

Regione
Puglia



Provincia
Brindisi



COMUNE DI BRINDISI



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE IN AREE SIN DI UN
IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE
ALLA R.T.N.**

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
E IDROLOGICA**

ELABORATO

PR_06

PROPONENTE:



METKA EGN Apulia S.r.l.

Sede Legale Piazza Fontana n. 6

20122 Milano (MI)

metkaegnapuliasrl@legalmail.it

PROGETTO:



Via Caduti di Nassirya, 55

70124 Bari (Italy)

pec: atechsrl@legalmail.it

Direttore Tecnico: Ing. Orazio Tricarico



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	NOV 2022	B.B.	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto definitivo

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
3. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITA' DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE – SEDE PUGLIA	5
4. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE.....	10
5. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI	15
4.1 Inquadramento geologico	19
4.2 Uso del suolo	20
6. ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN PUGLIA.....	21
6.1 Curve di possibilità climatica	26
7. ANALISI IDRAULICA.....	31
7.1 Valutazione portate di piena	31
7.2 Considerazioni finali sulla portata di piena	40
8. MODELLAZIONE IDRAULICA	42
8.1 Area impianto fotovoltaico	44
8.1.1 Bacino ASTA 1	45
8.1.2 Bacino ASTA 2	49
8.1.3 Bacino ASTA 3 e ASTA 3'	54
8.2 Intersezioni cavidotto reticolo.....	62
8.2.1 Bacino ASTA INT. B2.....	62
8.2.2 Bacino ASTA INT. B3.....	68
9. CONCLUSIONI.....	73



1. PREMESSA

La presente **Relazione di Compatibilità Idrologica ed Idraulica** è stata redatta nell'ambito di un **progetto per la realizzazione in area SIN di un impianto fotovoltaico e relative opere di connessione alla RTN da realizzare nel comune di Brindisi (BR)**.

La società proponente è **METKA EGN Apulia S.r.l.** con sede legale in Corso Vittorio Emanuele II n. 287 - 00186 Roma (RM).

In particolare le opere in progetto sono costituite dal **nuovo impianto fotovoltaico e dalle relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione TERNA a 380/150 kV denominata "Brindisi Sud"**.

L'intervento si estende su una superficie territoriale di circa 24 ha.

In particolare le opere in progetto sono costituite da:

un impianto fotovoltaico per la produzione di energia da immettere in rete la cui superficie si estende per circa 23,2 ha, costituito da 28.560 moduli del tipo HiKu7 Mono PERC 665W della CANADIAN SOLAR, per una potenza totale 18.992,40 kW;

cavidotto di collegamento in cavo a 36 kV, tra la cabina d'impianto, sita all'interno dell'impianto fotovoltaico e la stazione d'utenza a servizio dell'impianto stesso, avrà lunghezza complessiva di circa 9 km. Il cavidotto percorrerà il territorio comunale di Brindisi per lo più su viabilità pubblica;

stazione MT/AT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto da 36 kV al livello di 150 kV, per il successivo collegamento alla sezione 150 kV del futuro ampliamento della stazione di trasformazione della RTN di "380/150kV Brindisi Sud", ubicata nel comune di Brindisi.

Si precisa che la stazione di utenza sarà condivisa con altri impianti di altri produttori da fonte rinnovabile.

La finalità del presente studio è quella di verificare la compatibilità, ai sensi del PAI del Distretto dell'Appennino Meridionale, dei terreni alla realizzazione futura dell'impianto e ad individuare eventuali aree inondabili interferenti con gli stessi.



2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Le opere in progetto interessano il territorio del Comune di Brindisi (BR). Il Preventivo di connessione rilasciato da TERNA S.p.A. a favore del Proponente prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Brindisi Sud". Il sito interessato dalla realizzazione dell'impianto denominato **CE Brindisi Sud** si sviluppa nei territori dei **Comuni di Brindisi e Mesagne (BR)**.

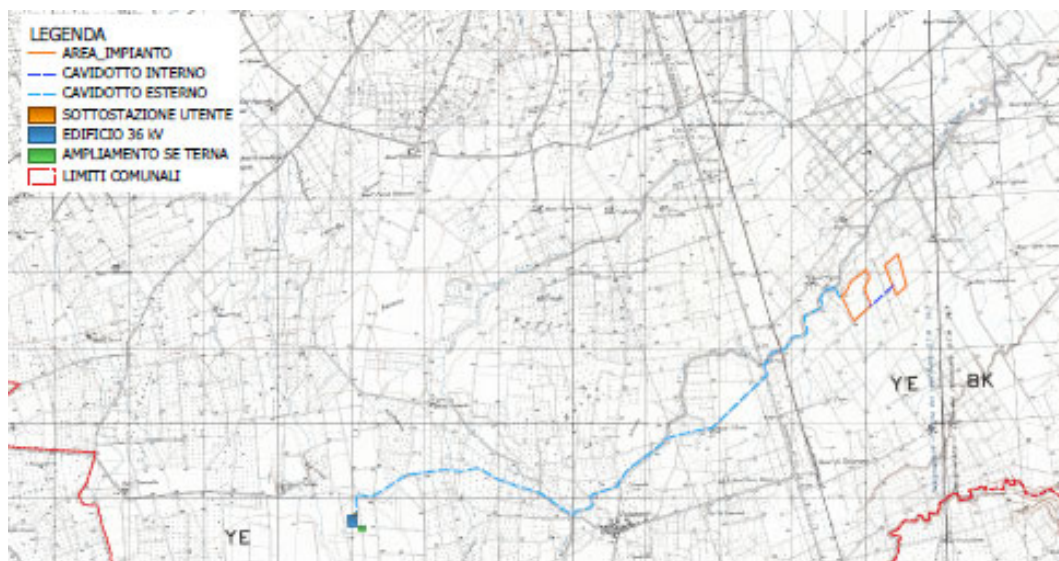


Figura. 1 Inquadramento territoriale su IGM dell'impianto fotovoltaico e delle opere di connessione alla RTN

Il sito interessato dall'impianto è raggiungibile dalla SS613 Brindisi-Lecce e la sua superficie lorda è di circa 24 ha.



Figura. 2 Inquadramento territoriale su ORTOFOTO dell'impianto fotovoltaico e delle opere di connessione alla RTN

3. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITA' DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE – SEDE PUGLIA

Poiché l'area di intervento ricade su un suolo di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede Puglia (di seguito semplicemente denominata AdBP), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente ed alla prevenzione da possibili effetti dannosi prodotti dall'intervento antropico proposto, sono prese in esame le Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) redatte dalla stessa Autorità.

Conformemente al D.P.C.M. del 29 Settembre 1998, l'Autorità di Bacino ha individuato i tempi di ritorno T_r in 30, 200 e 500 anni per la determinazione, rispettivamente, delle aree soggette ad Alta Probabilità (A.P.), Media Probabilità (M.P.) e Bassa Probabilità (B.P.) di esondazione.

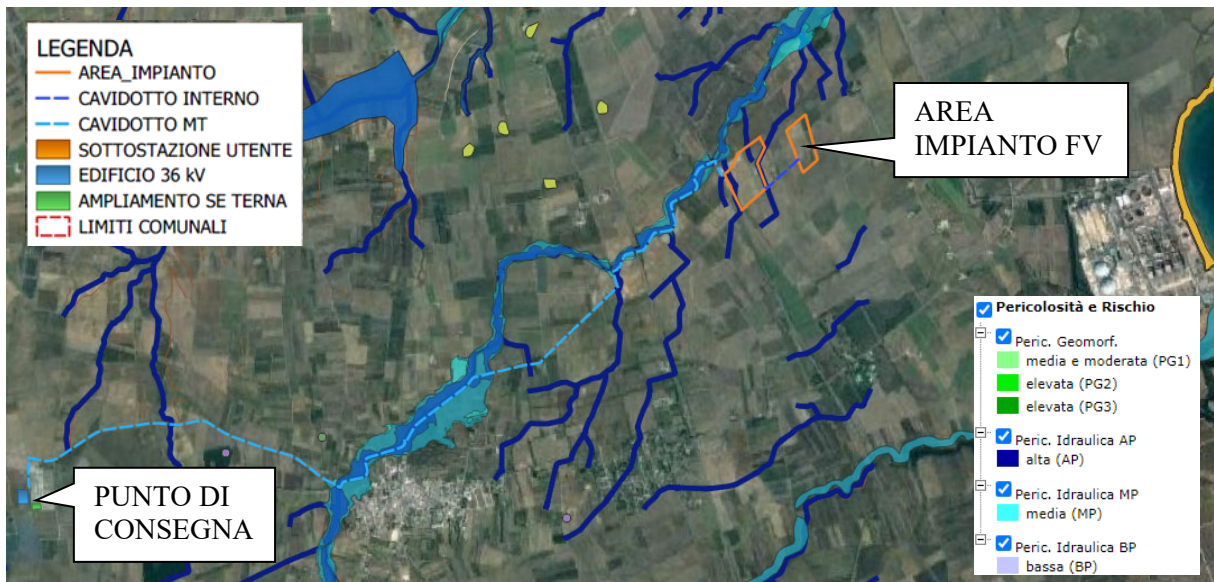


Figura 3 Sovrapposizione opere di progetto con aree a pericolosità idraulica e geomorfologica su ortofoto

Dall'analisi della Carta delle Aree soggette a Rischio Idrogeologico del PAI, l'area di intervento in parte è **perimetrata per pericolosità idraulica**.

Nello specifico l'area di impianto dei pannelli fotovoltaici è interessata dalla presenza del reticolo idrografico superficiale; mentre il cavidotto lungo il suo percorso interferisce sia con aree perimetrata a pericolosità idraulica che con il reticolo idrografico superficiale in più punti distinti tra loro.

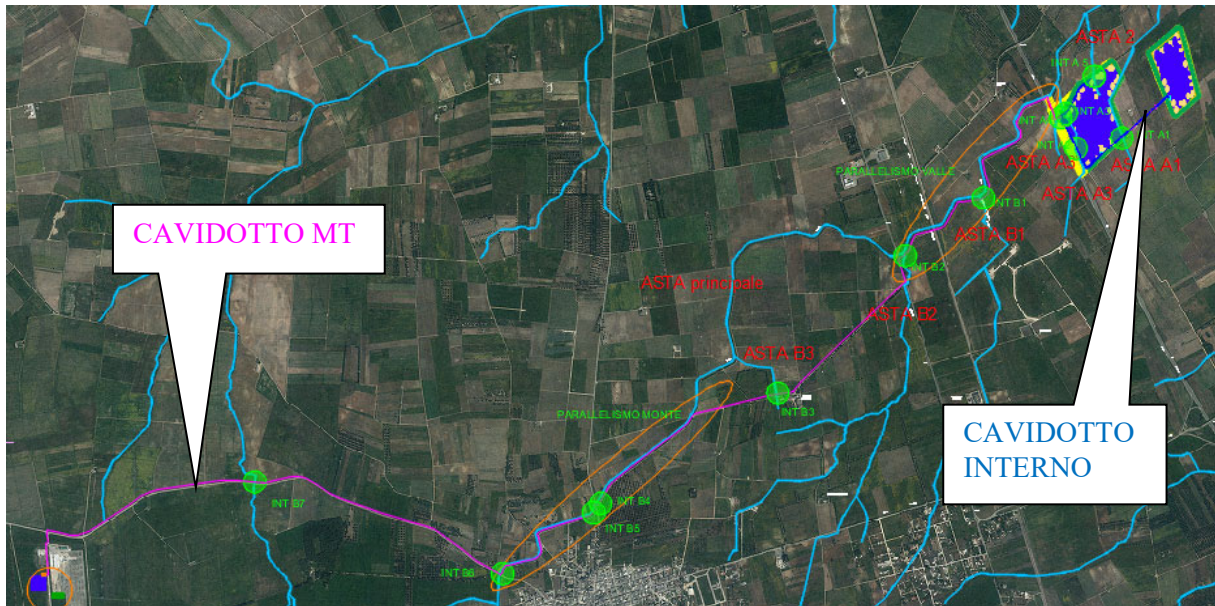


Figura 4 Individuazione delle aree di interferenza su ortofoto

Il cavidotto esterno di MT interseca il reticolo superficiale in numero 7 punti indicati, in ordine crescente dall'impianto alla stazione utente, con la dicitura da INT.B1 a INT.B7 e viaggia parallelamente al corso d'acqua principale "Canale Foggia di Rau", in zona perimetrata, per due lunghi tratti definiti nel presente studio con la dicitura PARALLELISMO MONTE e PARALLELISMO VALLE, come meglio evidenziato in arancione nelle Fig n.4 e n.5.

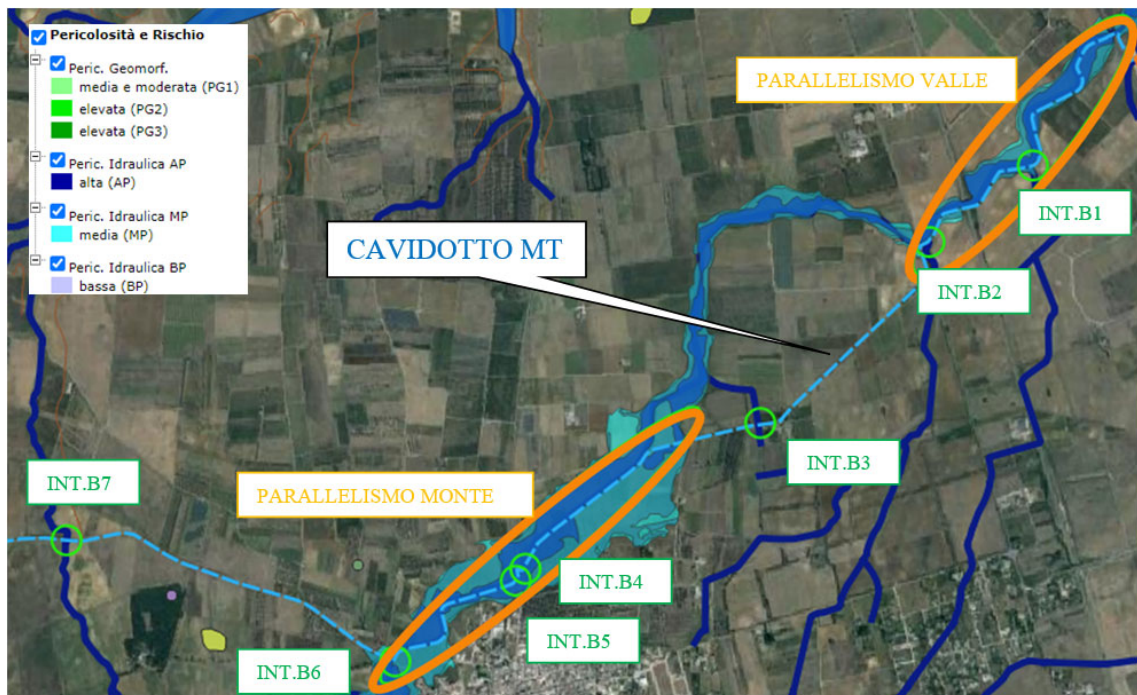


Figura 5 Individuazione delle aree di interferenza del cavidotto esterno MT con il reticolo e con le aree definite a pericolosità idraulica dal PAI, su ortofoto

Le interferenze saranno in parte risolte con opere di staffaggio sul lato di valle su opere di attraversamento esistenti, in parte risolti con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata - T.O.C. ed in parte realizzati con scavo in sede propria:

- intersezioni INT.B1, INT.B2 e INT.B3: con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata - T.O.C..
- intersezioni INT.B4, INT.B5, INT.B6 e INT.B7 con opere di staffaggio sul lato di valle degli attraversamenti esistenti;
- parallelismi con scavo in sede. Il cavidotto sarà posato su strade esistenti: su tratti asfaltati e su tratti secondari di accesso ai lotti coltivati.

Le soluzioni proposte sono atte ad evitare interferenze sul regime idraulico e a limitare l'impatto ambientale.

Tuttavia, gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, sono opere di **pubblica utilità** ai sensi del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2003, n.387 (Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità) e pertanto sono consentite anche in aree classificate come Alvei fluviali in modellamento attivo e Aree golenali, **ai sensi dell'art. 6 e 10 delle NTA del PAI**, purché coerenti con gli obiettivi del Piano stesso.

Pertanto tutte le opere di progetto site a meno di 150 metri dalle aste del reticolo sono assoggettati agli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del PAI, e quindi soggetti all'acquisizione del parere dall'Autorità di Bacino della Puglia.

Nello specifico, l'opera **in oggetto risulta essere non delocalizzabile** e sostanzialmente si configura come *"...l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino"* rientrando pertanto tra le opere assentibili ai sensi dell'**articolo 6 "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" comma 4 delle NTA del PAI.**

Pertanto, al **comma 7**, si richiede *"in funzione della valutazione del rischio ad essi*



associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.” ed al **comma 8** si definisce che “Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m.”

Le **NTA del PAI all' art. 10** "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale", chiariscono che sono possibili interventi di realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti gli alvei fluviali e le fasce di pertinenza fluviale definite dal **comma 3** “Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermini all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.”

E' inoltre opportuno precisare come nella “vecchia” formulazione del precedente art. 12, comma 1, del richiamato D.lgs. 387/2003 si faccia riferimento alla pubblica utilità, indifferibilità ed urgenza di opere di impianti da fonti rinnovabili, autorizzate ai sensi del comma 3 del medesimo articolo, e quindi sono opere che diventano tali dopo l'autorizzazione, viceversa nella “**nuova formulazione**” dell'**art. 7 bis comma 2 bis del D.lgs. n. 152/2006 tutte le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti e quindi sono tali per definizione, anche prima di essere autorizzati.**

Ciò non può e di certo non poteva non condizionare i pareri resi dopo l'entrata in vigore del D.L. Semplificazioni del 31 maggio 2021 e anche quelli successivamente resi a mera conferma dei precedenti. Così come non può non avere dei riflessi sostanziali e procedurali per ciò che riguarda l'adozione del provvedimento finale e il suo contenuto, dovendo, nella vigenza del prefato Decreto ora divenuto Legge, giocoforza prodursi – nelle parole prima citate del Consiglio di Stato – “una diversa valutazione degli interessi pubblici”.

Ciò è tanto più vero in quanto l'art. 14, comma 1, lett. c) del D.lgs. n. 199/2021, in attuazione della Direttiva RED II, promuove espressamente “lo sviluppo del sistema agrivoltaico, attraverso l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura- produzione energetica”.



In considerazione di quanto su citato la presente relazione viene redatta come integrazione alla documentazione progettuale ai fini della valutazione del rilascio del nulla osta da parte della stessa AdBP.

Lo studio è stato suddiviso nei seguenti punti:

- Fase di inquadramento generale dell'area di intervento: analisi di tutti gli elementi significativi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico della porzione di territorio oggetto di intervento;
- Fase di acquisizione dei dati: cartografia, rilievi topografici, modello digitale del terreno (DEM) e raccolta accurata di dati idrologici storici del tratto fluviale in esame;
- Fase di analisi idrologica con metodologia VaPi Puglia nell'ipotesi di verifica della "Sicurezza Idraulica" ovvero per un tempo di ritorno T_r pari a 200 anni;
- studio idraulico delle aste fluviali di interesse e determinazione dei livelli idrici e delle aree inondabili al variare del tempo di ritorno;
- analisi e valutazione della compatibilità idraulica delle opere oggetto di autorizzazione.

Per lo studio delle portate di piena sono stati reperiti i dati di pioggia della stazione pluviometrica di San Pietro Vernotico e per la simulazione delle piene è stato utilizzato un software che opera in moto permanente (HEC-RAS 3.1.3).

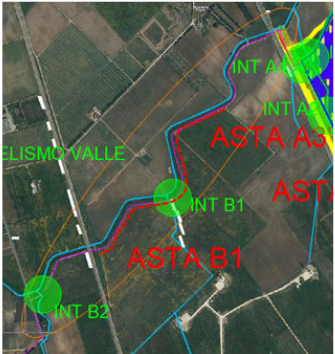

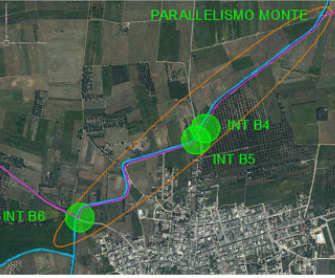
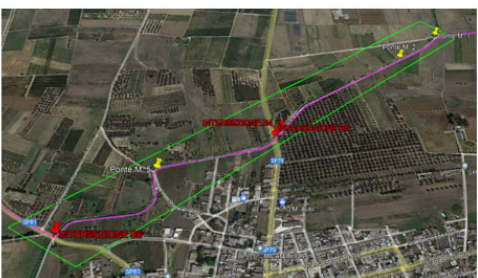
Inoltre, sono state effettuate elaborazioni cartografiche prodotte mediante un Sistema Informativo Territoriale in ambiente GIS, coadiuvato da elaborazioni in ambiente CAD, sulla base di cartografie tecniche e tematiche georeferenziate.



4. DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE


Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione della tecnica di posa del cavidotto, necessario alla realizzazione della connessione elettrica dell'impianto, nei tratti interferenti con il reticolo idrografico presente sul territorio.





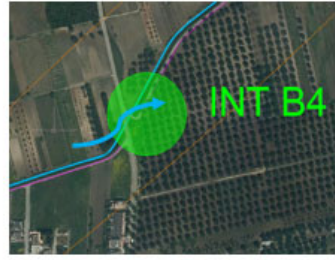


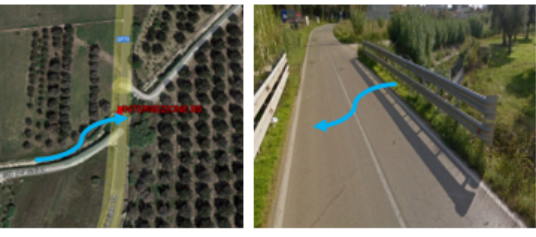


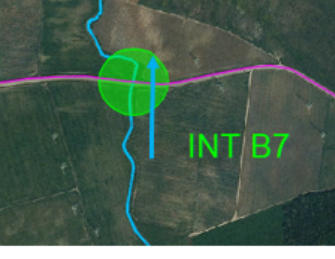

PARALLELISMI:

N°	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAV.
PARALLELISMO VALLE			Scavo e posa in sede su strada esistente e/o TOC in corrispondenza dell'attraversamento INT. B1 e INT.B2
PARALLELISMO MONTE			Scavo e posa in sede su strada esistente

ATTRAVERSAMENTI:

Il cavidotto esterno di MT attraversa il reticolo idrografico nei seguenti punti:

N°	NOME	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAV.
1	Attraversamento corso d'acqua secondario			TOC

<p>2</p> <p>Attraversamento corso d'acqua secondario</p>			<p>TOC</p>
<p>3</p> <p>Attraversamento corso d'acqua secondario</p>			<p>TOC</p>
<p>4</p> <p>Attraversamento corso d'acqua con ponticello</p>			<p>STAFFAGGIO LATO VALLE</p>
<p>5</p> <p>Attraversamento corso d'acqua con ponte su SP 79</p>			<p>STAFFAGGIO LATO VALLE</p>
<p>6</p> <p>Attraversamento corso d'acqua con ponte su SP 81</p>			<p>STAFFAGGIO LATO VALLE</p>
<p>7</p> <p>Attraversamento corso d'acqua con ponte su SP 81</p>			<p>STAFFAGGIO LATO VALLE</p>

Come anticipato il cavidotto verrà posato su strada esistente. Per le interferenze denominate INT. B1, INT. B2 e INT. B3, si procederà con la trivellazione orizzontale controllata - T.O.C.; per le interferenze denominate INT. 4, INT. 5 e INT.6, con opere di staffaggio sul lato di valle degli attraversamenti esistenti.

La scelta della tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) permette di evitare interferenze sul regime idraulico e di limitare l'impatto ambientale; in prossimità del reticolo idrografico il cavidotto elettrico verrà posto alla profondità di minimo cm 150 dal piano stradale e spinto oltre il reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).



FIG 6 Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie.

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- In una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ($\varphi = 200 \div 500\text{mm}$). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto. Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.



FIG 7 Schema della fase di realizzazione del foro pilota

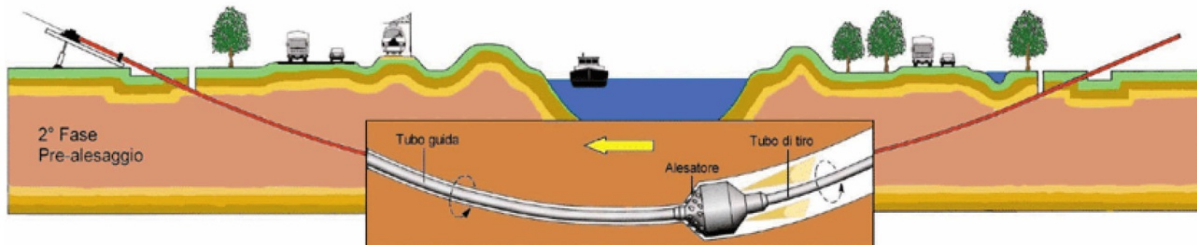


FIG 8 Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo.

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere, salvo casi particolari, inclinazioni dell'ordine dei 12÷15 gradi.

Sia nei tratti interferenti con il reticolo idrografico che con quelli interferenti le aree perimetrate a rischio idraulico dal PAI verranno utilizzati pozzetti prefabbricati realizzati con anelli prefabbricati in cemento armato sigillati con malta idroespansiva, dotati di chiusini con guarnizioni a tenuta in grado di funzionare correttamente anche in caso di eventi alluvionali.

Le lavorazioni saranno effettuate sempre ponendo la massima attenzione all'incolumità delle persone, monitorando costantemente le condizioni meteoriche al fine di garantire il corretto svolgimento delle fasi lavorative evitando i periodi nei quali potrebbero

presentarsi rischi idraulici.

L'ubicazione dei pozzetti e la posa del cavidotto non altereranno le condizioni esistenti e pertanto non produrranno effetti peggiorativi sull'ambiente circostante, inoltre le caratteristiche delle opere a farsi saranno tali da garantire un corretto funzionamento dell'impianto e da evitare l'insorgere di situazioni di rischio.



5. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI

Si riporta di seguito l'analisi dell'orografia dell'area di intervento sintetizzando i dati relativi ai bacini idrografici relativi alle tre aste denominate ASTA 1, ASTA 2 e ASTA 3 con la minore ASTA 3' afferenti all'area di impianto dei pannelli, e dei bacini relativi alle tre aste lungo le quali vi sono gli attraversamenti del cavidotto denominati INT. B1, INT B2 e INT B3.

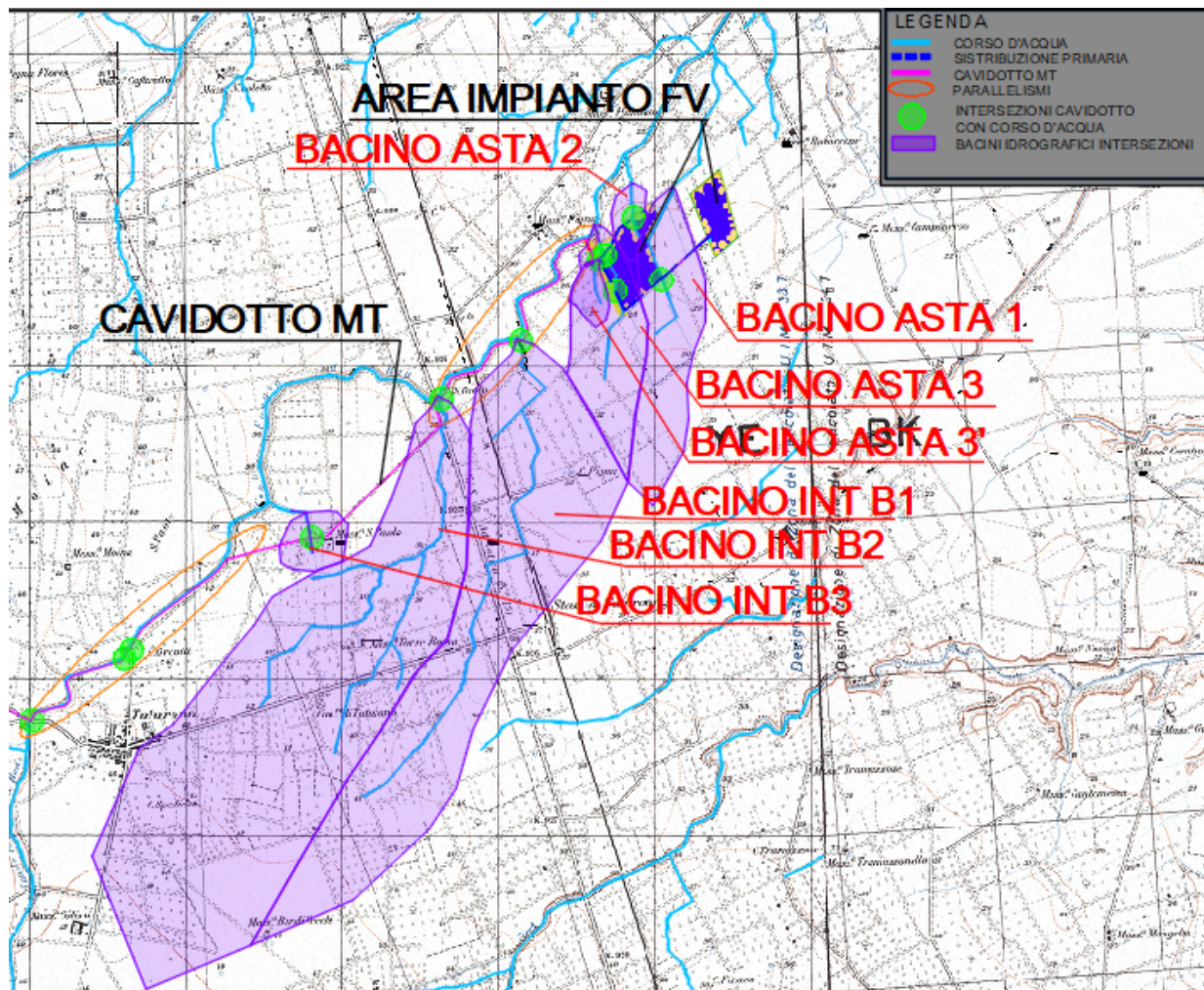


FIG 9 Inquadramento dei bacini idrografici su IGM

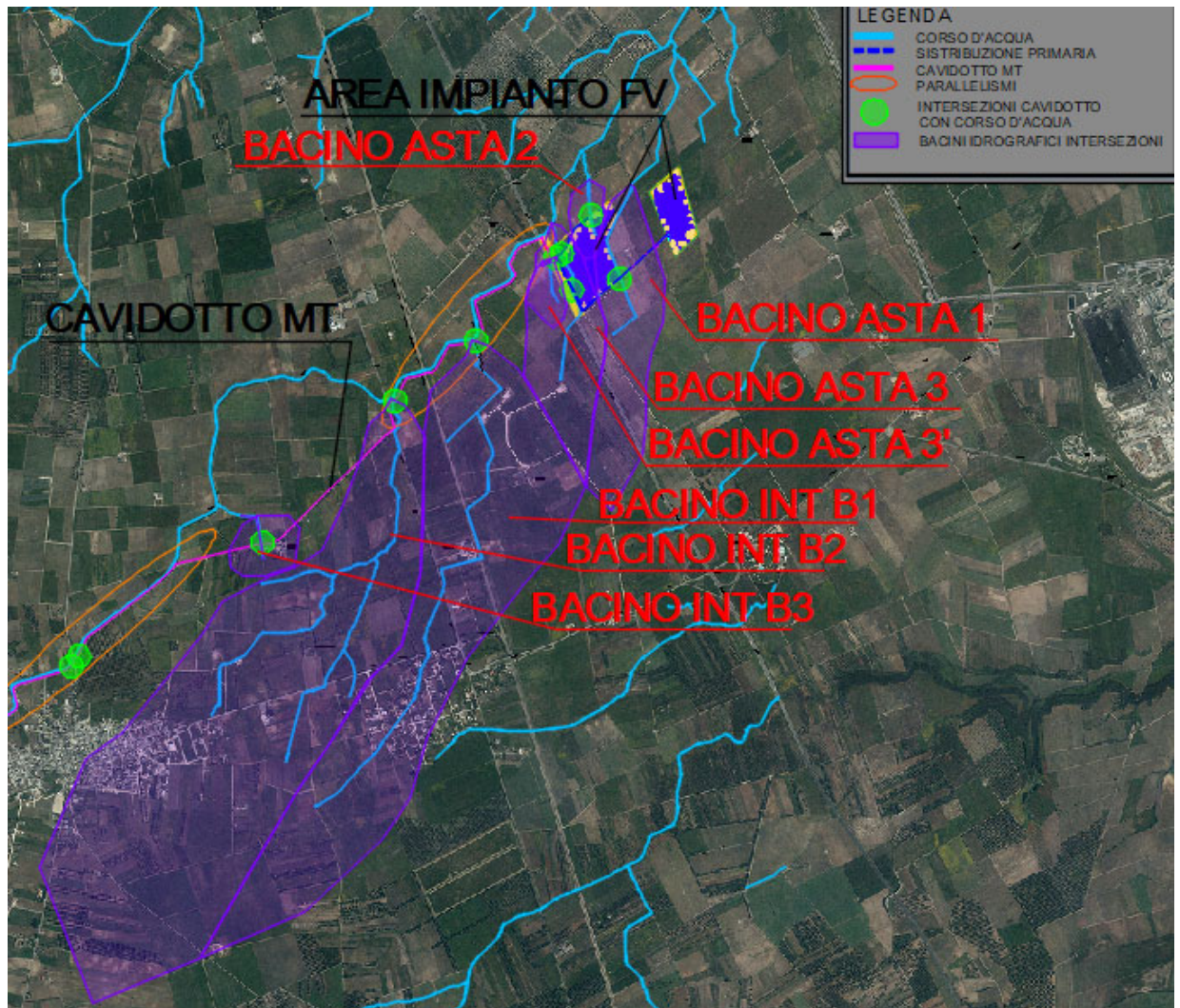


FIG 10 Inquadramento dei bacini idrografici su Ortofoto

I parametri geomorfologici caratteristici del bacino idrografico sono indicati nella tabella seguente:

BACINO ASTA 1		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	1.08
H massima del bacino	[m]	33.00
H media del bacino	[m]	28.50
H minima del bacino	[m]	24.00
H monte dell'asta princ.	[m]	29.00
H media dell'asta princ	[m]	26.50
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.62
Pendenza media del bacino	[%]	0.62

BACINO ASTA 2		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0.35
H massima del bacino	[m]	27.50
H media del bacino	[m]	25.25
H minima del bacino	[m]	23.00
H monte dell'asta princ.	[m]	26.00
H media dell'asta princ	[m]	24.50
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.08
Pendenza media del bacino	[%]	1.29

BACINO ASTA 3		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	1.07
H massima del bacino	[m]	33.00
H media del bacino	[m]	28.50
H minima del bacino	[m]	24.00
H monte dell'asta princ.	[m]	31.00
H media dell'asta princ	[m]	27.50
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.52
Pendenza media del bacino	[%]	0.85

BACINO ASTA 3'		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0.34
H massima del bacino	[m]	28.00
H media del bacino	[m]	26.50
H minima del bacino	[m]	25.00
H monte dell'asta princ.	[m]	27.00
H media dell'asta princ	[m]	26.00
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.07
Pendenza media del bacino	[%]	0.88

BACINO ASTA INT.B1		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	3.69
H massima del bacino	[m]	46.00
H media del bacino	[m]	38.50
H minima del bacino	[m]	31.00
H monte dell'asta princ.	[m]	41.00
H media dell'asta princ	[m]	36.00
Superficie del Bacino	[Kmq]	1.22
Pendenza media del bacino	[%]	0.41



BACINO ASTA INT.B2		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	2.75
<i>H massima del bacino</i>	[m]	55.00
<i>H media del bacino</i>	[m]	43.50
<i>H minima del bacino</i>	[m]	32.00
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	42.00
<i>H media dell'asta princ.</i>	[m]	37.00
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	3.61
<i>Pendenza media del bacino</i>	[%]	0.84

BACINO ASTA INT.B3		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0.53
<i>H massima del bacino</i>	[m]	41.00
<i>H media del bacino</i>	[m]	40.00
<i>H minima del bacino</i>	[m]	39.00
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	40.00
<i>H media dell'asta princ.</i>	[m]	39.50
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.14
<i>Pendenza media del bacino</i>	[%]	0.79



4.1 Inquadramento geologico

Le aree interessate dalla realizzazione dell'opera in progetto ricadono a cavallo del Foglio 203 (Brindisi) e del Foglio 204 (Lecce) della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000.

https://sgi.isprambiente.it/geologia100k/mostra_foglio.aspx?numero_foglio=203

https://sgi.isprambiente.it/geologia100k/mostra_foglio.aspx?numero_foglio=204

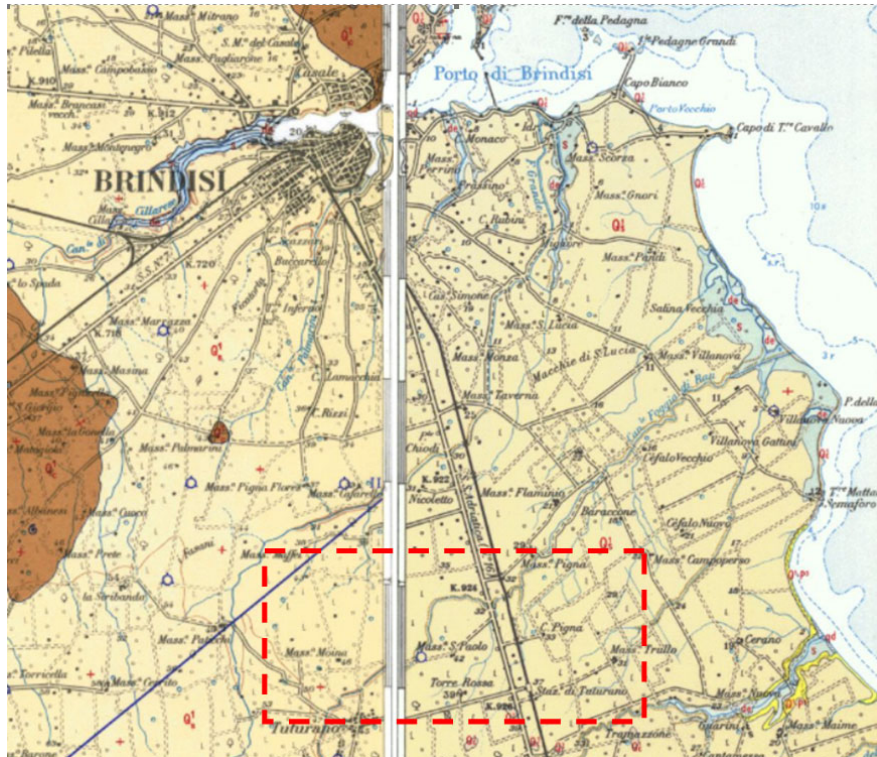


FIG 11 Stralcio non in scala dei fogli n.203 e n.204 della Carta Geologica d'Italia con individuazione area di intervento

Dal punto di vista geologico, la litologia dell'area in esame è rappresentata da unità a prevalente componente:



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrate (Q₂¹); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Q₂¹). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlucida* (HER. ALL. EARL.) (PLEI-STOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN.), *Chlamys septemradiata* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Bolivina catanensis* SEG. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.

4.2 Uso del suolo

Per quanto riguarda l'uso del suolo, l'area d'impianto dei pannelli fotovoltaici è caratterizzata da seminativi semplici in aree non irrigue.

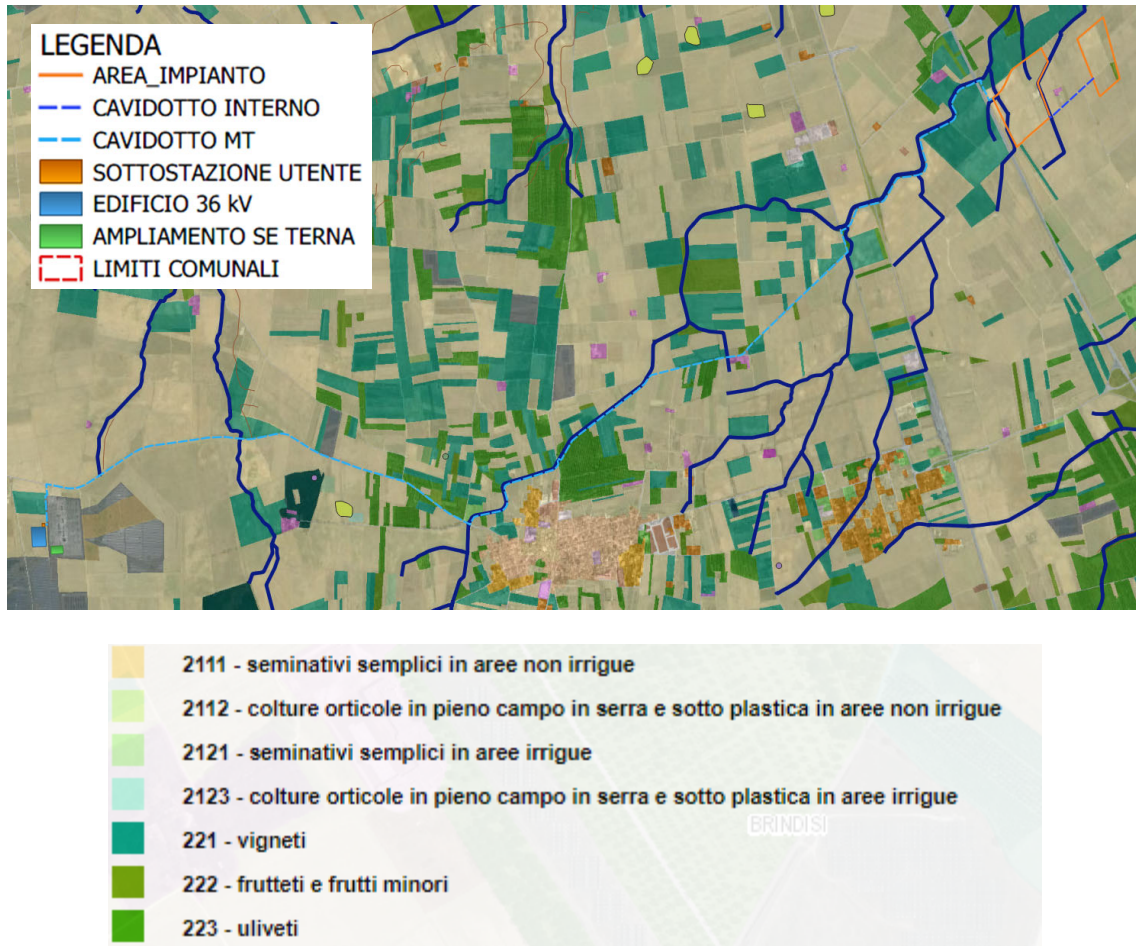


FIG 12 Carta uso del suolo

6. ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN PUGLIA

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica e nota come "analisi regionale".

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico, che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto, la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson,1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace,1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese Two Component Extreme Value, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio pugliese centro-meridionale, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa



variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 66 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti dall'analisi del I° livello e II° livello di regionalizzazione sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* .

L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione.

Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione CV e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea con un valore costante di Λ_1 . Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione.

Nel riquadro a seguire si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

	θ^*	Λ^*	Λ_1
Puglia centro meridionale	2.121	0.353	17.55

Tabella 1- Parametri d'interesse.



La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata $X_{d,TR}$ viene espressa in funzione di una quantità K_T , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno TR e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno TR ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

essendo $X_{d,TR}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno.

La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,TR}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno TR ed il fattore di crescita K_T , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. Infatti, calcolando, nelle stazioni disponibili, le medie pesate dei coefficienti di asimmetria e dei coefficienti di variazione alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria.

L'indipendenza dalla durata di K_T autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

Sulla scorta dei valori regionali dei parametri θ^* , Λ^* e Λ_1 , è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia centro – meridionale, anche se tale fattore può essere calcolata in funzione di TR attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

in cui i parametri a e b sono esprimibili in funzione dei valori regionali di θ^* , Λ^* e Λ_1 .

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R \quad (1)$$

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R \quad (2)$$

anche se va rimarcato come l'utilizzo di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle



piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = ad^n$$

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

Per l'intera regione pugliese si hanno le seguenti zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera $\mu(X_g)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(X_g)$ e le quote sul mare h:

ZONA 1-3	$\mu(h,t) = at^{(ch+D+\ln a - \ln a)/\ln 24}$
ZONA 2-4	$\mu(h,t) = at^n$

Tabella 2- Correlazione tra $\mu(X_g)$ e la durata di precipitazione.

in cui C e D sono parametri che dipendono dall'area omogenea;

- nell'area centro-meridionale della Puglia, il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione.

Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese - Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.



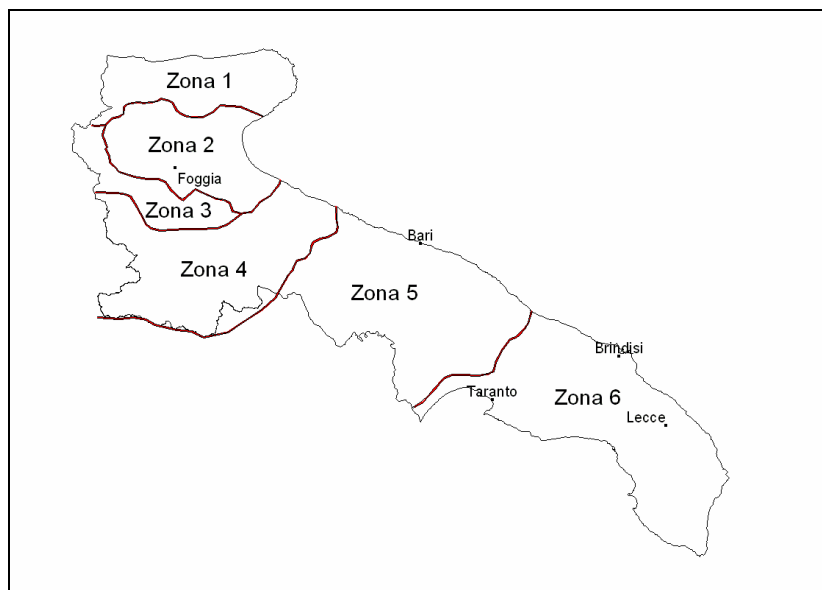


FIG 13 Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(Ch+D+\ln\alpha-\ln a)/\ln 24} \quad (3)$$

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_d)$ relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità.

Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati nel riquadro a seguire (cfr. Tabella 3).

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,00503	3,959	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	3,811	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	4,0837	-
6	0,89	33,7	0,0022	4,1223	-

Tabella 3 - Coefficienti del 3° livello di regionalizzazione.

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita (KT) per la precipitazione media:



$$h = K_T \cdot \mu(X_d) \quad (4)$$

6.1 Curve di possibilità climatica

Lo studio idrologico condotto ha, quindi, consentito la determinazione delle curve di possibilità climatiche a diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni) in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino oggetto del presente studio.

Per la determinazione delle curve di possibilità climatiche con il metodo di Gumbel si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica che interessa il bacino idrografico di interesse, la stazione pluviometrica di **San Pietro Vernotico**, che interessa per la maggior parte il bacino idrografico di interesse e di cui si riporta l'annale idrologico.

Stazione di:	SAN PIETRO VERNOTICO				
anni	durate [ore]				
	1	3	6	12	24
1958	26.0	37.4	54.4	77.0	111.8
1959	40.8	49.2	49.2	49.2	49.2
1960	29.4	50.8	66.4	77.8	101.2
1961	64.2	155.4	157.0	182.0	182.4
1963	40.8	43.8	44.4	56.2	59.0
1968	23.2	23.8	30.0	30.6	40.0
1970	80.0	148.8	191.4	204.6	211.6
1971	40.0	68.0	71.6	73.0	80.6
1972	55.6	71.6	74.0	74.2	101.0
1973	11.6	22.0	25.8	32.2	49.0
1974	53.0	56.2	58.2	58.6	85.8
1975	52.2	74.6	74.6	74.6	74.6
1976	37.6	45.4	53.8	77.6	100.8
1977	41.4	53.0	56.8	56.8	56.8
1978	21.2	33.4	34.4	40.0	53.0
1979	20.2	21.0	27.4	43.0	65.4
1980	33.8	70.0	80.8	82.4	83.4
1981	36.8	42.8	42.8	42.8	70.8
1982	26.4	26.6	28.4	38.6	59.4
1983	>>	>>	>>	60.0	80.6
1984	17.2	32.4	32.4	34.4	59.6
1985	40.0	47.6	50.8	62.8	65.8
1986	41.0	63.0	70.4	70.4	70.4
1987	28.4	45.2	62.2	86.8	91.0
1988	19.4	46.0	49.0	51.2	52.8
1989	16.4	22.8	26.8	29.8	29.8
1991	23.6	26.8	30.6	39.8	39.8
1992	19.2	29.6	47.0	52.4	52.6
1993	18.6	25.6	29.6	42.0	54.2
1994	>>	>>	>>	31.8	48.6



1995	30.8	39.6	41.0	41.0	>>
1996	28.0	56.2	106.2	132.4	133.0
1997	>>	>>	>>	72.2	82.0
1998	40.2	51.8	51.8	57.6	83.0
1999	50.2	73.4	74.0	74.0	74.0
2000	18.6	24.0	28.4	30.8	36.2
2001	58.8	59.8	60.4	60.6	60.6
2002	31.0	38.8	46.0	51.0	60.0
2003	36.6	40.4	40.4	52.0	71.4
2004	43.8	72.4	82.4	82.4	85.2
2005	27.0	40.8	45.6	48.6	55.4
2006	>>	>>	>>	>>	>>
2007	>>	>>	>>	>>	>>
2008	30.8	50.2	72.8	79.2	79.4
2009	23.8	32.6	62.6	87.0	95.8
2010	38.4	83.8	123.6	129.4	129.8
2011	14.8	18.8	28.6	38.4	47.0
2012	43.0	60.8	92.4	110.4	111.6

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche con il metodo VAPI si è verificato che l'area d'intervento si trova nella **zona 6** (cfr. immagine seguente). Pertanto, si è applicata la relazione (4) e utilizzando i valori della Tabella 3 relativi alla zona 6.



FIG 14 Area VAPI.

Quindi, per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica si utilizza la seguente relazione:

$$x(t,z) = 33,70 t^{(0,0022z+4,1223+\ln 0,89-\ln 33,70)/\ln 24} \quad (5)$$

L'elaborazione dei dati pluviometrici ha condotto alla determinazione delle curve di possibilità climatica per i differenti tempi di ritorno.

Si riportano di seguito delle tabelle riassuntive relative alle altezze di pioggia ricavate utilizzando la metodologia VAPI e quella della distribuzione probabilistica di Gumbel (cfr. tabelle seguenti):

Tr = 30 anni					
Distribuzioni probabilistiche	DURATE				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
GUMBEL	66.184	112.613	134.390	146.421	154.847
VAPI	64.602	78.148	88.122	99.368	112.050

Tabella 4 – Tr = 30 anni - Altezze di pioggia (mm).

Tr = 200 anni					
Distribuzioni probabilistiche	DURATE				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
GUMBEL	87.912	154.832	185.100	200.535	207.545
VAPI	97.629	118.102	133.175	150.171	169.336

Tabella 5 – Tr = 200 anni - Altezze di pioggia (mm).

Tr = 500 anni					
Distribuzioni probabilistiche	DURATE				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
GUMBEL	98.344	175.103	209.448	226.517	232.847
VAPI	113.581	137.399	154.935	174.708	197.005

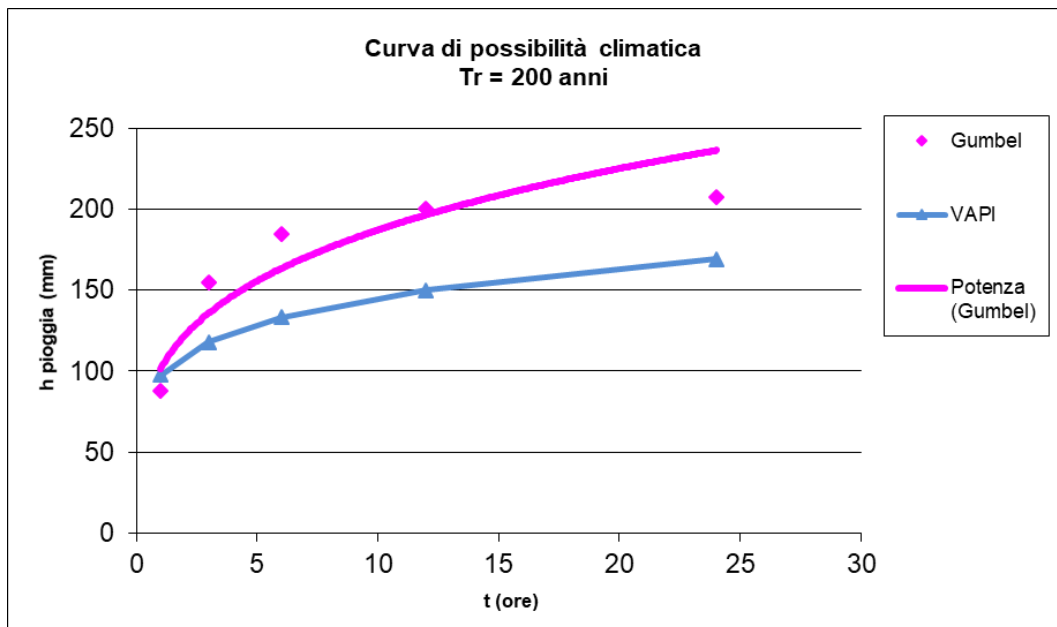
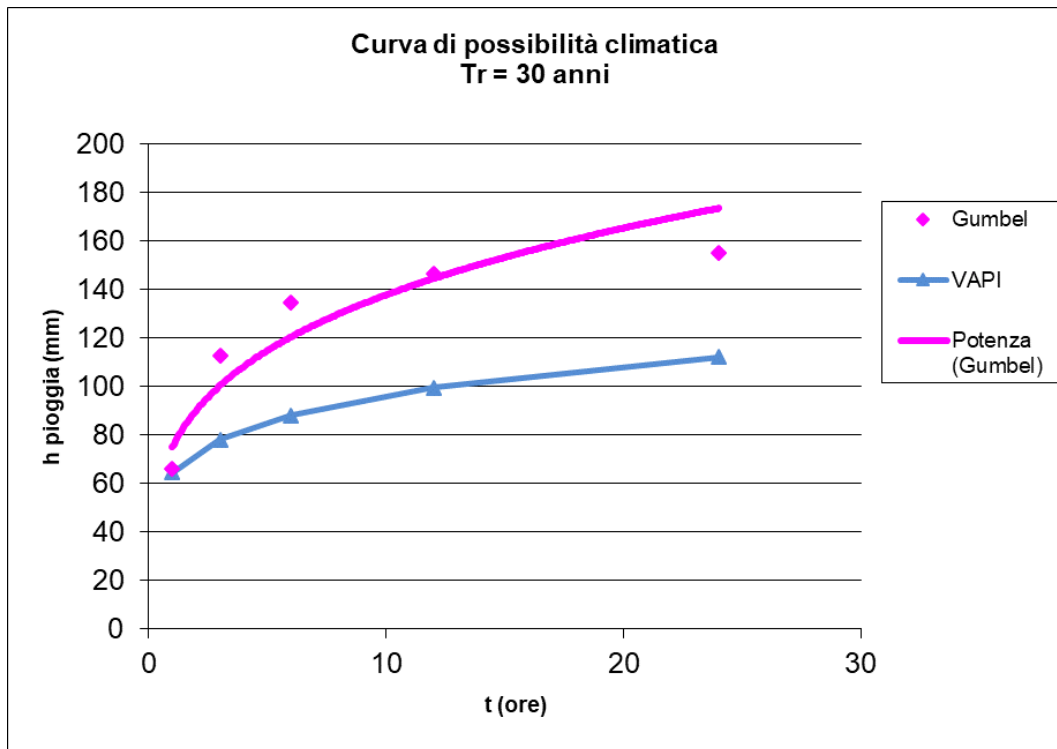
Tabella 6 – Tr = 500 anni - Altezze di pioggia (mm).

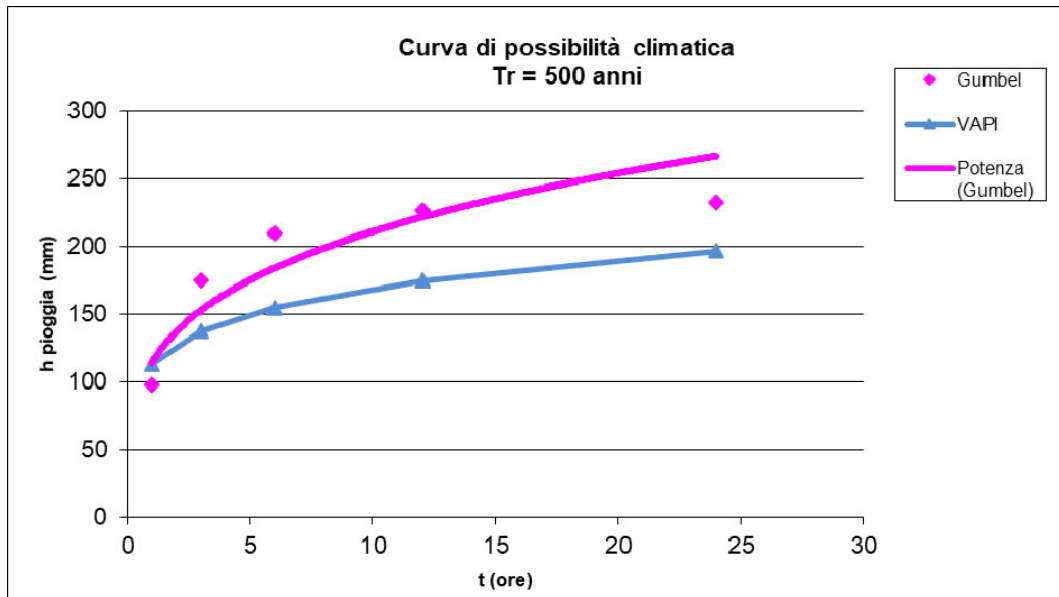
Confrontando le due metodologie adottate si evince che **le altezze di pioggia determinate utilizzando la metodologia di GUMBEL sono quasi sempre maggiori di quelle derivate dall'utilizzo del metodo VAPI. Pertanto, nel presente studio è utilizzata la curva di possibilità climatica determinata dall'applicazione del metodo che ha fornito i valori più elevati delle altezze di pioggia.**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) si riportano le curve di possibilità climatiche ricavate in corrispondenza dei diversi tempi di ritorno adottati, per il bacino in analisi. Tali curve sono quelle utilizzate successivamente per la valutazione delle portate di piena in corrispondenza



della sezione di chiusura del bacino di interesse.





7. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica, necessaria al calcolo della portata di massima piena per i bacini individuati nell'area in questione, può essere condotta secondo vari metodi, tra i quali possono essere considerati:

- i metodi empirici, che si basano unicamente su parametri morfologici del bacino in esame, senza tenere in considerazione alcuna misura pluviometrica o idrometrica;
- i metodi semiempirici (utilizzati nel presente studio), che valutano la portata anche in funzione dell'altezza di pioggia;
- i metodi analitici, che si basano sull'ipotesi di una correlazione diretta tra afflussi deflussi.

Il metodo da utilizzare dipende innanzitutto dal tipo di verifica idraulica che si intende condurre, in quanto, se si affronta un'analisi in moto permanente o addirittura uniforme, la portata massima può essere calcolata con metodi semplificati tipo il cinematico o razionale; quando la situazione morfologica ed idrografica diventa alquanto complessa, può rendersi indispensabile una verifica in moto vario e, di conseguenza, diventa necessario conoscere la forma dell'idrogramma di piena attraverso l'applicazione di metodi analitici.

In generale, nei casi di regolarità dell'asta fluviale e del bacino idrografico di pertinenza, è generalmente impiegato uno studio in moto permanente ricorrendo al metodo razionale per la determinazione della portata di massima piena.

7.1 Valutazione portate di piena

La stima delle portate di piena è stata effettuata applicando metodi analitici di tipo semplificato, in grado di definire, su base geomorfologica, un parametro chiave nel processo di generazione dei deflussi di piena, quale il tempo di corrivazione del bacino (t_c).

In particolare, è stato applicato, a diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni), il metodo di razionale e il metodo del Curve Number (CN).

Metodo Razionale

Per la determinazione della massima piena temibile è stato utilizzato il metodo razionale, che rappresenta un metodo indiretto basato sulle seguenti tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari ha:

$$Q = \frac{c * h * A * k}{t_c}$$



Q = portata di piena [m³/sec]

c = coefficiente di deflusso

h = pioggia netta [mm]

A = area del bacino [km²]

t_c = tempo di corrivazione [ore]

k = 0.2777 (fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura).

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione t_c: infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo t_c solo una parte del bacino A contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena.

Il tempo di corrivazione, che è un parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione di un bacino è generalmente definito come il tempo necessario alla goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura dello stesso.

Una relazione frequentemente utilizzata per il calcolo di tale grandezza è quella proposta da Giandotti (1934), valida per bacini idrografici aventi superficie (A) variabile tra 170 e 70000 km², che si esplicita nella seguente relazione:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}} \quad (6)$$

nella quale t_c è espresso in ore, A in km² mentre L, la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua a partire dallo spartiacque, è espressa in km e H_m, altitudine media del bacino, riferita alla sezione di chiusura, in metri sul livello del mare.

Pezzoli (1970), analizzando il comportamento di alcuni bacini piemontesi, ha proposto, invece, una diversa espressione del tempo di corrivazione che ha la seguente forma:

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i_a}} \quad (7)$$

nella quale t_c è espresso in ore e L in km. Il parametro i_a rappresenta la pendenza media (m/m) dell'asta principale.

Kirpich, infine, utilizzando i dati sperimentali di sei bacini americani, nel 1940, aveva proposto una correlazione grafica tra il tempo di corrivazione e il rapporto $\frac{L}{\sqrt{i_a}}$. Tale grafico,



successivamente integrato dal contributo di altri dati sperimentali, ha condotto alla formulazione della seguente equazione, comunemente nota con il nome di equazione di Kirpich.

$$t_c = 0.00325 \left(\frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.77} \quad (10)$$

Il complesso dei valori determinabili con le succitate equazioni può essere ben rappresentato da un'unica espressione (Ferro, Sistemazione dei Bacini Idrografici, McGraw Hill, 2002), che integra tutti i contributi sperimentali derivanti dalle esperienze condotte, ed ha la seguente equazione, nel seguito denominata P-C-W-K:

$$t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.8} \quad (11)$$

nella quale t_c è espresso in minuti e L in metri.

Applicando le relazioni succitate con riferimento ai parametri geomorfologici del bacino di interesse, si sono ottenuti i seguenti risultati:

	P-C-W-K (h)	Pezzoli (h)	Kirpich (h)	Giandotti (h)
BACINO ASTA 1 – impianto FV	0.844	0.867	0.555	2.799
BACINO ASTA 2 – impianto FV	0.269	0.208	0.185	1.389
BACINO ASTA 3 – impianto FV	0.730	0.723	0.482	2.649
BACINO ASTA 3' – impianto FV	0.360	0.244	0.209	1.603
BACINO ASTA INT.B1	2.812	3.900	1.766	4.542
BACINO ASTA INT.B2	1.973	2.505	1.256	4.320
BACINO ASTA INT.B3	0.680	0.662	0.450	2.823

La valutazione successiva di stima della portata di piena di calcolo è stata eseguita facendo riferimento al tempo di corrivazione valutato dalla media tra le suddette relazioni.

Il valore del tempo di corrivazione desunto dalla media è riportato nella tabella seguente:

	Tc (h)
BACINO ASTA 1 – impianto FV	1.266
BACINO ASTA 2 – impianto FV	0.513
BACINO ASTA 3 – impianto FV	1.146
BACINO ASTA 3' – impianto FV	0.590
BACINO ASTA INT.B1	3.255
BACINO ASTA INT.B2	2.514
BACINO ASTA INT.B3	1.154



Per ciò che concerne il coefficiente di deflusso ϕ , esso è stato stimato effettuando una media pesata dei valori stimati per le differenti sub-aree isoparametriche caratterizzate da un determinato valore di tipo di terreno, dal punto di vista della geologia e dell'uso del suolo, sulla base dei valori consigliati in letteratura; i pesi sono stati calcolati in funzione delle sotto aree sull'area totale del bacino individuato.

Tra le numerose indicazioni esistenti nella letteratura tecnico-scientifica per la valutazione del coefficiente di deflusso, sono stati utilizzati i valori indicati dal Manuale di Ingegneria Civile riportati nella tabella seguente:

Tipo di terreno	Coltivato	Pascolo	Bosco
Molto permeabile: sabbia o ghiaia	0.20	0.15	0.30
Permeabile: limo	0.40	0.35	0.30
Poco permeabile: argilla o substrato roccioso	0.50	0.45	0.40
Tipologia urbanistica		ϕ	
Costruzioni dense		0.80	
Costruzioni Spaziate		0.60	
Aree con ampi cortili e giardini		0.50	
Zone a villini sparsi		0.30-0.40	
Giardini, prati e zone non edificabili né destinate a strade		0.20	
Parchi e boschi		0.05-0.10	

Per i bacini di interesse è stato adottato un coefficiente di deflusso pari a 0,350.

Applicando i valori precedenti nella formula razionale sono stati ottenuti i seguenti valori per le portate di piena:

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	75.130	0.263	1.266	79.941	63.137	3.775
200 anni	101.483	0.266	1.266	108.061	85.346	5.103
500 anni	114.127	0.267	1.266	121.553	96.003	5.740

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino ASTA 1



Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	75.130	0.263	0.513	63.027	122.891	0.974
200 anni	101.483	0.266	0.513	84.959	165.654	1.313
500 anni	114.127	0.267	0.513	95.482	186.171	1.476

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino ASTA 2

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	75.130	0.263	1.146	77.868	67.961	3.467
200 anni	101.483	0.266	1.146	105.225	91.838	4.685
500 anni	114.127	0.267	1.146	118.352	103.295	5.270

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino ASTA 3

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	75.130	0.263	0.590	65.405	110.779	0.757
200 anni	101.483	0.266	0.590	88.203	149.392	1.021
500 anni	114.127	0.267	0.590	99.141	167.919	1.148

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino ASTA 3'

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	75.130	0.263	3.255	102.479	31.485	3.728
200 anni	101.483	0.266	3.255	138.932	42.685	5.054
500 anni	114.127	0.267	3.255	156.426	48.059	5.690

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino ASTA INT.B1

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	75.130	0.263	2.514	95.744	38.090	13.358
200 anni	101.483	0.266	2.514	129.697	51.598	18.095
500 anni	114.127	0.267	2.514	145.991	58.080	20.369

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino ASTA INT.B2

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	75.130	0.263	1.154	78.010	67.613	0.889
200 anni	101.483	0.266	1.154	105.421	91.370	1.201
500 anni	114.127	0.267	1.154	118.573	102.769	1.351

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino ASTA INT.B3

Metodo del Curve Number

Una metodologia per la stima delle precipitazioni efficaci che trova ampia applicazione è quella proposta dal Soil Conservation Service (1972). Il metodo, detto Metodo Curve Number



("Soil Conservation Service Runoff Curve Number (CN) method", detto comunemente Curve Number), si basa sulla assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace) P_{net} risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda P (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

nella quale S è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione ed I_a è la cosiddetta perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno senza che si abbia creazione di deflusso; il parametro S corrisponde al volume idrico trattenuto dal terreno e dalla vegetazione, e quindi sottratto al deflusso superficiale dopo l'istante in cui si ha $P > I_a$; fino all'istante in cui non si ha $P > I_a$ il deflusso superficiale è da ritenersi praticamente assente.

