

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI VINADIO

REALIZZAZIONE INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA SUL FIUME STURA IN LOC. PONTE ROVIERA

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI VINADIO



RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - rev02

Alba, Marzo 2023

Ing. S. Sordo
corso Langhe 10
12051 - ALBA

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE INTERVENTI IN PROGETTO	4
3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO DEL FIUME STURA DI DEMONTÉ NELLA SEZIONE DI CHIUSURA DI VINADIO	9
4. VALUTAZIONE DELLE PORTATE MASSIME ANNUE AL COLMO $Q_{c \max}$ PER VARI TEMPI DI RITORNO NELLA SEZIONE DI CHIUSURA DI VINADIO CON IL METODO VAPI/k DEL POLITECNICO DI TORINO- CESMO	9
5. DESCRIZIONE DEI RILIEVI TOPOGRAFICI UTILIZZATI	15
6. VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI PIENA IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE ASSOCIATI A TEMPI DI RITORNO TECNICI	15
7. VERIFICA DEL FRANCO DI SICUREZZA PER L'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO	174
8. VERIFICA SCOGLIERA IN PROGETTO	176
9. CONCLUSIONI	178

1. PREMESSA

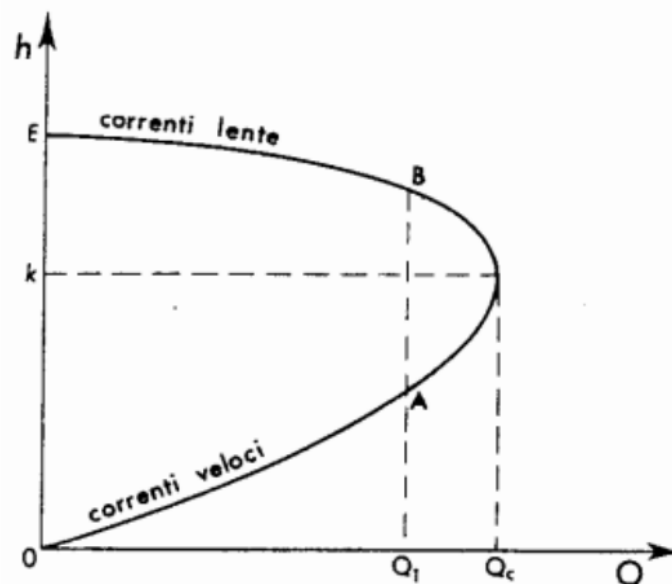
La presente relazione viene redatta dallo scrivente, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Vinadio, per fornire tutti gli elementi idrologico-idraulici necessari alla progettazione degli interventi di sistemazione idraulica sul Fiume Stura di Demonte, in località ponte Roviera.

Attualmente il tratto di fiume oggetto di intervento presenta in alveo delle strutture in cemento armato (briglie e pennelli) in evidente stato di degrado, come emerge dalla documentazione fotografica in allegato alla relazione generale.

Tali strutture comportano inoltre dei notevoli disturbi per quanto riguarda il flusso idraulico di piena: infatti, il corso d'acqua nel tratto analizzato è in una condizione di equilibrio limite tra corrente veloce e lenta.

Le briglie di fondo e i pennelli portano ad innalzare il livello idrico al di sopra dell'altezza critica, comportando il repentino passaggio da corrente veloce a corrente lenta.

Questo vuol dire che, a parità di portata transitante, il tirante idraulico sarà maggiore per la corrente lenta e inferiore per la corrente veloce, come mostrato nel seguente grafico:



La presenza di tali opere tende quindi ad instabilizzare il profilo di piena, comportando notevoli problemi per il ponte in progetto.

2. DESCRIZIONE INTERVENTI IN PROGETTO

Come ampiamente descritto nella *Relazione Generale*, per agevolare lo stanziamento dei fondi necessari alla realizzazione delle opere di minimizzazione del rischio idraulico necessarie, gli interventi in progetto sono stati divisi in due lotti funzionali.

Il primo lotto a sua volta è stato ancora suddiviso in altri due sotto-lotti denominati 1a e 1b, che sono strettamente interconnessi tra di loro e pertanto devono essere necessariamente realizzati entrambi a breve distanza temporale al fine di conseguire parzialmente gli obiettivi prefissati.

Per focalizzare il ruolo negativo delle opere idrauliche in alveo esistenti si è scelto di modellare al lotto 1b l'ipotesi 1 in cui le briglie e i pennelli vengono mantenuti e la successiva ipotesi 2, prevista dagli elaborati progettuali dove briglie e i pennelli vengono demoliti.

Lo scenario di mantenimento delle briglie e dei pennelli dell'ipotesi 1, modellabile dal punto di vista idraulico, comporta in ogni caso le seguenti criticità realizzative:

- Le opere in c.a. esistenti sono in evidente stato di degrado e necessitano di interventi di consolidamento strutturale importanti;
- Nei tratti in cui è previsto l'allargamento delle sezioni di deflusso, le briglie devono essere prolungate in sponda destra, con impiego di tecniche costruttive invasive, come opere in cemento armato, che poco si armonizzano con l'ecosistema fluviale esistente;

È stato valutato anche lo scenario di progetto dell'ipotesi 2, che prevede l'allargamento dell'alveo e la demolizione delle opere in c.a. interferenti.

Questa soluzione, sviluppata in maniera esaustiva negli altri elaborati del progetto definitivo, è quella da preferirsi, perché permette contemporaneamente la mitigazione del rischio idraulico e la perfetta salvaguardia dell'ecosistema fluviale esistente.

Il lotto 2 rappresenta la naturale prosecuzione dei lavori di minimizzazione del rischio idraulico, è funzionalmente autonomo e può essere realizzato successivamente.

Il **sotto-lotto 1a** prevede la realizzazione di un nuovo ponte e la successiva demolizione dell'impalcato del ponte esistente.

Il ponte sul fiume Stura di Demonte è un'infrastruttura importante che permette di mettere in comunicazione la strada SS21 con lo stabilimento dell'Acqua Sant'Anna S.p.A. e la frazione Roviera: pertanto si prevede la demolizione del ponte esistente non appena il ponte in progetto, realizzato pochi metri a valle, risulterà operativo al fine di garantire costantemente il collegamento tra le due sponde.

In previsione di effettuare l'inderogabile allargamento in sponda destra prevista nel successivo sotto-lotto 1b, il ponte in progetto avrà una luce netta di 40 m, superiore alla larghezza attuale dell'alveo: la parte di impalcato eccedente la sagoma attuale del fiume e la spalla destra verranno realizzate in cassero.

È importante sottolineare, come dettagliatamente mostrato nell'elaborato "*Relazione idrologico-idraulica*", che la piena verifica idraulica del ponte in progetto secondo la normativa tecnica di riferimento sarà raggiunta esclusivamente alla conclusione dei lavori previsti nel successivo lotto 1b, a cui il presente lotto 1a è indissolubilmente legato.

Il **sotto-lotto 1b** rappresenta la naturale prosecuzione del sotto-lotto 1a e prevede la sistemazione idraulica nella zona compresa tra la sezione 14 e la sezione 7 per un tratto di circa 200 m, la cui precisa collocazione planoaltimetrica è riportata nelle pagine seguenti.

Sono previsti i seguenti lavori di miglioramento idraulico:

- Demolizione di n.4 briglie di fondo e n.9 pennelli presenti nel tratto in questione, che attualmente disturbano in maniera significativa la corrente;
- Demolizione delle spalle del vecchio ponte e del muro di sponda esistente in destra idraulica per circa 150 m per permettere l'allargamento della sezione;

- Allargamento in destra idraulica della sezione fluviale per circa 100 m a monte e circa 90 m a valle del nuovo ponte per permettere il raccordo con la sponda destra esistente;
- Realizzazione di muro in sponda sinistra di lunghezza di 10 m rivestito con pietra a spacco con pezzature differenti e con dimensioni minime pari a 30x30x40 cm;
- Realizzazione di scogliere provvisionali in sponda destra e sinistra con tane per pesci ricavate al suo interno;
- Realizzazione di scogliere cementate per raccordo con manufatti in c.a. a parete verticale, quali spalle del ponte in progetto e muro in c.a. esistente. Tali scogliere saranno cementate solo sul retro dei massi, senza l'intasamento completo con calcestruzzo dei vuoti tra i massi: questo garantisce un maggiore inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera;
- Rispristino strada bianca per percorso escursionistico in destra idraulica per uno sviluppo di 110 m;
- Ricostruzione delle sponde mediante la realizzazione di nuove scarpate inerbite mediante tecnica dell'idrosemina;
- Realizzazione alveo di magra di sviluppo pari a 210.0 m con posa di massi ciclopici che garantiscono sinuosità, buche e raschi, caratteristiche fondamentali per il mantenimento dell'habitat fluviale;
- Messa a dimora di talee di specie salicine arbustive a tergo del coronamento delle scogliere in progetto.

Il **lotto 2** sarà realizzato successivamente al primo lotto e permetterà di raggiungere la piena mitigazione del rischio idraulico prefissato.

Sono previsti i seguenti lavori di miglioramento idraulico:

- Demolizione di n.2 briglie di fondo e n.5 pennelli presenti nel tratto in questione, che attualmente disturbano in maniera significativa la corrente;

- Demolizione del muro di sponda esistente in destra idraulica per circa 290 m per permettere l'allargamento della sezione;
- Allargamento in destra idraulica della sezione fluviale per circa 290 m a monte per permettere il raccordo con la sponda destra esistente;
- Rimaneggiamento scogliere realizzate al lotto 1b in sponda destra con tane per pesci ricavate al suo interno;
- Realizzazione di scogliere cementate per raccordo con manufatti in c.a. a parete verticale, quali spalle del ponte in progetto e muro in c.a. esistente. Tali scogliere saranno cementate solo sul retro dei massi, senza l'intasamento completo con calcestruzzo dei vuoti tra i massi: questo garantisce un maggiore inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera;
- Ricostruzione delle sponde mediante la realizzazione di nuove scarpate inerbite mediante tecnica dell'idrosemina;
- Realizzazione alveo di magra di sviluppo pari a 395.0 m con posa di massi ciclopici che garantiscono sinuosità, buche e raschi, caratteristiche fondamentali per il mantenimento dell'habitat fluviale;
- Messa a dimora di talee di specie salicine arbustive a tergo del coronamento delle scogliere in progetto.

Al fine di salvaguardare l'ecosistema della fauna ittica presente in loco, è stato predisposto negli elaborati grafici un opportuno alveo di magra da ricavarsi al di sotto della quota di fondo attuale del fiume, con un abbassamento medio di circa 50 cm.

All'interno dell'alveo di magra verranno collocati alla rinfusa massi ciclopici che permetteranno di realizzare un ambiente consono alla riproduzione delle specie ittiche.

E' importante sottolineare come la presenza dei massi ciclopici all'interno dell'alveo di magra non influenzi le scabrezze globali del fiume nel tratto oggetto di analisi.

Si riassume nel seguito gli scenari analizzati nelle simulazioni idrauliche effettuate:

- **Scenario attuale:** Geometria dell'alveo e opere nella situazione attuale;
- **Scenario sotto-lotto 1a:** Realizzazione del nuovo ponte in cassero e demolizione ponte esistente;
- **Scenario sotto-lotto 1b – ipotesi 1:** Allargamento della sezione in prossimità del nuovo ponte con mantenimento e prolungamento delle briglie e pennelli;
- **Scenario sotto-lotto 1b – ipotesi 2:** Allargamento della sezione in prossimità del nuovo ponte con demolizione delle briglie e pennelli interferenti;
- **Scenario finale lotto 2:** Ulteriore ricalibratura a monte del nuovo ponte con demolizione delle opere idrauliche interferenti rimanenti.

Nel seguito verranno condotte le verifiche di compatibilità del nuovo attraversamento per ognuno degli scenari precedentemente previsti, che verrà effettuata secondo quanto previsto dalle NTC 2018 e dalla Deliberazione 2/99 dell'Autorità di bacino del Fiume Po dell'11 maggio 1999 *“Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”*.

Verrà condotta inoltre la verifica idrodinamica dei massi utilizzati per la scogliera per la soluzione progettuale più sfavorevole.

3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO DEL FIUME STURA DI DEMONTE NELLA SEZIONE DI CHIUSURA DI VINADIO

Le caratteristiche idrologiche del bacino del Fiume Stura di Demonte sono riferite alle sezioni di chiusura di Roviera (Vinadio, a monte della confluenza del Rio S. Anna) e Vinadio (a valle della confluenza con il Rio Sant'Anna).

Tali caratteristiche sono desunte dalla Carta Tecnica Regionale della Regione Piemonte in scala 1:10000 e da rilievi del tratto di corso d'acqua in esame.

Corso d'acqua	Quota sezione chiusura m s.l.m.	Superficie bacino km²	Pendenza media dell'alveo nel tratto in esame %
Stura di Demonte a Roviera	884	248	1.7
Stura di Demonte a Vinadio	880	294	1.7

Caratteristiche idrologiche del Fiume Stura di Demonte a Vinadio

4. VALUTAZIONE DELLE PORTATE MASSIME ANNUE AL COLMO $Q_{c \max}$ PER VARI TEMPI DI RITORNO NELLA SEZIONE DI CHIUSURA DI VINADIO CON IL METODO VAPI/k DEL POLITECNICO DI TORINO-CESMO

Per la valutazione delle portate di piena, a cui corrispondono i tempi di ritorno "tecnici" di 20, 100, 200 e 500 anni, si utilizza il metodo VAPI/k messo a punto dal Politecnico di Torino - CESMO – di concerto con la Regione Piemonte Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste, l'Autorità di Bacino del Fiume Po e l'AIPO – nell'ambito della redazione dei Programmi Generali di Gestione dei Sedimenti dei principali corsi d'acqua della Provincia di Cuneo. Tale metodo è in grado di compendiare i vantaggi di altri

due noti metodi idrologici: il metodo della similitudine idrologica di Gherardelli-Marchetti e il metodo VAPI-Piemonte, superandone i rispettivi limiti.

Il metodo della similitudine idrologica di Gherardelli-Marchetti, valido per bacini aventi le medesime caratteristiche idrologiche, fu inizialmente messo a punto da Gherardelli. Con un'indagine effettuata prendendo in considerazione le massime portate di piena al colmo verificatesi nei corsi d'acqua italiani fino al 1938, egli dedusse una formula che legava il contributo unitario di massima piena u alla superficie S del bacino. Tale formula è stata successivamente aggiornata da Marchetti che ha esteso l'elaborazione agli eventi verificatesi fino al 1953. Tale formula, sebbene risalente a parecchi anni fa, è tuttora frequentemente utilizzata.

Solitamente la formula è utilizzata per traslare nella sezione di interesse i valori di portata che sono noti in un'altra sezione di chiusura del bacino. Tali valori noti usualmente sono quelli contenuti nella "Direttiva Piena di Progetto" pubblicata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Per il Fiume Stura di Demonte il PAI propone i valori riportati nella seguente tabella:

Sezione	Q₂₀ [m³/s]	Q₁₀₀ [m³/s]	Q₂₀₀ [m³/s]	Q₅₀₀ [m³/s]
Vignolo	240	500	660	990
Confluenza in Tanaro	320	690	900	1350

Portate al colmo del Fiume Stura di Demonte riportate nella Direttiva Piena di Progetto

La formula di Gherardelli – Marchetti per il trasporto delle portate al colmo in sezioni idrologicamente simili è la seguente:

$$u = u_{100} \left(\frac{S}{100} \right)^{-2/3} \quad m^3 / (s \cdot km^2)$$

dove:

u = contributo chilometrico del bacino in esame

S = superficie del bacino (in km²)

u_{100} = parametro caratteristico della regione idrologica in esame

Prendendo come riferimento la sezione di Vignolo, che si trova 35 km a valle della sezione in analisi, si ottengono i valori di portata al colmo nelle sezioni di località Roviera (Vinadio, a monte della confluenza con il Rio Sant'Anna) e Vinadio (a valle della confluenza con il Rio Sant'Anna) riassunti nella seguente tabella:

T_{ritorno} (anni)	Q_{c max} Ruviera (m ³ /s)	Q_{c max} Vinadio (m ³ /s)
20	180	191
100	375	397
200	495	524
500	743	786

Portate al colmo del Fiume Stura di Demonte a Vinadio con la formula di Gherardelli - Marchetti

Passando da bacini di estensione rilevante, di pianura, a bacini di estensione più limitata, pedemontani quale quello di Vignolo, o montani quale quello di Vinadio, viene meno l'ipotesi di similitudine idrologica che è alla base del metodo di Gherardelli-Marchetti. Si ritiene, quindi, che per i bacini montani le portate ottenute con tale formula non siano del tutto attendibili.

Le portate per bacini di diversa estensione e per diversi tempi di ritorno possono, quindi, essere valutate per mezzo del metodo VAPI della Regione Piemonte che tiene in conto le differenze idrologiche fra bacini di diversa estensione.

Il VAPI Piemonte è un modello operativo composto da una base modellistica idrologica avanzata e da un software applicativo di tipo GIS che consente, per ogni assegnata sezione del reticolo idrografico della regione, la stima in automatico della relazione tra il valore della portata di piena ed il valore del suo periodo di ritorno. La conoscenza di tale relazione è indispensabile per effettuare tutte le analisi di pianificazione nell'ambito del rischio di alluvione, consente di effettuare a posteriori la valutazione idrologica degli indici di eccezionalità di un evento e costituisce la base per le elaborazioni necessarie alla determinazione dei valori delle soglie in un sistema di preannuncio e di preallarme piena.

Il modello proposto è stato realizzato organizzando le conoscenze relative alle fenomenologie di formazione delle portate di piena durante eventi meteorici brevi ed intensi maturate all'interno del Progetto VAPI (Progetto Nazionale per la Valutazione delle Piene in Italia), realizzato nell'arco del decennio 1985-1995 dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). Il modello stesso, però, contiene una serie di parametri il cui valore può essere noto a priori solo nell'ambito di un intervallo di confidenza, più o meno ampio, e la cui variabilità può essere più o meno influente nei riguardi della stima finale. E' necessario, quindi, una preliminare operazione di calibratura di tali parametri, confrontando i risultati del modello con i valori osservati ed adottando i valori dei parametri che meglio riproducono le grandezze effettivamente osservate. In alcuni casi, tale operazione fa sì che ad uno o più parametri del modello vengano attribuiti valori al di fuori del campo ritenuto inizialmente attendibile: a questo punto considerazioni fenomenologiche debbono portare a rivedere il campo teorico, oppure occorre rivedere la procedura di taratura del modello. Solitamente si procede con entrambe le operazioni in parallelo e si effettua una scelta finale in funzione dei risultati complessivi.

Nel caso in questione, è stato adottato un modello di tipo multiparametrico e non-lineare, per tenere conto della molteplicità di fenomeni che influenzano la trasformazione finale: basti pensare alla distinzione tra fenomeni di piena legati direttamente alla pluviometria e fenomeni in qualche maniera legati alla presenza di precipitazioni solide, che determinano una sottrazione netta di volumi all'atto della precipitazione ed un recupero di volumi e di portate all'atto dello scioglimento. In tali casi è molto influente la stagione dell'anno in cui si verifica l'evento di piena: anche questo un fattore climatico può essere considerato come una caratteristica del territorio, così come avviene per il fattore di riduzione areale delle precipitazioni, che permette il ragguaglio all'area del bacino delle precipitazioni intense stimate puntualmente e che dipende dalle caratteristiche di persistenza spazio-temporali delle precipitazioni intense. Allo scopo, per ognuno dei fattori sono state distinte alcune regioni omogenee che introducono un altro livello di non-linearità nel modello.

Dall'utilizzo del modello VAPI Piemonte a Vinadio si ricava:

T_{ritorno} (anni)	Q_{c max Ruviera} (m ³ /s)	Q_{c max Vinadio} (m ³ /s)
20	196	214
100	351	385
200	416	458
500	505	554

Portate al colmo del Fiume Stura di Demonte a Vinadio con il modello VAPI Piemonte

Si pongono di seguito a confronto i valori di portata ottenuti con i due metodi utilizzati per poter meglio analizzare quanto emerge dai calcoli:

METODO	T_{ritorno} (anni)	Q_{c Ruviera} (m ³ /s)	Q_{c Vinadio} (m ³ /s)
Formula di Gherardelli - Marchetti	20	180	191
	100	375	397
	200	495	524
	500	743	786
Modello VAPI Piemonte	20	196	214
	100	351	385
	200	416	458
	500	505	554

Confronto delle portate al colmo del Fiume Stura di Demonte a Vinadio, calcolate con le varie espressioni utilizzate

Si osserva che i valori dedotti dalla Direttiva “Piana di Progetto” attraverso la formula di Gherardelli-Marchetti e quelli ottenuti con il metodo VAPI della Regione Piemonte sono molto simili per i tempi di ritorno più bassi, mentre per tempi di ritorno più elevati gli scostamenti sono maggiori.

Il Politecnico di Torino – CESMO nell’ambito redazione del Programma di Gestione dei Sedimenti del Fiume Stura di Demonte, per quanto riguarda la definizione delle caratteristiche idrologiche del bacino del Fiume, ha notato che, nel tratto compreso fra l’abitato di Demonte e la confluenza con il Torrente Gesso, il rapporto tra la portata VAPI e la portata ottenuta con la formula di

Gherardelli-Marchetti si mantiene pressoché costante. Questo rapporto, invece, varia a monte di Demonte. Tale comportamento è sintomo dell'inadeguatezza della formula di Gherardelli-Marchetti a monte di Demonte, ove i bacini non possono più ritenersi idrologicamente simili al bacino chiuso alla sezione di riferimento della "Direttiva Piena di Progetto" (Vignolo).

È stato, quindi, elaborato il metodo VAPI/k che prevede la determinazione della portata con il metodo VAPI, la quale viene successivamente divisa per il valore costante k derivato dal rapporto fra portata VAPI e portata Gherardelli-Marchetti nel tratto di alveo ove è valida la similitudine idrologica (Vignolo-Demonte). Il valore di k è dipendente dal tempo di ritorno e per il Fiume Stura di Demonte, a monte della confluenza con il Torrente Gesso, è riportato nella seguente tabella

T_R	k
20	1.35
100	1.13
200	1.01
500	0.81

Valore della costante k per l'applicazione del metodo VAPI/k per il Fiume Stura di Demonte a monte della confluenza con il Torrente Gesso

Il metodo VAPI/k del Politecnico di Torino- CESMO fornisce, quindi, valori di portata coerenti tra PAI, formula di Gherardelli-Marchetti e metodo VAPI Piemonte. Le portate così ottenute sono riportate nella tabella seguente e saranno utilizzate nelle successive analisi.

T_{ritorno} (anni)	$Q_{c \text{ max Ruviera}}$ (m^3/s)	$Q_{c \text{ max Vinadio}}$ (m^3/s)
20	145	159
100	311	341
200	412	452
500	623	684

Portate al colmo del Fiume Stura di Demonte a Vinadio con il metodo VAPI/k

5. DESCRIZIONE DEI RILIEVI TOPOGRAFICI UTILIZZATI

Per valutare i livelli raggiunti dall'acqua nell'alveo del Fiume Stura di Demonte in corrispondenza al sito di realizzazione dell'intervento e per effettuare la progettazione dell'opera in oggetto è condizione essenziale disporre di rilievi topografici dettagliati e sufficientemente estesi.

Anche le batimetrie devono essere, per quanto possibile, accurate.

Si è fatto ricorso ad un DTM (Digital Terrain Model) a disposizione, costruito a partire da un volo laserscanner LIDAR, commissionato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare a seguito dell'evento alluvionale del 29 e 30 maggio del 2008 ed eseguito nel luglio del medesimo anno in condizioni di magra. La risoluzione del DTM è di circa 1 punto ogni 0.88 m², mentre la precisione sulle quote è di ± 15 cm.

Dato che il laserscanner LIDAR non è in grado di rilevare al di sotto di una superficie liquida, per quanto riguarda le batimetrie il DTM è stato integrato con rilievi eseguiti dall'Ing. Marco Carretto di Monchiero.

Il rilievo LIDAR è sottoposto ad un post-processamento attraverso il quale vengono rimossi i fabbricati e la vegetazione. Dato che tale operazione non sempre risulta efficiente, l'Ing. Marco Carretto ha eseguito altri rilievi in campo nelle zone verosimilmente affette da maggior incertezza.

6. VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI PIENA IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE ASSOCIATI A TEMPI DI RITORNO TECNICI

La valutazione dei livelli di piena viene effettuata utilizzando un modello idraulico di moto permanente in alveo gradualmente variabile, in quanto questo tipo di moto rappresenta una buona approssimazione del moto che si manifesta negli alvei naturali dei corsi d'acqua durante l'evento di piena.

Tale metodo permette pertanto una rappresentazione dei livelli di piena nelle sezioni del Fiume più raffinata di quanto non lo permetta la schematizzazione del moto uniforme nelle singole sezioni dell'alveo, in quanto con esso è possibile calcolare i livelli tenendo in conto anche le altre sezioni di verifica e le singolarità idrauliche che ci possono essere nel tratto considerato.

Il problema del tracciamento del profilo di superficie libera di un corso d'acqua naturale in moto permanente con una data portata Q si risolve con procedimenti di calcolo numerico.

L'operazione richiede preliminarmente un rilievo dettagliato dell'alveo per suddividere il corso d'acqua in tronchi di lunghezza Δs , tali da poter confondere i valori medi della sezione e della velocità in ciascun tronco con i valori ad un estremo. Anche la natura dell'alveo deve conservarsi, entro certi limiti, in ciascun tronco.

Eseguita la suddivisione, è necessario il rilievo dettagliato delle caratteristiche geometriche di tutte le sezioni di separazione dei vari tratti.

Siano (i) e (i+1) due sezioni consecutive, distanti Δx in asse, nella prima delle quali siano note tutte le grandezze idrauliche.

La variazione di carico idraulico ΔH tra le due sezioni si può calcolare mediante la seguente relazione alle differenze finite:

$$\Delta H = -[j]_i \cdot \Delta x$$

Si può ottenere così il carico H_{i+1} della sezione i+1 e conseguentemente il carico piezometrico h_{i+1} , che rappresenta la quota del pelo libero rispetto ad un piano di riferimento orizzontale, risolvendo l'equazione:

$$H_{i+1} = h_{i+1} + \frac{Q^2}{2g \cdot \Omega_{i+1}^2}$$

E' possibile in questo modo ricavare il carico piezometrico della corrente nelle sezioni di rilievo e da questo calcolare le caratteristiche idrauliche che il fiume ha nel tratto in esame.

Questa trattazione teorica relativa ad alvei omogenei è stata generalizzata considerando anche il deflusso golenale che si manifesta per portate al colmo dell'entità di quelle in oggetto.

E' stato utilizzato per il calcolo dei livelli e delle principali caratteristiche del moto il software HEC-RAS del U.S. Army Corps of Engineers nella versione 5.0.6.

Venendo nel dettaglio del modello idraulico, è stata eseguita la modellazione in moto permanente del Fiume Stura di Demonte lungo un tratto di asta di lunghezza pari a circa 1600 m. Nel complesso sono state considerate 17 sezioni trasversali, come indicato nella planimetria in Allegato.

Le scabrezze adottate hanno un significato globale all'interno della schematizzazione in alveo principale e in aree golenali e sono state dedotte dall'analisi del terreno e dalla letteratura tecnica ("*Sistemazione dei corsi d'acqua*" di Da Deppo, Datei e Saladin) e cioè:

alveo principale non sistemato:

$C = 25 \text{ m/s}^{1/3}$ secondo Gauckler Strickler

$n = 1/C = 0.04$ secondo Manning

aree golenali:

$C = 10 \text{ m/s}^{1/3}$ secondo Gauckler Strickler

$n = 1/C = 0.1$ secondo Manning

L'elaborazione è stata compiuta in regime di corrente mista.

A proposito delle condizioni al contorno del modello, e cioè del livello dell'acqua nelle sezioni di partenza di monte e di valle, si è imposto per le portate di riferimento che tale livello fosse pari a quello di moto uniforme.

Si prendono in considerazione le condizioni idrauliche attuali e quelle di progetto.

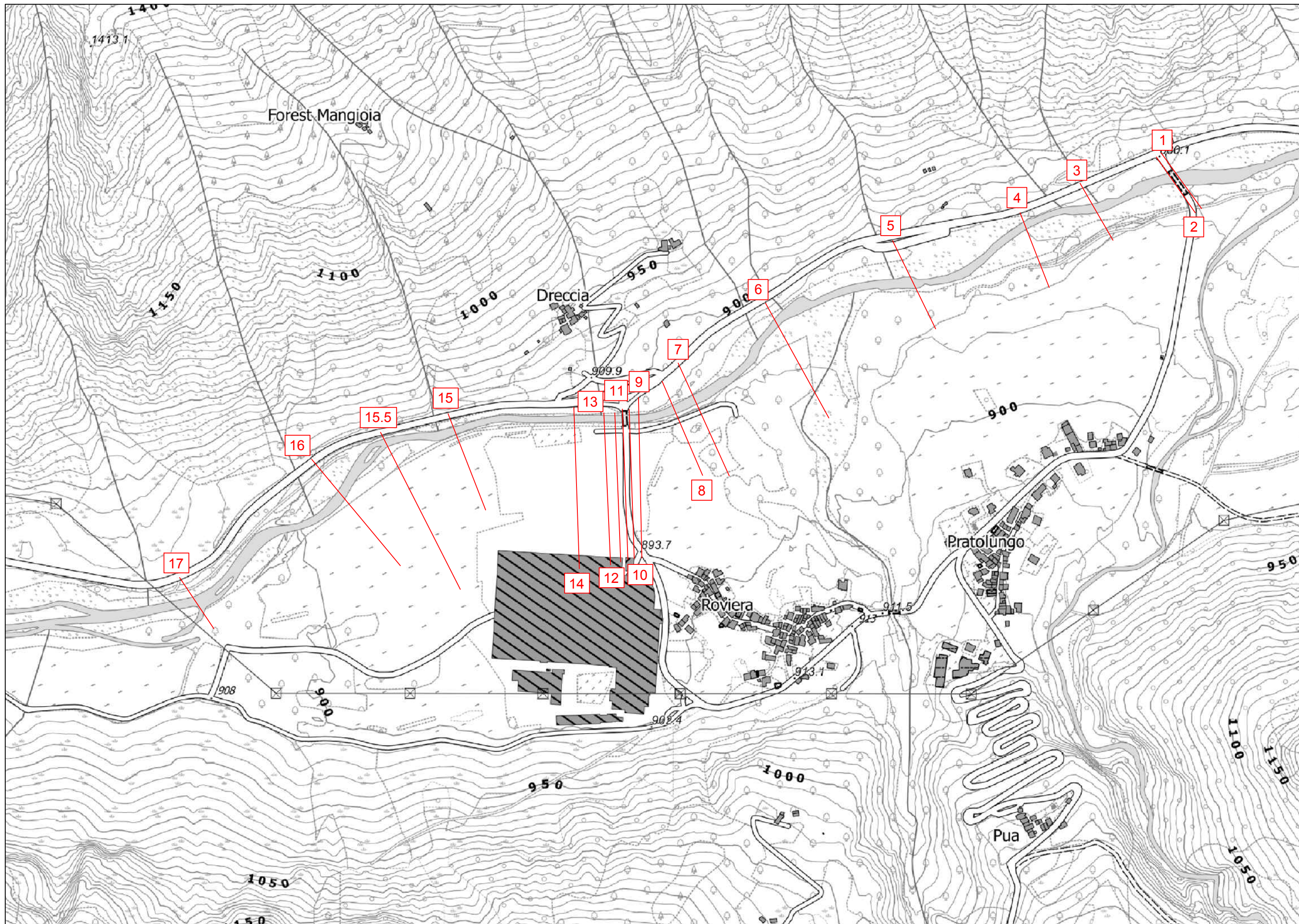
I valori numerici delle varie grandezze specificate in legenda sono riportati nelle seguenti tabelle.

Anche i livelli del pelo libero per le portate considerate sono riportati nei profili schematici riportati nelle pagine seguenti.

Le simulazioni sono state condotte per le situazioni attuale e di progetto, per ognuno dei tempi di ritorno tecnici considerati (20, 200 anni).

LEGENDA

River sta.	=	sezione di calcolo
Q total	=	portata in m ³ /s
Min Ch El	=	quota del fondo alveo in m
W.S. Elev.	=	livello del pelo libero dell'acqua in m
Crit W.S.	=	livello di moto critico dell'acqua in m
E.G. Elev	=	livello energetico globale in m
E.G. Slope	=	pendenza motrice
Vel Chnl	=	velocità nell'alveo in m/s
Flow Area	=	area liquida in m ²
Top Width	=	larghezza sezione liquida in sommità in m
Froude # Chl	=	numero di Froude della corrente in alveo

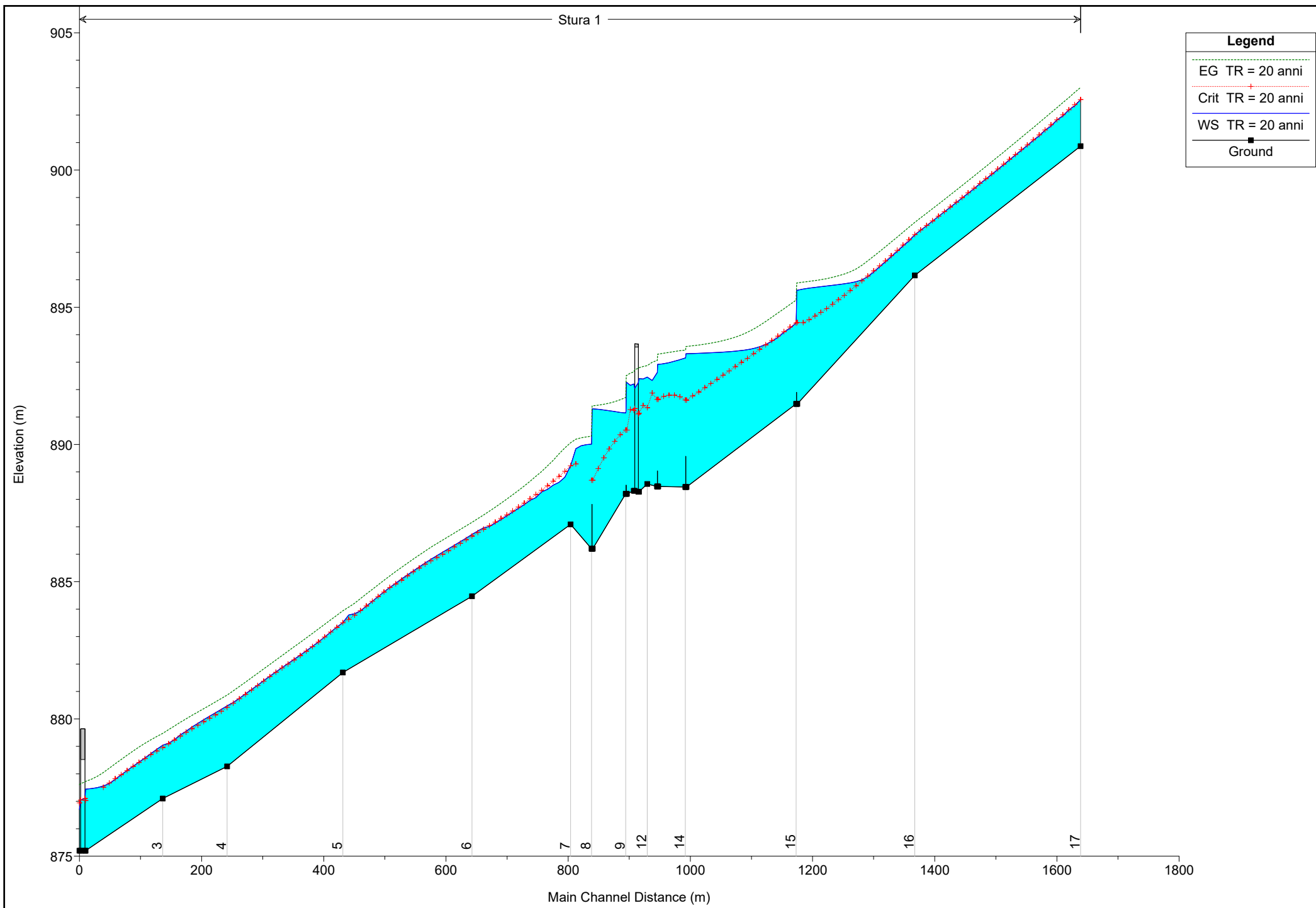


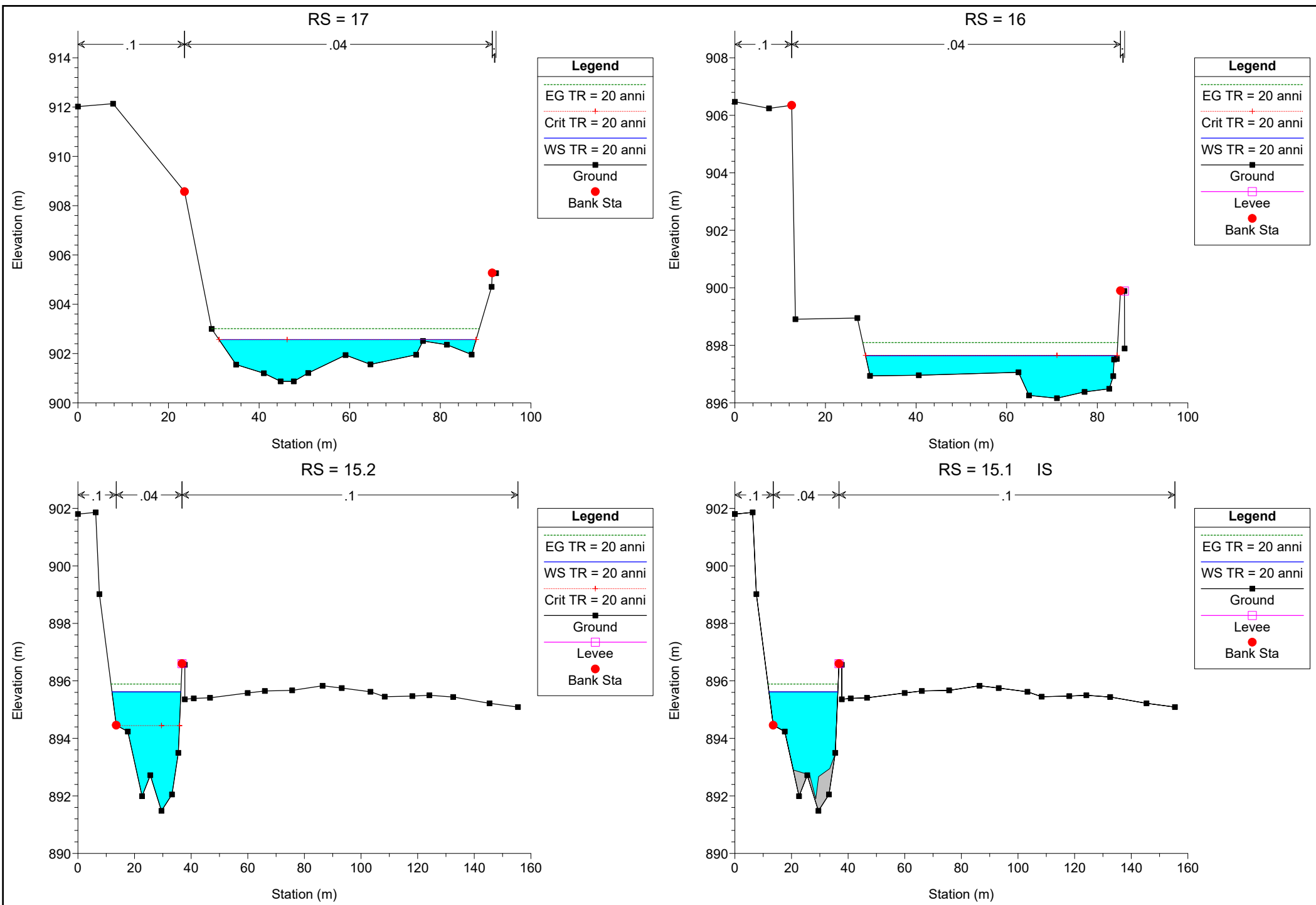
PLANIMETRIA SEZIONI MODELLO IDRAULICO NUMERICO IN MOTO PERMANENTE (scala 1:5000)

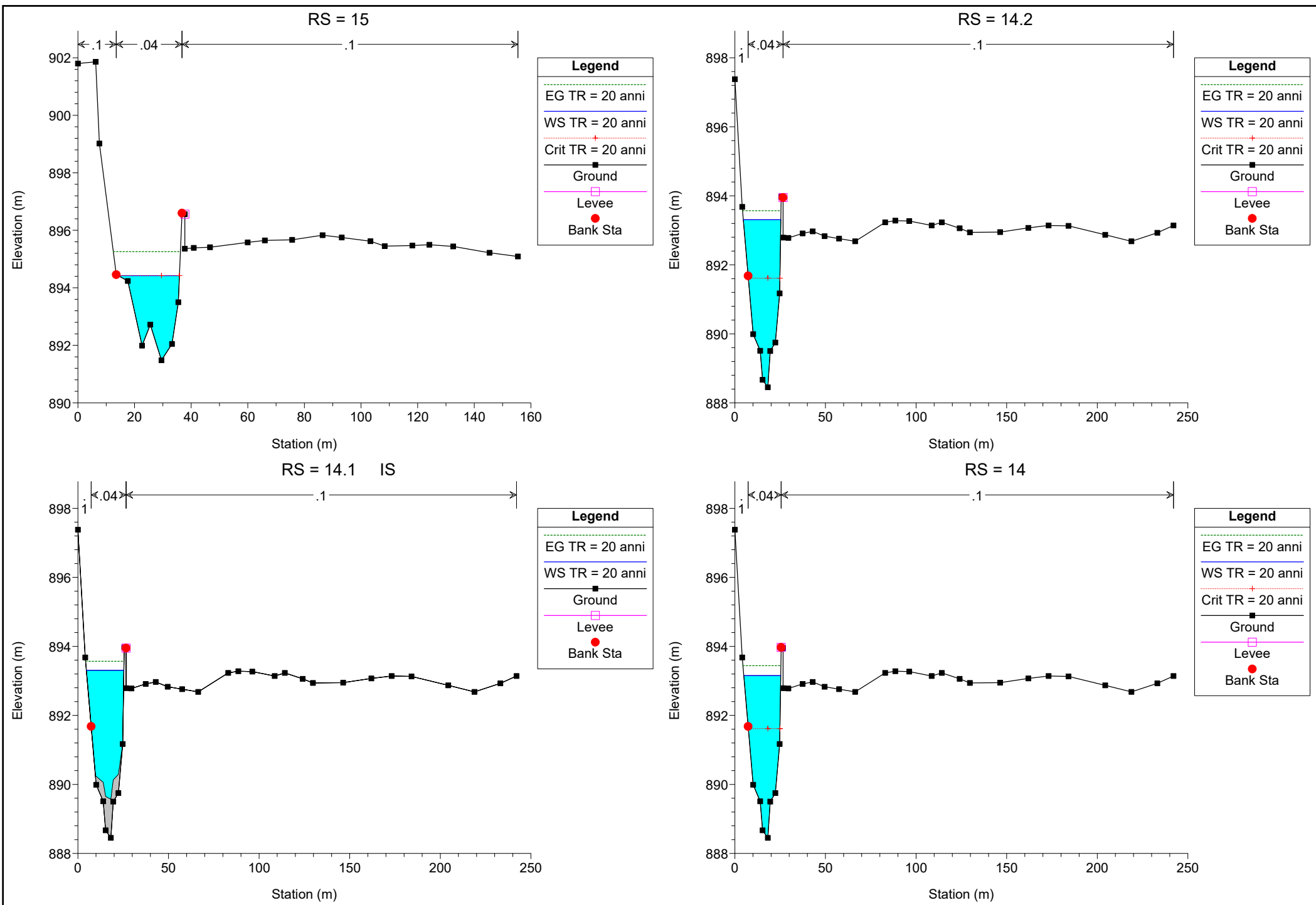
	SIMULAZIONE 1		
	SITUAZIONE ATTUALE		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	145	159	20

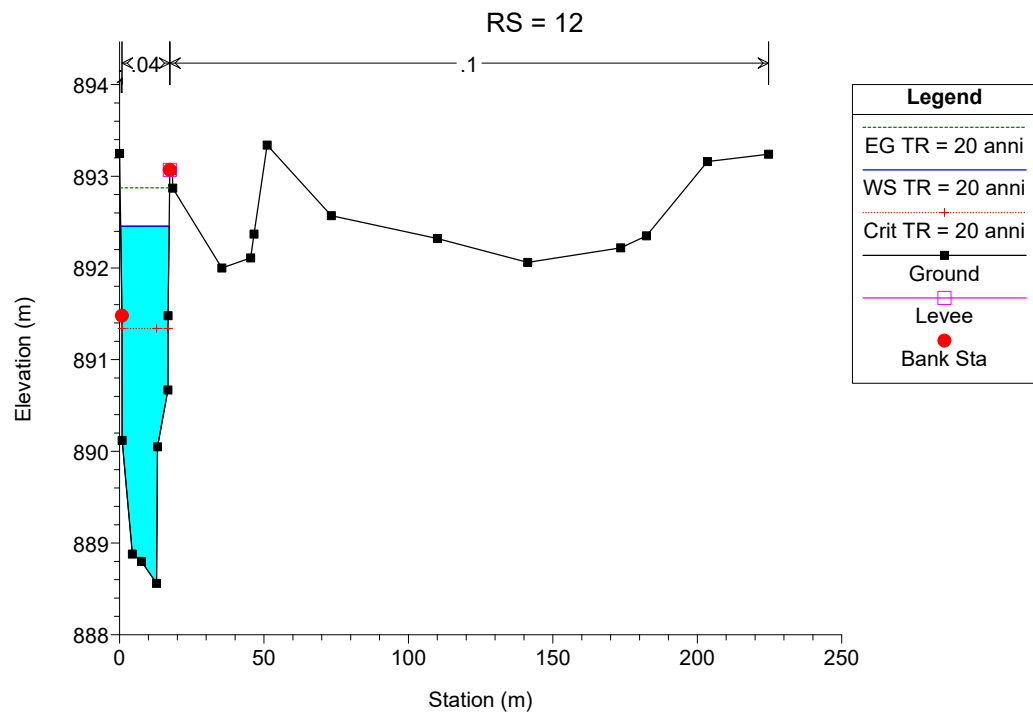
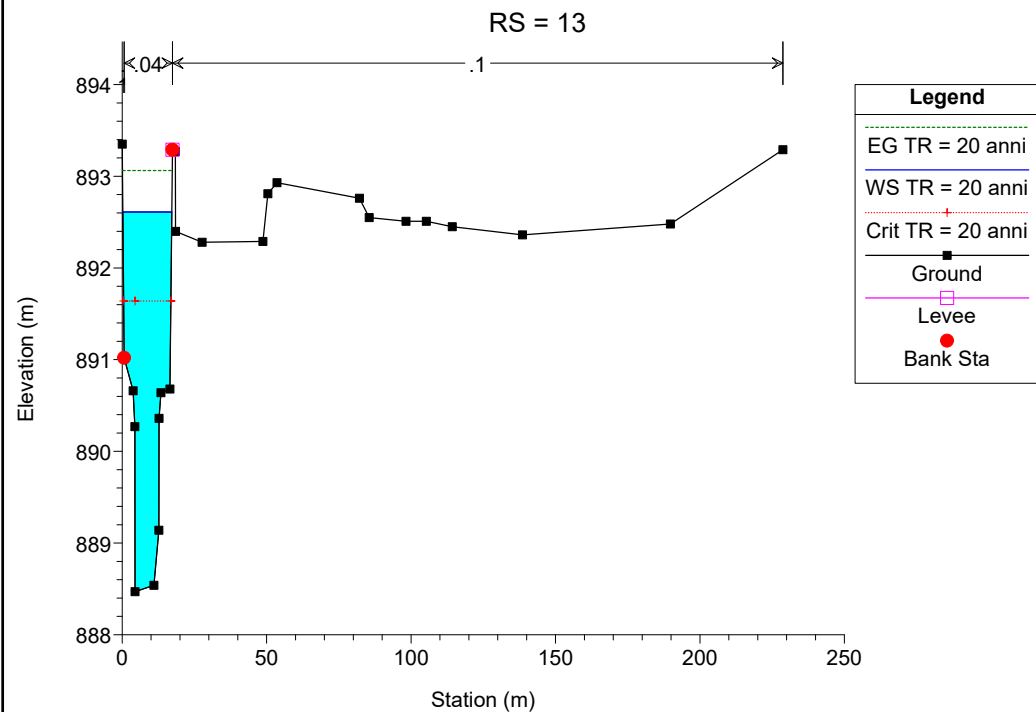
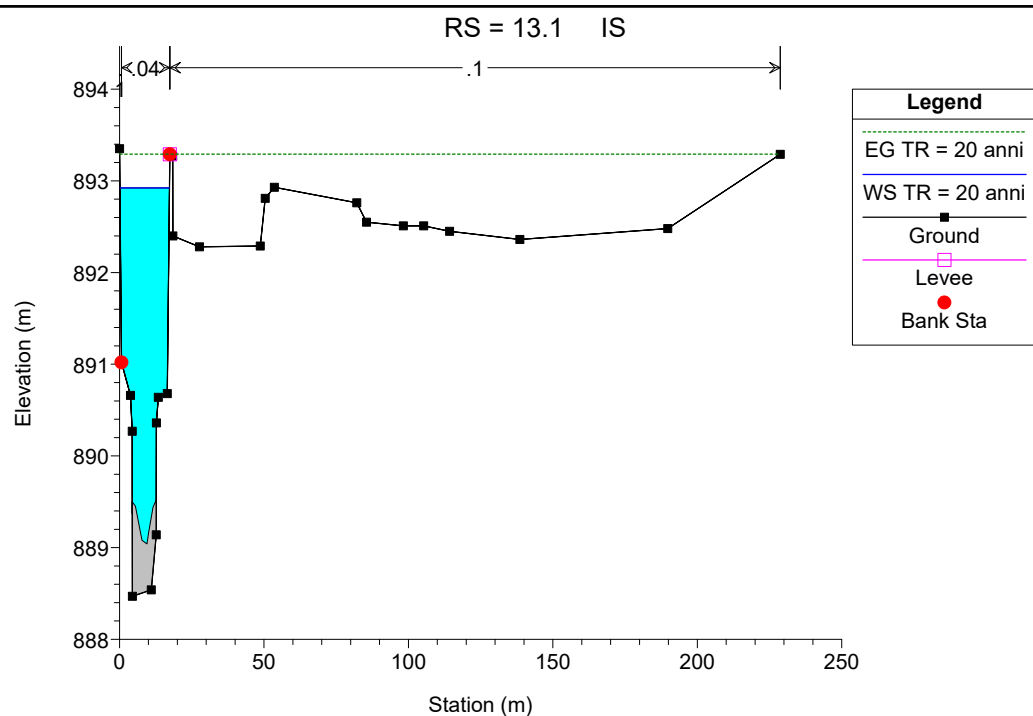
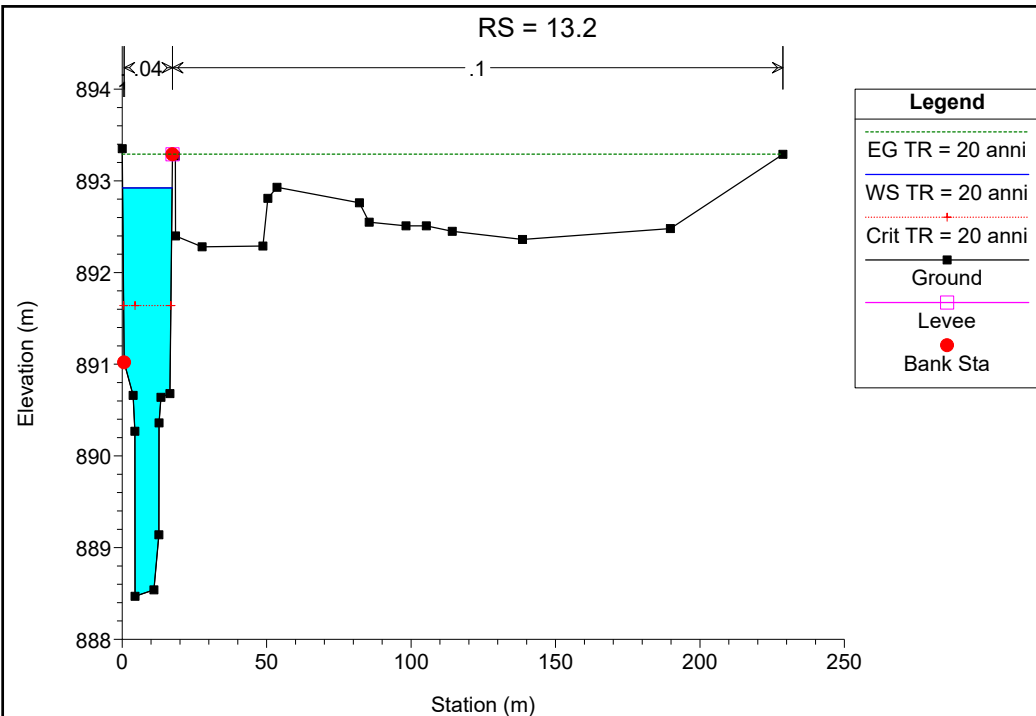
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 20 anni

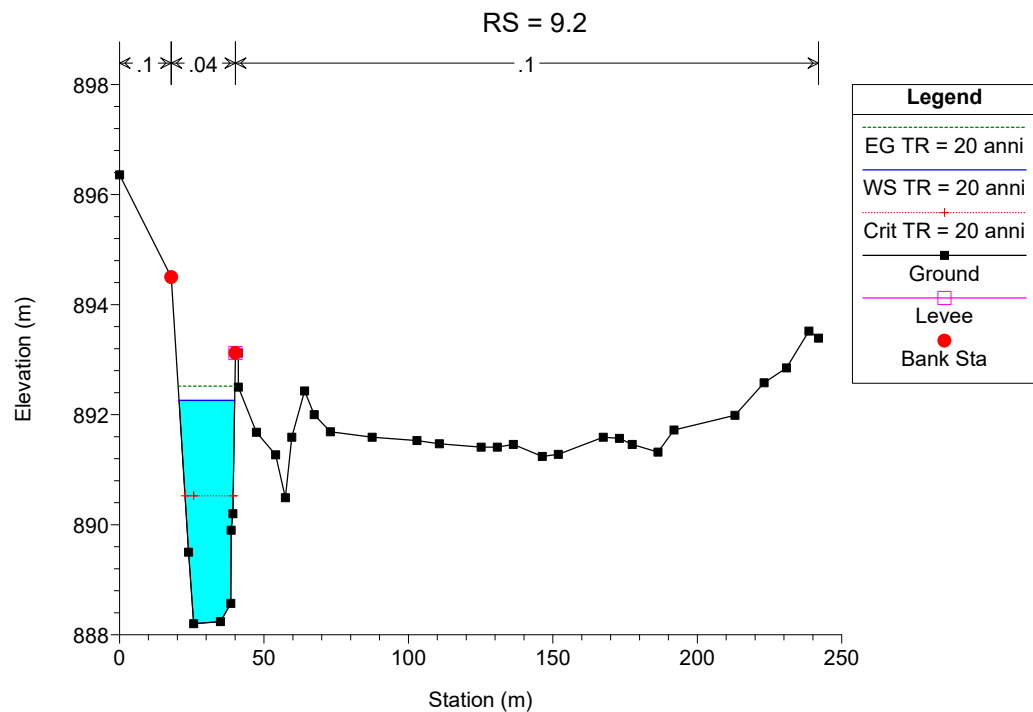
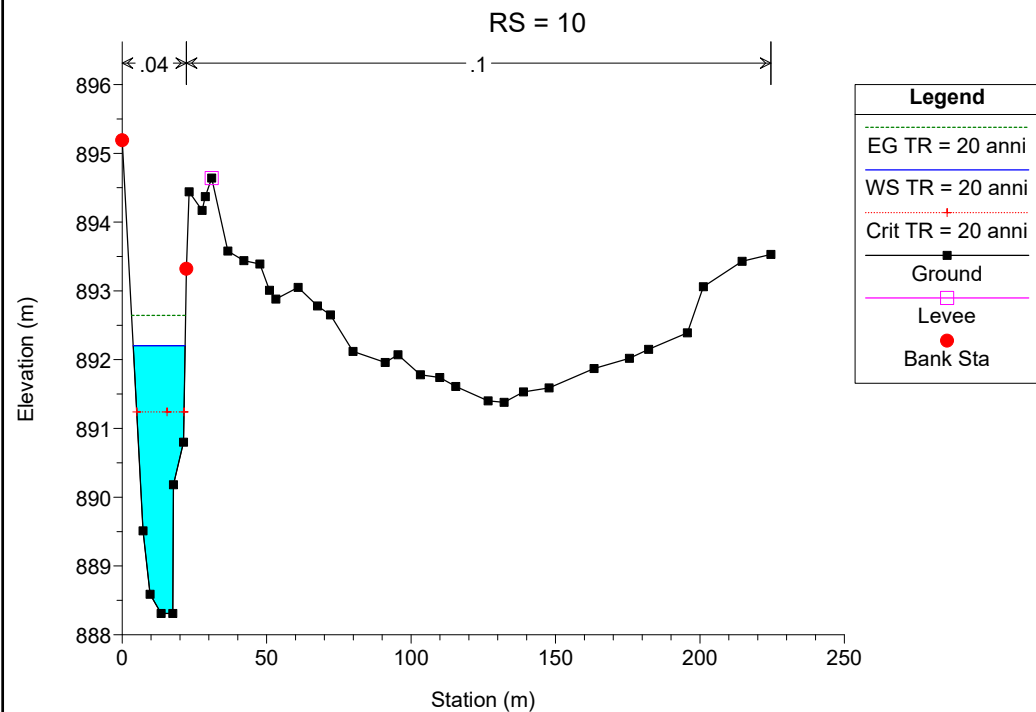
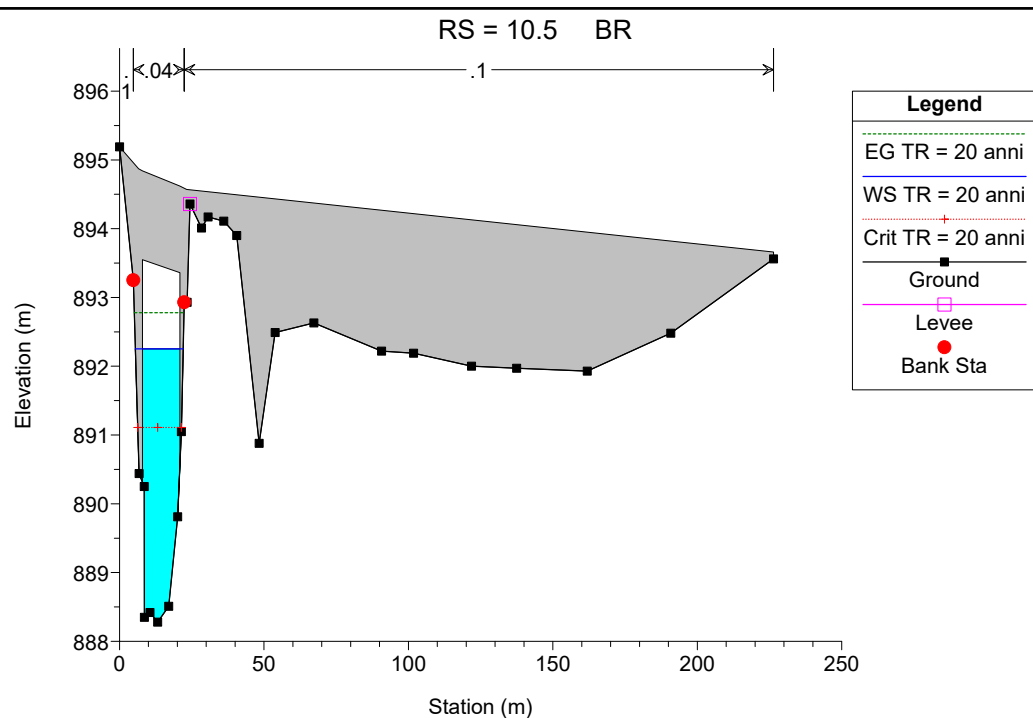
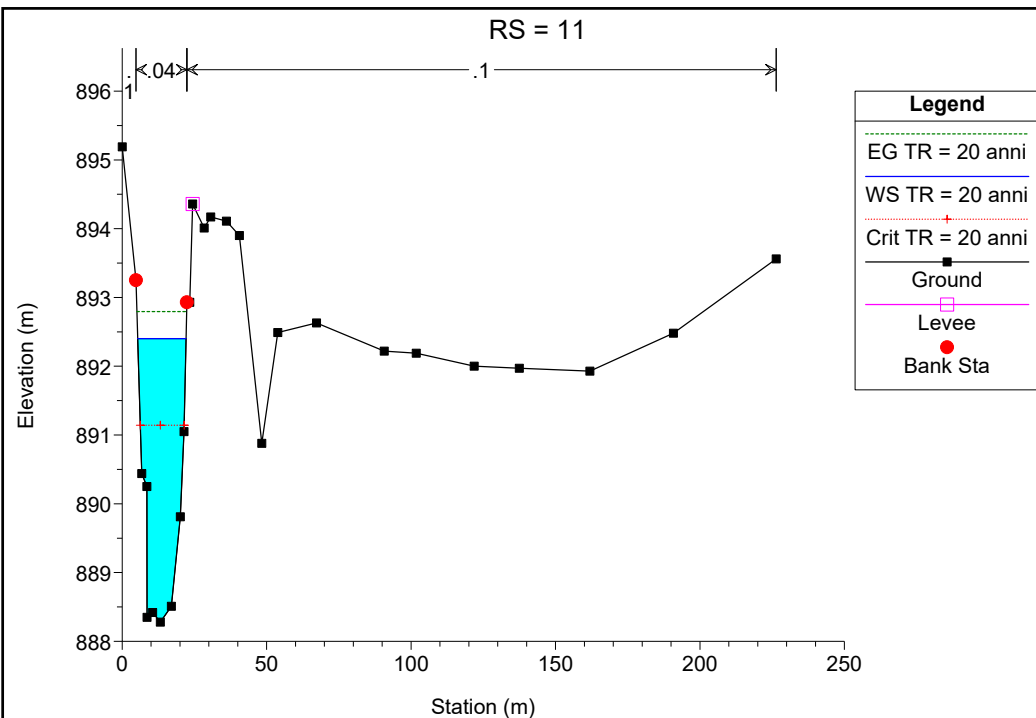
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 20 anni	145.00	900.87	902.57	902.57	903.01	0.017001	2.95	49.21	56.75	1.01
1	16	TR = 20 anni	145.00	896.16	897.64	897.65	898.09	0.017198	2.97	48.78	55.50	1.01
1	15.2	TR = 20 anni	145.00	891.48	895.62	894.44	895.89	0.002552	2.30	63.67	24.35	0.44
1	15.1	Inl Struct										
1	15	TR = 20 anni	145.00	891.48	894.42	894.42	895.26	0.014916	4.05	35.84	21.65	1.00
1	14.2	TR = 20 anni	145.00	888.45	893.31	891.61	893.57	0.001905	2.27	65.68	20.69	0.39
1	14.1	Inl Struct										
1	14	TR = 20 anni	145.00	888.45	893.15	891.62	893.44	0.002194	2.38	62.50	20.39	0.41
1	13.2	TR = 20 anni	145.00	888.47	892.92	891.64	893.29	0.003403	2.69	54.30	17.17	0.48
1	13.1	Inl Struct										
1	13	TR = 20 anni	145.00	888.47	892.61	891.64	893.06	0.004672	2.98	48.97	16.97	0.55
1	12	TR = 20 anni	145.00	888.56	892.46	891.34	892.87	0.003968	2.87	50.78	16.79	0.52
1	11	TR = 20 anni	145.00	888.28	892.40	891.14	892.80	0.003734	2.78	52.15	16.76	0.50
1	10.5	Bridge										
1	10	TR = 20 anni	145.00	888.31	892.20	891.24	892.64	0.004638	2.94	49.37	18.00	0.57
1	9.2	TR = 20 anni	145.00	888.20	892.26	890.53	892.52	0.002154	2.26	64.07	19.24	0.40
1	9.1	Inl Struct										
1	9	TR = 20 anni	145.00	888.20	891.15	890.53	891.71	0.006506	3.32	43.64	17.57	0.67
1	8.2	TR = 20 anni	145.00	886.20	891.30	888.70	891.41	0.001004	1.47	98.32	35.11	0.28
1	8.1	Inl Struct										
1	8	TR = 20 anni	145.00	886.20	890.01	888.70	890.31	0.003039	2.40	60.46	23.75	0.48
1	7	TR = 20 anni	145.00	887.09	889.23	889.23	890.06	0.014251	4.04	35.85	21.55	1.00
1	6	TR = 20 anni	145.00	884.47	886.72	886.66	887.16	0.013650	2.94	49.35	47.97	0.92
1	5	TR = 20 anni	159.00	881.69	883.51	883.50	883.94	0.016619	2.91	54.61	62.83	1.00
1	4	TR = 20 anni	159.00	878.27	880.48	880.41	880.87	0.013561	2.77	57.37	60.89	0.91
1	3	TR = 20 anni	159.00	877.10	879.04	878.96	879.47	0.010917	2.99	63.19	65.47	0.86
1	2	TR = 20 anni	159.00	875.20	877.44	877.03	877.72	0.005493	2.35	67.59	46.27	0.62
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 20 anni	159.00	875.20	876.70	876.94	877.60	0.035119	4.22	37.70	43.44	1.45

