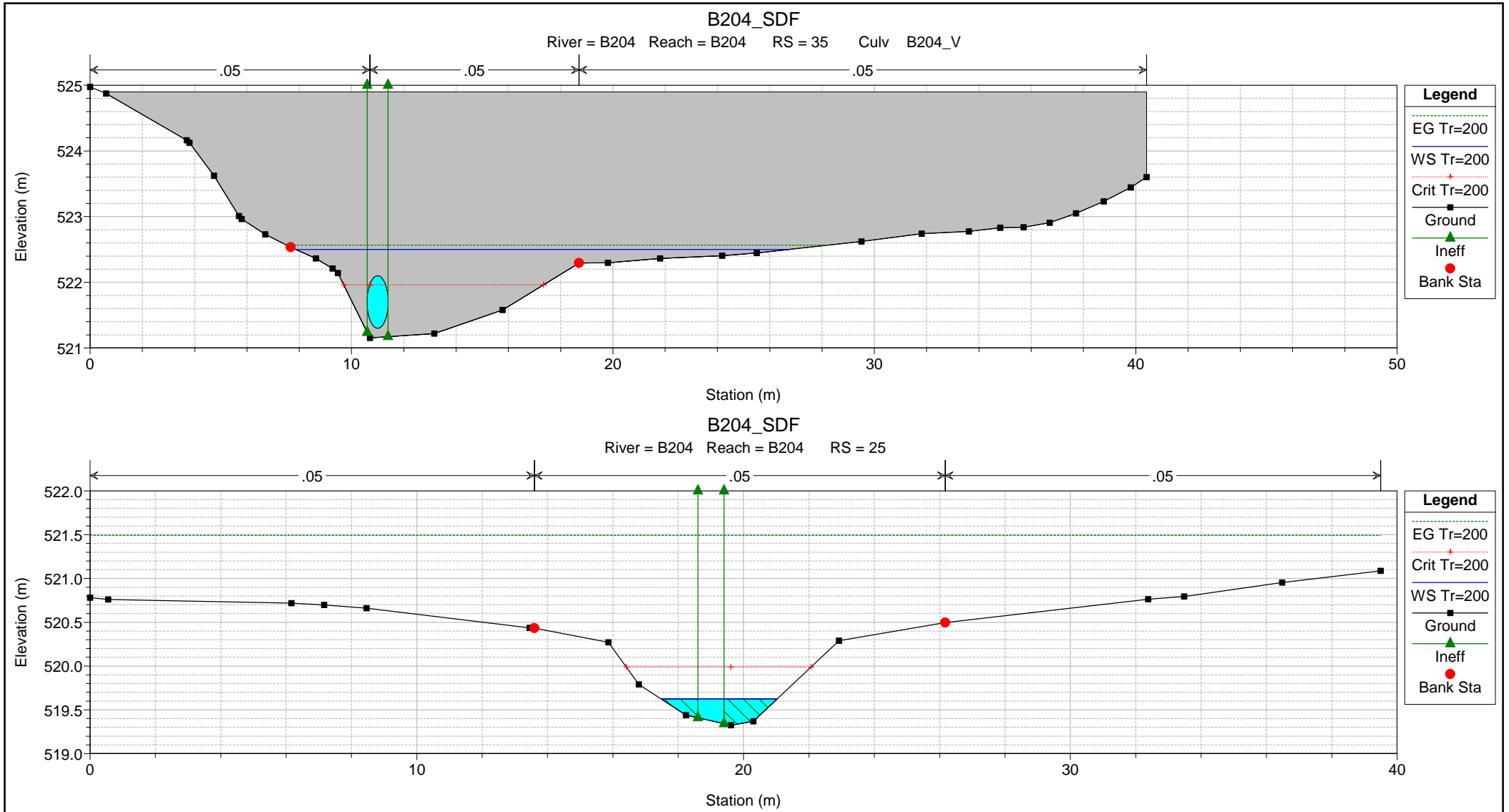
HEC-RAS Plan: B204_SDF River: B204 Reach: B204 Profile: Tr=200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B204	152	Tr=200	1.20	539.54	0.34	539.88	540.04	-0.16	2.06	540.39	3.15	3.15	0.21	410.88	0.24
B204	132	Tr=200	1.20	535.36	1.29	536.65	535.99	0.66	0.33	536.72	1.18	1.18	1.27	31.30	1.27
B204	120		Culvert												
B204	102	Tr=200	1.20	527.33	0.18	527.51	527.98	-0.47	8.76	533.04	10.41	10.41	0.14	5085.54	0.14
B204	76	Tr=200	1.20	520.96	1.62	522.58	521.38	1.20	0.08	522.58	0.25	0.24	0.87	1.55	0.88
B204	51	Tr=200	1.20	521.15	1.35	522.50	521.78	0.72	0.31	522.56	1.13	1.13	1.29	28.55	1.33
B204	35		Culvert												
B204	25	Tr=200	1.20	519.33	0.30	519.62	519.99	-0.37	3.88	521.49	6.05	6.05	0.25	1430.86	0.25
B204	4	Tr=200	1.20	508.09	0.30	508.39	508.61	-0.22	3.33	509.38	4.40	4.40	0.16	867.57	0.18



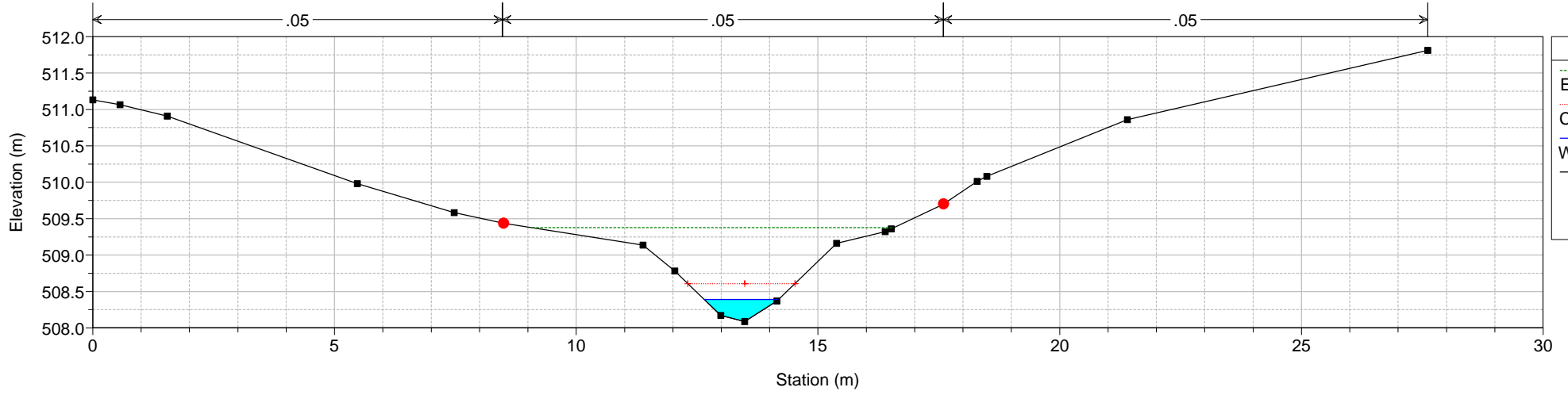






B204_SDF

River = B204 Reach = B204 RS = 4



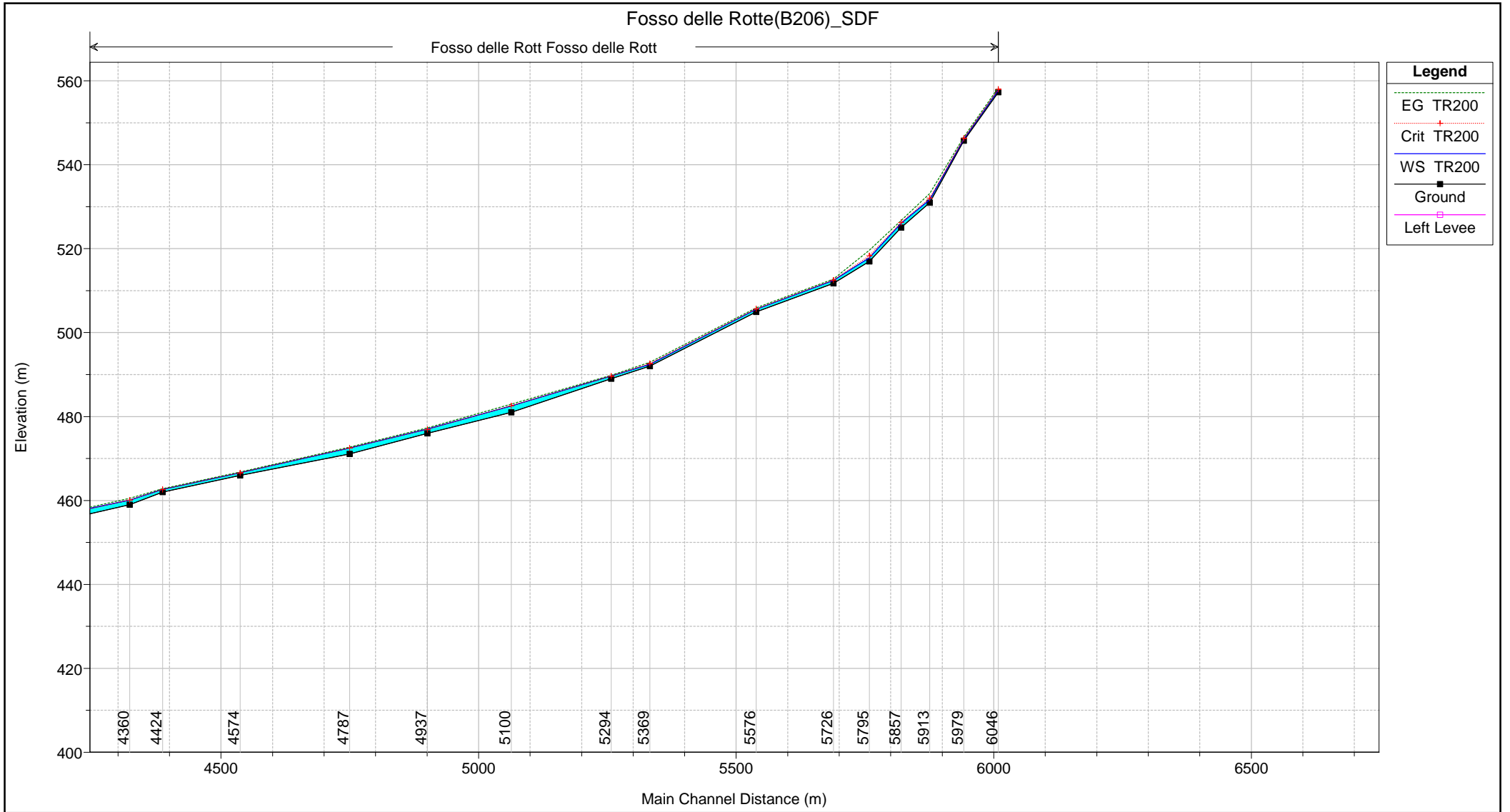
Legend

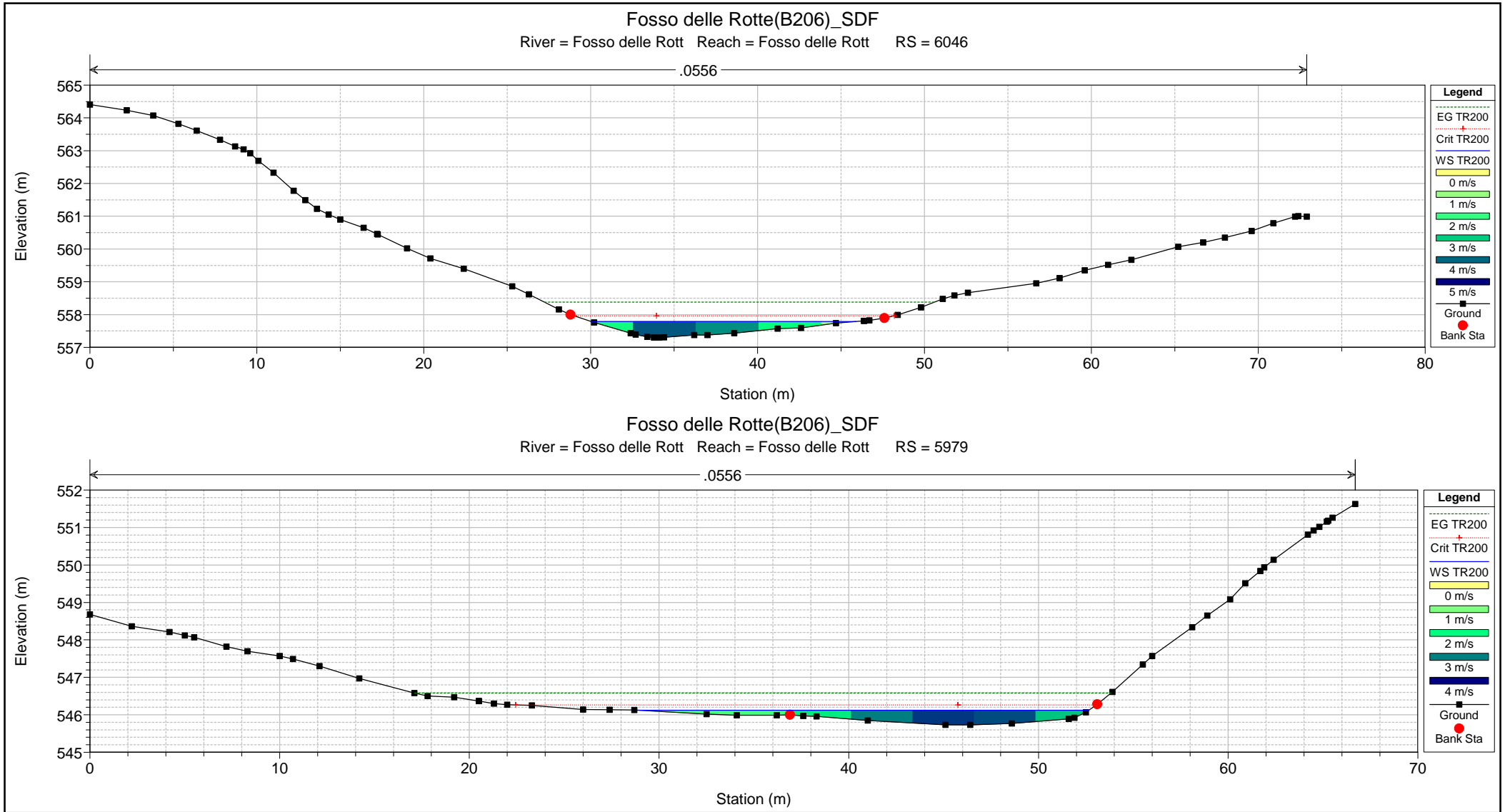
- EG Tr=200
- Crit Tr=200
- WS Tr=200
- Ground
- Bank Sta

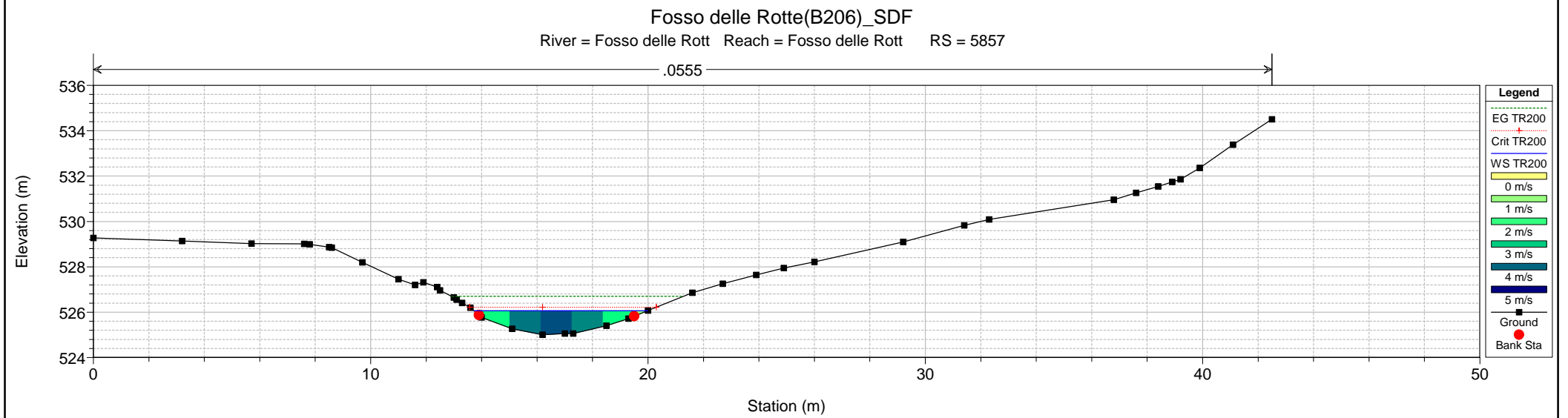
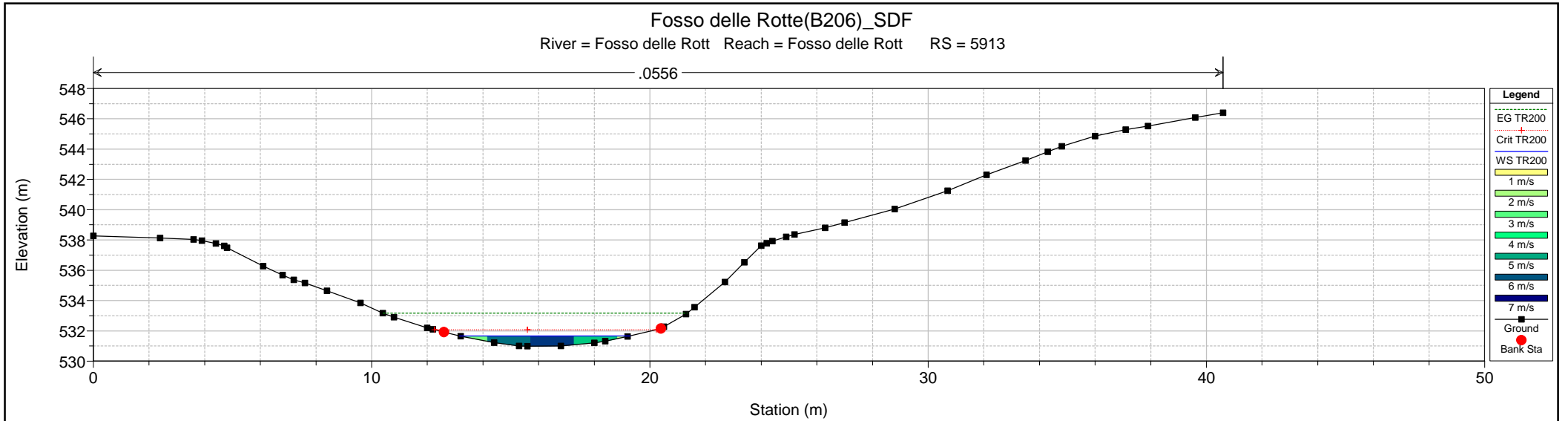
2.1.5. STATO DI FATTO
B.206 (Fosso delle Rotte)

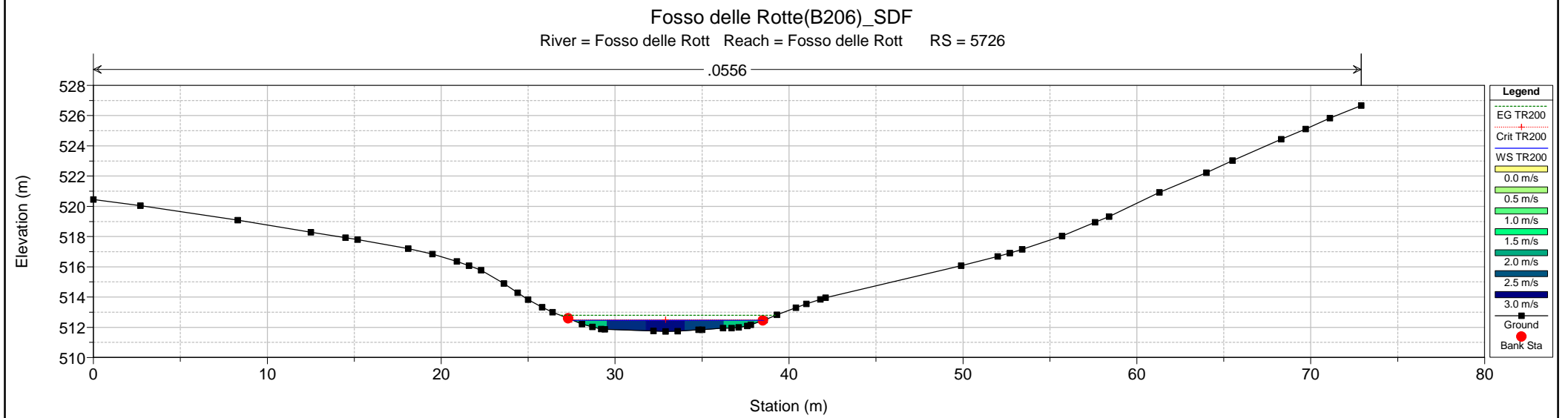
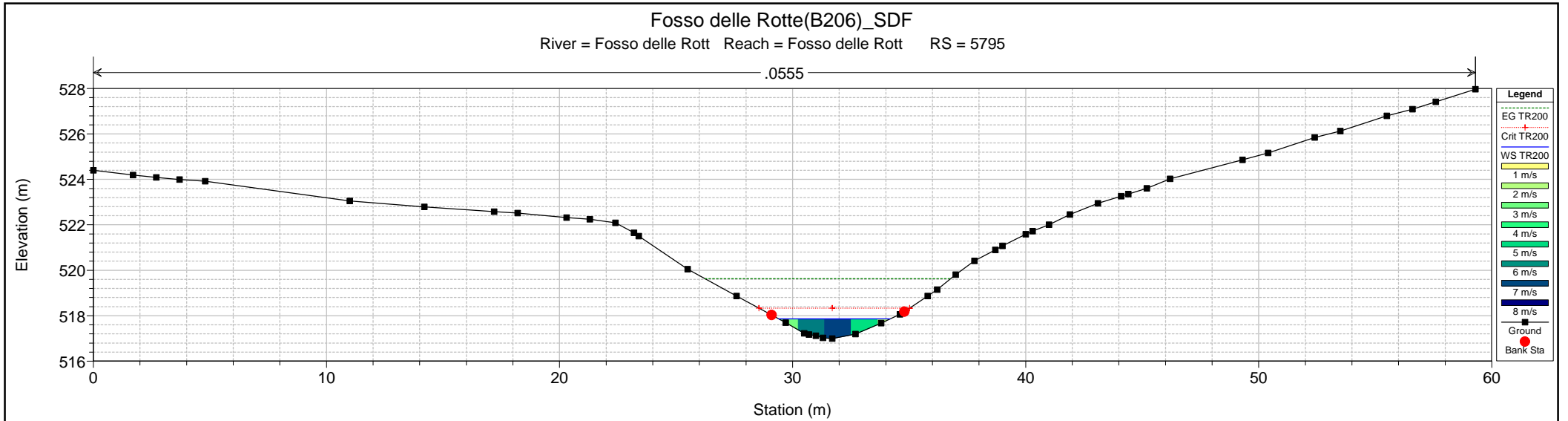
HEC-RAS Plan: Fosso delle Rotte(B206)_SDF Locations: User Defined Profile: TR200

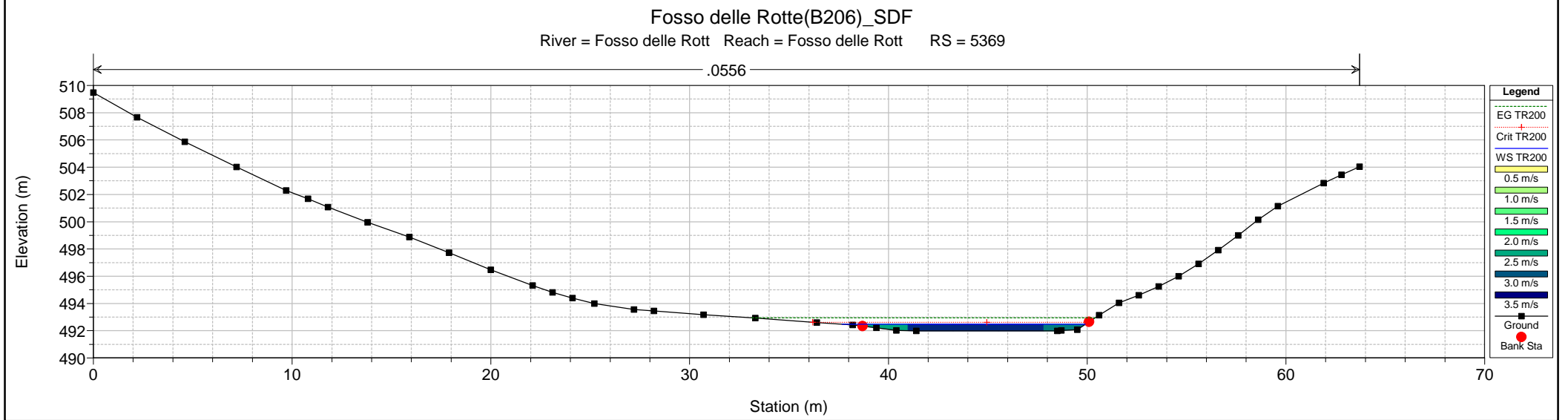
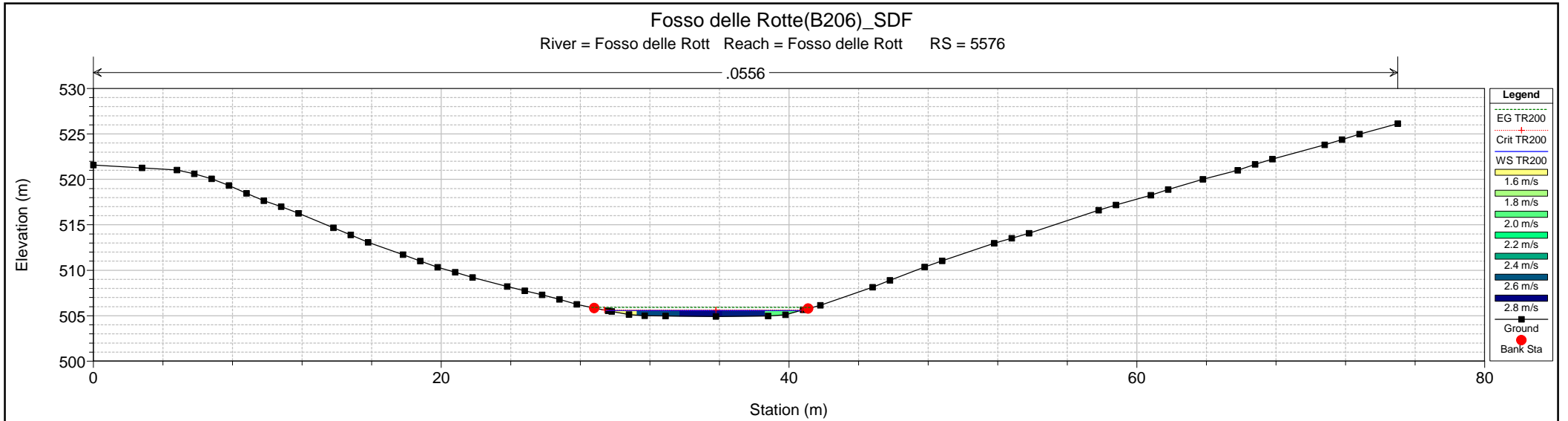
River	Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	6046	15.00	557.30	0.49	557.79	557.96	-0.17	2.07	558.38	3.41	3.41	0.28	541.47	0.28
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5979	15.00	545.73	0.39	546.12	546.26	-0.14	1.83	546.58	3.08	2.85	0.29	434.64	0.22
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5913	15.00	530.99	0.68	531.67	532.08	-0.41	2.57	533.16	5.42	5.42	0.44	1169.63	0.45
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5857	15.00	525.00	1.06	526.06	526.22	-0.16	1.30	526.70	3.54	3.50	0.71	424.17	0.69
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5795	15.00	516.99	0.87	517.86	518.33	-0.47	2.58	519.63	5.90	5.90	0.49	1329.63	0.53
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5726	15.00	511.73	0.73	512.46	512.49	-0.03	1.10	512.79	2.53	2.53	0.53	238.44	0.54
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5576	15.00	504.92	0.66	505.58	505.62	-0.04	1.10	505.90	2.51	2.51	0.52	237.32	0.53
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5369	15.00	491.99	0.48	492.47	492.61	-0.14	1.48	492.95	3.06	3.03	0.43	376.30	0.40
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5294	15.00	489.00	0.65	489.65	489.63	0.02	0.92	489.84	1.94	1.91	0.46	147.85	0.42
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	5100	15.00	480.99	1.55	482.54	482.54	0.00	1.00	482.95	2.82	2.82	0.72	268.45	0.81
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	4937	15.00	475.98	1.06	477.04	476.95	0.09	0.85	477.30	2.26	2.19	0.70	174.25	0.46
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	4787	15.00	471.10	1.39	472.49	472.49	0.00	0.97	472.75	2.23	2.20	0.52	187.38	0.47
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	4574	15.00	465.99	0.64	466.63	466.58	0.05	0.85	466.80	1.82	1.81	0.47	97.67	0.43
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	4424	15.00	462.00	0.64	462.64	462.61	0.03	0.91	462.81	1.84	1.82	0.41	136.88	0.39
Fosso delle Rott	Fosso delle Rott	4360	15.00	459.00	1.12	460.12	460.12	0.00	1.00	460.52	2.83	2.83	0.74	267.28	0.80

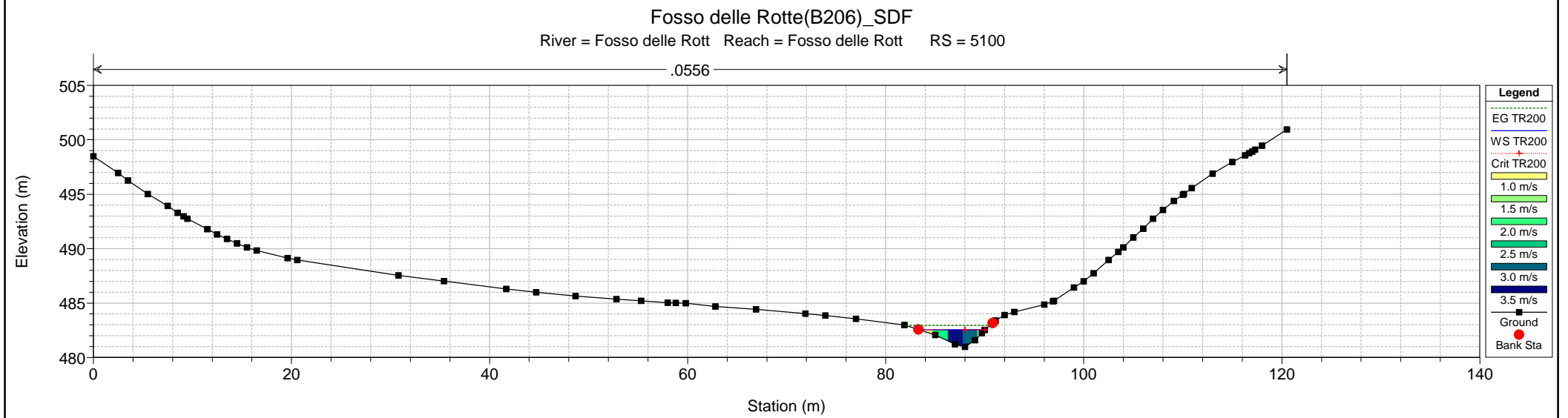
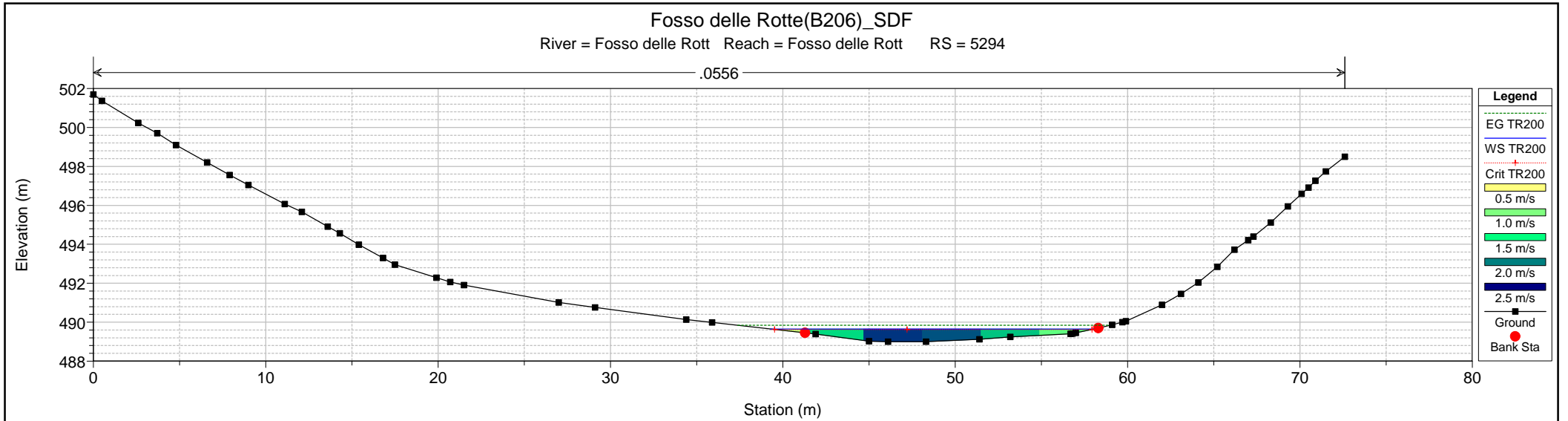


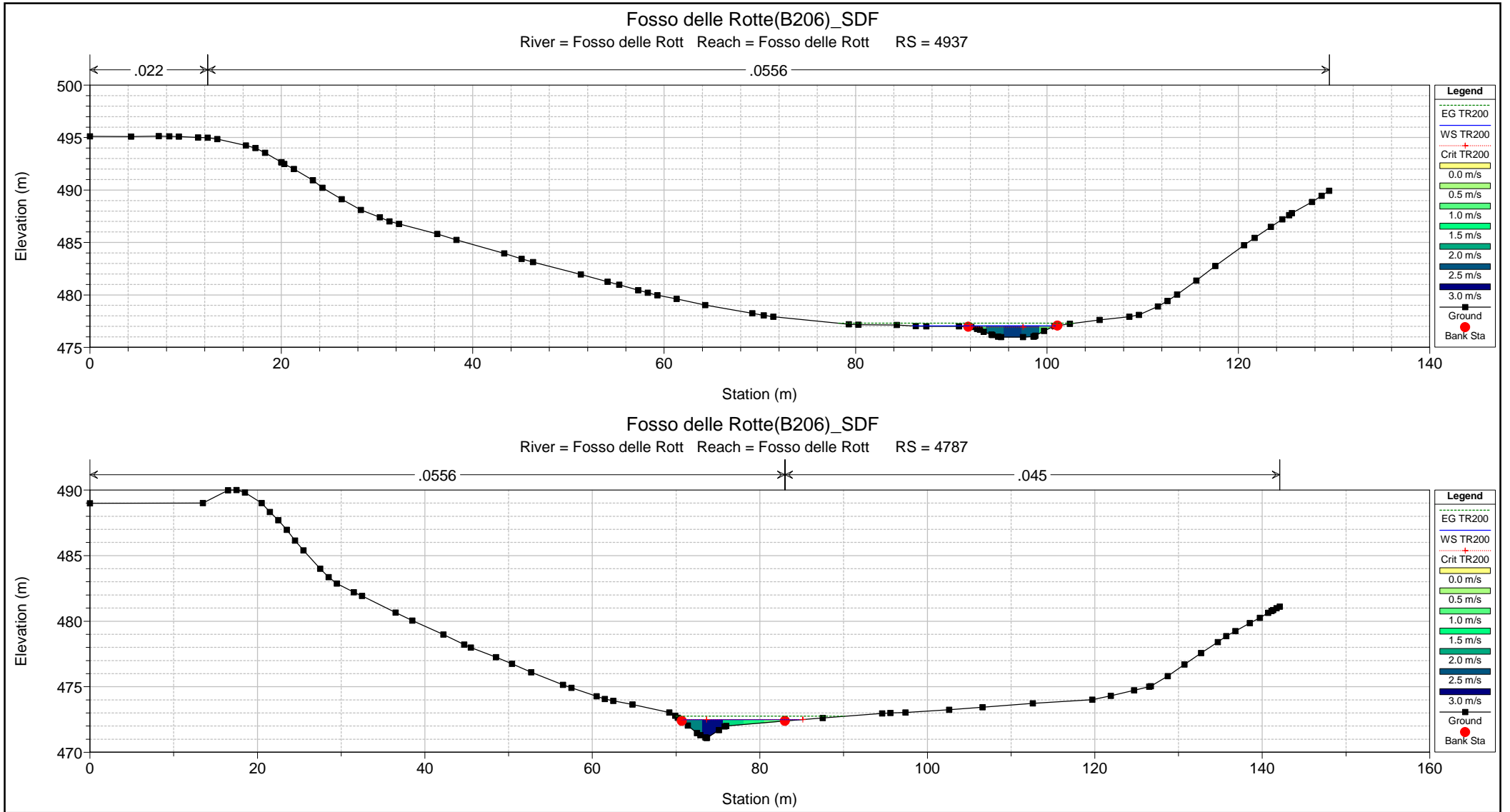






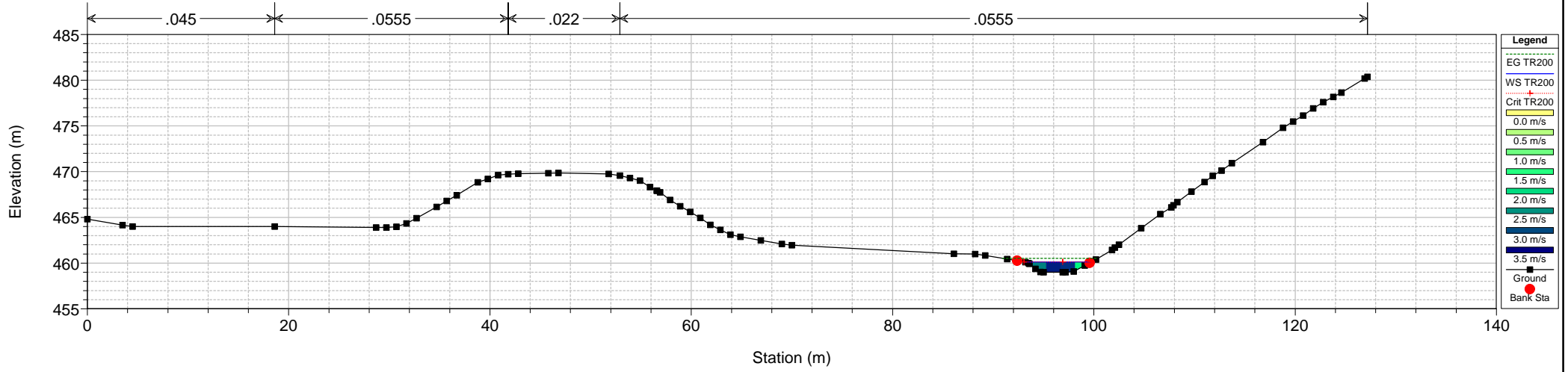






Fosso delle Rotte(B206)_SDF

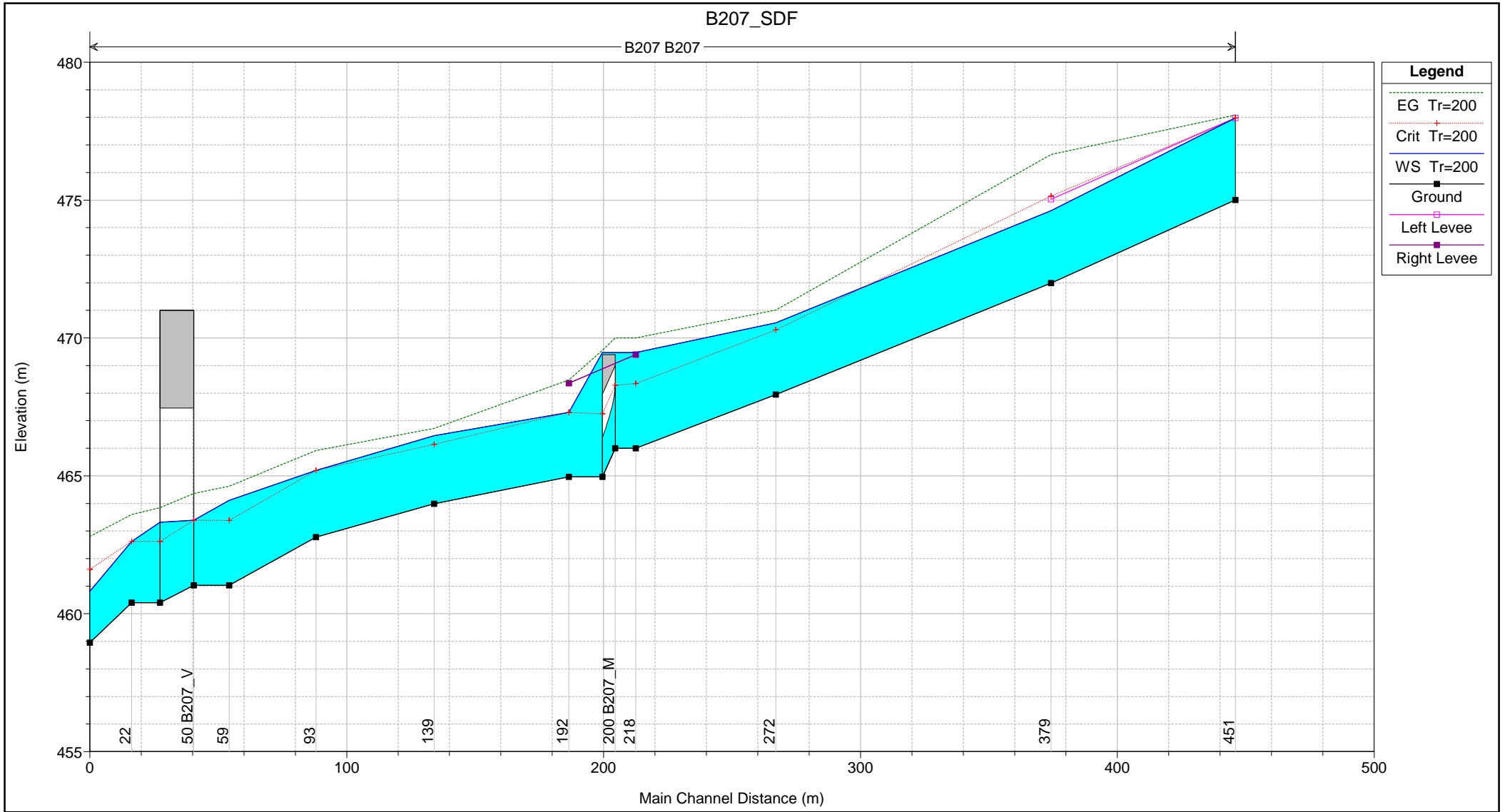
River = Fosso delle Rott Reach = Fosso delle Rott RS = 4360

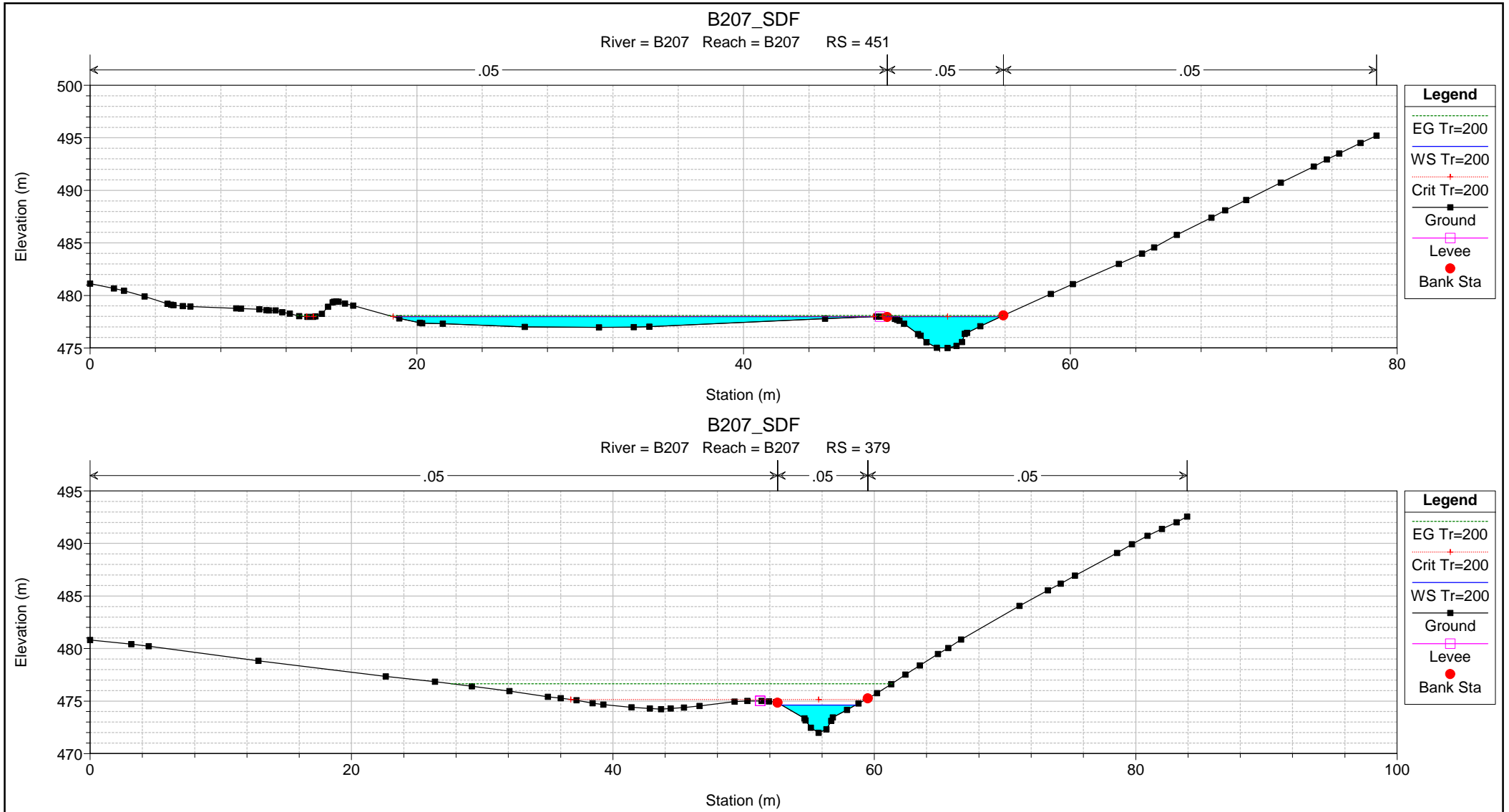


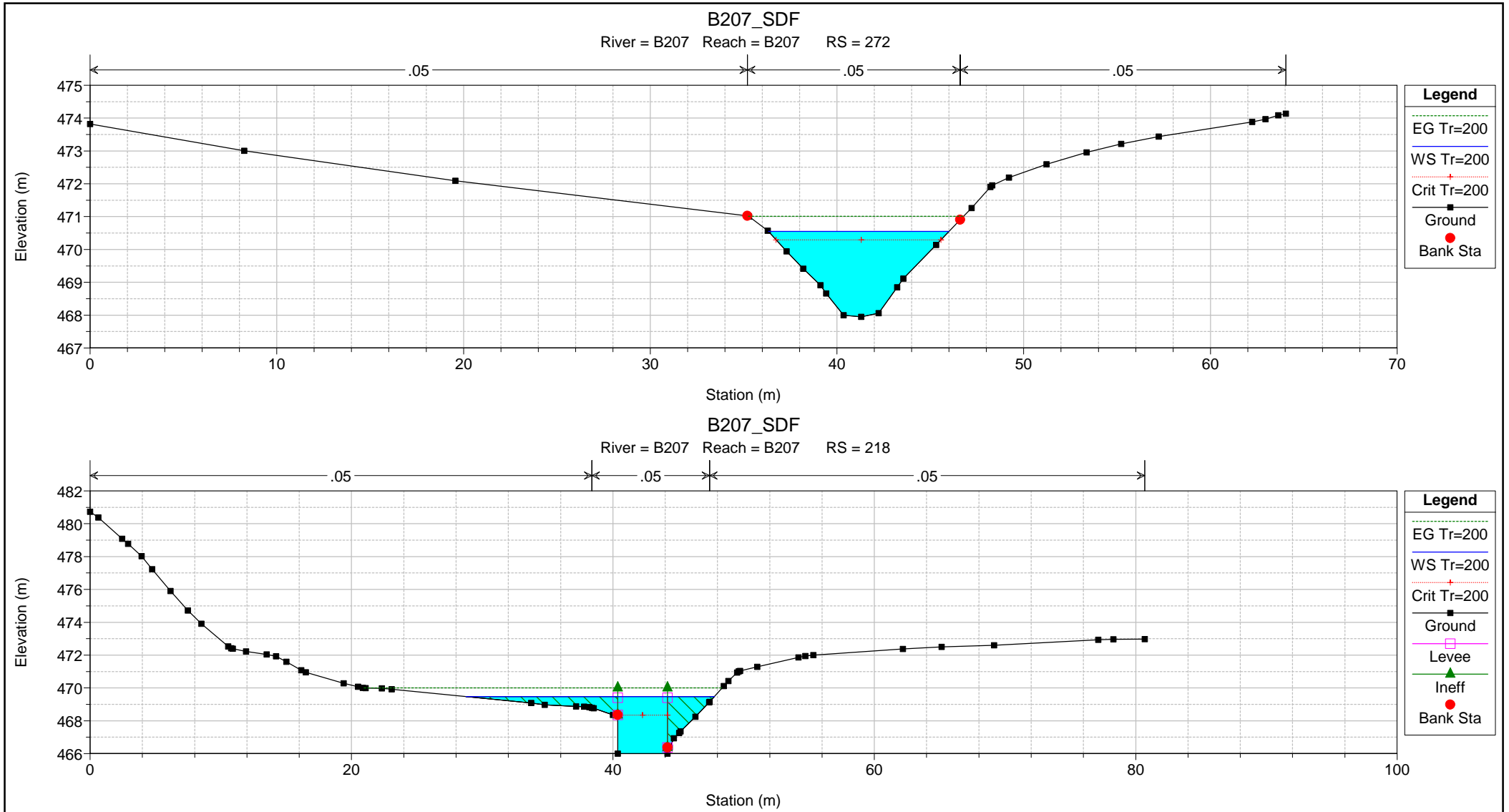
2.1.6. STATO DI FATTO
B.207 - Progr.2+995

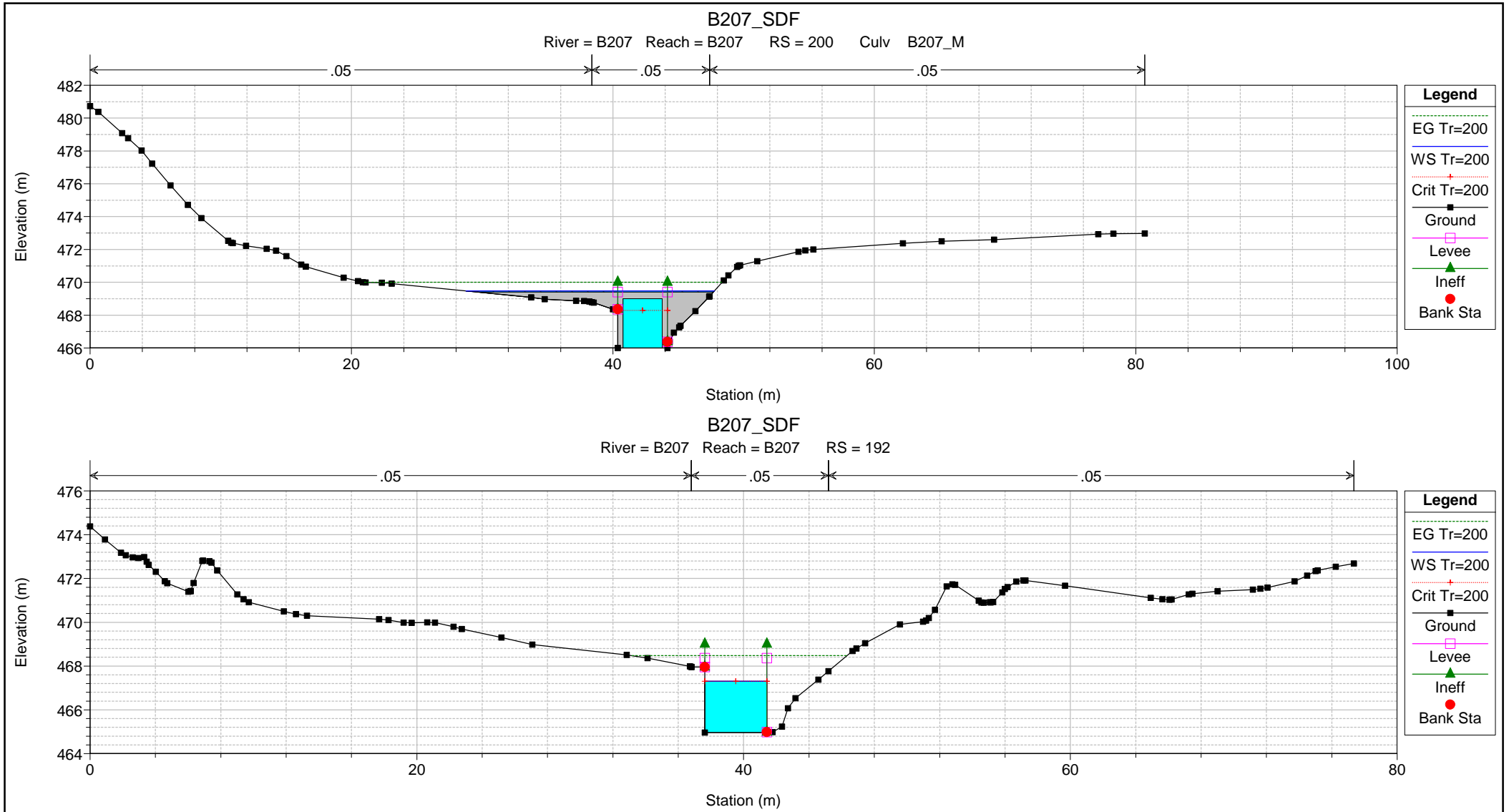
HEC-RAS Plan: B207_SDF River: B207 Reach: B207 Profile: Tr=200

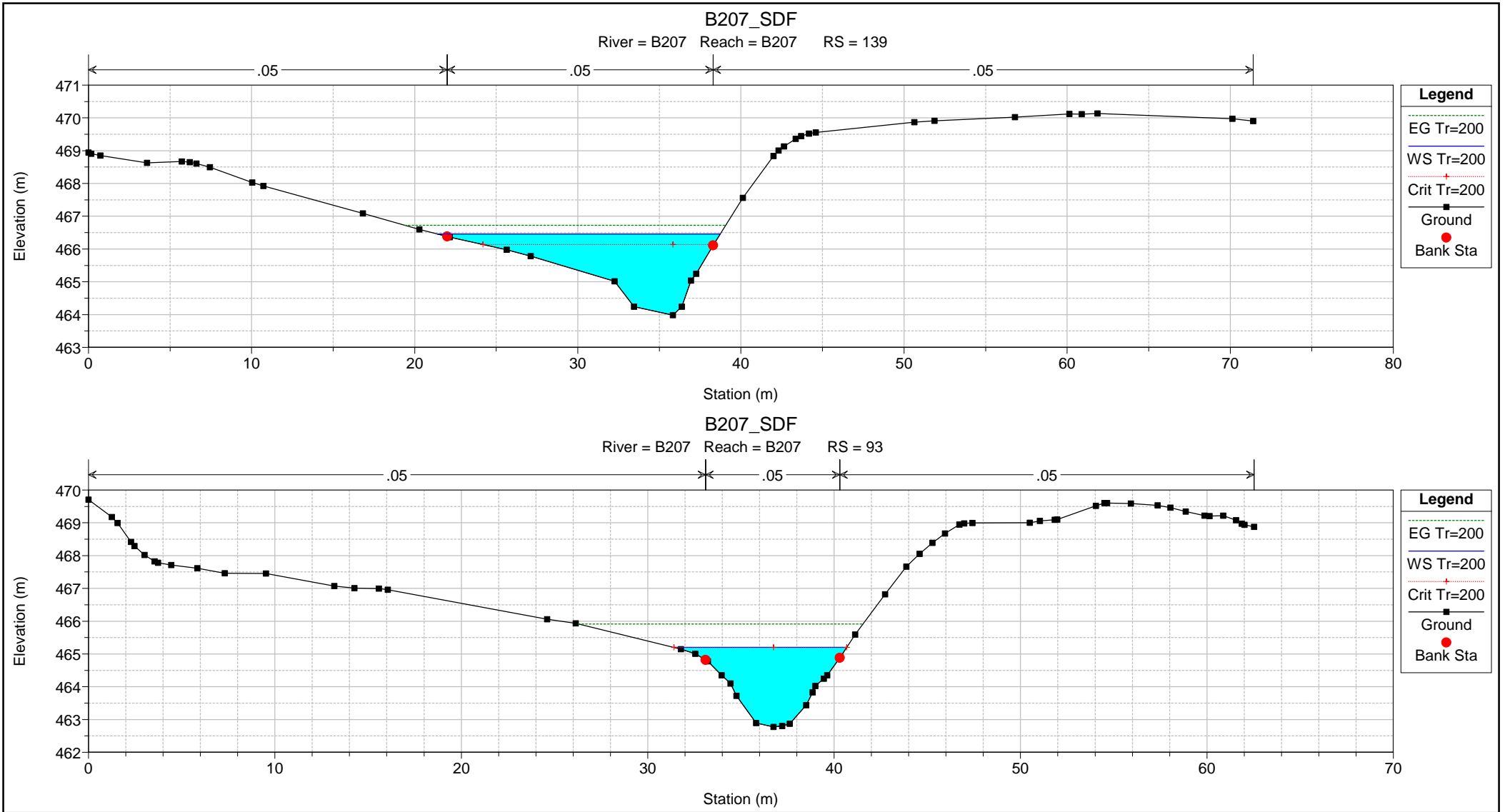
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B207	451	Tr=200	42.60	475.00	2.98	477.98	477.98	0.00	0.45	478.09	1.74	1.41	1.10	71.44	0.81
B207	379	Tr=200	42.60	471.99	2.62	474.62	475.14	-0.52	1.85	476.66	6.33	6.33	0.85	1035.79	1.19
B207	272	Tr=200	42.60	467.95	2.60	470.55	470.29	0.26	0.80	471.01	3.02	3.02	1.26	206.49	1.46
B207	218	Tr=200	42.60	466.00	3.47	469.47	468.34	1.13	0.55	470.00	3.23	3.23	1.20	240.48	3.47
B207	200		Culvert												
B207	192	Tr=200	42.60	464.97	2.34	467.30	467.30	0.00	1.00	468.48	4.79	4.79	1.05	554.01	2.34
B207	139	Tr=200	42.60	463.98	2.47	466.46	466.14	0.32	0.68	466.72	2.28	2.27	1.07	125.14	1.08
B207	93	Tr=200	42.60	462.78	2.42	465.20	465.20	0.00	0.96	465.92	3.76	3.68	1.31	316.58	1.25
B207	59	Tr=200	42.60	461.03	3.08	464.11	463.38	0.73	0.62	464.63	3.19	3.19	2.16	192.53	2.68
B207	50		Bridge												
B207	22	Tr=200	42.60	460.40	2.23	462.62	462.62	0.00	1.00	463.59	4.37	4.37	1.81	383.61	1.96
B207	5	Tr=200	42.60	458.96	1.86	460.81	461.61	-0.80	1.96	462.80	6.25	6.25	0.88	998.58	1.03

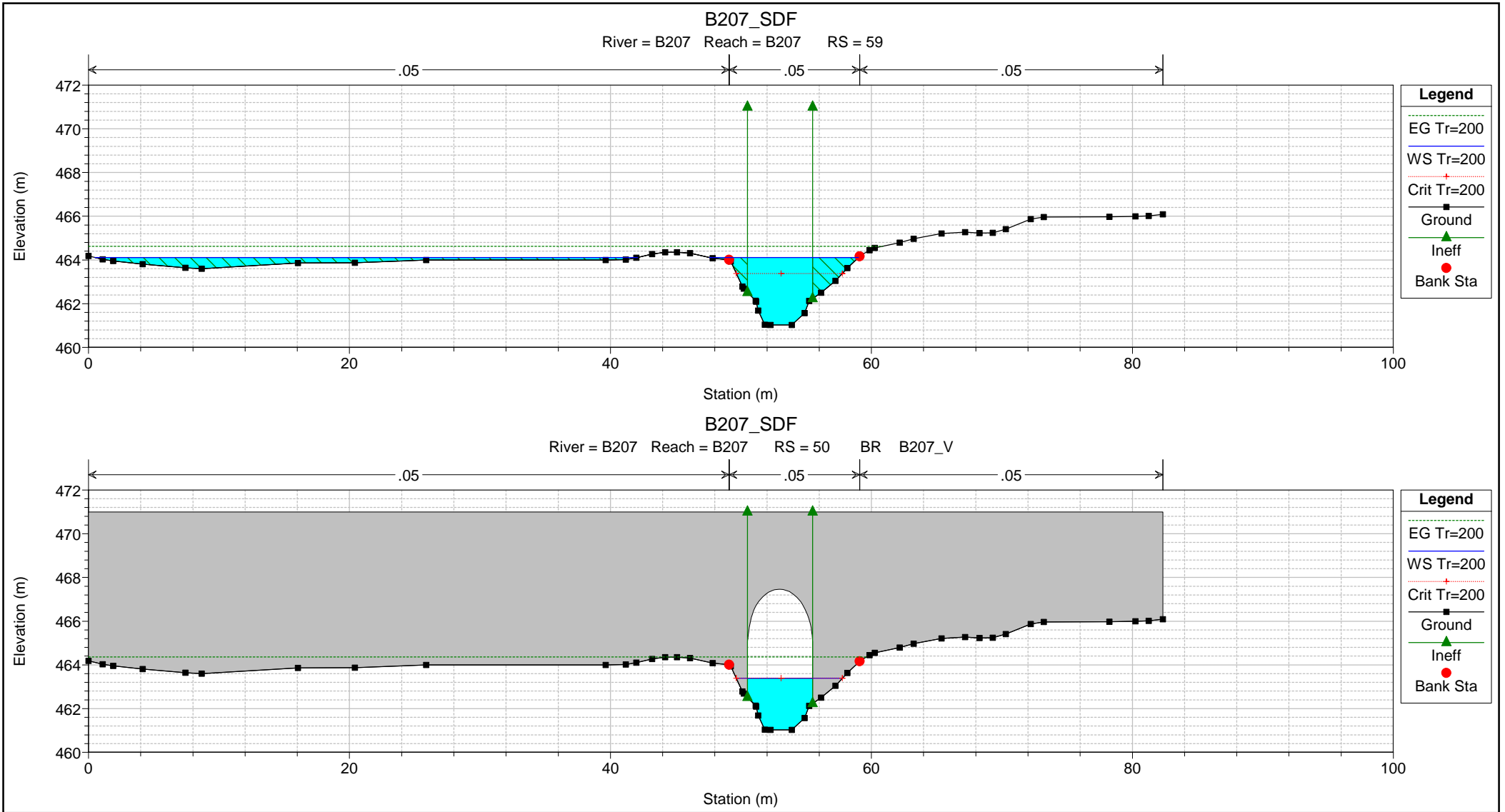


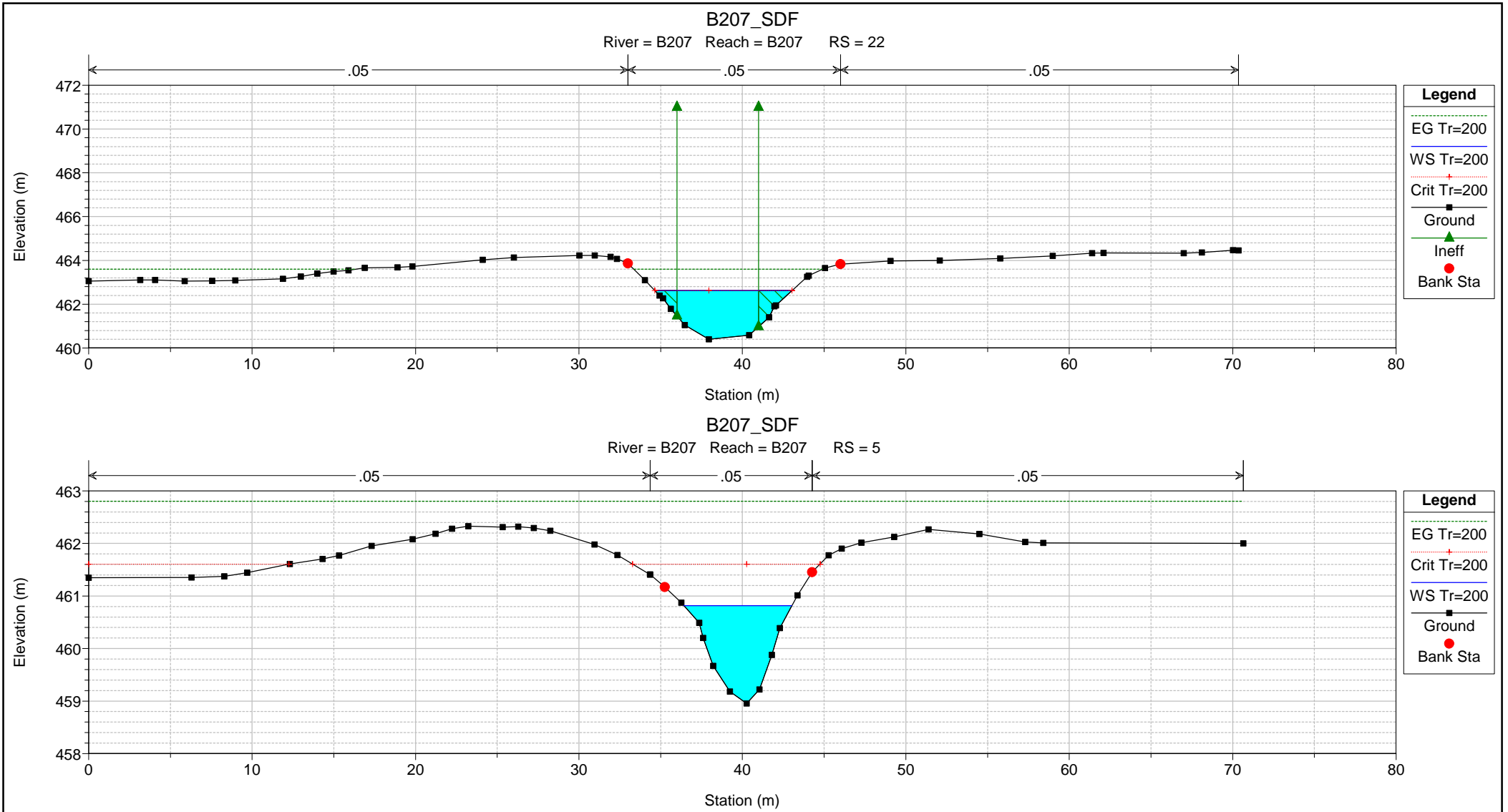








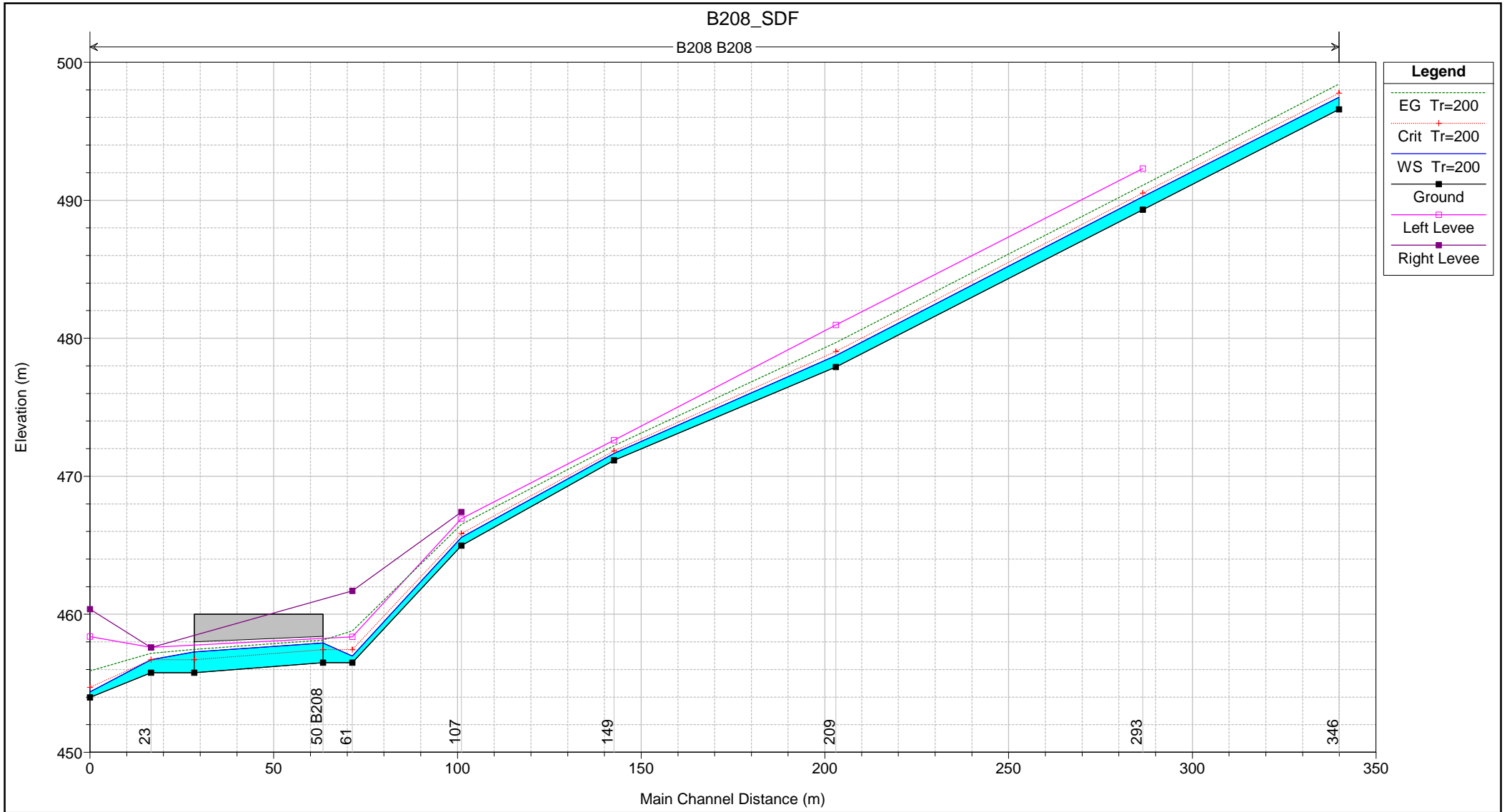


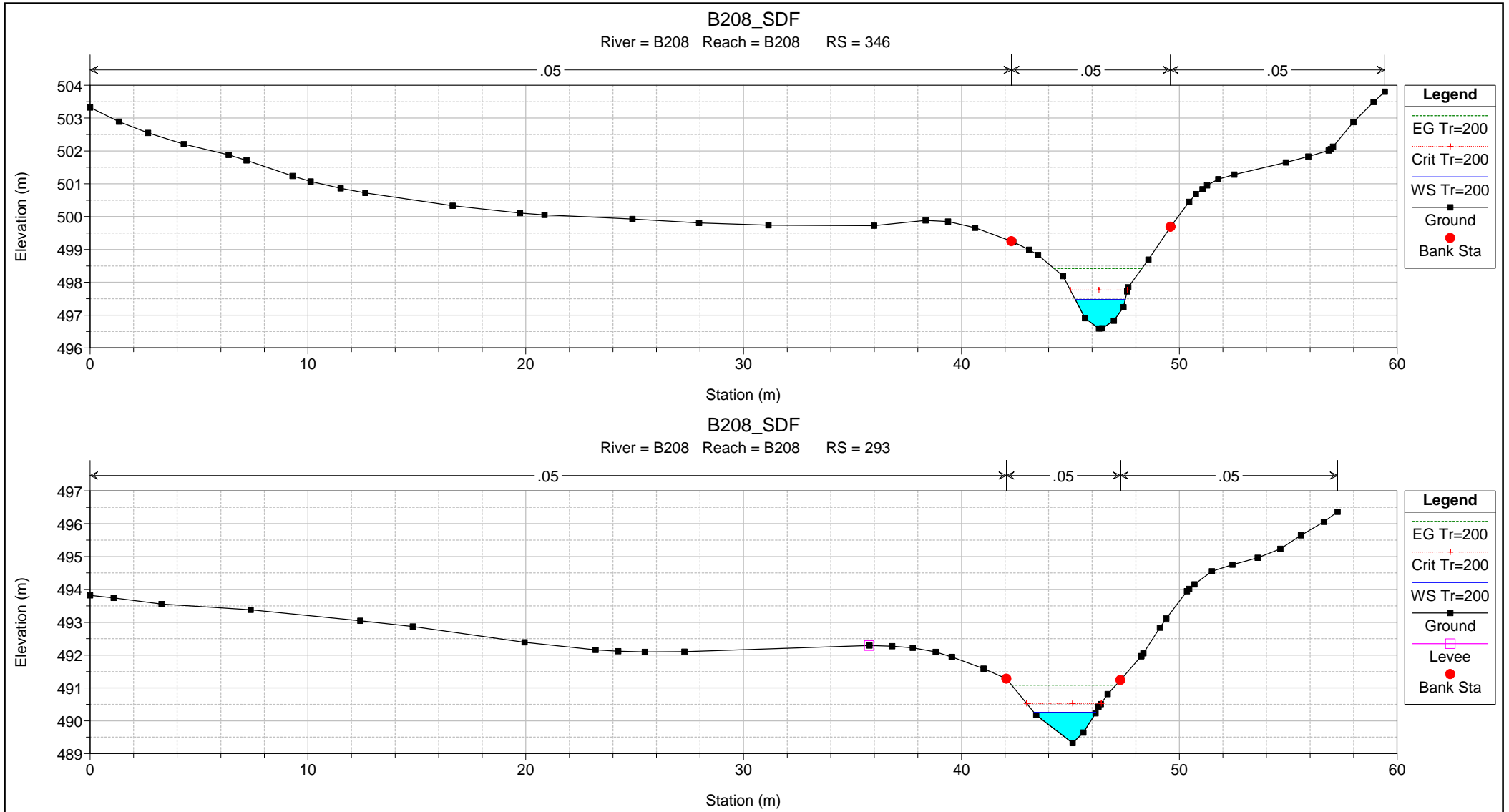


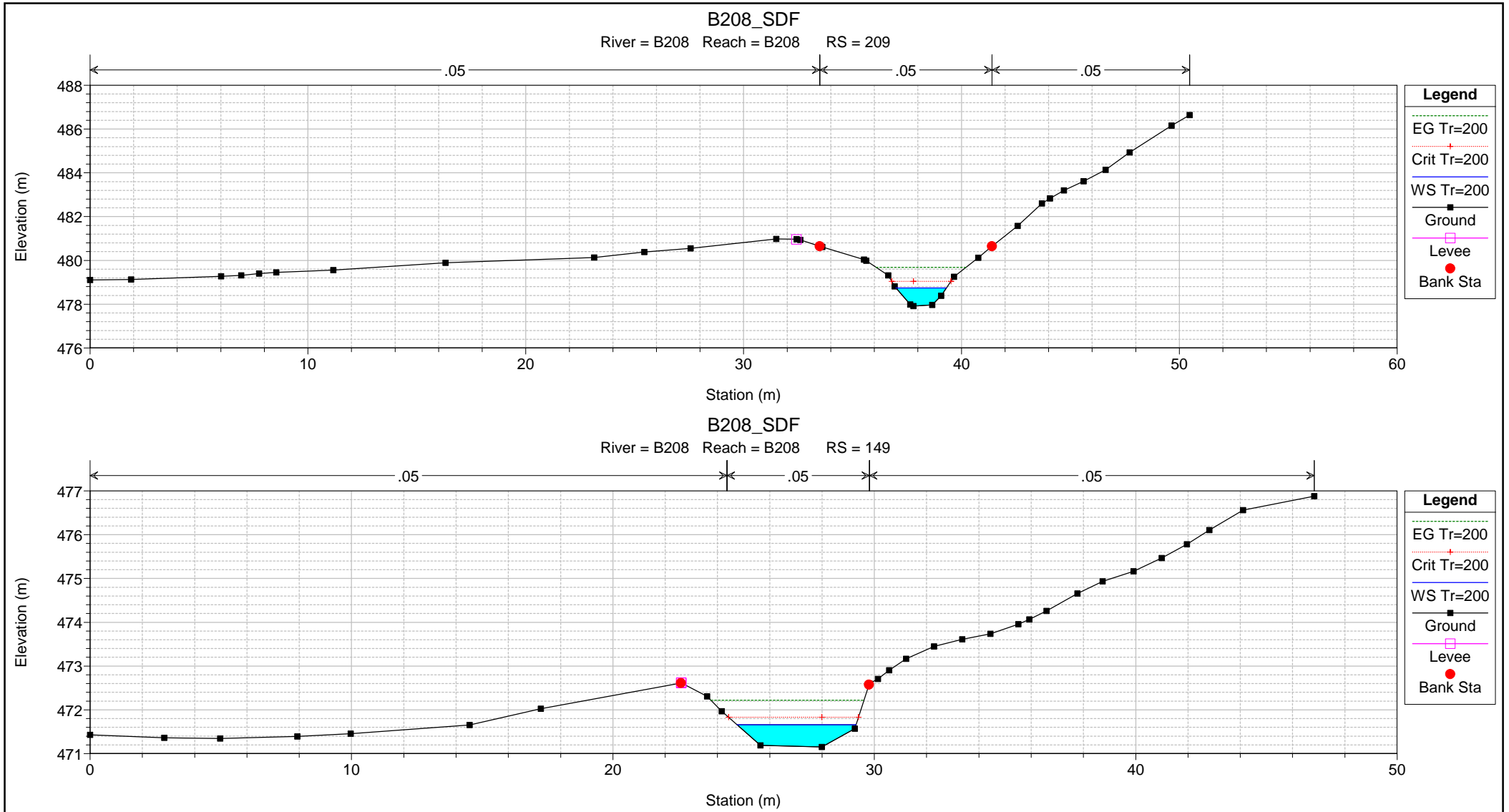
2.1.7. STATO DI FATTO
B.208 - Progr.3+290

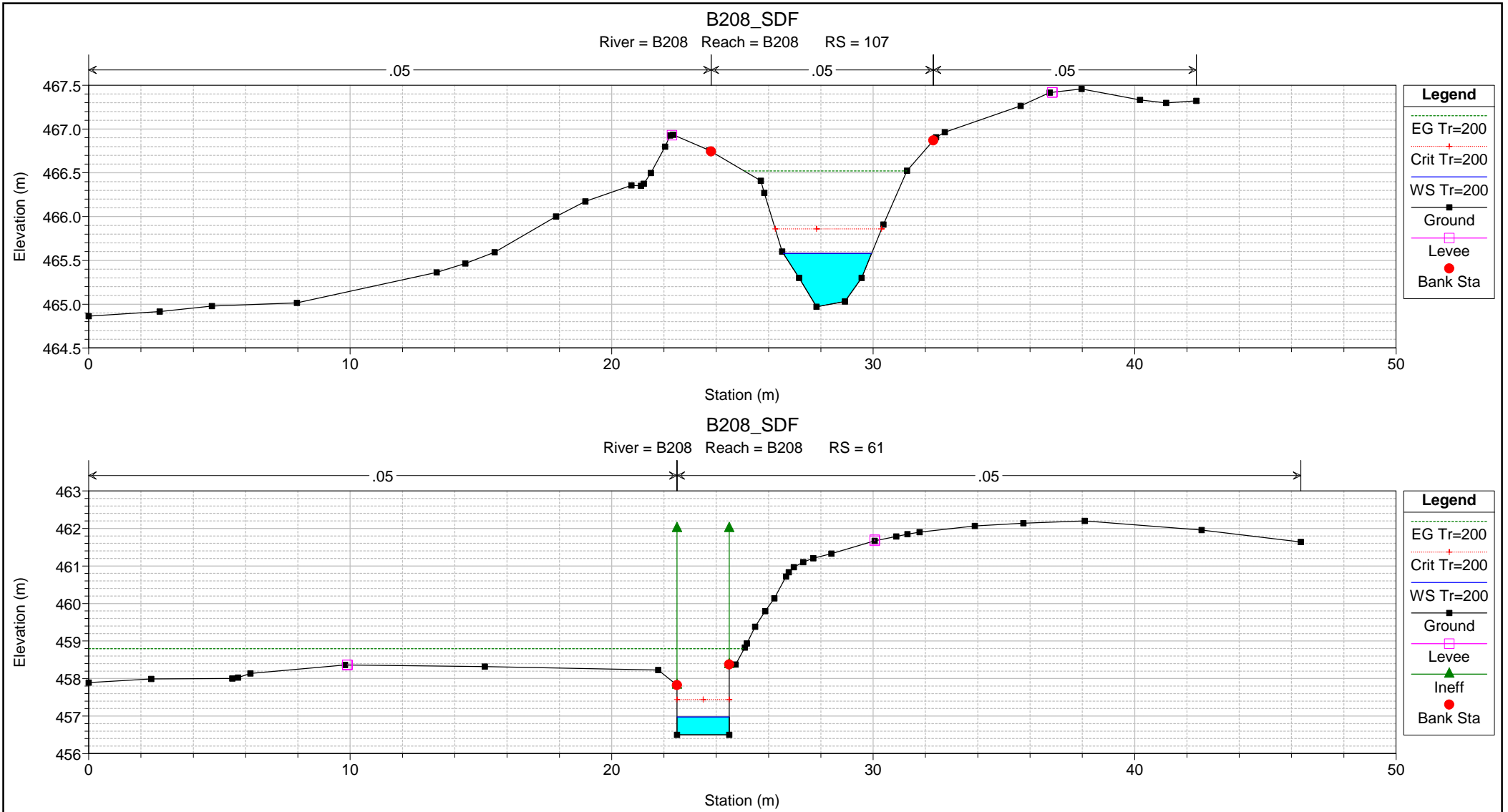
HEC-RAS Plan: B208_SDF River: B208 Reach: B208 Profile: Tr=200