In realtà con l'introduzione della perdita iniziale I_a si vuole tenere conto anche di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno, che ritardano il verificarsi del deflusso superficiale. In mancanza di adeguate osservazioni utili, per la stima di I_a si può fare ricorso alla seguente relazione:

$$I_a = 0,2 S$$

che risulta verificata in buona approssimazione.

La valutazione del valore di S può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), cui esso risulta legato dalla relazione:

$$S = S_0 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

S_0 è un fattore di scala pari a 254 se la pioggia viene espressa in mm.

L'indice CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e del grado di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico.

Il Soil Conservation Service (SCS), sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di prolungato adacquamento, ha classificato i vari tipi di suolo in quattro gruppi (A, B, C, D):

- GRUPPO A: Suoli aventi scarsa permeabilità di deflusso; capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.

- GRUPPO B: Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso; elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.



• GRUPPO C: Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta; scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.

• GRUPPO D: Potenzialità di deflusso molto elevata; scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione.

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di utilizzo del suolo.

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Valori del CN in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale.

Classe AMC	Precipitazioni nei dieci giorni precedenti (mm)
I (Terreno secco)	$0 < P < 50$
II (Umidità media)	$50 < P < 110$
III (Terreno da mediamente umido a saturo)	$P > 110$

Definizione delle condizioni di umidità antecedenti l'evento (AMC).

I valori del CN riportati nella tabella 3 si riferiscono ad una condizione di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico di tipo standard, precisamente quella intermedia indicata come AMC II (Antecedent Moisture Condition II).



Per condizioni iniziali differenti, vengono utilizzate delle relazioni di trasformazione del valore CN (II), relativo a AMC I, CN (I), ed in quello relativo a AMC III, CN (III).

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}} \quad CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)}$$

Nella fattispecie, considerata l'entità degli interventi e l'importanza degli stessi, **si è preferito, a vantaggio di sicurezza, adottare un valore di Curve Number pari al CN(III)**, in quanto trattasi di aree non completamente urbanizzate.

Nel caso in esame, quindi, sono stati sovrapposti i bacini idrografici sulla carta di uso del suolo e sulla carta geologica e ricavate le superfici specifiche in base alla qualità colturale e tipo di suolo.

Il valore del CN è stato stimato effettuando una media pesata dei valori corrispondenti alle differenti sub-aree isoparametriche caratterizzate da un determinato valore di uso del suolo e di tipo di suolo; i pesi sono stati calcolati in funzione delle aree delle singole parcelle sull'area totale del bacino individuato.

Per quanto riguarda la tipologia di terreno, è stato utilizzato, a vantaggio di sicurezza, il GRUPPO C (**Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta; scarsa capacità di infiltrazione e saturazione**).

In funzione delle caratteristiche e della superficie sono stati ricavati i valori relativi al CN, riportati nella tabella seguente:

	CN _{II}	CN _{III}
BACINI DI PROGETTO	78.00	89.18

Tale procedimento ha reso possibile la stima dei due parametri S ed I_a a partire dalle caratteristiche litologiche e di uso del suolo del bacino e quindi la valutazione della pioggia netta.

Altro "tempo caratteristico" di un bacino è il "tempo di ritardo" t_L (lag time), generalmente definito come la distanza temporale tra il baricentro dell'idrogramma di piena superficiale, depurato cioè delle portate di base che sarebbero defluite nel corso d'acqua anche in assenza dell'evento di piena, e il baricentro del pluviogramma netto.

Il Soil Conservation Service (SCS) americano ha dedotto, empiricamente, che il rapporto t_L/t_c è pari a 0.6 (rapporto tra tempo di ritardo e tempo di corrivazione).

Per la stima del tempo di ritardo del bacino, nel caso in esame, si è utilizzata la formula di Mockus:



$$t_L = 0.342 \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

in cui s è la pendenza del bacino espressa in %, L la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla displuviale espressa in Km.

Per il calcolo della portata al colmo Q_p (m^3/s) si considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in m^3 , ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_P}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_P t_b}{2}$$

avendo indicato con t_b la durata dell'evento di piena.

Poiché è stato stabilito sperimentalmente che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena t_b e pertanto:

$$t_b = 2.67 t_a$$

Utilizzando le formule di cui sopra, esprimendo il volume di deflusso V in mm , il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in Km^2 , si ottiene:

$$Q_P = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di t_a , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata t_p e indicando con t_L il tempo di ritardo, come prima calcolato, si effettua con la seguente relazione:

$$t_a = 0,5 t_p + t_L$$

È stato scelto come evento che massimizza il calcolo della portata di piena un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino, utilizzando come "t_c" i risultati ottenuti in base al calcolo effettuato al paragrafo precedente (cioè tempo di corrivazione calcolato con il metodo Pezzoli, Chow, Watt & Chow, Kirpich P-C-W-K, in quanto tale relazione è quella che meglio si adatta alle dimensioni dei bacini oggetto del presente studio).

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m^3/s]
30 anni	67.298	40.653	1.019	40.653	1.652	3.148
200 anni	101.704	72.248	1.019	72.248	1.652	5.595
500 anni	118.322	87.993	1.019	87.993	1.652	6.814

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino ASTA 1



T _R	P [mm]	P _{net}	T _L [h]	V [mm]	t _a [h]	Q _p [m ³ /s]
30 anni	57.629	32.197	0.227	32.197	0.484	1.129
200 anni	87.093	58.619	0.227	58.619	0.484	2.056
500 anni	101.323	71.890	0.227	71.890	0.484	2.522

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino ASTA 2

T _R	P [mm]	P _{net}	T _L [h]	V [mm]	t _a [h]	Q _p [m ³ /s]
30 anni	66.143	39.629	0.682	39.629	1.255	3.446
200 anni	99.959	70.608	0.682	70.608	1.255	6.140
500 anni	116.291	86.058	0.682	86.058	1.255	7.484

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino ASTA 3

T _R	P [mm]	P _{net}	T _L [h]	V [mm]	t _a [h]	Q _p [m ³ /s]
30 anni	59.007	33.385	0.268	33.385	0.563	0.867
200 anni	89.175	60.546	0.268	60.546	0.563	1.572
500 anni	103.745	74.170	0.268	74.170	0.563	1.926

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino ASTA 3'

T _R	P [mm]	P _{net}	T _L [h]	V [mm]	t _a [h]	Q _p [m ³ /s]
30 anni	79.911	52.020	2.659	52.020	4.287	3.074
200 anni	120.765	90.325	2.659	90.325	4.287	5.338
500 anni	140.498	109.277	2.659	109.277	4.287	6.457

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino ASTA INT.B1

T _R	P [mm]	P _{net}	T _L [h]	V [mm]	t _a [h]	Q _p [m ³ /s]
30 anni	76.518	48.932	1.463	48.932	2.720	13.497
200 anni	115.638	85.437	1.463	85.437	2.720	23.566
500 anni	134.533	103.528	1.463	103.528	2.720	28.556

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino ASTA INT.B2

T _R	P [mm]	P _{net}	T _L [h]	V [mm]	t _a [h]	Q _p [m ³ /s]
30 anni	66.298	39.766	0.222	39.766	0.799	1.399
200 anni	100.193	70.828	0.222	70.828	0.799	2.493
500 anni	116.565	86.318	0.222	86.318	0.799	3.038

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino ASTA INT.B3

7.2 Considerazioni finali sulla portata di piena

Il confronto tra le due metodologie adottate ha evidenziato come le portate derivate utilizzando il metodo Curve Number (CN), per i bacini idrografici di interesse siano risultate, al variare del tempo di ritorno, maggiori di quelle derivate dall'utilizzo del metodo Razionale.



Si è scelto, pertanto, di utilizzare i valori derivanti dalla metodologia che ha restituito i valori di portata maggiori, tra metodo Razionale e del CN, a vantaggio di sicurezza:

Q (m ³ /sec)	Alta Pericolosità idraulica	Media Pericolosità idraulica	Bassa Pericolosità idraulica
	Tr= 30 anni	Tr= 200 anni	Tr= 500 anni
BACINO ASTA 1 – impianto FV	3.148	5.595	6.814
BACINO ASTA 2 – impianto FV	1.129	2.056	2.522
BACINO ASTA 3 – impianto FV	3.446	6.140	7.484
BACINO ASTA 3' – impianto FV	0.867	1.572	1.926
BACINO ASTA INT.B1	3.074	5.338	6.457
BACINO ASTA INT.B2	13.497	23.566	28.556
BACINO ASTA INT.B3	1.399	2.493	3.038



8. MODELLAZIONE IDRAULICA

Il tracciamento dei profili di corrente è stato condotto utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 3.1.3, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Questo software consente la simulazione di flussi idrici, nell'ipotesi di monodimensionalità della corrente, sia in moto permanente che in moto vario.

Il sistema comprende una interfaccia grafica, componenti separate per le analisi idrauliche dei due diversi tipi di moto, possibilità di analisi e memorizzazione dati, possibilità di esportazione e graficizzazione dei risultati.

Elemento chiave è che entrambi i tipi di simulazione citati usano una comune rappresentazione geometrica dei dati (l'alveo e le sue caratteristiche fisiche, geometriche ed idrauliche) e una comune routine di calcolo geometrico ed idraulico preliminare.

HEC-RAS è progettato per effettuare calcoli idraulici monodimensionali per una rete completa di canali naturali ed artificiali.

Nel caso di moto permanente, il software è in grado di modellare profili di correnti lente, veloci ed anche miste quando richiesto o ritenuto opportuno automaticamente dal programma.

Il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando valori delle portate di piena, riportati in precedenza, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni, come richiesto dall'Autorità di Bacino della Puglia per l'identificazione delle aree caratterizzate rispettivamente da alta (AP), media (MP) e bassa (BP) pericolosità idraulica.

Scabrezza di Manning

Le simulazioni sono state condotte utilizzando un valore del **coefficiente di scabrezza n secondo Manning che è pari a 0.033 sulle sponde dell'alveo e per il letto dell'alveo dei canali artificiale in terra e di 0.011 il letto dell'alveo artificiale in cemento.**

Condizioni al contorno e condizioni iniziali

Le condizioni al contorno si distinguono in condizioni al contorno di tipo esterno e condizioni al contorno di tipo interno, ove per condizioni esterne si intendono le altezze idriche da assegnare nella sezione di calcolo posta a valle e in tutte le sezioni iniziali poste a monte del reticolo idrografico, mentre per condizioni interne sono intese quelle relative alle sezioni di confluenza di due o più rami dello stesso reticolo.

Per le sezioni di monte e di valle dei tratti studiati si è fissata l'altezza di moto uniforme.



Sezioni di calcolo e profilo longitudinale

La realizzazione dei modelli degli affluenti in esame è stata effettuata avendo come base cartografica il **DTM della Regione Puglia**.

Sulla base delle informazioni plano altimetriche disponibili è stato ricavato un **modello geometrico**, come base di input per il software HEC-RAS.

Definito il **modello geometrico dello stato di fatto**, si è provveduto ad effettuare l'ipotesi di calcolo.

Risultati delle simulazioni

Nel seguito, si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente, in riferimento alle aste modellate.

In particolare, sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, in condizioni di moto permanente in corrispondenza di portate di piena caratterizzate dal tempo di ritorno di 200 anni.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali, al variare del tempo di ritorno e per ognuna delle sezioni, sono riportati i **dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell'onda di piena**.

Le sigle riportate sono relative a:

- a) **Q total = Portata totale espressa in m³/s;**
- b) **Min Ch El = Quote del fondo dell'alveo;**
- c) **W.S. Elev = Quota del pelo libero;**
- d) **Crit W.S. = Quota critica del pelo libero;**
- e) **E.G. Elev = Quota della linea dell'energia;**
- f) **E.G. Slope = Pendenza della linea dell'energia;**
- g) **Vel Chnl = Velocità media della corrente nell'alveo;**
- h) **Flow area = Area totale della sezione liquida effettiva;**
- i) **Top Width = Larghezza superficiale della sezione liquida;**
- j) **Froude = Numero di Froude dell'alveo.**

I risultati ottenuti sono riportati nei paragrafi seguenti.



8.1 Area impianto fotovoltaico

La zona nella quale verranno installati i pannelli fotovoltaici è caratterizzata dalla presenza di reticoli idrografici superficiali; di seguito si analizzeranno le tre aste individuate ed evidenziate nella figura sotto riportata.

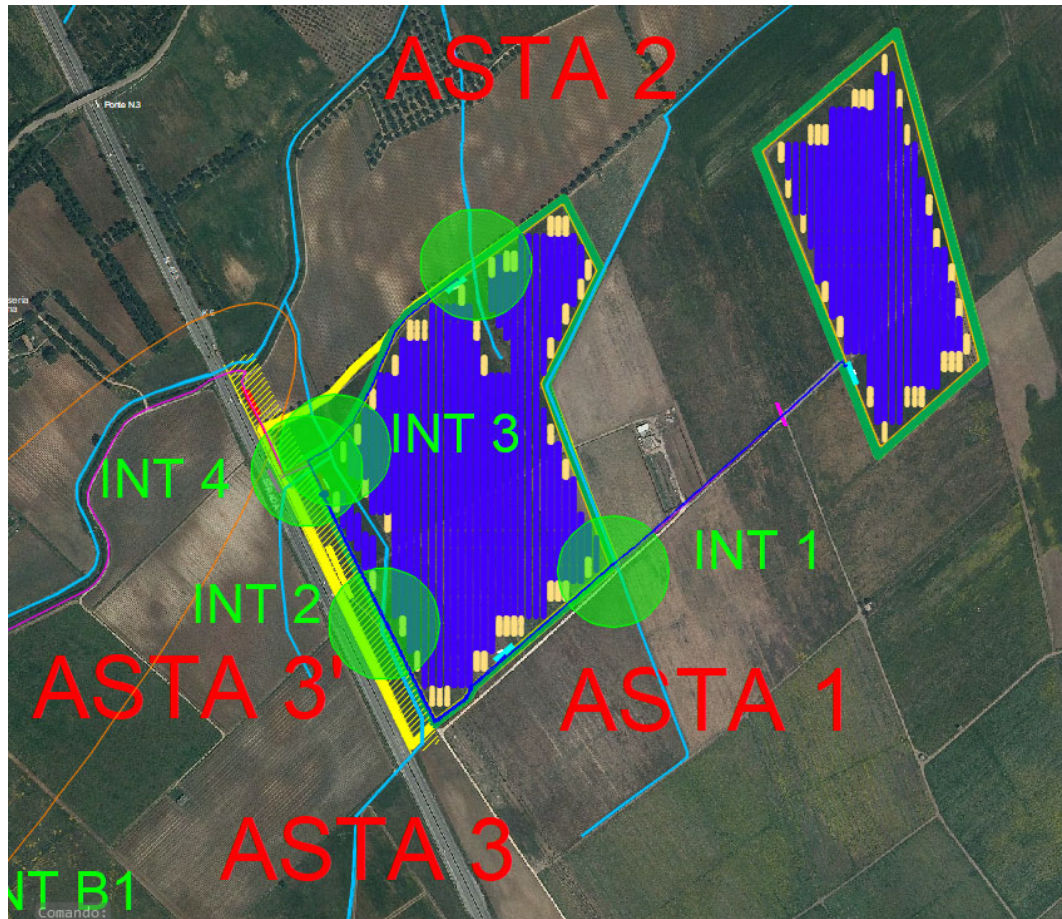


FIG 15 Inquadramento area impianto pannelli fotovoltaici con indicazione dei reticoli idrografici su base ortofoto.

8.1.1 Bacino ASTA 1

L'asta in esame è un canale sagomato in terra con sezione trasversale trapezia lungo il quale sono state individuate 15 sezioni, numerate in ordine decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte con passo costante di circa 50 m.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportate le planimetrie con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale e gli output della modellazione.

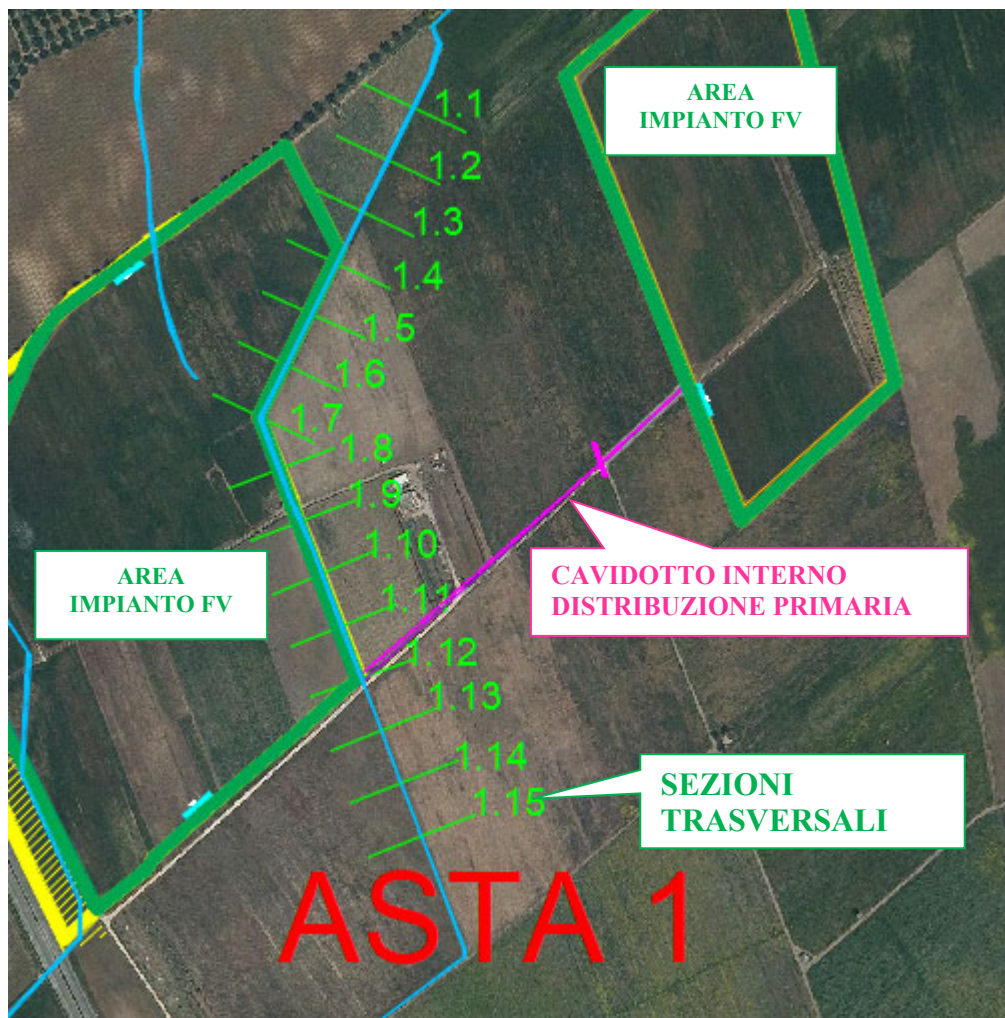


FIG 17 Inquadramento ASTA 1 con indicazione delle sezioni trasversali in dwg su base ortofoto.

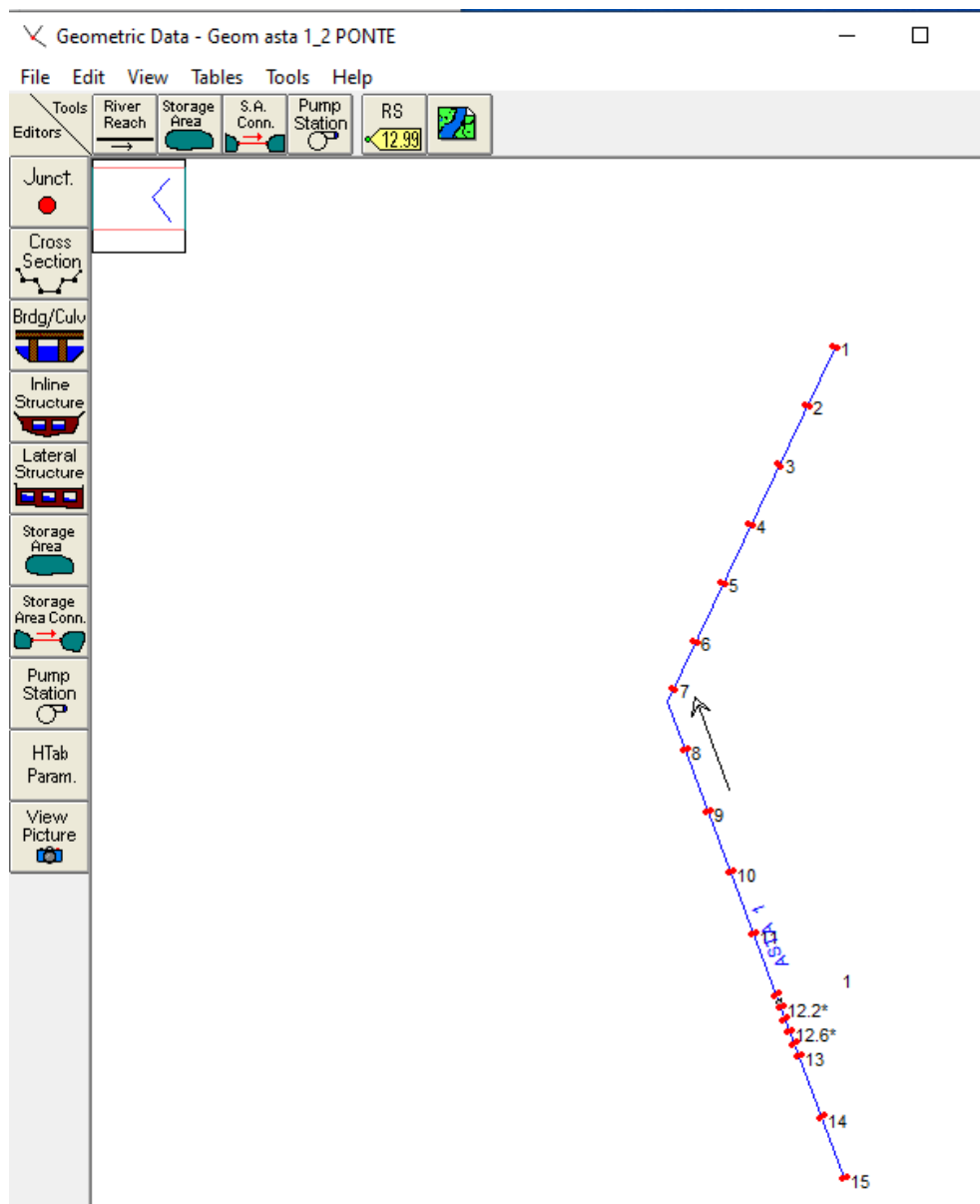


FIG 18 ASTA 1 con indicazione delle sezioni trasversali su interfaccia HEC RAS.

Nella sezione n.12 è presente l'attraversamento stradale lungo la Strada Comunale 85 che non interferisce con il corso d'acqua in esame. Il cavidotto di distribuzione primaria verrà staffato all'opera esistente sul lato valle.



FIG 19 Attraversamento stradale su Strada Comunale 85.

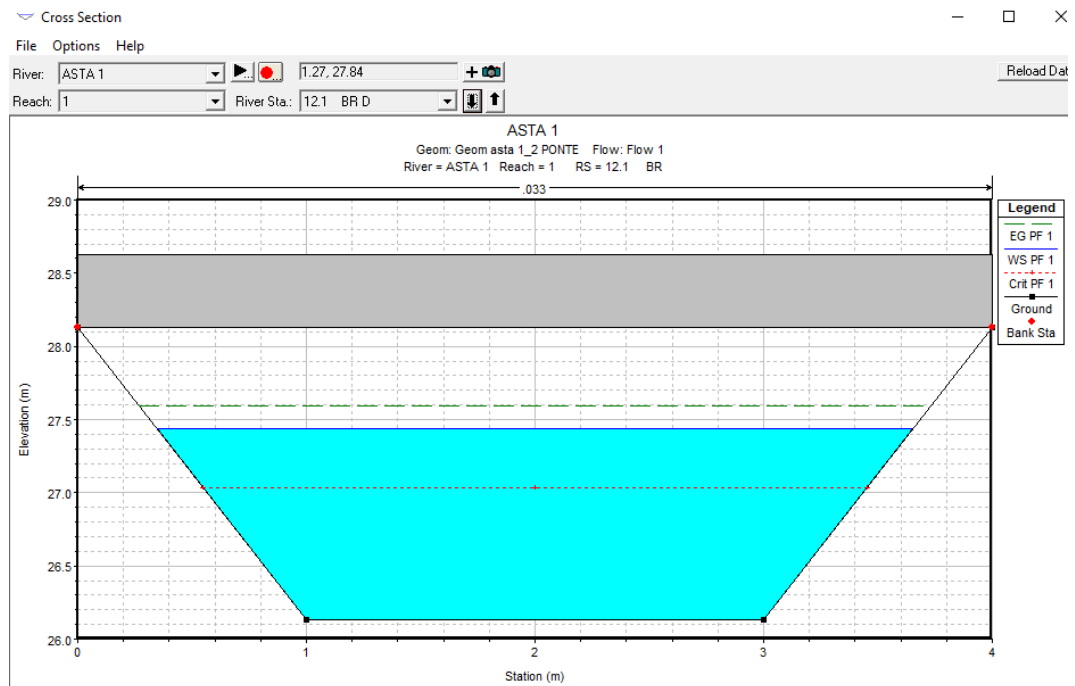


FIG 20 Schematizzazione dell'attraversamento stradale esistente – sez. 12.

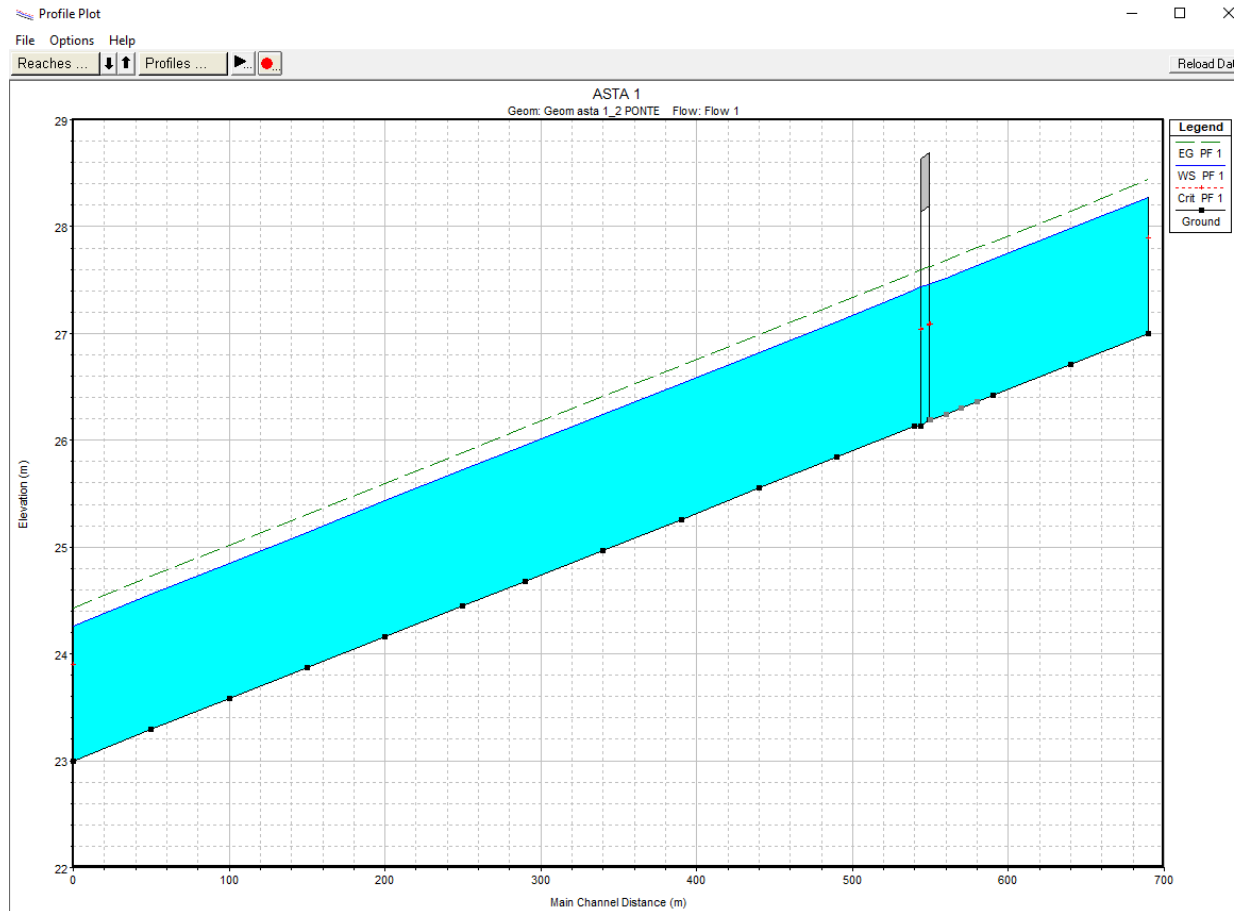


FIG 21 Profilo longitudinale di moto permanente
 (è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $T_r = 200$ anni)

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 Riv

Reach	River Sta	Q Total [m ³ /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m ²]	Top Width [m]	Froude # Chl
A	10	31.00	52.00	55.34	54.32	55.72	0.006083	2.73	11.36	4.00	0.52
A	9	31.00	51.67	55.05		55.42	0.005860	2.69	11.53	4.00	0.51
A	8	31.00	51.33	54.77		55.13	0.005577	2.64	11.76	4.00	0.49
A	7	31.00	51.00	54.52		54.85	0.005237	2.57	12.06	4.00	0.47
A	6.8*	31.00	50.93	54.47		54.80	0.005161	2.56	12.13	4.00	0.47
A	6.6*	31.00	50.87	54.42		54.75	0.005087	2.54	12.20	4.00	0.46
A	6.4*	31.00	50.80	54.37		54.69	0.005008	2.52	12.28	4.00	0.46
A	6.2*	31.00	50.73	54.32	53.06	54.64	0.004926	2.51	12.36	4.00	0.46
A	6.1	Bridge									
A	6	31.00	50.67	53.90		54.31	0.006695	2.84	10.93	4.00	0.55
A	5	31.00	50.33	53.56		53.97	0.006714	2.84	10.92	4.00	0.55
A	4	31.00	50.00	53.23		53.64	0.006743	2.84	10.90	4.00	0.55
A	3	31.00	49.67	52.88		53.30	0.006789	2.85	10.87	4.00	0.55
A	2	31.00	49.33	52.54		52.96	0.006869	2.86	10.82	4.00	0.56
A	1	31.00	49.00	52.18	51.33	52.61	0.007002	2.89	10.74	4.00	0.56

FIG 22- Parametri idraulici del calcolo in moto permanente



Osservando gli output di HEC-RAS si evince come il corso d'acqua contiene al suo interno la portata di piena bi-centenaria.

Il posizionamento dei pannelli fotovoltaici è sempre previsto al di fuori delle aree di esondazione individuate.

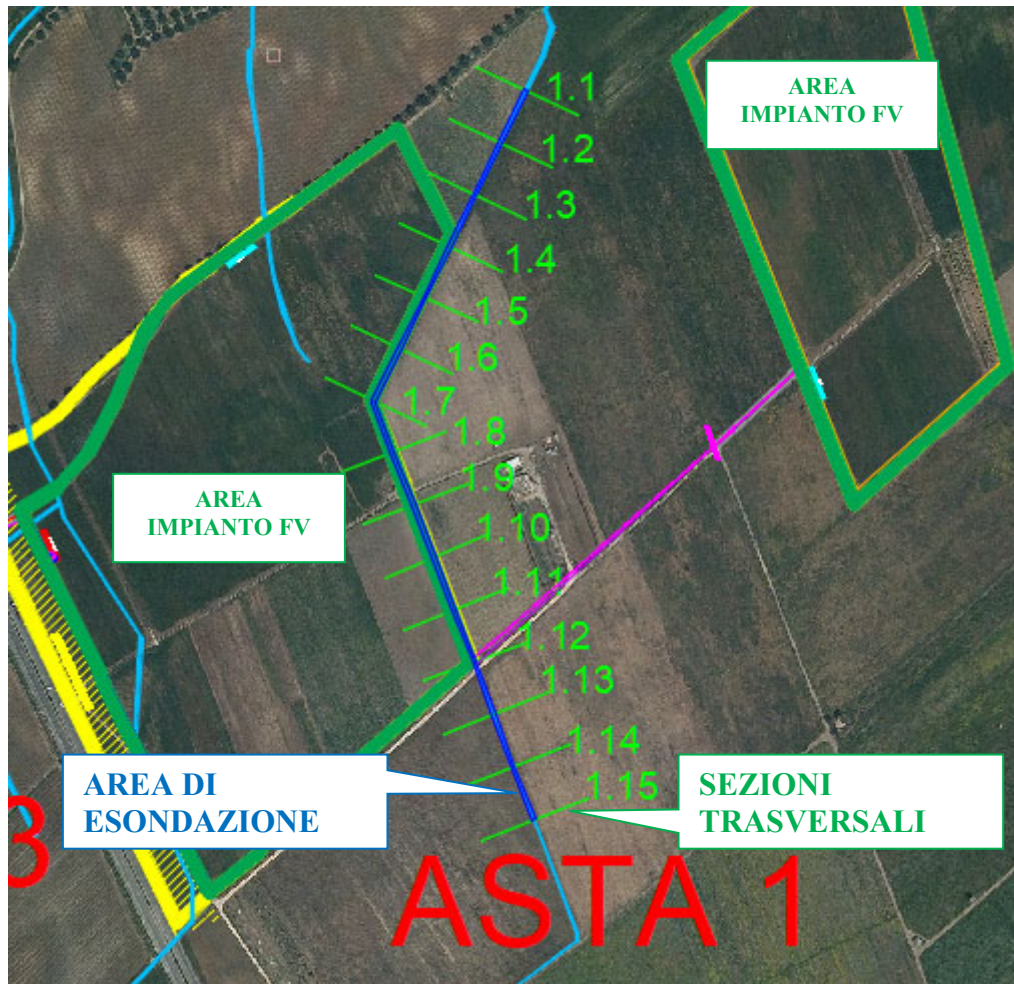


FIG 23 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali.

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (cfr. Quaderno delle sezioni in allegato).

8.1.2 Bacino ASTA 2

L'asta in esame è una incisione superficiale lungo la quale sono state individuate 6 sezioni, numerate in ordine decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte con passo costante di circa 50 m.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati le planimetrie con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale e gli output della modellazione.

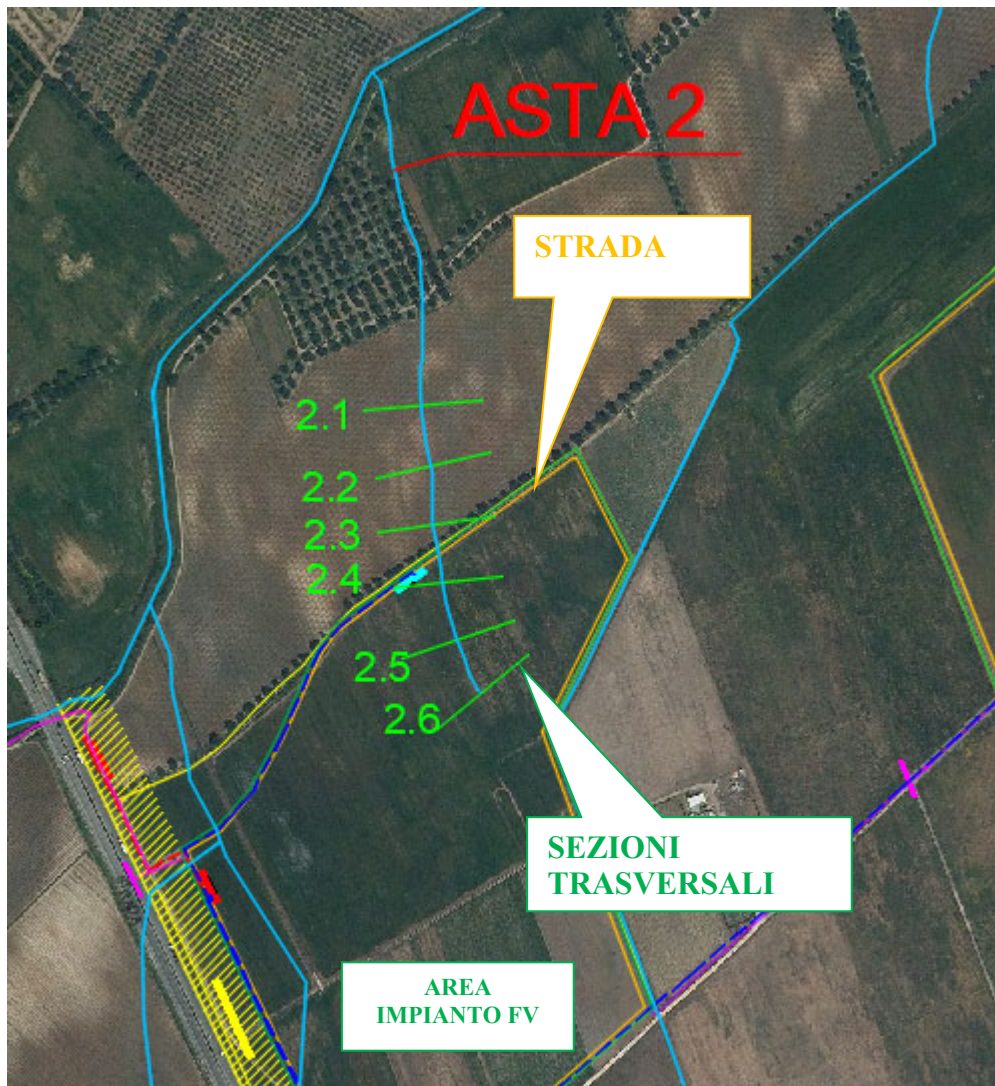


FIG 24 Inquadramento ASTA 2 con indicazione delle sezioni trasversali in dwg su base ortofoto.

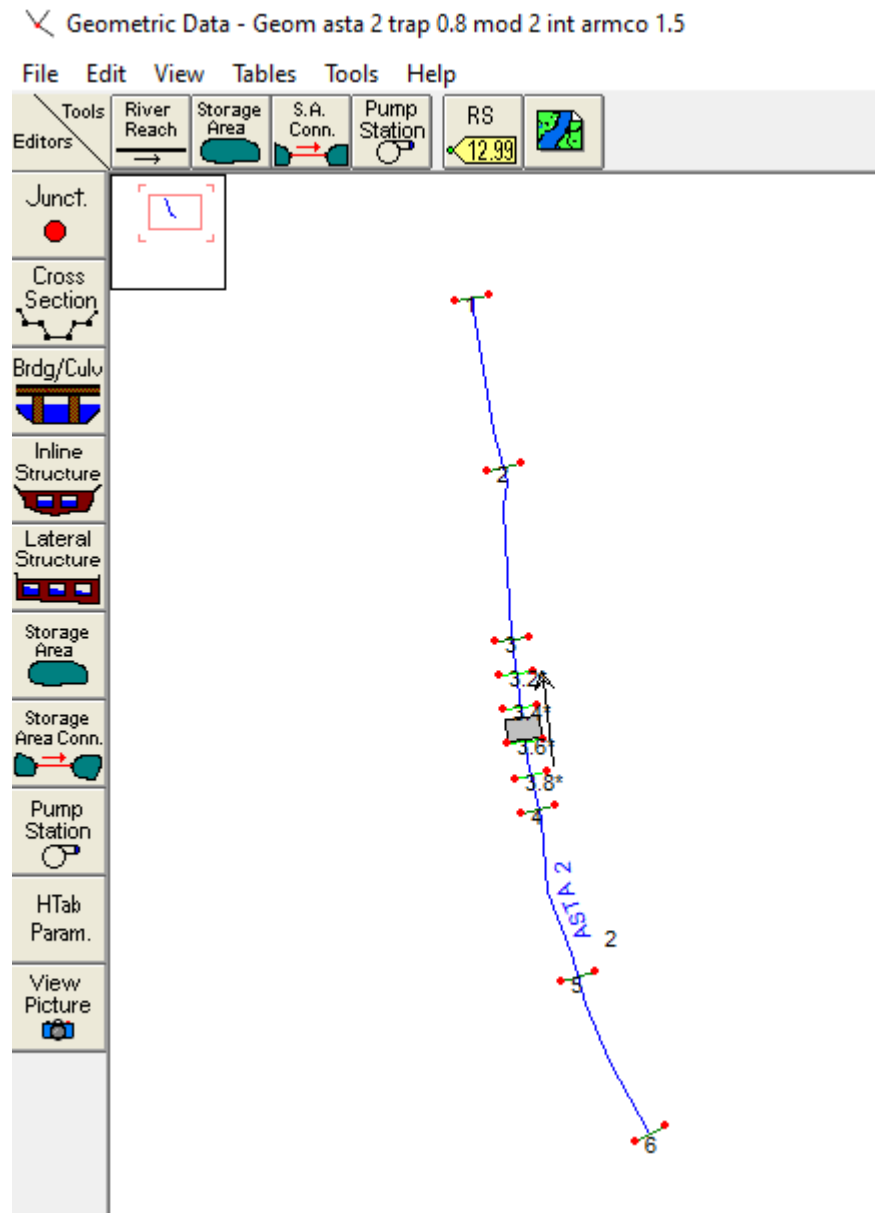


FIG 25 ASTA 2 con indicazione delle sezioni trasversali su interfaccia HEC RAS.

Tra la sezione n.3 e la sezione n.4 è presente un attraversamento con la viabilità a farsi nel quale verrà posizionato un tubo armco del diametro interno di 1,5 m tale da garantire il corretto transito delle acque superficiali.

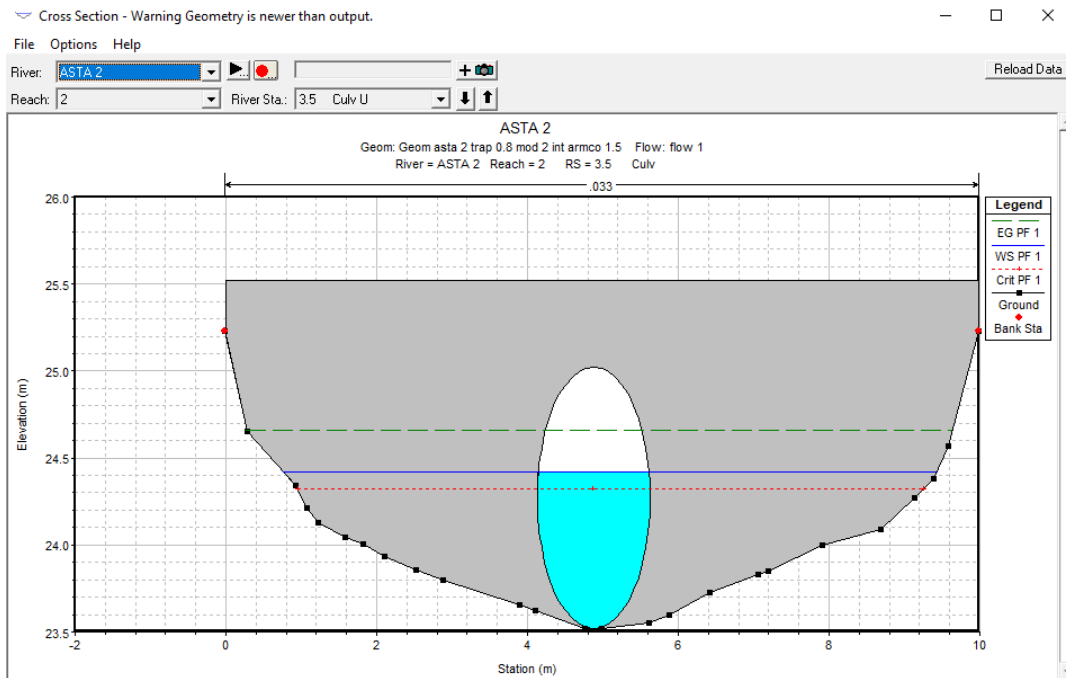


FIG 24 Schematizzazione dell'attraversamento stradale – sez. 3.5.

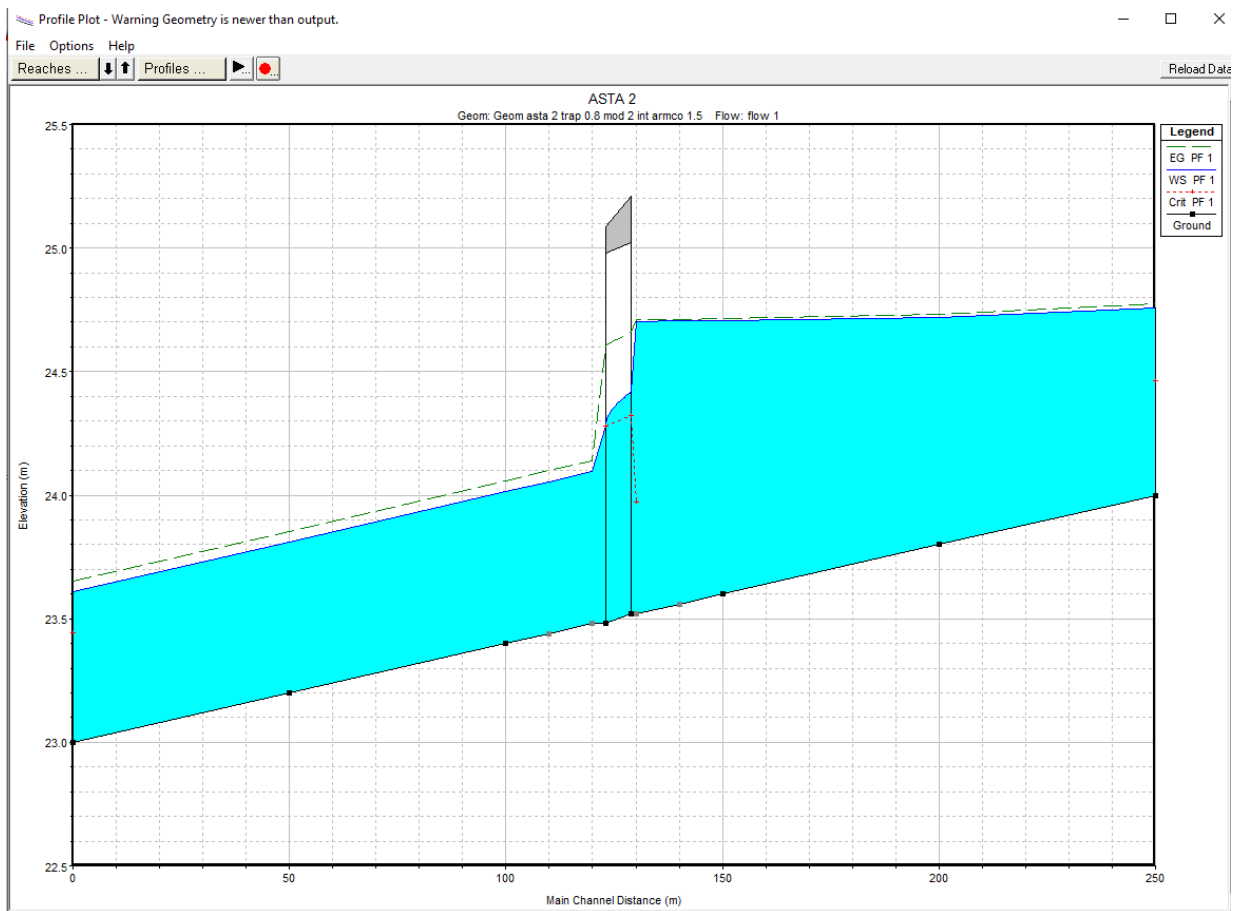


FIG 25 Profilo longitudinale di moto permanente
(è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $T_r = 200$ anni)

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 10 Riv

Reach	River Sta	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
2	6	2.41	24.00	24.76	24.46	24.78	0.001526	0.62	3.86	9.96	0.32
2	5	2.41	23.80	24.72		24.73	0.000548	0.46	5.23	9.76	0.20
2	4	2.41	23.60	24.71		24.71	0.000203	0.34	7.13	9.92	0.13
2	3.8*	2.41	23.56	24.71		24.71	0.000175	0.32	7.45	9.88	0.12
2	3.6*	2.41	23.52	24.70	23.97	24.71	0.000163	0.32	7.50	9.41	0.11
2	3.5	Culvert									
2	3.4*	2.41	23.48	24.10		24.14	0.004033	0.92	2.63	7.89	0.51
2	3.2*	2.41	23.44	24.05		24.10	0.004071	0.93	2.59	7.68	0.51
2	3	2.41	23.40	24.01		24.06	0.004288	0.93	2.59	7.97	0.52
2	2	2.41	23.20	23.81		23.85	0.003968	0.91	2.65	7.99	0.50
2	1	2.41	23.00	23.61	23.44	23.65	0.004007	0.91	2.64	7.90	0.51

FIG 26– Parametri idraulici del calcolo in moto permanente

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come il corso d'acqua contiene al suo interno la portata di piena bi-centenaria.

I pannelli fotovoltaici verranno posizionati al di fuori delle aree di esondazione individuate.

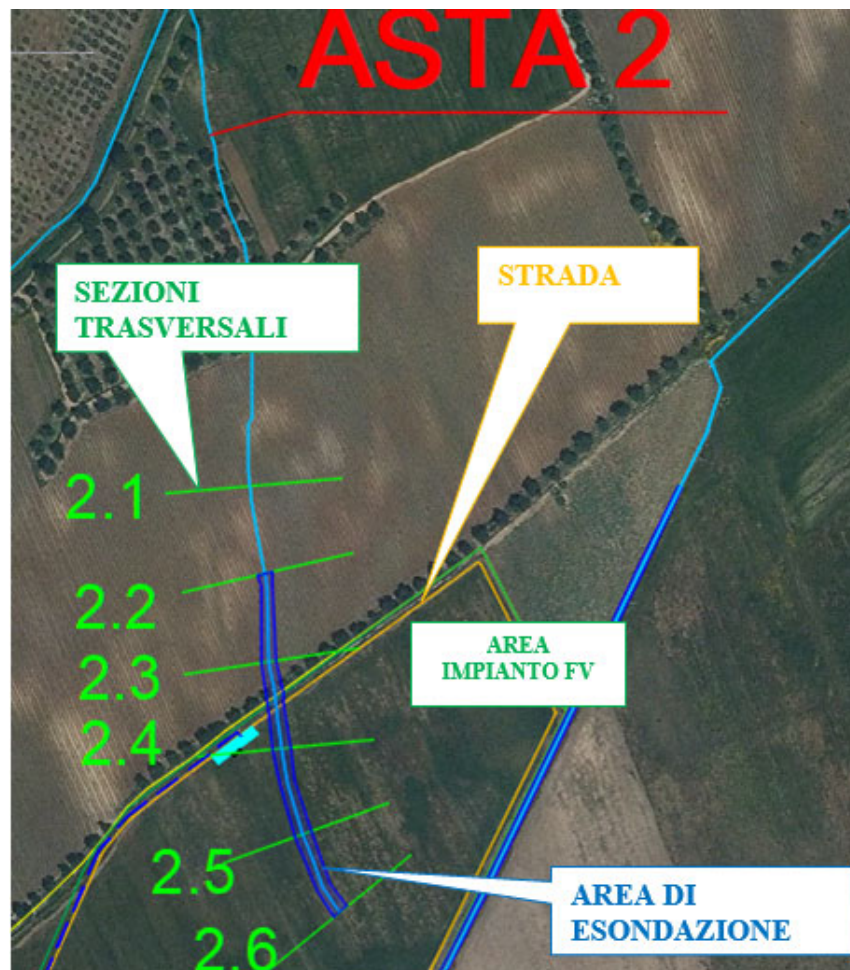


FIG 27 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali.

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (cfr. Quaderno delle sezioni in allegato).

8.1.3 Bacino ASTA 3 e ASTA 3'

L'ASTA 3 è una incisione superficiale lungo la quale sono state individuate 11 sezioni trasversali (numerata dalla 1 alla 11), infittite per interpolazione in prossimità della sez. 3 e della sezione 7 dove si è previsto di inserire dei tubi armco del diametro interno di 2 m tali da garantire il corretto transito delle acque superficiali di scorrimento all'interno dell'impianto a farsi. Nella sezione 9 è stato inserito nella modellazione l'attraversamento esistente al di sotto della Strada Statale 613. In sinistra idraulica nell'ASTA 3, tra le sezioni 3 e 4 si innesta l'asta secondaria denominata "ASTA 3'", del tutto simile alla principale, lungo la quale sono state individuate 7 sezioni trasversali (numerata dalla 0 alle 6); a metà tra la sezione 0 e la sezione 1 si è previsto di inserire un tubo armco del diametro interno di 2 m tale da garantire il corretto transito delle acque superficiali di scorrimento all'interno dell'impianto a farsi e della relativa viabilità. Nella sezione 1 è stato inserito nella modellazione l'attraversamento esistente al di sotto della Strada Statale 613.

Le sezioni, per entrambe le aste, sono numerate in ordine decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte con passo quasi sempre costante di circa 50 m.



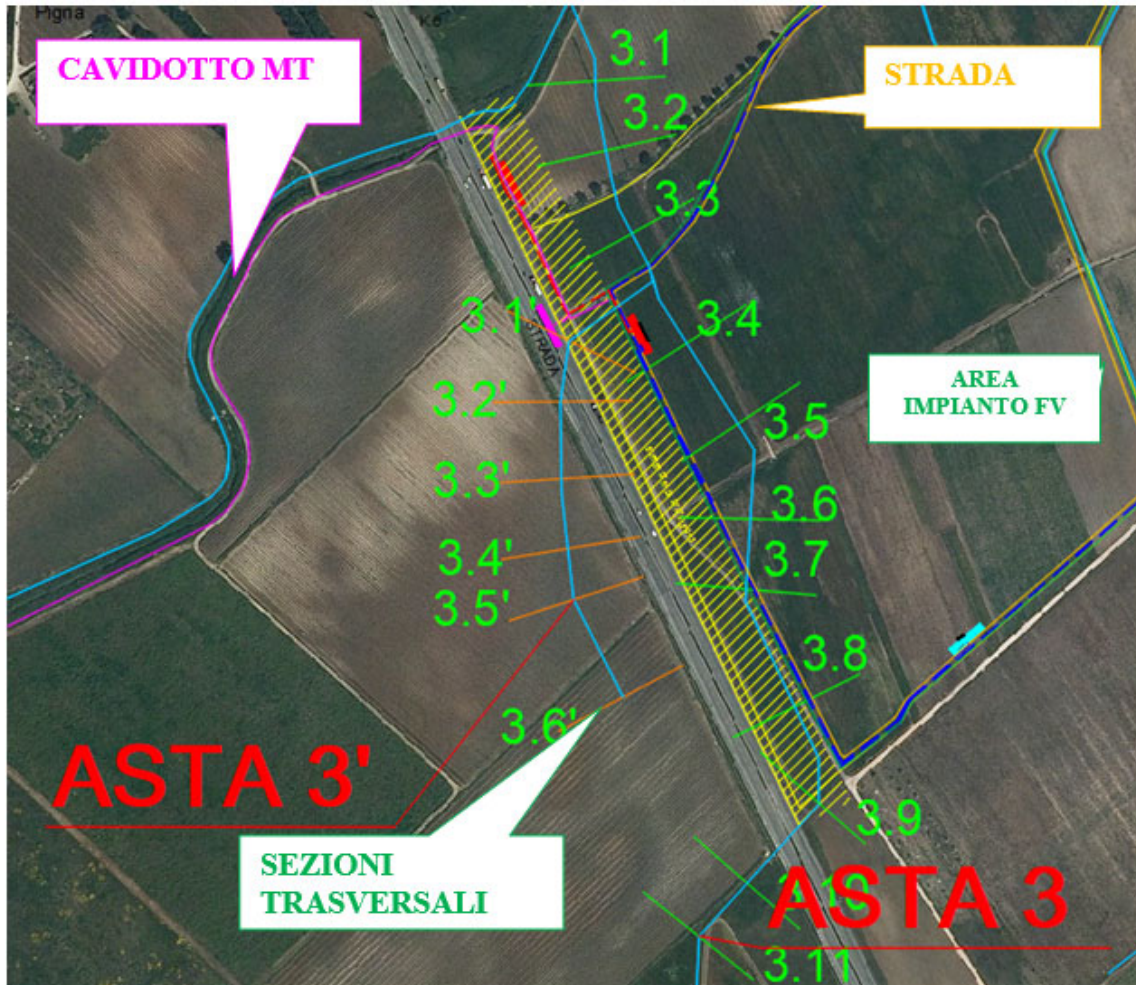


FIG 28 Inquadramento ASTA 3 e ASTA 3' con indicazione delle sezioni trasversali in dwg su base ortofoto.

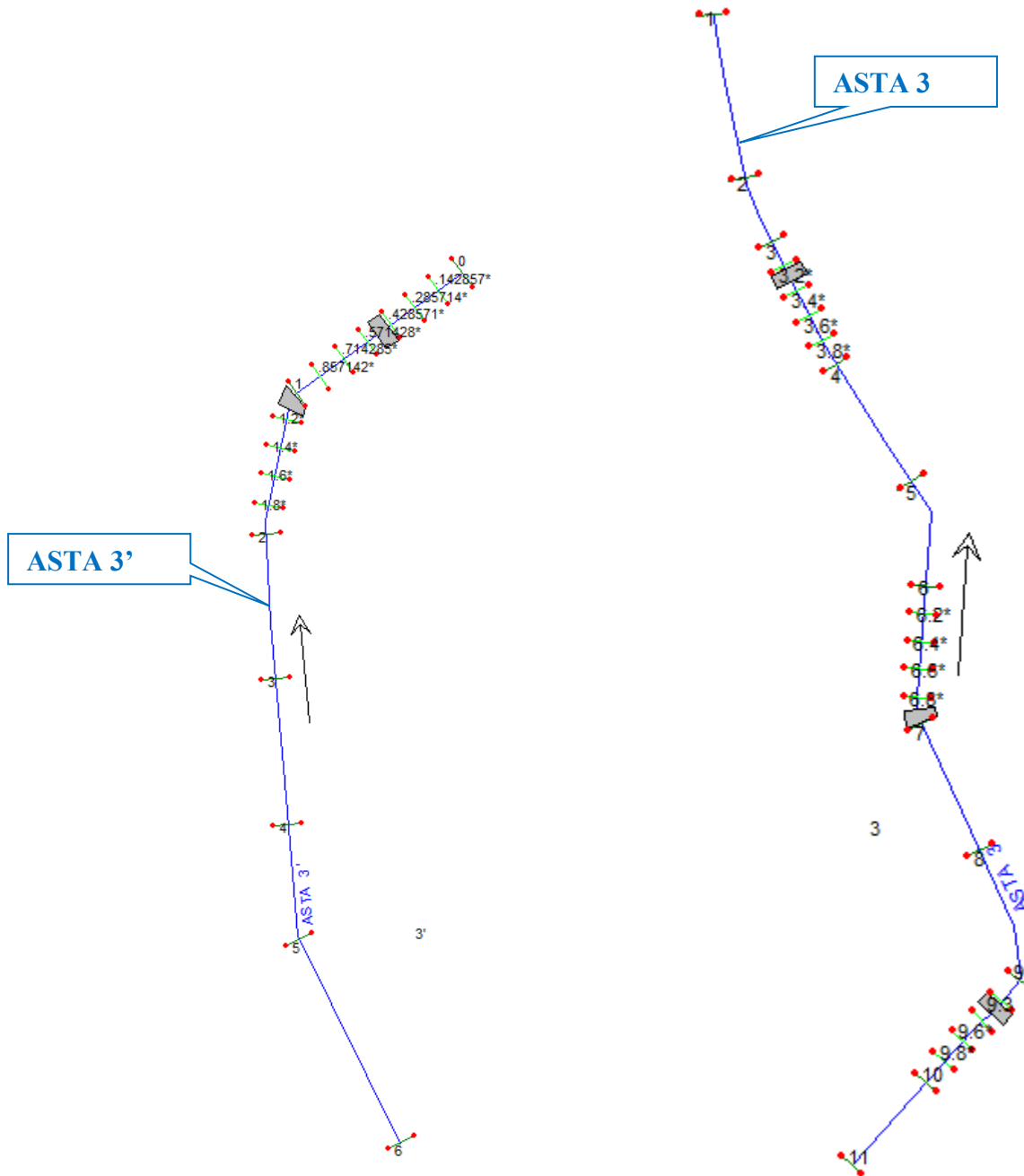


FIG 29 Schematizzazione ASTA 3 e ASTA 3' con indicazione delle sezioni trasversali su interfaccia HEC RAS.

Di seguito le sezioni n.3.3 e 6.8 dell'ASTA 3 e la sezione 0.4 dell'ASTA 3' nelle quali sono presenti degli attraversamenti con la viabilità e con il cavidotto con il posizionamento di un tubo armco del diametro interno di 2 m tale da garantire il corretto transito delle acque superficiali.

Nelle sezioni 9.5 dell'ASTA 3 e nella sezione 1.1 dell'ASTA 3' sono stati riprodotti schematicamente gli attraversamenti esistenti con la SS613 e con la Strada Comunale 85.



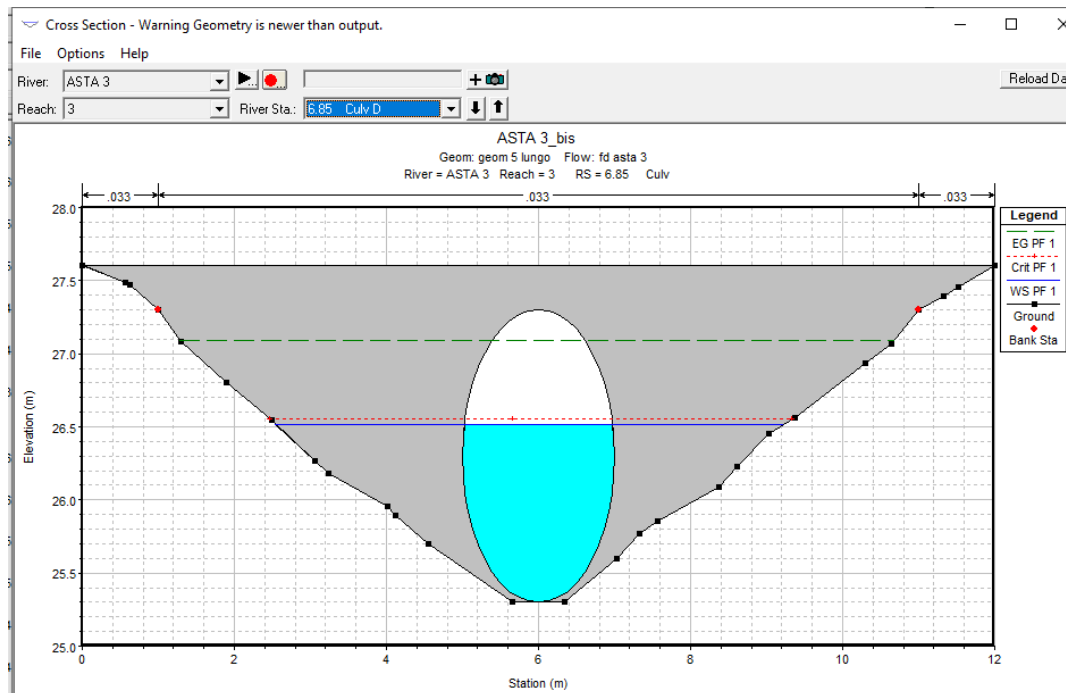
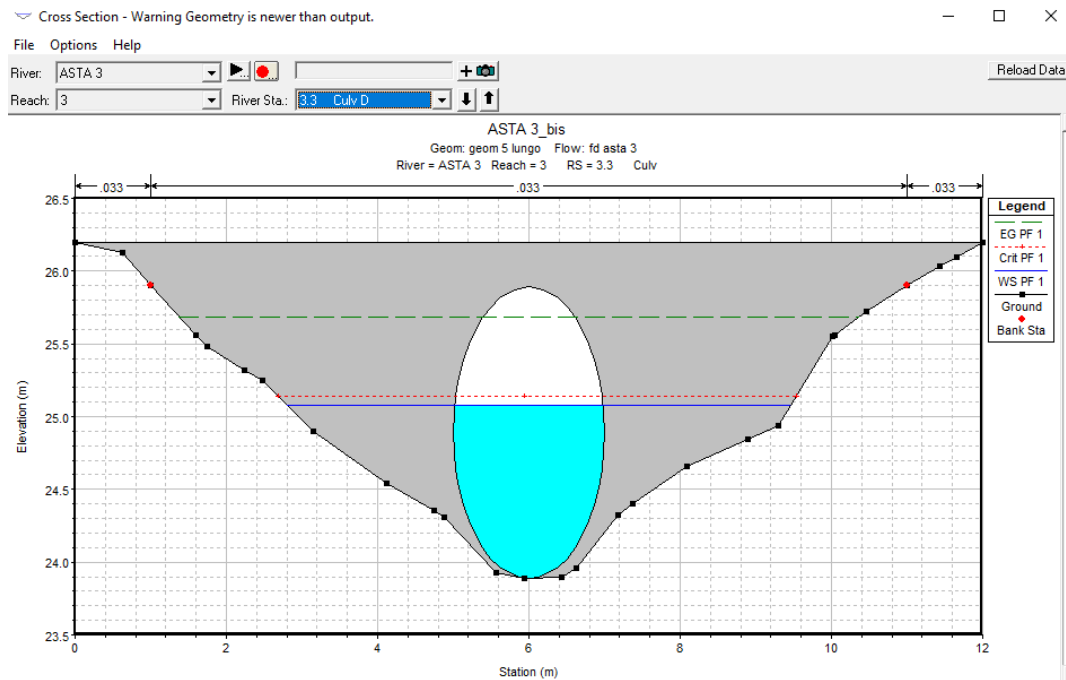


FIG 30 Schematizzazioni degli attraversamenti stradali – ASTA 3.