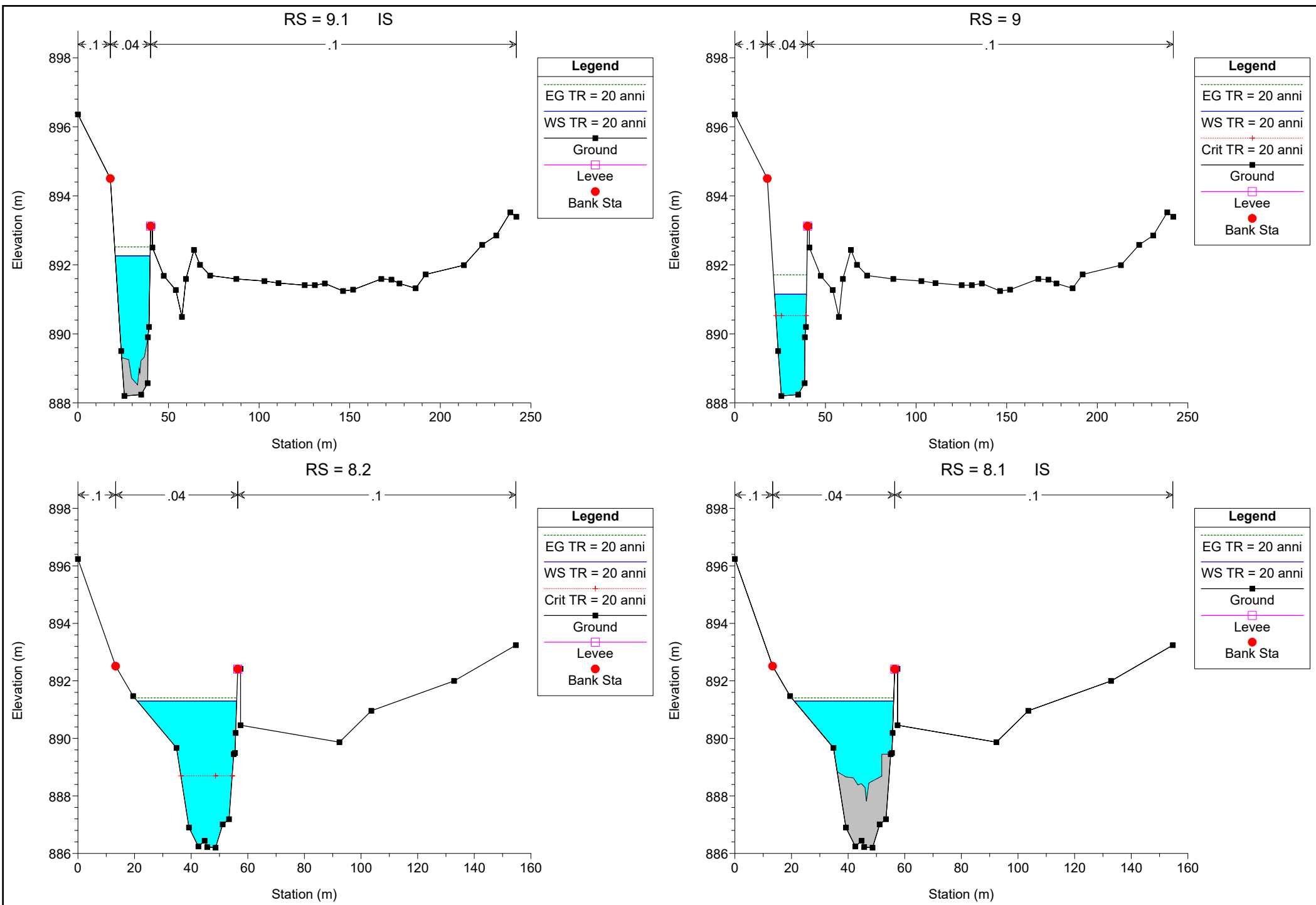


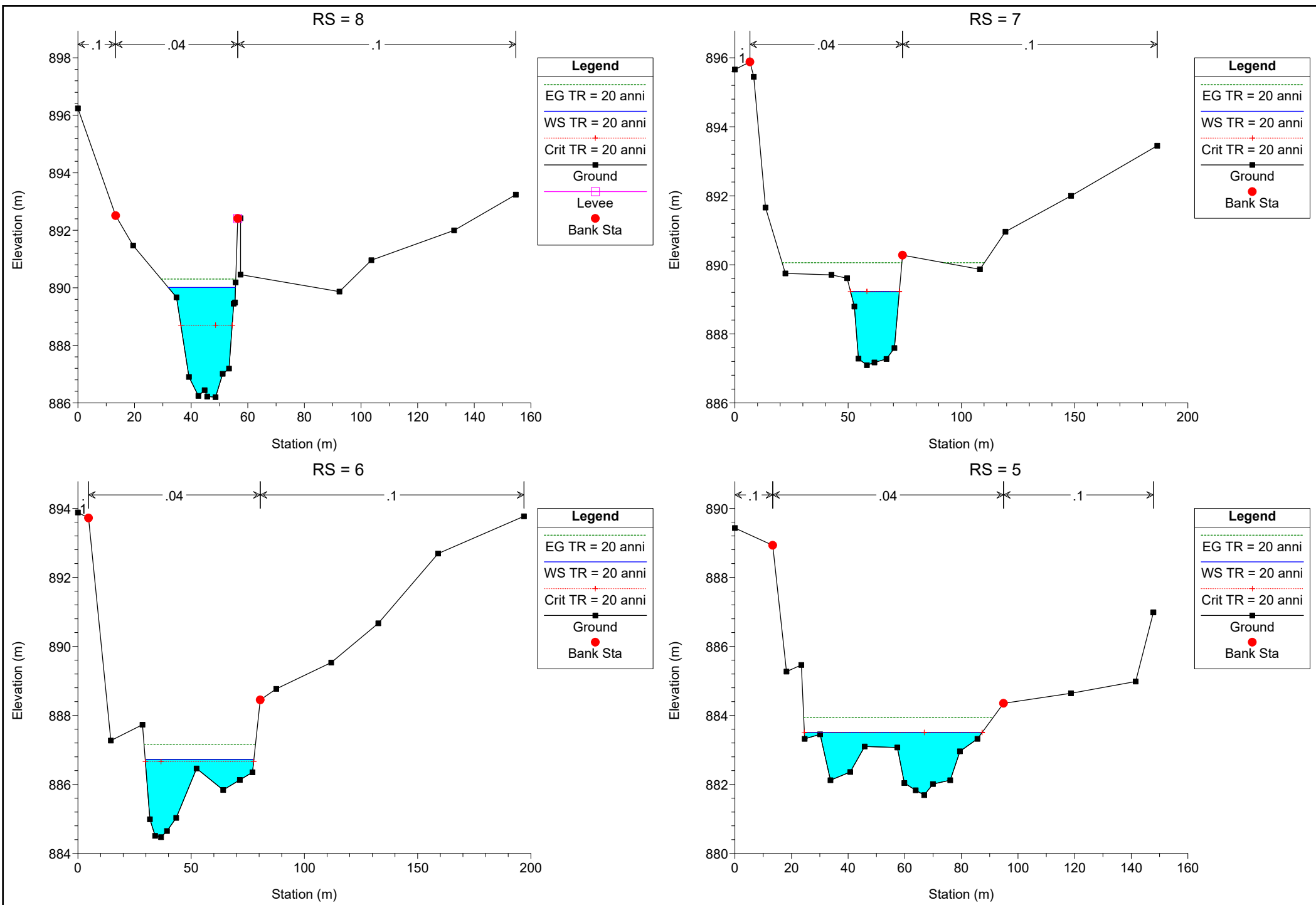


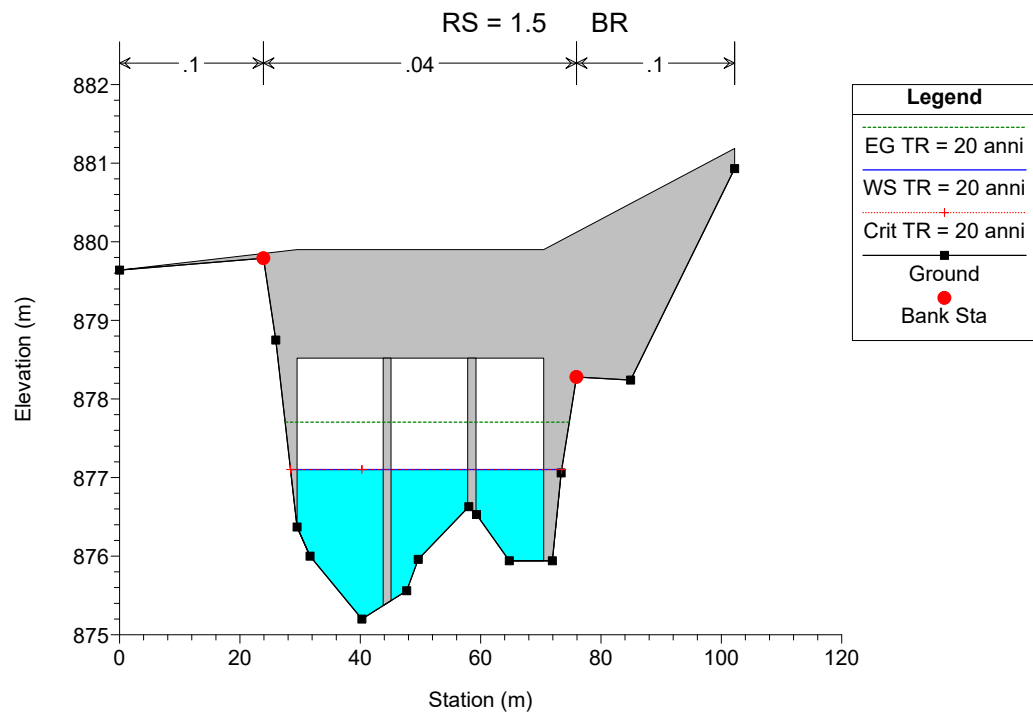
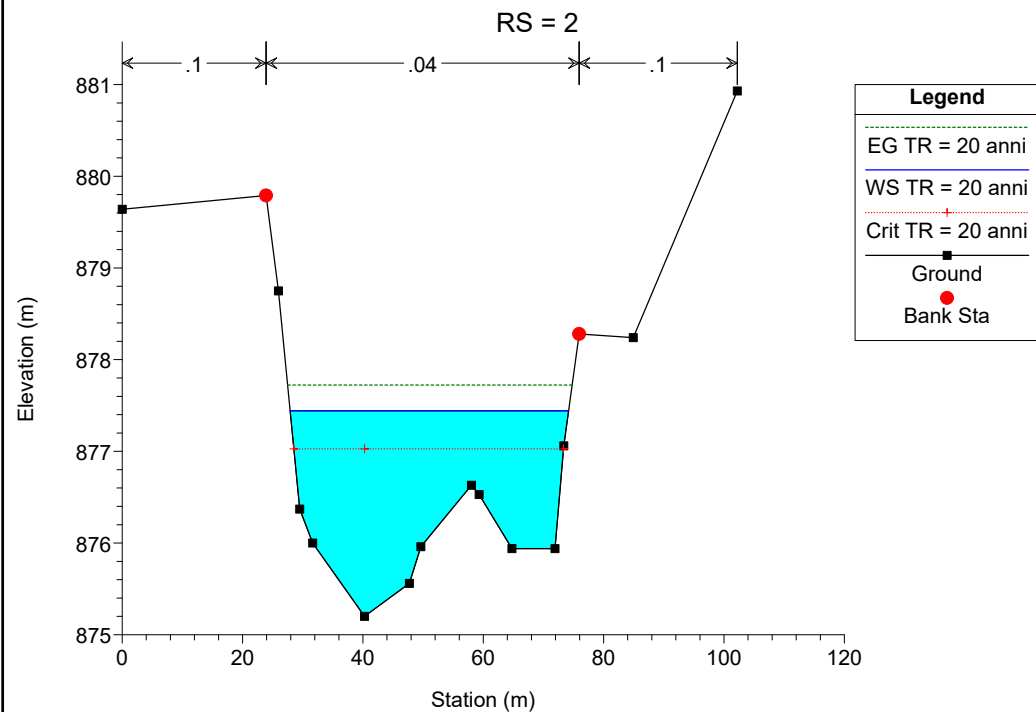
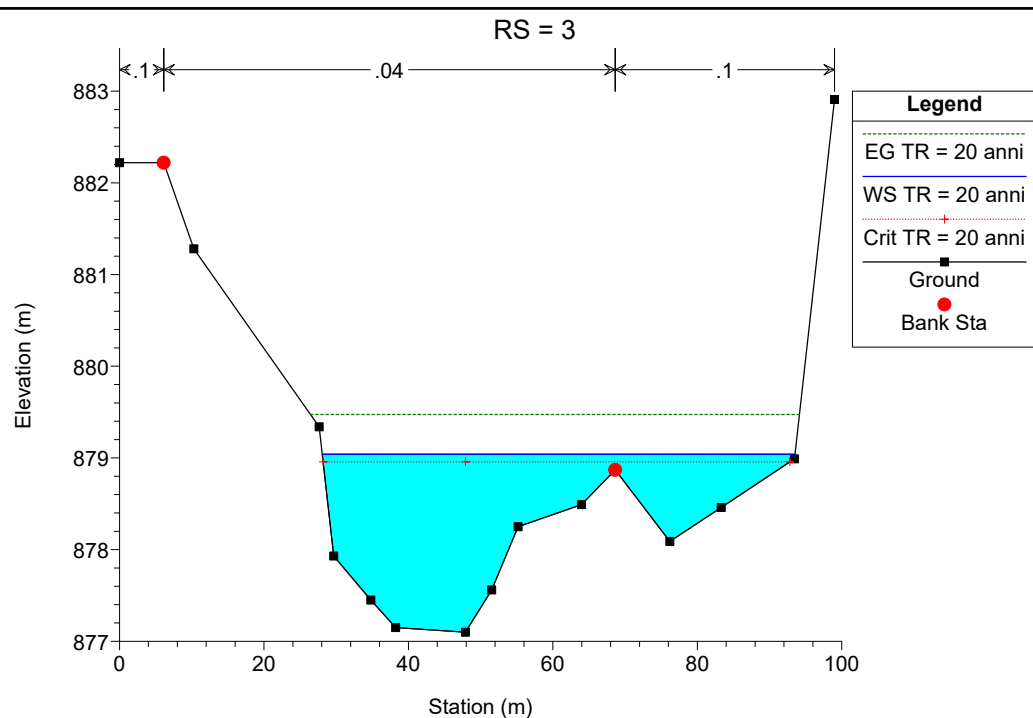
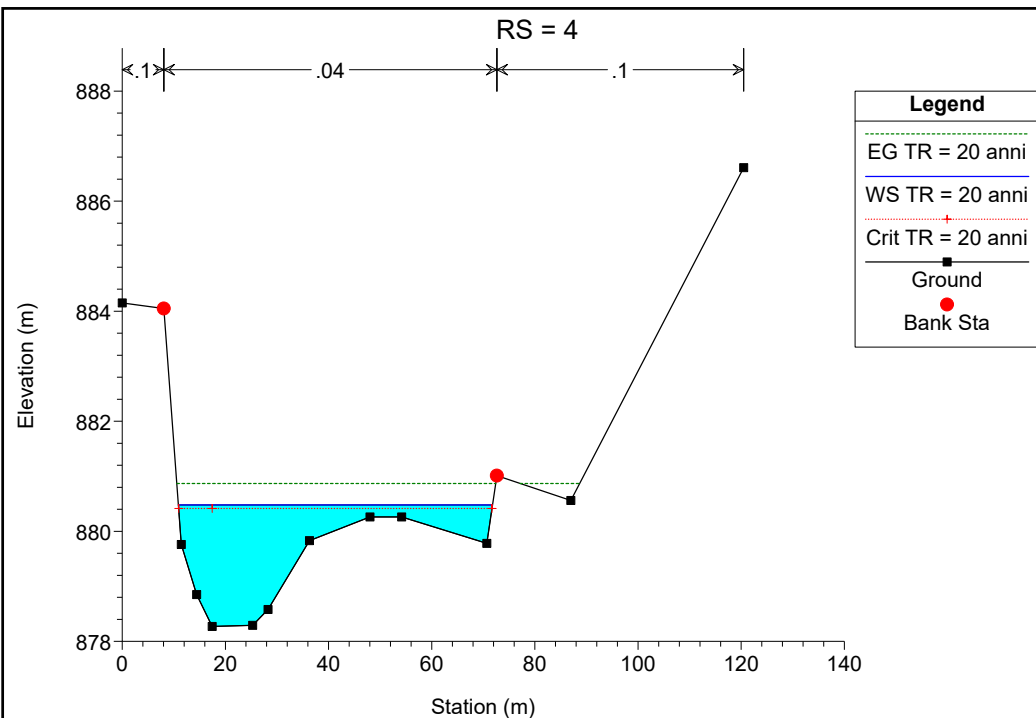


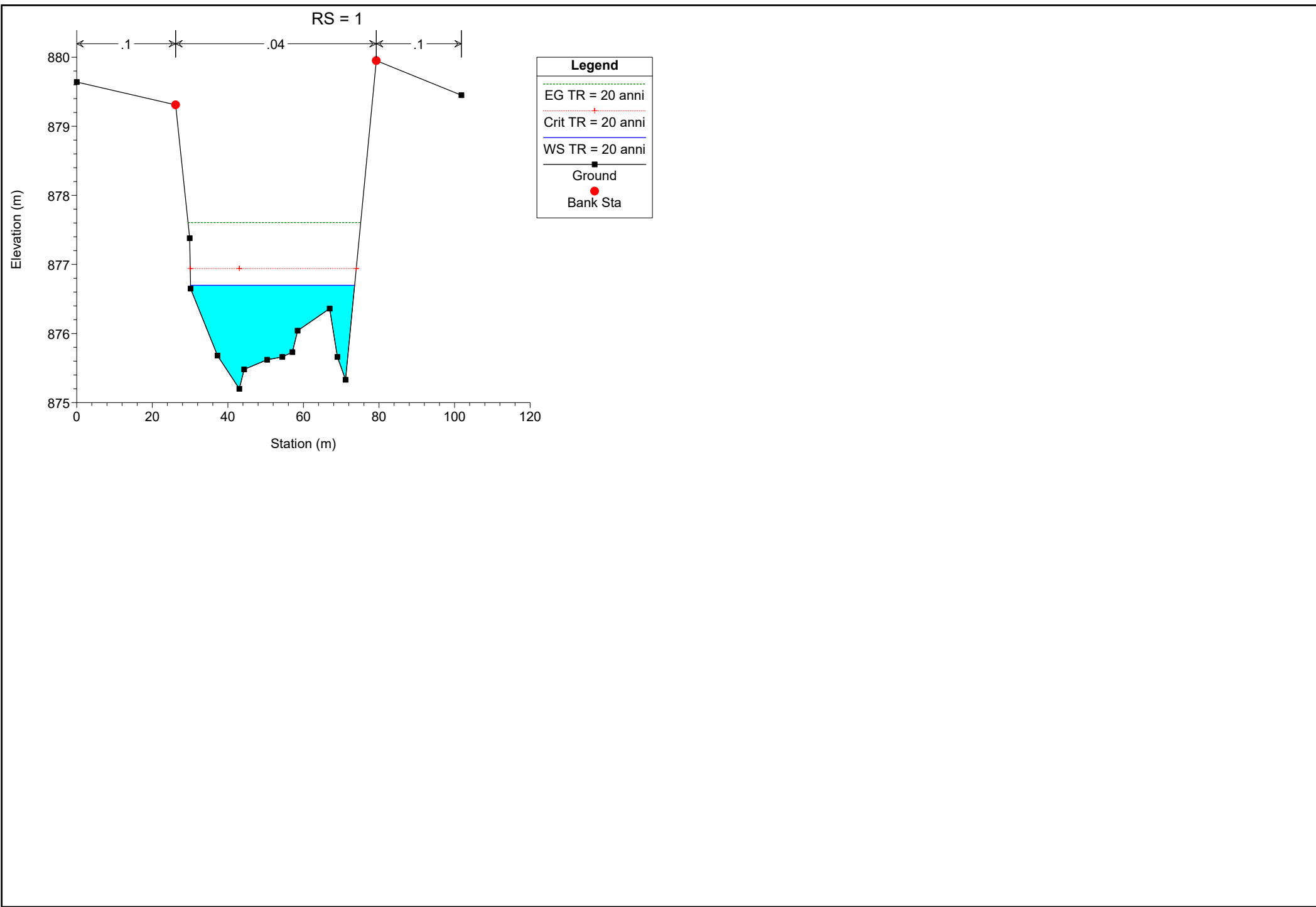








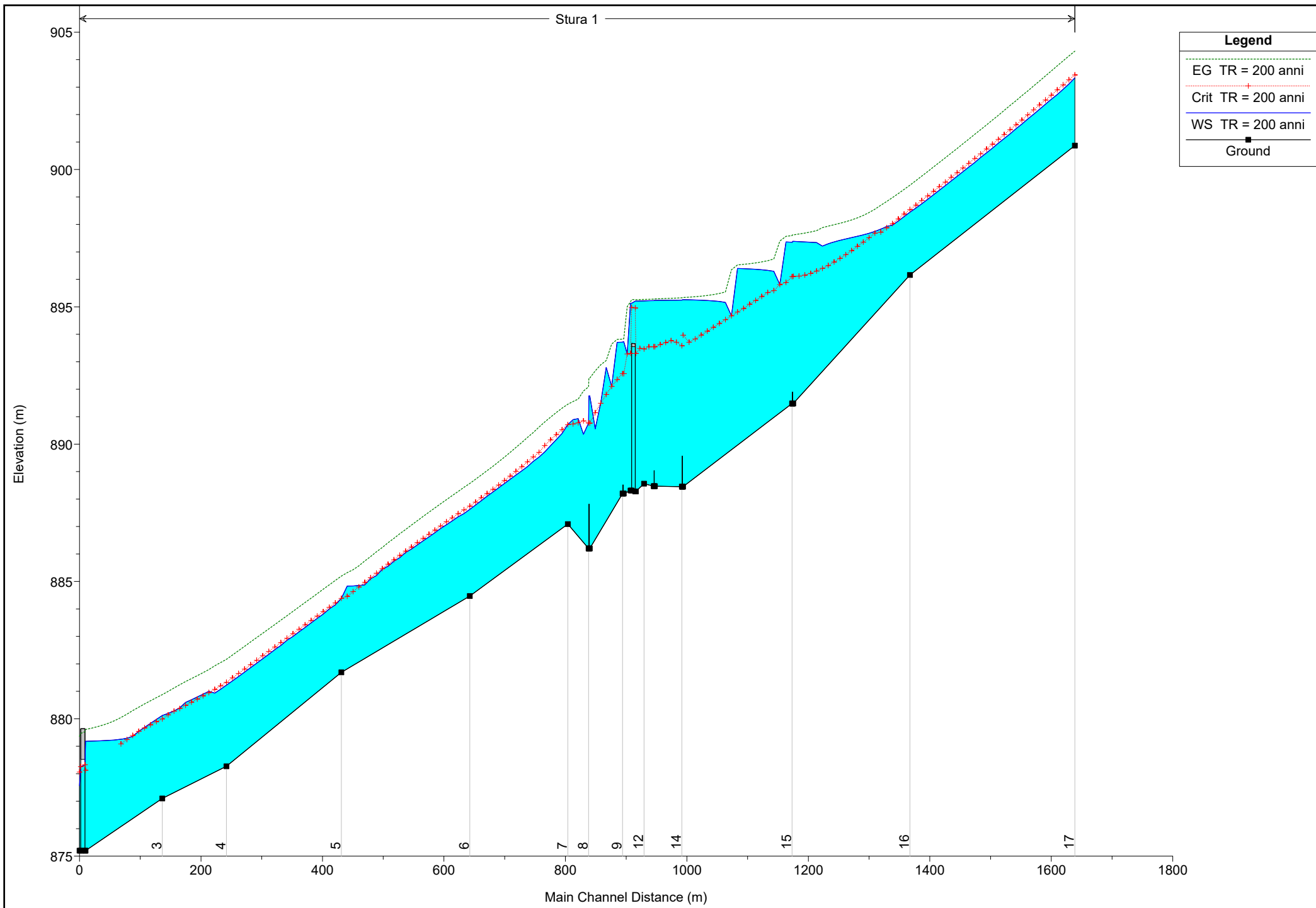


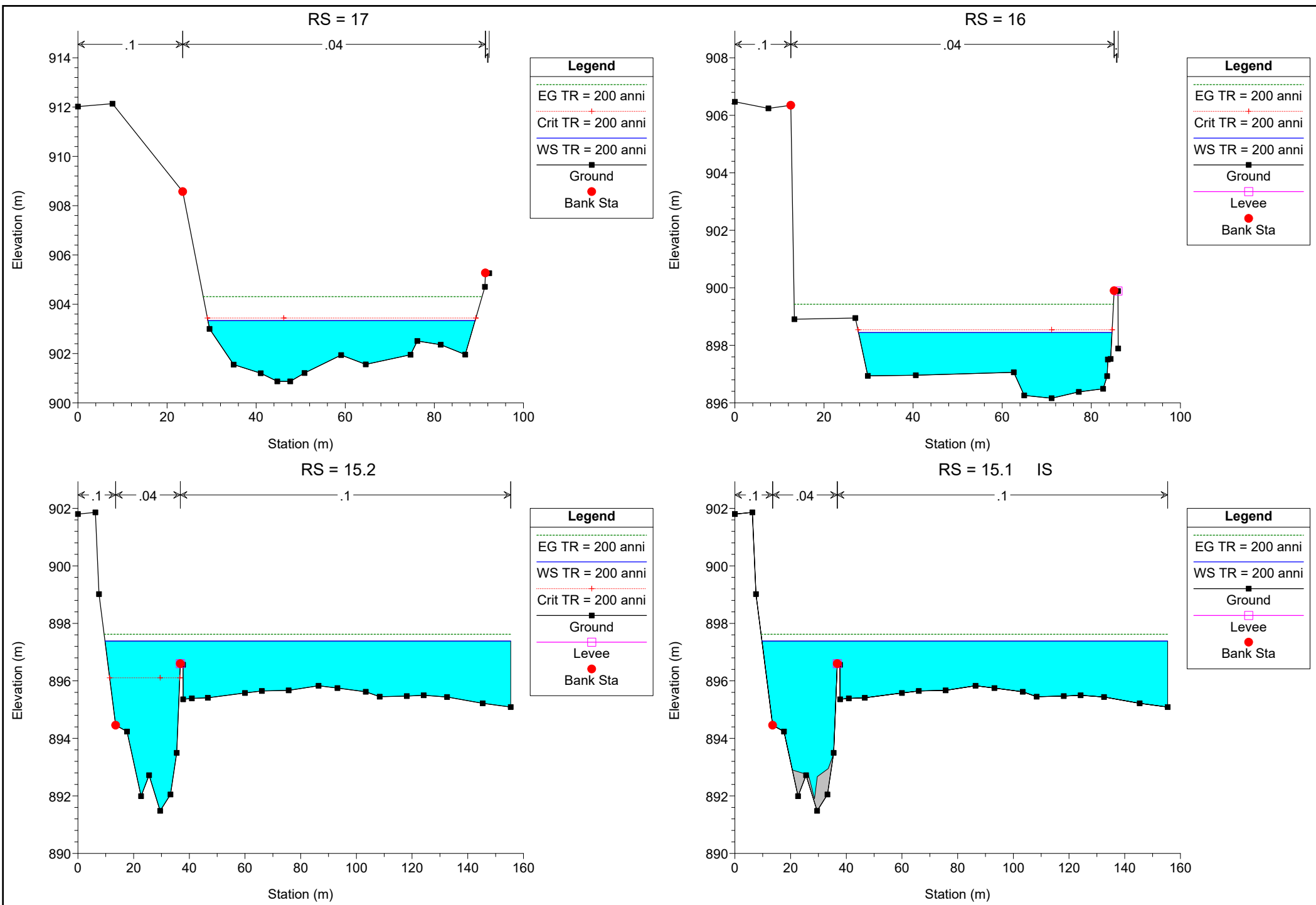


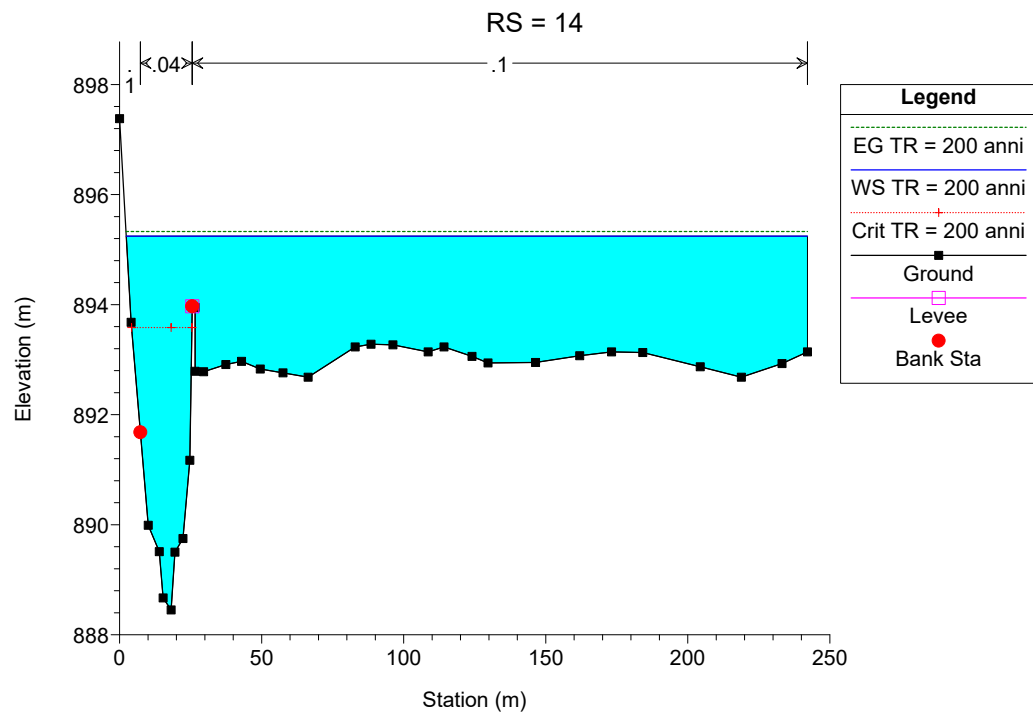
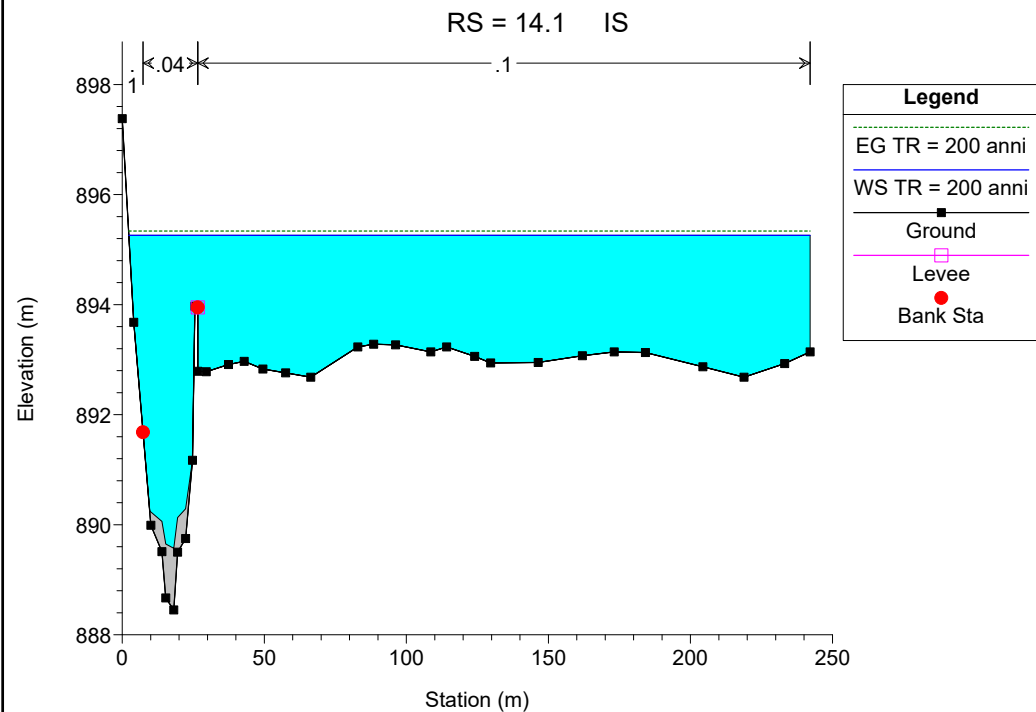
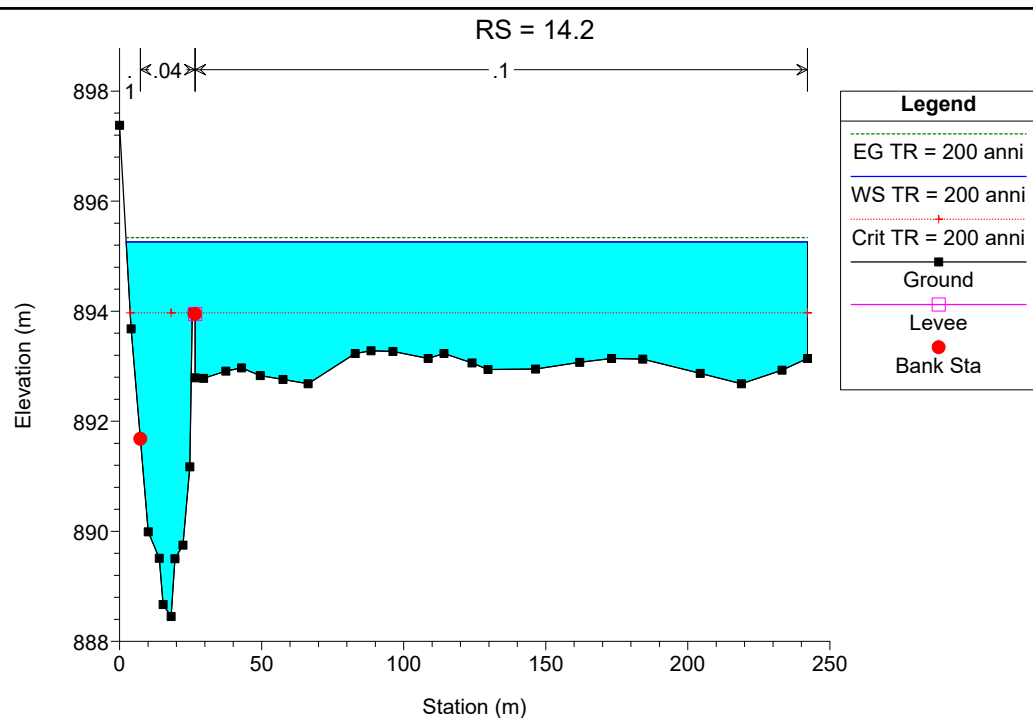
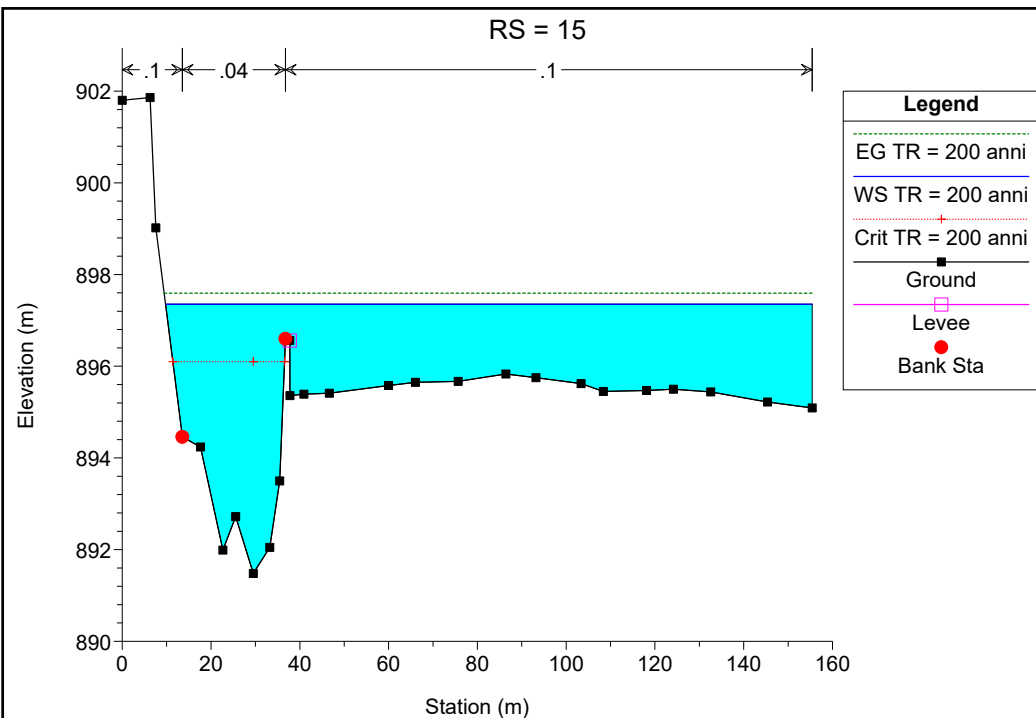
	SIMULAZIONE 2		
	SITUAZIONE ATTUALE		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	412	452	200

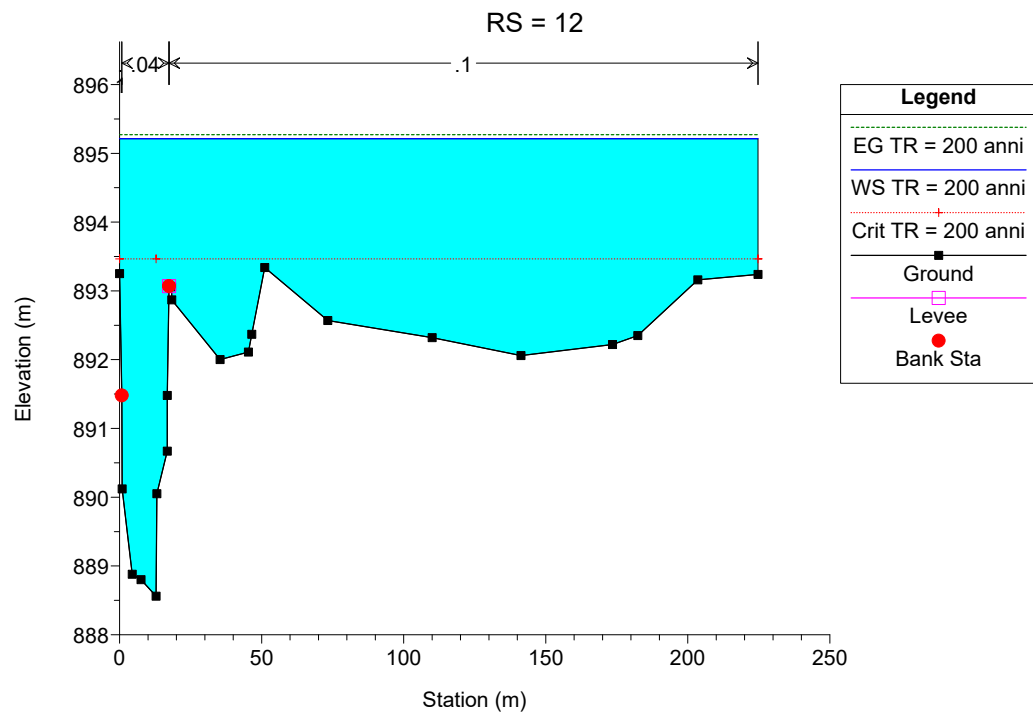
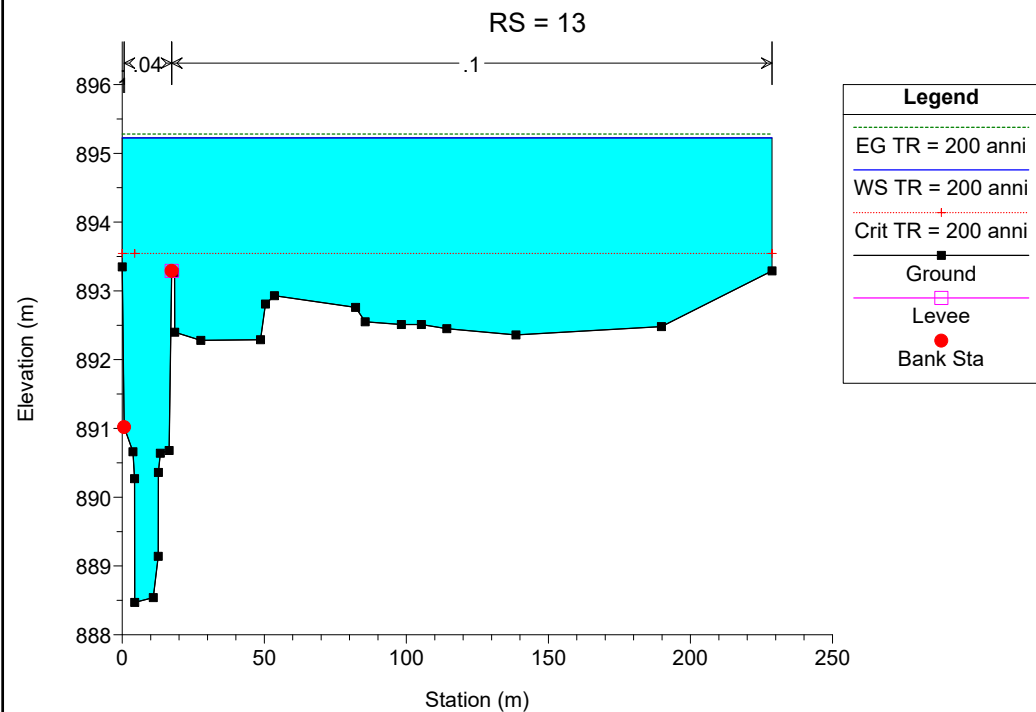
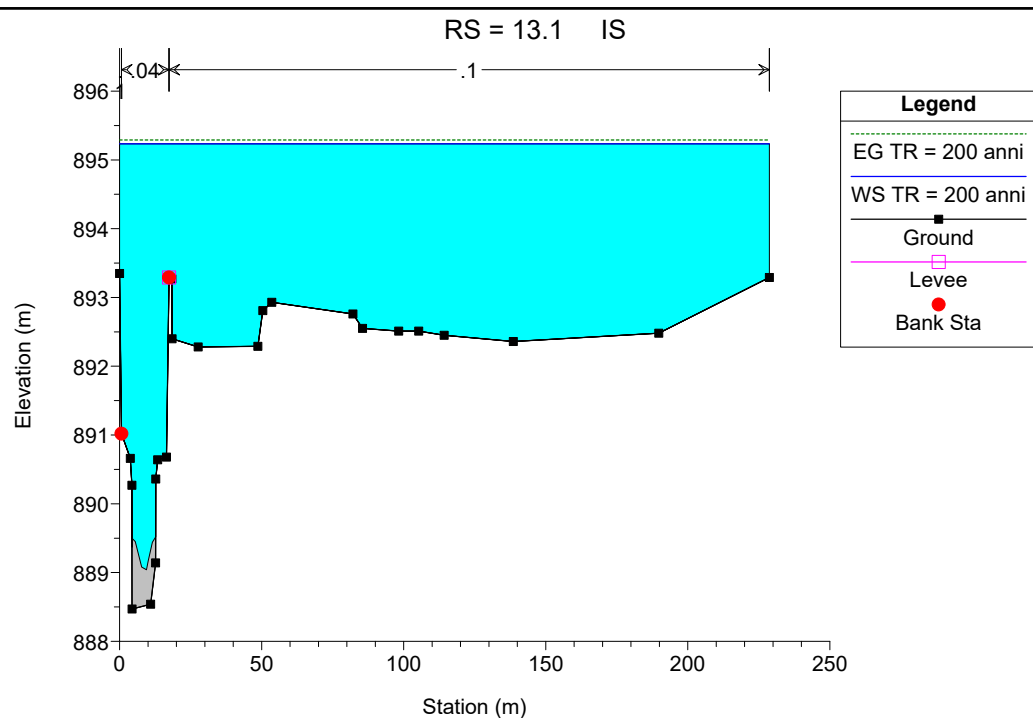
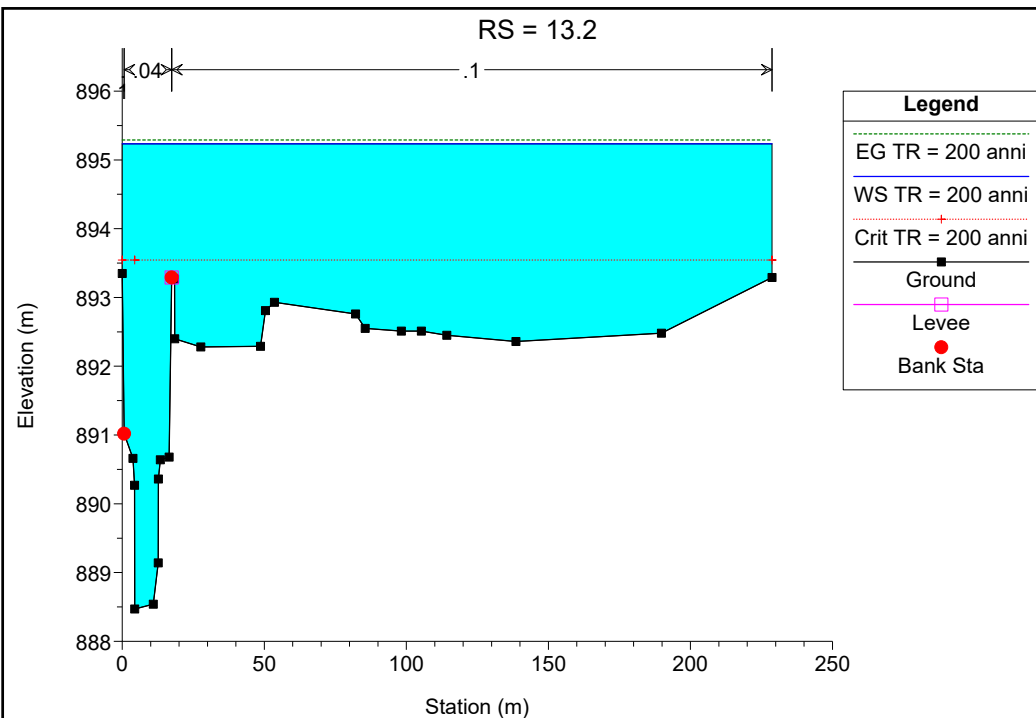
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 200 anni

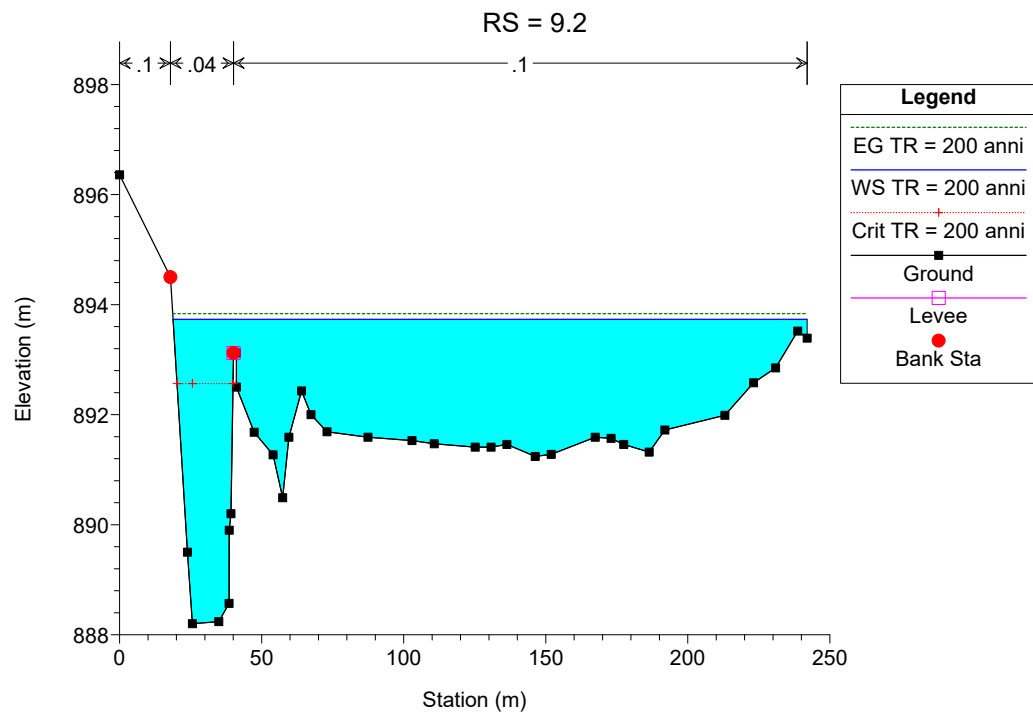
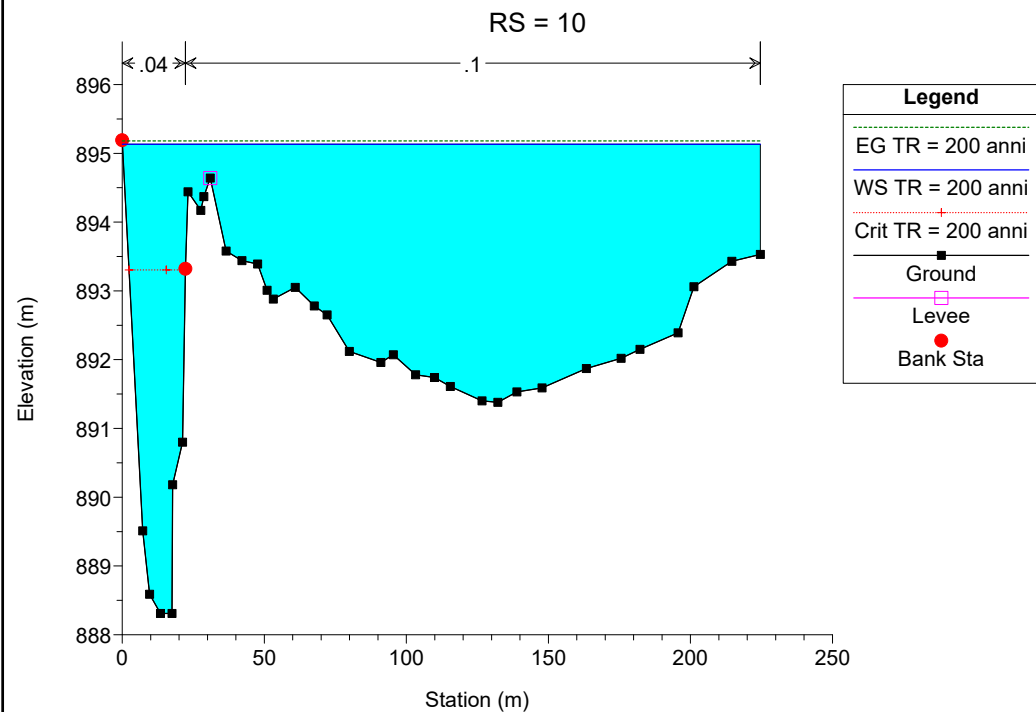
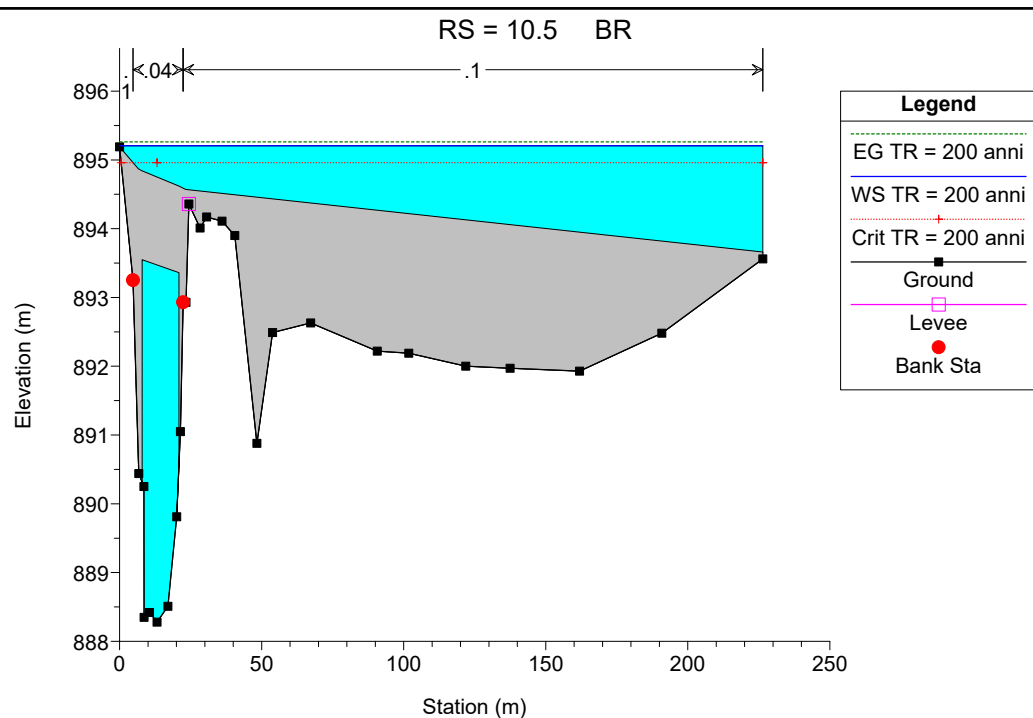
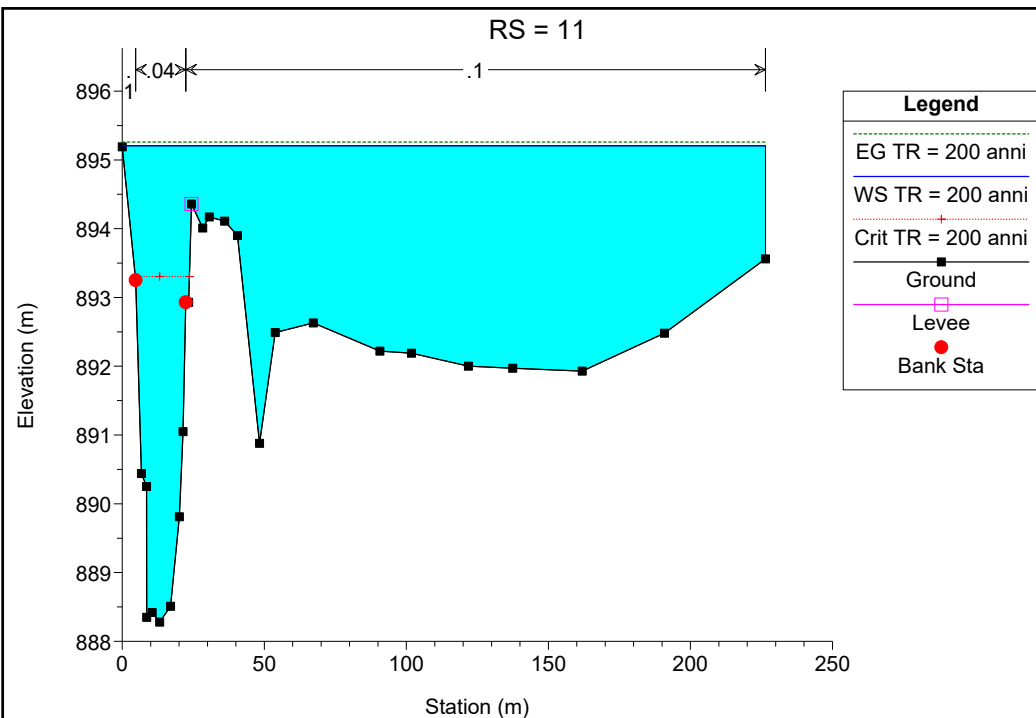
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 200 anni	412.00	900.87	903.34	903.44	904.31	0.017011	4.37	94.36	59.96	1.11
1	16	TR = 200 anni	412.00	896.16	898.44	898.54	899.43	0.016517	4.39	93.82	56.89	1.09
1	15.2	TR = 200 anni	412.00	891.48	897.38	896.11	897.62	0.001777	2.61	330.29	145.71	0.40
1	15.1	Inl Struct										
1	15	TR = 200 anni	412.00	891.48	897.35	896.10	897.60	0.001844	2.65	325.47	145.67	0.40
1	14.2	TR = 200 anni	412.00	888.45	895.26	893.97	895.34	0.000731	1.81	600.06	239.77	0.25
1	14.1	Inl Struct										
1	14	TR = 200 anni	412.00	888.45	895.24	893.58	895.33	0.000736	1.85	596.49	239.76	0.25
1	13.2	TR = 200 anni	412.00	888.47	895.23	893.54	895.29	0.000603	1.61	657.03	228.70	0.22
1	13.1	Inl Struct										
1	13	TR = 200 anni	412.00	888.47	895.23	893.54	895.28	0.000609	1.61	654.98	228.70	0.22
1	12	TR = 200 anni	412.00	888.56	895.21	893.47	895.27	0.000559	1.62	659.73	224.70	0.21
1	11	TR = 200 anni	412.00	888.28	895.21	893.30	895.26	0.000552	1.58	659.93	226.40	0.21
1	10.5	Bridge										
1	10	TR = 200 anni	412.00	888.31	895.13	893.30	895.18	0.000574	1.49	653.12	224.49	0.21
1	9.2	TR = 200 anni	412.00	888.20	893.73	892.56	893.84	0.001236	2.03	494.24	223.14	0.31
1	9.1	Inl Struct										
1	9	TR = 200 anni	412.00	888.20	893.72	892.56	893.82	0.001259	2.05	490.92	223.12	0.31
1	8.2	TR = 200 anni	412.00	886.20	891.76	890.77	892.41	0.005386	3.57	115.25	38.43	0.66
1	8.1	Inl Struct										
1	8	TR = 200 anni	412.00	886.20	890.77	890.77	892.09	0.012865	5.09	80.87	30.40	1.00
1	7	TR = 200 anni	412.00	887.09	890.71	890.71	891.45	0.011676	3.91	125.94	99.01	0.93
1	6	TR = 200 anni	412.00	884.47	887.62	887.74	888.57	0.017148	4.31	95.69	61.79	1.10
1	5	TR = 200 anni	452.00	881.69	884.38	884.38	885.20	0.013945	3.99	113.36	73.62	1.01
1	4	TR = 200 anni	452.00	878.27	881.22	881.33	882.16	0.015669	4.32	110.88	80.33	1.07
1	3	TR = 200 anni	452.00	877.10	880.12	880.00	880.88	0.010582	4.08	137.86	74.41	0.92
1	2	TR = 200 anni	452.00	875.20	879.18	878.13	879.61	0.003309	2.93	163.65	65.85	0.54
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 200 anni	452.00	875.20	877.56	878.06	879.36	0.029600	5.93	76.17	45.54	1.47

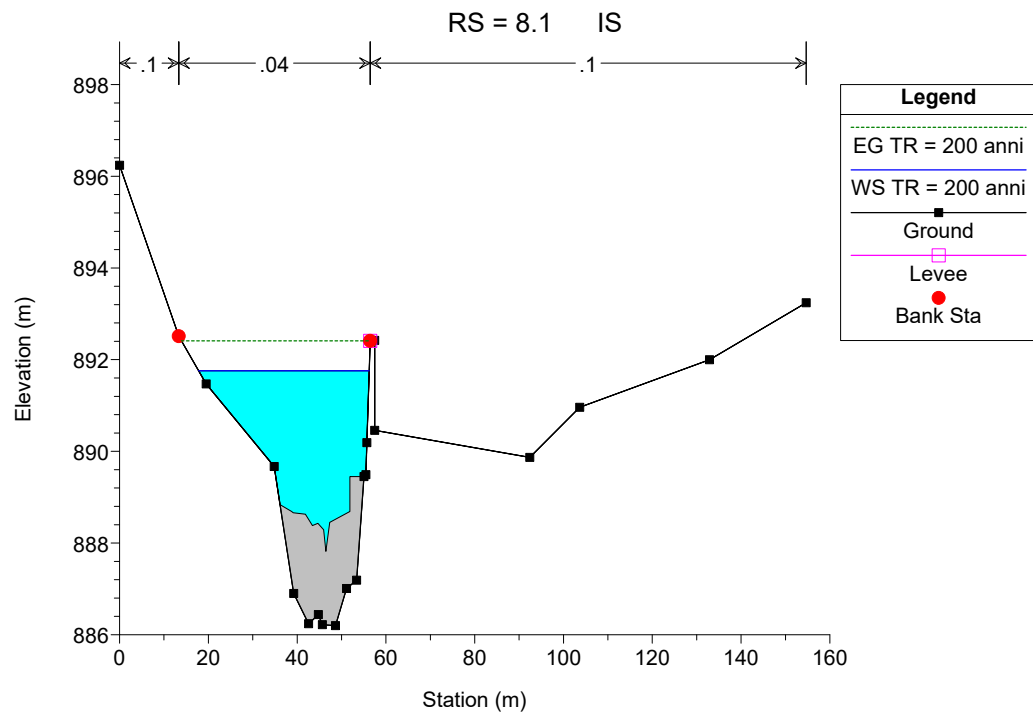
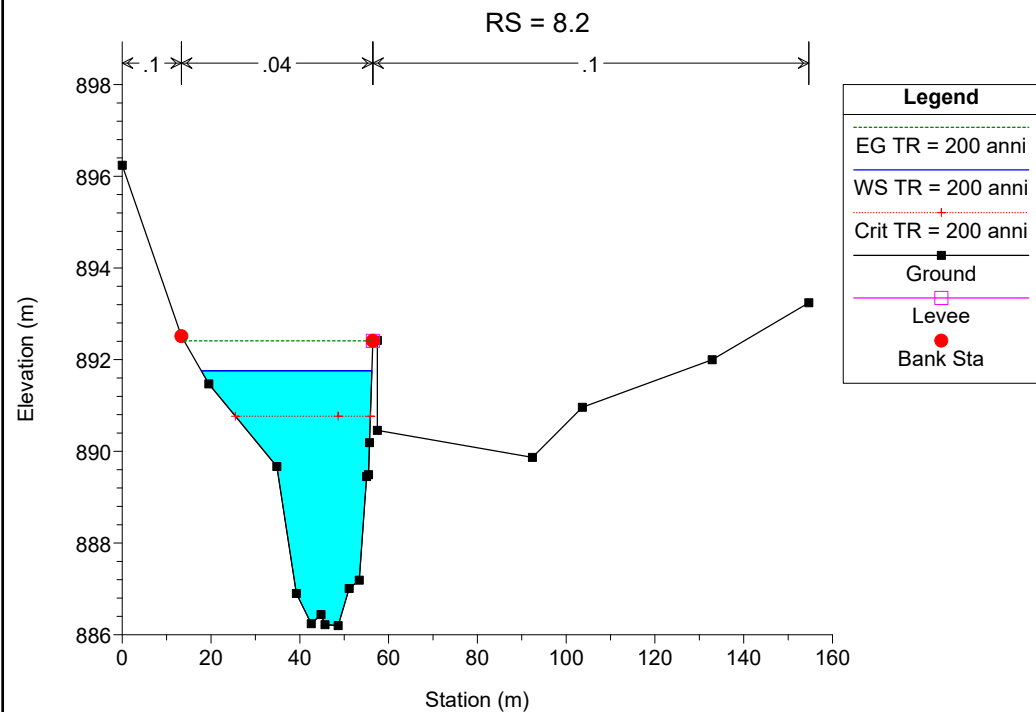
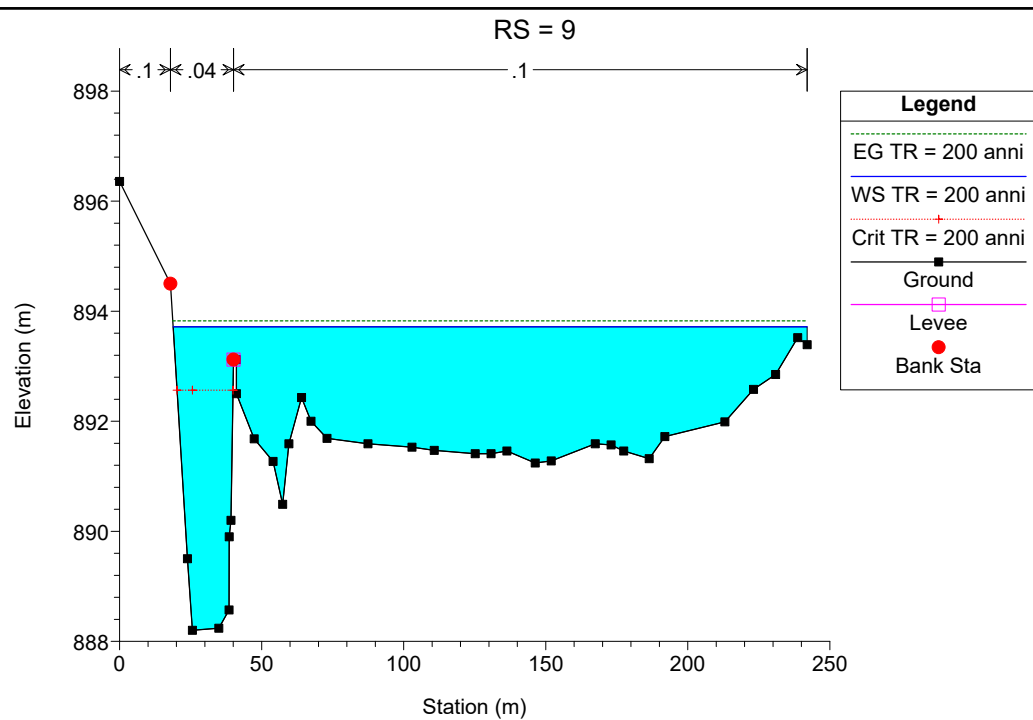
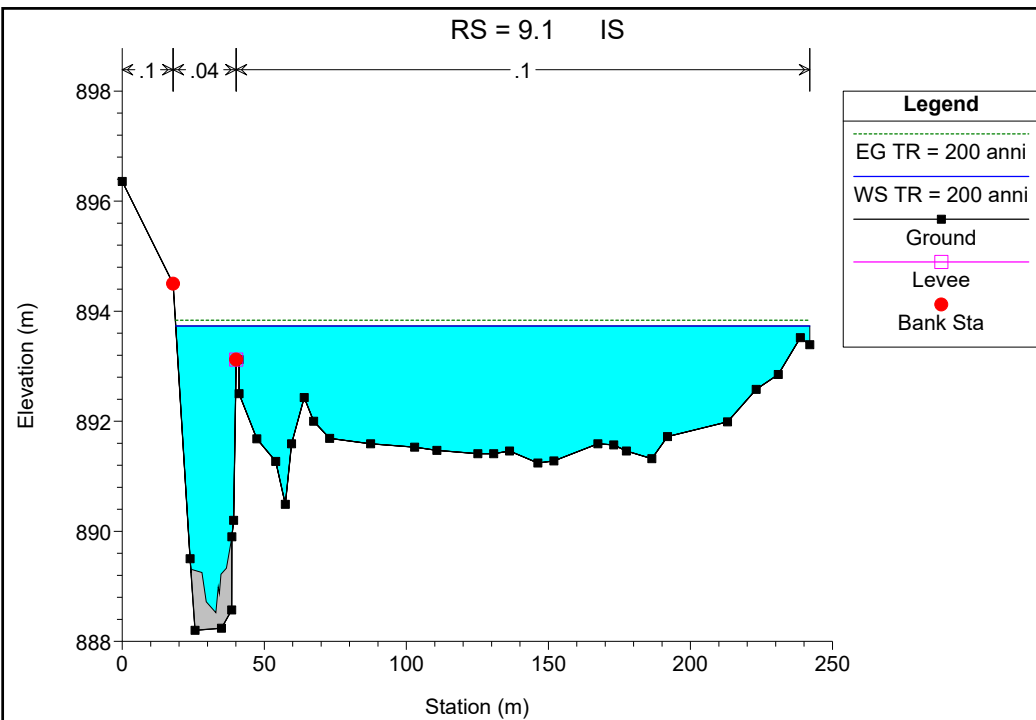