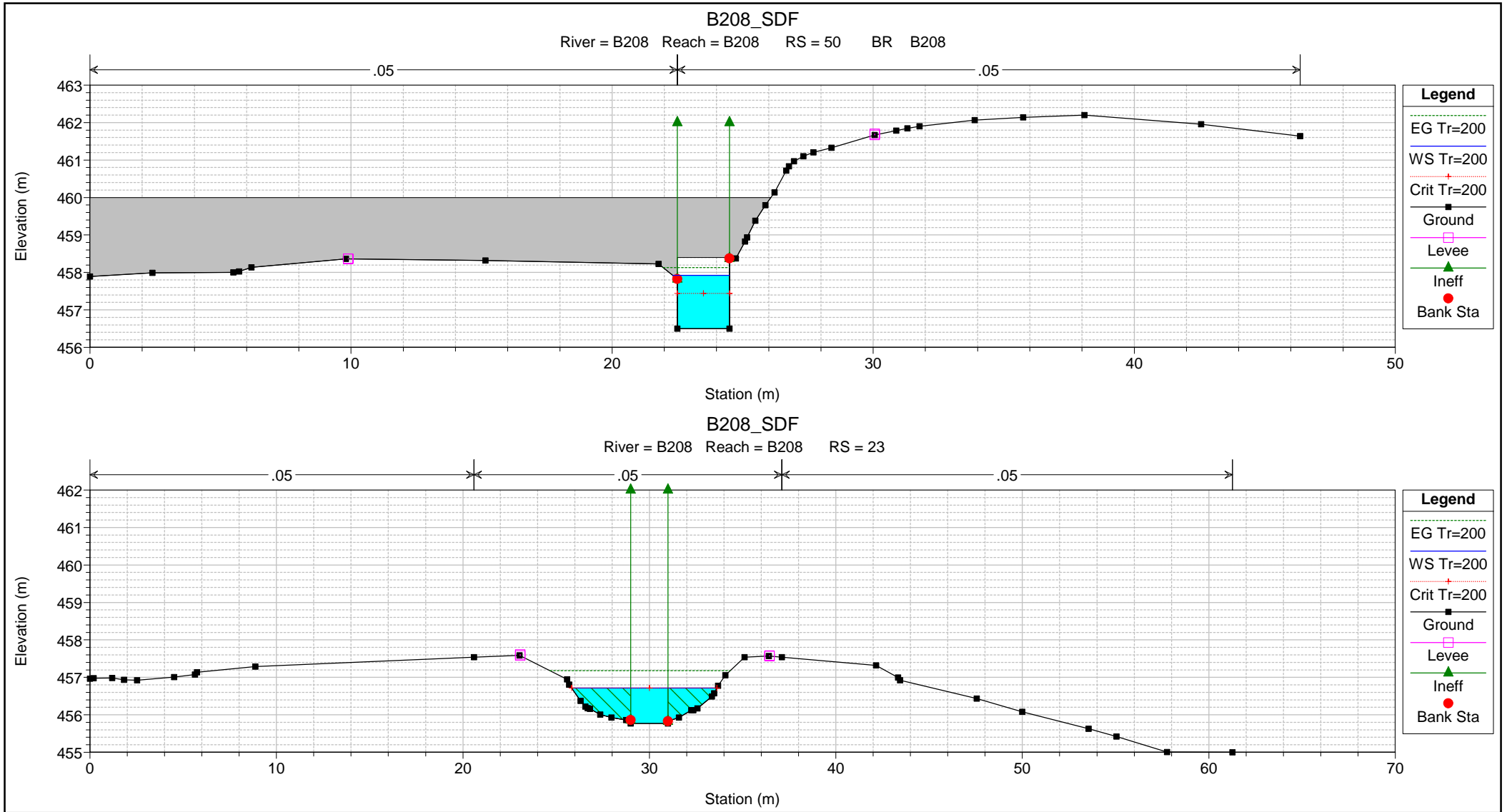
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B208	346	Tr=200	5.70	496.60	0.88	497.47	497.77	-0.30	1.82	498.42	4.32	4.32	0.44	602.37	0.58
B208	293	Tr=200	5.70	489.32	0.93	490.25	490.52	-0.27	1.83	491.09	4.04	4.04	0.41	538.56	0.50
B208	209	Tr=200	5.70	477.92	0.83	478.74	479.04	-0.30	1.81	479.68	4.29	4.29	0.44	595.89	0.57
B208	149	Tr=200	5.70	471.15	0.50	471.66	471.83	-0.17	1.72	472.22	3.31	3.31	0.36	378.68	0.38
B208	107	Tr=200	5.70	464.97	0.72	465.58	465.86	-0.28	2.19	466.52	4.30	4.30	0.36	635.59	0.39
B208	61	Tr=200	5.70	456.50	0.48	456.98	457.44	-0.46	2.76	458.79	5.97	5.97	0.32	1271.56	0.48
B208	50	Bridge													
B208	23	Tr=200	5.70	455.77	1.71	456.71	456.71	0.00	0.99	457.18	3.02	3.02	0.88	234.04	0.94
B208	6	Tr=200	5.70	453.98	0.38	454.37	454.71	-0.34	3.40	455.90	5.49	5.49	0.26	1161.11	0.27

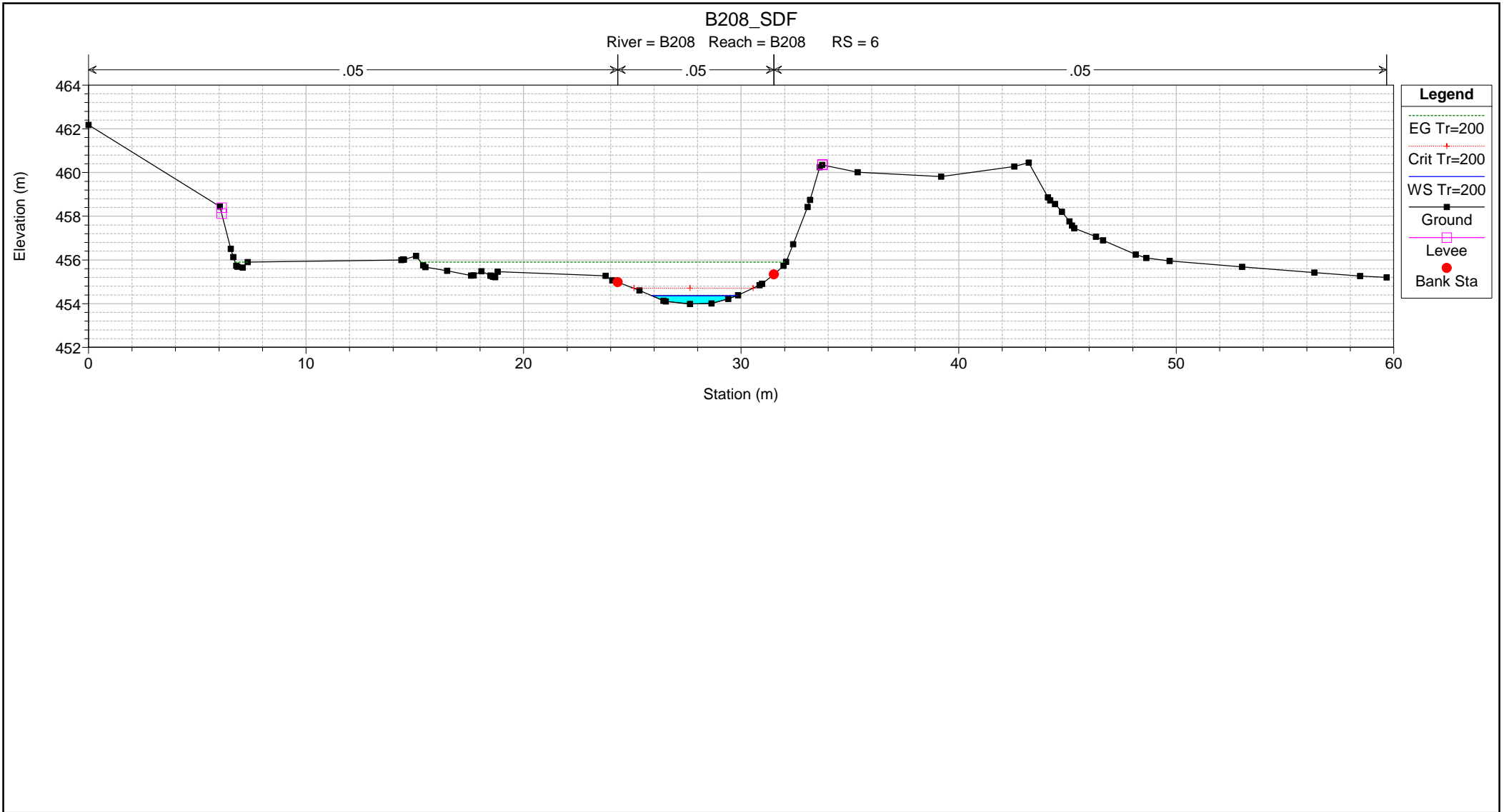








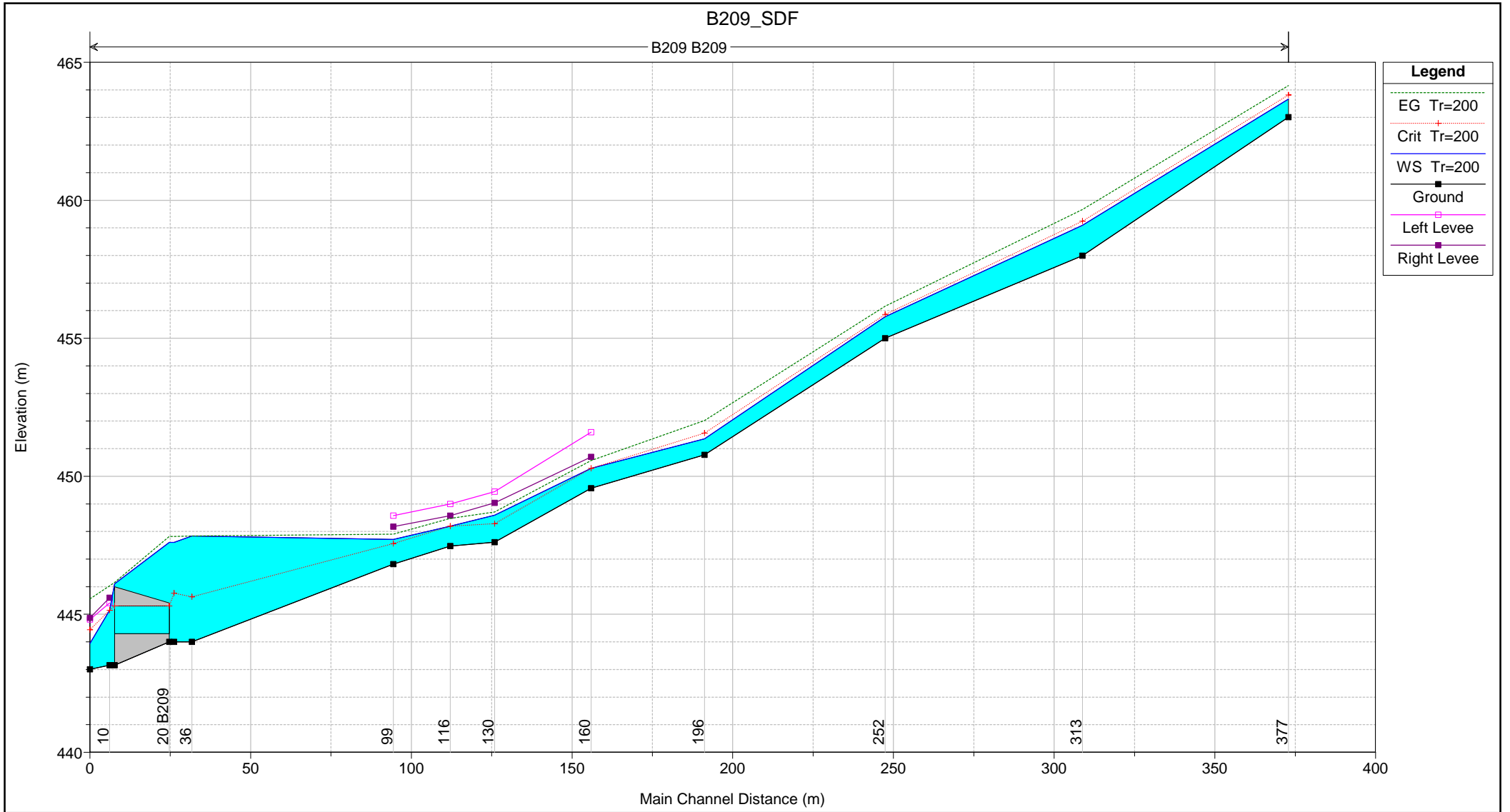


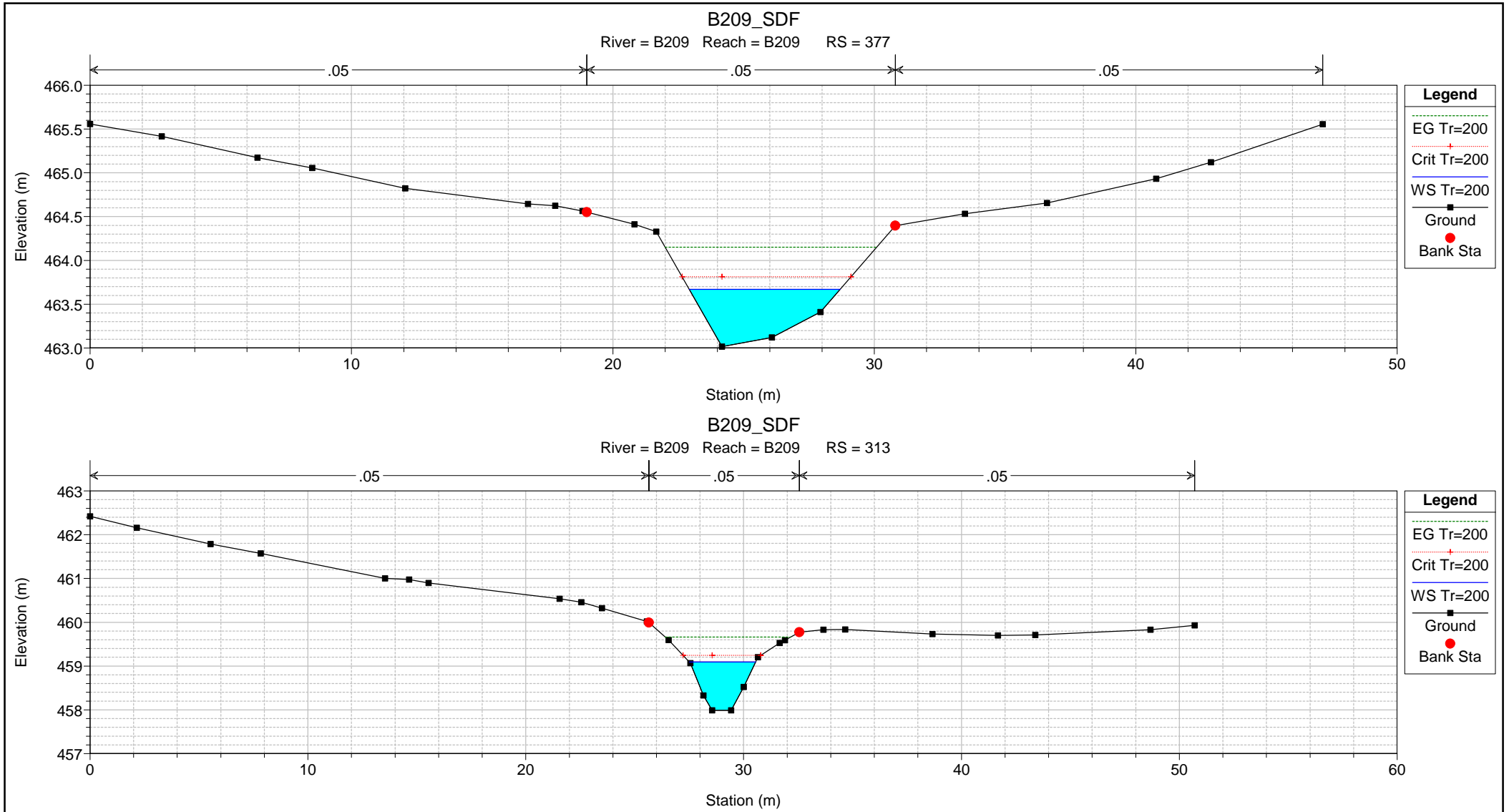


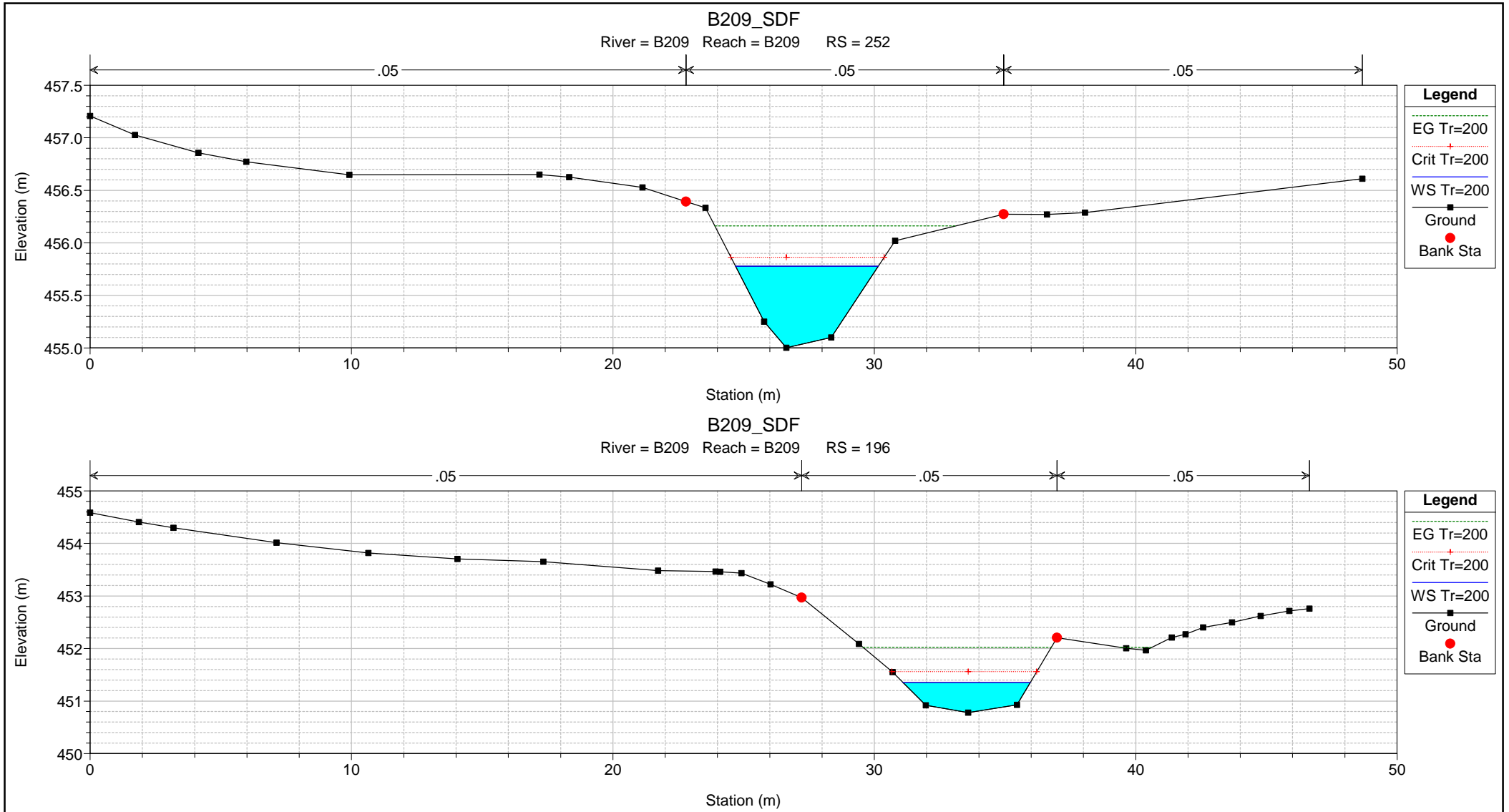
2.1.8. STATO DI FATTO
B.209 - Progr.3+665

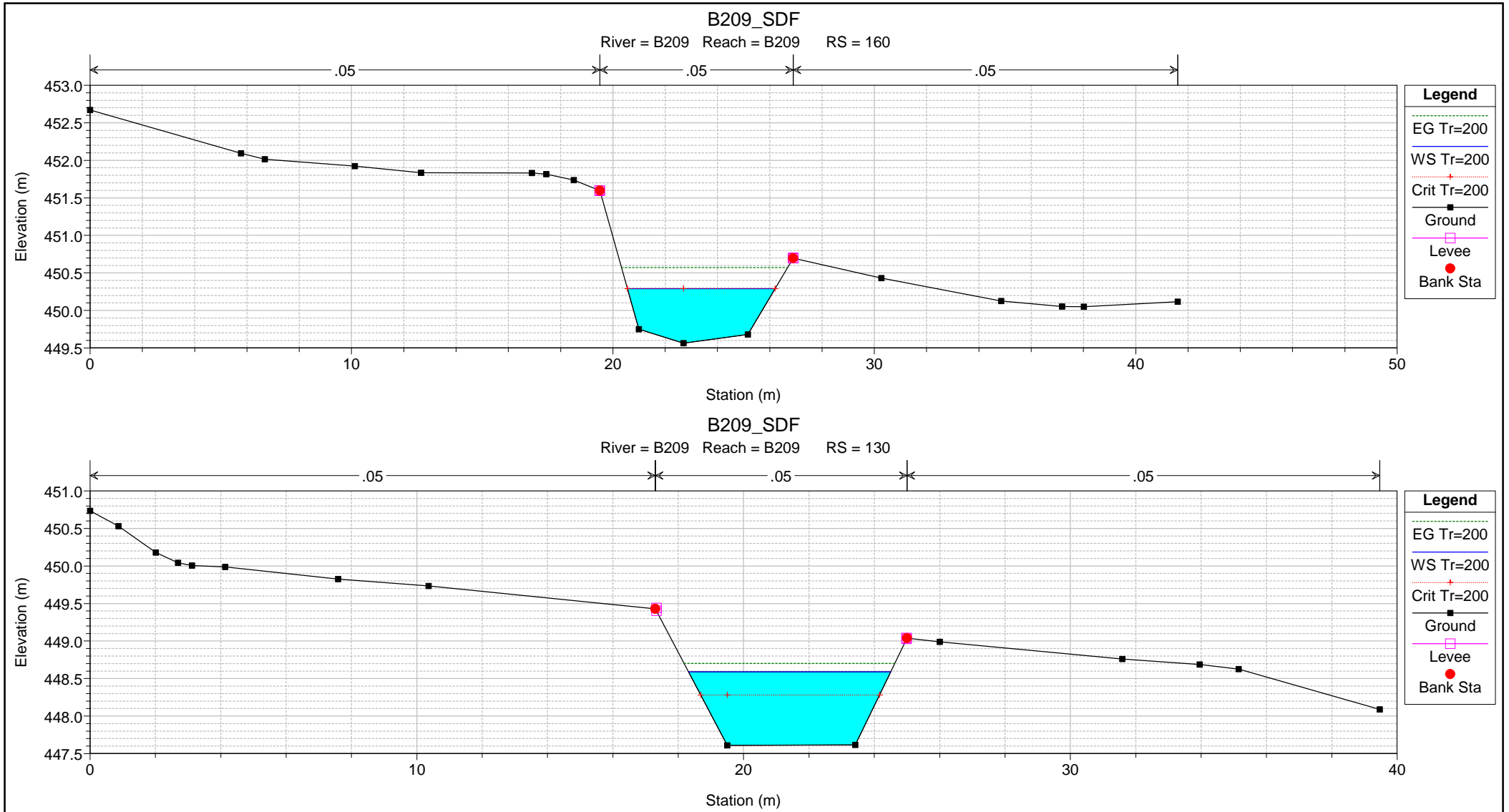
HEC-RAS Plan: B209_SDF River: B209 Reach: B209 Profile: Tr=200

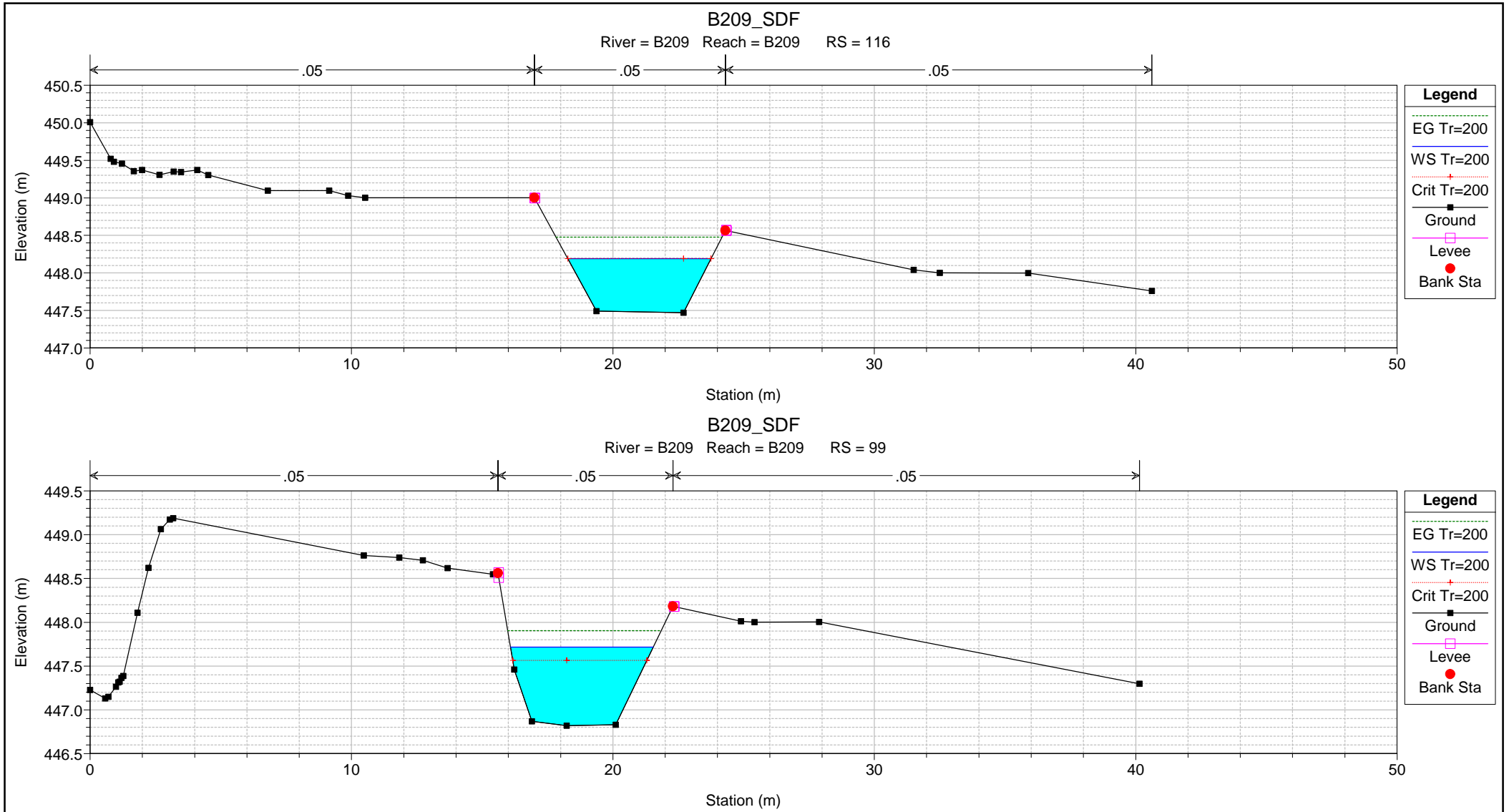
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B209	377	Tr=200	7.40	463.02	0.65	463.67	463.81	-0.14	1.52	464.15	3.08	3.08	0.40	314.69	0.42
B209	313	Tr=200	7.40	457.99	1.10	459.09	459.24	-0.15	1.26	459.66	3.35	3.35	0.56	335.09	0.73
B209	252	Tr=200	7.40	455.00	0.77	455.78	455.86	-0.08	1.25	456.16	2.74	2.74	0.47	237.06	0.49
B209	196	Tr=200	7.40	450.78	0.57	451.35	451.56	-0.21	1.79	452.02	3.62	3.62	0.40	437.39	0.42
B209	160	Tr=200	7.40	449.57	0.73	450.29	450.29	0.00	1.00	450.57	2.34	2.34	0.52	166.81	0.56
B209	130	Tr=200	7.40	447.61	0.98	448.59	448.28	0.31	0.54	448.70	1.50	1.50	0.71	61.69	0.80
B209	116	Tr=200	7.40	447.47	0.72	448.19	448.19	0.00	1.00	448.48	2.37	2.37	0.53	170.33	0.57
B209	99	Tr=200	7.40	446.82	0.90	447.72	447.56	0.16	0.73	447.90	1.92	1.92	0.63	105.43	0.71
B209	36	Tr=200	7.40	444.00	3.84	447.84	445.63	2.21	0.02	447.84	0.13	0.16	1.05	0.40	1.80
B209	31	Tr=200	7.40	444.00	3.60	447.60	445.76	1.84	0.35	447.82	2.05	2.05	3.60	67.55	3.60
B209	20		Culvert												
B209	10	Tr=200	7.40	443.16	1.99	445.15	445.15	0.00	1.00	446.03	4.16	4.16	1.34	385.15	1.78
B209	4	Tr=200	7.40	443.00	0.94	443.94	444.44	-0.50	2.37	445.56	5.64	5.64	0.43	1035.78	0.58

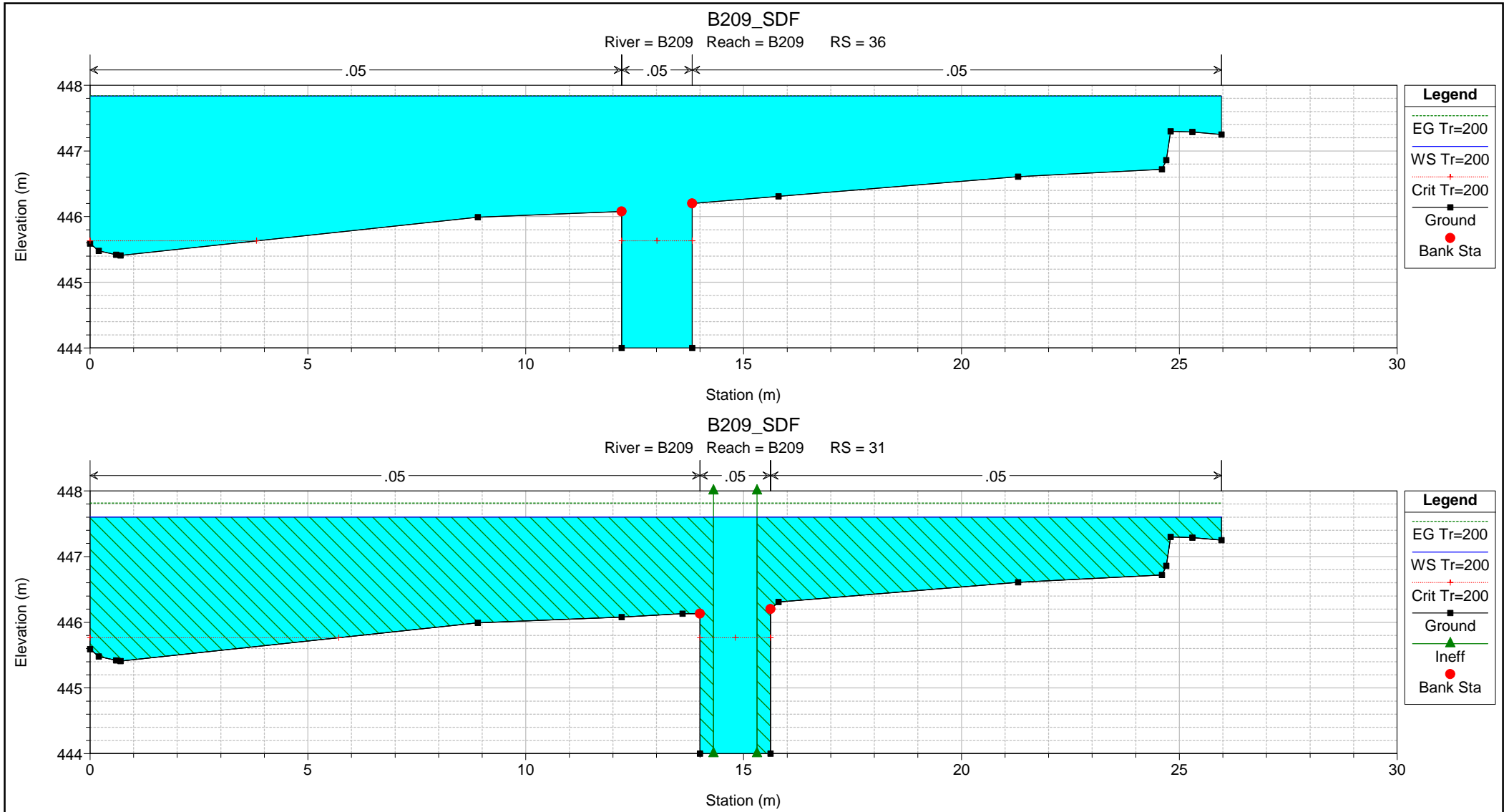


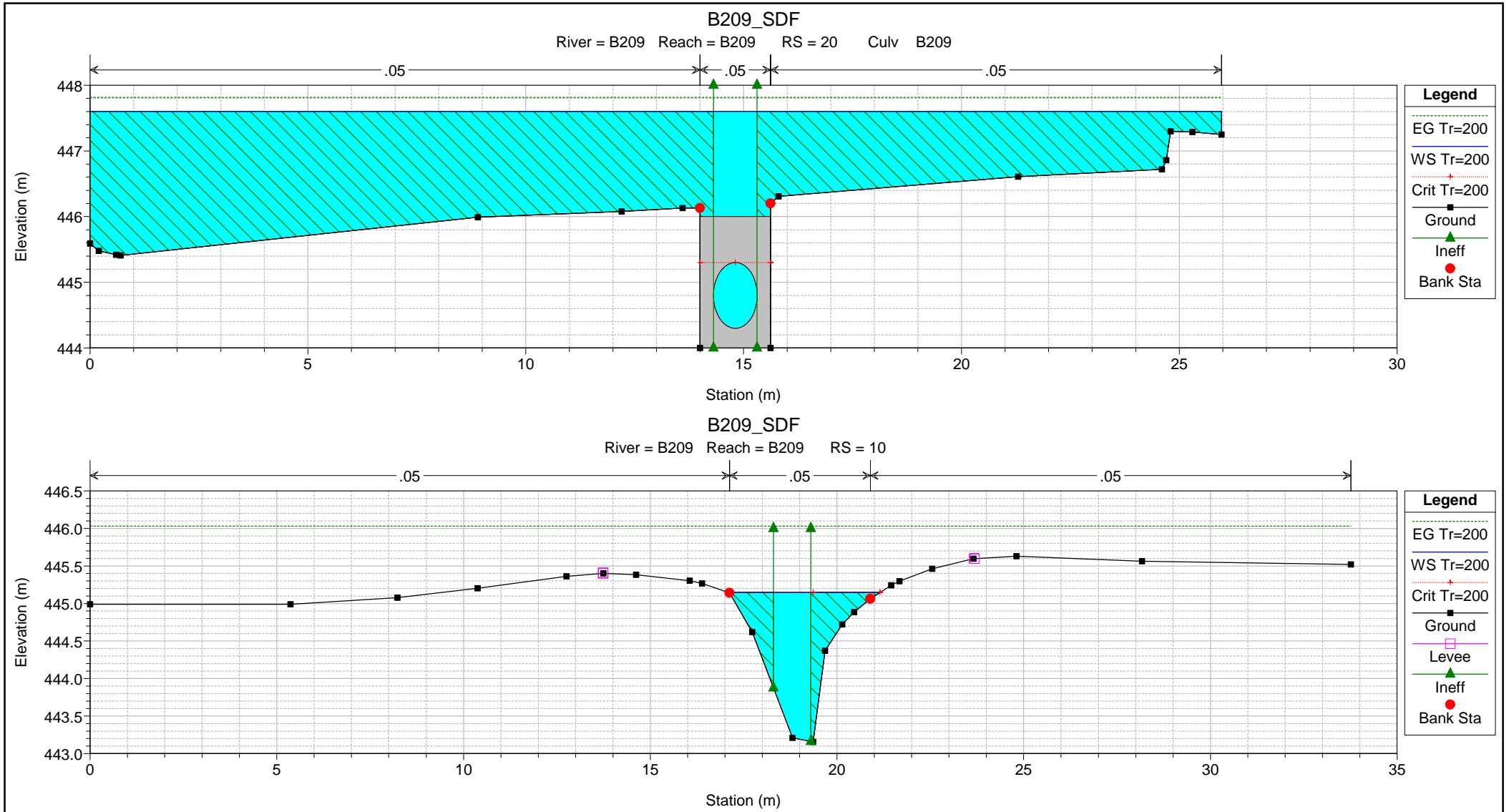


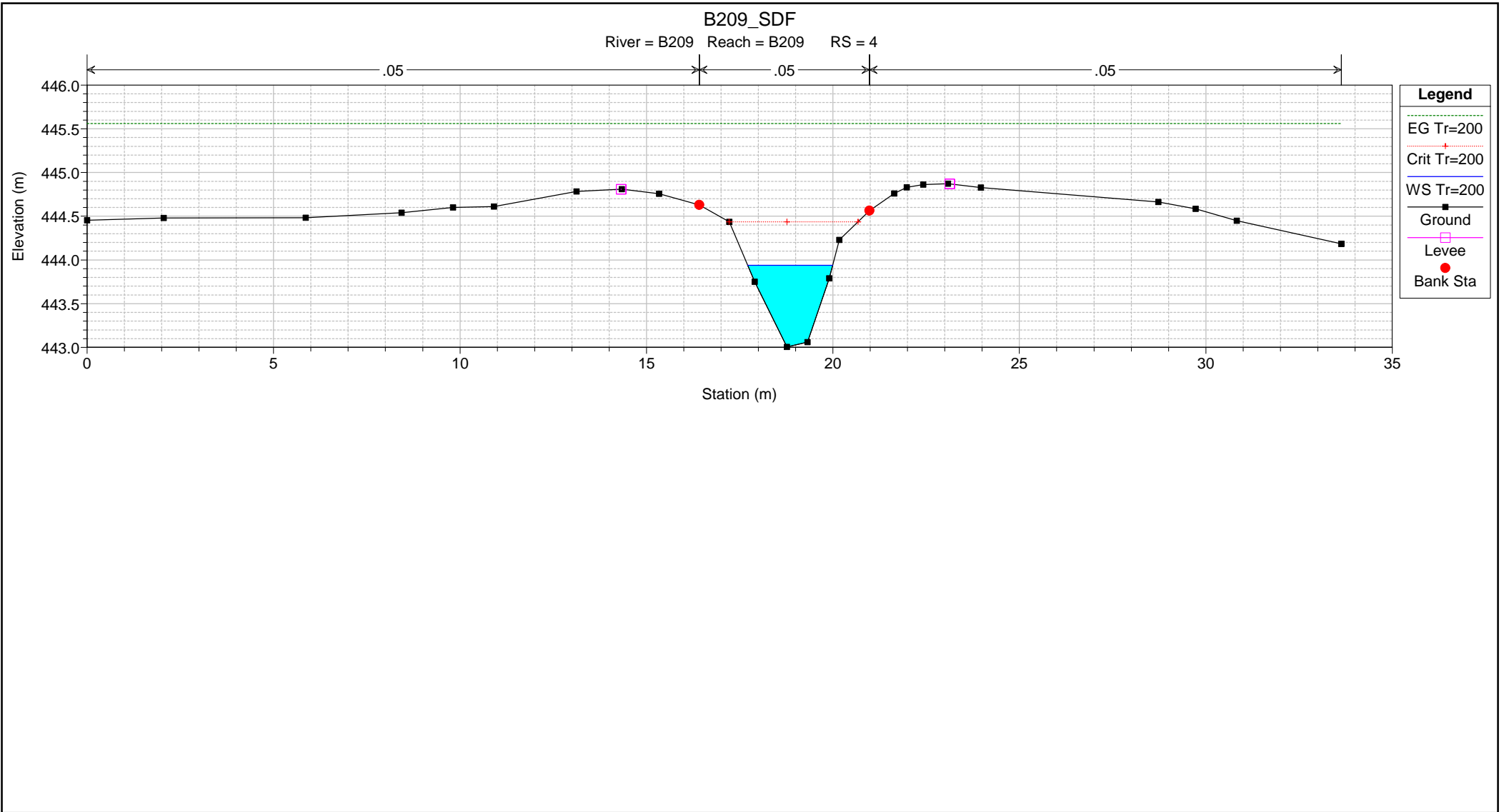








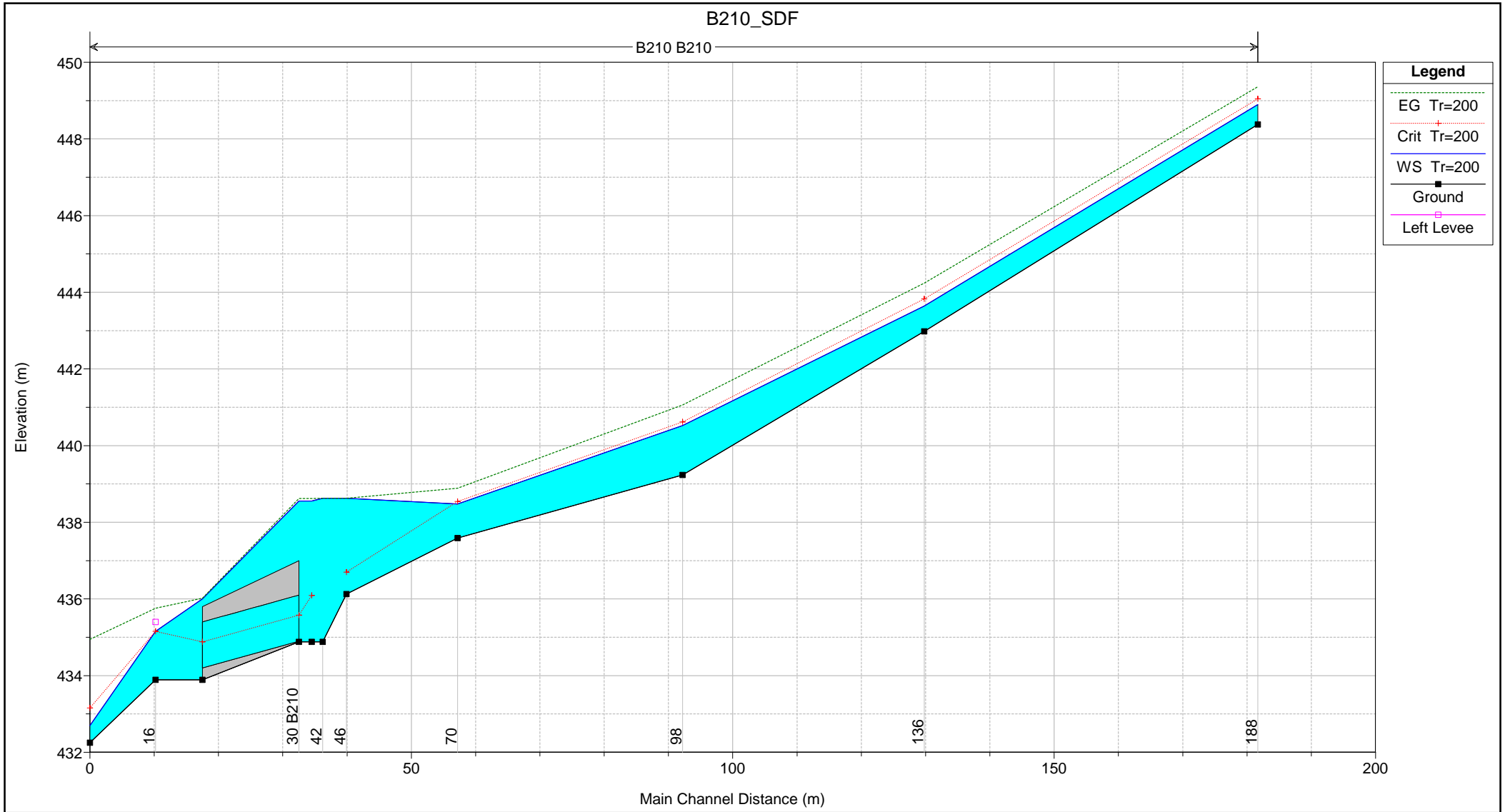


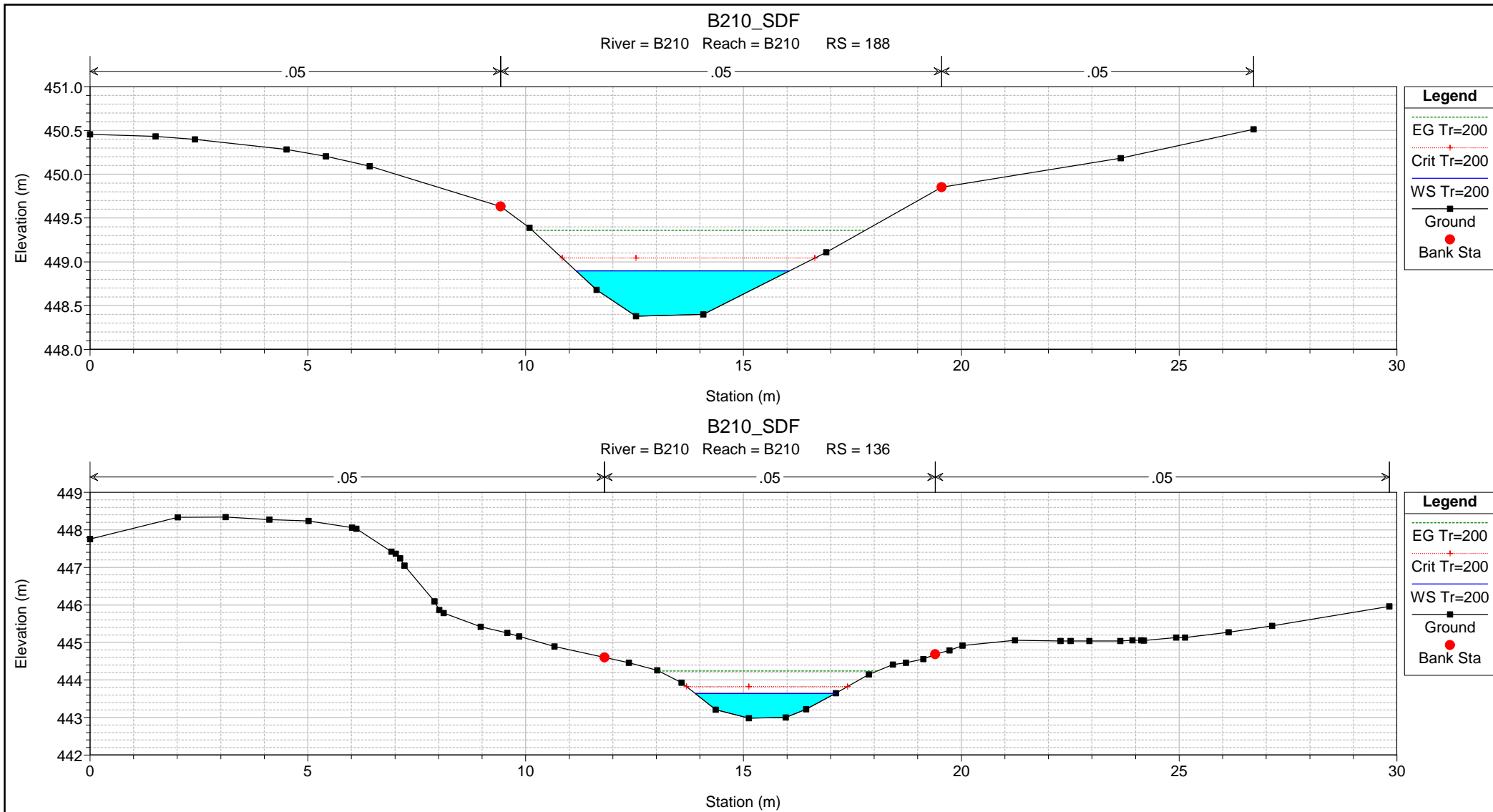


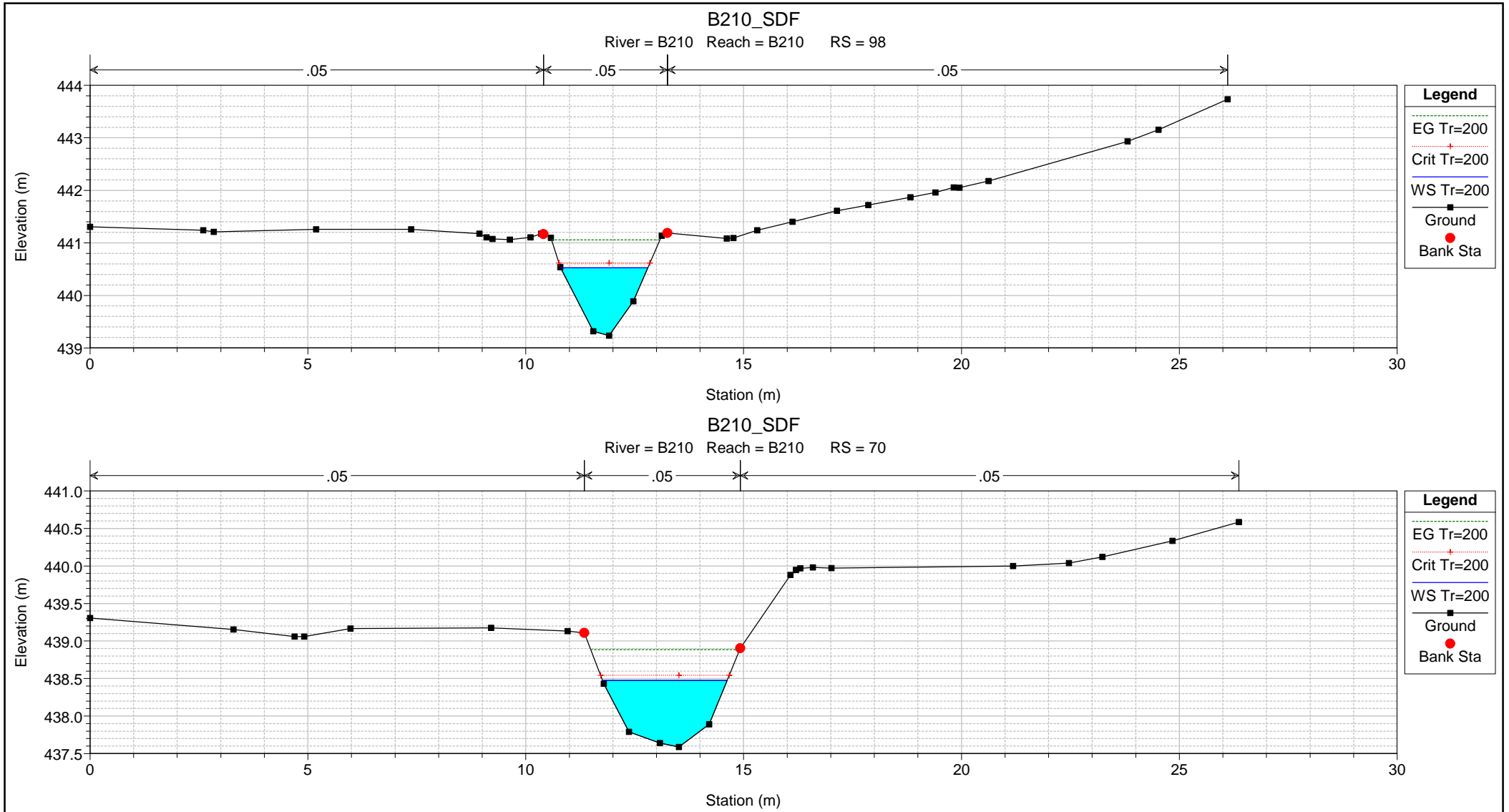
2.1.9. STATO DI FATTO
B.210 - Progr.4+210

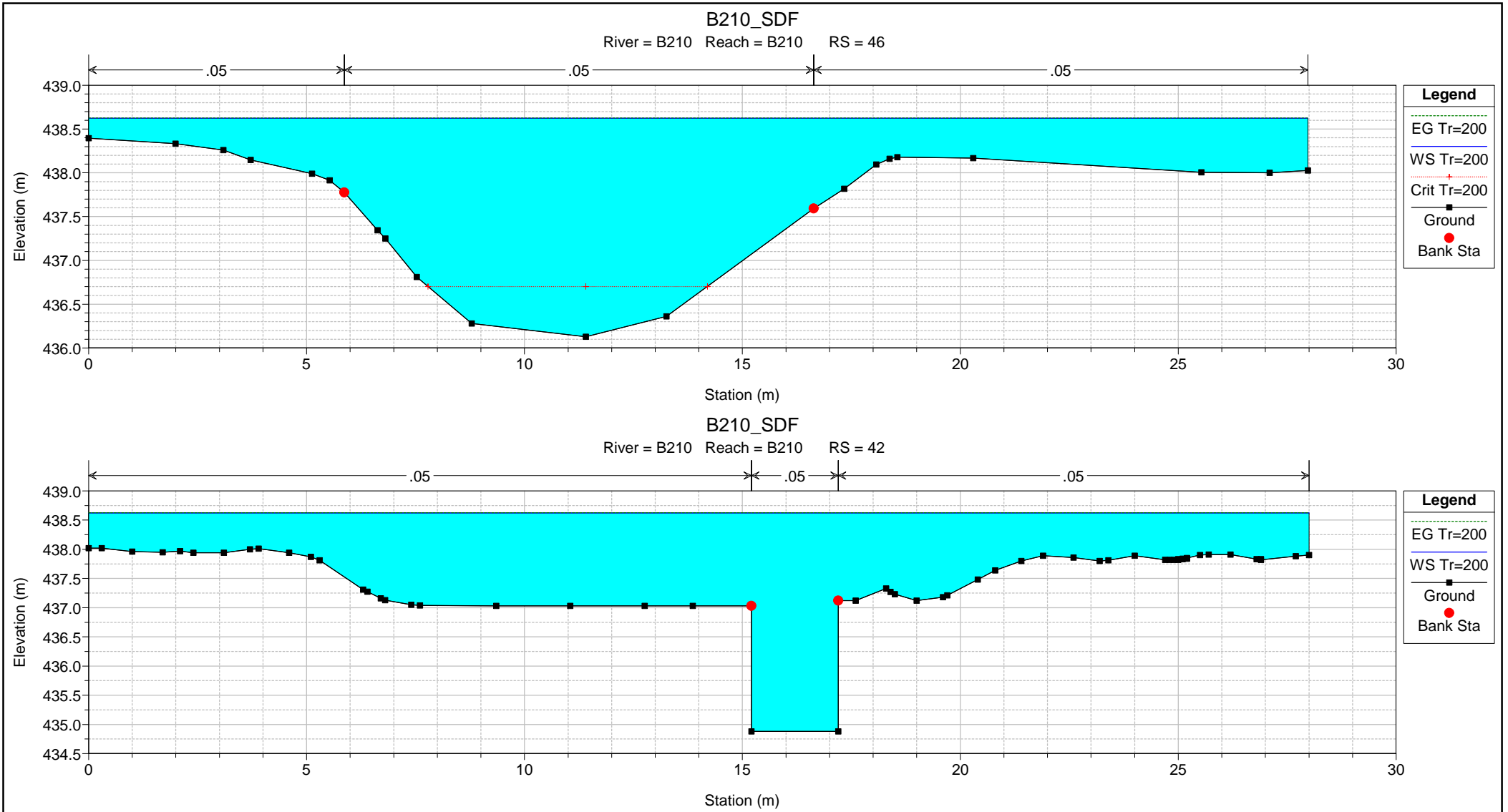
HEC-RAS Plan: B210_SDF River: B210 Reach: B210 Profile: Tr=200

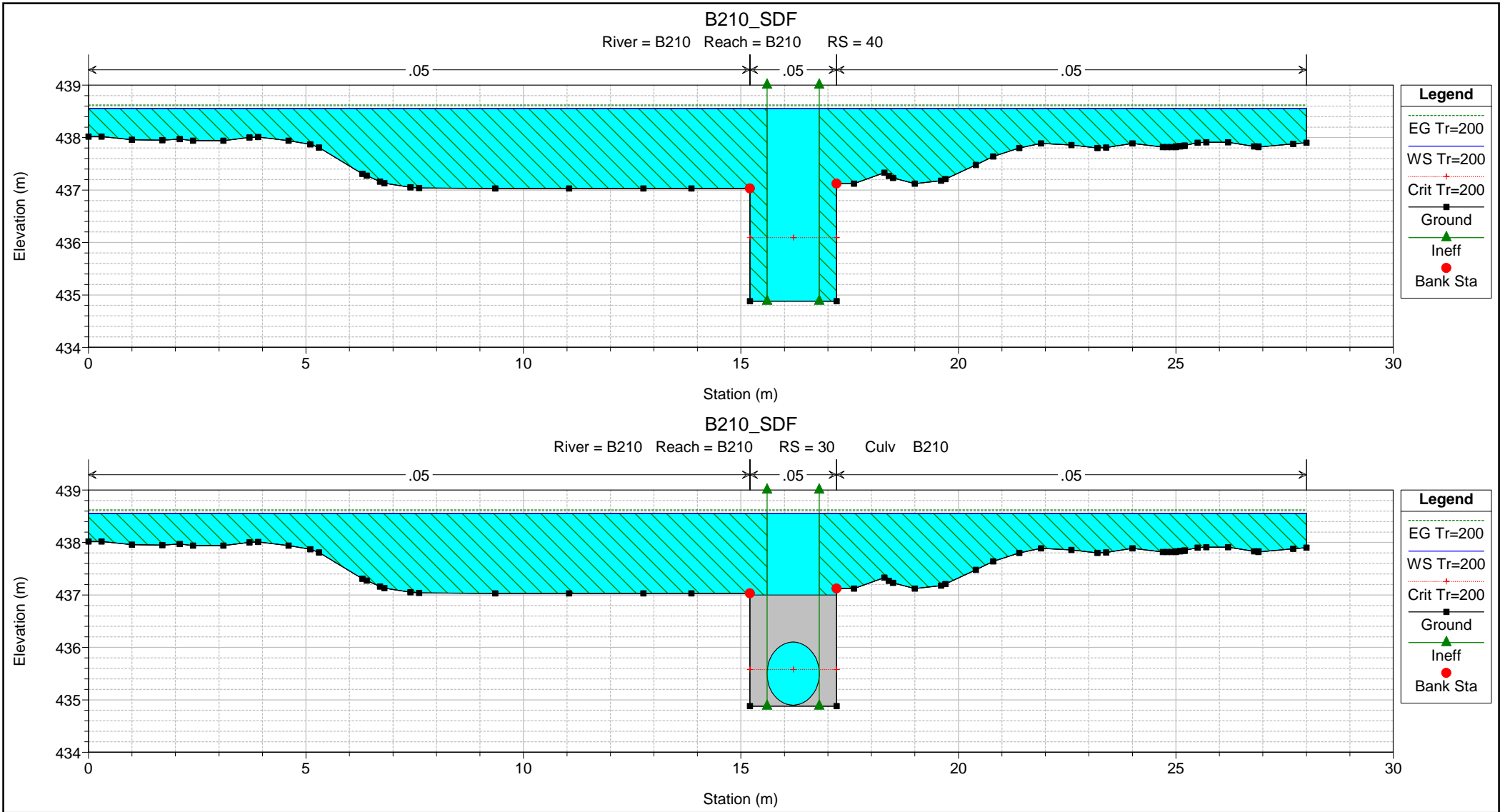
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B210	188	Tr=200	5.00	448.38	0.52	448.90	449.04	-0.14	1.65	449.36	3.01	3.01	0.33	322.25	0.34
B210	136	Tr=200	5.00	442.98	0.66	443.64	443.83	-0.19	1.62	444.24	3.42	3.42	0.41	386.58	0.45
B210	98	Tr=200	5.00	439.23	1.29	440.52	440.62	-0.10	1.17	441.06	3.23	3.23	0.46	332.21	0.77
B210	70	Tr=200	5.00	437.59	0.89	438.48	438.54	-0.06	1.15	438.89	2.84	2.84	0.50	249.11	0.62
B210	46	Tr=200	5.00	436.13	2.50	438.62	436.70	1.92	0.05	438.63	0.20	0.17	1.86	0.81	1.07
B210	42	Tr=200	5.00	434.88	3.74	438.62			0.02	438.63	0.14	0.14	1.17	0.48	1.31
B210	40	Tr=200	5.00	434.88	3.67	438.55	436.09	2.46	0.19	438.62	1.13	1.13	3.67	20.44	3.67
B210	30		Culvert												
B210	16	Tr=200	5.00	433.89	1.27	435.16	435.16	0.00	1.00	435.76	3.43	3.43	1.21	271.32	1.21
B210	6	Tr=200	5.00	432.25	0.45	432.70	433.16	-0.46	3.67	434.95	6.64	6.64	0.29	1625.60	0.33

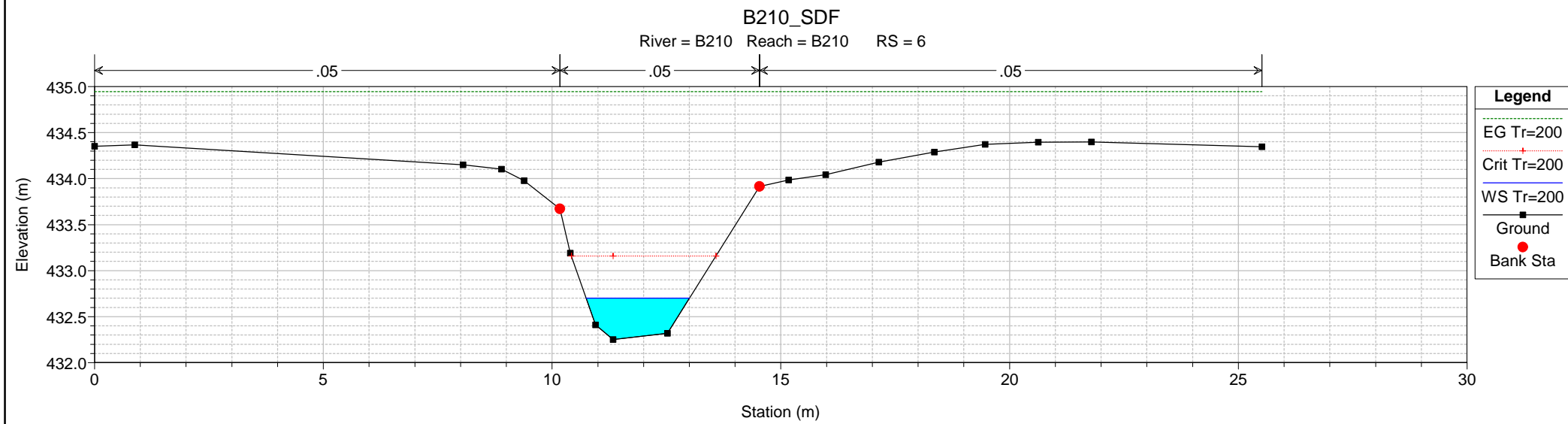
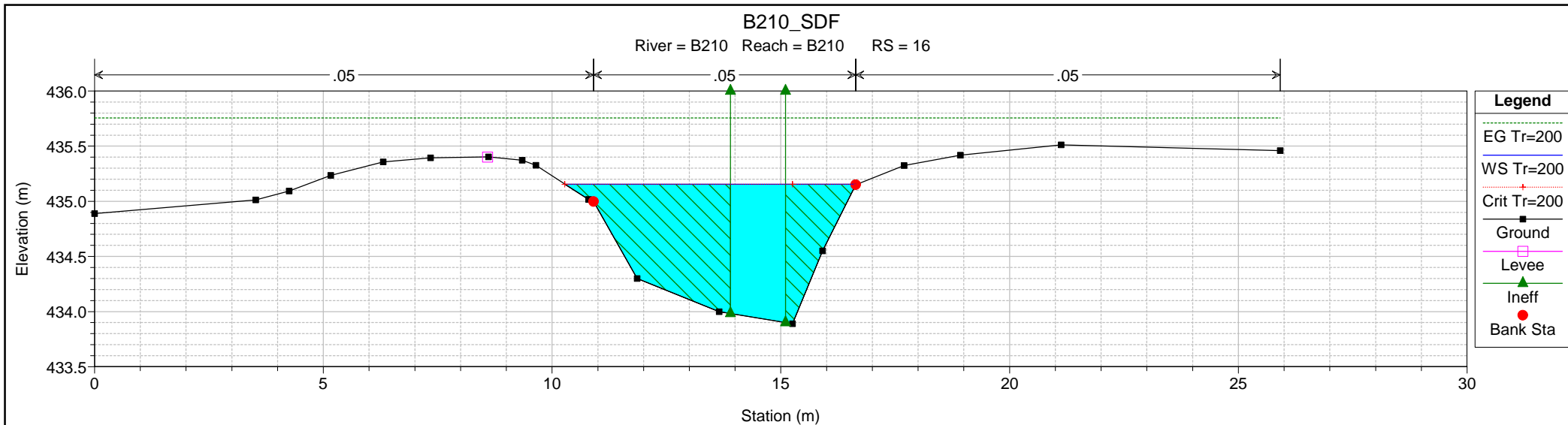








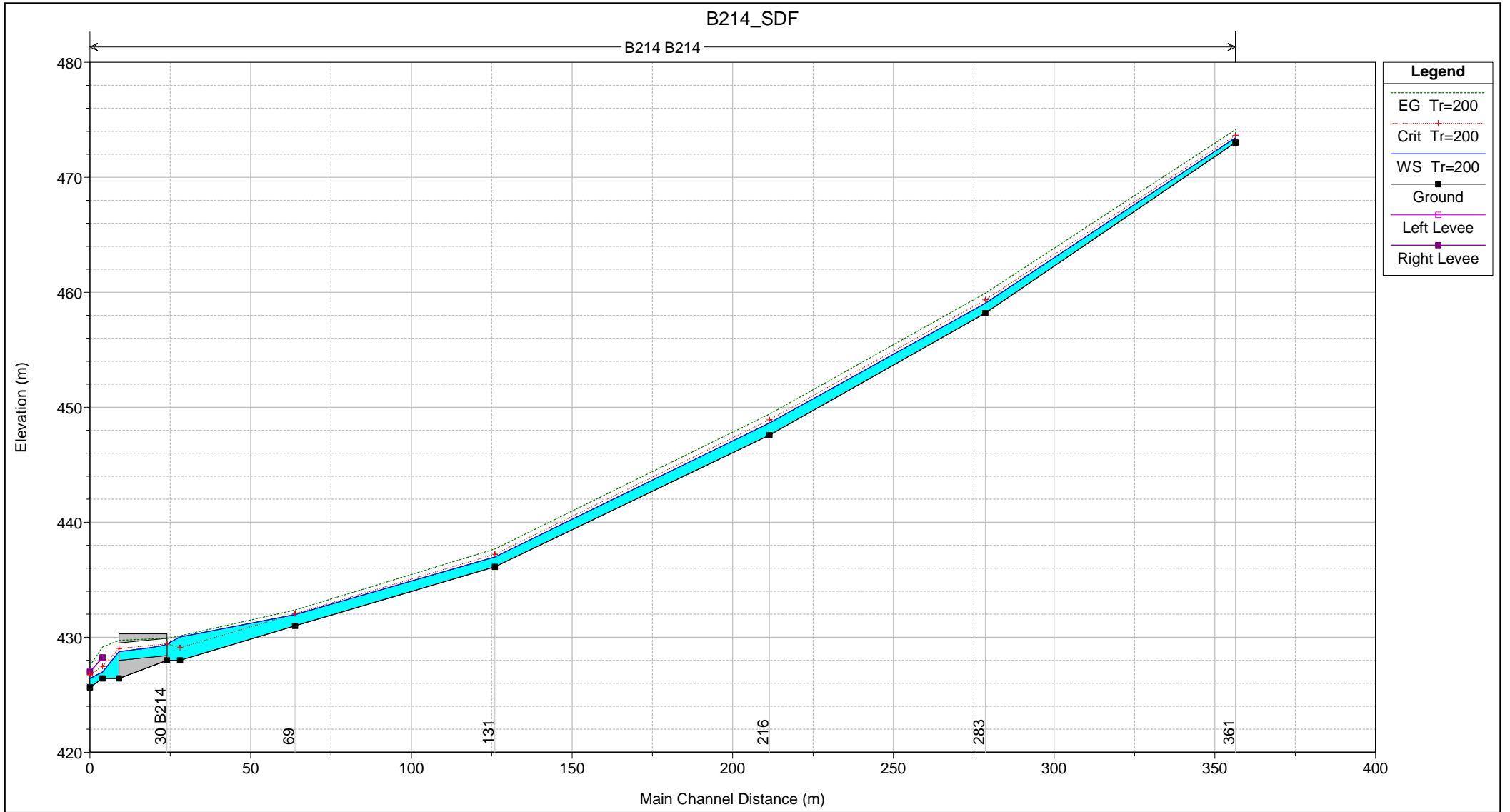


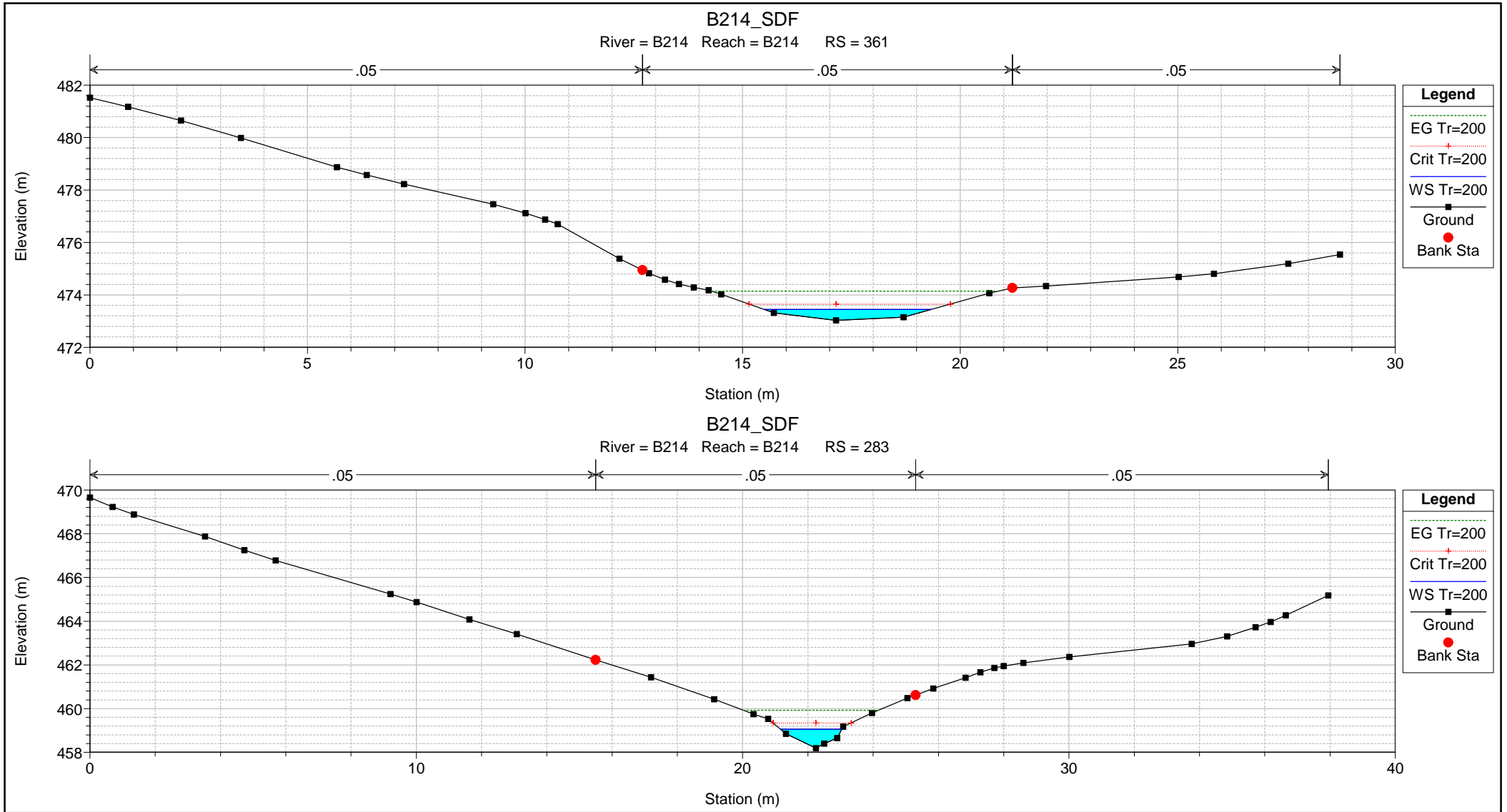


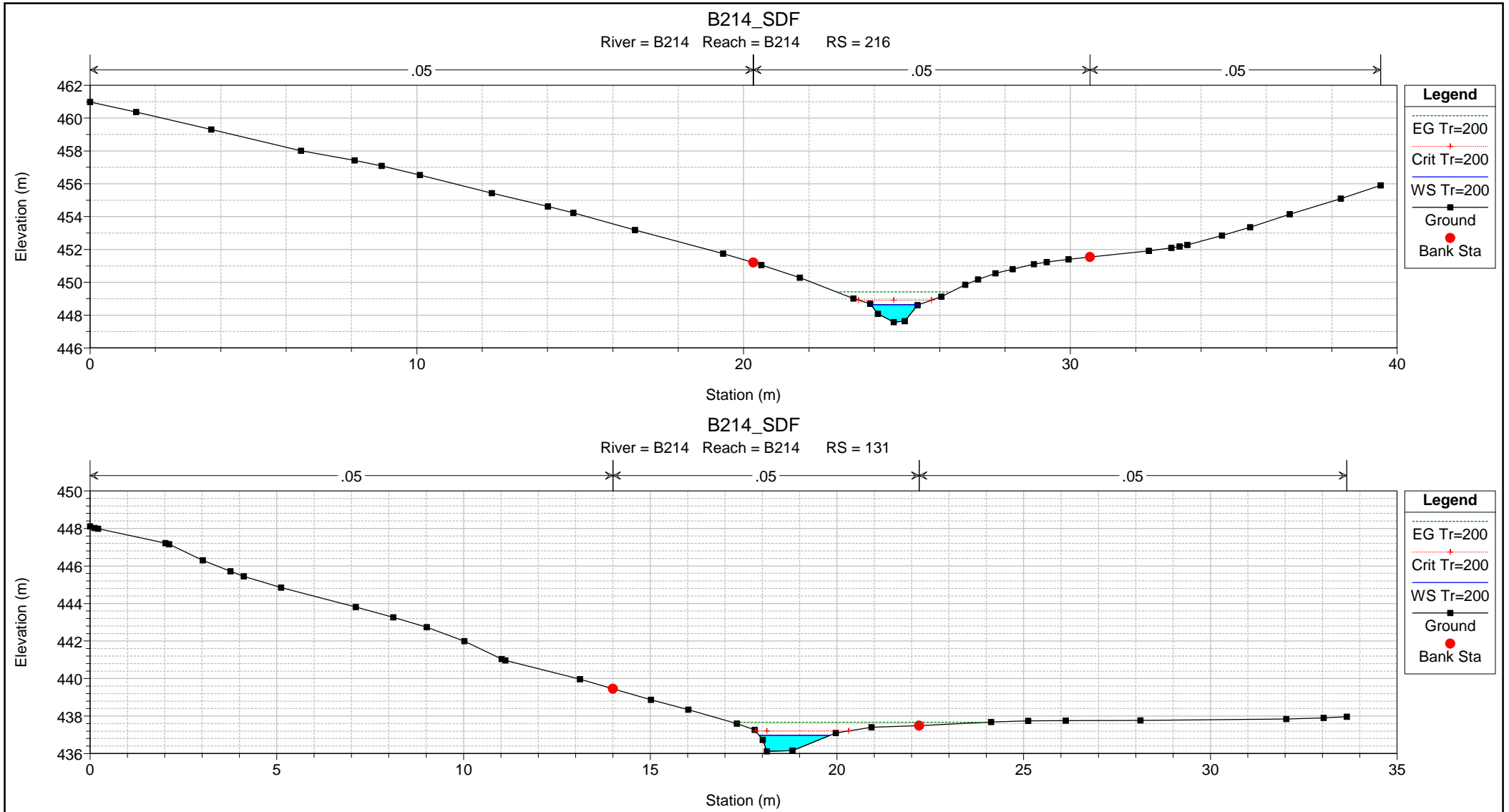
2.1.10. STATO DI FATTO
B.214 - Progr.4+543

HEC-RAS Plan: B214_SDF River: B214 Reach: B214 Profile: Tr=200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B214	361	Tr=200	3.90	473.03	0.42	473.45	473.65	-0.20	2.25	474.14	3.70	3.70	0.27	520.83	0.27
B214	283	Tr=200	3.90	458.19	0.87	459.06	459.34	-0.28	1.86	459.93	4.13	4.13	0.36	588.96	0.50
B214	216	Tr=200	3.90	447.57	1.06	448.63	448.91	-0.28	1.51	449.41	3.91	3.91	0.37	523.57	0.68
B214	131	Tr=200	3.90	436.12	0.85	436.97	437.21	-0.24	1.58	437.67	3.70	3.70	0.37	466.87	0.56
B214	69	Tr=200	3.90	431.00	0.97	431.97	432.04	-0.07	1.17	432.37	2.82	2.82	0.44	255.65	0.59
B214	33	Tr=200	3.90	428.00	2.02	430.02	429.09	0.93	0.34	430.13	1.43	1.43	1.46	44.04	1.82
B214	30		Culvert												
B214	9	Tr=200	3.90	426.43	0.56	426.98	427.47	-0.49	3.28	429.14	6.50	6.50	0.36	1451.72	0.40
B214	5	Tr=200	3.90	425.65	0.78	426.42	426.73	-0.31	2.49	427.53	4.67	4.67	0.30	801.23	0.36

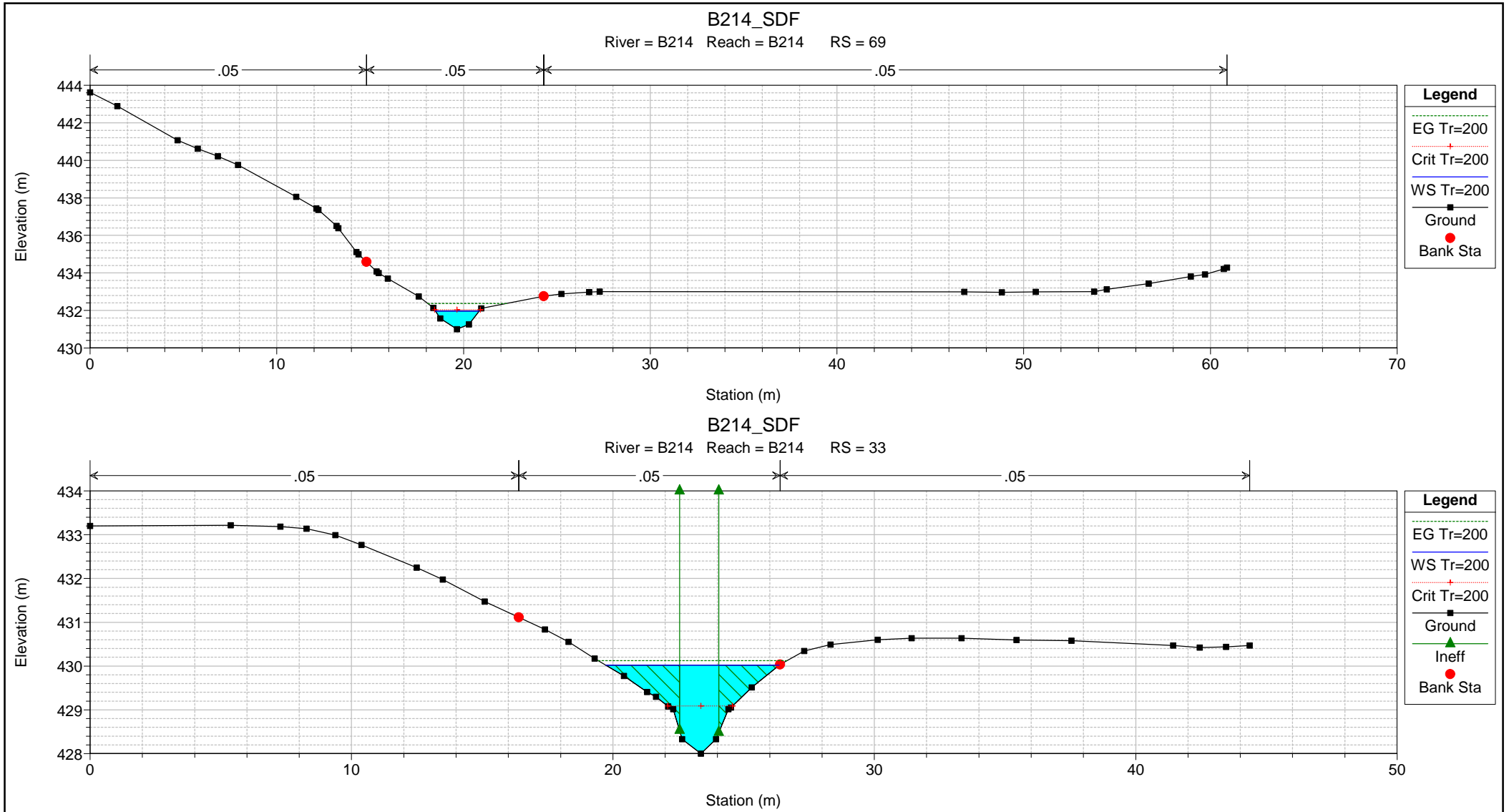


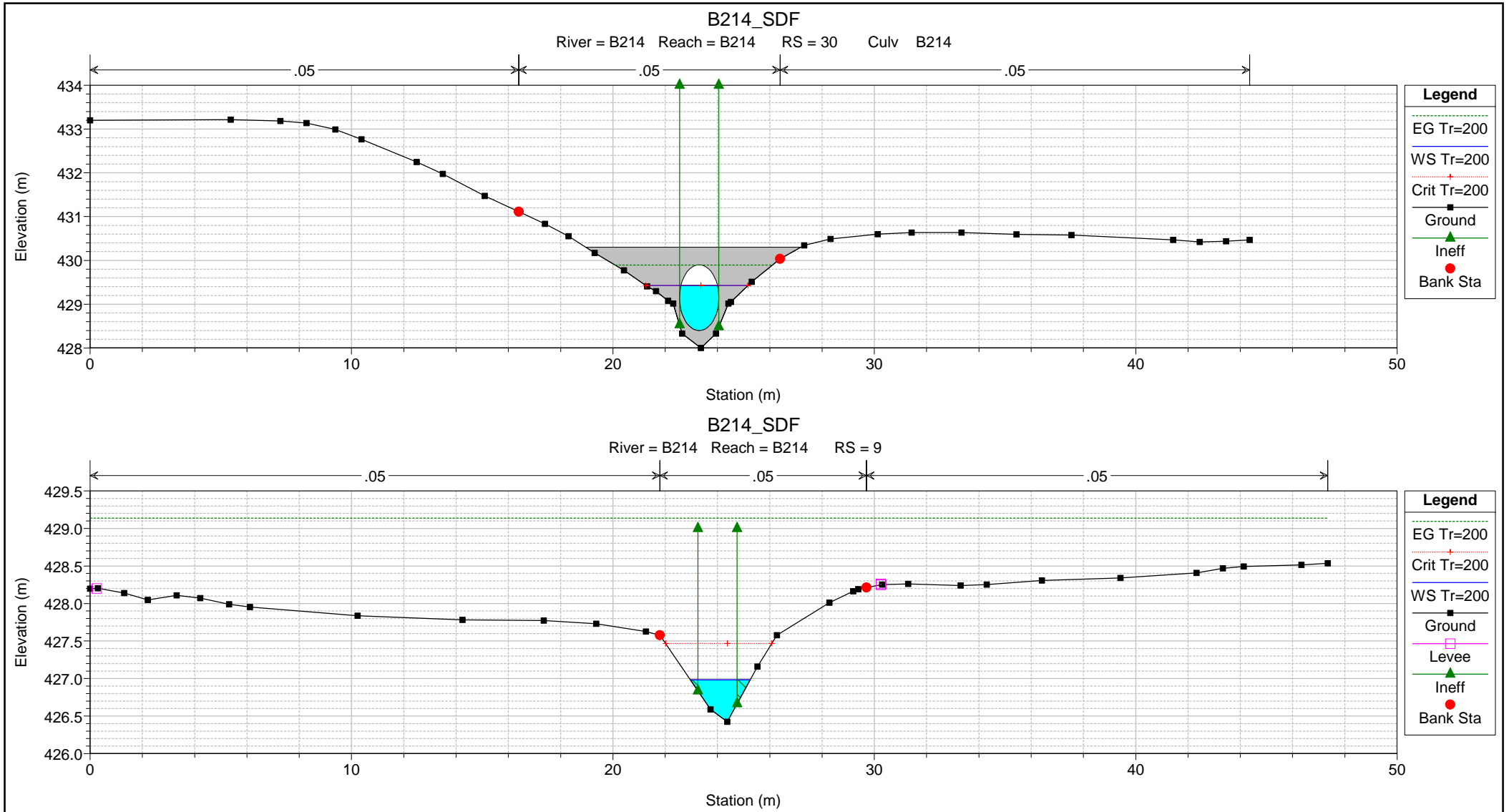


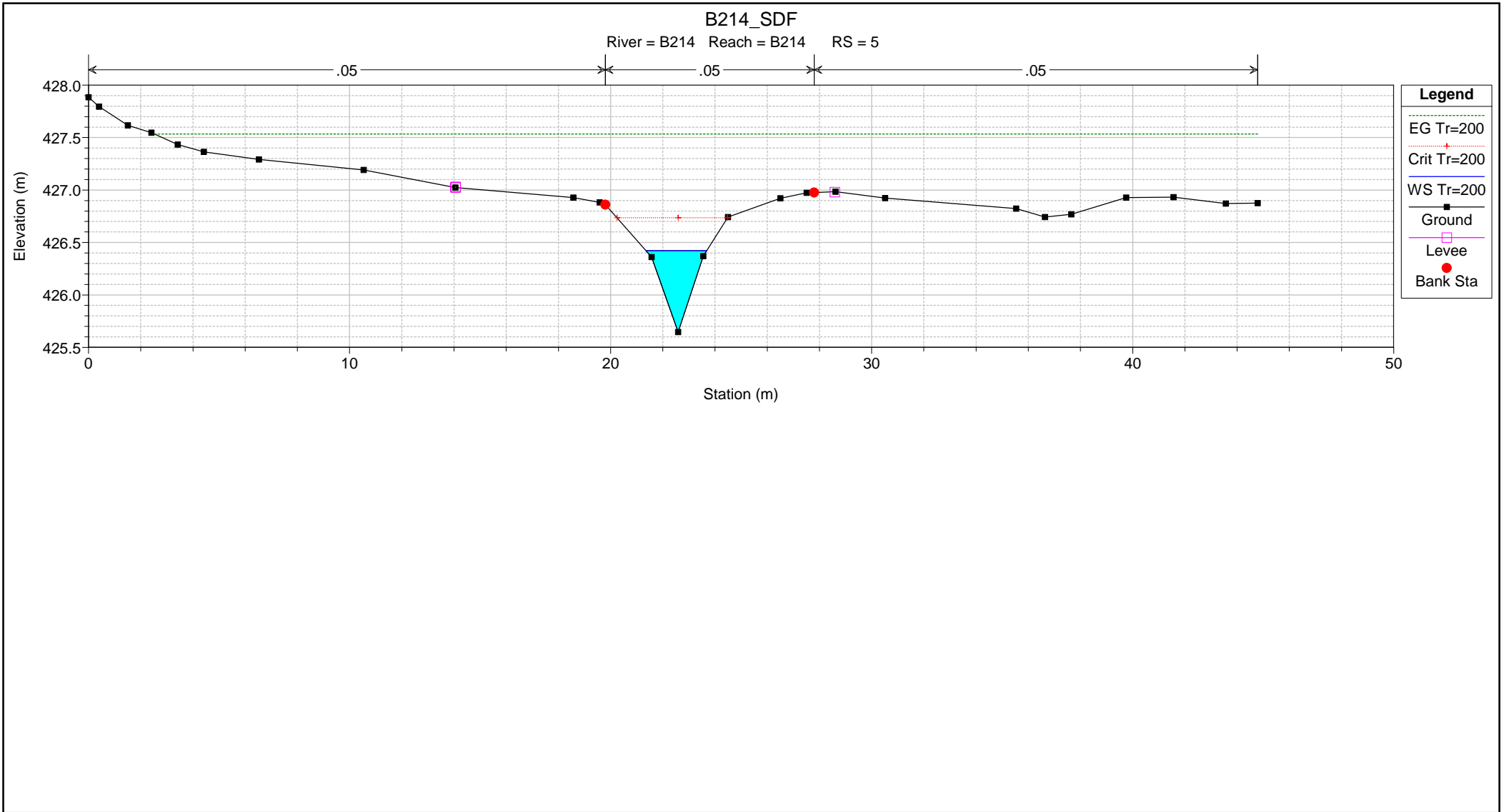


Station (m)	Ground Elevation (m)	WS Tr=200 (m)	Crit Tr=200 (m)
0	461.0	461.0	461.0
1	460.5	460.5	460.5
2	459.5	459.5	459.5
3	458.5	458.5	458.5
4	458.0	458.0	458.0
5	457.5	457.5	457.5
6	457.0	457.0	457.0
7	456.5	456.5	456.5
8	456.0	456.0	456.0
9	455.5	455.5	455.5
10	455.0	455.0	455.0
11	454.5	454.5	454.5
12	454.2	454.2	454.2
13	454.0	454.0	454.0
14	453.5	453.5	453.5
15	453.0	453.0	453.0
16	452.5	452.5	452.5
17	452.0	452.0	452.0
18	451.5	451.5	451.5
19	451.0	451.0	451.0
20	451.0	451.0	451.0
21	450.5	450.5	450.5
22	450.0	450.0	450.0
23	449.5	449.5	449.5
24	449.0	449.0	449.0
25	449.0	449.0	449.0
26	449.5	449.5	449.5
27	450.0	450.0	450.0
28	450.2	450.2	450.2
29	450.5	450.5	450.5
30	450.8	450.8	450.8
31	451.0	451.0	451.0
32	451.2	451.2	451.2
33	451.5	451.5	451.5
34	452.0	452.0	452.0
35	452.5	452.5	452.5
36	453.0	453.0	453.0
37	453.5	453.5	453.5
38	454.0	454.0	454.0
39	454.5	454.5	454.5
40	455.0	455.0	455.0