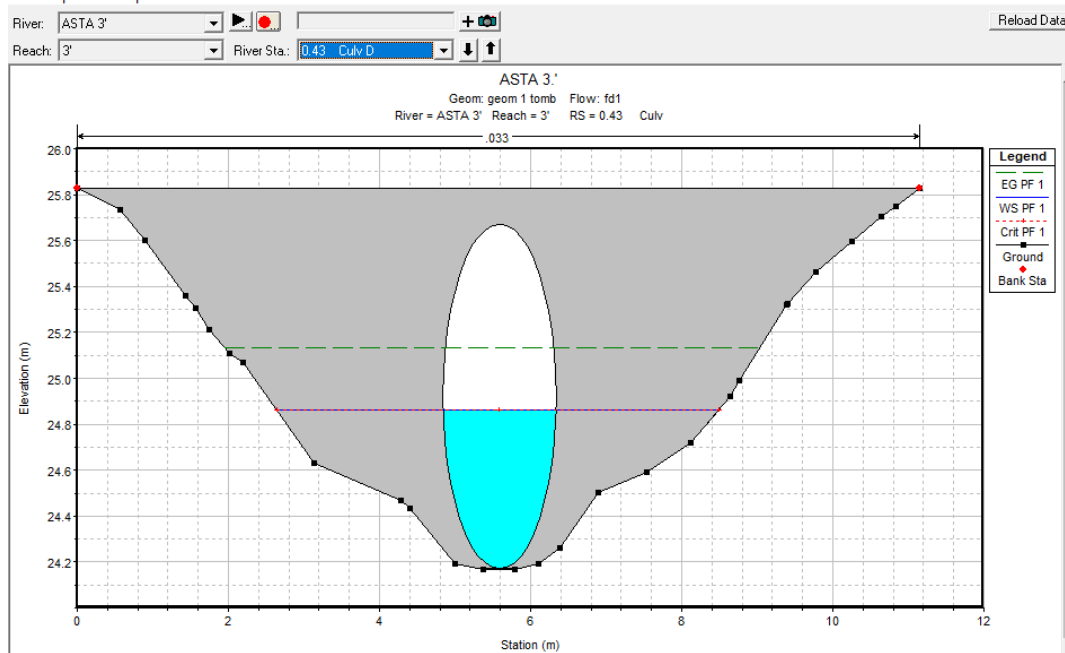


FIG 31 Schematizzazioni degli attraversamenti stradali – ASTA 3'.

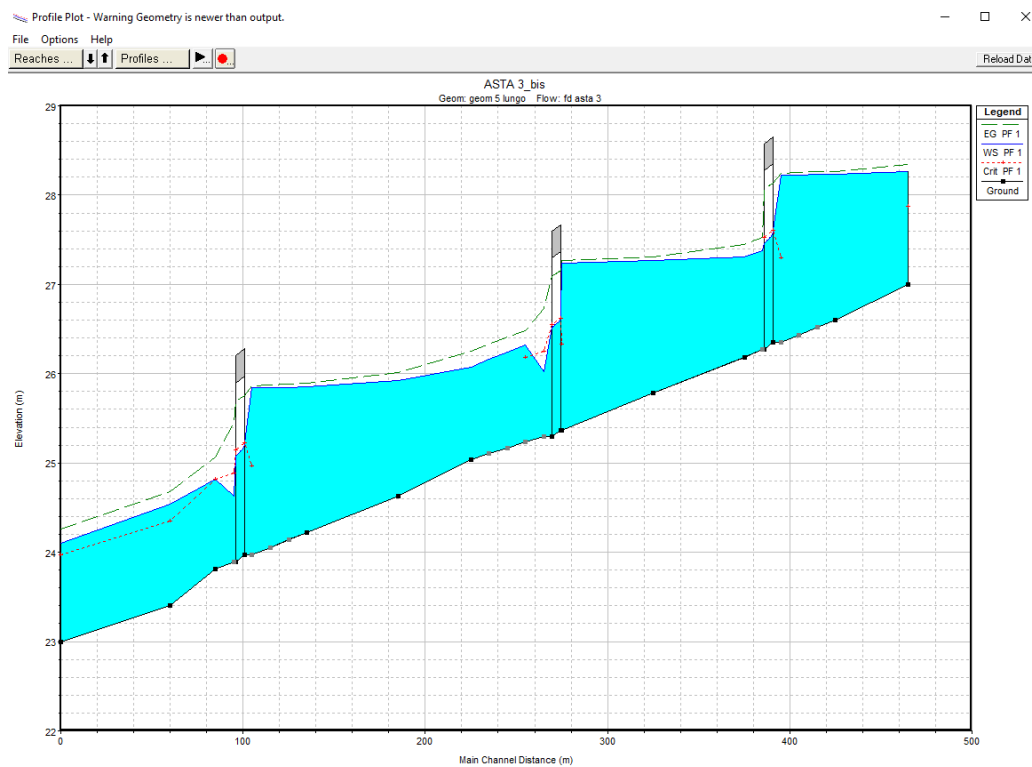


FIG 32 Profilo longitudinale di moto permanente ASTA 3
 (è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $T_r = 200$ anni)

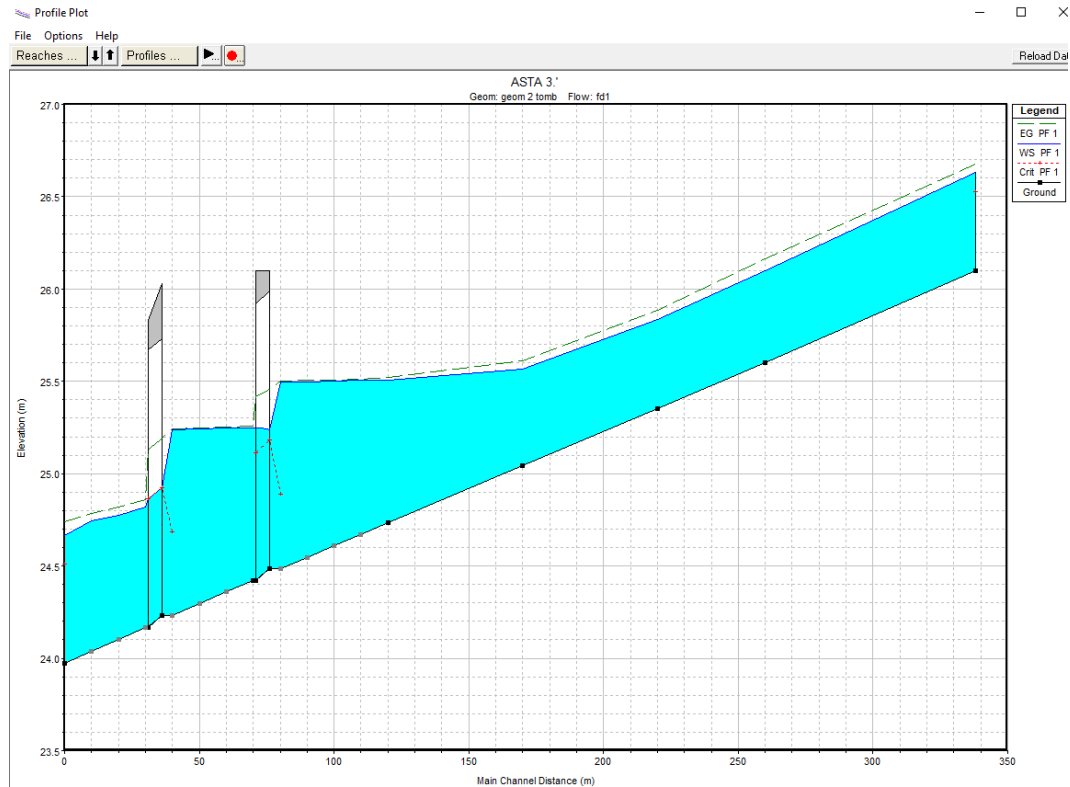


FIG 33 Profilo longitudinale di moto permanente ASTA 3'
 (è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $Tr= 200$ anni)

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 15 Riv											
Reach	River Sta	Q Total [m ³ /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m ²]	Top Width [m]	Froude # Chl
3	11	6.71	27.00	28.26	27.87	28.34	0.002699	1.25	5.35	7.02	0.46
3	10	6.71	26.60	28.23		28.27	0.000893	0.83	8.13	8.67	0.27
3	9.8*	6.71	26.52	28.23		28.26	0.000720	0.76	8.77	8.91	0.25
3	9.6*	6.71	26.43	28.22		28.25	0.000586	0.71	9.46	9.17	0.22
3	9.4*	6.71	26.35	28.22	27.30	28.24	0.000478	0.66	10.20	9.49	0.20
3	9.3	Culvert									
3	9.2*	6.71	26.27	27.37		27.52	0.007227	1.71	3.92	6.80	0.72
3	9	6.71	26.18	27.31		27.45	0.006797	1.67	4.02	6.90	0.70
3	8	6.71	25.78	27.27		27.31	0.001104	0.90	7.45	8.18	0.30
3	7	6.71	25.37	27.24	26.33	27.26	0.000536	0.68	9.92	9.66	0.21
3	6.85	Culvert									
3	6.8*	6.71	25.30	26.03	26.25	26.73	0.053960	3.72	1.80	4.41	0.21
3	6.6*	6.71	25.24	26.32	26.18	26.48	0.007467	1.80	3.72	6.11	0.74
3	6.4*	6.71	25.17	26.24		26.41	0.007655	1.81	3.70	6.14	0.75
3	6.2*	6.71	25.10	26.16		26.33	0.007954	1.83	3.67	6.19	0.76
3	6	6.71	25.04	26.08		26.25	0.008338	1.84	3.64	6.28	0.77
3	5	6.71	24.63	25.92		26.01	0.003679	1.34	5.00	7.51	0.52
3	4	6.71	24.22	25.85		25.90	0.001269	0.91	7.36	8.75	0.32
3	3.8*	6.71	24.14	25.85		25.88	0.000966	0.83	8.04	8.90	0.28
3	3.6*	6.71	24.06	25.84		25.87	0.000752	0.77	8.74	9.09	0.25
3	3.4*	6.71	23.97	25.84	24.96	25.86	0.000590	0.70	9.53	9.36	0.22
3	3.3	Culvert									
3	3.2*	6.71	23.89	24.62	24.89	25.46	0.066413	4.05	1.66	4.11	0.22
3	3	6.71	23.81	24.82	24.82	25.07	0.014778	2.19	3.06	6.26	1.00
3	2	6.71	23.40	24.54	24.35	24.68	0.005961	1.65	4.06	6.35	0.66
3	1	6.71	23.00	24.10	23.98	24.26	0.008013	1.80	3.72	6.45	0.76

FIG 34- Parametri idraulici del calcolo in moto permanente ASTA 3



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 Riv

Reach	River Sta	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Ch
3'	6	1.83	26.10	26.63	26.53	26.67	0.005030	0.90	2.03	7.37	0.55
3'	5	1.83	25.60	26.10		26.16	0.008799	1.14	1.60	6.16	0.72
3'	4	1.83	25.35	25.84		25.88	0.005621	0.95	1.92	6.96	0.58
3'	3	1.83	25.04	25.57		25.61	0.005310	0.95	1.92	6.71	0.57
3'	2	1.83	24.73	25.51		25.52	0.000765	0.48	3.83	8.68	0.23
3'	1.8*	1.83	24.67	25.50		25.51	0.000530	0.42	4.31	8.85	0.19
3'	1.6*	1.83	24.61	25.50		25.51	0.000378	0.38	4.82	9.08	0.17
3'	1.4*	1.83	24.55	25.50		25.50	0.000278	0.34	5.36	9.40	0.14
3'	1.2*	1.83	24.48	25.50	24.89	25.50	0.000206	0.31	5.93	9.69	0.13
3'	1.1	Culvert									
3'	1	1.83	24.42	25.25		25.26	0.000522	0.43	4.26	8.50	0.19
3'	.857142*	1.83	24.36	25.25		25.25	0.000493	0.41	4.49	9.33	0.19
3'	.714285*	1.83	24.30	25.24		25.25	0.000484	0.42	4.41	8.73	0.19
3'	.571428*	1.83	24.23	25.24	24.68	25.24	0.000446	0.41	4.46	8.41	0.18
3'	0.43	Culvert									
3'	.428571*	1.83	24.17	24.82		24.86	0.003323	0.88	2.09	5.65	0.46
3'	.285714*	1.83	24.10	24.78		24.82	0.003970	0.95	1.92	5.26	0.50
3'	.142857*	1.83	24.04	24.74		24.78	0.003259	0.88	2.07	5.44	0.46
3'	0	1.83	23.97	24.66	24.51	24.74	0.006003	1.19	1.53	3.92	0.61

FIG 35 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente ASTA 3'

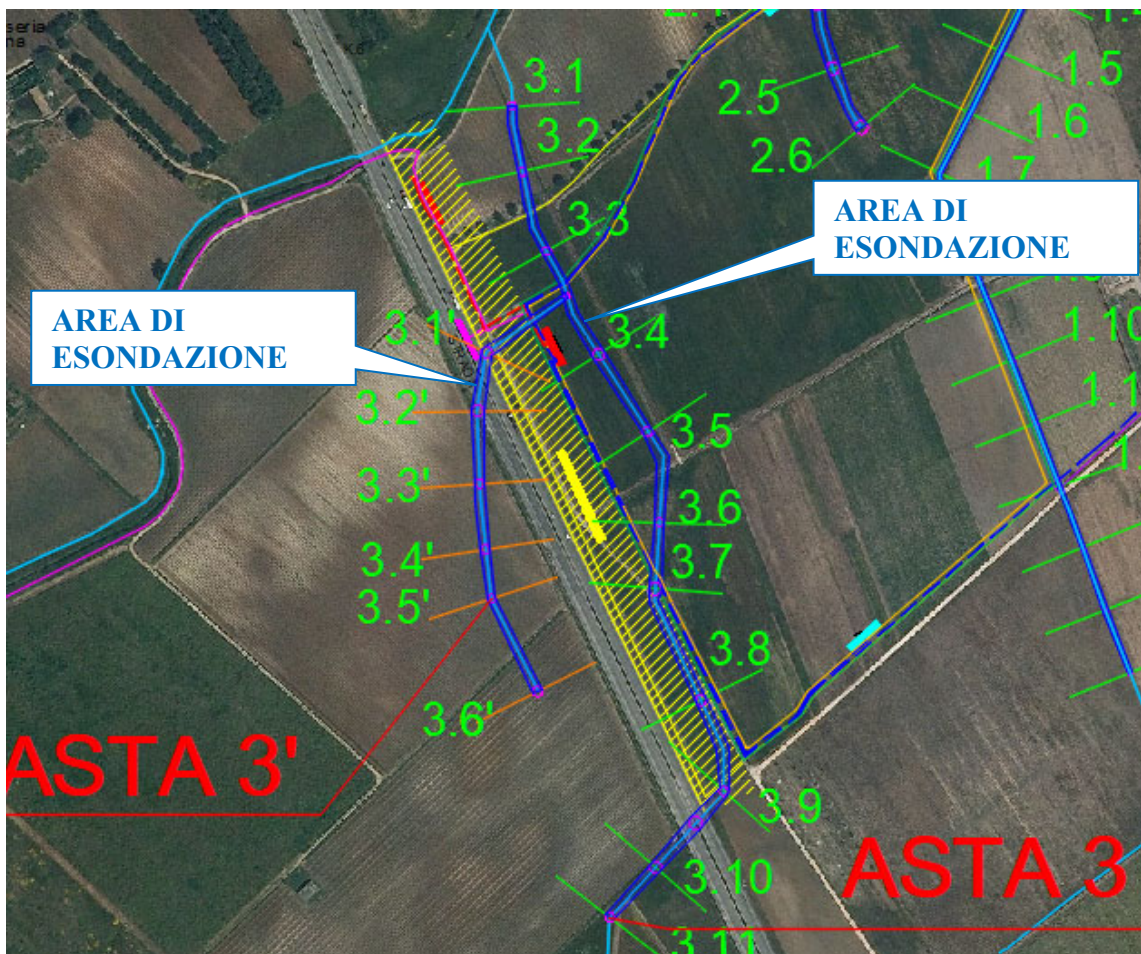


FIG 36 Inquadramento ASTA 3 e ASTA 3' con indicazione delle aree di esondazione

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come **il corso d'acqua contiene al suo interno la portata di piena bi-centenaria.**



8.2 Intersezioni cavidotto reticolo

8.2.1 Bacino ASTA INT. B2

Il cavidotto interseca l'asta denominata nel presente studio ASTA INT. B2 in prossimità della sua sezione di innesto nel corso d'acqua principale "Canale Foggia di Rau" e viaggia parallelamente ad essa per un breve tratto sulla SS16.

Nella modellazione effettuata sul canale in terra sono state individuate 10 sezioni, numerate in ordine decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte con passo costante di circa 50 m.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportate le planimetrie con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale e gli output della modellazione.

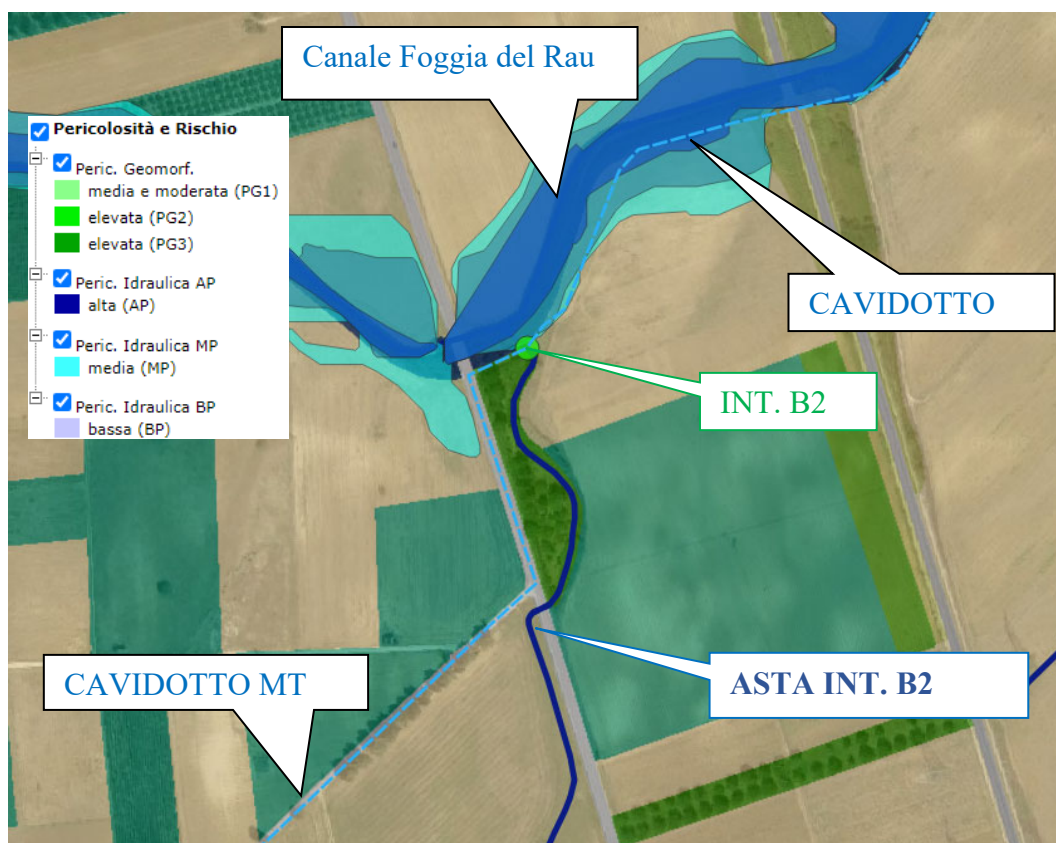


FIG 37 Inquadramento intersezione INT. B2 sul reticolo in dwg su base ortofoto

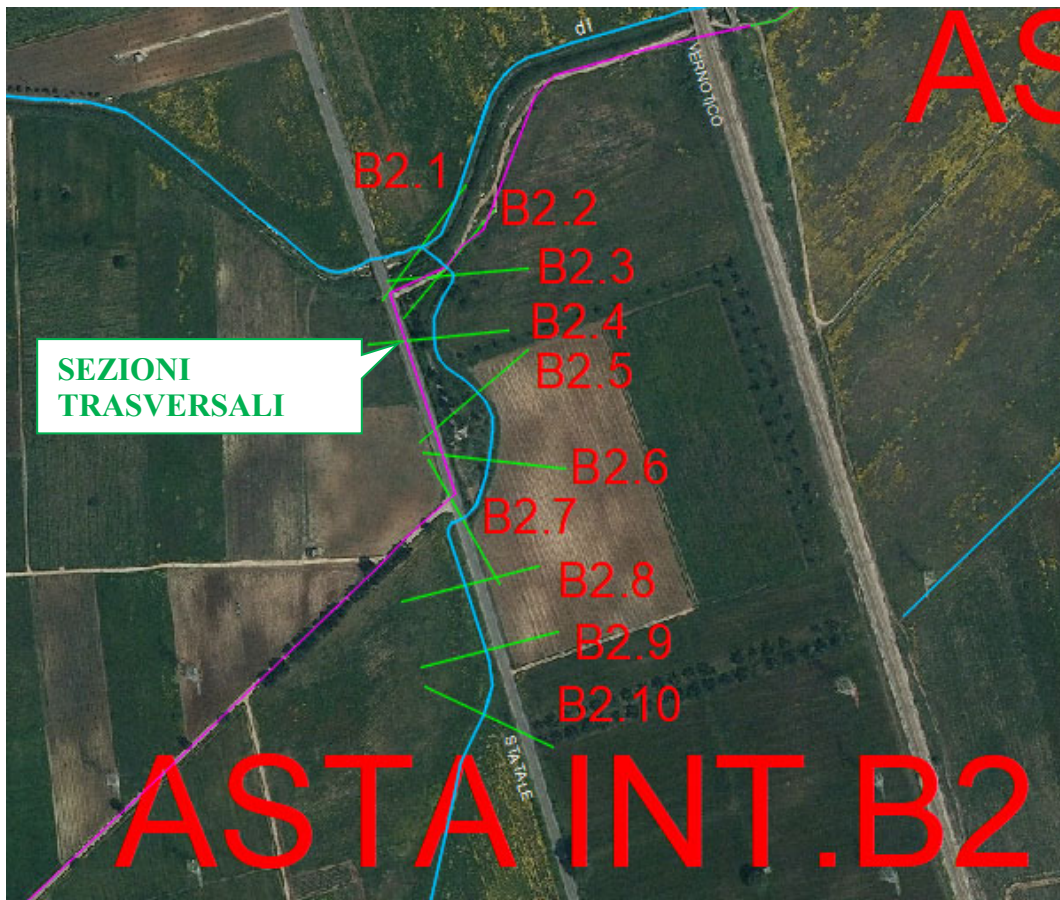


Figura 38 Inquadramento ASTA INT.B2 con indicazione delle sez. trasv. in dwg su base ortofoto

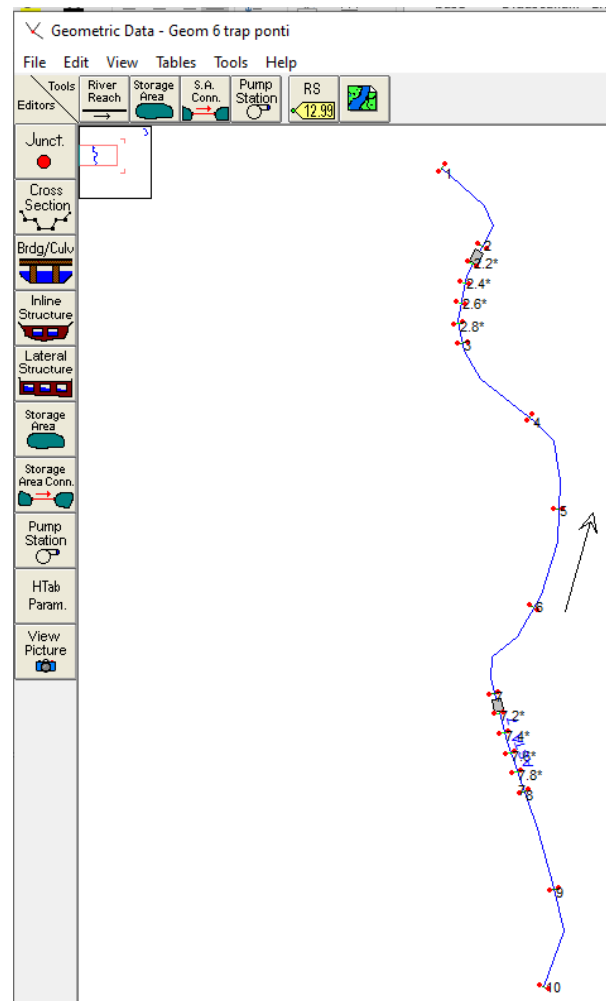


Figura 19 ASTA INT.B2 con indicazione delle sezioni trasversali su interfaccia HEC RAS

Nella sezione 3 e nella sezione 7 sono presenti due attraversamenti stradali che non interferiscono con il loro ingombro con l'alveo.

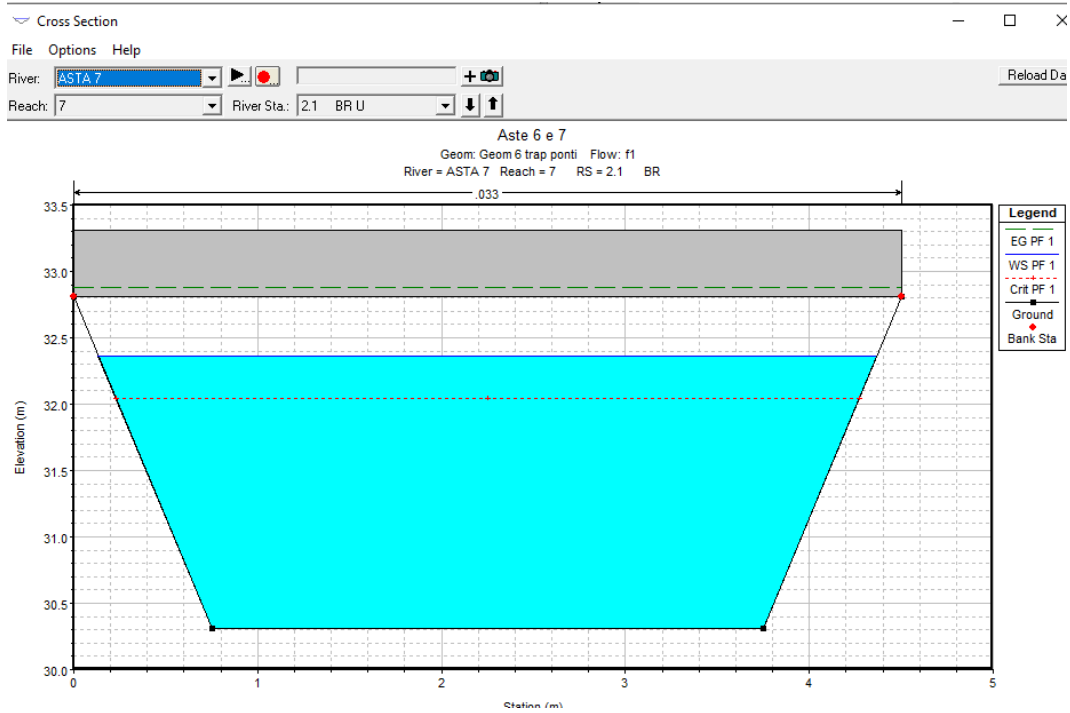


Figura 20 Schematizzazione dell'attraversamento stradale – sez. 2

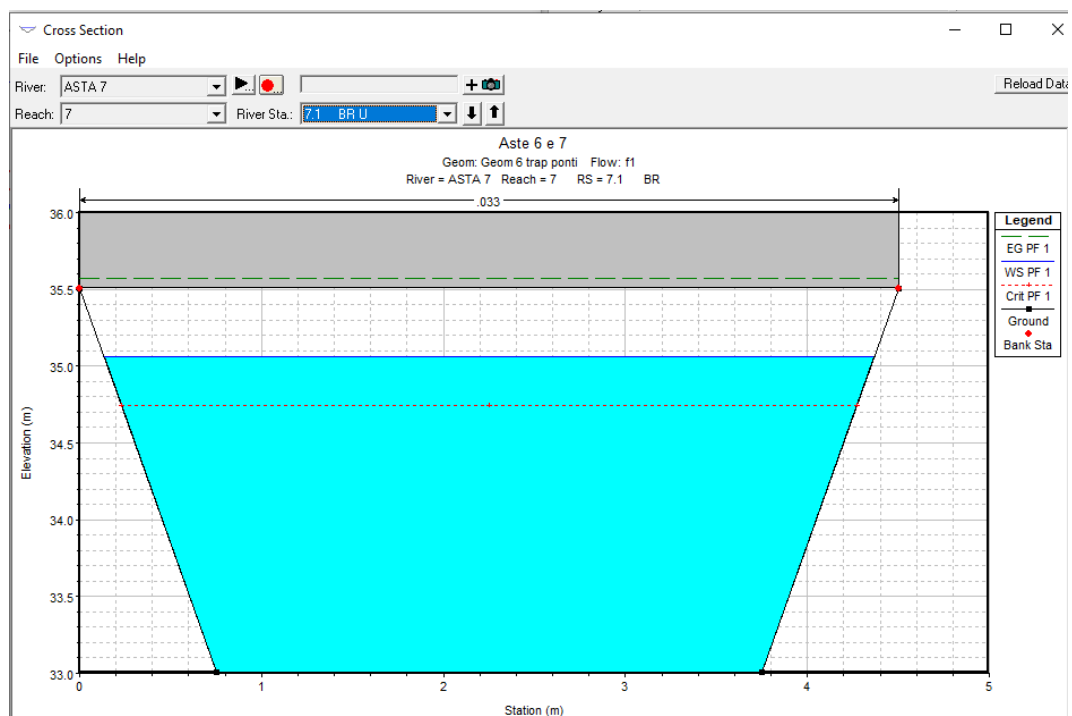


Figura 41 Schematizzazione dell'attraversamento stradale – sez. 7.

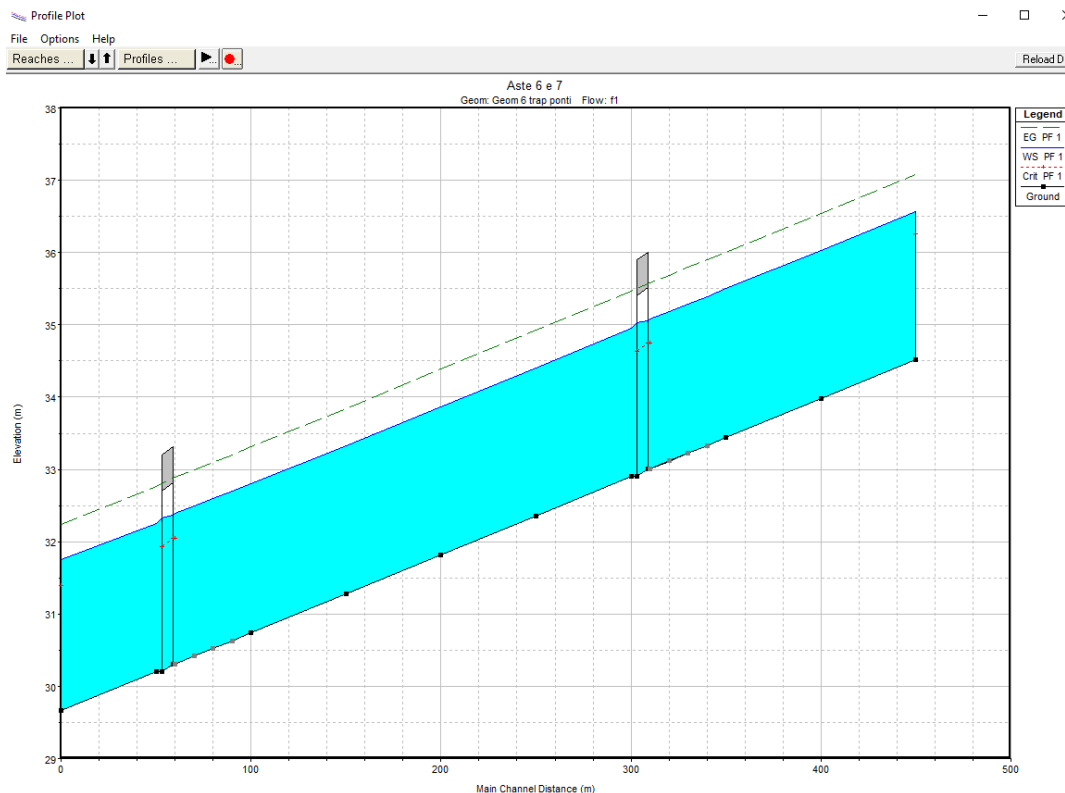


FIG 43 Profilo longitudinale di moto permanente

(è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $T_r = 200$ anni)

Reach	River Sta	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
B2	10	23.56	34.52	36.57	36.26	37.08	0.010795	3.18	7.40	4.23	0.77
B2	9	23.56	33.98	36.03		36.54	0.010764	3.18	7.41	4.23	0.77
B2	8	23.56	33.44	35.50		36.01	0.010598	3.16	7.45	4.24	0.76
B2	7.8*	23.56	33.33	35.39		35.90	0.010562	3.16	7.46	4.24	0.76
B2	7.6*	23.56	33.22	35.29		35.80	0.010518	3.15	7.47	4.24	0.76
B2	7.4*	23.56	33.12	35.18		35.69	0.010446	3.15	7.49	4.24	0.76
B2	7.2*	23.56	33.01	35.08	34.74	35.58	0.010364	3.14	7.51	4.24	0.75
B2	7.1	Bridge									
B2	7	23.56	32.90	34.95		35.46	0.010802	3.18	7.40	4.23	0.77
B2	6	23.56	32.36	34.41		34.92	0.010800	3.18	7.40	4.23	0.77
B2	5	23.56	31.82	33.87		34.38	0.010789	3.18	7.40	4.23	0.77
B2	4	23.56	31.28	33.33		33.84	0.010758	3.18	7.41	4.23	0.77
B2	3	23.56	30.74	32.80		33.31	0.010563	3.16	7.46	4.24	0.76
B2	2.8*	23.56	30.63	32.70		33.20	0.010520	3.15	7.47	4.24	0.76
B2	2.6*	23.56	30.52	32.59		33.10	0.010448	3.15	7.49	4.24	0.76
B2	2.4*	23.56	30.42	32.49		32.99	0.010367	3.14	7.51	4.24	0.75
B2	2.2*	23.56	30.31	32.39	32.04	32.89	0.010268	3.12	7.54	4.25	0.75
B2	2.1	Bridge									
B2	2	23.56	30.20	32.26		32.77	0.010630	3.17	7.44	4.23	0.76
B2	1	23.56	29.66	31.76	31.40	32.25	0.010017	3.10	7.61	4.26	0.74

Figura 44 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente ASTA INT B2



Osservando gli output di HEC-RAS si evince come il corso d'acqua contiene al suo interno la portata di piena bi-centenaria.

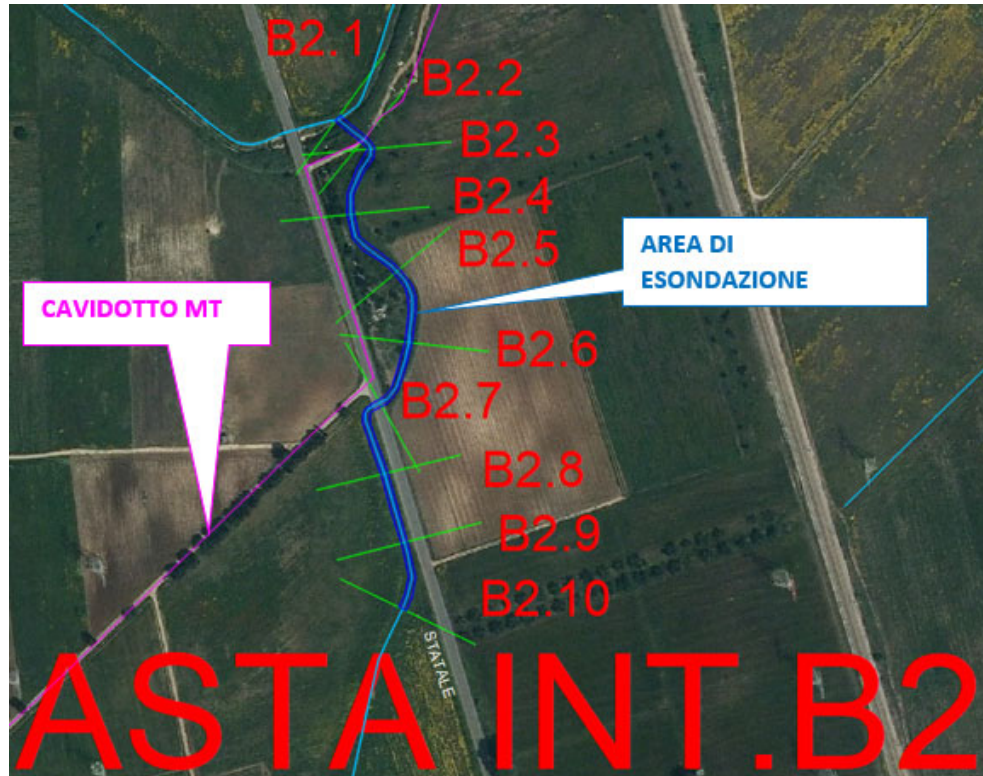


Figura 45 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (cfr. Quaderno delle sezioni in allegato).

L'intersezione del cavidotto con il reticolo superficiale verrà risolta con la tecnologia della T.O.C. posizionando i pozzetti di estremità al di fuori delle aree di esondazione individuate.

8.2.2 Bacino ASTA INT. B3

L'asta in esame è un canale in terra lungo il quale sono state individuate 6 sezioni, numerate in ordine decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte con passo costante di circa 50 m.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati le planimetrie con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale e gli output della modellazione.



Figura 45 Inquadramento ASTA INT.B3 con indicazione delle sezioni trasversali in dwg su base ortofoto

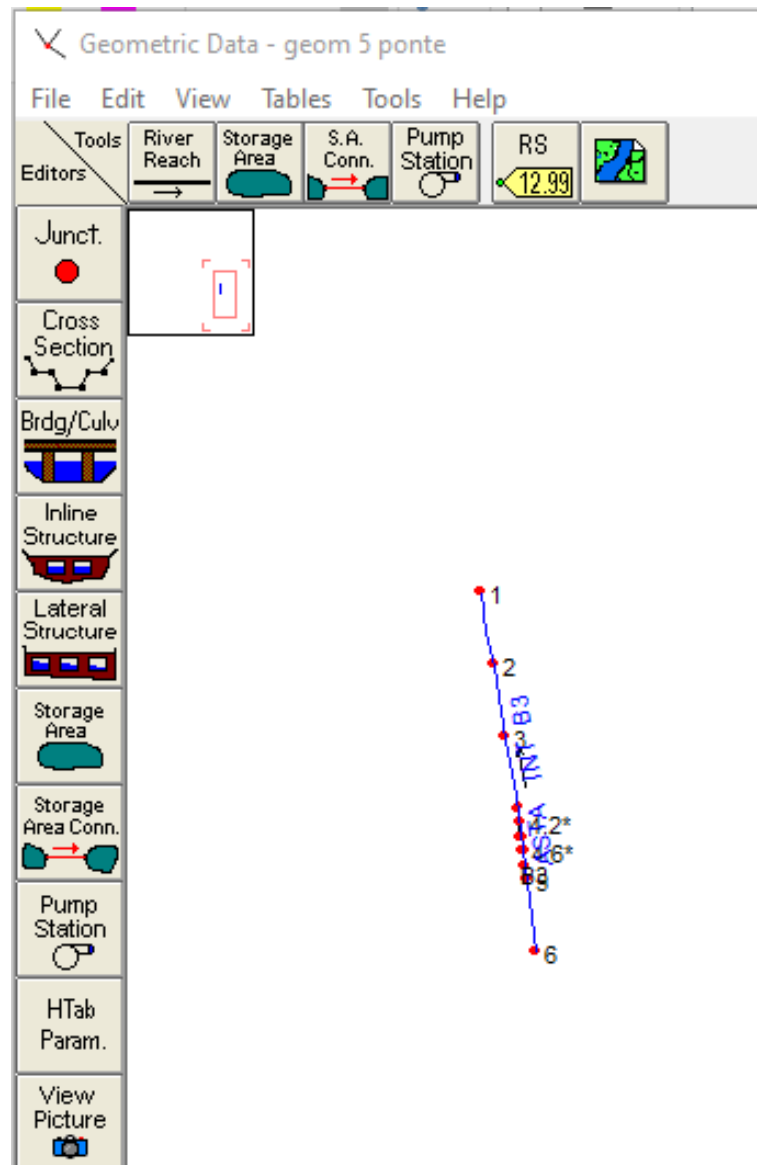


Figura 46 ASTA INT.B3 con indicazione delle sezioni trasversali su interfaccia HEC RAS

Tra la sezione n.3 e la sezione n.4 è presente un attraversamento stradale.

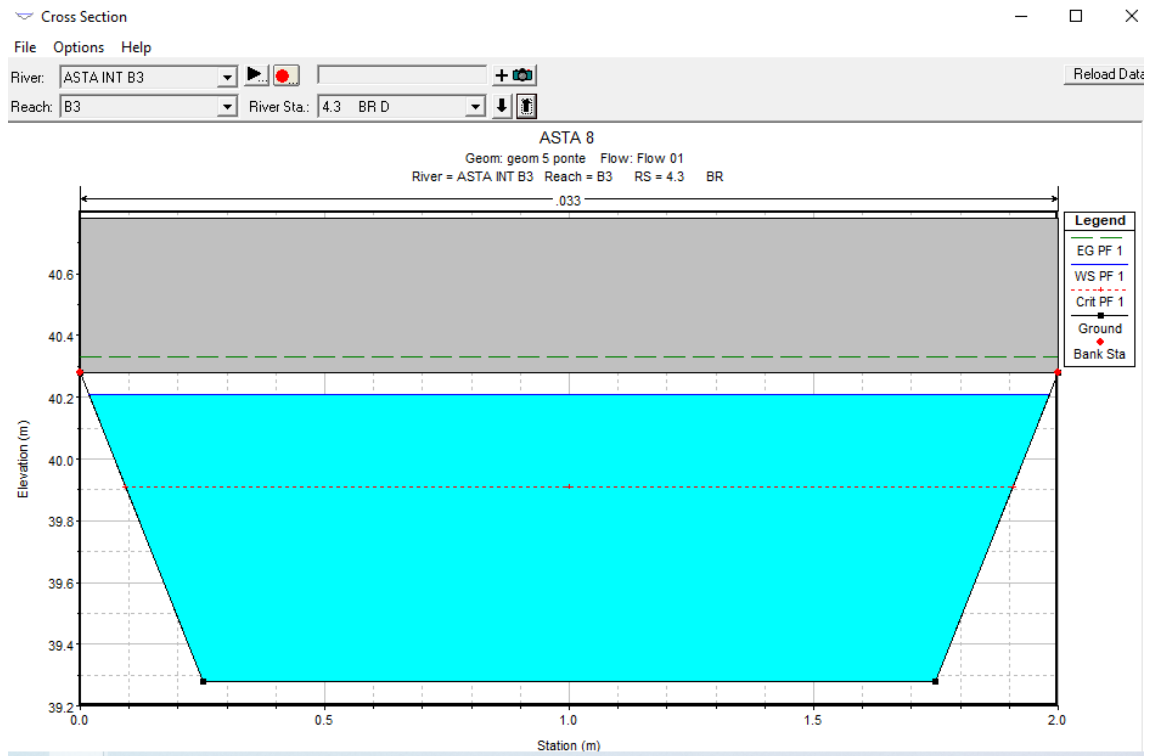


Figura 47 Schematizzazione dell'attraversamento stradale – sez. 4.3

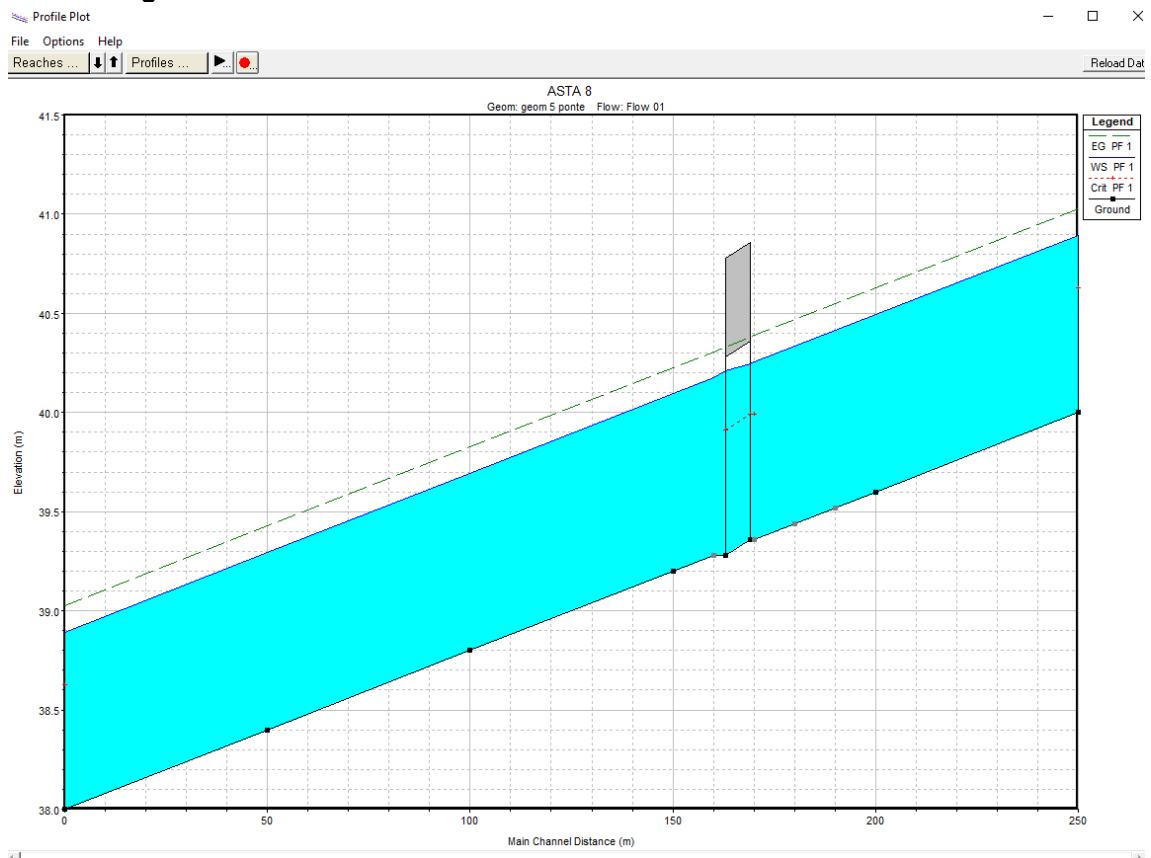


Figura 3 Profilo longitudinale di moto permanente
 (è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $T_r = 200$ anni)



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: A

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
B3	6	2.49	40.00	40.89	40.63	41.03	0.008017	1.62	1.54	1.95	0.58
B3	5	2.49	39.60	40.49		40.63	0.007965	1.61	1.54	1.95	0.58
B3	4.8*	2.49	39.52	40.42		40.55	0.007958	1.61	1.54	1.95	0.58
B3	4.6*	2.49	39.44	40.34		40.47	0.007936	1.61	1.54	1.95	0.58
B3	4.4*	2.49	39.36	40.26	39.99	40.39	0.007927	1.61	1.55	1.95	0.58
B3	4.3	Bridge									
B3	4.2*	2.49	39.28	40.17		40.31	0.007993	1.62	1.54	1.95	0.58
B3	4	2.49	39.20	40.09		40.23	0.007997	1.62	1.54	1.95	0.58
B3	3	2.49	38.80	39.69		39.83	0.008006	1.62	1.54	1.95	0.58
B3	2	2.49	38.40	39.29		39.43	0.007996	1.62	1.54	1.95	0.58
B3	1	2.49	38.00	38.89	38.63	39.03	0.008002	1.62	1.54	1.95	0.58

Figura 49– Parametri idraulici del calcolo in moto permanente

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come il corso d'acqua contiene al suo interno la portata di piena bi-centenaria.

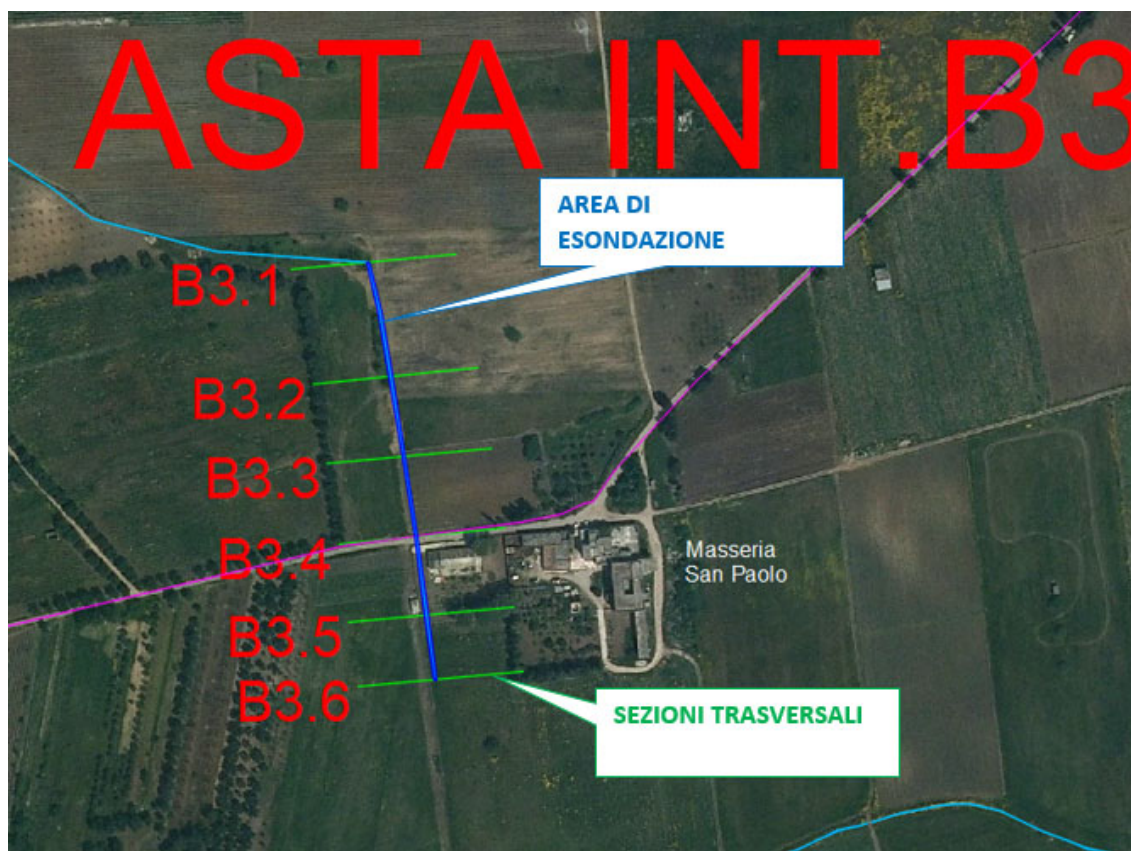


Figura 504 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (cfr. Quaderno delle sezioni in allegato).

L'intersezione del cavidotto con il reticolo superficiale verrà risolta con la tecnologia della T.O.C. posizionando i pozzetti di estremità al di fuori delle aree di esondazione individuate.



9. CONCLUSIONI

Il presente Studio è stato redatto al fine di valutare la compatibilità idrologica ed idraulica relativa al **progetto per la realizzazione in area SIN di un impianto fotovoltaico e relative opere di connessione alla RTN da realizzare nel comune di Brindisi (BR).**

La società proponente è **METKA EGN Apulia S.r.l.** con sede legale in Corso Vittorio Emanuele II n. 287 - 00186 Roma (RM).

In particolare le opere in progetto sono costituite dal **nuovo impianto fotovoltaico e dalle relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi presso il futuro ampliamento della Stazione Elettrica TERNA a 380/150 kV denominata "Brindisi Sud".**

L'impianto a farsi con il suo cavidotto di collegamento in MT non comporterà durante il suo esercizio una alterazione o un peggioramento delle condizioni di funzionalità idraulica, e non costituirà in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nelle aree adiacenti, poiché non produrrà ostacoli all'attuale normale e libero deflusso delle acque.

I pannelli fotovoltaici saranno ubicati in spazi che non rientrano nelle aree perimetrate a rischio idraulico, né in aree di pertinenza del reticolo idrografico. Infatti a valle della modellazione sono state valutate le aree di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni relative alle aste presenti nella zona di installazione e pertanto i pannelli verranno ubicati al di fuori di tali aree.

Per le intersezioni del cavidotto con il reticolo superficiale INT.B4, INT.B5, INT.B6 e INT.B7 si procederà con lo staffaggio lato valle delle opere di attraversamento esistenti senza interferire con il normale deflusso delle acque superficiali.

Per le intersezioni del cavidotto con il reticolo superficiale INT.B1, INT.B2 e INT.B3 si procederà con la tecnologia della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) interrando opportunamente il cavidotto fino ad una profondità minima di 2 m dal piano campagna così da non comportare alcuna modifica alla morfologia del reticolo idrografico, garantendo allo stesso tempo un ampio margine di sicurezza idraulica, sia nei confronti dei deflussi superficiali che di quelli (eventuali) sotterranei.

I pozzetti prefabbricati previsti nei tratti di cavidotto interrato, ed alle estremità delle zone nelle quali si ricorrerà alla tecnologia della TOC, saranno realizzati con anelli prefabbricati in cemento armato sigillati con malta idroespansiva, dotati di chiusini con guarnizioni a tenuta in grado di funzionare correttamente anche in caso di eventi alluvionali.



In entrambi i casi l'ubicazione dei pozzetti e la posa del cavidotto non altereranno le condizioni esistenti e pertanto non produrranno effetti peggiorativi sull'ambiente circostante, inoltre le caratteristiche delle opere a farsi saranno tali da garantire un corretto funzionamento dell'impianto e da evitare l'insorgere di situazioni di rischio.

E' di tutta evidenza che il tempo di ritorno di 200 anni in base al quale è stato valutato l'evento di piena della modellazione, atta alla verifica idraulica affrontata, è considerevolmente ben più grande della vita utile dell'impianto e che molto probabilmente non si verificherà mai durante l'esercizio dello stesso.

L'opera in progetto risulta pertanto compatibile con le finalità del Piano di Assetto Idraulico, garantendo altresì la sicurezza idraulica dell'area.



ALLEGATI

ALL 01 Inquadramento dei Bacini Idrografici su IGM 1:25.000

ALL 02 Inquadramento dei Bacini Idrografici su Ortofoto

ALL 03 Planimetria con indicazione delle intersezioni del cavidotto con il reticolo
superficiale.

ALL 04 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali – ASTA 1 –
ASTA 2 – ASTA 3 – ASTA 3'

ALL 04 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali – ASTA INT
B2 e INT B3

Quaderno delle sezioni ASTA 1

Quaderno delle sezioni ASTA 2

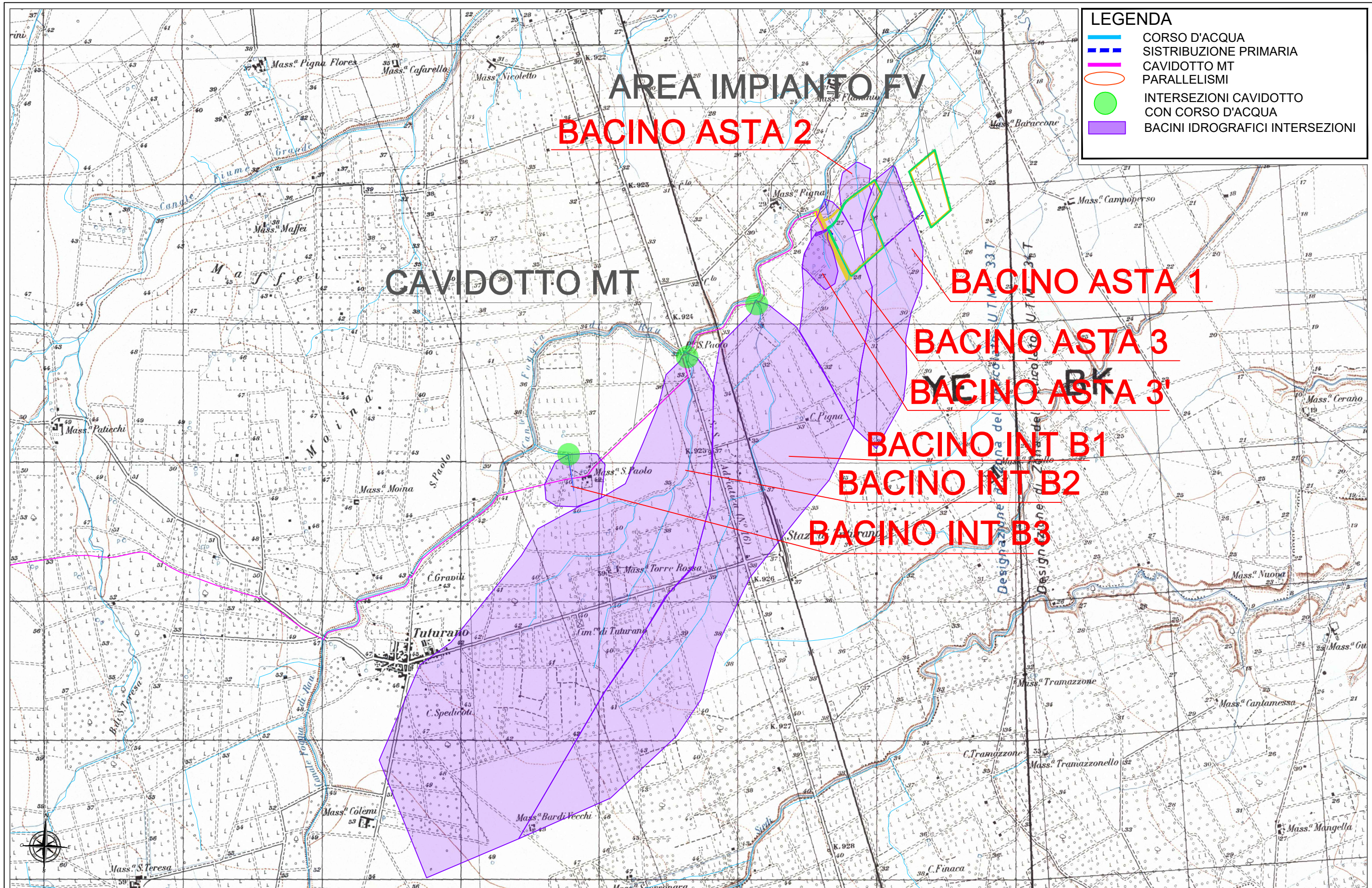
Quaderno delle sezioni ASTA 3

Quaderno delle sezioni ASTA 3'

Quaderno delle sezioni ASTA INT B2

Quaderno delle sezioni ASTA INT B3



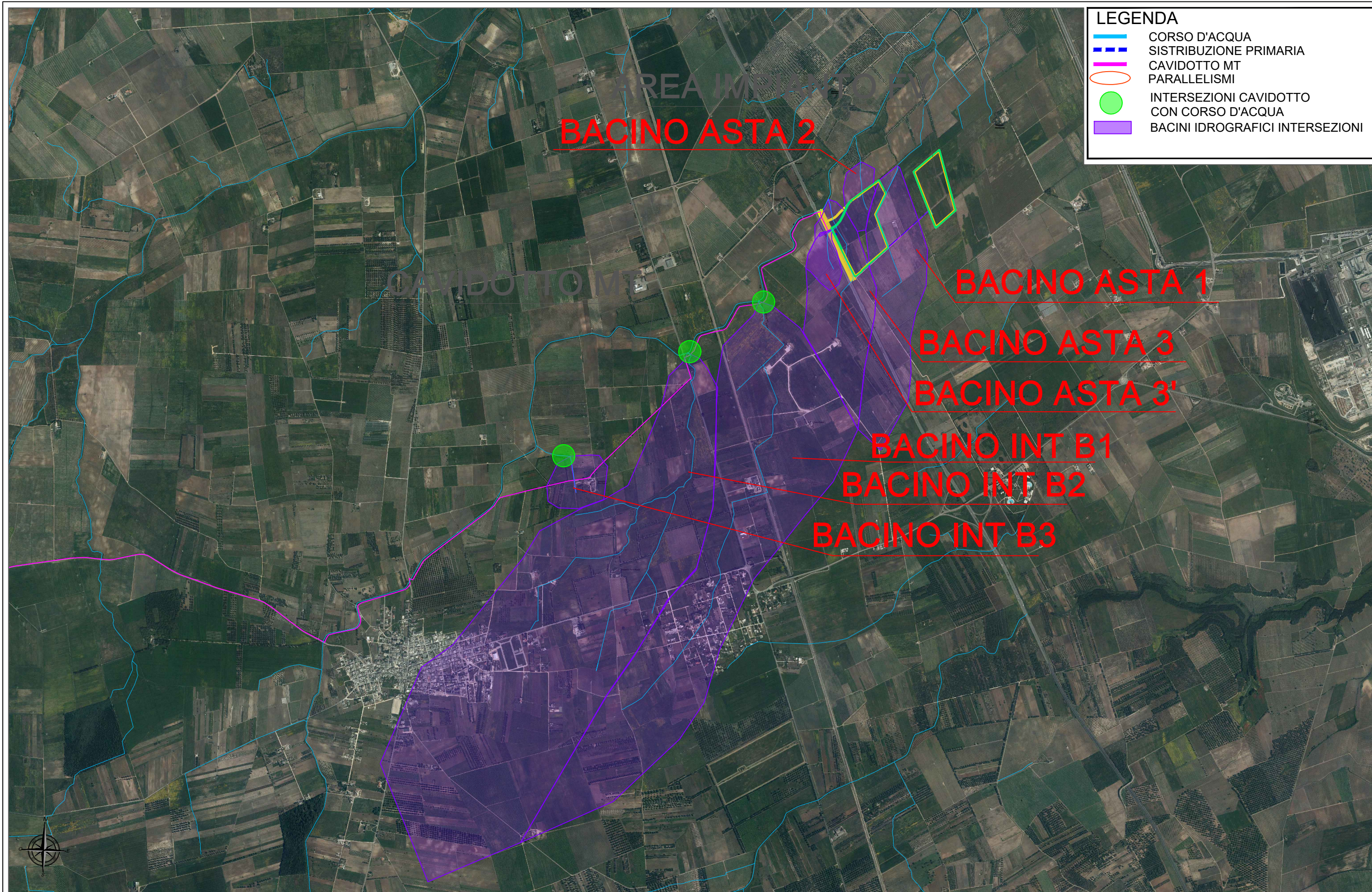


LEGENDA	
	CORSO D'ACQUA
	SISTRIBUZIONE PRIMARIA
	CAVIDOTTO MT
	PARALLELISMI
	INTERSEZIONI CAVIDOTTO CON CORSO D'ACQUA
	BACINI IDROGRAFICI INTERSEZIONI

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE IN AREE SIN DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. (Brindisi)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA Individuazione bacini idrografici su base IGM SCALA 1:25.000

ALL 01



LEGENDA

- CORSO D'ACQUA
- - - SISTRIBUZIONE PRIMARIA
- CAVIDOTTO MT
- PARALLELISMI
- INTERSEZIONI CAVIDOTTO CON CORSO D'ACQUA
- BACINI IDROGRAFICI INTERSEZIONI

AREA IMPIANTO
BACINO ASTA 2

BACINO ASTA 1

BACINO ASTA 3

BACINO ASTA 3'

BACINO INT B1

BACINO INT B2

BACINO INT B3

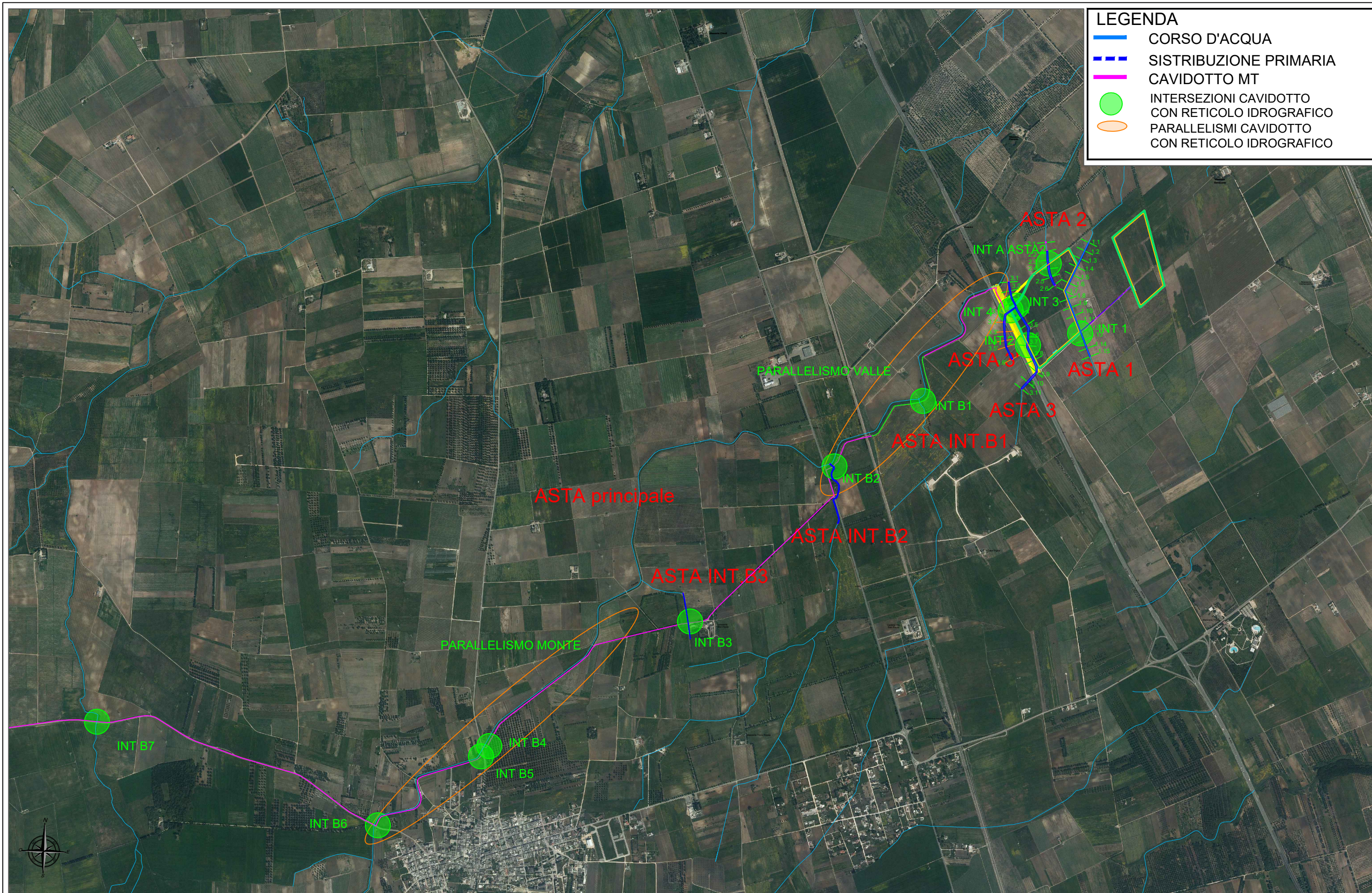
CAVIDOTTO MT



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE IN AREE SIN DI UN
 IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE
 ALLA R.T.N. (Brindisi)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Individuazione bacini idrografici su ORTOFOTO
 SCALA 1:25.000