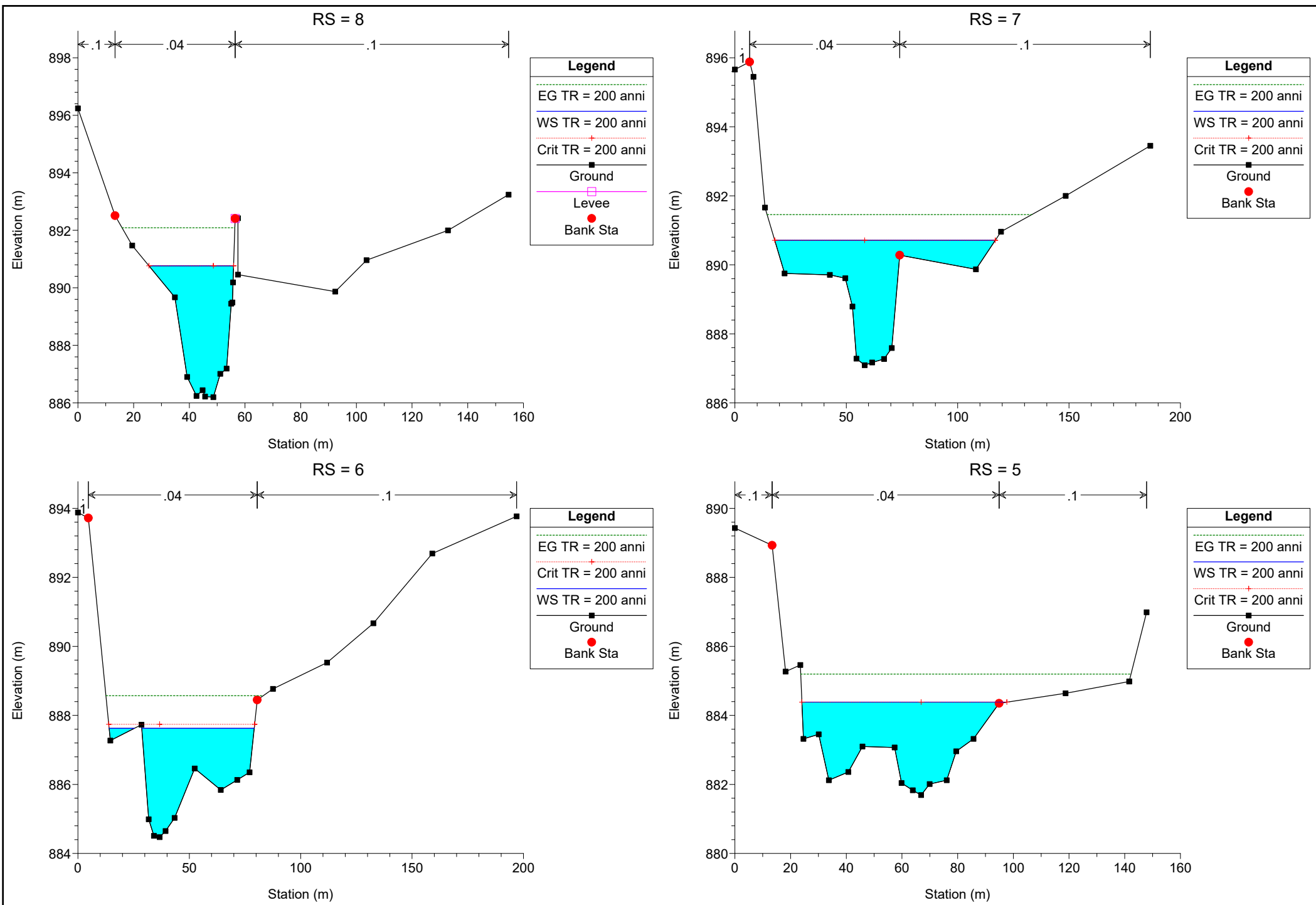


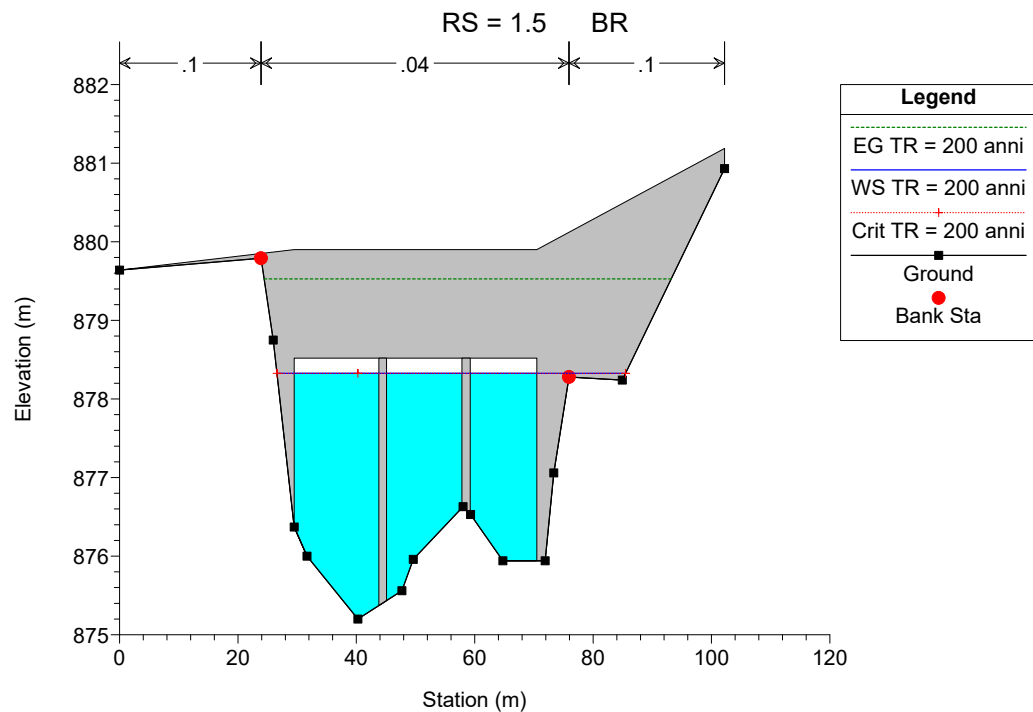
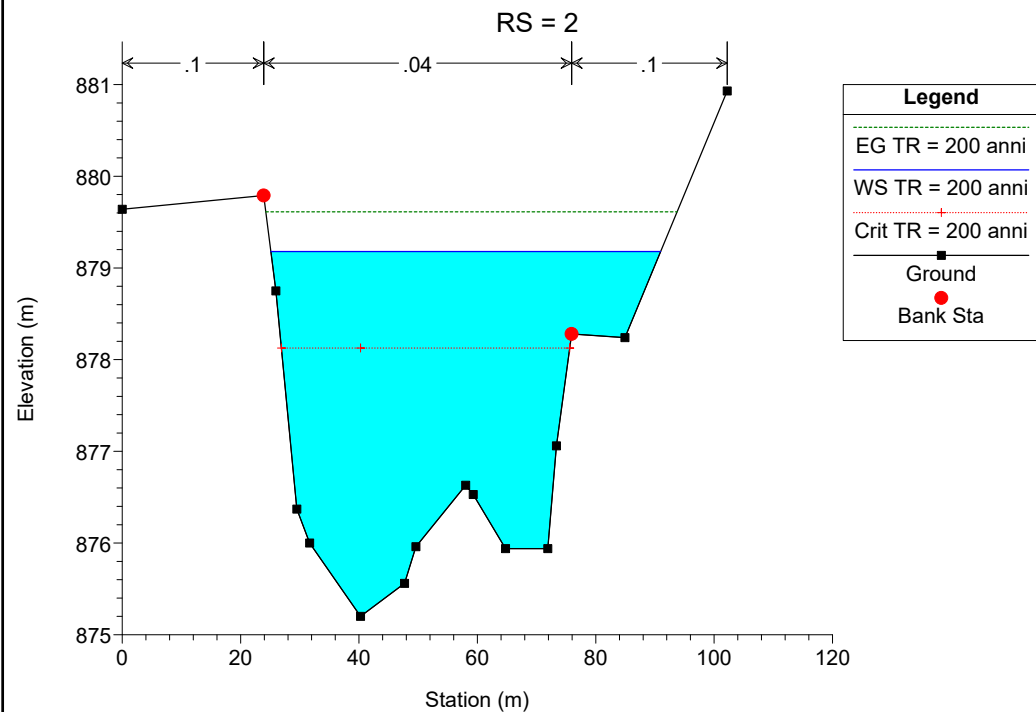
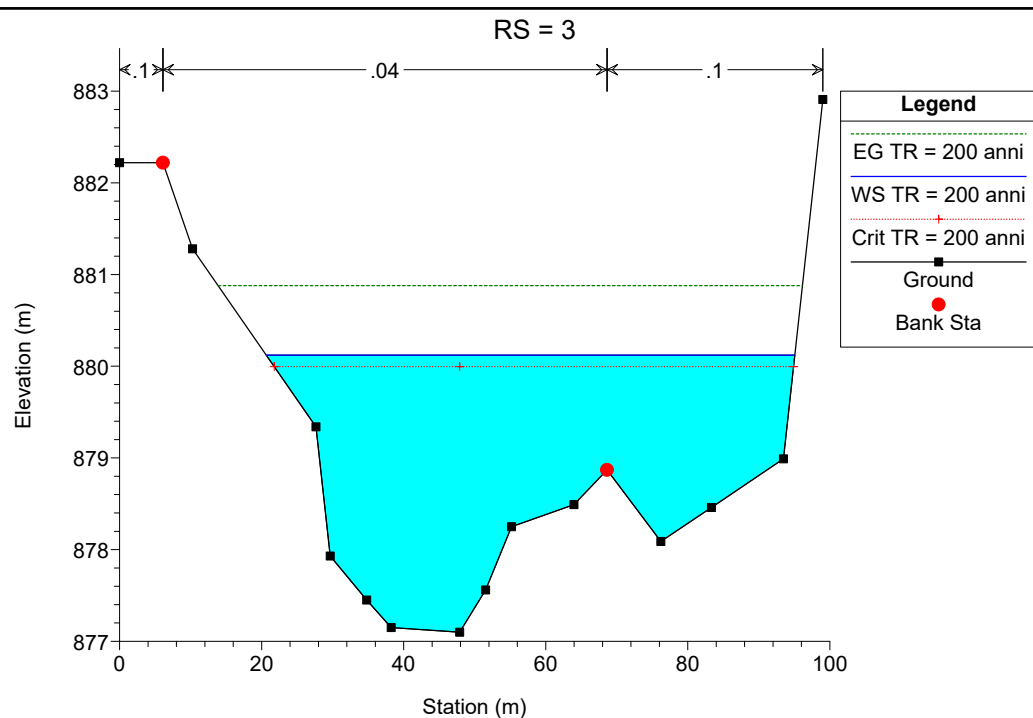
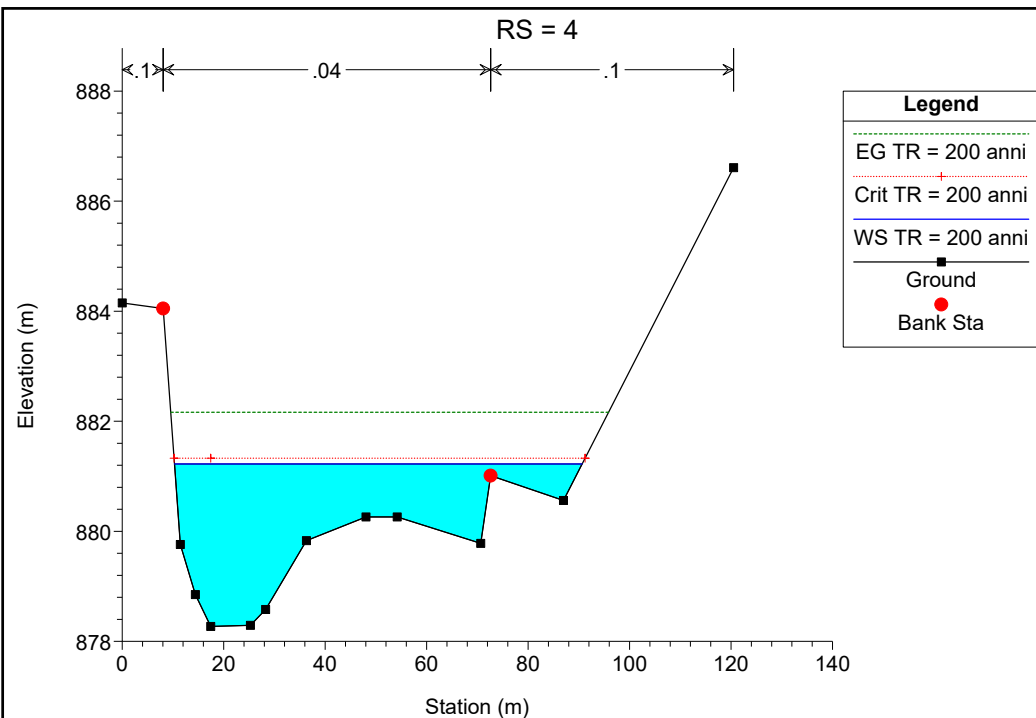


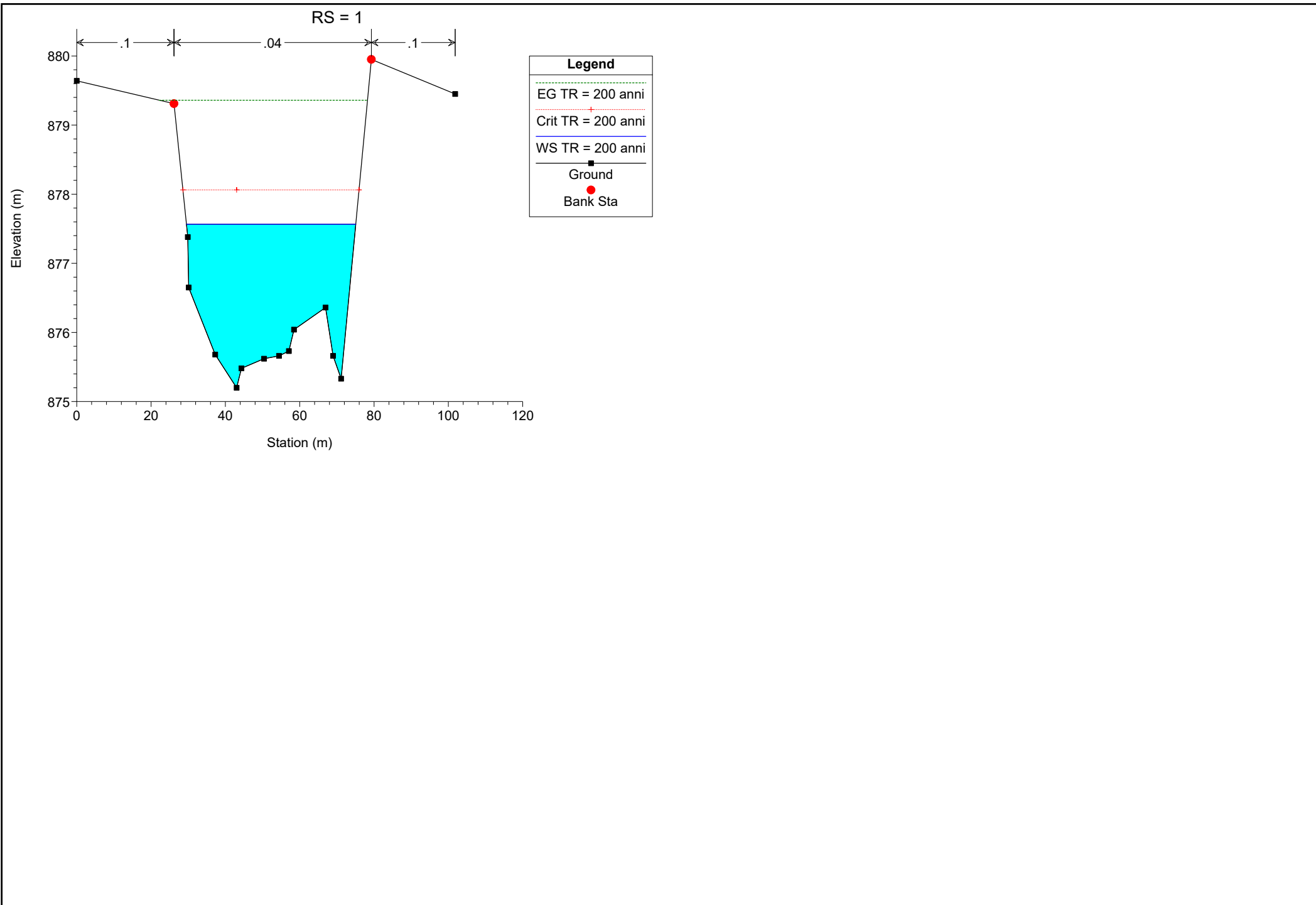








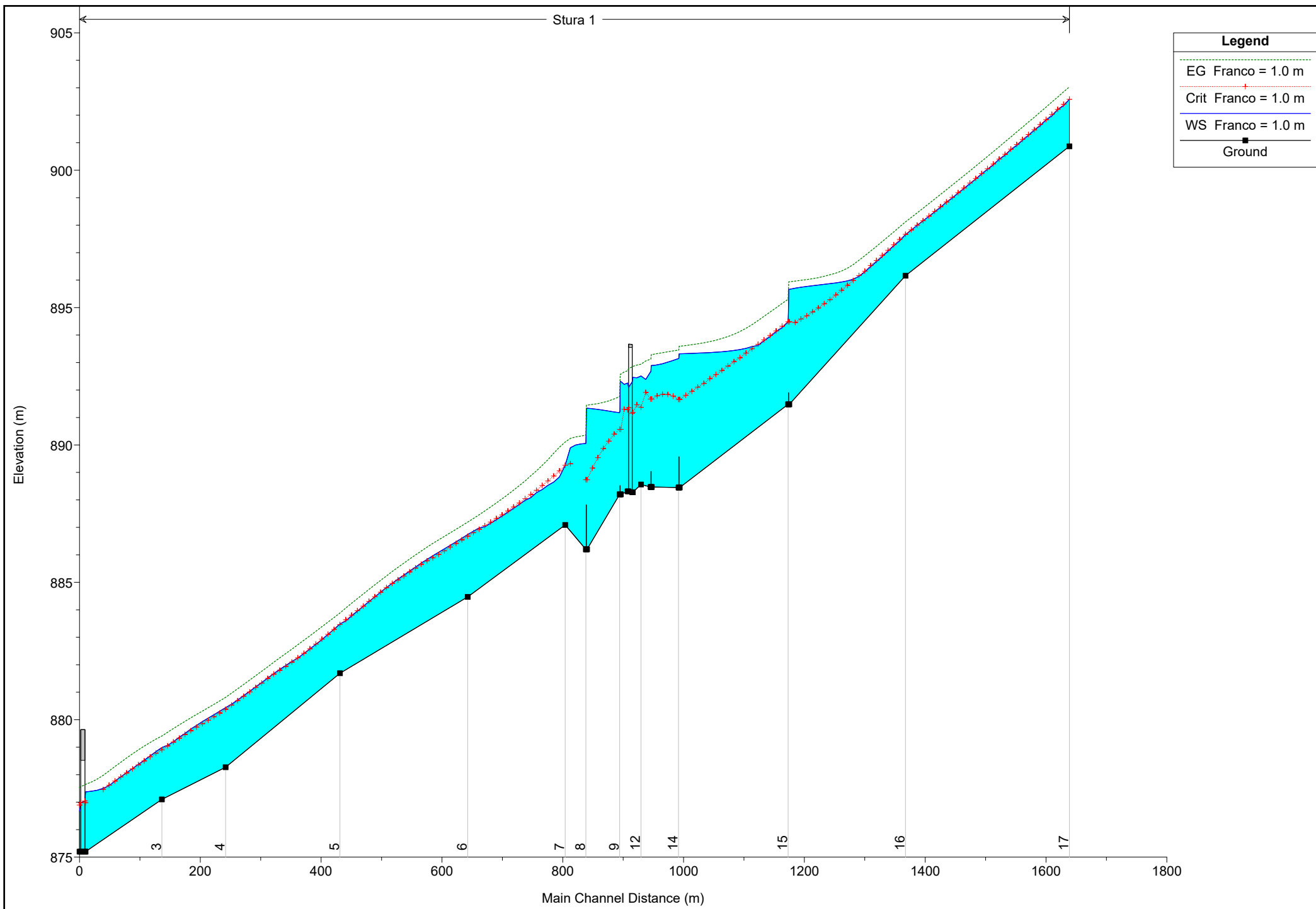


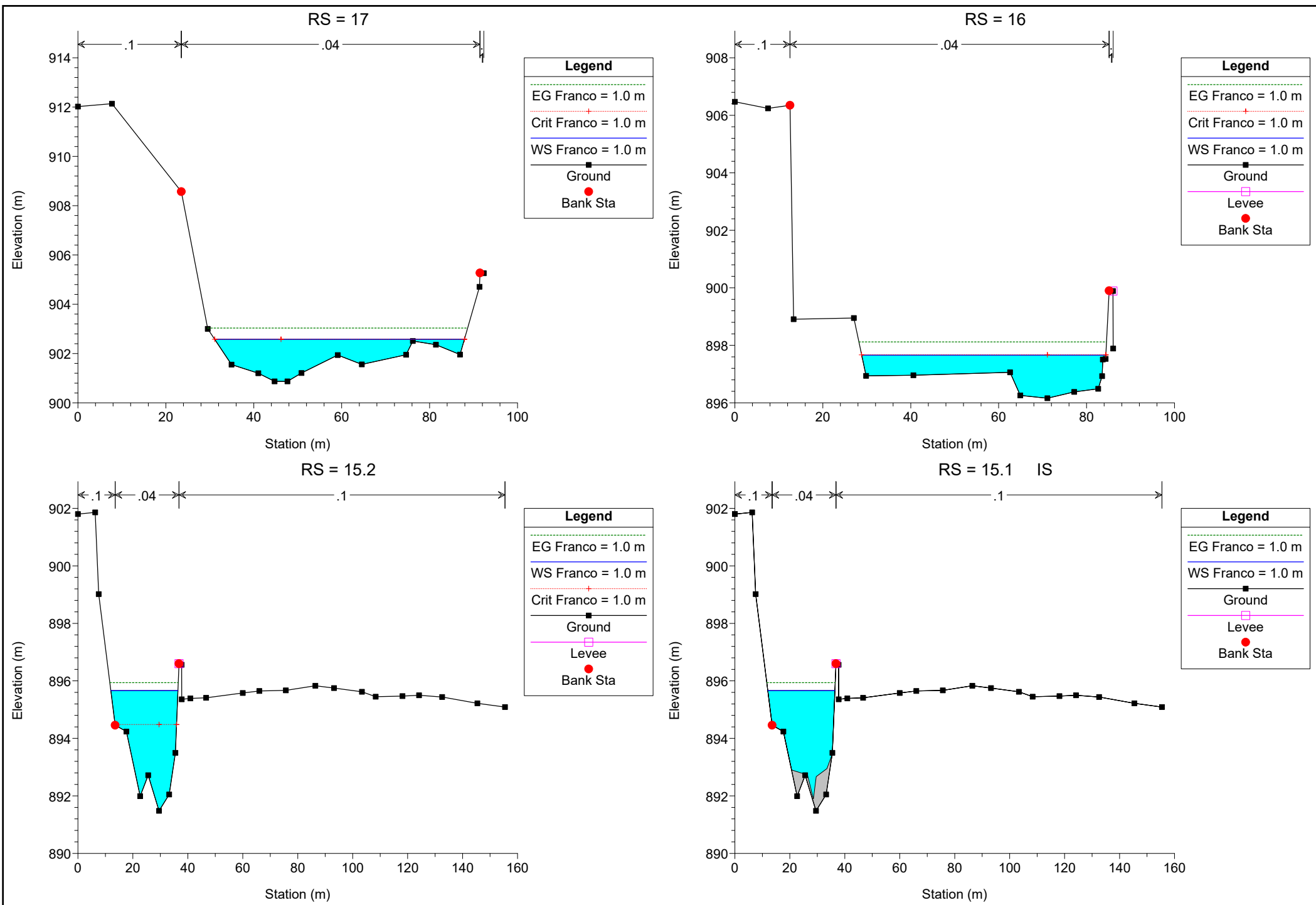


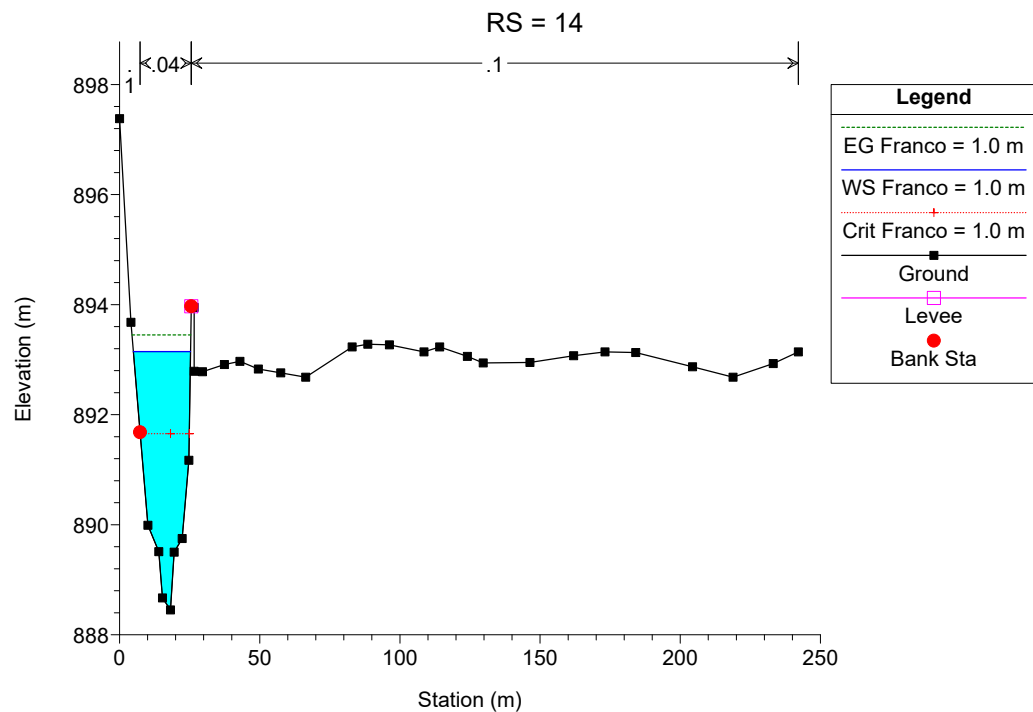
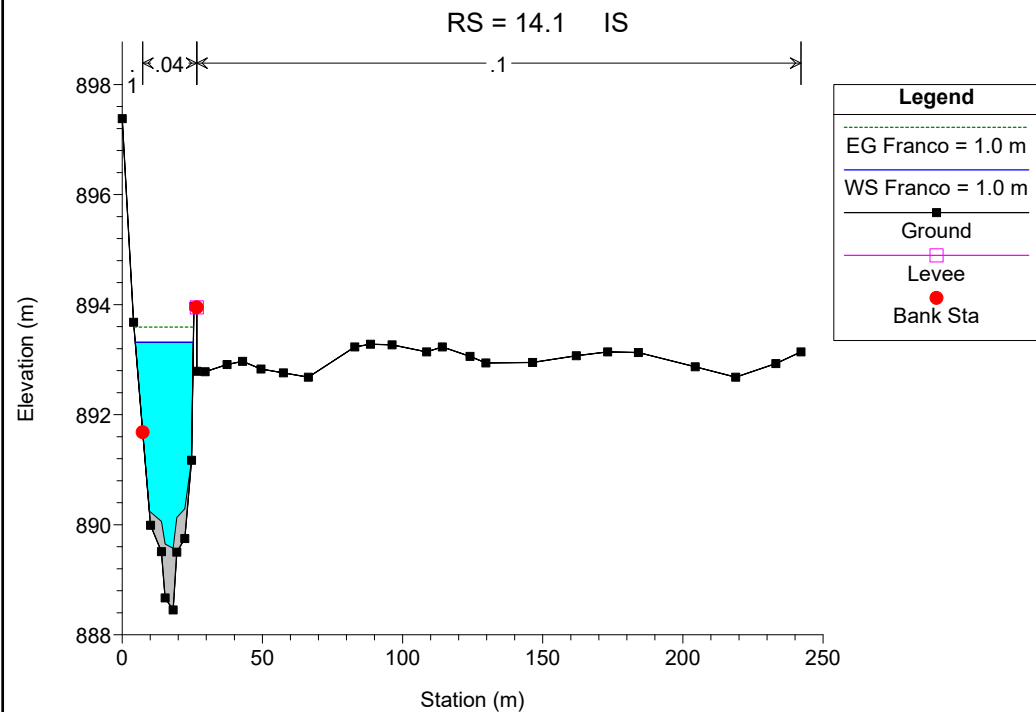
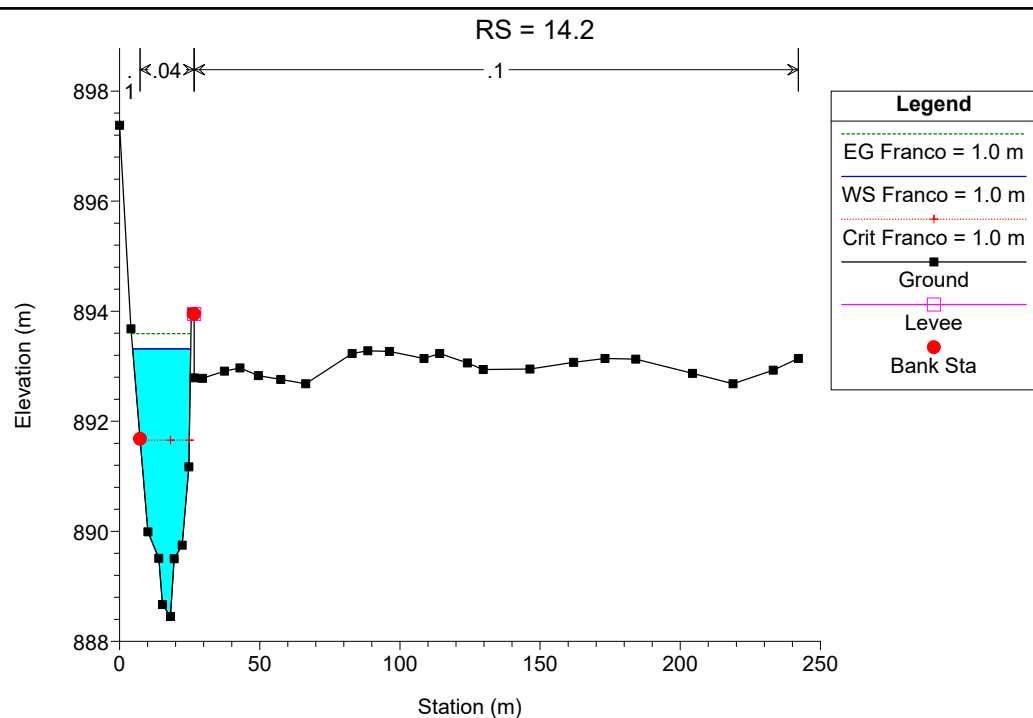
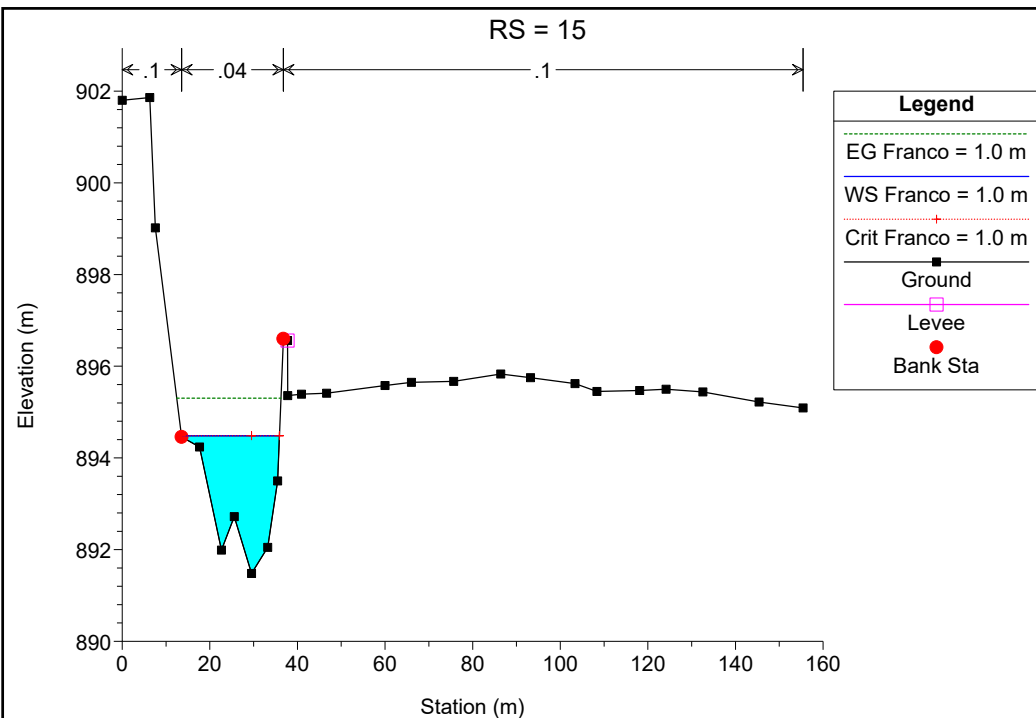
	SIMULAZIONE 3		
	SITUAZIONE ATTUALE		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	149	149	Franco 1.0 m

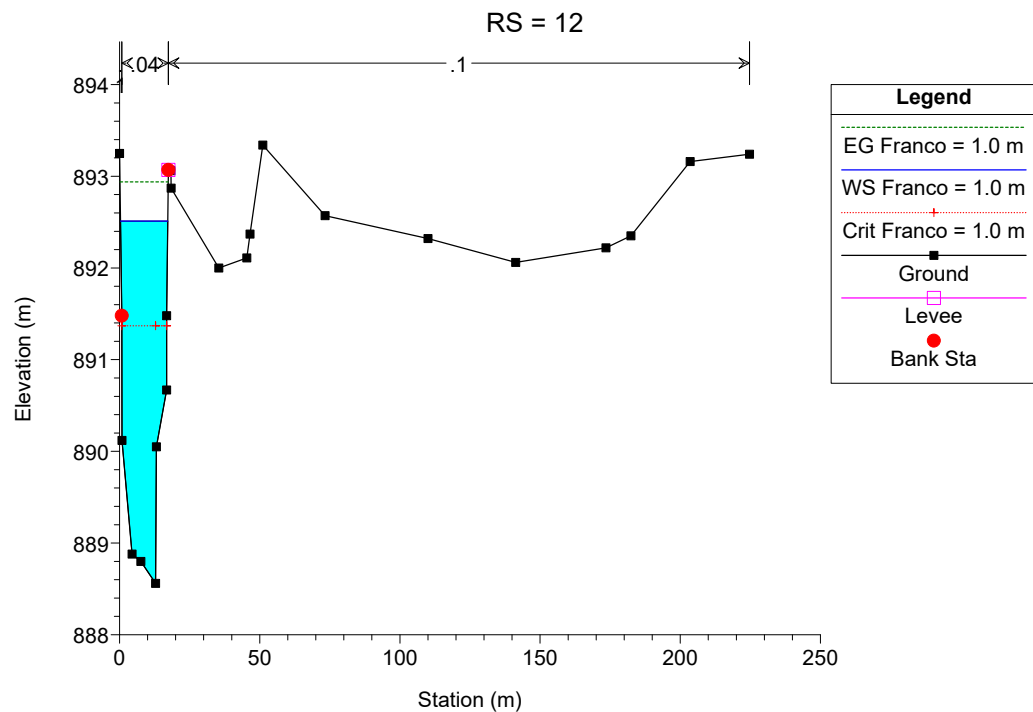
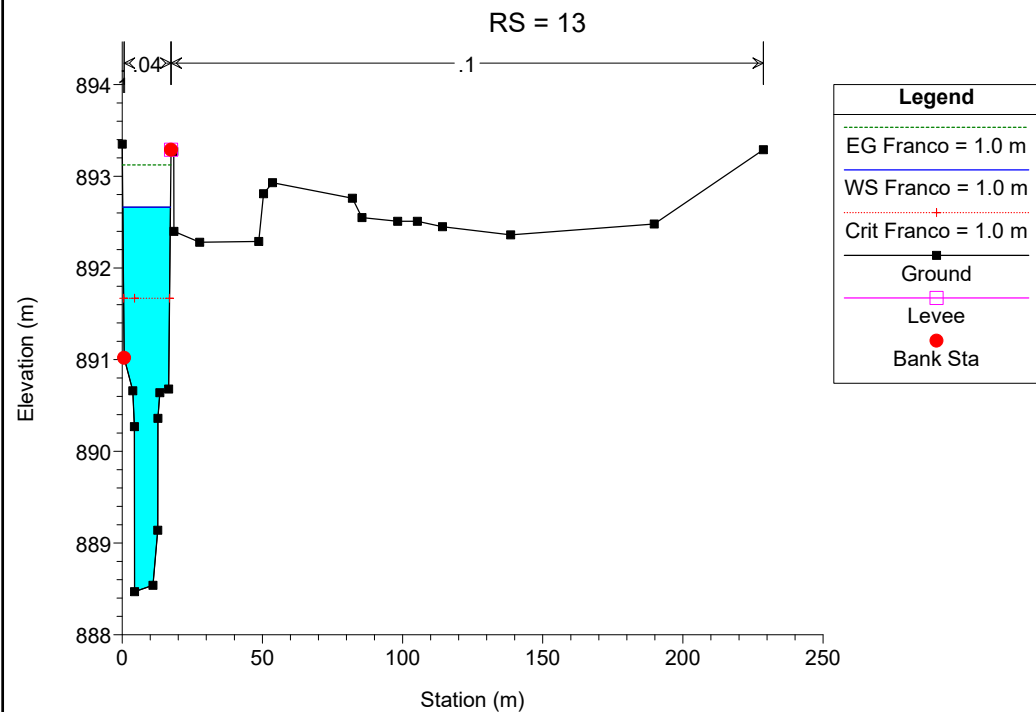
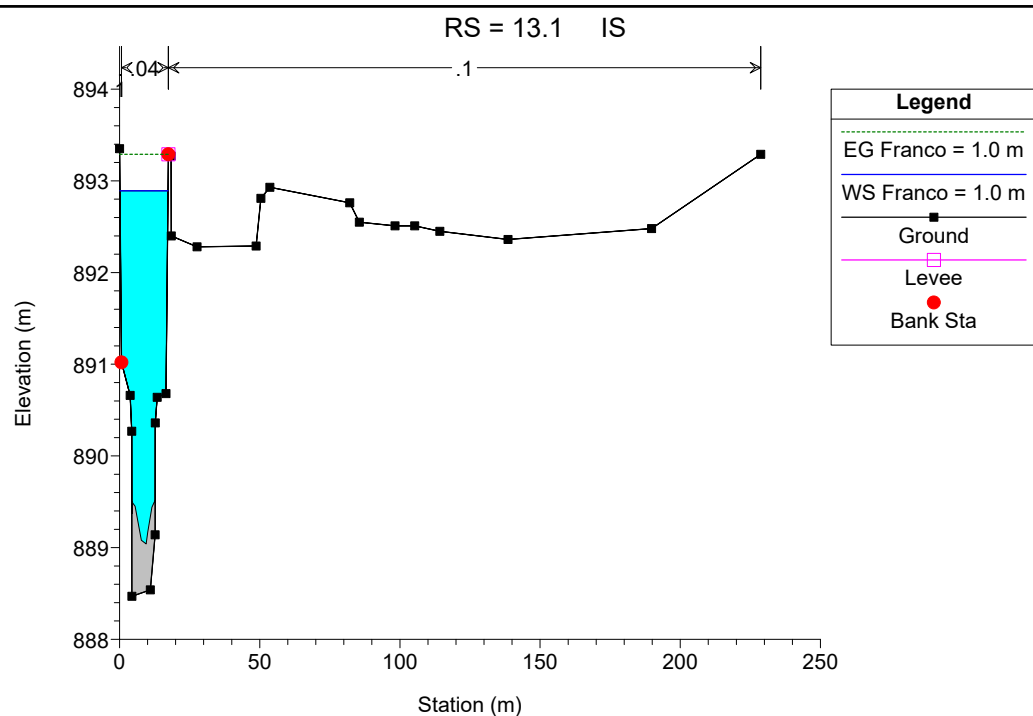
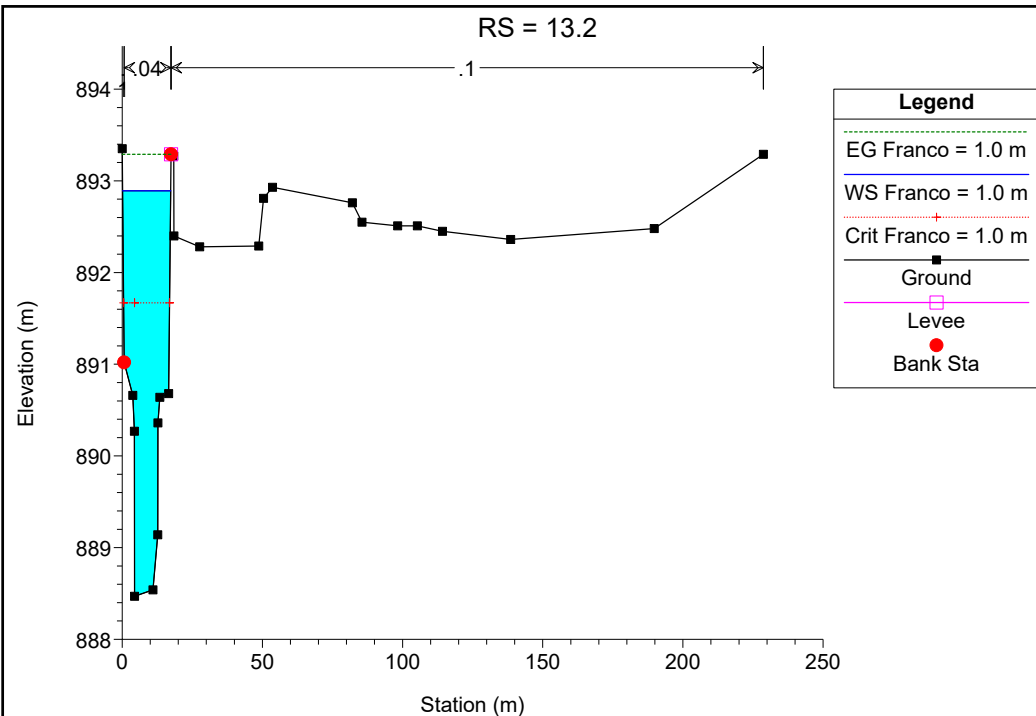
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: Franco = 1.0 m

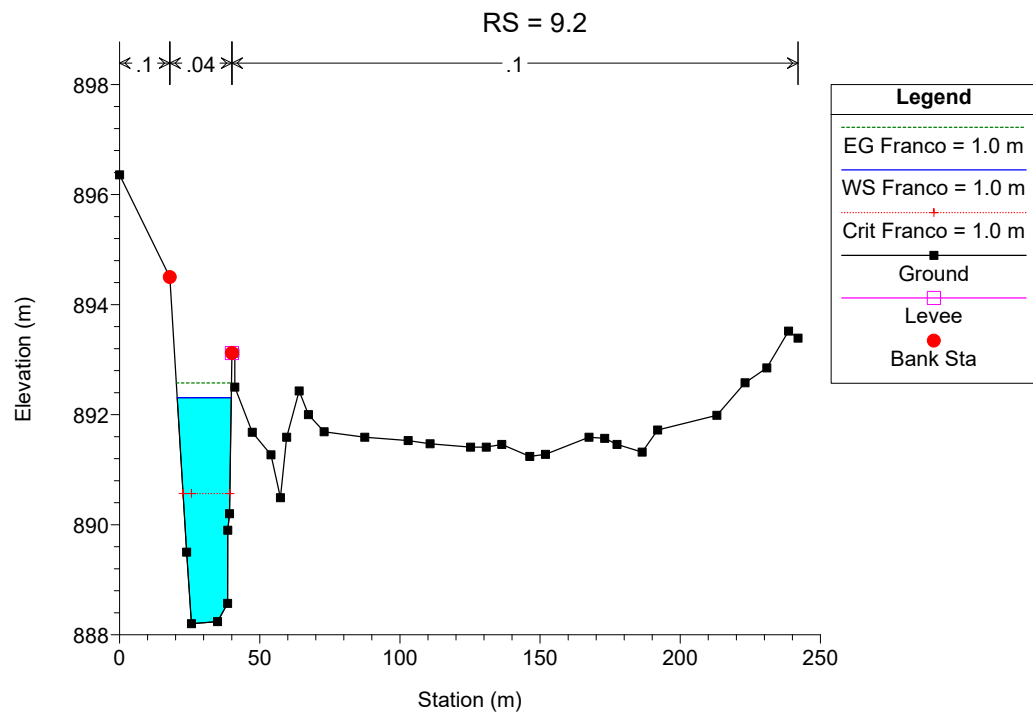
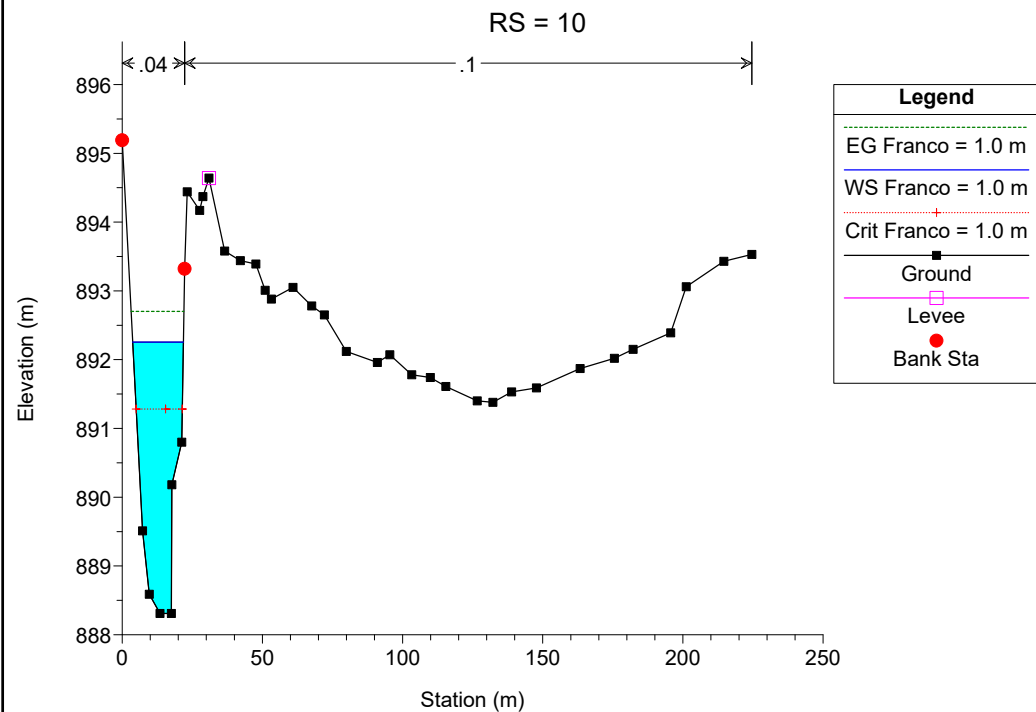
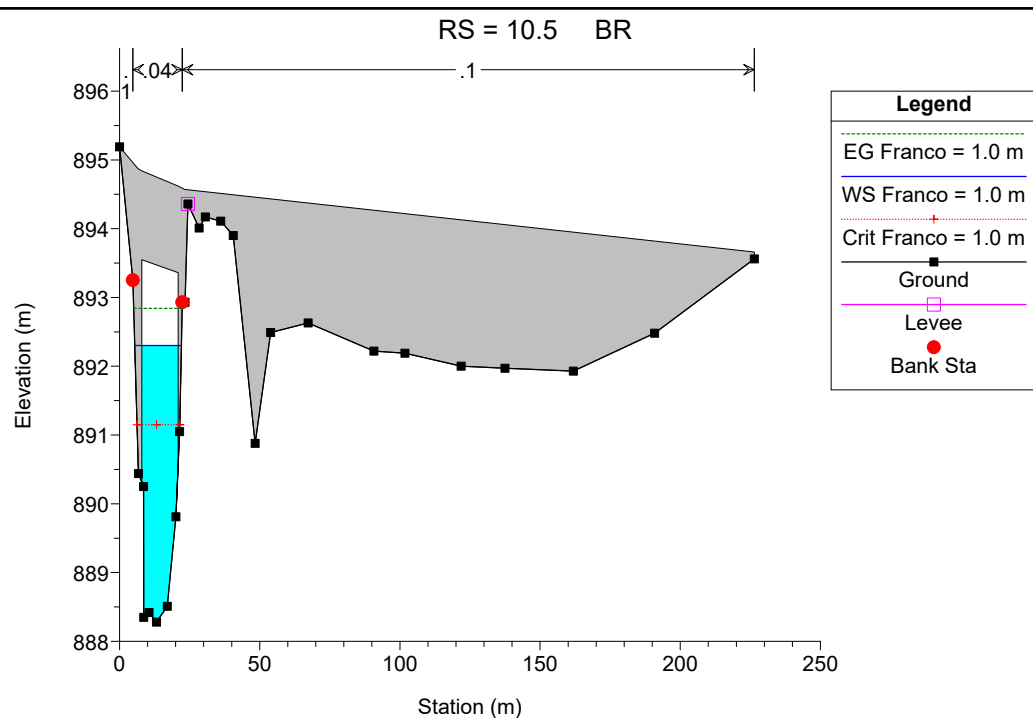
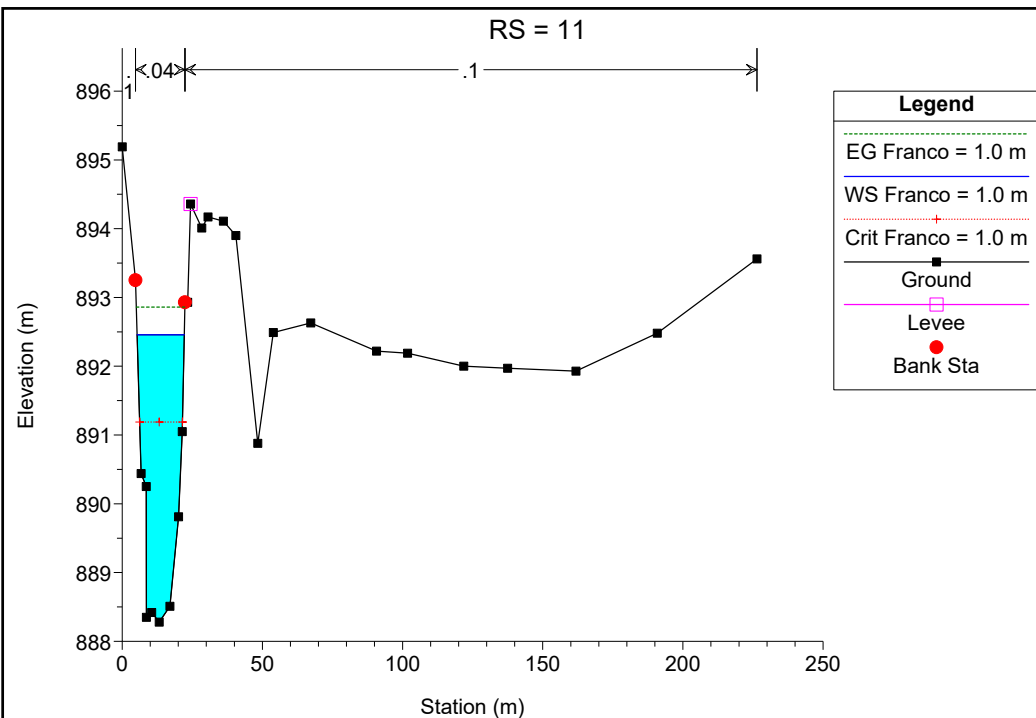
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	Franco = 1.0 m	149.00	900.87	902.58	902.58	903.03	0.017097	2.98	49.96	56.82	1.02
1	16	Franco = 1.0 m	149.00	896.16	897.66	897.67	898.12	0.017202	3.00	49.59	55.53	1.02
1	15.2	Franco = 1.0 m	149.00	891.48	895.66	894.48	895.94	0.002563	2.33	64.74	24.42	0.45
1	15.1		Inl Struct									
1	15	Franco = 1.0 m	149.00	891.48	894.48	894.48	895.30	0.014592	4.01	37.13	22.38	0.99
1	14.2	Franco = 1.0 m	149.00	888.45	893.32	891.66	893.59	0.001996	2.33	65.86	20.70	0.40
1	14.1		Inl Struct									
1	14	Franco = 1.0 m	149.00	888.45	893.15	891.66	893.45	0.002334	2.45	62.34	20.37	0.43
1	13.2	Franco = 1.0 m	149.00	888.47	892.89	891.67	893.29	0.003700	2.79	53.79	17.15	0.50
1	13.1		Inl Struct									
1	13	Franco = 1.0 m	149.00	888.47	892.66	891.67	893.12	0.004664	3.01	49.87	17.01	0.56
1	12	Franco = 1.0 m	149.00	888.56	892.51	891.37	892.94	0.003964	2.89	51.71	16.84	0.52
1	11	Franco = 1.0 m	149.00	888.28	892.46	891.19	892.86	0.003744	2.81	53.10	16.83	0.50
1	10.5		Bridge									
1	10	Franco = 1.0 m	149.00	888.31	892.26	891.28	892.70	0.004644	2.96	50.29	18.08	0.57
1	9.2	Franco = 1.0 m	149.00	888.20	892.31	890.57	892.58	0.002177	2.29	65.08	19.31	0.40
1	9.1		Inl Struct									
1	9	Franco = 1.0 m	149.00	888.20	891.18	890.57	891.76	0.006617	3.37	44.21	17.62	0.68
1	8.2	Franco = 1.0 m	149.00	886.20	891.34	888.73	891.45	0.001026	1.49	99.67	35.44	0.28
1	8.1		Inl Struct									
1	8	Franco = 1.0 m	149.00	886.20	890.06	888.73	890.35	0.003097	2.42	61.48	24.13	0.48
1	7	Franco = 1.0 m	149.00	887.09	889.26	889.26	890.11	0.014211	4.07	36.59	21.73	1.00
1	6	Franco = 1.0 m	149.00	884.47	886.74	886.68	887.19	0.013636	2.97	50.21	48.02	0.93
1	5	Franco = 1.0 m	149.00	881.69	883.48	883.46	883.88	0.015870	2.80	53.17	62.62	0.97
1	4	Franco = 1.0 m	149.00	878.27	880.44	880.38	880.81	0.013628	2.71	55.05	60.80	0.91
1	3	Franco = 1.0 m	149.00	877.10	878.99	878.90	879.41	0.011176	2.94	59.73	65.29	0.86
1	2	Franco = 1.0 m	149.00	875.20	877.38	876.98	877.65	0.005589	2.31	64.52	46.03	0.62
1	1.5		Bridge									
1	1	Franco = 1.0 m	149.00	875.20	876.67	876.89	877.52	0.034887	4.11	36.30	43.37	1.43

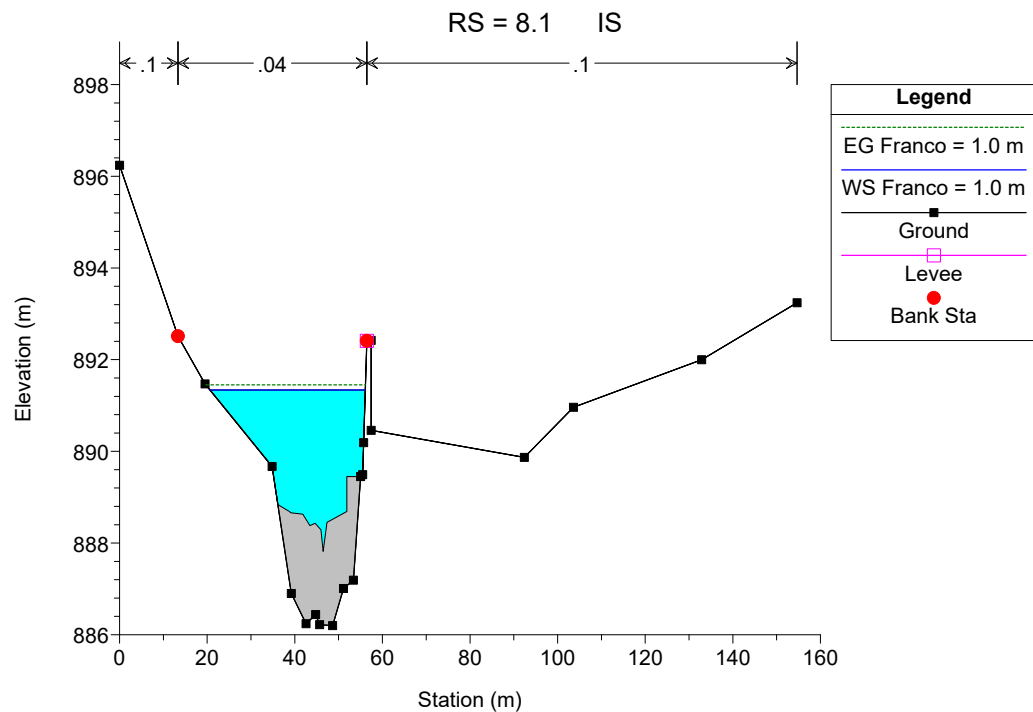
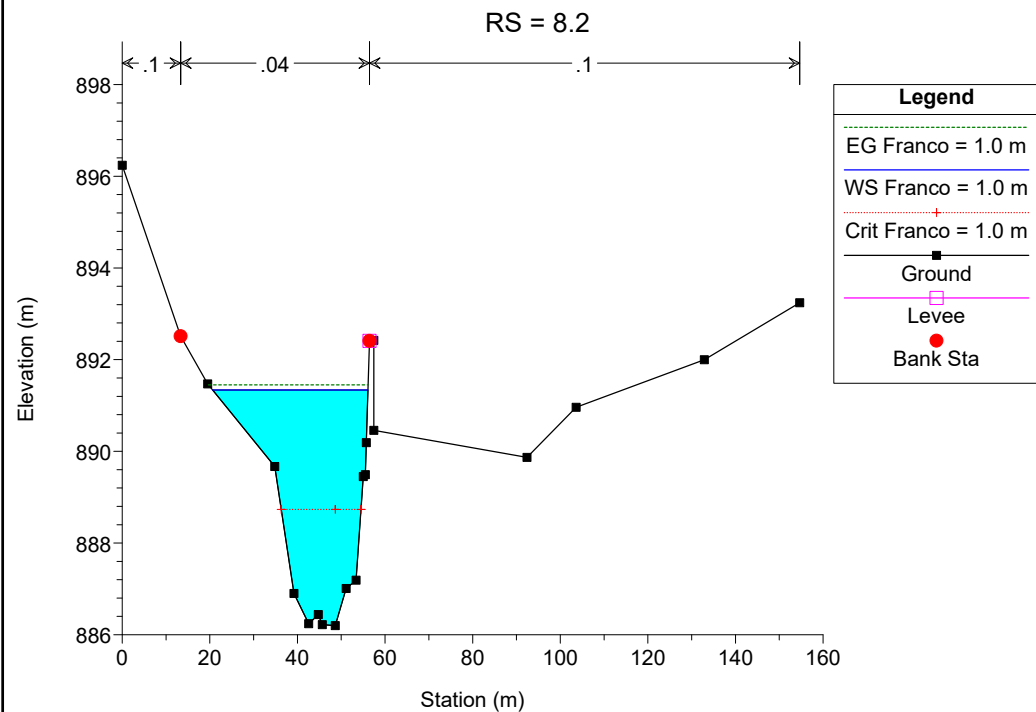
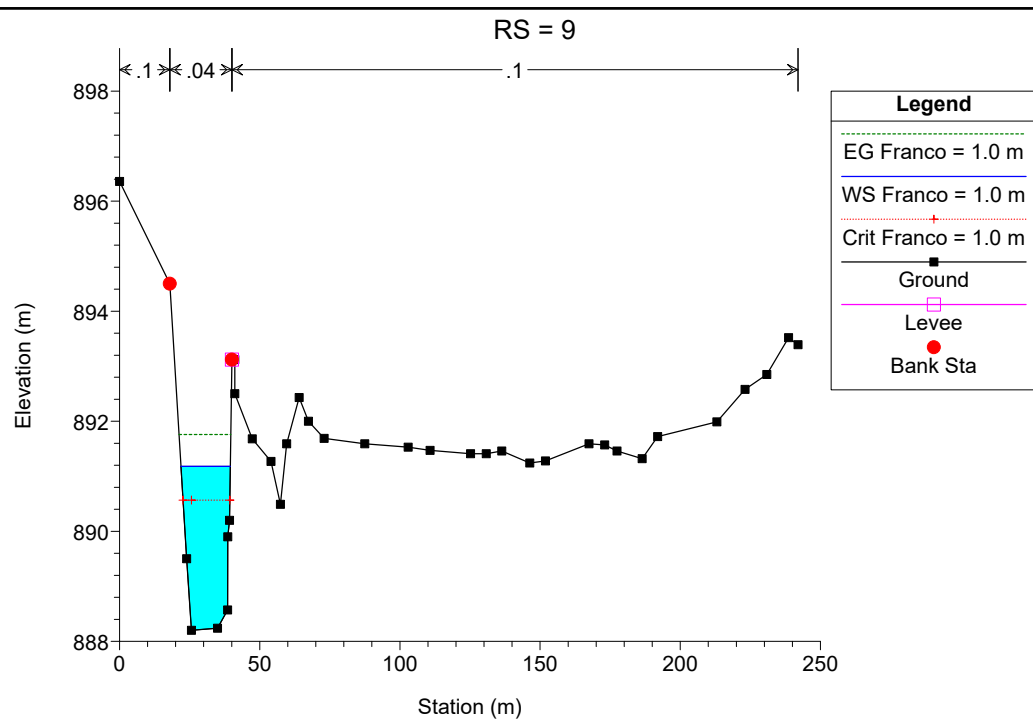
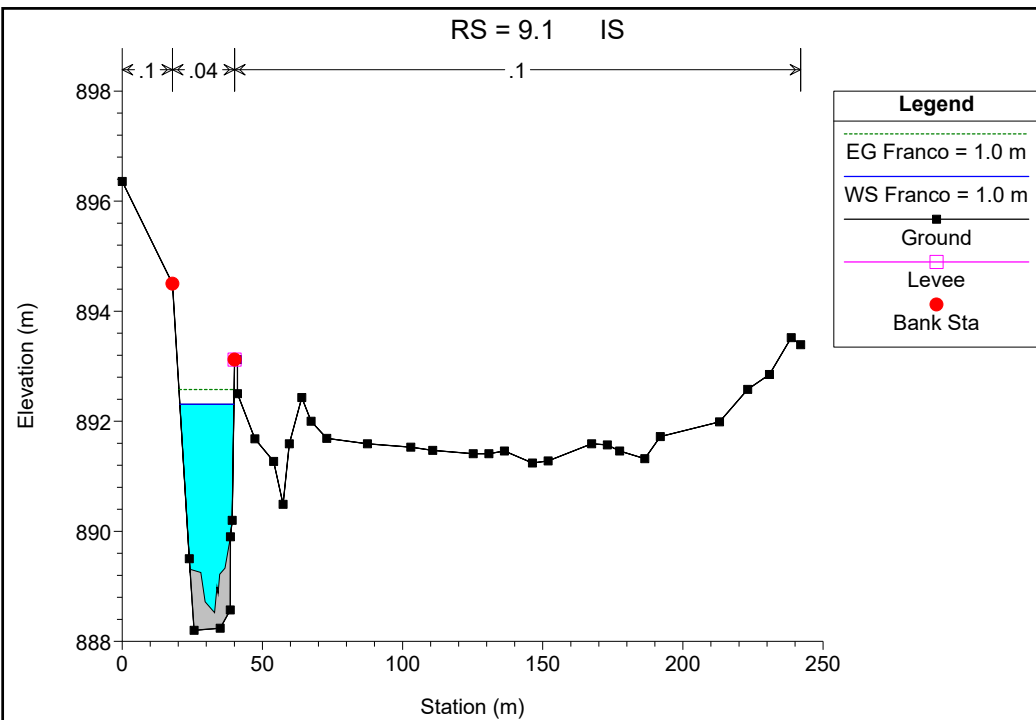


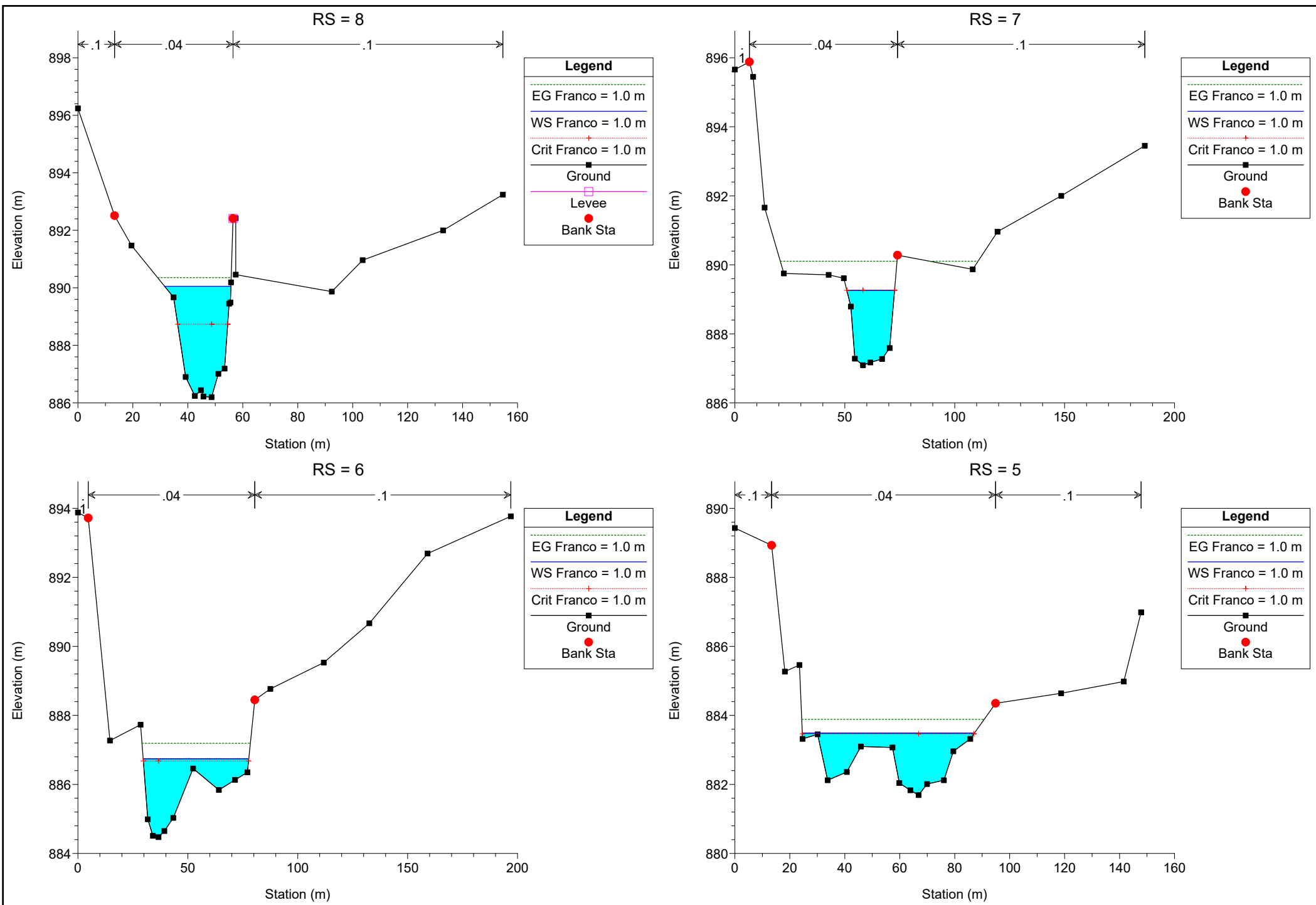


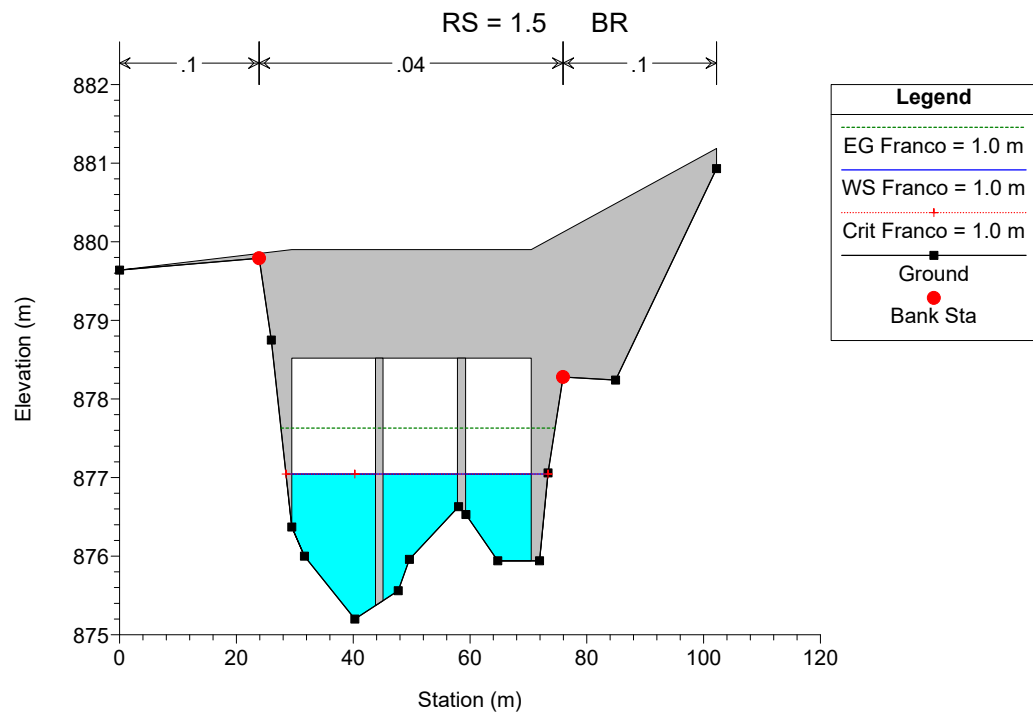
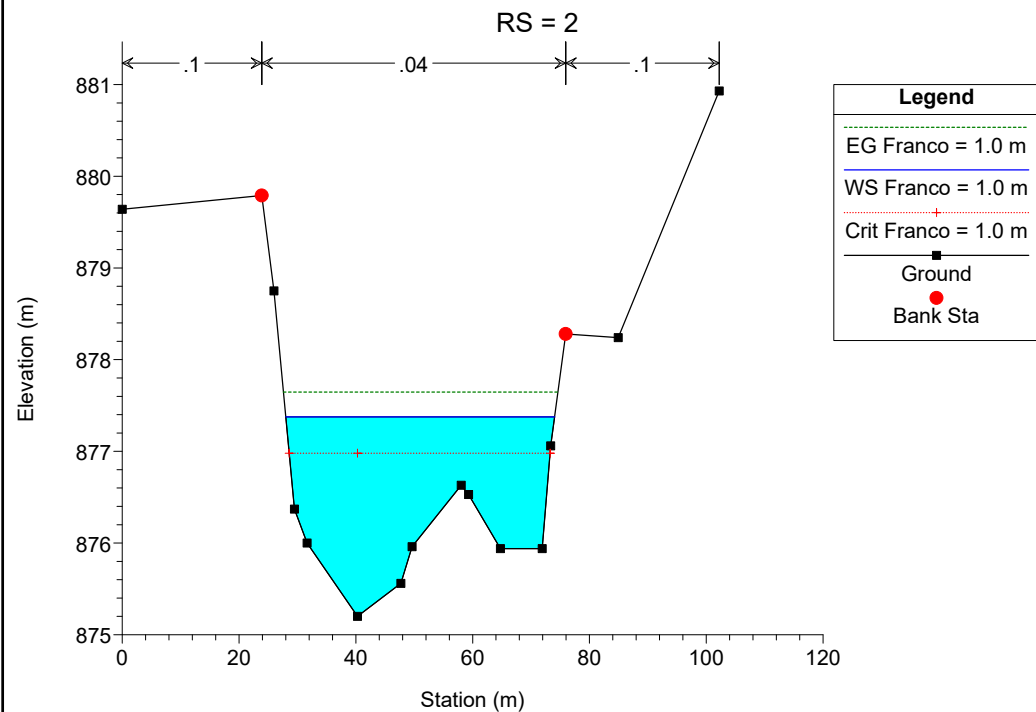
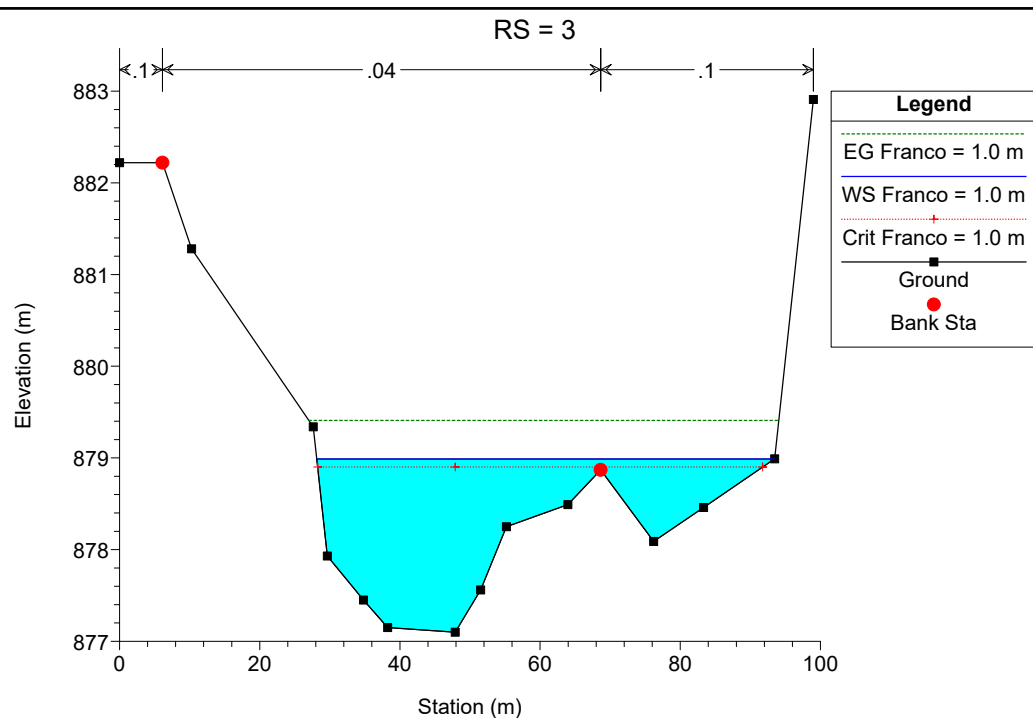
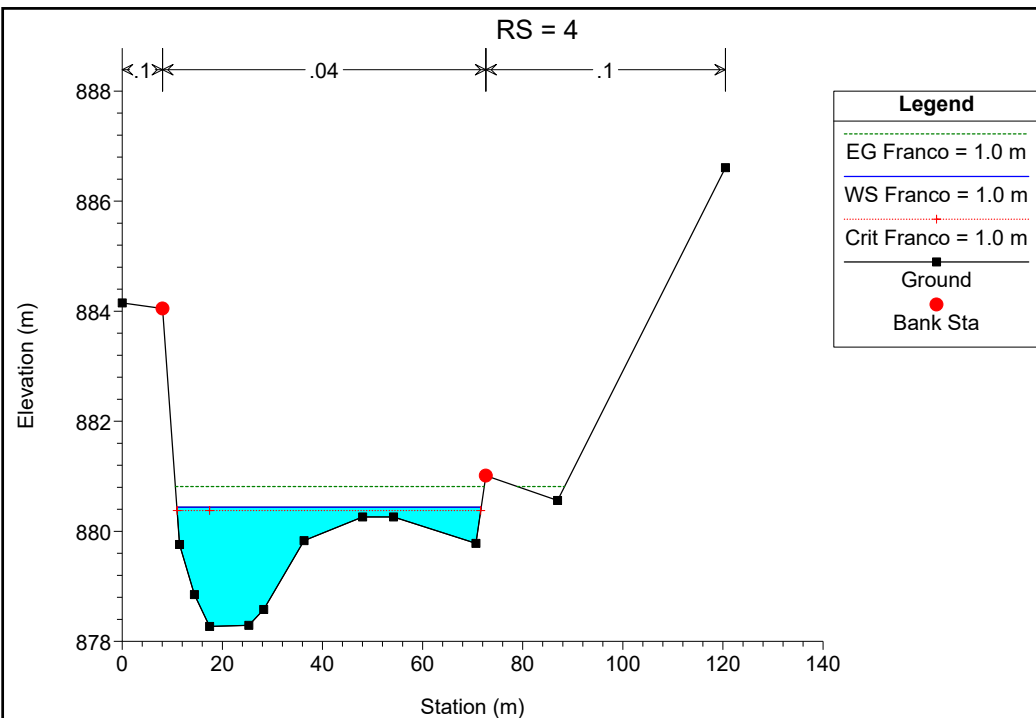