Station (m)	Ground Elevation (m)	WS Tr=200 (m)	Crit Tr=200 (m)
0	448.0	448.0	448.0
1	447.5	447.5	447.5
2	447.0	447.0	447.0
3	446.5	446.5	446.5
4	446.0	446.0	446.0
5	445.5	445.5	445.5
6	445.0	445.0	445.0
7	444.5	444.5	444.5
8	444.0	444.0	444.0
9	443.5	443.5	443.5
10	443.0	443.0	443.0
11	442.5	442.5	442.5
12	442.0	442.0	442.0
13	441.5	441.5	441.5
14	441.0	441.0	441.0
15	440.5	440.5	440.5
16	440.0	440.0	440.0
17	439.5	439.5	439.5
18	439.0	439.0	439.0
19	438.5	438.5	438.5
20	438.0	438.0	438.0
21	438.0	438.0	438.0
22	438.0	438.0	438.0
23	438.0	438.0	438.0
24	438.0	438.0	438.0
25	438.0	438.0	438.0
26	438.0	438.0	438.0
27	438.0	438.0	438.0
28	438.0	438.0	438.0
29	438.0	438.0	438.0
30	438.0	438.0	438.0
31	438.0	438.0	438.0
32	438.0	438.0	438.0
33	438.0	438.0	438.0
34	438.0	438.0	438.0
35	438.0	438.0	438.0



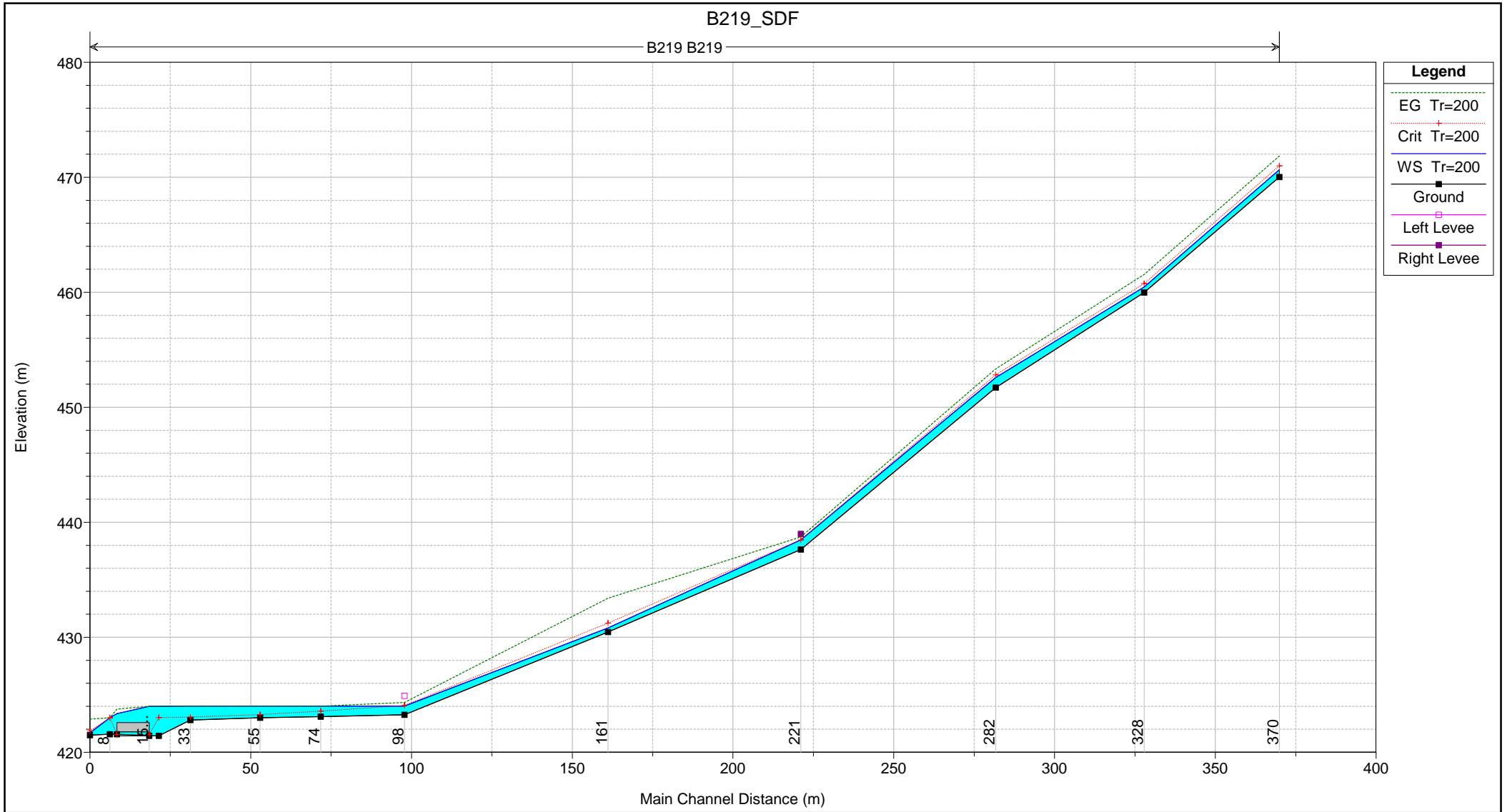


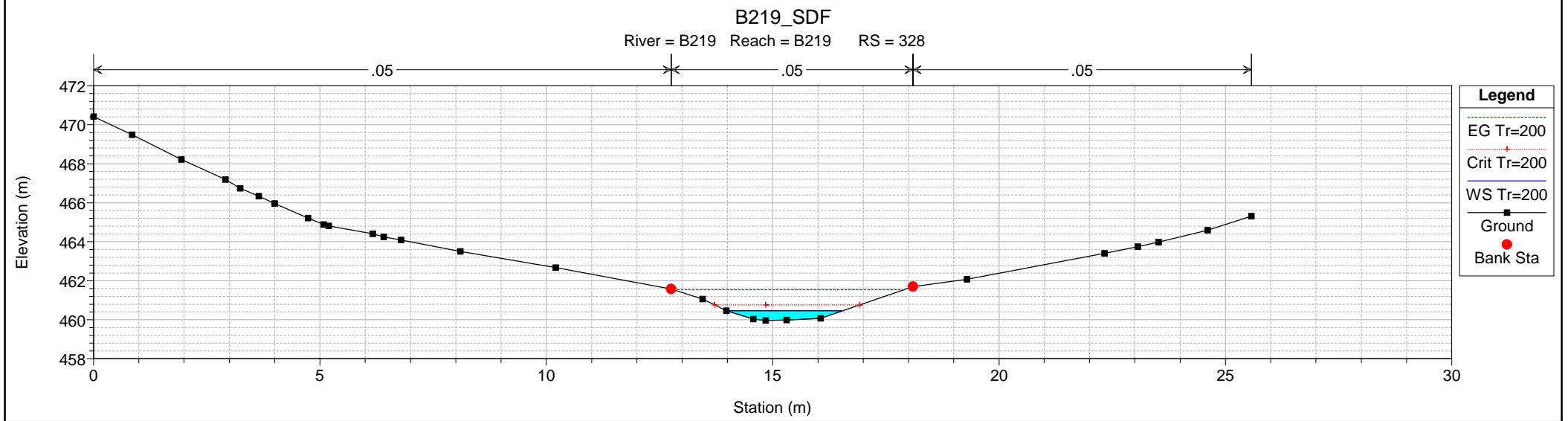
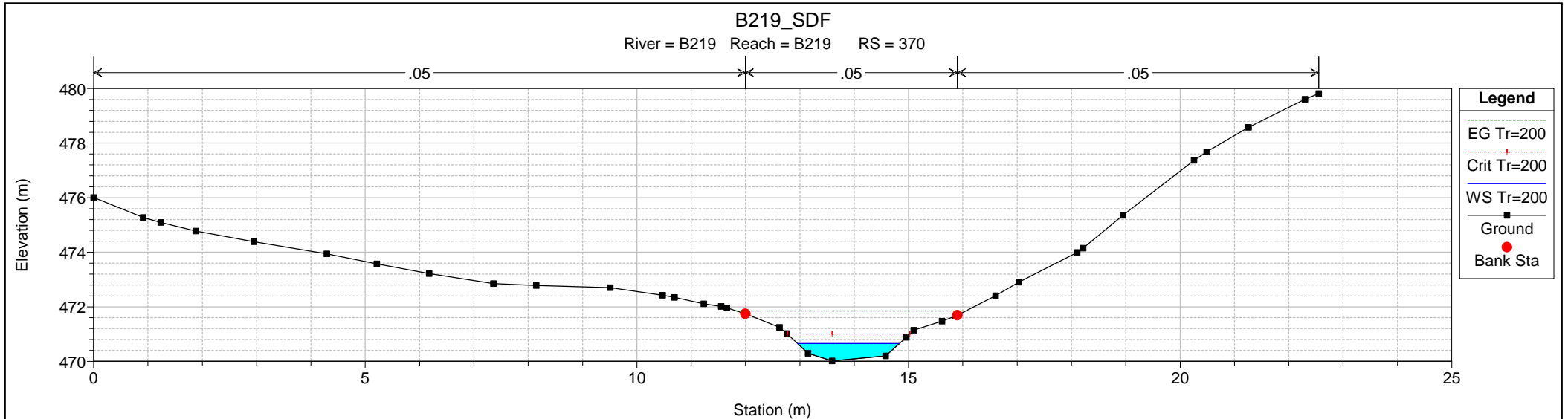
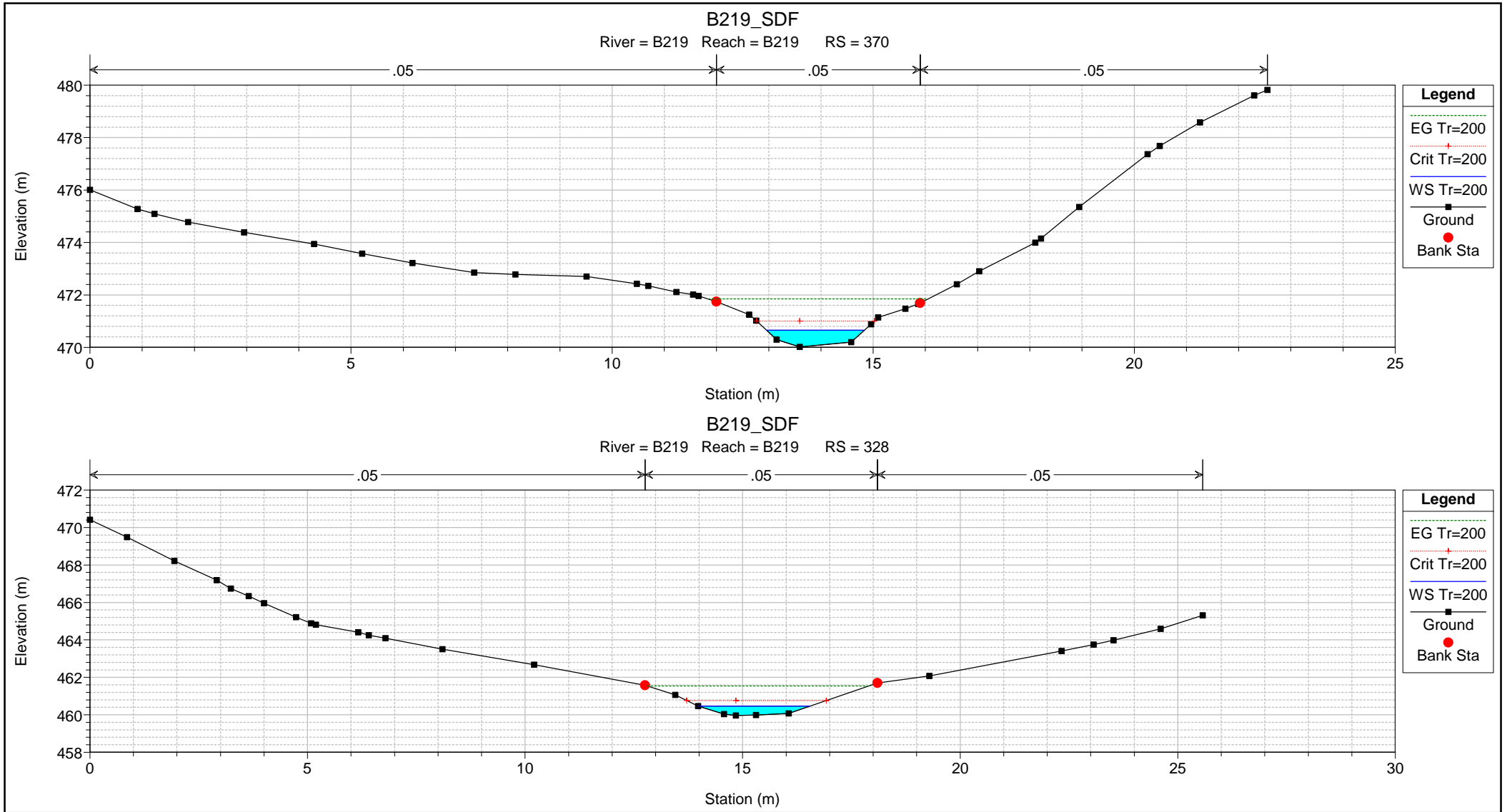


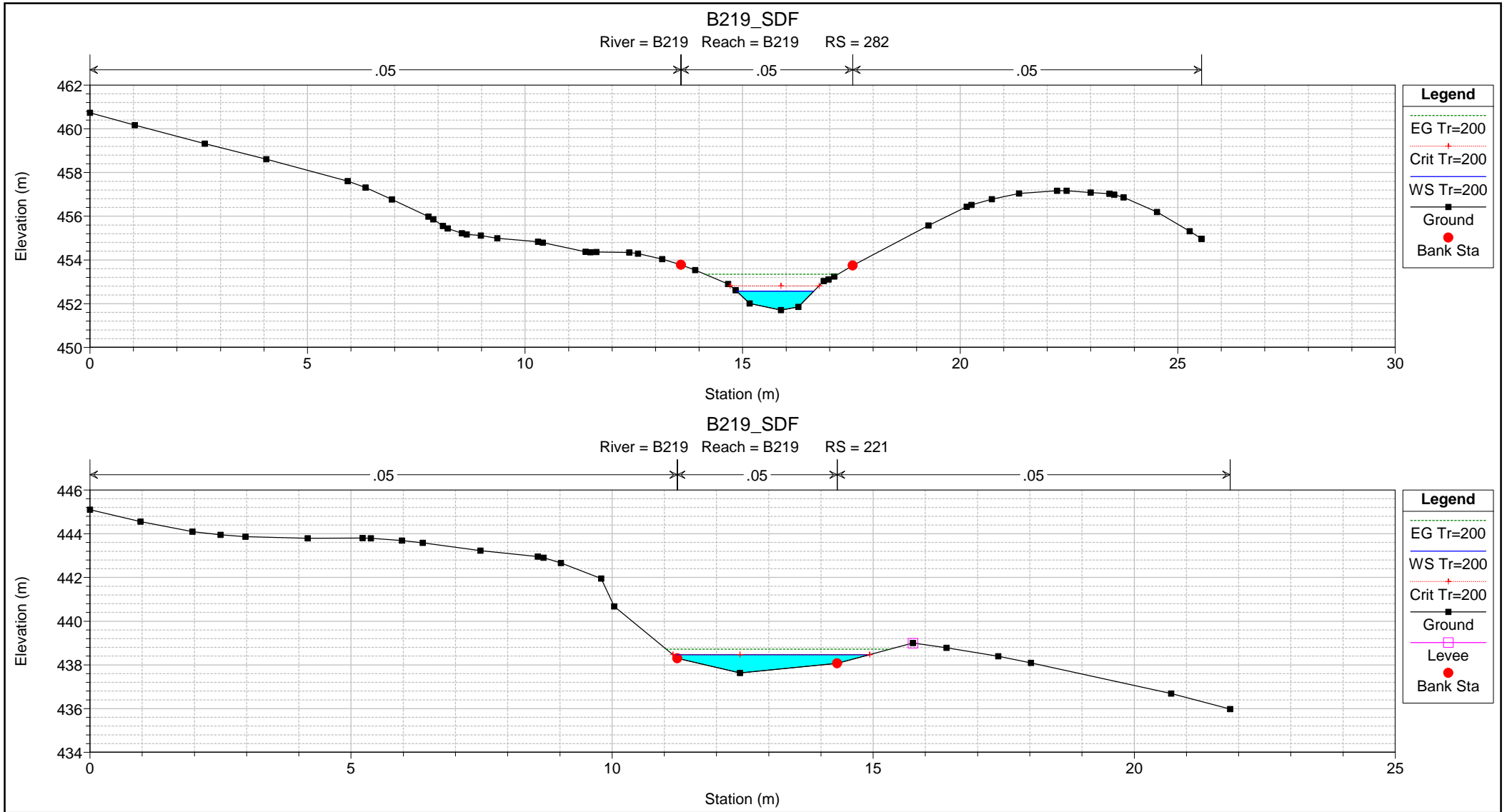
2.1.11. STATO DI FATTO
B.219 - Progr.5+106

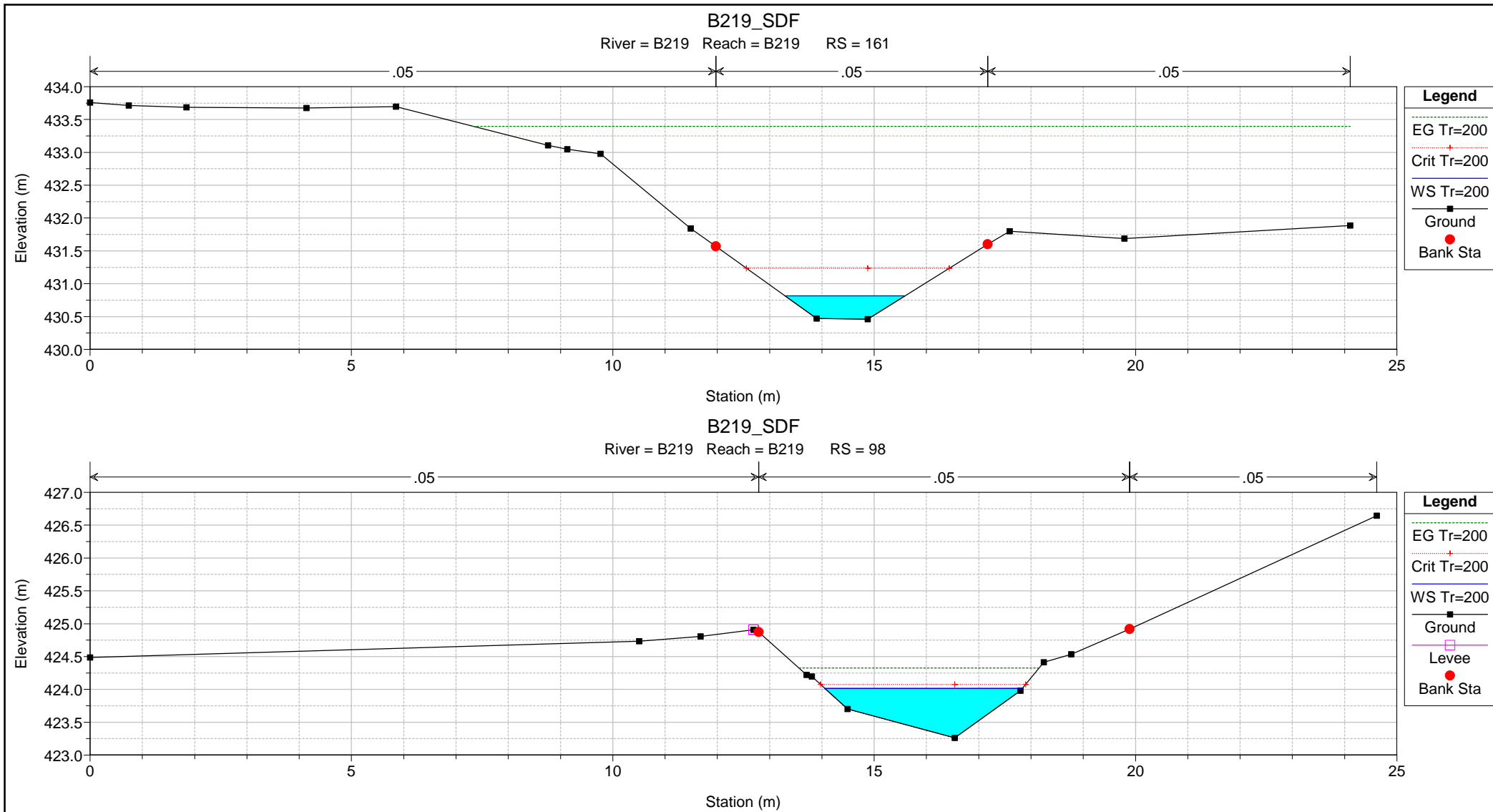
HEC-RAS Plan: B219_SDF River: B219 Reach: B219 Profile: Tr=200

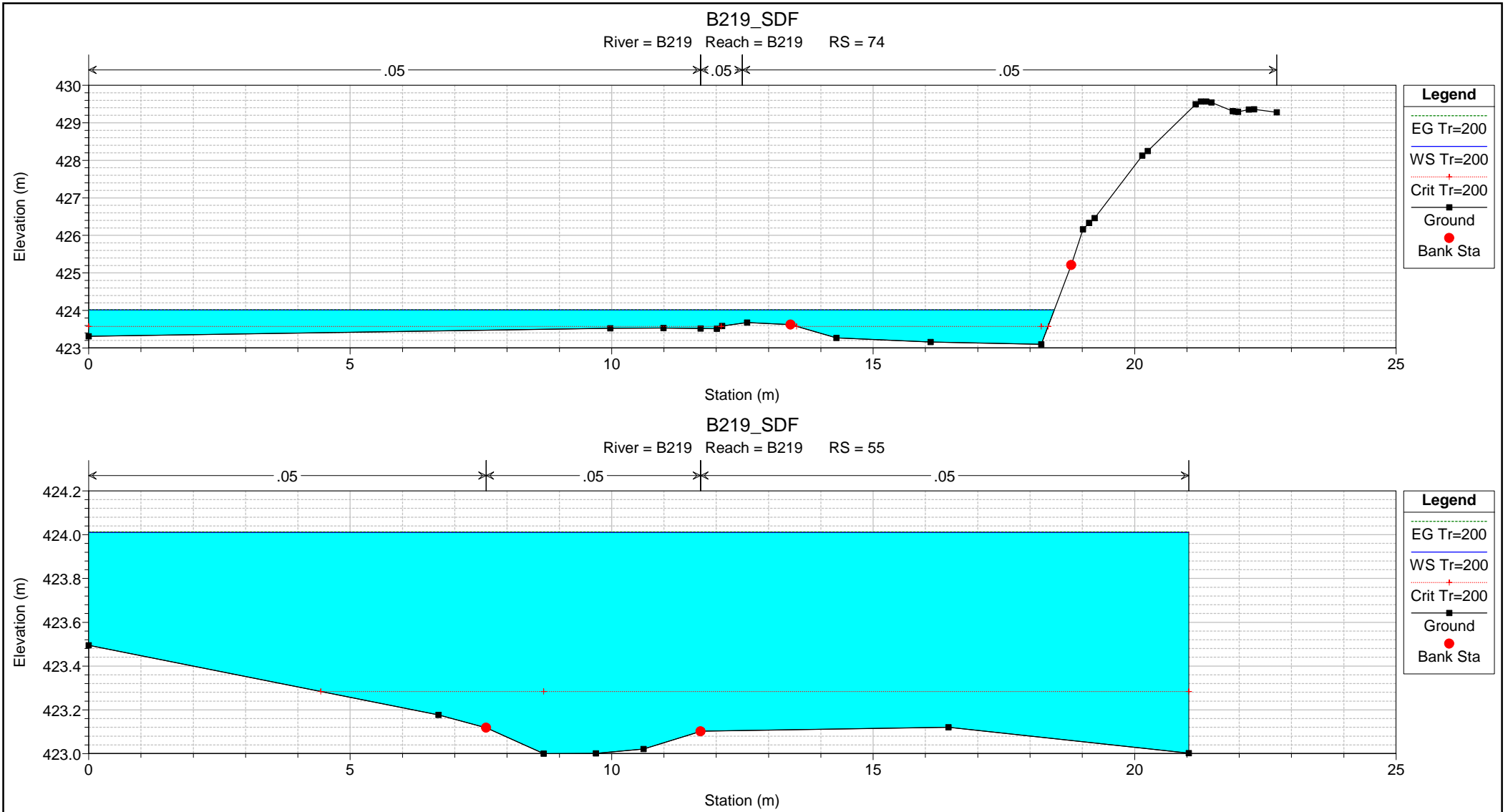
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B219	370	Tr=200	4.10	470.02	0.64	470.65	471.00	-0.35	2.29	471.84	4.83	4.83	0.35	815.45	0.45
B219	328	Tr=200	4.10	459.97	0.49	460.46	460.76	-0.30	2.49	461.54	4.60	4.60	0.31	763.18	0.35
B219	282	Tr=200	4.10	451.70	0.88	452.58	452.82	-0.24	1.61	453.35	3.89	3.89	0.40	505.65	0.59
B219	221	Tr=200	4.10	437.63	2.49	438.47	438.47	0.00	0.96	438.72	2.27	2.18	0.53	155.32	0.50
B219	161	Tr=200	4.10	430.46	0.36	430.82	431.24	-0.42	4.54	433.40	7.11	7.11	0.23	2016.94	0.25
B219	98	Tr=200	4.10	423.26	0.75	424.02	424.07	-0.05	1.18	424.33	2.46	2.46	0.40	201.22	0.44
B219	74	Tr=200	4.10	423.10	0.91	424.01	423.57	0.44	0.14	424.02	0.40	0.36	0.67	4.42	0.62
B219	55	Tr=200	4.10	423.00	1.01	424.01	423.28	0.73	0.08	424.01	0.26	0.23	0.97	1.66	0.85
B219	33	Tr=200	4.10	422.80	1.24	424.01	423.06	0.95	0.07	424.01	0.25	0.22	1.13	1.45	0.93
B219	23	Tr=200	4.10	421.43	2.57	424.01	423.02	0.99	0.04	424.01	0.20	0.25	0.72	1.07	1.45
B219	15		Culvert												
B219	8	Tr=200	4.10	421.58	1.42	423.00	423.00	0.00	0.12	423.01	0.42	0.35	1.21	4.12	1.01
B219	2	Tr=200	4.10	421.49	0.20	421.69	421.85	-0.16	5.73	422.88	4.84	4.84	0.07	1385.94	0.07

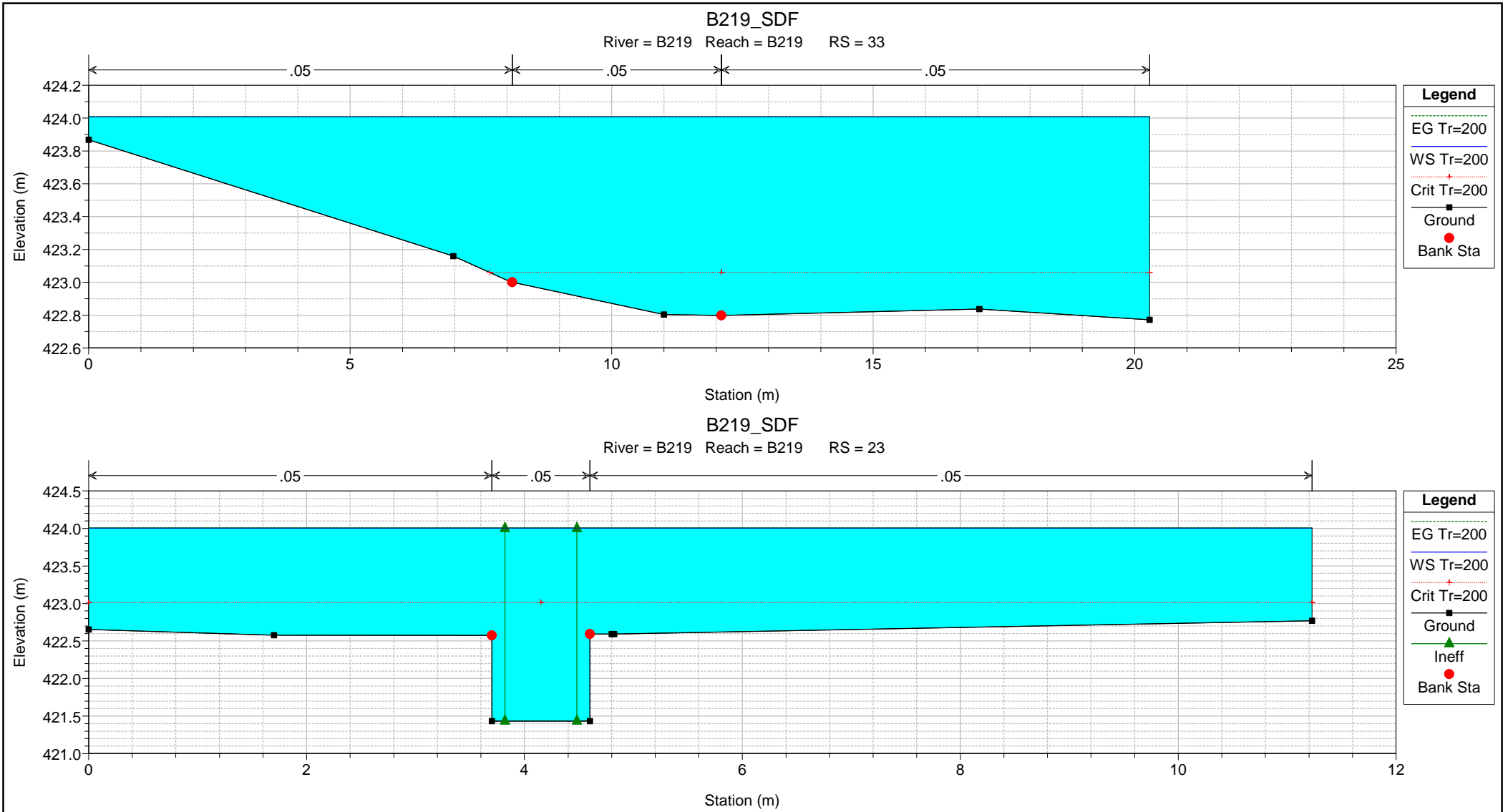


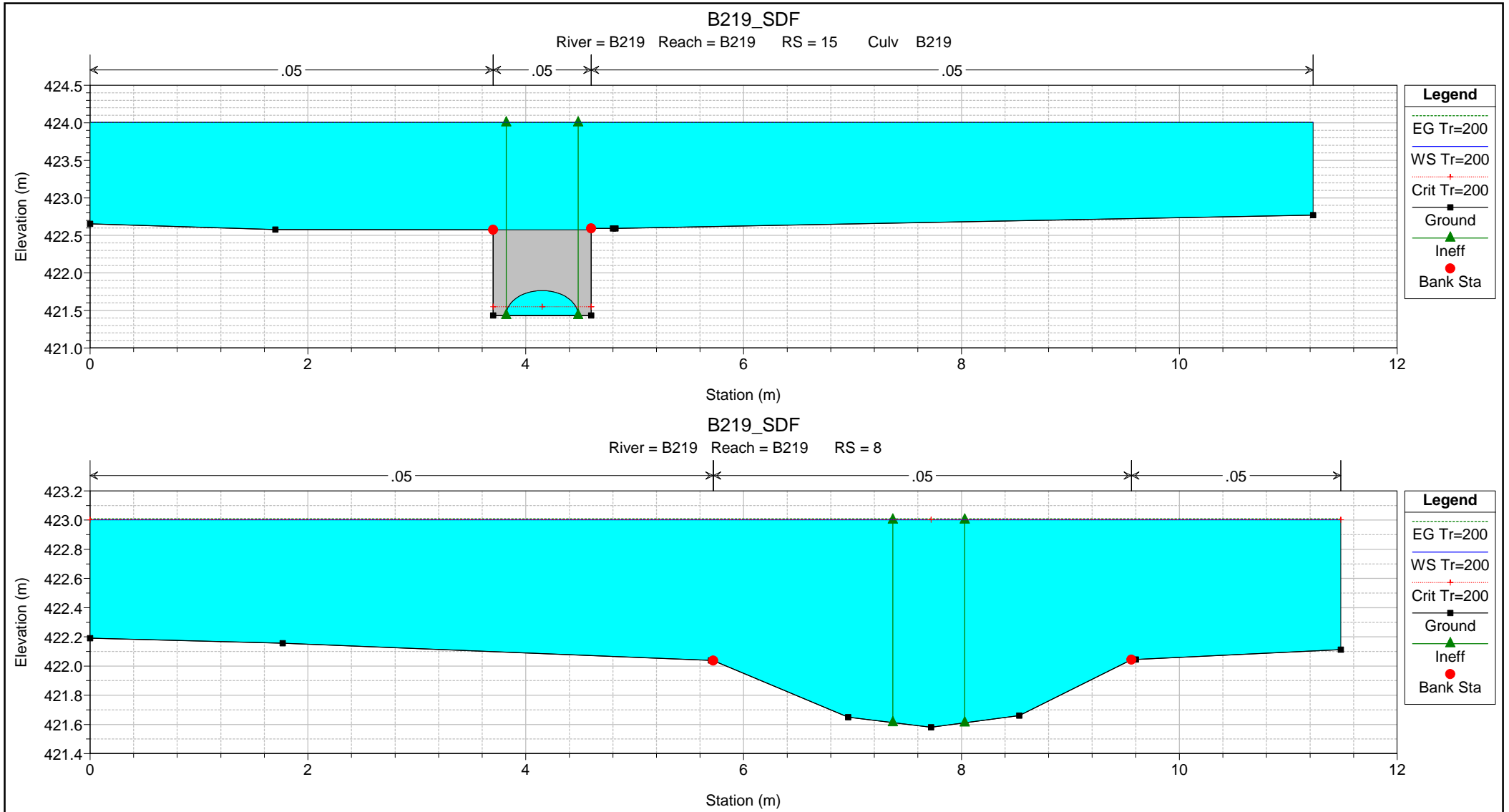






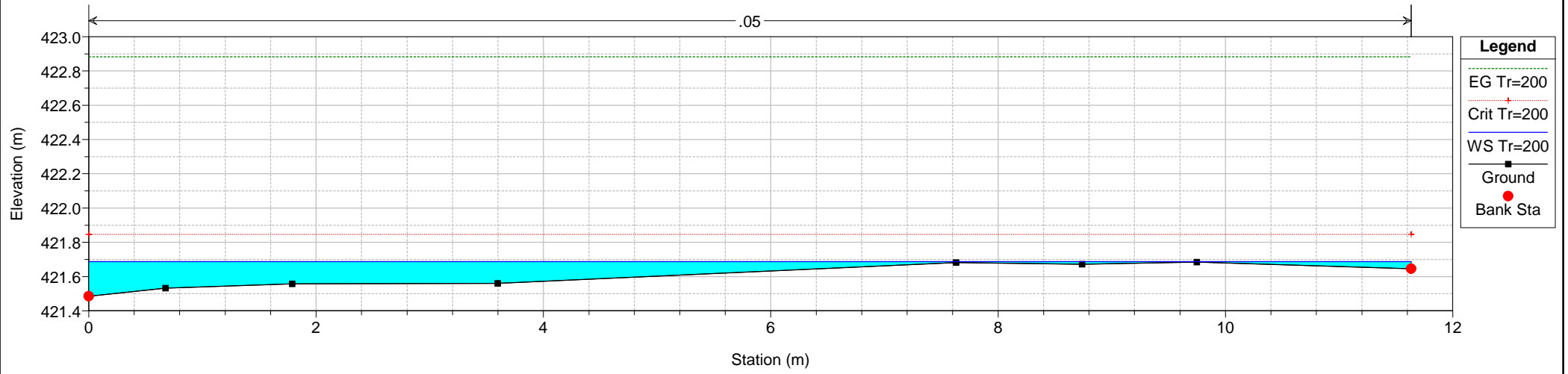






B219_SDF

River = B219 Reach = B219 RS = 2

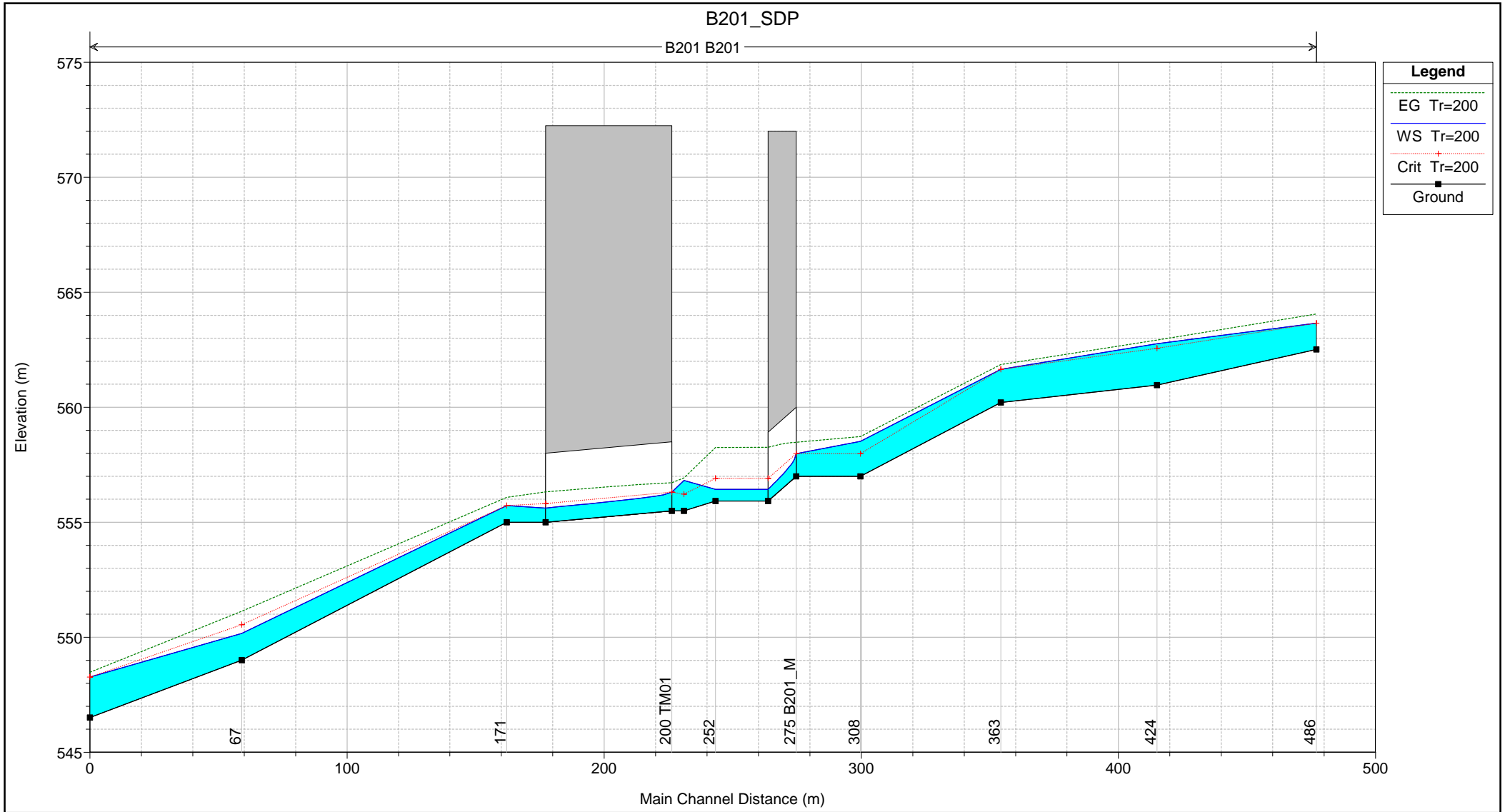


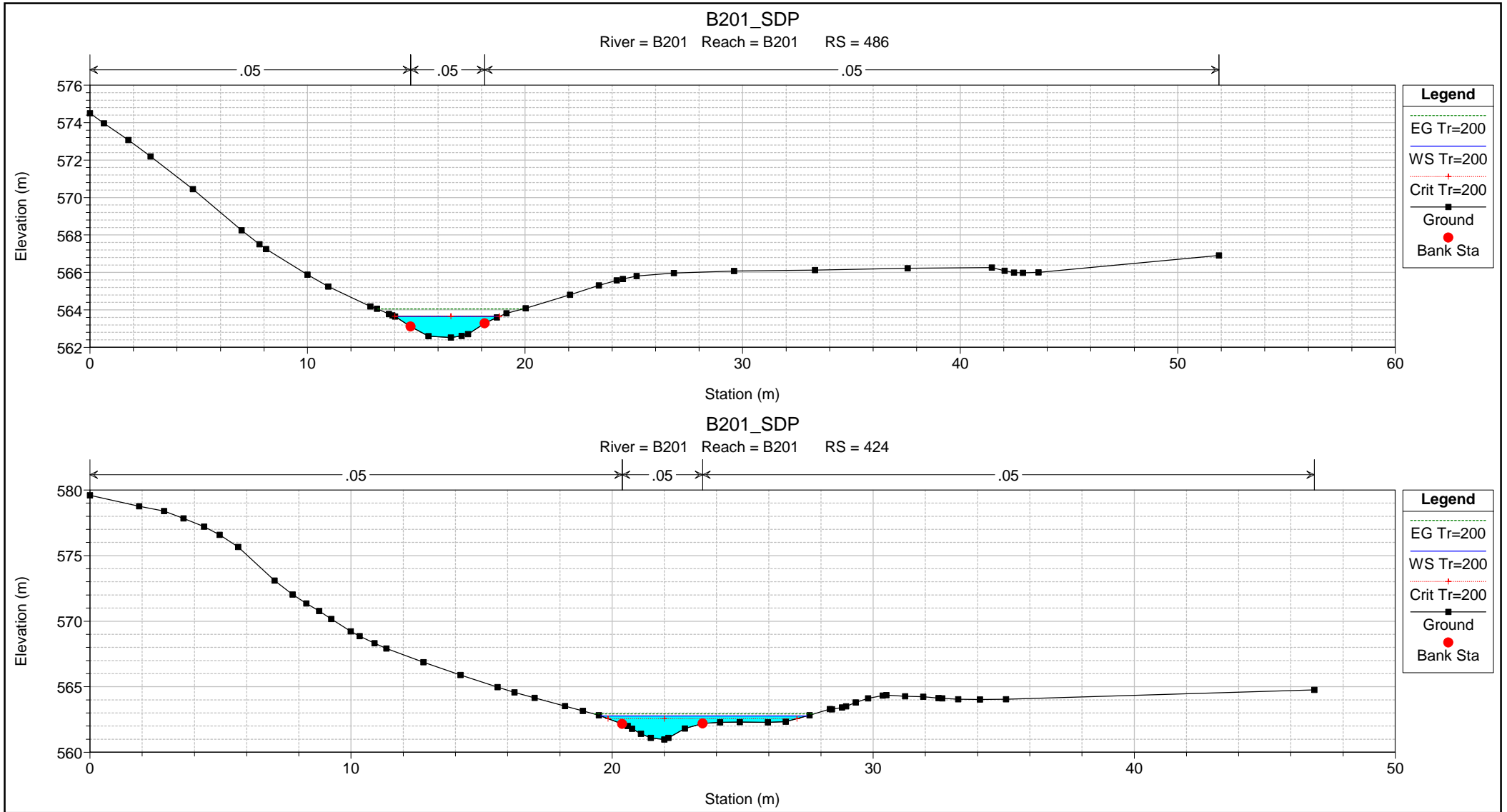
**2.2 SCENARIO DI PROGETTO
TR200 MOTO PERMANENTE**

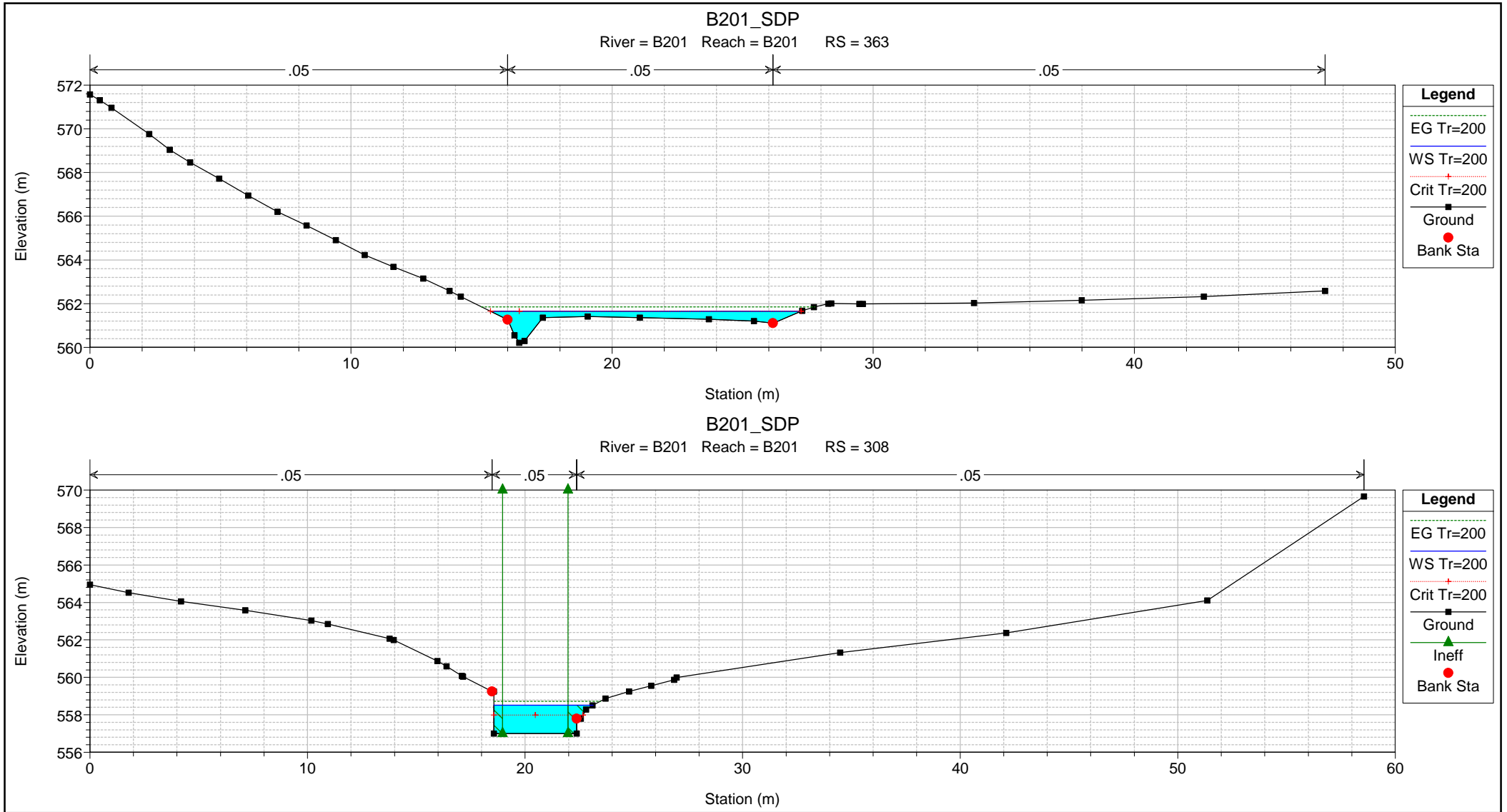
2.2.1. PROGETTO
B.201 – Progr.0+339

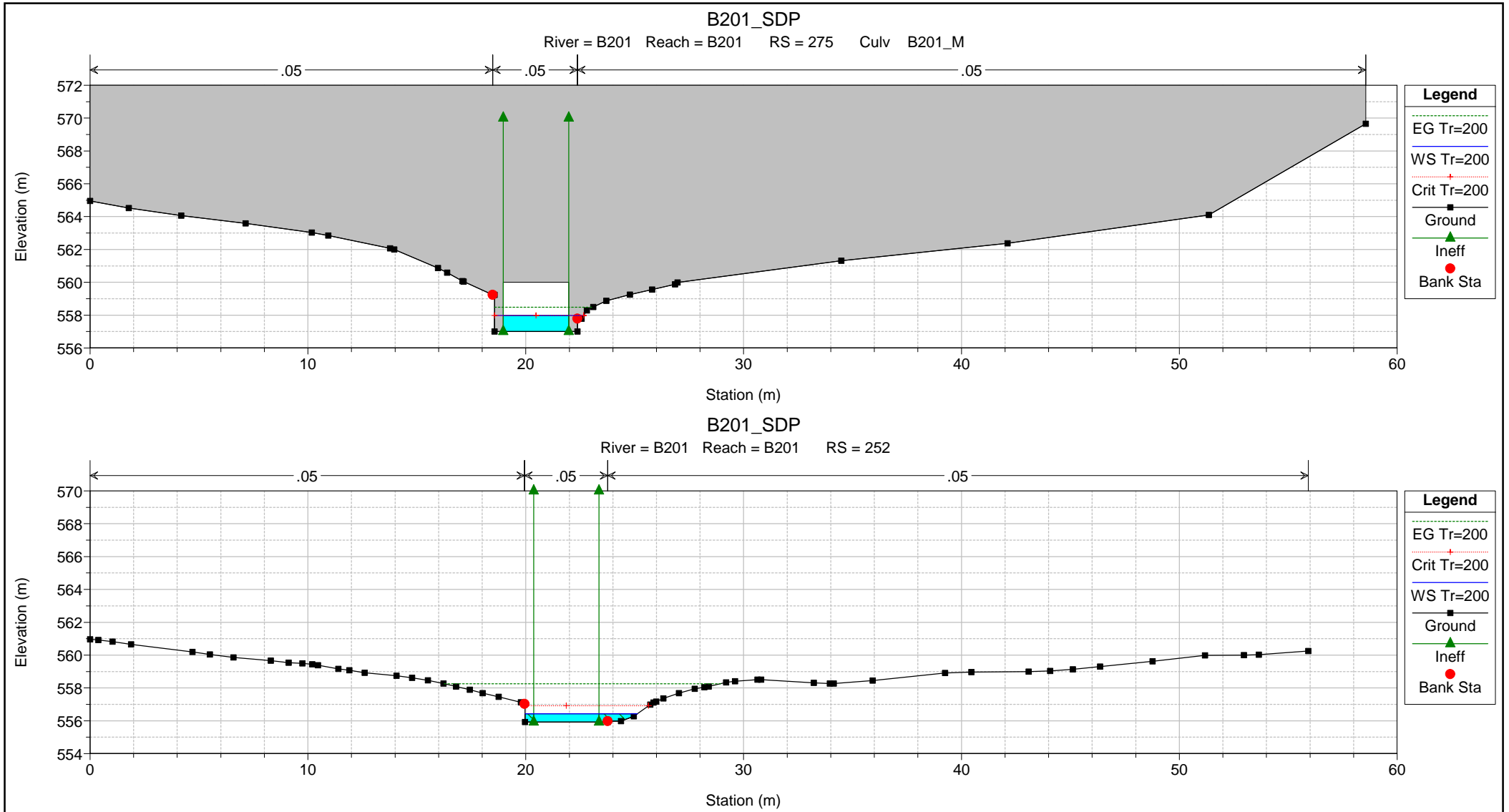
HEC-RAS Plan: B201_SDP River: B201 Reach: B201 Profile: Tr=200

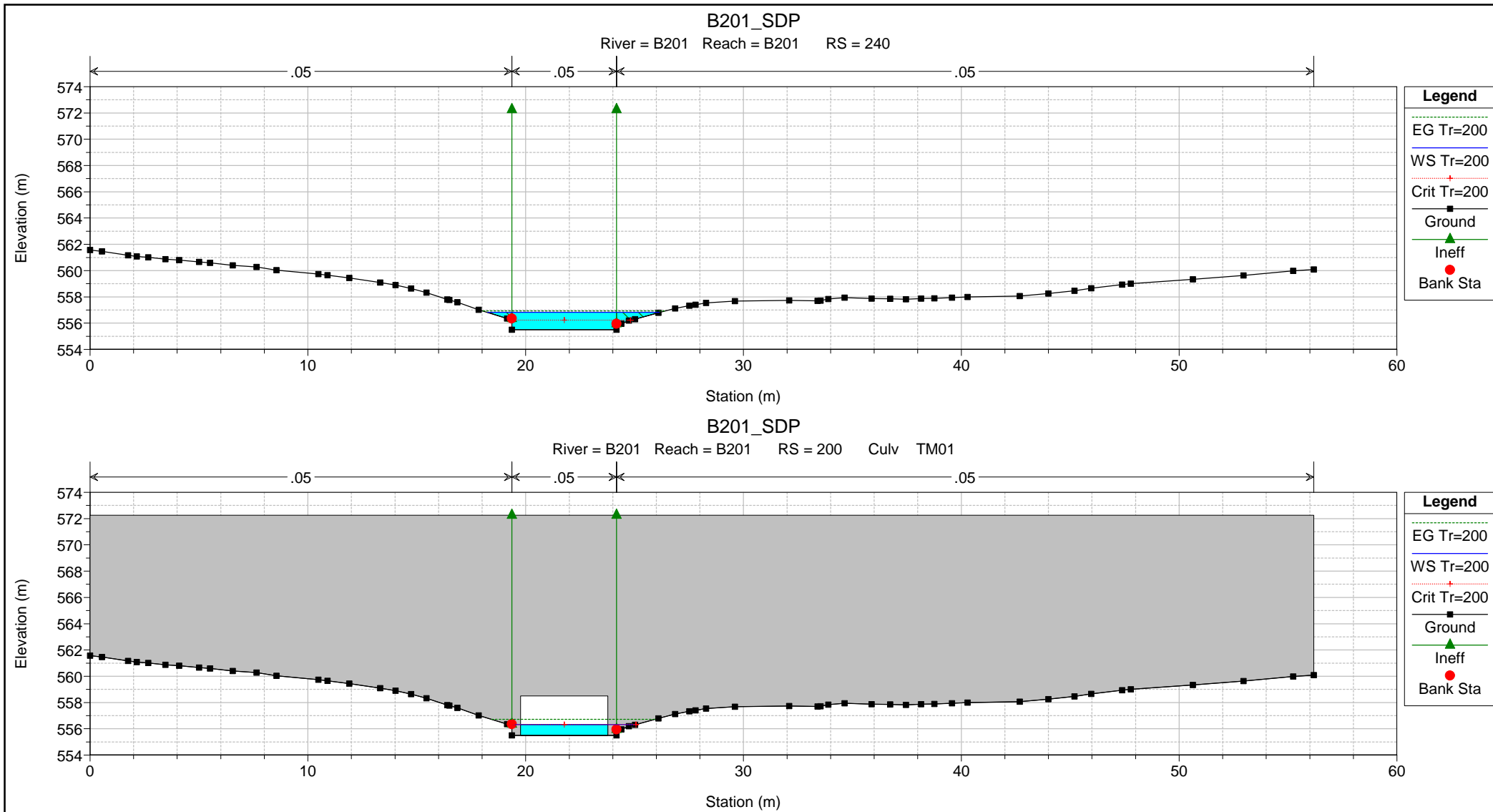
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B201	486	Tr=200	9.20	562.52	1.14	563.66	563.66	0.00	0.94	564.05	2.83	2.67	0.83	209.43	0.72
B201	424	Tr=200	9.20	560.97	1.80	562.76	562.56	0.20	0.55	562.92	1.90	1.62	0.94	90.63	0.72
B201	363	Tr=200	9.20	560.21	1.44	561.65	561.65	0.00	1.02	561.86	2.05	1.99	0.37	143.35	0.39
B201	308	Tr=200	9.20	557.00	1.52	558.52	557.99	0.53	0.52	558.73	2.02	2.02	1.52	87.20	1.52
B201	275		Culvert												
B201	252	Tr=200	9.20	555.92	0.51	556.43	556.91	-0.48	2.66	558.25	5.98	5.98	0.51	1094.28	0.51
B201	240	Tr=200	9.20	555.50	1.32	556.82	556.22	0.60	0.41	556.92	1.46	1.46	1.03	51.41	1.32
B201	200		Culvert												
B201	171	Tr=200	9.20	555.00	0.72	555.72	555.72	0.00	0.99	556.08	2.65	2.65	0.68	195.52	0.72
B201	67	Tr=200	9.20	549.00	1.17	550.17	550.55	-0.38	1.53	551.14	4.37	4.26	0.62	548.62	0.65
B201	8	Tr=200	9.20	546.51	1.77	548.27	548.27	0.00	0.77	548.48	2.21	1.80	0.59	142.99	0.39

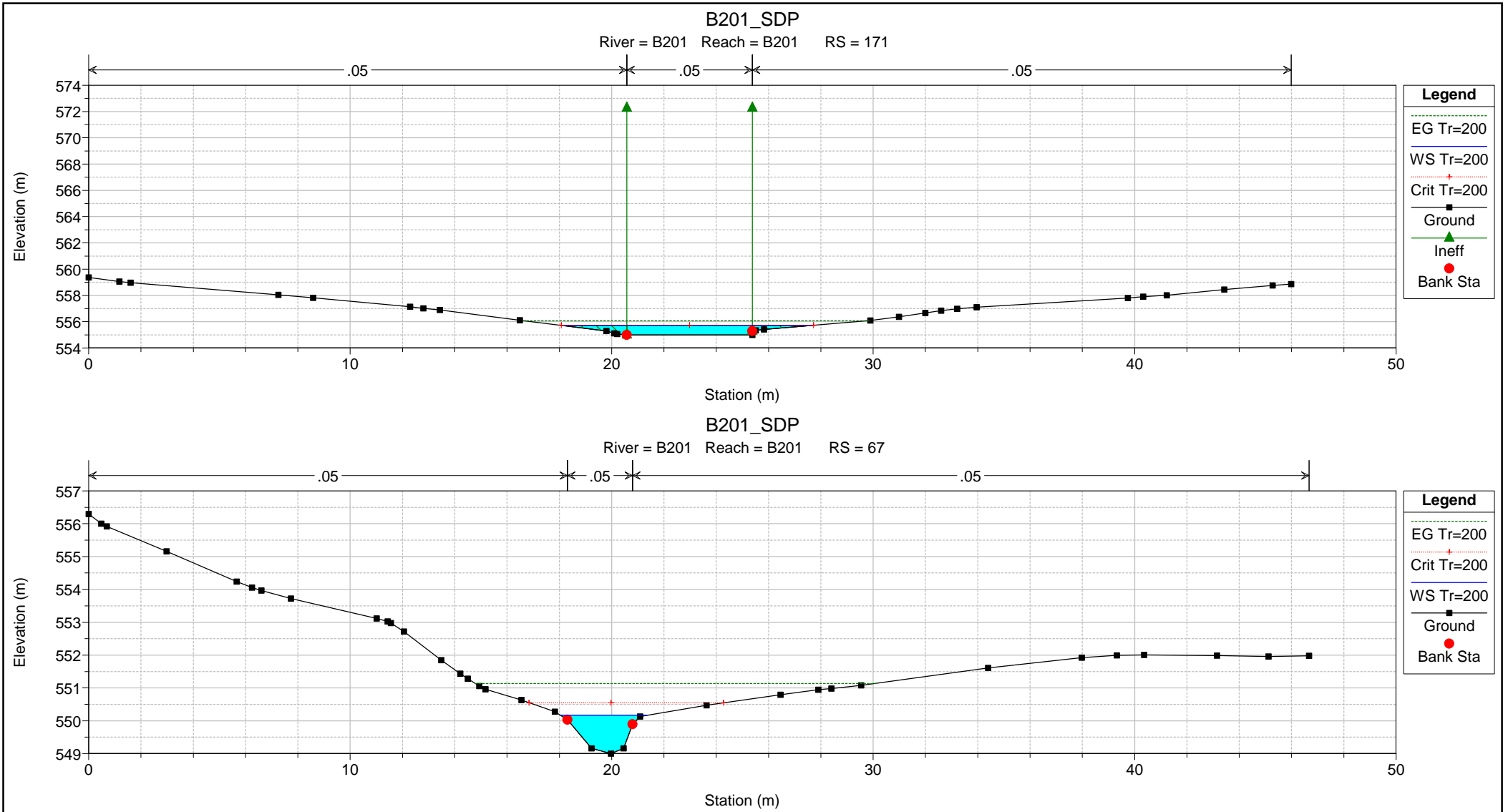






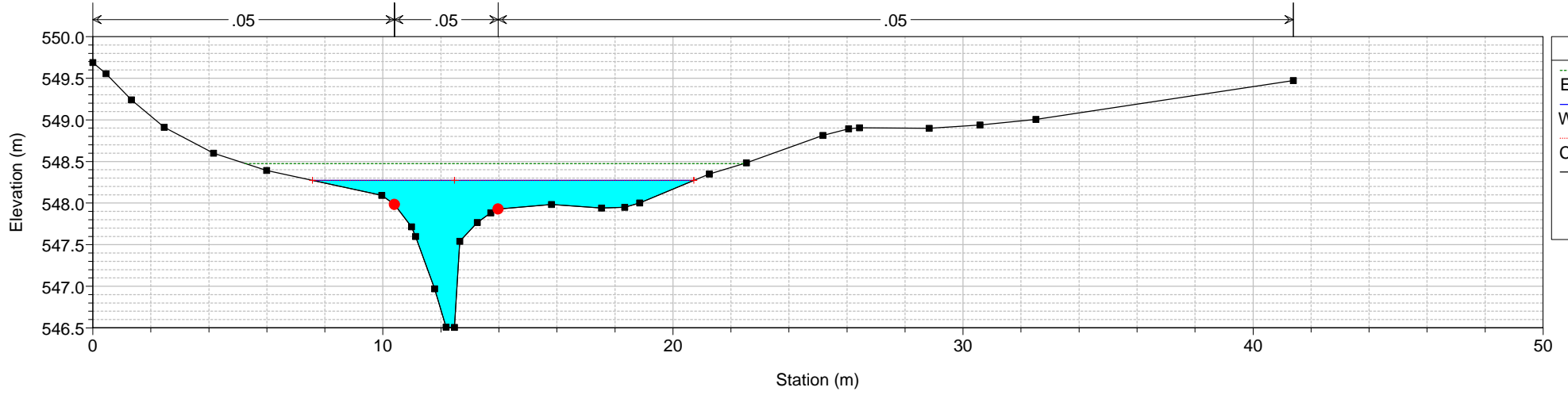






B201_SDP

River = B201 Reach = B201 RS = 8



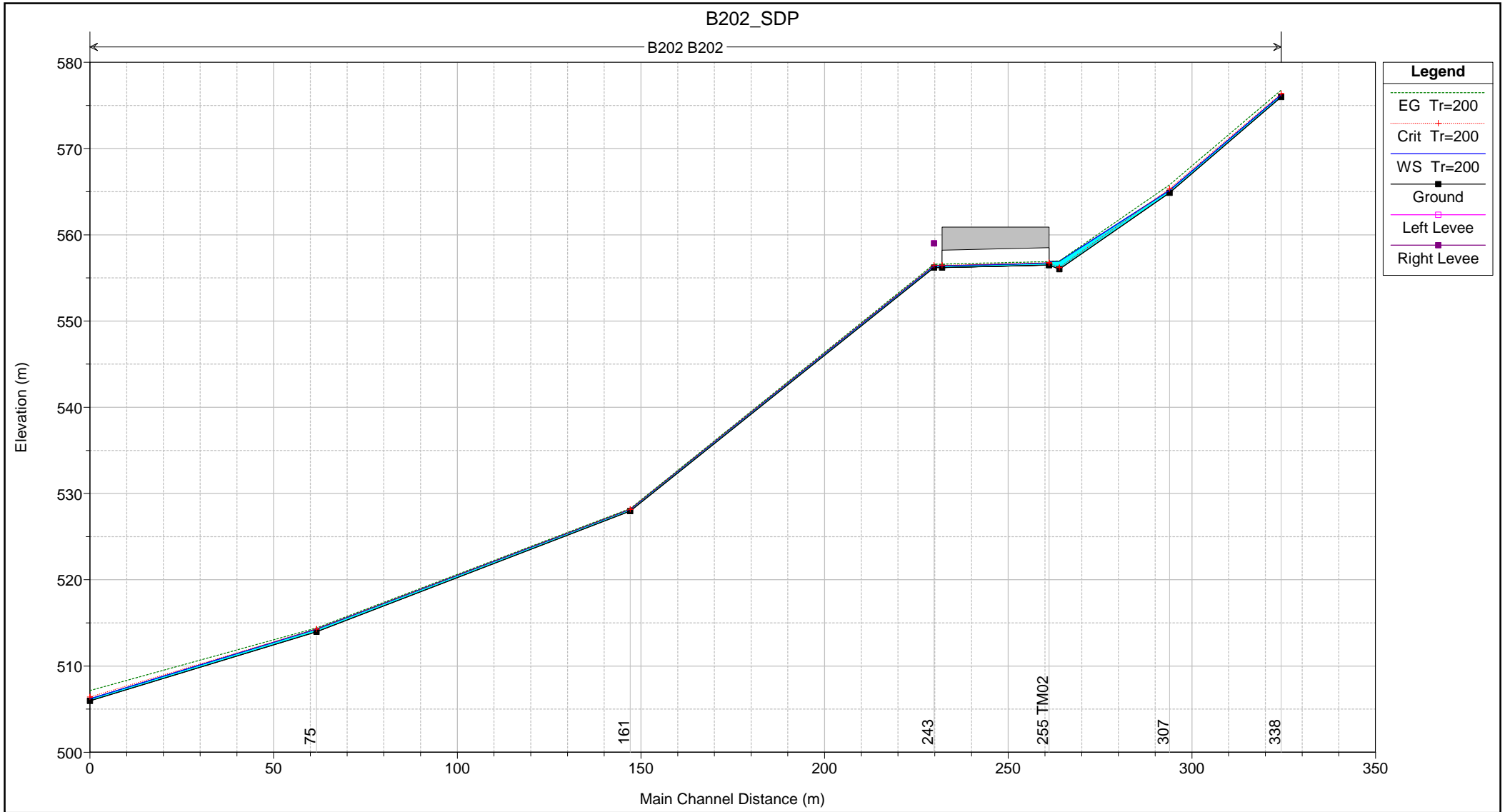
Legend

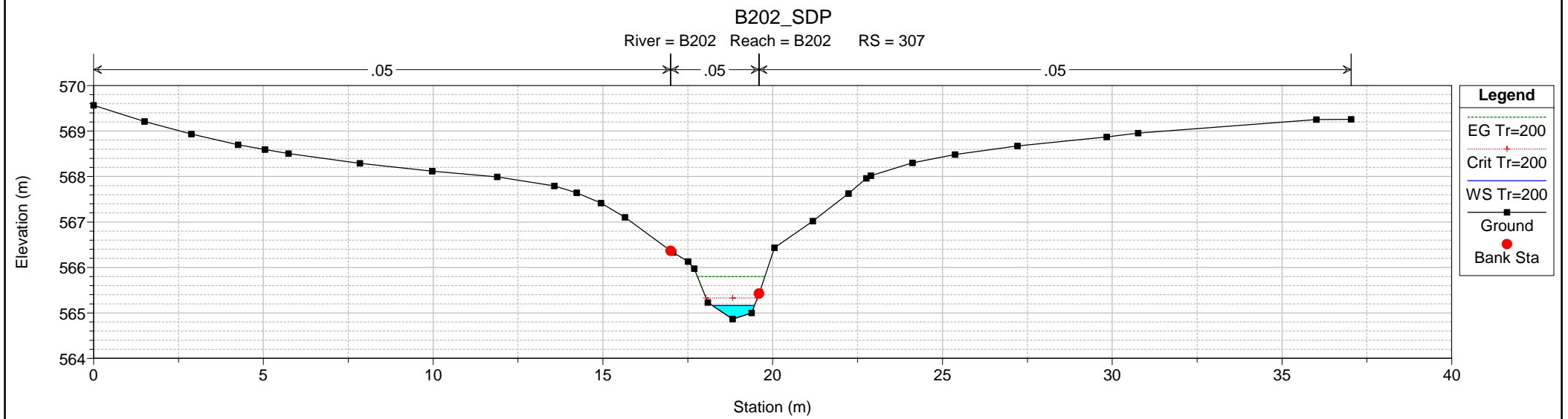
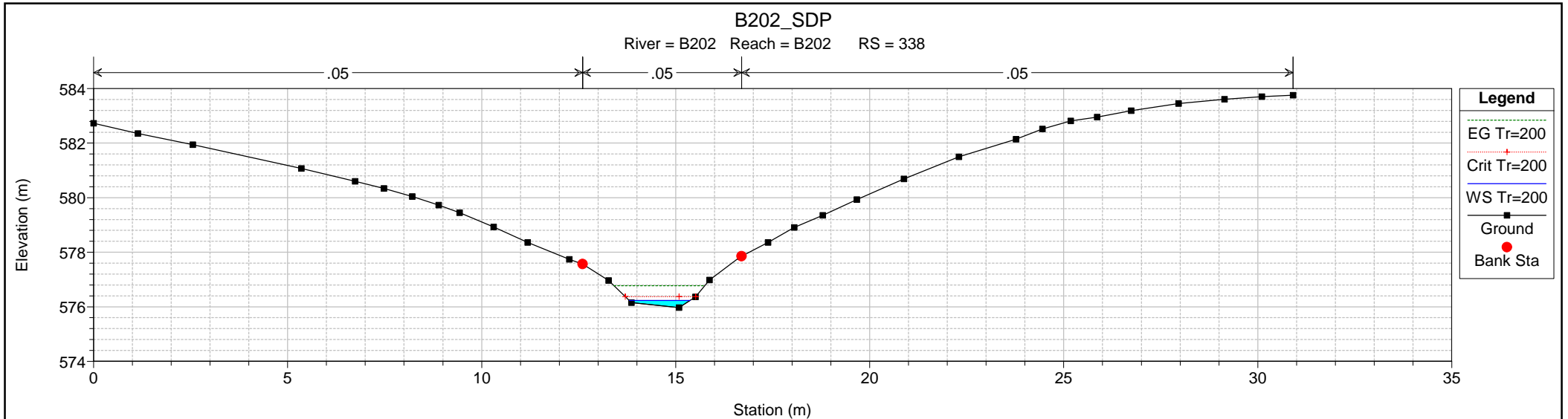
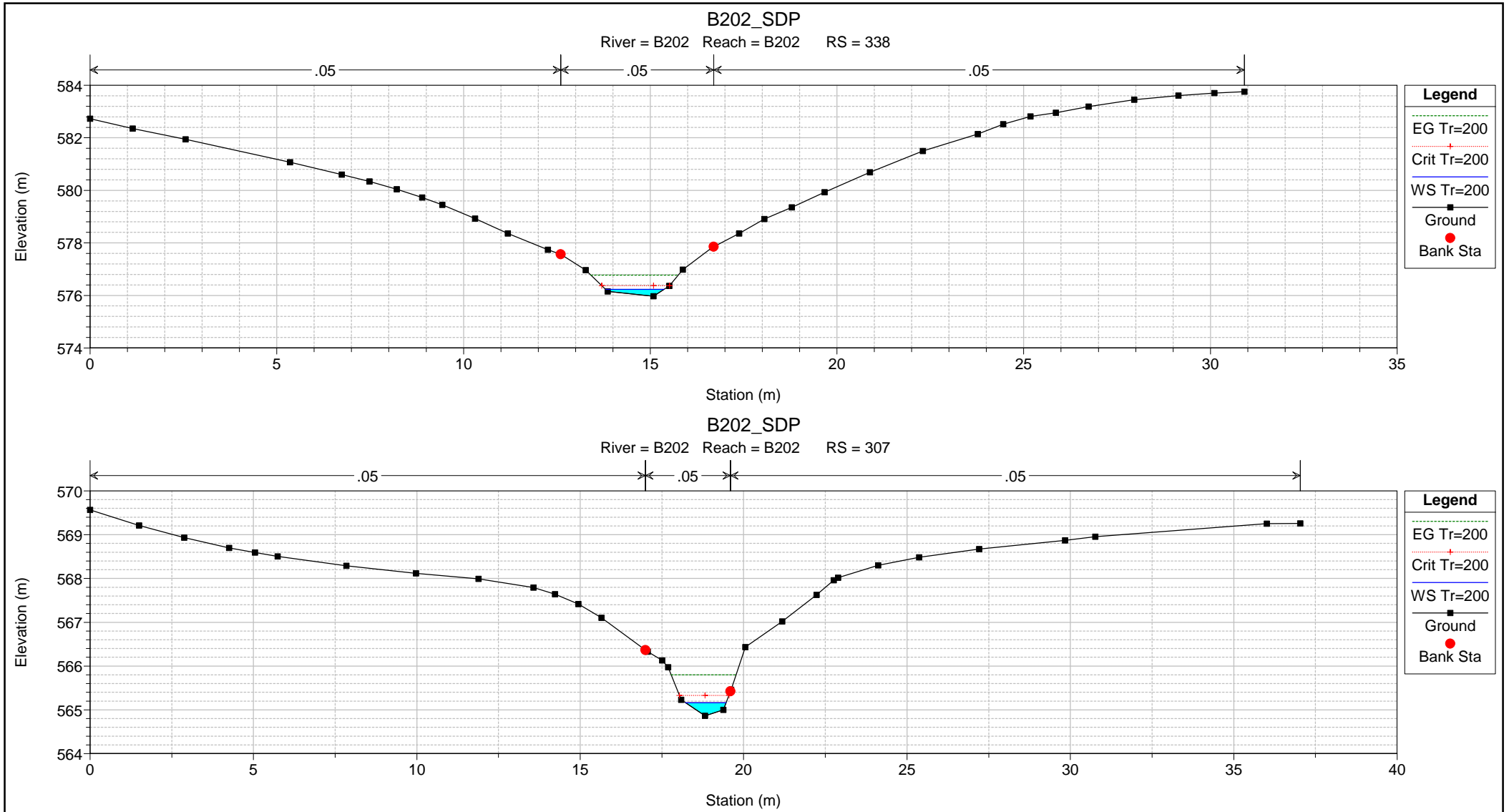
- EG Tr=200
- WS Tr=200
- Crit Tr=200
- Ground
- Bank Sta

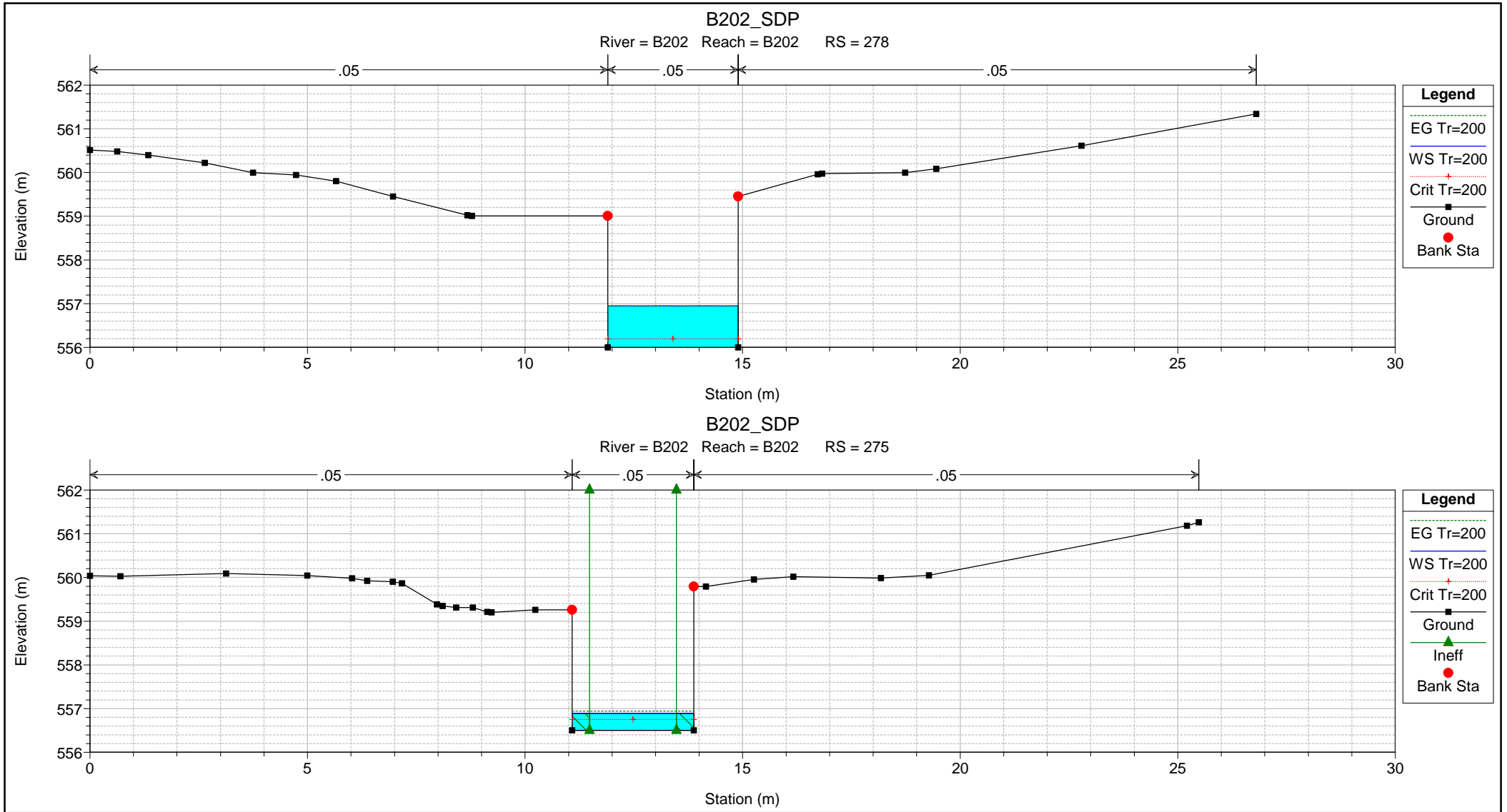
2.2.2. PROGETTO
B.202 - Progr.1+034

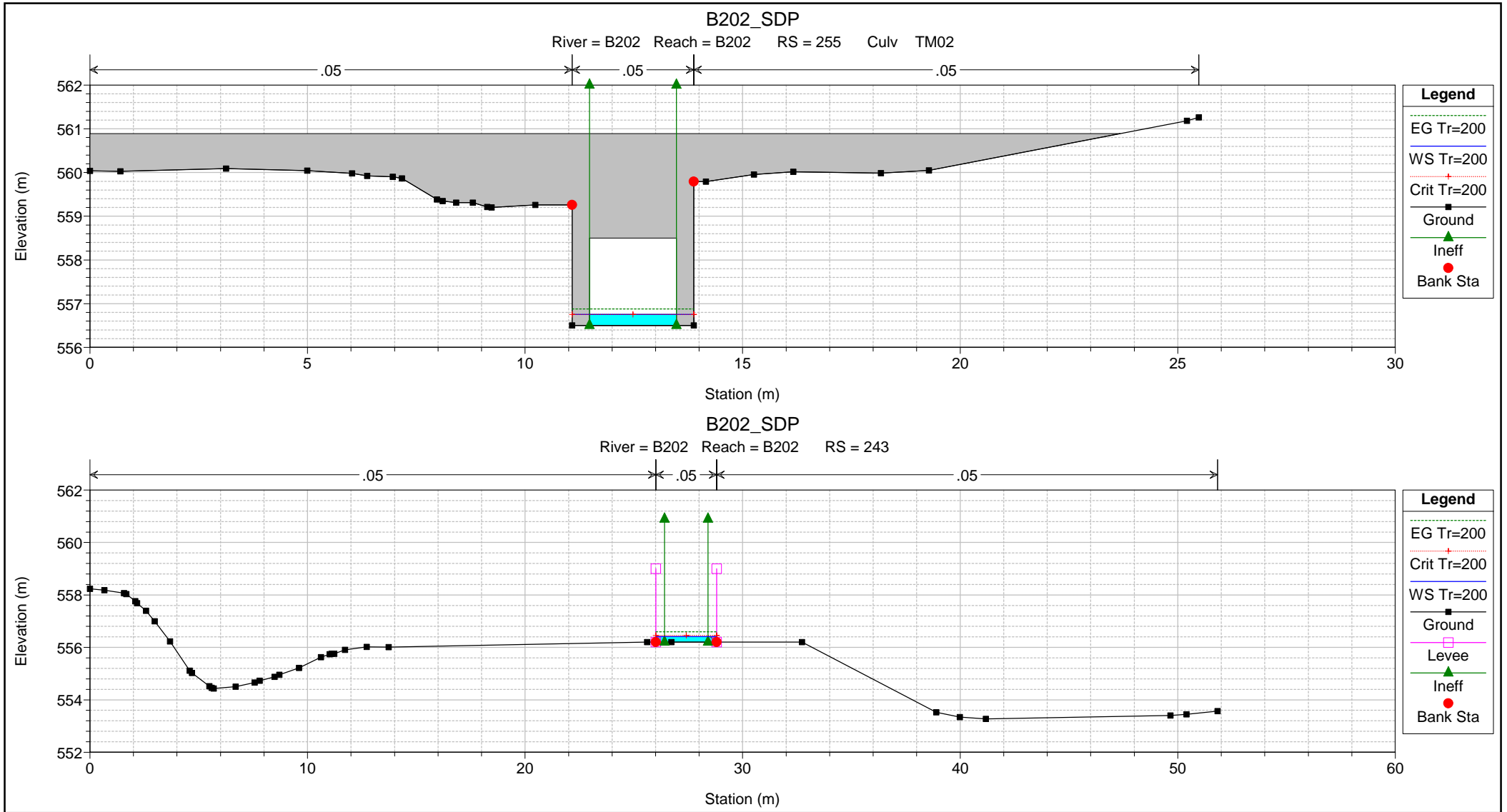
HEC-RAS Plan: B202_SDP River: B202 Reach: B202 Profile: Tr=200