ALL 02



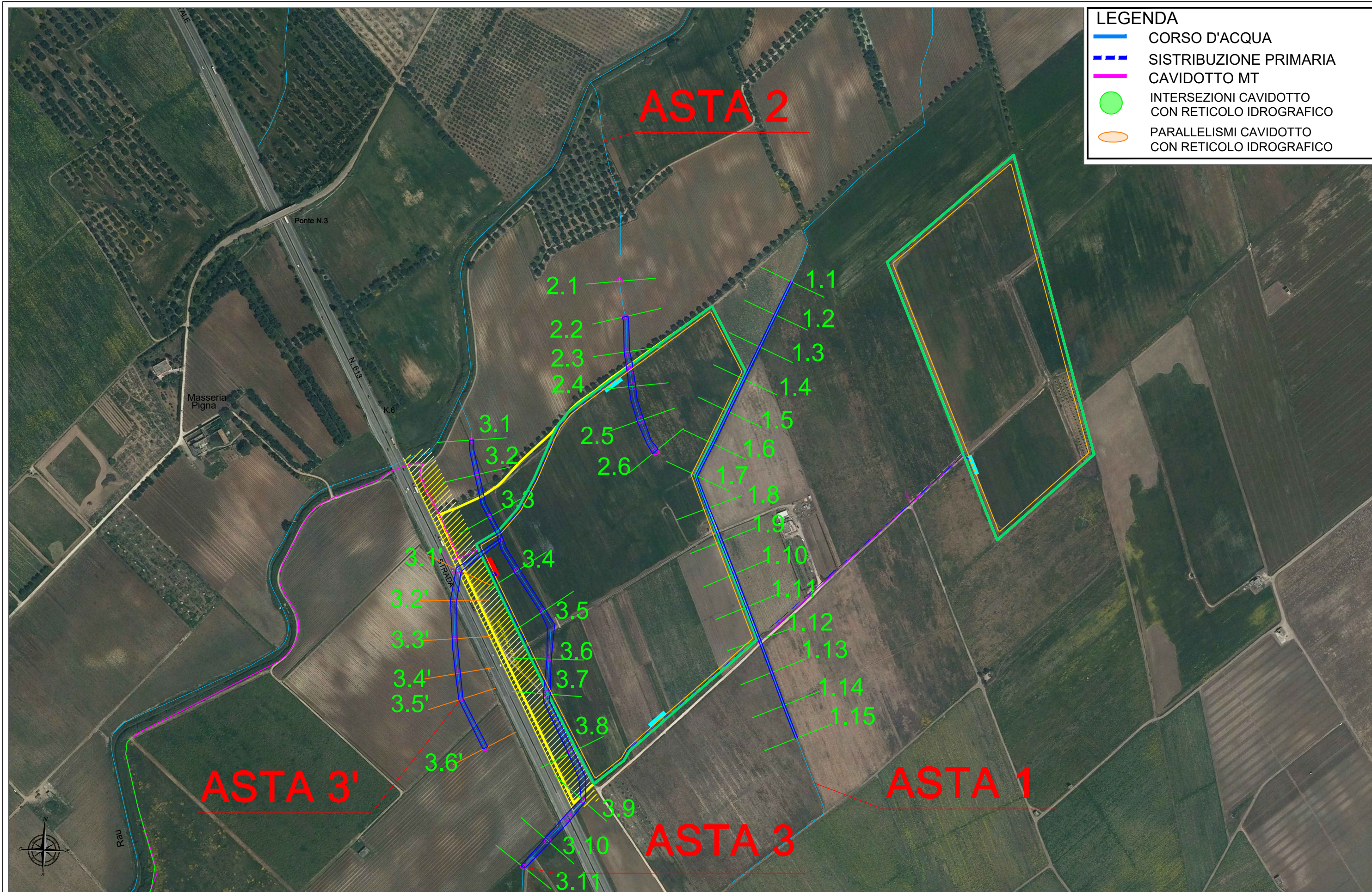
LEGENDA

- CORSO D'ACQUA
- - - SISTRIBUZIONE PRIMARIA
- CAVIDOTTO MT
- INTERSEZIONI CAVIDOTTO CON RETICOLO IDROGRAFICO
- PARALLELISMI CAVIDOTTO CON RETICOLO IDROGRAFICO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE IN AREE SIN DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. (Brindisi)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Individuazione intersezioni e parallelismi tra il cavidotto ed il reticolo idrografico su base ORTOFOTO
 SCALA 1: 20.000

ALL 03



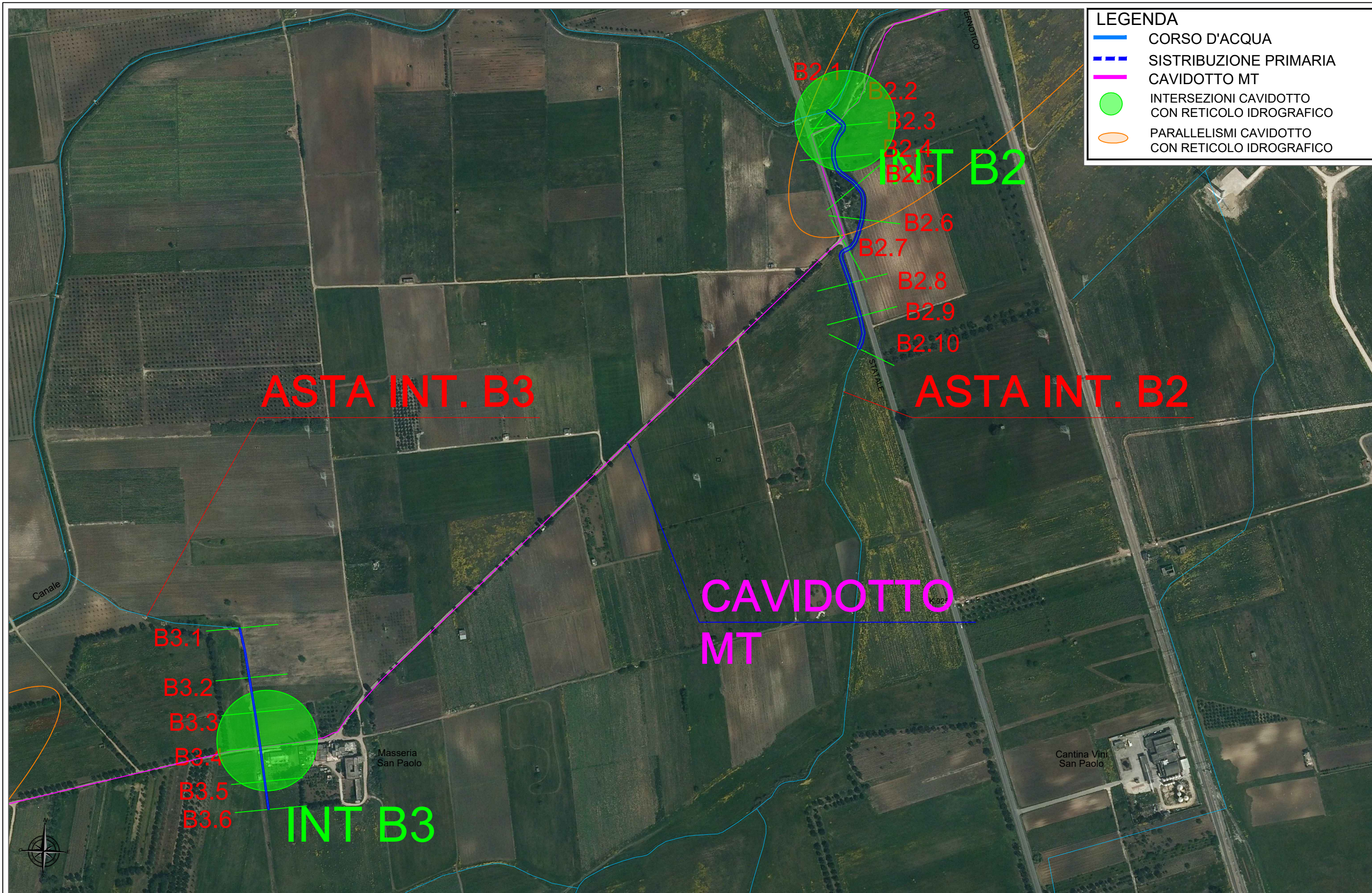
LEGENDA

- CORSO D'ACQUA
- - - SISTRIBUZIONE PRIMARIA
- CAVIDOTTO MT
- INTERSEZIONI CAVIDOTTO CON RETICOLO IDROGRAFICO
- PARALLELISMI CAVIDOTTO CON RETICOLO IDROGRAFICO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE IN AREE SIN DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. (Brindisi)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Individuazione intersezioni tra il cavidotto ed il reticolo idrografico nell'area di impianto fotovoltaico su base ORTOFOTO
 SCALA 1: 2.000

ALL 04



LEGENDA

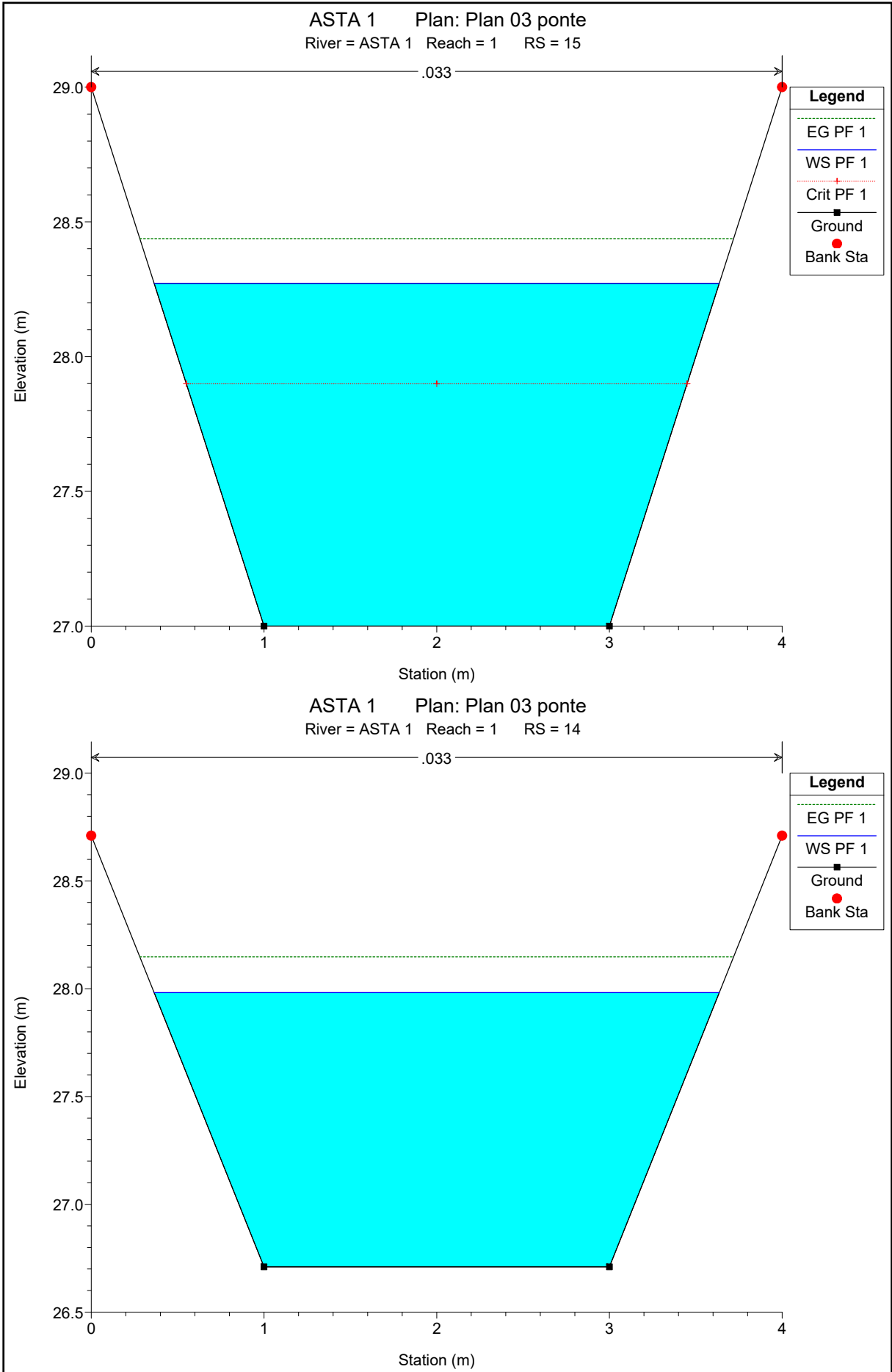
- CORSO D'ACQUA
- - - SISTRIBUZIONE PRIMARIA
- CAVIDOTTO MT
- INTERSEZIONI CAVIDOTTO CON RETICOLO IDROGRAFICO
- PARALLELISMI CAVIDOTTO CON RETICOLO IDROGRAFICO

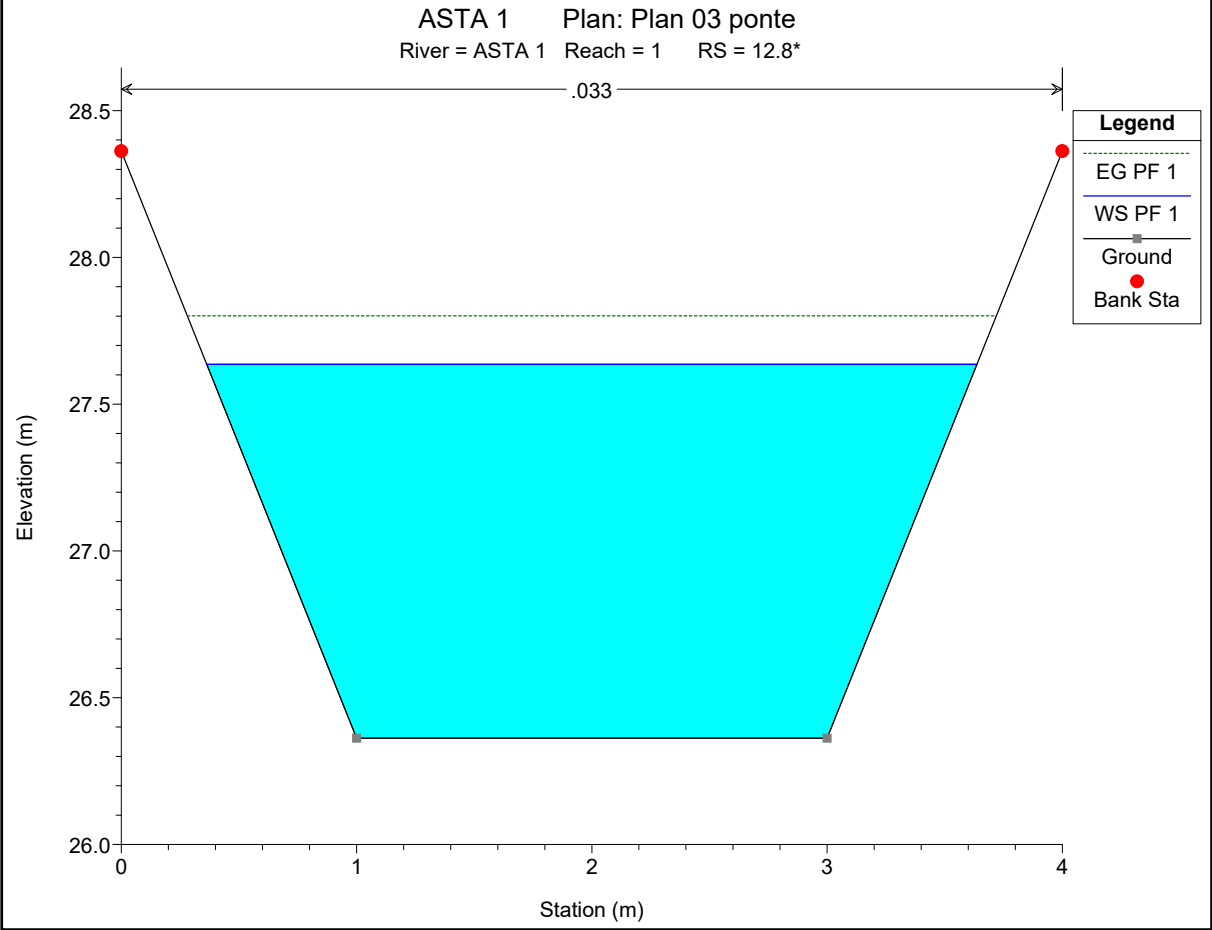
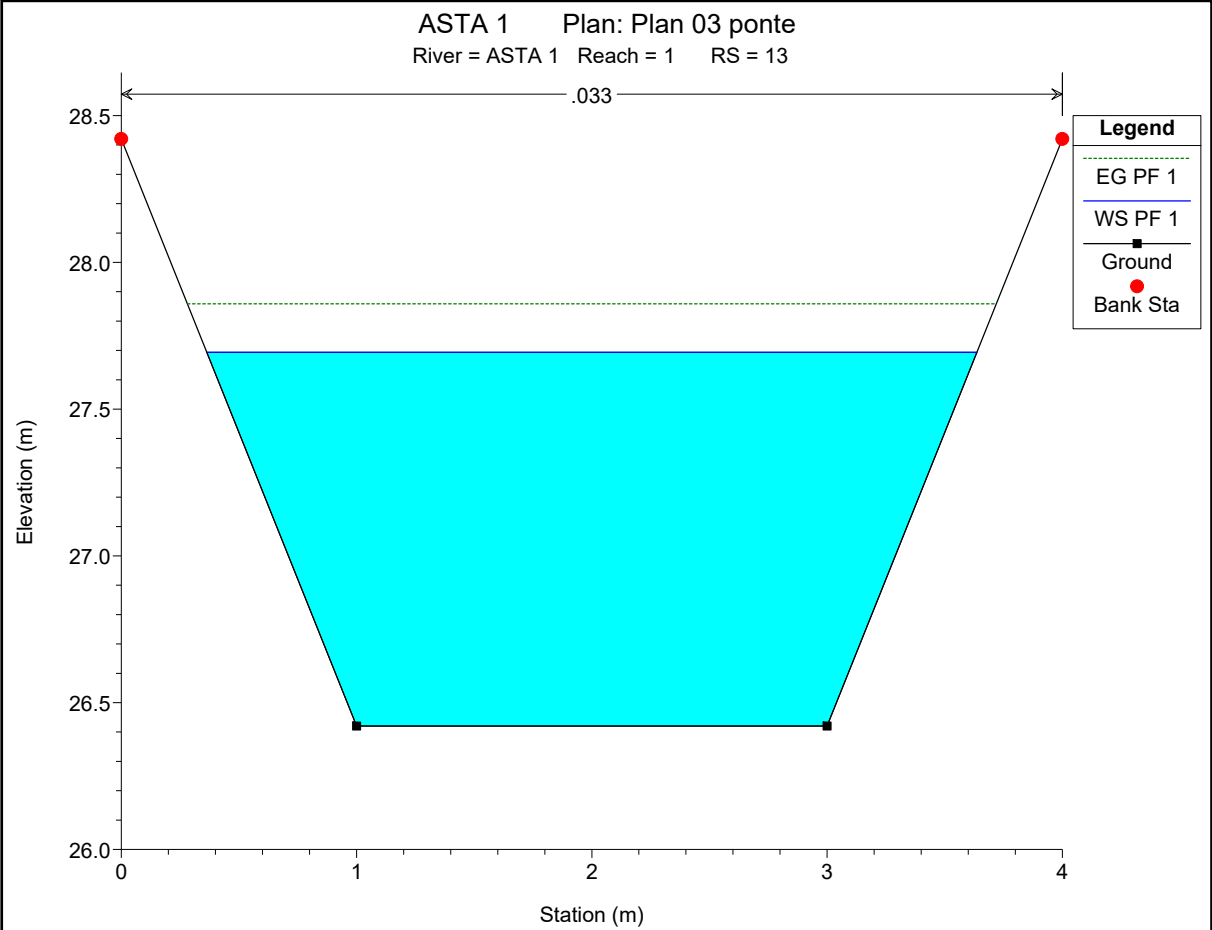
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE IN AREE SIN DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. (Brindisi)

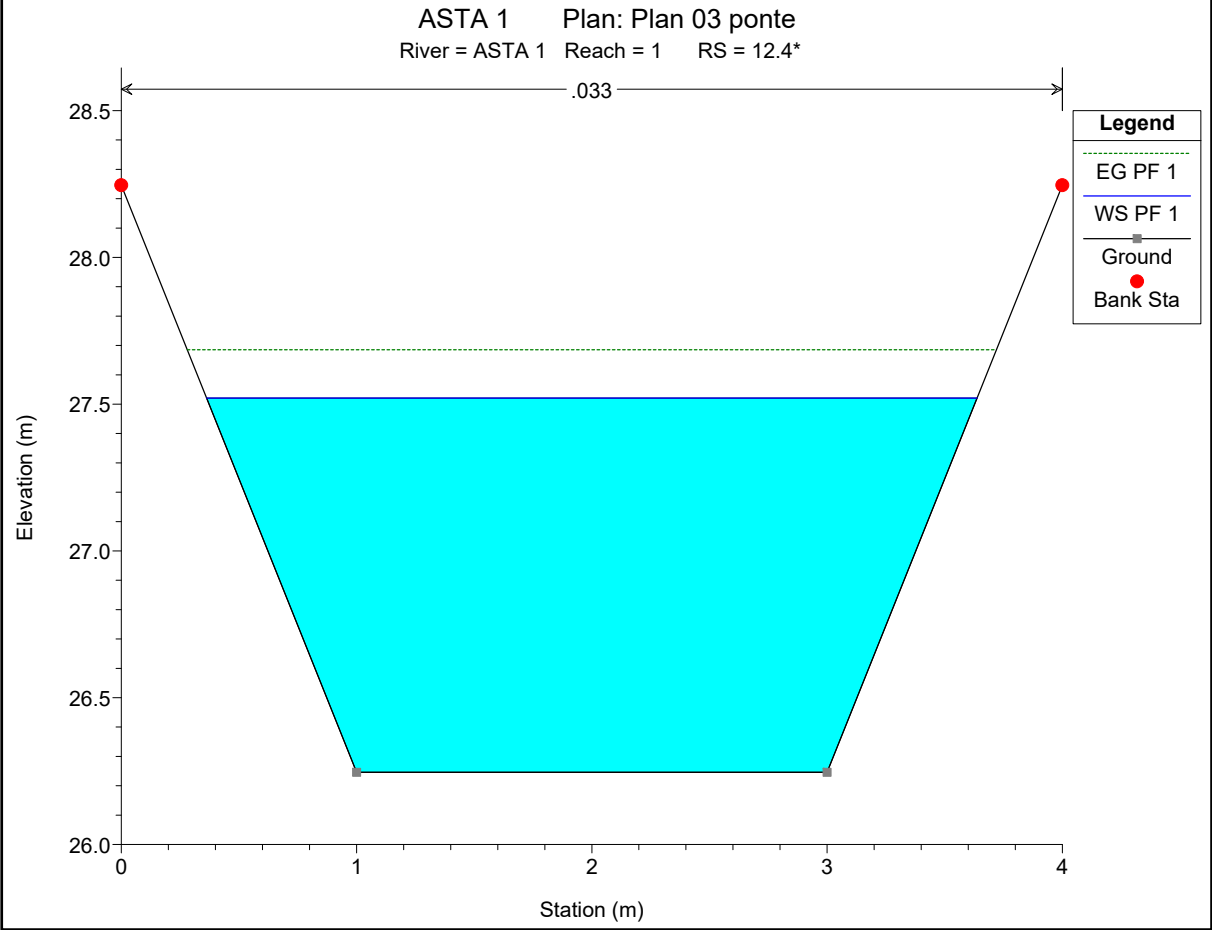
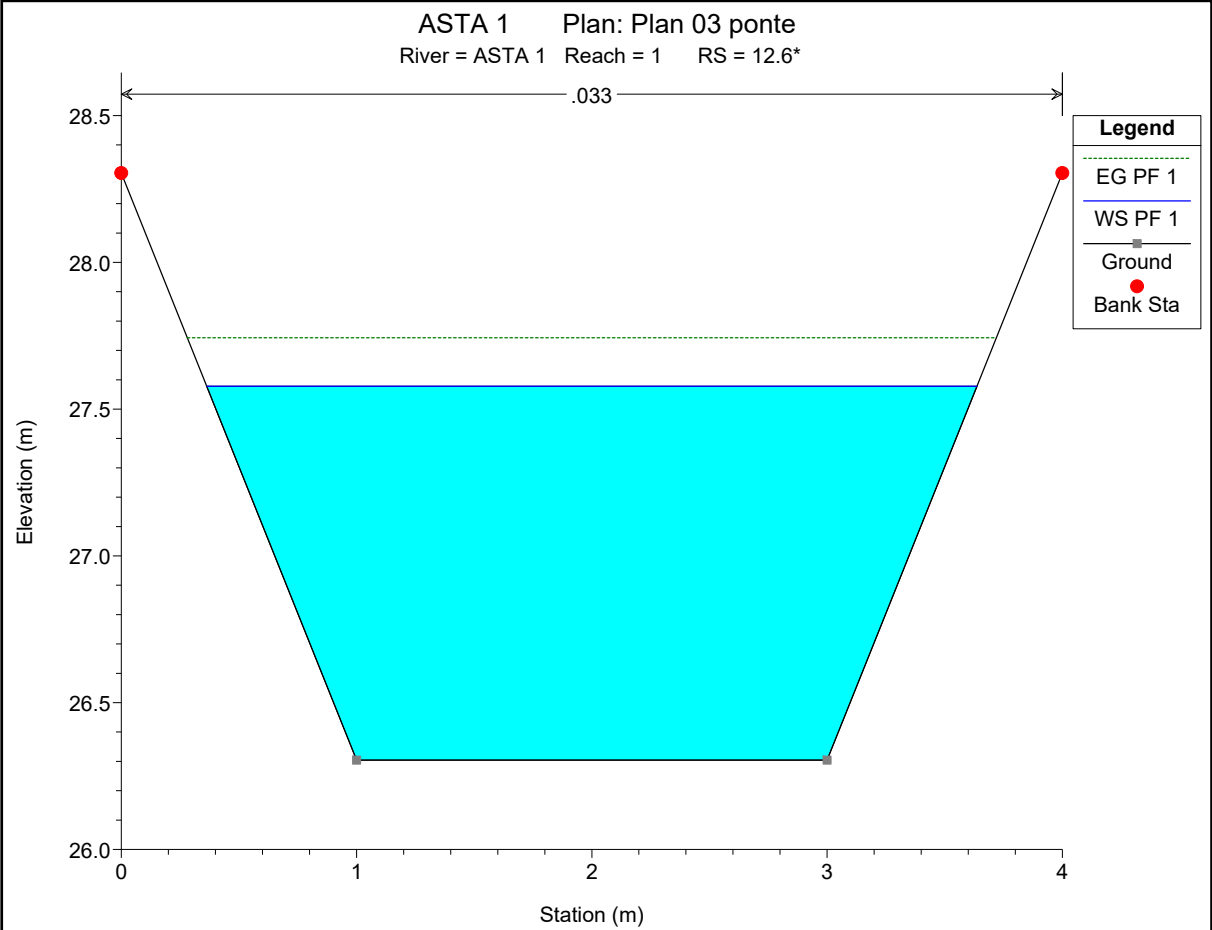
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
 Individuazione aree di esondazione intersezioni B2 e B3 tra il cavidotto ed il reticolo idrografico su base ORTOFOTO
 SCALA 1: 2.000

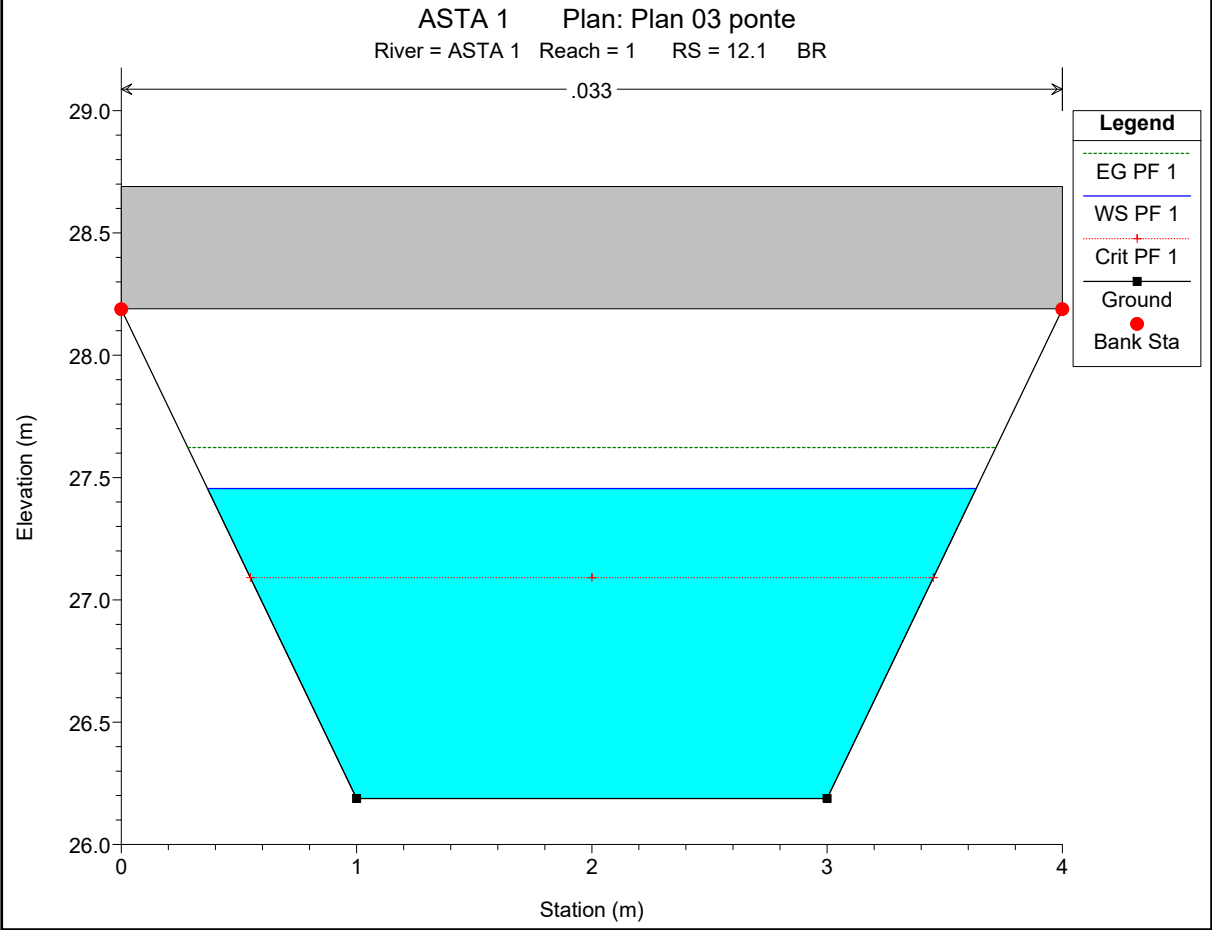
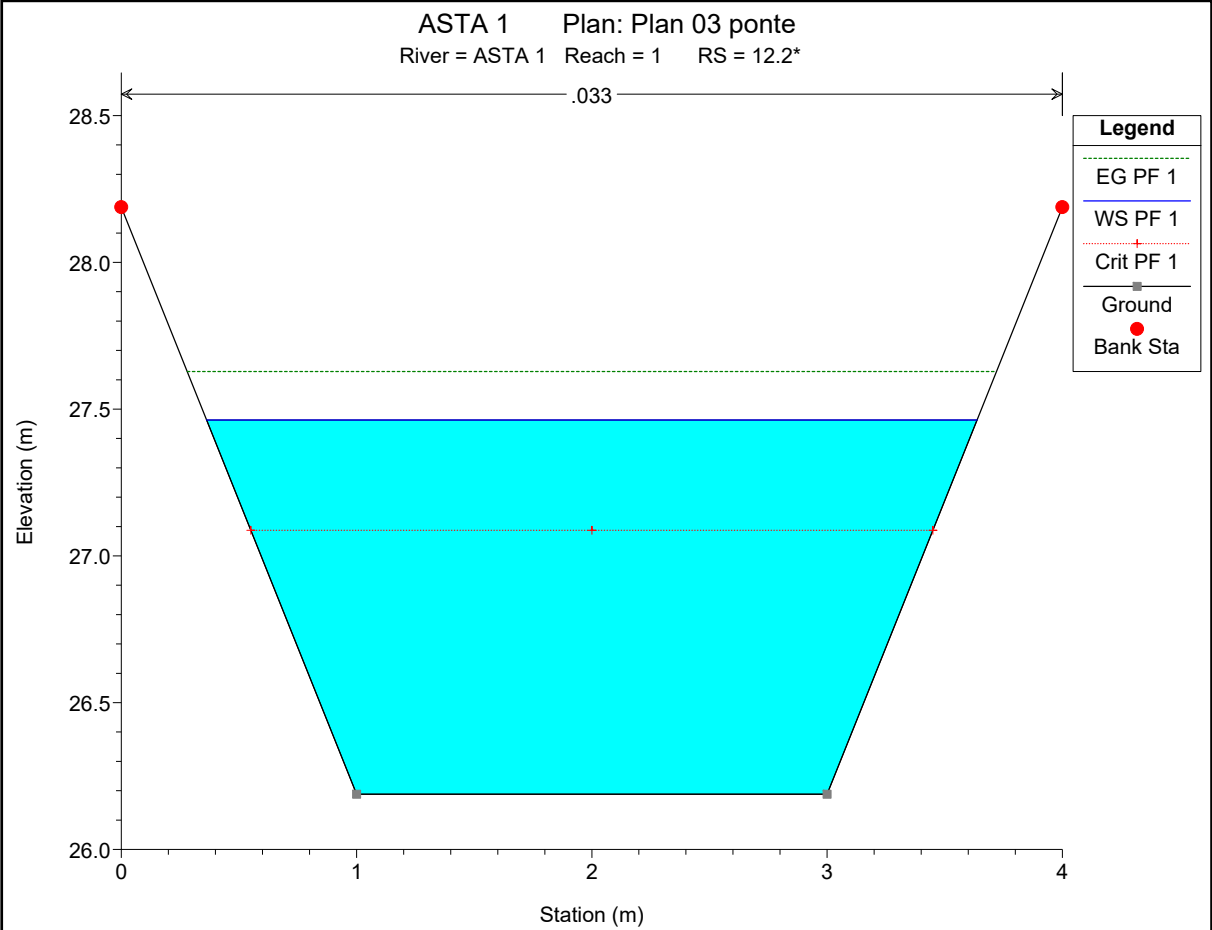
ALL 05

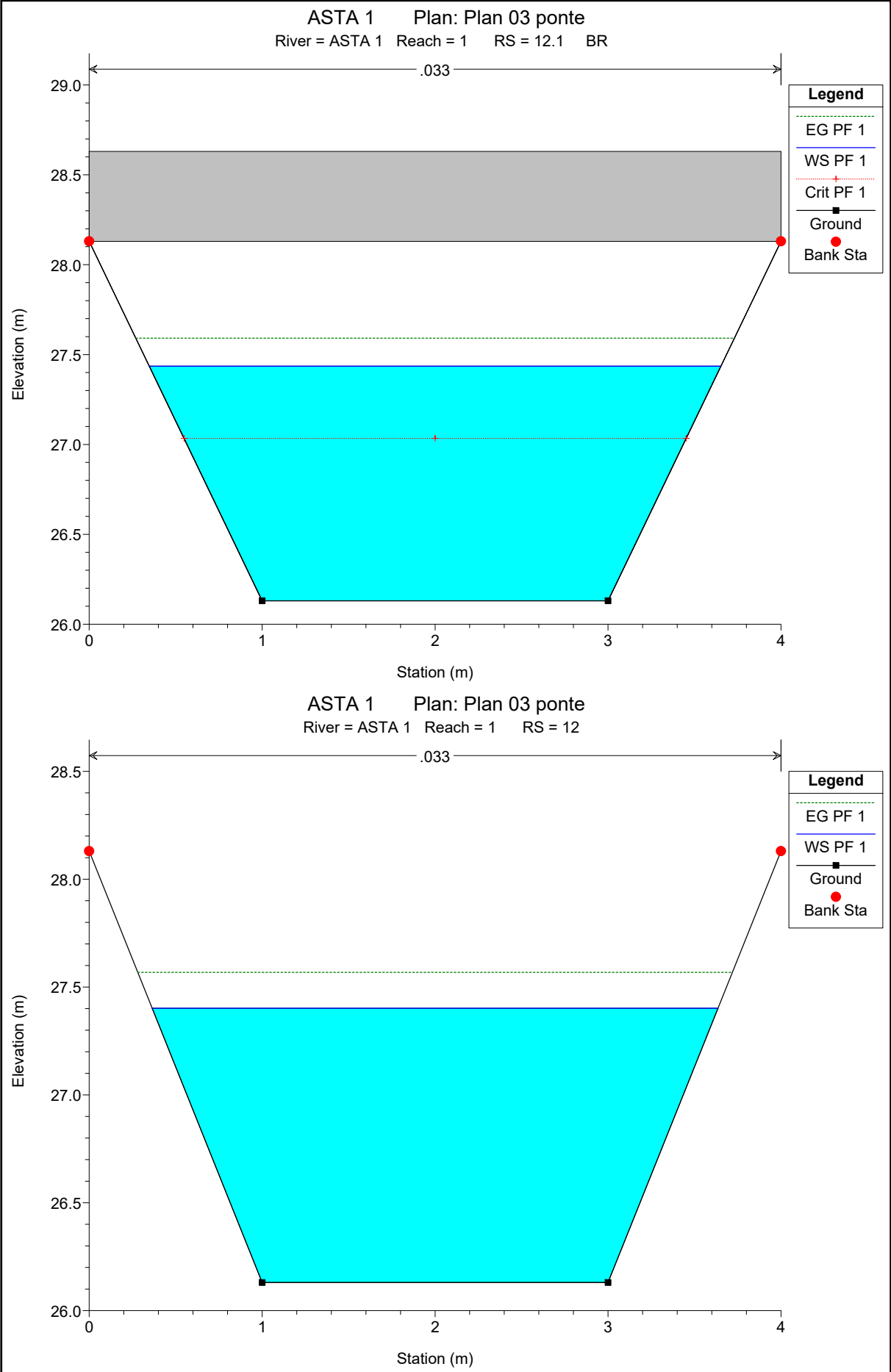
ASTA 1

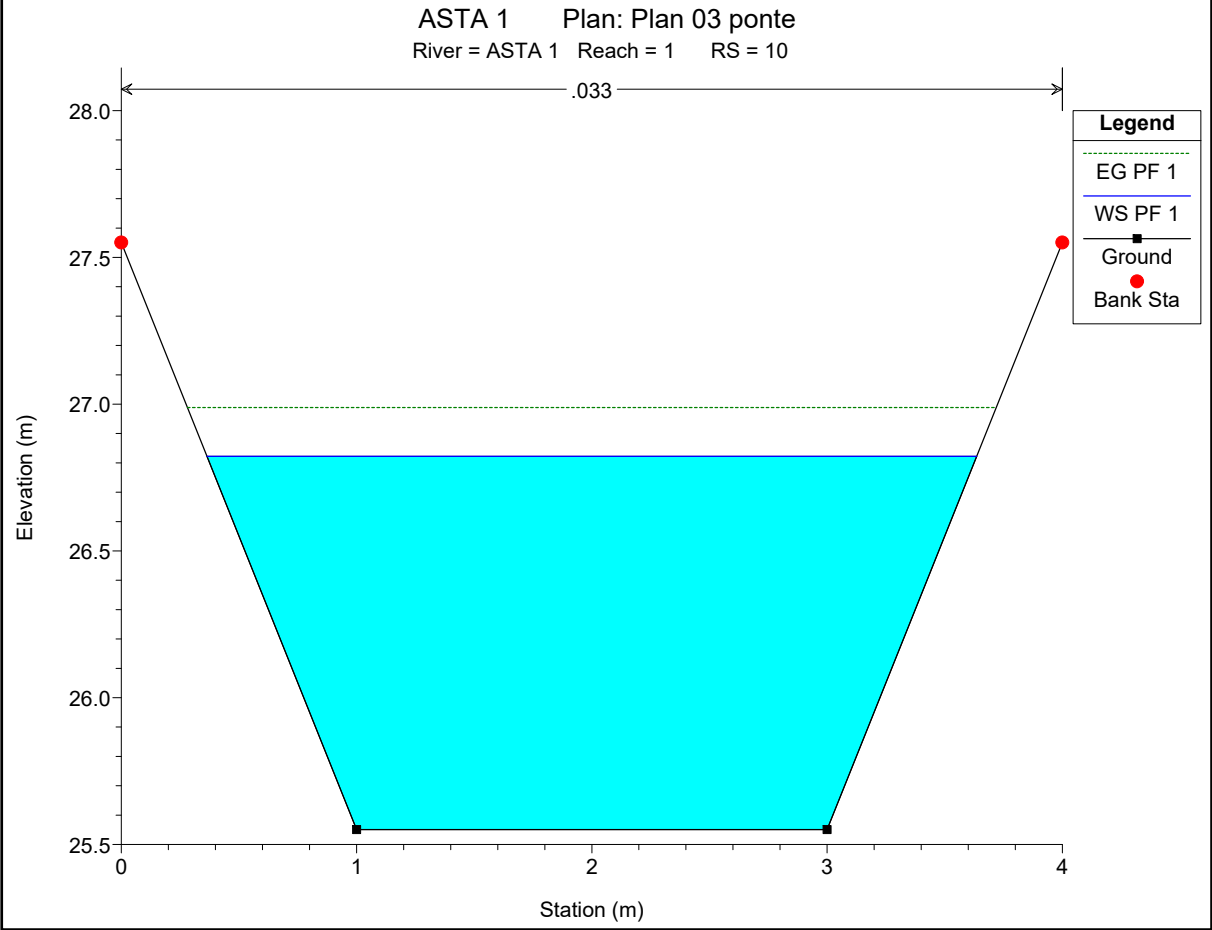
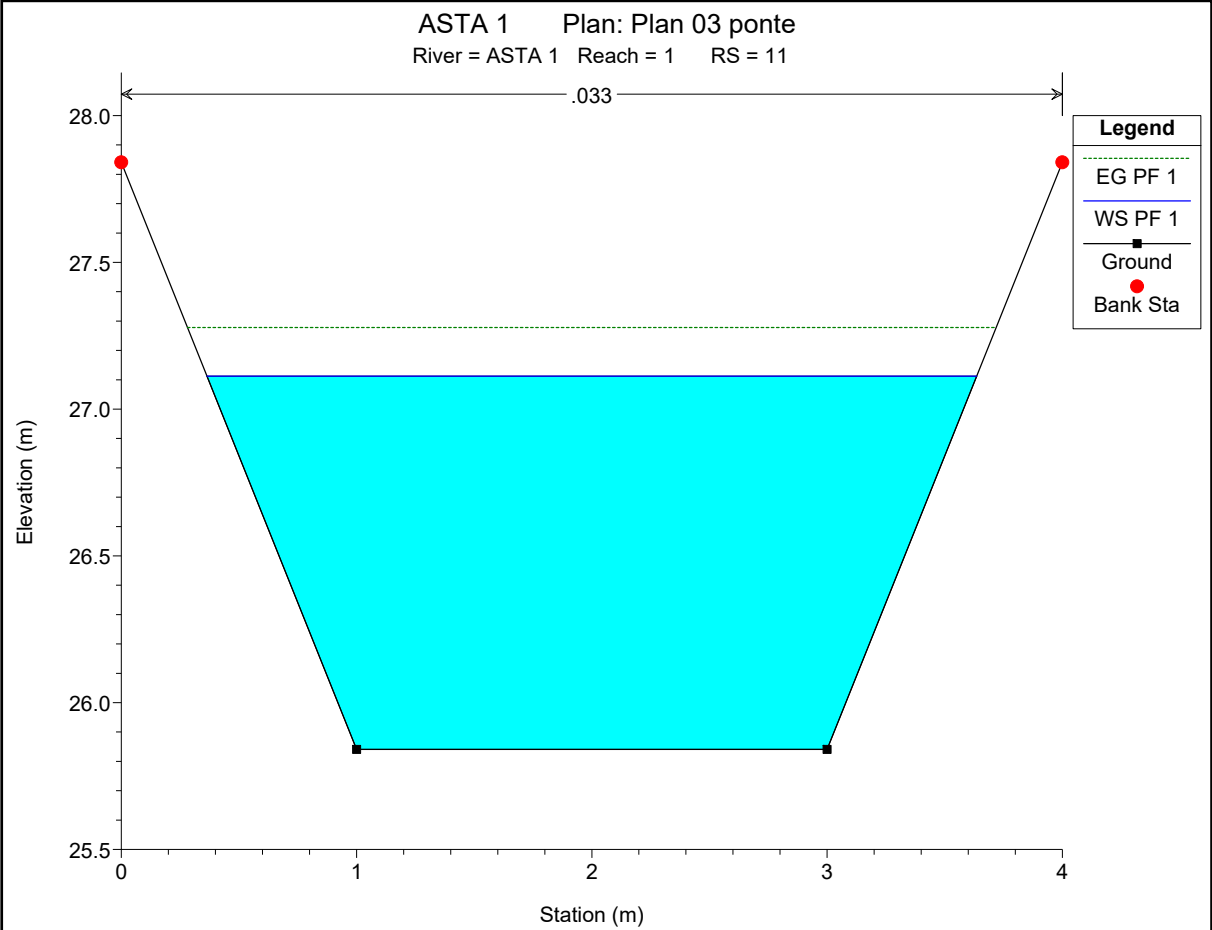


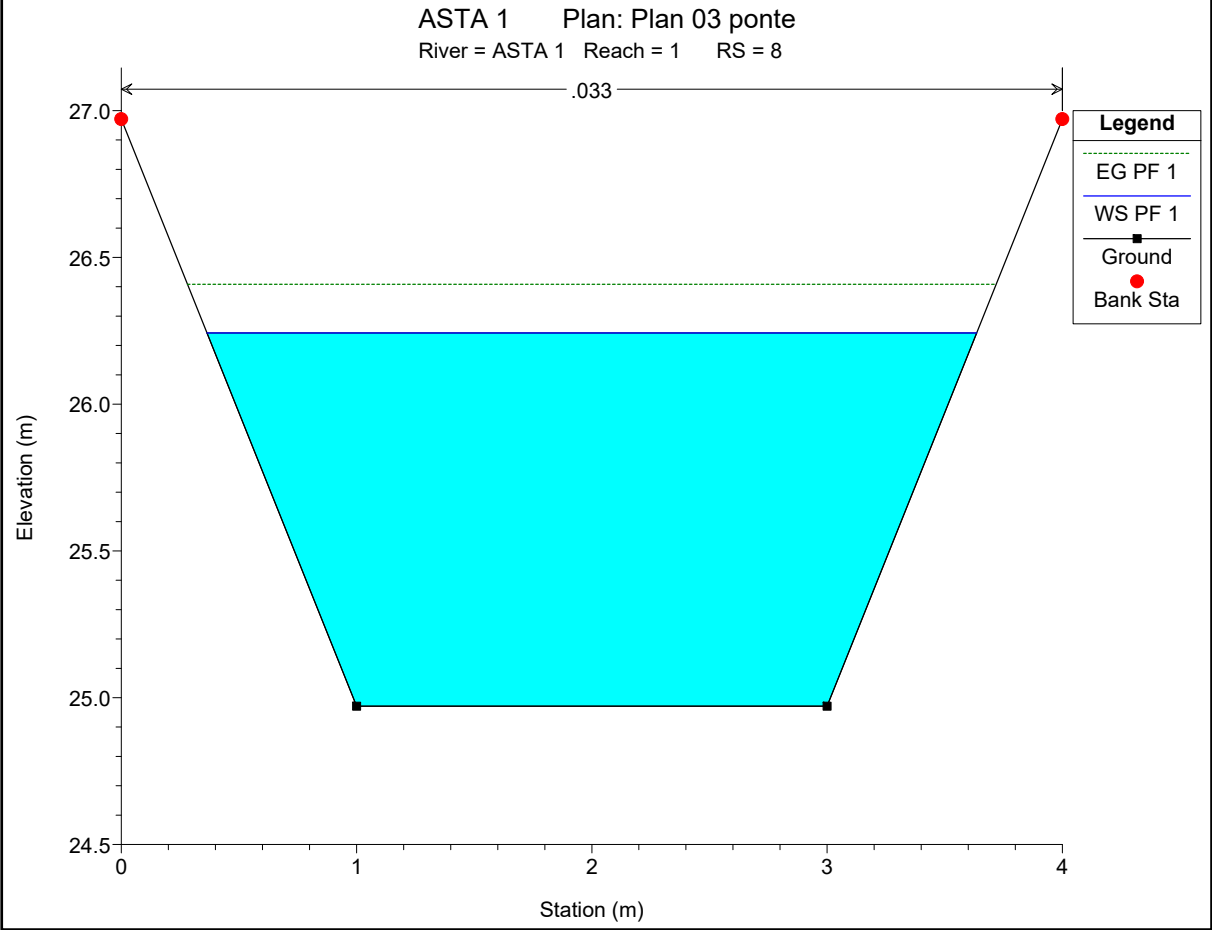
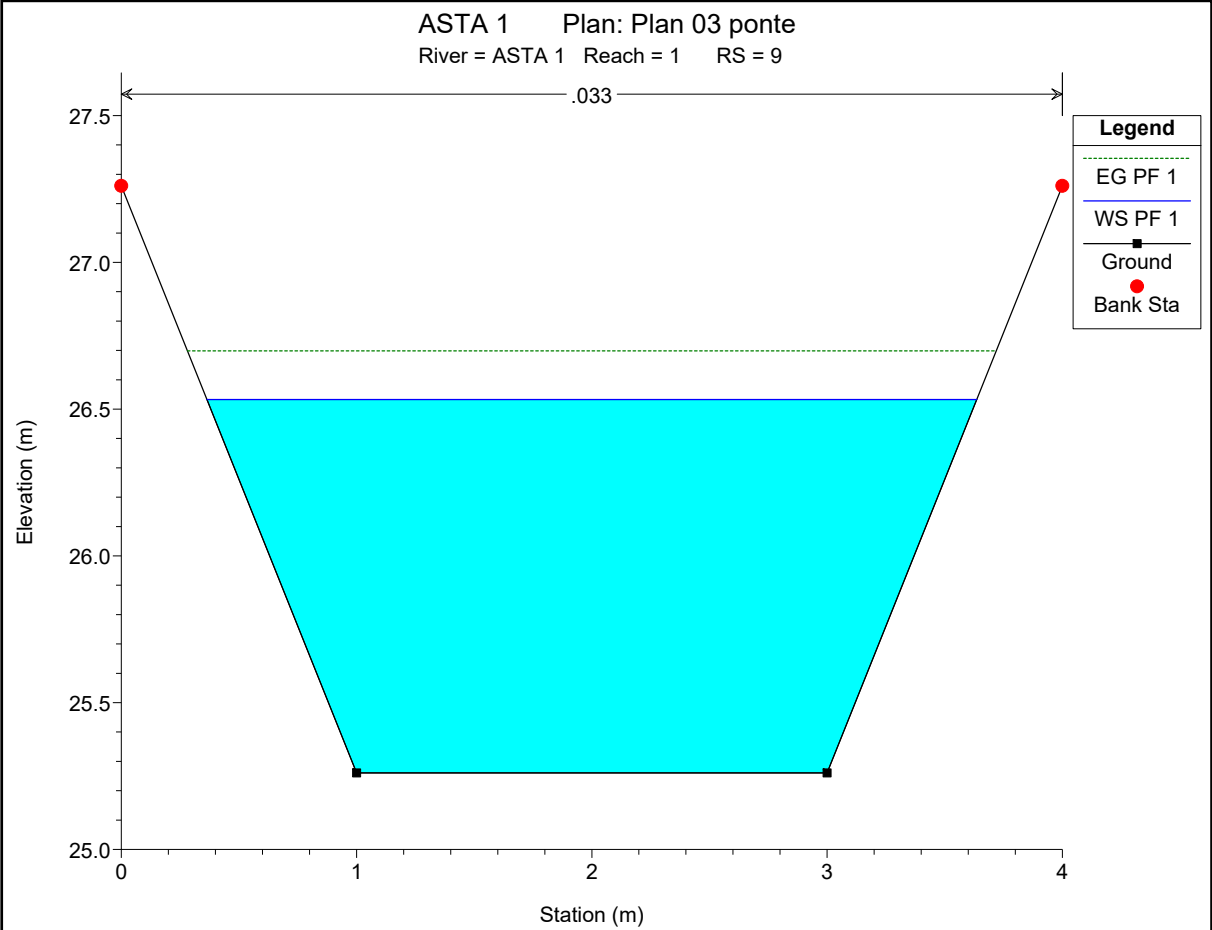


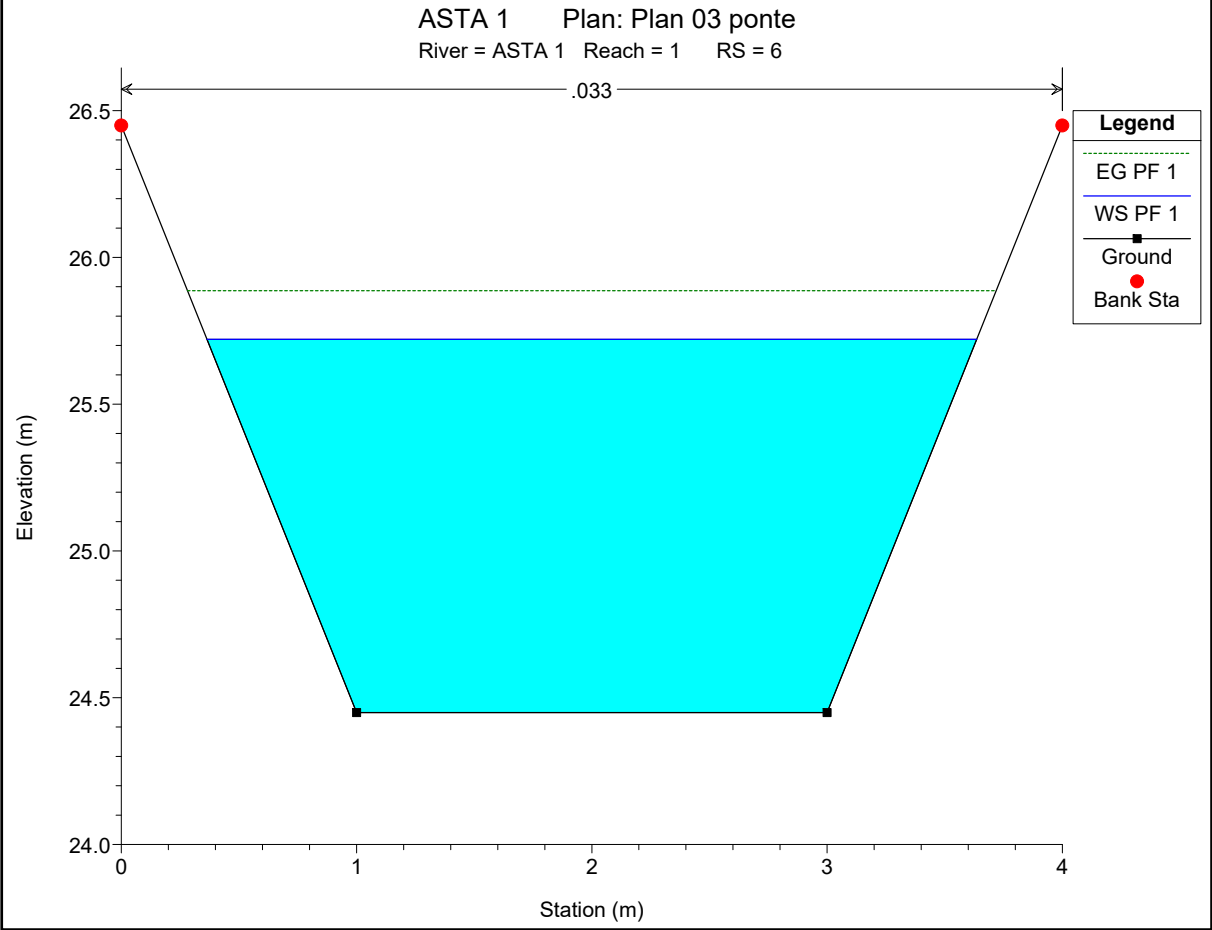
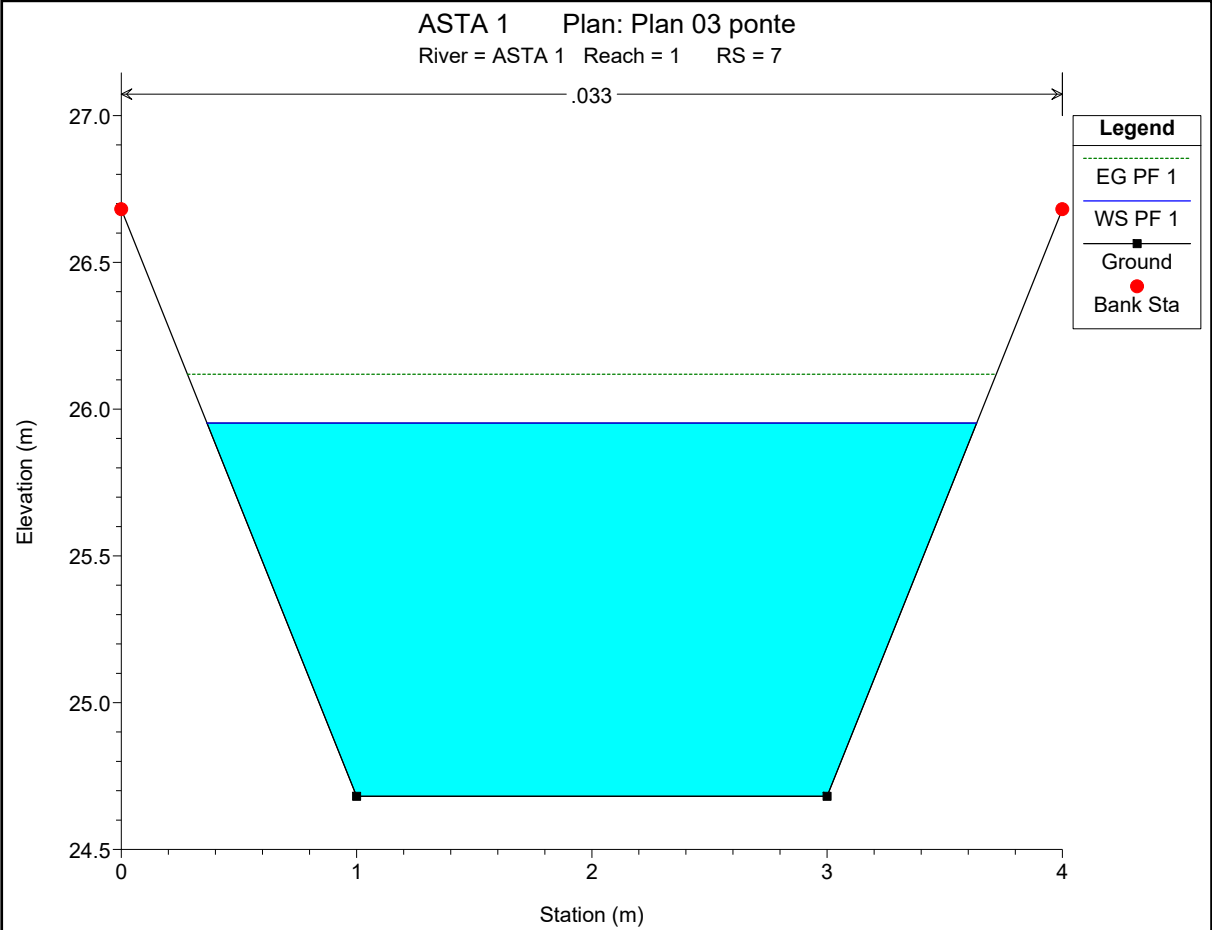


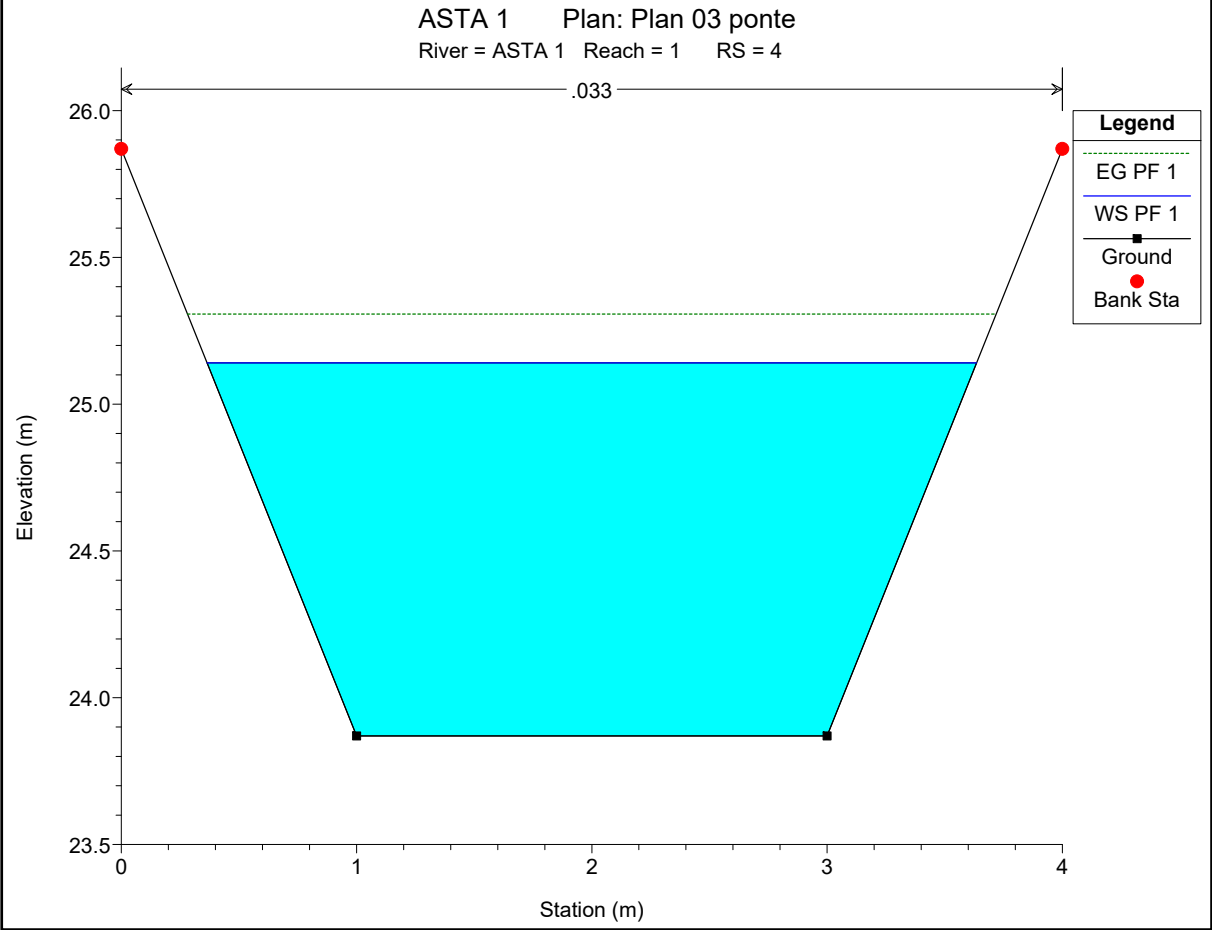
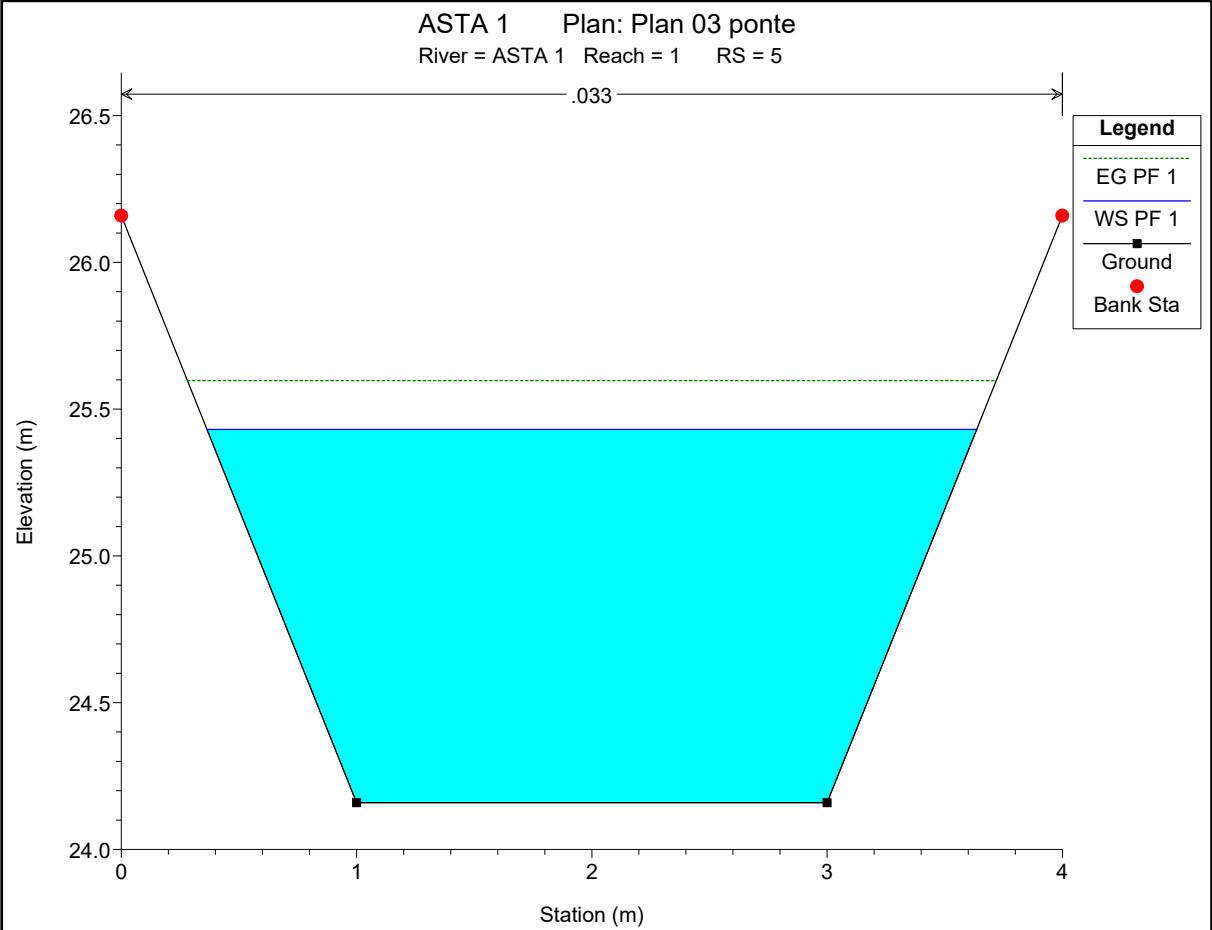