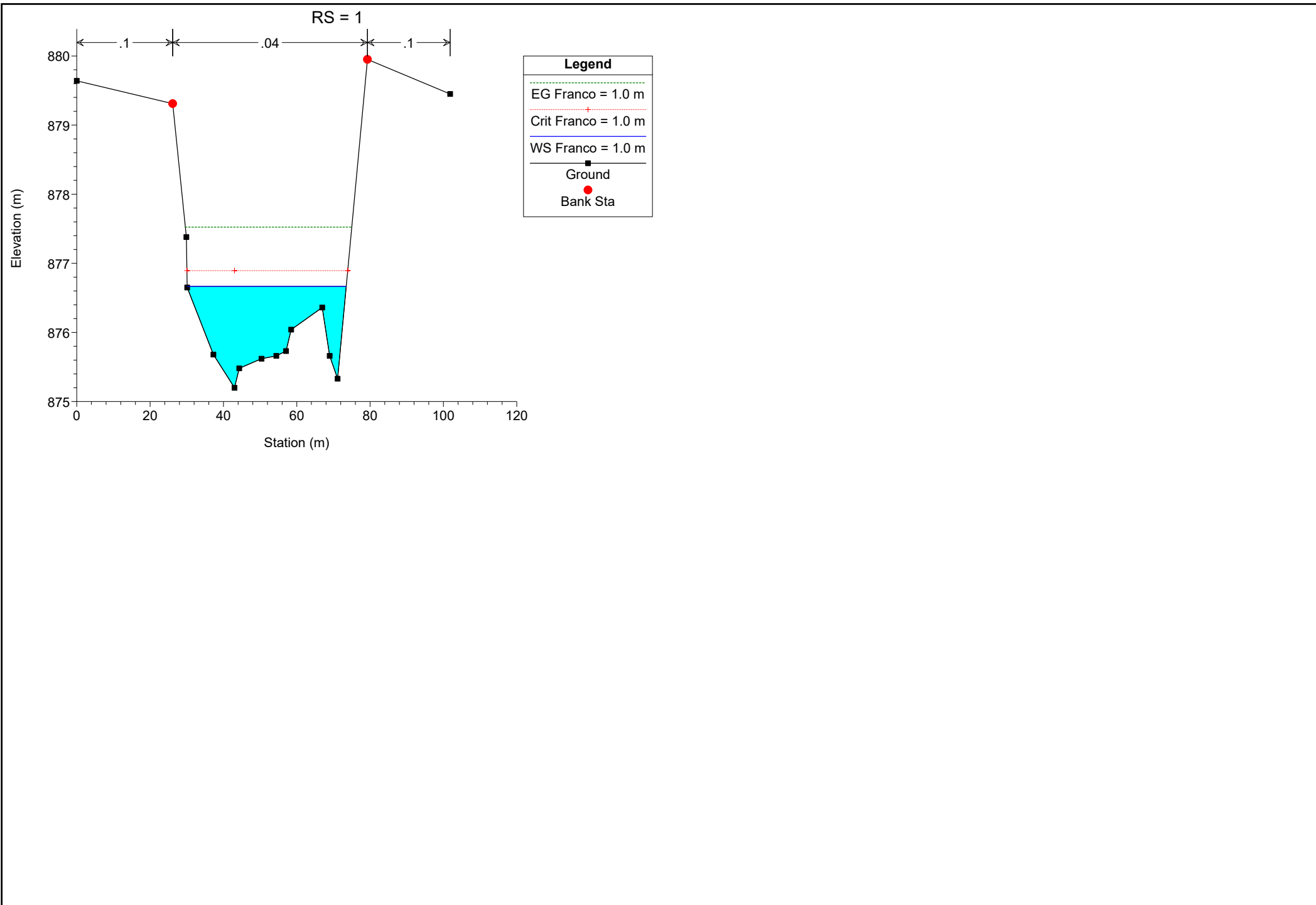








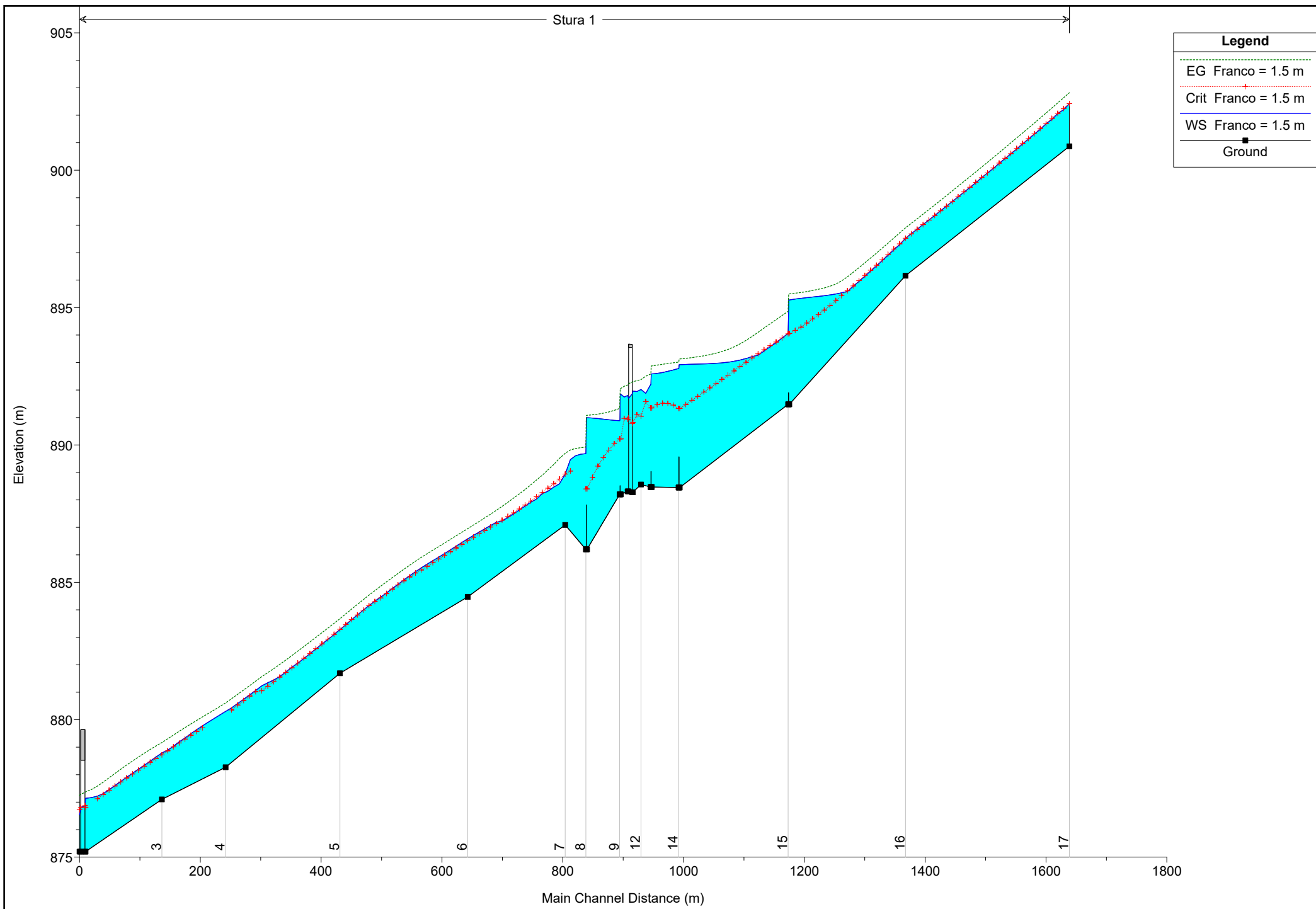


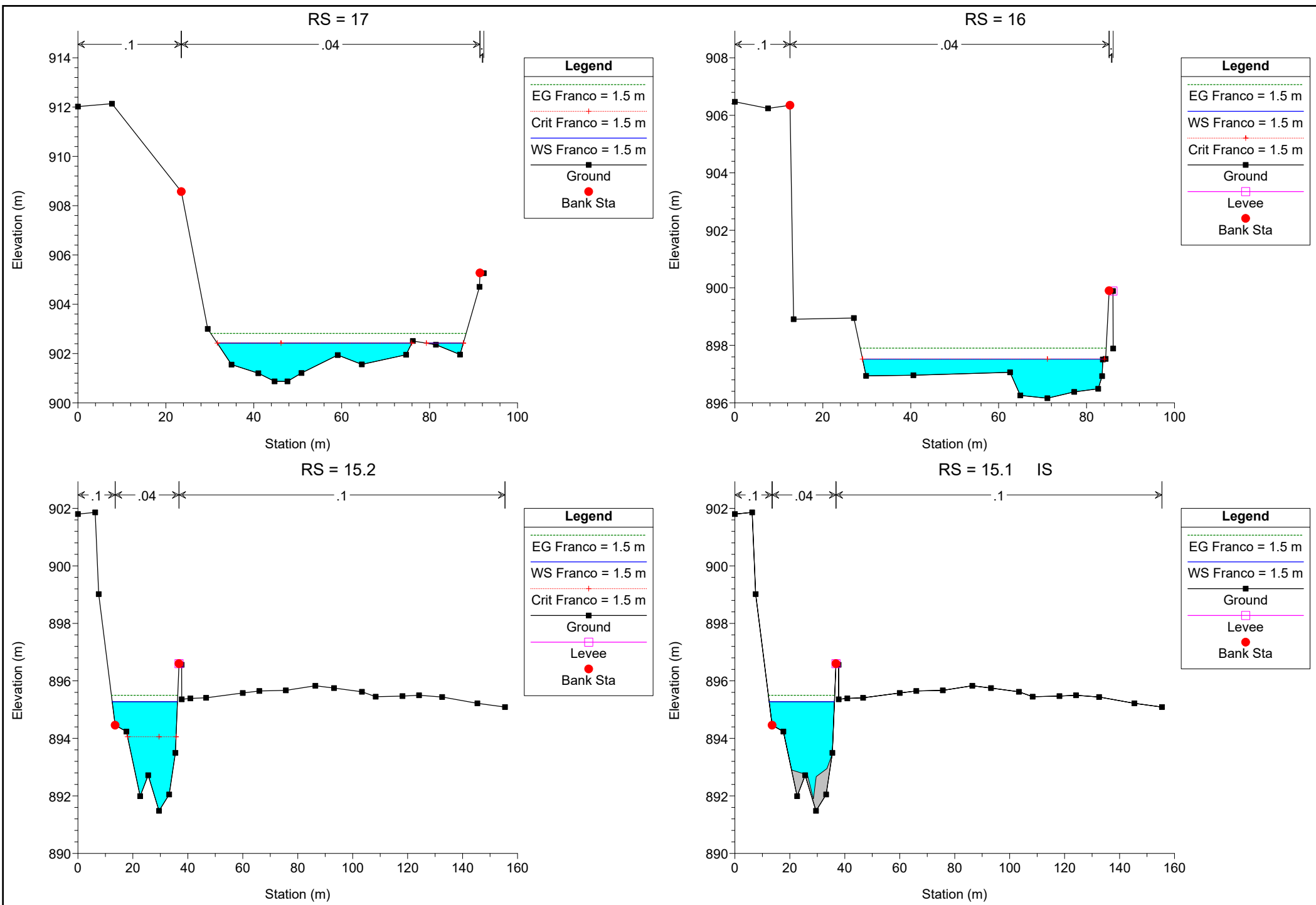


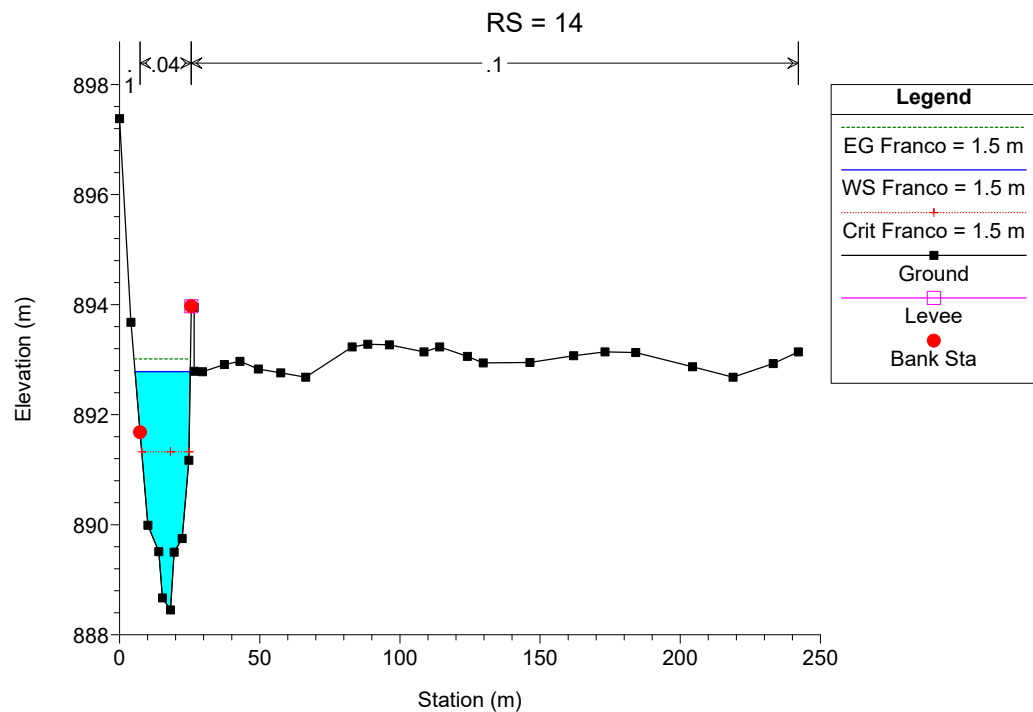
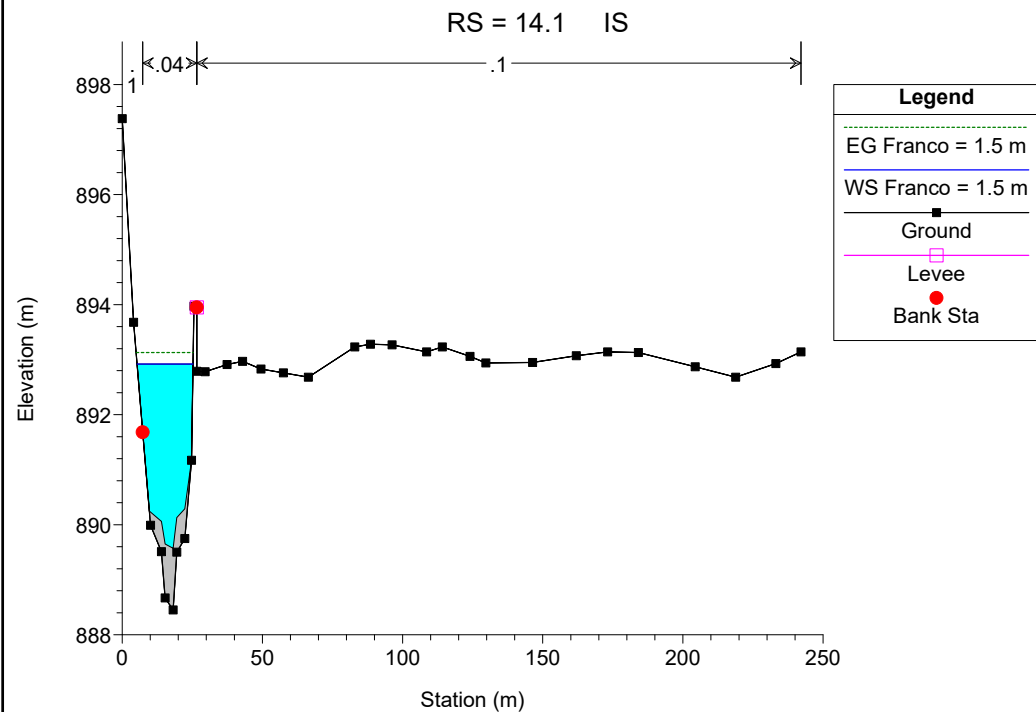
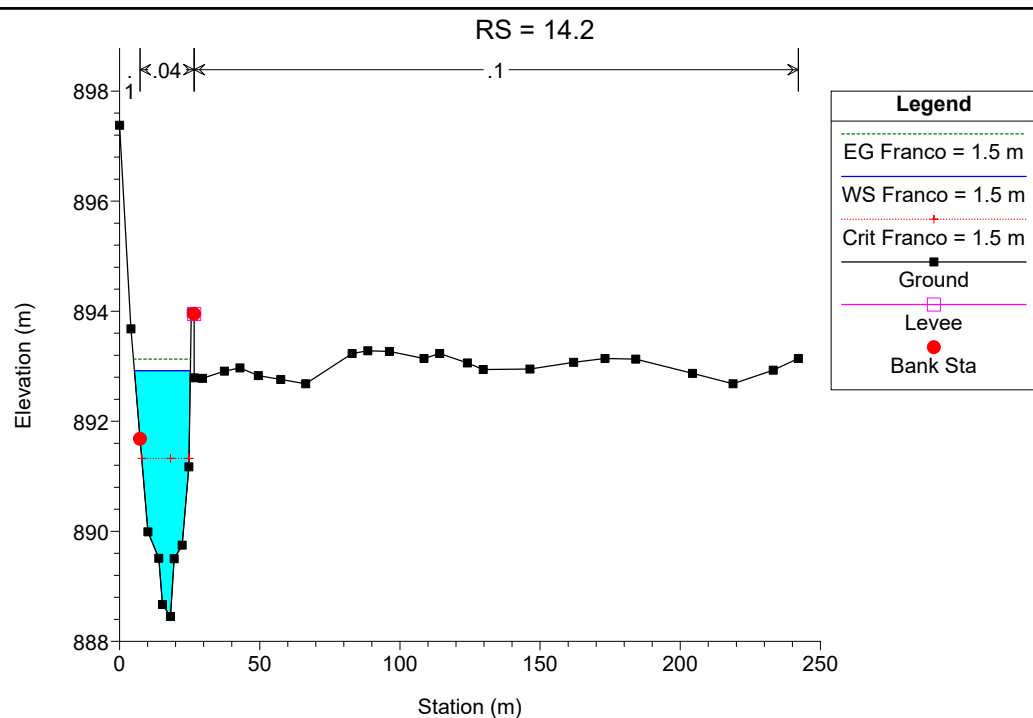
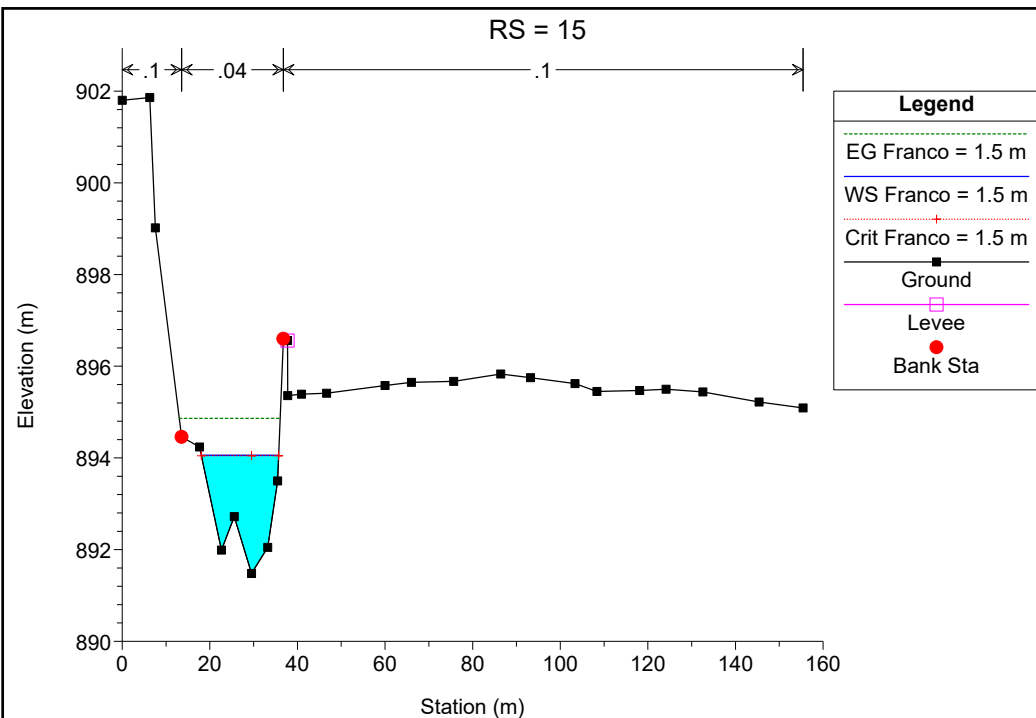
	SIMULAZIONE 4 SITUAZIONE ATTUALE		
	portata al colmo $Q_{c \max}$ Ruviera m³/s	portata al colmo $Q_{c \max}$ Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	115	115	Franco 1.5 m

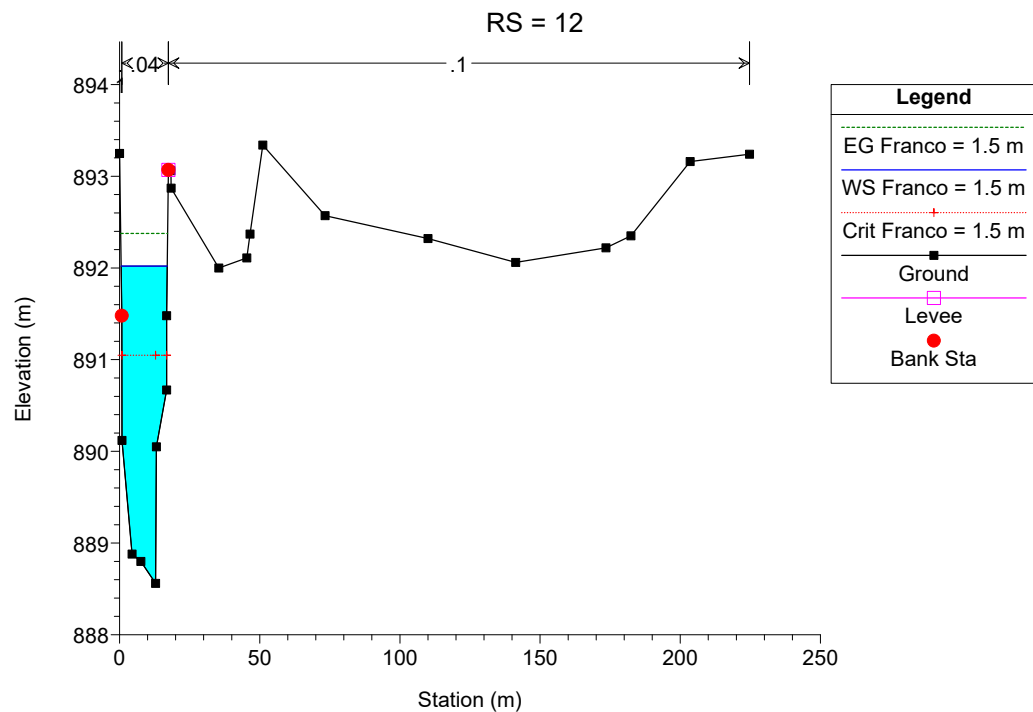
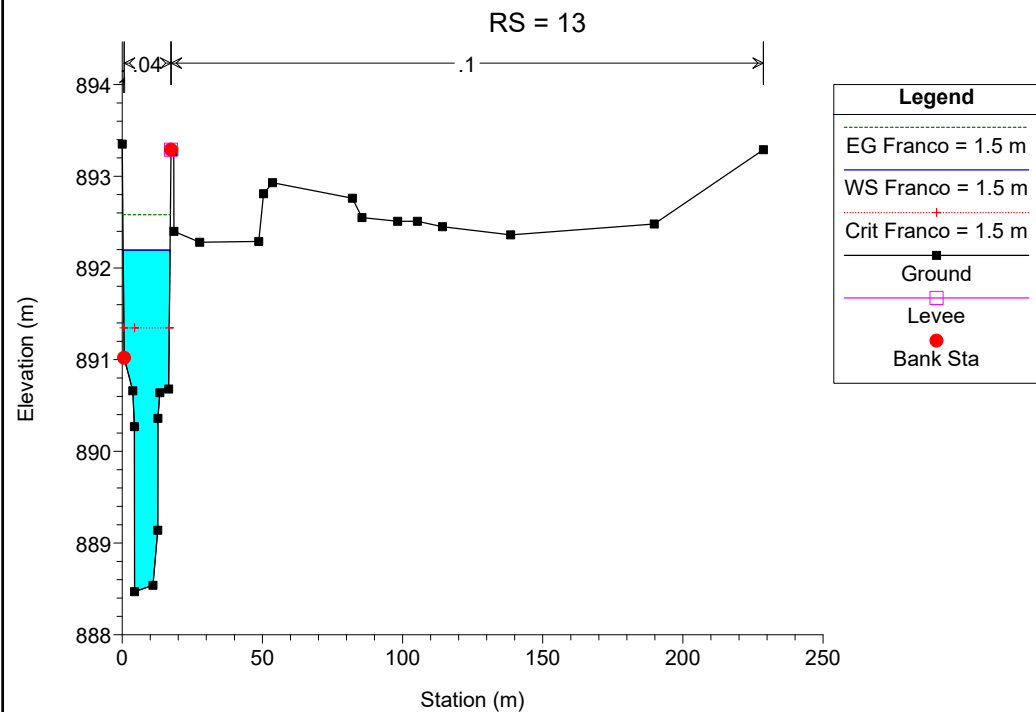
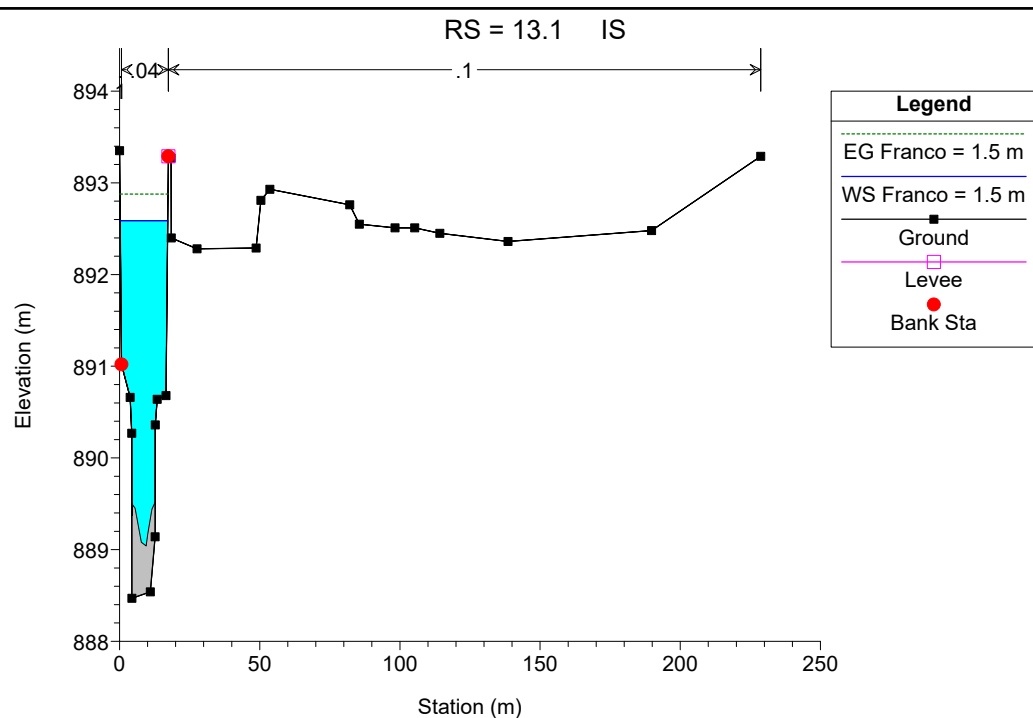
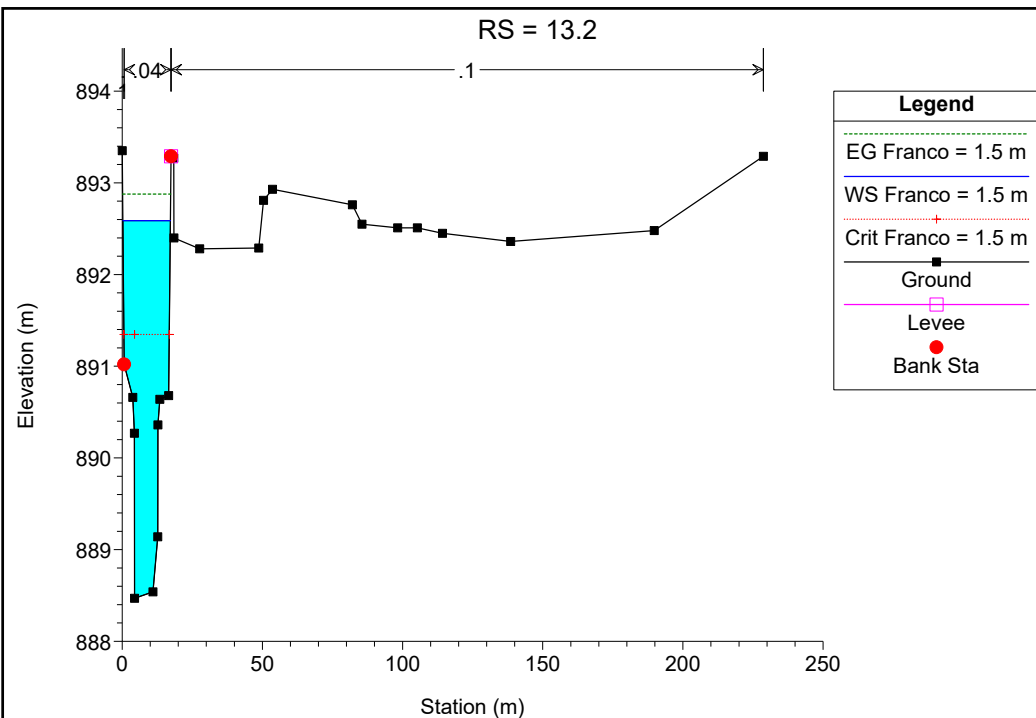
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: Franco = 1.5 m

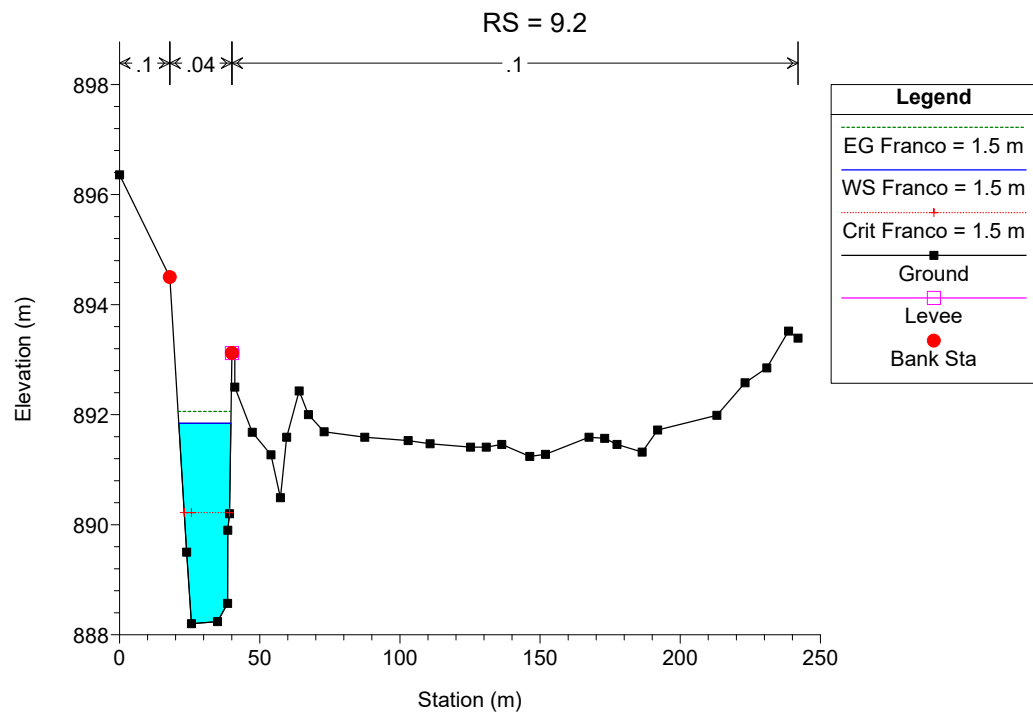
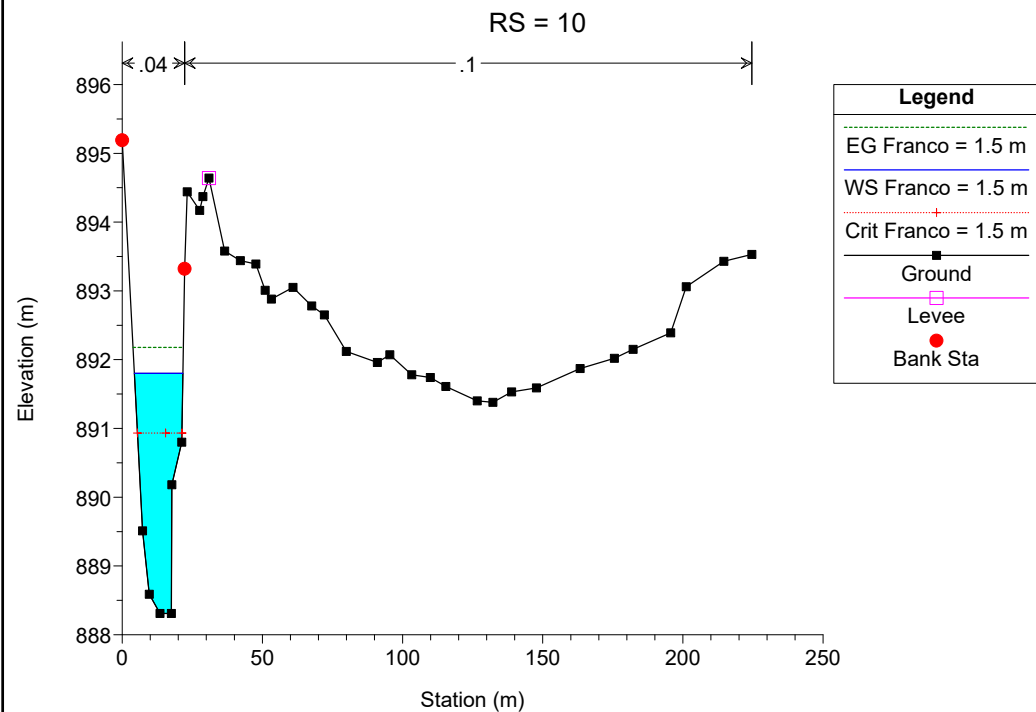
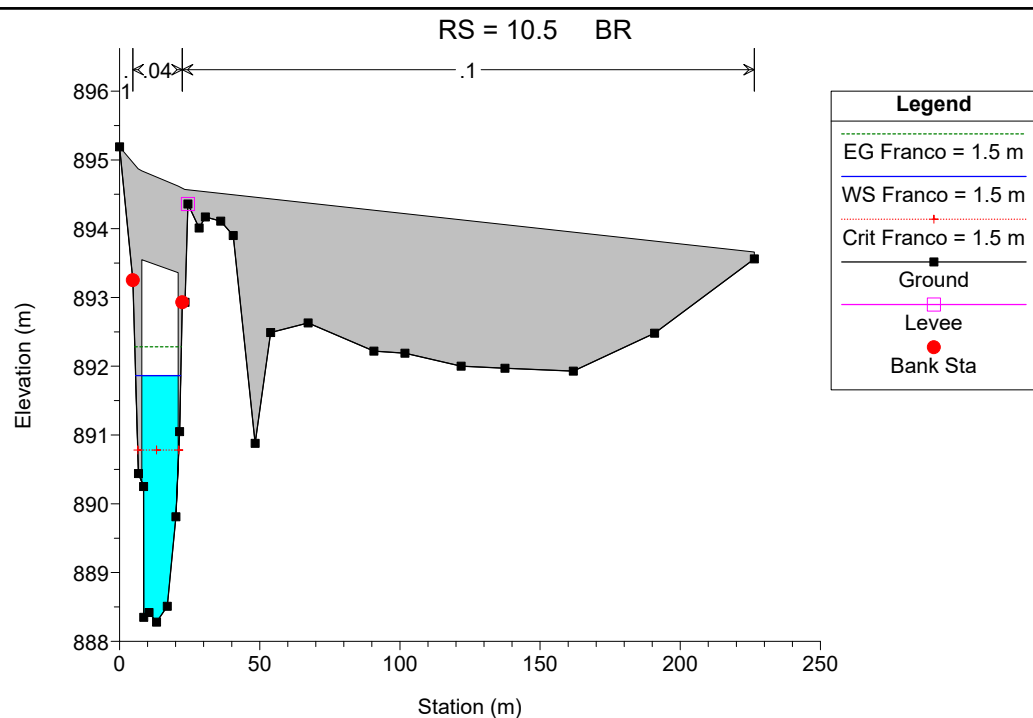
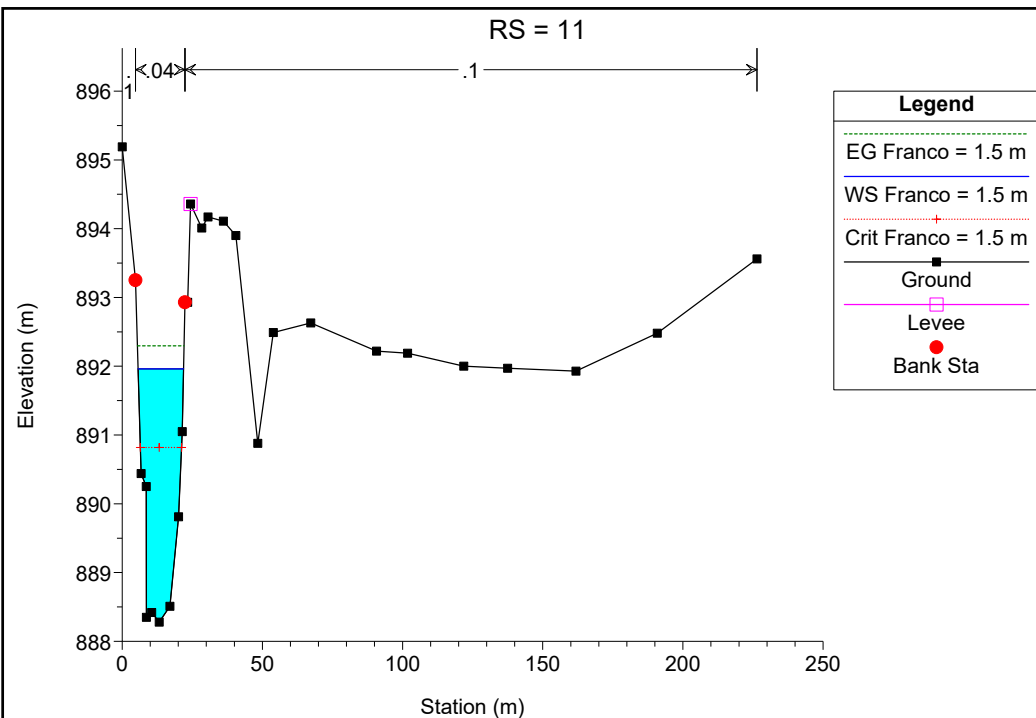
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	Franco = 1.5 m	115.00	900.87	902.42	902.42	902.82	0.017425	2.79	41.24	52.65	1.01
1	16	Franco = 1.5 m	115.00	896.16	897.52	897.52	897.90	0.017432	2.73	42.10	55.05	1.00
1	15.2	Franco = 1.5 m	115.00	891.48	895.28	894.06	895.50	0.002451	2.09	55.45	23.75	0.43
1	15.1		Inl Struct									
1	15	Franco = 1.5 m	115.00	891.48	894.06	894.05	894.86	0.014678	3.98	28.93	17.67	0.99
1	14.2	Franco = 1.5 m	115.00	888.45	892.92	891.32	893.13	0.001728	2.03	57.80	19.94	0.36
1	14.1		Inl Struct									
1	14	Franco = 1.5 m	115.00	888.45	892.78	891.33	893.01	0.001988	2.12	55.08	19.68	0.39
1	13.2	Franco = 1.5 m	115.00	888.47	892.59	891.35	892.88	0.003007	2.38	48.61	16.96	0.44
1	13.1		Inl Struct									
1	13	Franco = 1.5 m	115.00	888.47	892.20	891.35	892.58	0.004728	2.75	41.99	16.71	0.55
1	12	Franco = 1.5 m	115.00	888.56	892.02	891.05	892.38	0.004006	2.64	43.54	16.42	0.52
1	11	Franco = 1.5 m	115.00	888.28	891.96	890.82	892.30	0.003622	2.56	44.89	16.22	0.49
1	10.5		Bridge									
1	10	Franco = 1.5 m	115.00	888.31	891.80	890.93	892.18	0.004584	2.72	42.23	17.32	0.56
1	9.2	Franco = 1.5 m	115.00	888.20	891.84	890.22	892.06	0.001966	2.04	56.24	18.62	0.38
1	9.1		Inl Struct									
1	9	Franco = 1.5 m	115.00	888.20	890.89	890.22	891.33	0.005652	2.94	39.08	17.18	0.62
1	8.2	Franco = 1.5 m	115.00	886.20	890.99	888.40	891.08	0.000823	1.31	87.97	32.40	0.25
1	8.1		Inl Struct									
1	8	Franco = 1.5 m	115.00	886.20	889.68	888.40	889.92	0.002479	2.16	53.15	20.87	0.43
1	7	Franco = 1.5 m	115.00	887.09	888.94	888.94	889.69	0.014855	3.84	29.91	20.06	1.01
1	6	Franco = 1.5 m	115.00	884.47	886.58	886.52	886.95	0.013763	2.70	42.67	47.58	0.91
1	5	Franco = 1.5 m	115.00	881.69	883.28	883.29	883.68	0.018266	2.79	41.26	54.47	1.02
1	4	Franco = 1.5 m	115.00	878.27	880.30		880.61	0.013847	2.46	46.77	60.47	0.89
1	3	Franco = 1.5 m	115.00	877.10	878.79	878.72	879.17	0.012029	2.77	47.26	59.45	0.87
1	2	Franco = 1.5 m	115.00	875.20	877.14	876.81	877.37	0.005925	2.14	53.82	45.19	0.63
1	1.5		Bridge									
1	1	Franco = 1.5 m	115.00	875.20	876.54	876.72	877.25	0.034908	3.74	30.75	42.30	1.40

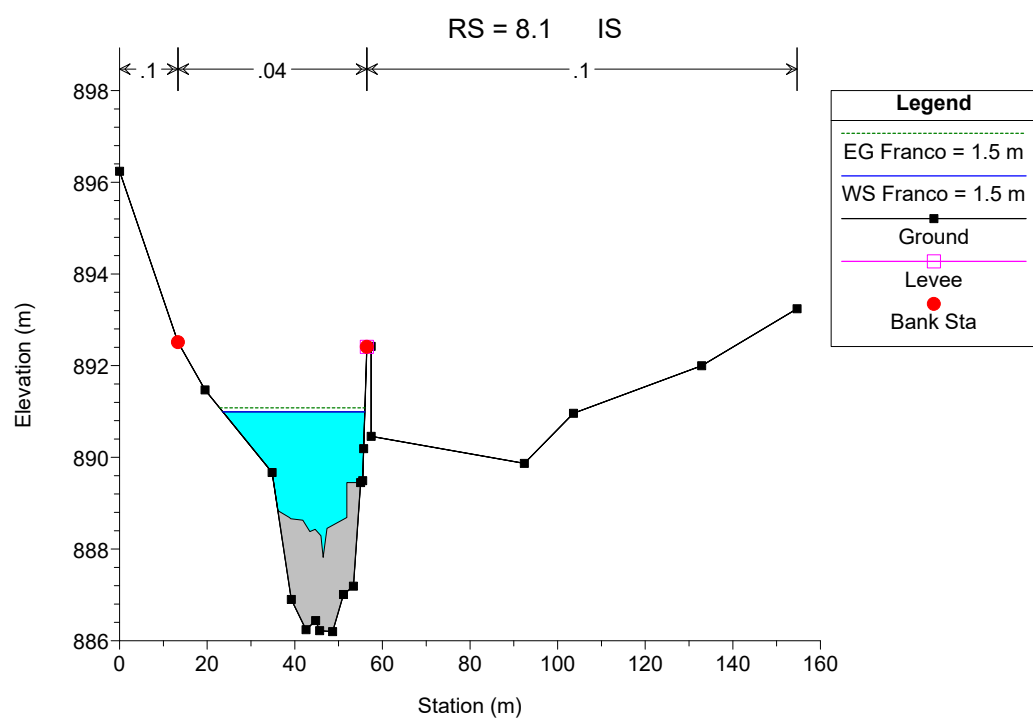
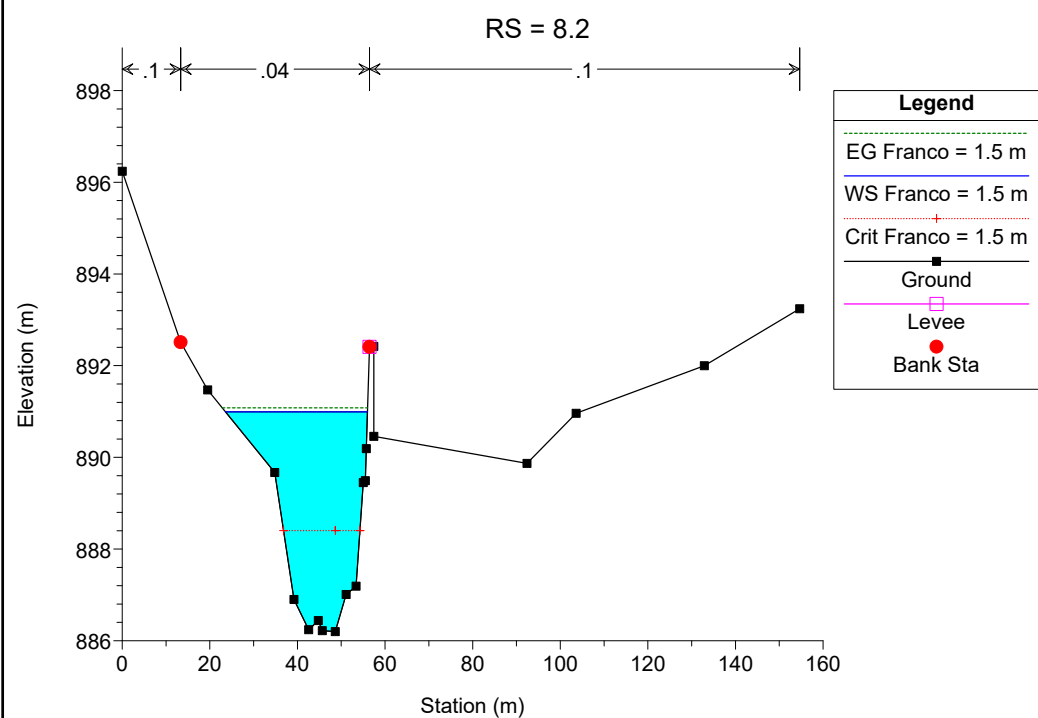
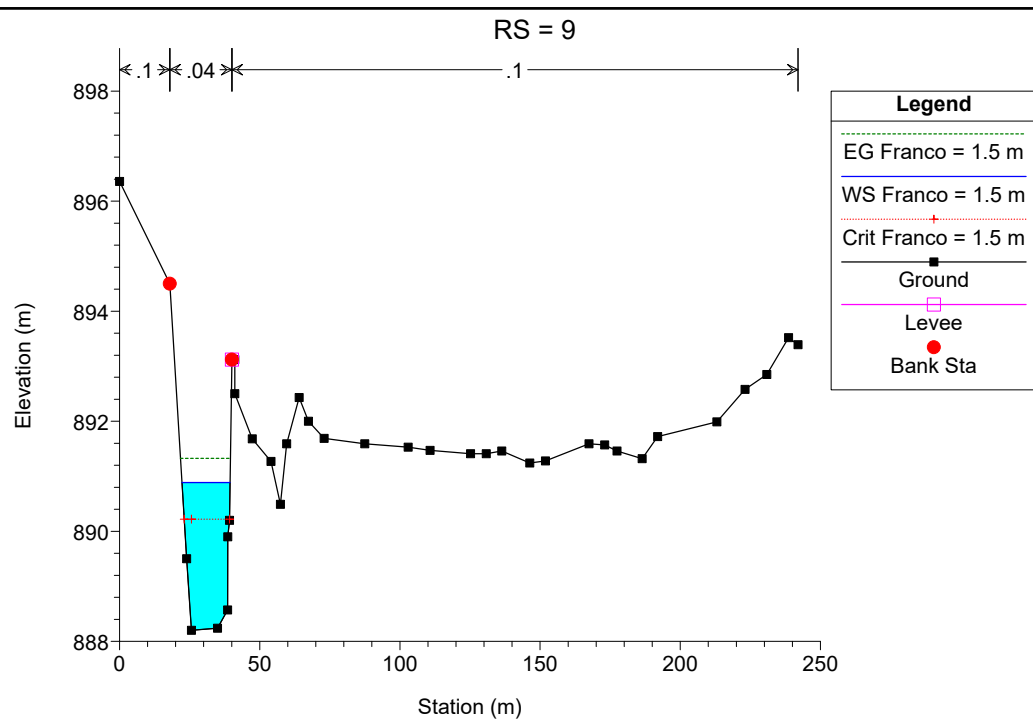
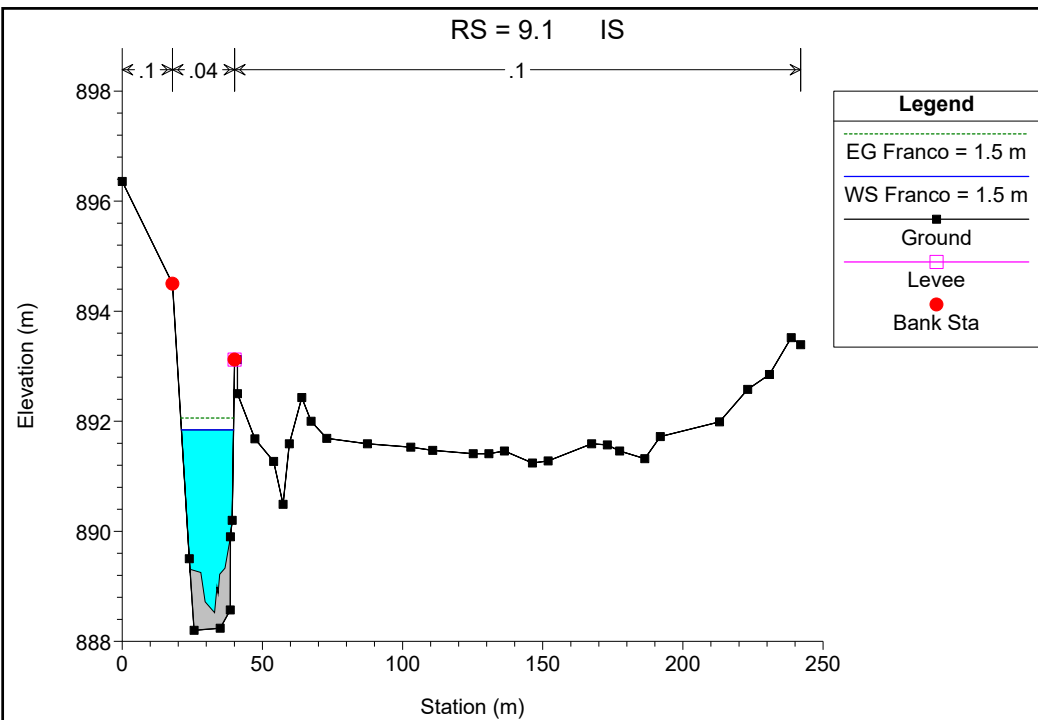


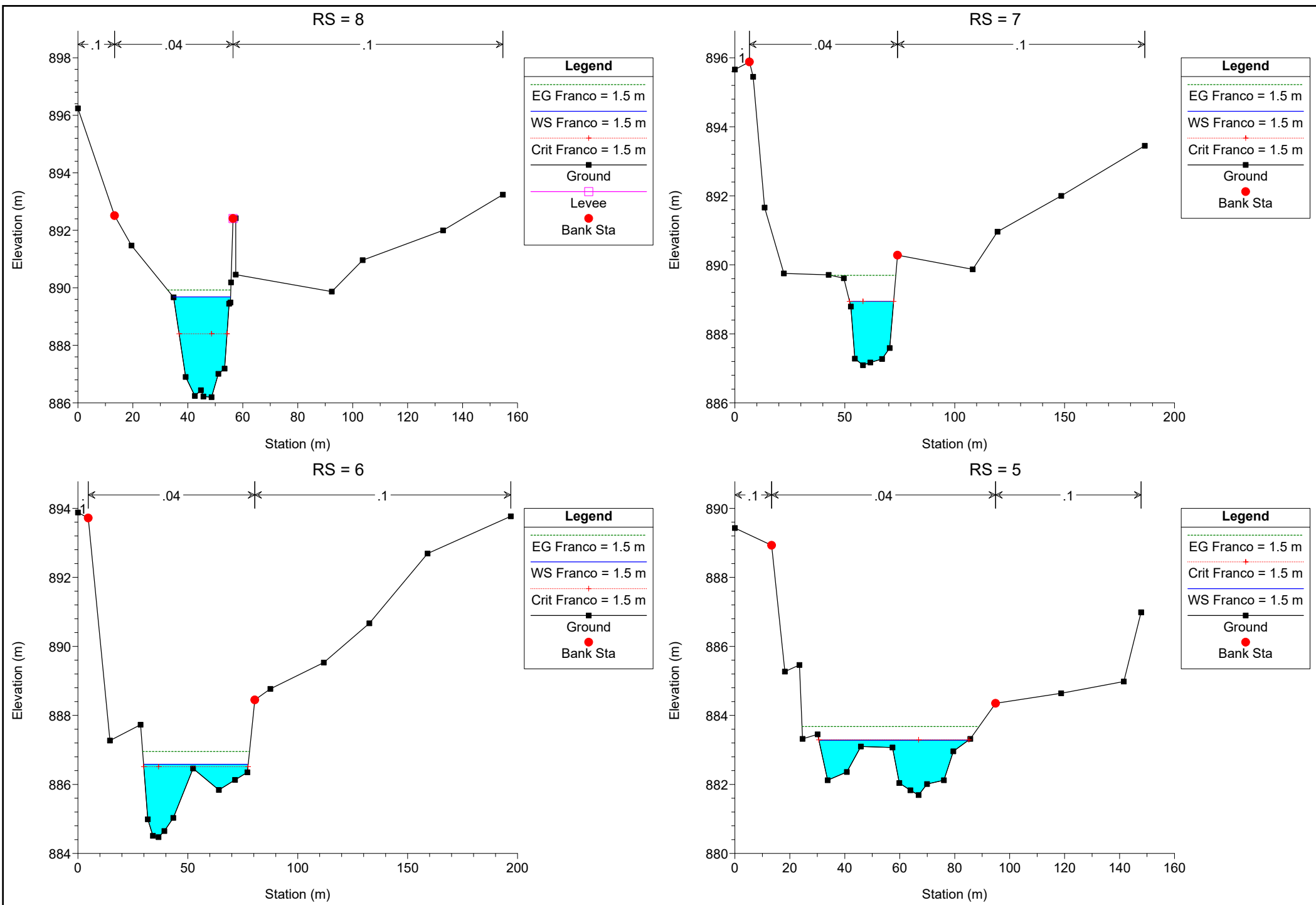


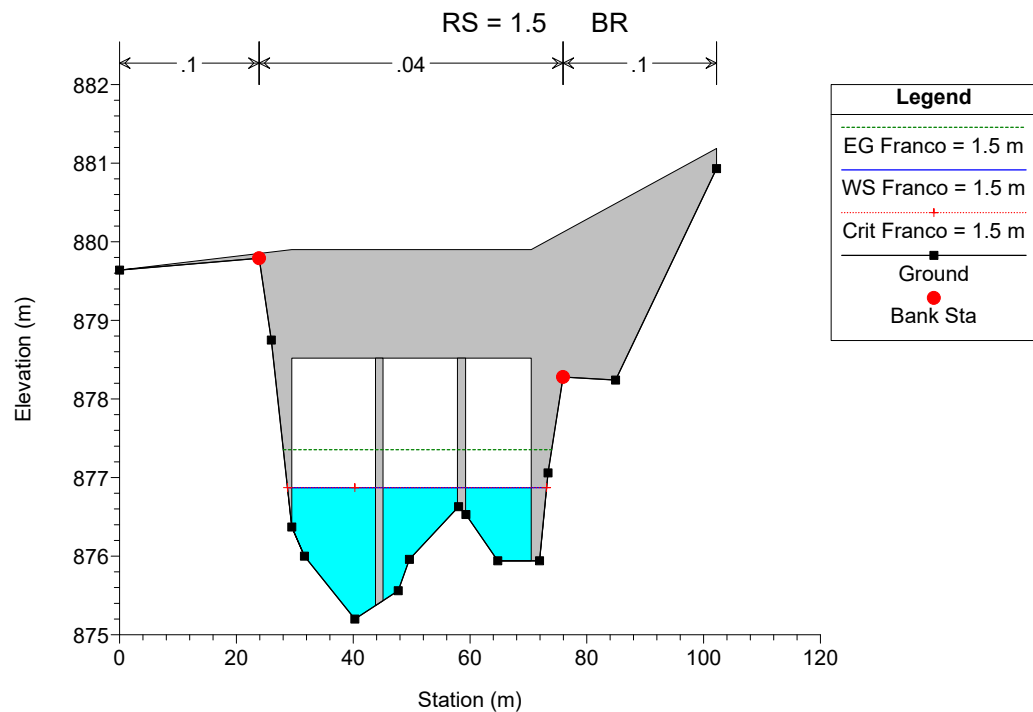
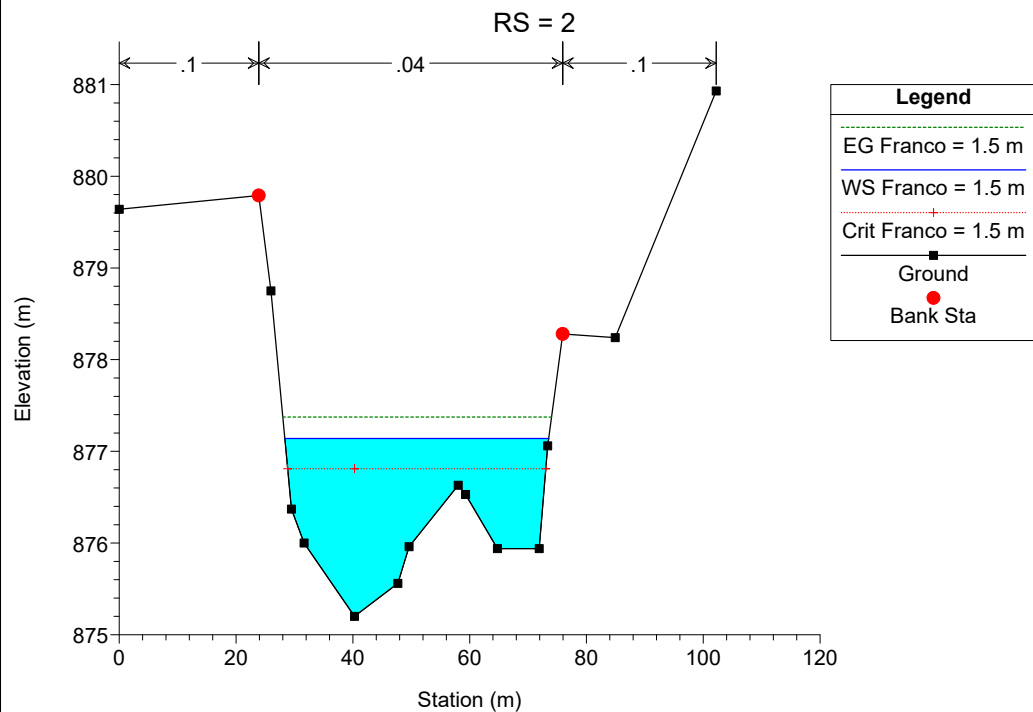
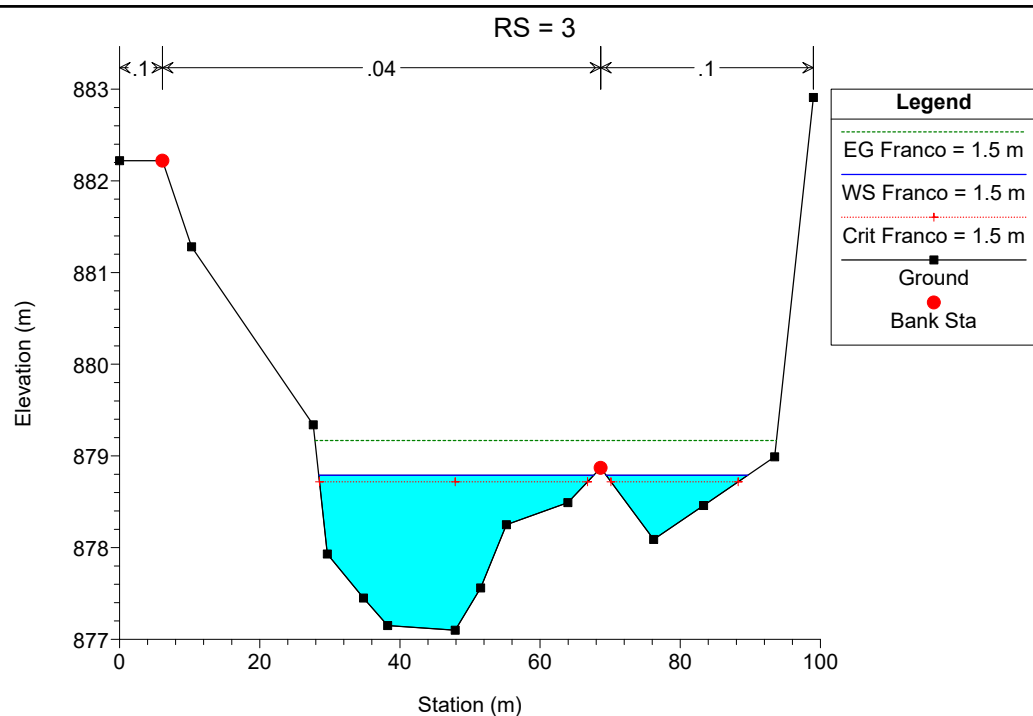
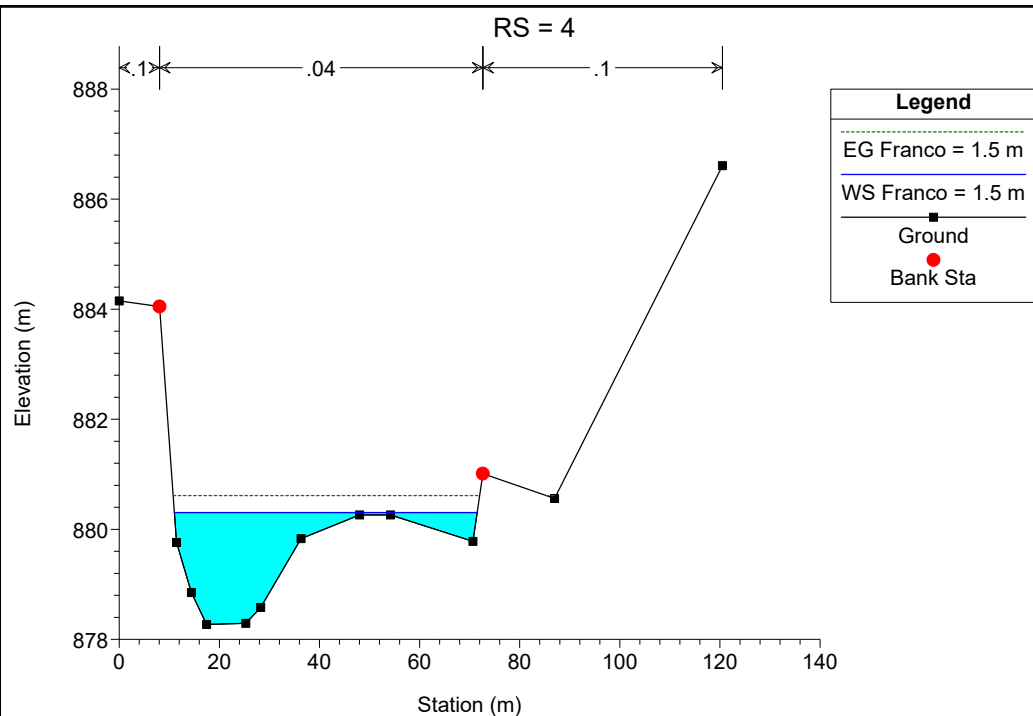