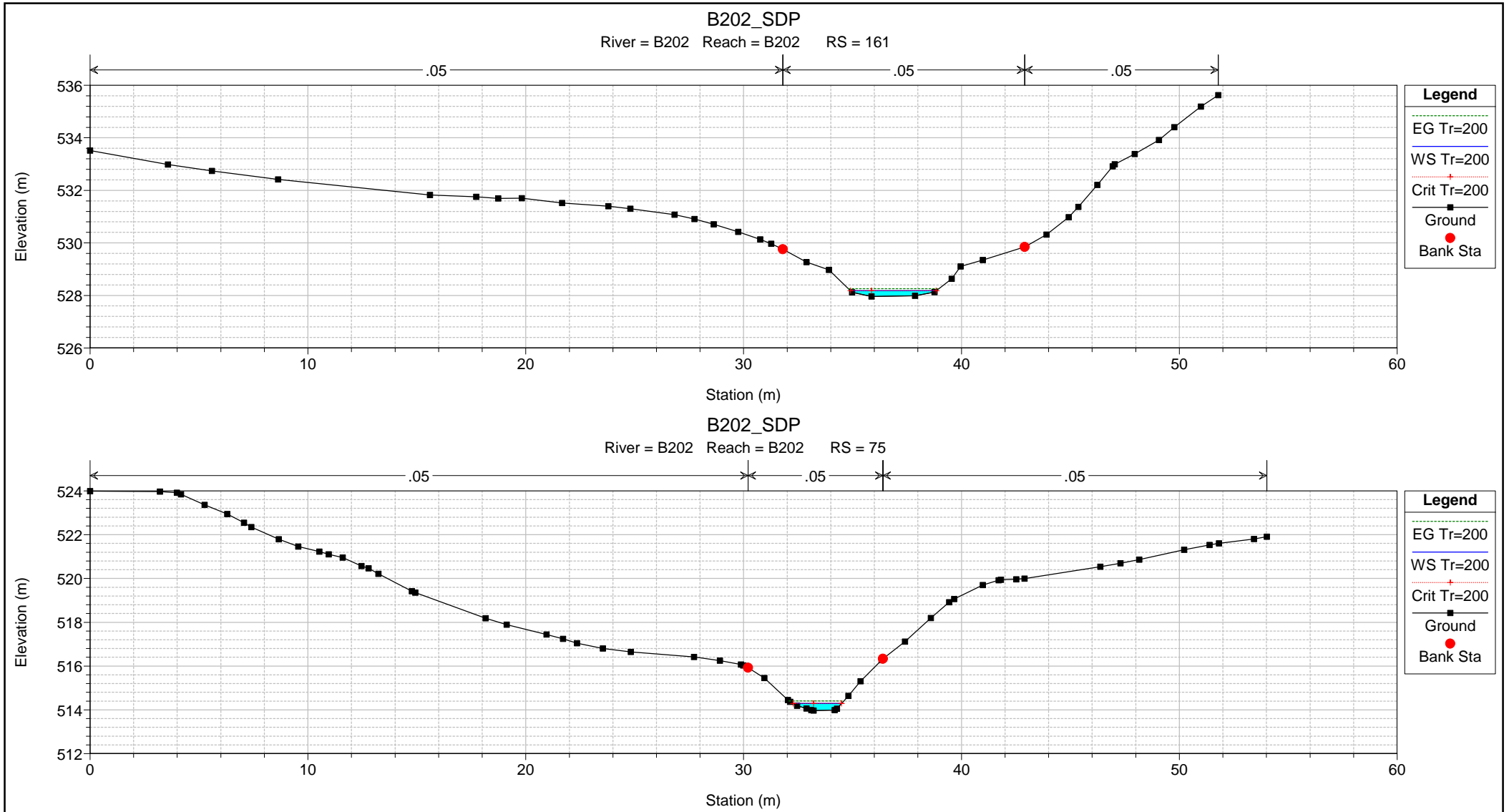
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B202	338	Tr=200	0.80	575.97	0.26	576.23	576.37	-0.14	2.64	576.78	3.27	3.27	0.14	502.51	0.16
B202	307	Tr=200	0.80	564.86	0.30	565.16	565.33	-0.17	2.64	565.80	3.52	3.52	0.16	562.75	0.18
B202	278	Tr=200	0.80	556.00	0.95	556.95	556.19	0.76	0.09	556.95	0.28	0.28	0.58	2.33	0.95
B202	275	Tr=200	0.80	556.50	0.39	556.89	556.75	0.14	0.52	556.94	1.03	1.03	0.39	35.26	0.39
B202	255		Culvert												
B202	243	Tr=200	0.80	556.20	3.13	556.41	556.45	-0.04	1.34	556.60	1.92	1.92	0.21	151.63	0.21
B202	161	Tr=200	0.80	527.96	0.22	528.18	528.18	0.00	1.01	528.26	1.27	1.27	0.16	72.79	0.16
B202	75	Tr=200	0.80	513.97	0.32	514.29	514.29	0.00	1.01	514.41	1.53	1.53	0.22	95.76	0.23
B202	14	Tr=200	0.80	505.97	0.24	506.21	506.40	-0.19	3.74	507.17	4.33	4.33	0.13	919.50	0.14





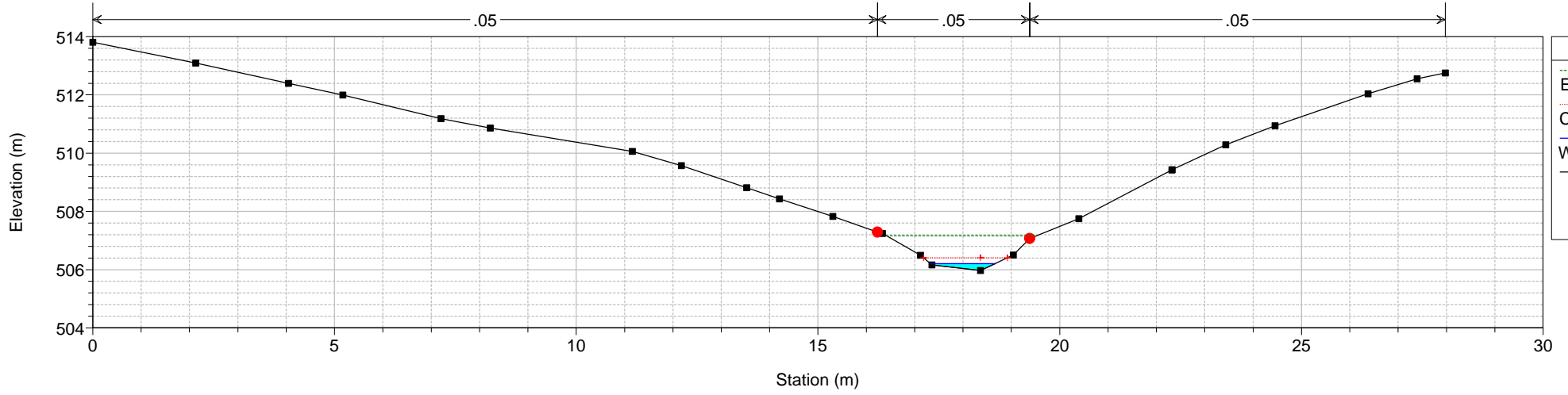






B202_SDP

River = B202 Reach = B202 RS = 14



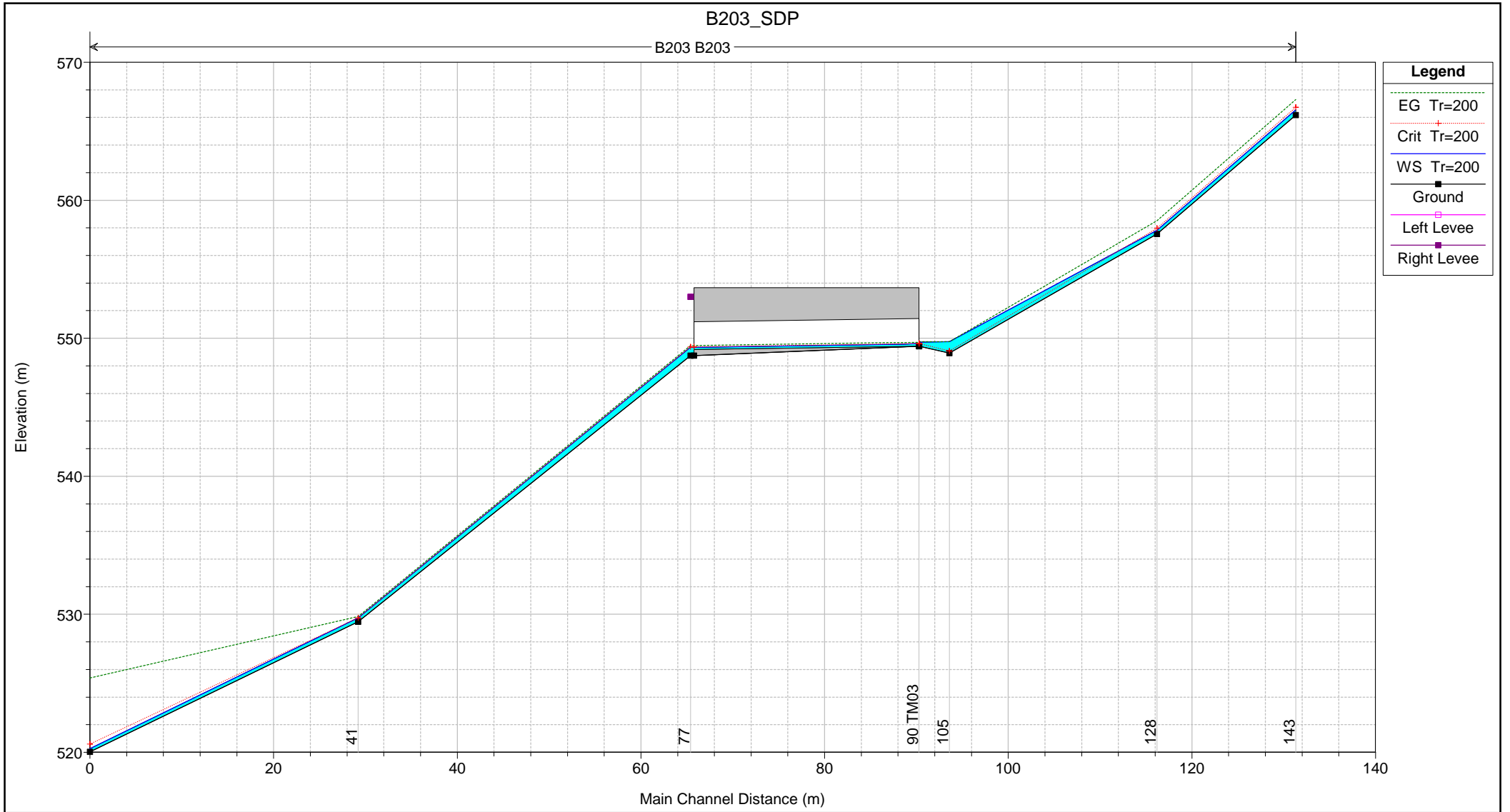
Legend

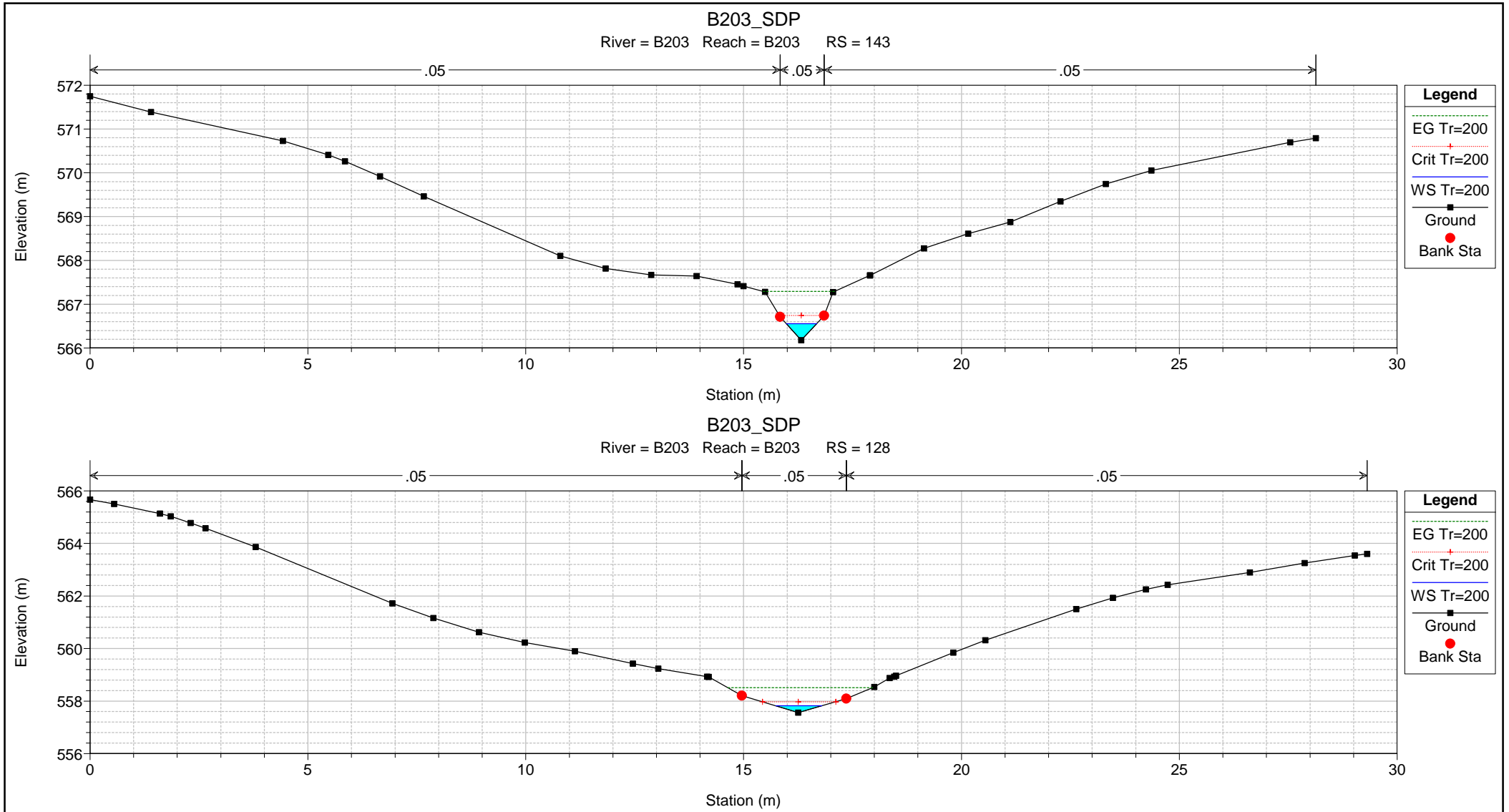
- EG Tr=200
- Crit Tr=200
- WS Tr=200
- Ground
- Bank Sta

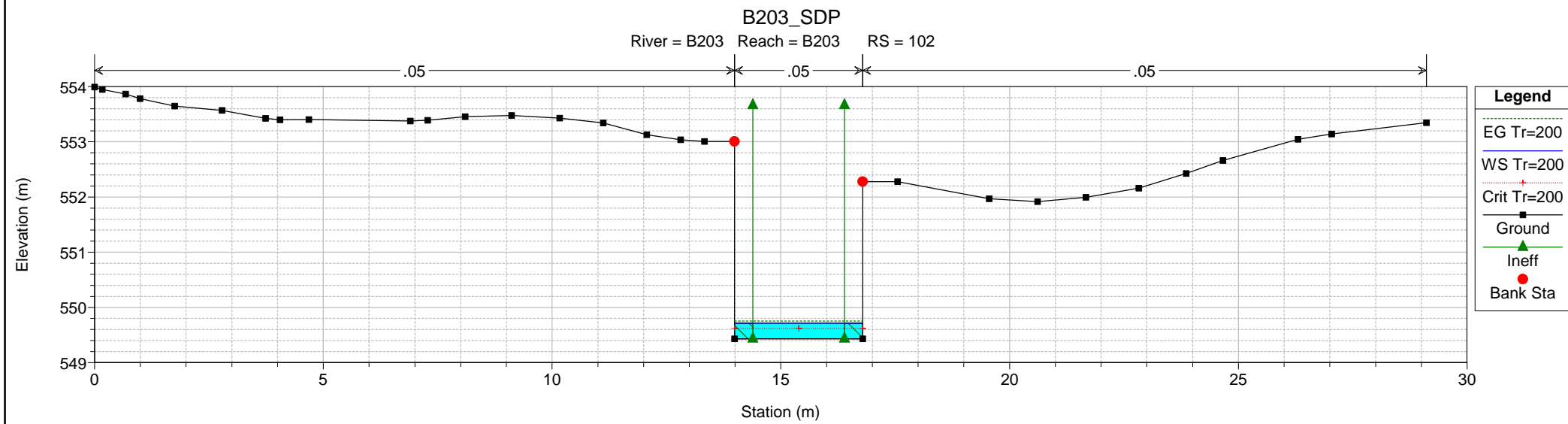
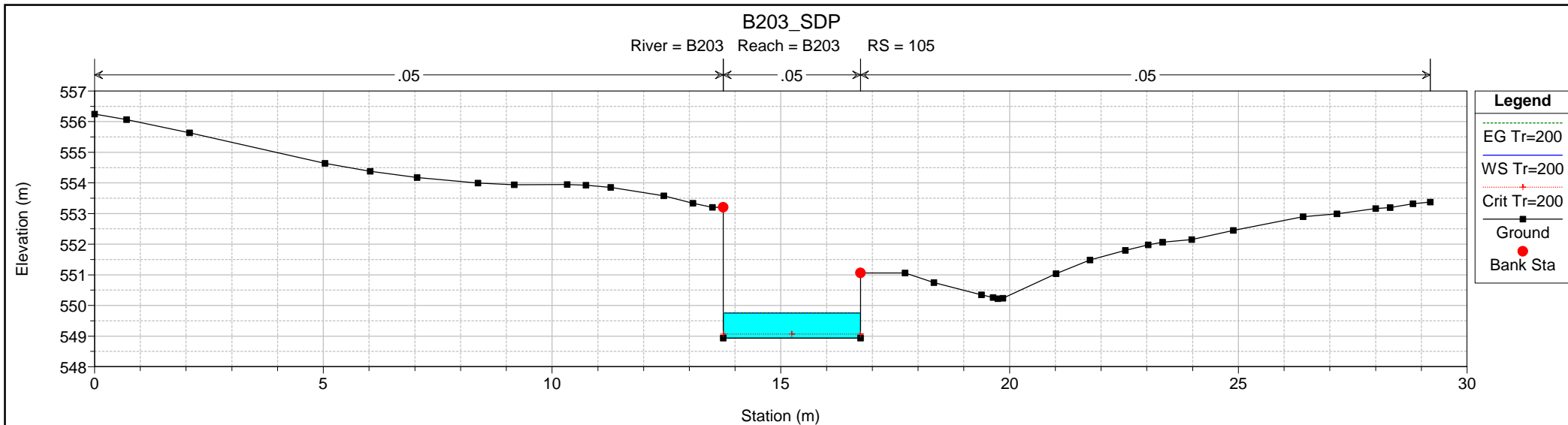
2.2.3. PROGETTO
B.203 - Progr.1+206

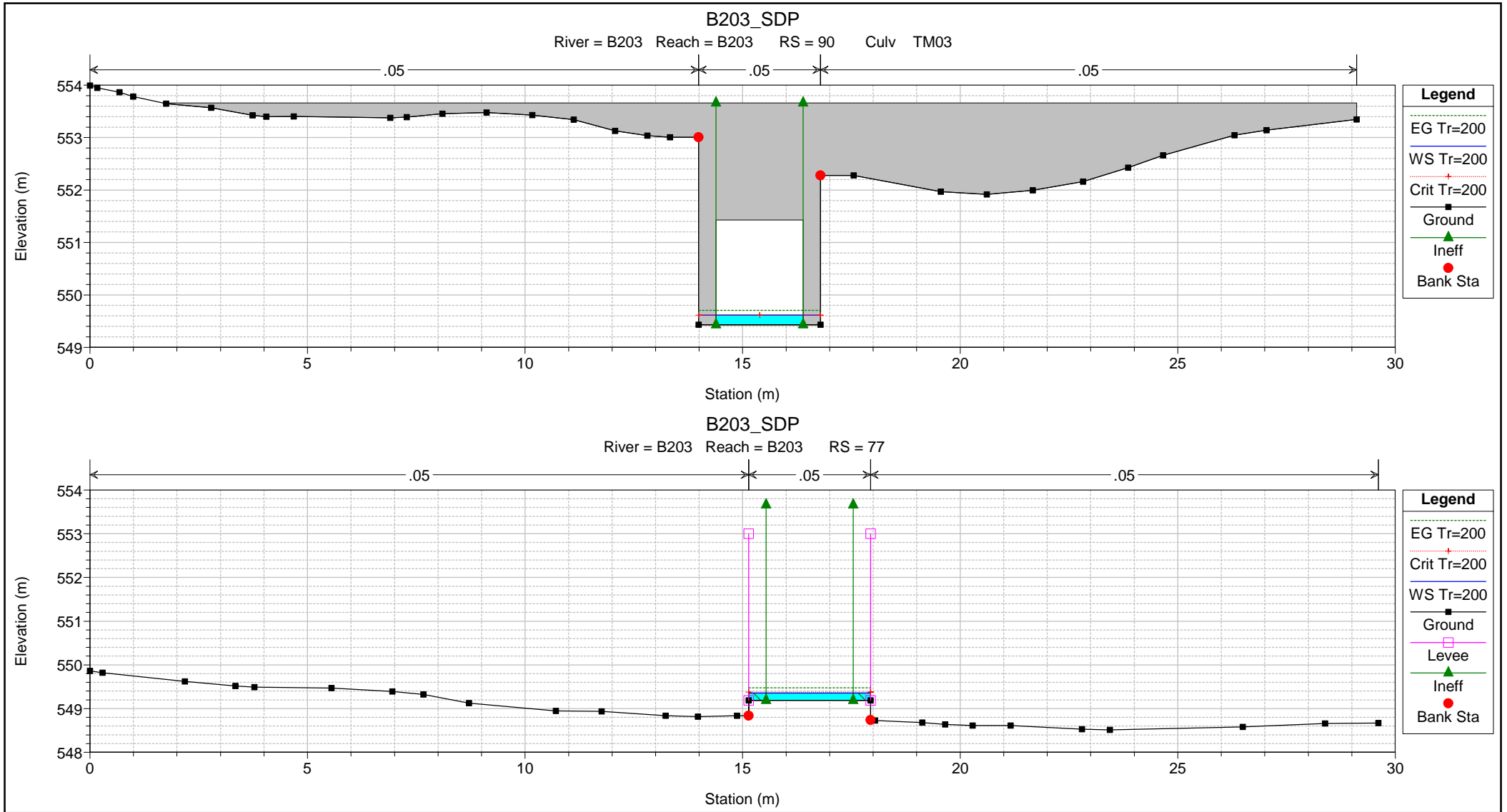
HEC-RAS Plan: B203_SDP River: B203 Reach: B203 Profile: Tr=200

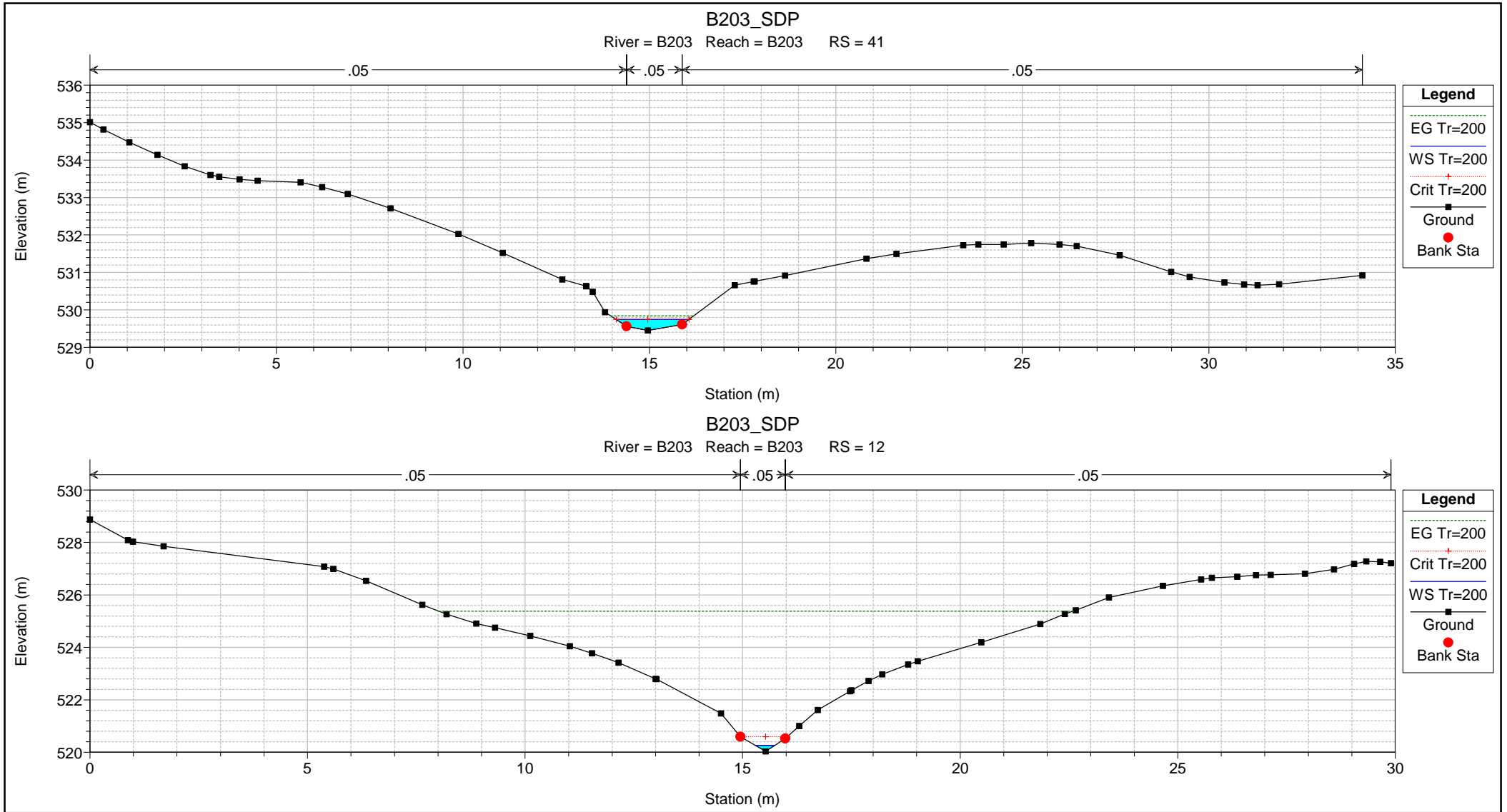
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B203	143	Tr=200	0.50	566.18	0.38	566.56	566.74	-0.18	2.80	567.29	3.80	3.80	0.13	703.89	0.19
B203	128	Tr=200	0.50	557.56	0.26	557.82	557.97	-0.15	3.28	558.51	3.68	3.68	0.12	682.81	0.13
B203	105	Tr=200	0.50	548.93	0.83	549.76	549.07	0.69	0.07	549.76	0.20	0.20	0.53	1.22	0.83
B203	102	Tr=200	0.50	549.43	0.29	549.72	549.62	0.10	0.52	549.75	0.88	0.88	0.29	28.61	0.29
B203	90		Culvert												
B203	77	Tr=200	0.50	548.74	0.84	549.35	549.38	-0.03	1.22	549.47	1.54	1.54	0.16	106.12	0.16
B203	41	Tr=200	0.50	529.45	0.29	529.74	529.74	0.00	0.97	529.85	1.43	1.36	0.22	83.78	0.19
B203	12	Tr=200	0.50	520.04	0.22	520.26	520.59	-0.33	9.56	525.38	10.02	10.02	0.08	5739.14	0.11







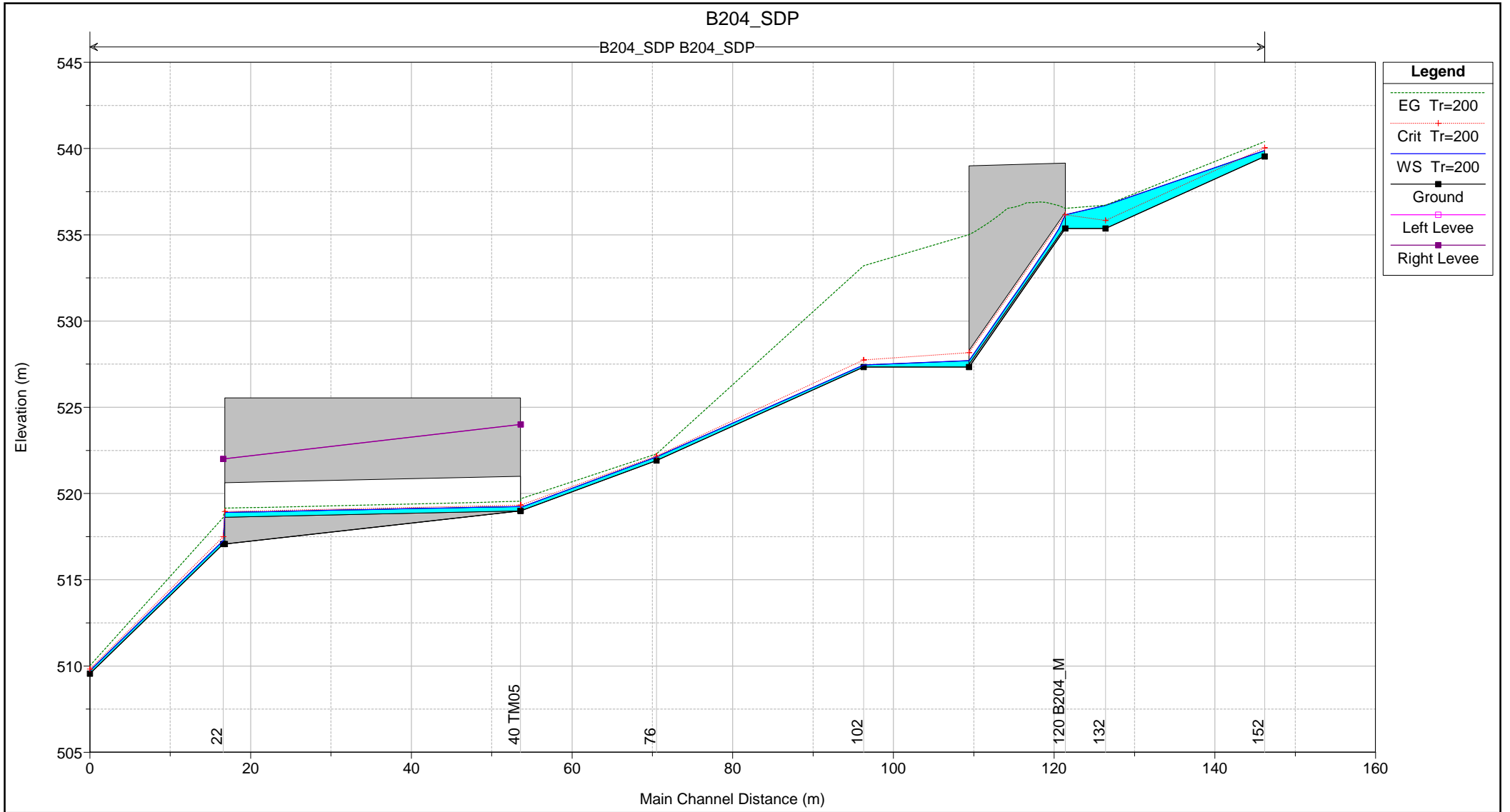


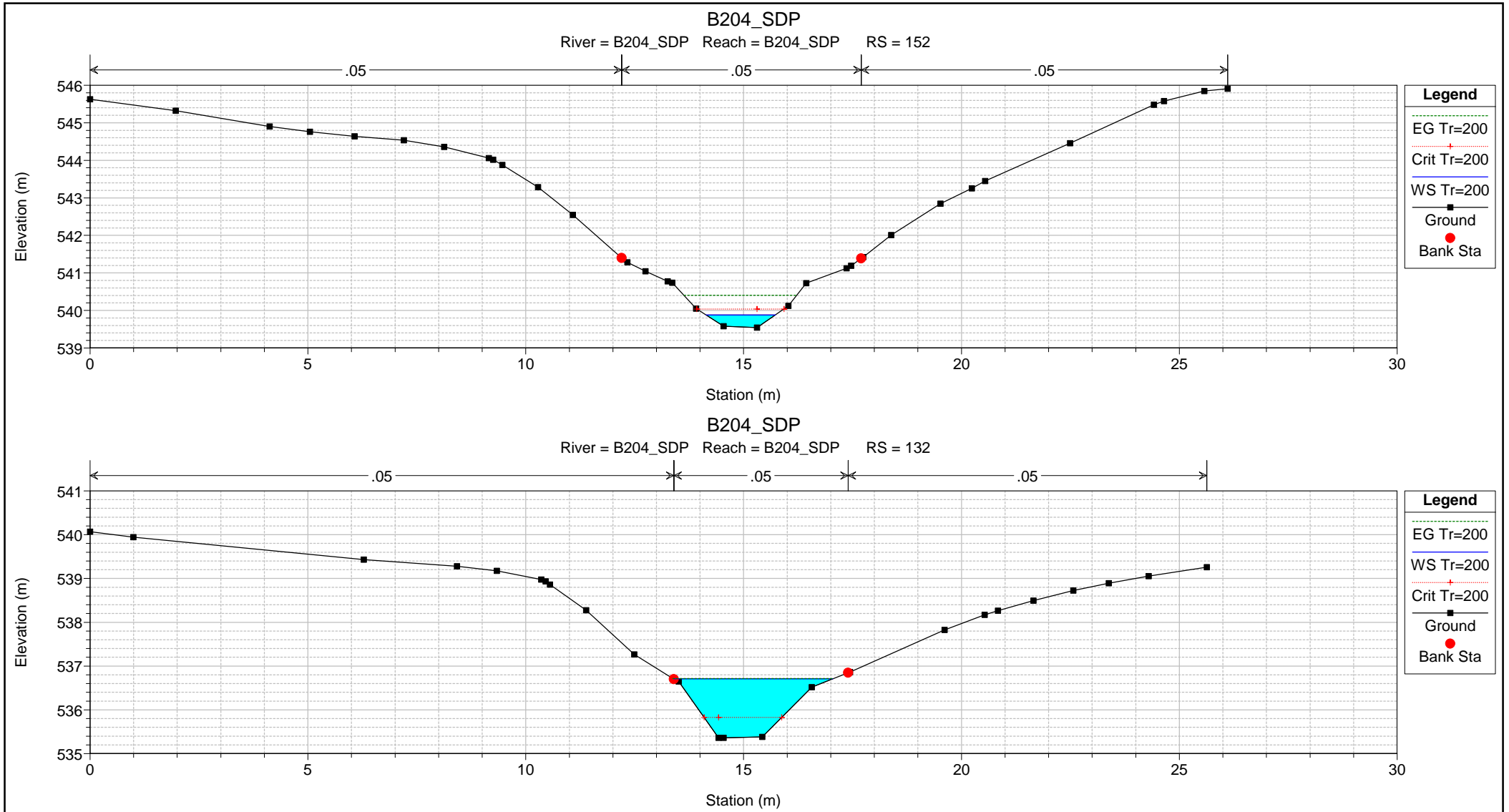


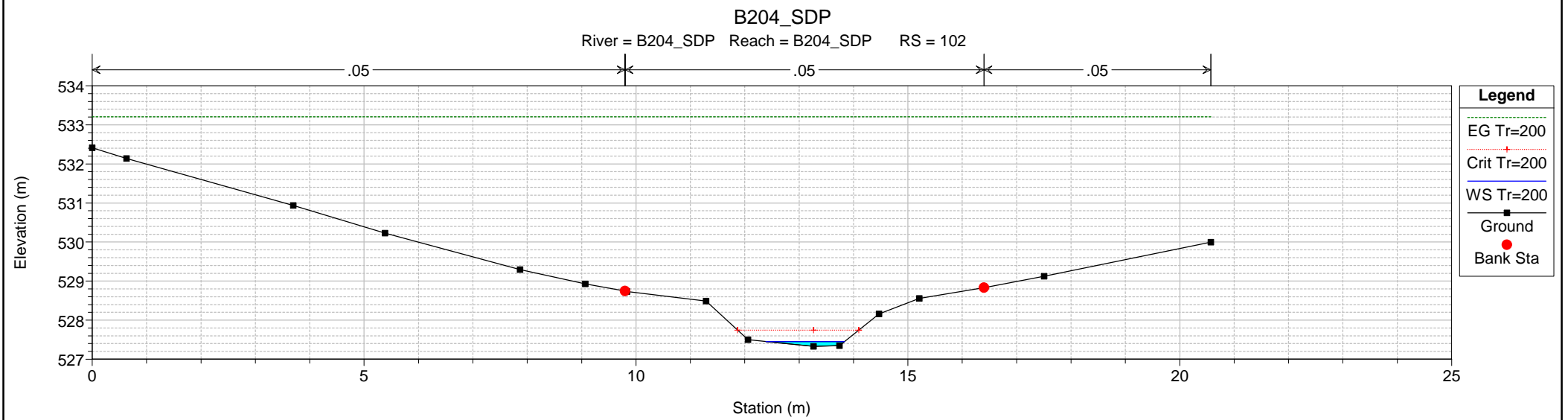
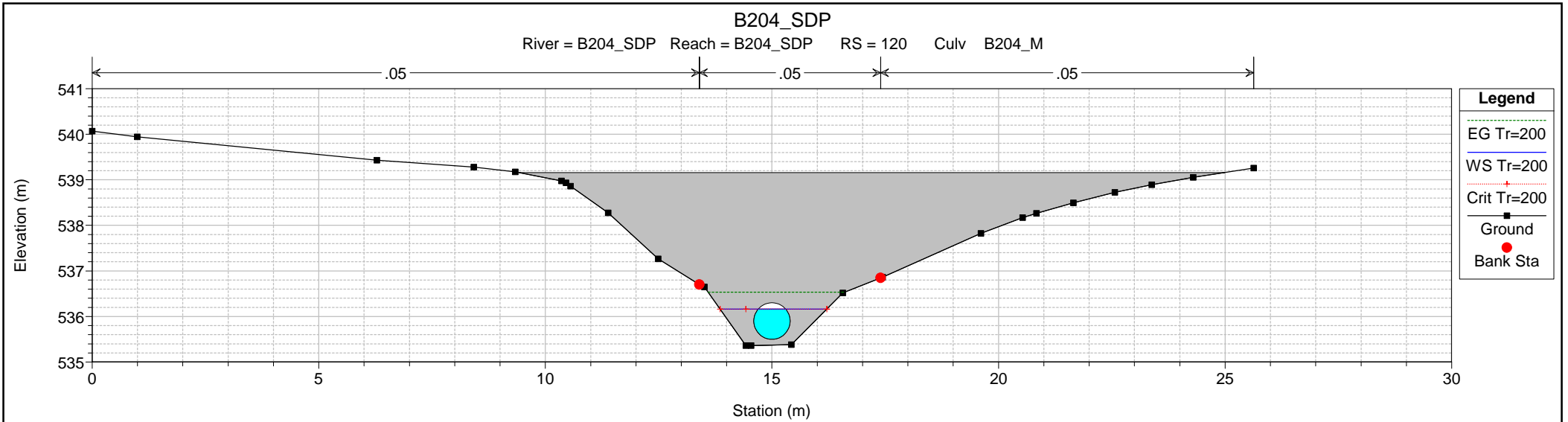
2.2.4. PROGETTO
B.204 - Progr.1+801

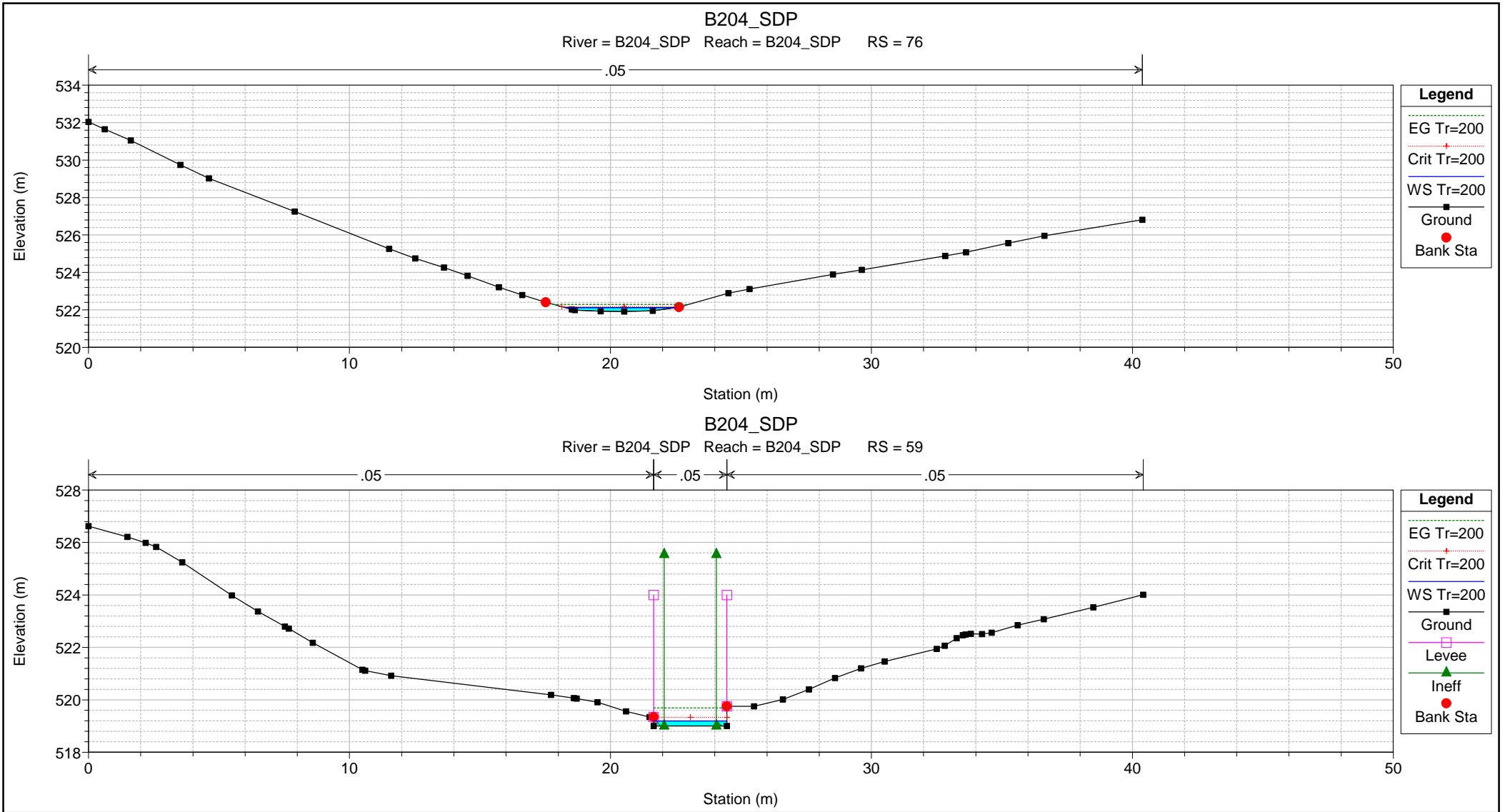
HEC-RAS Plan: B204_SDP River: B204_SDP Reach: B204_SDP Profile: Tr=200

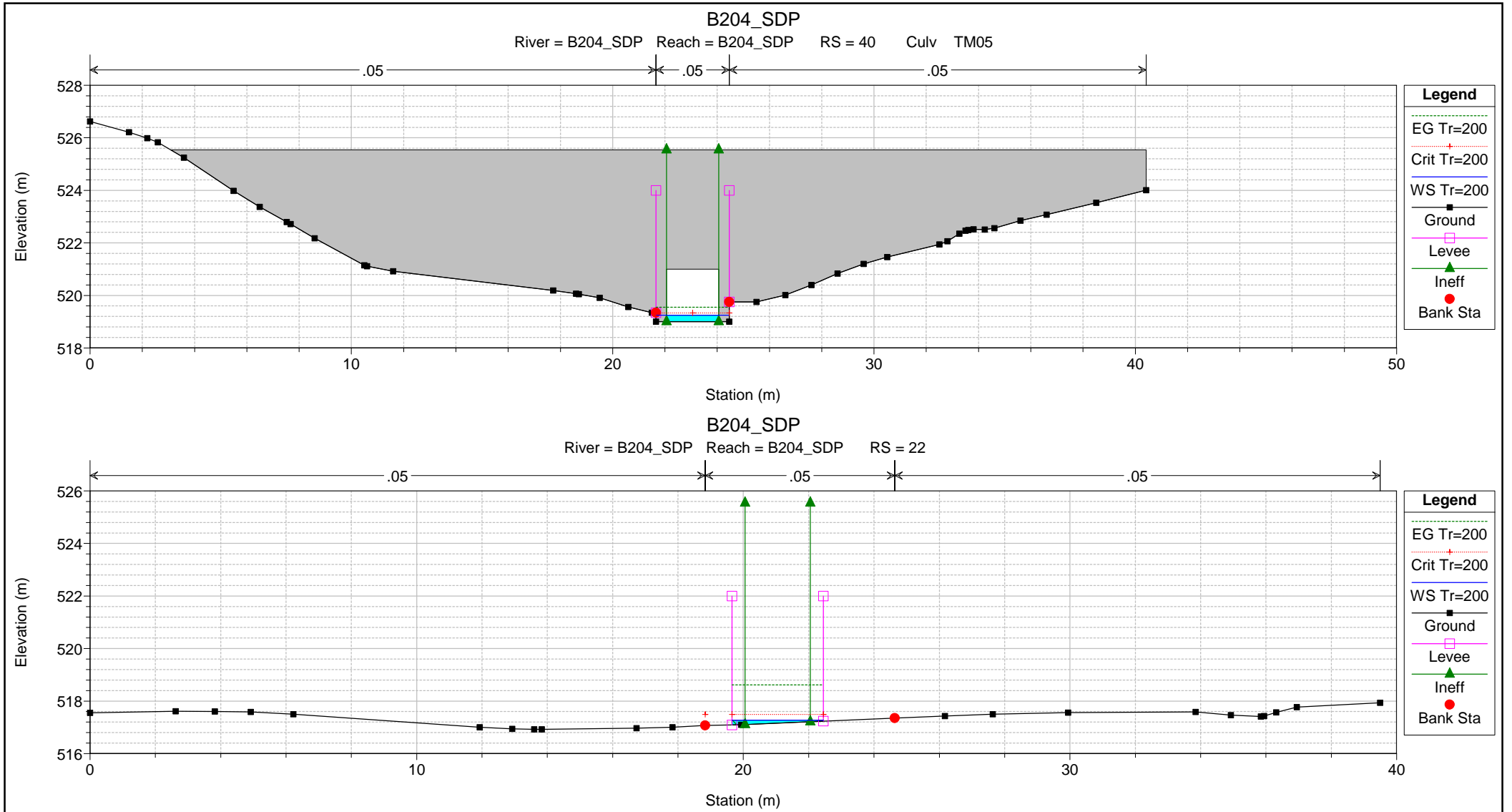
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B204_SDP	152	Tr=200	1.20	539.54	0.34	539.88	540.04	-0.16	2.11	540.40	3.21	3.21	0.21	426.59	0.24
B204_SDP	132	Tr=200	1.20	535.36	1.35	536.71	535.83	0.88	0.15	536.72	0.41	0.41	0.60	4.96	0.79
B204_SDP	120		Culvert												
B204_SDP	102	Tr=200	1.20	527.33	0.12	527.45	527.75	-0.30	12.13	533.21	10.62	10.62	0.08	6550.15	0.08
B204_SDP	76	Tr=200	1.20	521.91	0.21	522.12	522.17	-0.05	1.54	522.30	1.88	1.88	0.15	162.45	0.15
B204_SDP	59	Tr=200	1.20	519.00	0.19	519.19	519.33	-0.14	2.29	519.69	3.14	3.14	0.19	418.42	0.19
B204_SDP	40		Culvert												
B204_SDP	22	Tr=200	1.20	517.07	0.35	517.28	517.49	-0.21	4.77	518.61	5.12	5.12	0.12	1312.95	0.12
B204_SDP	6	Tr=200	1.20	509.56	0.17	509.74	509.82	-0.08	2.32	510.03	2.38	2.38	0.11	292.65	0.11



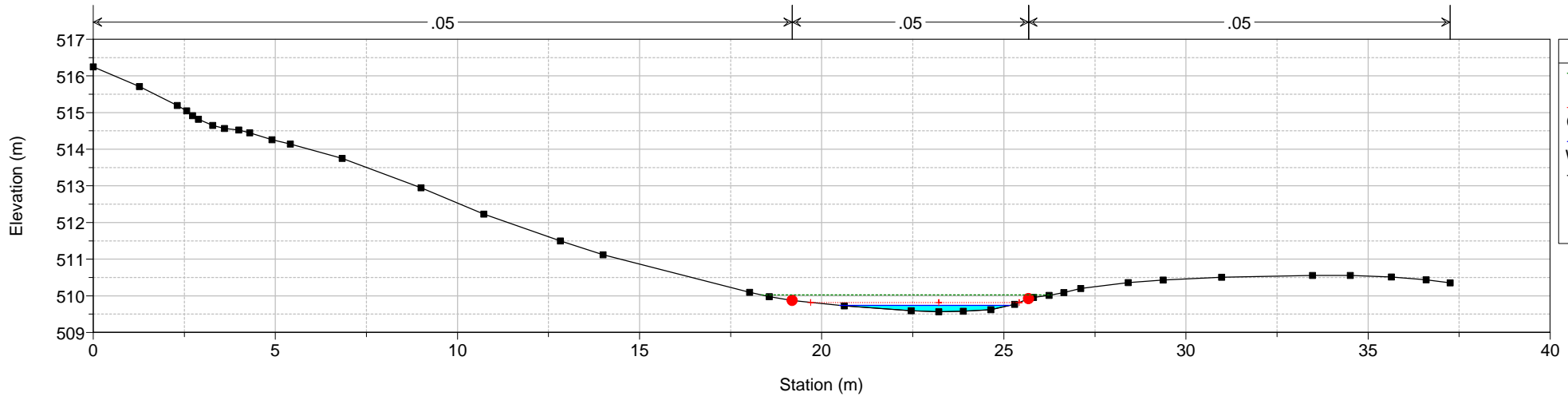








B204_SDP
River = B204_SDP Reach = B204_SDP RS = 6



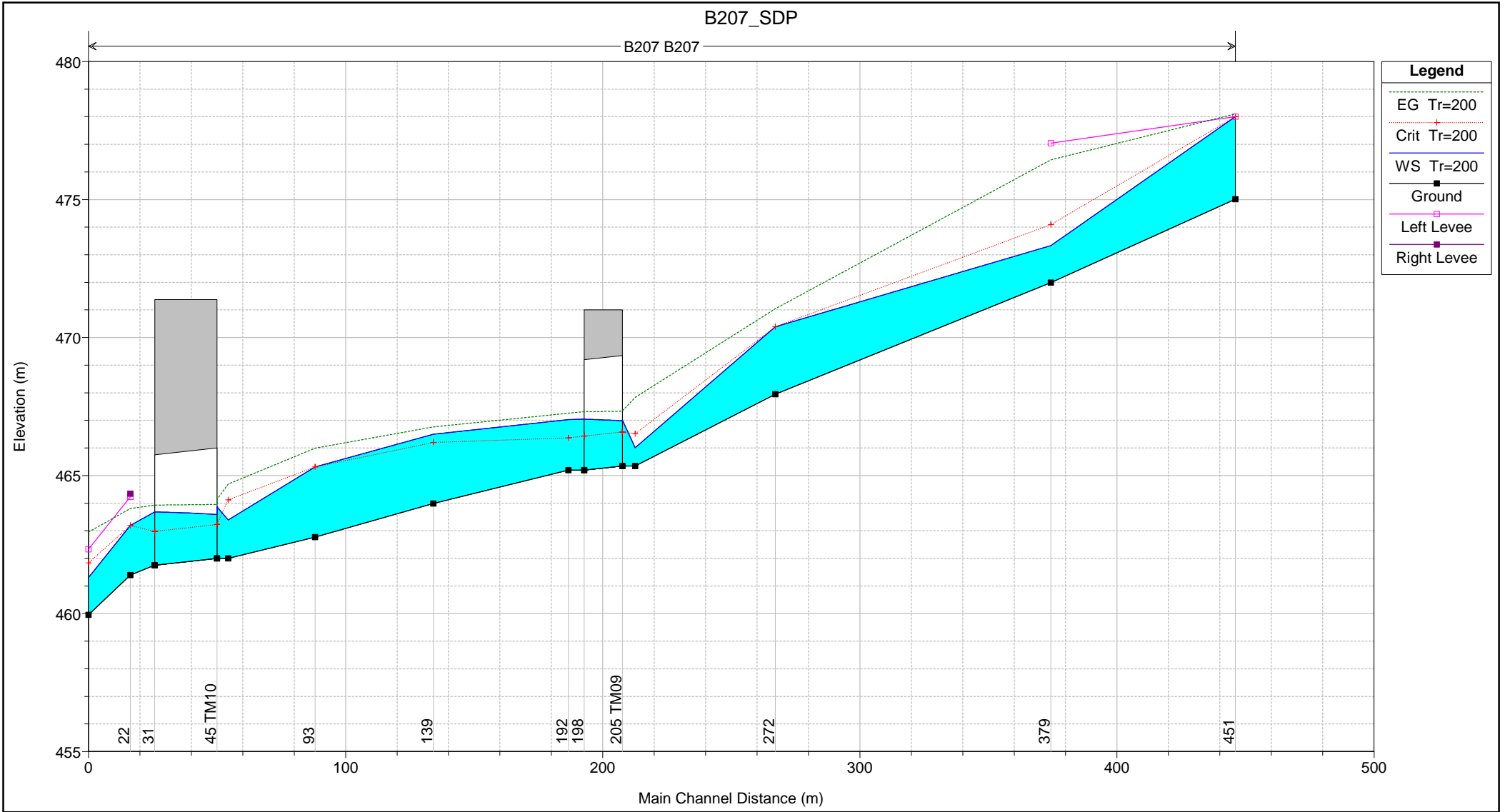
Legend

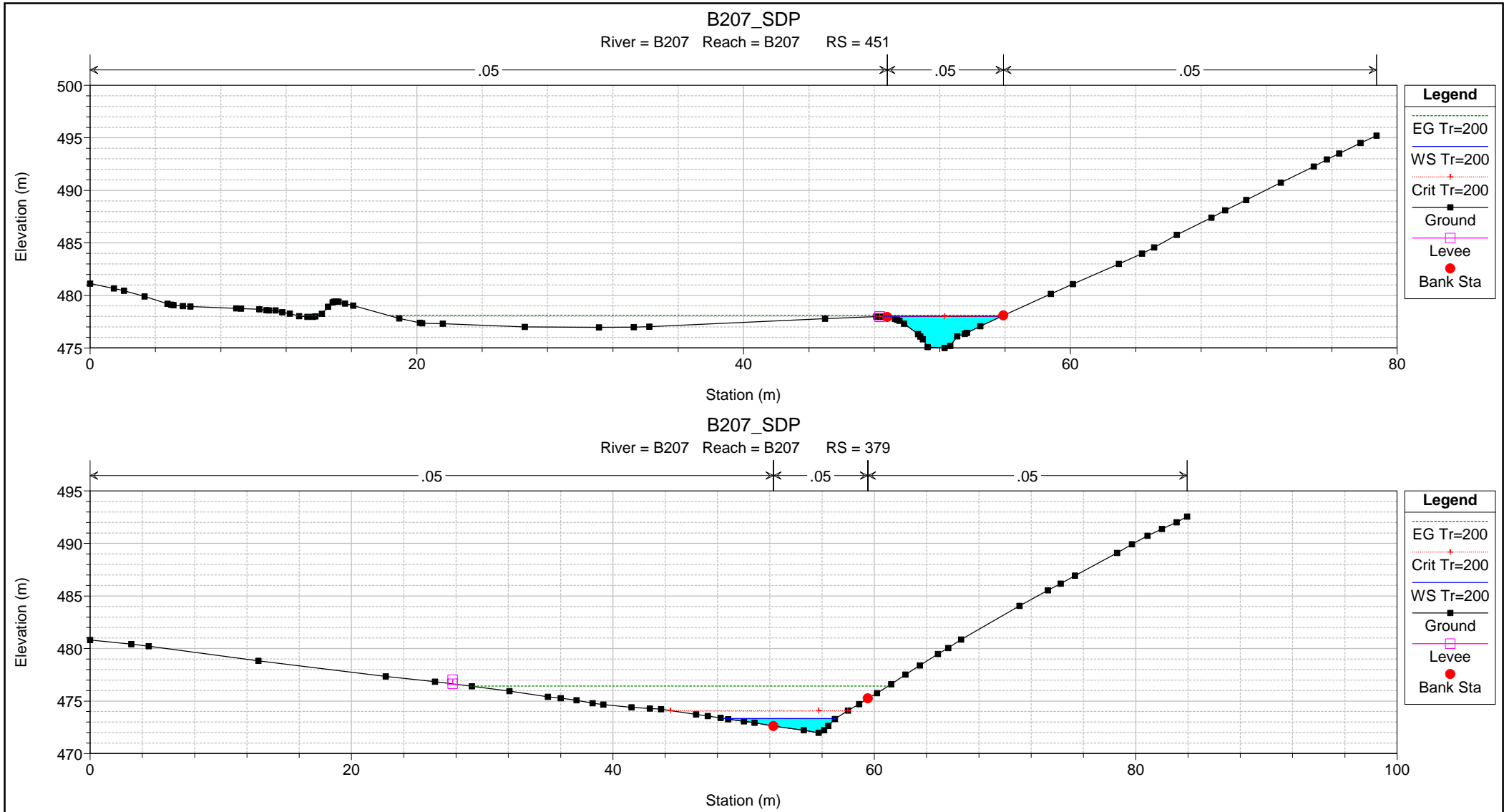
- EG Tr=200
- Crit Tr=200
- WS Tr=200
- Ground
- Bank Sta

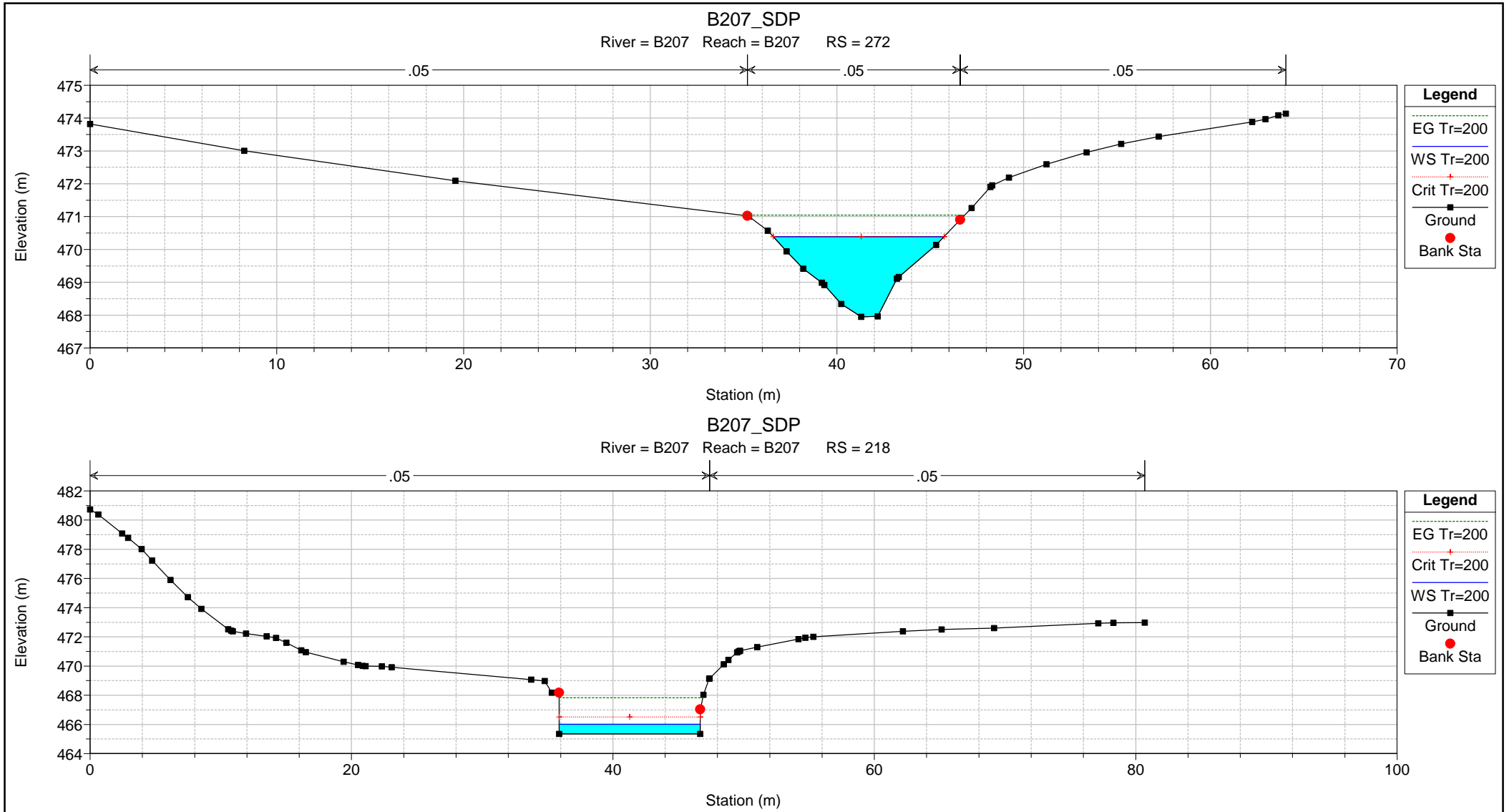
2.2.5. PROGETTO
B.207 - Progr.2+995

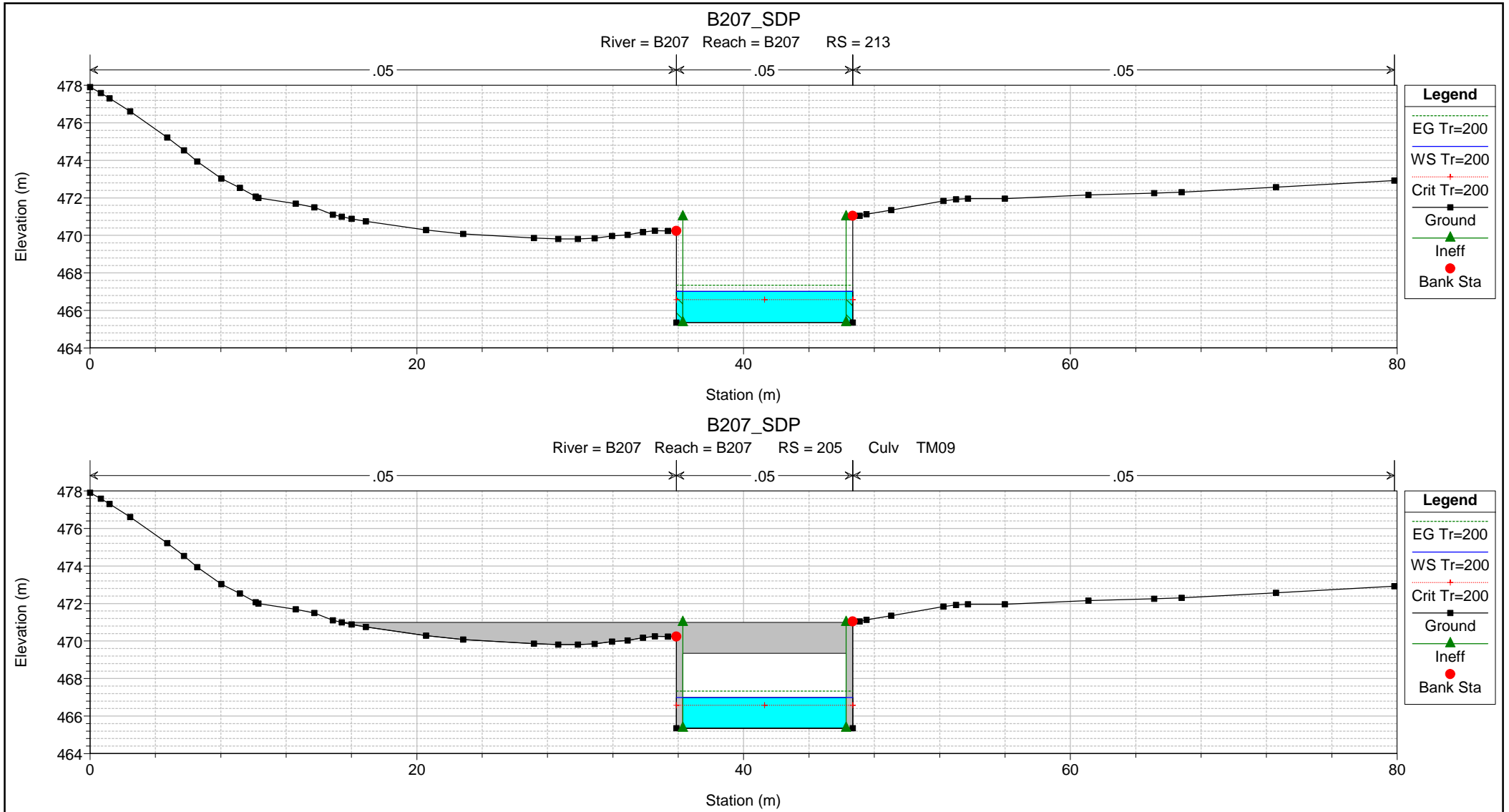
HEC-RAS Plan: B207_SDP River: B207 Reach: B207 Profile: Tr=200

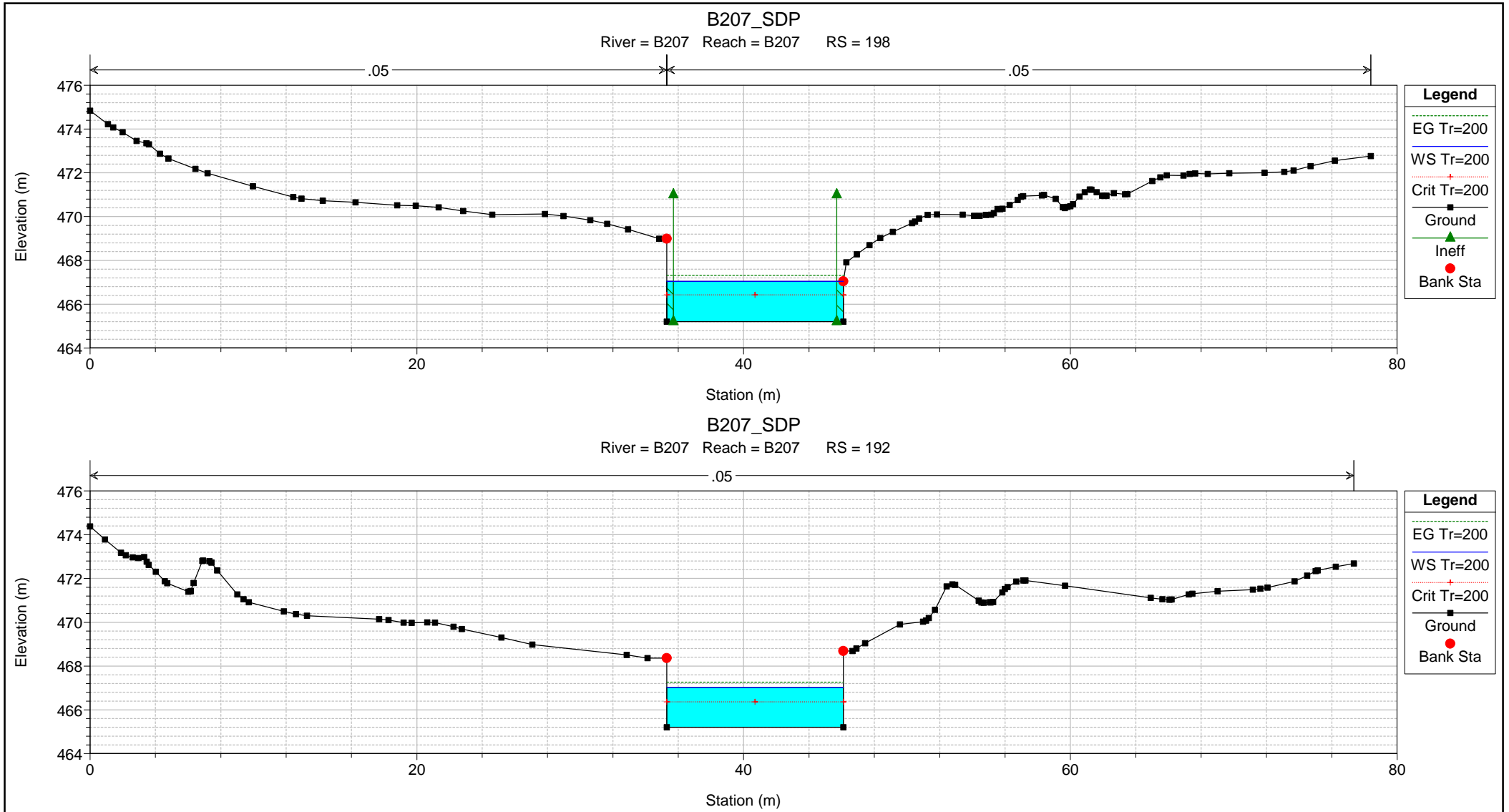
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B207	451	Tr=200	42.60	475.01	2.99	478.00	478.00	0.00	0.45	478.11	1.70	1.39	1.07	69.32	0.81
B207	379	Tr=200	42.60	471.99	1.34	473.33	474.09	-0.76	2.69	476.44	8.20	7.37	0.83	1752.95	0.68
B207	272	Tr=200	42.60	467.95	2.44	470.39	470.39	0.00	1.00	471.05	3.58	3.58	1.12	302.58	1.30
B207	218	Tr=200	42.60	465.35	0.66	466.01	466.51	-0.50	2.35	467.83	5.97	5.97	0.59	1043.08	0.66
B207	213	Tr=200	42.60	465.35	1.66	467.01	466.57	0.44	0.64	467.35	2.57	2.57	1.66	136.25	1.66
B207	205		Culvert												
B207	198	Tr=200	42.60	465.20	1.84	467.04	466.43	0.61	0.54	467.32	2.31	2.31	1.84	106.94	1.84
B207	192	Tr=200	42.60	465.20	1.82	467.02	466.36	0.66	0.51	467.26	2.16	2.16	1.36	103.33	1.82
B207	139	Tr=200	42.60	463.98	2.52	466.50	466.20	0.30	0.68	466.76	2.28	2.26	1.07	124.27	1.06
B207	93	Tr=200	42.60	462.77	2.54	465.31	465.31	0.00	0.93	465.99	3.68	3.54	1.35	299.85	1.18
B207	59	Tr=200	42.60	462.00	1.39	463.39	464.12	-0.73	1.58	464.69	5.04	5.04	0.94	635.55	1.04
B207	55	Tr=200	42.60	462.00	1.88	463.88	463.23	0.65	0.53	464.14	2.27	2.27	1.88	102.51	1.88
B207	45		Culvert												
B207	31	Tr=200	42.60	461.75	1.93	463.68	462.98	0.70	0.51	463.93	2.20	2.20	1.93	95.57	1.93
B207	22	Tr=200	42.60	461.40	1.79	463.19	463.19	0.00	1.00	463.80	3.47	3.47	1.13	282.85	1.23
B207	5	Tr=200	42.60	459.96	1.35	461.30	461.83	-0.53	1.96	462.95	5.68	5.66	0.81	848.35	0.82

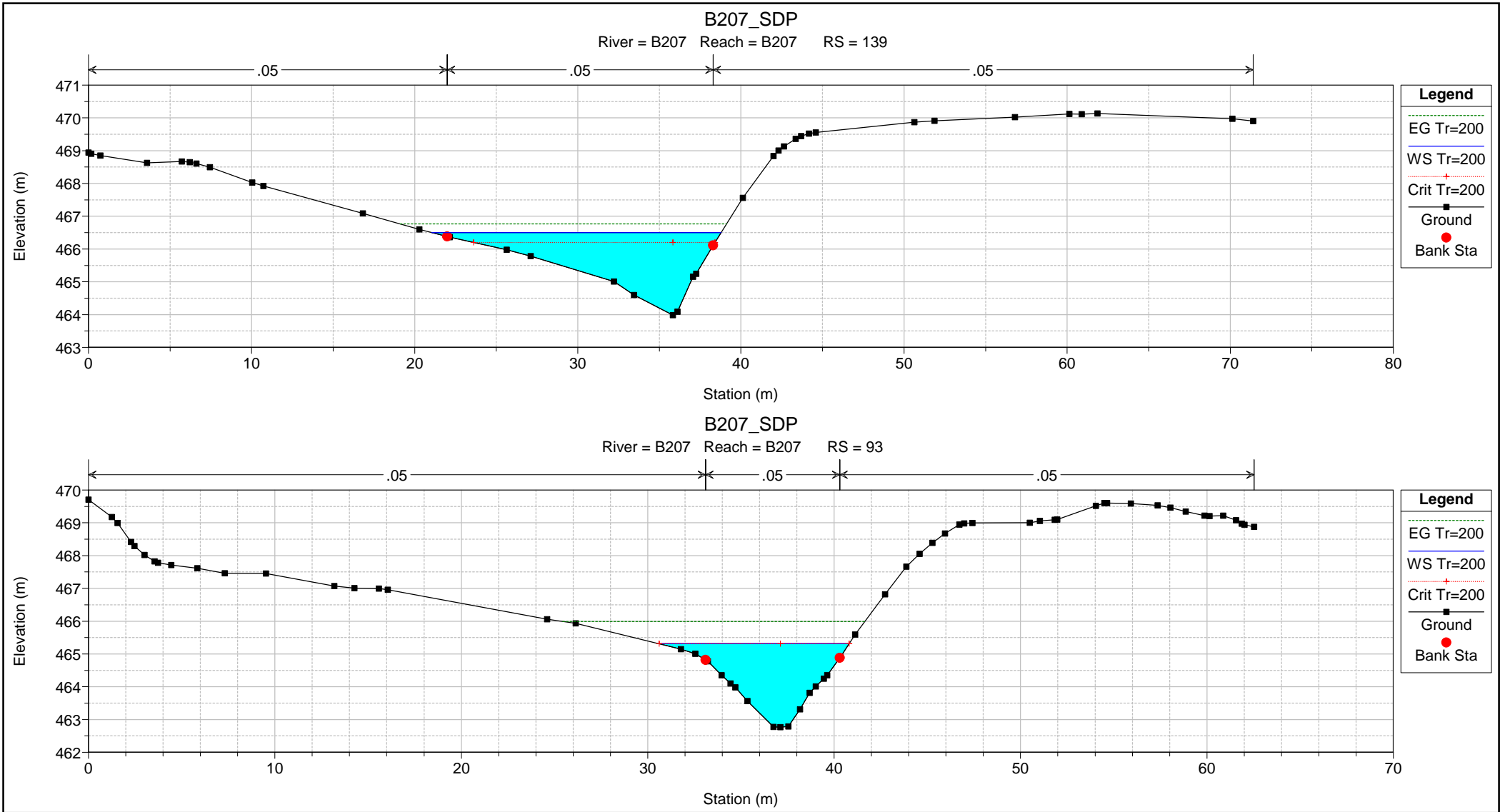


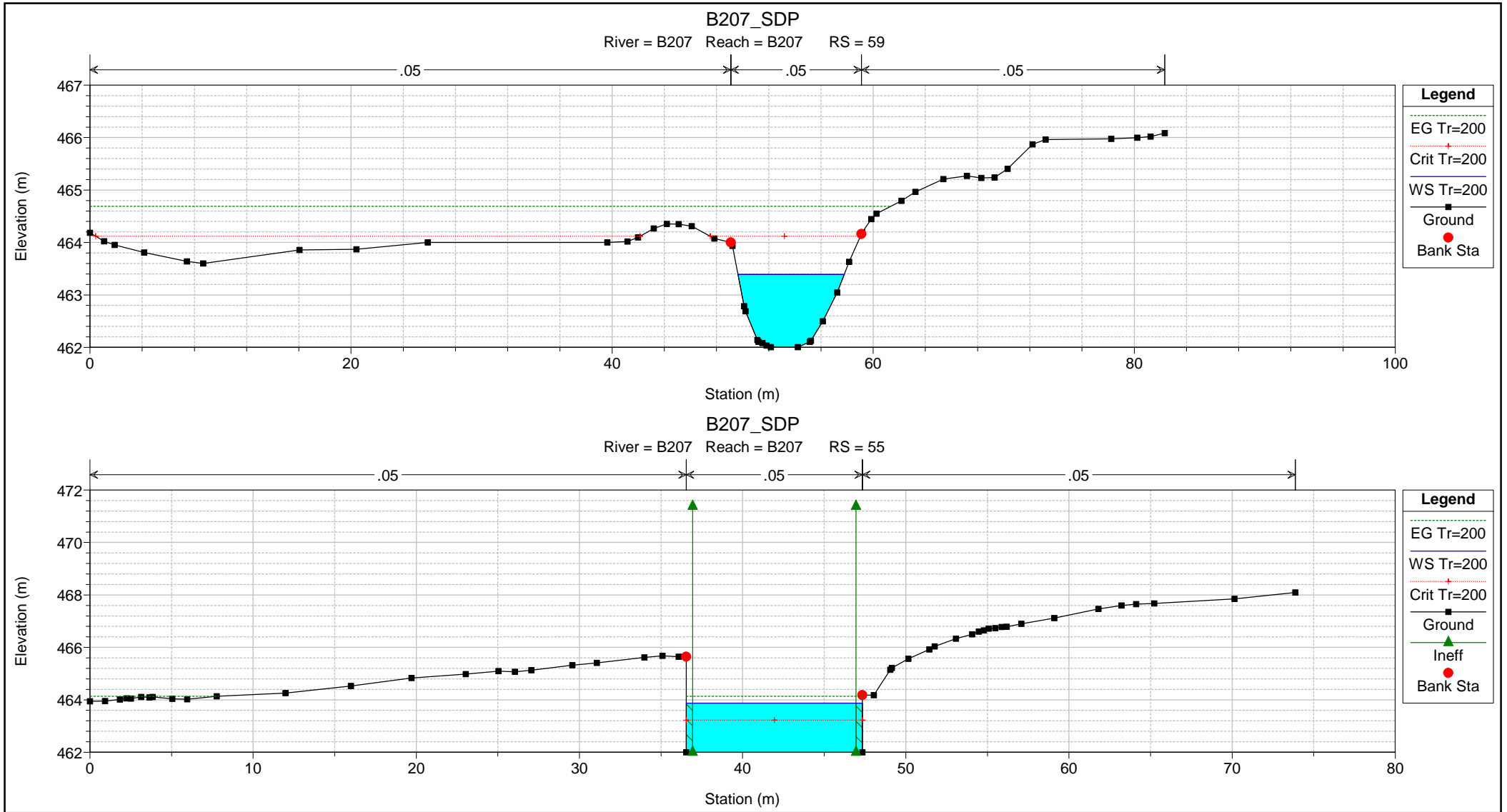


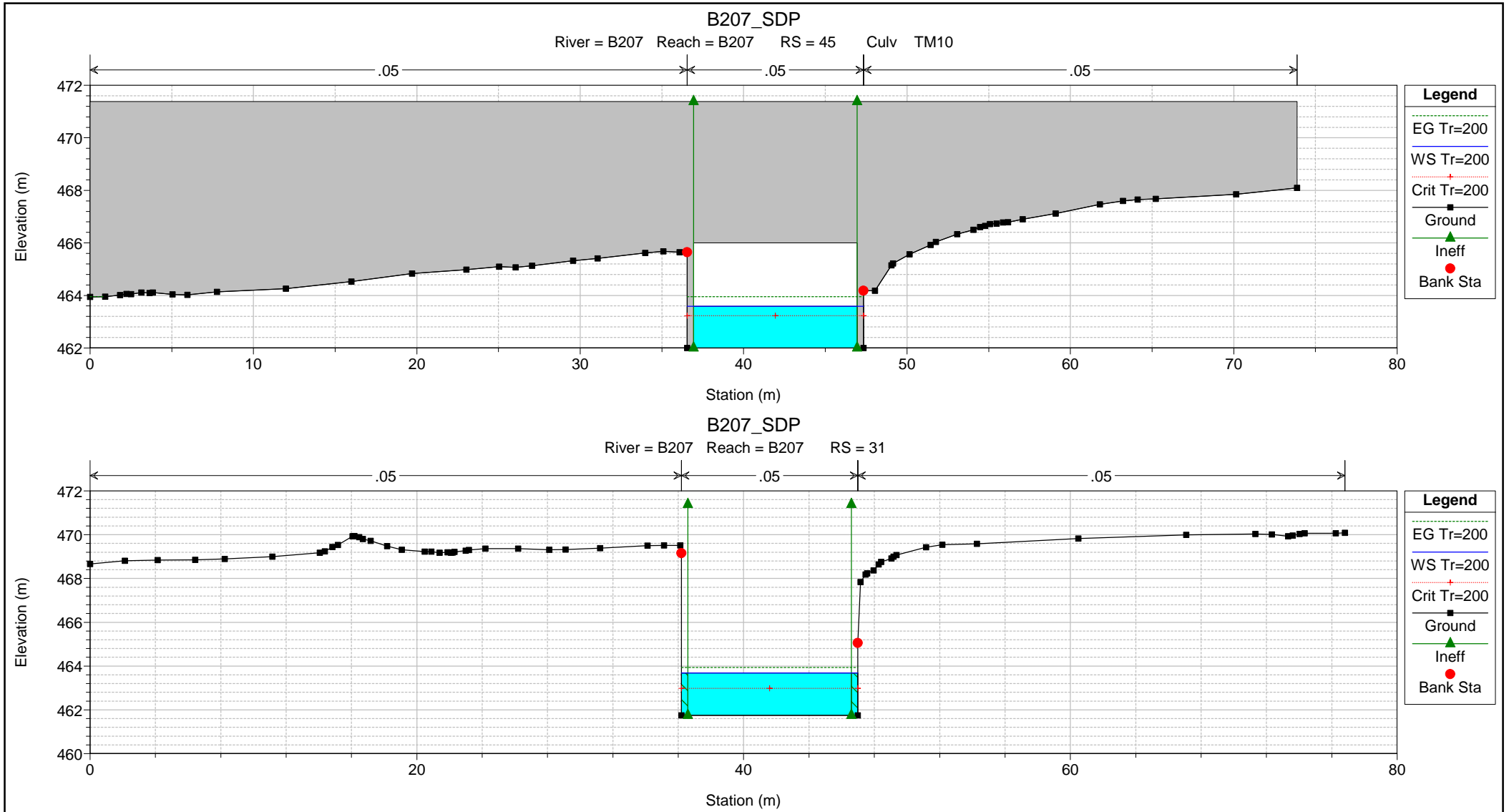


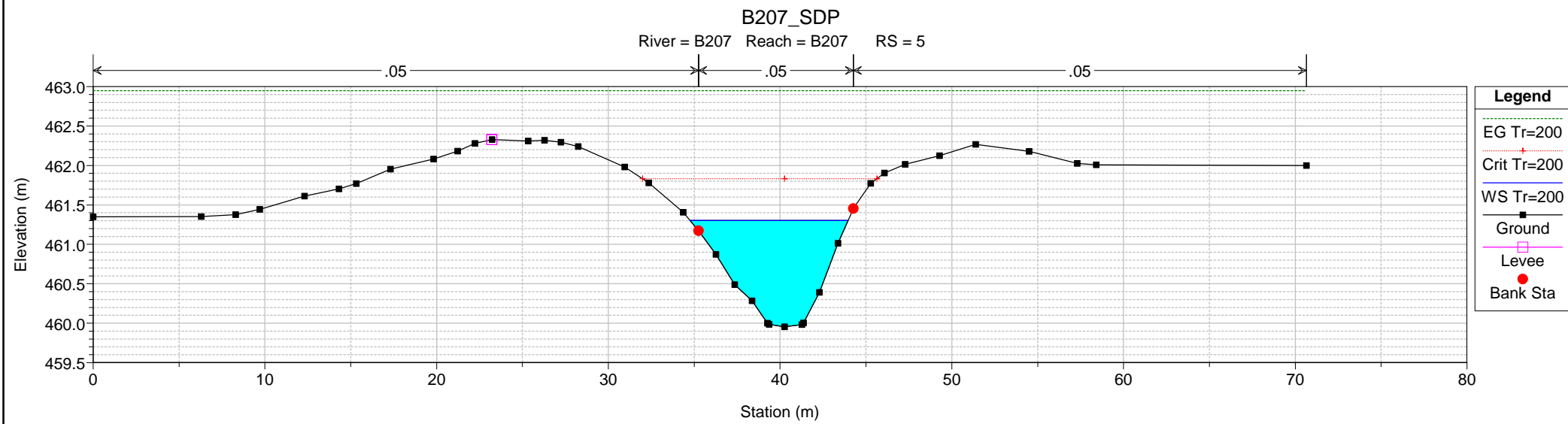
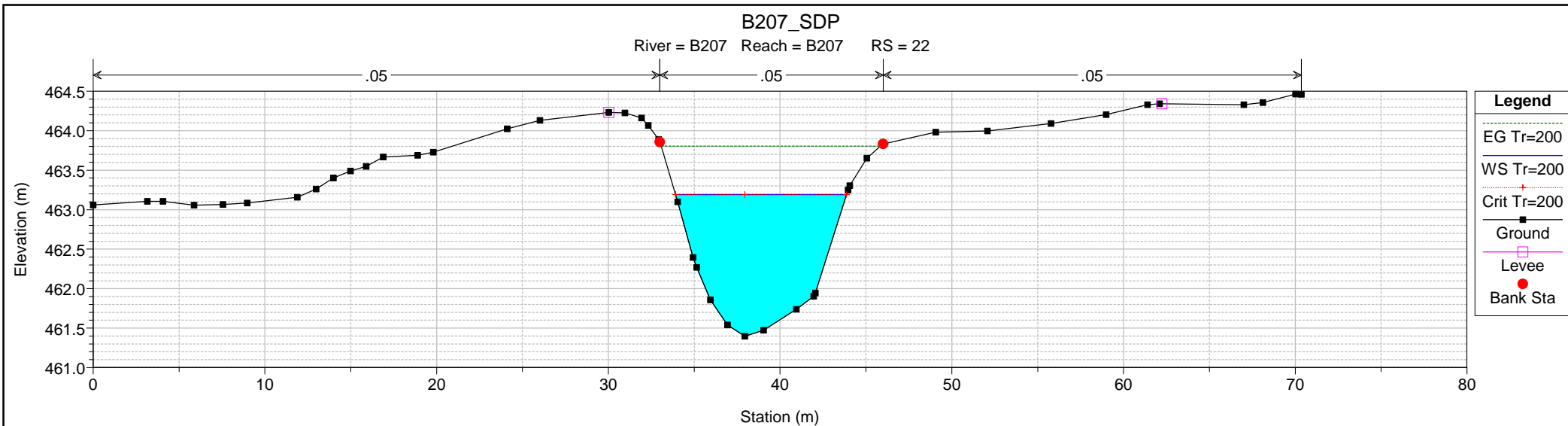