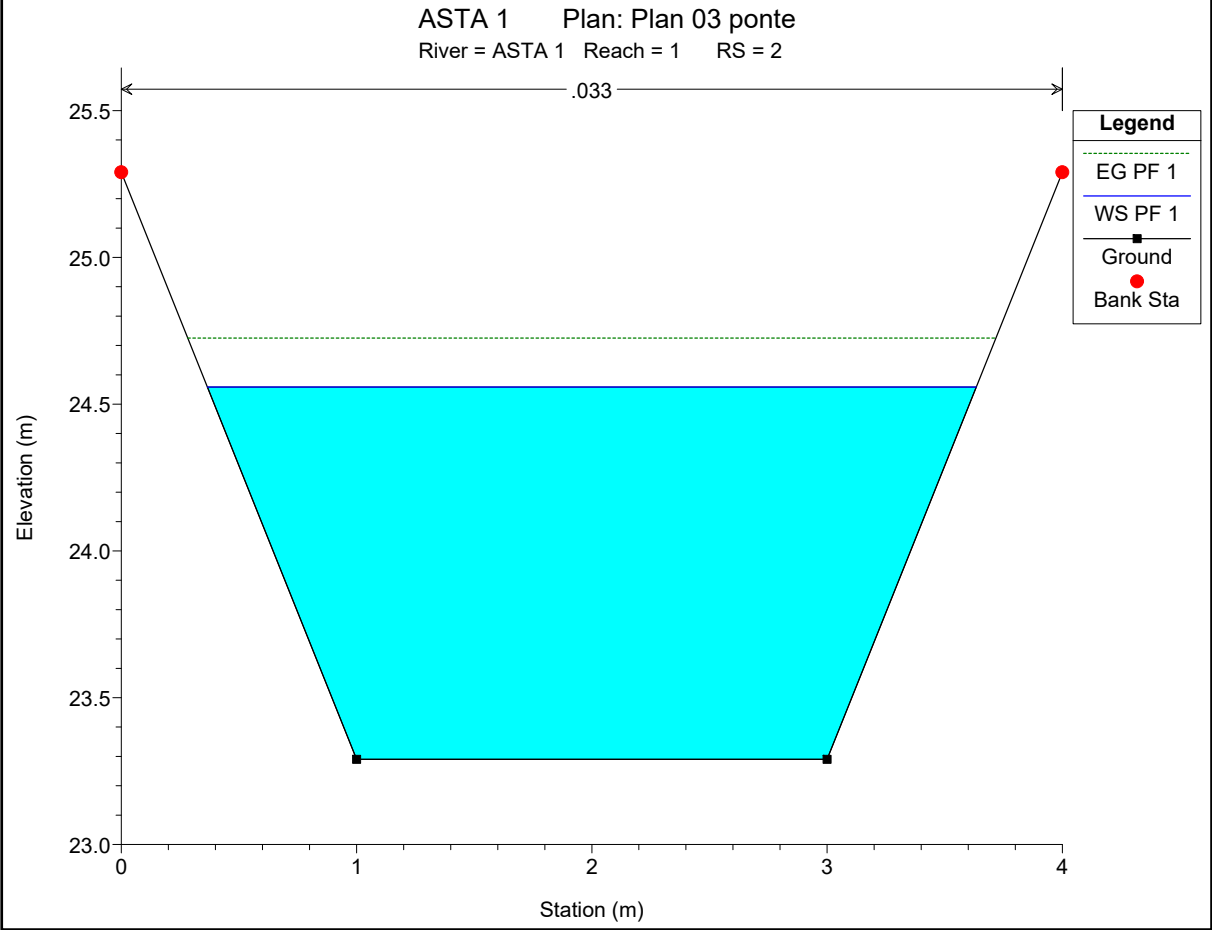
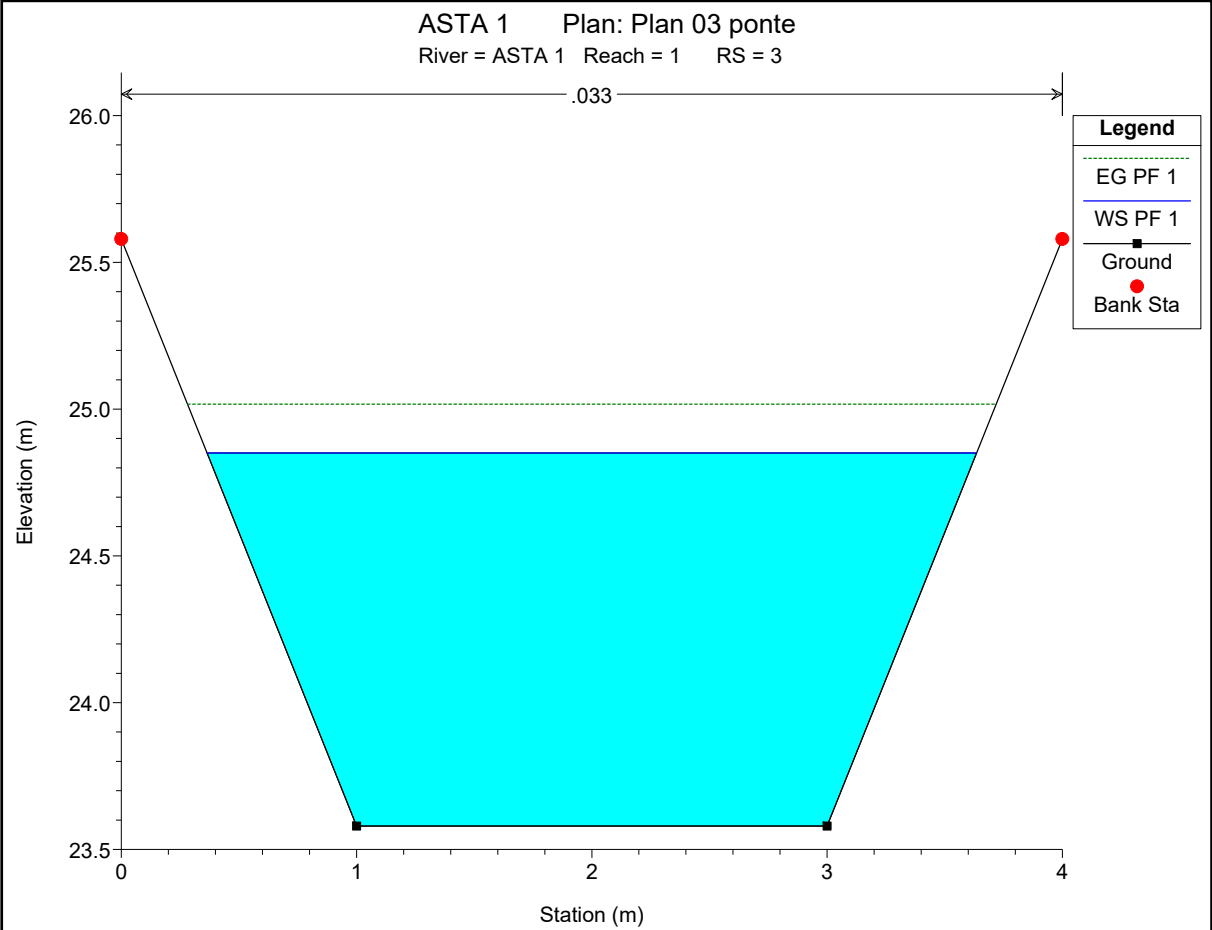




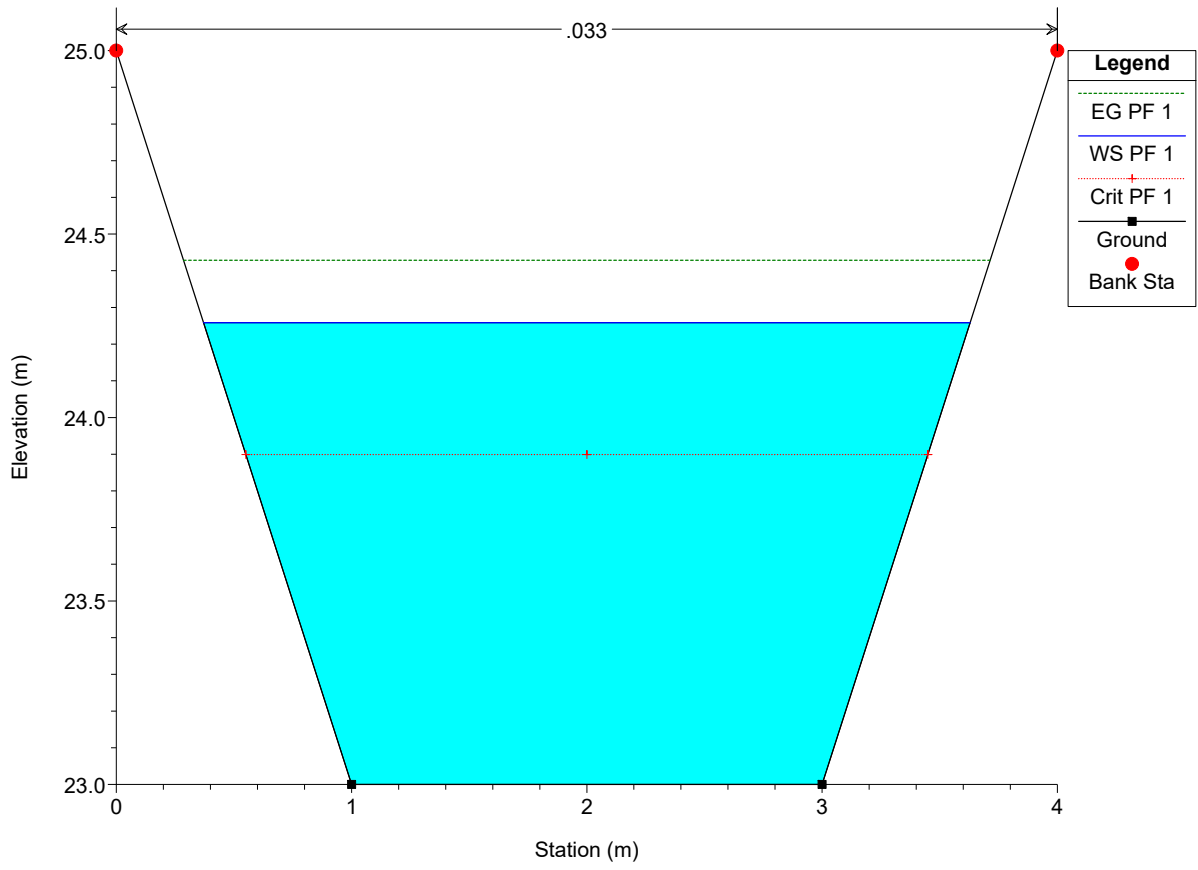




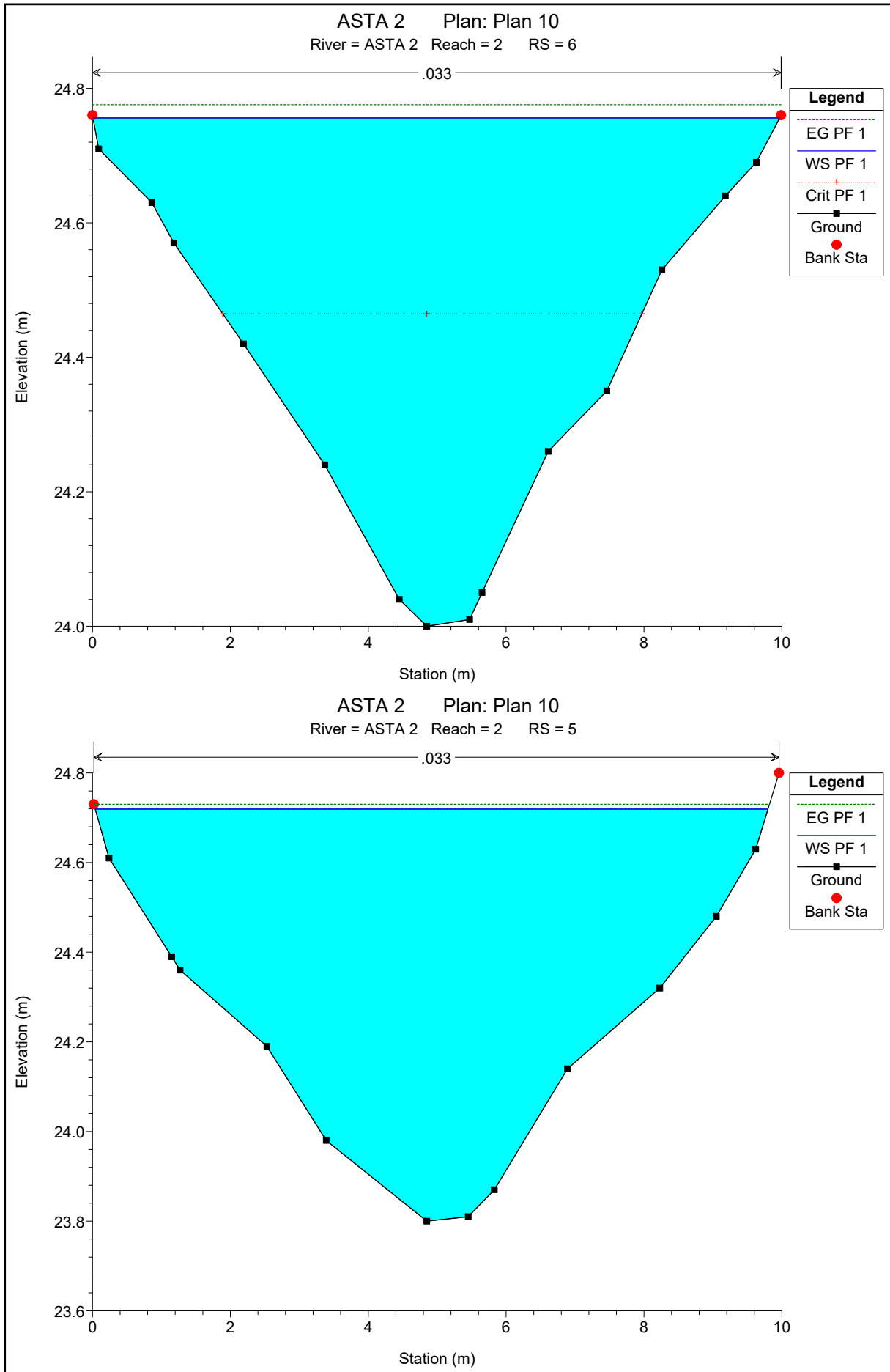


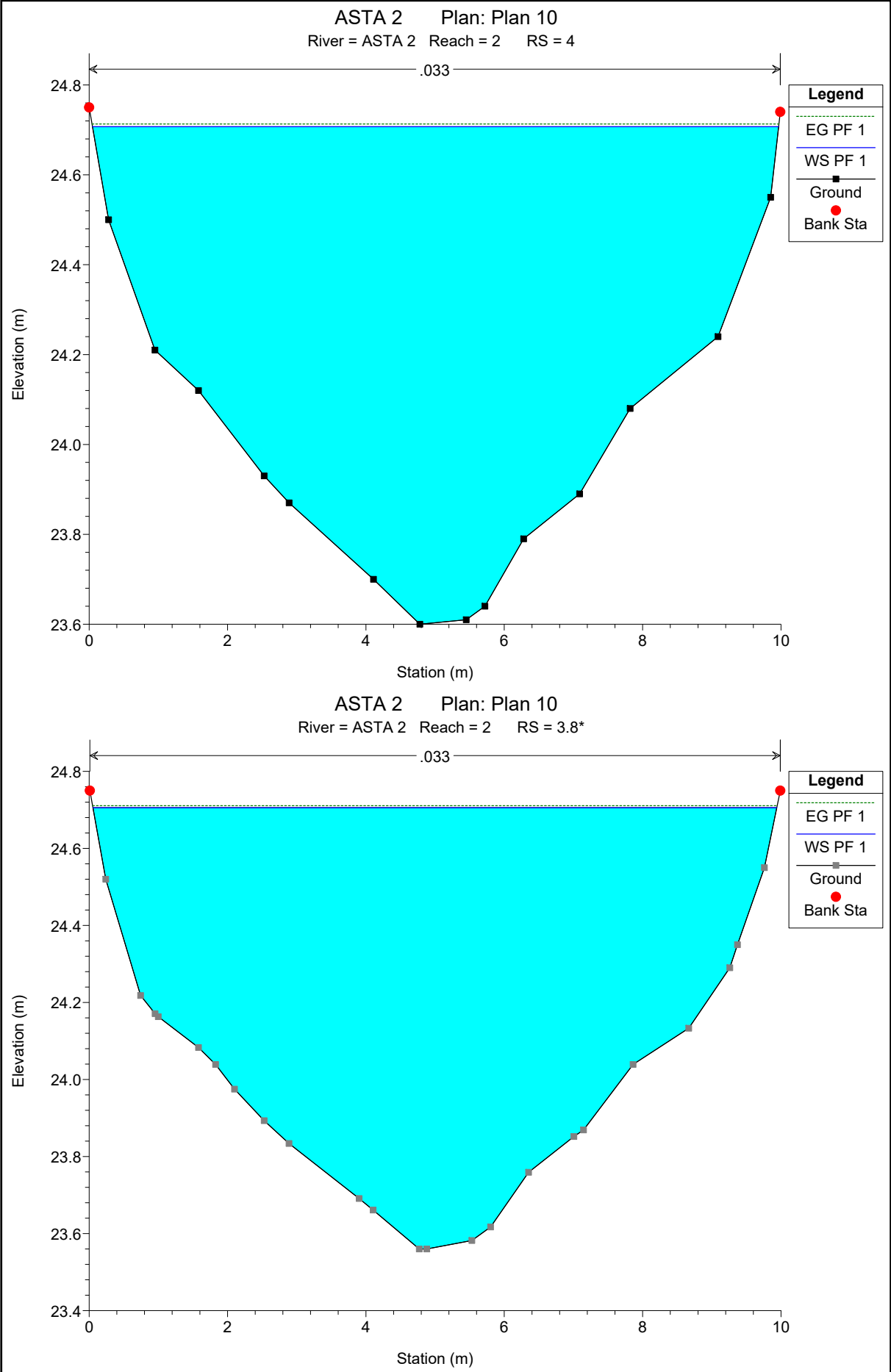


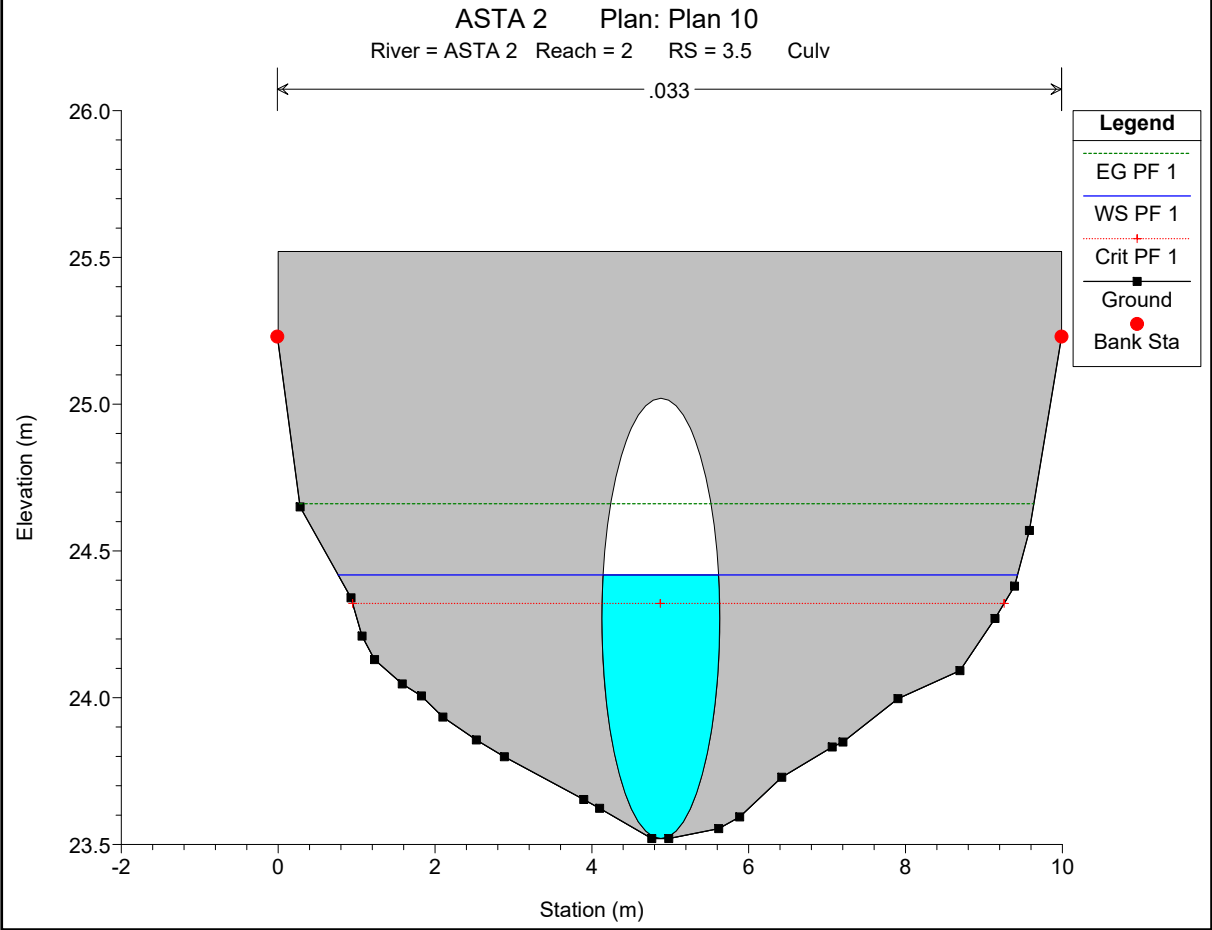
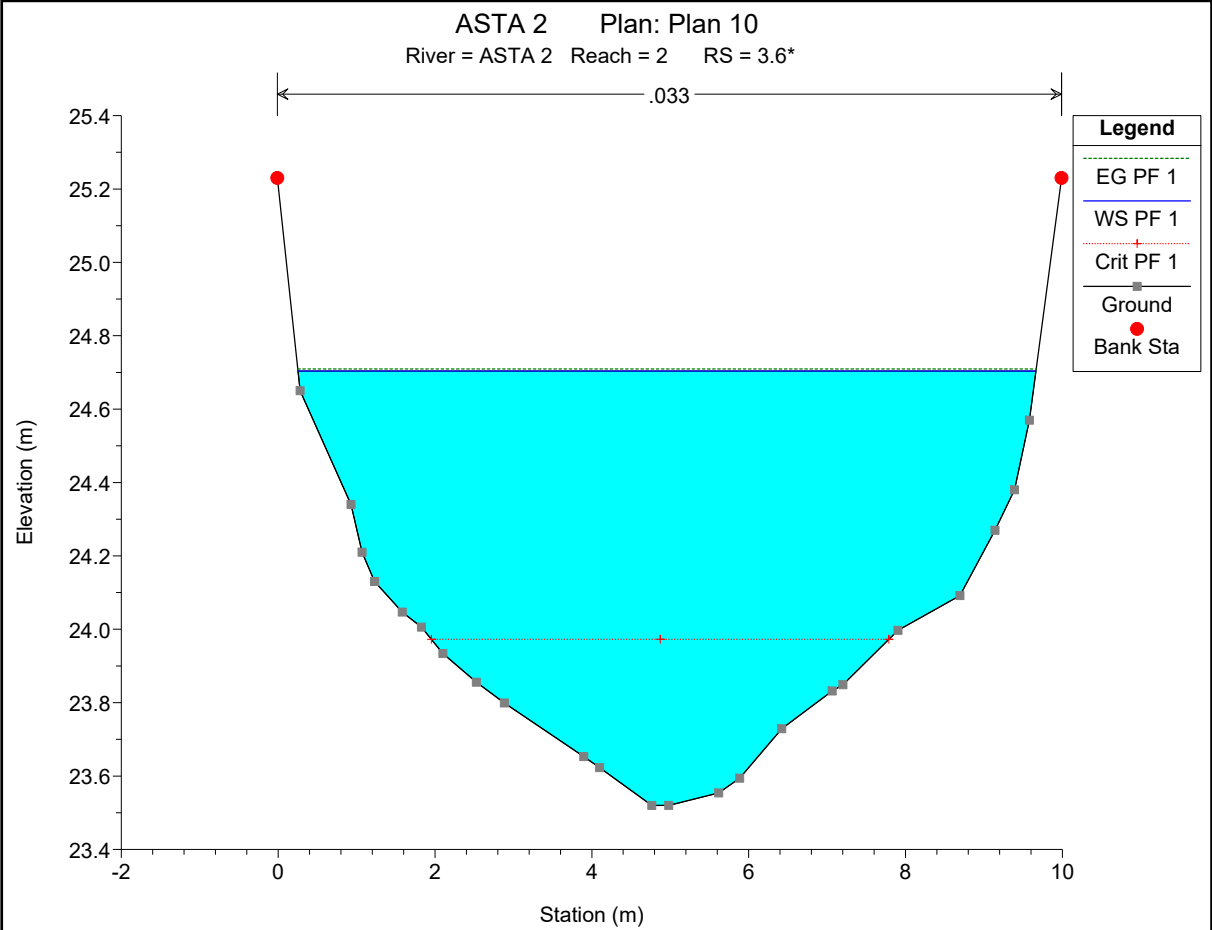
ASTA 1 Plan: Plan 03 ponte
River = ASTA 1 Reach = 1 RS = 1

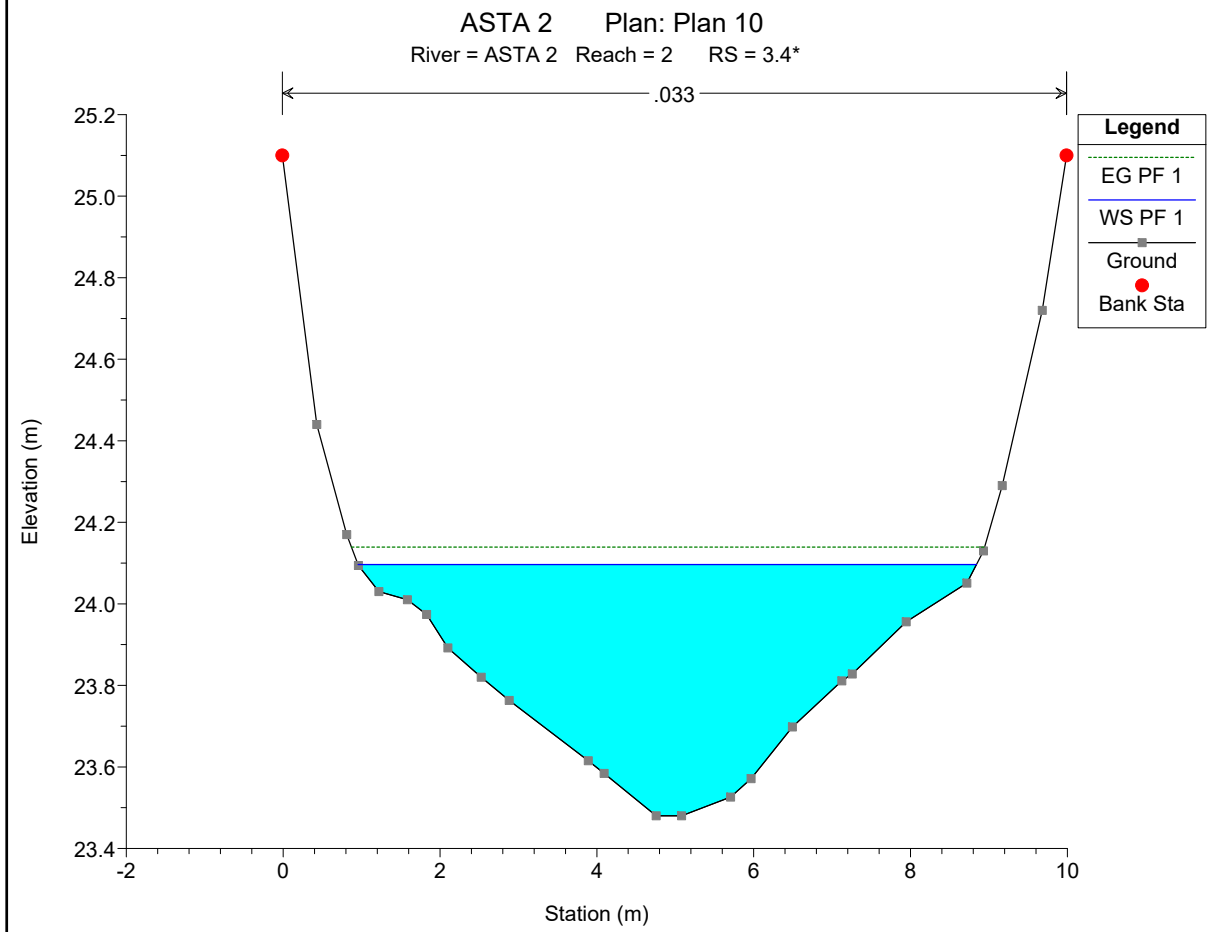
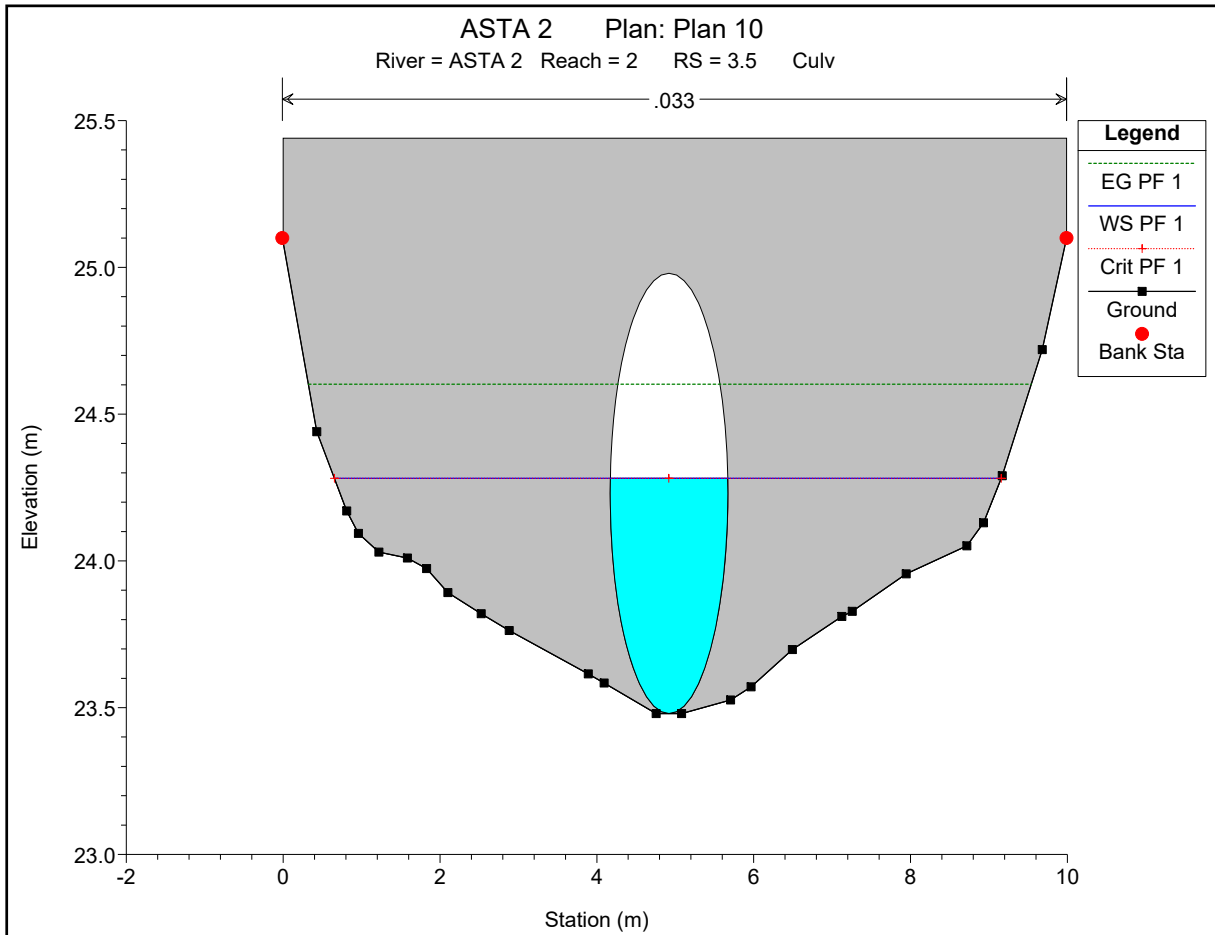


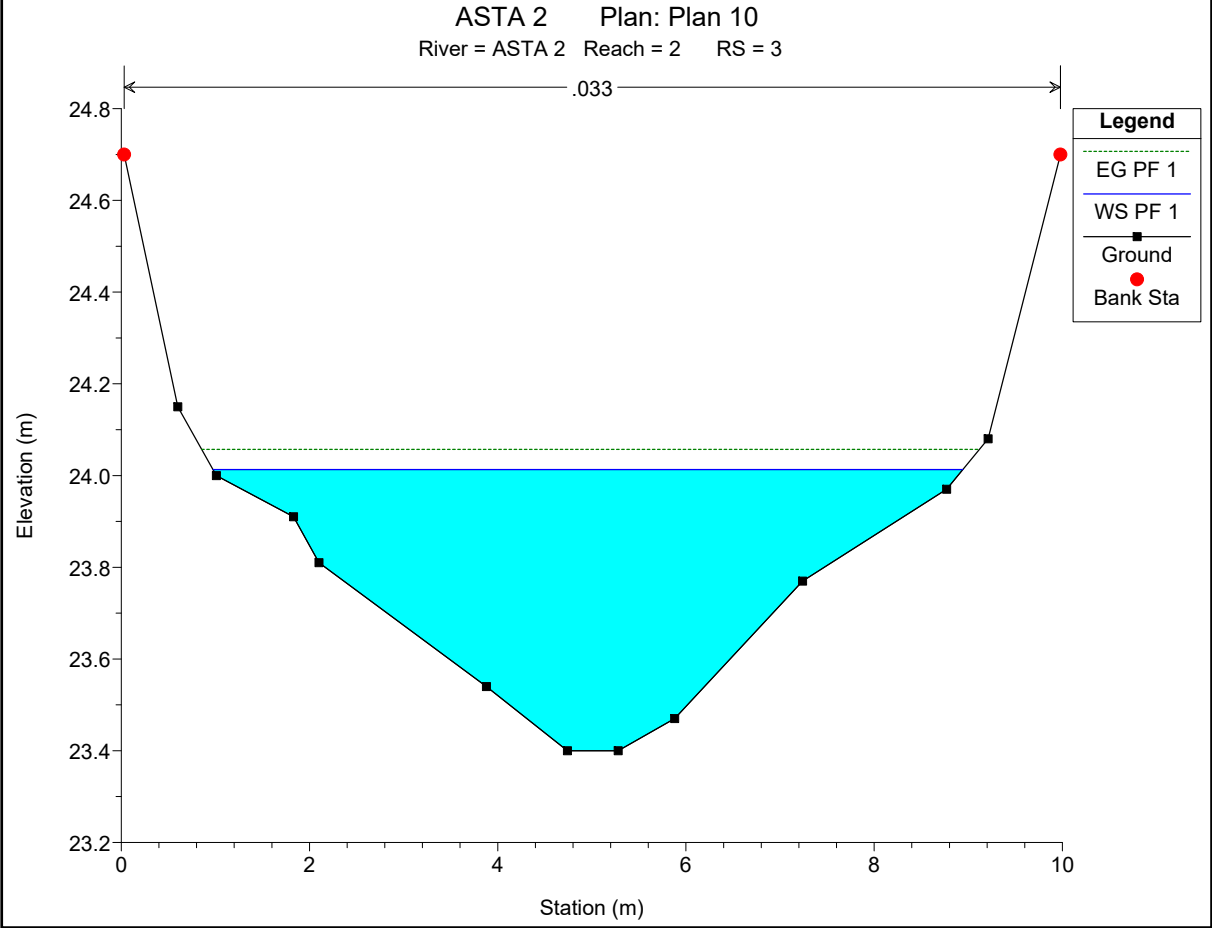
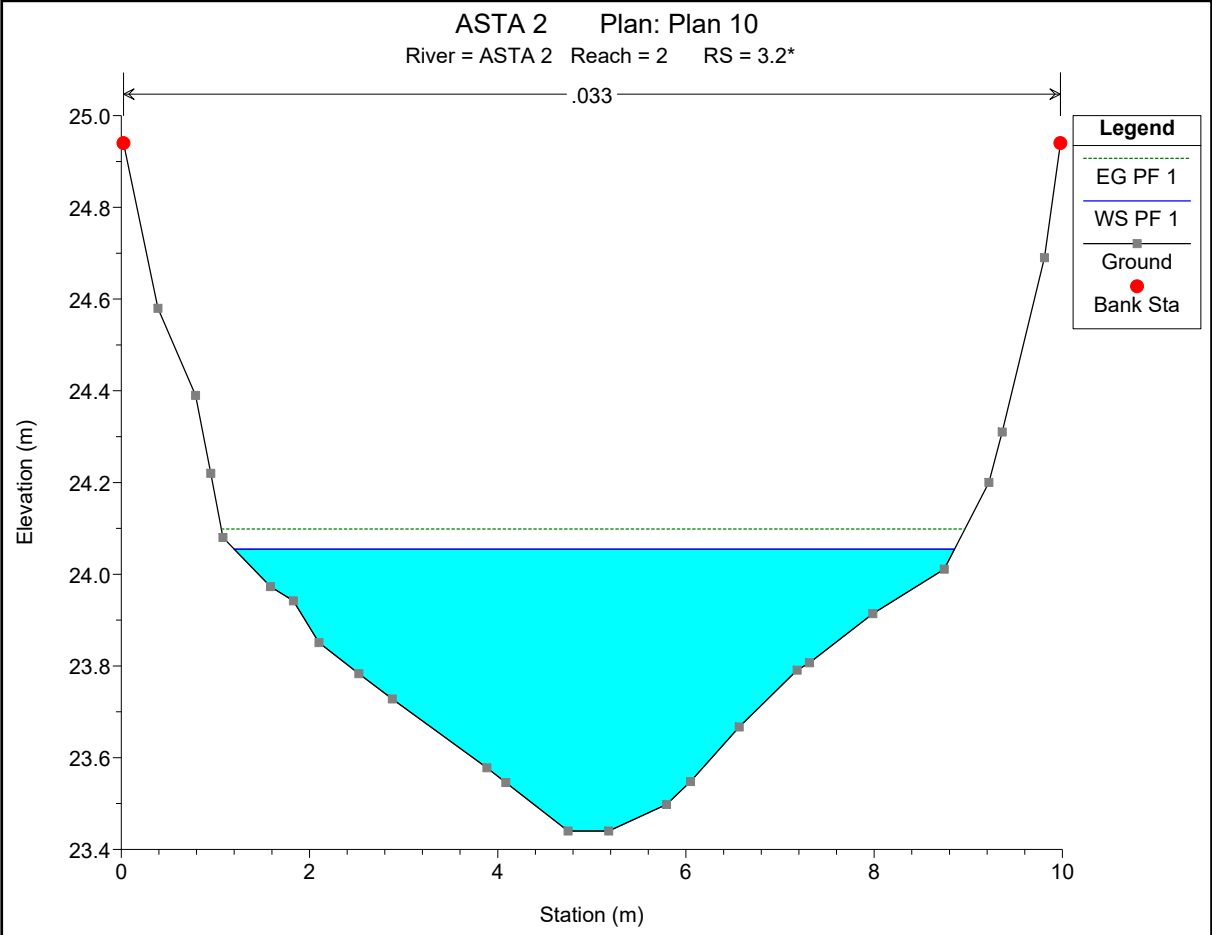
ASTA 2

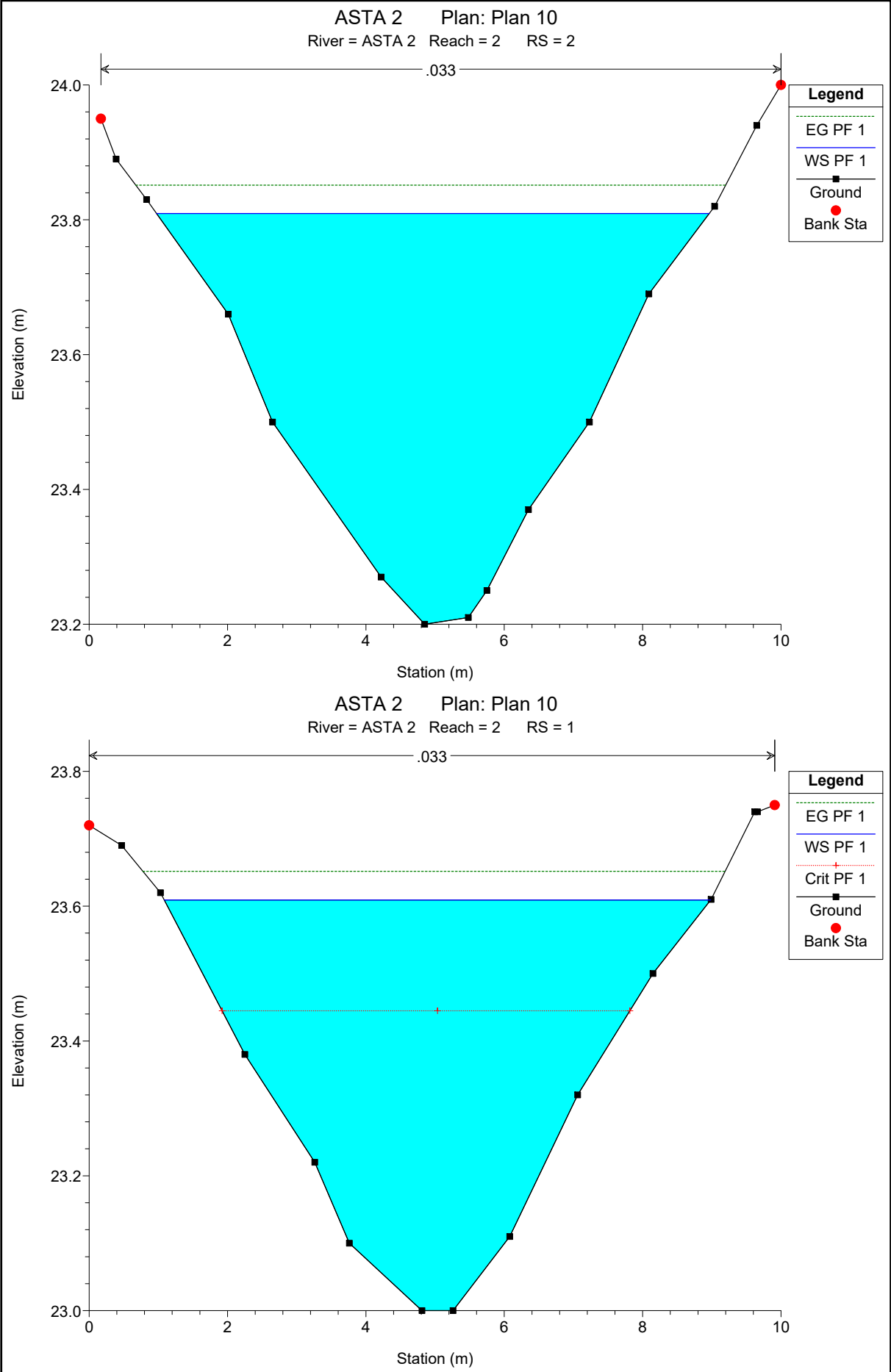




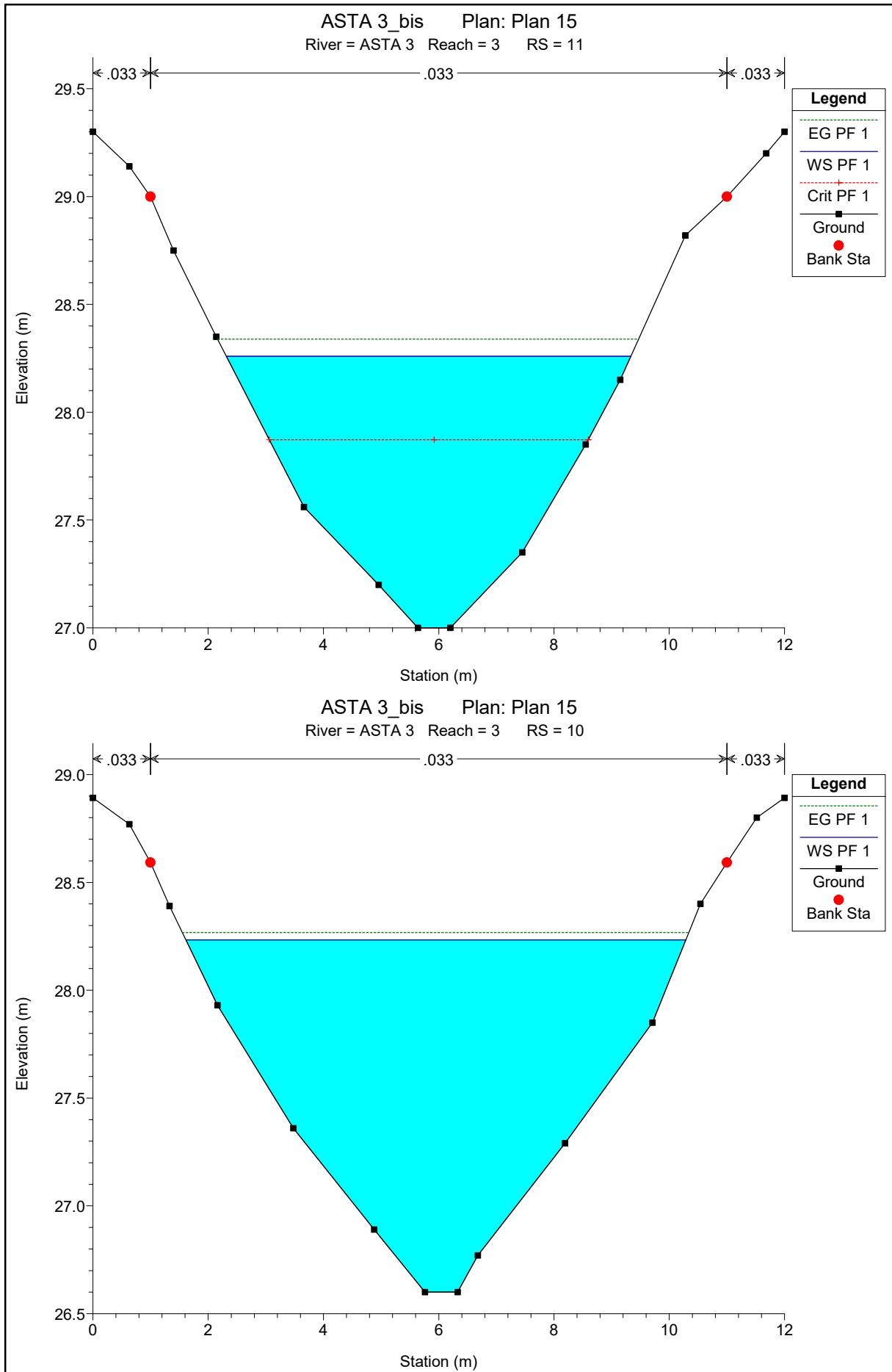


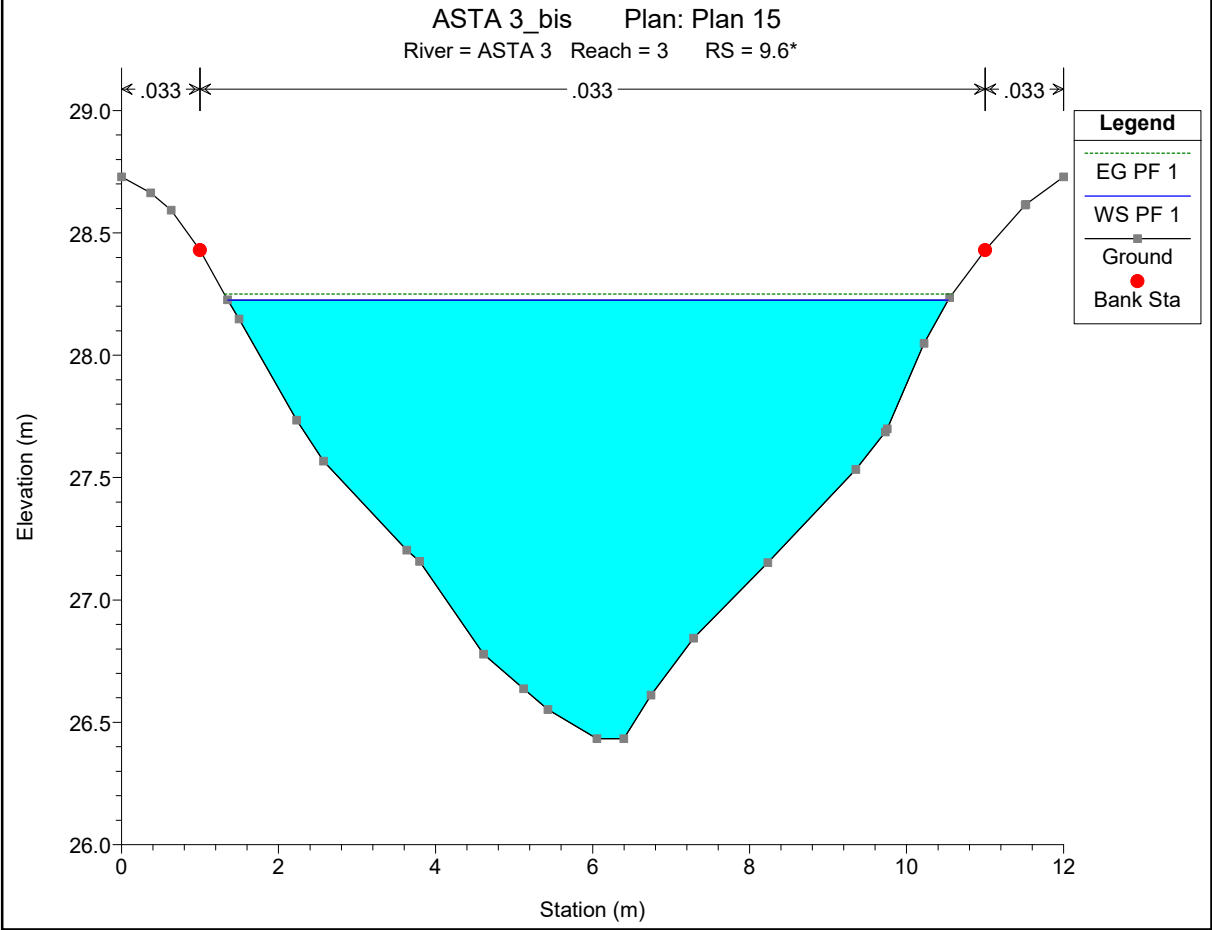
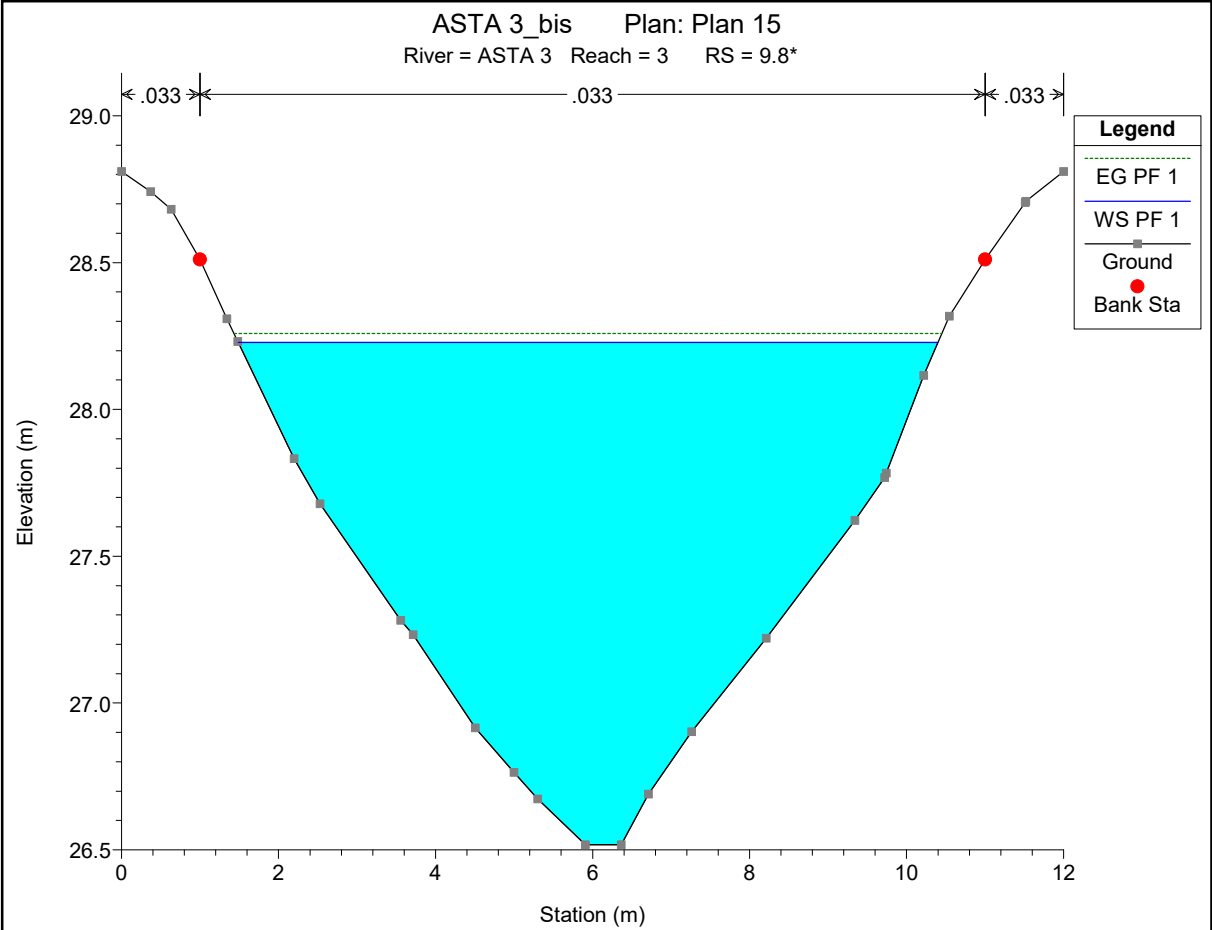


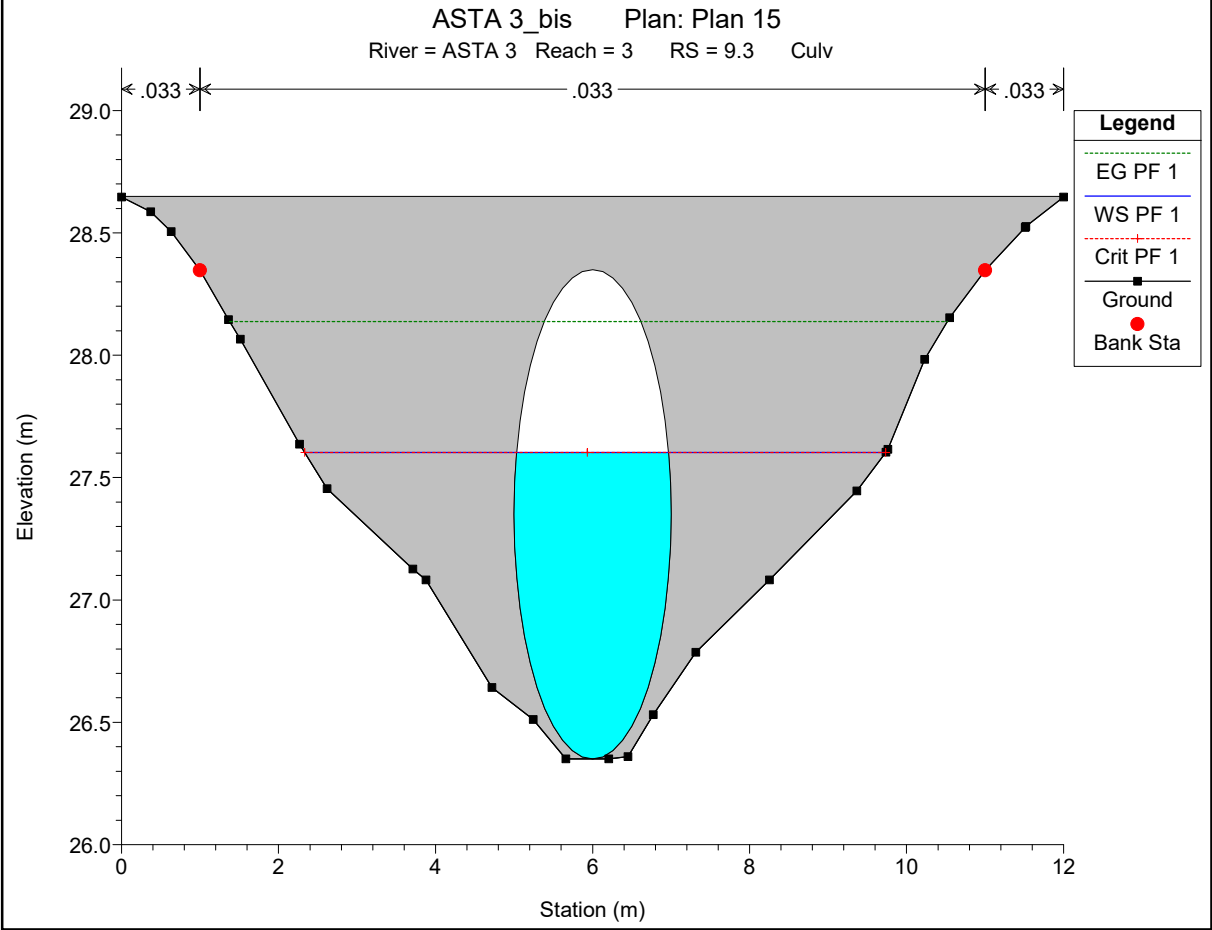
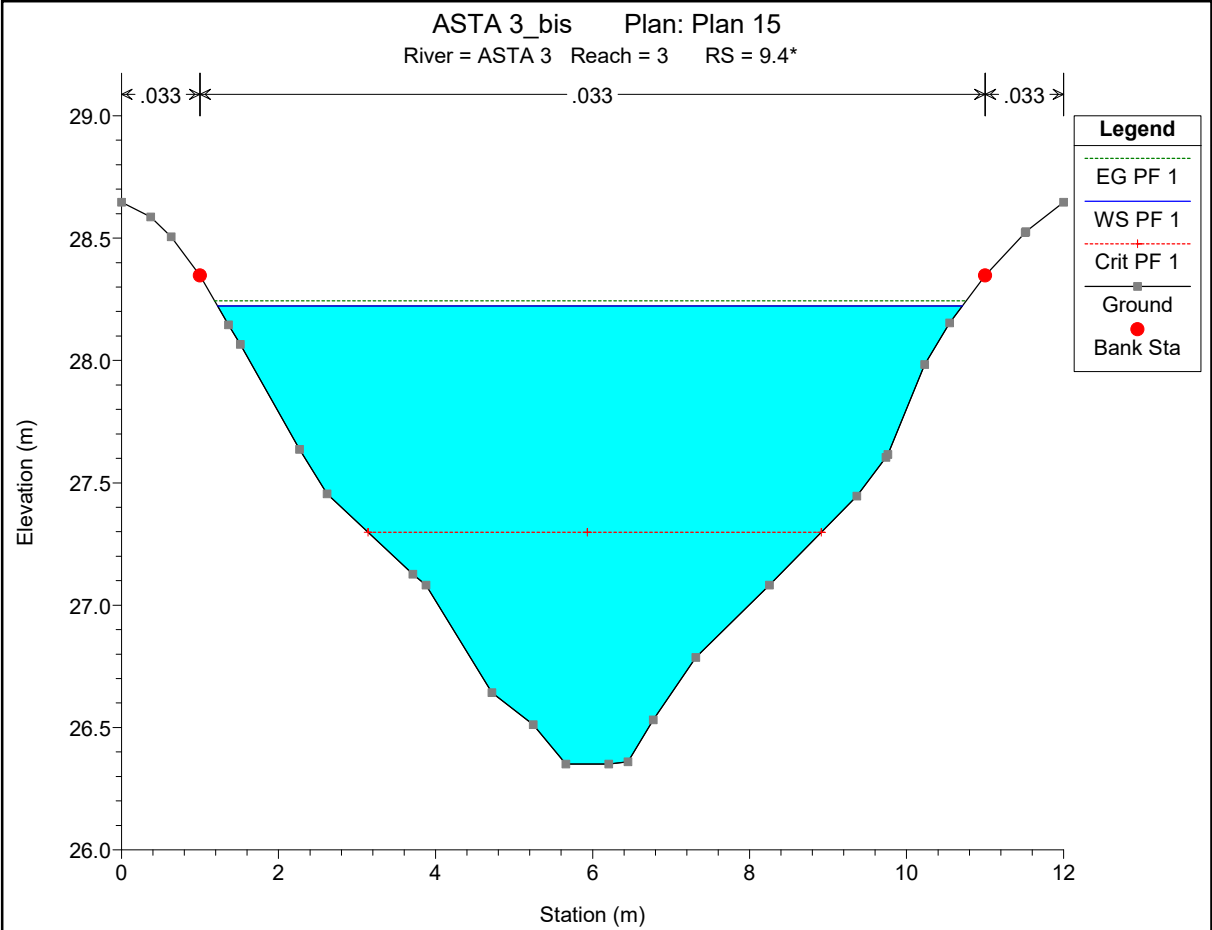


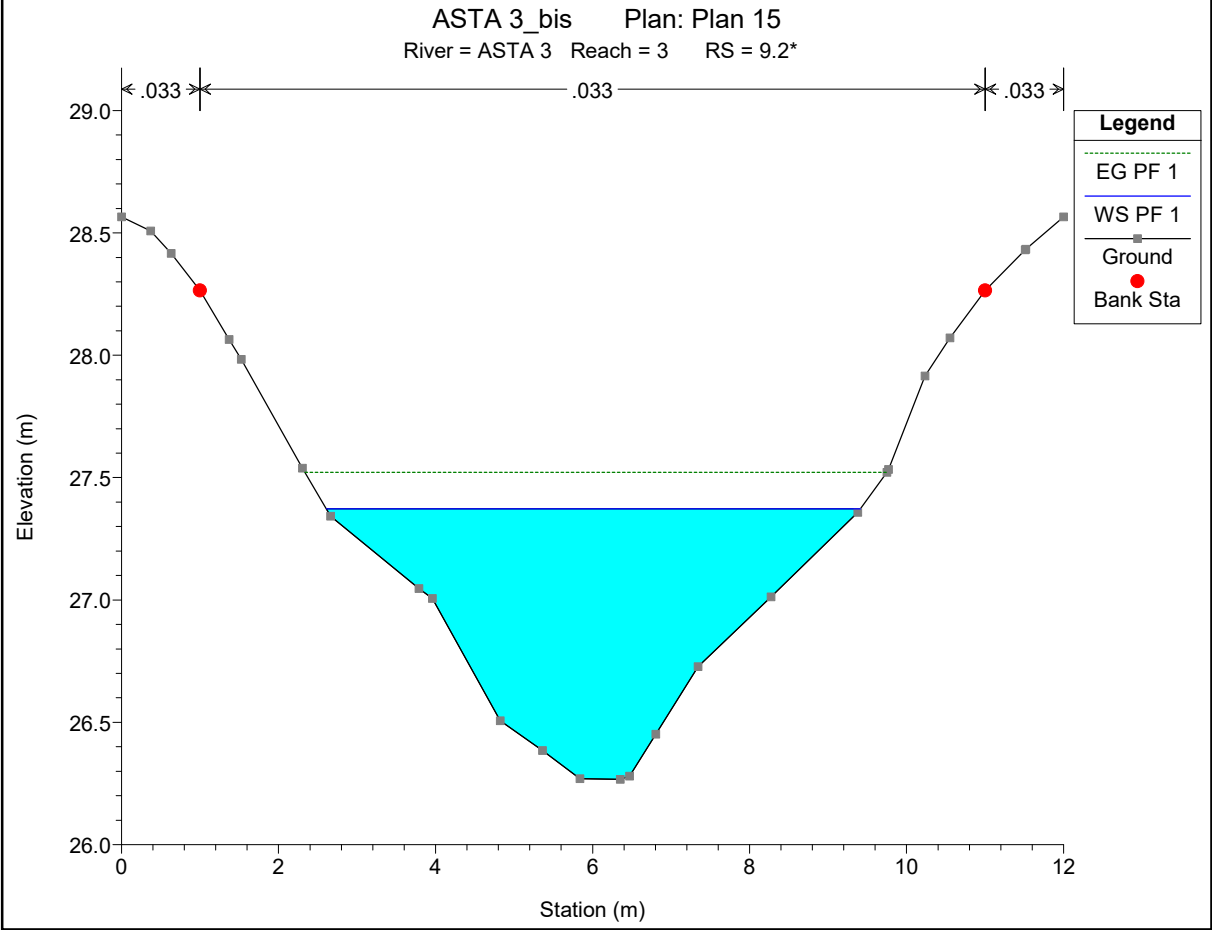
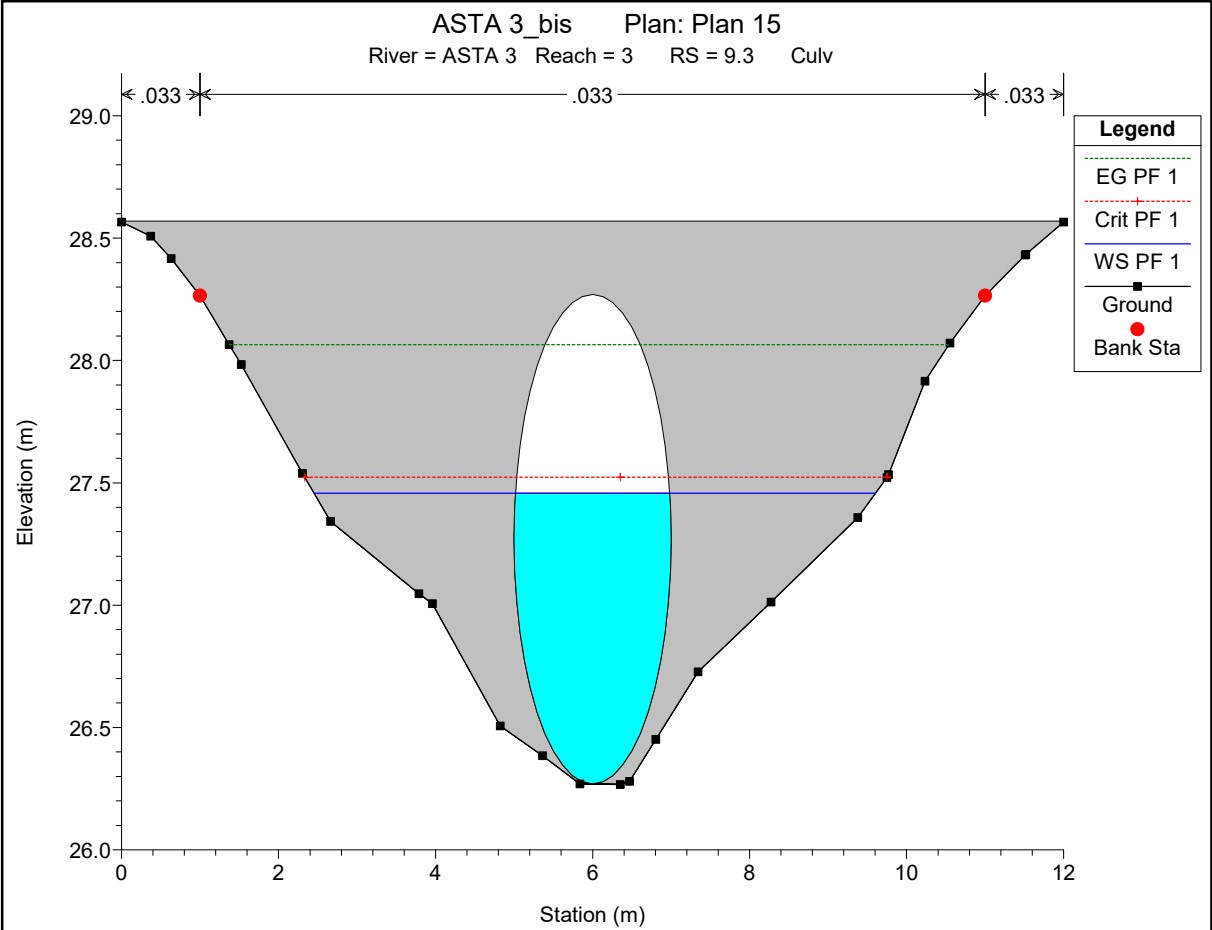