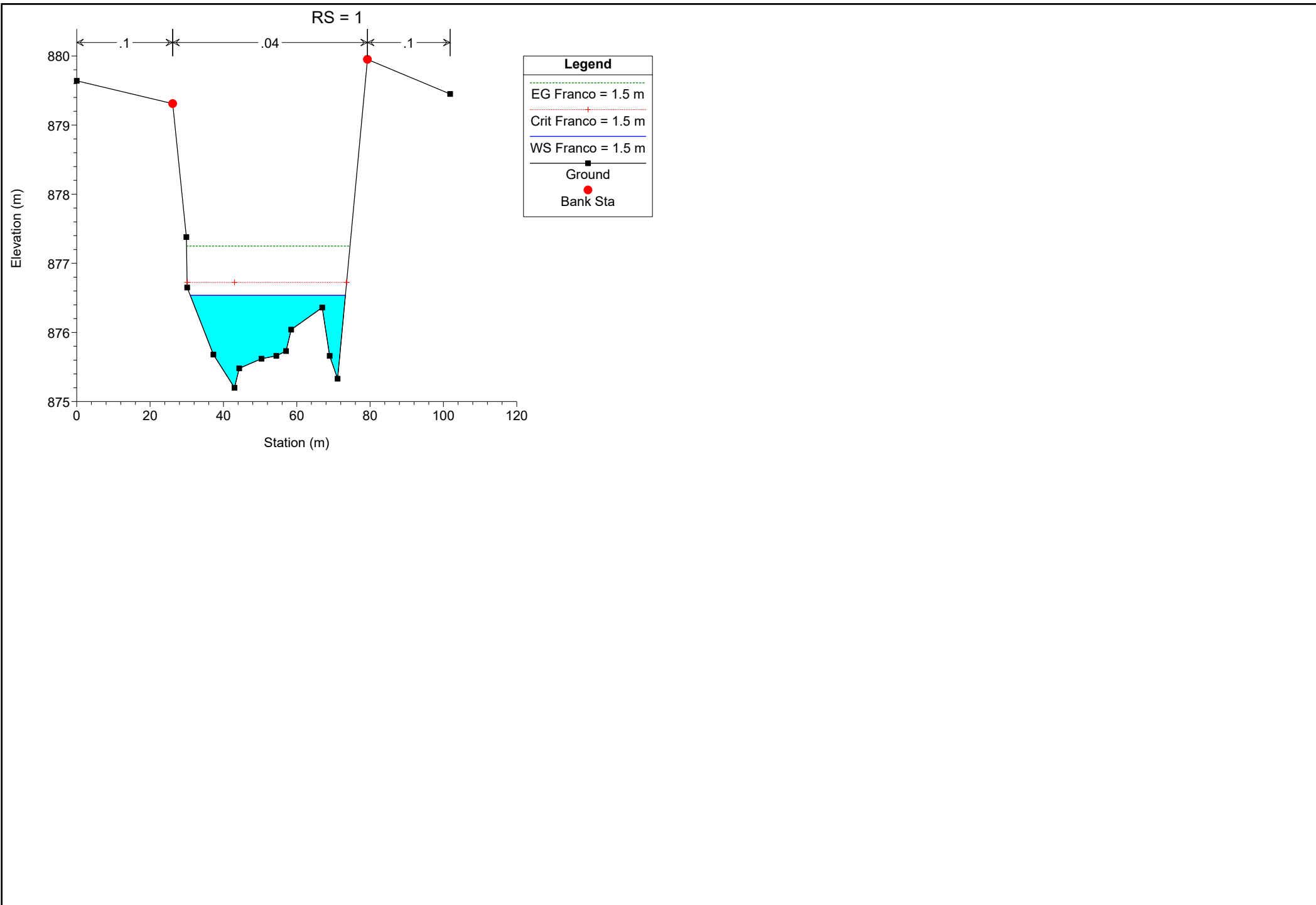








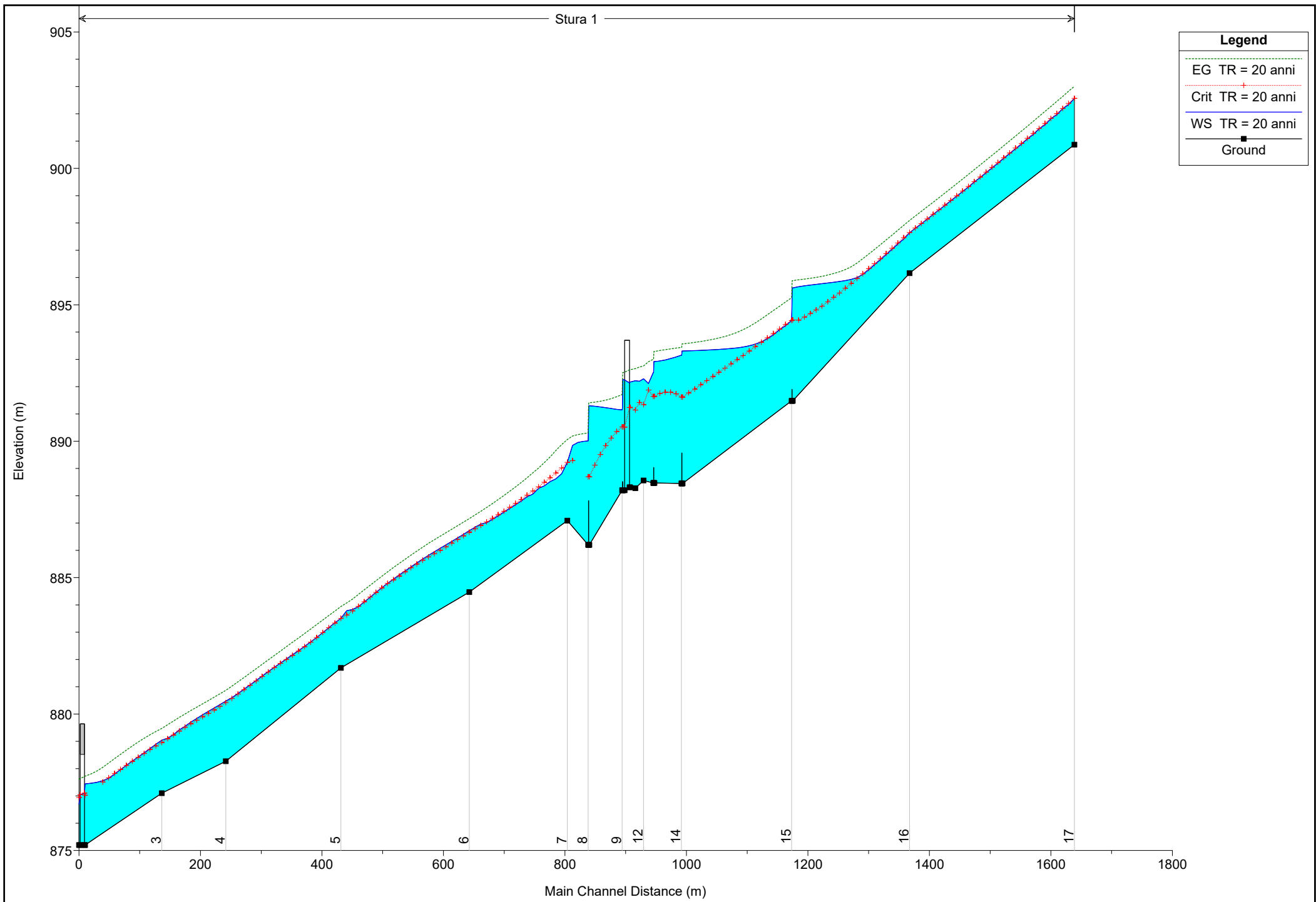


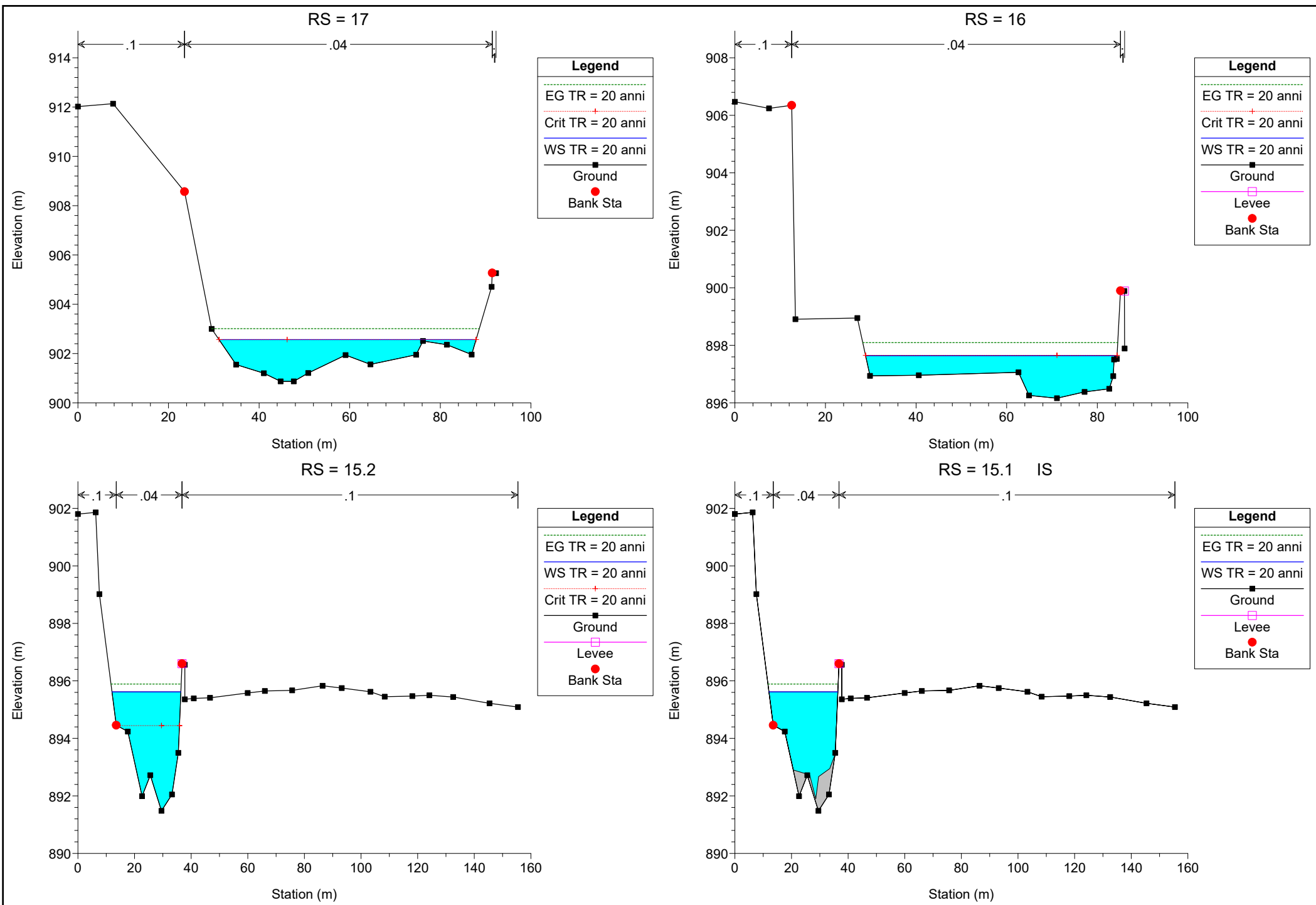


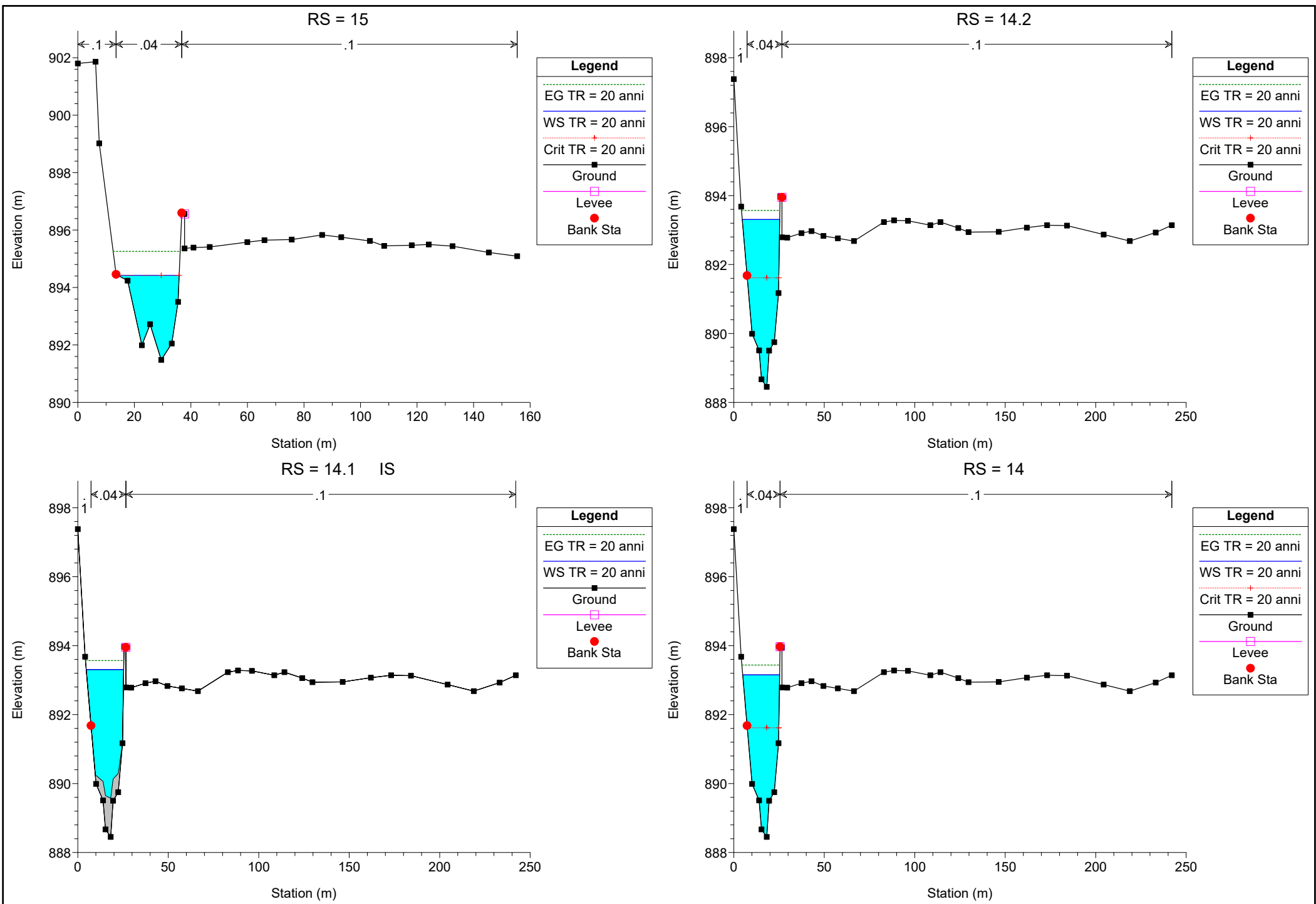
	SIMULAZIONE 5 SITUAZIONE AL LOTTO 1a		
	portata al colmo $Q_{c \max}$ Ruviera m³/s	portata al colmo $Q_{c \max}$ Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	145	159	20

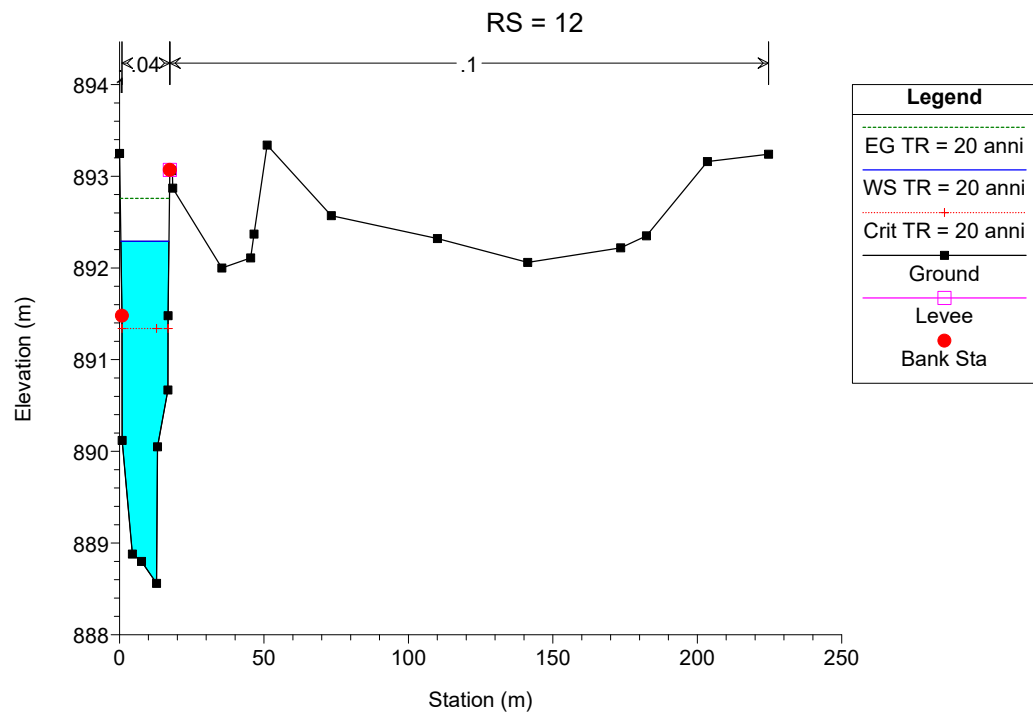
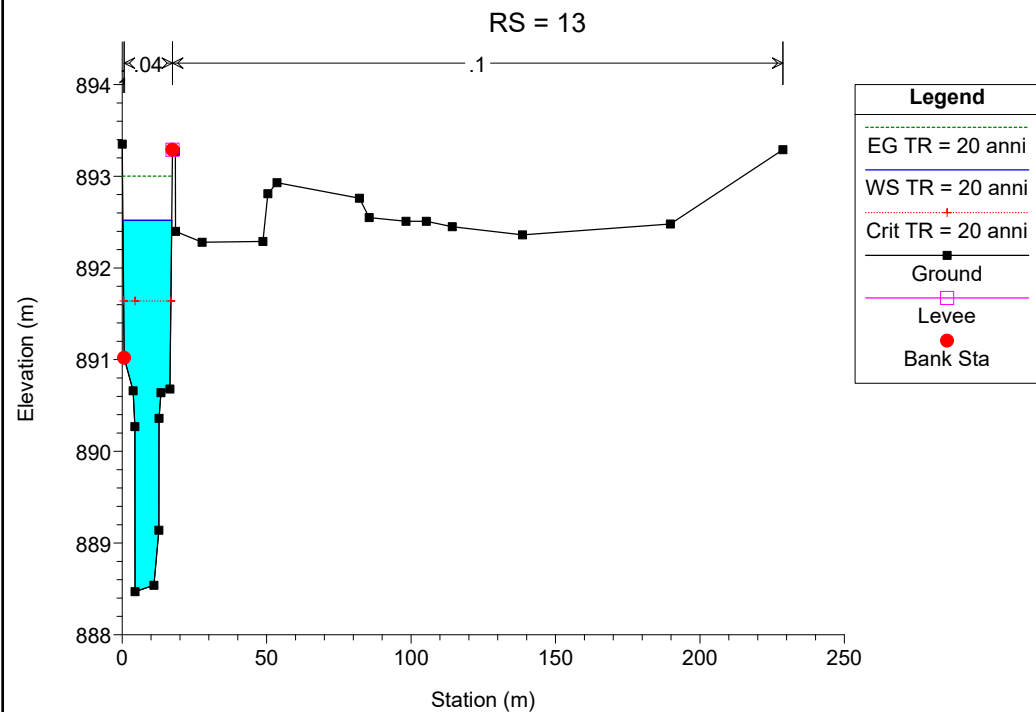
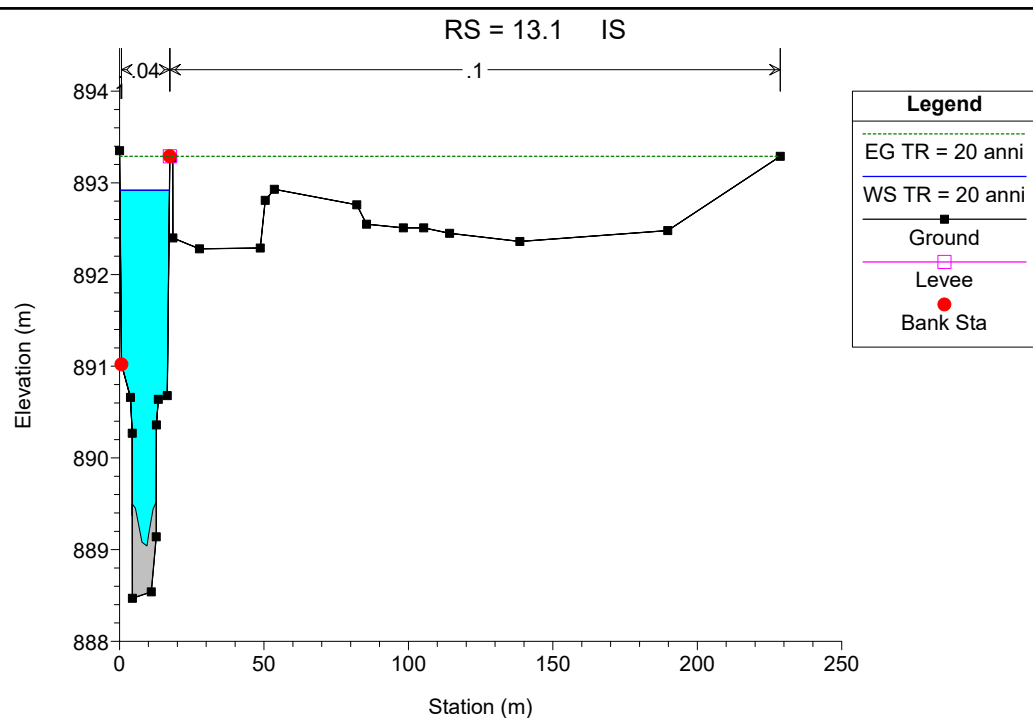
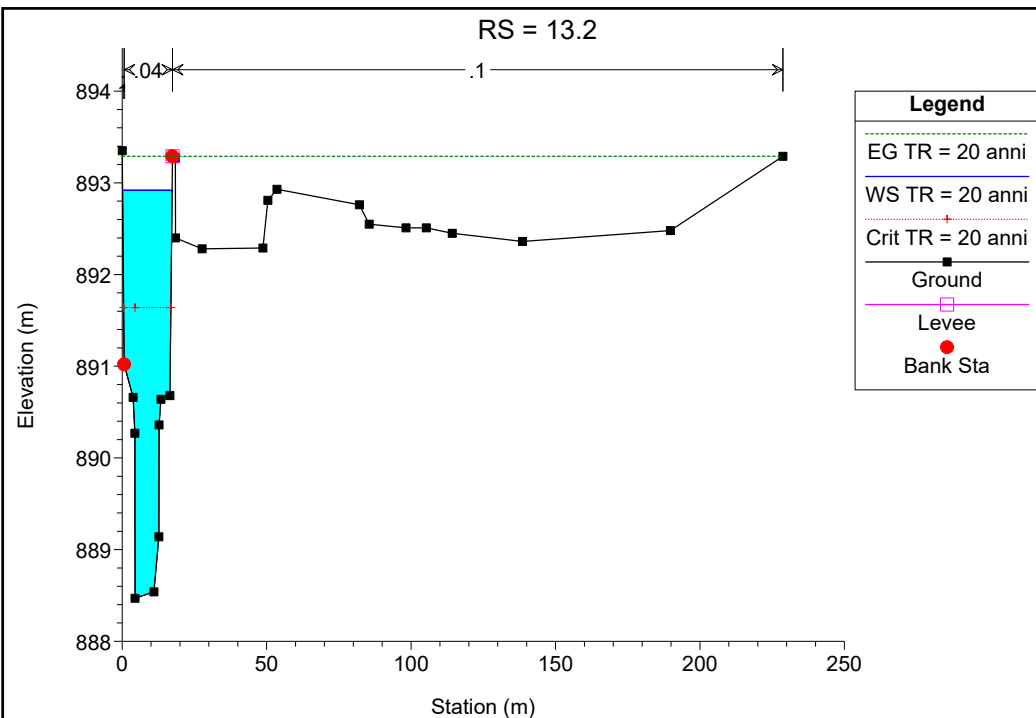
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 20 anni

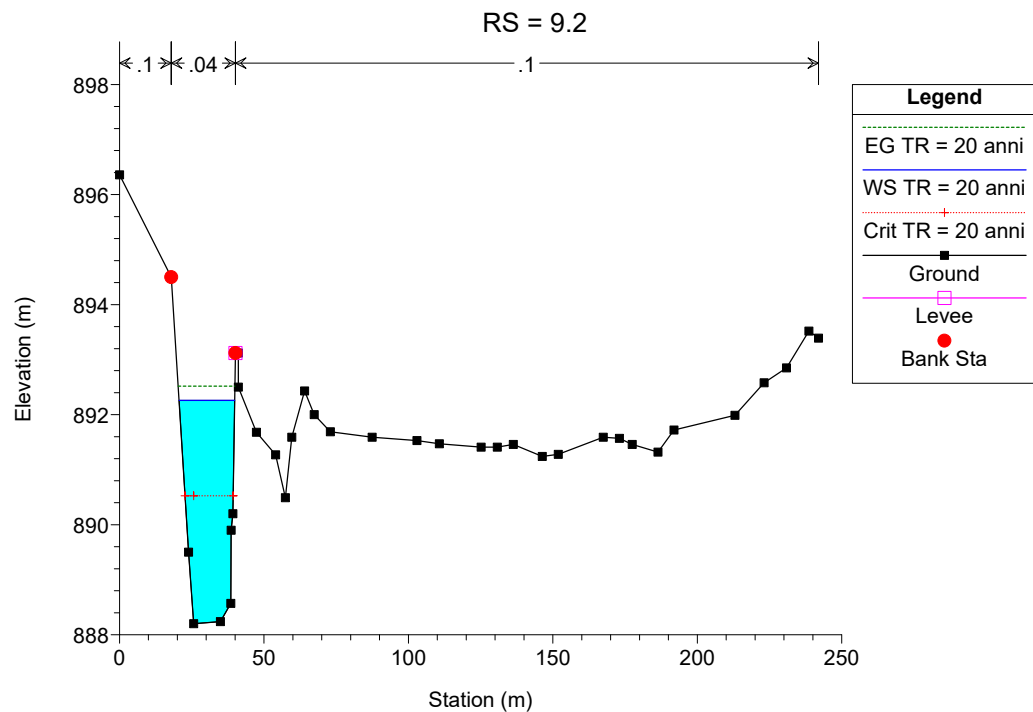
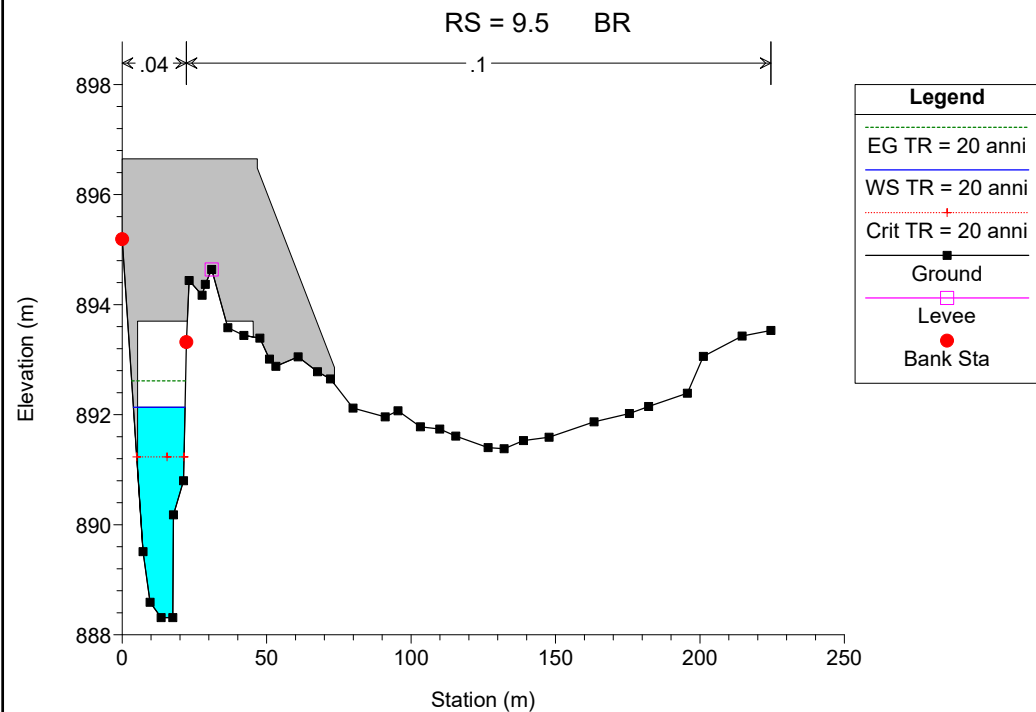
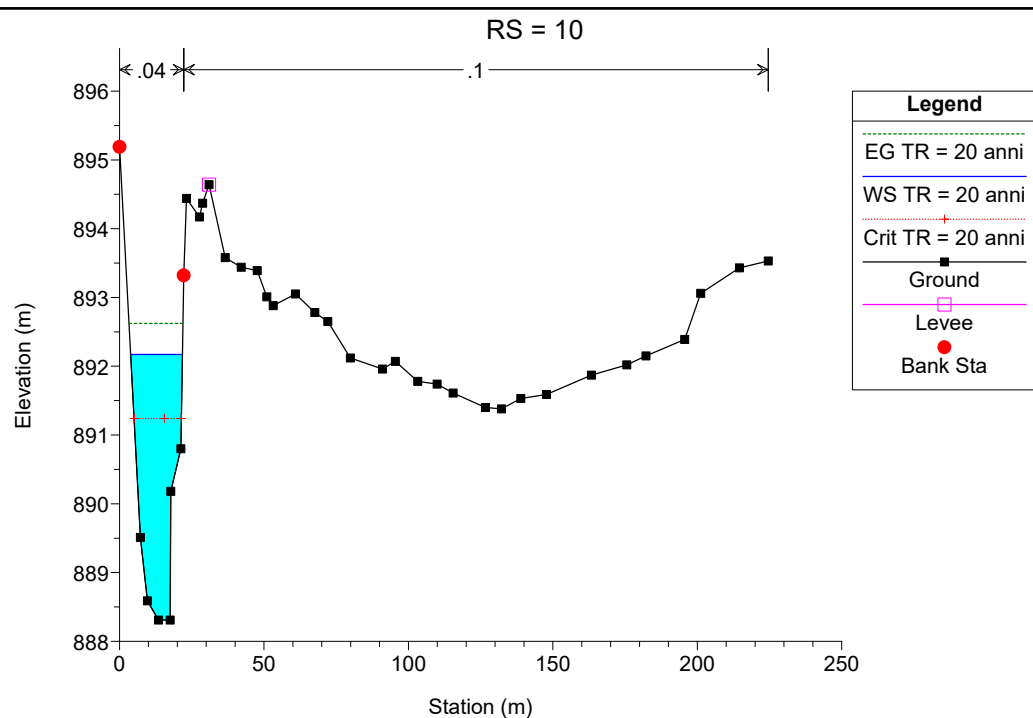
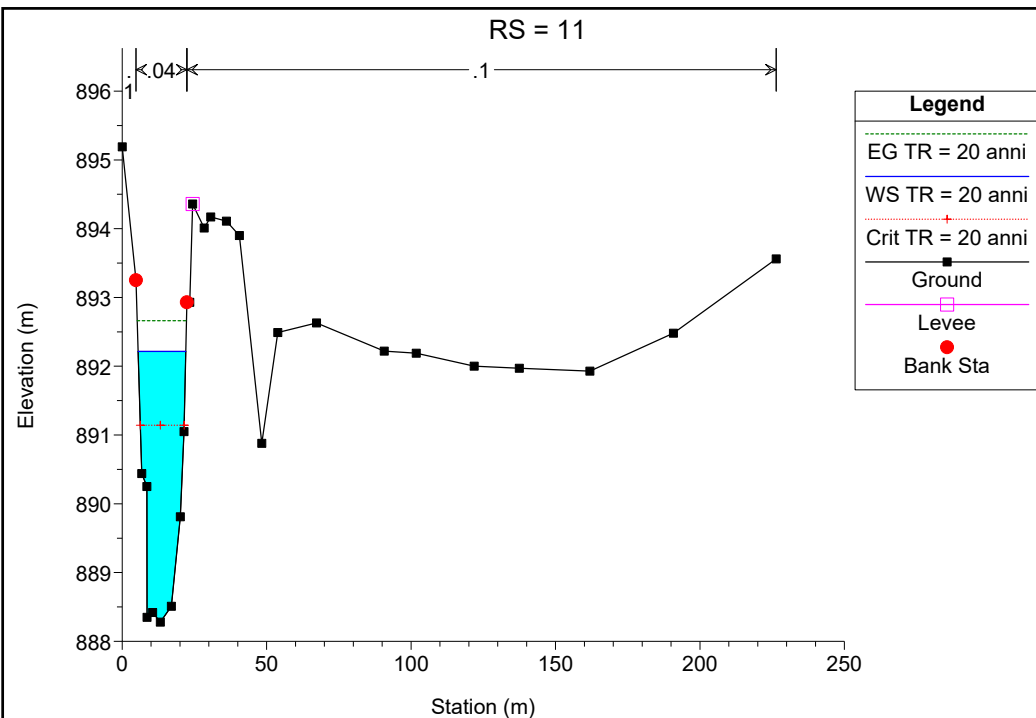
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 20 anni	145.00	900.87	902.57	902.57	903.01	0.017001	2.95	49.21	56.75	1.01
1	16	TR = 20 anni	145.00	896.16	897.64	897.65	898.09	0.017198	2.97	48.78	55.50	1.01
1	15.2	TR = 20 anni	145.00	891.48	895.62	894.44	895.89	0.002552	2.30	63.67	24.35	0.44
1	15.1	Inl Struct										
1	15	TR = 20 anni	145.00	891.48	894.42	894.42	895.26	0.014916	4.05	35.84	21.65	1.00
1	14.2	TR = 20 anni	145.00	888.45	893.31	891.61	893.57	0.001907	2.27	65.65	20.69	0.39
1	14.1	Inl Struct										
1	14	TR = 20 anni	145.00	888.45	893.15	891.62	893.44	0.002198	2.38	62.46	20.39	0.41
1	13.2	TR = 20 anni	145.00	888.47	892.92	891.64	893.29	0.003410	2.70	54.26	17.17	0.48
1	13.1	Inl Struct										
1	13	TR = 20 anni	145.00	888.47	892.52	891.64	893.00	0.005155	3.08	47.43	16.91	0.58
1	12	TR = 20 anni	145.00	888.56	892.29	891.34	892.76	0.004705	3.03	48.03	16.65	0.56
1	11	TR = 20 anni	145.00	888.28	892.22	891.14	892.66	0.004449	2.95	49.07	16.54	0.55
1	10	TR = 20 anni	145.00	888.31	892.17	891.24	892.62	0.004804	2.97	48.77	17.94	0.58
1	9.5	Bridge										
1	9.2	TR = 20 anni	145.00	888.20	892.26	890.53	892.52	0.002154	2.26	64.07	19.24	0.40
1	9.1	Inl Struct										
1	9	TR = 20 anni	145.00	888.20	891.15	890.53	891.71	0.006506	3.32	43.64	17.57	0.67
1	8.2	TR = 20 anni	145.00	886.20	891.30	888.70	891.41	0.001004	1.47	98.32	35.11	0.28
1	8.1	Inl Struct										
1	8	TR = 20 anni	145.00	886.20	890.01	888.70	890.31	0.003039	2.40	60.46	23.75	0.48
1	7	TR = 20 anni	145.00	887.09	889.23	889.23	890.06	0.014251	4.04	35.85	21.55	1.00
1	6	TR = 20 anni	145.00	884.47	886.72	886.66	887.16	0.013650	2.94	49.35	47.97	0.92
1	5	TR = 20 anni	159.00	881.69	883.51	883.50	883.94	0.016619	2.91	54.61	62.83	1.00
1	4	TR = 20 anni	159.00	878.27	880.48	880.41	880.87	0.013561	2.77	57.37	60.89	0.91
1	3	TR = 20 anni	159.00	877.10	879.04	878.96	879.47	0.010917	2.99	63.19	65.47	0.86
1	2	TR = 20 anni	159.00	875.20	877.44	877.03	877.72	0.005493	2.35	67.59	46.27	0.62
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 20 anni	159.00	875.20	876.70	876.94	877.60	0.035119	4.22	37.70	43.44	1.45

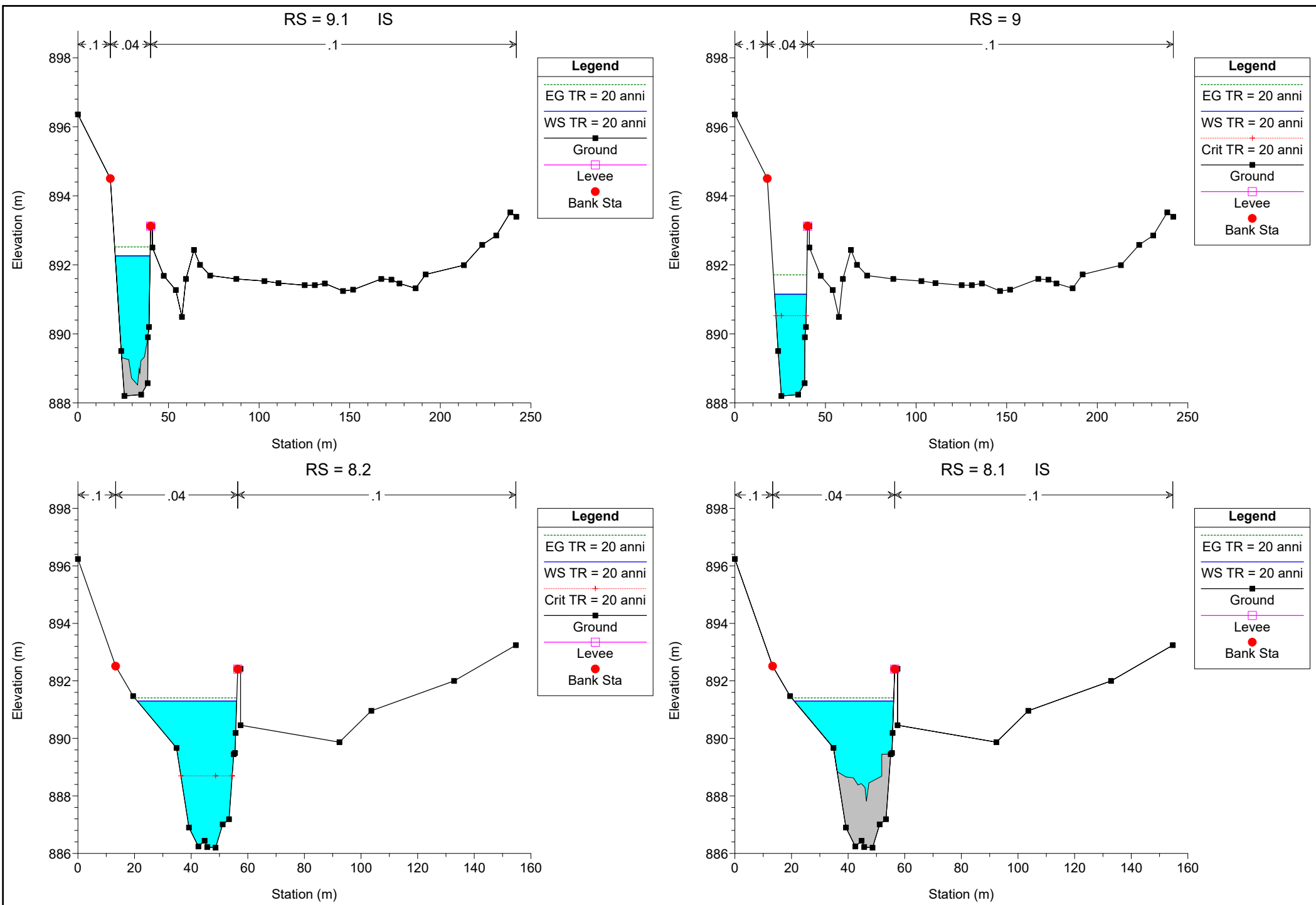


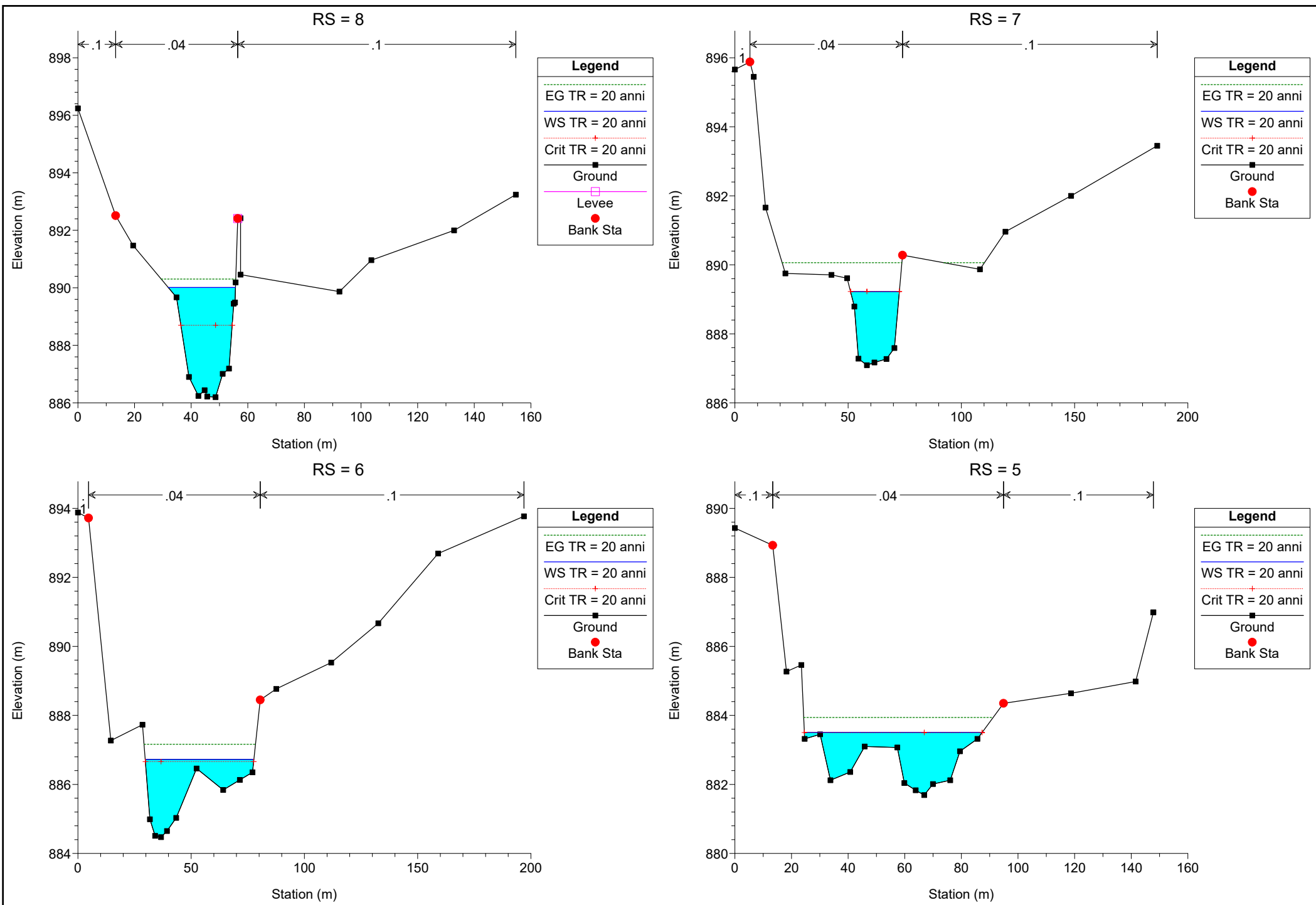


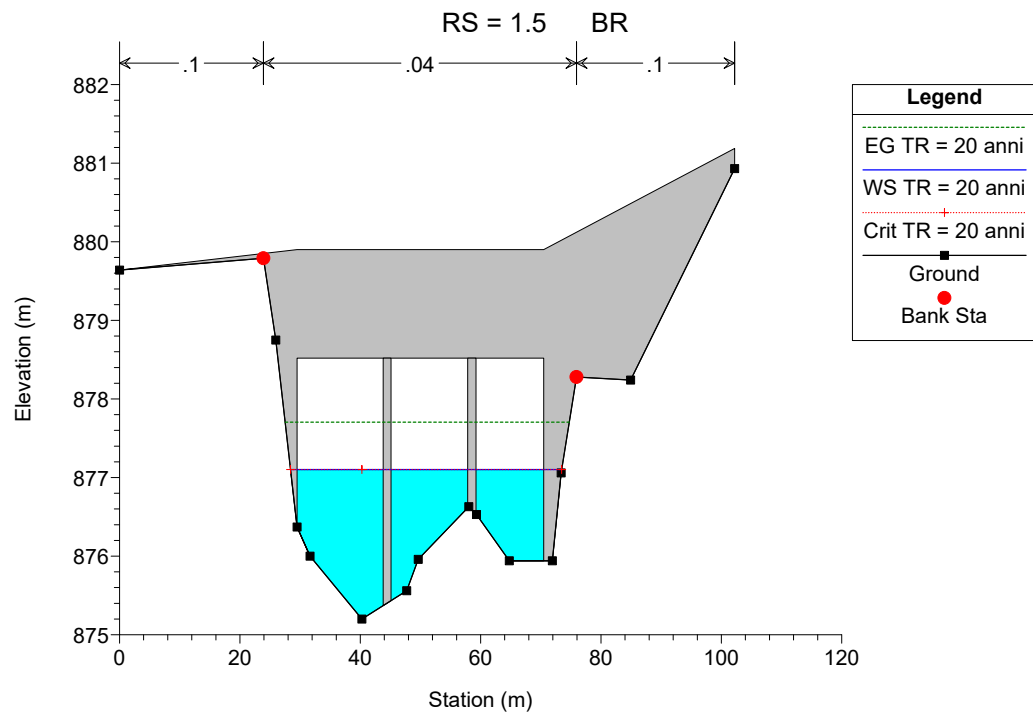
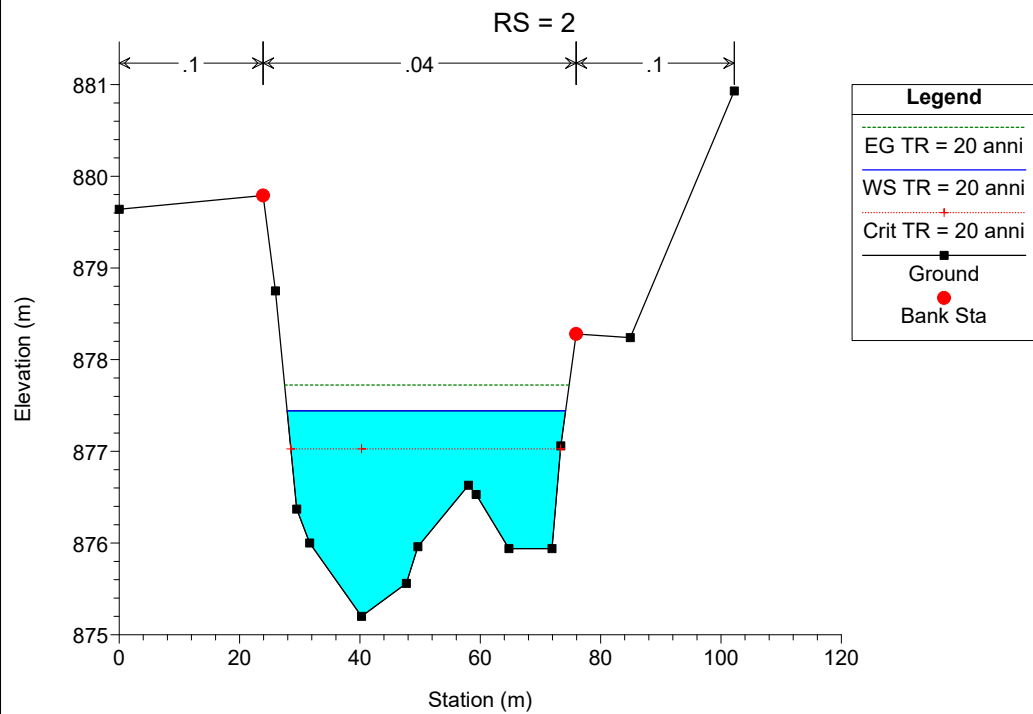
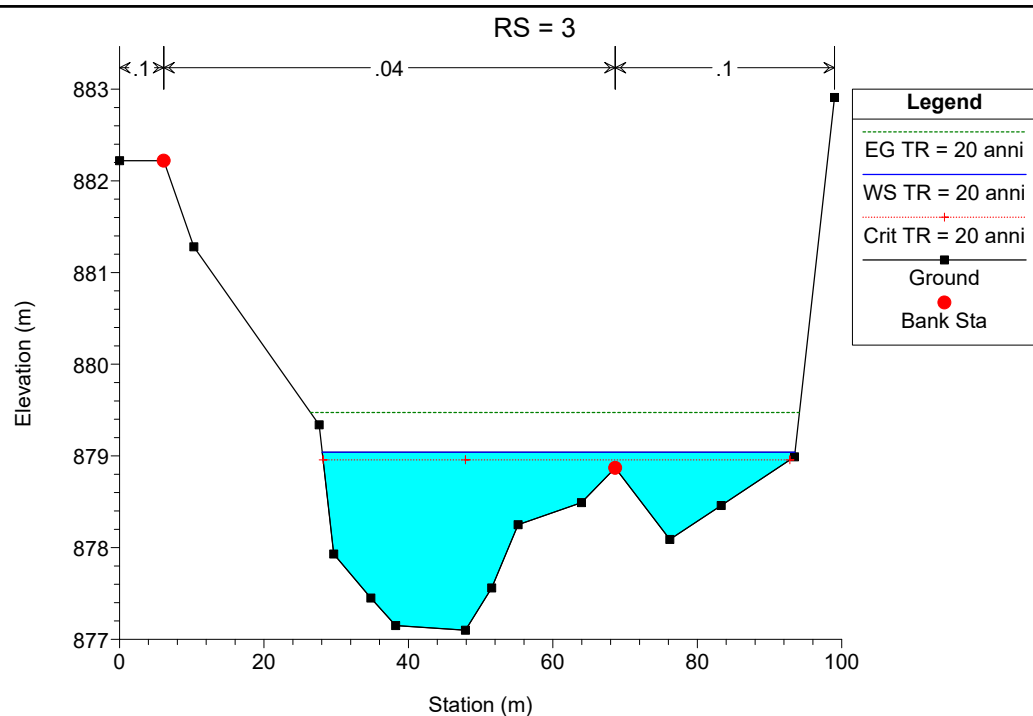
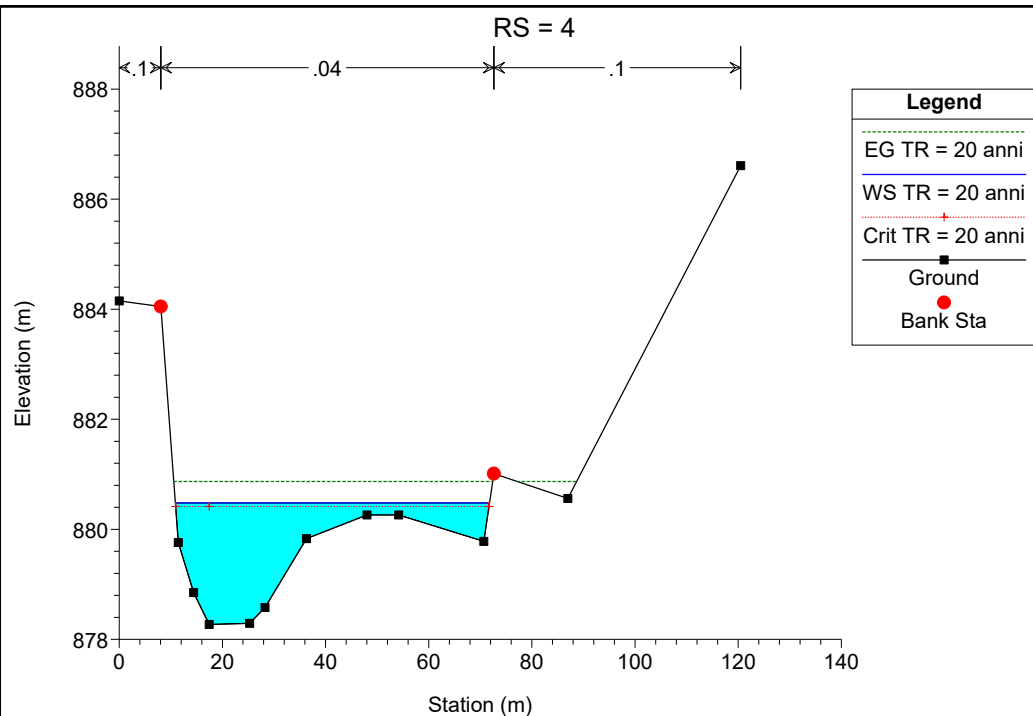


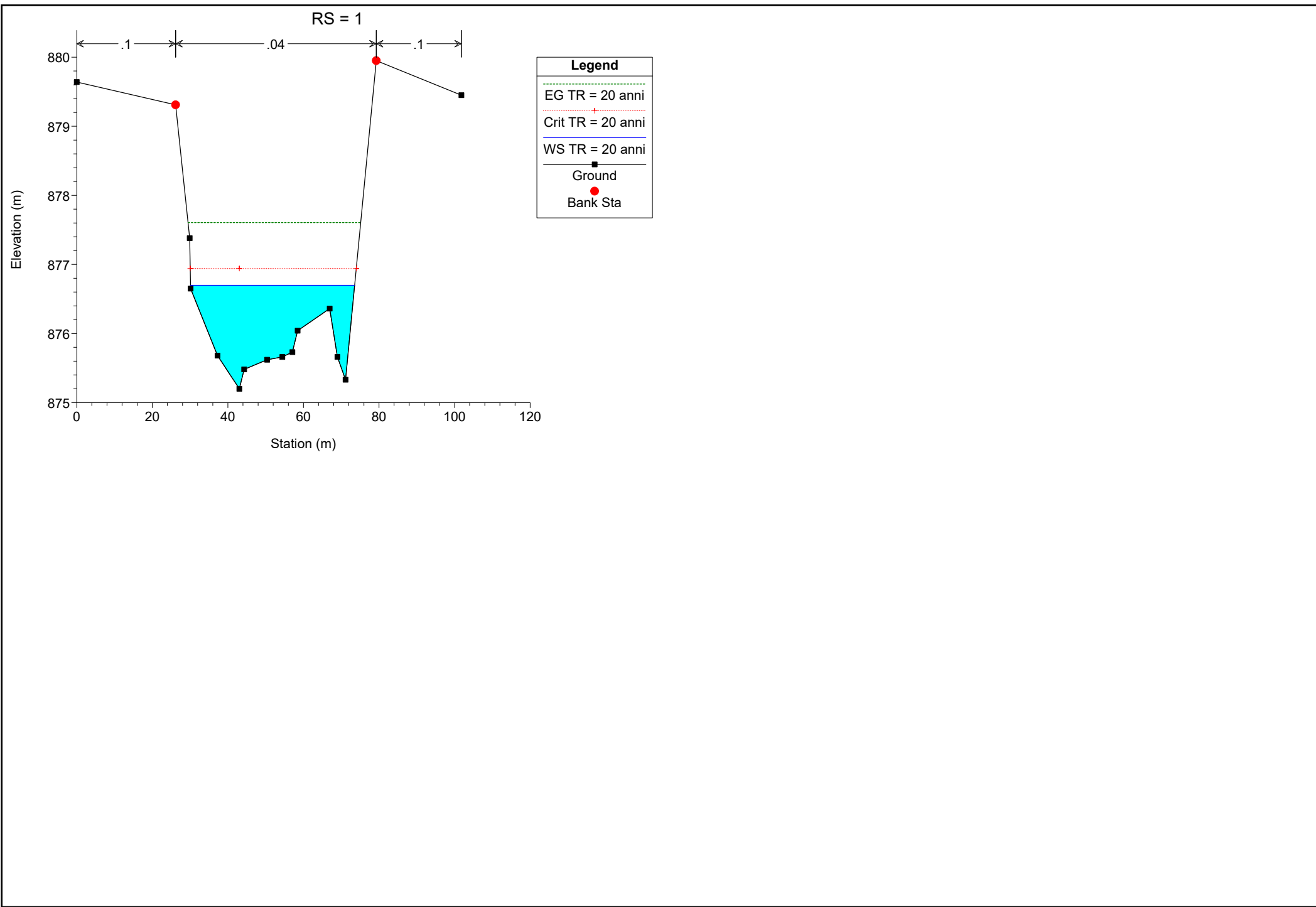








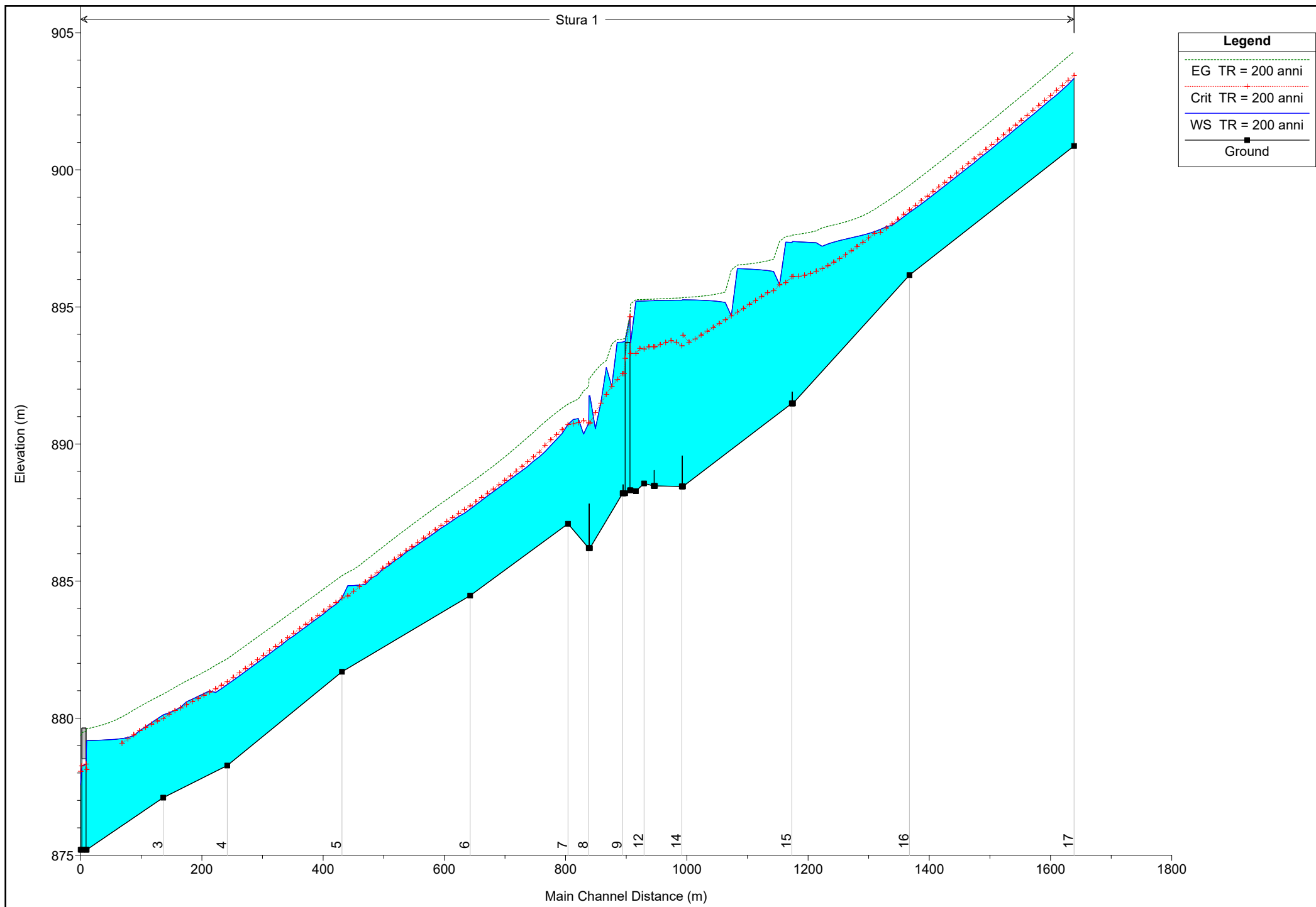


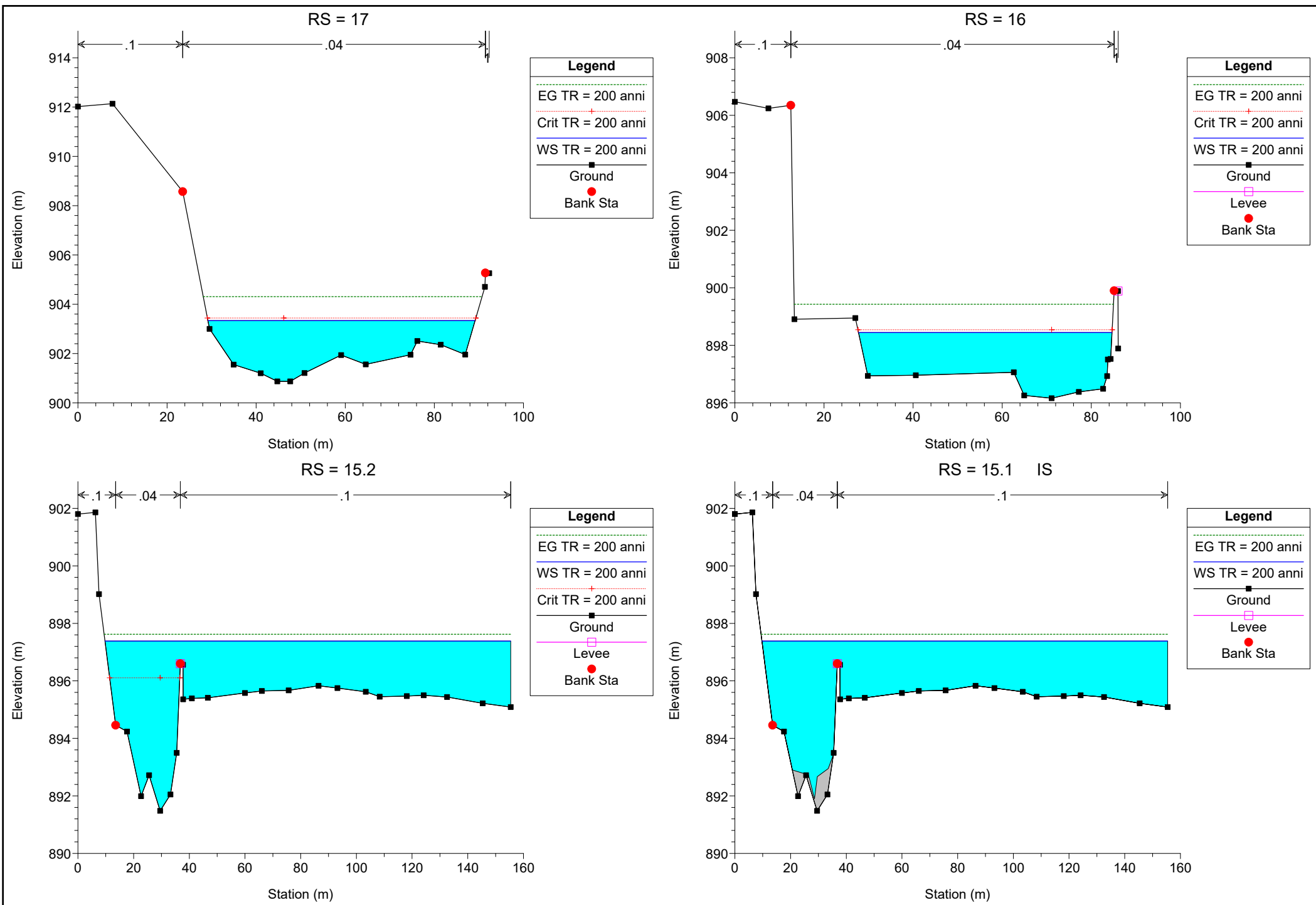


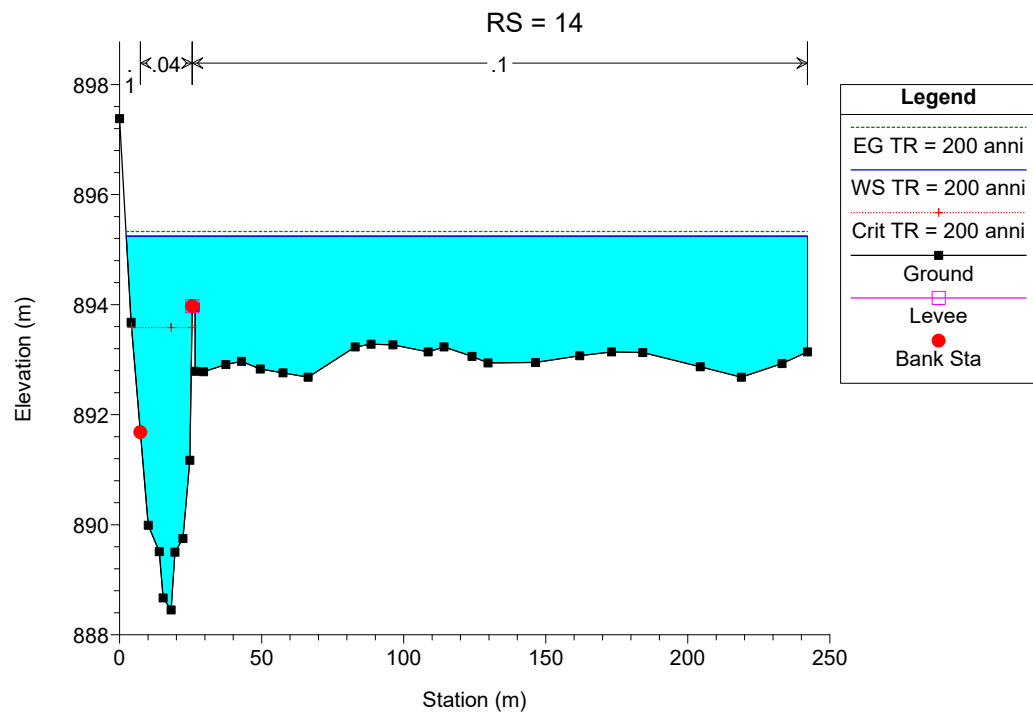
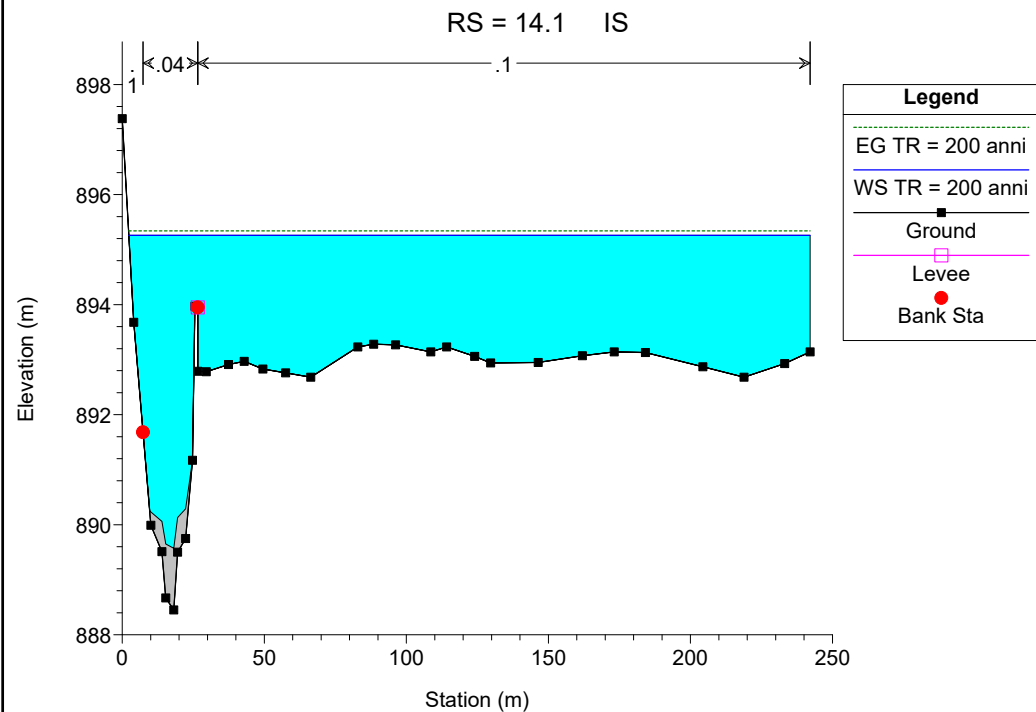
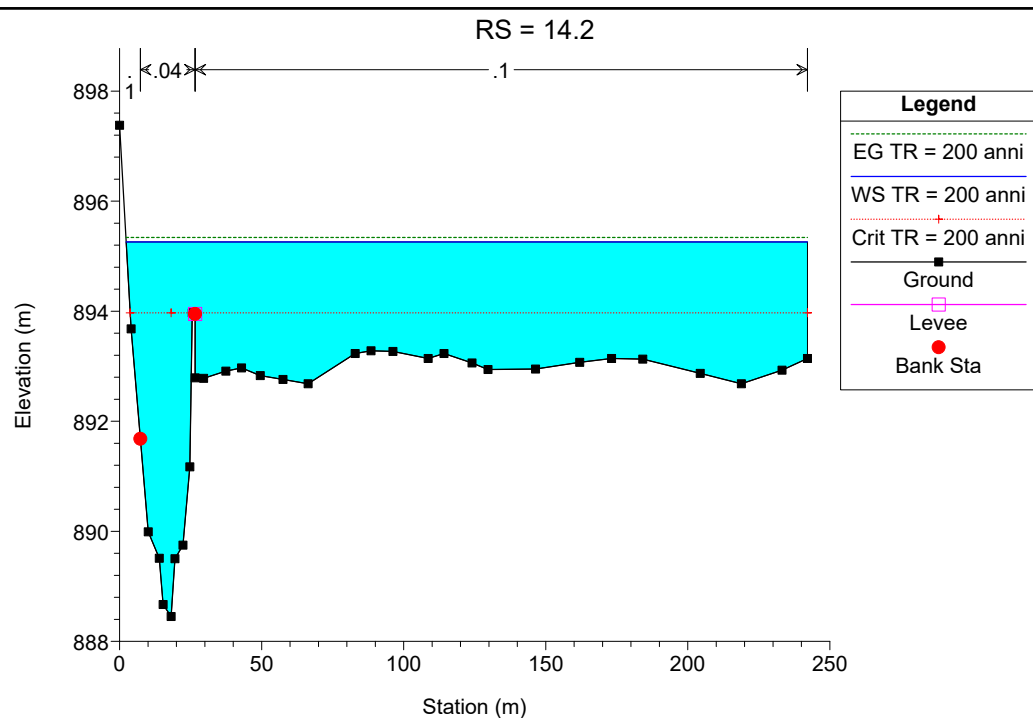
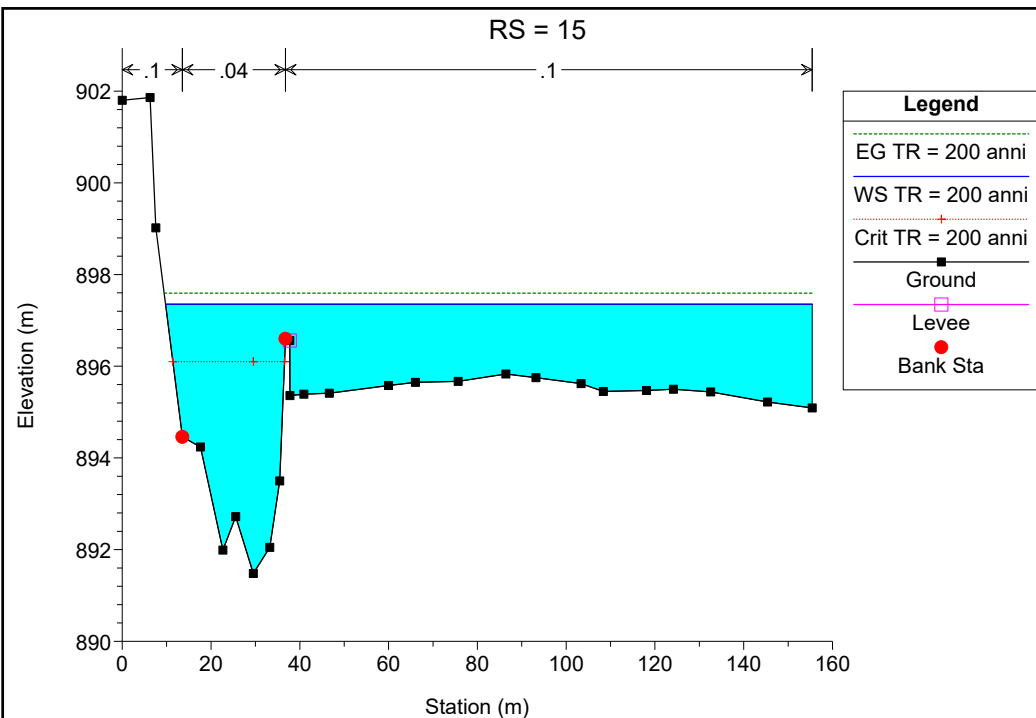
	SIMULAZIONE 6 SITUAZIONE AL LOTTO 1a		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	412	452	200