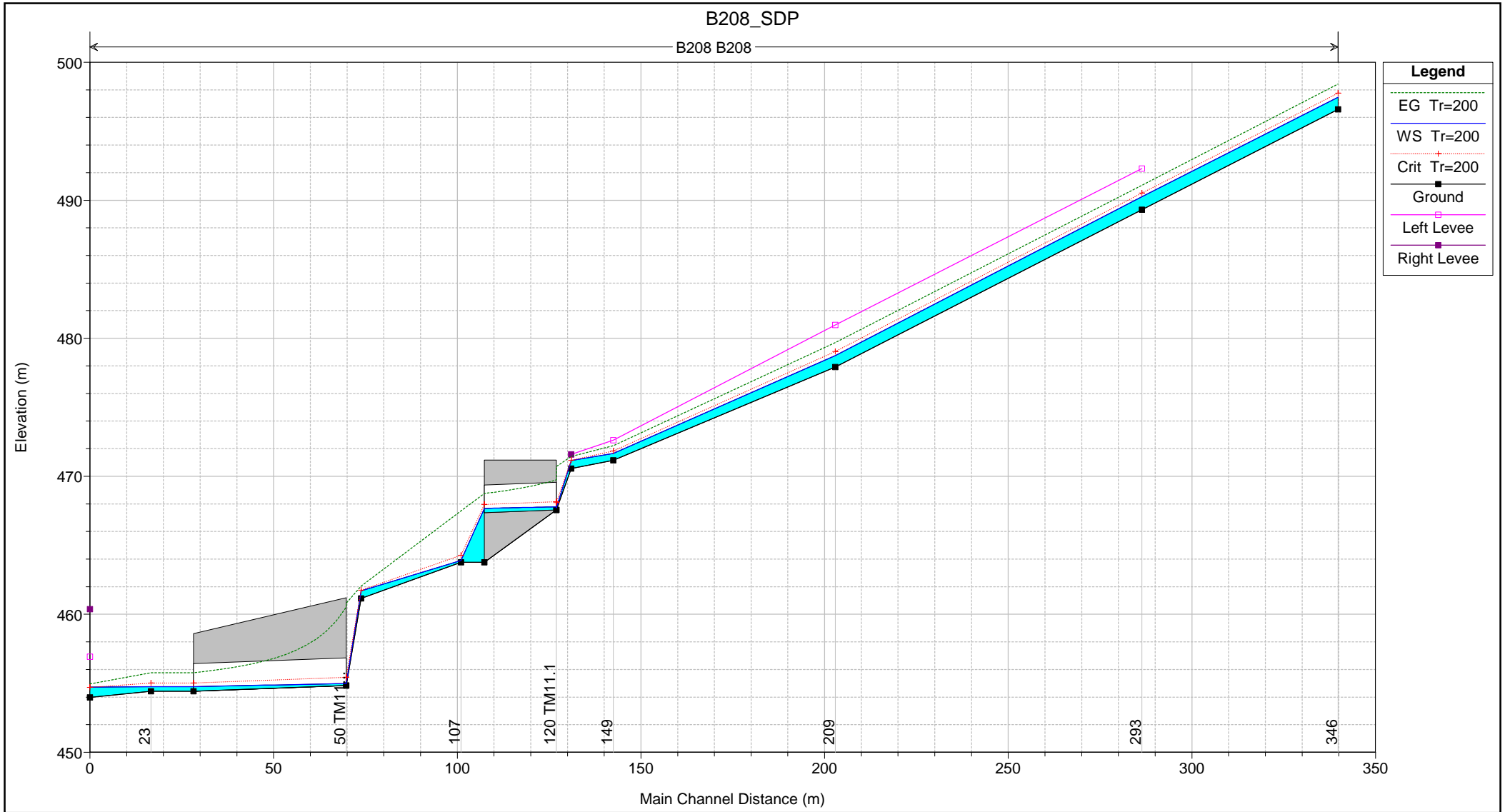


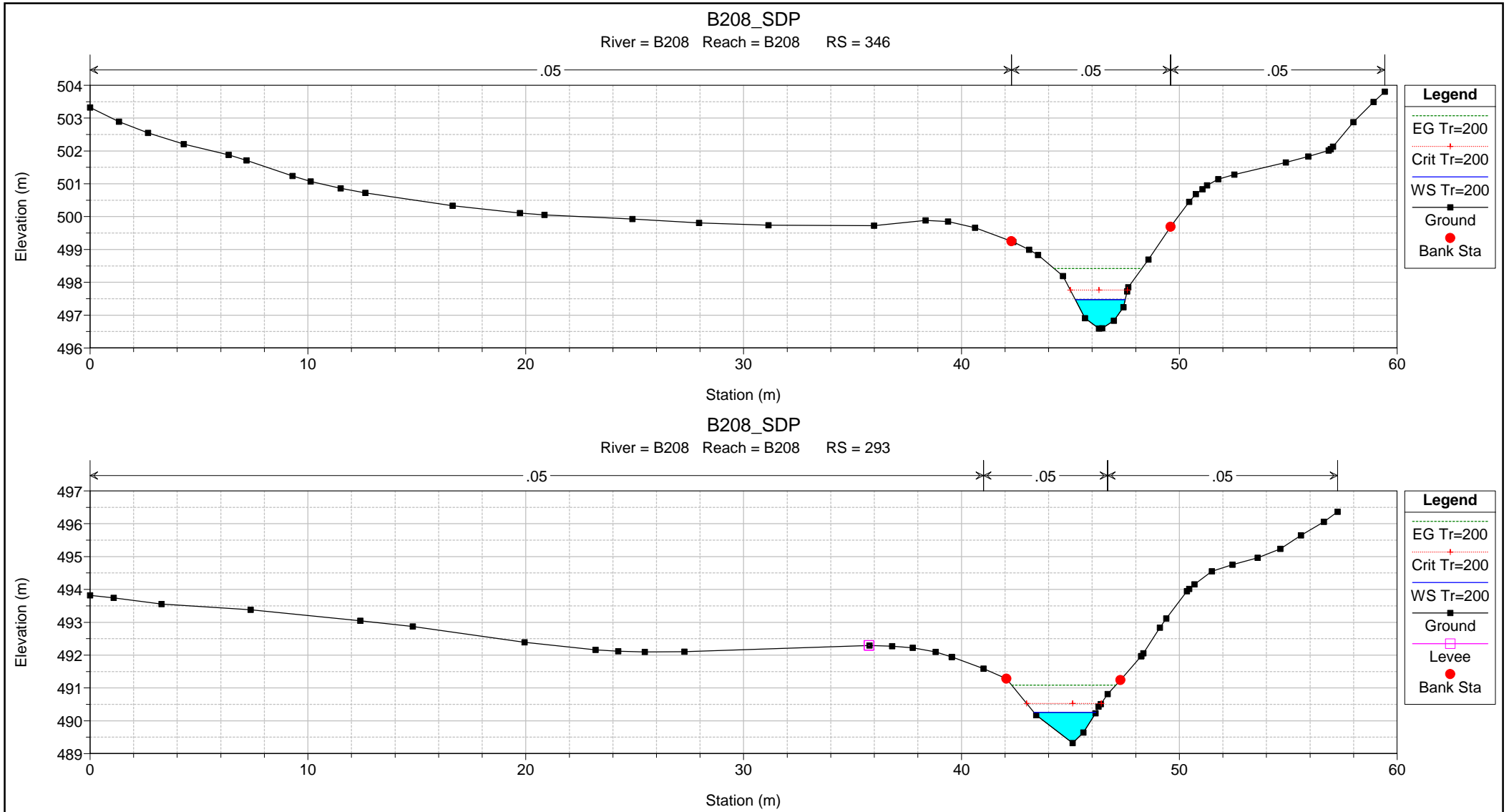


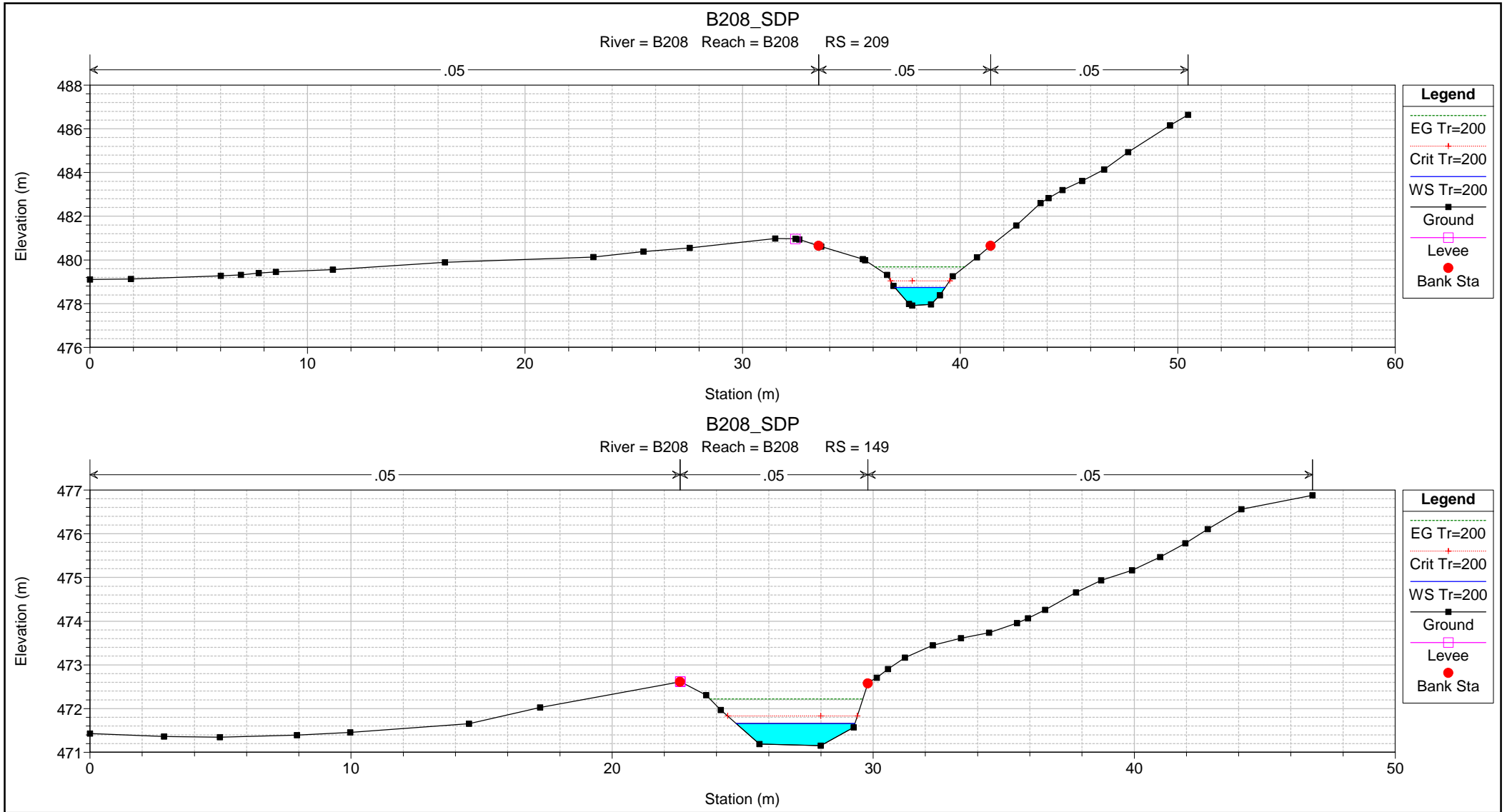
2.2.6. PROGETTO
B.208 - Progr.3+290

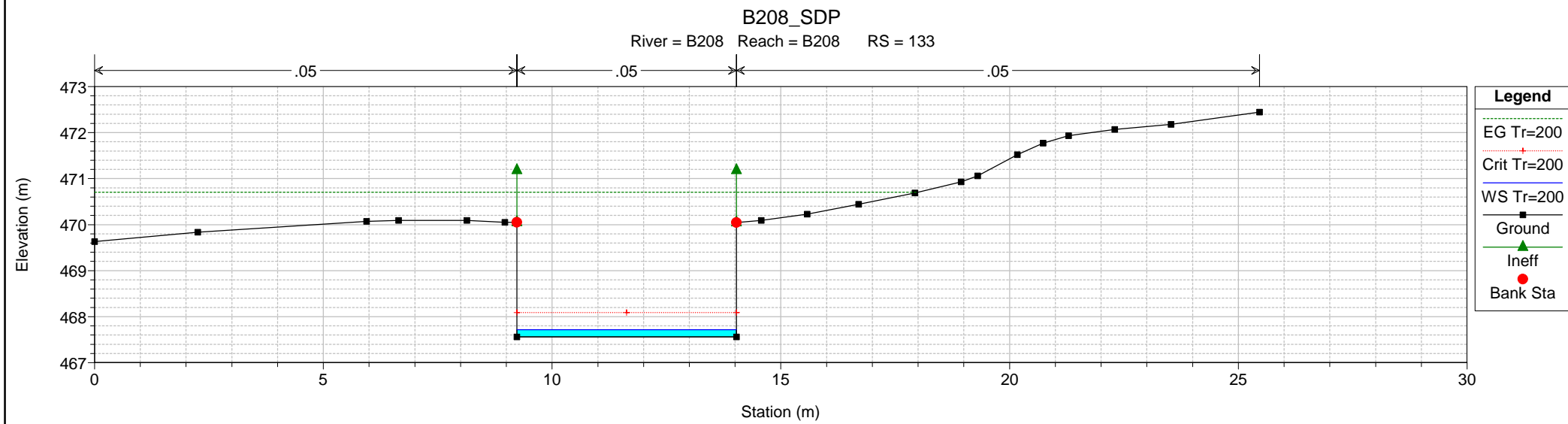
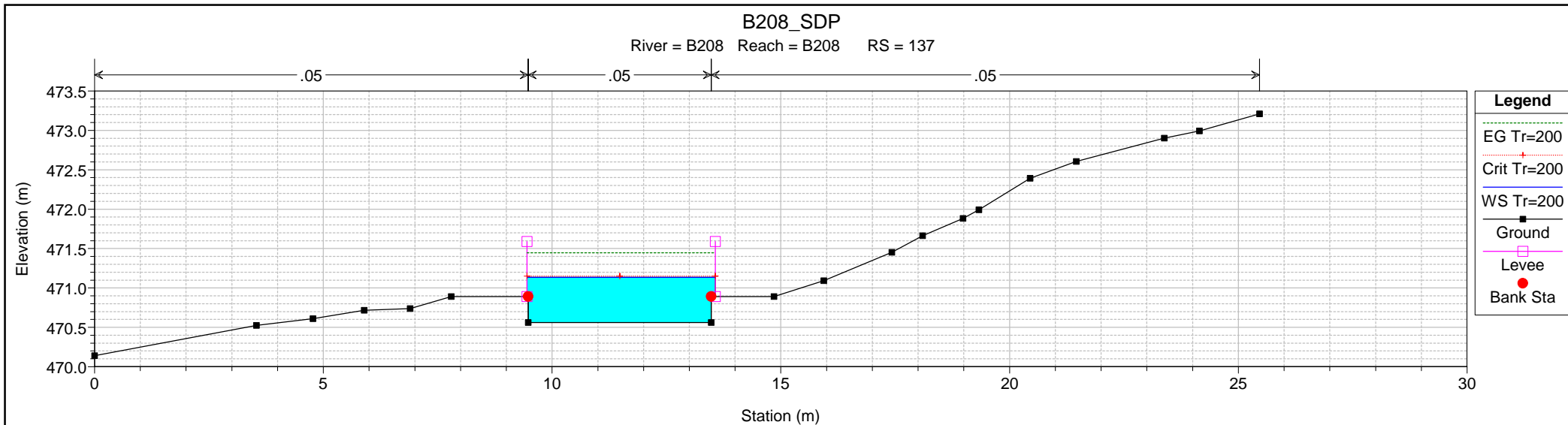
HEC-RAS Plan: B208_SDP River: B208 Reach: B208 Profile: Tr=200

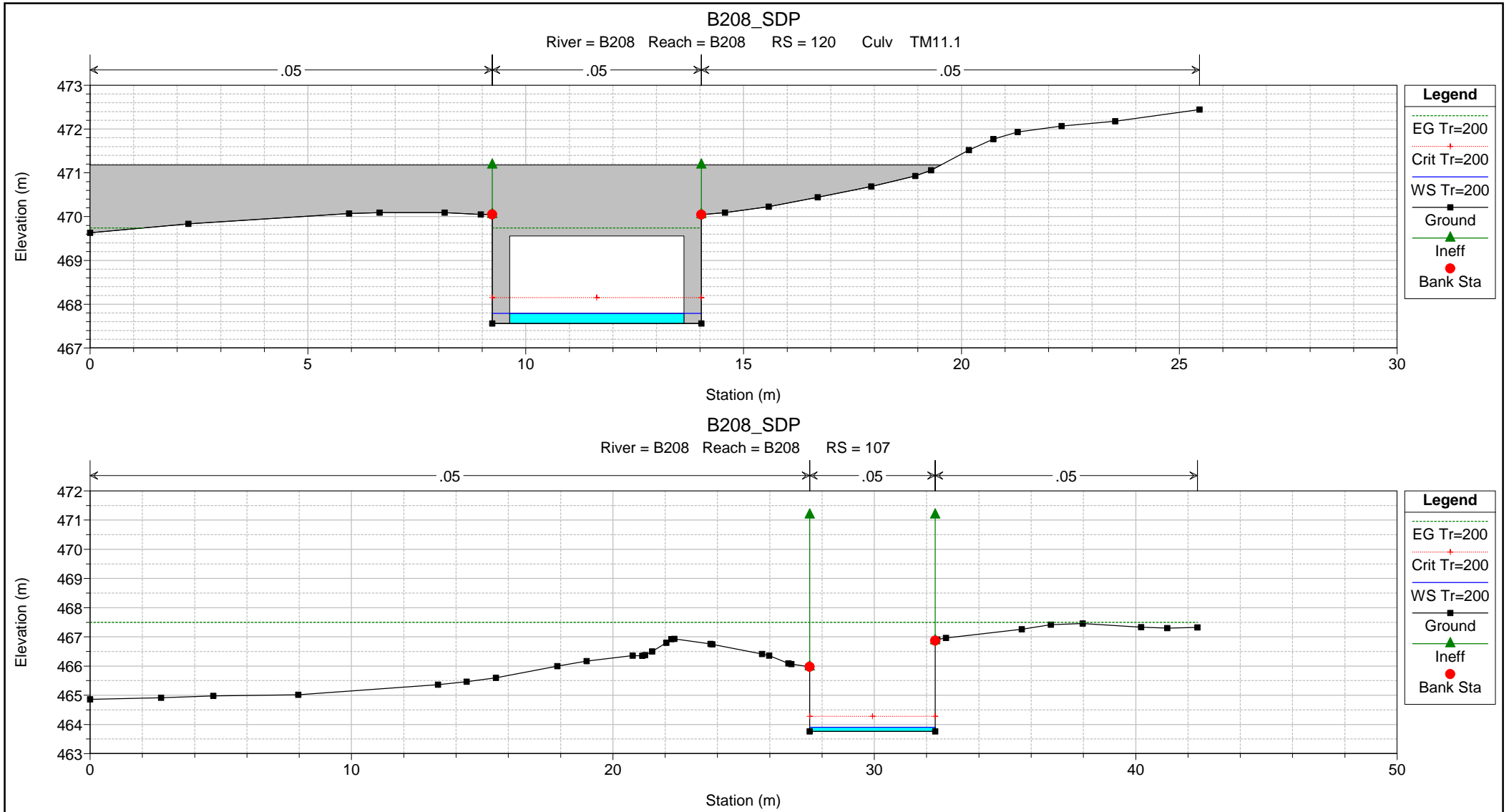
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B208	346	Tr=200	5.70	496.60	0.88	497.47	497.77	-0.30	1.82	498.42	4.32	4.32	0.44	602.37	0.58
B208	293	Tr=200	5.70	489.32	0.93	490.25	490.52	-0.27	1.83	491.09	4.04	4.04	0.41	538.56	0.50
B208	209	Tr=200	5.70	477.92	0.83	478.74	479.04	-0.30	1.81	479.68	4.29	4.29	0.44	595.89	0.57
B208	149	Tr=200	5.70	471.15	0.50	471.66	471.83	-0.17	1.72	472.22	3.31	3.31	0.36	378.68	0.38
B208	137	Tr=200	5.70	470.56	1.00	471.14	471.15	-0.01	1.04	471.45	2.46	2.44	0.49	188.23	0.57
B208	133	Tr=200	5.70	467.56	0.16	467.72	468.09	-0.37	6.20	470.70	7.65	7.65	0.15	2729.07	0.16
B208	120		Culvert												
B208	107	Tr=200	5.70	463.76	0.14	463.90	464.28	-0.38	7.14	467.50	8.40	8.40	0.13	3385.73	0.14
B208	80	Tr=200	5.70	461.15	0.54	461.69	461.74	-0.05	1.14	462.04	2.63	2.63	0.43	225.44	0.54
B208	76	Tr=200	5.70	454.84	0.13	454.98	455.43	-0.45	9.35	460.80	10.69	10.69	0.13	5483.67	0.13
B208	50		Culvert												
B208	23	Tr=200	5.70	454.43	0.32	454.75	455.02	-0.27	2.53	455.77	4.48	4.48	0.32	719.67	0.32
B208	6	Tr=200	5.70	453.98	0.74	454.72	454.71	0.01	0.95	454.95	2.09	2.09	0.47	137.87	0.49

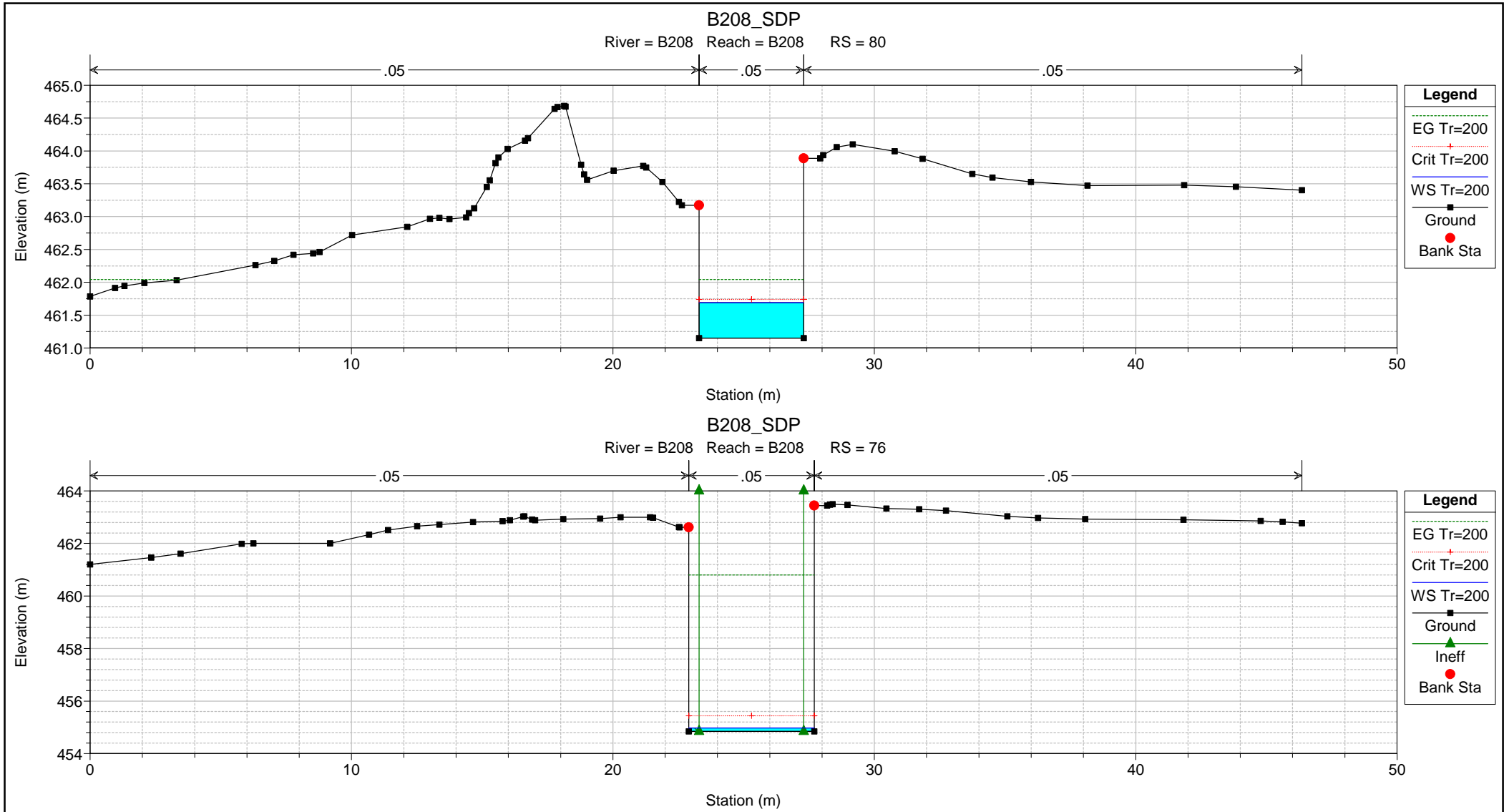


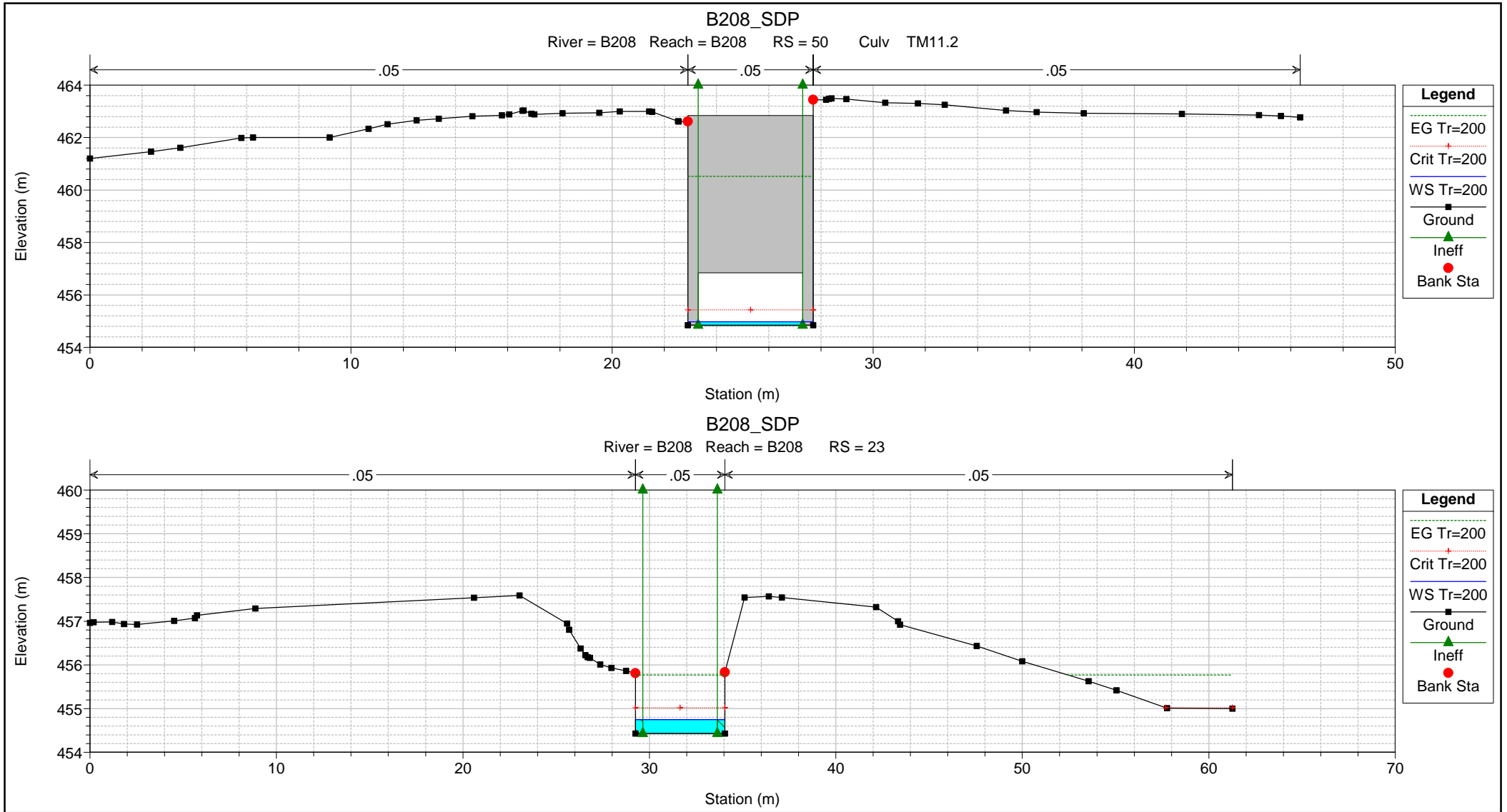


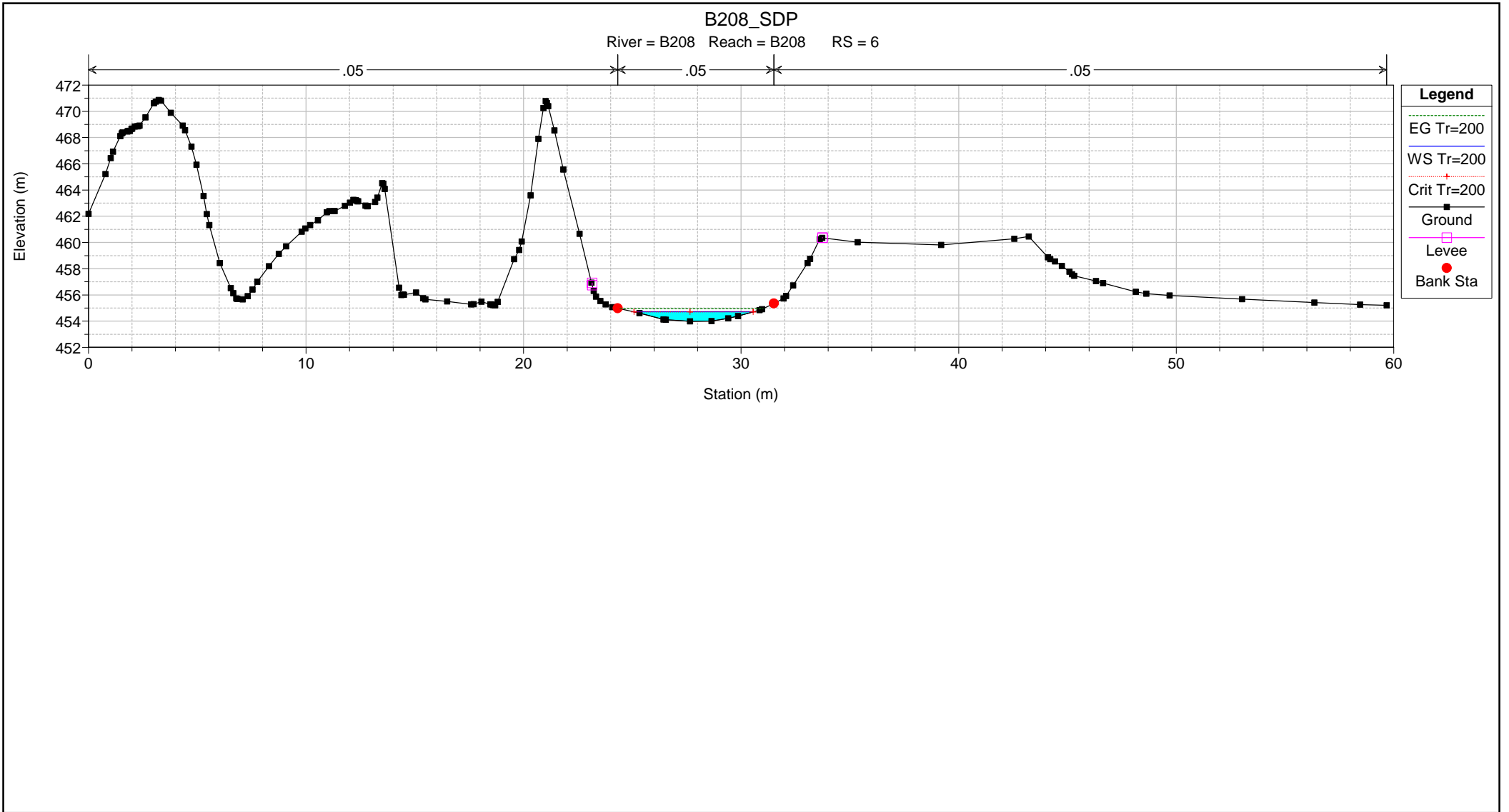








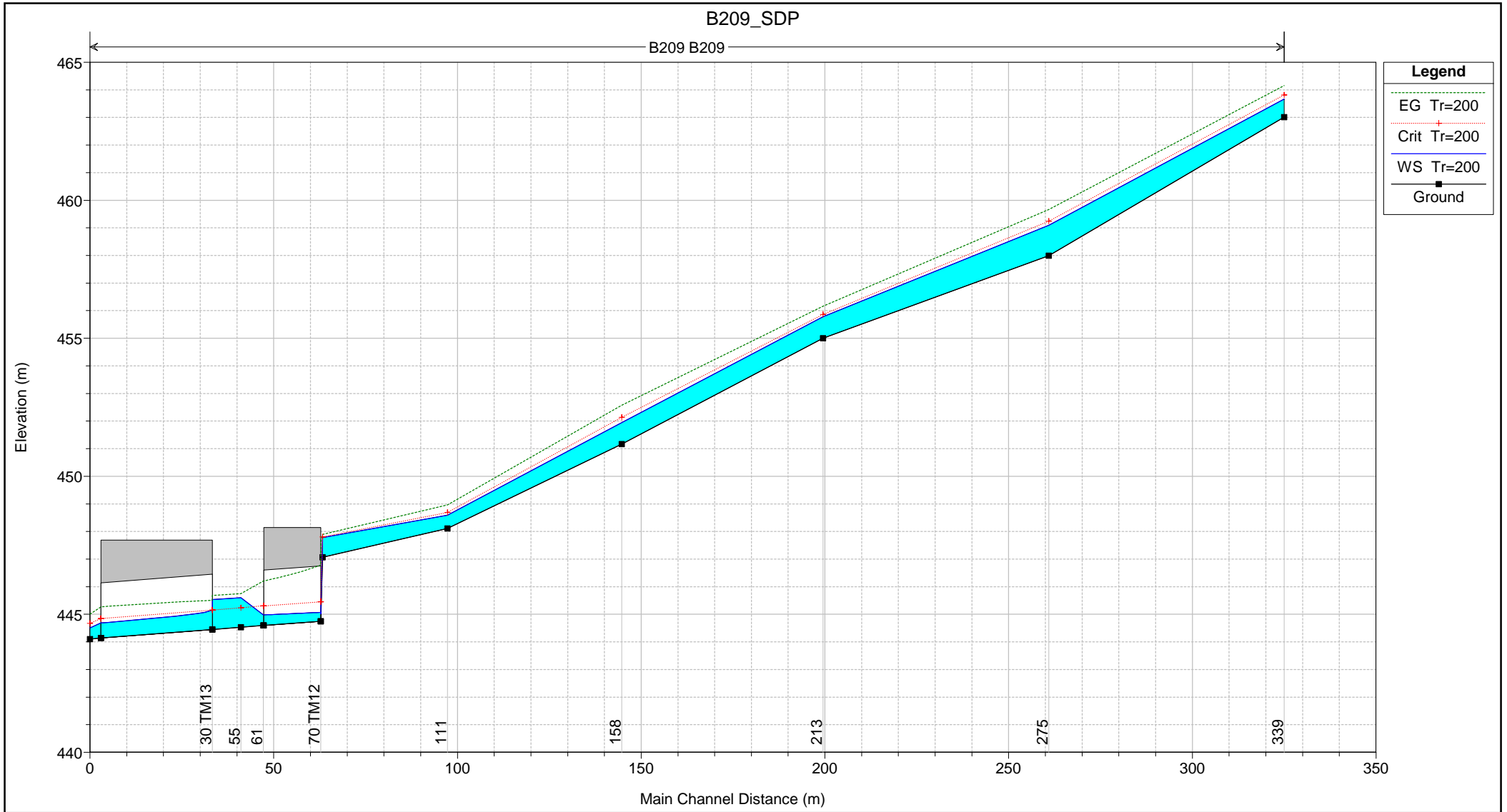


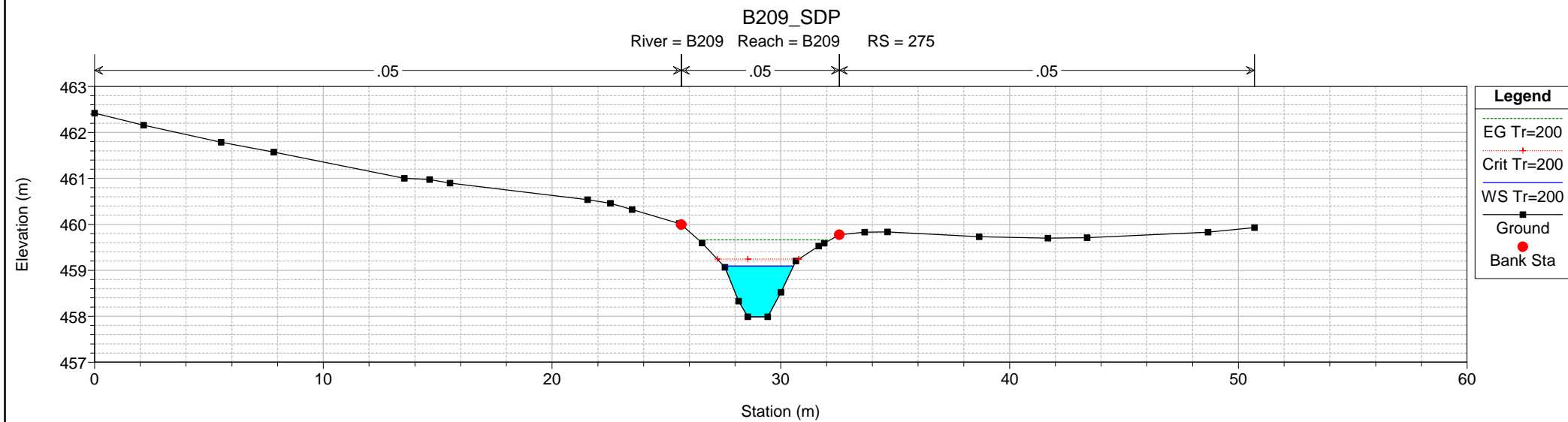
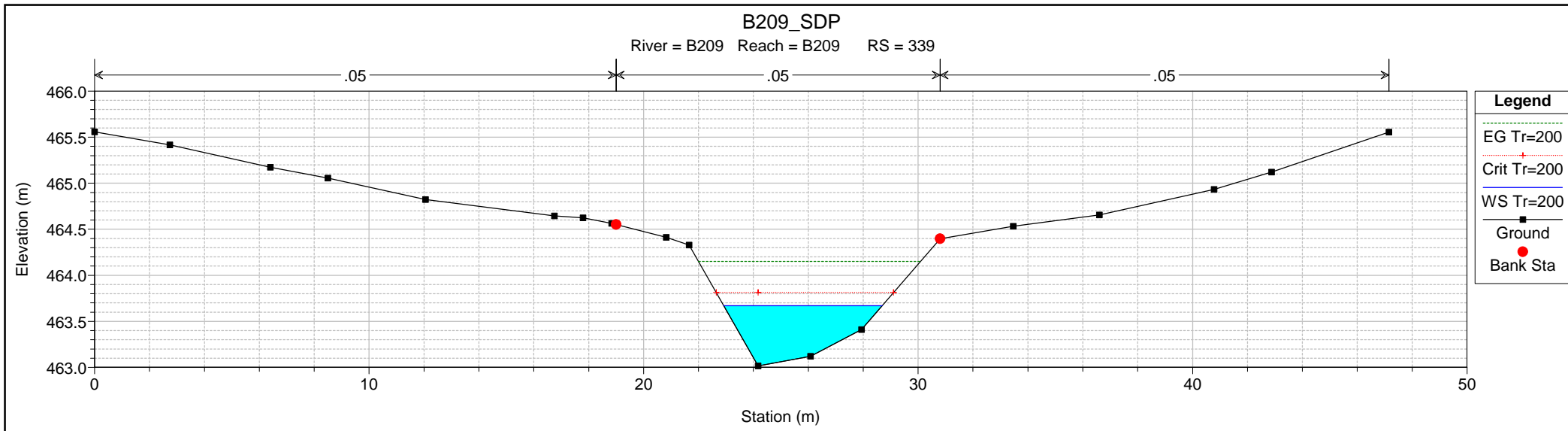


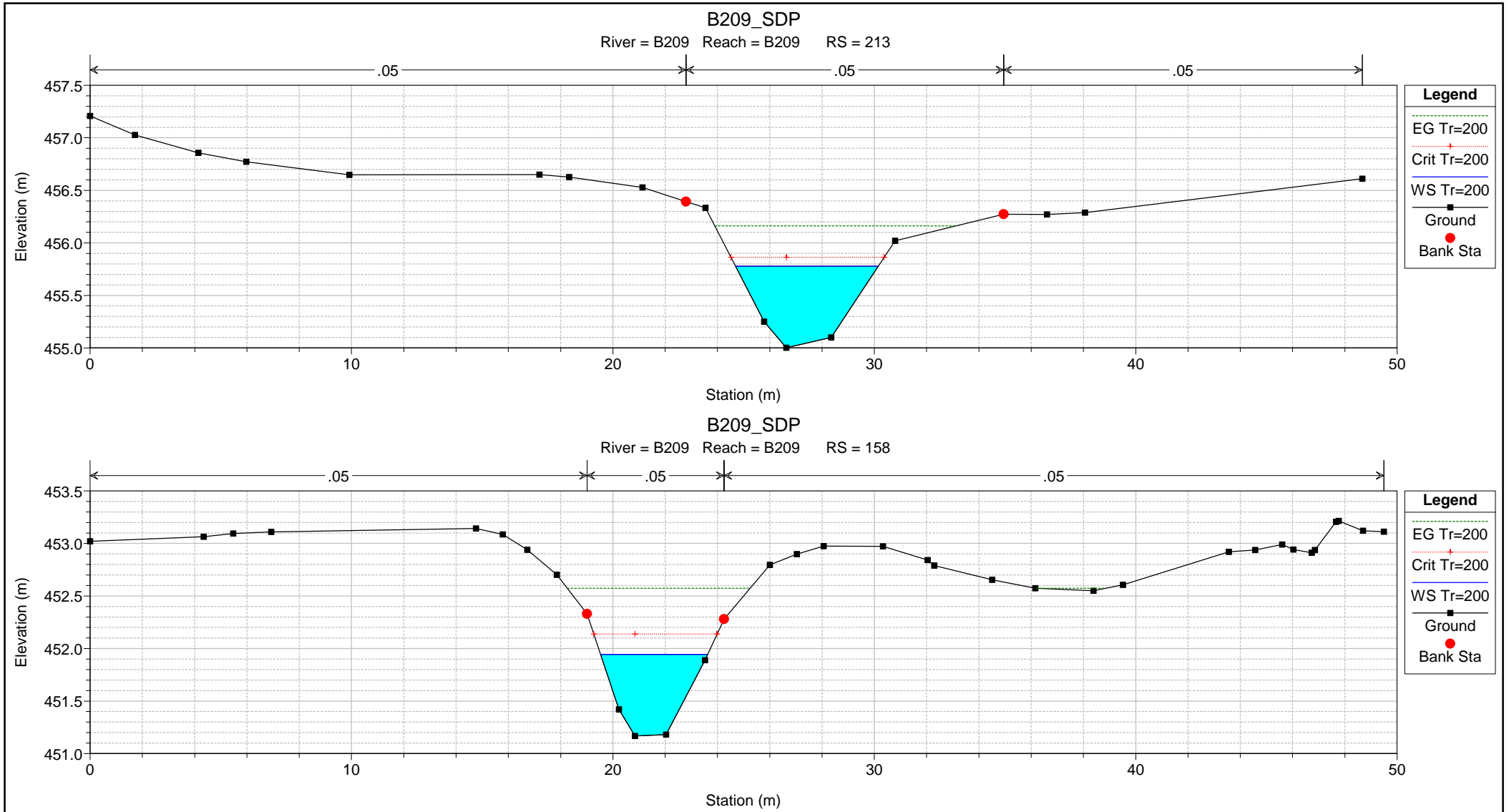
2.2.7. PROGETTO
B.209 - Progr.3+665

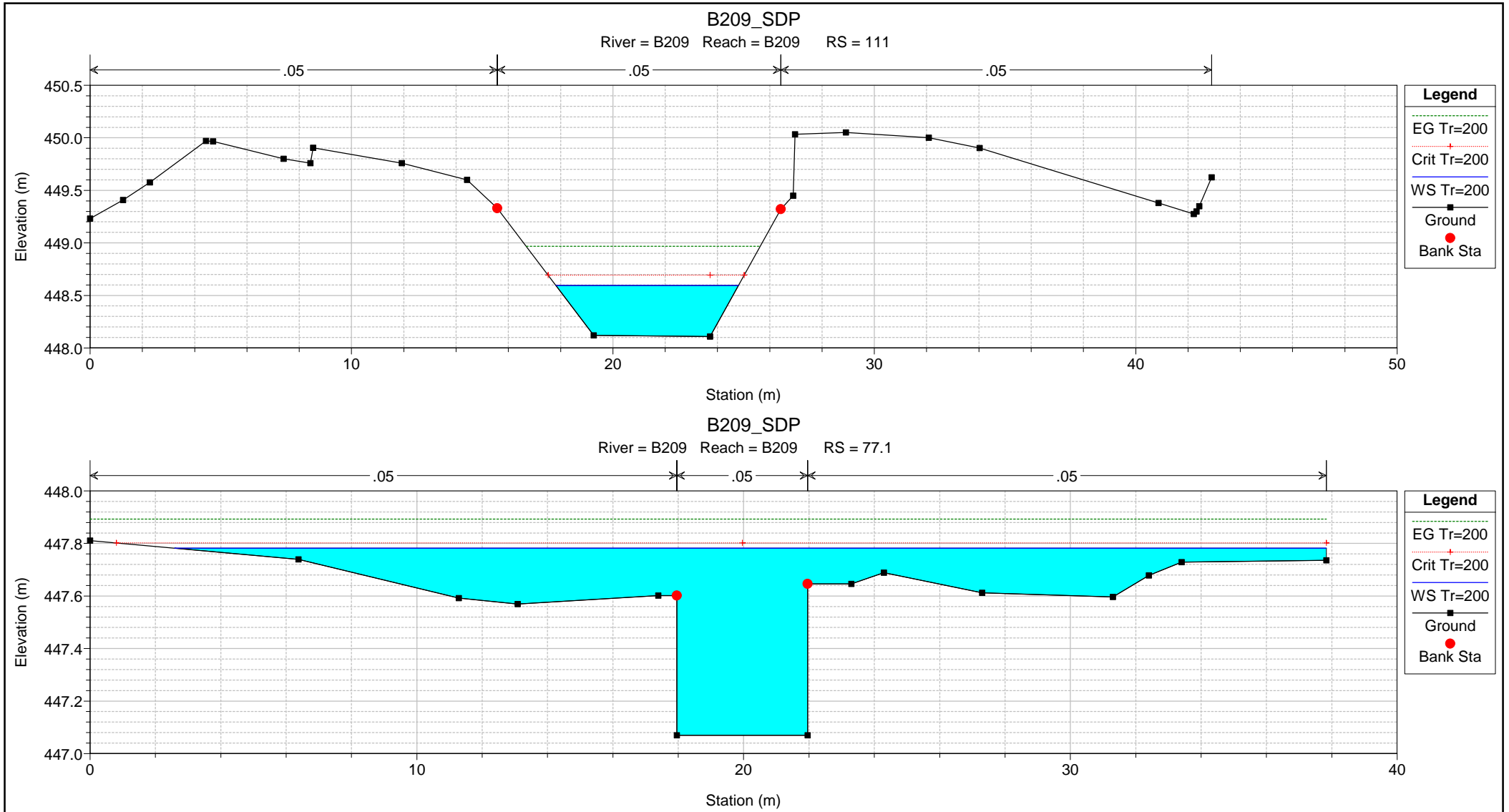
HEC-RAS Plan: B209_SDP River: B209 Reach: B209 Profile: Tr=200

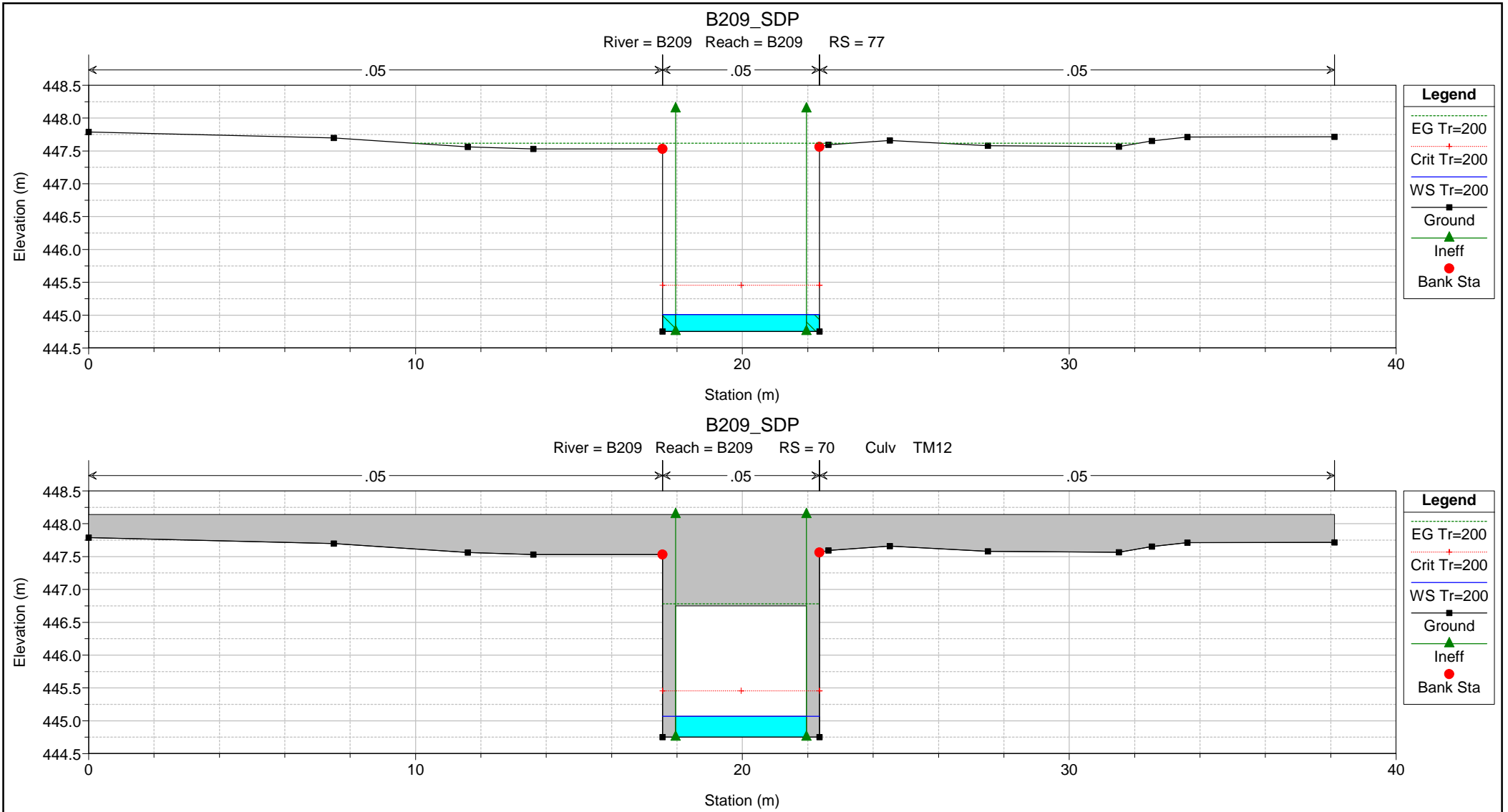
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B209	339	Tr=200	7.40	463.02	0.65	463.67	463.81	-0.14	1.52	464.15	3.08	3.08	0.40	314.69	0.42
B209	275	Tr=200	7.40	457.99	1.10	459.09	459.24	-0.15	1.26	459.66	3.35	3.35	0.56	335.09	0.73
B209	213	Tr=200	7.40	455.00	0.77	455.78	455.86	-0.08	1.25	456.16	2.74	2.74	0.47	237.06	0.49
B209	158	Tr=200	7.40	451.17	0.77	451.94	452.14	-0.20	1.57	452.57	3.52	3.52	0.47	390.24	0.51
B209	111	Tr=200	7.40	448.11	0.48	448.59	448.69	-0.10	1.38	448.97	2.70	2.70	0.38	246.87	0.39
B209	77.1	Tr=200	7.40	447.07	0.71	447.78	447.80	-0.02	0.66	447.89	1.75	1.11	0.56	90.85	0.19
B209	77	Tr=200	7.40	444.75	0.26	445.01	445.46	-0.45	4.49	447.62	7.15	7.15	0.26	1969.03	0.26
B209	70		Culvert												
B209	61	Tr=200	7.40	444.60	0.38	444.98	445.31	-0.33	2.55	446.21	4.91	4.91	0.38	817.53	0.38
B209	55	Tr=200	7.40	444.53	1.07	445.60	445.23	0.37	0.54	445.75	1.73	1.73	0.70	83.02	1.07
B209	47	Tr=200	7.40	444.45	1.08	445.53	445.16	0.37	0.52	445.68	1.71	1.71	1.08	69.62	1.08
B209	30		Culvert												
B209	17	Tr=200	7.40	444.14	0.55	444.69	444.85	-0.16	1.46	445.27	3.37	3.37	0.55	341.04	0.55
B209	14	Tr=200	7.40	444.10	0.40	444.50	444.67	-0.17	1.69	445.01	3.13	3.13	0.34	344.54	0.35

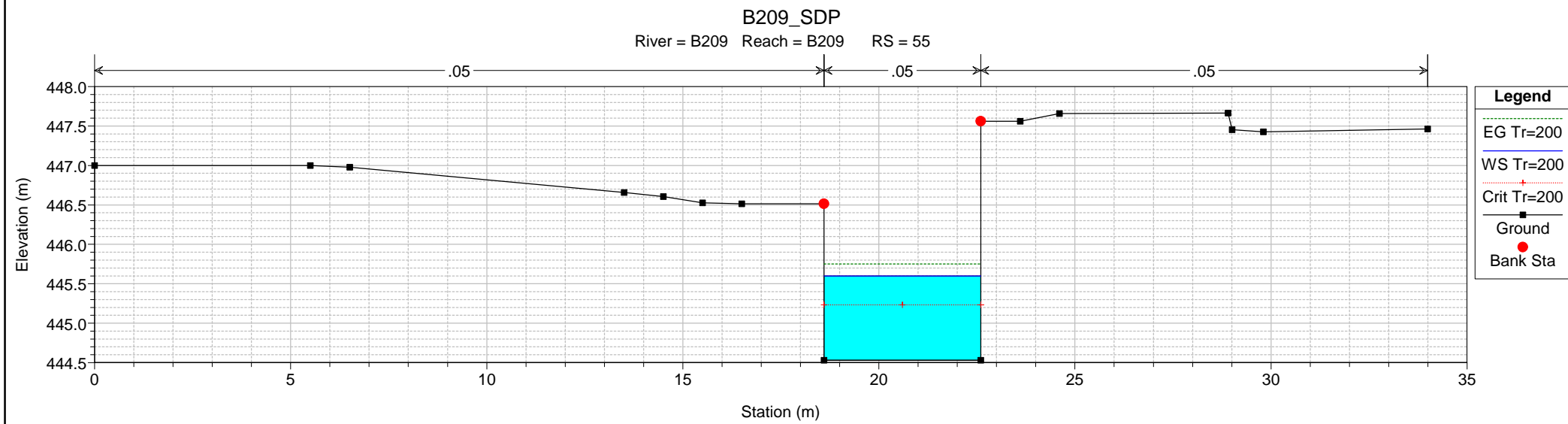
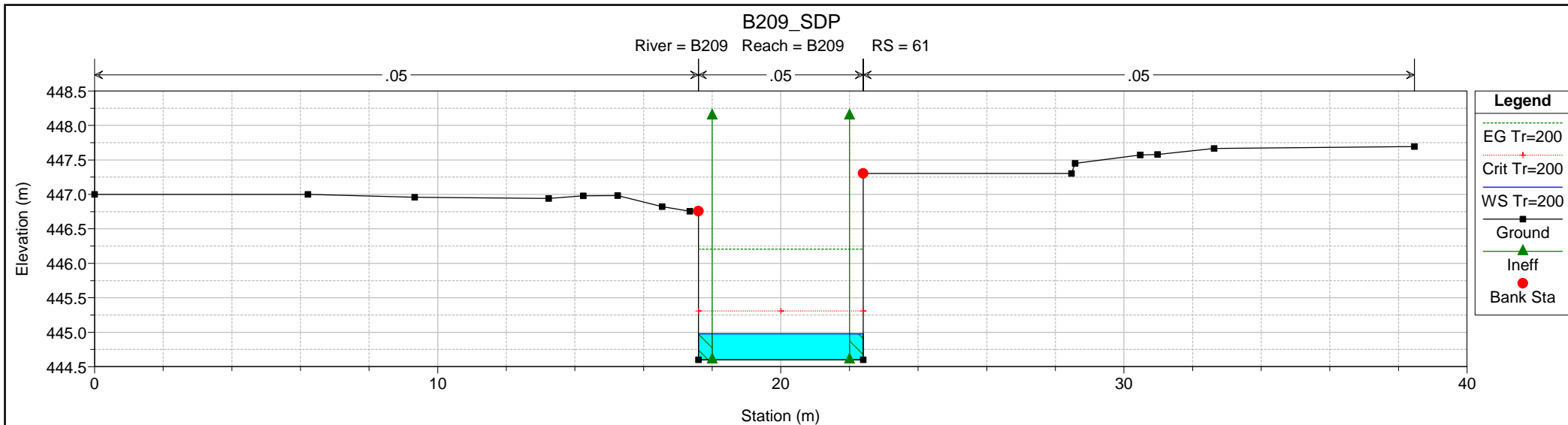


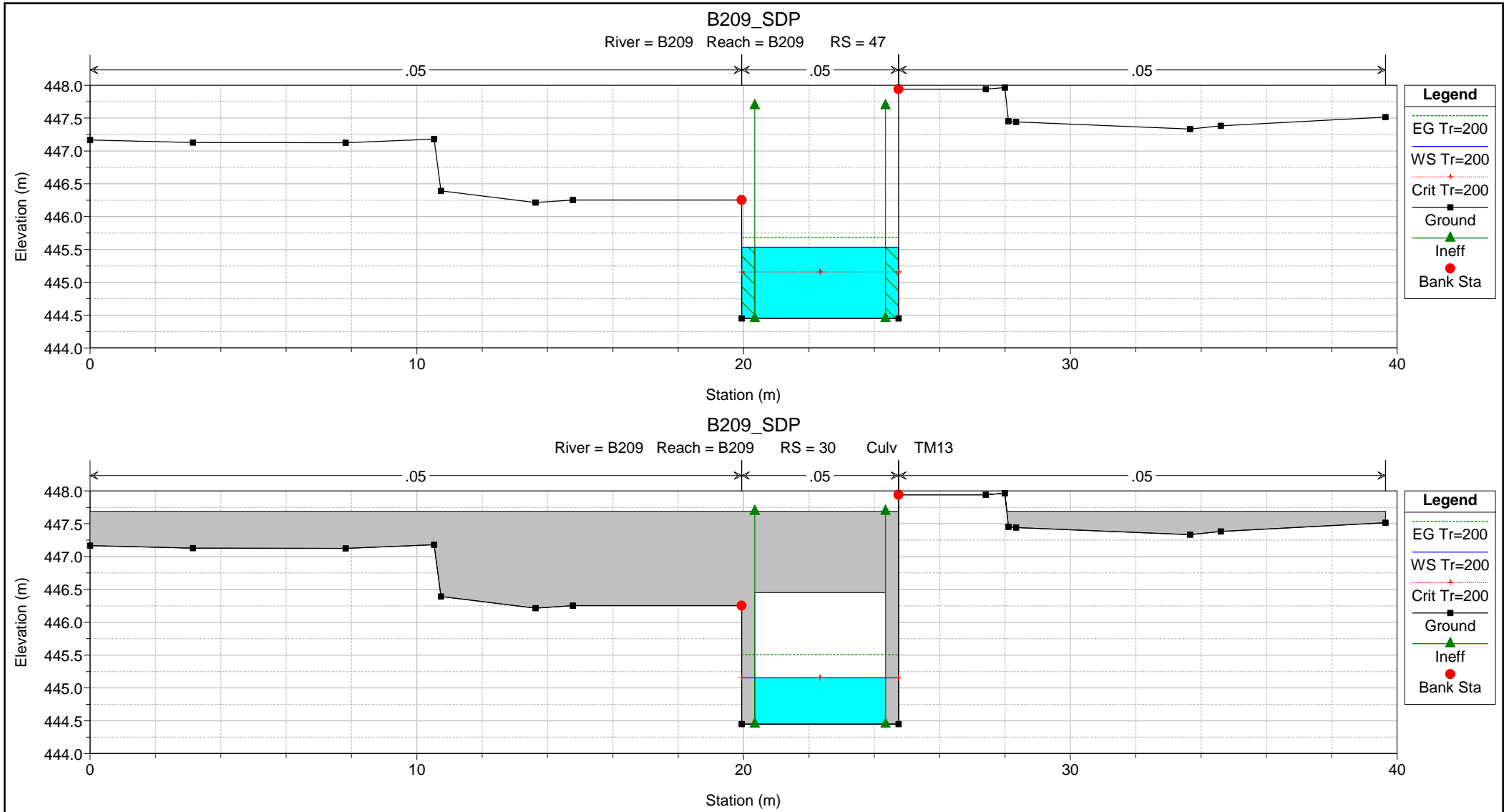


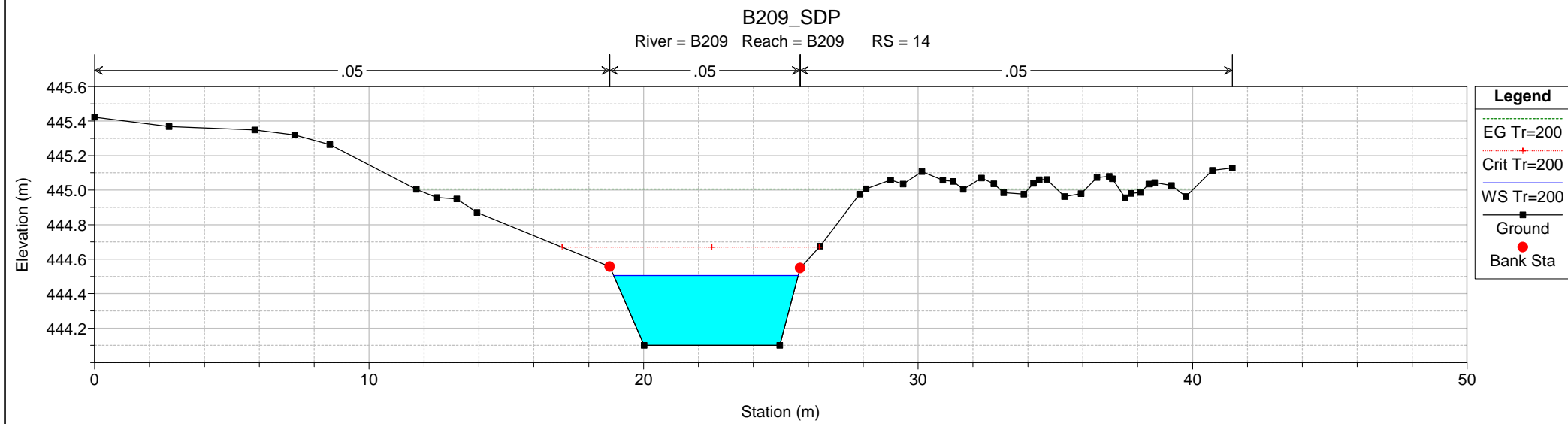
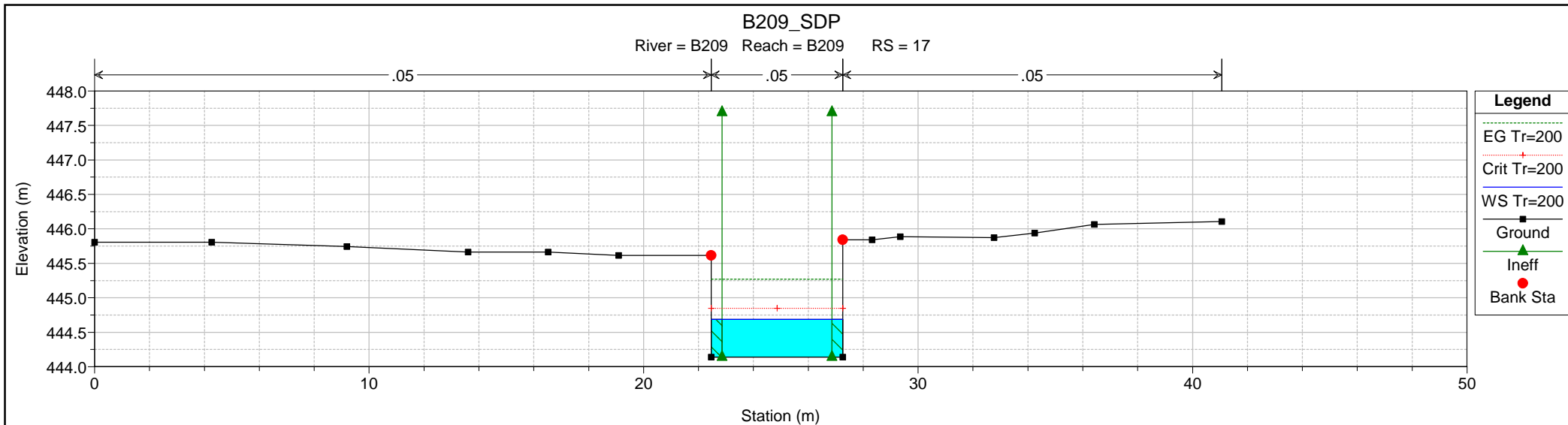








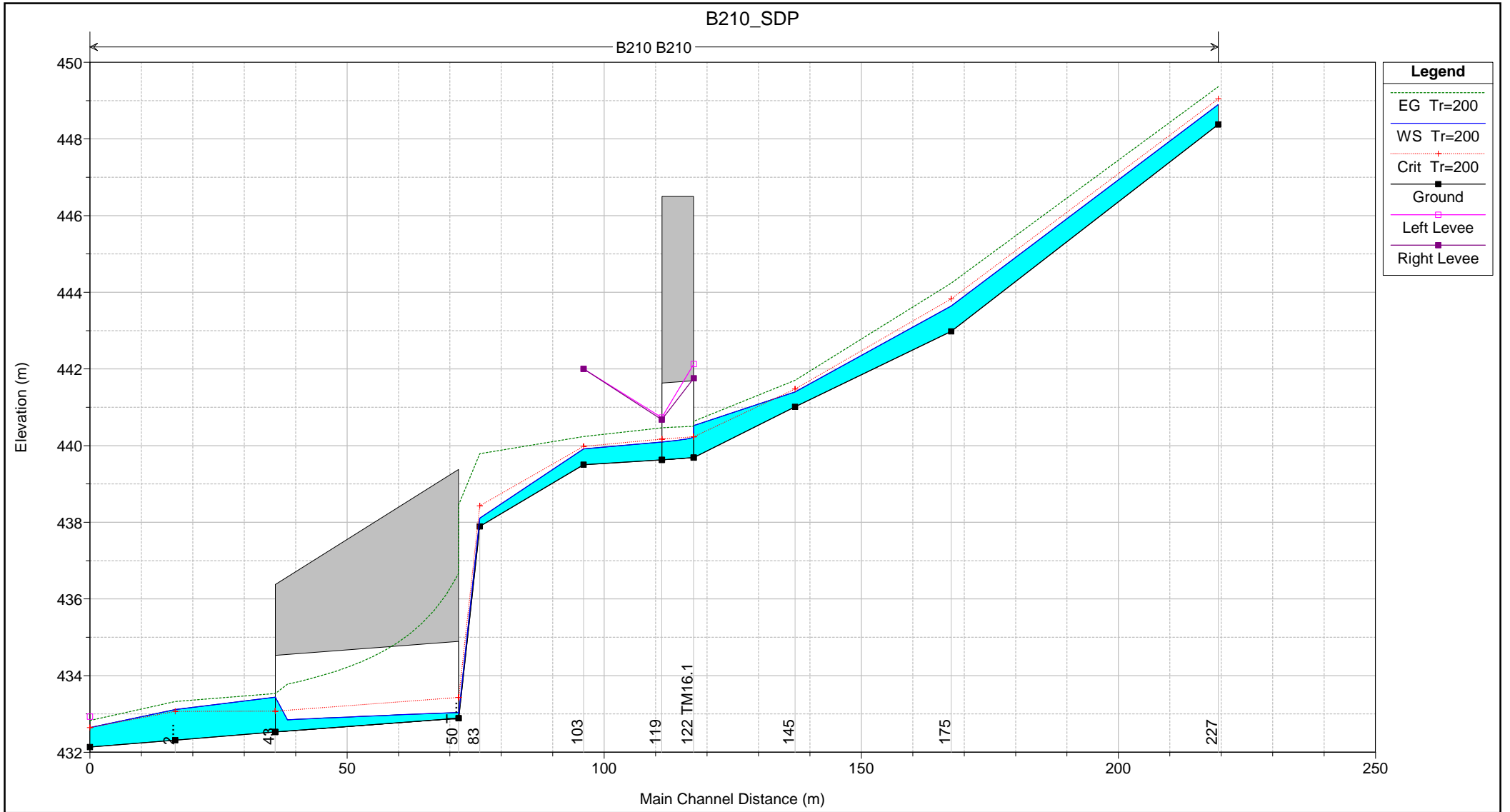


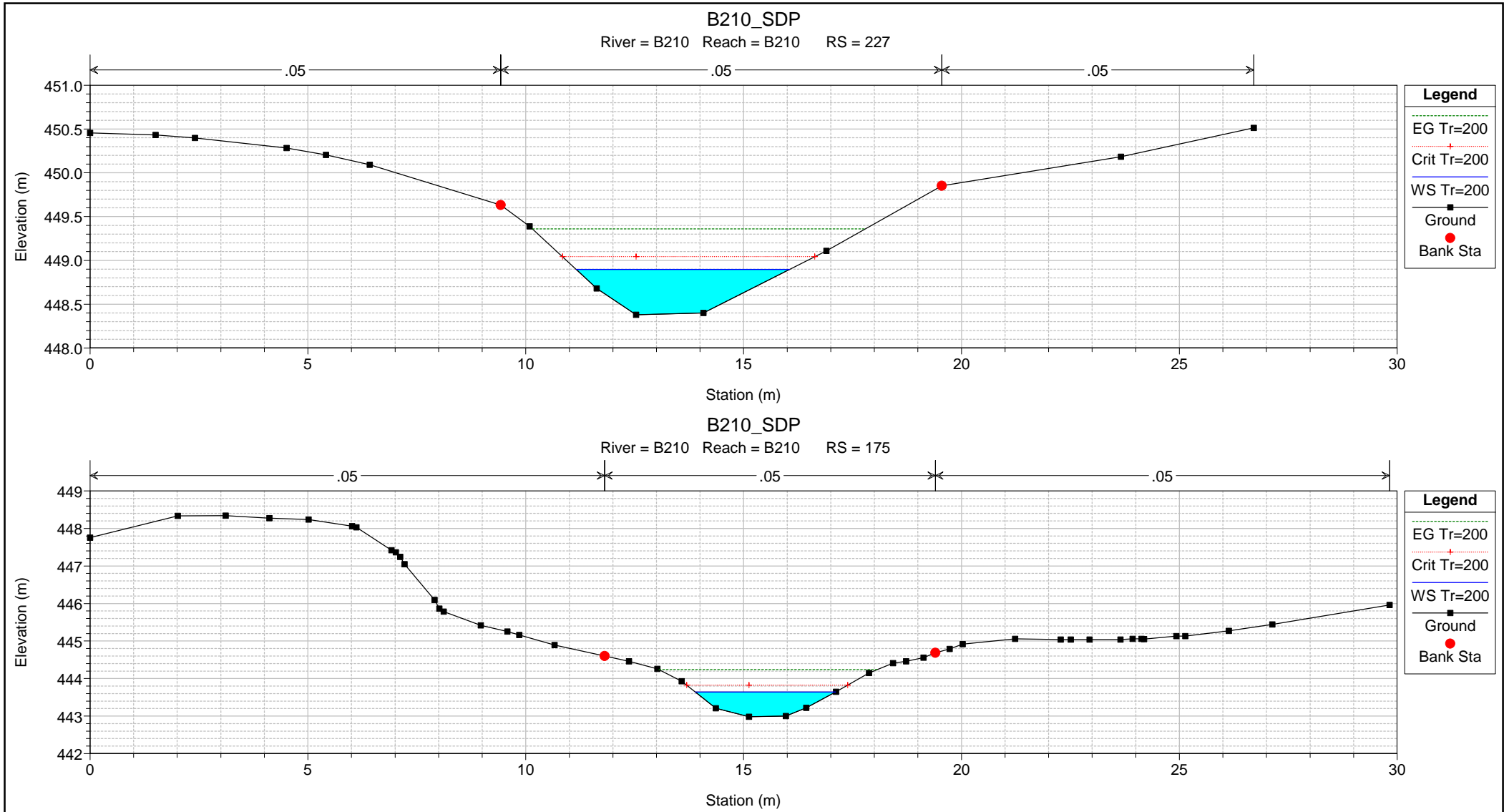


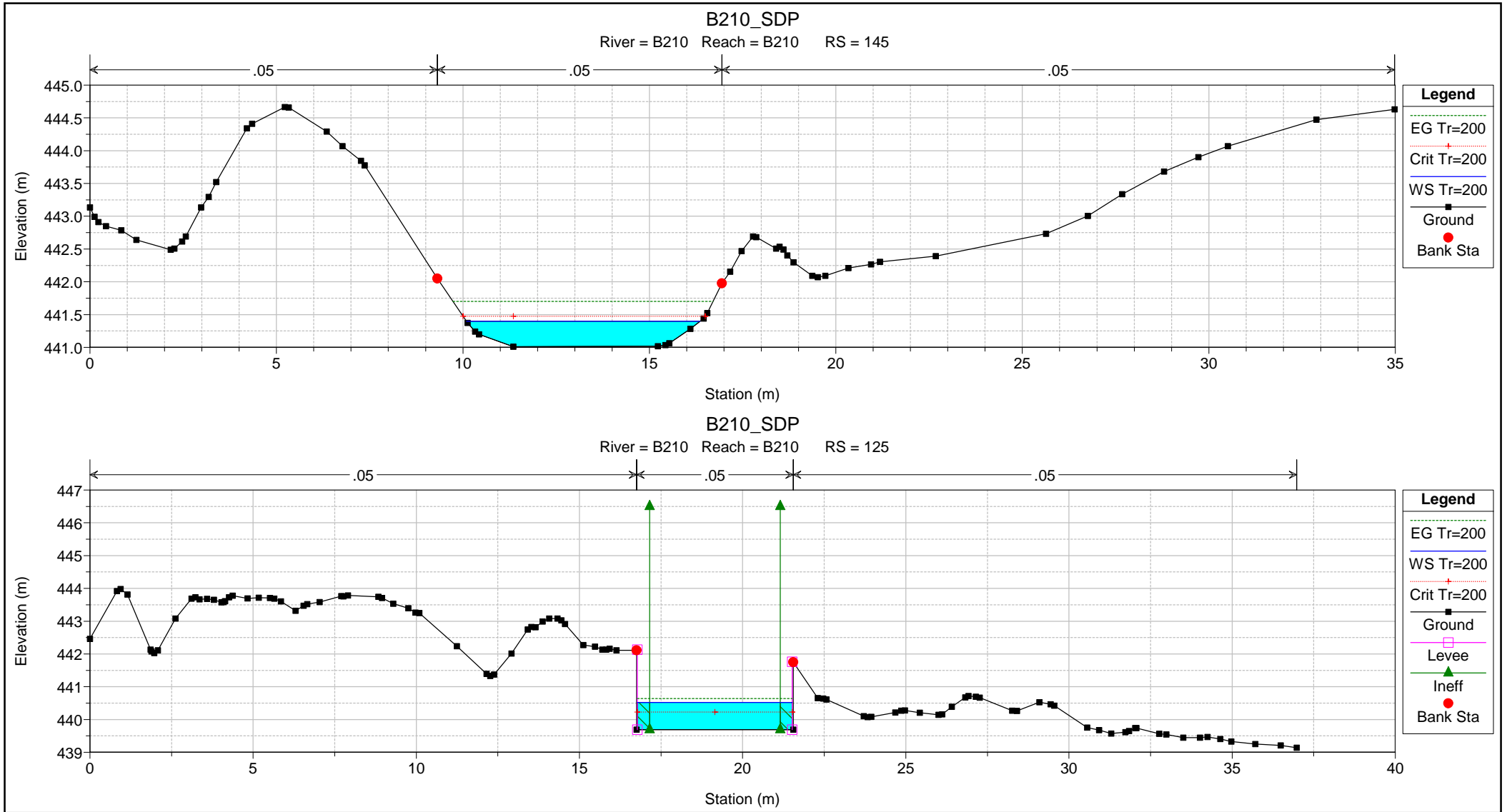
2.2.8. PROGETTO
B.210 - Progr.4+210

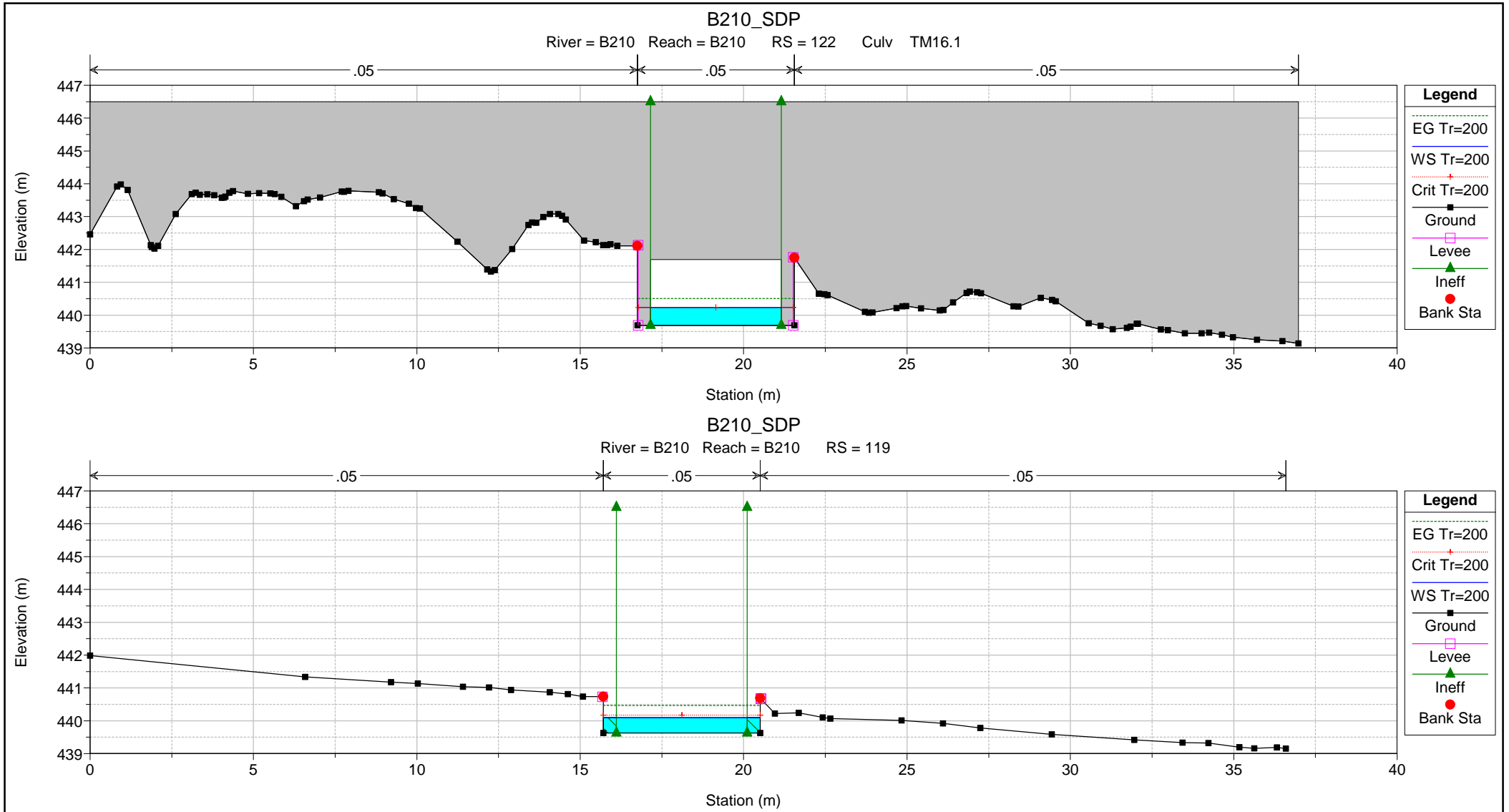
HEC-RAS Plan: B210_SDP River: B210 Reach: B210 Profile: Tr=200