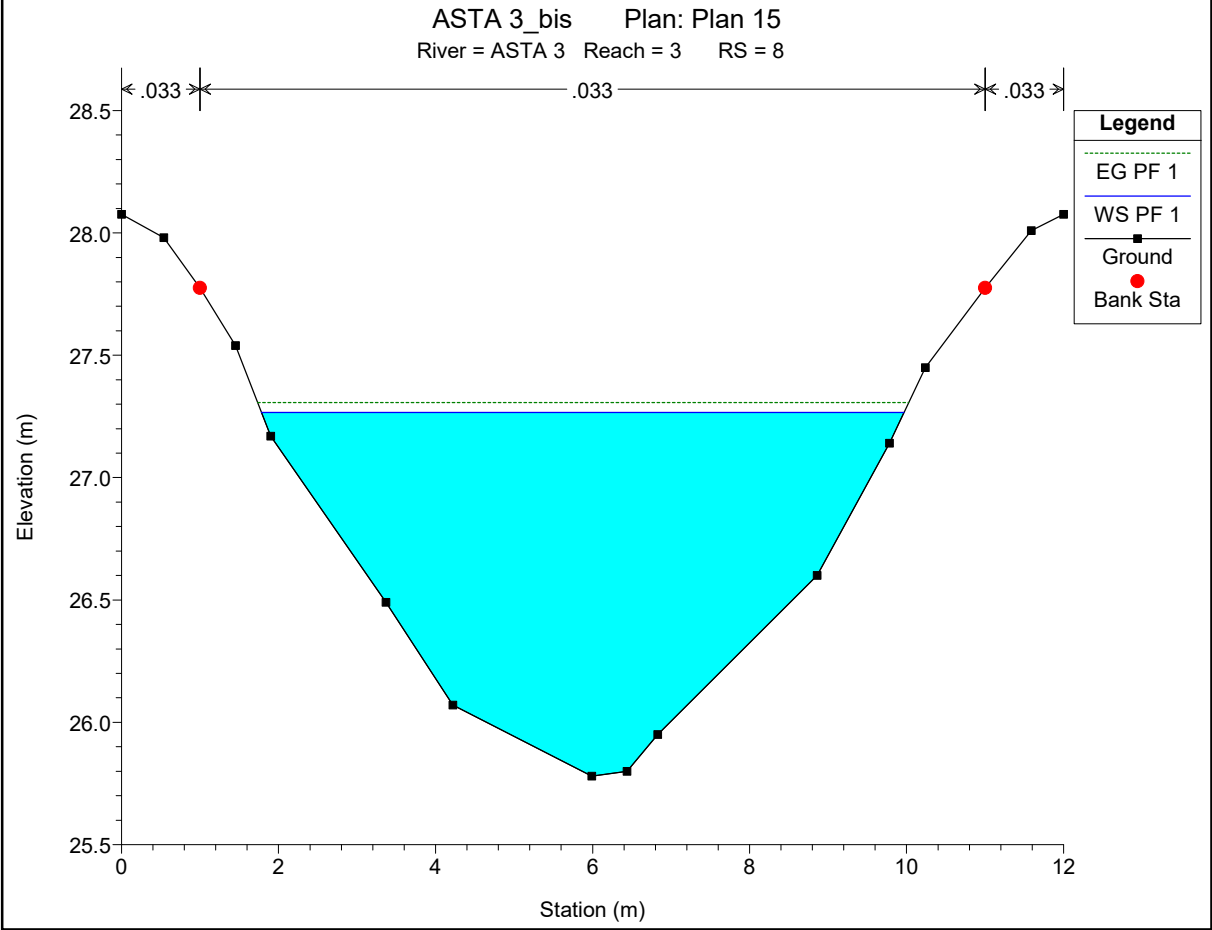
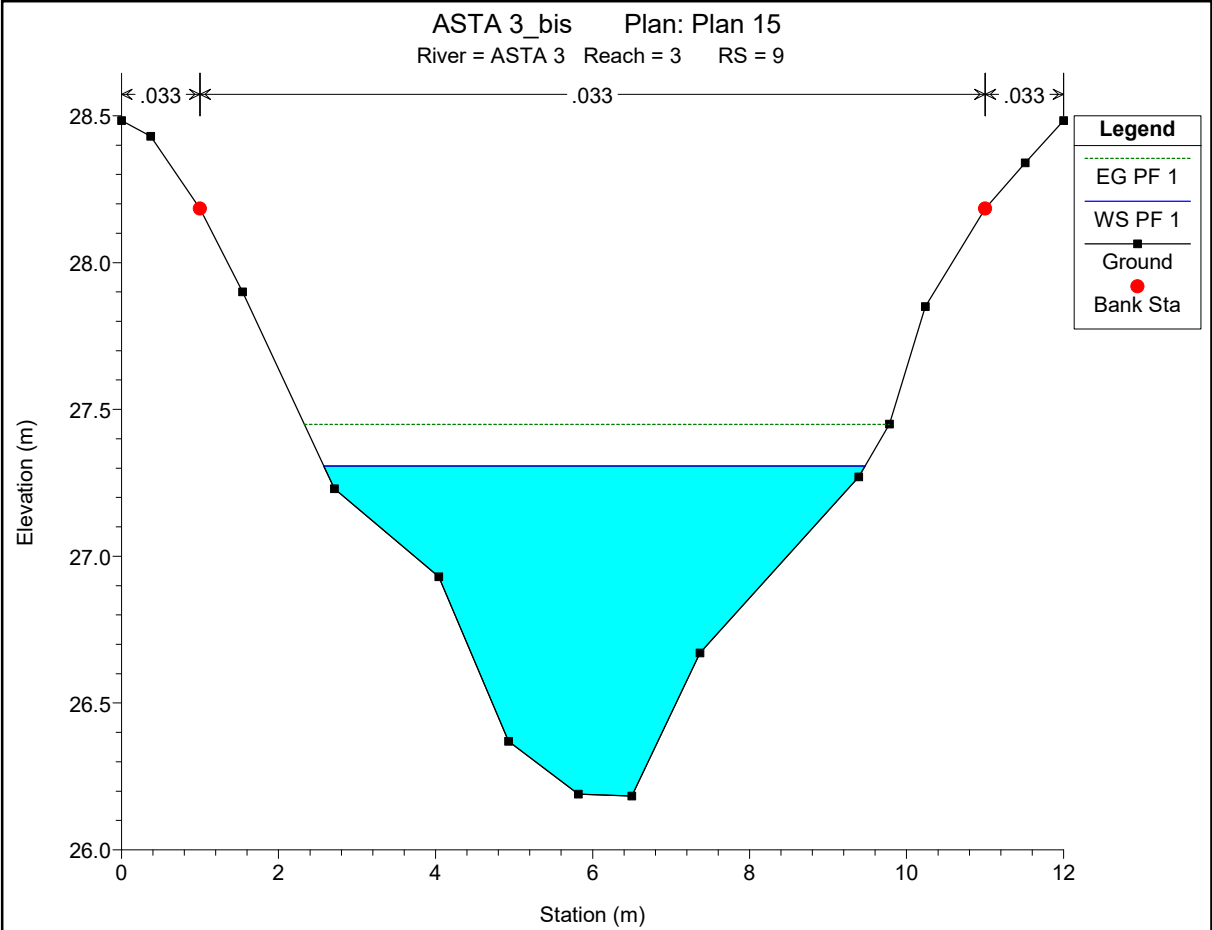
ASTA 3

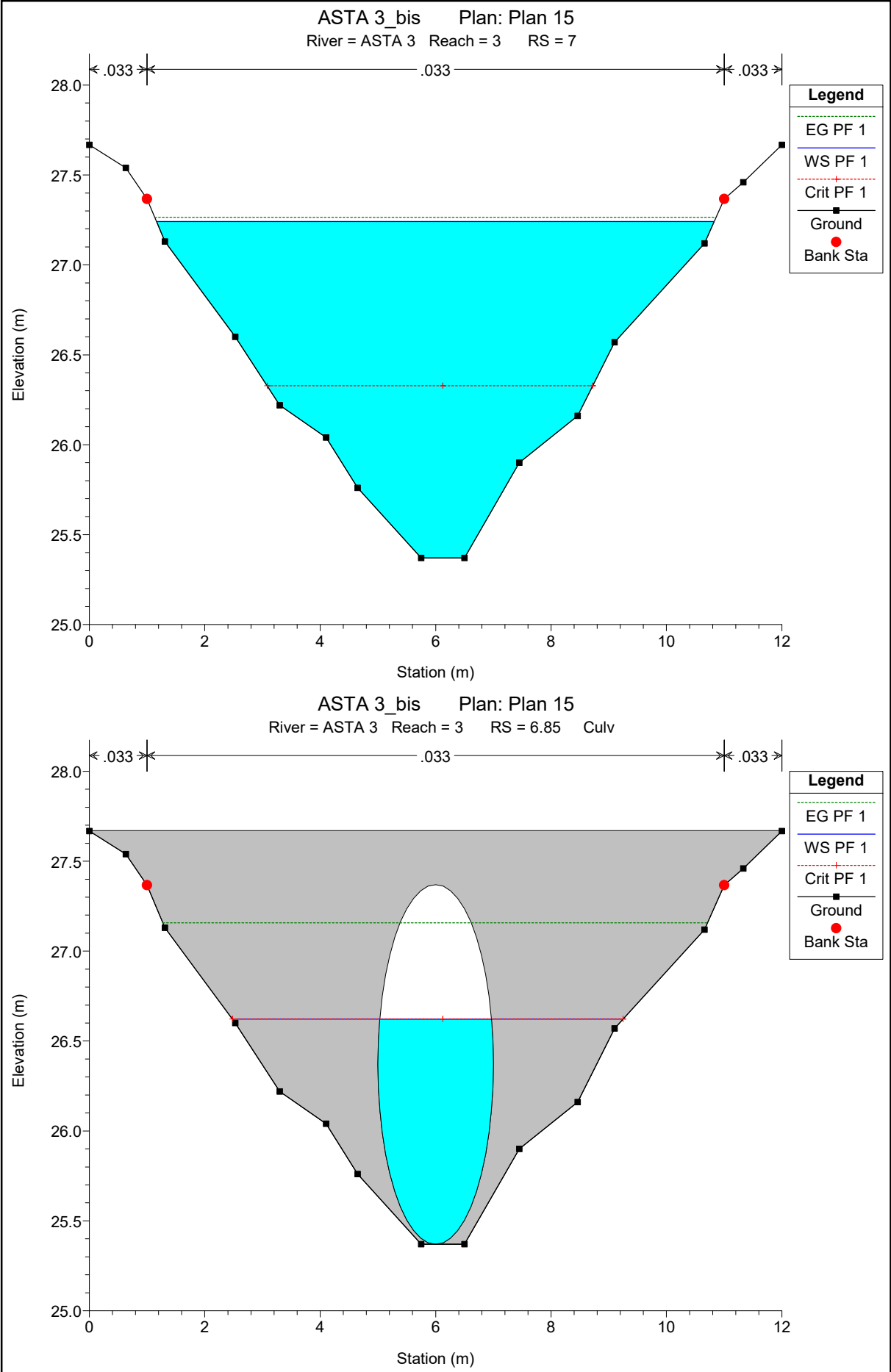


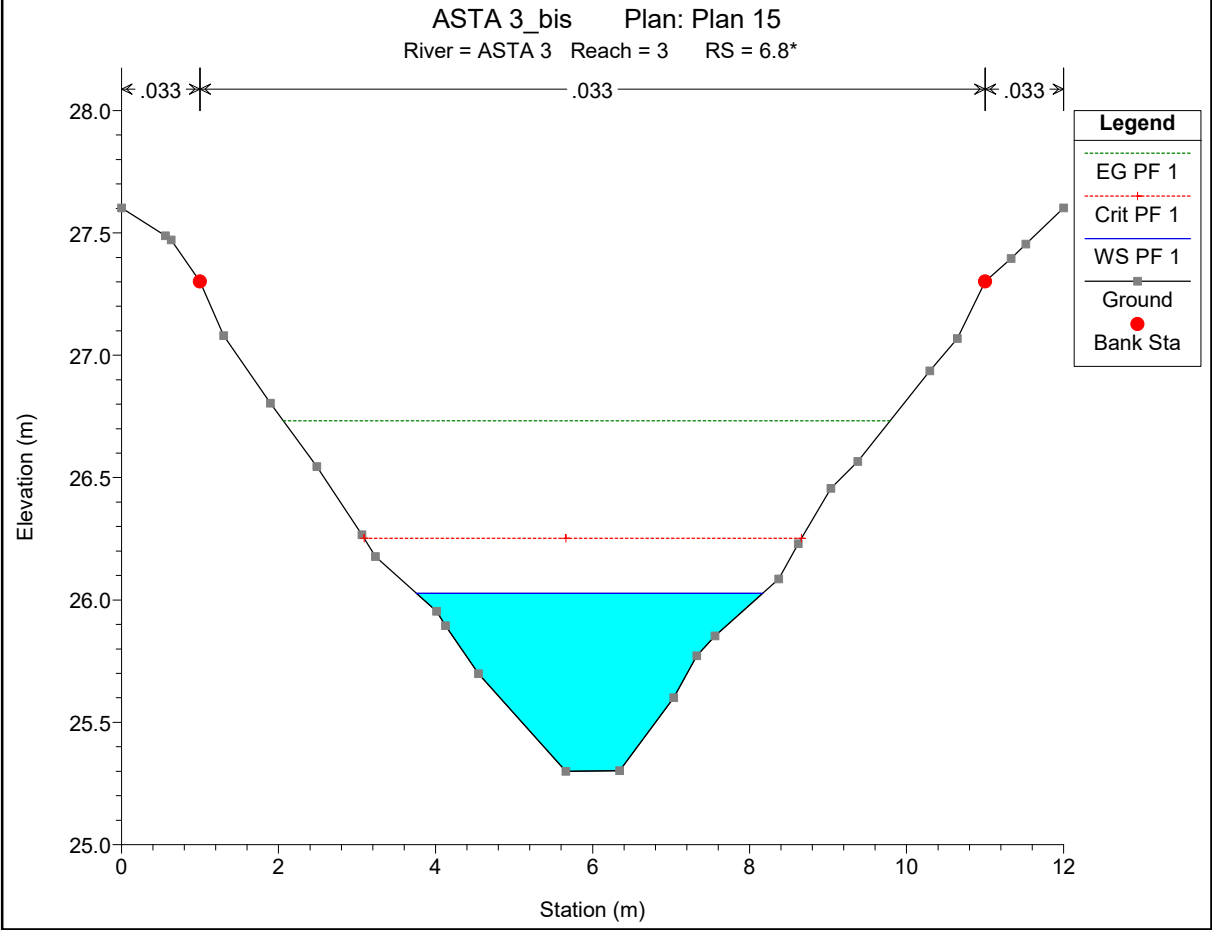
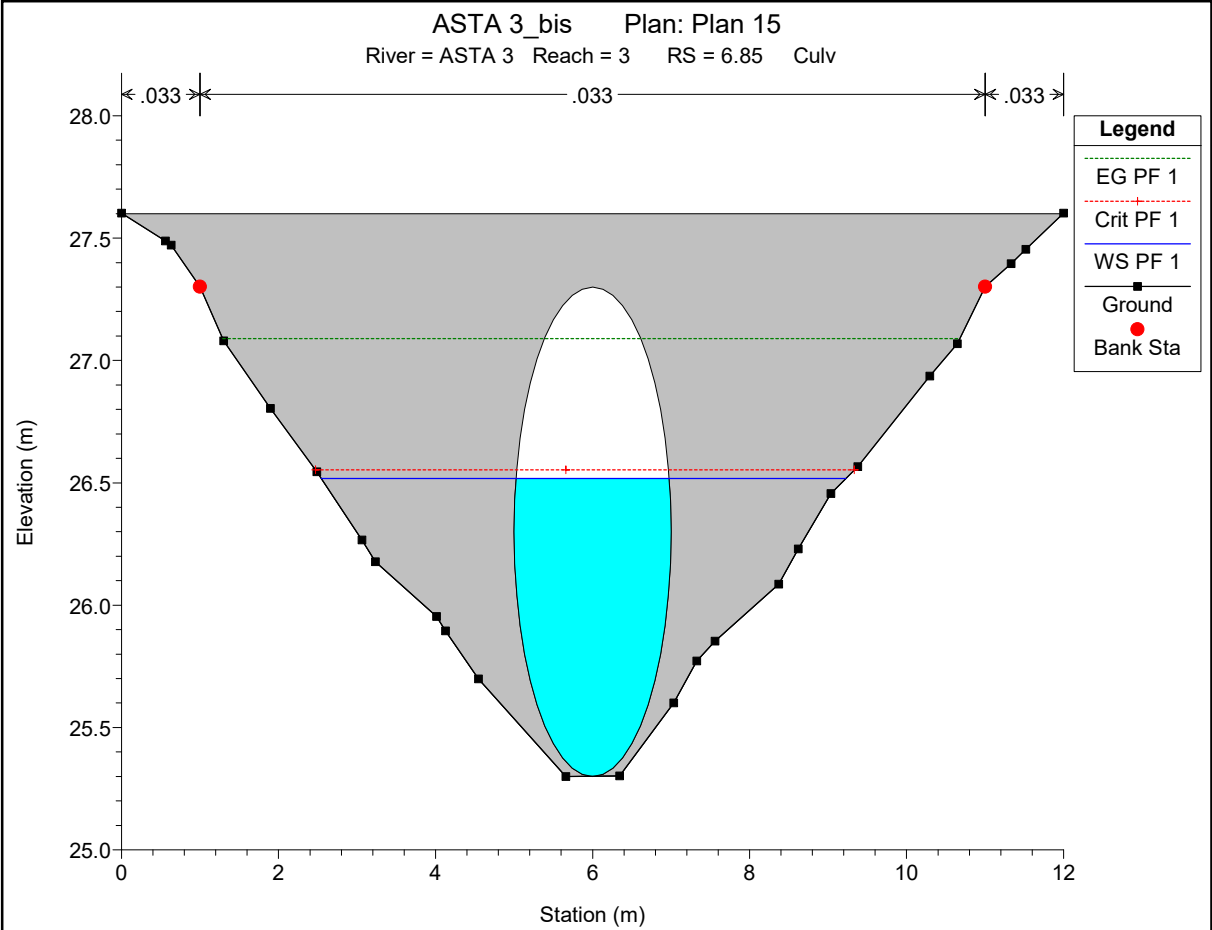


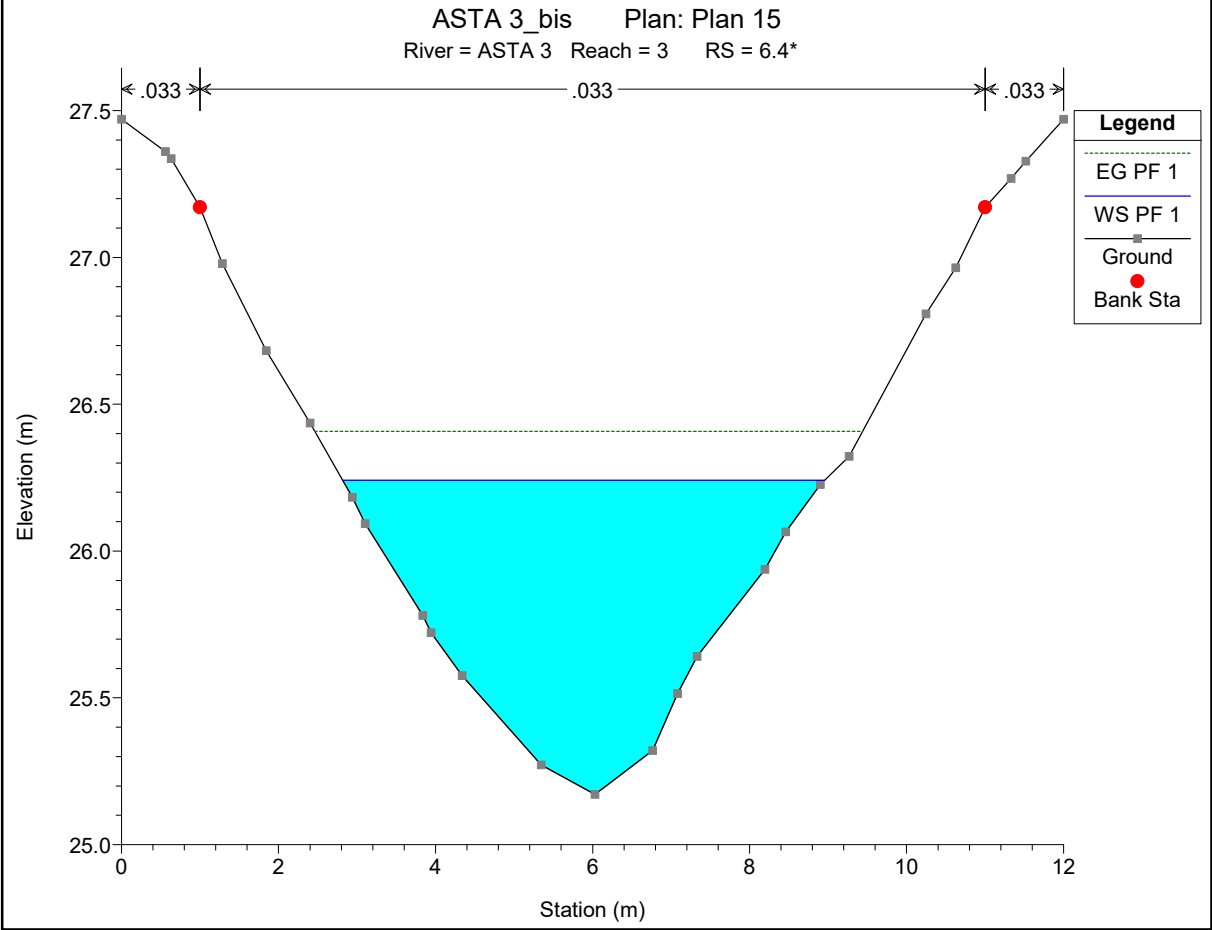
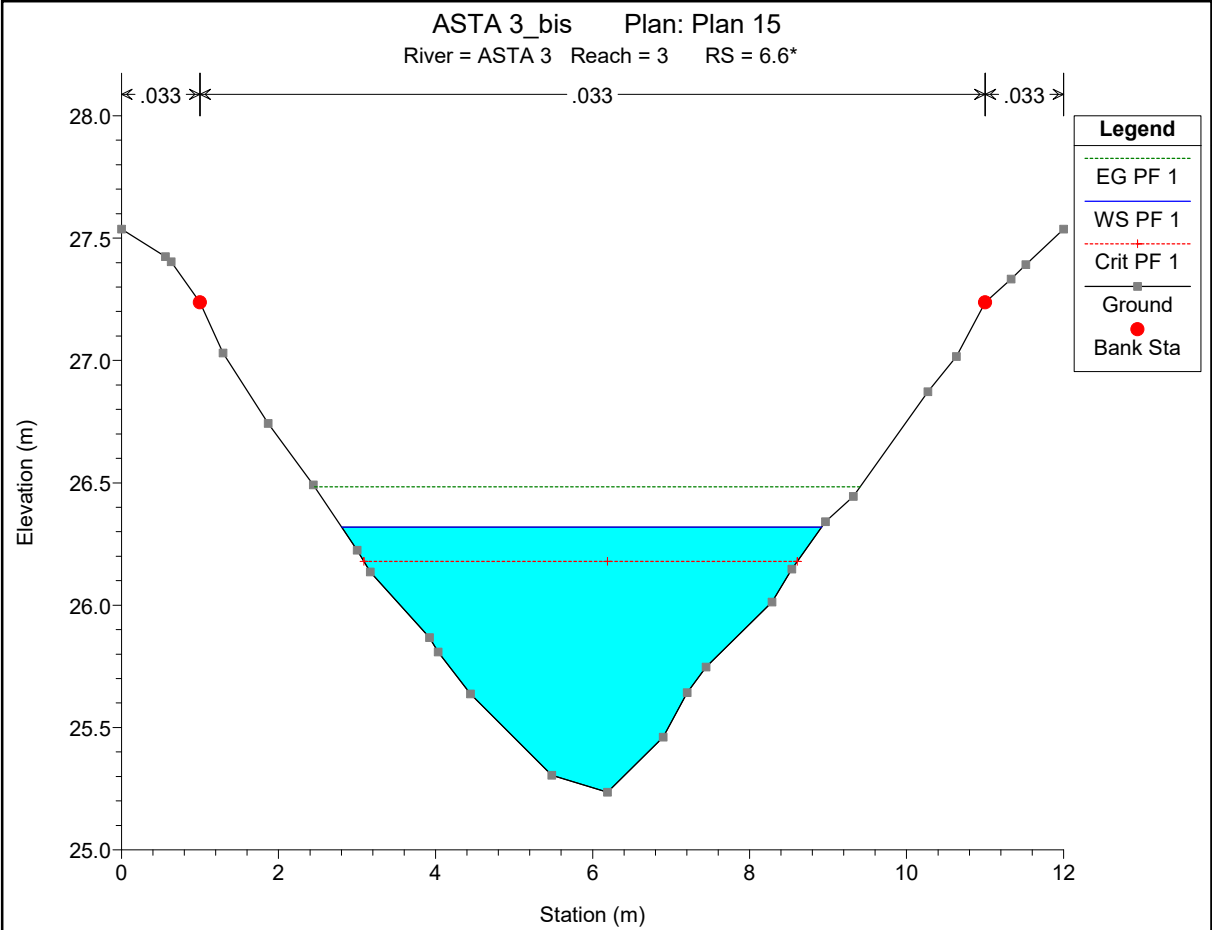


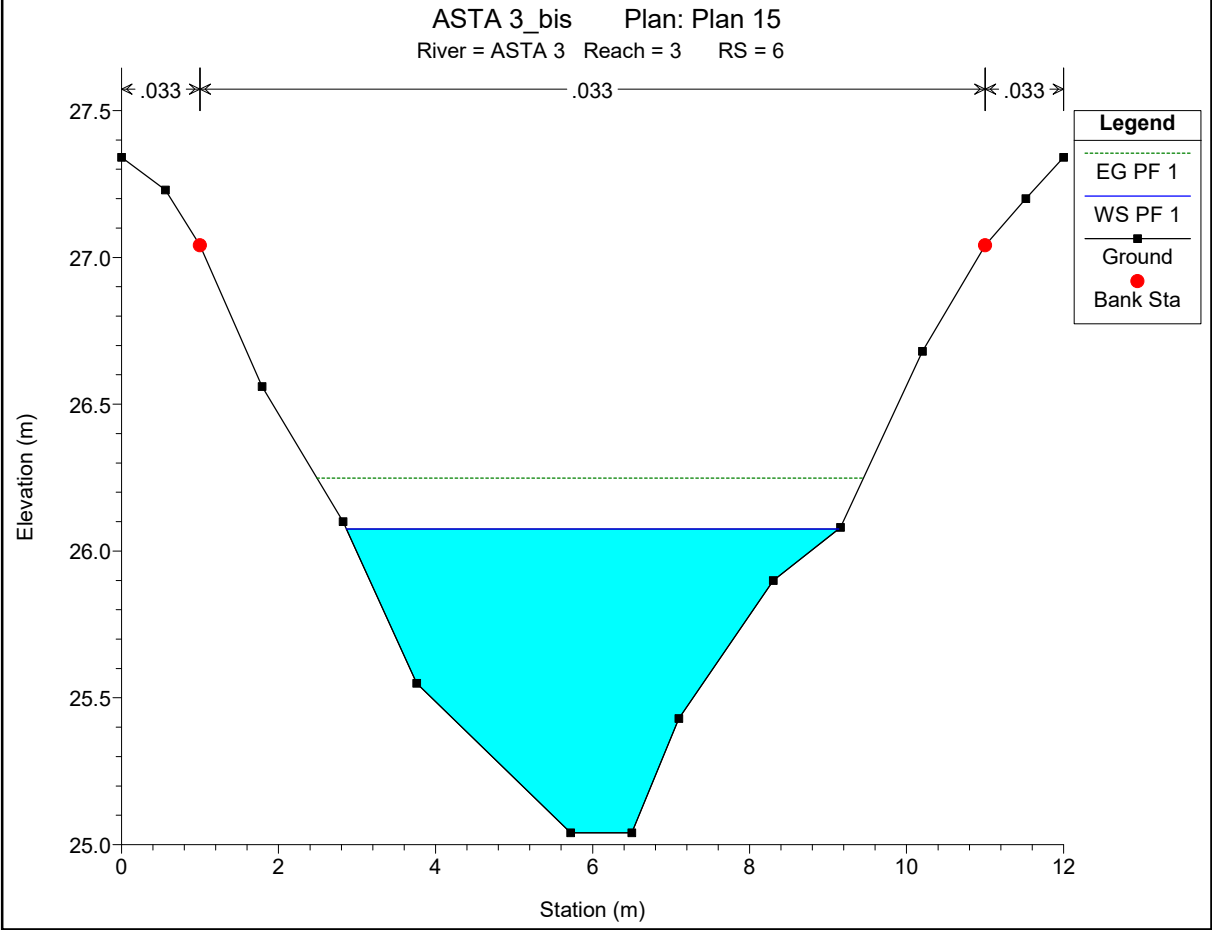
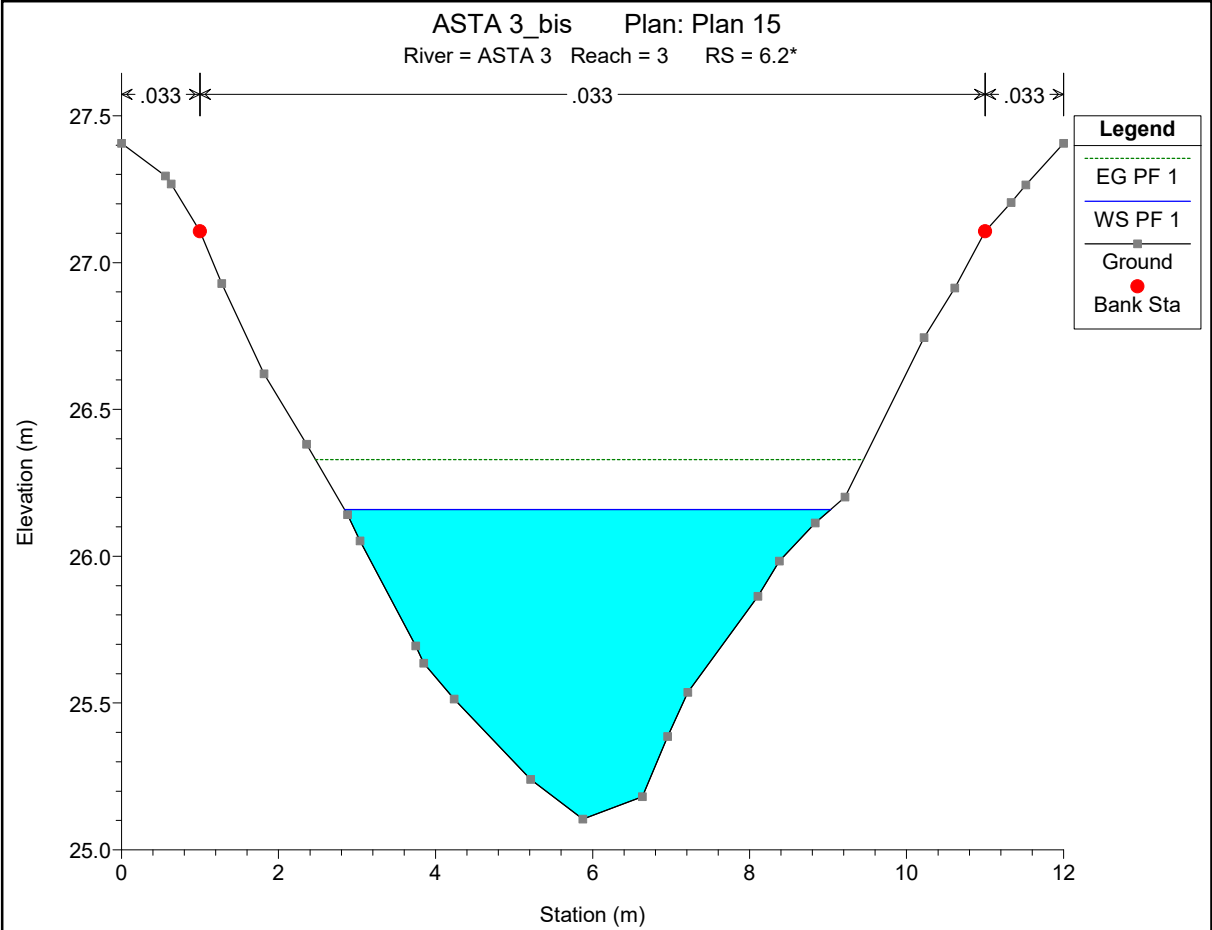


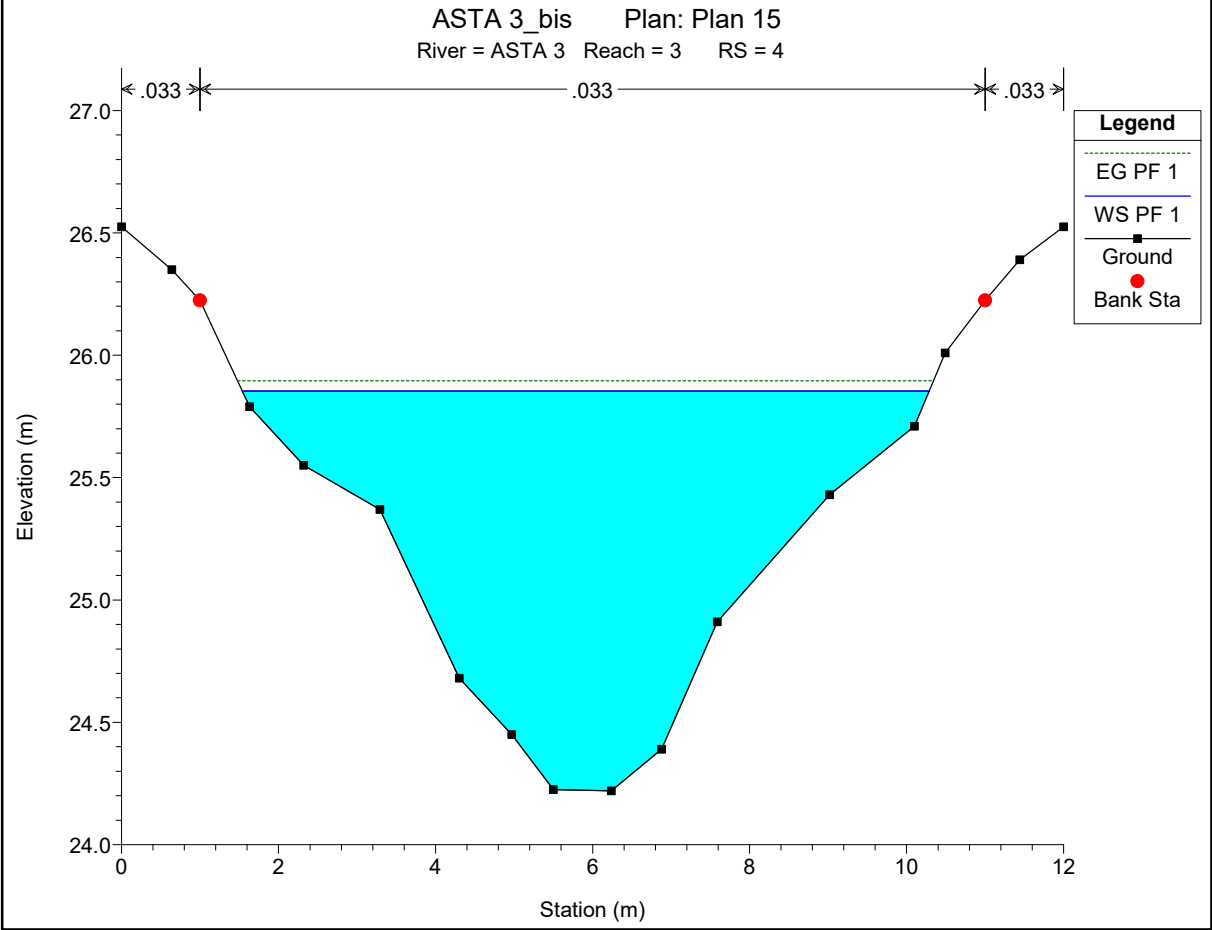
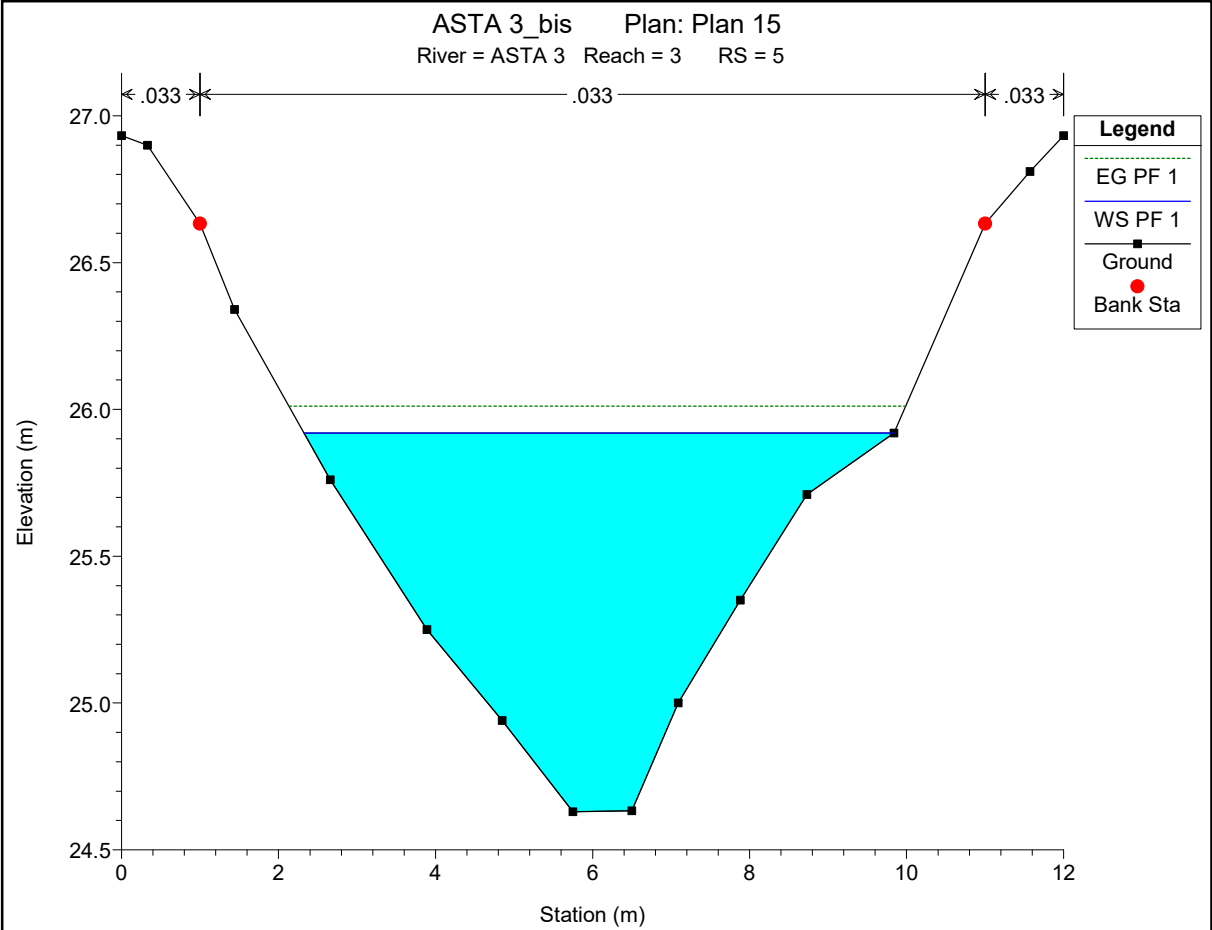


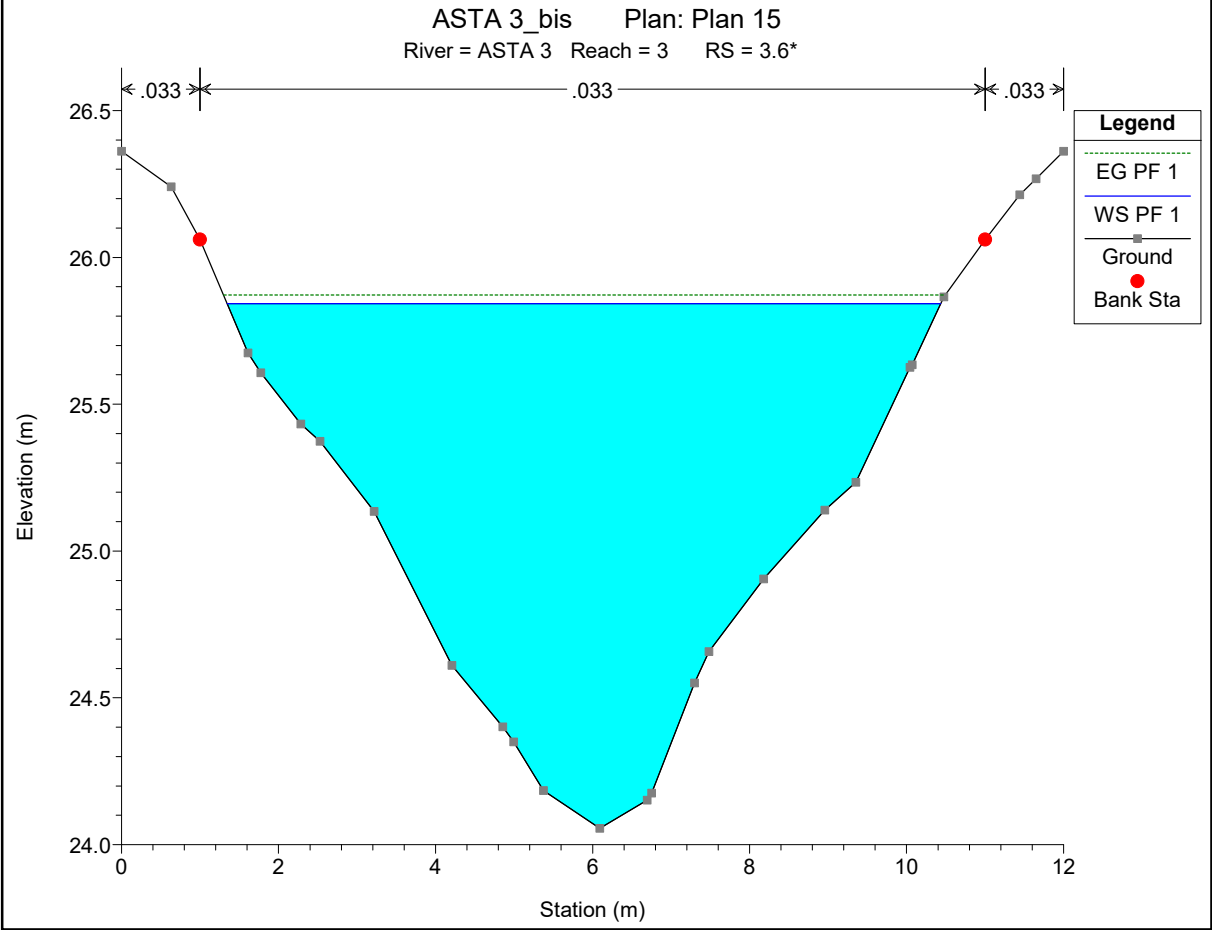
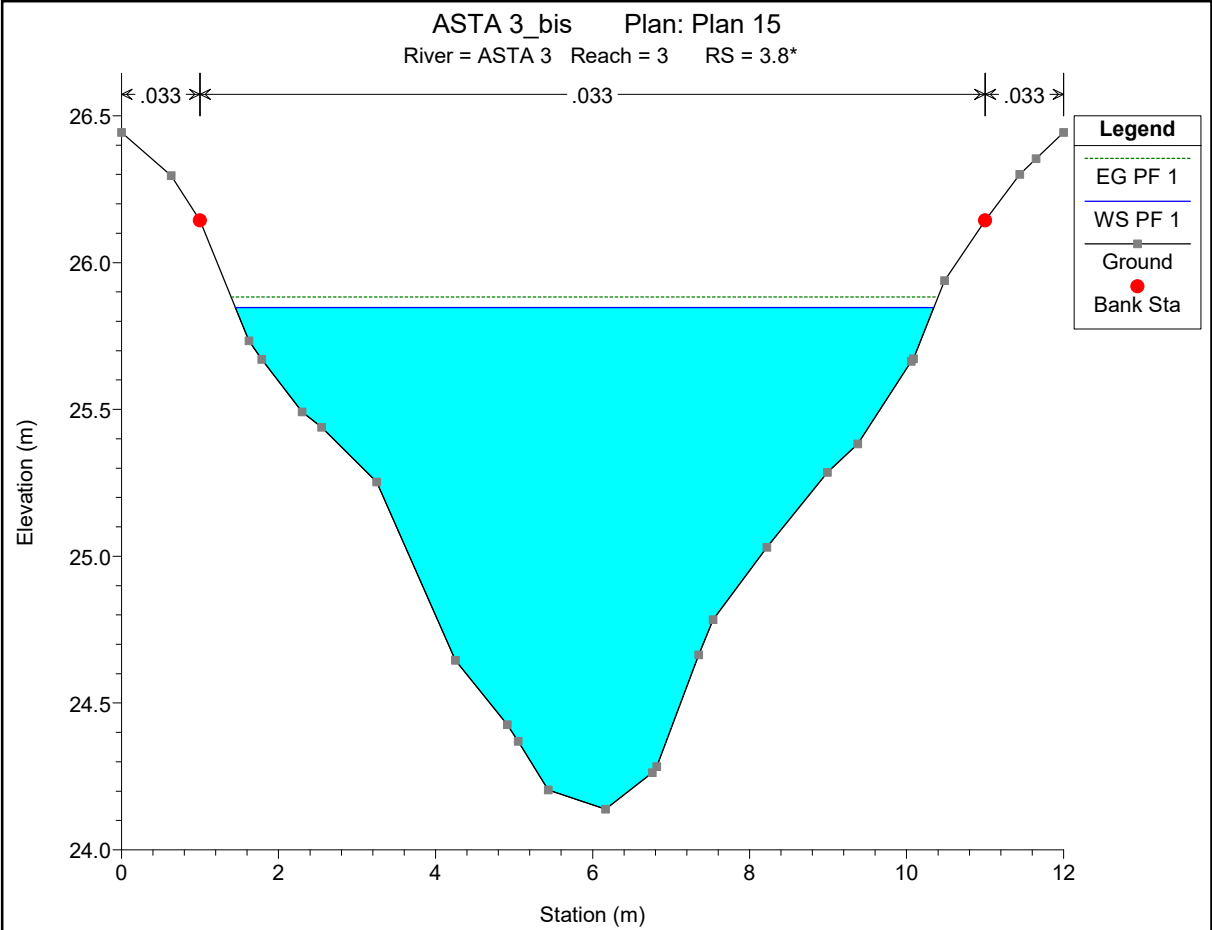


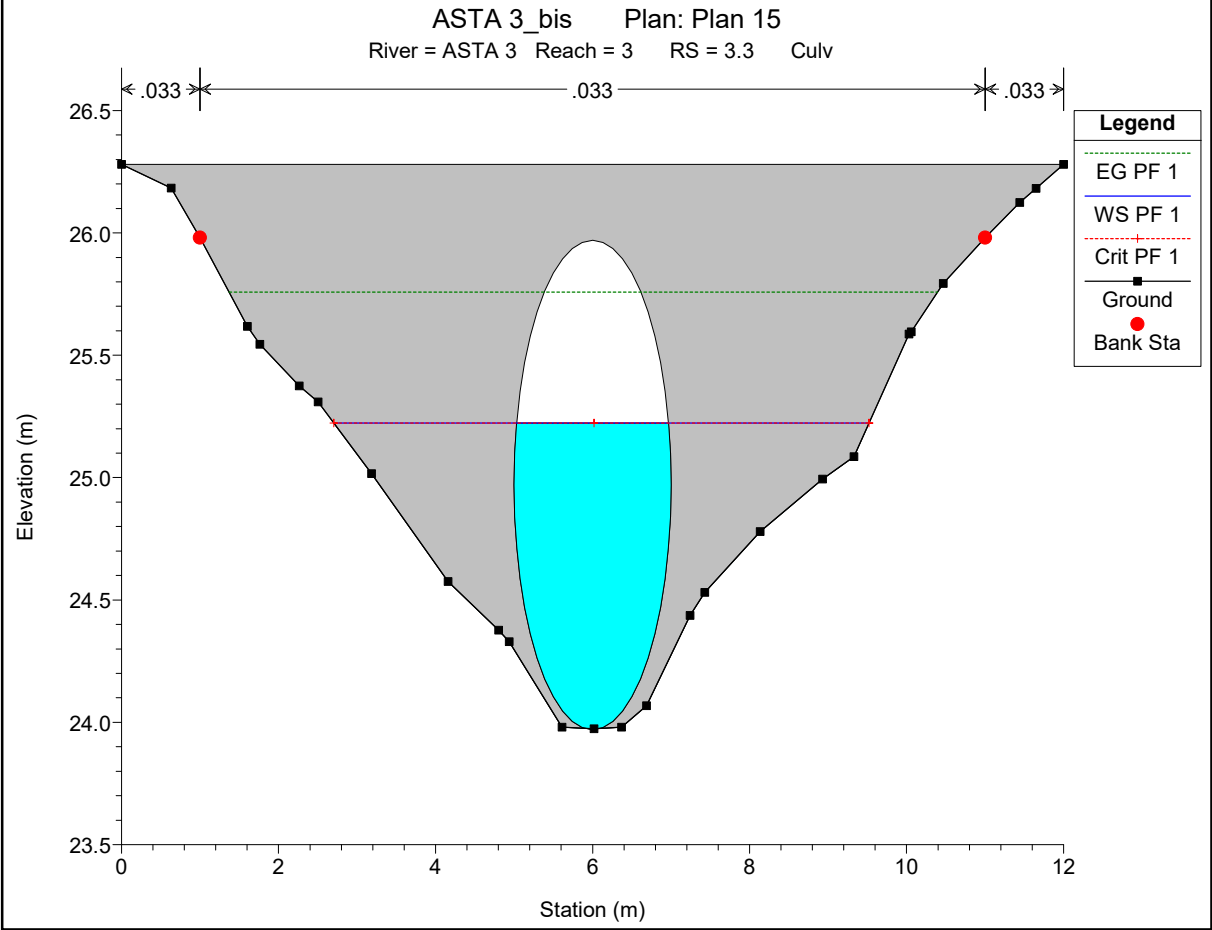
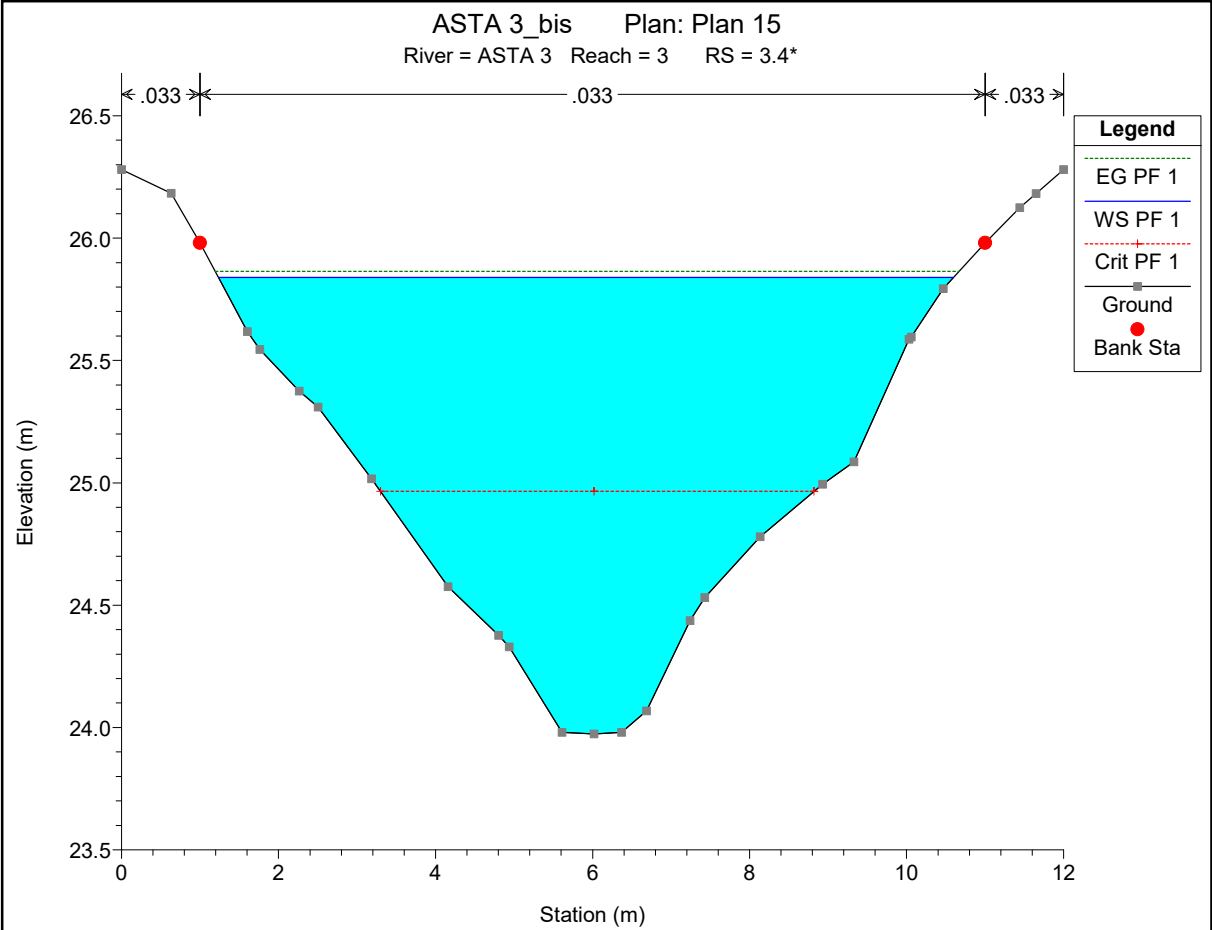


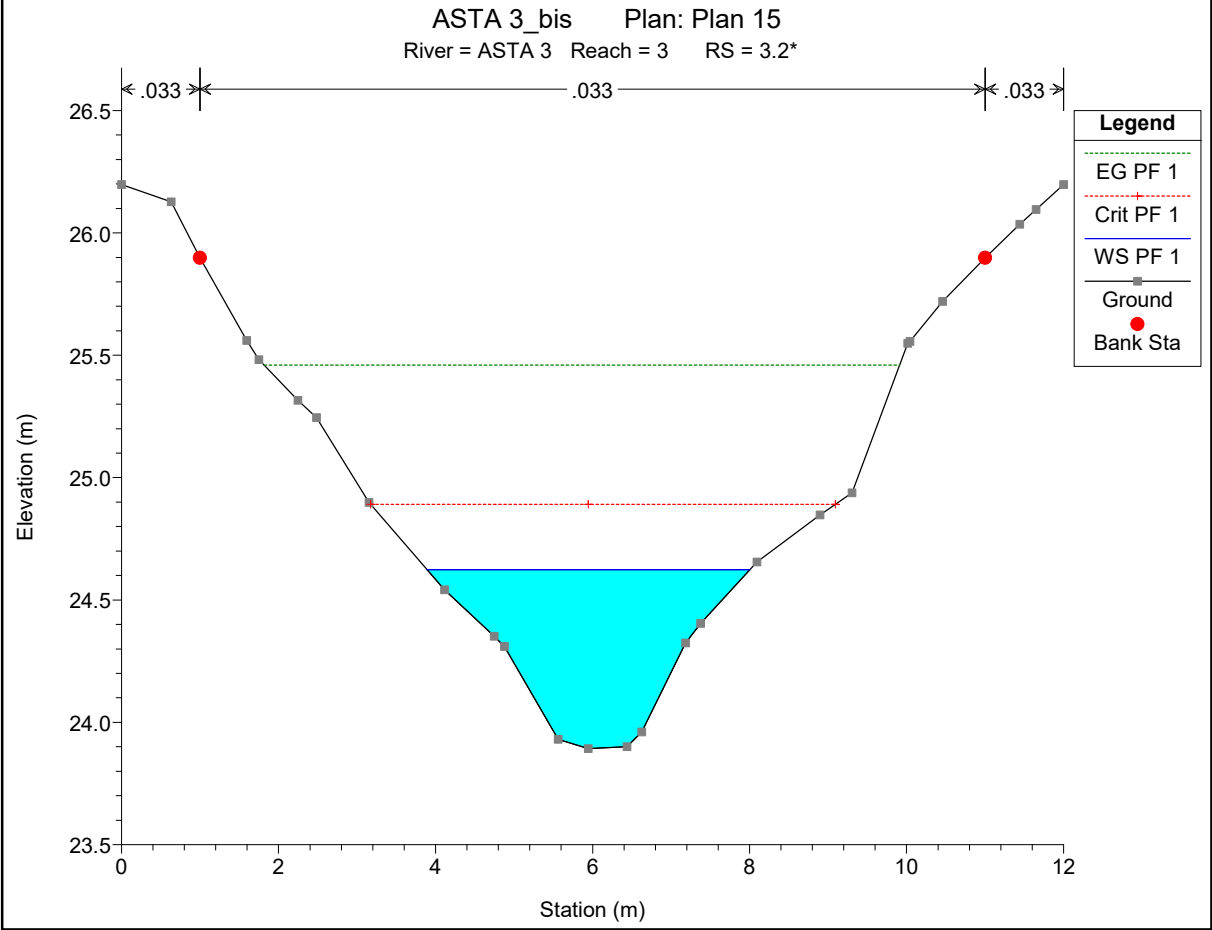
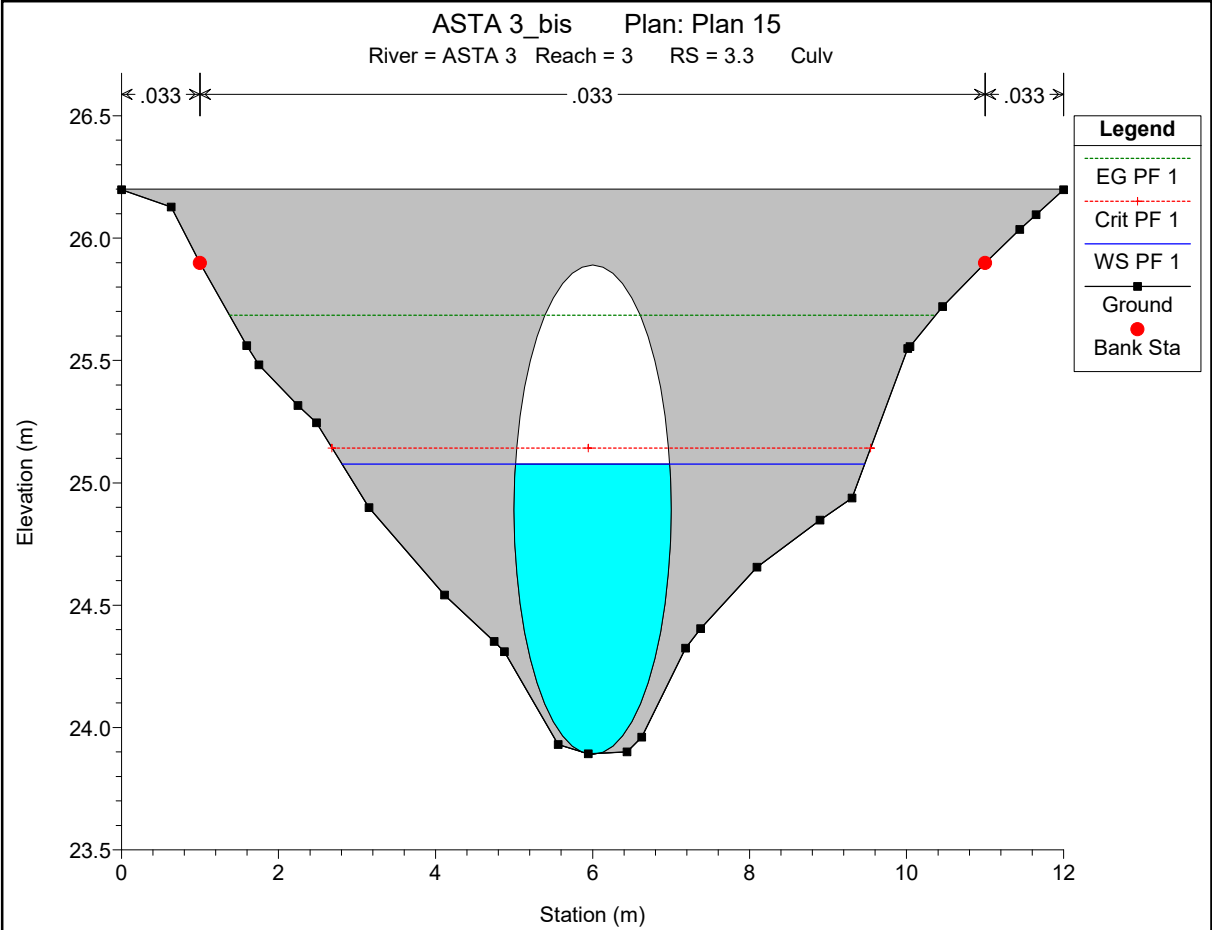


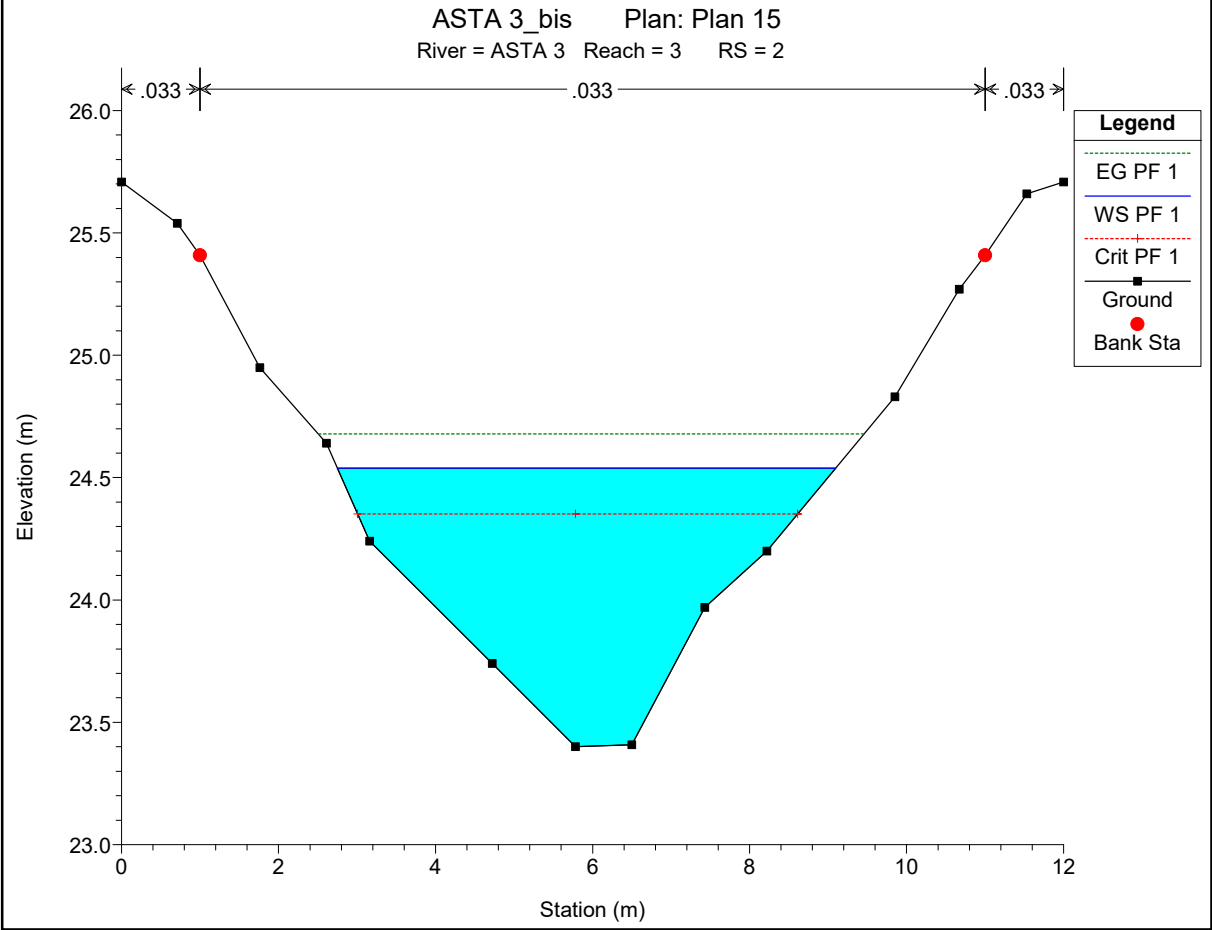
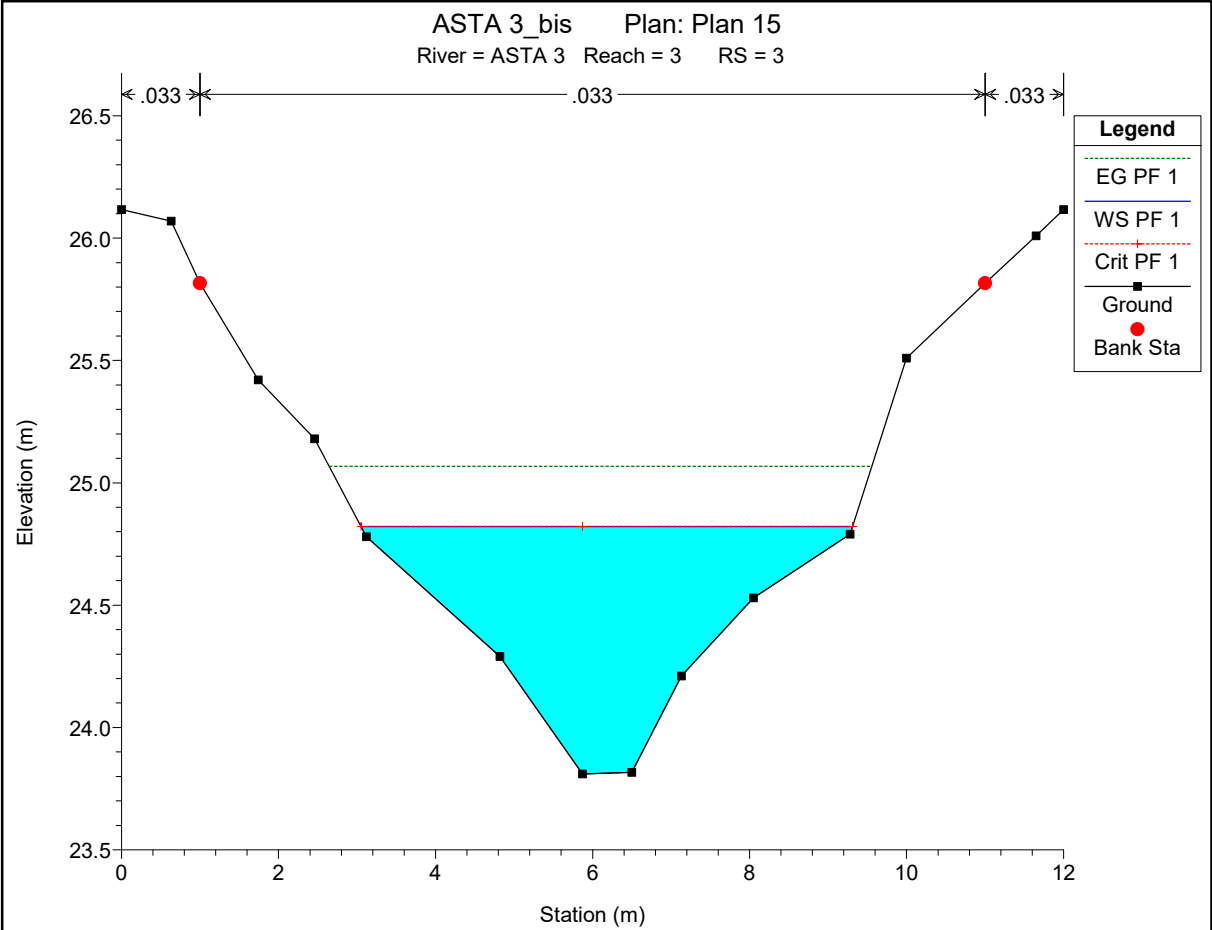