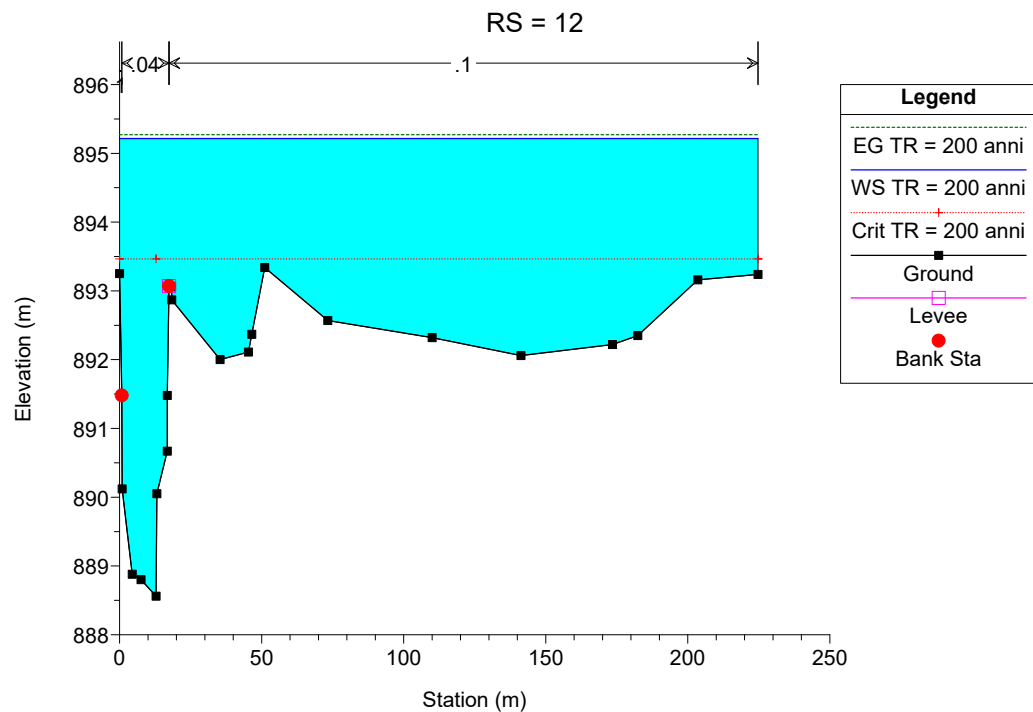
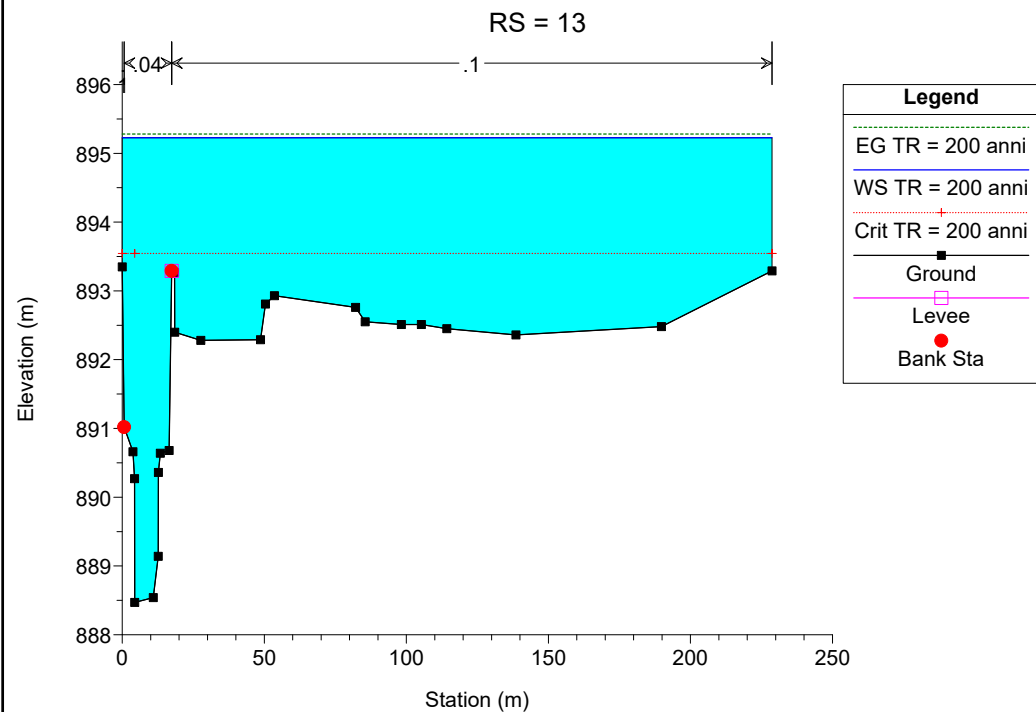
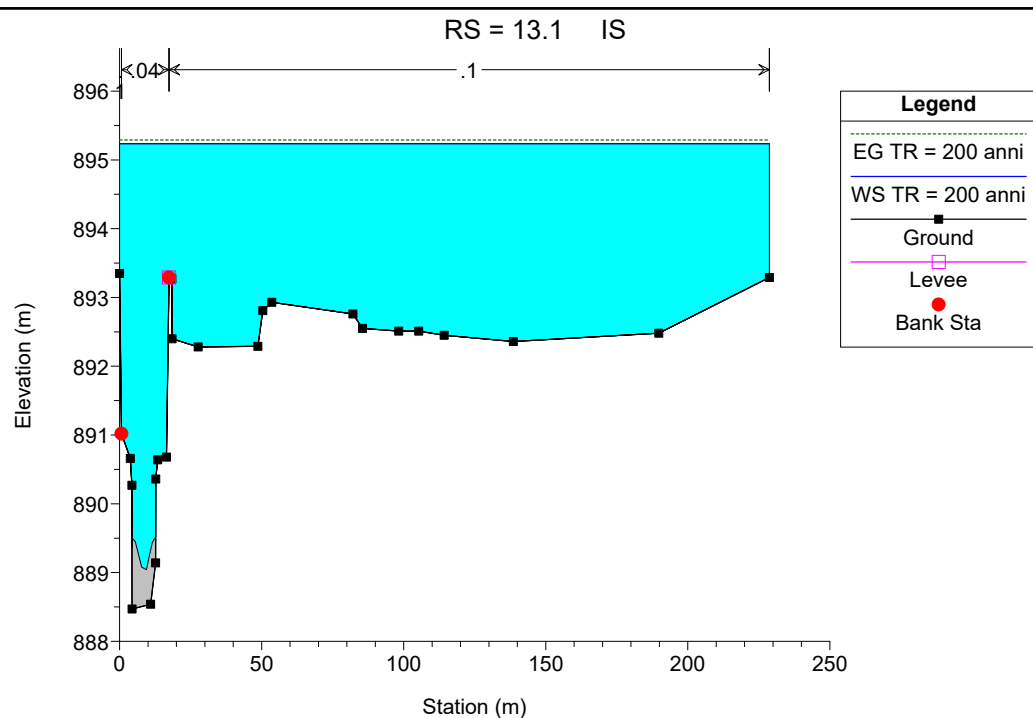
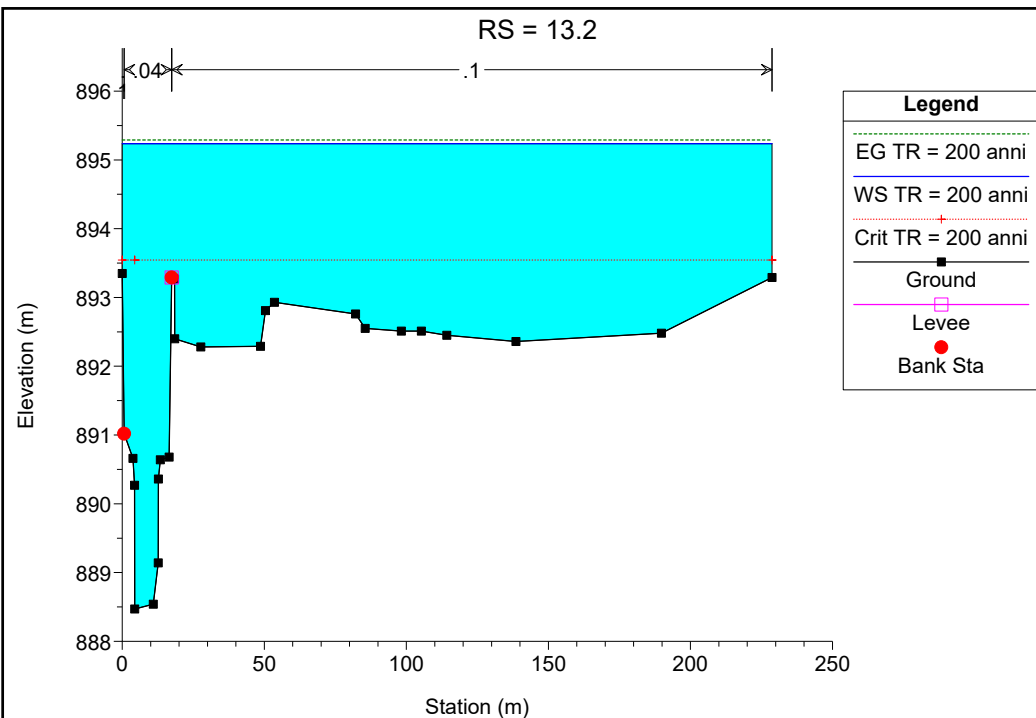
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 200 anni

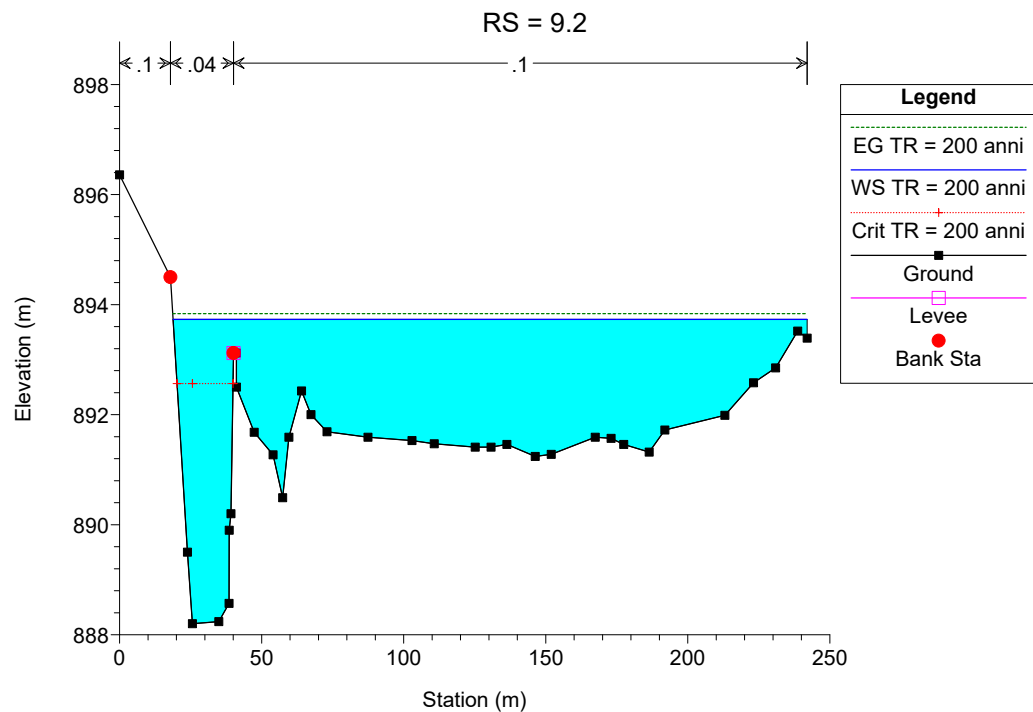
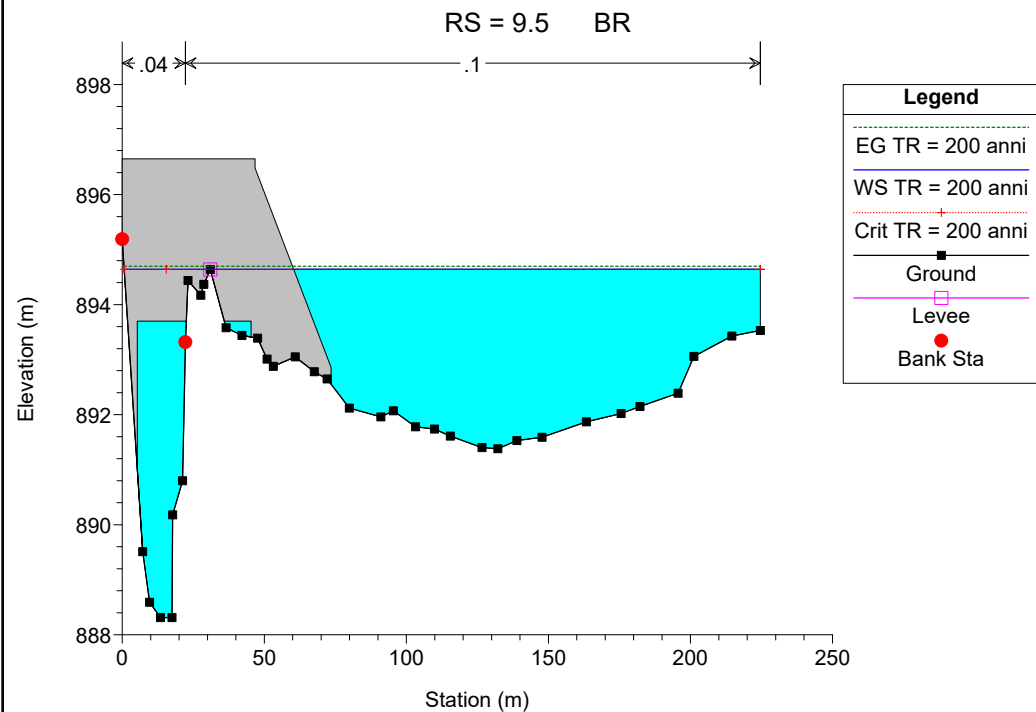
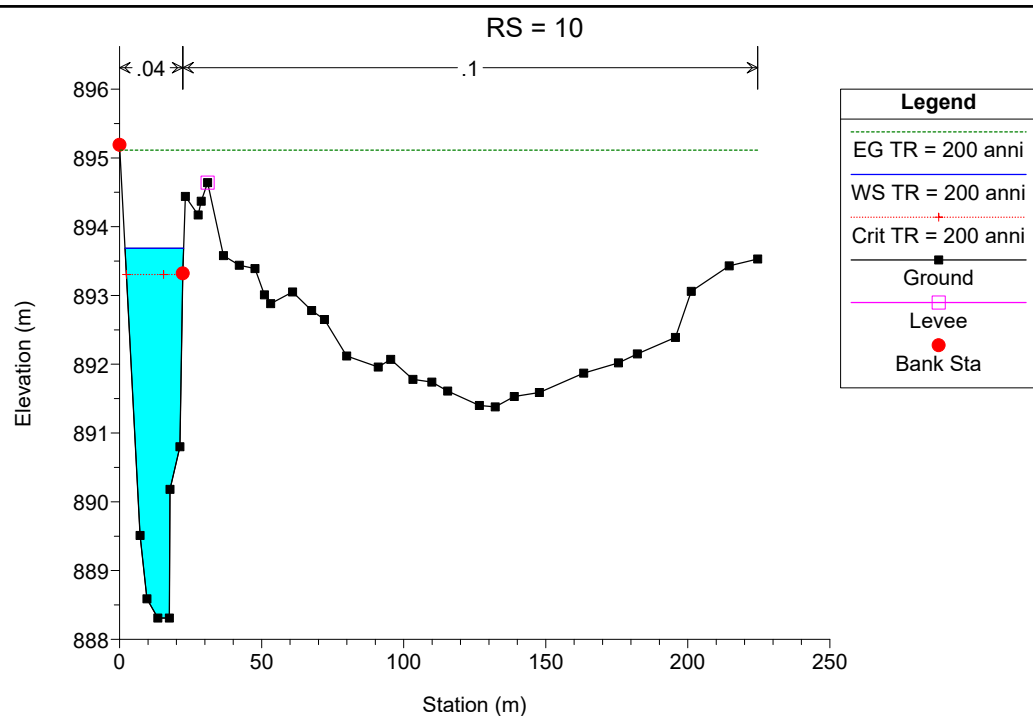
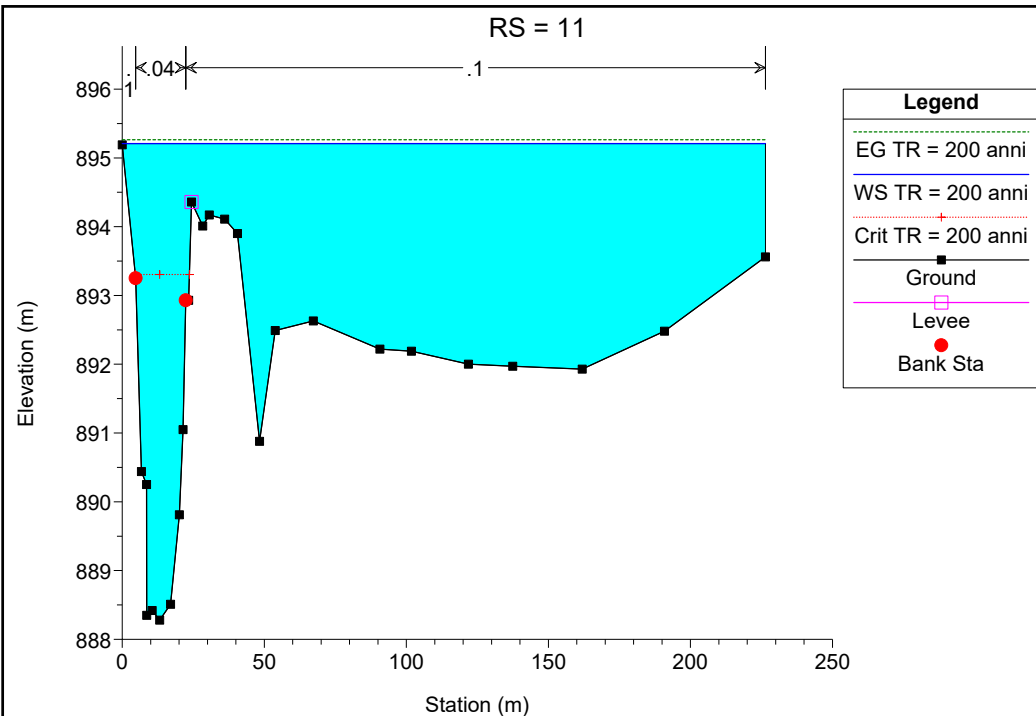
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 200 anni	412.00	900.87	903.34	903.44	904.31	0.017011	4.37	94.36	59.96	1.11
1	16	TR = 200 anni	412.00	896.16	898.44	898.54	899.43	0.016517	4.39	93.82	56.89	1.09
1	15.2	TR = 200 anni	412.00	891.48	897.38	896.11	897.62	0.001777	2.61	330.29	145.71	0.40
1	15.1	Inl Struct										
1	15	TR = 200 anni	412.00	891.48	897.35	896.10	897.60	0.001844	2.65	325.47	145.67	0.40
1	14.2	TR = 200 anni	412.00	888.45	895.26	893.97	895.34	0.000730	1.81	600.36	239.77	0.25
1	14.1	Inl Struct										
1	14	TR = 200 anni	412.00	888.45	895.25	893.58	895.33	0.000735	1.85	596.80	239.76	0.25
1	13.2	TR = 200 anni	412.00	888.47	895.24	893.54	895.29	0.000602	1.61	657.30	228.70	0.22
1	13.1	Inl Struct										
1	13	TR = 200 anni	412.00	888.47	895.23	893.54	895.28	0.000608	1.61	655.26	228.70	0.22
1	12	TR = 200 anni	412.00	888.56	895.22	893.47	895.27	0.000559	1.62	659.99	224.70	0.21
1	11	TR = 200 anni	412.00	888.28	895.21	893.30	895.26	0.000551	1.58	660.20	226.40	0.21
1	10	TR = 200 anni	412.00	888.31	893.69	893.30	895.11	0.010057	5.29	77.91	20.63	0.86
1	9.5	Bridge										
1	9.2	TR = 200 anni	412.00	888.20	893.73	892.56	893.84	0.001236	2.03	494.24	223.14	0.31
1	9.1	Inl Struct										
1	9	TR = 200 anni	412.00	888.20	893.72	892.56	893.82	0.001259	2.05	490.92	223.12	0.31
1	8.2	TR = 200 anni	412.00	886.20	891.76	890.77	892.41	0.005386	3.57	115.25	38.43	0.66
1	8.1	Inl Struct										
1	8	TR = 200 anni	412.00	886.20	890.77	890.77	892.09	0.012865	5.09	80.87	30.40	1.00
1	7	TR = 200 anni	412.00	887.09	890.71	890.71	891.45	0.011676	3.91	125.94	99.01	0.93
1	6	TR = 200 anni	412.00	884.47	887.62	887.74	888.57	0.017148	4.31	95.69	61.79	1.10
1	5	TR = 200 anni	452.00	881.69	884.38	884.38	885.20	0.013945	3.99	113.36	73.62	1.01
1	4	TR = 200 anni	452.00	878.27	881.22	881.33	882.16	0.015669	4.32	110.88	80.33	1.07
1	3	TR = 200 anni	452.00	877.10	880.12	880.00	880.88	0.010582	4.08	137.86	74.41	0.92
1	2	TR = 200 anni	452.00	875.20	879.18	878.13	879.61	0.003309	2.93	163.65	65.85	0.54
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 200 anni	452.00	875.20	877.56	878.06	879.36	0.029600	5.93	76.17	45.54	1.47

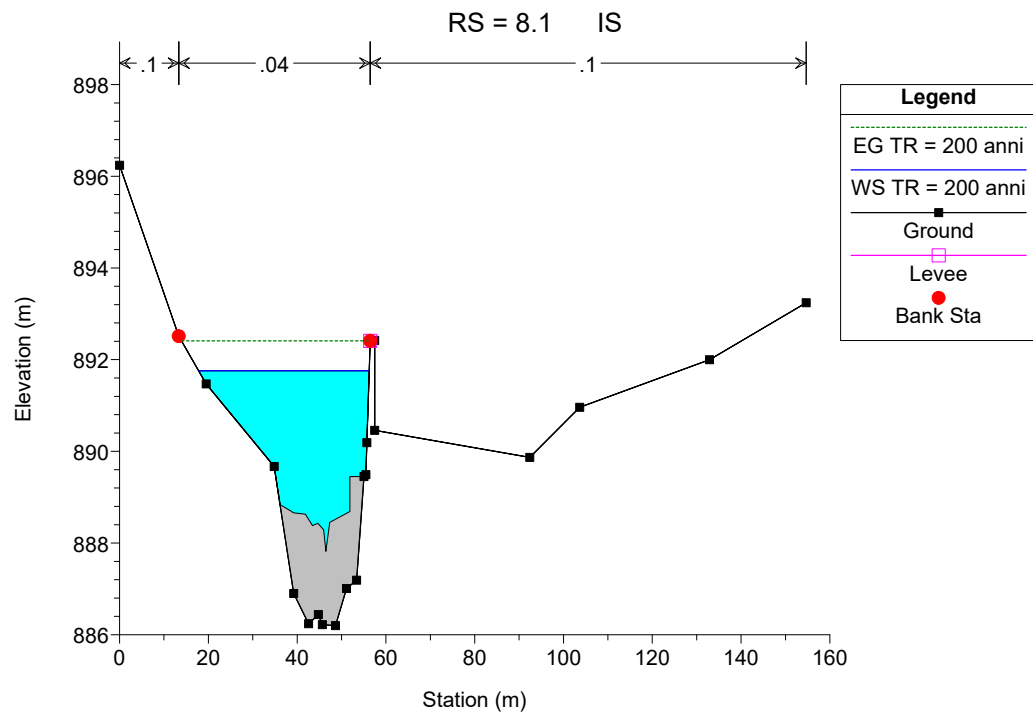
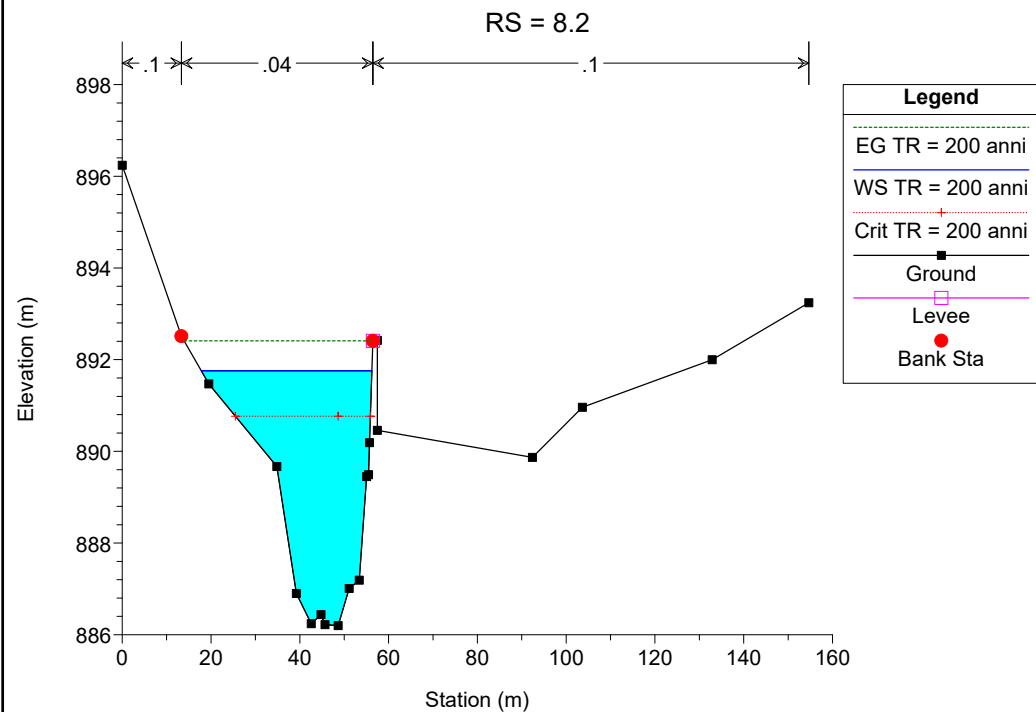
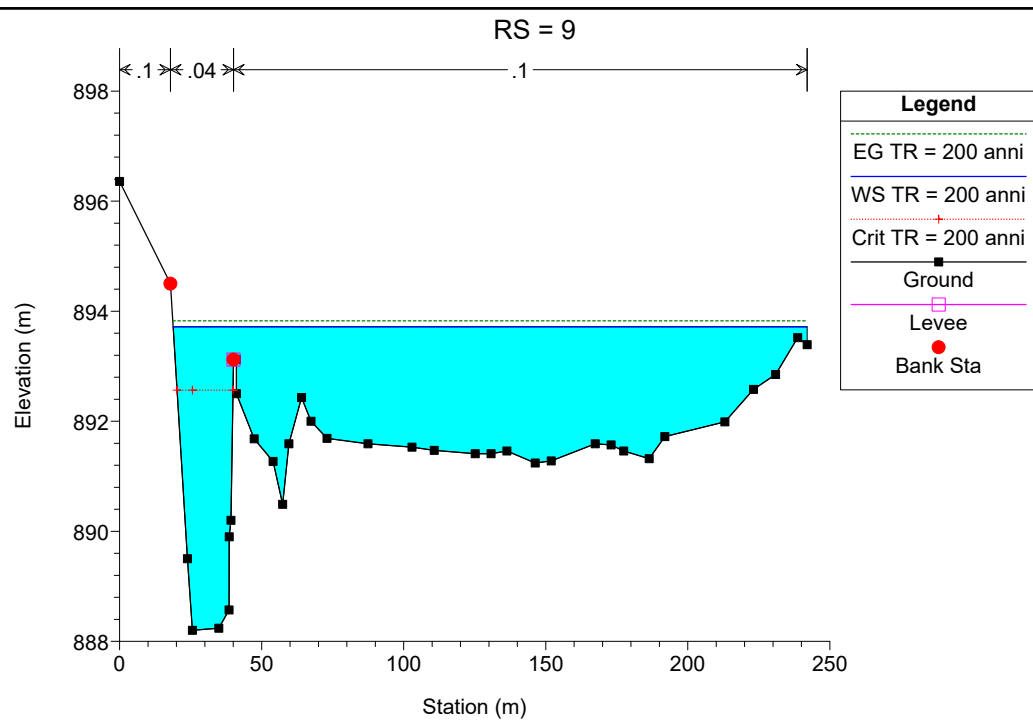
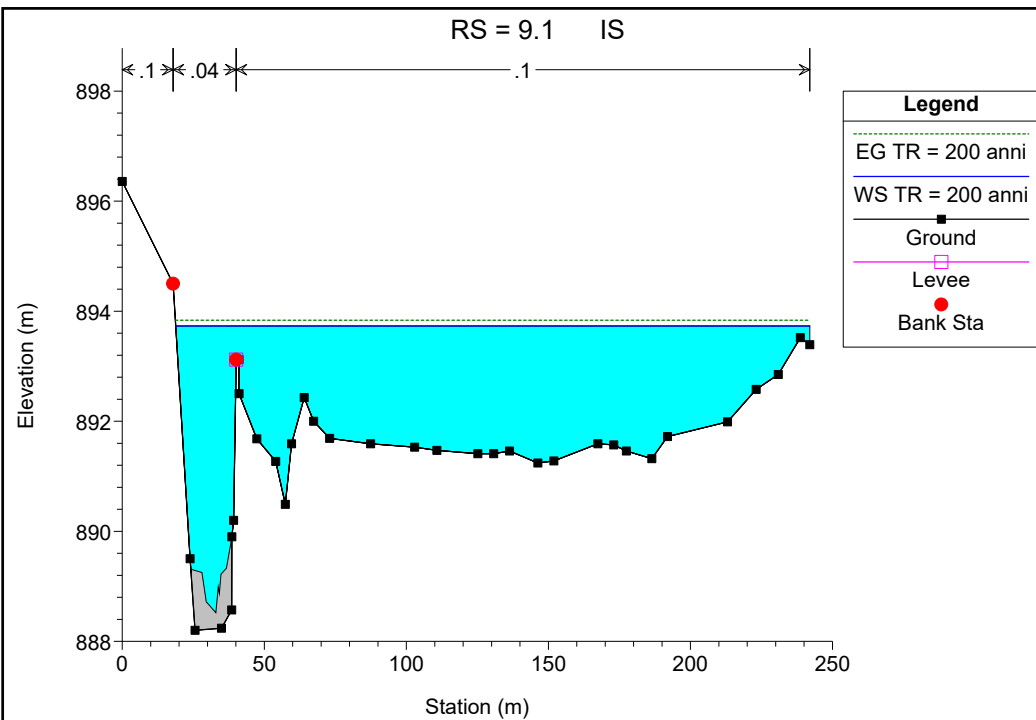


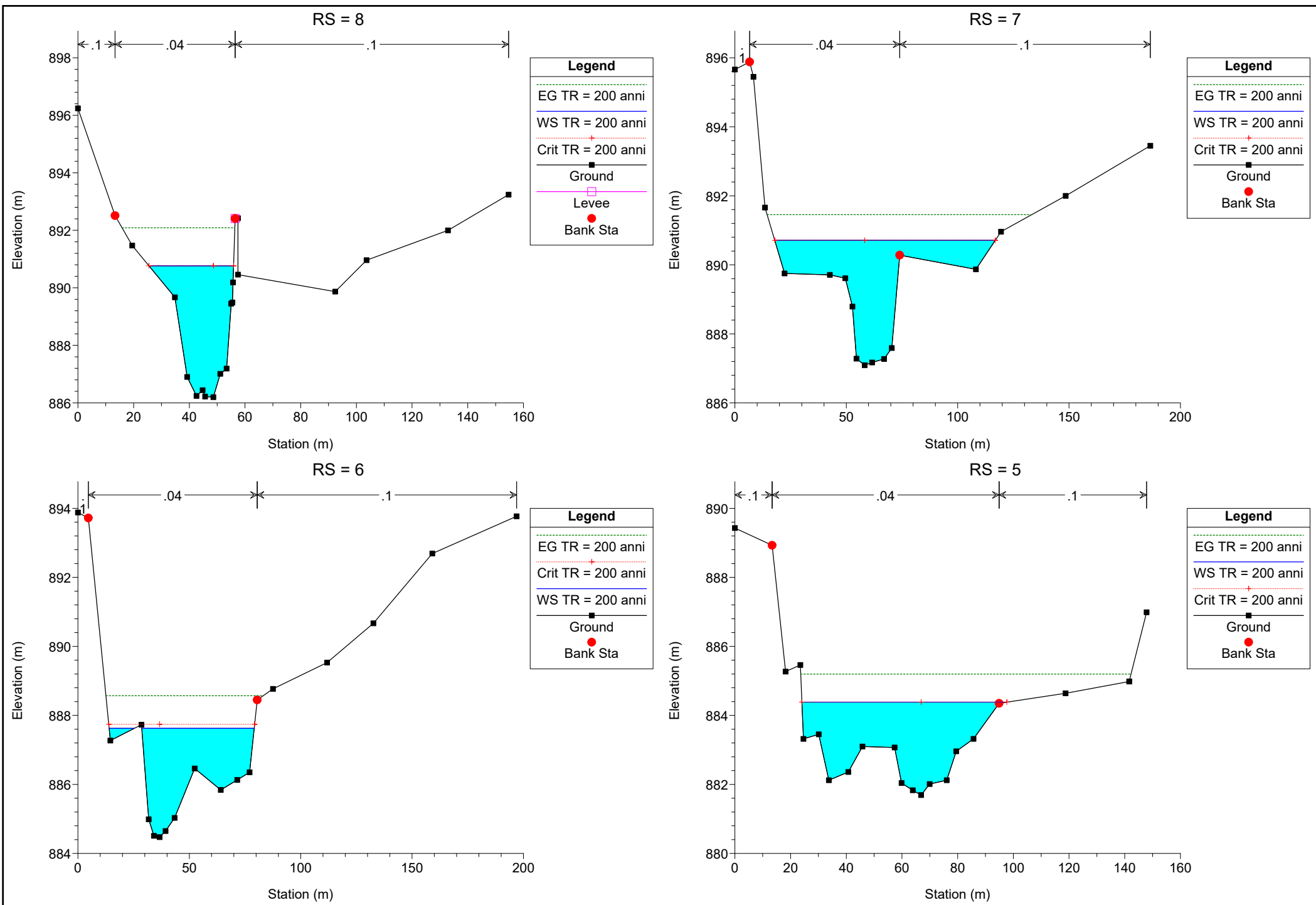


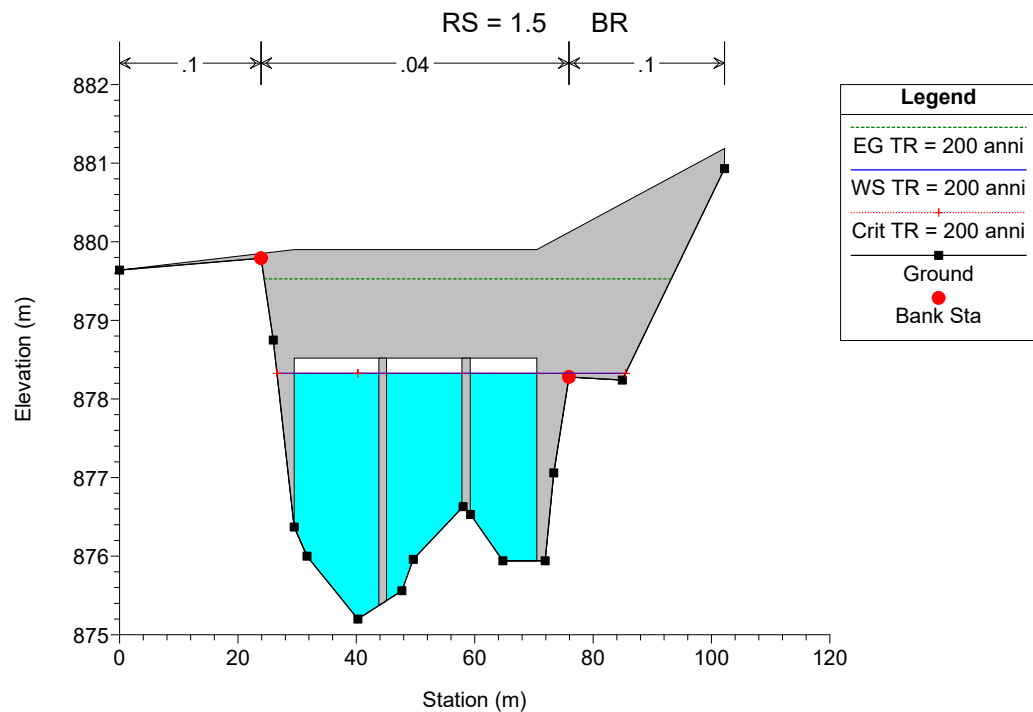
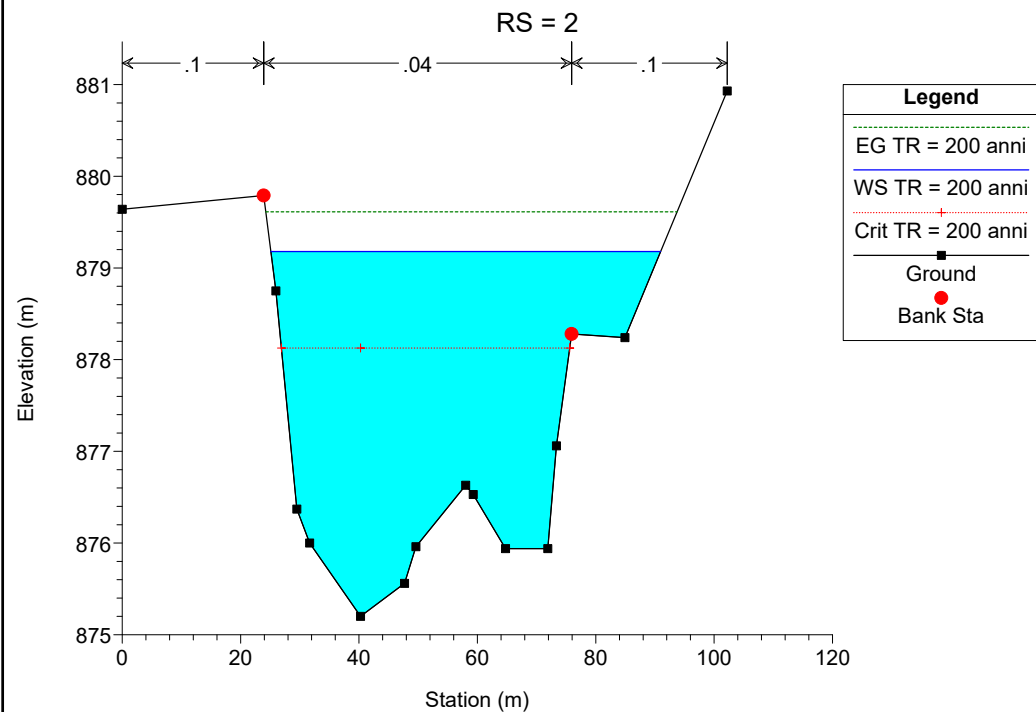
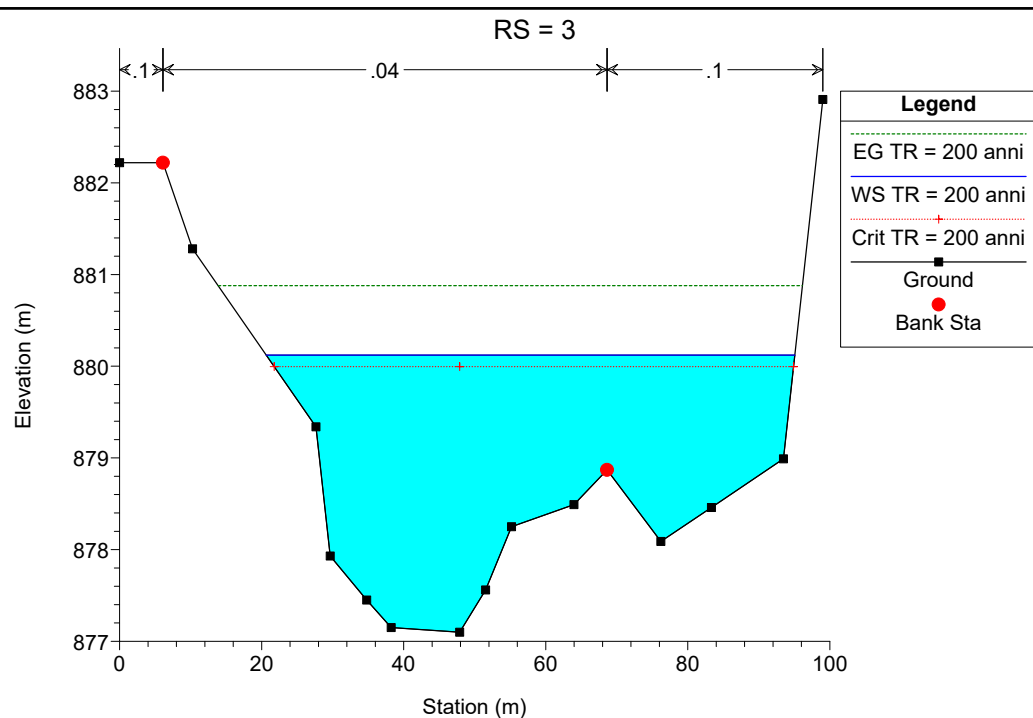
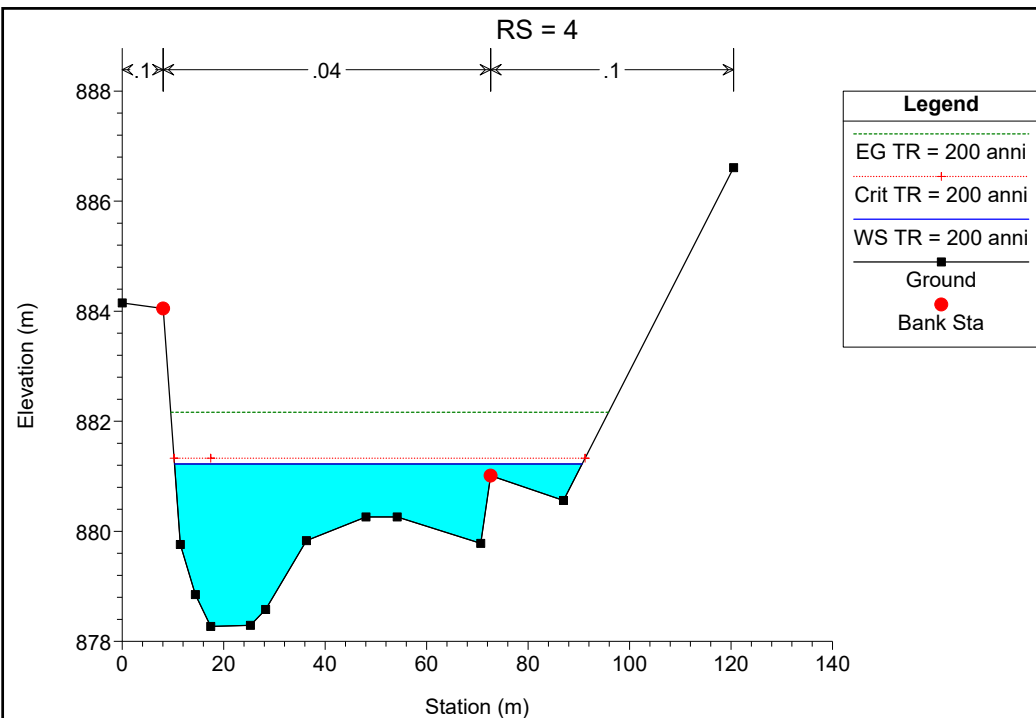


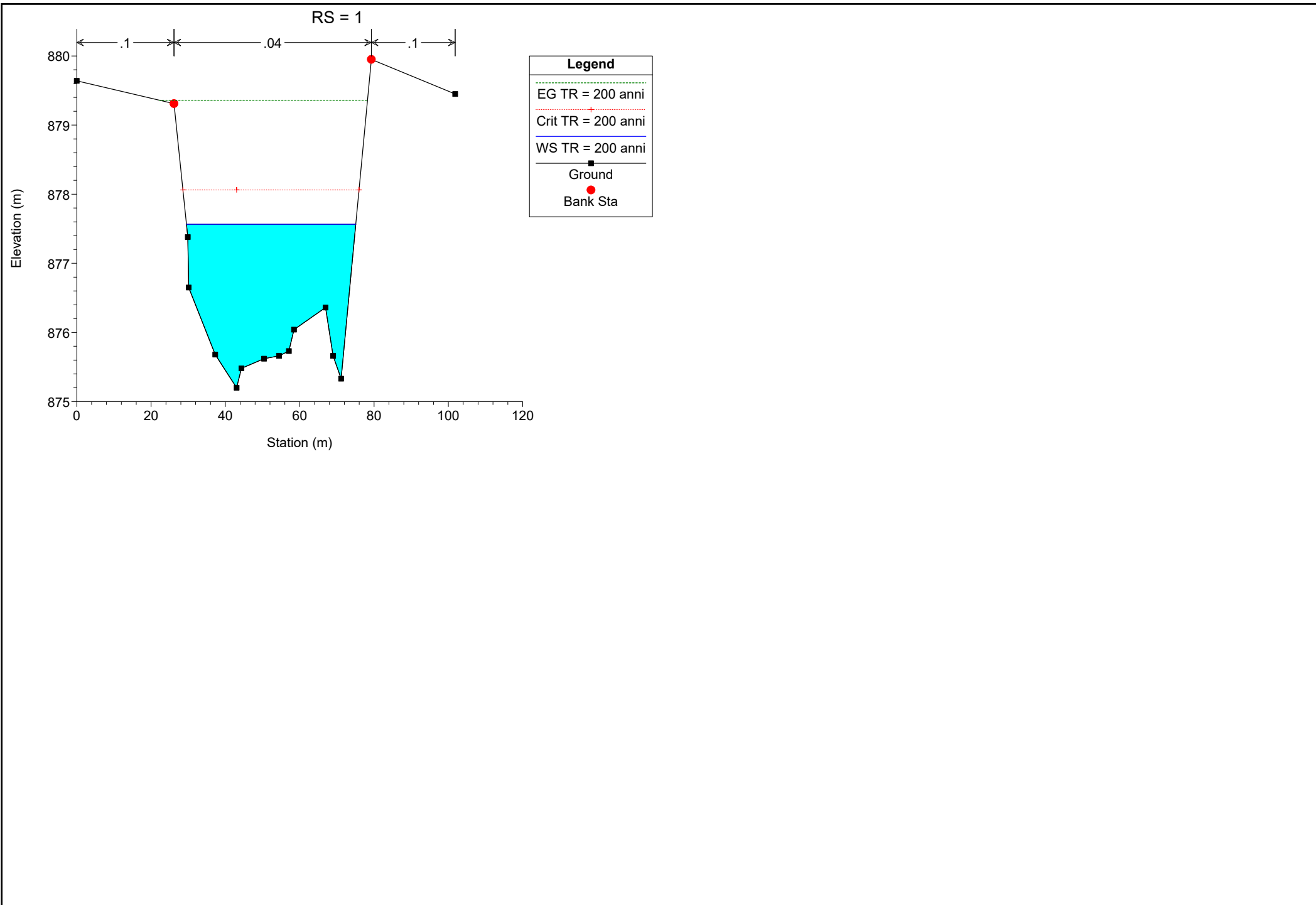








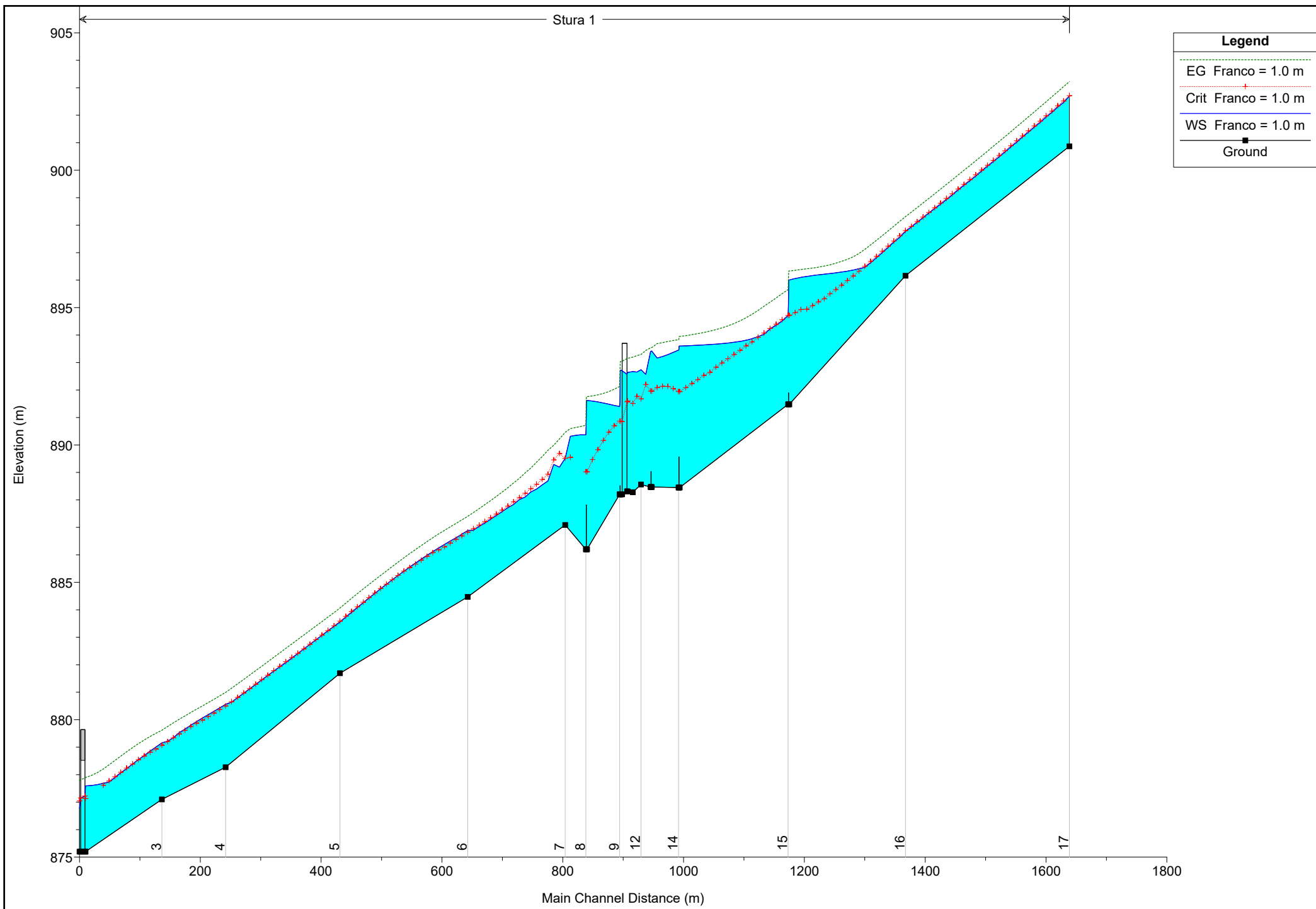


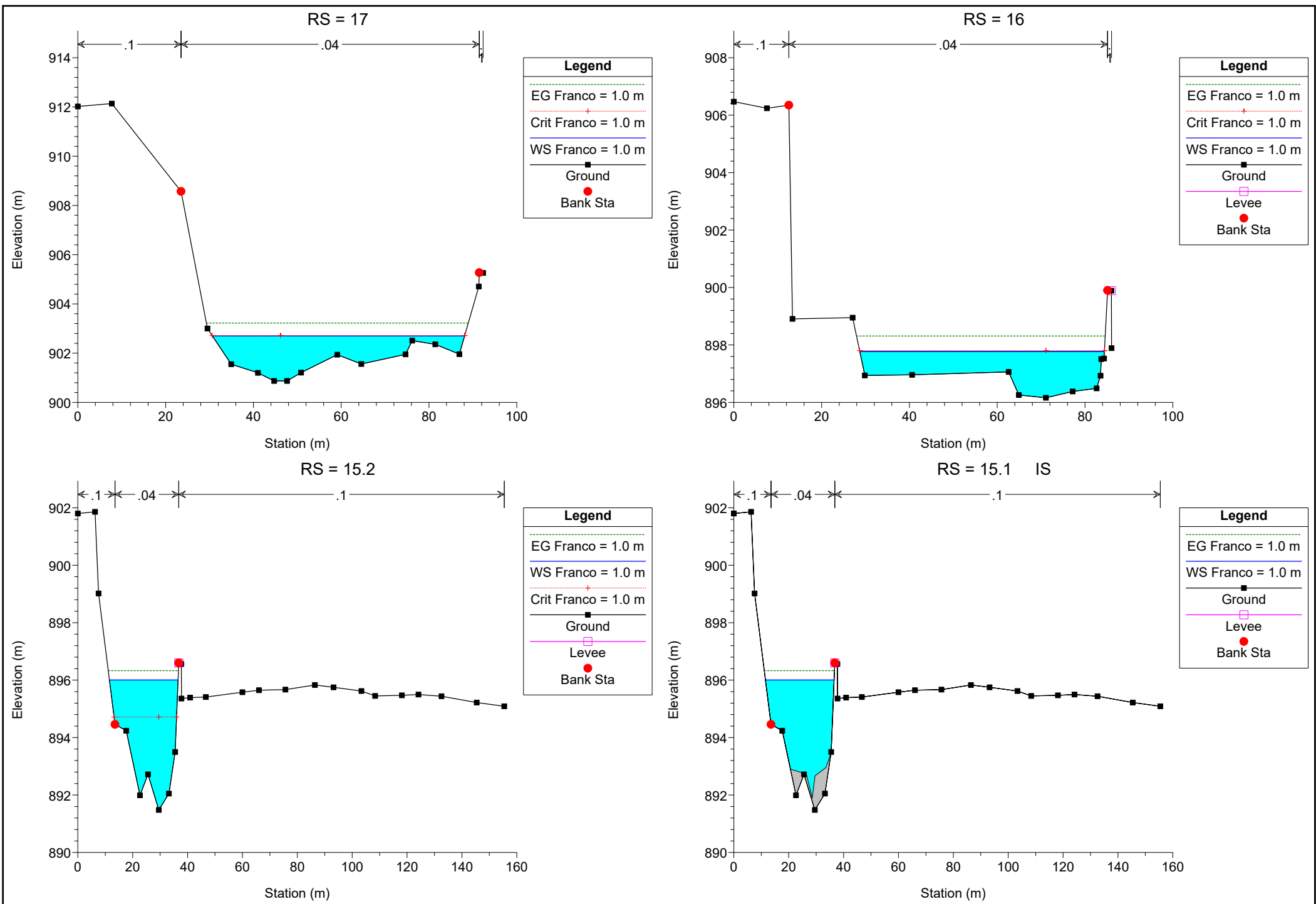


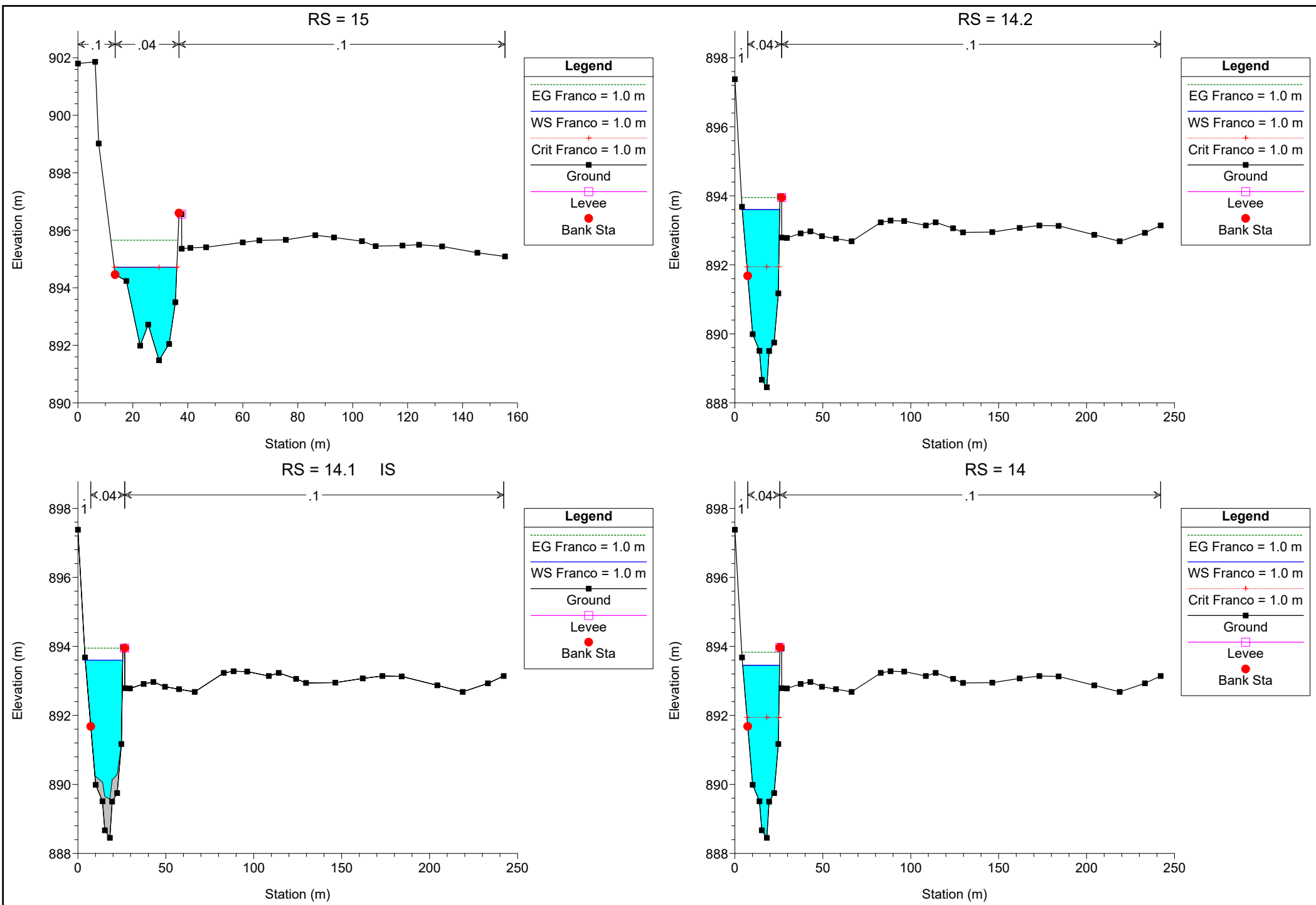
	SIMULAZIONE 7 SITUAZIONE AL LOTTO 1a		
	portata al colmo $Q_{c \max}$ Ruviera m^3/s	portata al colmo $Q_{c \max}$ Vinadio m^3/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	182	182	Franco 1.0 m