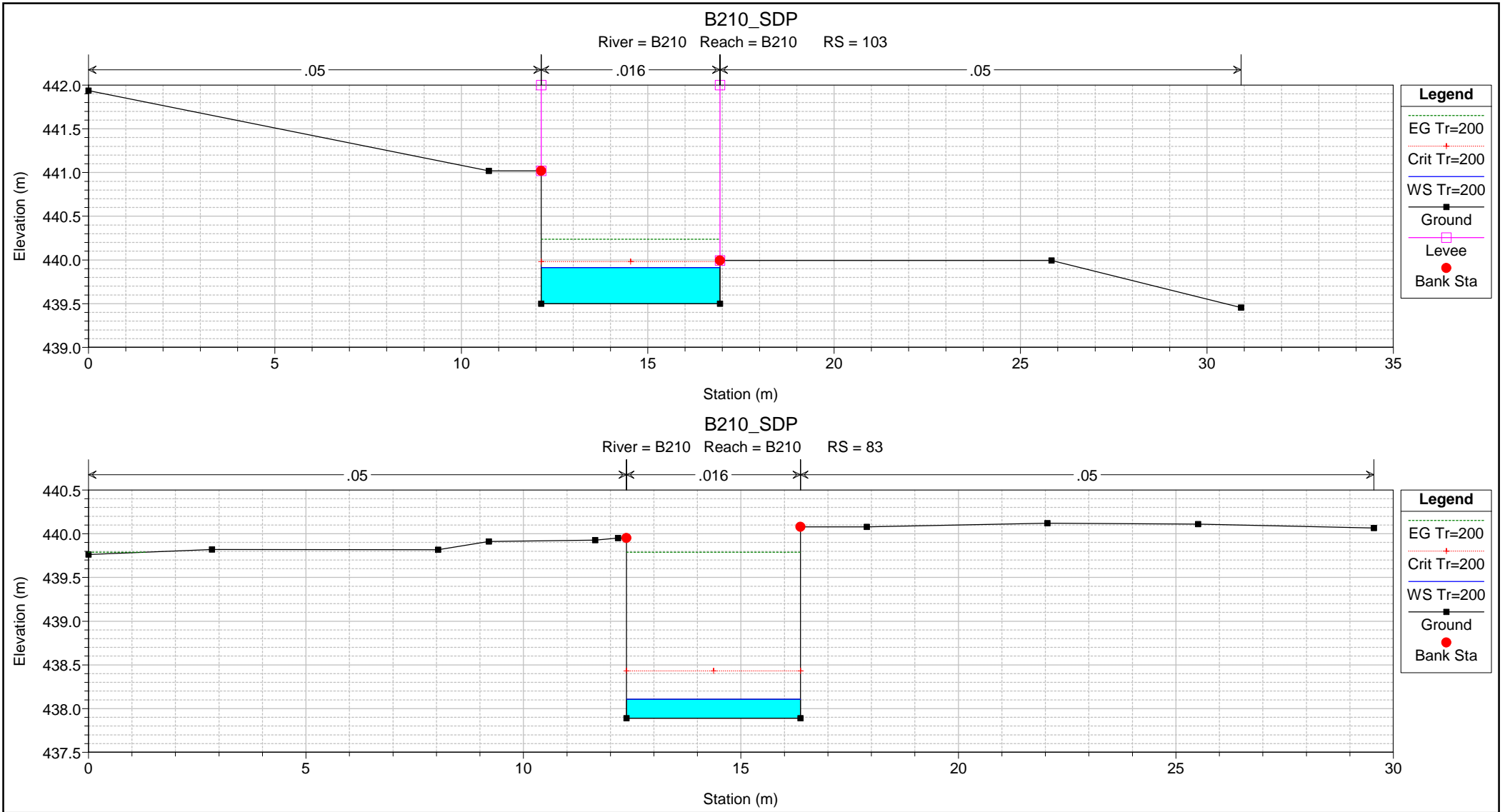
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B210	227	Tr=200	5.00	448.38	0.52	448.90	449.04	-0.14	1.65	449.36	3.01	3.01	0.33	322.25	0.34
B210	175	Tr=200	5.00	442.98	0.66	443.64	443.83	-0.19	1.62	444.24	3.42	3.42	0.41	386.58	0.45
B210	145	Tr=200	5.00	441.01	0.39	441.40	441.47	-0.07	1.36	441.70	2.44	2.44	0.32	213.49	0.33
B210	125	Tr=200	5.00	439.69	1.38	440.52	440.23	0.29	0.52	440.64	1.50	1.50	0.83	58.49	0.83
B210	122		Culvert												
B210	119	Tr=200	5.00	439.63	0.94	440.09	440.17	-0.08	1.26	440.46	2.69	2.69	0.46	229.11	0.46
B210	103	Tr=200	5.00	439.50	0.46	439.91	439.98	-0.07	1.25	440.24	2.52	2.52	0.35	22.49	0.41
B210	83	Tr=200	5.00	437.89	0.22	438.11	438.43	-0.32	3.93	439.79	5.74	5.74	0.20	142.42	0.22
B210	79	Tr=200	5.00	432.89	0.12	433.01	433.43	-0.42	9.50	438.46	10.34	10.34	0.12	5300.97	0.12
B210	50		Culvert												
B210	43	Tr=200	5.00	432.53	0.91	433.44	433.07	0.37	0.46	433.54	1.38	1.38	0.91	47.89	0.91
B210	24	Tr=200	5.00	432.32	0.80	433.11	433.07	0.04	0.89	433.33	2.03	2.03	0.49	128.55	0.53
B210	7	Tr=200	5.00	432.14	0.51	432.64	432.64	0.00	0.98	432.83	1.93	1.85	0.39	124.66	0.34

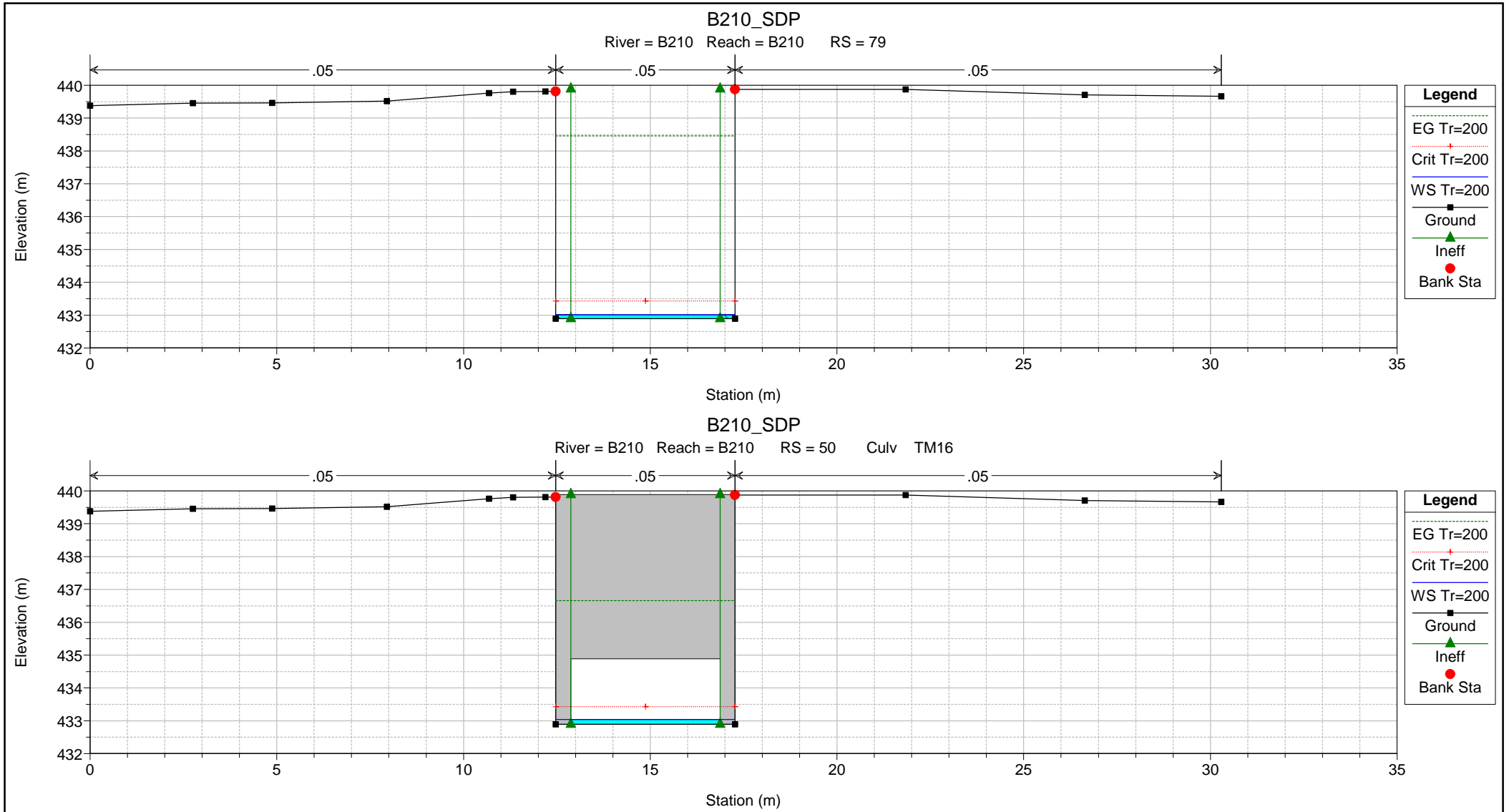


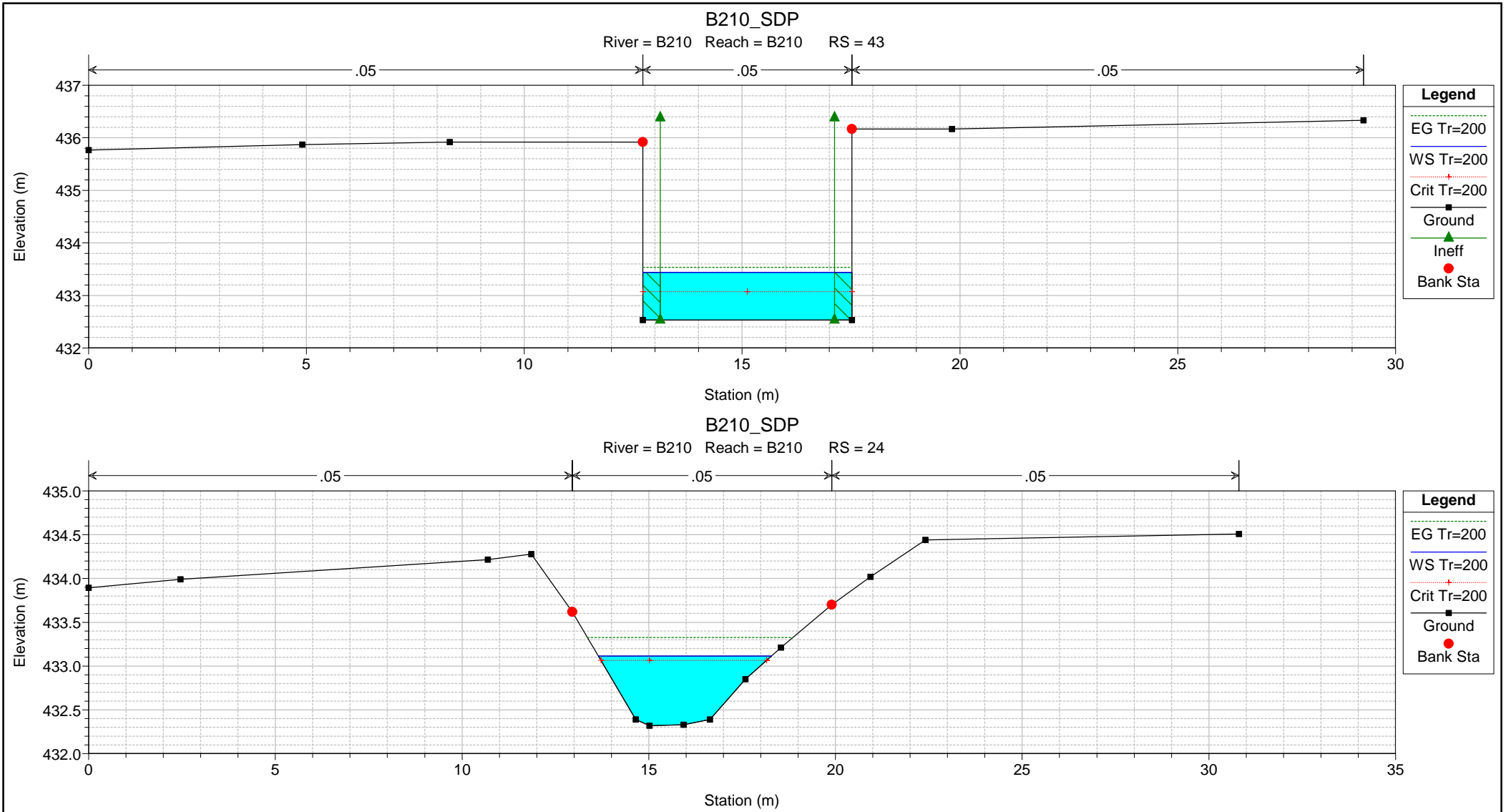






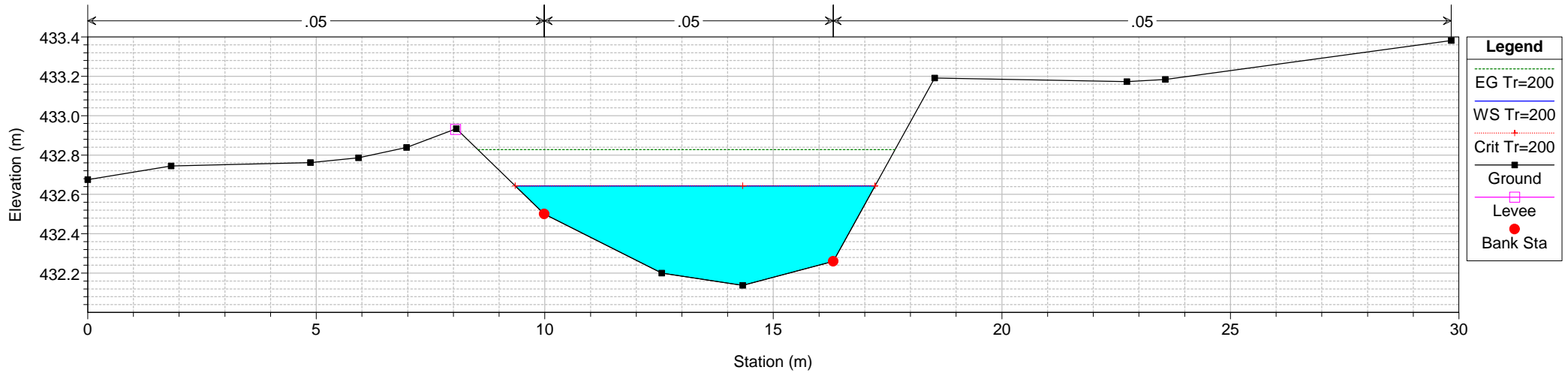






B210_SDP

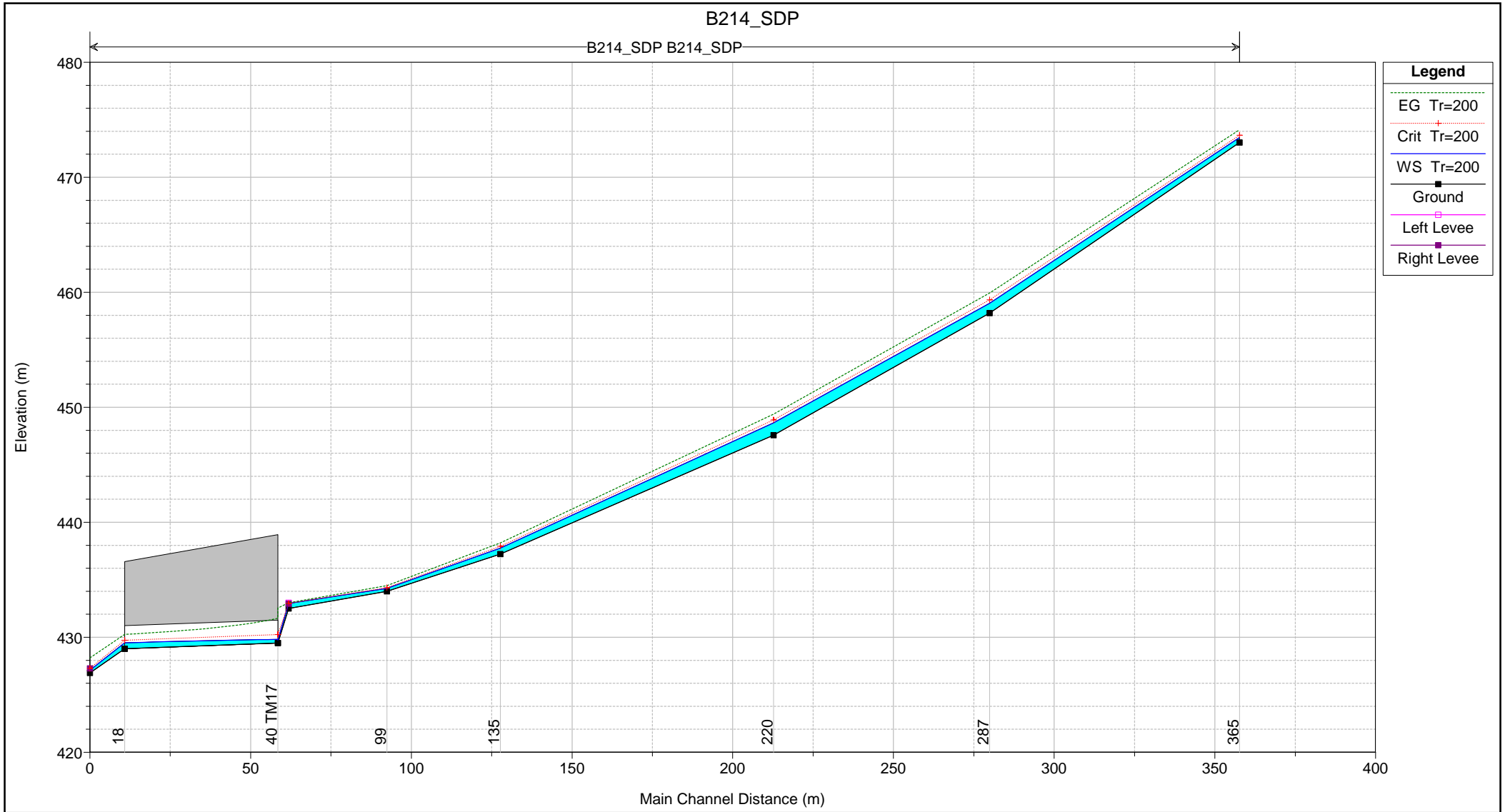
River = B210 Reach = B210 RS = 7

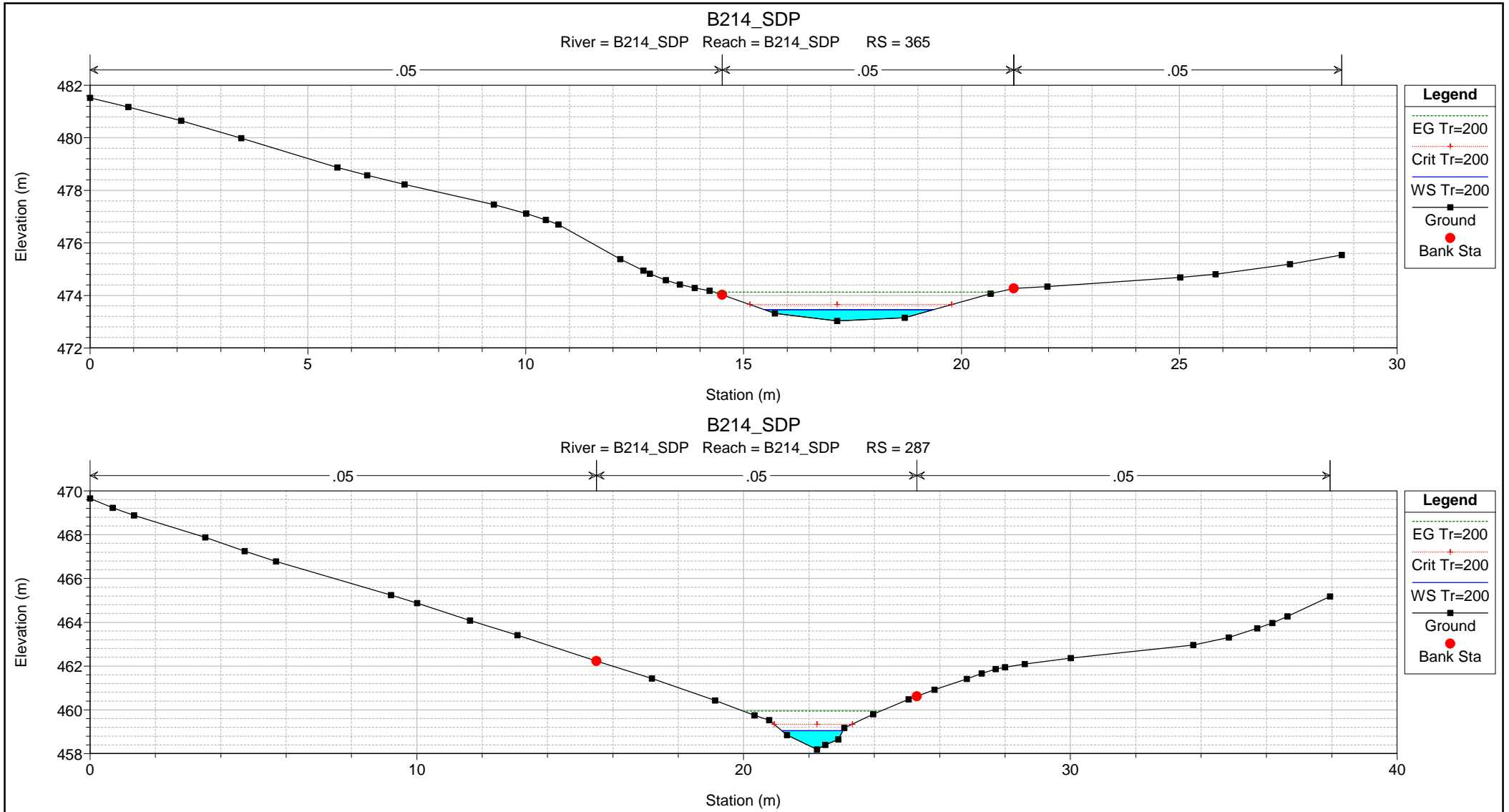


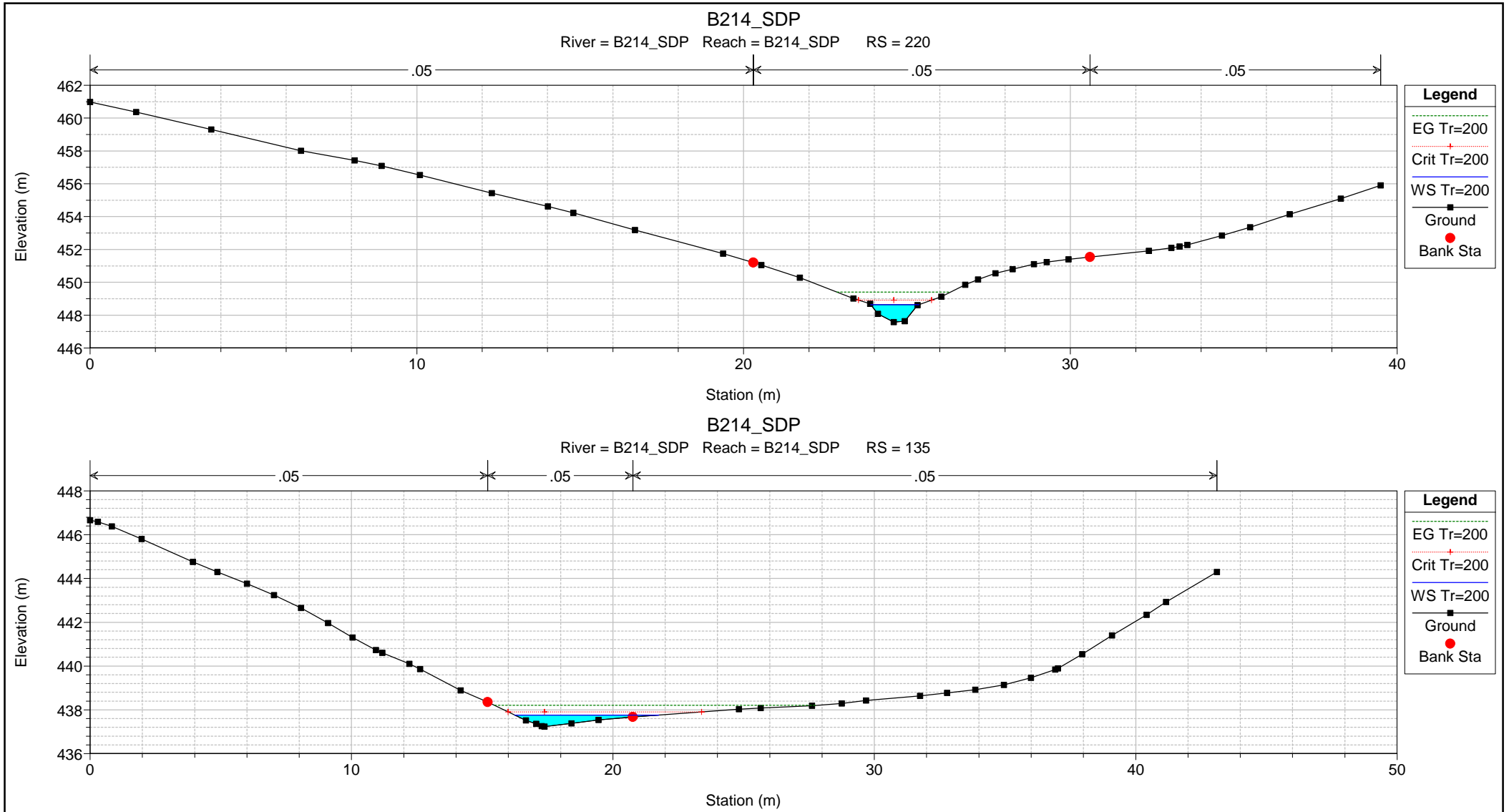
2.2.9. PROGETTO
B.214 - Progr.4+543

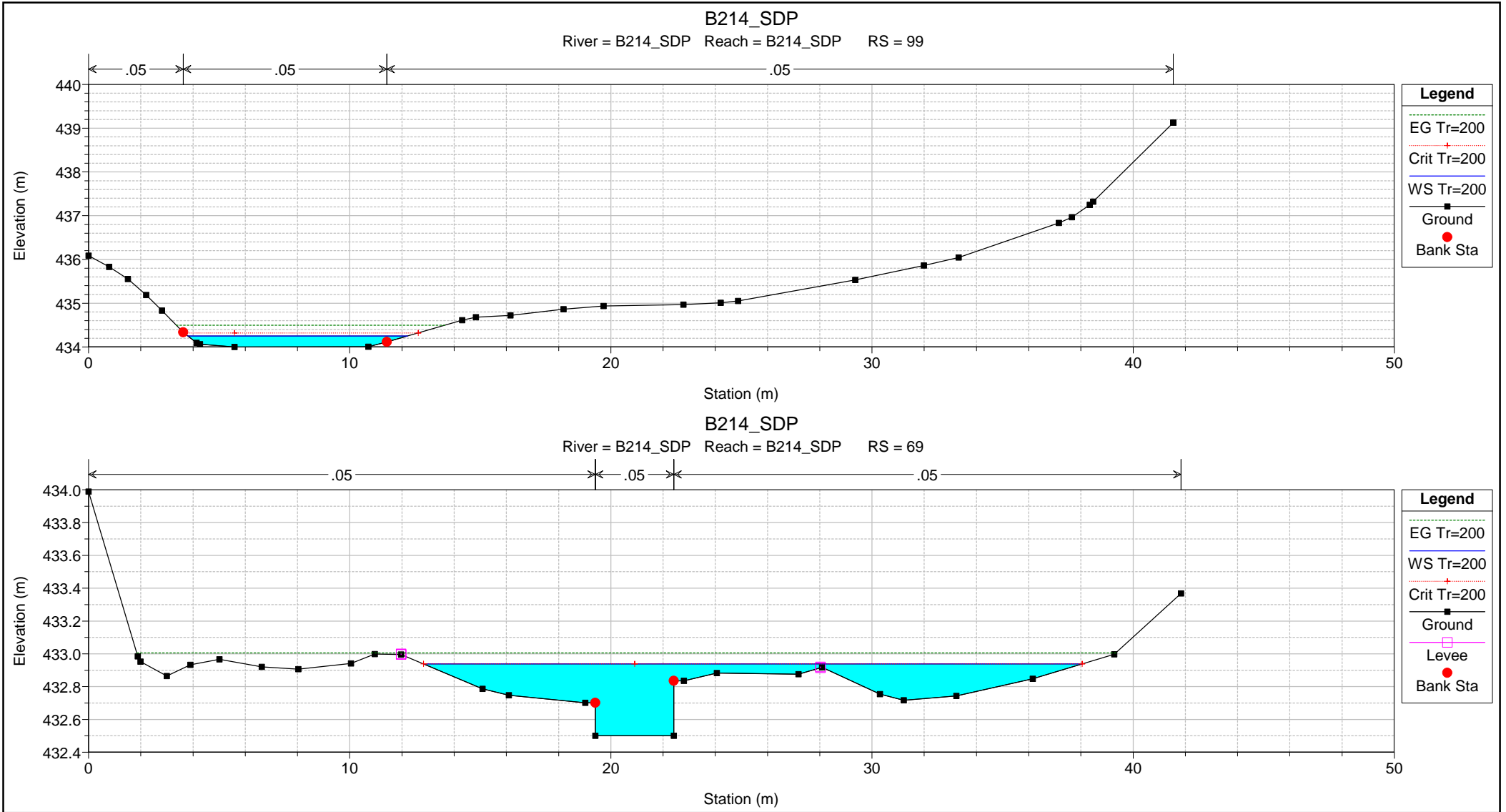
HEC-RAS Plan: B214_SDP River: B214_SDP Reach: B214_SDP Profile: Tr=200

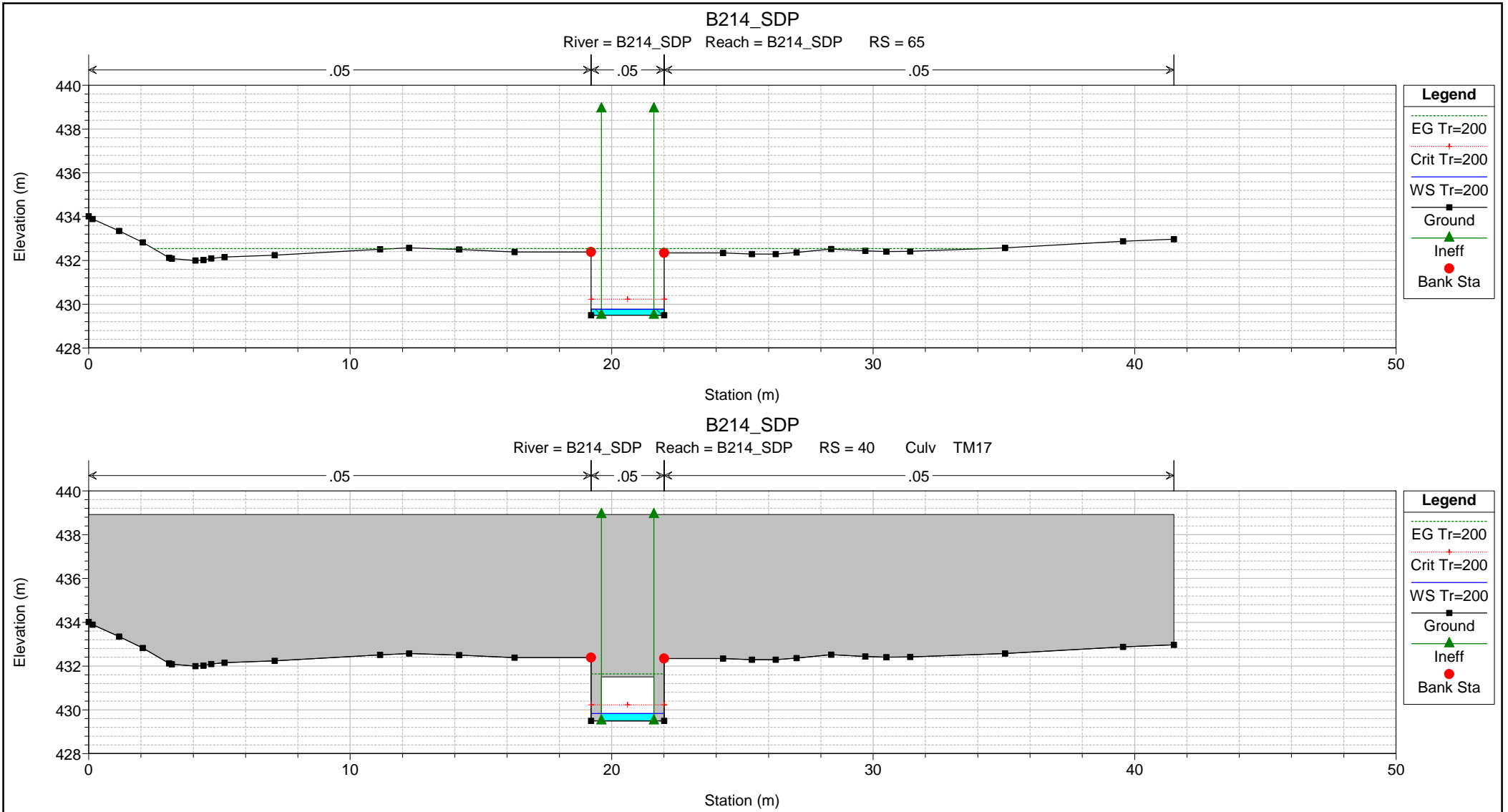
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B214_SDP	365	Tr=200	3.90	473.03	0.42	473.45	473.65	-0.20	2.20	474.13	3.63	3.63	0.27	500.88	0.28
B214_SDP	287	Tr=200	3.90	458.19	0.86	459.05	459.34	-0.29	1.90	459.95	4.20	4.20	0.36	609.10	0.50
B214_SDP	220	Tr=200	3.90	447.57	1.07	448.64	448.91	-0.27	1.49	449.40	3.85	3.85	0.37	507.55	0.68
B214_SDP	135	Tr=200	3.90	437.24	0.52	437.76	437.90	-0.14	1.77	438.20	2.97	2.90	0.28	331.58	0.24
B214_SDP	99	Tr=200	3.90	434.00	0.25	434.25	434.32	-0.07	1.48	434.50	2.22	2.18	0.23	197.44	0.21
B214_SDP	69	Tr=200	3.90	432.50	0.44	432.94	432.94	0.00	0.70	433.01	1.46	0.96	0.37	72.77	0.16
B214_SDP	65	Tr=200	3.90	429.50	0.26	429.76	430.23	-0.47	4.58	432.54	7.38	7.38	0.26	2078.28	0.26
B214_SDP	40		Culvert												
B214_SDP	18	Tr=200	3.90	429.01	0.52	429.53	429.74	-0.21	1.67	430.25	3.76	3.76	0.52	430.68	0.52
B214_SDP	7	Tr=200	3.90	426.89	0.25	427.14	427.30	-0.16	3.83	428.21	4.59	4.59	0.15	981.11	0.15

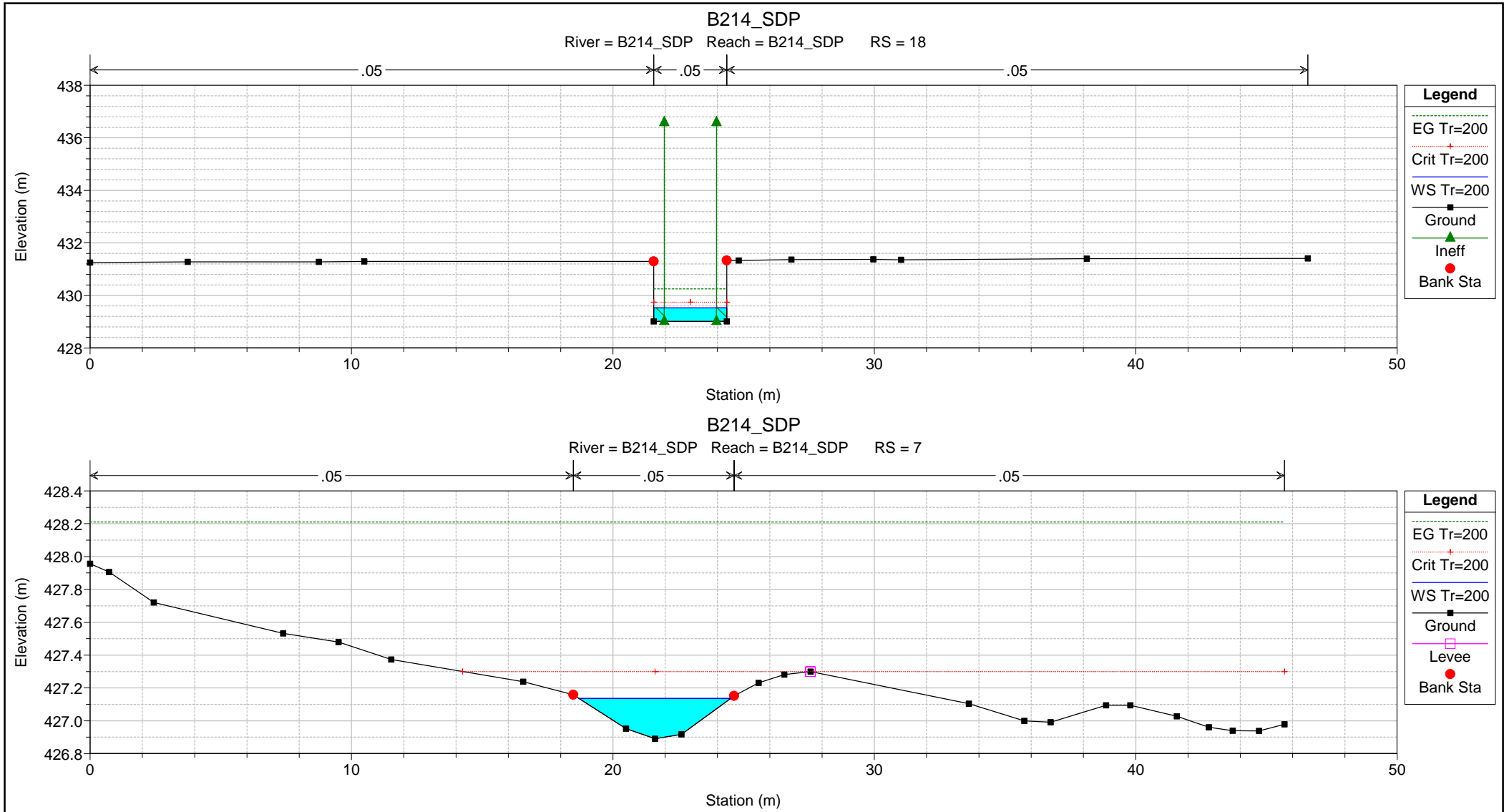








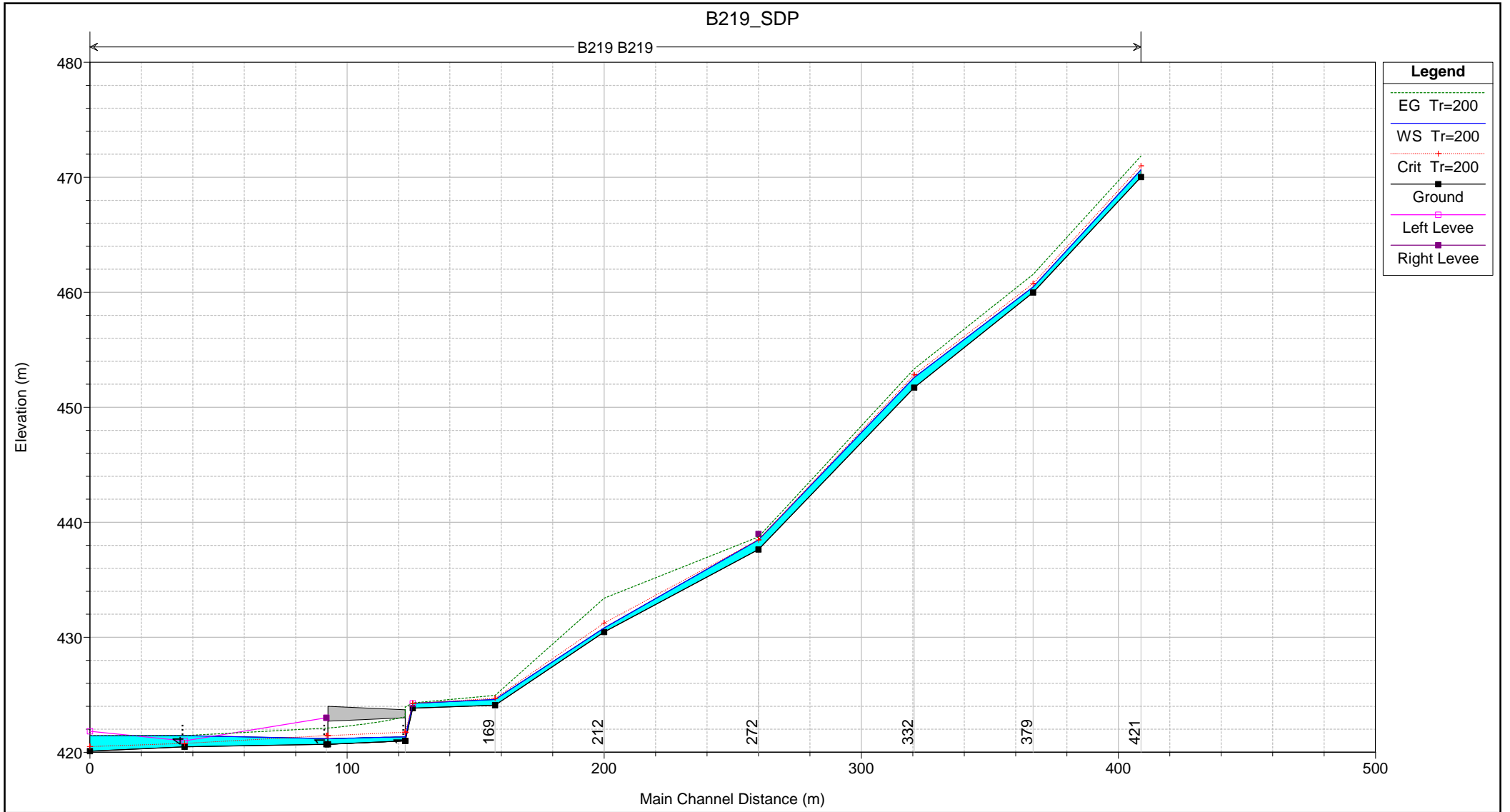


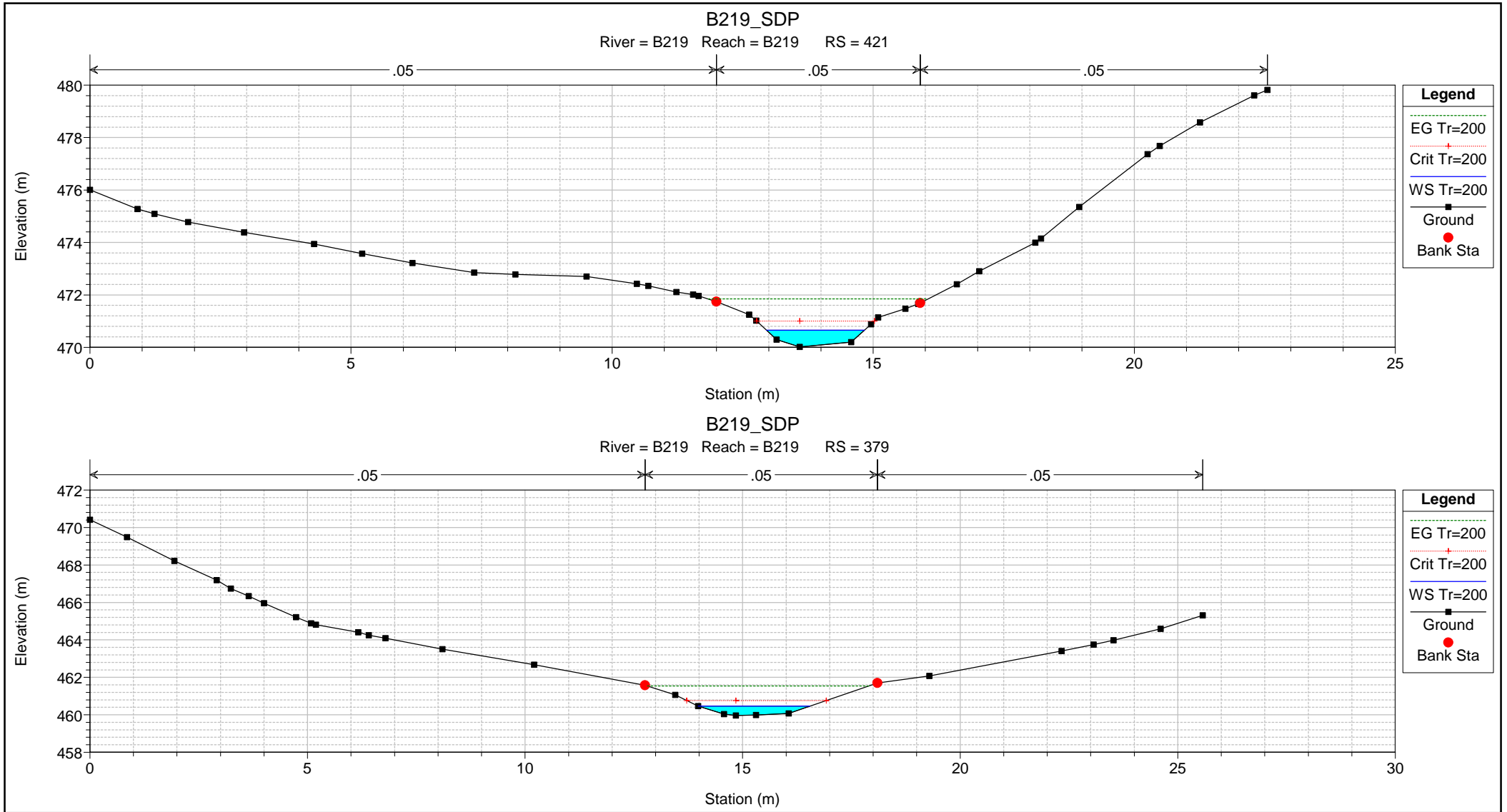


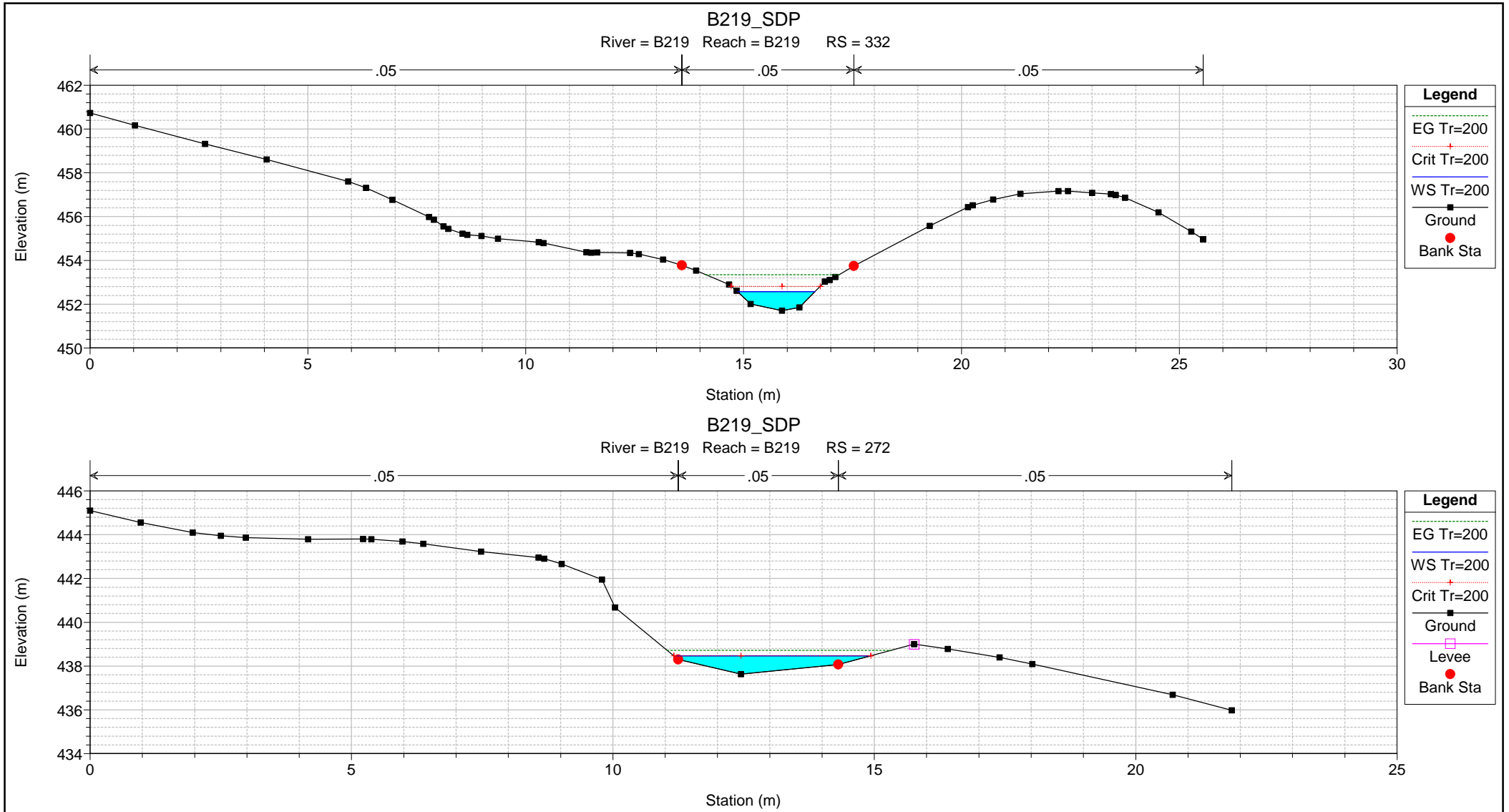
2.2.10. PROGETTO
B.219 - Progr.5+106

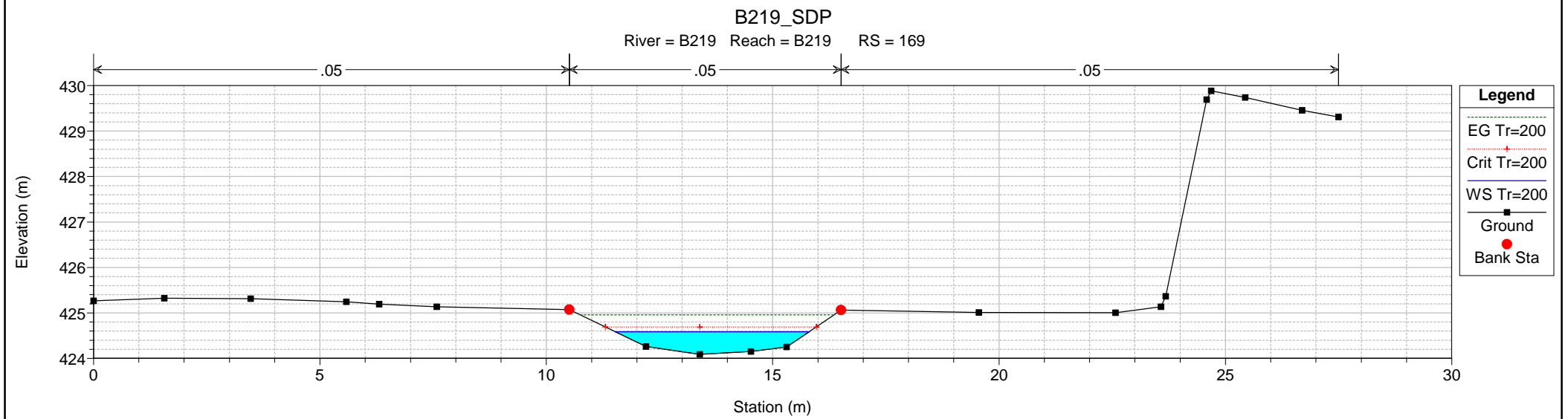
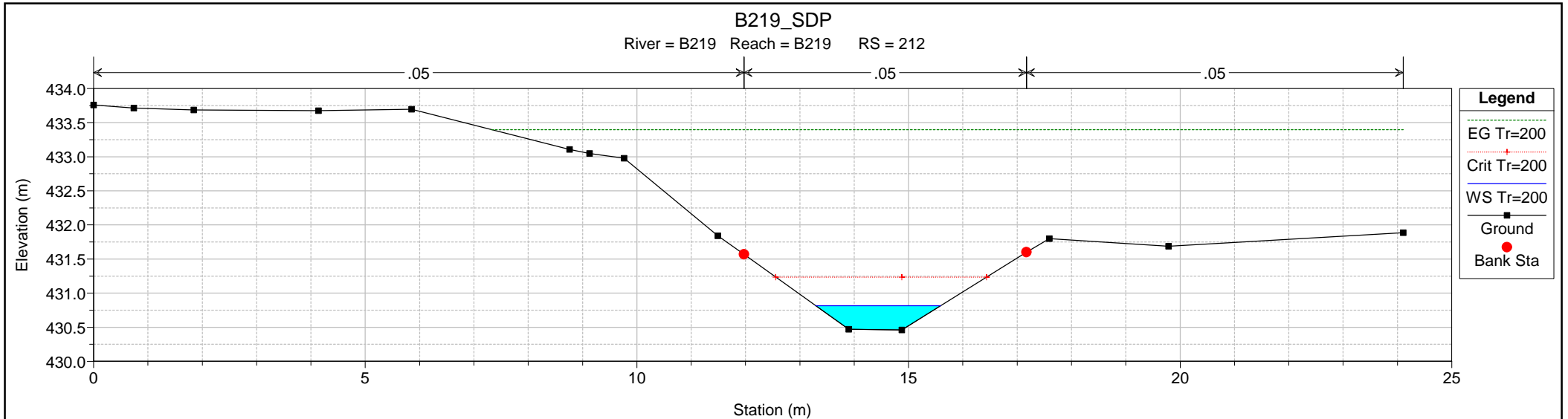
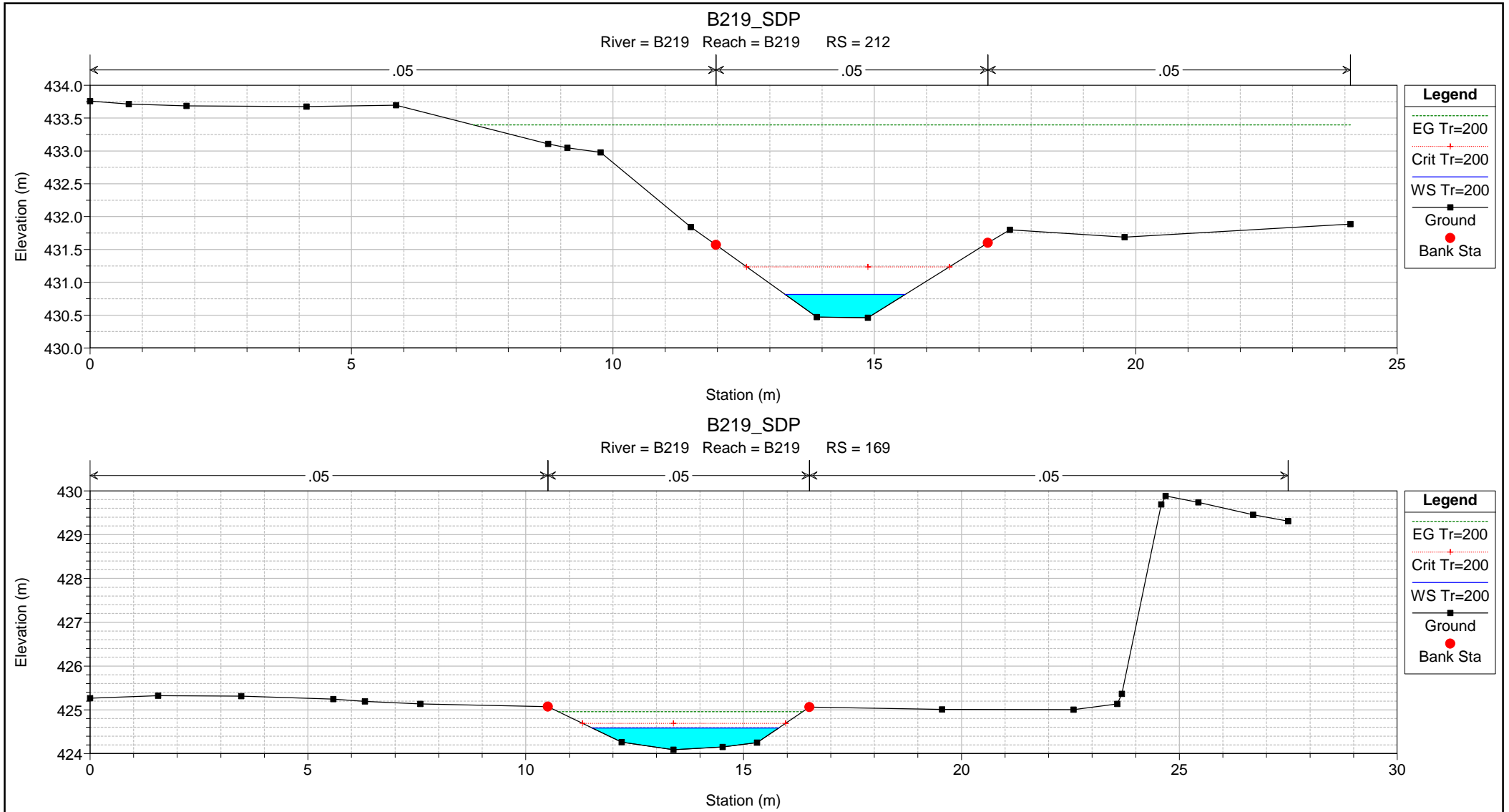
HEC-RAS Plan: B219_SDP River: B219 Reach: B219 Profile: Tr=200

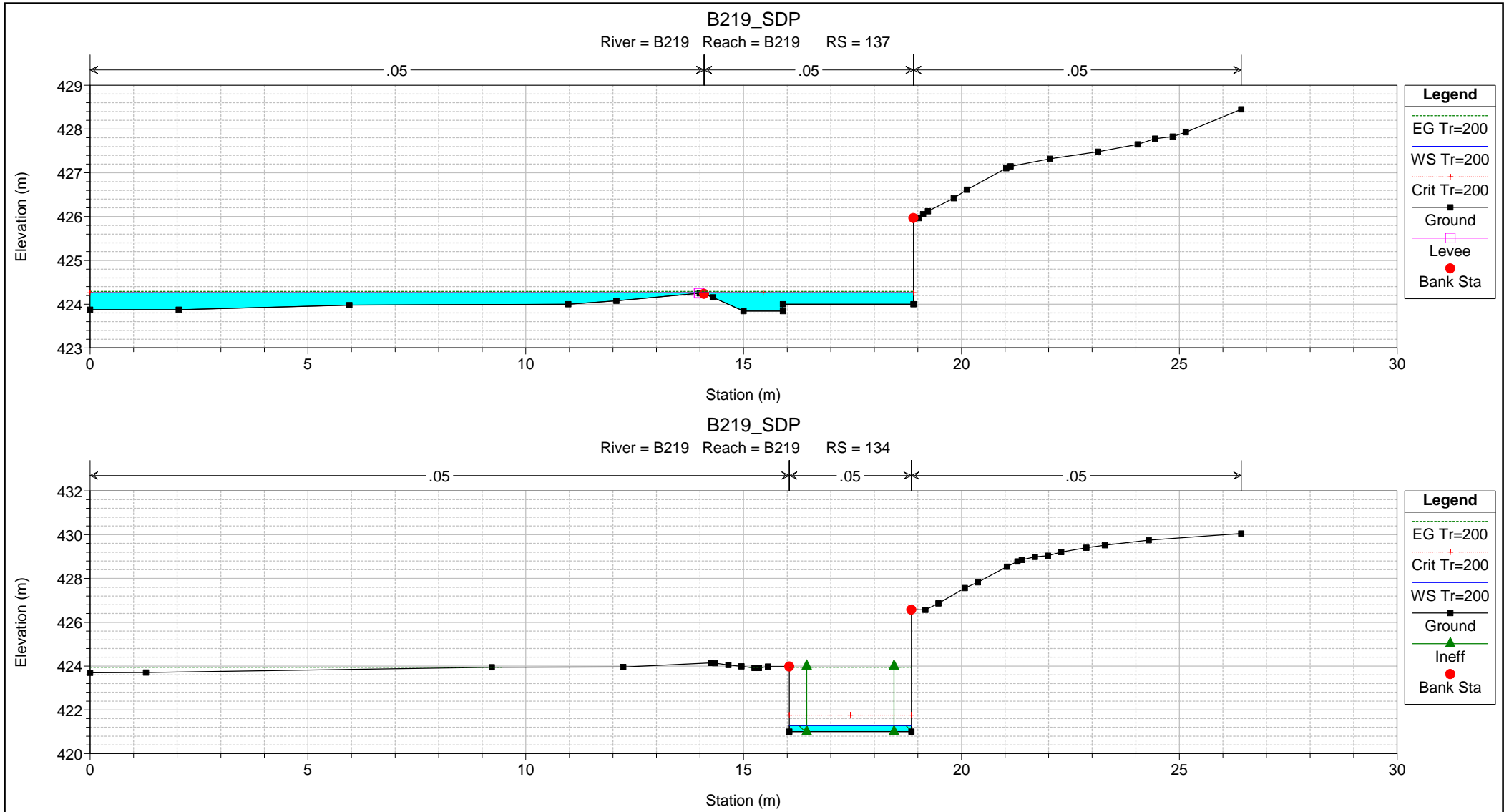
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B219	421	Tr=200	4.10	470.02	0.64	470.65	471.00	-0.35	2.29	471.84	4.83	4.83	0.35	815.45	0.45
B219	379	Tr=200	4.10	459.97	0.49	460.46	460.76	-0.30	2.49	461.54	4.60	4.60	0.31	763.18	0.35
B219	332	Tr=200	4.10	451.70	0.88	452.58	452.82	-0.24	1.61	453.35	3.89	3.89	0.40	505.65	0.59
B219	272	Tr=200	4.10	437.63	2.49	438.47	438.47	0.00	0.96	438.72	2.27	2.18	0.53	155.32	0.50
B219	212	Tr=200	4.10	430.46	0.36	430.82	431.24	-0.42	4.54	433.40	7.11	7.11	0.23	2017.59	0.25
B219	169	Tr=200	4.10	424.09	0.50	424.59	424.69	-0.10	1.45	424.96	2.70	2.70	0.34	255.48	0.35
B219	137	Tr=200	4.10	423.84	0.42	424.26	424.26	0.00	0.46	424.29	0.77	0.78	0.25	22.64	0.28
B219	134	Tr=200	4.10	421.00	0.28	421.28	421.76	-0.48	4.33	423.94	7.22	7.22	0.28	1943.73	0.28
B219	120		Culvert												
B219	104	Tr=200	4.10	420.70	0.48	421.18	421.46	-0.28	1.94	422.10	4.23	4.23	0.48	559.21	0.48
B219	49	Tr=200	4.10	420.47	1.30	421.45	420.78	0.67	0.03	421.45	0.08	0.08	0.83	0.18	0.81
B219	12	Tr=200	4.10	420.10	1.41	421.43	420.50	0.93	0.14	421.44	0.44	0.44	0.96	4.72	1.06

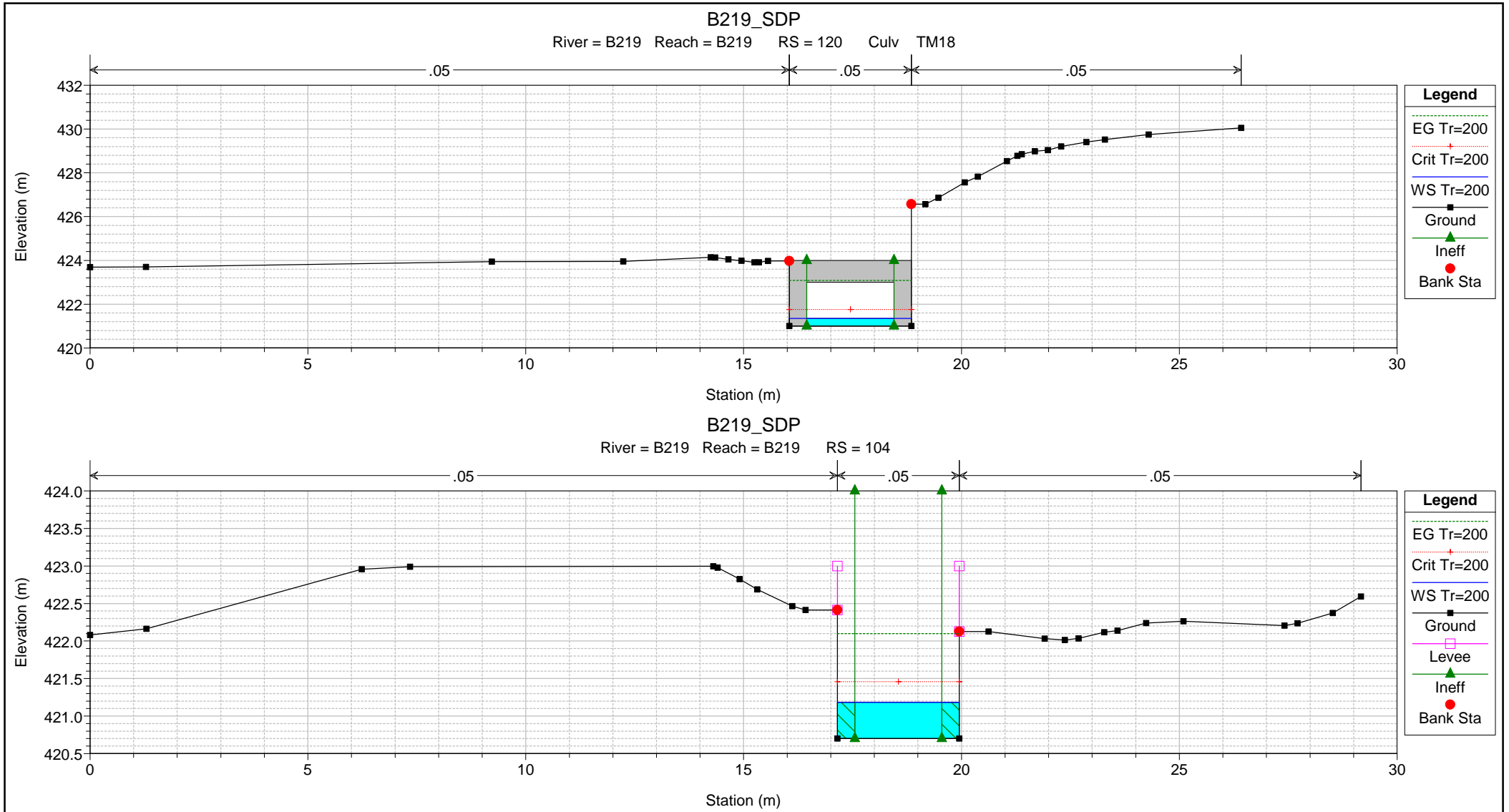


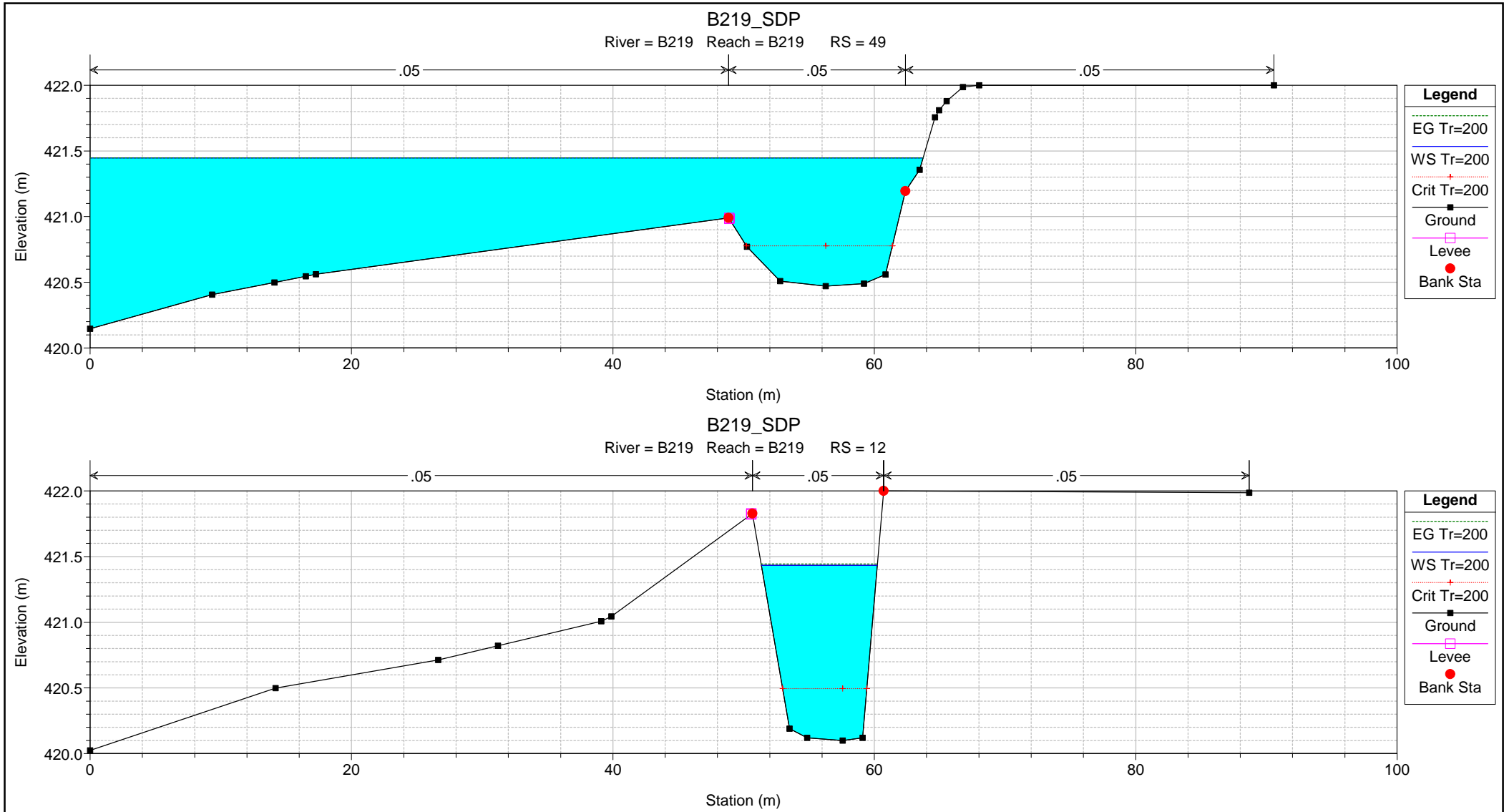












3 ALLEGATO III -
RISULTATI SIMULAZIONI INLET/OUTLET CONTROL

3.1.1. C.201.1 - Progr.0+120

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: T004 - 0+125

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	DN1000 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
574.91	0.10	0.10	0.00	1
575.00	0.18	0.18	0.00	1
575.09	0.26	0.26	0.00	1
575.16	0.34	0.34	0.00	1
575.23	0.42	0.42	0.00	1
575.29	0.50	0.50	0.00	1
575.35	0.58	0.58	0.00	1
575.41	0.66	0.66	0.00	1
575.47	0.74	0.74	0.00	1
575.52	0.82	0.82	0.00	1
575.58	0.90	0.90	0.00	1
577.91	2.72	2.72	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: T004 - 0+125

Total Rating Curve

Crossing: T004 - 0+125

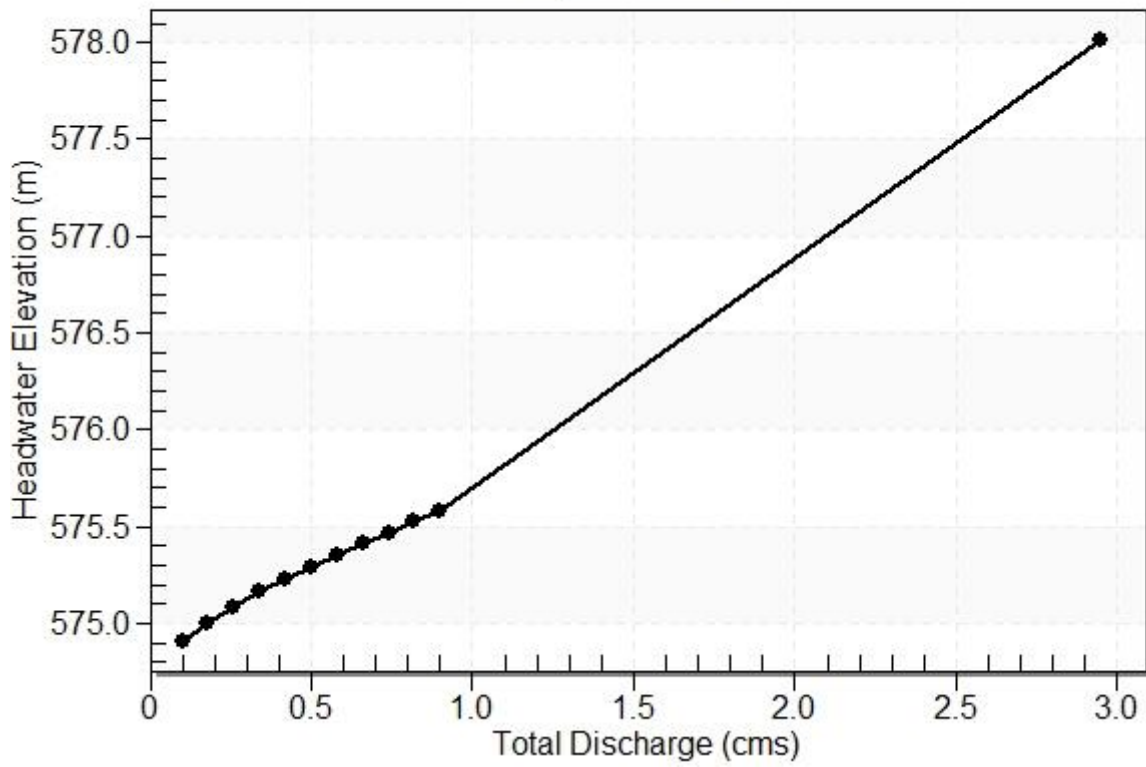


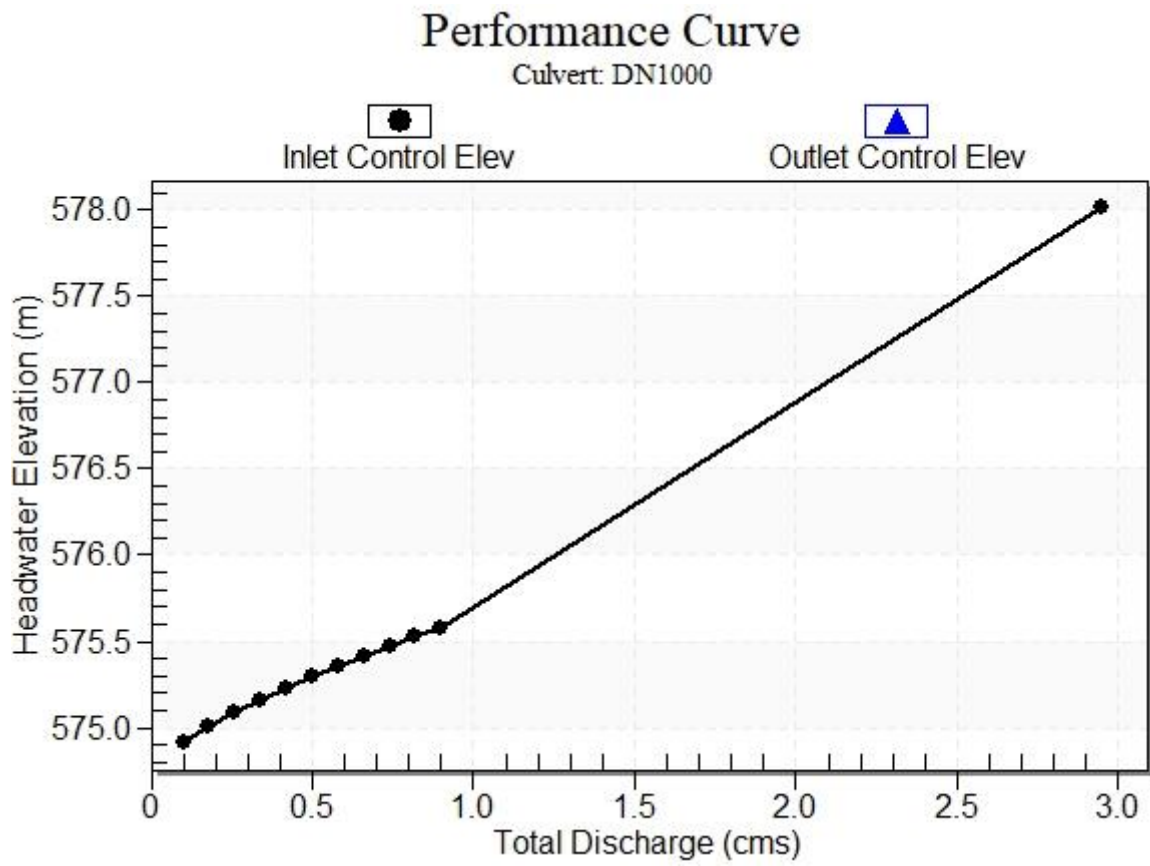
Table 2 - Culvert Summary Table: DN1000

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	574.91	0.211	0.0*	1-S2n	0.134	0.175	0.134	0.064	1.599	1.923
0.18	0.18	575.00	0.302	0.0*	1-S2n	0.179	0.236	0.179	0.091	1.897	2.357
0.26	0.26	575.09	0.385	0.0*	1-S2n	0.214	0.285	0.214	0.113	2.115	2.665
0.34	0.34	575.16	0.460	0.0*	1-S2n	0.245	0.327	0.245	0.132	2.289	2.908
0.42	0.42	575.23	0.529	0.0*	1-S2n	0.272	0.365	0.272	0.150	2.432	3.111
0.50	0.50	575.29	0.593	0.0*	1-S2n	0.298	0.400	0.301	0.166	2.522	3.285
0.58	0.58	575.35	0.654	0.0*	1-S2n	0.322	0.432	0.322	0.181	2.664	3.439
0.66	0.66	575.41	0.712	0.0*	1-S2n	0.344	0.462	0.348	0.195	2.726	3.576
0.74	0.74	575.47	0.768	0.0*	1-S2n	0.366	0.490	0.366	0.209	2.851	3.701
0.82	0.82	575.52	0.824	0.000	1-S2n	0.387	0.517	0.387	0.221	2.931	3.815
0.90	0.90	575.58	0.880	0.063	1-S2n	0.407	0.543	0.411	0.233	2.968	3.921

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 574.70 m, Outlet Elevation (invert): 574.00 m
Culvert Length: 35.01 m, Culvert Slope: 0.0200

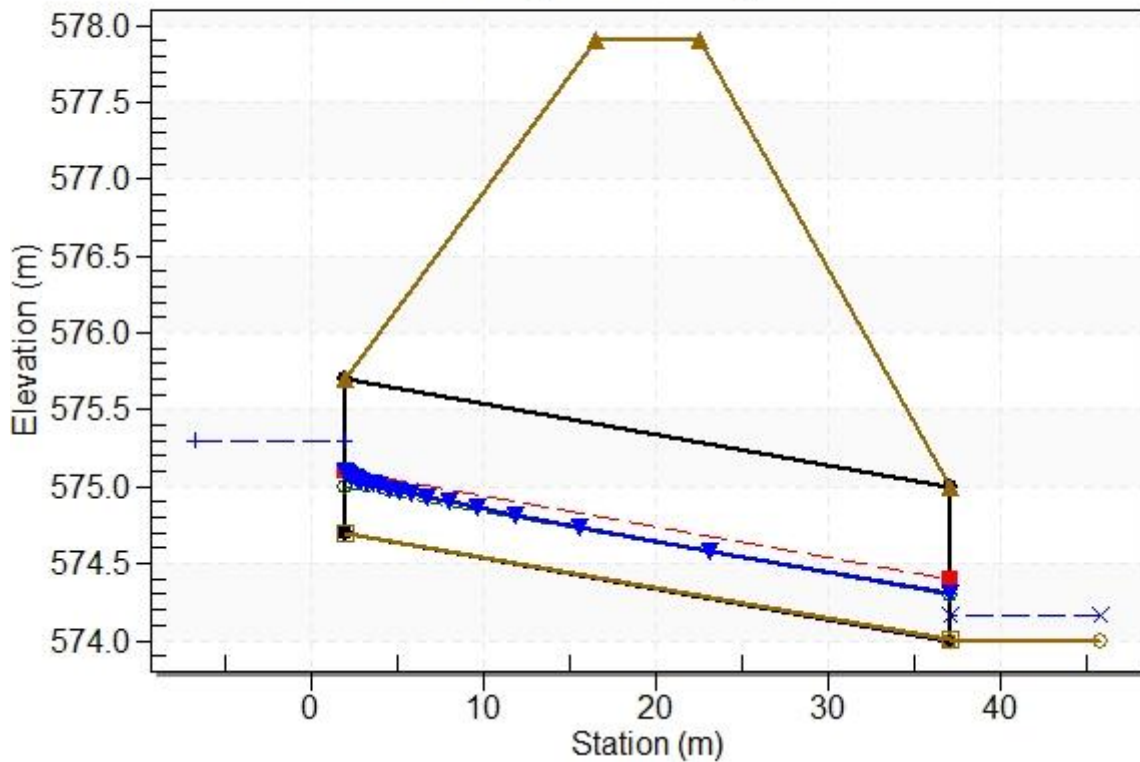
Culvert Performance Curve Plot: DN1000



Water Surface Profile Plot for Culvert: DN1000

Crossing - TO04 - 0+125, Design Discharge - 0.50 cms

Culvert - DN1000, Culvert Discharge - 0.50 cms



Site Data - DN1000

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 574.70 m

Outlet Station: 37.00 m

Outlet Elevation: 574.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - DN1000