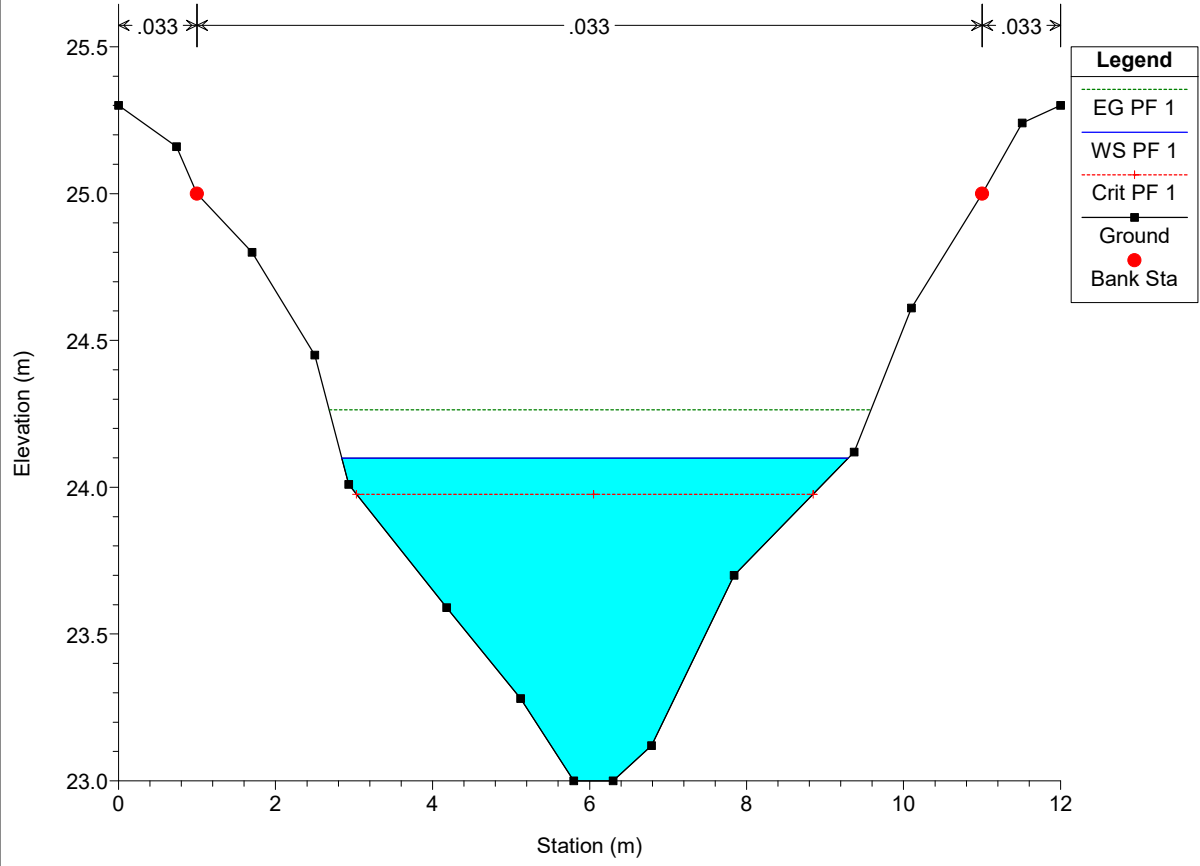




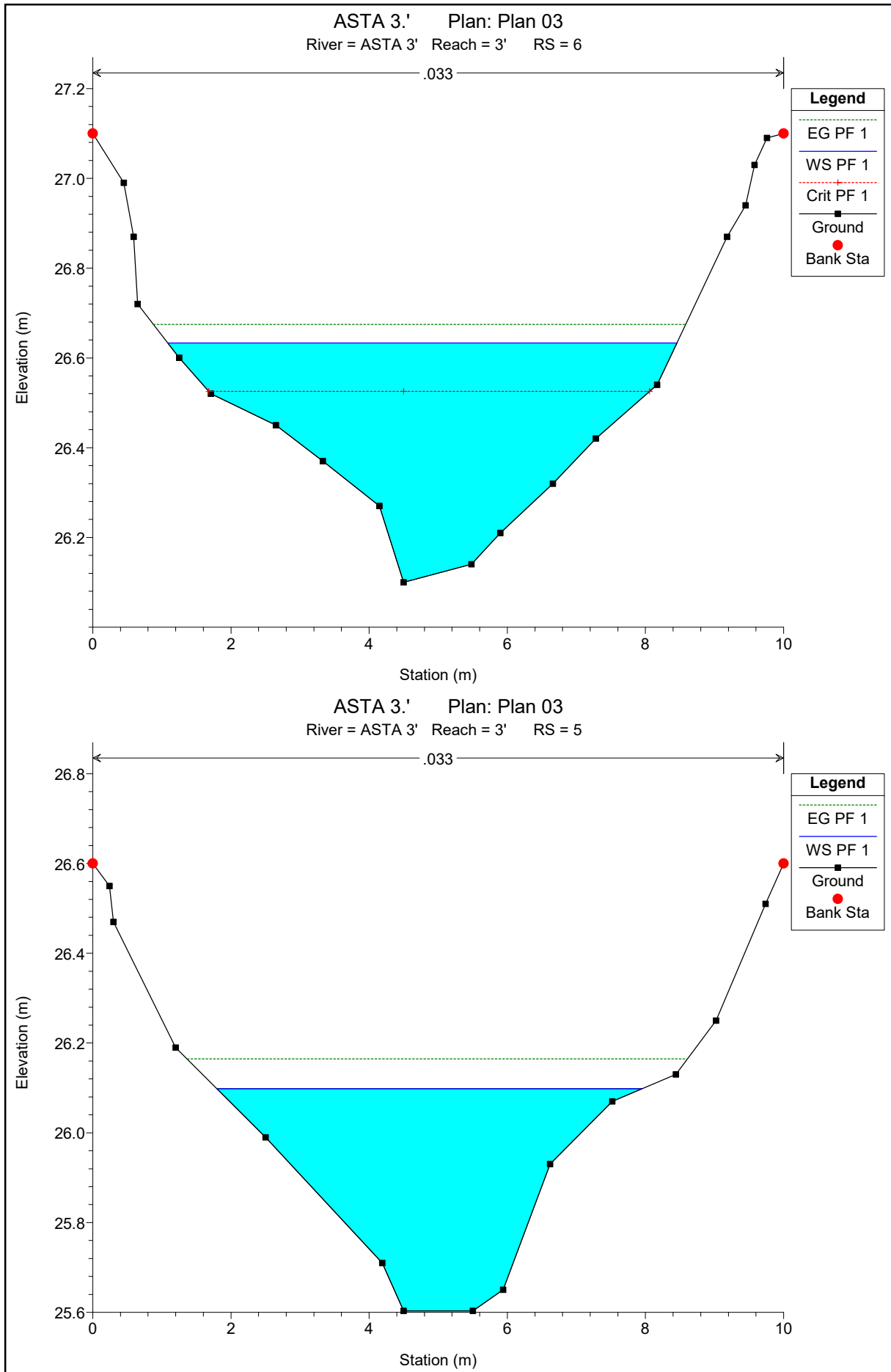


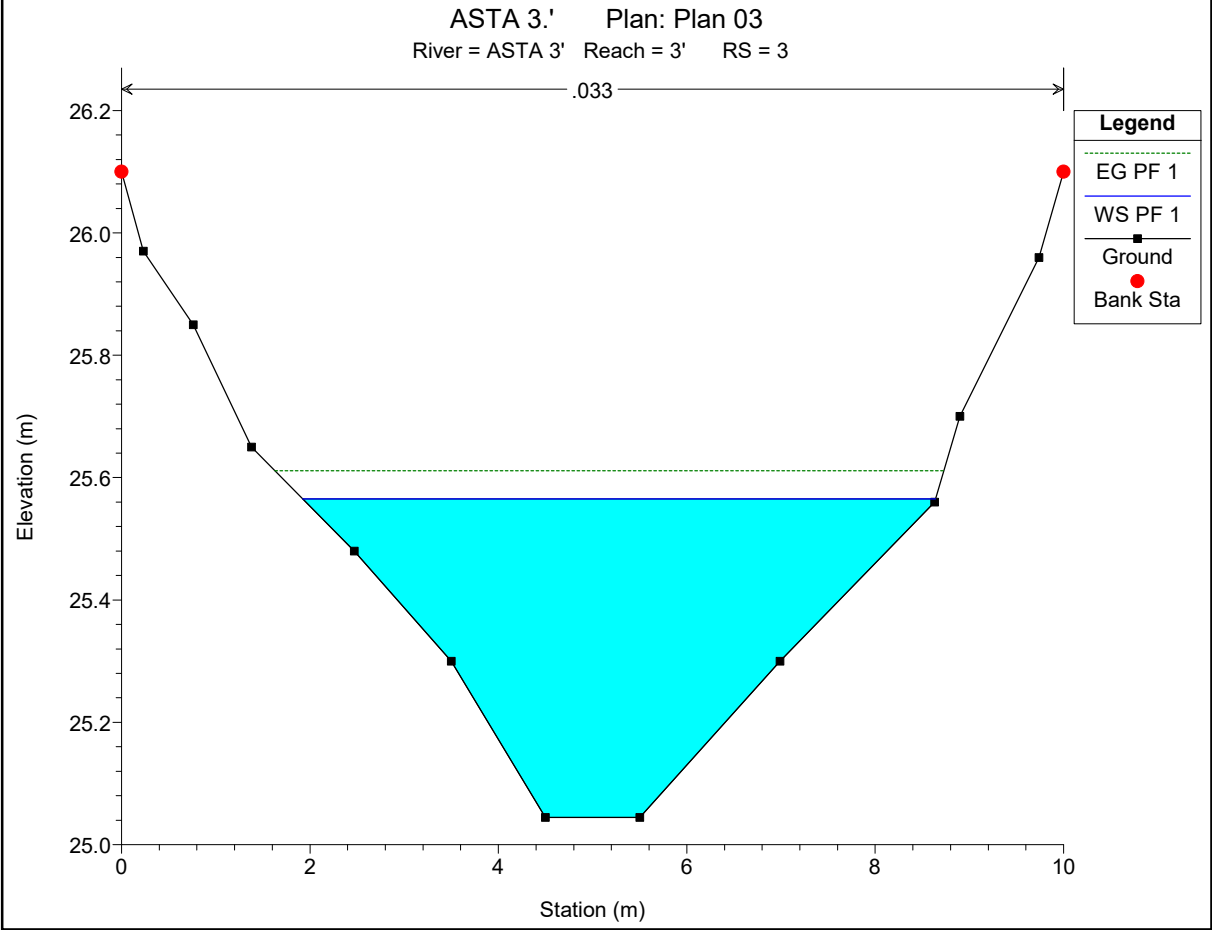
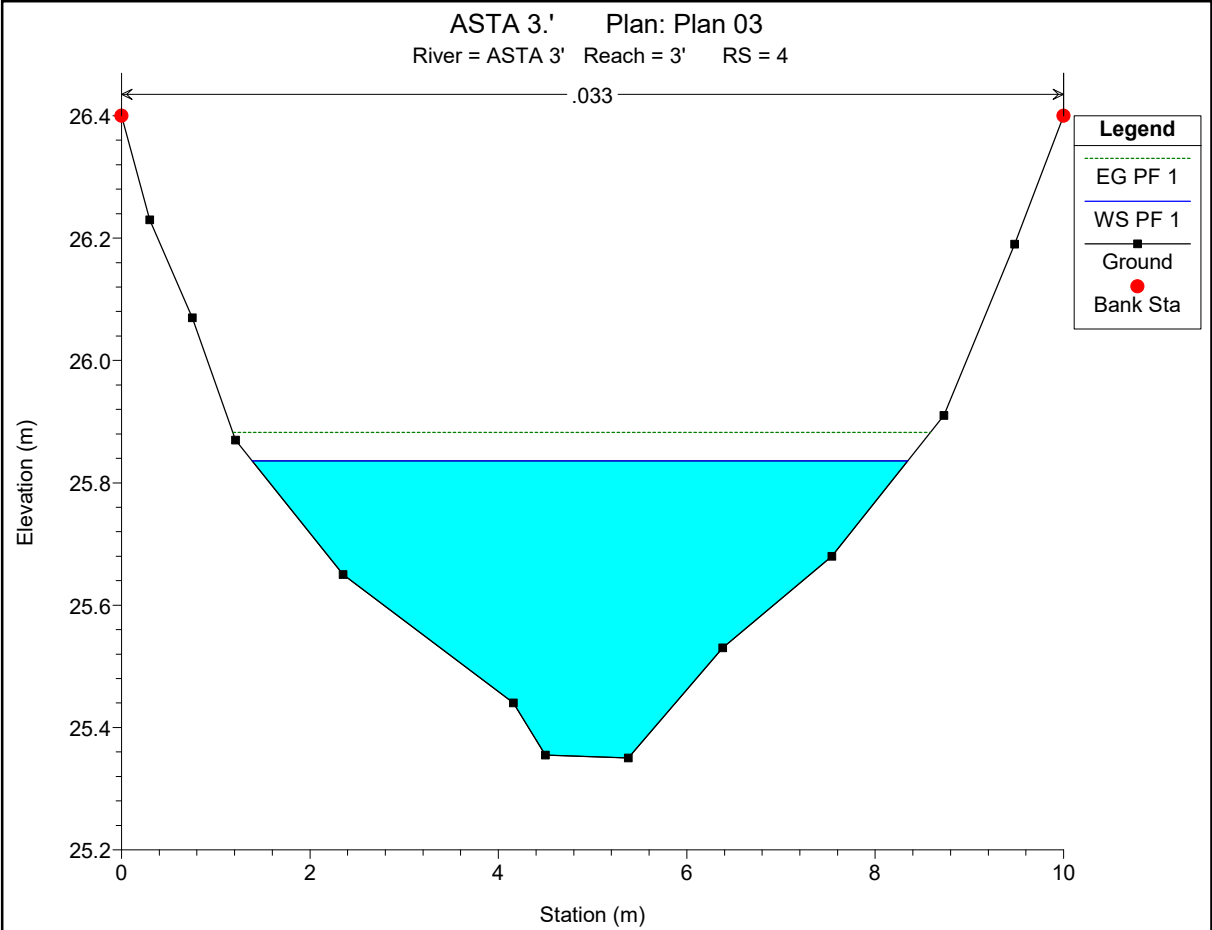


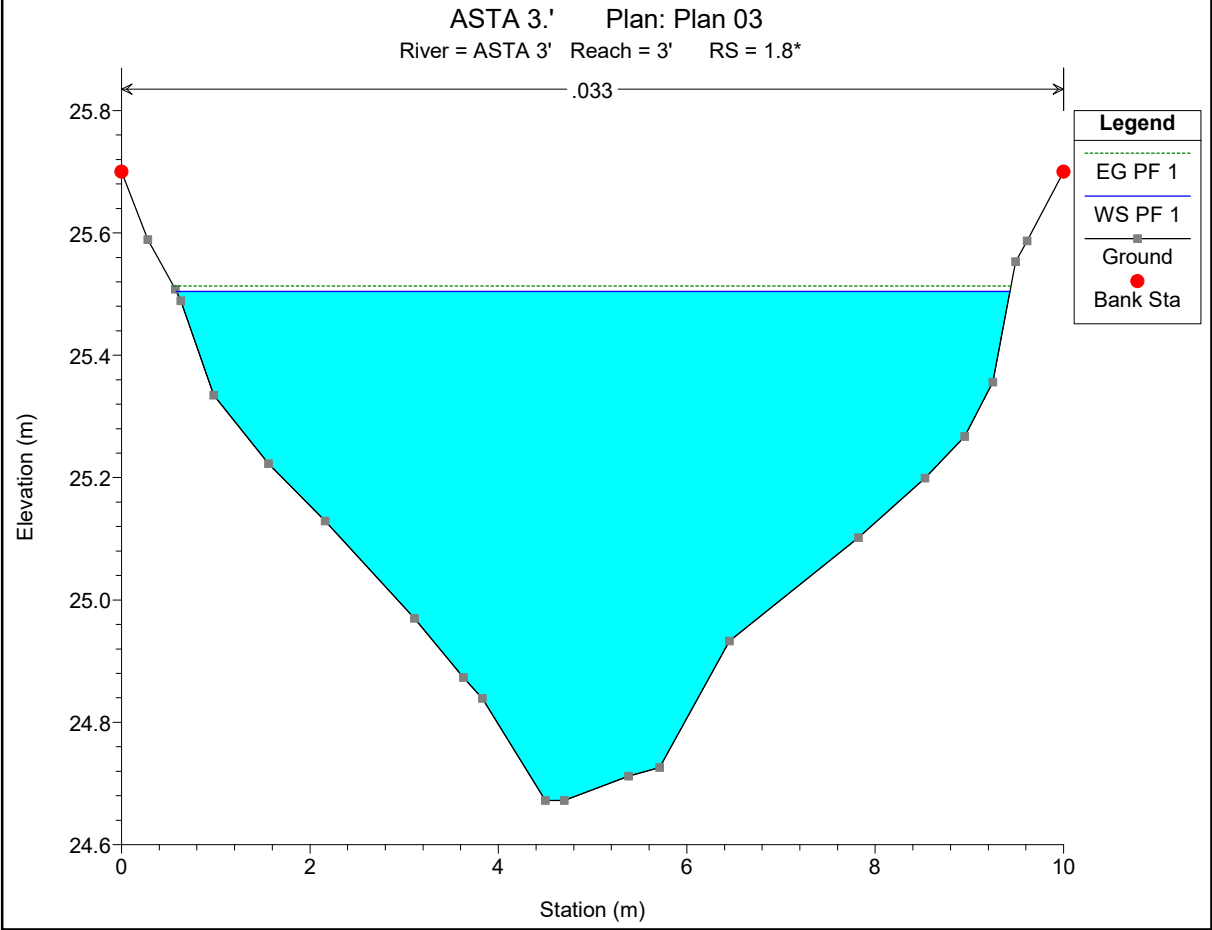
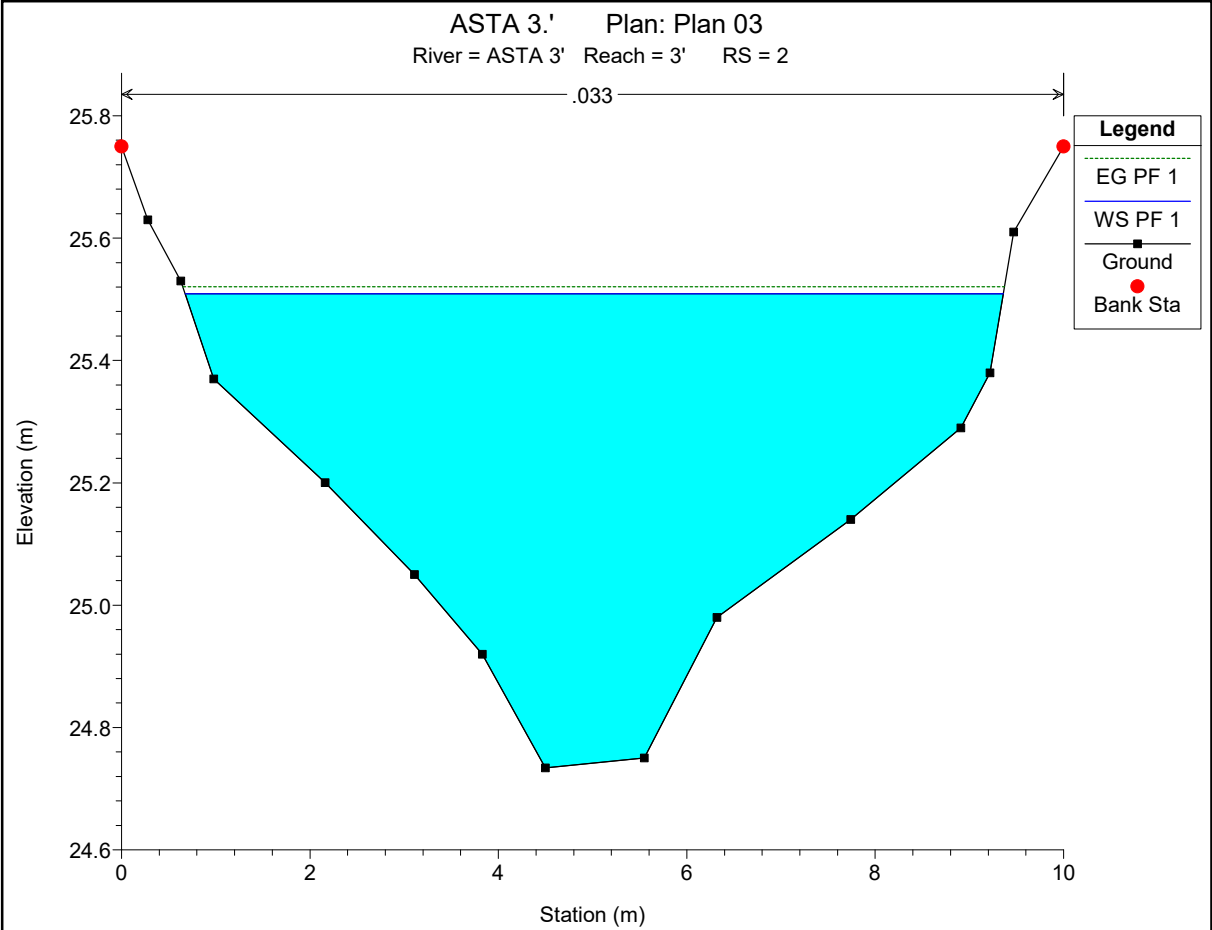
ASTA 3_bis Plan: Plan 15
River = ASTA 3 Reach = 3 RS = 1

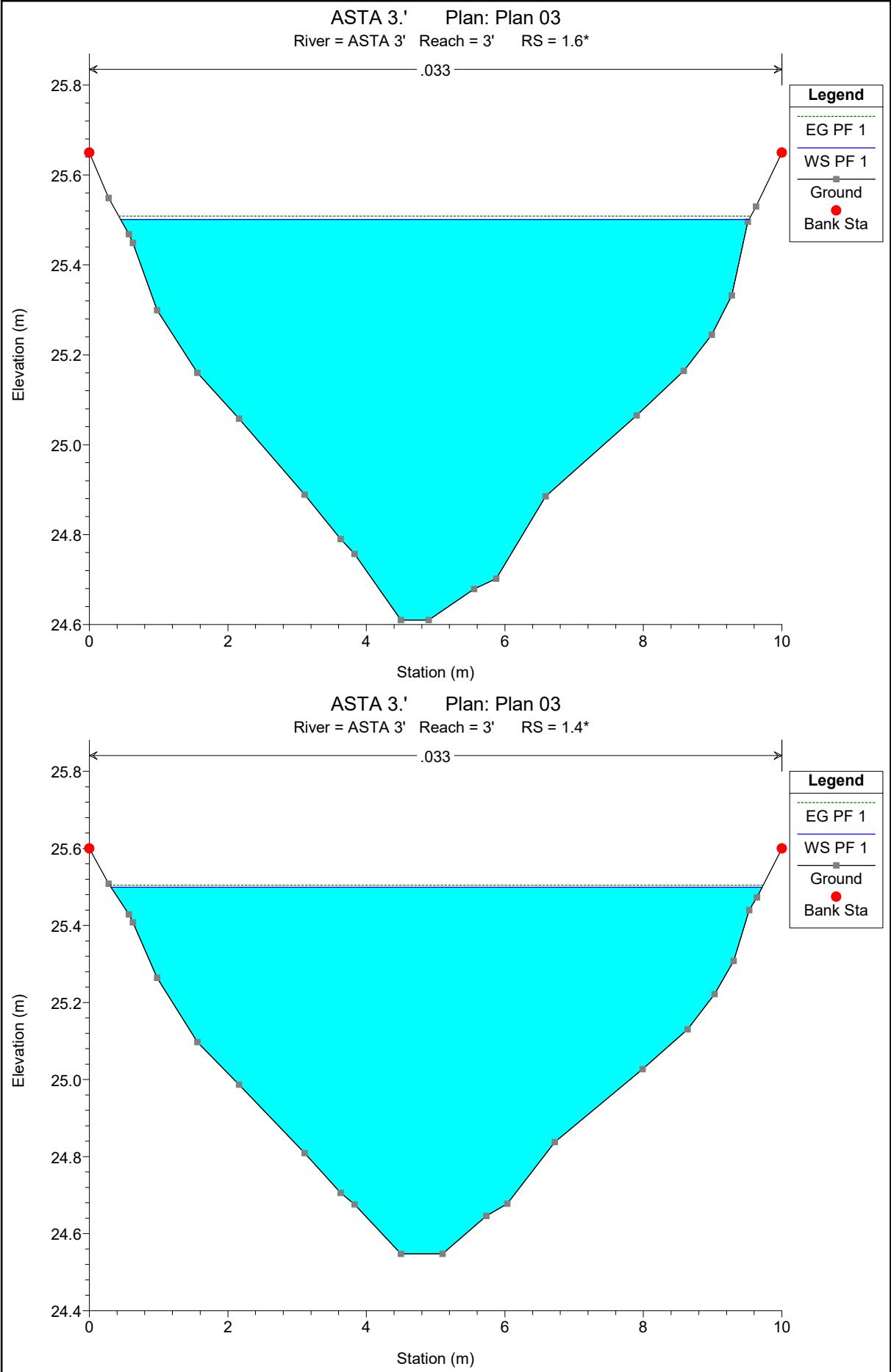


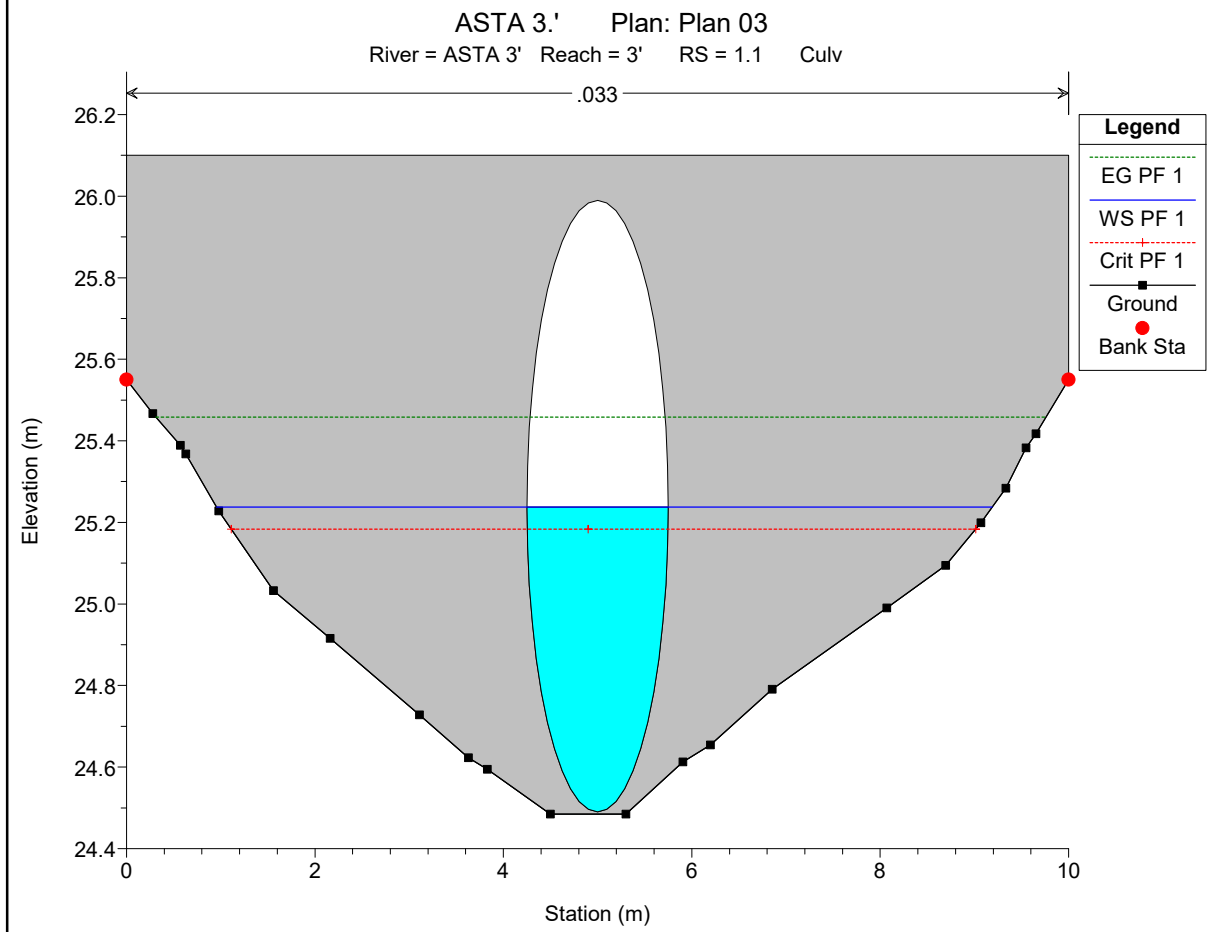
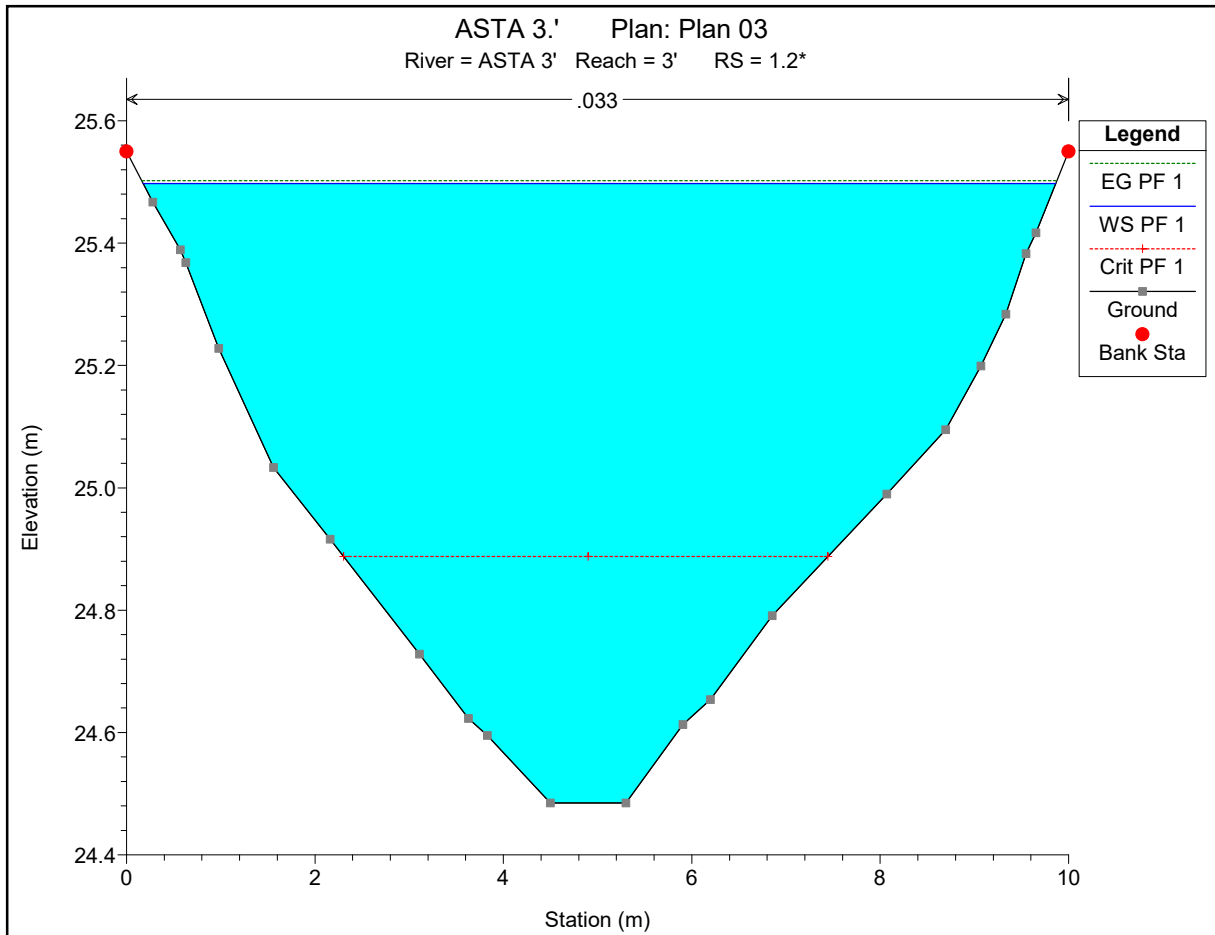
ASTA 3'

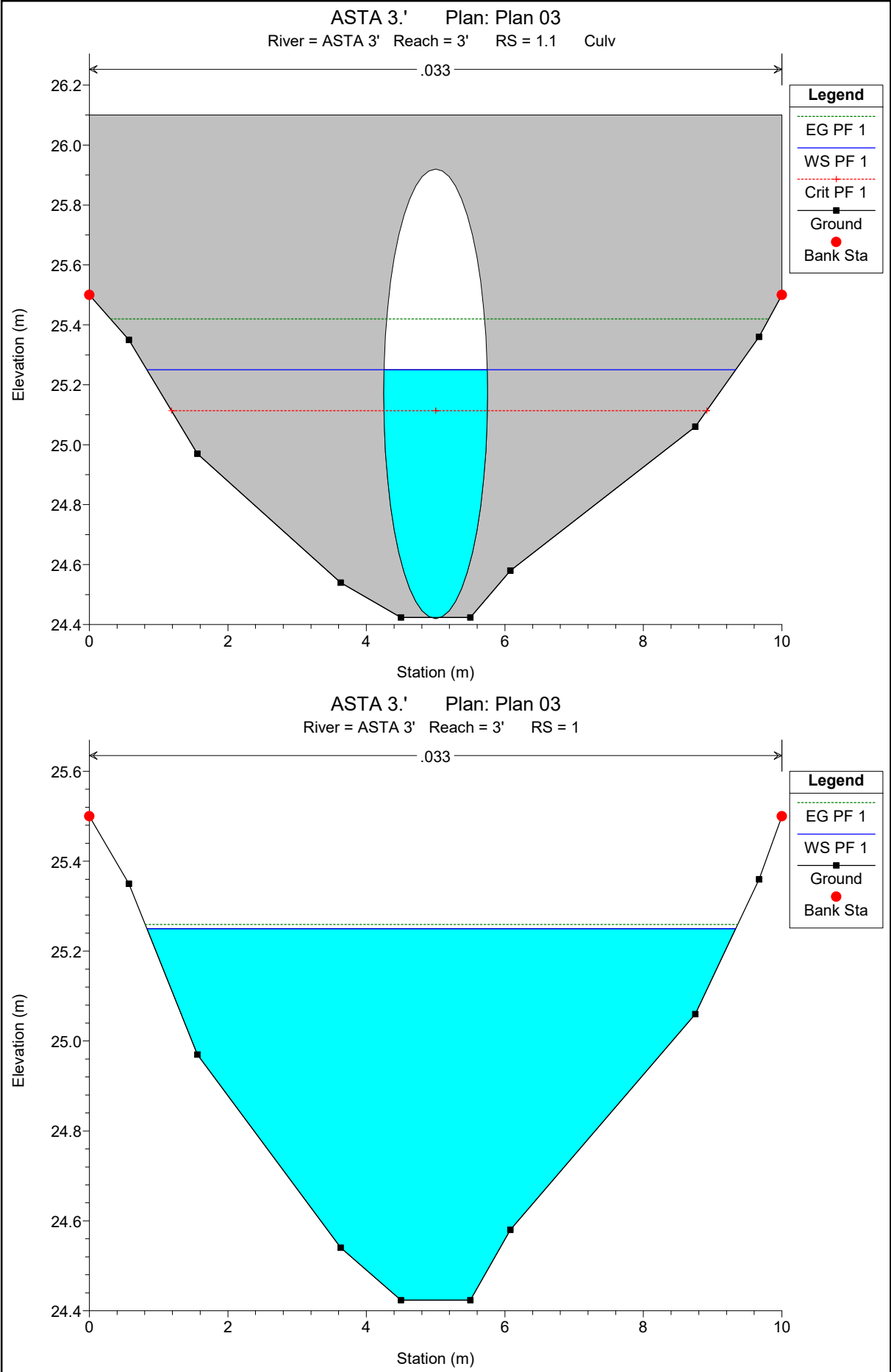


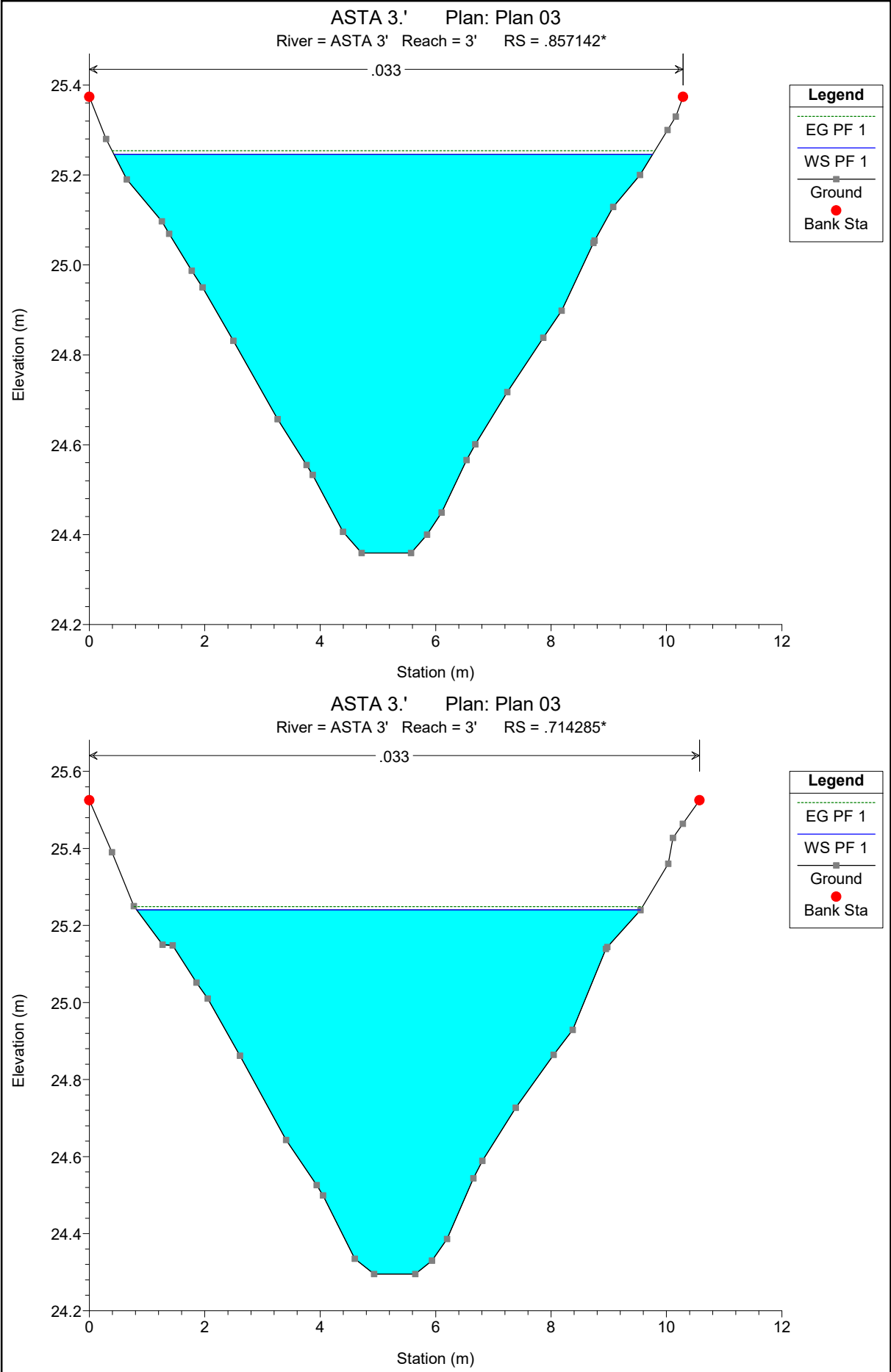


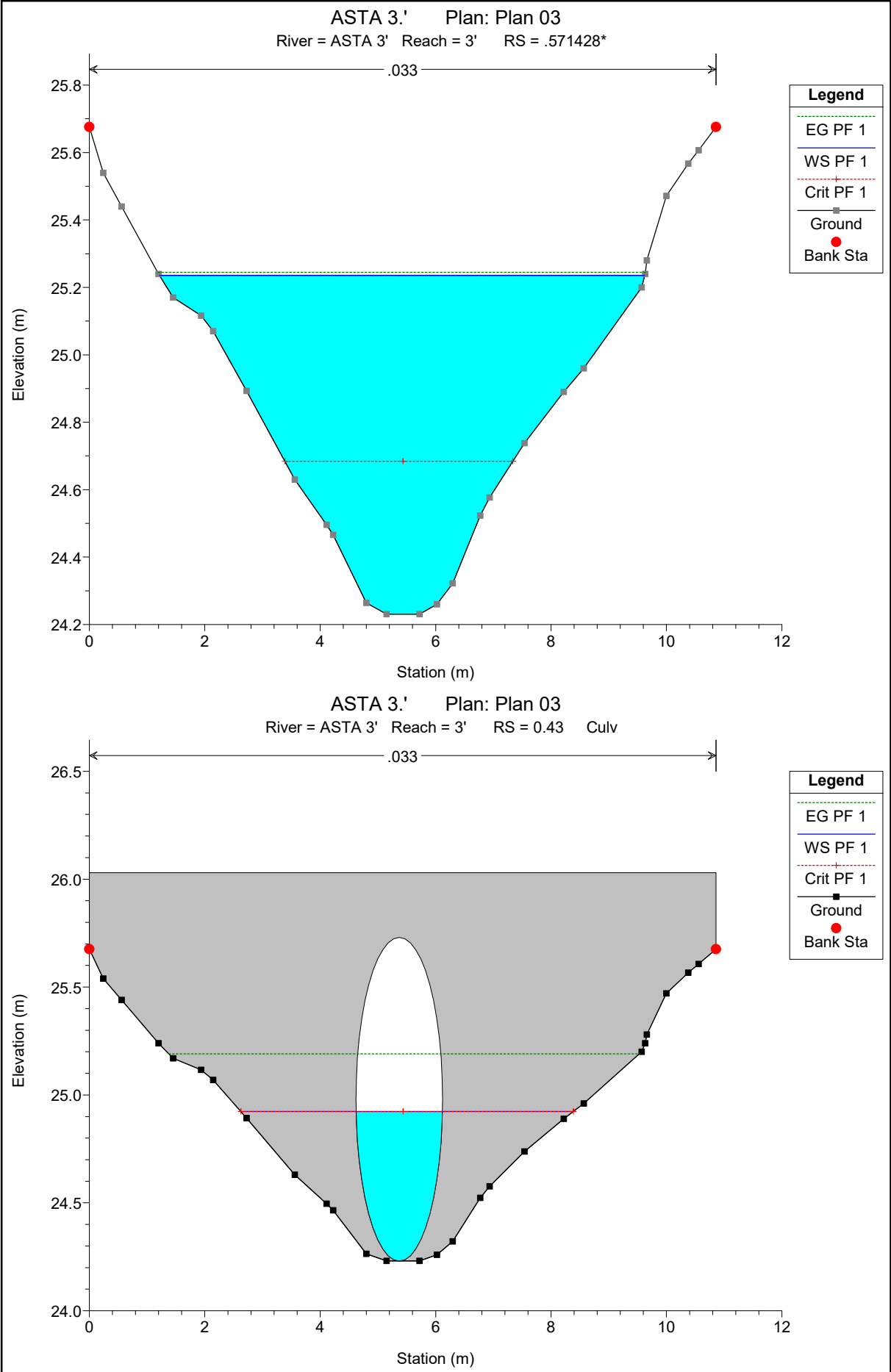


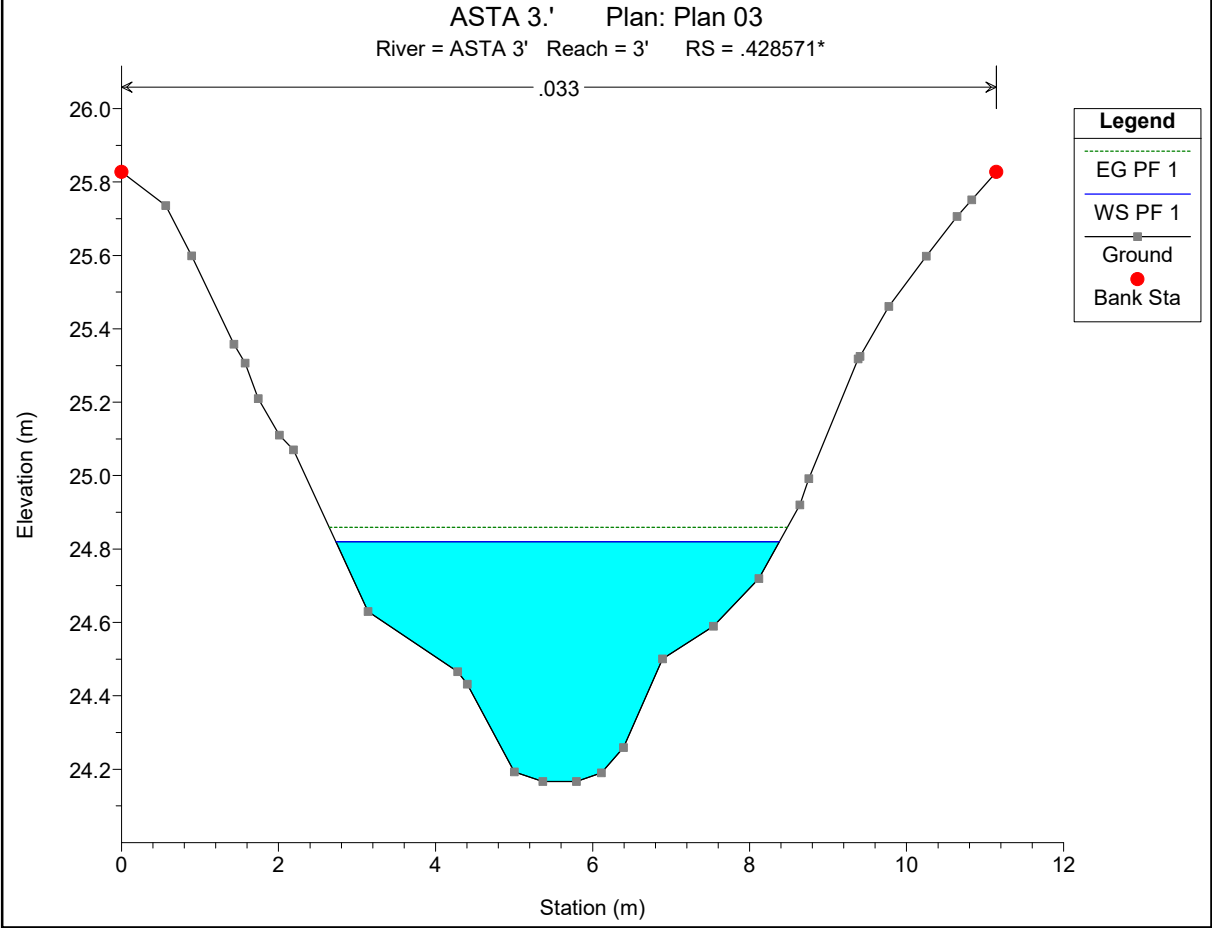
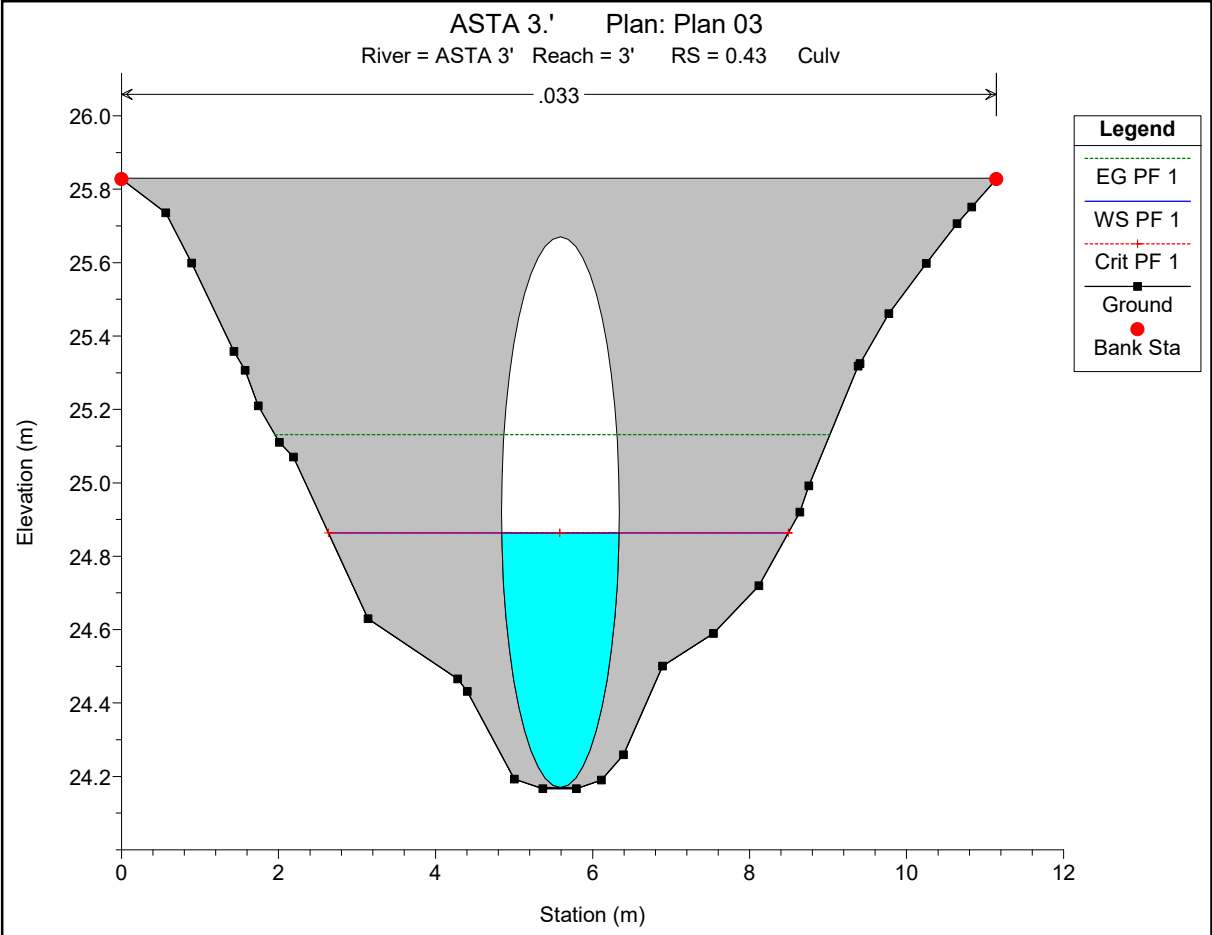


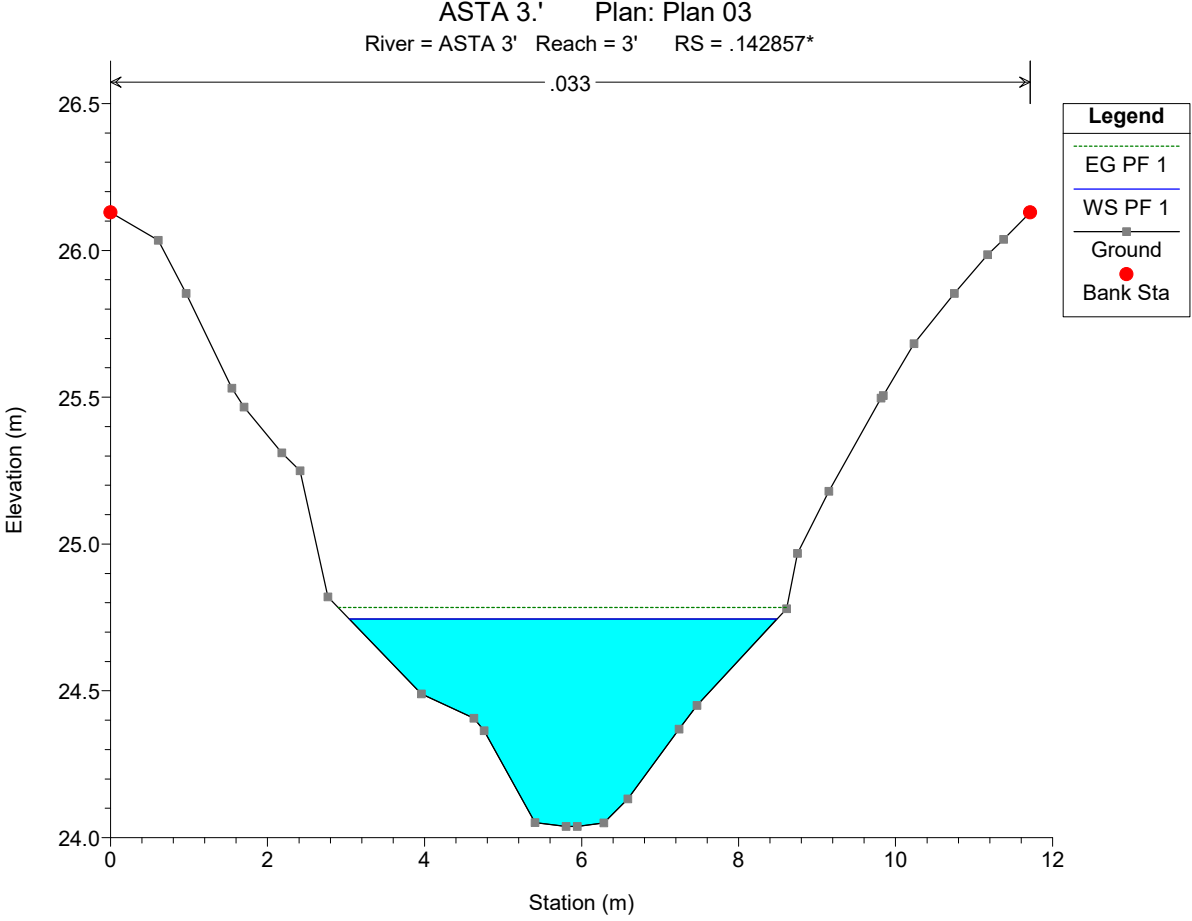
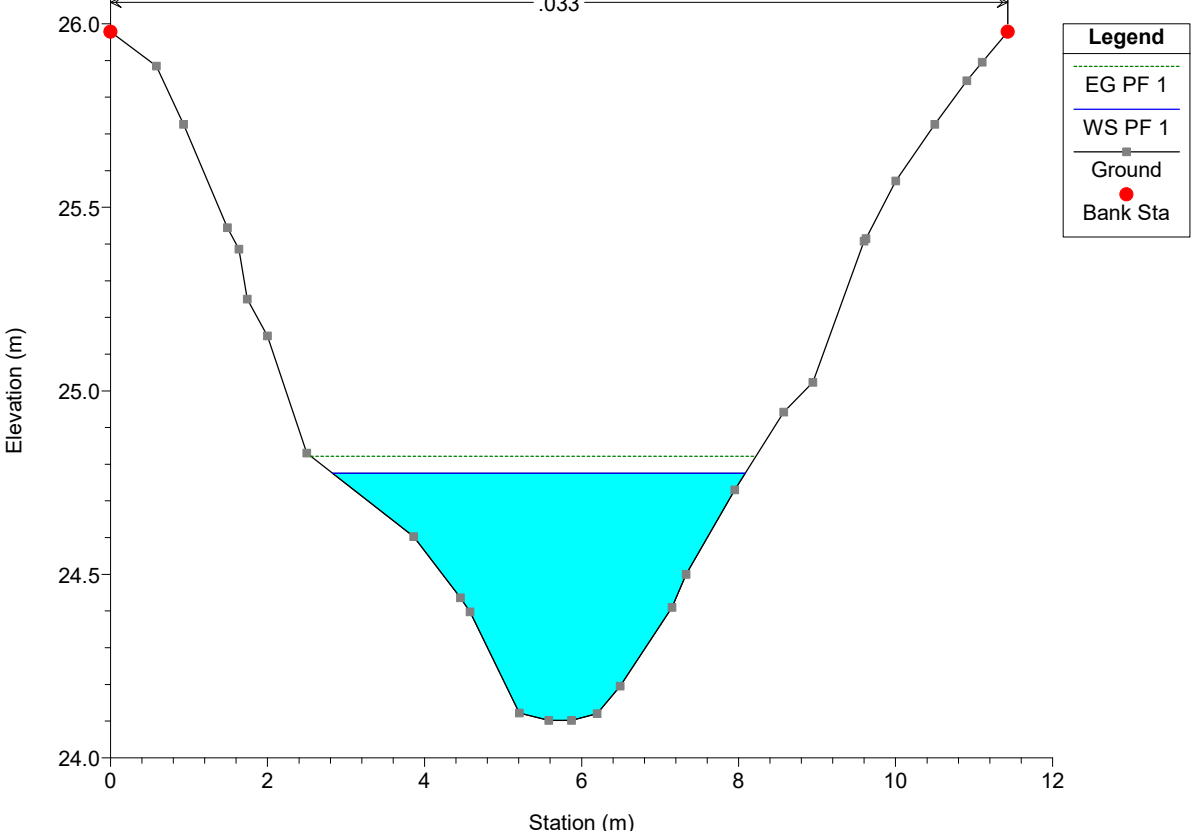
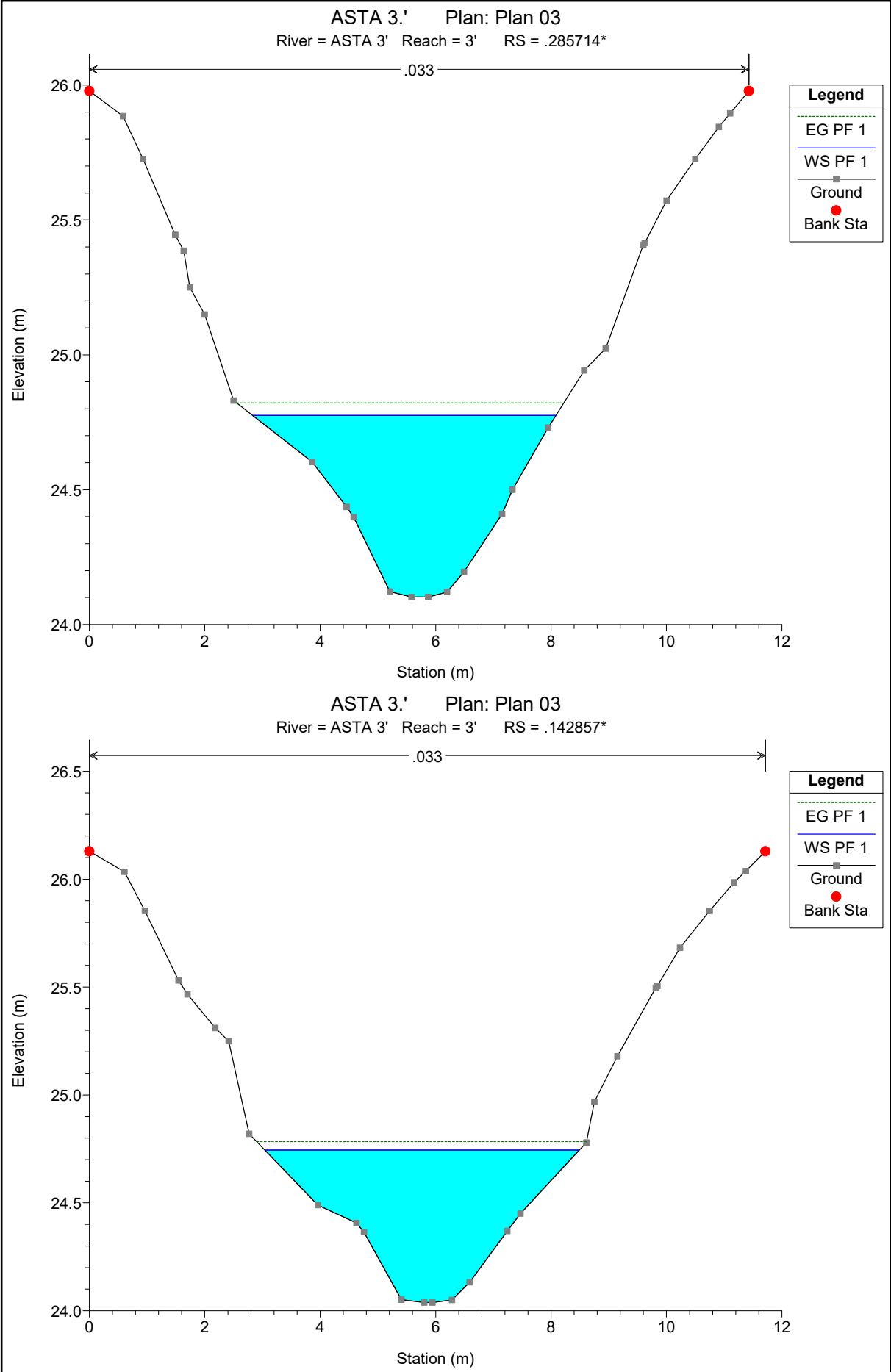