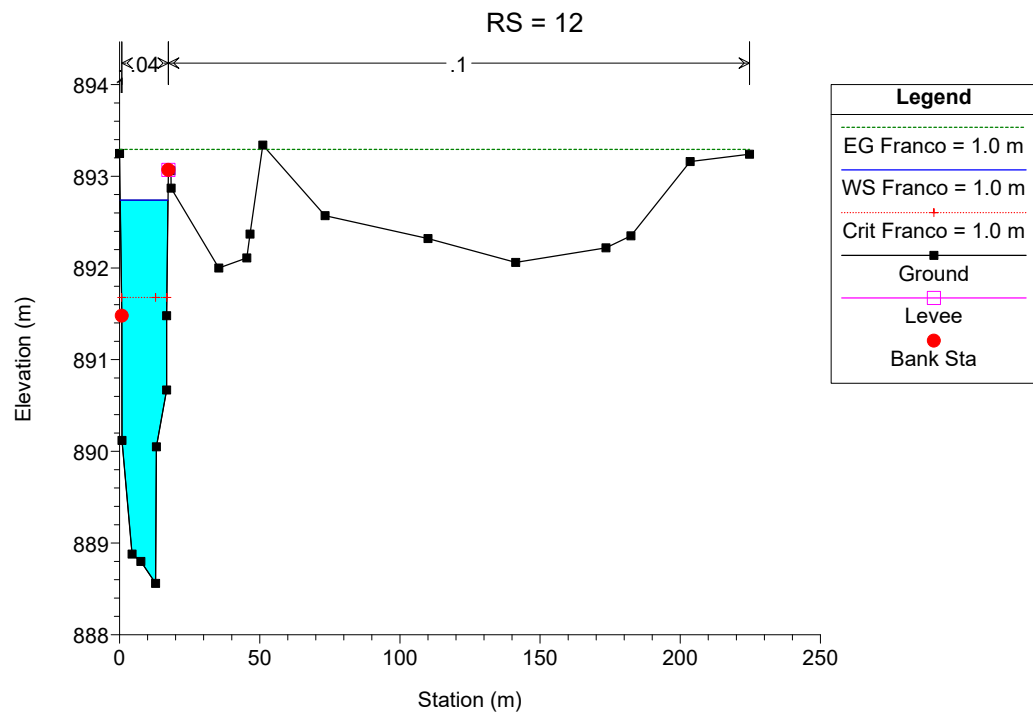
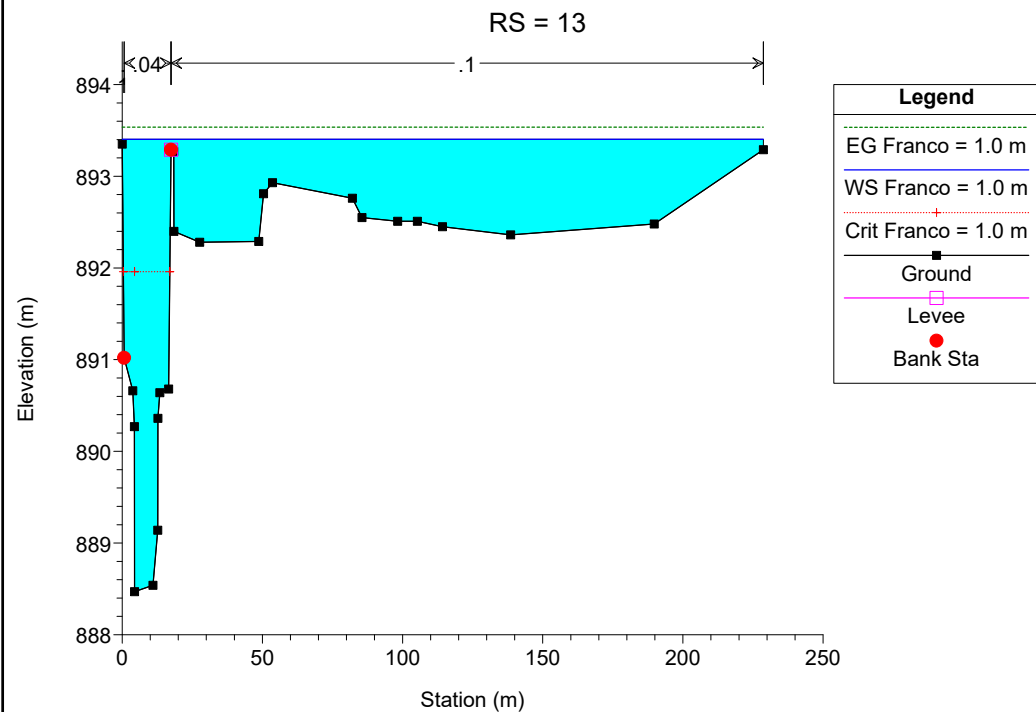
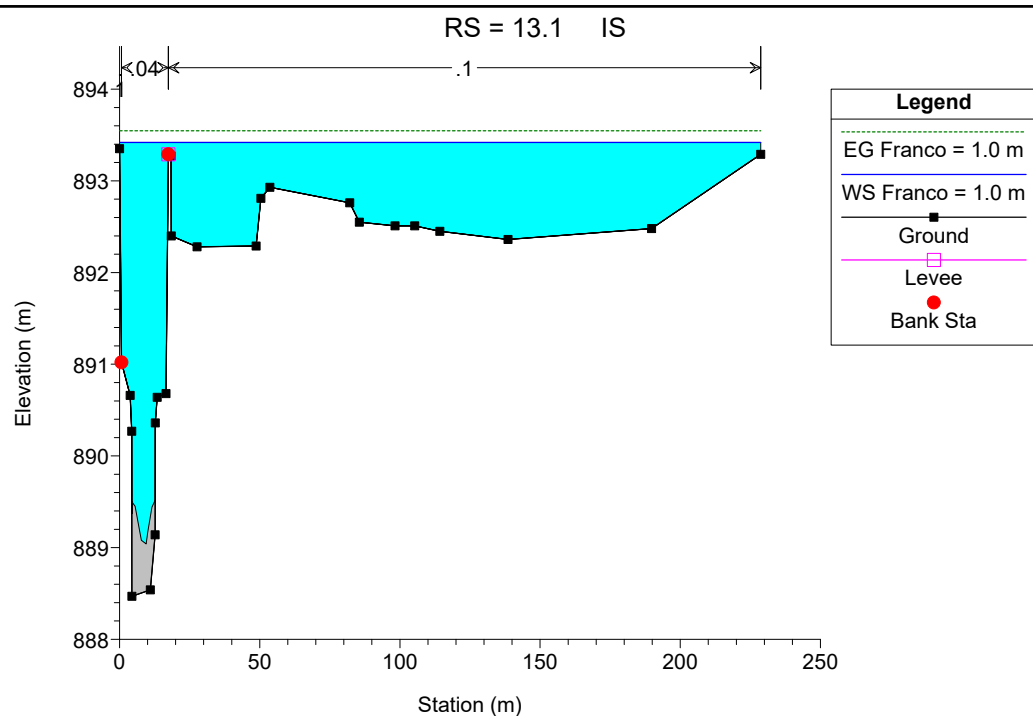
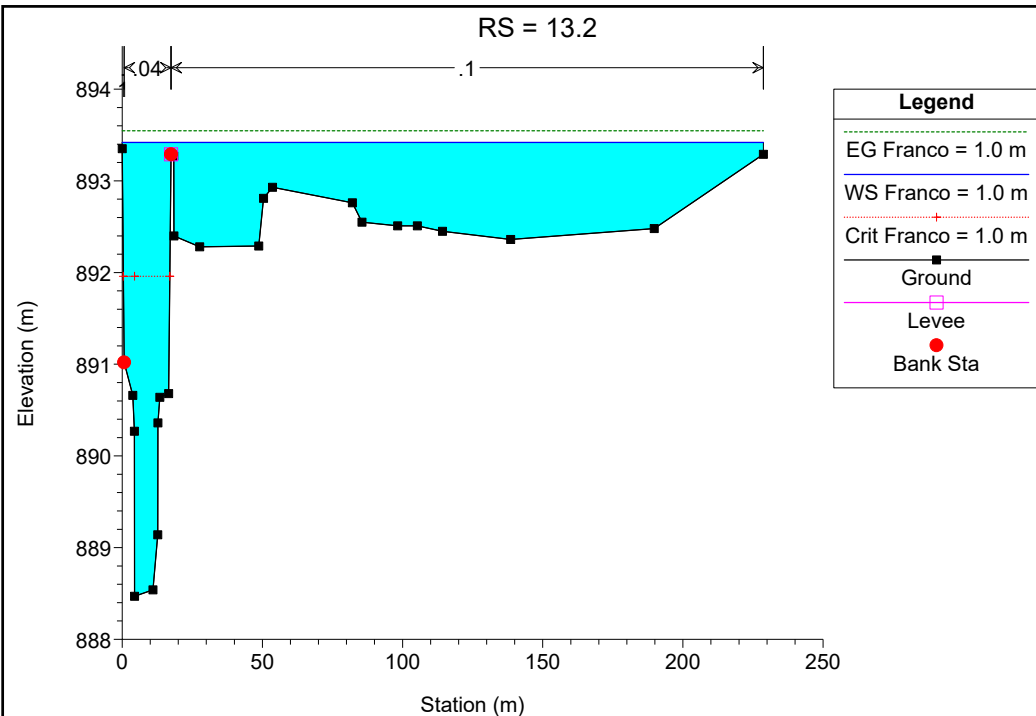
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: Franco = 1.0 m

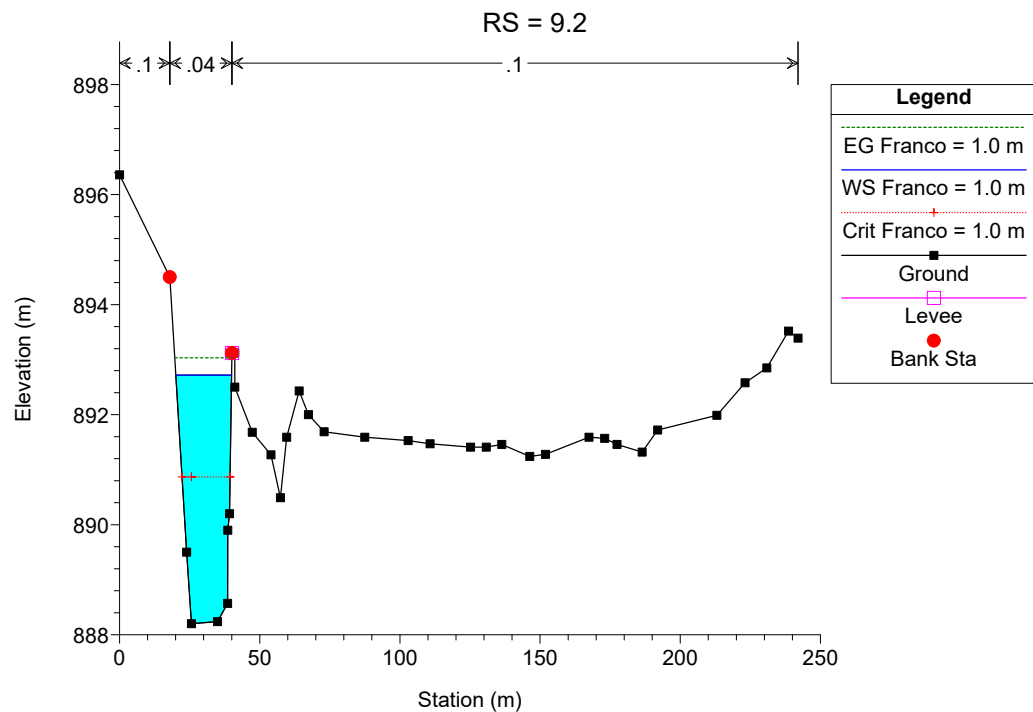
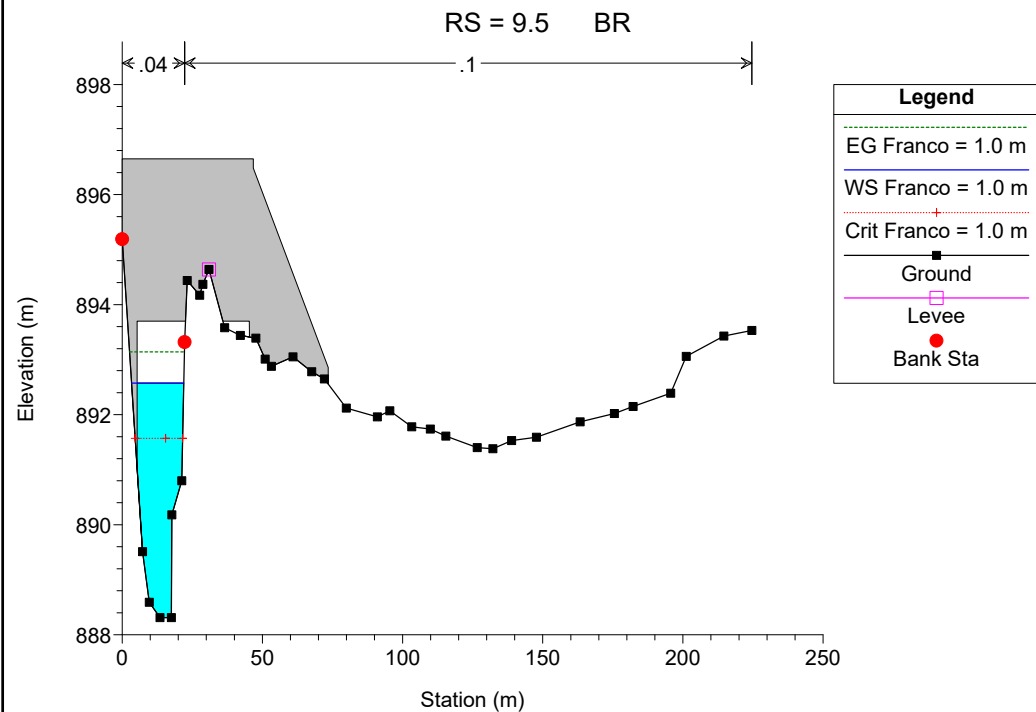
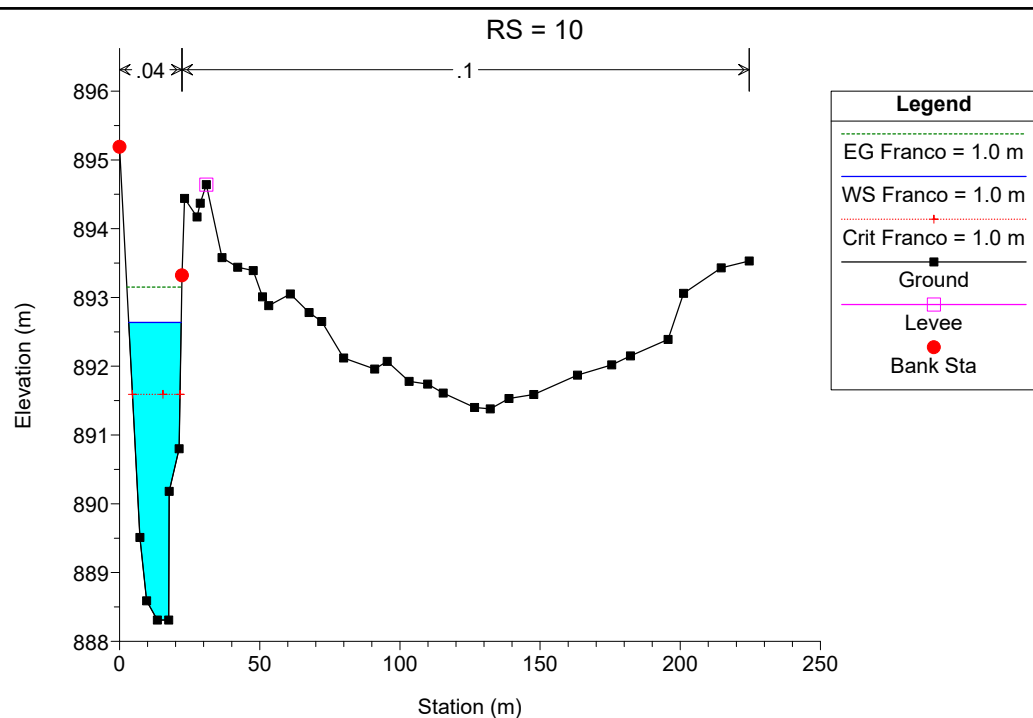
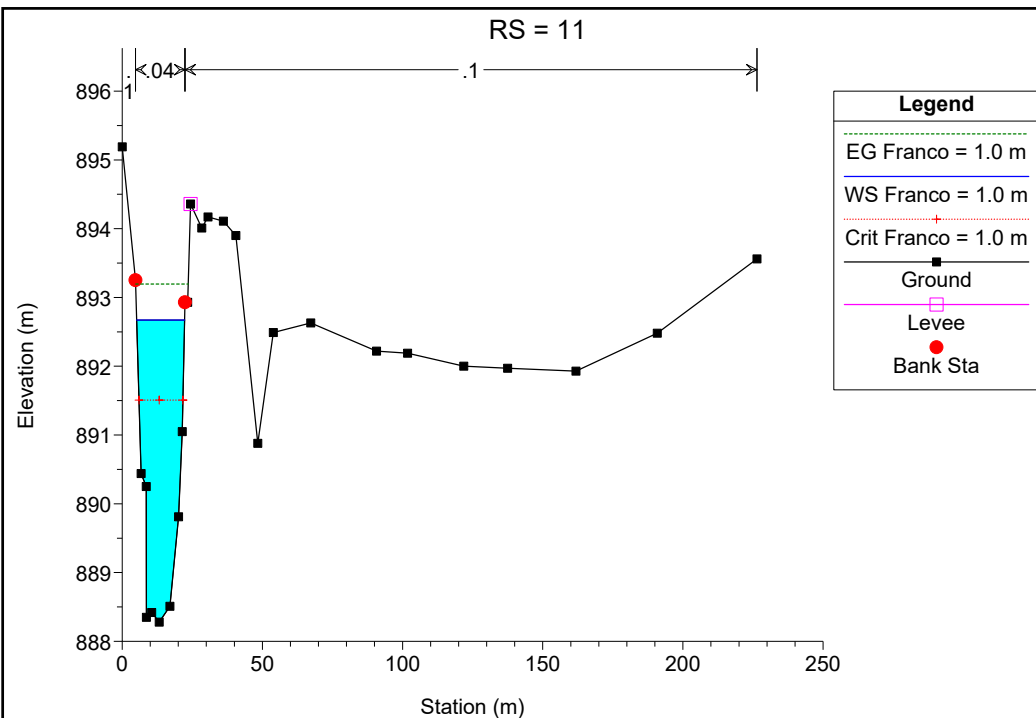
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	Franco = 1.0 m	182.00	900.87	902.70	902.71	903.22	0.017001	3.21	56.70	57.45	1.03
1	16	Franco = 1.0 m	182.00	896.16	897.77	897.80	898.31	0.017166	3.25	56.08	55.73	1.03
1	15.2	Franco = 1.0 m	182.00	891.48	896.00	894.72	896.33	0.002643	2.53	73.18	25.01	0.46
1	15.1		Inl Struct									
1	15	Franco = 1.0 m	182.00	891.48	894.71	894.71	895.66	0.014313	4.30	42.32	22.78	1.00
1	14.2	Franco = 1.0 m	182.00	888.45	893.60	891.94	893.95	0.002337	2.63	71.79	21.25	0.43
1	14.1		Inl Struct									
1	14	Franco = 1.0 m	182.00	888.45	893.45	891.94	893.83	0.002646	2.74	68.67	20.97	0.46
1	13.2	Franco = 1.0 m	182.00	888.47	893.42	891.96	893.55	0.001491	1.94	241.62	228.70	0.32
1	13.1		Inl Struct									
1	13	Franco = 1.0 m	182.00	888.47	893.40	891.96	893.54	0.001535	1.96	238.22	228.70	0.33
1	12	Franco = 1.0 m	182.00	888.56	892.74	891.68	893.29	0.004752	3.29	55.58	17.03	0.57
1	11	Franco = 1.0 m	182.00	888.28	892.67	891.51	893.20	0.004626	3.21	56.71	17.09	0.56
1	10	Franco = 1.0 m	182.00	888.31	892.64	891.59	893.15	0.004760	3.17	57.33	18.72	0.58
1	9.5		Bridge									
1	9.2	Franco = 1.0 m	182.00	888.20	892.72	890.87	893.03	0.002339	2.49	73.08	19.93	0.42
1	9.1		Inl Struct									
1	9	Franco = 1.0 m	182.00	888.20	891.40	890.87	892.13	0.007713	3.78	48.13	17.95	0.74
1	8.2	Franco = 1.0 m	182.00	886.20	891.62	889.02	891.76	0.001190	1.65	110.01	37.56	0.31
1	8.1		Inl Struct									
1	8	Franco = 1.0 m	182.00	886.20	890.37	889.02	890.72	0.003547	2.62	69.45	26.89	0.52
1	7	Franco = 1.0 m	182.00	887.09	889.52	889.52	890.46	0.014174	4.30	42.32	23.06	1.01
1	6	Franco = 1.0 m	182.00	884.47	886.88	886.83	887.40	0.013510	3.19	56.99	48.42	0.94
1	5	Franco = 1.0 m	182.00	881.69	883.55	883.59	884.06	0.018476	3.16	57.54	63.27	1.06
1	4	Franco = 1.0 m	182.00	878.27	880.56	880.50	880.99	0.013432	2.91	62.49	61.16	0.92
1	3	Franco = 1.0 m	182.00	877.10	879.16	879.07	879.62	0.010413	3.09	70.88	65.80	0.85
1	2	Franco = 1.0 m	182.00	875.20	877.59	877.13	877.89	0.005296	2.44	74.48	46.80	0.62
1	1.5		Bridge									
1	1	Franco = 1.0 m	182.00	875.20	876.78	877.05	877.78	0.034764	4.43	41.09	43.60	1.46

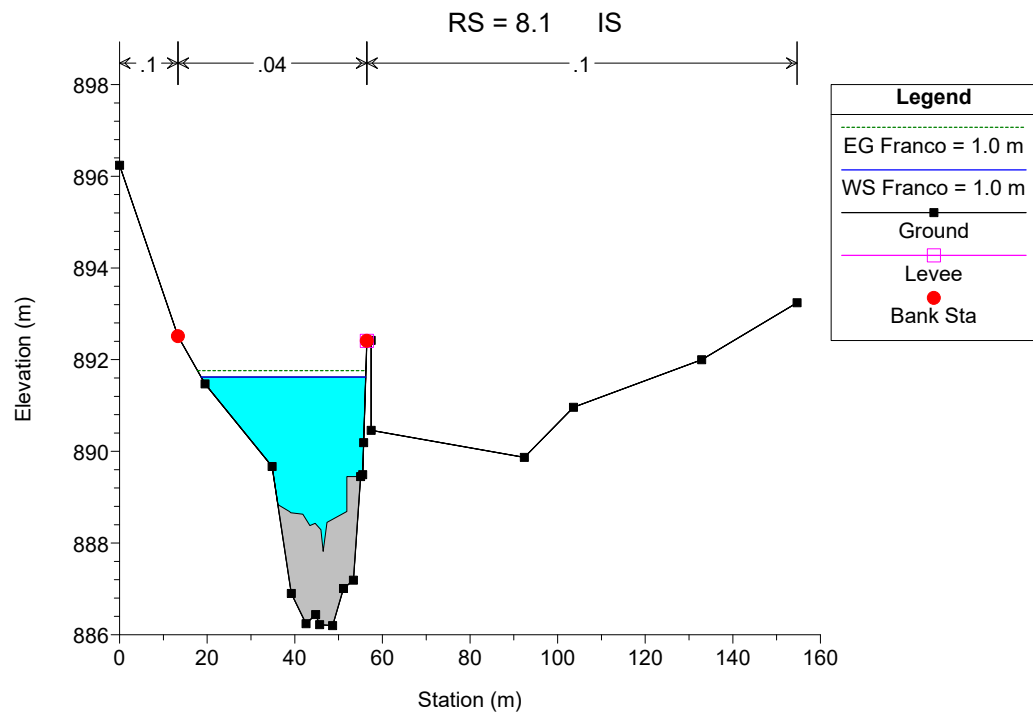
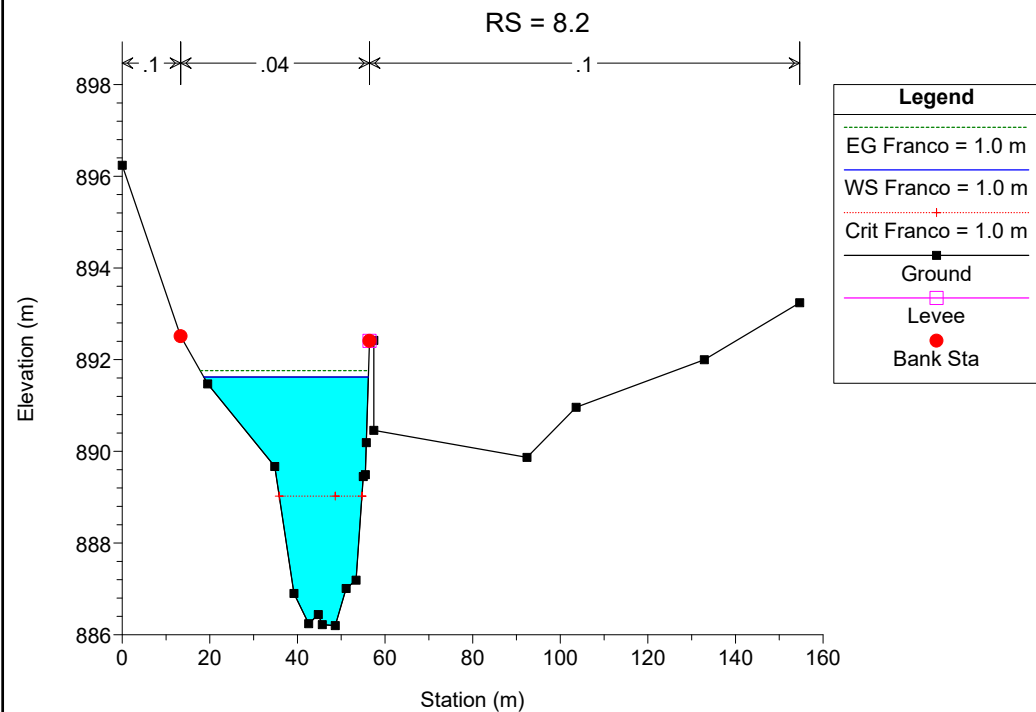
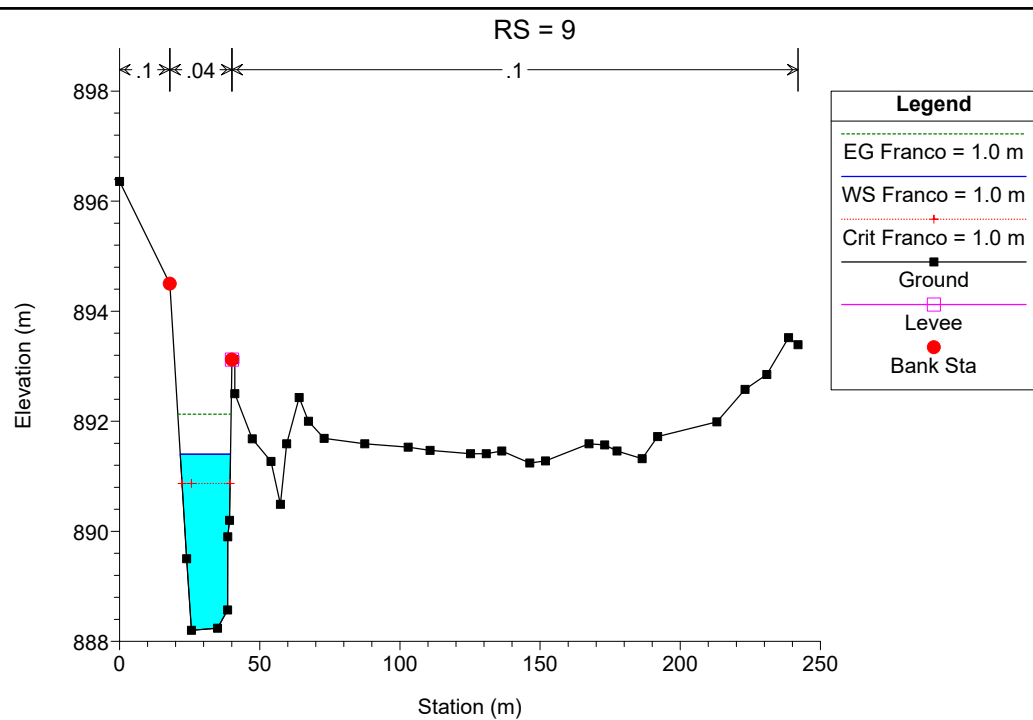
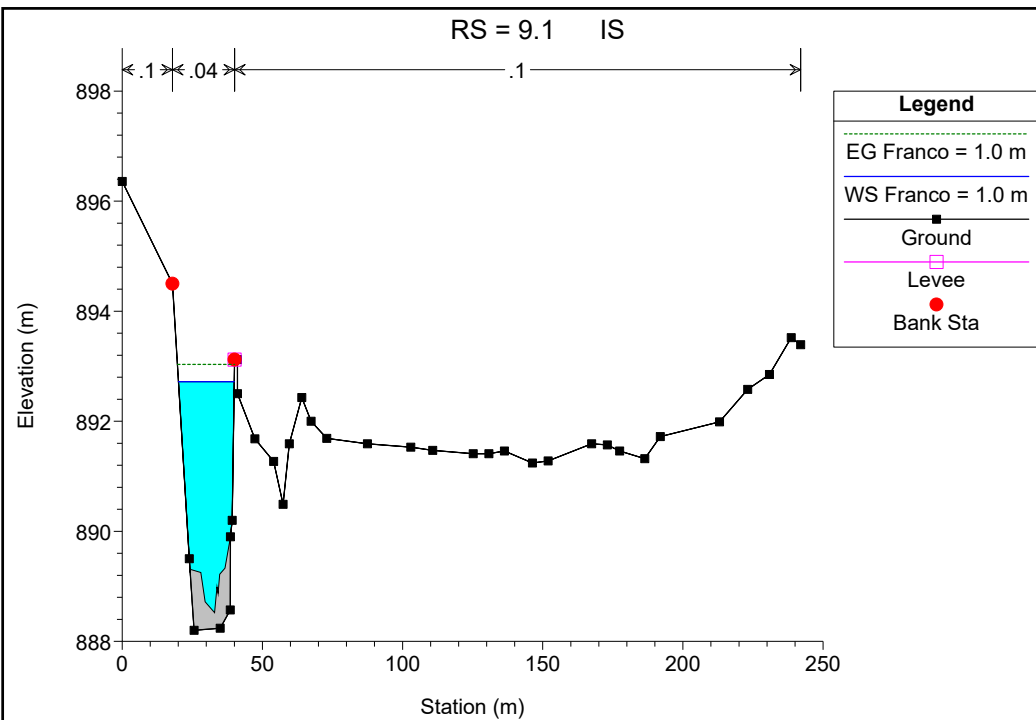


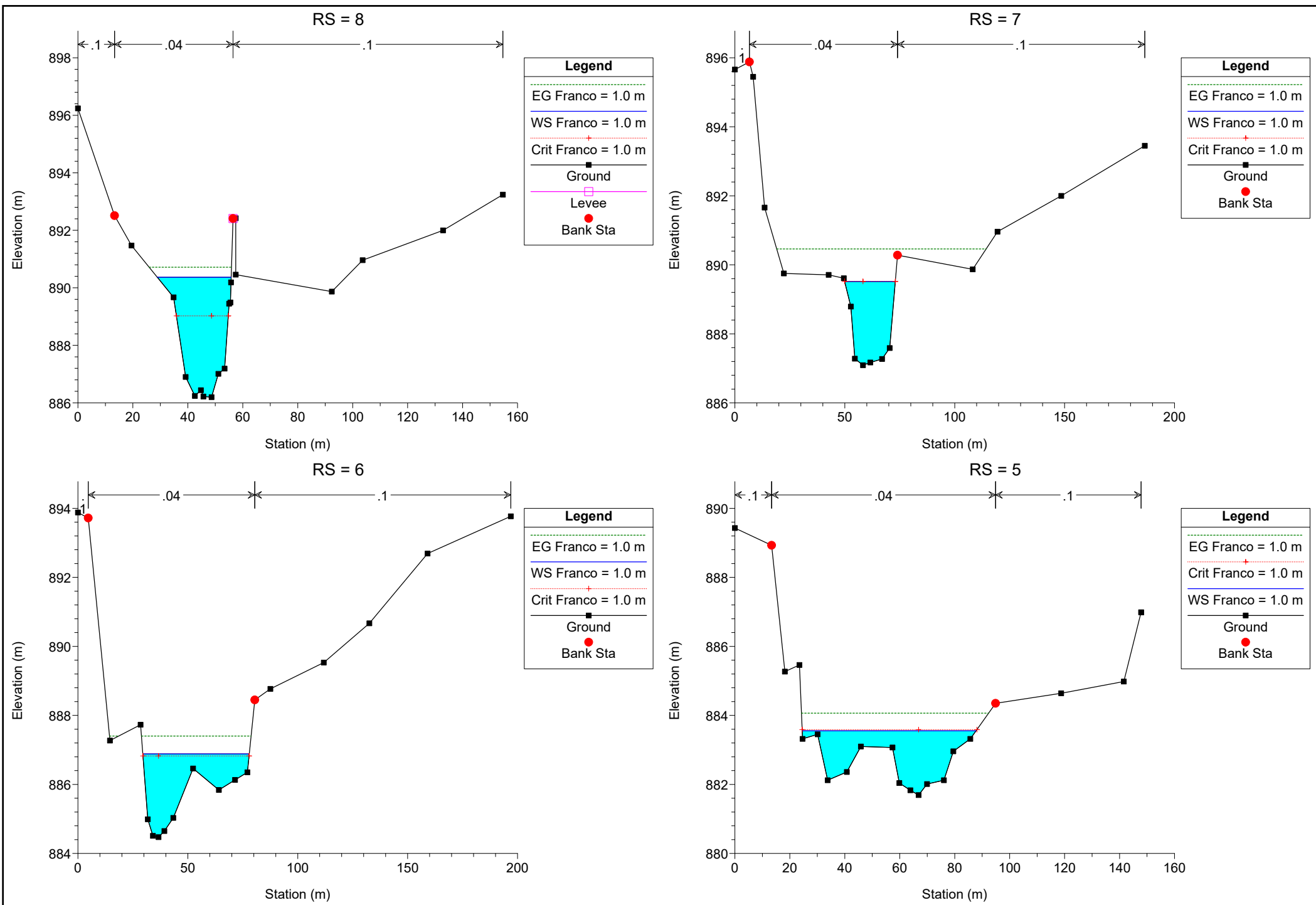


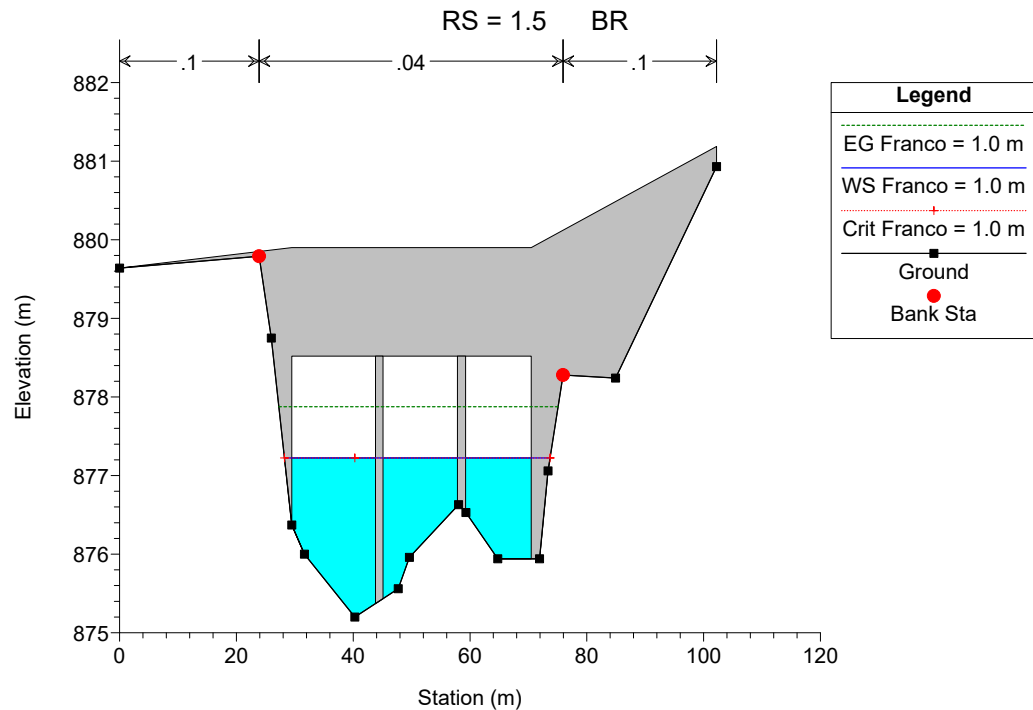
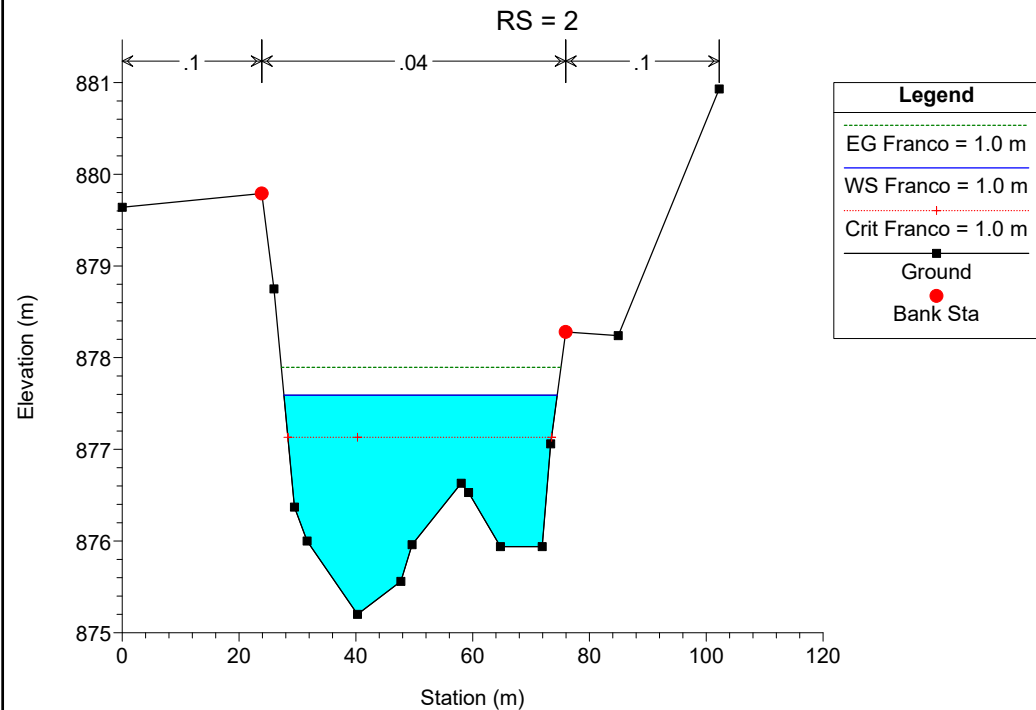
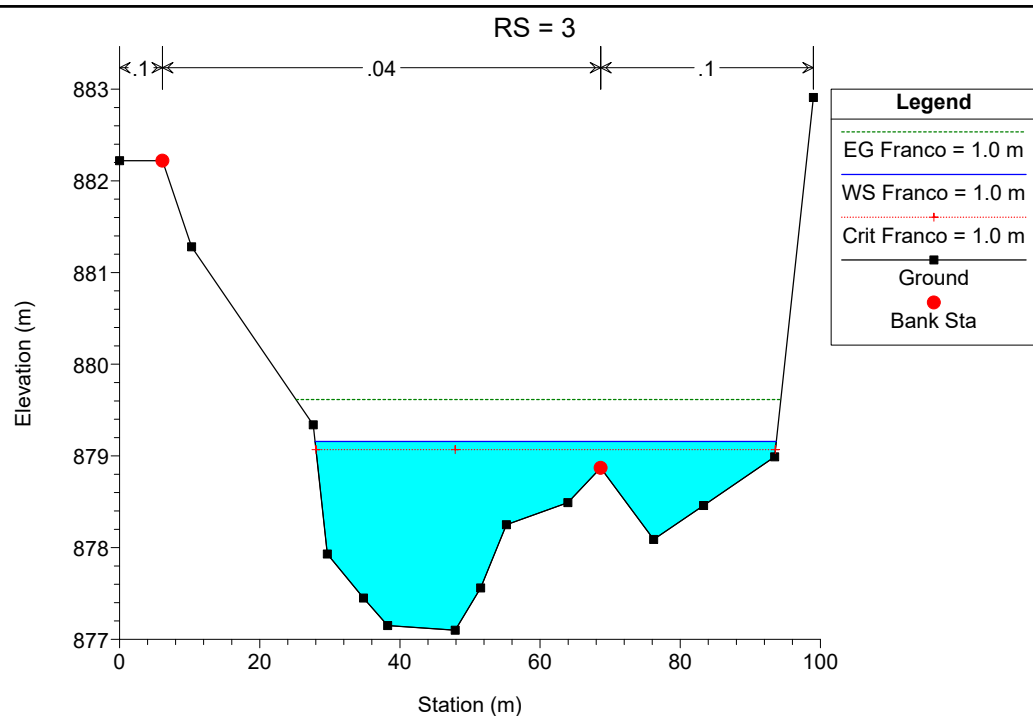
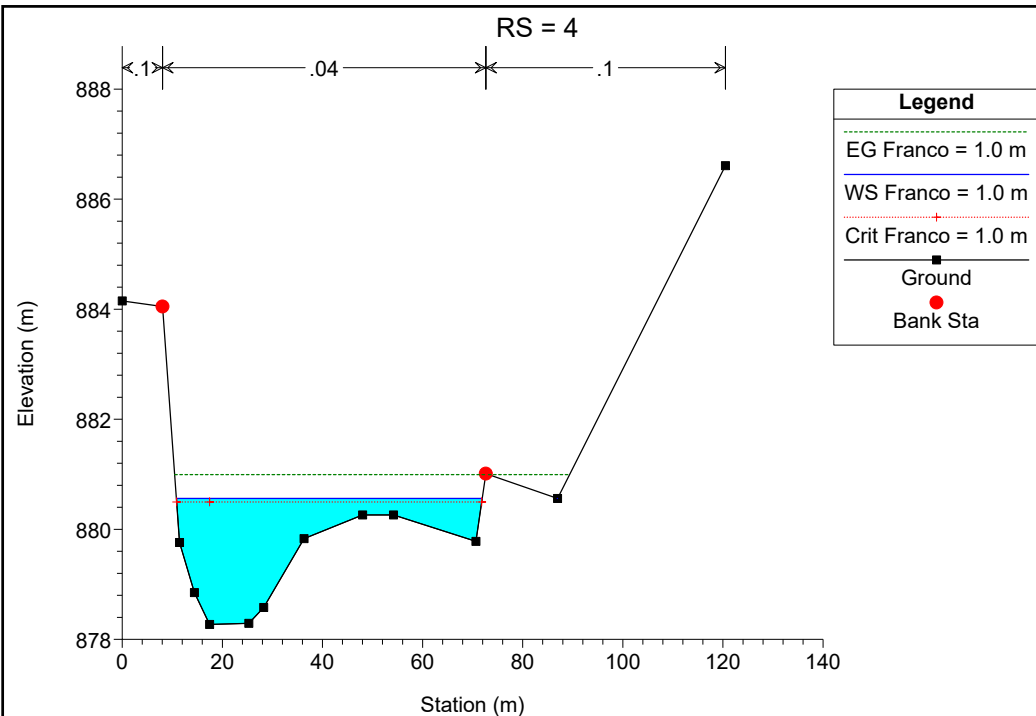


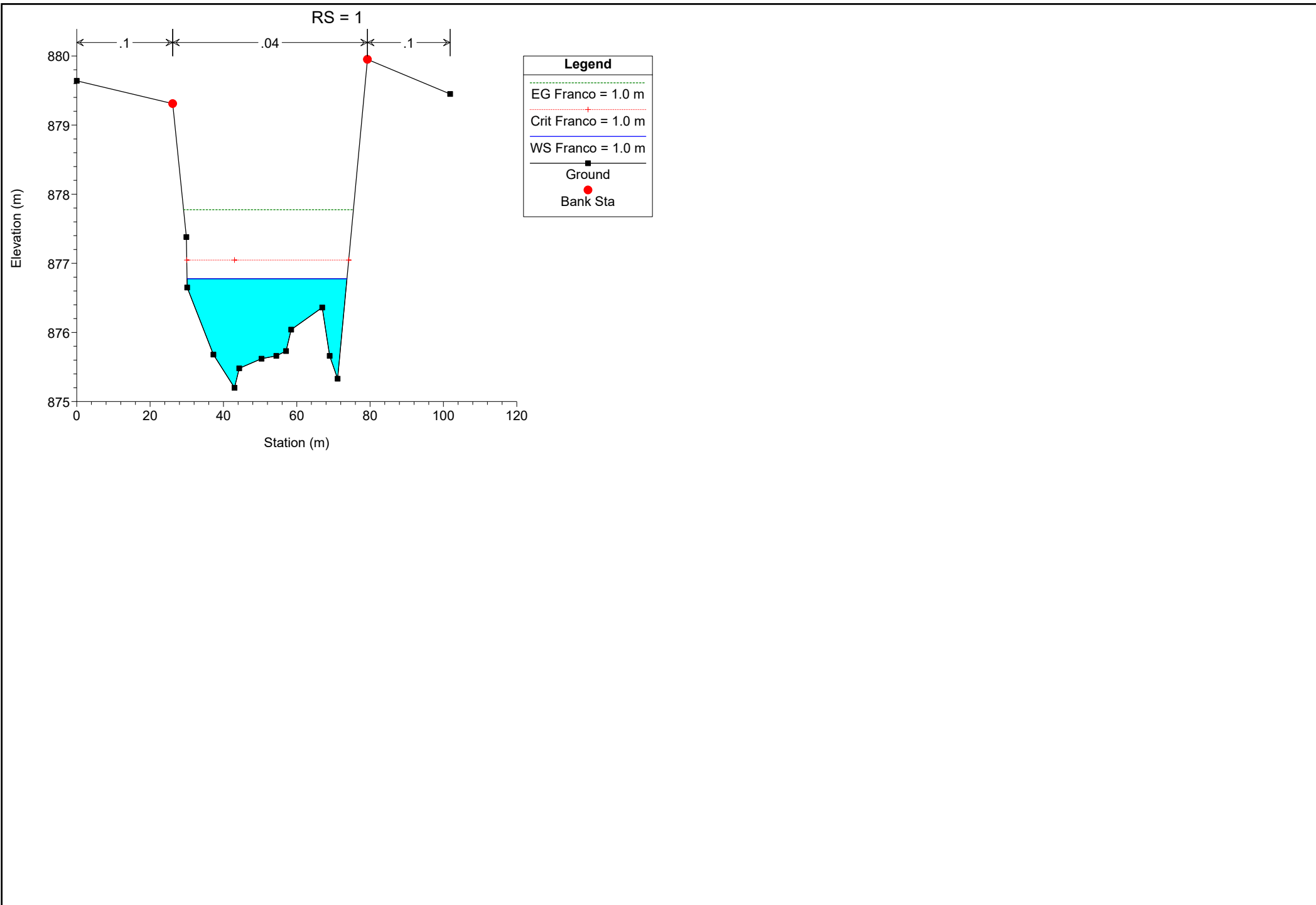








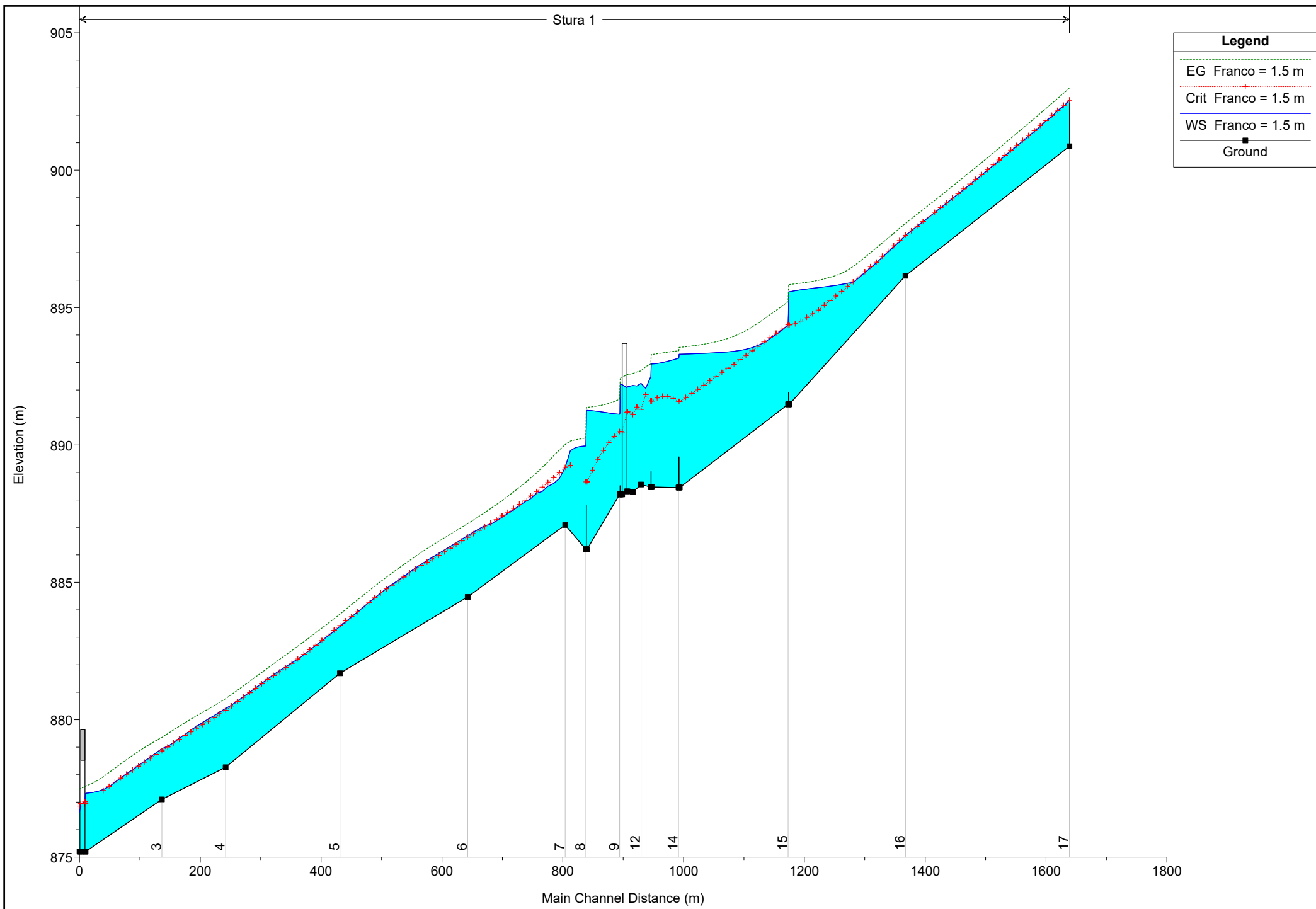


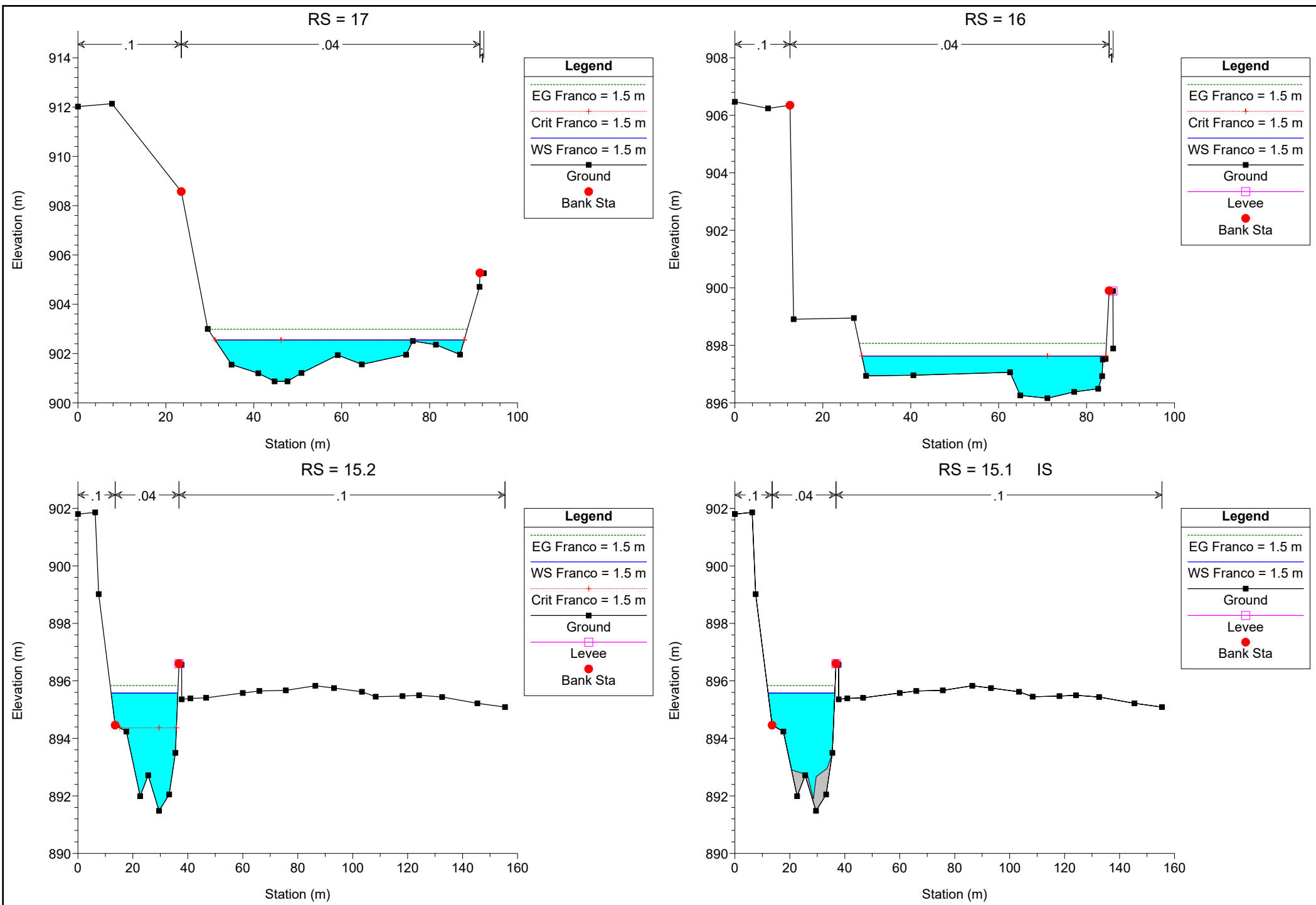


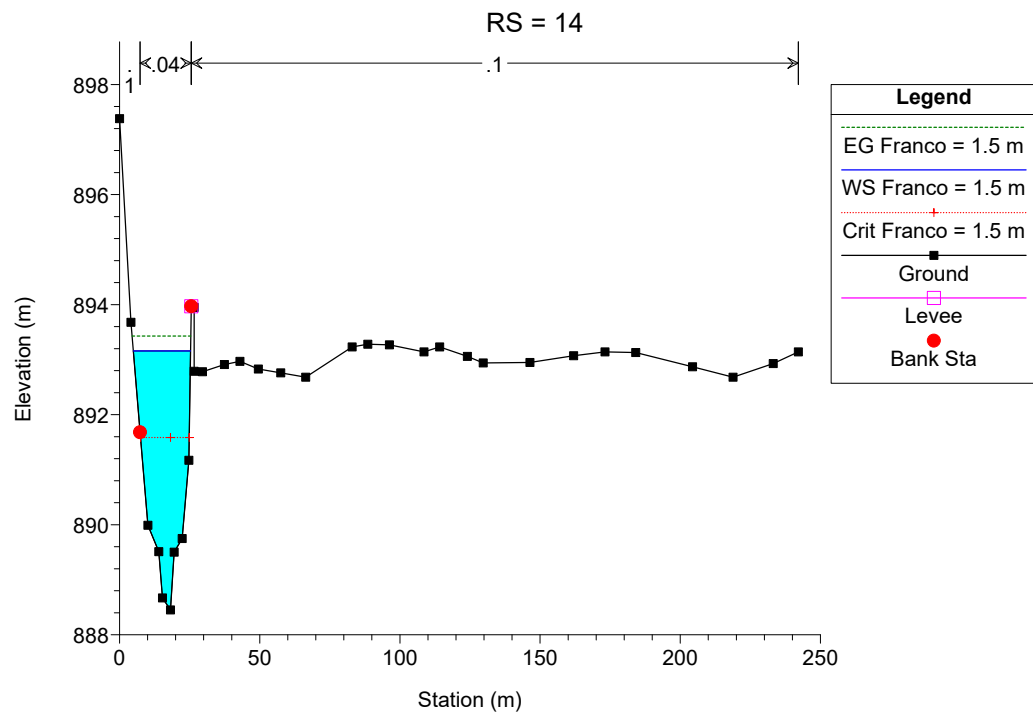
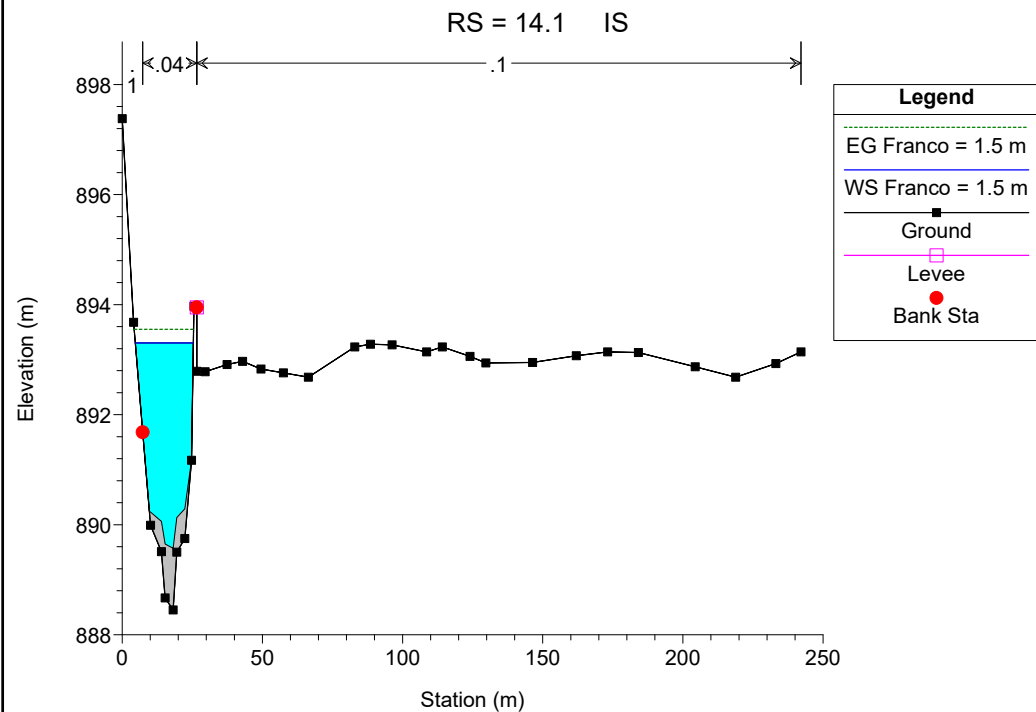
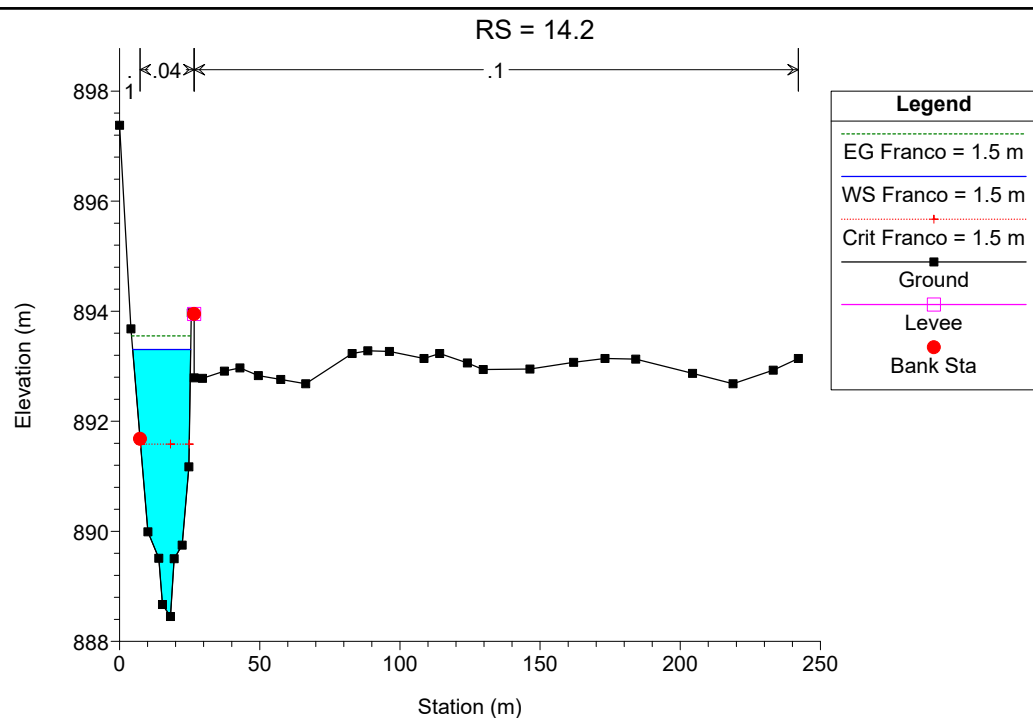
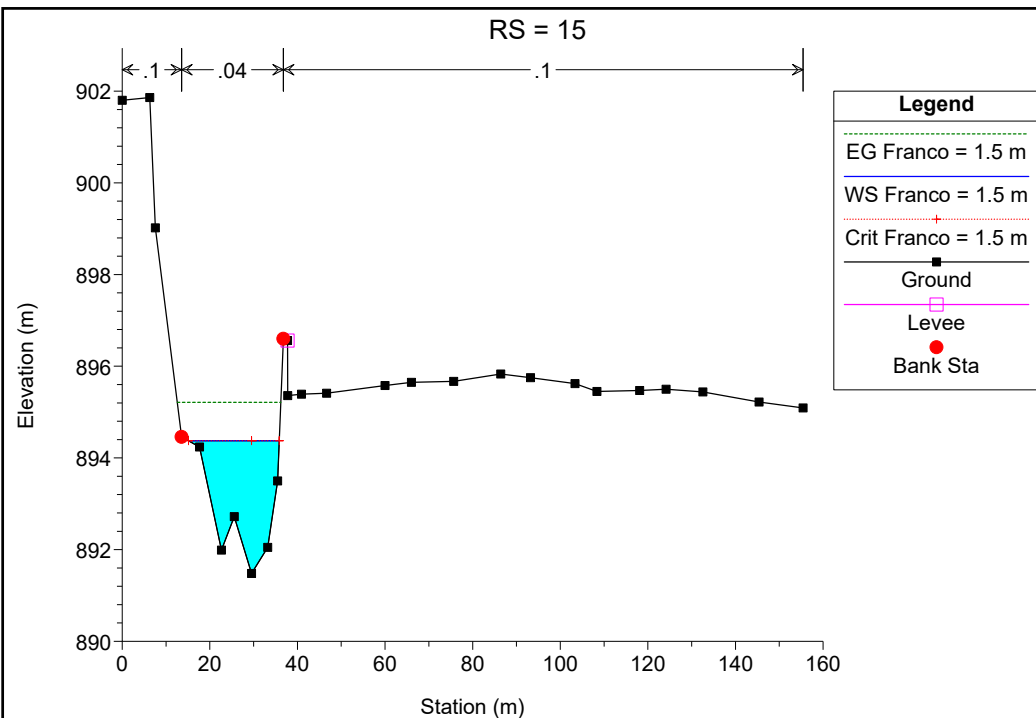
	SIMULAZIONE 8		
	SITUAZIONE AL LOTTO 1a		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	141	141	Franco 1.5 m

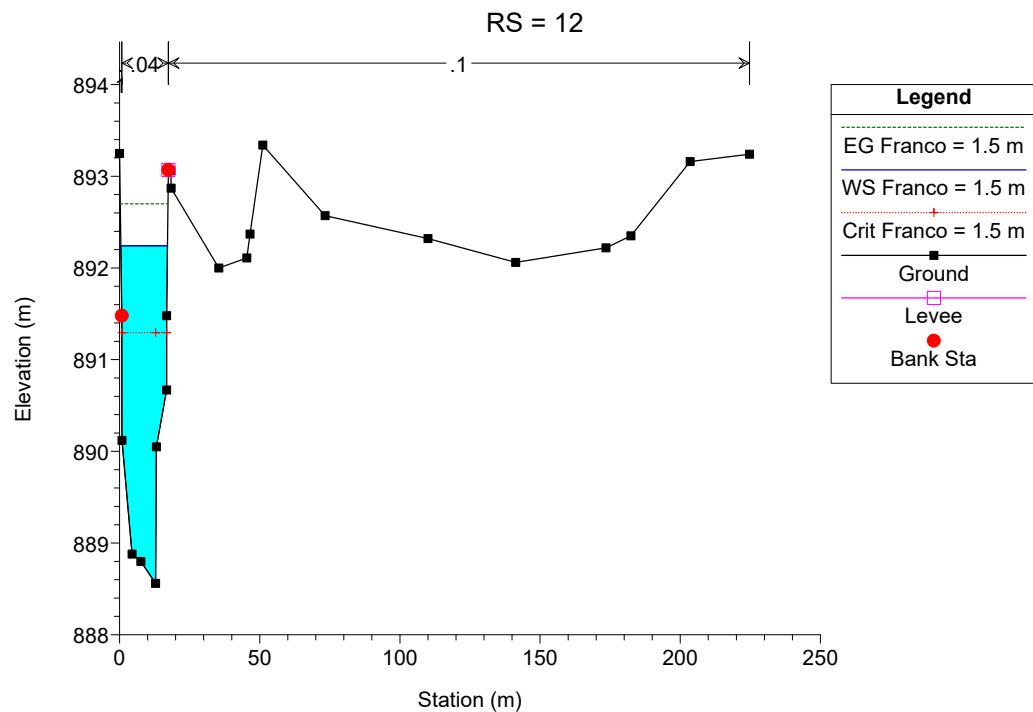
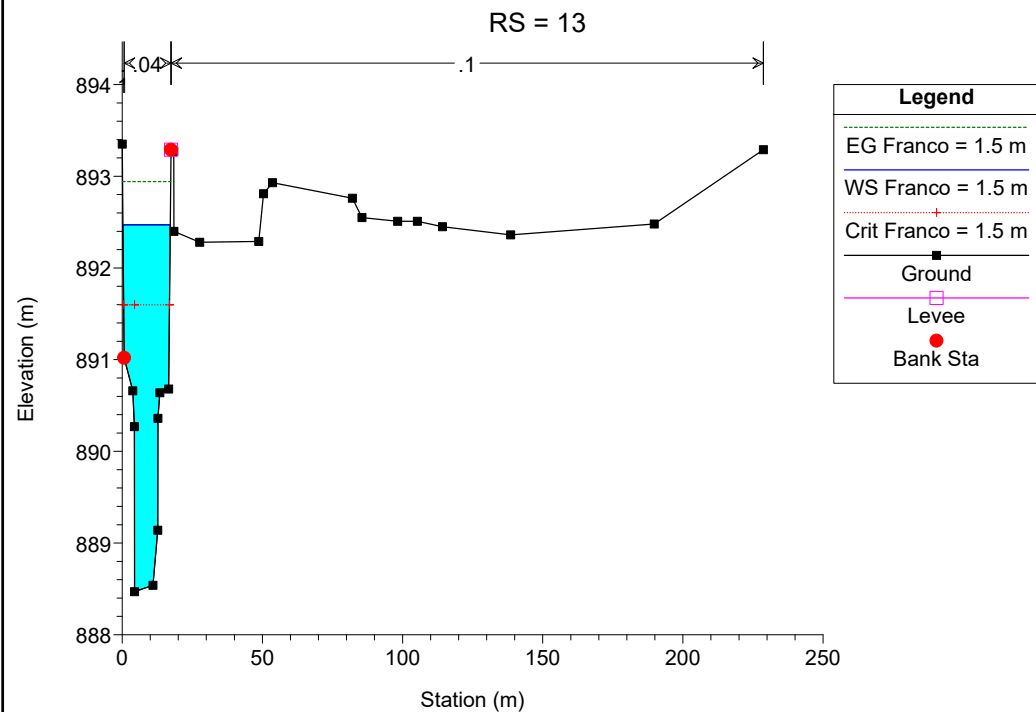
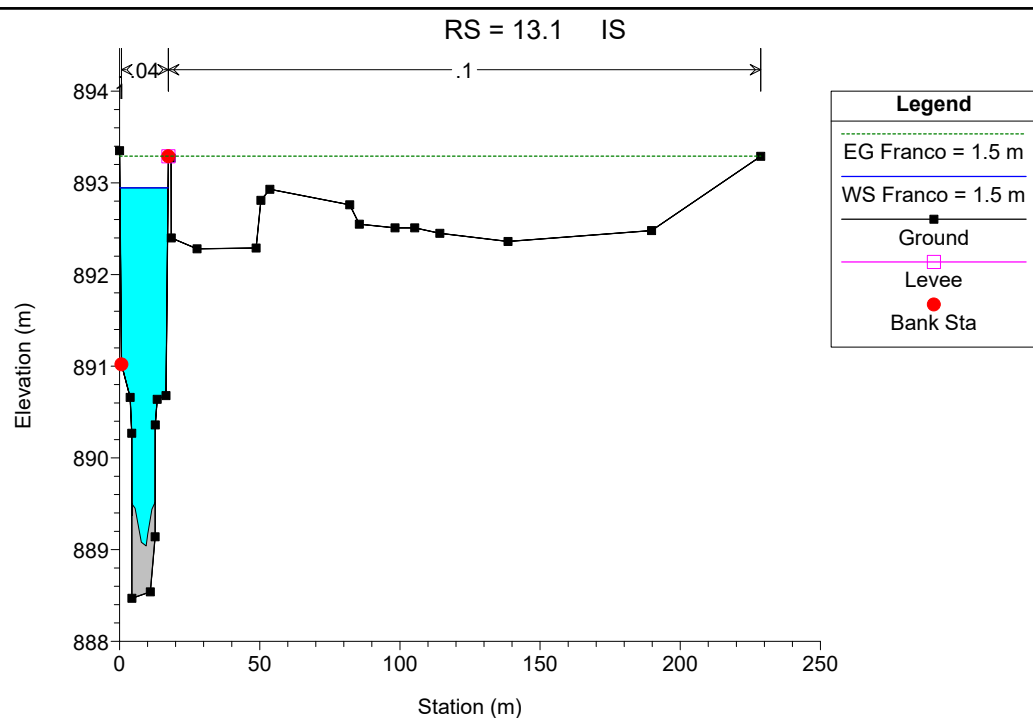
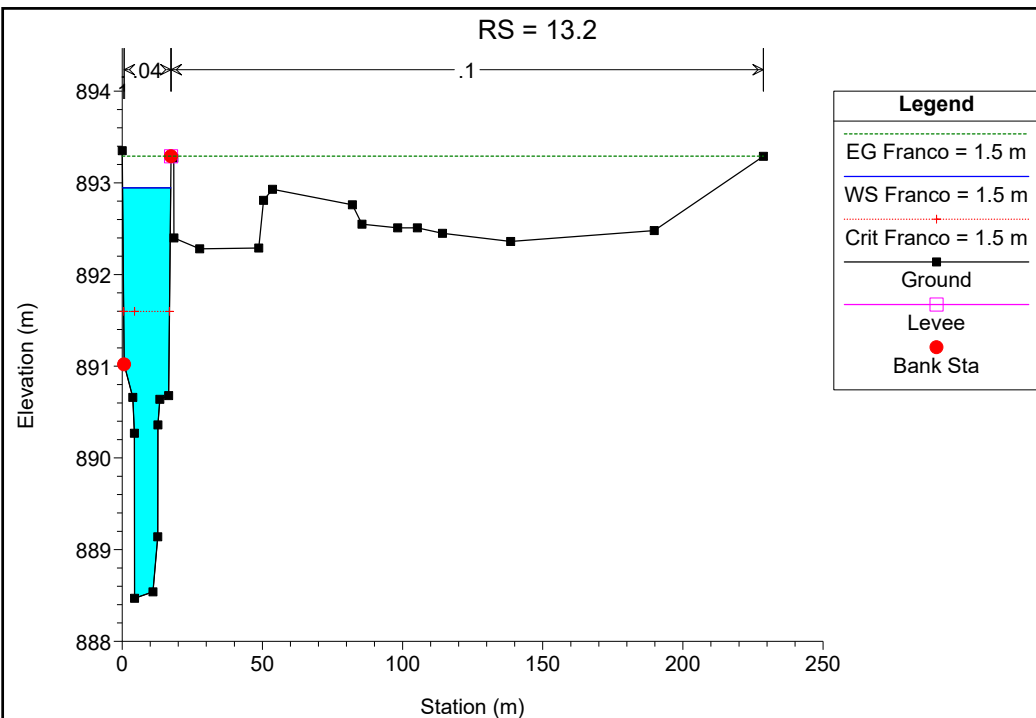
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: Franco = 1.5 m