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0170 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: T004 - 0+125)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	574.06	0.06	1.92	31.32	2.52
0.18	574.09	0.09	2.36	44.51	2.63
0.26	574.11	0.11	2.67	55.40	2.69
0.34	574.13	0.13	2.91	64.93	2.74
0.42	574.15	0.15	3.11	73.53	2.77
0.50	574.17	0.17	3.28	81.43	2.80
0.58	574.18	0.18	3.44	88.78	2.82
0.66	574.20	0.20	3.58	95.70	2.84
0.74	574.21	0.21	3.70	102.23	2.85
0.82	574.22	0.22	3.82	108.45	2.87
0.90	574.23	0.23	3.92	114.38	2.88

Tailwater Channel Data - T004 - 0+125

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 574.00 m

Roadway Data for Crossing: T004 - 0+125

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 577.91 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.2. C.204.1/C.203.2 - Progr.1+712

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM04 - 1+712

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
526.01	0.10	0.10	0.00	1
526.13	0.31	0.31	0.00	1
526.23	0.52	0.52	0.00	1
526.32	0.73	0.73	0.00	1
526.39	0.94	0.94	0.00	1
526.48	1.20	1.20	0.00	1
526.52	1.36	1.36	0.00	1
526.59	1.57	1.57	0.00	1
526.65	1.78	1.78	0.00	1
526.70	1.99	1.99	0.00	1
526.76	2.20	2.20	0.00	1
531.00	20.65	20.65	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM04 - 1+712

Total Rating Curve

Crossing: TM04 - 1+712

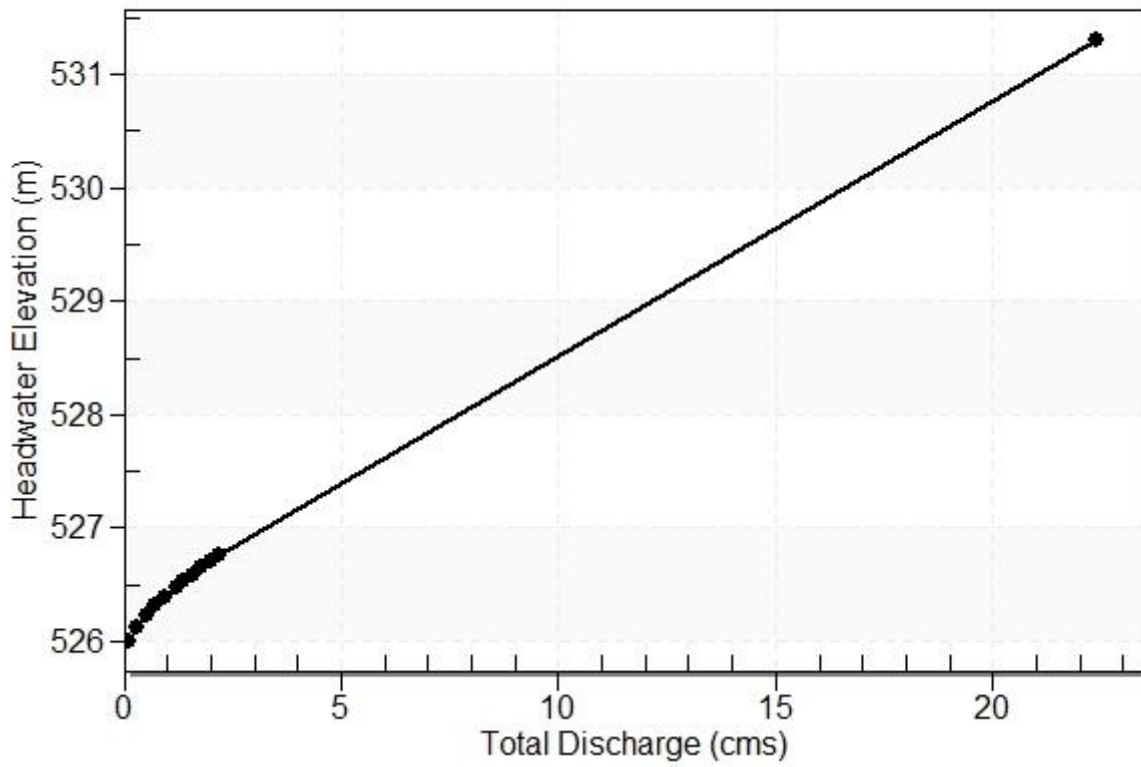


Table 2 - Culvert Summary Table: 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	526.01	0.097	0.0*	1-S2n	0.057	0.063	0.057	0.064	0.875	1.923
0.31	0.31	526.13	0.218	0.0*	1-S2n	0.116	0.135	0.116	0.125	1.333	2.822
0.52	0.52	526.23	0.323	0.0*	1-S2n	0.162	0.190	0.162	0.170	1.605	3.325
0.73	0.73	526.32	0.406	0.0*	1-S2n	0.202	0.239	0.202	0.207	1.811	3.686
0.94	0.94	526.39	0.480	0.0*	1-S2n	0.237	0.282	0.237	0.239	1.985	3.972
1.20	1.20	526.48	0.565	0.0*	1-S2n	0.278	0.332	0.278	0.275	2.161	4.262
1.36	1.36	526.52	0.614	0.013	1-S2n	0.302	0.361	0.302	0.295	2.254	4.416
1.57	1.57	526.59	0.676	0.053	1-S2n	0.331	0.397	0.331	0.319	2.368	4.597
1.78	1.78	526.65	0.735	0.092	1-S2n	0.361	0.432	0.361	0.342	2.468	4.760
1.99	1.99	526.70	0.791	0.131	1-S2n	0.388	0.466	0.388	0.364	2.562	4.907
2.20	2.20	526.76	0.846	0.169	1-S2n	0.416	0.498	0.416	0.385	2.647	5.043

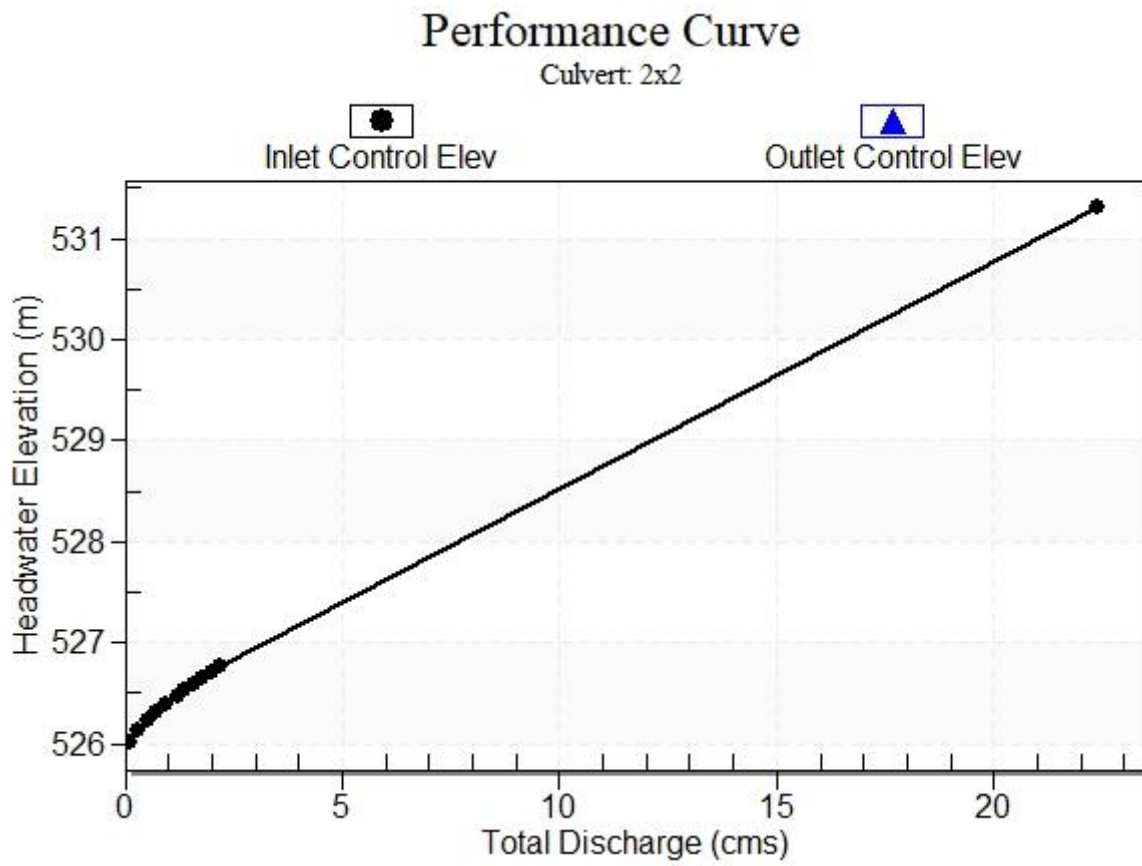
* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 525.91 m, Outlet Elevation (invert): 525.55 m

Culvert Length: 36.10 m, Culvert Slope: 0.0100

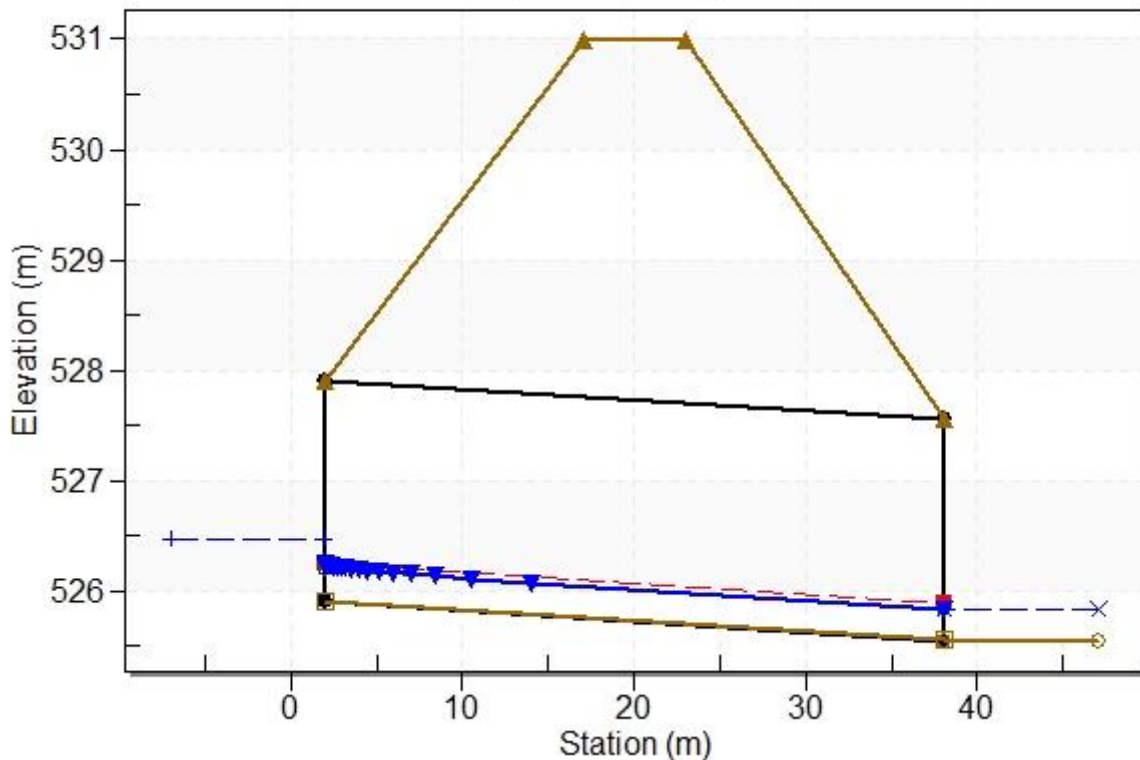
Culvert Performance Curve Plot: 2x2



Water Surface Profile Plot for Culvert: 2x2

Crossing - TM04 - 1+712, Design Discharge - 1.20 cms

Culvert - 2x2, Culvert Discharge - 1.20 cms



Site Data - 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 525.91 m

Outlet Station: 38.10 m

Outlet Elevation: 525.55 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM04 - 1+712)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	525.61	0.06	1.92	31.32	2.52
0.31	525.68	0.13	2.82	61.49	2.72
0.52	525.72	0.17	3.32	83.32	2.80
0.73	525.76	0.21	3.69	101.43	2.85
0.94	525.79	0.24	3.97	117.26	2.89
1.20	525.82	0.27	4.26	134.67	2.92
1.36	525.84	0.29	4.42	144.48	2.94
1.57	525.87	0.32	4.60	156.53	2.96
1.78	525.89	0.34	4.76	167.79	2.98
1.99	525.91	0.36	4.91	178.40	2.99
2.20	525.93	0.38	5.04	188.45	3.00

Tailwater Channel Data - TM04 - 1+712

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 525.55 m

Roadway Data for Crossing: TM04 - 1+712

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 531.00 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.3. C.205.1 - Progr.1+990

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM06 - 1+990

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
512.49	0.10	0.10	0.00	1
512.53	0.16	0.16	0.00	1
512.56	0.22	0.22	0.00	1
512.60	0.30	0.30	0.00	1
512.63	0.34	0.34	0.00	1
512.66	0.40	0.40	0.00	1
512.69	0.46	0.46	0.00	1
512.71	0.52	0.52	0.00	1
512.74	0.58	0.58	0.00	1
512.76	0.64	0.64	0.00	1
512.79	0.70	0.70	0.00	1
516.67	18.17	18.17	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM06 - 1+990

Total Rating Curve

Crossing: TM06 - 1+990

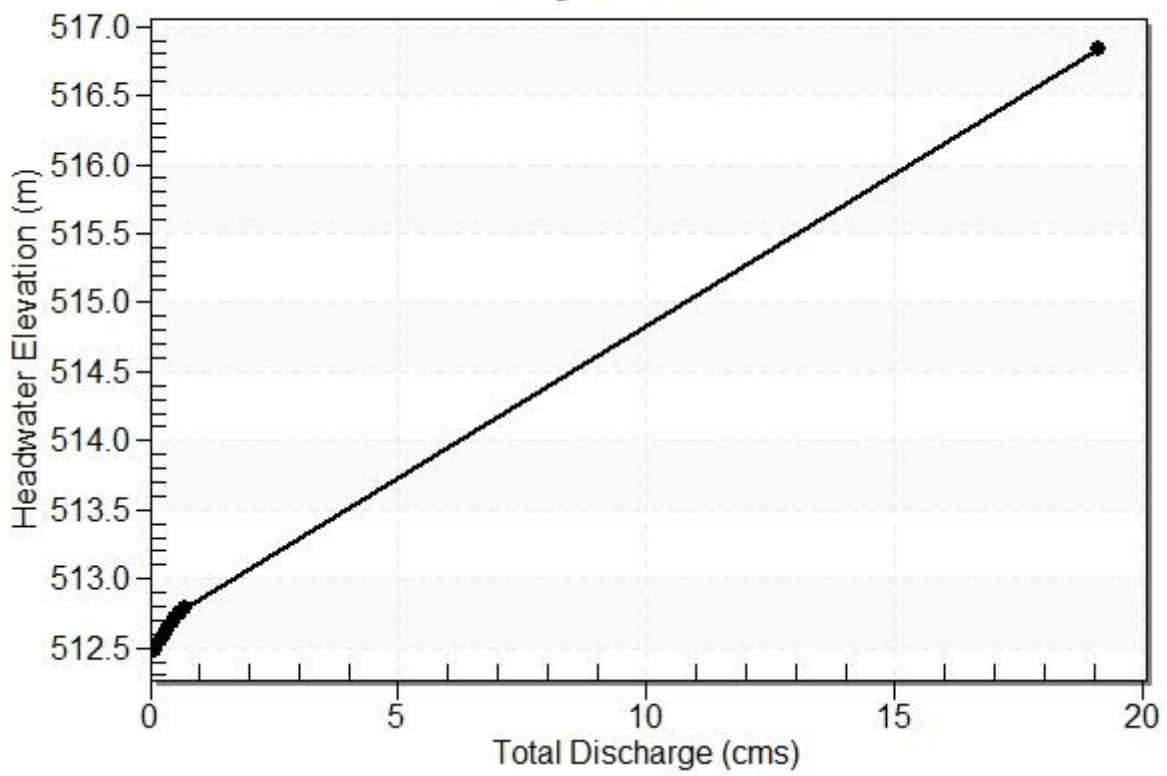


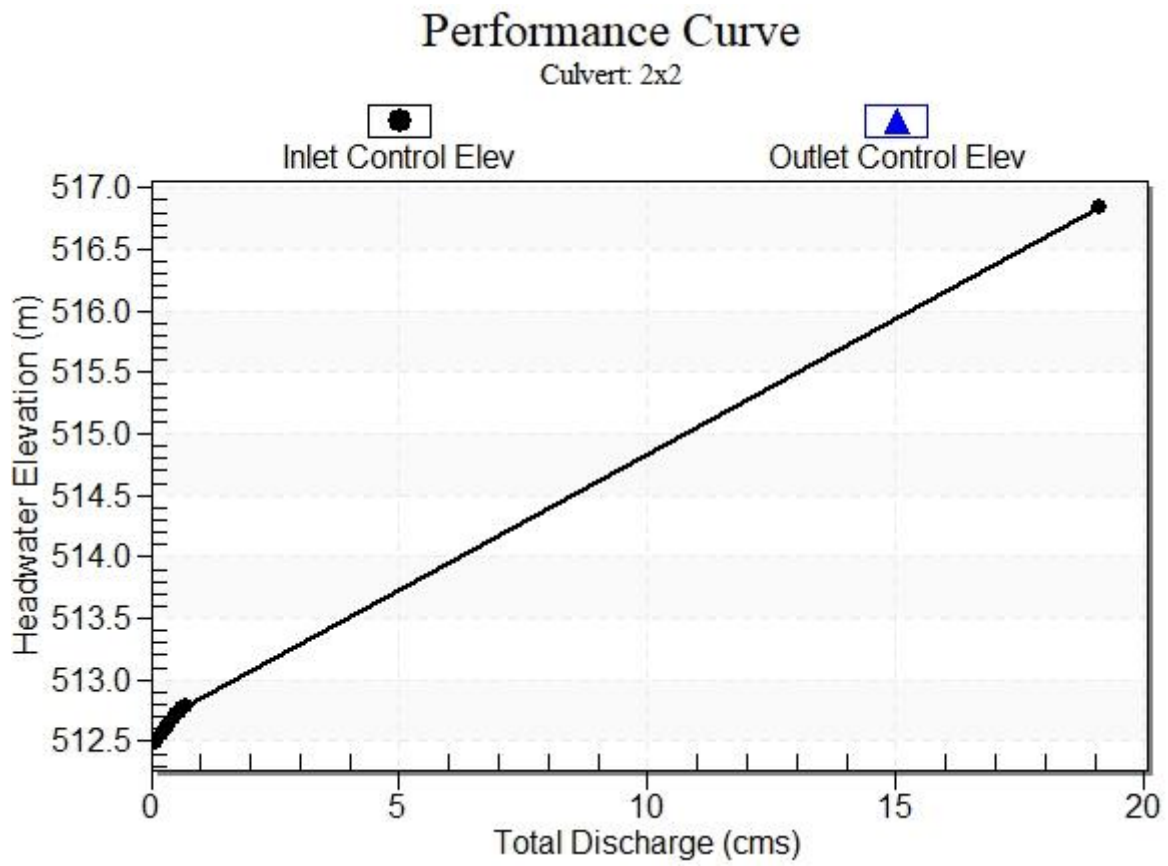
Table 2 - Culvert Summary Table: 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	512.49	0.097	0.0*	1-S2n	0.057	0.063	0.057	0.064	0.875	1.923
0.16	0.16	512.53	0.135	0.0*	1-S2n	0.075	0.087	0.075	0.085	1.060	2.264
0.22	0.22	512.56	0.169	0.0*	1-S2n	0.094	0.107	0.094	0.102	1.173	2.522
0.30	0.30	512.60	0.213	0.0*	1-S2n	0.114	0.132	0.114	0.123	1.315	2.793
0.34	0.34	512.63	0.234	0.0*	1-S2n	0.123	0.143	0.123	0.132	1.381	2.908
0.40	0.40	512.66	0.268	0.0*	1-S2n	0.137	0.160	0.137	0.146	1.463	3.063
0.46	0.46	512.69	0.298	0.0*	1-S2n	0.150	0.175	0.150	0.158	1.531	3.201
0.52	0.52	512.71	0.323	0.0*	1-S2n	0.162	0.190	0.162	0.170	1.603	3.325
0.58	0.58	512.74	0.348	0.0*	1-S2n	0.173	0.205	0.173	0.181	1.672	3.439
0.64	0.64	512.76	0.371	0.0*	1-S2n	0.185	0.218	0.185	0.192	1.732	3.542
0.70	0.70	512.79	0.394	0.0*	1-S2n	0.196	0.232	0.196	0.202	1.785	3.640

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 512.39 m, Outlet Elevation (invert): 511.99 m
Culvert Length: 40.20 m, Culvert Slope: 0.0100

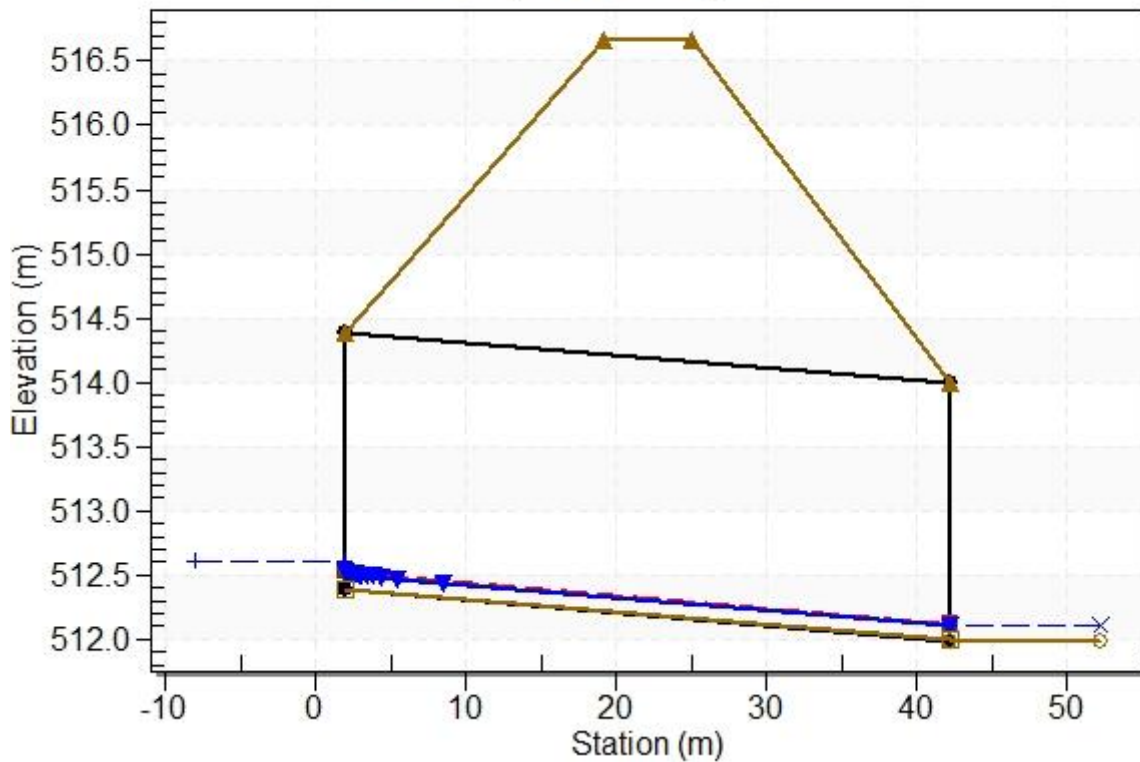
Culvert Performance Curve Plot: 2x2



Water Surface Profile Plot for Culvert: 2x2

Crossing - TM06 - 1+990, Design Discharge - 0.30 cms

Culvert - 2x2, Culvert Discharge - 0.30 cms



Site Data - 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 512.39 m

Outlet Station: 42.20 m

Outlet Elevation: 511.99 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM06 - 1+990)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	512.05	0.06	1.92	31.32	2.52
0.16	512.07	0.08	2.26	41.50	2.61
0.22	512.09	0.10	2.52	50.16	2.66
0.30	512.11	0.12	2.79	60.30	2.71
0.34	512.12	0.13	2.91	64.93	2.74
0.40	512.14	0.15	3.06	71.45	2.76
0.46	512.15	0.16	3.20	77.55	2.78
0.52	512.16	0.17	3.32	83.32	2.80
0.58	512.17	0.18	3.44	88.78	2.82
0.64	512.18	0.19	3.54	94.02	2.83
0.70	512.19	0.20	3.64	99.01	2.85

Tailwater Channel Data - TM06 - 1+990

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 511.99 m

Roadway Data for Crossing: TM06 - 1+990

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 516.67 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.4. C.205.2/C.205.3 - Progr.2+332

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM07 - 2+332

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
498.04	0.10	0.10	0.00	1
498.10	0.20	0.20	0.00	1
498.15	0.30	0.30	0.00	1
498.21	0.40	0.40	0.00	1
498.26	0.50	0.50	0.00	1
498.30	0.60	0.60	0.00	1
498.34	0.70	0.70	0.00	1
498.37	0.80	0.80	0.00	1
498.41	0.90	0.90	0.00	1
498.44	1.00	1.00	0.00	1
498.47	1.10	1.10	0.00	1
501.99	17.39	17.39	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM07 - 2+332

Total Rating Curve

Crossing: TM07 - 2+332

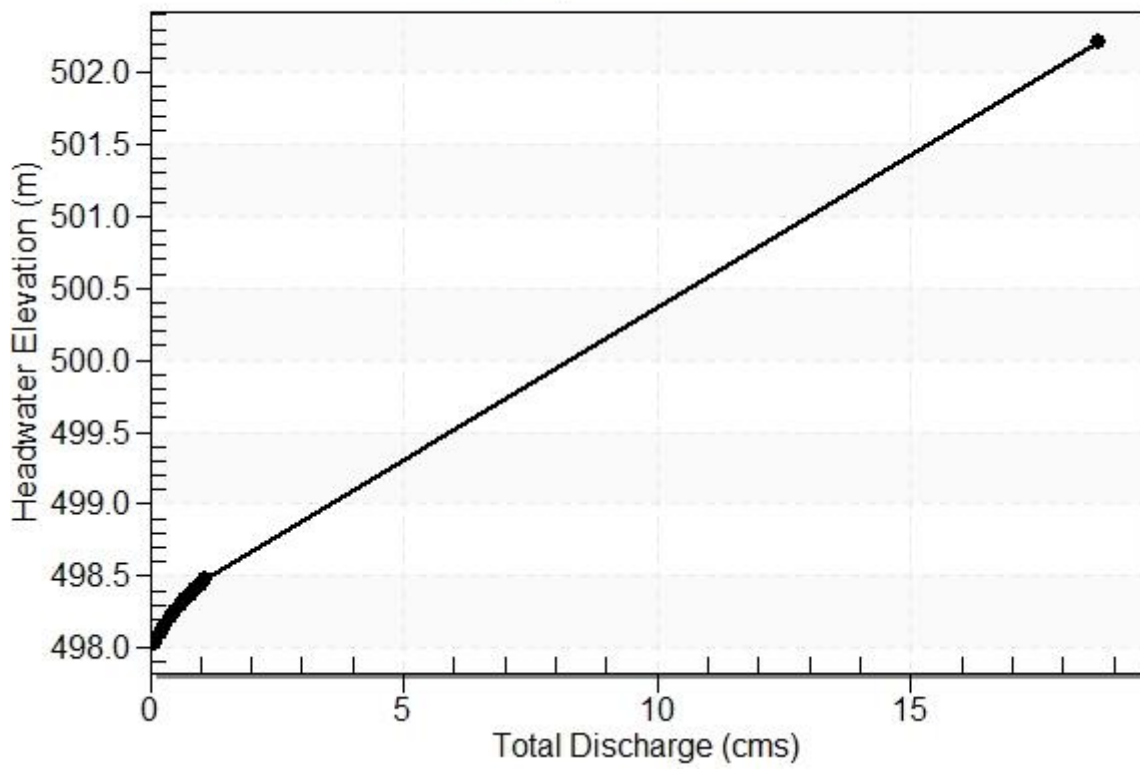


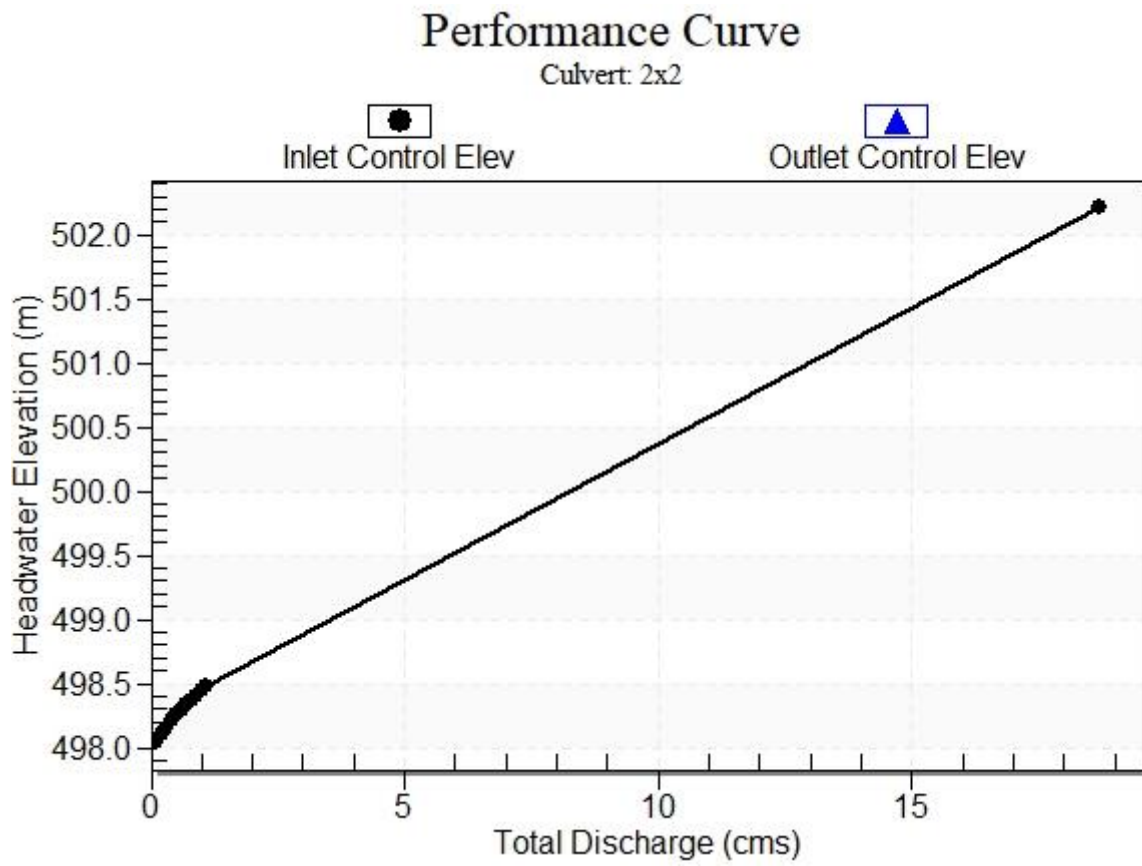
Table 2 - Culvert Summary Table: 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	498.04	0.097	0.0*	1-S2n	0.057	0.063	0.057	0.064	0.871	1.923
0.20	0.20	498.10	0.158	0.0*	1-S2n	0.088	0.101	0.088	0.097	1.134	2.443
0.30	0.30	498.15	0.213	0.0*	1-S2n	0.115	0.132	0.115	0.123	1.308	2.793
0.40	0.40	498.21	0.268	0.0*	1-S2n	0.137	0.160	0.137	0.146	1.455	3.063
0.50	0.50	498.26	0.315	0.0*	1-S2n	0.159	0.185	0.159	0.166	1.570	3.285
0.60	0.60	498.30	0.356	0.0*	1-S2n	0.178	0.209	0.178	0.185	1.684	3.474
0.70	0.70	498.34	0.394	0.0*	1-S2n	0.197	0.232	0.197	0.202	1.775	3.640
0.80	0.80	498.37	0.431	0.0*	1-S2n	0.215	0.254	0.215	0.218	1.862	3.787
0.90	0.90	498.41	0.466	0.009	1-S2n	0.232	0.274	0.232	0.233	1.943	3.921
1.00	1.00	498.44	0.500	0.030	1-S2n	0.248	0.294	0.248	0.248	2.014	4.044
1.10	1.10	498.47	0.533	0.051	1-S2n	0.264	0.314	0.264	0.262	2.082	4.156

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 497.94 m, Outlet Elevation (invert): 497.67 m
Culvert Length: 27.60 m, Culvert Slope: 0.0098

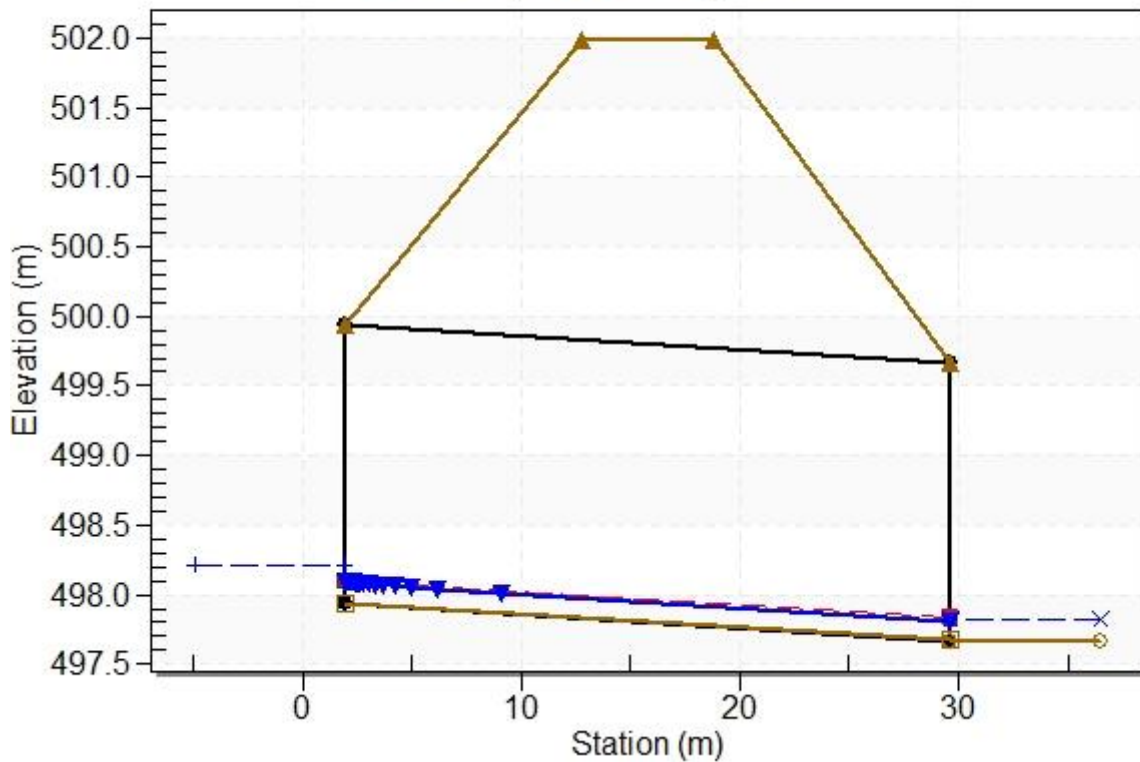
Culvert Performance Curve Plot: 2x2



Water Surface Profile Plot for Culvert: 2x2

Crossing - TM07 - 2+332, Design Discharge - 0.40 cms

Culvert - 2x2, Culvert Discharge - 0.40 cms



Site Data - 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 497.94 m

Outlet Station: 29.60 m

Outlet Elevation: 497.67 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM07 - 2+332)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	497.73	0.06	1.92	31.32	2.52
0.20	497.77	0.10	2.44	47.39	2.65
0.30	497.79	0.12	2.79	60.30	2.71
0.40	497.82	0.15	3.06	71.45	2.76
0.50	497.84	0.17	3.28	81.43	2.80
0.60	497.85	0.18	3.47	90.55	2.82
0.70	497.87	0.20	3.64	99.01	2.85
0.80	497.89	0.22	3.79	106.93	2.86
0.90	497.90	0.23	3.92	114.38	2.88
1.00	497.92	0.25	4.04	121.47	2.90
1.10	497.93	0.26	4.16	128.22	2.91

Tailwater Channel Data - TM07 - 2+332

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 497.67 m

Roadway Data for Crossing: TM07 - 2+332

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 501.99 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.5. C.205 - Progr.2+425

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM08 - 2+425

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
492.35	0.10	0.10	0.00	1
492.37	0.14	0.14	0.00	1
492.40	0.18	0.18	0.00	1
492.41	0.20	0.20	0.00	1
492.44	0.26	0.26	0.00	1
492.46	0.30	0.30	0.00	1
492.49	0.34	0.34	0.00	1
492.51	0.38	0.38	0.00	1
492.53	0.42	0.42	0.00	1
492.55	0.46	0.46	0.00	1
492.57	0.50	0.50	0.00	1
497.50	21.10	21.10	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM08 - 2+425

Total Rating Curve

Crossing: TM08 - 2+425

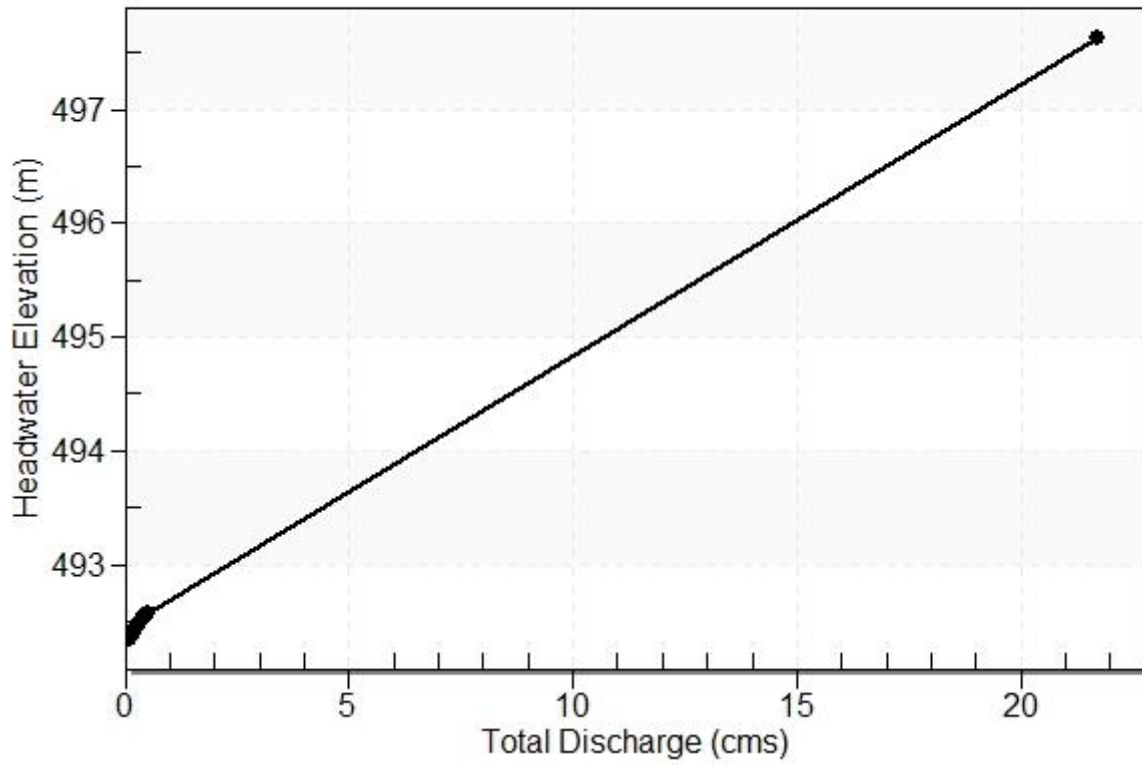


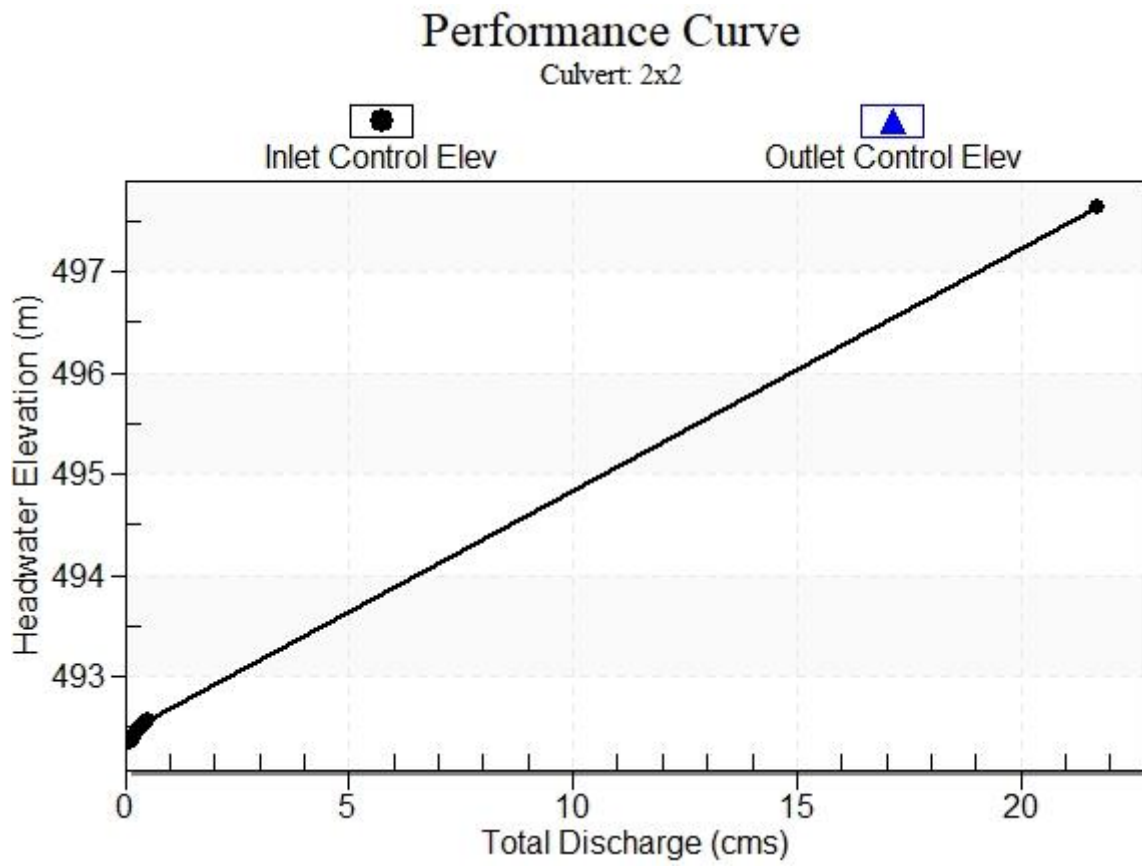
Table 2 - Culvert Summary Table: 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	492.35	0.097	0.0*	1-S2n	0.057	0.063	0.057	0.064	0.872	1.923
0.14	0.14	492.37	0.123	0.0*	1-S2n	0.070	0.079	0.070	0.078	1.005	2.163
0.18	0.18	492.40	0.146	0.0*	1-S2n	0.082	0.094	0.082	0.091	1.098	2.357
0.20	0.20	492.41	0.158	0.0*	1-S2n	0.088	0.101	0.088	0.097	1.135	2.443
0.26	0.26	492.44	0.191	0.0*	1-S2n	0.105	0.120	0.105	0.113	1.233	2.665
0.30	0.30	492.46	0.213	0.0*	1-S2n	0.115	0.132	0.115	0.123	1.309	2.793
0.34	0.34	492.49	0.234	0.0*	1-S2n	0.124	0.143	0.124	0.132	1.374	2.908
0.38	0.38	492.51	0.257	0.0*	1-S2n	0.133	0.154	0.133	0.141	1.431	3.013
0.42	0.42	492.53	0.280	0.0*	1-S2n	0.142	0.165	0.142	0.150	1.480	3.111
0.46	0.46	492.55	0.298	0.0*	1-S2n	0.151	0.175	0.151	0.158	1.523	3.201
0.50	0.50	492.57	0.315	0.0*	1-S2n	0.159	0.185	0.159	0.166	1.572	3.285

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 492.25 m, Outlet Elevation (invert): 491.94 m
Culvert Length: 31.60 m, Culvert Slope: 0.0098

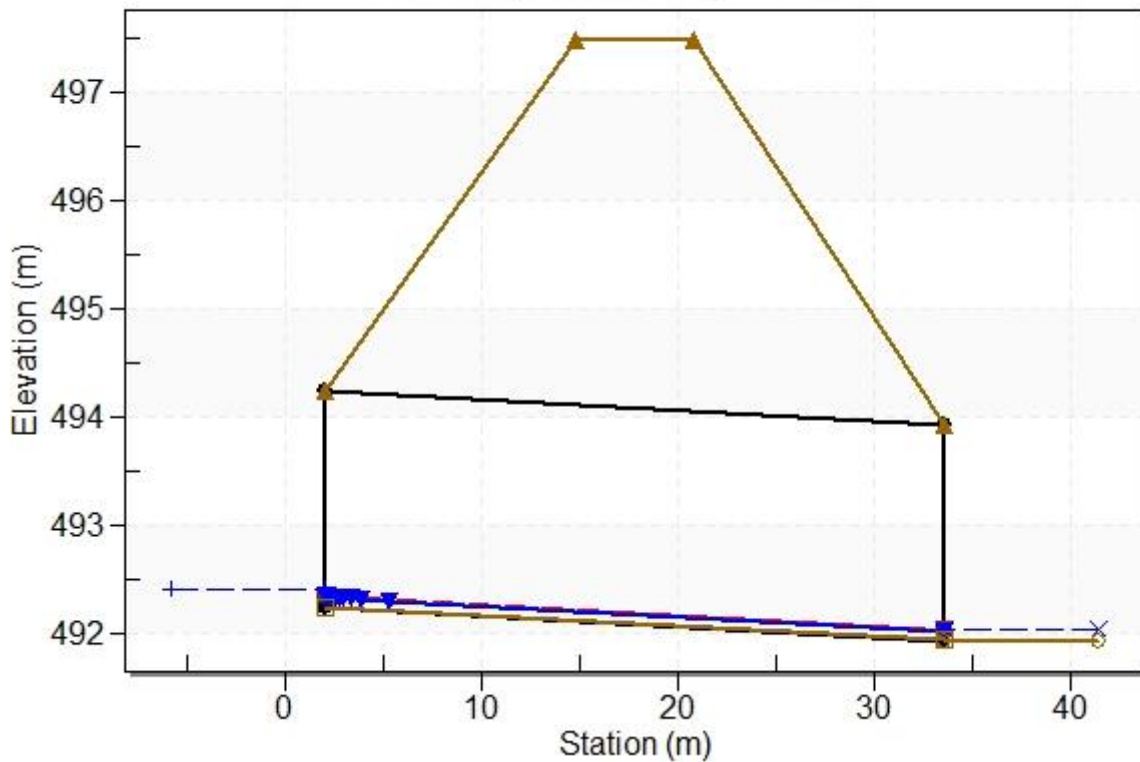
Culvert Performance Curve Plot: 2x2



Water Surface Profile Plot for Culvert: 2x2

Crossing - TM08 - 2+425, Design Discharge - 0.20 cms

Culvert - 2x2, Culvert Discharge - 0.20 cms



Site Data - 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 492.25 m

Outlet Station: 33.60 m

Outlet Elevation: 491.94 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM08 - 2+425)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	492.00	0.06	1.92	31.32	2.52
0.14	492.02	0.08	2.16	38.31	2.58
0.18	492.03	0.09	2.36	44.51	2.63
0.20	492.04	0.10	2.44	47.39	2.65
0.26	492.05	0.11	2.67	55.40	2.69
0.30	492.06	0.12	2.79	60.30	2.71
0.34	492.07	0.13	2.91	64.93	2.74
0.38	492.08	0.14	3.01	69.34	2.75
0.42	492.09	0.15	3.11	73.53	2.77
0.46	492.10	0.16	3.20	77.55	2.78
0.50	492.11	0.17	3.28	81.43	2.80

Tailwater Channel Data - TM08 - 2+425

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 491.94 m

Roadway Data for Crossing: TM08 - 2+425

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 497.50 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.6. C.210.1 - Progr.1+625 (Viab. Sec.)

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM14 - 1+625

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
445.56	0.10	0.10	0.00	1
445.91	0.84	0.84	0.00	1
446.14	1.58	1.58	0.00	1
446.34	2.32	2.32	0.00	1
446.52	3.06	3.06	0.00	1
446.67	3.80	3.80	0.00	1
446.78	4.30	4.30	0.00	1
446.96	5.28	5.28	0.00	1
447.10	6.02	6.02	0.00	1
447.23	6.76	6.76	0.00	1
447.36	7.50	7.50	0.00	1
452.64	25.68	25.68	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM14 - 1+625

Total Rating Curve

Crossing: TM14 - 1+625

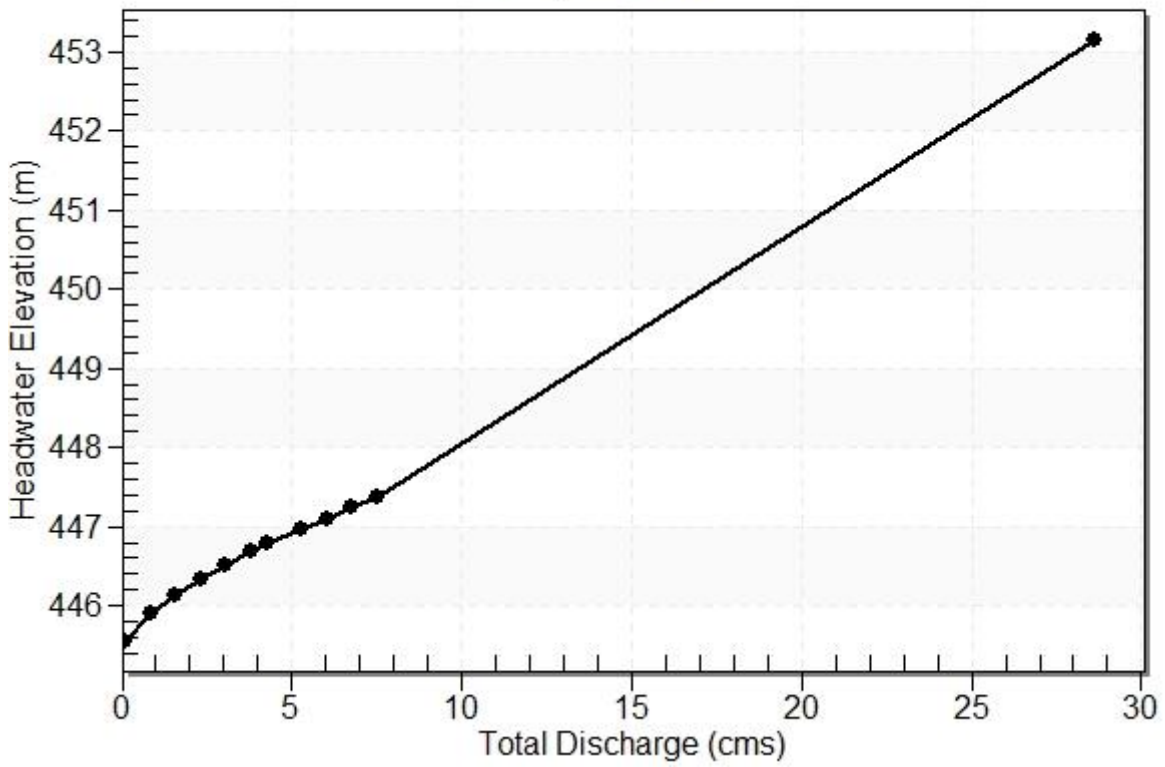


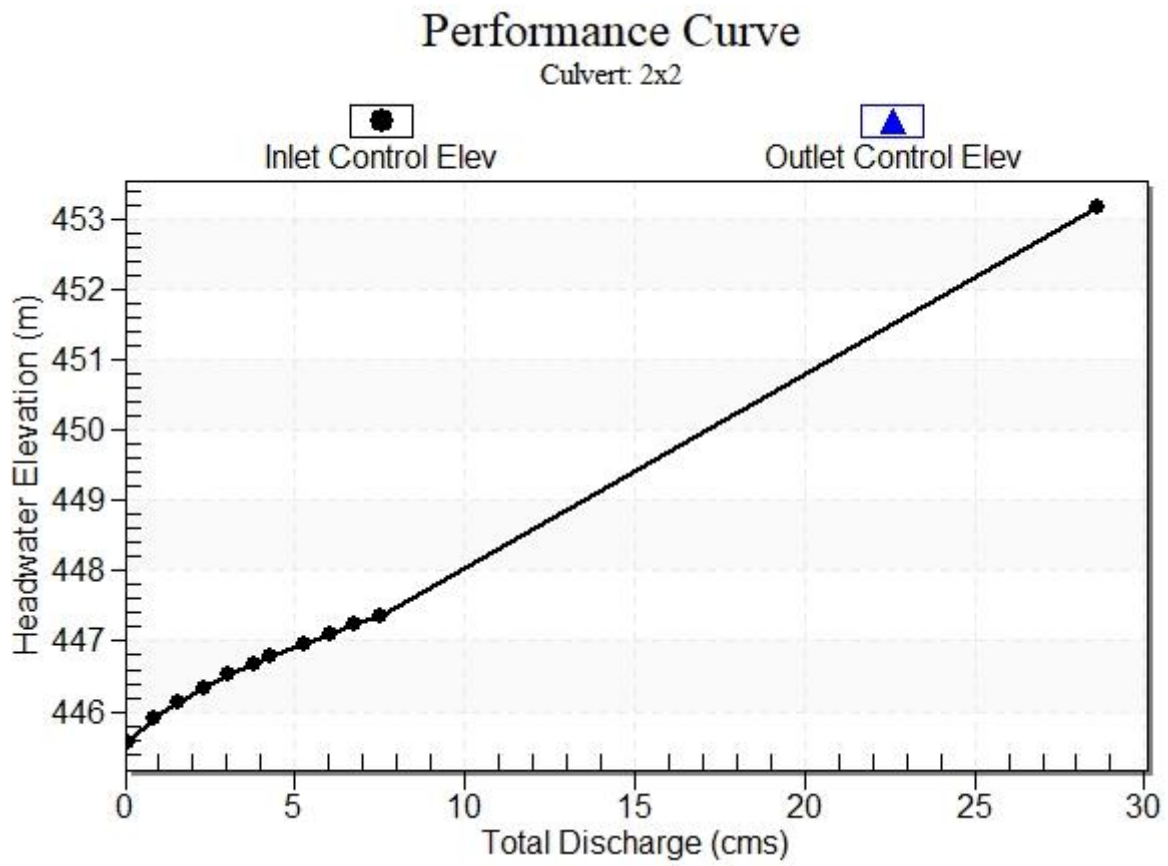
Table 2 - Culvert Summary Table: 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	445.56	0.097	0.0*	1-S2n	0.060	0.063	0.060	0.064	0.828	1.923
0.84	0.84	445.91	0.446	0.126	1-S2n	0.235	0.262	0.235	0.224	1.787	3.842
1.58	1.58	446.14	0.680	0.273	1-S2n	0.356	0.399	0.358	0.321	2.208	4.605
2.32	2.32	446.34	0.878	0.405	1-S2n	0.462	0.516	0.465	0.396	2.497	5.116
3.06	3.06	446.52	1.055	0.532	1-S2n	0.558	0.620	0.563	0.459	2.719	5.509
3.80	3.80	446.67	1.214	0.656	1-S2n	0.650	0.717	0.655	0.515	2.902	5.833
4.30	4.30	446.78	1.315	0.740	1-S2n	0.709	0.778	0.715	0.549	3.007	6.023
5.28	5.28	446.96	1.504	0.906	1-S2n	0.822	0.892	0.828	0.611	3.188	6.352
6.02	6.02	447.10	1.640	1.034	1-S2n	0.904	0.974	0.910	0.653	3.306	6.568
6.76	6.76	447.23	1.772	1.164	1-S2n	0.985	1.052	0.991	0.693	3.412	6.765
7.50	7.50	447.36	1.902	1.298	1-S2n	1.064	1.127	1.069	0.730	3.507	6.946

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 445.46 m, Outlet Elevation (invert): 445.32 m
Culvert Length: 17.20 m, Culvert Slope: 0.0081

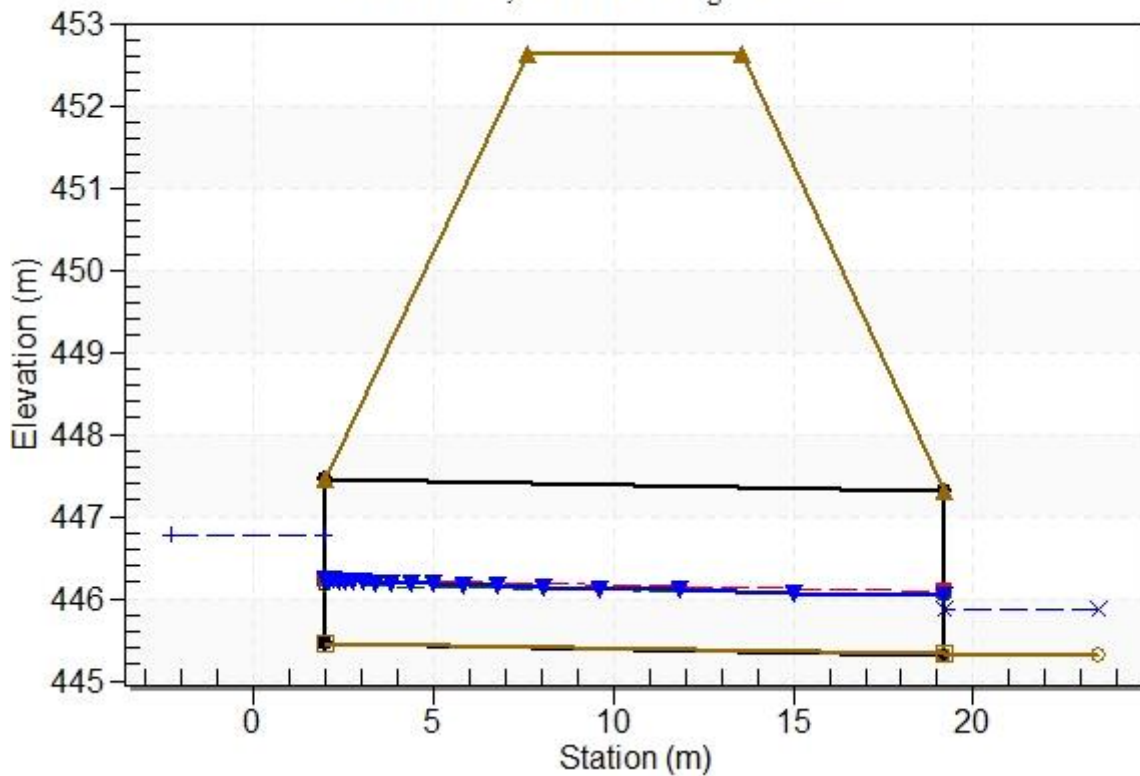
Culvert Performance Curve Plot: 2x2



Water Surface Profile Plot for Culvert: 2x2

Crossing - TM14 - 1+625, Design Discharge - 4.30 cms

Culvert - 2x2, Culvert Discharge - 4.30 cms



Site Data - 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 445.46 m

Outlet Station: 19.20 m

Outlet Elevation: 445.32 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM14 - 1+625)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	445.38	0.06	1.92	31.32	2.52
0.84	445.54	0.22	3.84	109.97	2.87
1.58	445.64	0.32	4.60	157.09	2.96
2.32	445.72	0.40	5.12	193.97	3.01
3.06	445.78	0.46	5.51	225.11	3.05
3.80	445.84	0.52	5.83	252.42	3.08
4.30	445.87	0.55	6.02	269.27	3.09
5.28	445.93	0.61	6.35	299.39	3.12
6.02	445.97	0.65	6.57	320.13	3.14
6.76	446.01	0.69	6.77	339.47	3.16
7.50	446.05	0.73	6.95	357.64	3.17

Tailwater Channel Data - TM14 - 1+625

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 445.32 m

Roadway Data for Crossing: TM14 - 1+625

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 452.64 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.7. C.215/C.216 - Progr.4+758

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TO19 - 4+758

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
426.89	0.10	0.10	0.00	1
426.96	0.22	0.22	0.00	1
427.02	0.34	0.34	0.00	1
427.09	0.46	0.46	0.00	1
427.14	0.58	0.58	0.00	1
427.18	0.70	0.70	0.00	1
427.22	0.80	0.80	0.00	1
427.27	0.94	0.94	0.00	1
427.31	1.06	1.06	0.00	1
427.34	1.18	1.18	0.00	1
427.38	1.30	1.30	0.00	1
435.37	28.47	28.47	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TO19 - 4+758

Total Rating Curve

Crossing: TO19 - 4+758

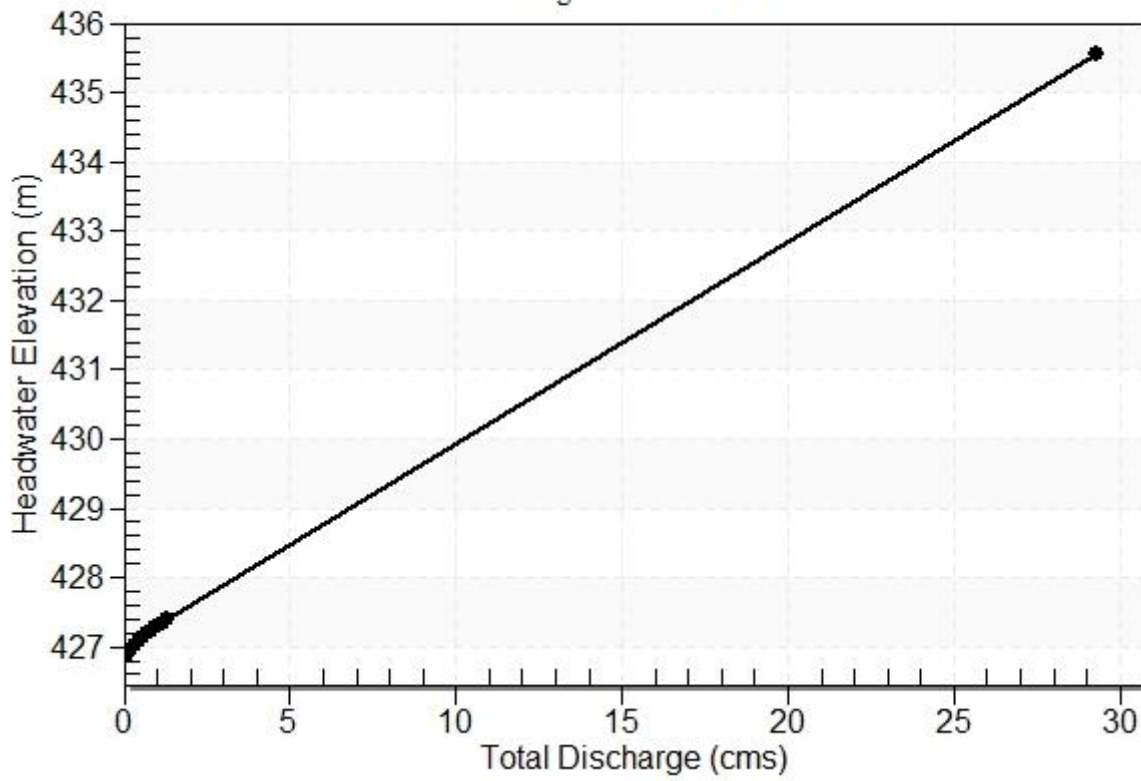


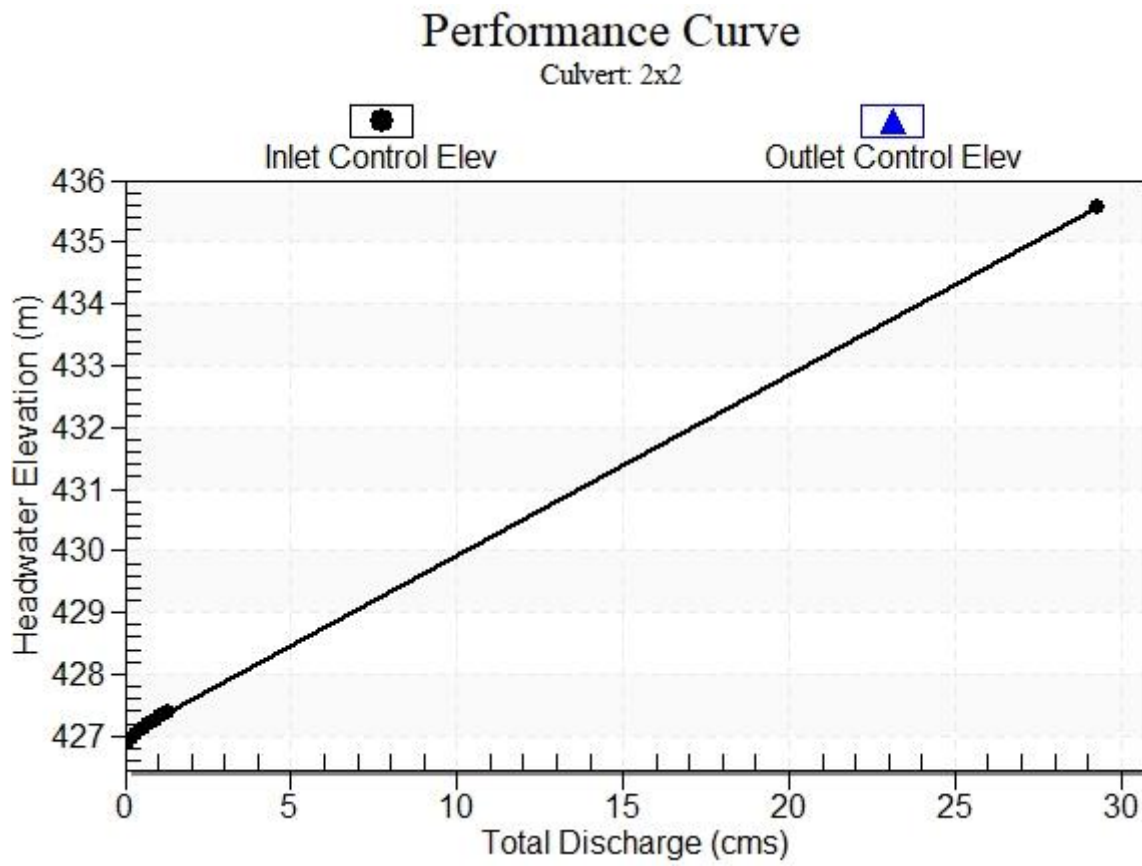
Table 2 - Culvert Summary Table: 2x2

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	426.89	0.097	0.0*	1-S2n	0.045	0.063	0.045	0.064	1.116	1.923
0.22	0.22	426.96	0.168	0.0*	1-S2n	0.074	0.107	0.074	0.102	1.487	2.522
0.34	0.34	427.02	0.232	0.0*	1-S2n	0.100	0.143	0.100	0.132	1.704	2.908
0.46	0.46	427.09	0.295	0.0*	1-S2n	0.120	0.175	0.120	0.158	1.923	3.201
0.58	0.58	427.14	0.344	0.0*	1-S2n	0.139	0.205	0.139	0.181	2.090	3.439
0.70	0.70	427.18	0.390	0.0*	1-S2n	0.157	0.232	0.157	0.202	2.226	3.640
0.80	0.80	427.22	0.427	0.0*	1-S2n	0.170	0.254	0.170	0.218	2.346	3.787
0.94	0.94	427.27	0.475	0.0*	1-S2n	0.189	0.282	0.189	0.239	2.486	3.972
1.06	1.06	427.31	0.515	0.0*	1-S2n	0.205	0.306	0.205	0.256	2.585	4.112
1.18	1.18	427.34	0.553	0.0*	1-S2n	0.219	0.329	0.219	0.272	2.693	4.241
1.30	1.30	427.38	0.590	0.0*	1-S2n	0.233	0.350	0.233	0.287	2.789	4.359

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 426.79 m, Outlet Elevation (invert): 425.79 m
Culvert Length: 50.01 m, Culvert Slope: 0.0200

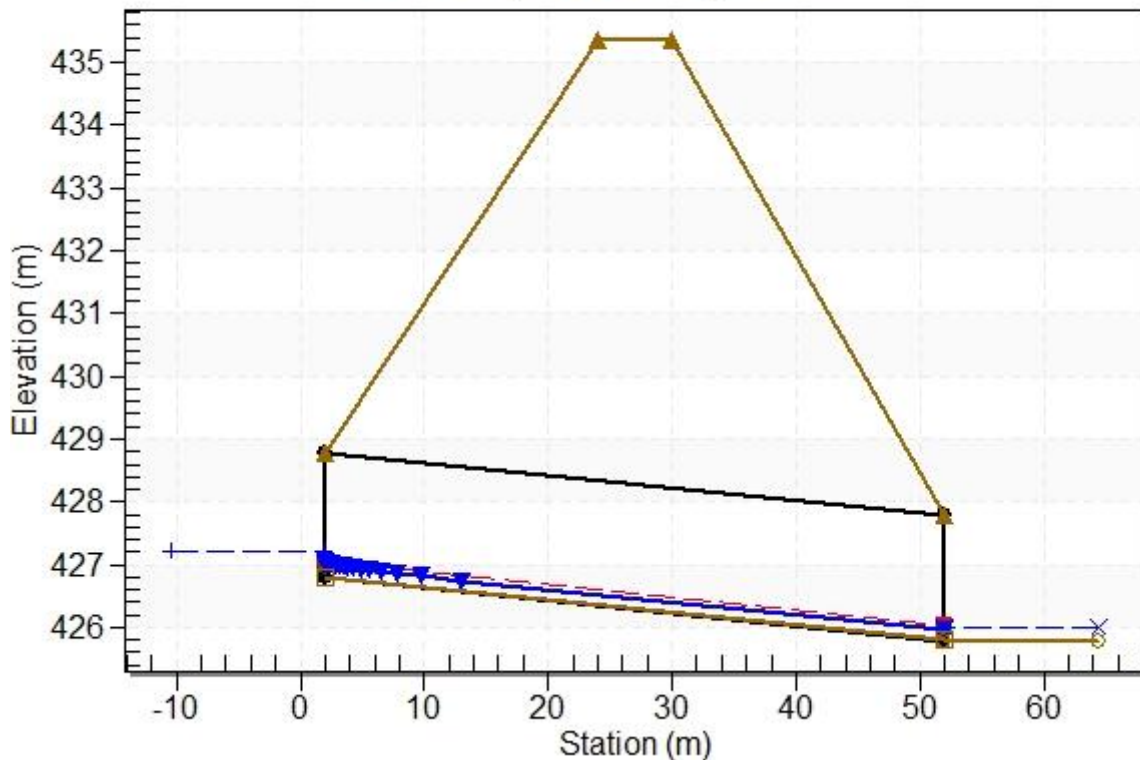
Culvert Performance Curve Plot: 2x2



Water Surface Profile Plot for Culvert: 2x2

Crossing - TO19 - 4+758, Design Discharge - 0.80 cms

Culvert - 2x2, Culvert Discharge - 0.80 cms



Site Data - 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 426.79 m

Outlet Station: 52.00 m

Outlet Elevation: 425.79 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TO19 - 4+758)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	425.85	0.06	1.92	31.32	2.52
0.22	425.89	0.10	2.52	50.16	2.66
0.34	425.92	0.13	2.91	64.93	2.74
0.46	425.95	0.16	3.20	77.55	2.78
0.58	425.97	0.18	3.44	88.78	2.82
0.70	425.99	0.20	3.64	99.01	2.85
0.80	426.01	0.22	3.79	106.93	2.86
0.94	426.03	0.24	3.97	117.26	2.89
1.06	426.05	0.26	4.11	125.55	2.91
1.18	426.06	0.27	4.24	133.41	2.92
1.30	426.08	0.29	4.36	140.89	2.93

Tailwater Channel Data - TO19 - 4+758

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 425.79 m

Roadway Data for Crossing: TO19 - 4+758

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 435.37 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.8. C.219.1 - Progr.5+187

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TO20 - 5+187

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	DN1000 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
421.01	0.10	0.10	0.00	1
421.09	0.17	0.17	0.00	1
421.16	0.24	0.24	0.00	1
421.22	0.30	0.30	0.00	1
421.29	0.38	0.38	0.00	1
421.35	0.45	0.45	0.00	1
421.40	0.52	0.52	0.00	1
421.46	0.59	0.59	0.00	1
421.51	0.66	0.66	0.00	1
421.56	0.73	0.73	0.00	1
421.61	0.80	0.80	0.00	1
423.46	2.43	2.43	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TO20 - 5+187

Total Rating Curve

Crossing: TO20 - 5+187

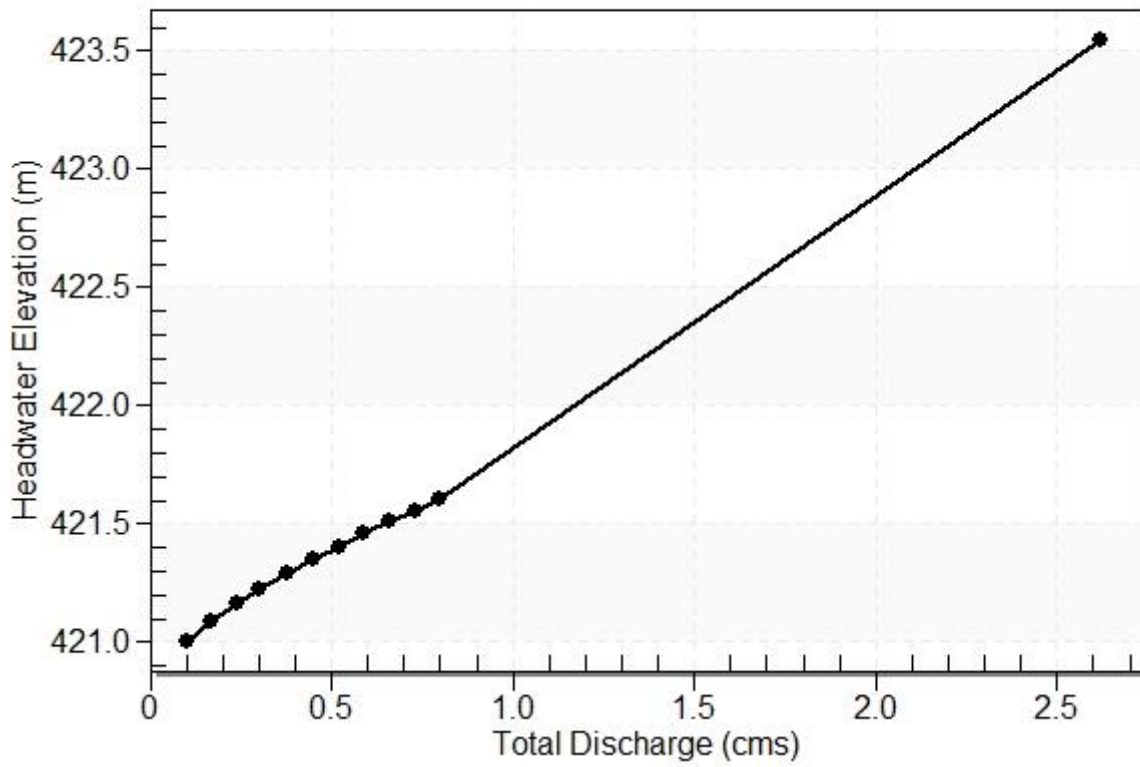


Table 2 - Culvert Summary Table: DN1000

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	421.01	0.216	0.0*	1-S2n	0.159	0.175	0.159	0.064	1.252	1.923
0.17	0.17	421.09	0.297	0.0*	1-S2n	0.206	0.229	0.206	0.088	1.463	2.312
0.24	0.24	421.16	0.370	0.0*	1-S2n	0.245	0.273	0.245	0.108	1.618	2.596
0.30	0.30	421.22	0.428	0.039	1-S2n	0.274	0.307	0.274	0.123	1.725	2.793
0.38	0.38	421.29	0.500	0.093	1-S2n	0.309	0.346	0.309	0.141	1.844	3.013
0.45	0.45	421.35	0.559	0.140	1-S2n	0.338	0.378	0.338	0.156	1.933	3.179
0.52	0.52	421.40	0.614	0.187	1-S2n	0.365	0.408	0.365	0.170	2.012	3.325
0.59	0.59	421.46	0.666	0.234	1-S2n	0.391	0.435	0.391	0.183	2.083	3.456
0.66	0.66	421.51	0.717	0.282	1-S2n	0.415	0.462	0.415	0.195	2.146	3.576
0.73	0.73	421.56	0.766	0.332	1-S2n	0.439	0.487	0.439	0.207	2.204	3.686
0.80	0.80	421.61	0.815	0.383	1-S2n	0.463	0.511	0.463	0.218	2.257	3.787

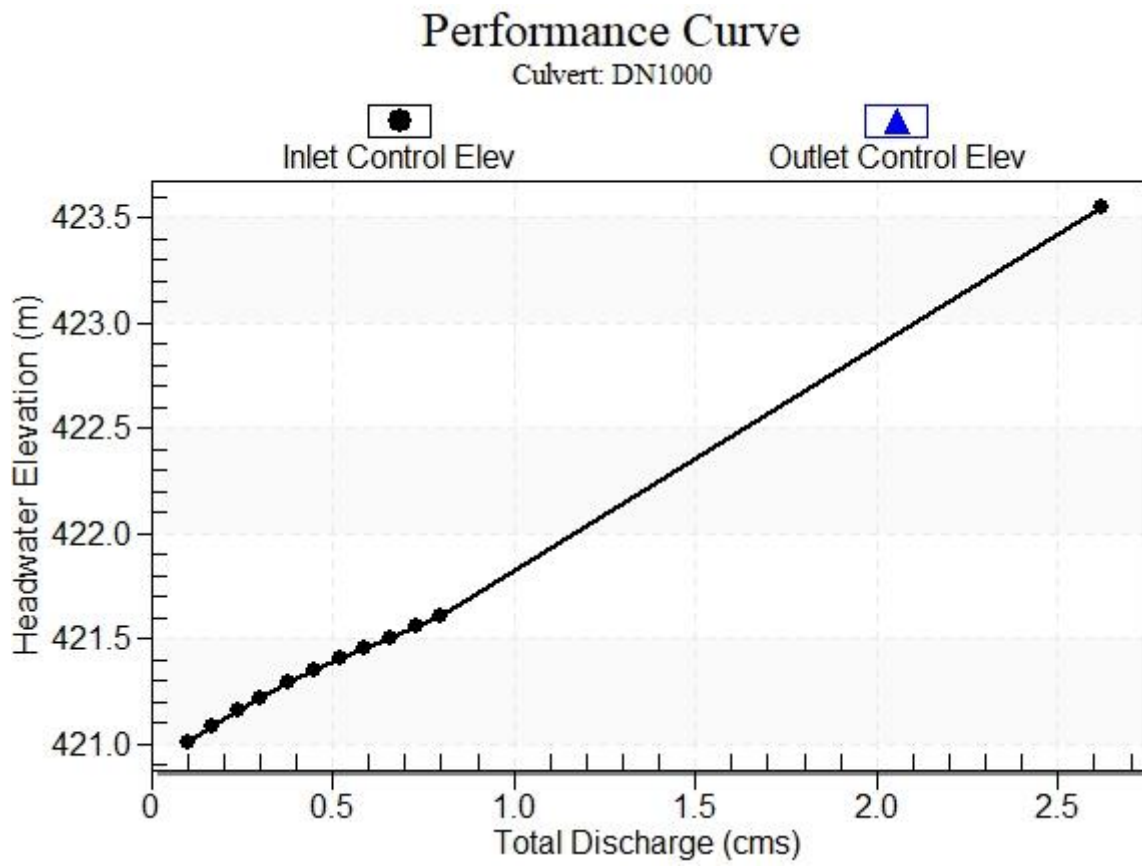
* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 420.79 m, Outlet Elevation (invert): 420.50 m

Culvert Length: 29.00 m, Culvert Slope: 0.0100

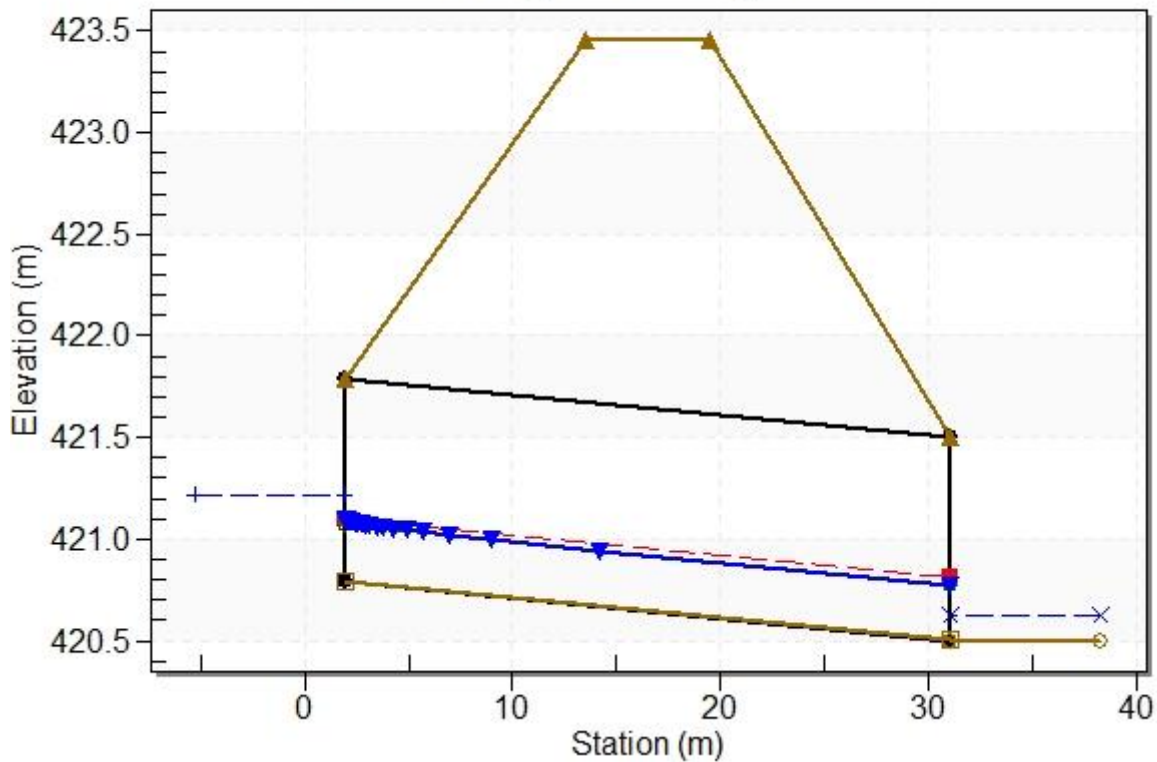
Culvert Performance Curve Plot: DN1000



Water Surface Profile Plot for Culvert: DN1000

Crossing - TO20 - 5+187, Design Discharge - 0.30 cms

Culvert - DN1000, Culvert Discharge - 0.30 cms



Site Data - DN1000

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 420.79 m

Outlet Station: 31.00 m

Outlet Elevation: 420.50 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - DN1000

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TO20 - 5+187)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	420.56	0.06	1.92	31.32	2.52
0.17	420.59	0.09	2.31	43.02	2.62
0.24	420.61	0.11	2.60	52.83	2.68
0.30	420.62	0.12	2.79	60.30	2.71
0.38	420.64	0.14	3.01	69.34	2.75
0.45	420.66	0.16	3.18	76.57	2.78
0.52	420.67	0.17	3.32	83.32	2.80
0.59	420.68	0.18	3.46	89.69	2.82
0.66	420.70	0.20	3.58	95.70	2.84
0.73	420.71	0.21	3.69	101.43	2.85
0.80	420.72	0.22	3.79	106.93	2.86