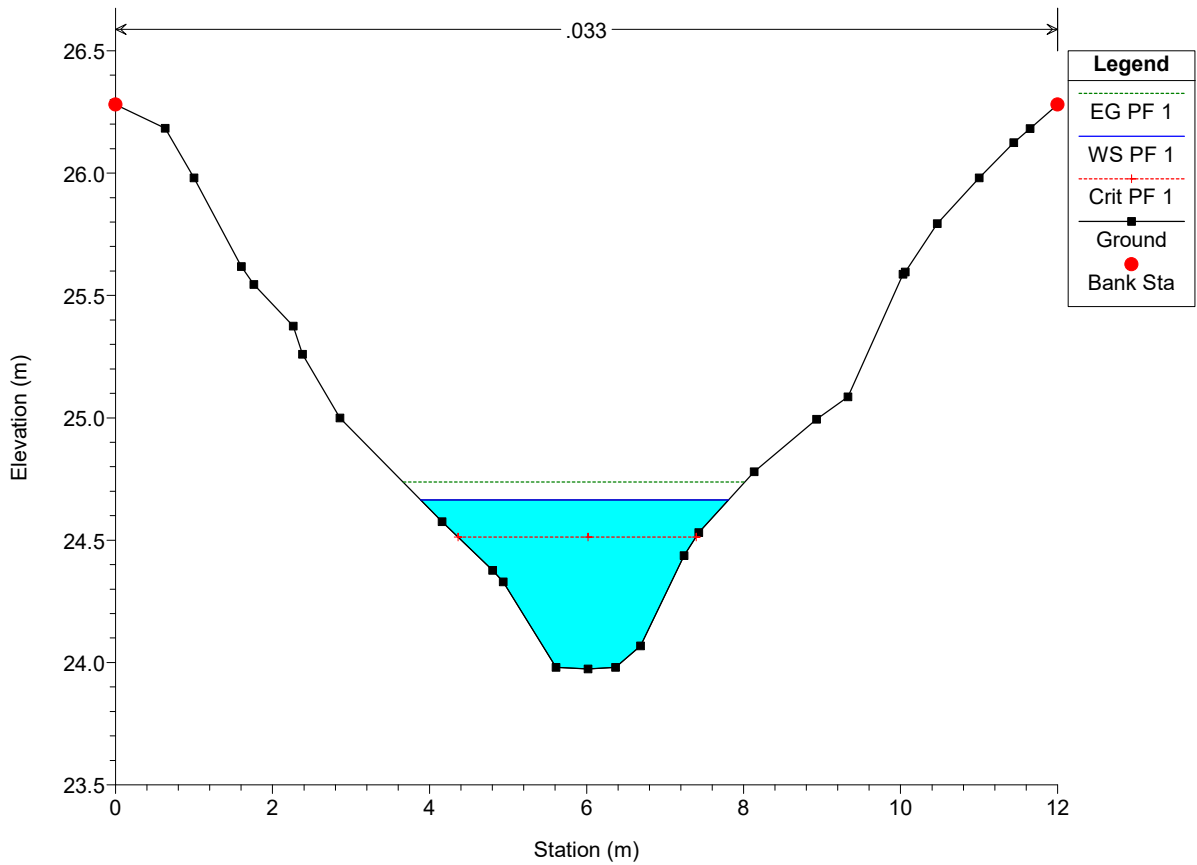




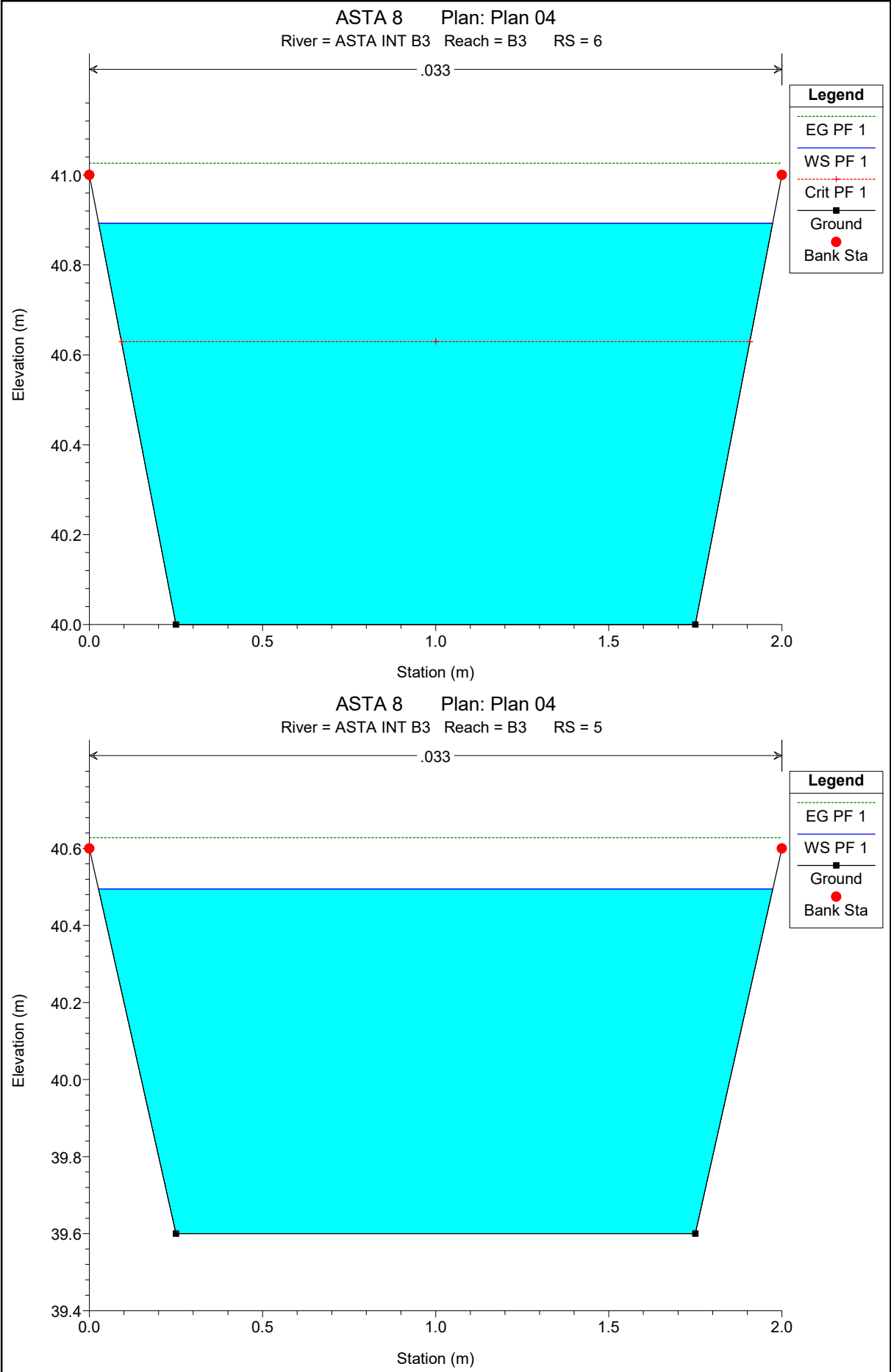


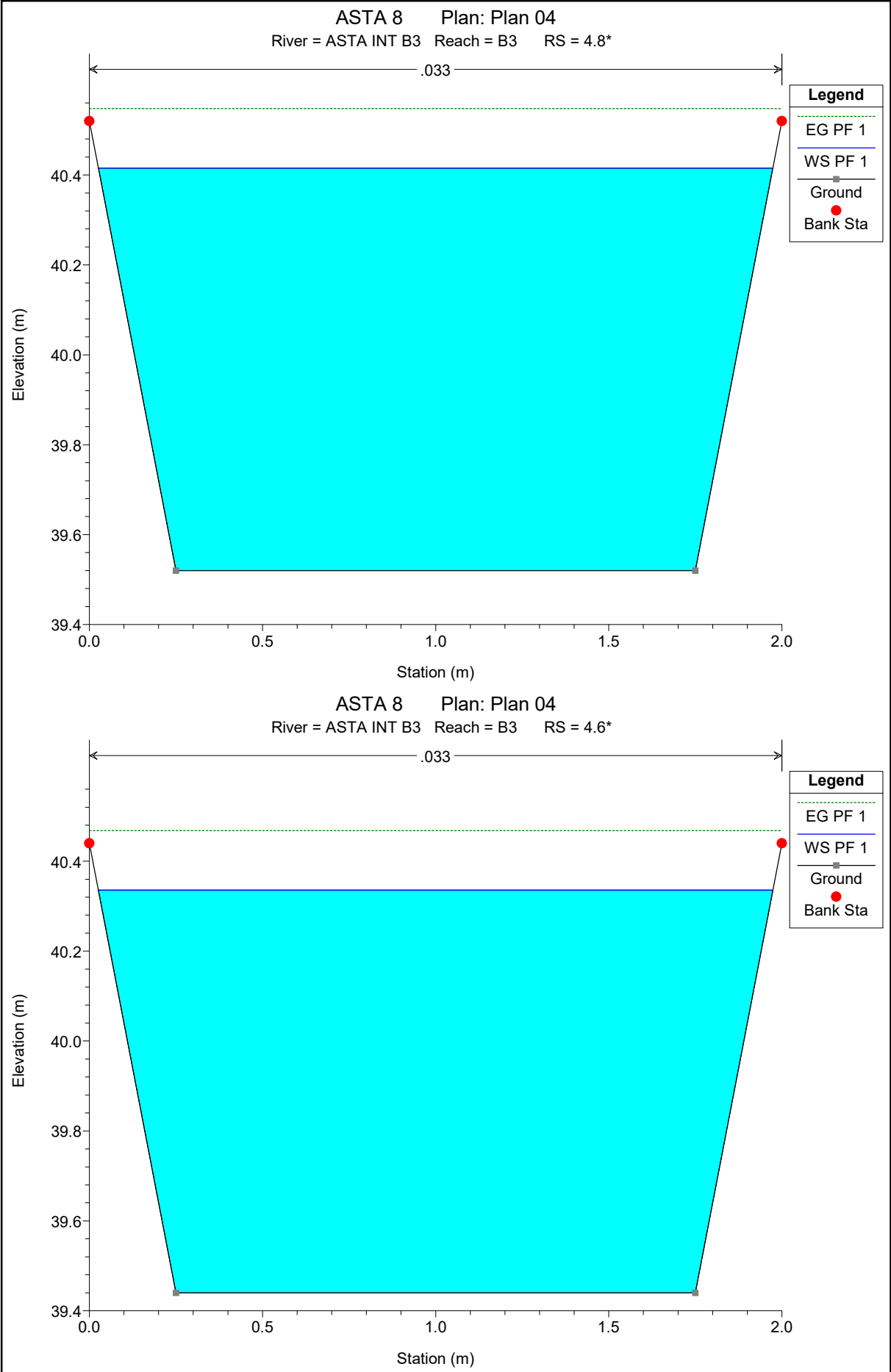


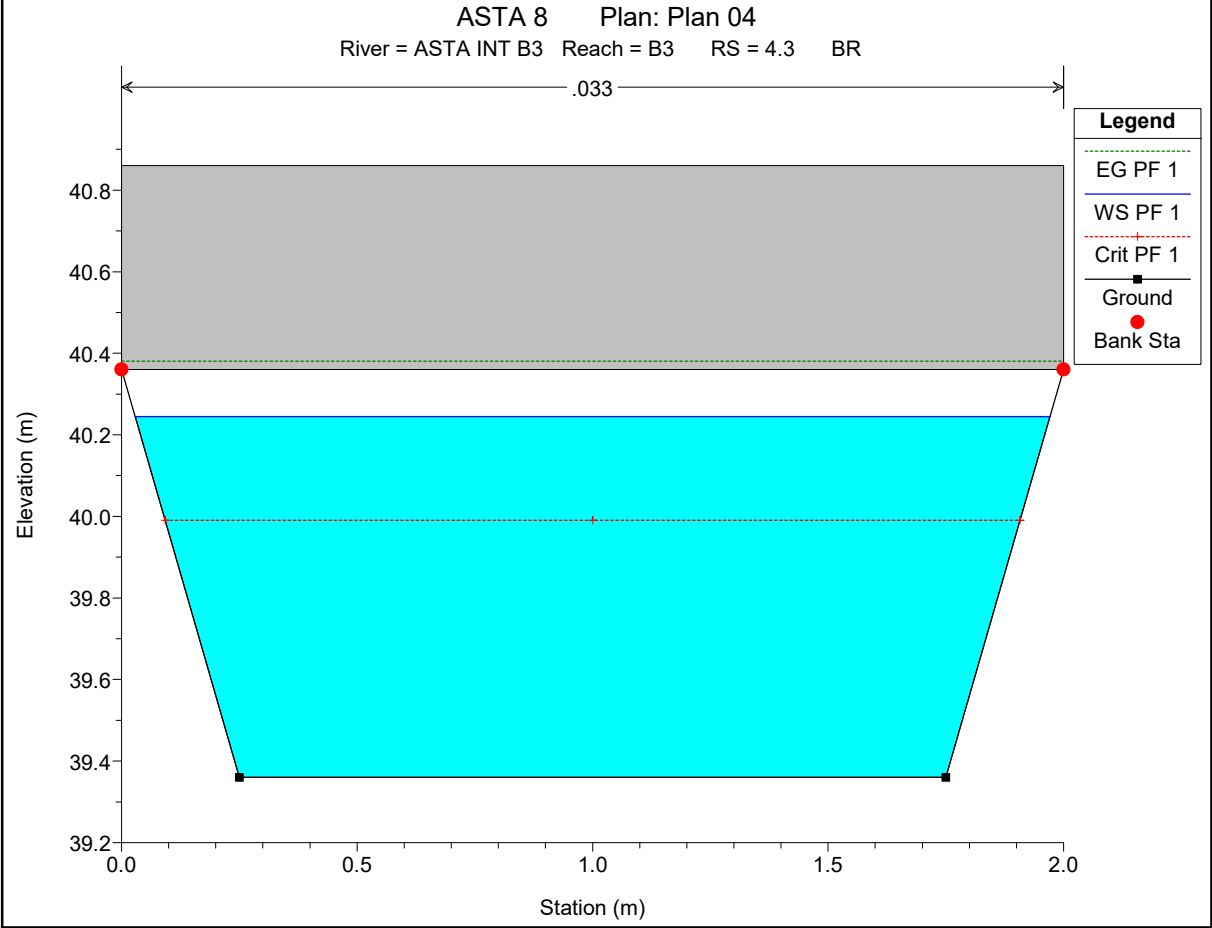
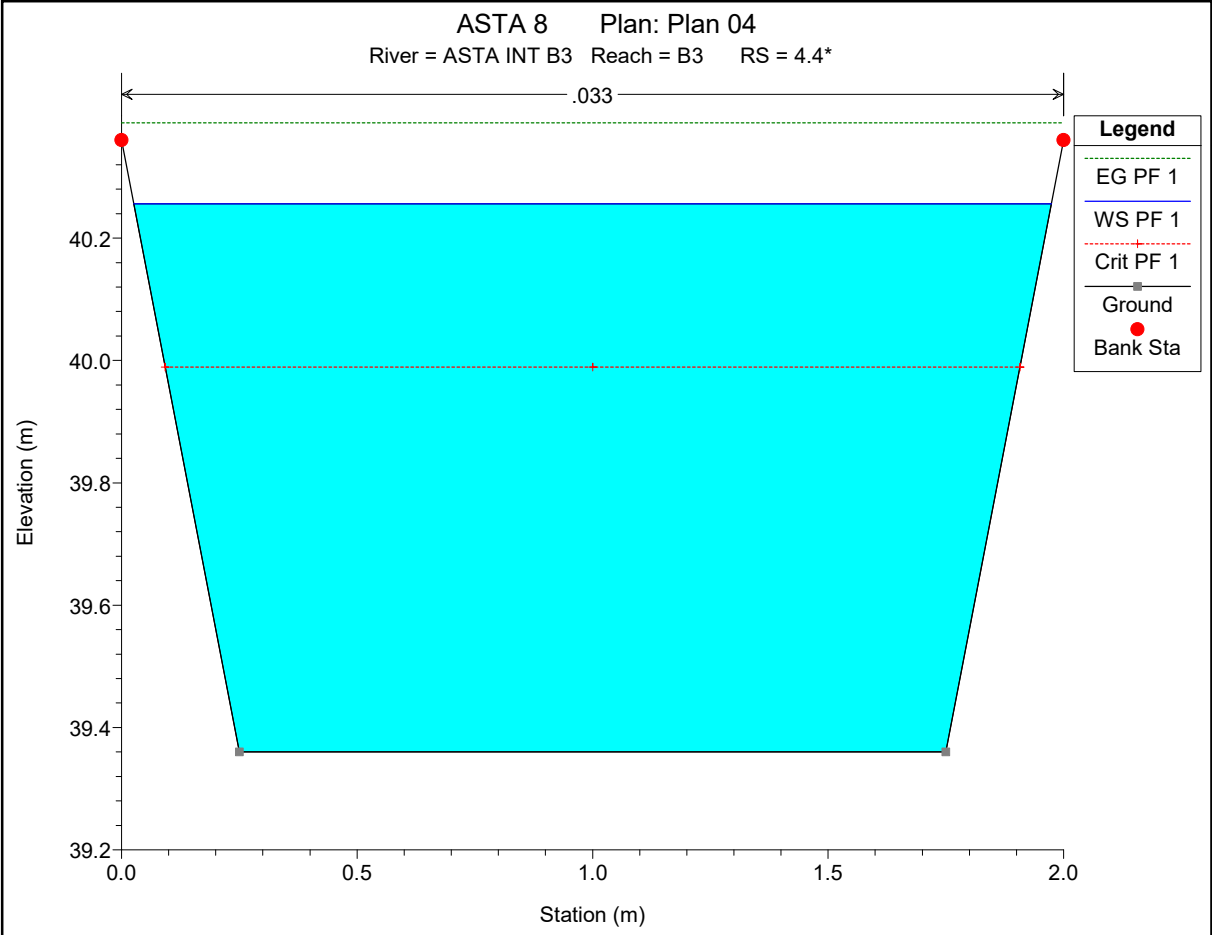
ASTA 3.' Plan: Plan 03
River = ASTA 3' Reach = 3' RS = 0

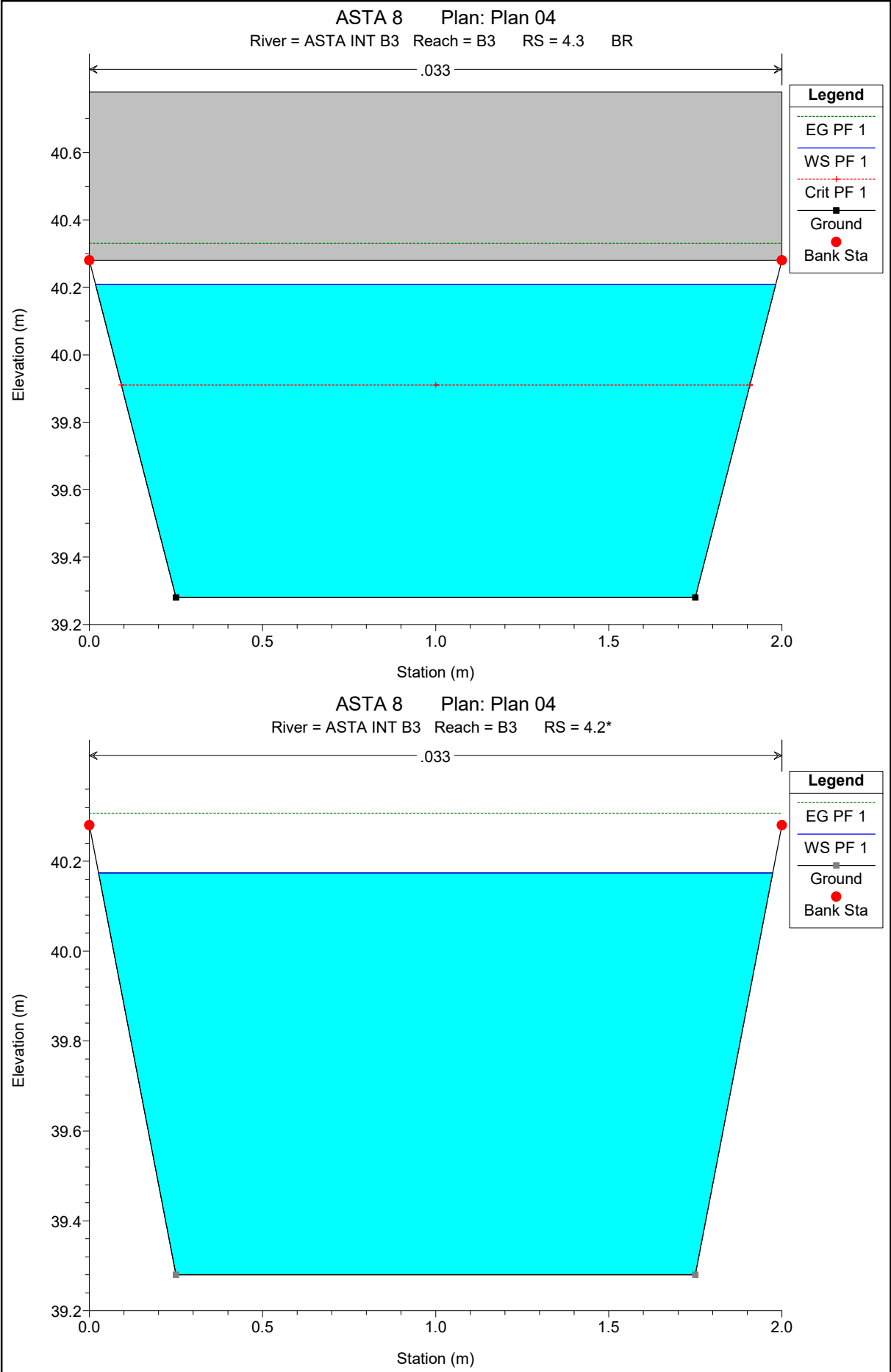


ASTA INT B3

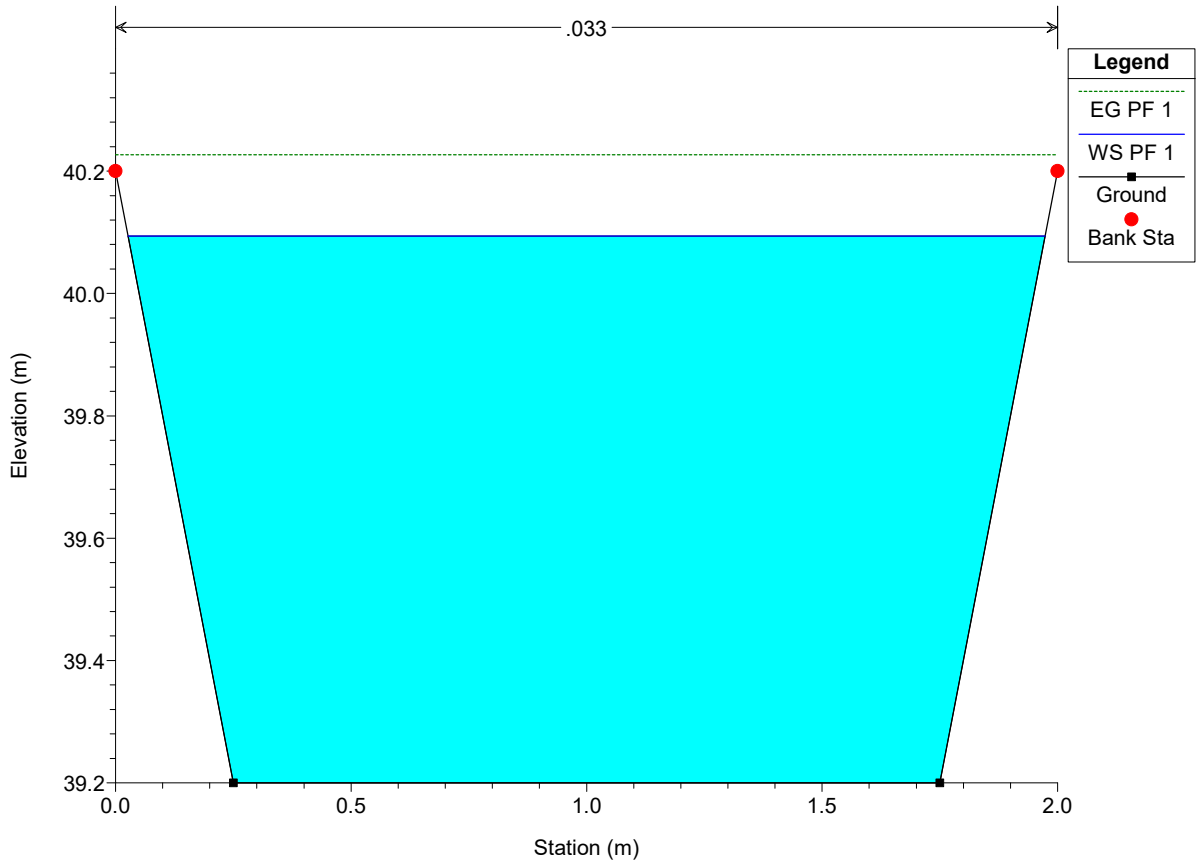




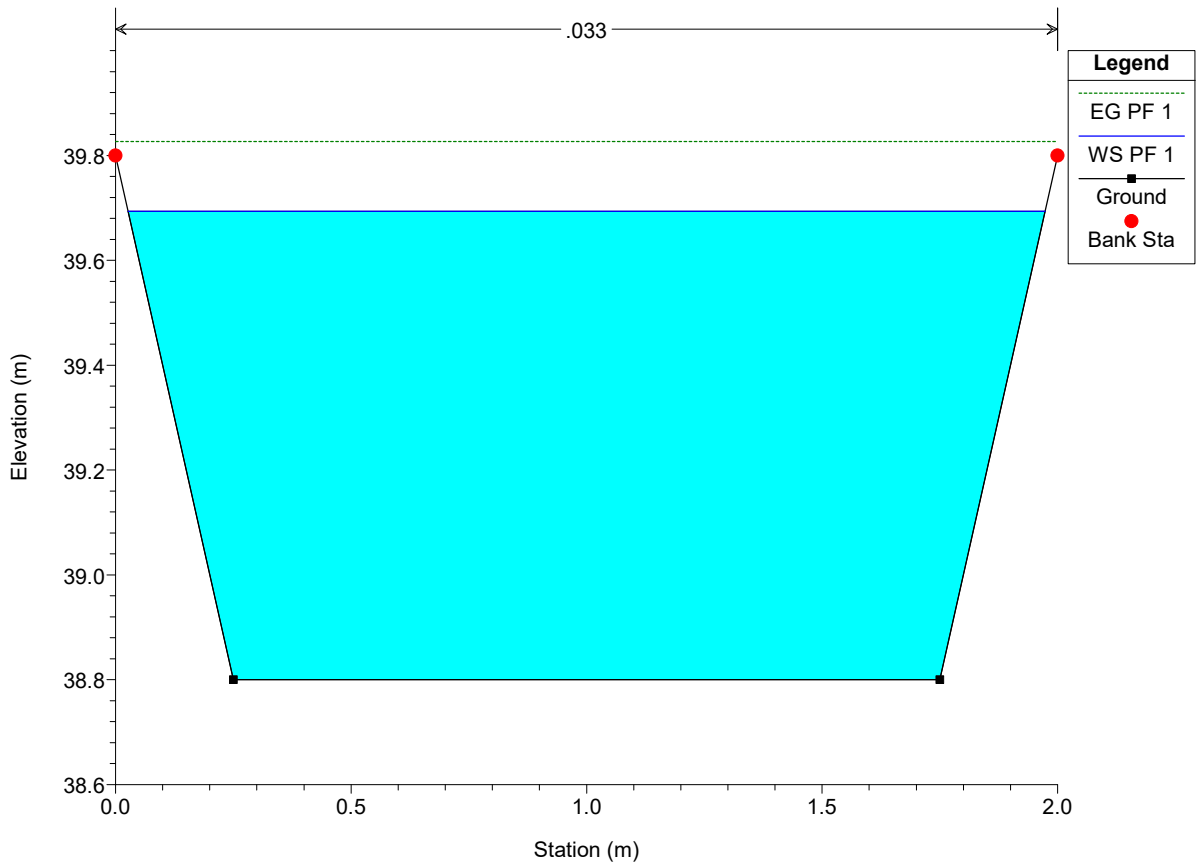


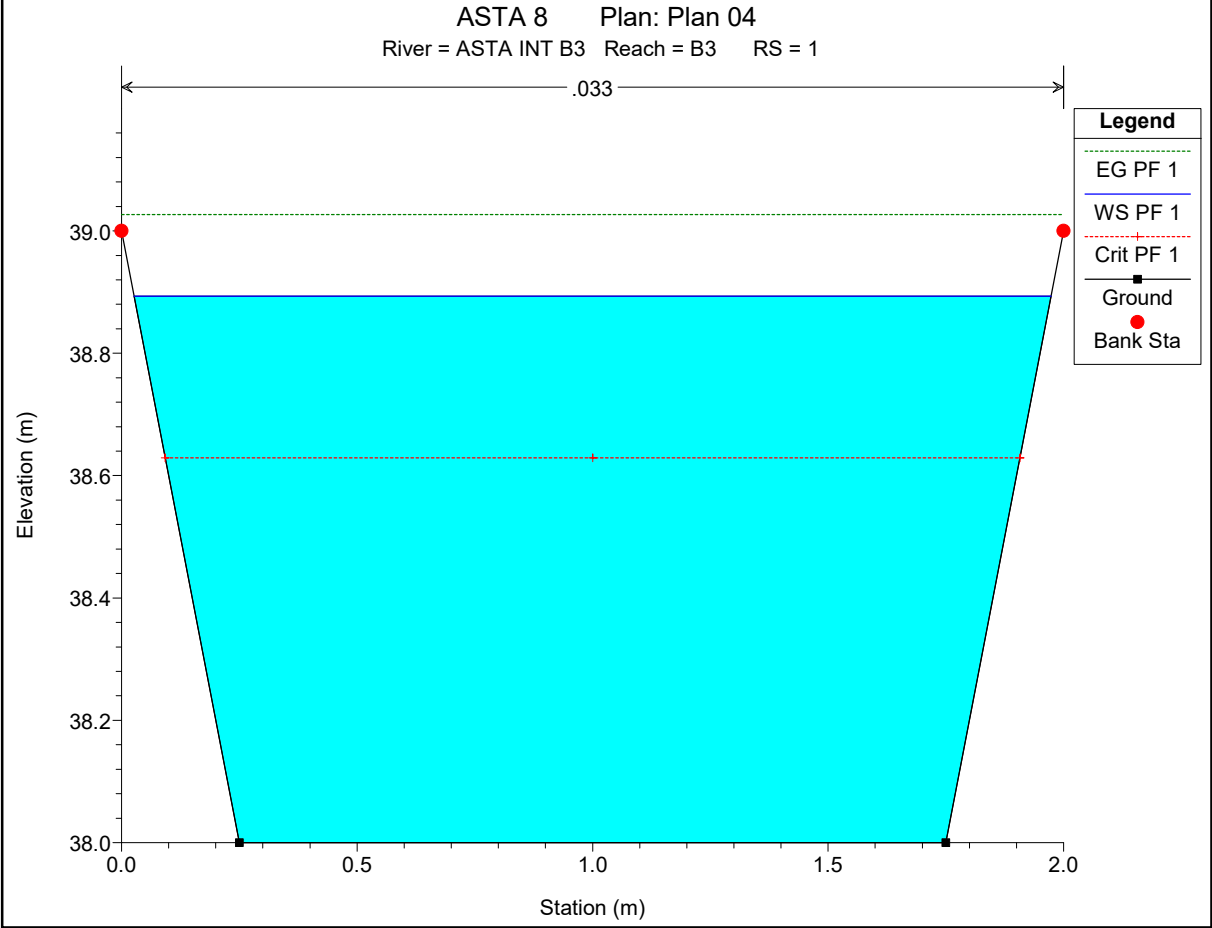
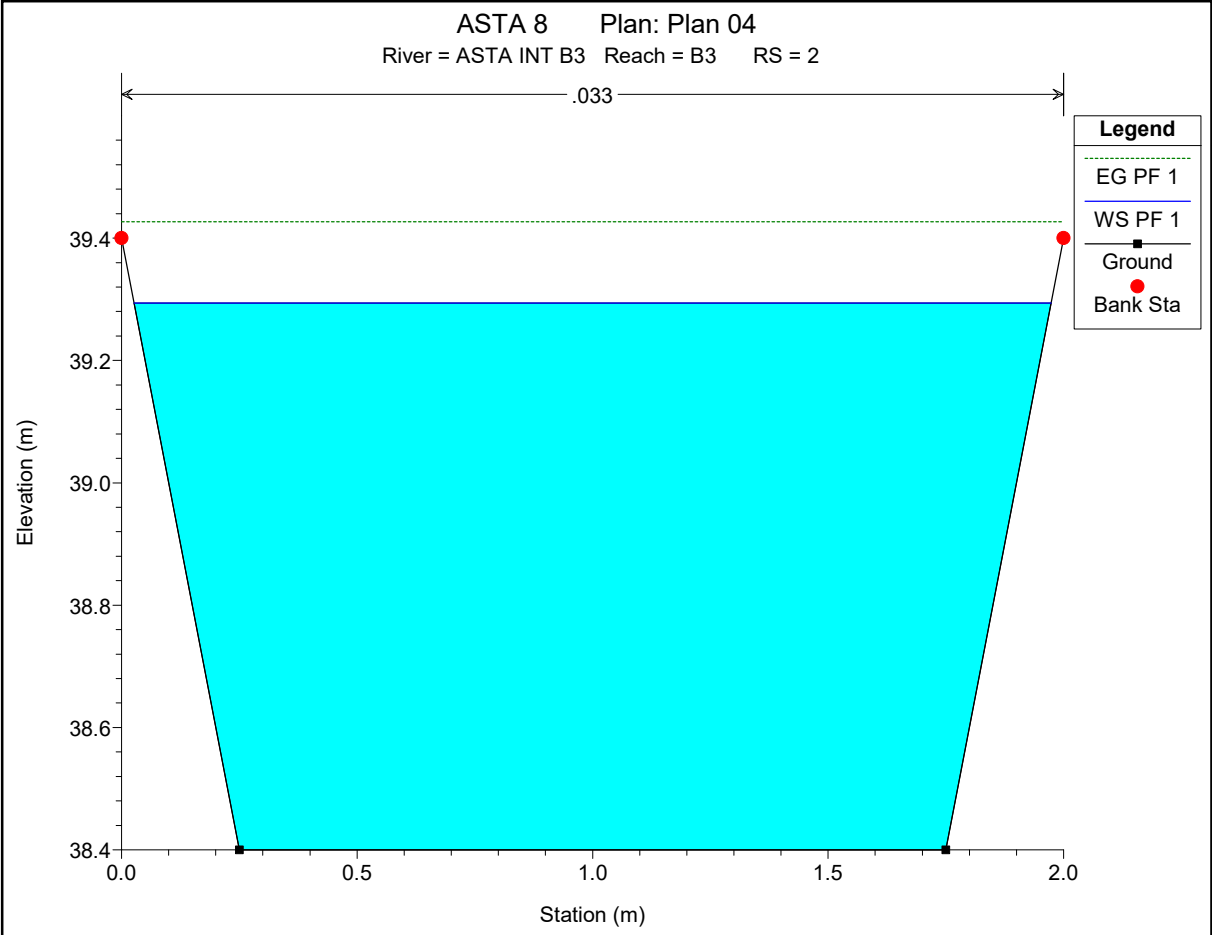


ASTA 8 Plan: Plan 04
River = ASTA INT B3 Reach = B3 RS = 4

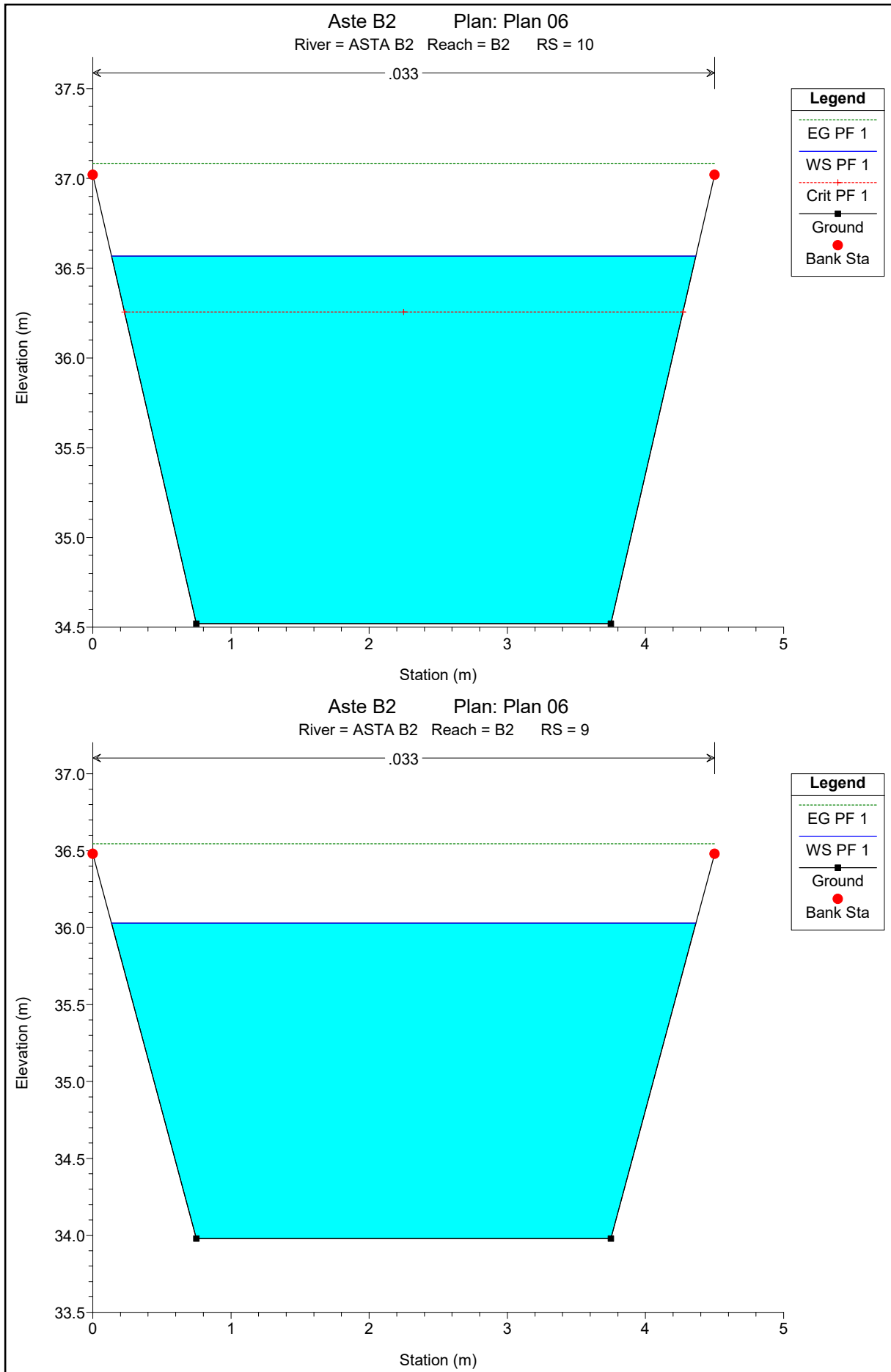


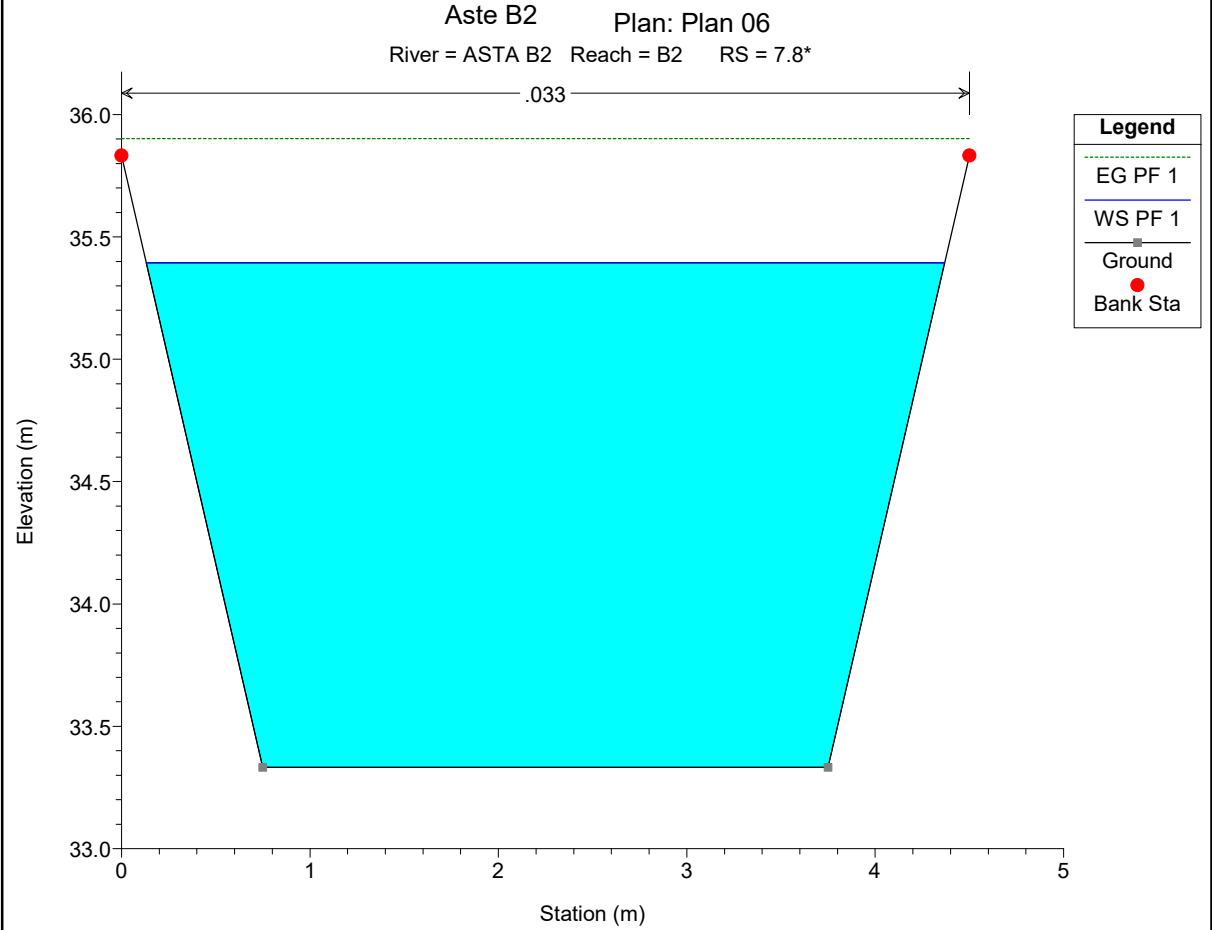
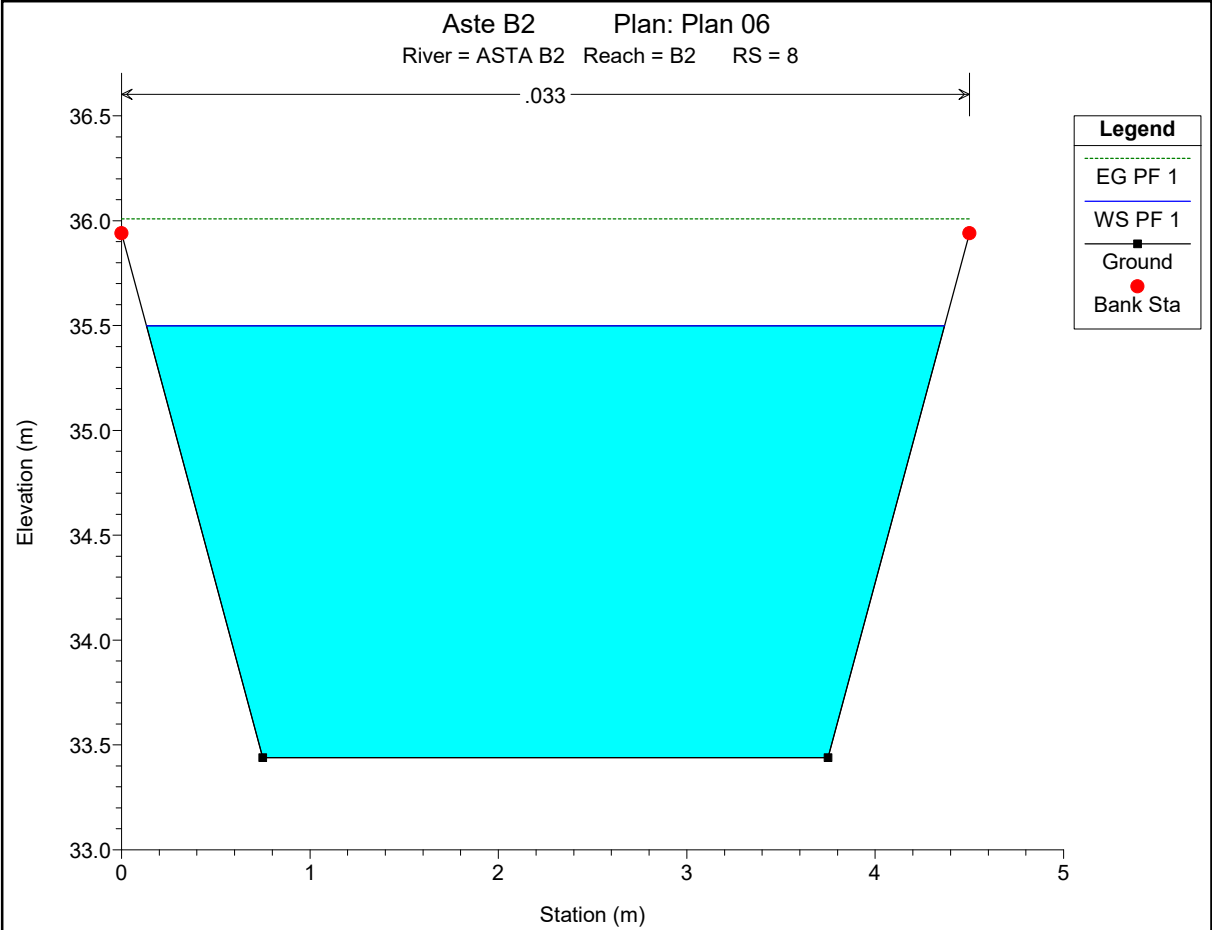
ASTA 8 Plan: Plan 04
River = ASTA INT B3 Reach = B3 RS = 3

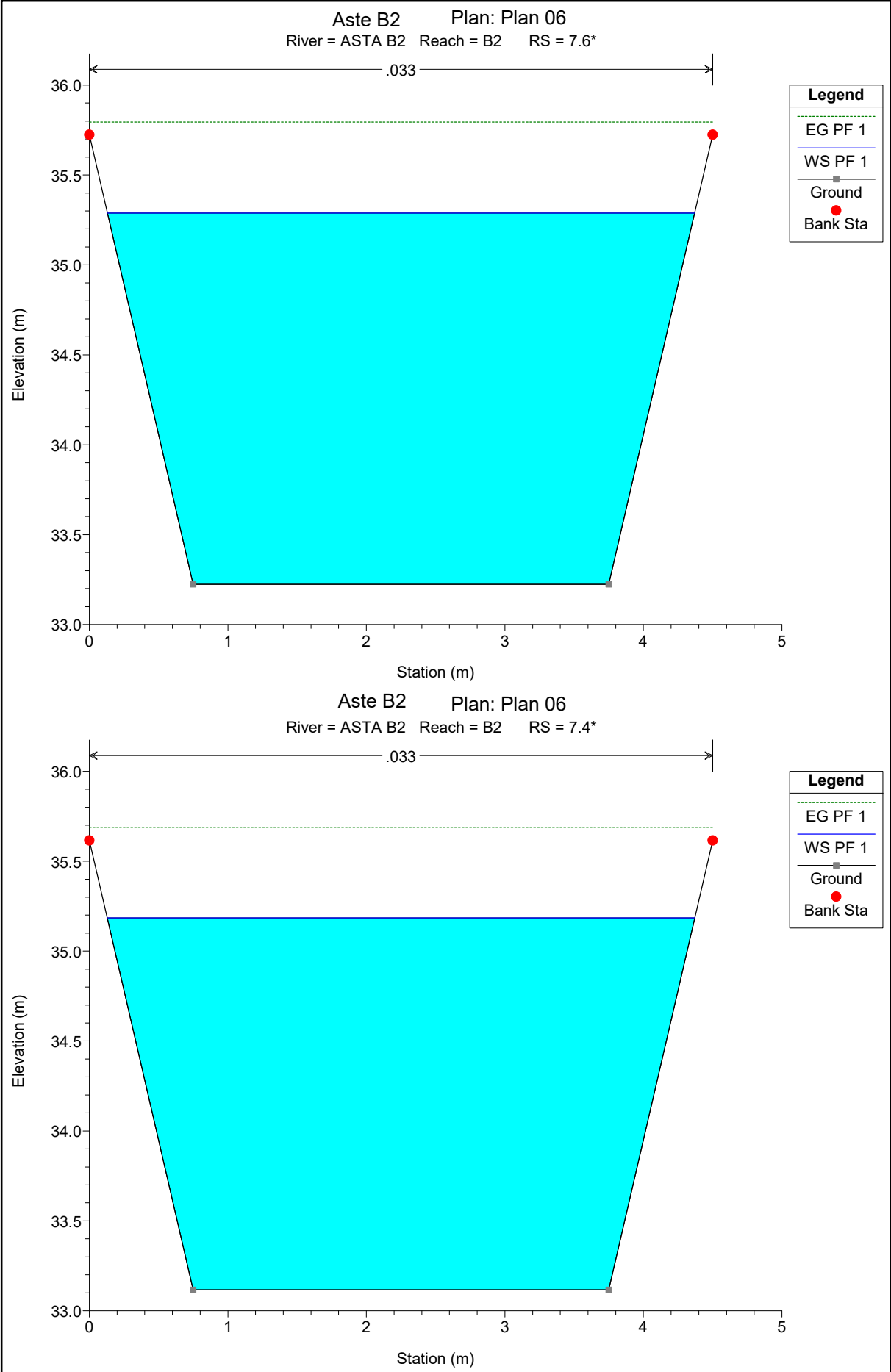


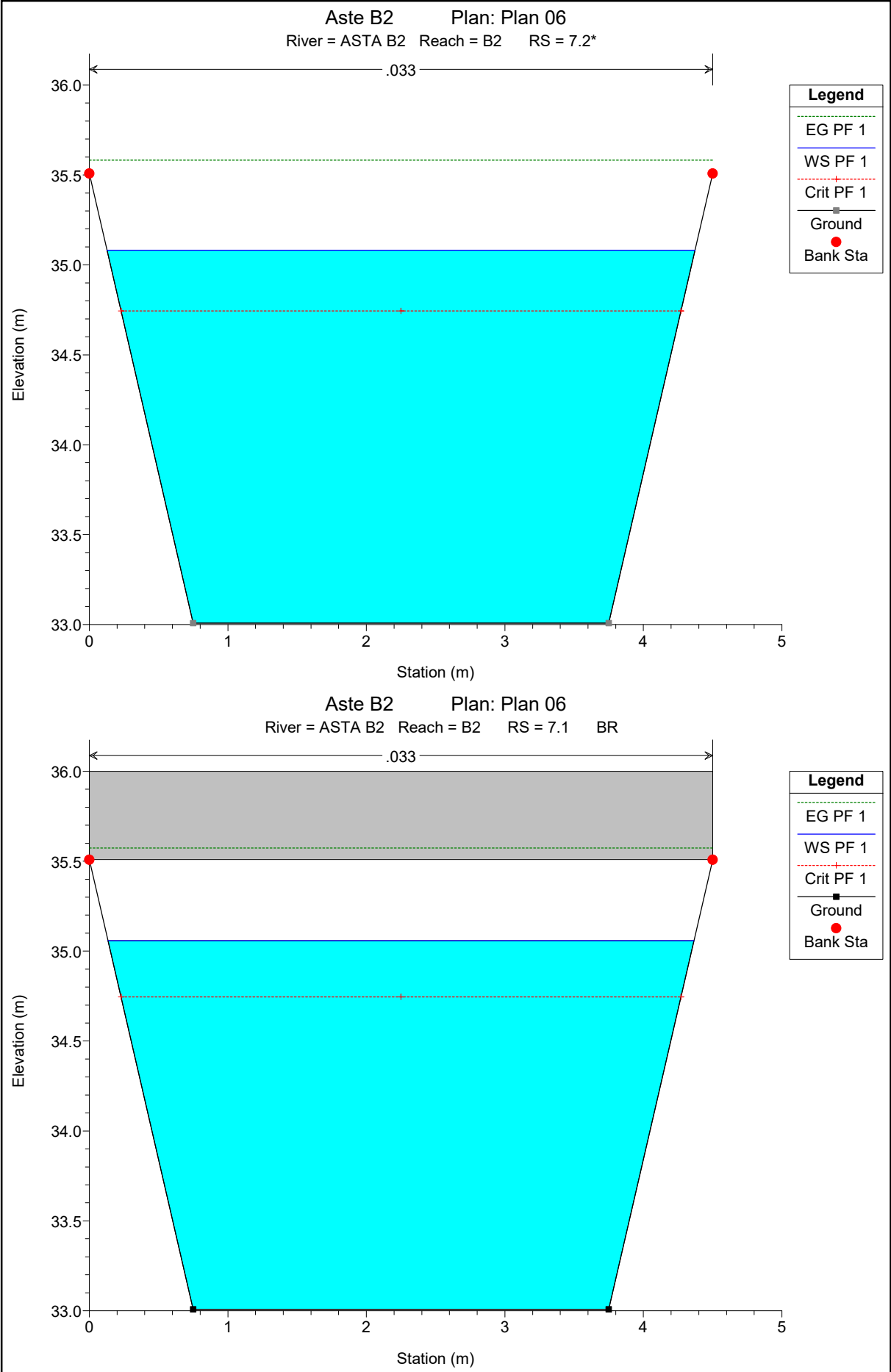


ASTA INT B2

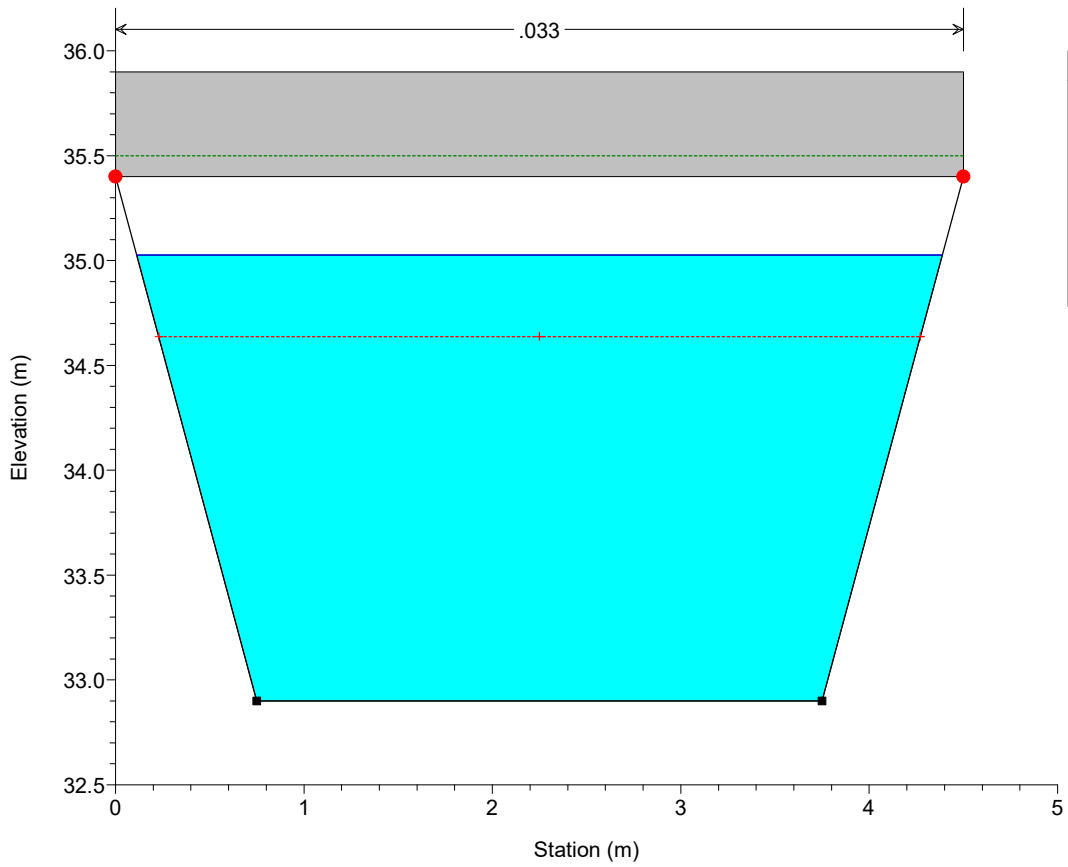




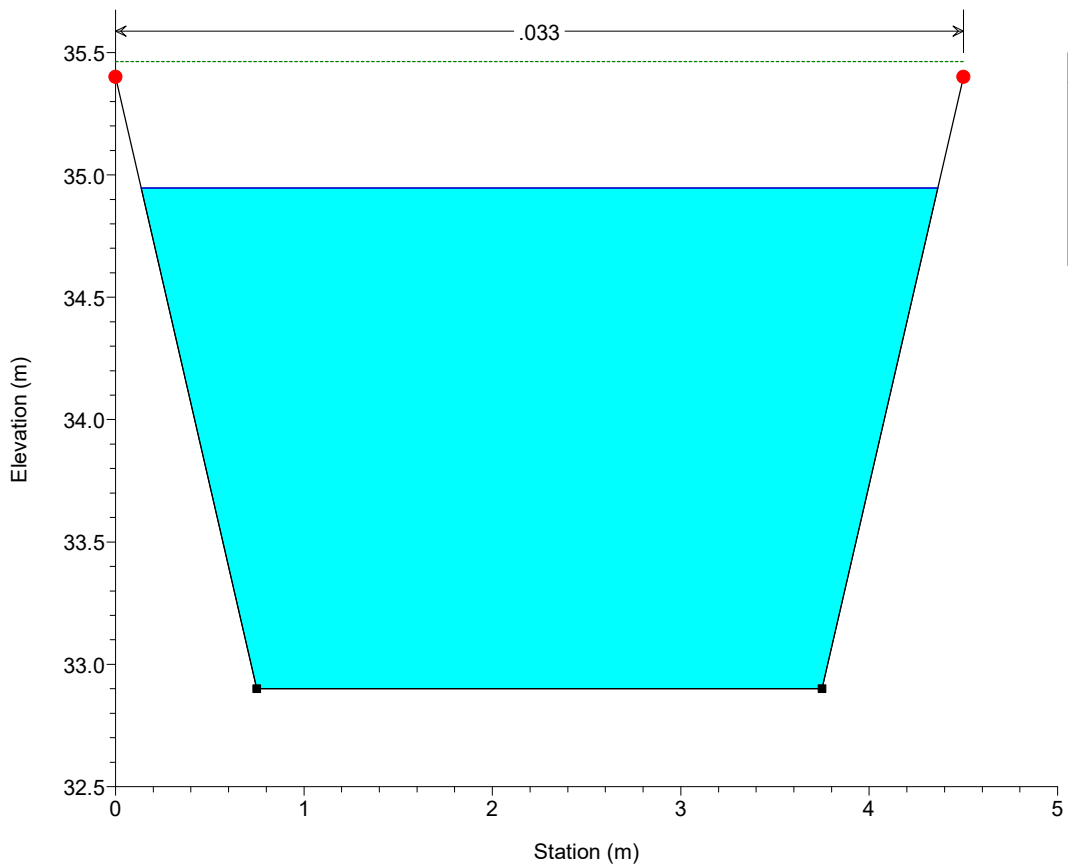


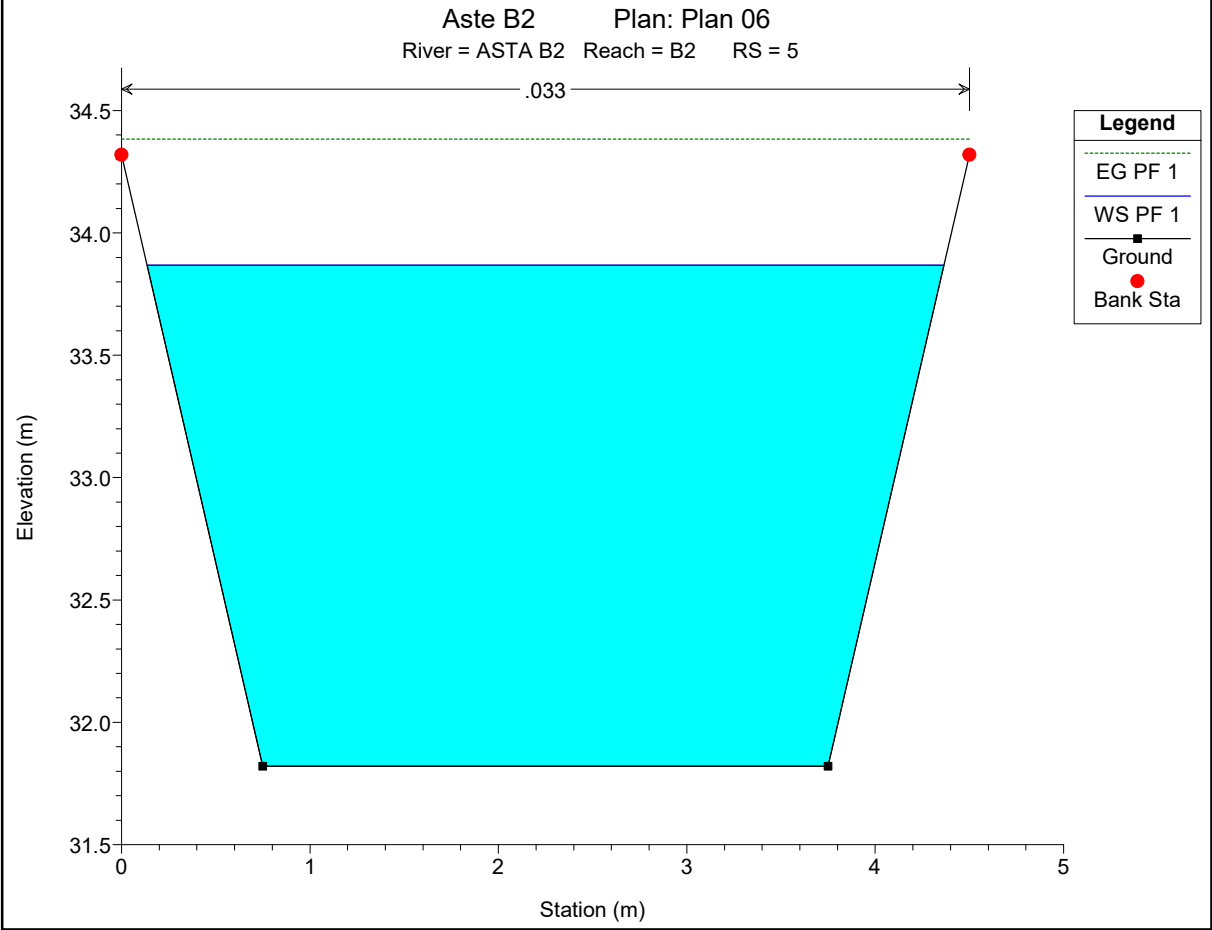
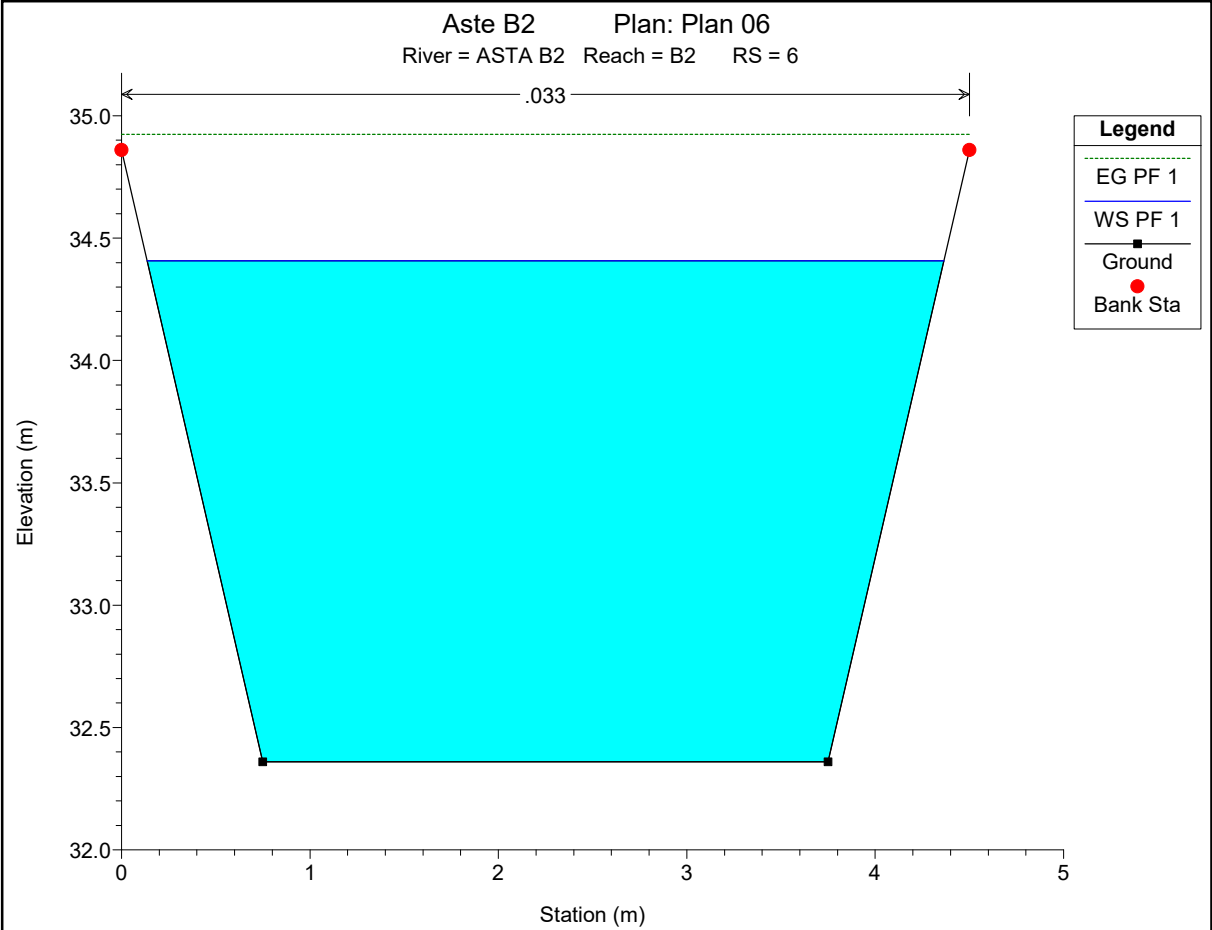


Aste B2 Plan: Plan 06
River = ASTA B2 Reach = B2 RS = 7.1 BR

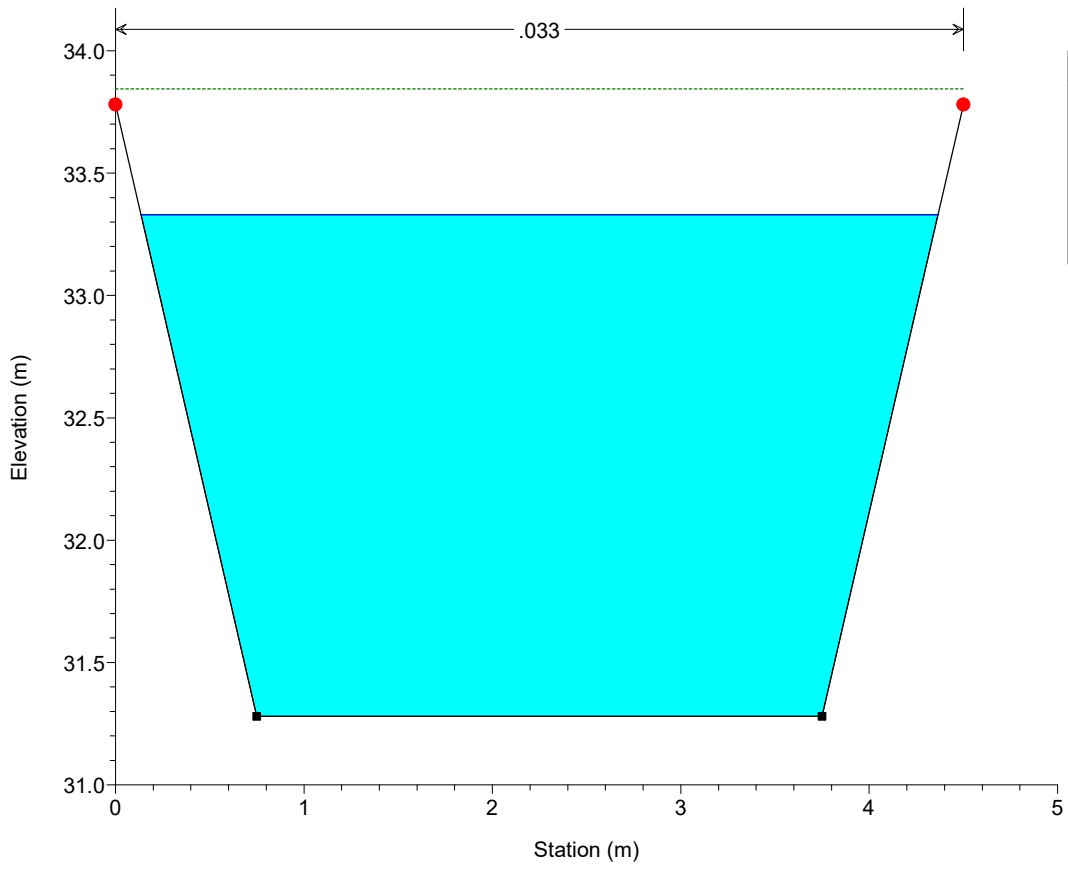


Aste B2 Plan: Plan 06
River = ASTA B2 Reach = B2 RS = 7





Aste B2 Plan: Plan 06
River = ASTA B2 Reach = B2 RS = 4



Aste B2 Plan: Plan 06
River = ASTA B2 Reach = B2 RS = 3