Tailwater Channel Data - TO20 - 5+187

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 420.50 m

Roadway Data for Crossing: TO20 - 5+187

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 423.46 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.9. C.220.1 - Progr.5+460

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TO21 - 5+460

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	DN1000 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
417.47	0.10	0.10	0.00	1
417.57	0.19	0.19	0.00	1
417.66	0.28	0.28	0.00	1
417.77	0.40	0.40	0.00	1
417.82	0.46	0.46	0.00	1
417.89	0.55	0.55	0.00	1
417.95	0.64	0.64	0.00	1
418.02	0.73	0.73	0.00	1
418.08	0.82	0.82	0.00	1
418.14	0.91	0.91	0.00	1
418.21	1.00	1.00	0.00	1
419.73	2.32	2.32	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TO21 - 5+460

Total Rating Curve

Crossing: TO21 - 5+460

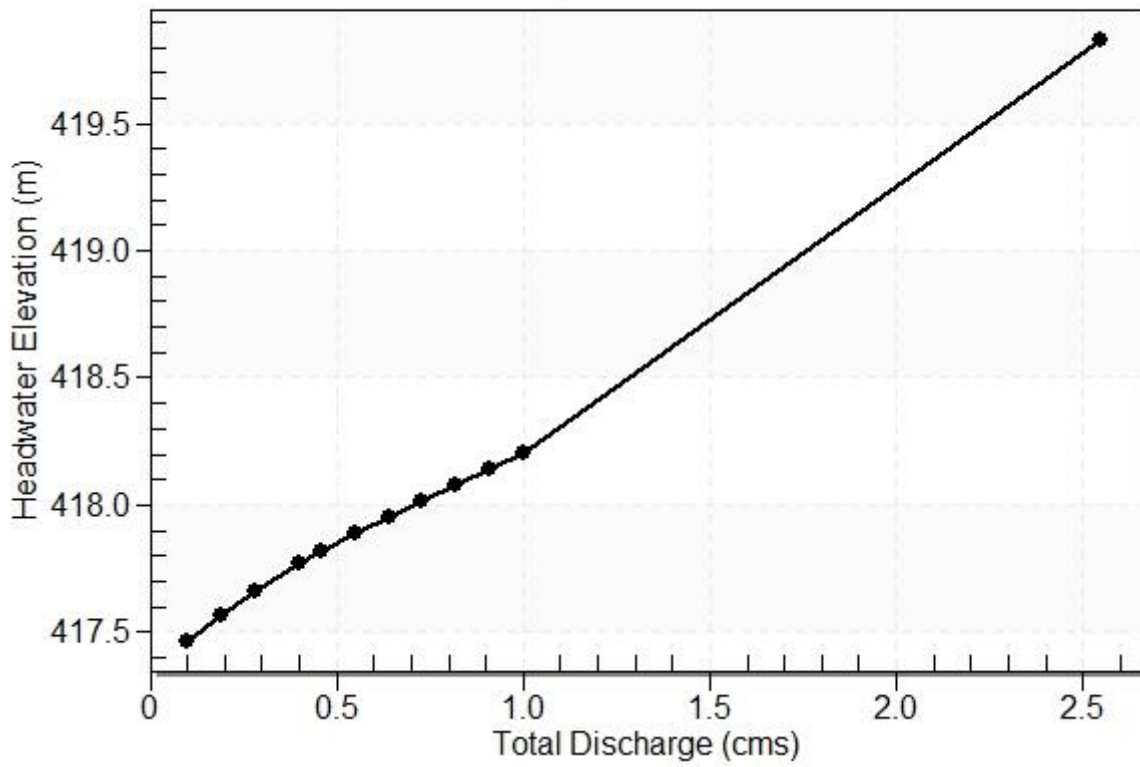


Table 2 - Culvert Summary Table: DN1000

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	417.47	0.216	0.0*	1-S2n	0.159	0.175	0.159	0.064	1.252	1.923
0.19	0.19	417.57	0.318	0.0*	1-S2n	0.217	0.243	0.217	0.094	1.512	2.400
0.28	0.28	417.66	0.409	0.0*	1-S2n	0.264	0.296	0.264	0.118	1.691	2.730
0.40	0.40	417.77	0.517	0.0*	1-S2n	0.318	0.356	0.318	0.146	1.871	3.063
0.46	0.46	417.82	0.567	0.0*	1-S2n	0.342	0.382	0.342	0.158	1.945	3.201
0.55	0.55	417.89	0.636	0.016	1-S2n	0.376	0.420	0.376	0.176	2.043	3.383
0.64	0.64	417.95	0.702	0.084	1-S2n	0.408	0.454	0.408	0.192	2.128	3.542
0.73	0.73	418.02	0.766	0.156	1-S2n	0.439	0.487	0.439	0.207	2.204	3.686
0.82	0.82	418.08	0.829	0.230	1-S2n	0.469	0.517	0.469	0.221	2.272	3.815
0.91	0.91	418.14	0.892	0.309	1-S2n	0.498	0.546	0.498	0.235	2.333	3.934
1.00	1.00	418.21	0.956	0.391	1-S2n	0.527	0.574	0.527	0.248	2.391	4.044

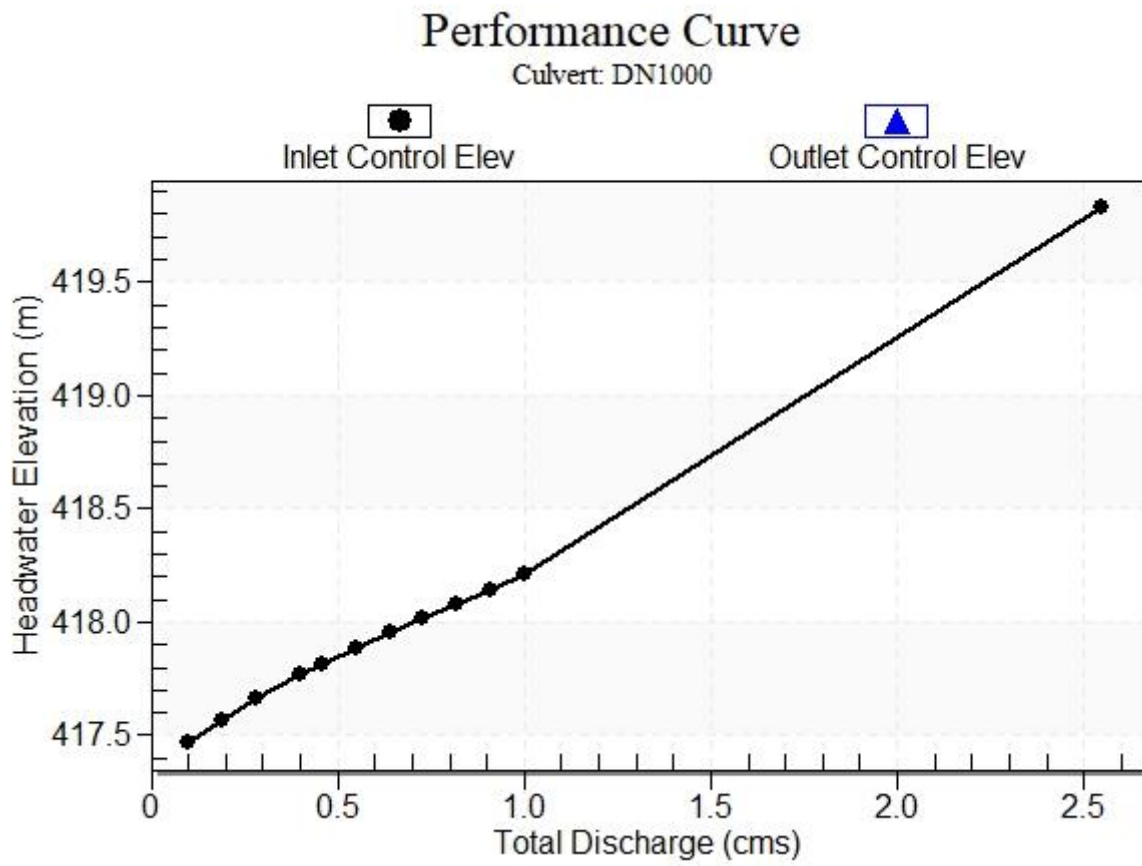
* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 417.25 m, Outlet Elevation (invert): 416.75 m

Culvert Length: 50.00 m, Culvert Slope: 0.0100

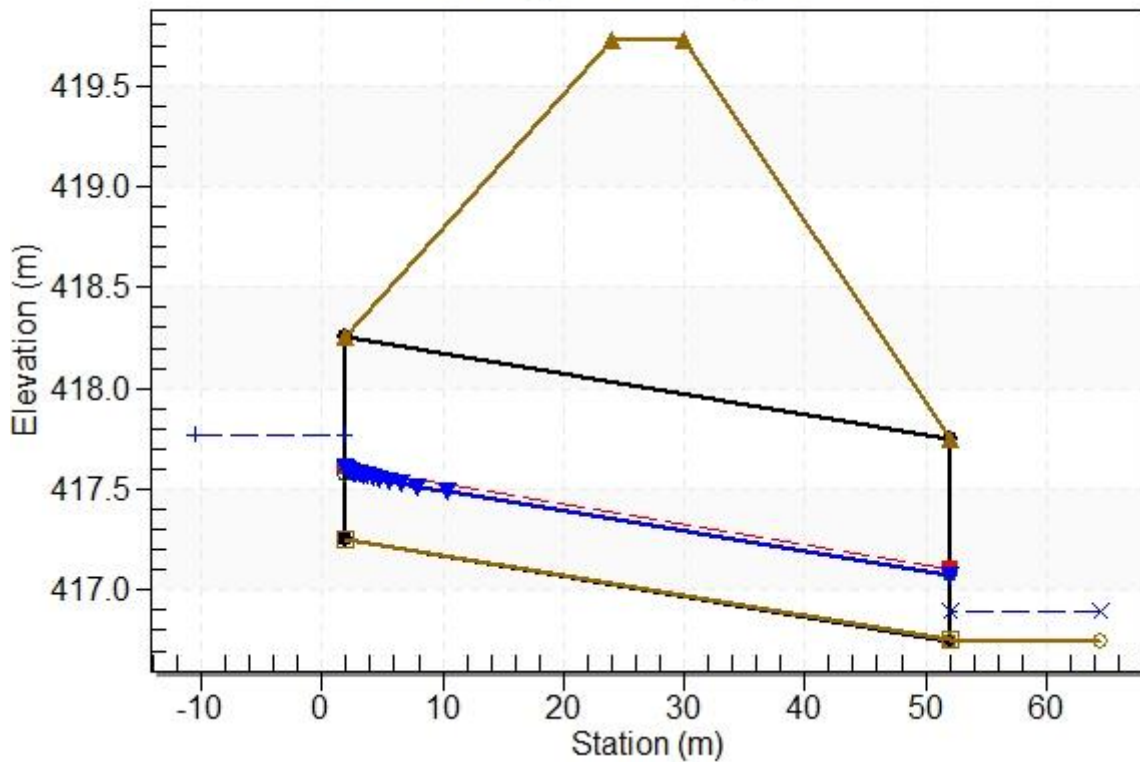
Culvert Performance Curve Plot: DN1000



Water Surface Profile Plot for Culvert: DN1000

Crossing - TO21 - 5+460, Design Discharge - 0.40 cms

Culvert - DN1000, Culvert Discharge - 0.40 cms



Site Data - DN1000

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 417.25 m

Outlet Station: 52.00 m

Outlet Elevation: 416.75 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - DN1000

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TO21 - 5+460)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	416.81	0.06	1.92	31.32	2.52
0.19	416.84	0.09	2.40	45.97	2.64
0.28	416.87	0.12	2.73	57.90	2.70
0.40	416.90	0.15	3.06	71.45	2.76
0.46	416.91	0.16	3.20	77.55	2.78
0.55	416.93	0.18	3.38	86.09	2.81
0.64	416.94	0.19	3.54	94.02	2.83
0.73	416.96	0.21	3.69	101.43	2.85
0.82	416.97	0.22	3.82	108.45	2.87
0.91	416.98	0.23	3.93	115.12	2.88
1.00	417.00	0.25	4.04	121.47	2.90

Tailwater Channel Data - TO21 - 5+460

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 416.75 m

Roadway Data for Crossing: TO21 - 5+460

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 419.73 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.10. C.220.2 - Progr.5+657

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TO22 - 5+657

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	DN1000 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
415.71	0.10	0.10	0.00	1
415.78	0.16	0.16	0.00	1
415.84	0.22	0.22	0.00	1
415.92	0.30	0.30	0.00	1
415.96	0.34	0.34	0.00	1
416.01	0.40	0.40	0.00	1
416.06	0.46	0.46	0.00	1
416.10	0.52	0.52	0.00	1
416.15	0.58	0.58	0.00	1
416.19	0.64	0.64	0.00	1
416.24	0.70	0.70	0.00	1
418.40	2.56	2.56	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TO22 - 5+657

Total Rating Curve

Crossing: TO22 - 5+657

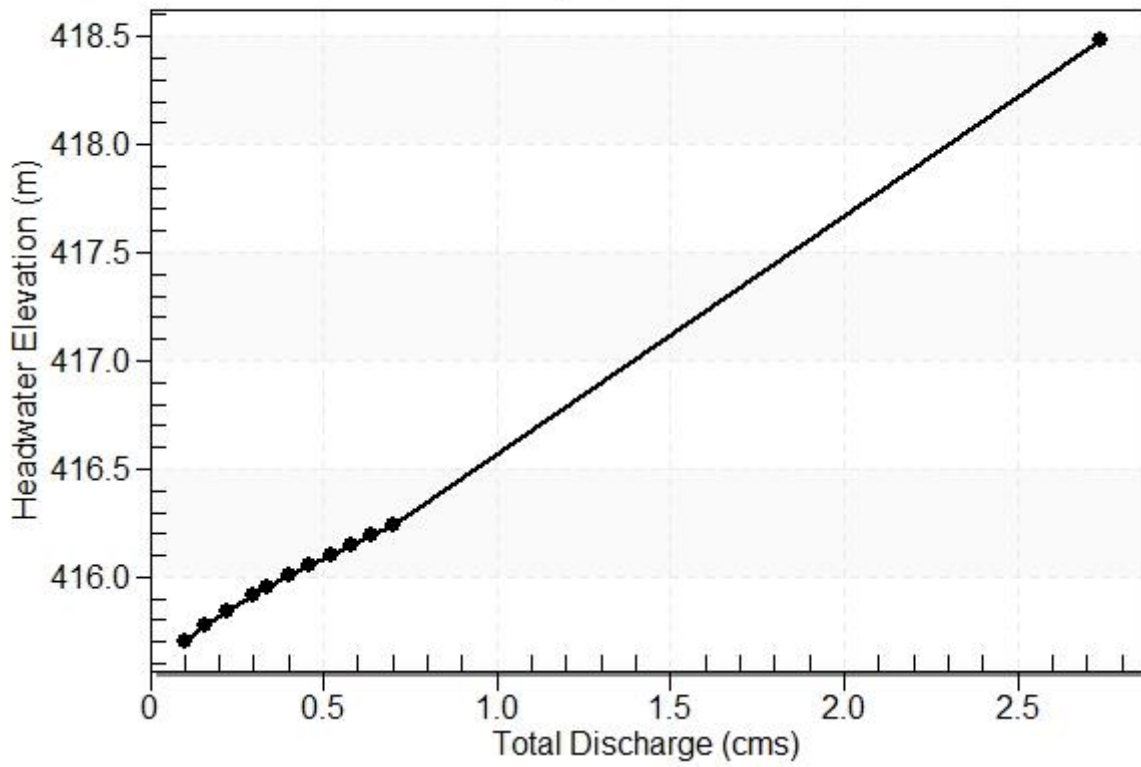


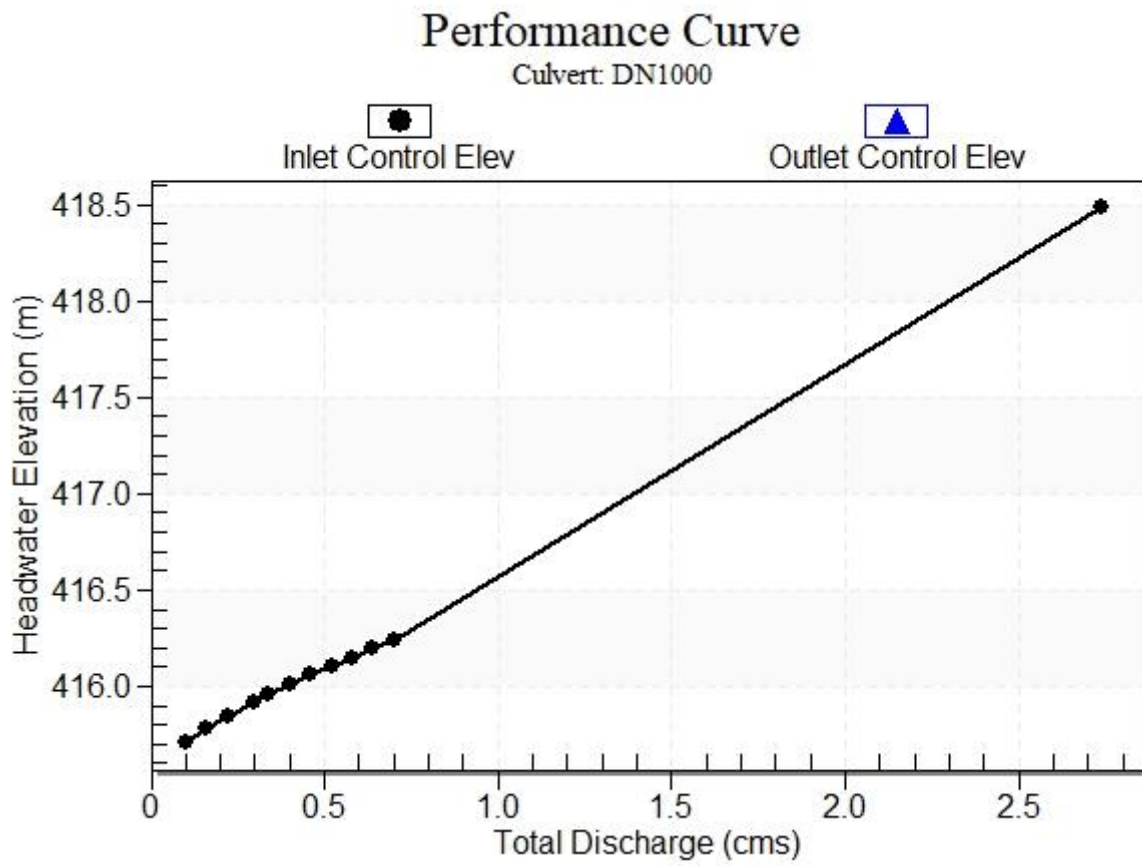
Table 2 - Culvert Summary Table: DN1000

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	415.71	0.216	0.0*	1-S2n	0.159	0.175	0.159	0.064	1.252	1.923
0.16	0.16	415.78	0.285	0.0*	1-S2n	0.200	0.222	0.200	0.085	1.438	2.264
0.22	0.22	415.84	0.350	0.0*	1-S2n	0.234	0.261	0.234	0.102	1.577	2.522
0.30	0.30	415.92	0.428	0.0*	1-S2n	0.274	0.307	0.274	0.123	1.725	2.793
0.34	0.34	415.96	0.465	0.0*	1-S2n	0.292	0.327	0.292	0.132	1.787	2.908
0.40	0.40	416.01	0.517	0.011	1-S2n	0.318	0.356	0.318	0.146	1.871	3.063
0.46	0.46	416.06	0.567	0.053	1-S2n	0.342	0.382	0.342	0.158	1.945	3.201
0.52	0.52	416.10	0.614	0.095	1-S2n	0.365	0.408	0.365	0.170	2.012	3.325
0.58	0.58	416.15	0.659	0.137	1-S2n	0.387	0.432	0.387	0.181	2.073	3.439
0.64	0.64	416.19	0.702	0.181	1-S2n	0.408	0.454	0.408	0.192	2.128	3.542
0.70	0.70	416.24	0.745	0.225	1-S2n	0.429	0.476	0.429	0.202	2.180	3.640

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

```
*****  
                               Straight Culvert  
Inlet Elevation (invert): 415.49 m,   Outlet Elevation (invert): 415.10 m  
                               Culvert Length: 39.00 m,   Culvert Slope: 0.0100  
*****
```

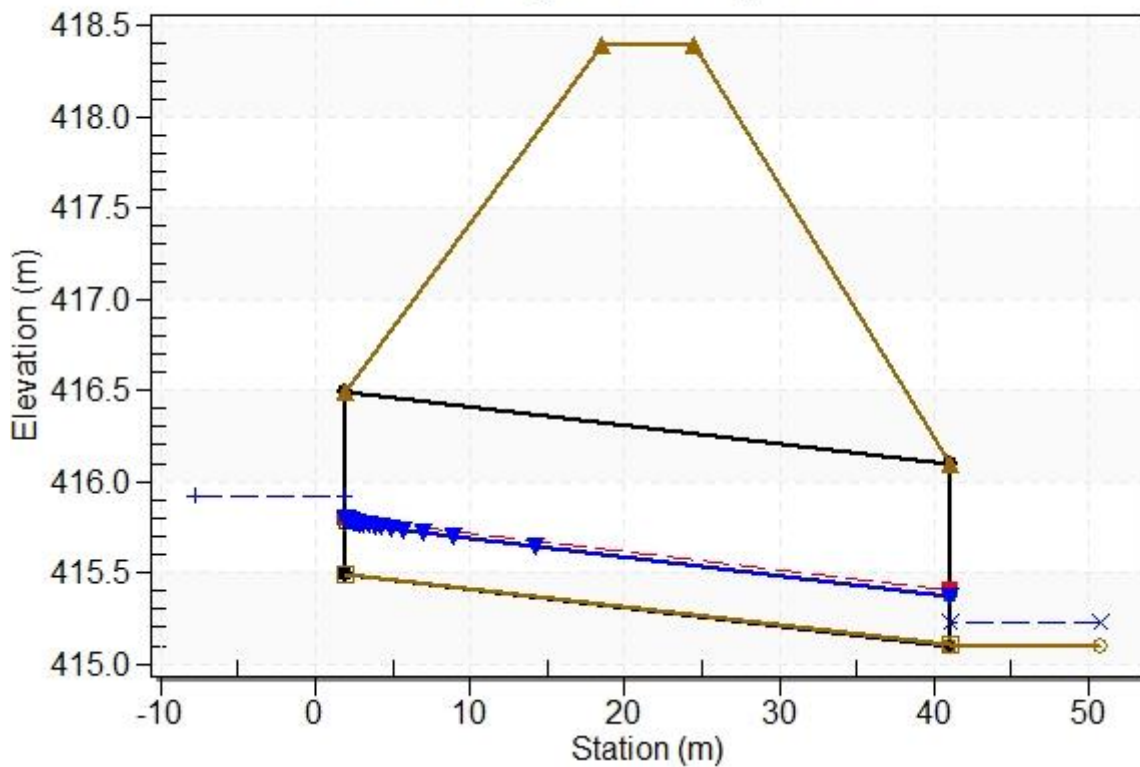

Culvert Performance Curve Plot: DN1000



Water Surface Profile Plot for Culvert: DN1000

Crossing - TO22 - 5+657, Design Discharge - 0.30 cms

Culvert - DN1000, Culvert Discharge - 0.30 cms



Site Data - DN1000

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 415.49 m

Outlet Station: 41.00 m

Outlet Elevation: 415.10 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - DN1000

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TO22 - 5+657)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	415.16	0.06	1.92	31.32	2.52
0.16	415.18	0.08	2.26	41.50	2.61
0.22	415.20	0.10	2.52	50.16	2.66
0.30	415.22	0.12	2.79	60.30	2.71
0.34	415.23	0.13	2.91	64.93	2.74
0.40	415.25	0.15	3.06	71.45	2.76
0.46	415.26	0.16	3.20	77.55	2.78
0.52	415.27	0.17	3.32	83.32	2.80
0.58	415.28	0.18	3.44	88.78	2.82
0.64	415.29	0.19	3.54	94.02	2.83
0.70	415.30	0.20	3.64	99.01	2.85

Tailwater Channel Data - TO22 - 5+657

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 415.10 m

Roadway Data for Crossing: TO22 - 5+657

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 418.40 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.11. C.224.1 - Progr.6+902

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TO25 - 6+902

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	DN1000 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
405.07	0.10	0.10	0.00	1
405.16	0.18	0.18	0.00	1
405.24	0.26	0.26	0.00	1
405.32	0.34	0.34	0.00	1
405.37	0.40	0.40	0.00	1
405.45	0.50	0.50	0.00	1
405.51	0.58	0.58	0.00	1
405.57	0.66	0.66	0.00	1
405.62	0.74	0.74	0.00	1
405.68	0.82	0.82	0.00	1
405.74	0.90	0.90	0.00	1
406.29	1.56	1.56	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TO25 - 6+902

Total Rating Curve

Crossing: TO25 - 6+902

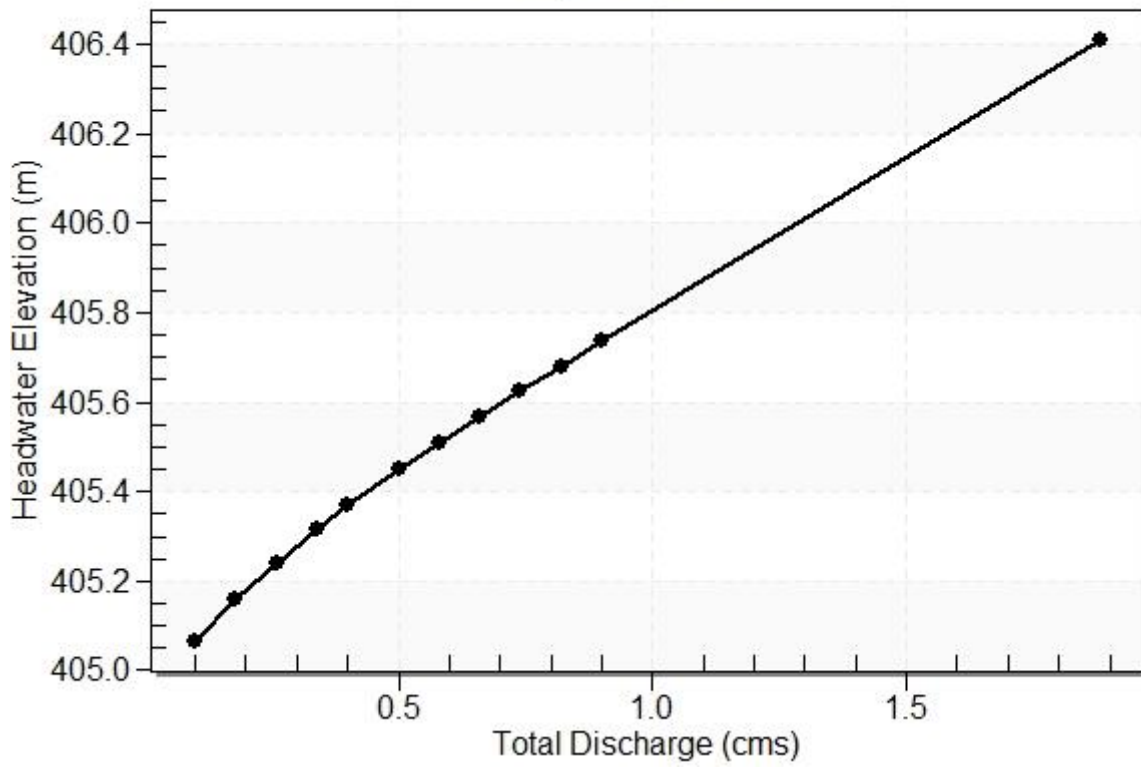


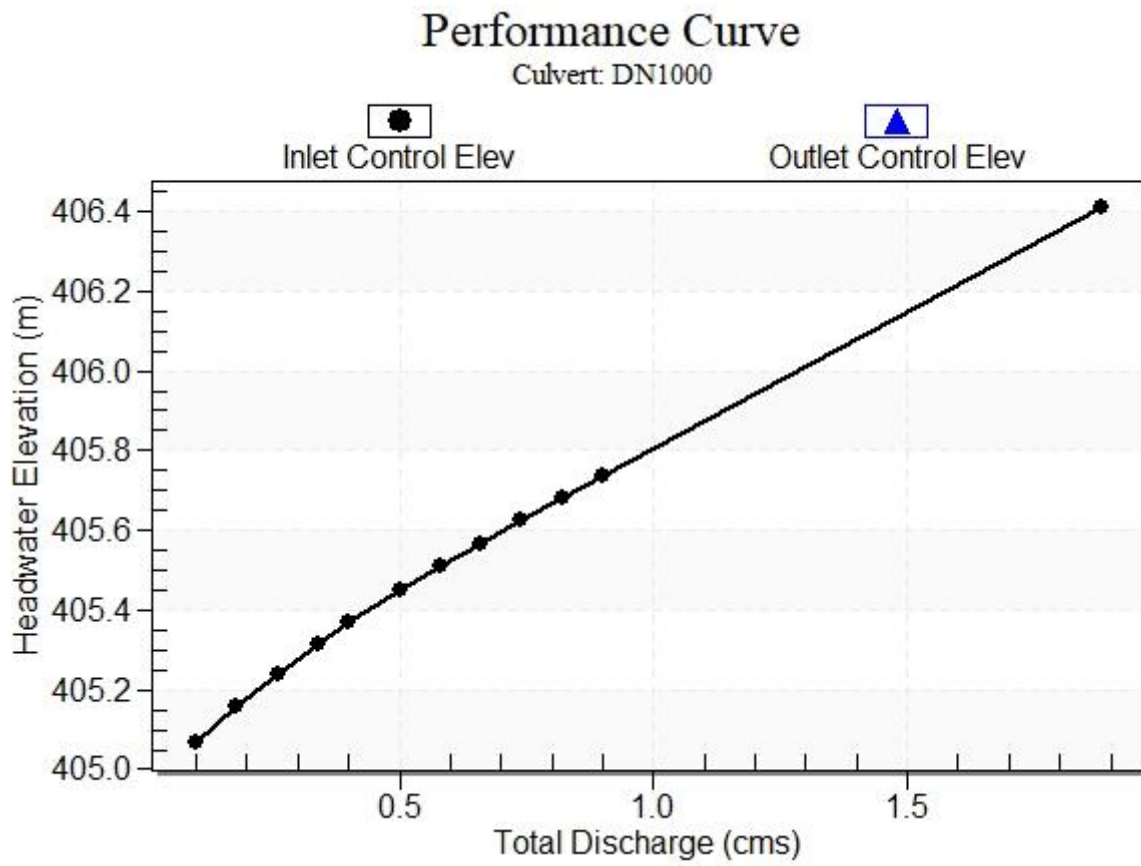
Table 2 - Culvert Summary Table: DN1000

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	405.07	0.216	0.0*	1-S2n	0.159	0.175	0.159	0.064	1.252	1.923
0.18	0.18	405.16	0.307	0.0*	1-S2n	0.212	0.236	0.212	0.091	1.488	2.357
0.26	0.26	405.24	0.390	0.0*	1-S2n	0.255	0.285	0.255	0.113	1.654	2.665
0.34	0.34	405.32	0.465	0.0*	1-S2n	0.292	0.327	0.292	0.132	1.787	2.908
0.40	0.40	405.37	0.517	0.0*	1-S2n	0.318	0.356	0.318	0.146	1.871	3.063
0.50	0.50	405.45	0.598	0.0*	1-S2n	0.357	0.400	0.357	0.166	1.990	3.285
0.58	0.58	405.51	0.659	0.0*	1-S2n	0.387	0.432	0.387	0.181	2.073	3.439
0.66	0.66	405.57	0.717	0.056	1-S2n	0.415	0.462	0.415	0.195	2.146	3.576
0.74	0.74	405.62	0.773	0.122	1-S2n	0.443	0.490	0.443	0.209	2.212	3.701
0.82	0.82	405.68	0.829	0.190	1-S2n	0.469	0.517	0.469	0.221	2.272	3.815
0.90	0.90	405.74	0.885	0.262	1-S2n	0.495	0.543	0.495	0.233	2.326	3.921

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 404.85 m, Outlet Elevation (invert): 404.30 m
Culvert Length: 55.00 m, Culvert Slope: 0.0100

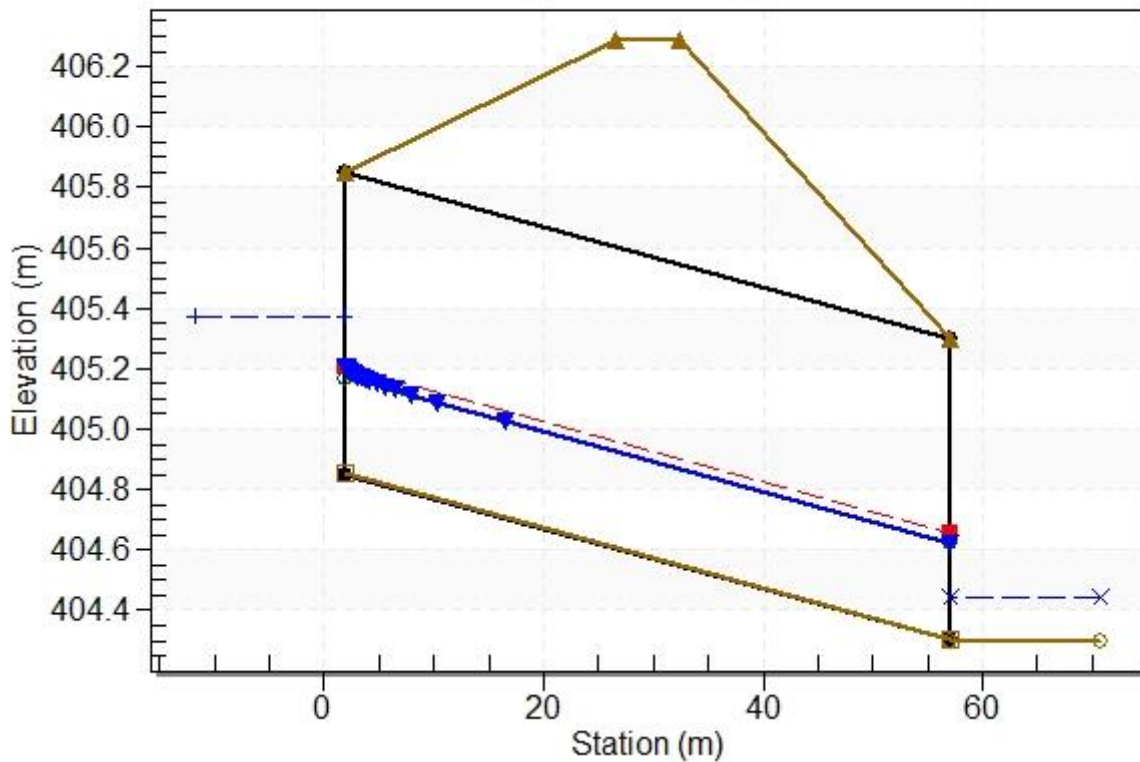
Culvert Performance Curve Plot: DN1000



Water Surface Profile Plot for Culvert: DN1000

Crossing - TO25 - 6+902, Design Discharge - 0.40 cms

Culvert - DN1000, Culvert Discharge - 0.40 cms



Site Data - DN1000

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 404.85 m

Outlet Station: 57.00 m

Outlet Elevation: 404.30 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - DN1000

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0170 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TO25 - 6+902)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	404.36	0.06	1.92	31.32	2.52
0.18	404.39	0.09	2.36	44.51	2.63
0.26	404.41	0.11	2.67	55.40	2.69
0.34	404.43	0.13	2.91	64.93	2.74
0.40	404.45	0.15	3.06	71.45	2.76
0.50	404.47	0.17	3.28	81.43	2.80
0.58	404.48	0.18	3.44	88.78	2.82
0.66	404.50	0.20	3.58	95.70	2.84
0.74	404.51	0.21	3.70	102.23	2.85
0.82	404.52	0.22	3.82	108.45	2.87
0.90	404.53	0.23	3.92	114.38	2.88

Tailwater Channel Data - TO25 - 6+902

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 404.30 m

Roadway Data for Crossing: TO25 - 6+902

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 406.29 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.12. C.224 - Progr.0+255 (Viab. Sec.)

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TO26 - 0+255

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	DN1500 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
401.69	0.10	0.10	0.00	1
401.90	0.42	0.42	0.00	1
402.08	0.74	0.74	0.00	1
402.24	1.06	1.06	0.00	1
402.38	1.38	1.38	0.00	1
402.47	1.60	1.60	0.00	1
402.63	2.02	2.02	0.00	1
402.76	2.34	2.34	0.00	1
402.88	2.66	2.66	0.00	1
403.01	2.98	2.98	0.00	1
403.14	3.30	3.30	0.00	1
403.78	4.54	4.54	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TO26 - 0+255

Total Rating Curve

Crossing: TO26 - 0+255

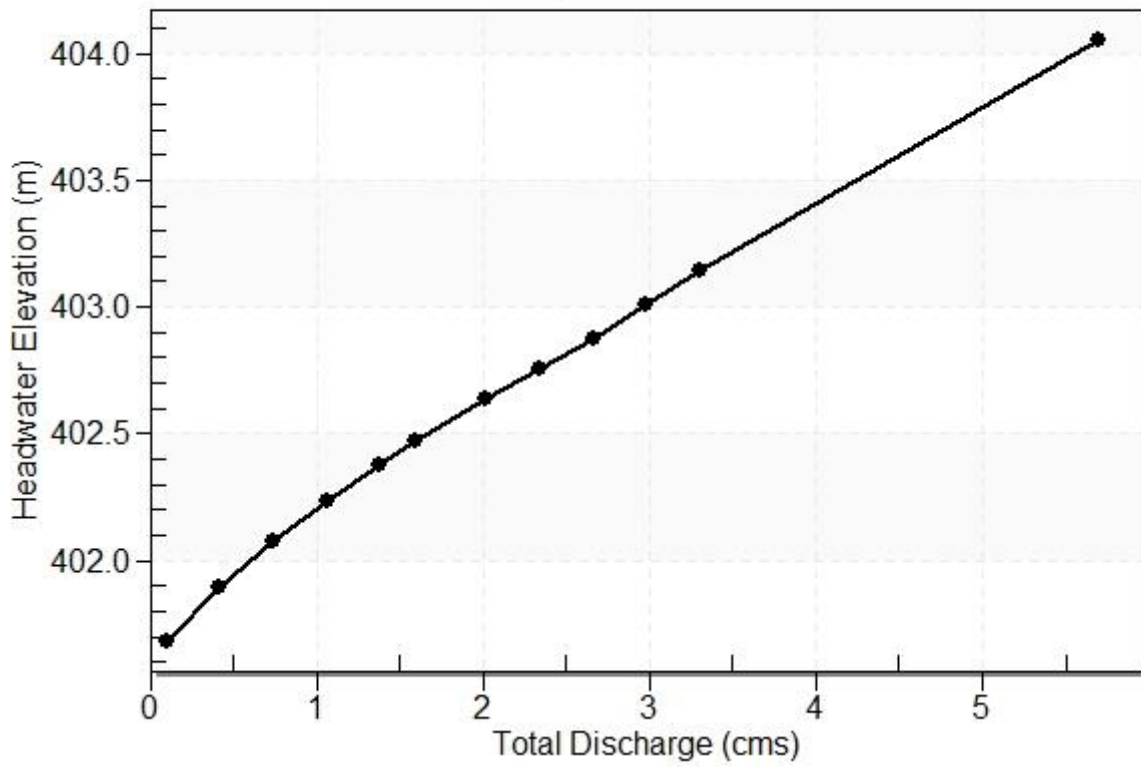


Table 2 - Culvert Summary Table: DN1500

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	401.69	0.204	0.038	1-S2n	0.141	0.158	0.141	0.064	1.193	1.923
0.42	0.42	401.90	0.416	0.212	1-S2n	0.283	0.325	0.285	0.150	1.802	3.111
0.74	0.74	402.08	0.597	0.335	1-S2n	0.376	0.435	0.381	0.209	2.107	3.701
1.06	1.06	402.24	0.756	0.445	1-S2n	0.451	0.523	0.460	0.256	2.319	4.112
1.38	1.38	402.38	0.898	0.551	1-S2n	0.518	0.600	0.529	0.297	2.487	4.434
1.60	1.60	402.47	0.989	0.623	1-S2n	0.560	0.648	0.574	0.323	2.584	4.621
2.02	2.02	402.63	1.153	0.764	1-S2n	0.636	0.732	0.653	0.367	2.747	4.928
2.34	2.34	402.76	1.274	0.874	1-S2n	0.691	0.790	0.709	0.398	2.855	5.128
2.66	2.66	402.88	1.397	0.988	1-S2n	0.744	0.845	0.763	0.426	2.953	5.308
2.98	2.98	403.01	1.525	1.107	5-S2n	0.797	0.897	0.816	0.453	3.044	5.471
3.30	3.30	403.14	1.660	1.230	5-S2n	0.848	0.945	0.867	0.478	3.128	5.621

Straight Culvert

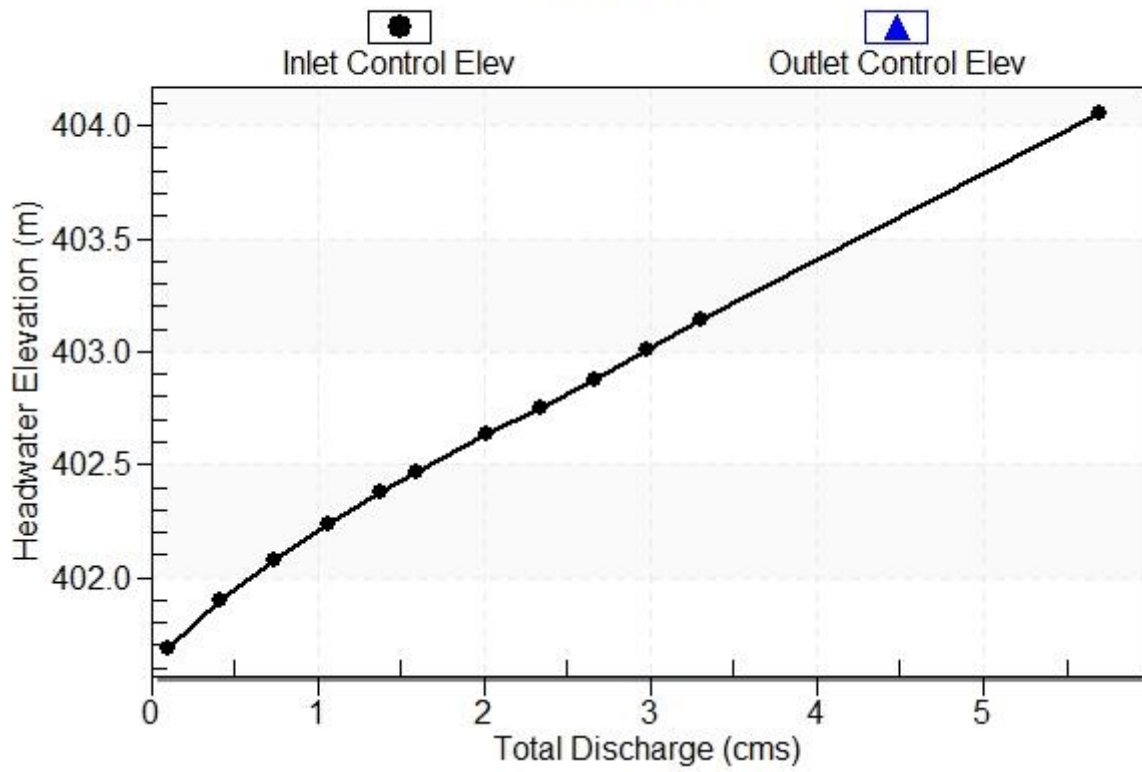
Inlet Elevation (invert): 401.48 m, Outlet Elevation (invert): 401.36 m

Culvert Length: 12.00 m, Culvert Slope: 0.0100

Culvert Performance Curve Plot: DN1500

Performance Curve

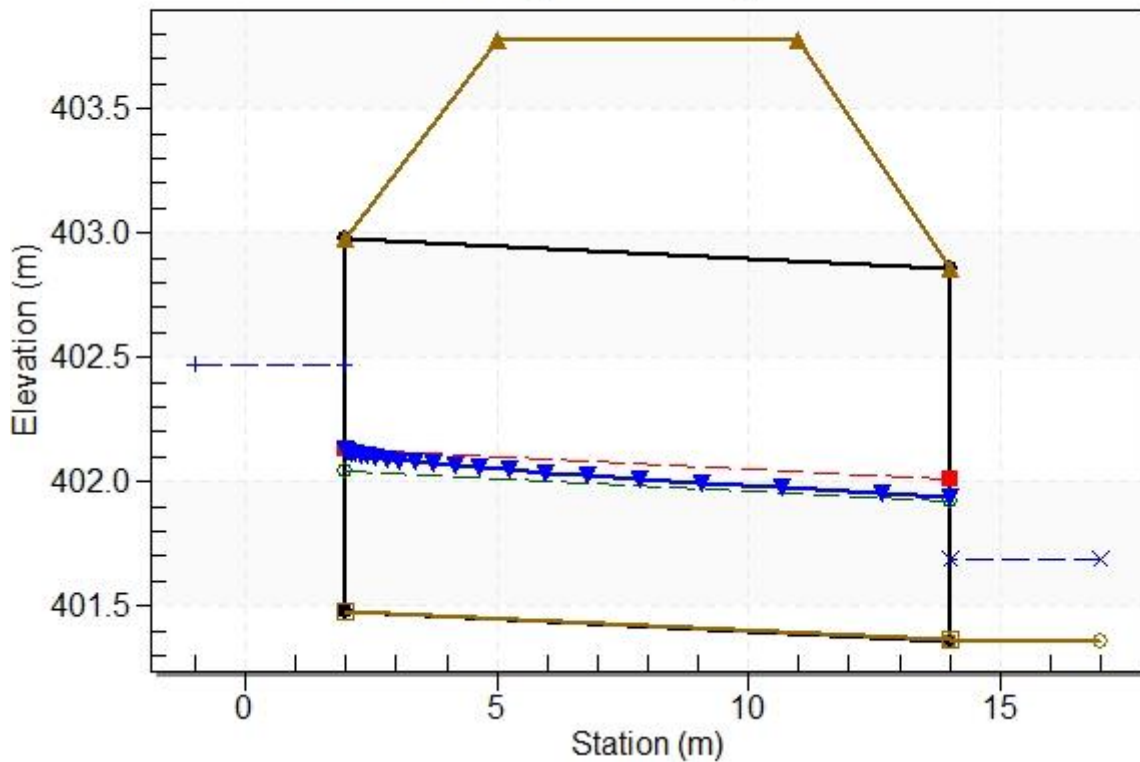
Culvert: DN1500



Water Surface Profile Plot for Culvert: DN1500

Crossing - TO26 - 0+255, Design Discharge - 1.60 cms

Culvert - DN1500, Culvert Discharge - 1.60 cms



Site Data - DN1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 401.48 m

Outlet Station: 14.00 m

Outlet Elevation: 401.36 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - DN1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0170 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TO26 - 0+255)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	401.42	0.06	1.92	31.32	2.52
0.42	401.51	0.15	3.11	73.53	2.77
0.74	401.57	0.21	3.70	102.23	2.85
1.06	401.62	0.26	4.11	125.55	2.91
1.38	401.66	0.30	4.43	145.67	2.94
1.60	401.68	0.32	4.62	158.18	2.96
2.02	401.73	0.37	4.93	179.86	2.99
2.34	401.76	0.40	5.13	194.87	3.01
2.66	401.79	0.43	5.31	208.85	3.03
2.98	401.81	0.45	5.47	221.95	3.04
3.30	401.84	0.48	5.62	234.31	3.06

Tailwater Channel Data - TO26 - 0+255

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 401.36 m

Roadway Data for Crossing: TO26 - 0+255

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 403.78 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.13. C.224 - Progr.0+829 (Viab. Sec.)

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TO27 - 0+829

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	DN1500 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
401.49	0.10	0.10	0.00	1
401.70	0.42	0.42	0.00	1
401.88	0.74	0.74	0.00	1
402.04	1.06	1.06	0.00	1
402.18	1.38	1.38	0.00	1
402.27	1.60	1.60	0.00	1
402.43	2.02	2.02	0.00	1
402.56	2.34	2.34	0.00	1
402.68	2.66	2.66	0.00	1
402.81	2.98	2.98	0.00	1
402.94	3.30	3.30	0.00	1
403.78	4.86	4.86	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TO27 - 0+829

Total Rating Curve

Crossing: TO27 - 0+829

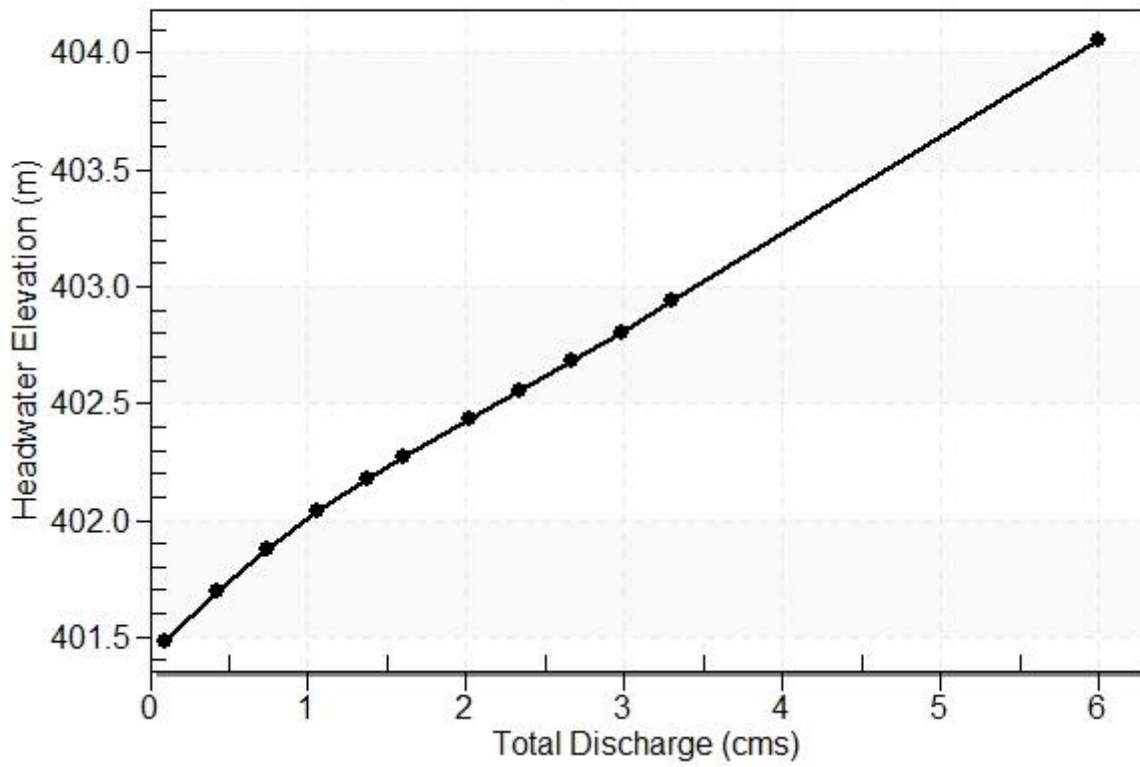


Table 2 - Culvert Summary Table: DN1500

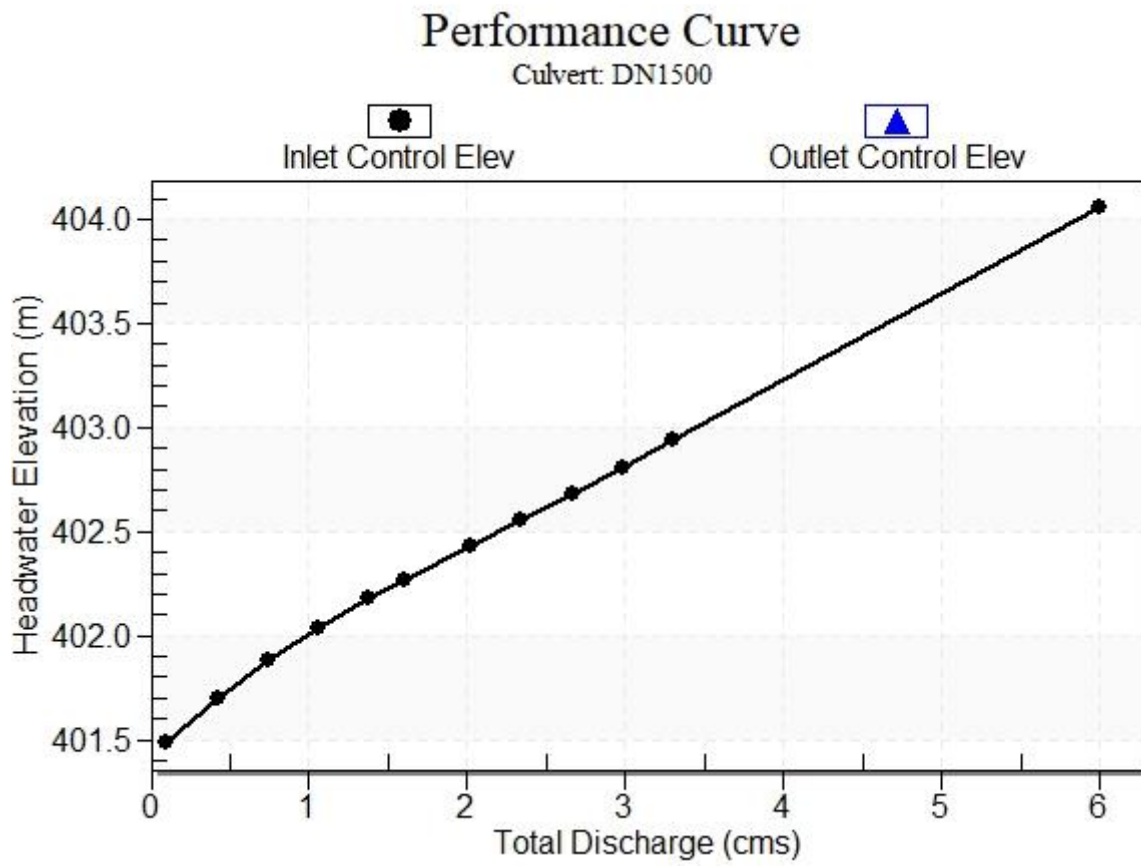
Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	401.49	0.204	0.143	1-S2n	0.143	0.158	0.143	0.064	1.170	1.923
0.42	0.42	401.70	0.416	0.236	1-JS1t	0.287	0.325	0.409	0.150	1.081	3.111
0.74	0.74	401.88	0.598	0.309	1-S2n	0.381	0.435	0.383	0.209	2.091	3.701
1.06	1.06	402.04	0.757	0.388	1-S2n	0.458	0.523	0.461	0.256	2.308	4.112
1.38	1.38	402.18	0.899	0.496	1-S2n	0.525	0.600	0.530	0.297	2.479	4.434
1.60	1.60	402.27	0.989	0.569	1-S2n	0.569	0.648	0.575	0.323	2.579	4.621
2.02	2.02	402.43	1.153	0.714	1-S2n	0.646	0.732	0.653	0.367	2.744	4.928
2.34	2.34	402.56	1.274	0.827	1-S2n	0.702	0.790	0.710	0.398	2.850	5.128
2.66	2.66	402.68	1.397	0.945	1-S2n	0.756	0.845	0.765	0.426	2.946	5.308
2.98	2.98	402.81	1.525	1.068	5-S2n	0.810	0.897	0.818	0.453	3.034	5.471
3.30	3.30	402.94	1.661	1.196	5-S2n	0.863	0.945	0.871	0.478	3.112	5.621

Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 401.28 m, Outlet Elevation (invert): 401.10 m

Culvert Length: 19.00 m, Culvert Slope: 0.0095

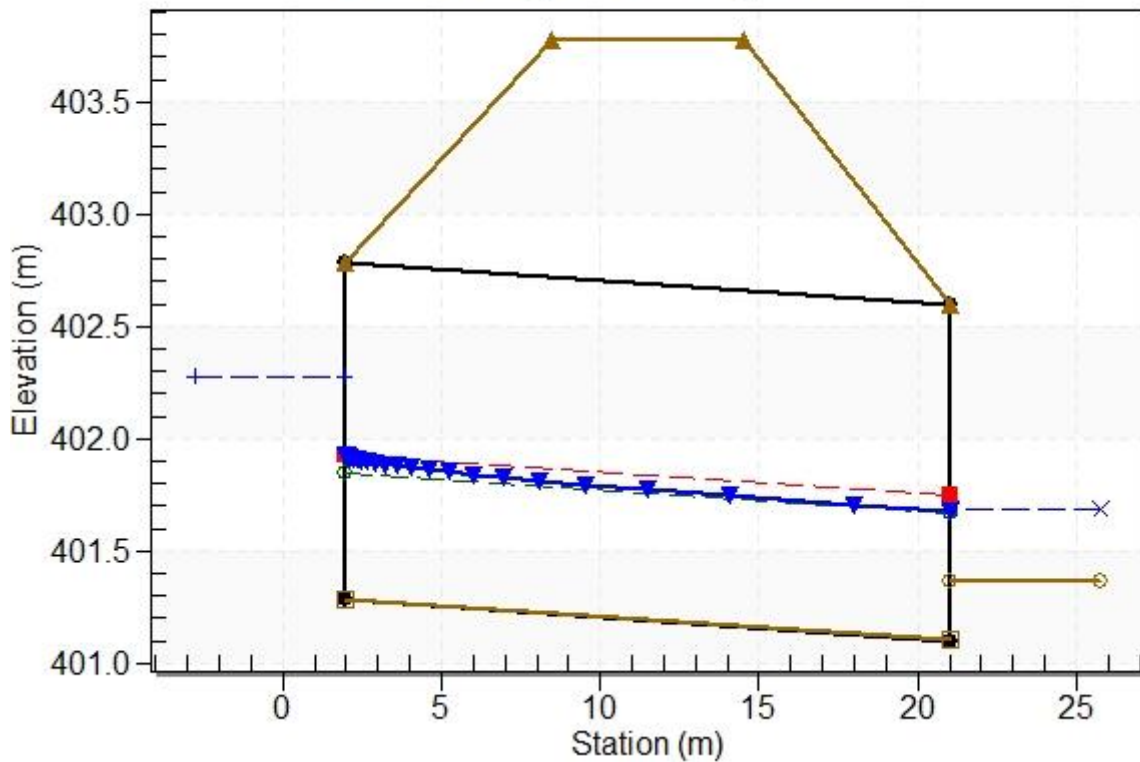
Culvert Performance Curve Plot: DN1500



Water Surface Profile Plot for Culvert: DN1500

Crossing - TO27 - 0+829, Design Discharge - 1.60 cms

Culvert - DN1500, Culvert Discharge - 1.60 cms



Site Data - DN1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 401.28 m

Outlet Station: 21.00 m

Outlet Elevation: 401.10 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - DN1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0170 (top and sides)

Manning's n: 0.0170 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Thin Edge Projecting

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TO27 - 0+829)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.10	401.42	0.06	1.92	31.32	2.52
0.42	401.51	0.15	3.11	73.53	2.77
0.74	401.57	0.21	3.70	102.23	2.85
1.06	401.62	0.26	4.11	125.55	2.91
1.38	401.66	0.30	4.43	145.67	2.94
1.60	401.68	0.32	4.62	158.18	2.96
2.02	401.73	0.37	4.93	179.86	2.99
2.34	401.76	0.40	5.13	194.87	3.01
2.66	401.79	0.43	5.31	208.85	3.03
2.98	401.81	0.45	5.47	221.95	3.04
3.30	401.84	0.48	5.62	234.31	3.06

Tailwater Channel Data - TO27 - 0+829

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

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

Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0170

Channel Invert Elevation: 401.36 m

Roadway Data for Crossing: TO27 - 0+829

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 403.78 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

3.1.14. B.222 - Progr. 6+775

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM21.1-RAMPA

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	2x2 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
409.42	1.00	1.00	0.00	1
409.52	1.30	1.30	0.00	1
409.61	1.60	1.60	0.00	1
409.69	1.90	1.90	0.00	1
409.77	2.20	2.20	0.00	1
409.84	2.50	2.50	0.00	1
409.91	2.80	2.80	0.00	1
409.98	3.10	3.10	0.00	1
410.03	3.30	3.30	0.00	1
410.11	3.70	3.70	0.00	1
410.17	4.00	4.00	0.00	1
412.00	13.61	13.61	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM21.1-RAMPA

Total Rating Curve

Crossing: TM21.1-RAMPA

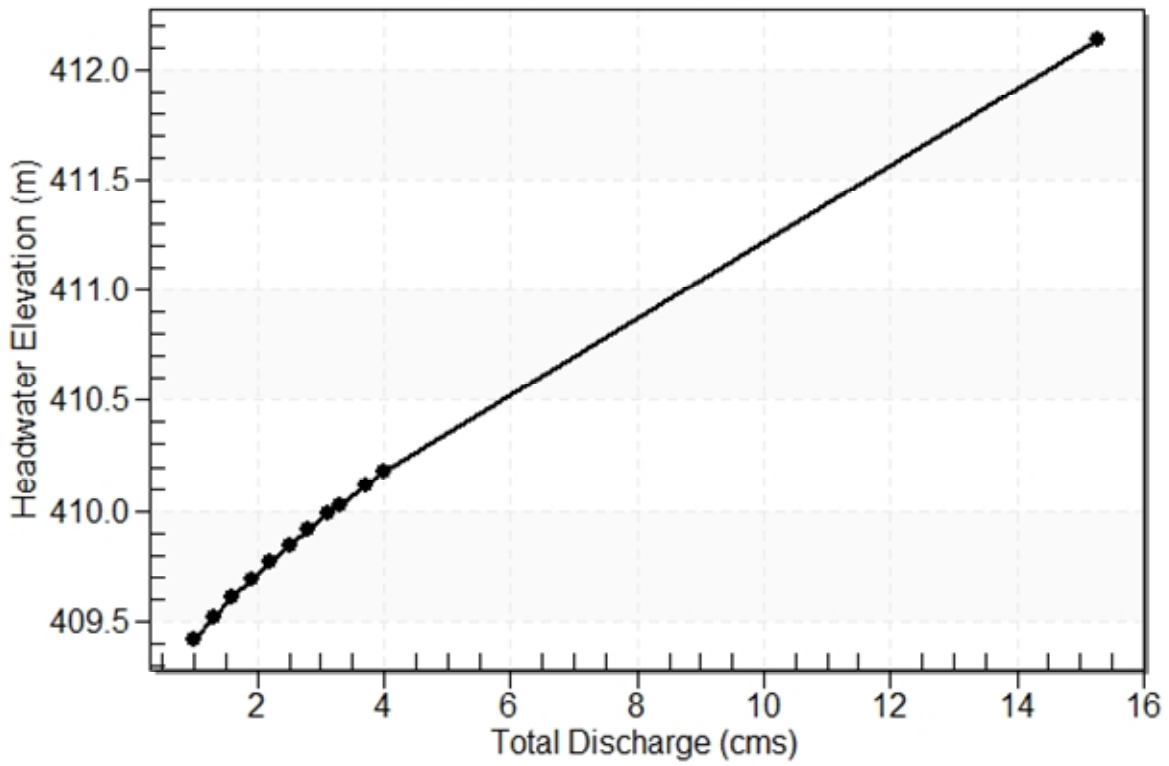


Table 2 - Culvert Summary Table: 2x2

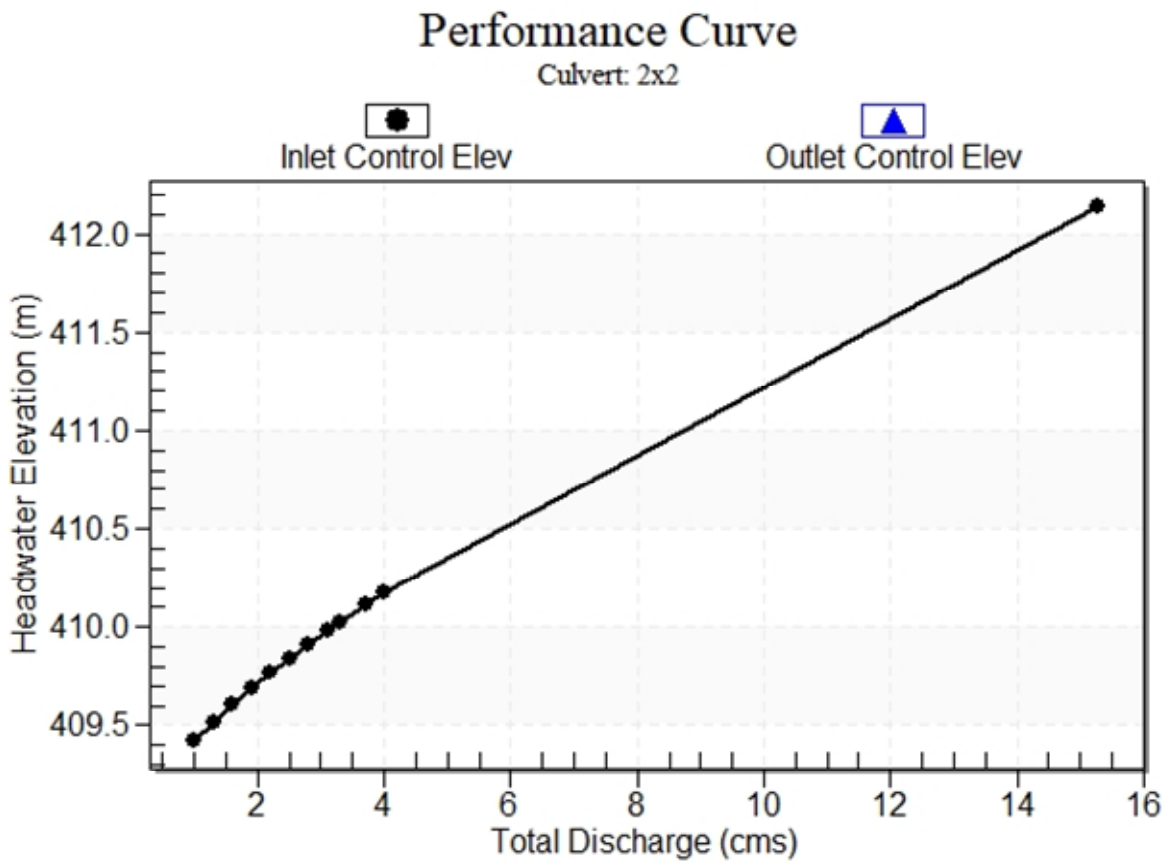
Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	409.42	0.500	0.150	1-S2n	0.240	0.294	0.243	0.127	2.056	1.534
1.30	1.30	409.52	0.596	0.210	1-S2n	0.285	0.350	0.290	0.149	2.243	1.696
1.60	1.60	409.61	0.684	0.266	1-S2n	0.327	0.403	0.334	0.169	2.394	1.836
1.90	1.90	409.69	0.767	0.321	1-S2n	0.368	0.451	0.376	0.187	2.524	1.959
2.20	2.20	409.77	0.846	0.374	1-S2n	0.406	0.498	0.417	0.204	2.640	2.070
2.50	2.50	409.84	0.921	0.426	1-S2n	0.443	0.542	0.456	0.221	2.742	2.171
2.80	2.80	409.91	0.994	0.477	1-S2n	0.479	0.585	0.494	0.236	2.834	2.265
3.10	3.10	409.98	1.062	0.527	1-S2n	0.514	0.626	0.531	0.251	2.919	2.352
3.30	3.30	410.03	1.106	0.561	1-S2n	0.536	0.652	0.555	0.261	2.972	2.407
3.70	3.70	410.11	1.191	0.628	1-S2n	0.581	0.704	0.602	0.279	3.071	2.511
4.00	4.00	410.17	1.253	0.678	1-S2n	0.614	0.741	0.637	0.293	3.139	2.583

Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 408.92 m, Outlet Elevation (invert): 408.77 m

Culvert Length: 15.30 m, Culvert Slope: 0.0098

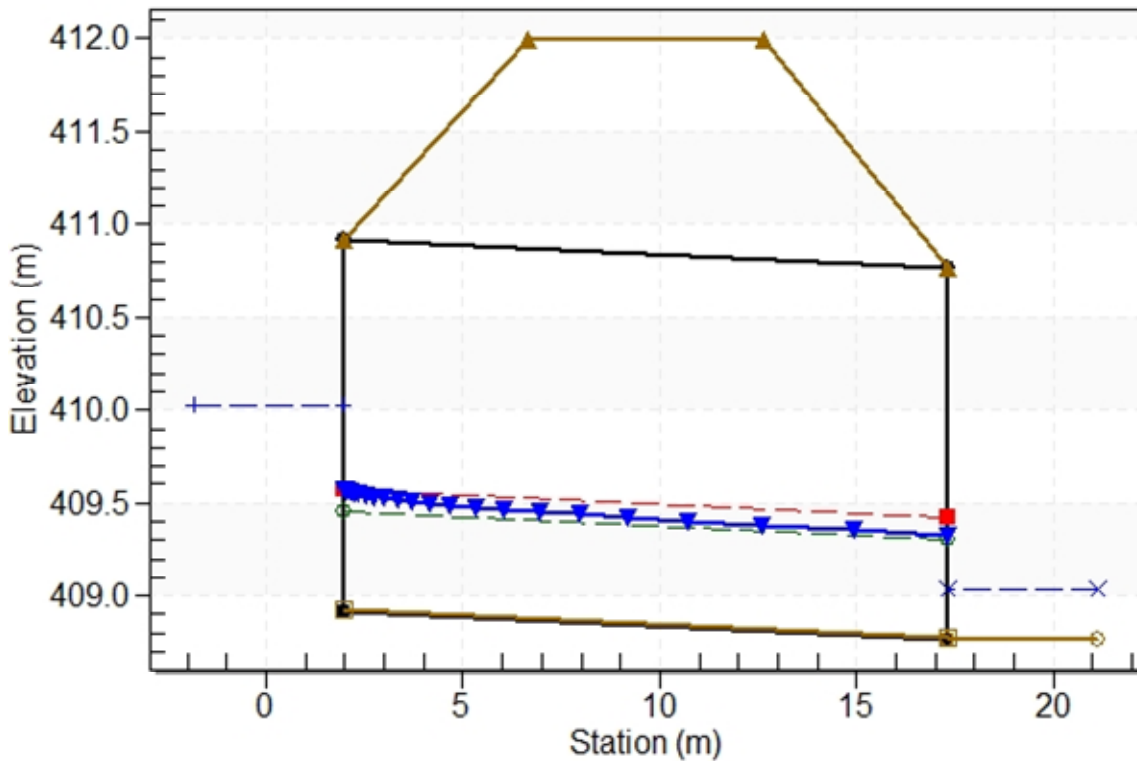
Culvert Performance Curve Plot: 2x2



Water Surface Profile Plot for Culvert: 2x2

Crossing - TM21.1-RAMPA, Design Discharge - 3.30 cms

Culvert - 2x2, Culvert Discharge - 3.30 cms



Site Data - 2x2

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 408.92 m

Outlet Station: 17.30 m

Outlet Elevation: 408.77 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 2x2

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0160 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM21.1-RAMPA)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	408.90	0.13	1.53	12.46	1.39
1.30	408.92	0.15	1.70	14.59	1.42
1.60	408.94	0.17	1.84	16.53	1.45
1.90	408.96	0.19	1.96	18.33	1.47
2.20	408.97	0.20	2.07	20.02	1.49
2.50	408.99	0.22	2.17	21.62	1.51
2.80	409.01	0.24	2.26	23.14	1.52
3.10	409.02	0.25	2.35	24.60	1.53
3.30	409.03	0.26	2.41	25.55	1.54
3.70	409.05	0.28	2.51	27.36	1.56
4.00	409.06	0.29	2.58	28.68	1.57

Tailwater Channel Data - TM21.1-RAMPA

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 5.00 m

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

Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0160

Channel Invert Elevation: 408.77 m

Roadway Data for Crossing: TM21.1-RAMPA

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 15.30 m

Crest Elevation: 412.00 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 6.00 m

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: TM21.3-AP

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	3x1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
406.41	1.00	1.00	0.00	1
406.48	1.30	1.30	0.00	1
406.54	1.60	1.60	0.00	1
406.61	1.90	1.90	0.00	1
406.66	2.20	2.20	0.00	1
406.72	2.50	2.50	0.00	1
406.77	2.80	2.80	0.00	1
406.83	3.10	3.10	0.00	1
406.86	3.30	3.30	0.00	1
406.93	3.70	3.70	0.00	1
406.98	4.00	4.00	0.00	1
407.63	7.53	7.53	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: TM21.3-AP

Total Rating Curve

Crossing: TM21.3-AP

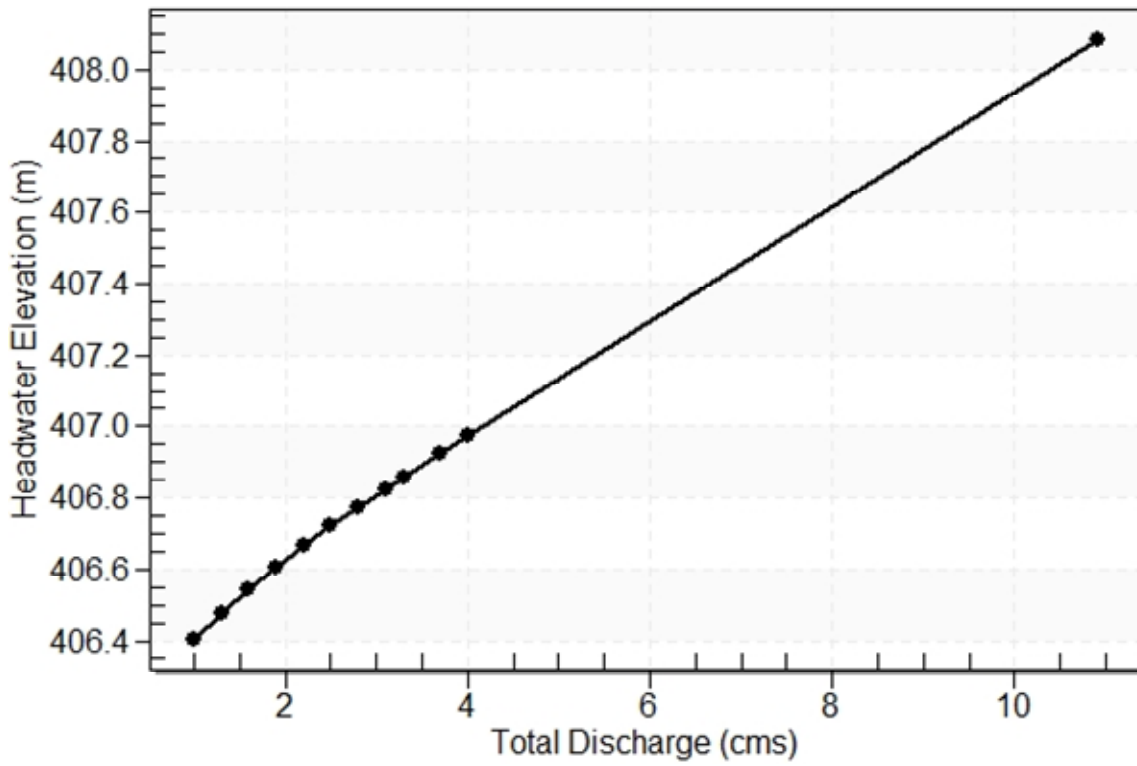


Table 2 - Culvert Summary Table: 3x1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	406.41	0.375	0.0*	1-S2n	0.131	0.225	0.131	0.108	2.538	2.256
1.30	1.30	406.48	0.447	0.0*	1-S2n	0.155	0.267	0.155	0.126	2.800	2.494
1.60	1.60	406.54	0.513	0.0*	1-S2n	0.176	0.307	0.183	0.143	2.914	2.698
1.90	1.90	406.61	0.574	0.0*	1-S2n	0.196	0.344	0.197	0.159	3.210	2.878
2.20	2.20	406.66	0.633	0.0*	1-S2n	0.215	0.380	0.215	0.173	3.410	3.041
2.50	2.50	406.72	0.689	0.0*	1-S2n	0.233	0.414	0.234	0.187	3.557	3.189
2.80	2.80	406.77	0.742	0.0*	1-S2n	0.251	0.446	0.254	0.200	3.674	3.327
3.10	3.10	406.83	0.794	0.0*	1-S2n	0.268	0.477	0.273	0.213	3.781	3.454
3.30	3.30	406.86	0.828	0.0*	1-S2n	0.279	0.498	0.279	0.221	3.948	3.534
3.70	3.70	406.93	0.895	0.0*	1-S2n	0.300	0.537	0.308	0.237	4.001	3.685
4.00	4.00	406.98	0.945	0.0*	1-S2n	0.315	0.566	0.315	0.248	4.230	3.792

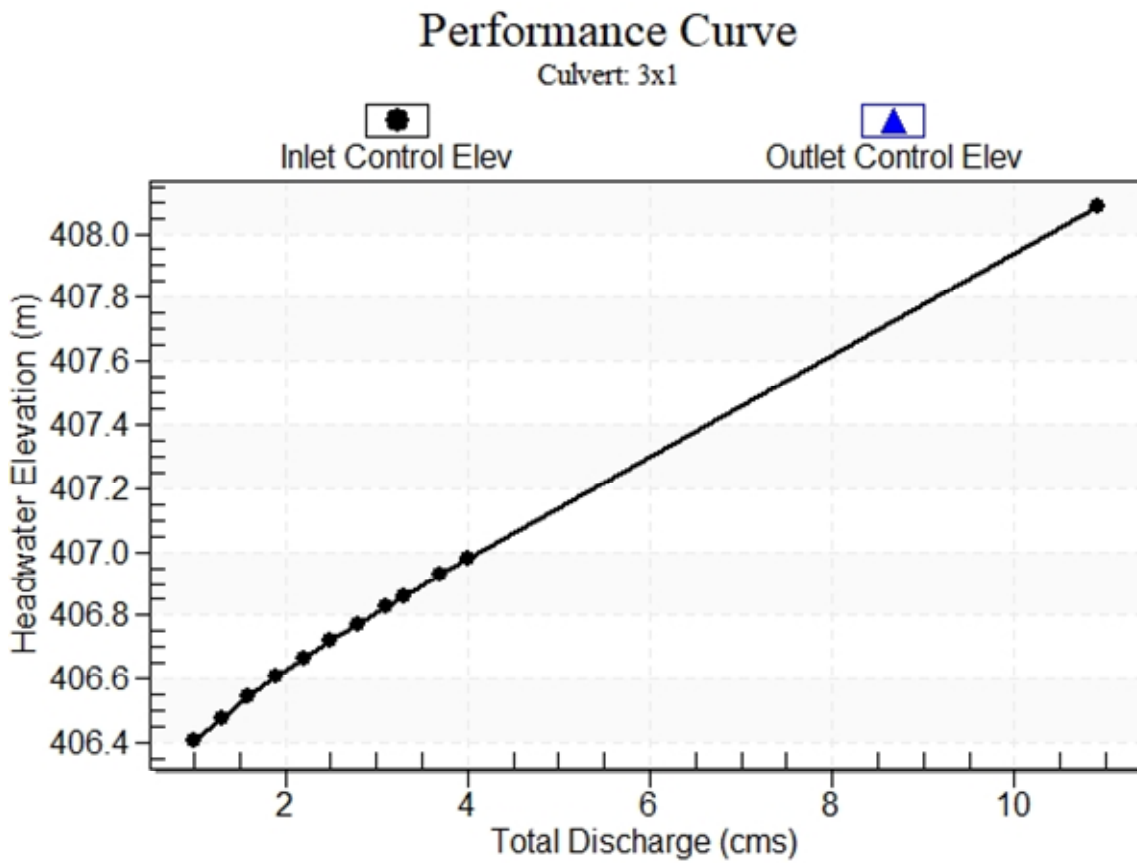
* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 406.03 m, Outlet Elevation (invert): 404.54 m

Culvert Length: 54.42 m, Culvert Slope: 0.0274

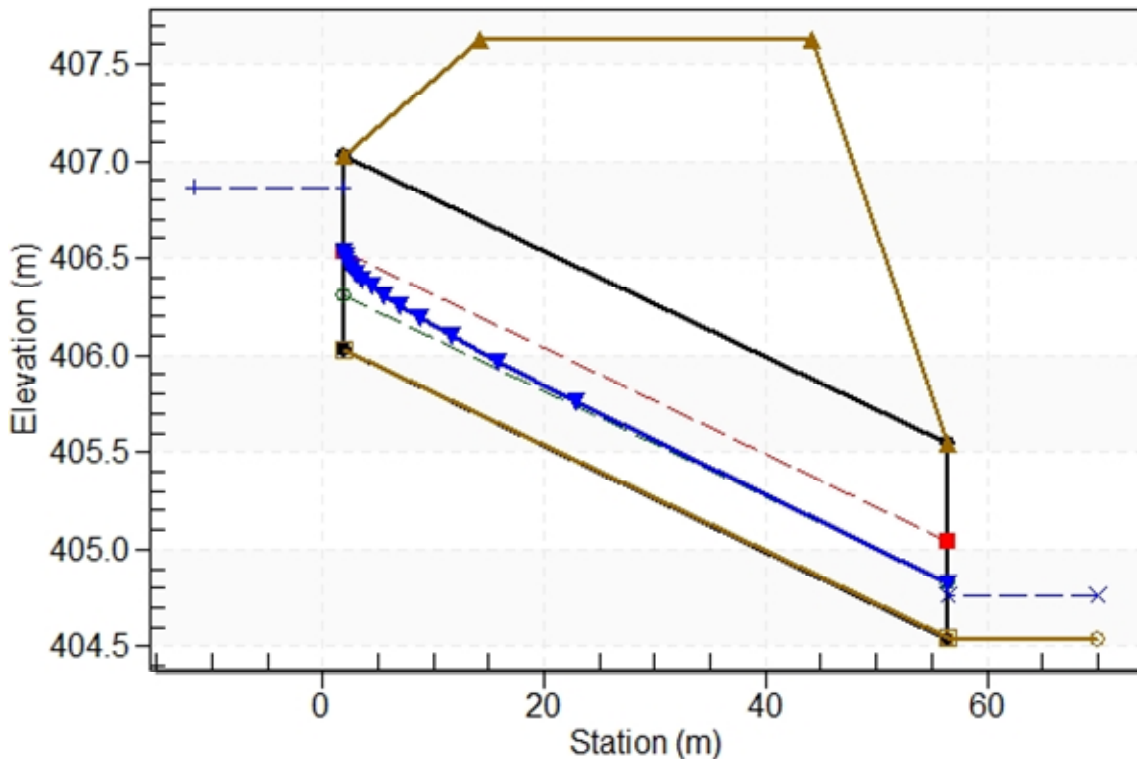
Culvert Performance Curve Plot: 3x1



Water Surface Profile Plot for Culvert: 3x1

Crossing - TM21.3-AP, Design Discharge - 3.30 cms

Culvert - 3x1, Culvert Discharge - 3.30 cms



Site Data - 3x1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 2.00 m

Inlet Elevation: 406.03 m

Outlet Station: 56.40 m

Outlet Elevation: 404.54 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - 3x1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 1000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 1.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0160 (top and sides)

Manning's n: 0.0160 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: TM21.3-AP)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
1.00	404.65	0.11	2.26	28.55	2.22
1.30	404.67	0.13	2.49	33.43	2.27
1.60	404.68	0.14	2.70	37.88	2.32
1.90	404.70	0.16	2.88	42.01	2.35
2.20	404.71	0.17	3.04	45.88	2.38
2.50	404.73	0.19	3.19	49.55	2.40
2.80	404.74	0.20	3.33	53.03	2.43
3.10	404.75	0.21	3.45	56.39	2.45
3.30	404.76	0.22	3.53	58.54	2.46
3.70	404.78	0.24	3.69	62.71	2.48
4.00	404.79	0.25	3.79	65.72	2.50

Tailwater Channel Data - TM21.3-AP

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 4.00 m

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

Channel Slope: 0.0270

Channel Manning's n: 0.0160

Channel Invert Elevation: 404.54 m

Roadway Data for Crossing: TM21.3-AP

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 6.00 m

Crest Elevation: 407.63 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 30.00 m