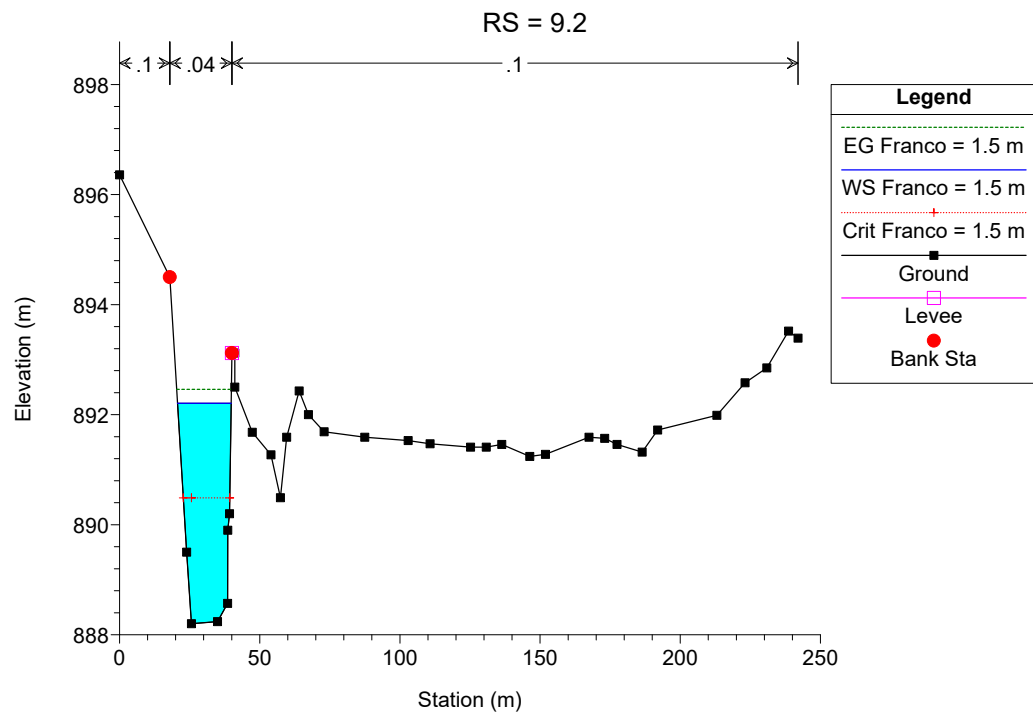
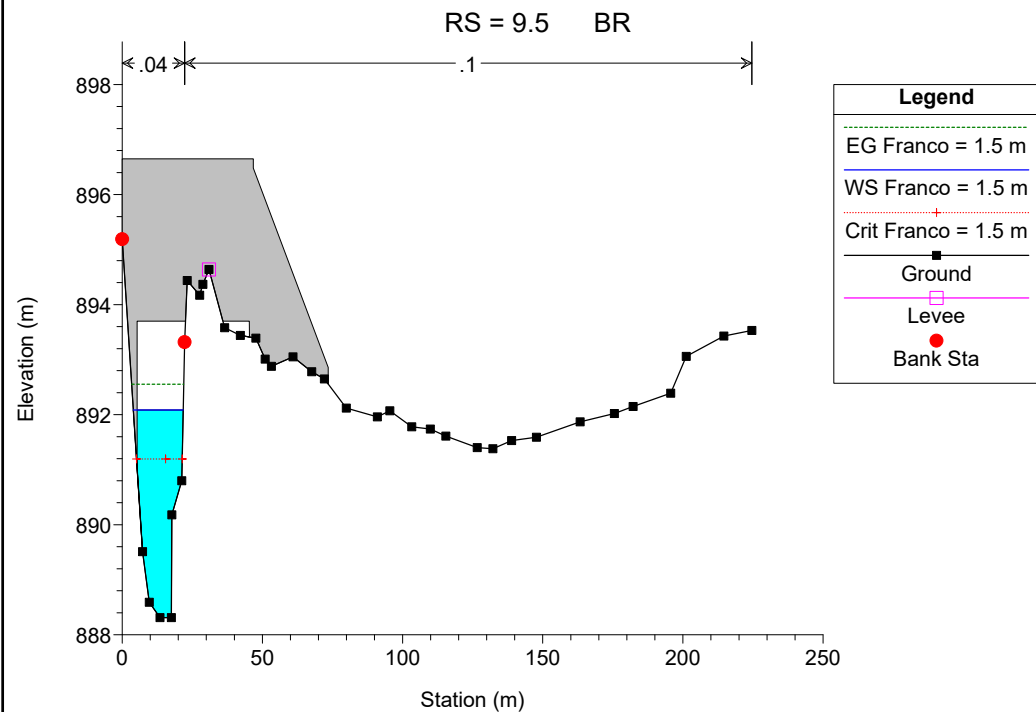
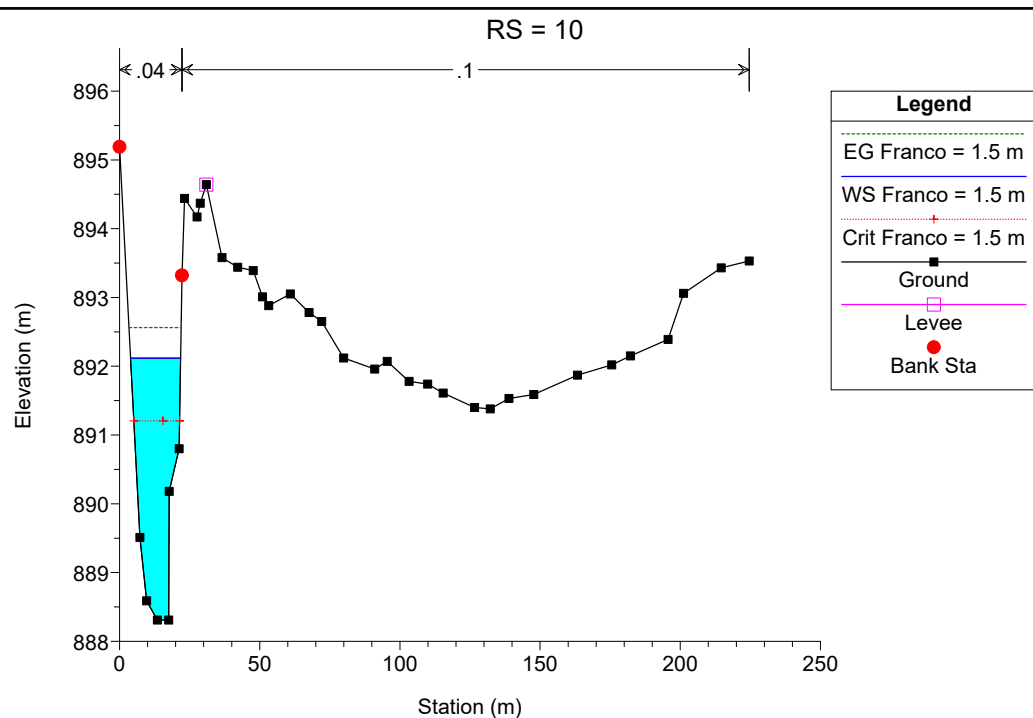
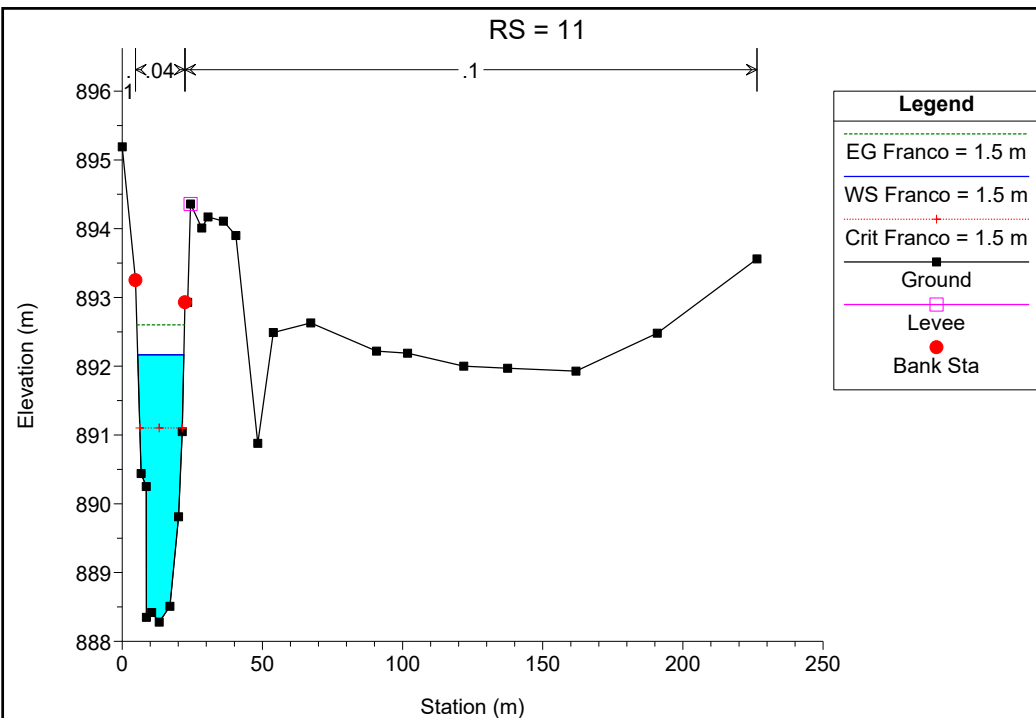
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	Franco = 1.5 m	141.00	900.87	902.55	902.55	902.98	0.017006	2.92	48.36	56.66	1.01
1	16	Franco = 1.5 m	141.00	896.16	897.63	897.64	898.07	0.017276	2.94	47.89	55.48	1.01
1	15.2	Franco = 1.5 m	141.00	891.48	895.57	894.37	895.84	0.002541	2.28	62.60	24.27	0.44
1	15.1		Inl Struct									
1	15	Franco = 1.5 m	141.00	891.48	894.38	894.38	895.21	0.014708	4.05	34.81	20.72	1.00
1	14.2	Franco = 1.5 m	141.00	888.45	893.30	891.59	893.55	0.001809	2.21	65.57	20.68	0.38
1	14.1		Inl Struct									
1	14	Franco = 1.5 m	141.00	888.45	893.16	891.58	893.43	0.002066	2.31	62.58	20.40	0.40
1	13.2	Franco = 1.5 m	141.00	888.47	892.95	891.60	893.29	0.003145	2.60	54.71	17.18	0.46
1	13.1		Inl Struct									
1	13	Franco = 1.5 m	141.00	888.47	892.47	891.60	892.94	0.005141	3.04	46.62	16.88	0.58
1	12	Franco = 1.5 m	141.00	888.56	892.24	891.29	892.70	0.004695	3.00	47.20	16.61	0.56
1	11	Franco = 1.5 m	141.00	888.28	892.17	891.10	892.60	0.004420	2.92	48.24	16.47	0.55
1	10	Franco = 1.5 m	141.00	888.31	892.12	891.20	892.56	0.004805	2.95	47.83	17.85	0.58
1	9.5		Bridge									
1	9.2	Franco = 1.5 m	141.00	888.20	892.21	890.49	892.46	0.002131	2.24	63.07	19.16	0.39
1	9.1		Inl Struct									
1	9	Franco = 1.5 m	141.00	888.20	891.12	890.49	891.66	0.006394	3.27	43.07	17.52	0.67
1	8.2	Franco = 1.5 m	141.00	886.20	891.26	888.66	891.37	0.000981	1.45	96.96	34.76	0.28
1	8.1		Inl Struct									
1	8	Franco = 1.5 m	141.00	886.20	889.97	888.66	890.26	0.002979	2.37	59.42	23.37	0.48
1	7	Franco = 1.5 m	141.00	887.09	889.19	889.19	890.01	0.014402	4.03	35.00	21.34	1.00
1	6	Franco = 1.5 m	141.00	884.47	886.71	886.64	887.14	0.013663	2.91	48.49	47.92	0.92
1	5	Franco = 1.5 m	141.00	881.69	883.40	883.43	883.84	0.018892	2.95	47.80	59.43	1.05
1	4	Franco = 1.5 m	141.00	878.27	880.41	880.34	880.77	0.013686	2.65	53.15	60.72	0.91
1	3	Franco = 1.5 m	141.00	877.10	878.95	878.87	879.36	0.011275	2.89	57.11	64.46	0.86
1	2	Franco = 1.5 m	141.00	875.20	877.32	876.94	877.59	0.005648	2.27	62.10	45.84	0.62
1	1.5		Bridge									
1	1	Franco = 1.5 m	141.00	875.20	876.63	876.86	877.46	0.035180	4.03	34.96	43.20	1.43

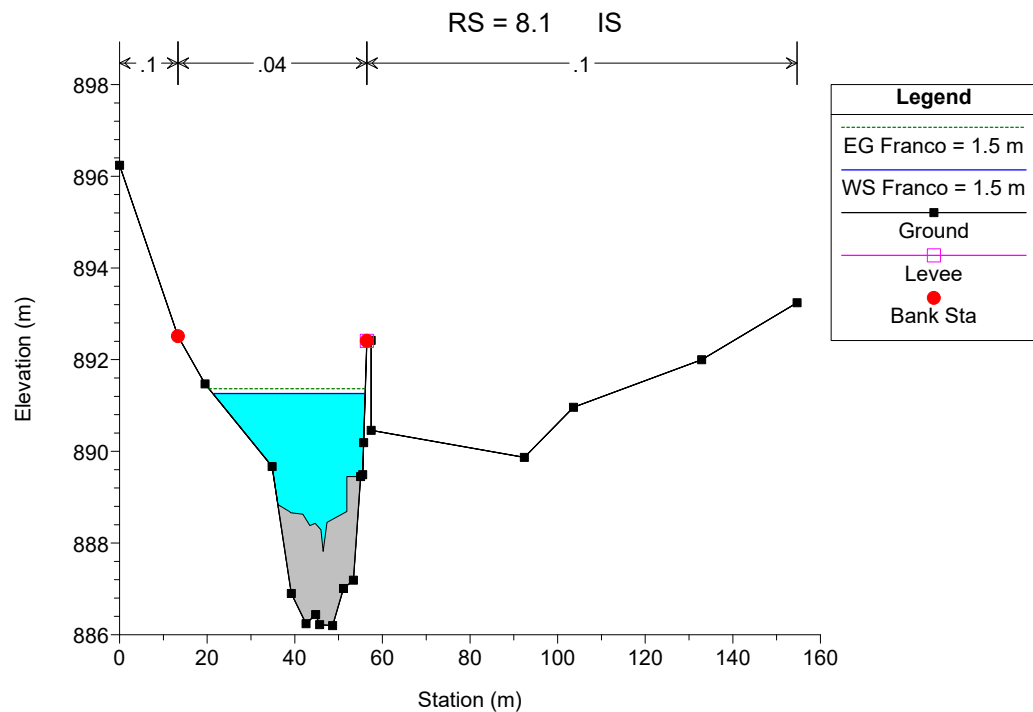
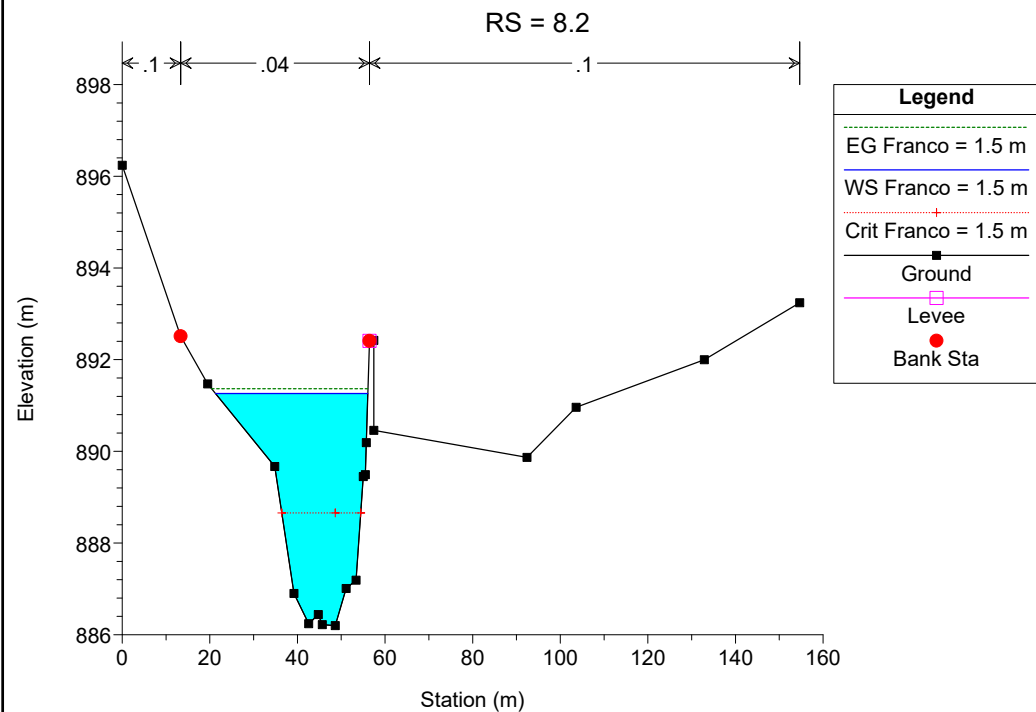
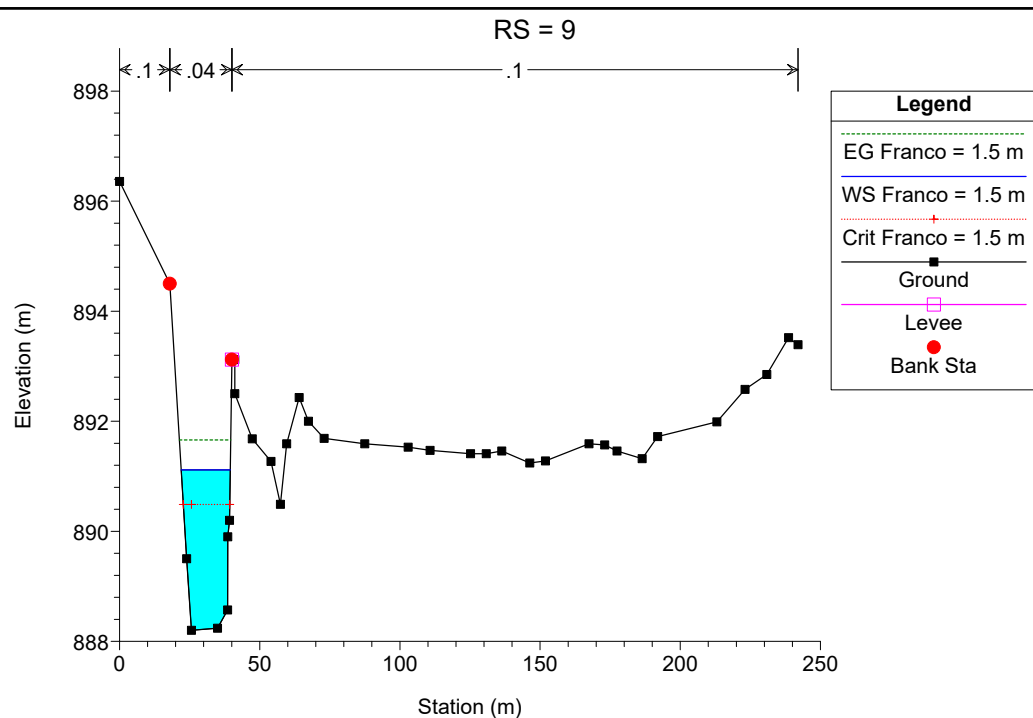
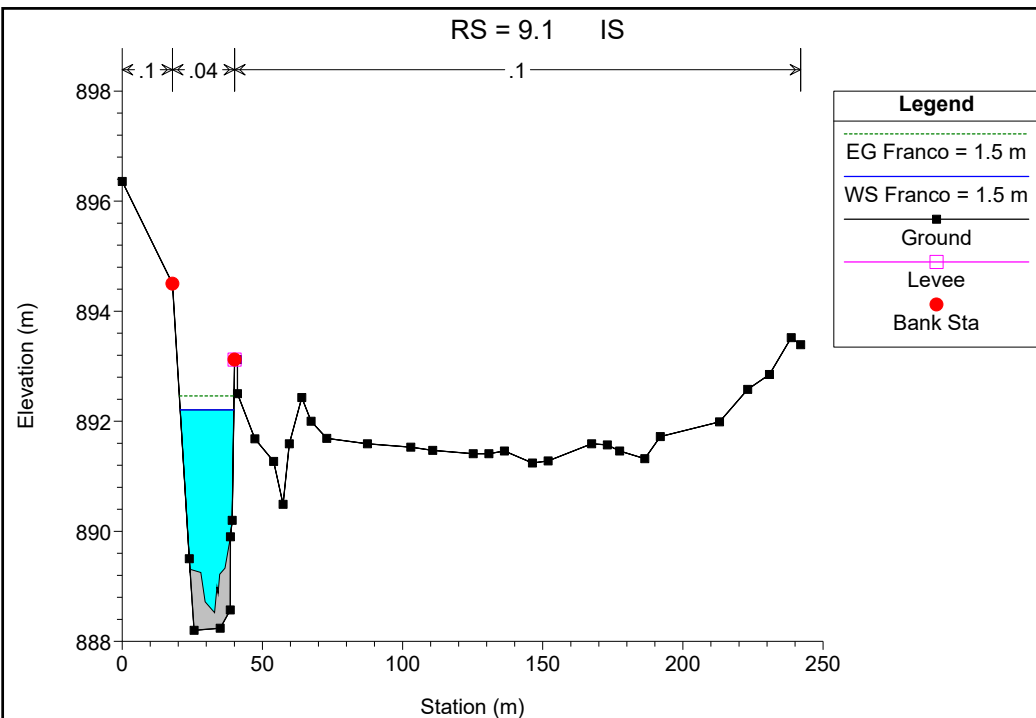


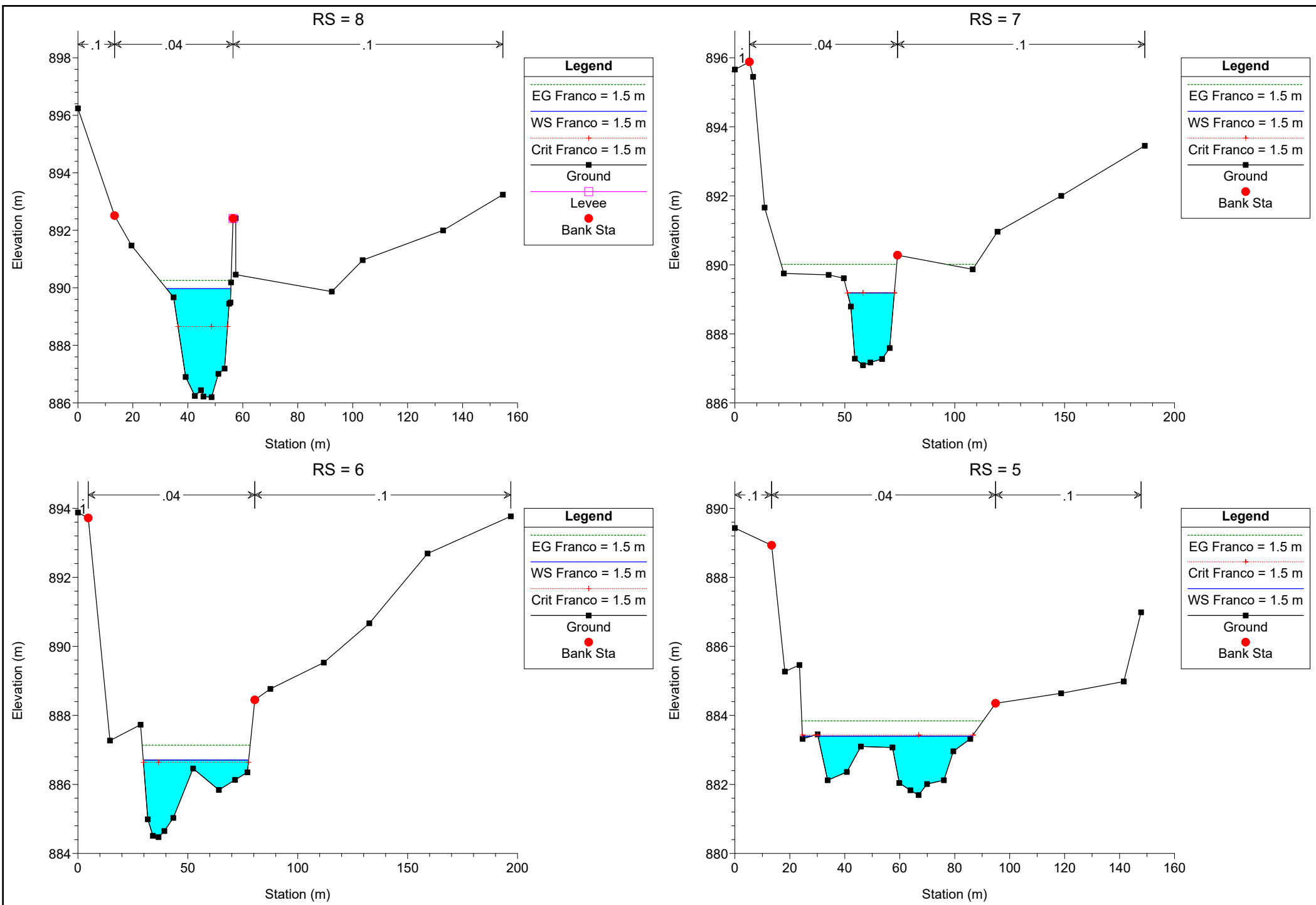


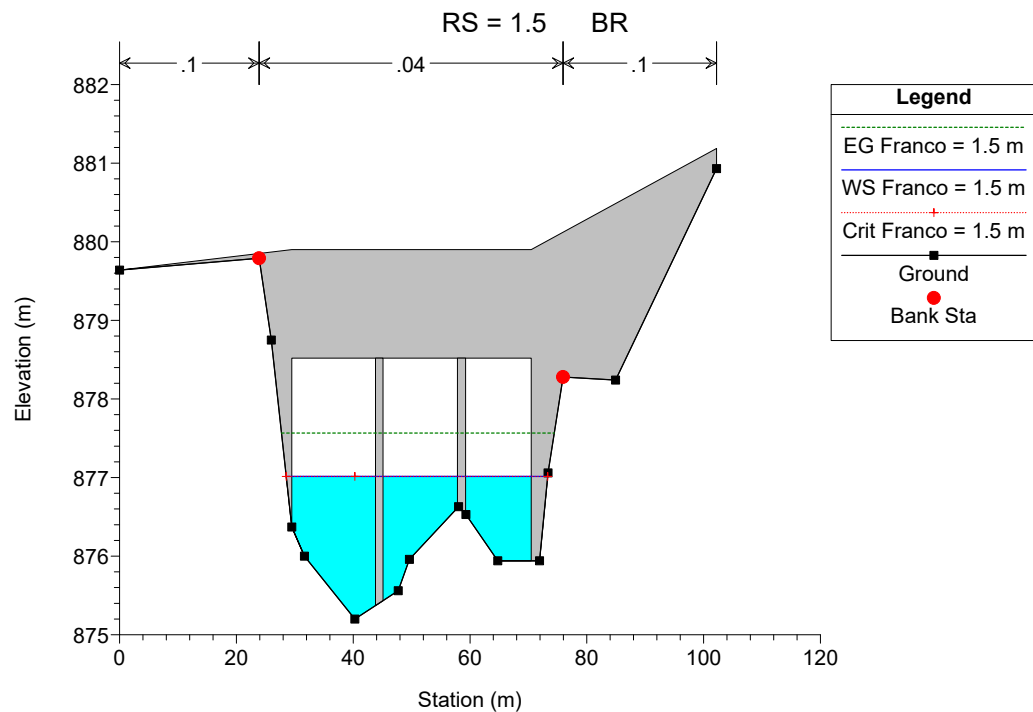
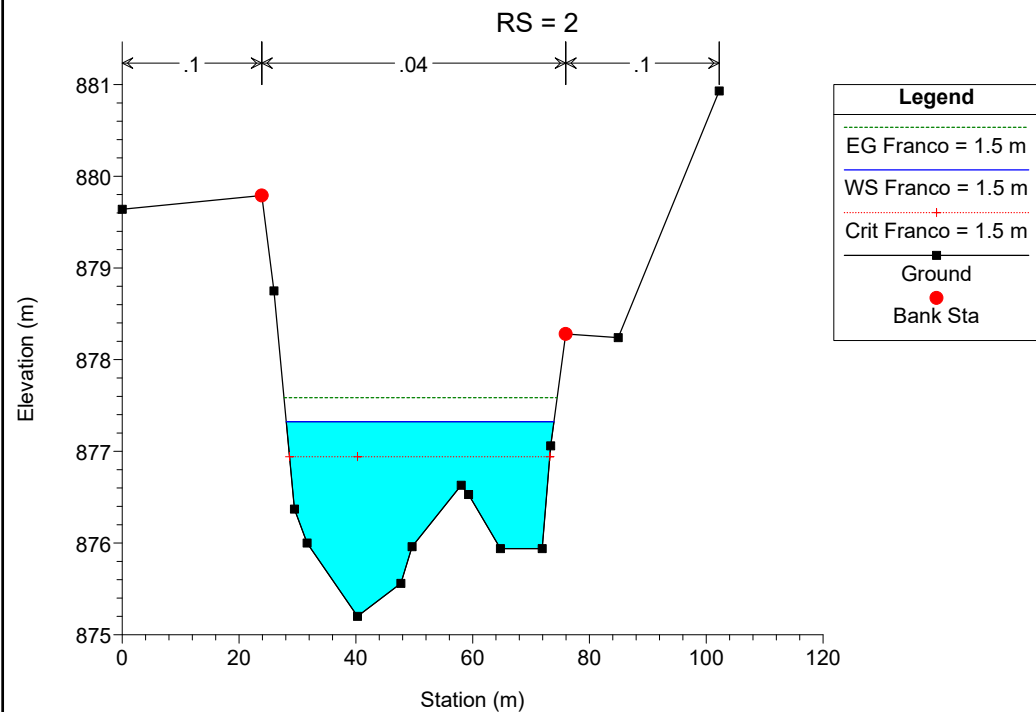
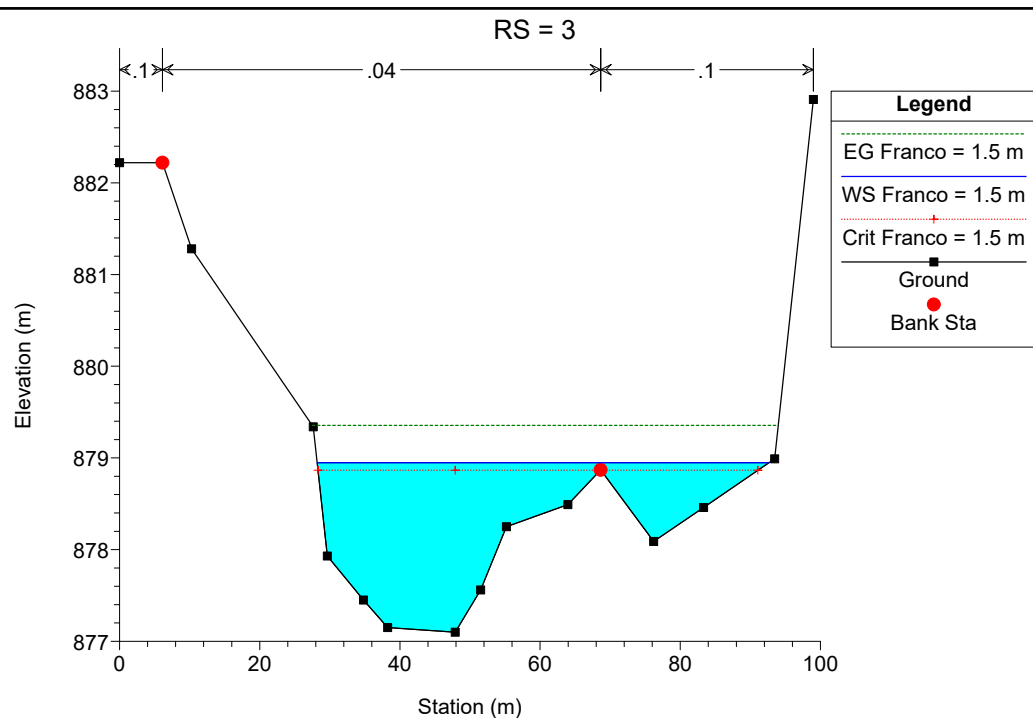
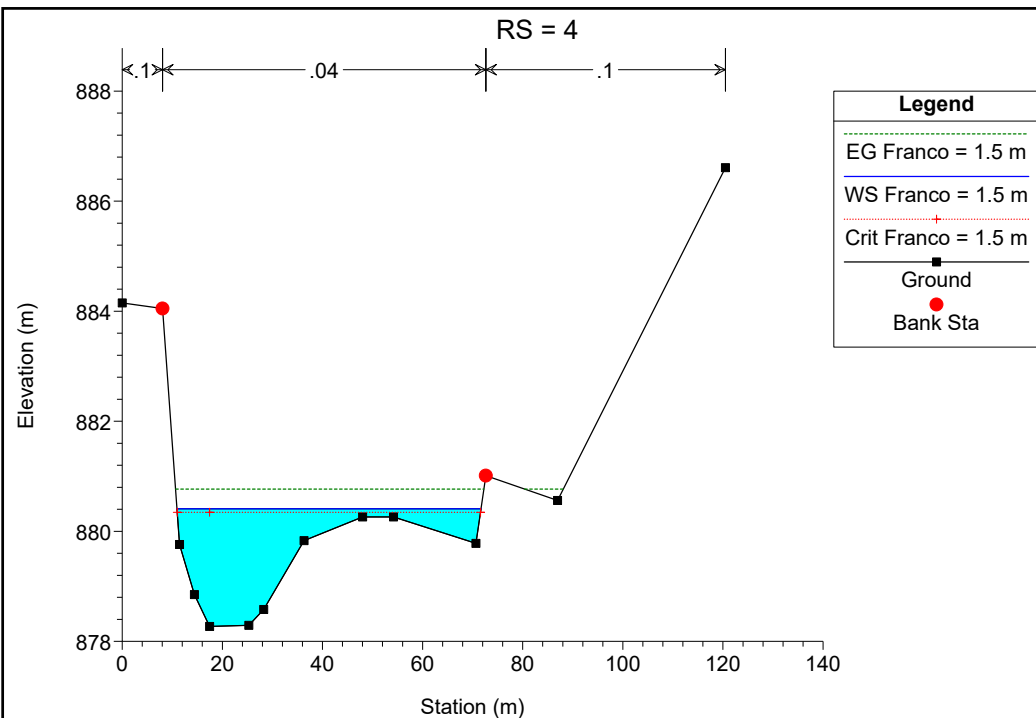


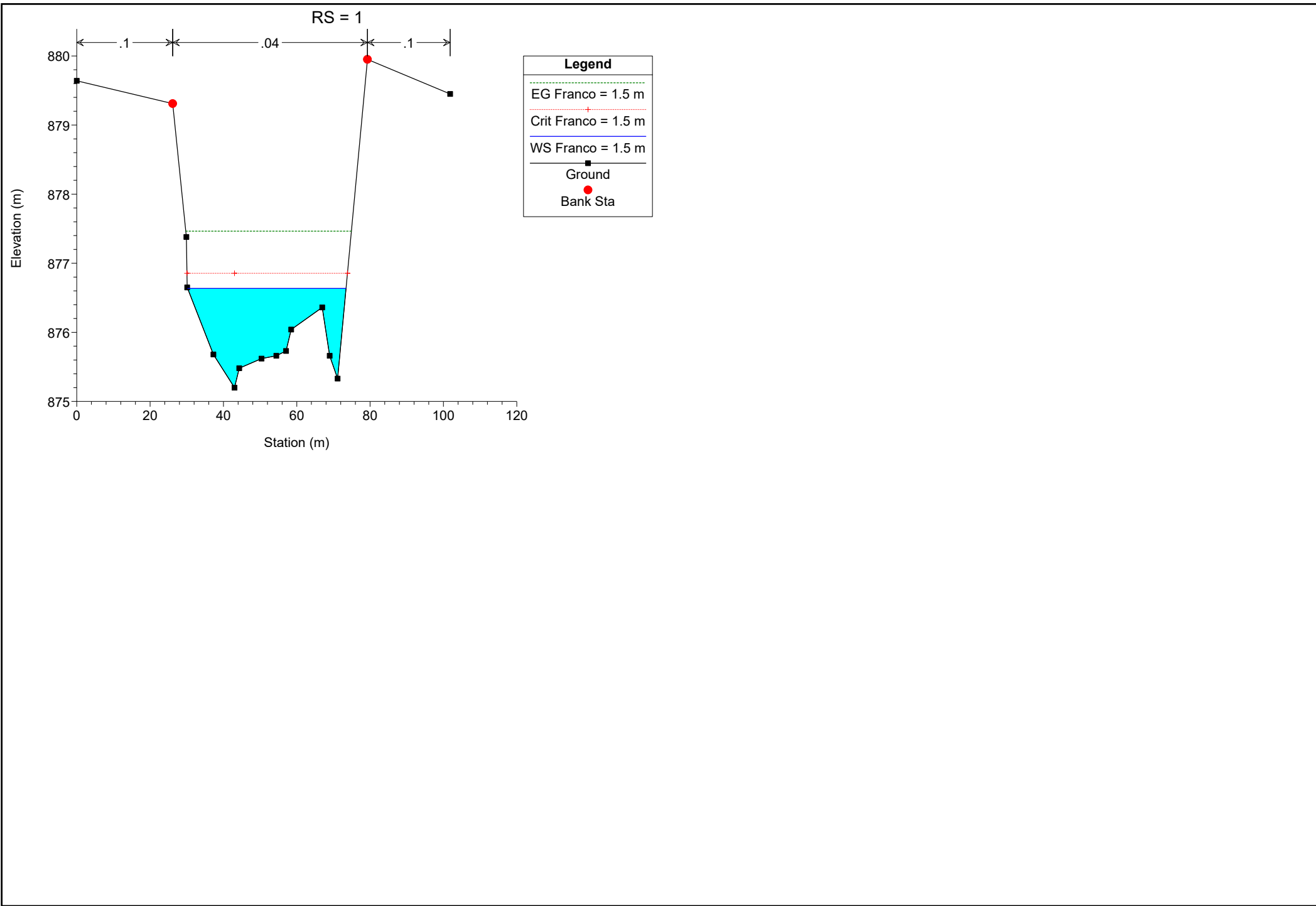








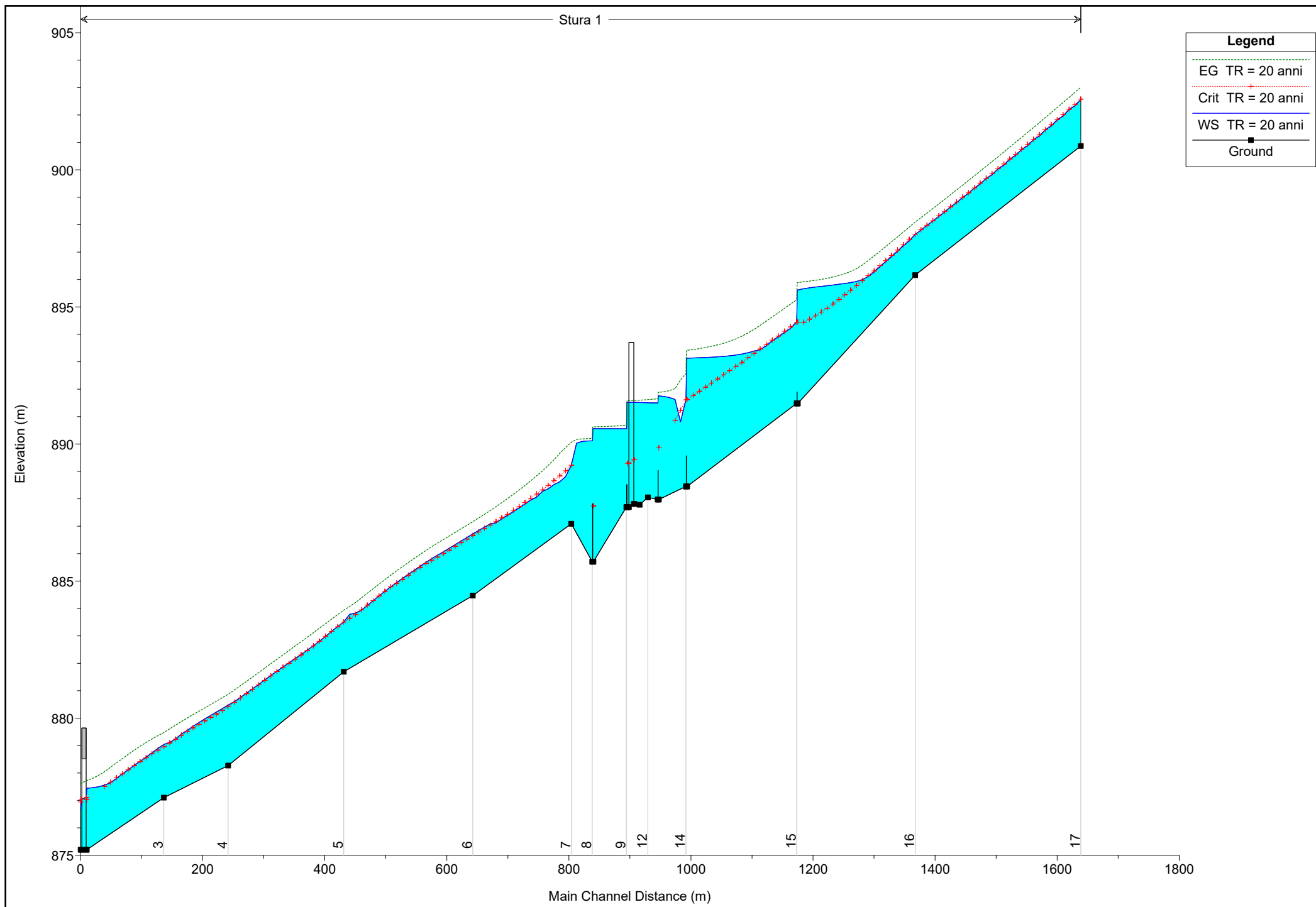


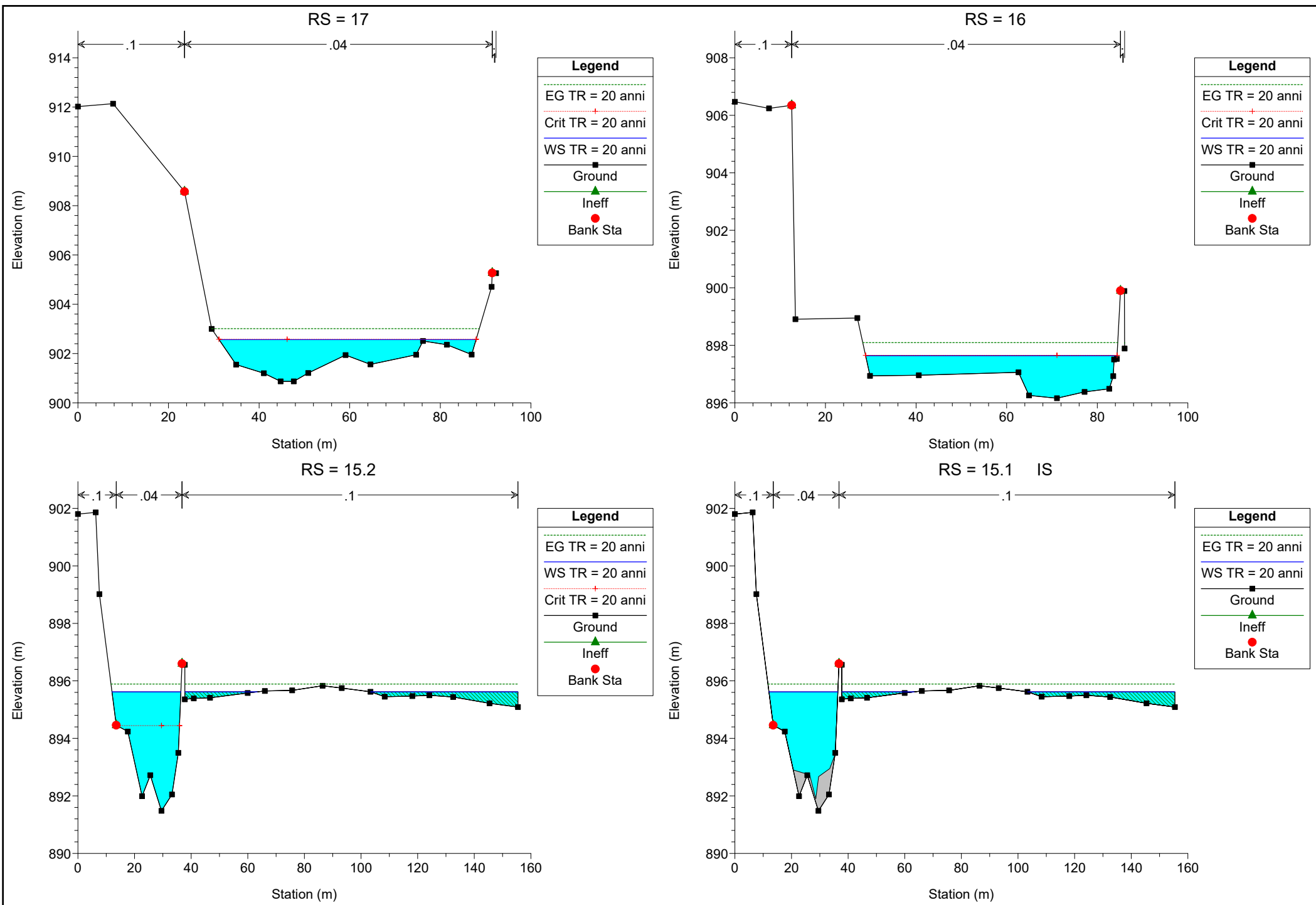


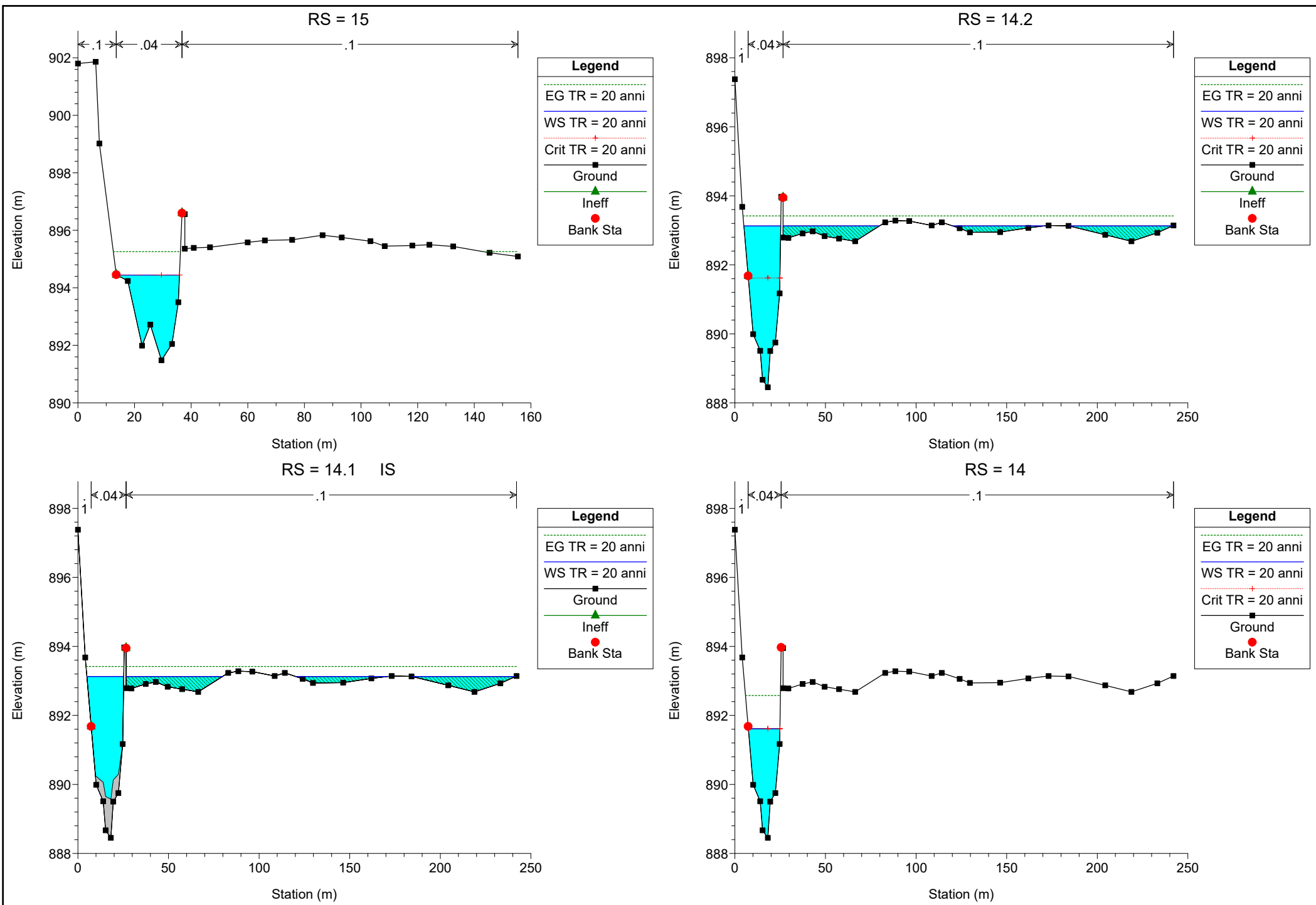
	SIMULAZIONE 9		
	SITUAZIONE AL LOTTO 1b – IPOTESI 1		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	145	159	20

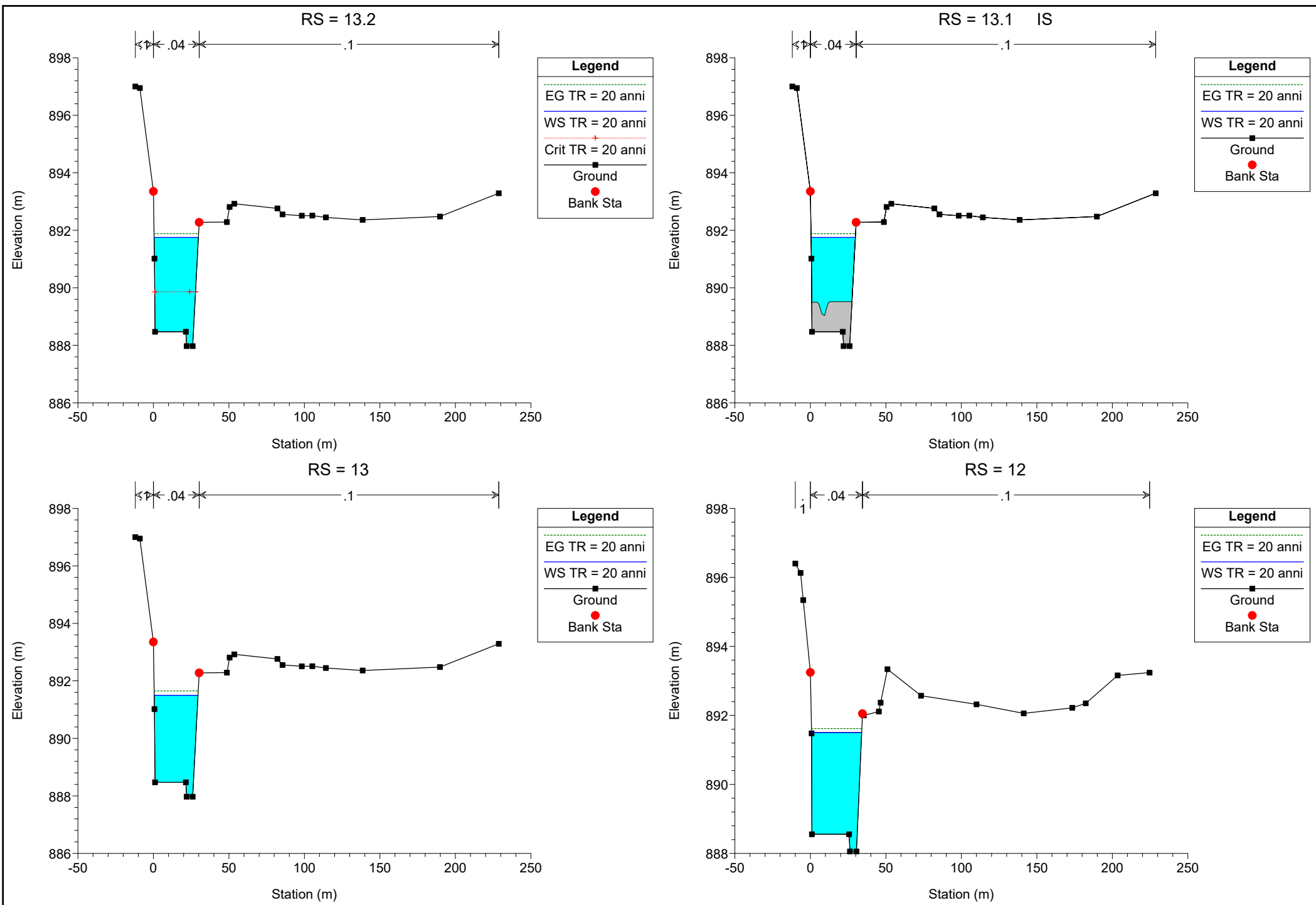
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 20 anni

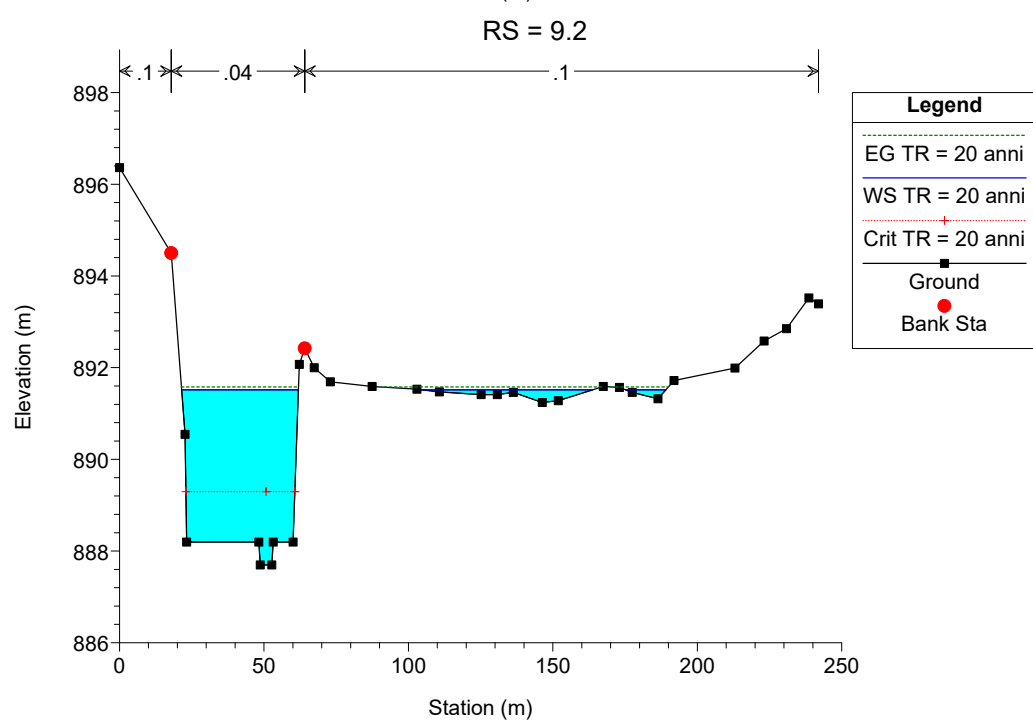
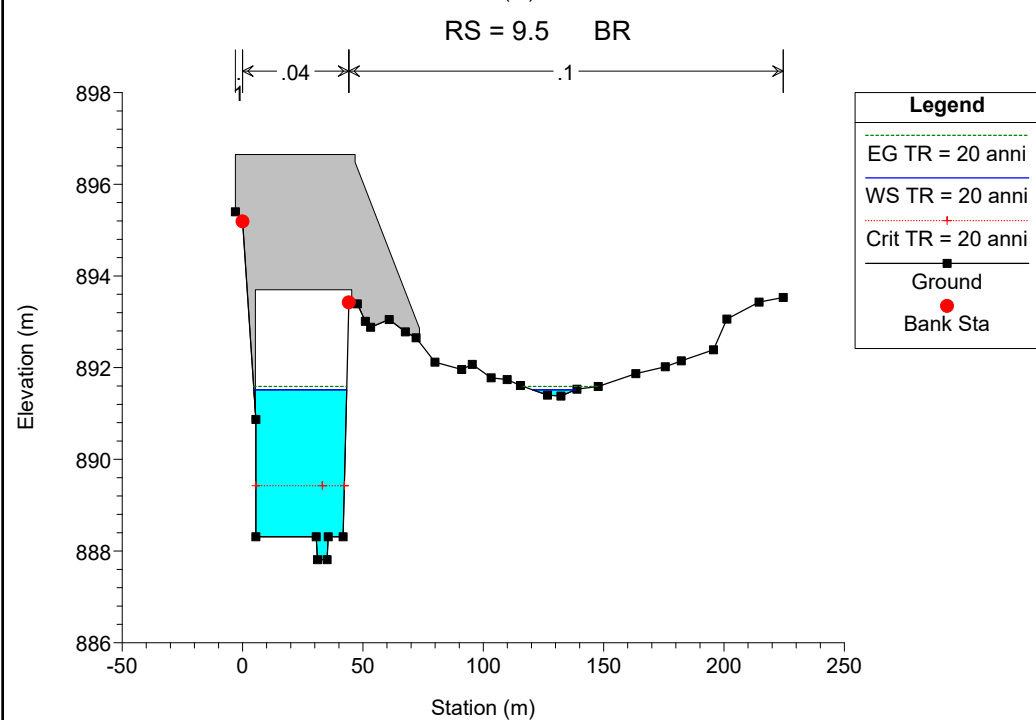
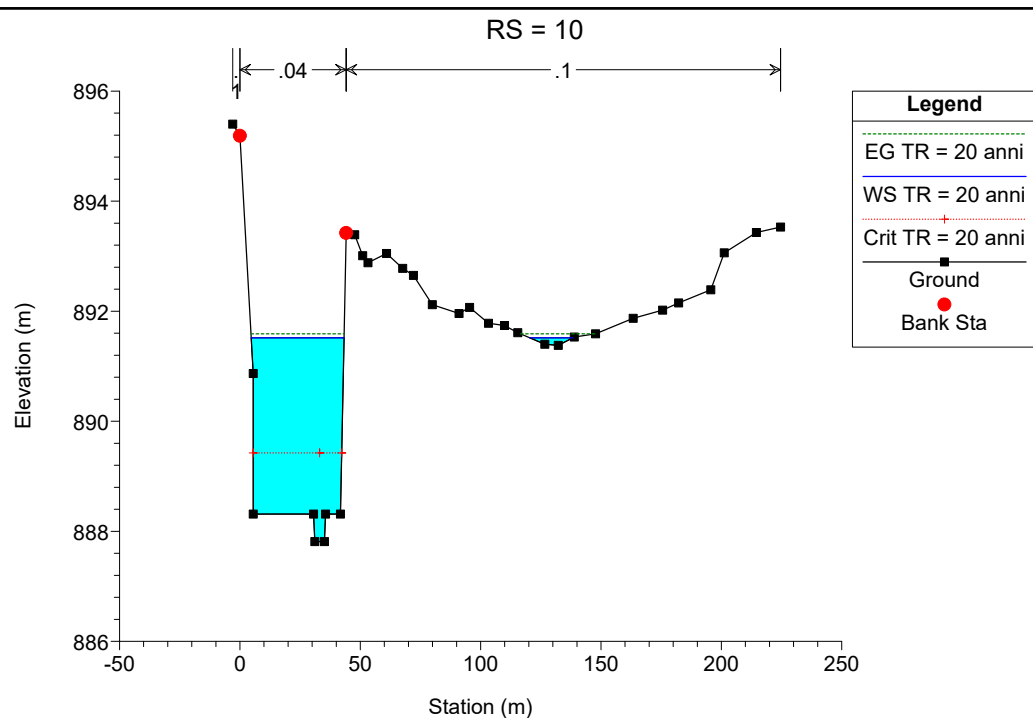
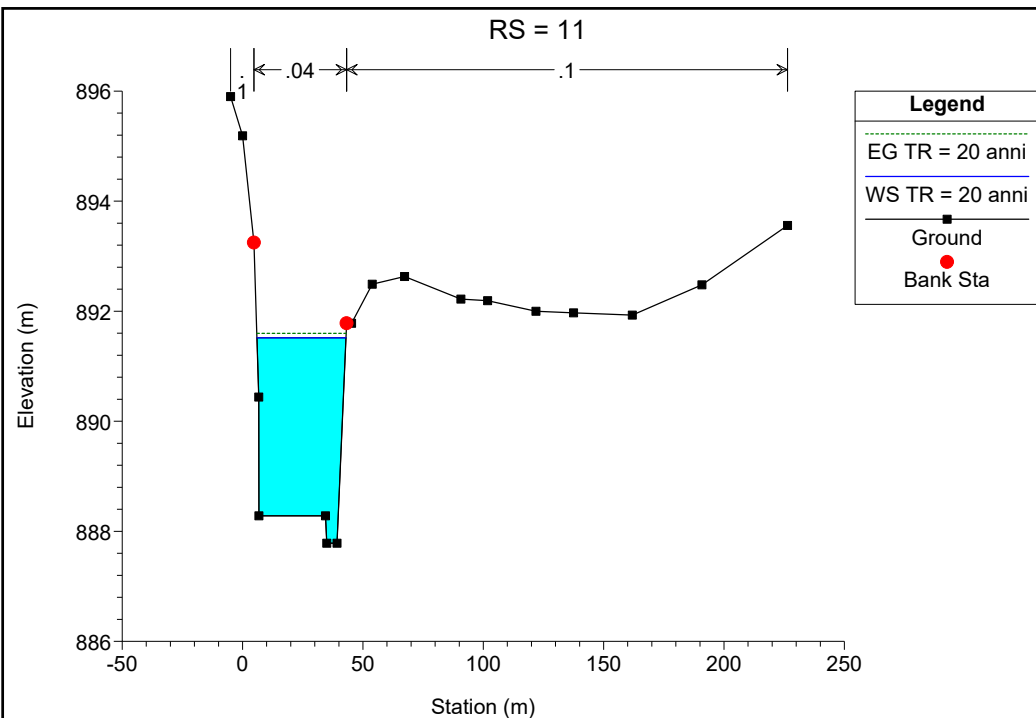
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 20 anni	145.00	900.87	902.57	902.58	903.01	0.017001	2.95	49.21	56.75	1.01
1	16	TR = 20 anni	145.00	896.16	897.64	897.65	898.09	0.017346	2.98	48.65	55.50	1.02
1	15.2	TR = 20 anni	145.00	891.48	895.62	894.44	895.89	0.002552	2.30	63.67	101.90	0.44
1	15.1	Inl Struct										
1	15	TR = 20 anni	145.00	891.48	894.44	894.44	895.26	0.014655	4.00	36.27	22.02	0.99
1	14.2	TR = 20 anni	145.00	888.45	893.13	891.62	893.42	0.002252	2.40	61.93	181.07	0.42
1	14.1	Inl Struct										
1	14	TR = 20 anni	145.00	888.45	891.61	891.61	892.58	0.014504	4.34	33.37	17.42	1.00
1	13.2	TR = 20 anni	145.00	887.97	891.76	889.86	891.88	0.001049	1.58	91.92	29.31	0.28
1	13.1	Inl Struct										
1	13	TR = 20 anni	145.00	887.97	891.50		891.65	0.001358	1.72	84.44	28.98	0.32
1	12	TR = 20 anni	145.00	888.06	891.50		891.62	0.001063	1.52	95.53	33.16	0.29
1	11	TR = 20 anni	145.00	887.78	891.52		891.60	0.000660	1.27	114.53	36.96	0.23
1	10	TR = 20 anni	145.00	887.81	891.52	889.42	891.59	0.000591	1.20	122.59	56.46	0.22
1	9.5	Bridge										
1	9.2	TR = 20 anni	145.00	887.70	891.52	889.30	891.58	0.000487	1.12	137.77	113.66	0.20
1	9.1	Inl Struct										
1	9	TR = 20 anni	145.00	887.70	890.55		890.68	0.001448	1.59	91.34	38.73	0.33
1	8.2	TR = 20 anni	145.00	885.70	890.56	887.74	890.62	0.000402	1.15	142.27	72.16	0.19
1	8.1	Inl Struct										
1	8	TR = 20 anni	145.00	885.70	890.11		890.20	0.000618	1.32	112.94	53.10	0.23
1	7	TR = 20 anni	145.00	887.09	889.23	889.23	890.06	0.014251	4.04	35.85	21.55	1.00
1	6	TR = 20 anni	145.00	884.47	886.72	886.66	887.16	0.013650	2.94	49.35	47.97	0.92
1	5	TR = 20 anni	159.00	881.69	883.51	883.50	883.94	0.016619	2.91	54.61	62.83	1.00
1	4	TR = 20 anni	159.00	878.27	880.48	880.41	880.87	0.013561	2.77	57.37	60.89	0.91
1	3	TR = 20 anni	159.00	877.10	879.04	878.96	879.47	0.010917	2.99	63.19	65.47	0.86
1	2	TR = 20 anni	159.00	875.20	877.44	877.03	877.72	0.005493	2.35	67.59	46.27	0.62
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 20 anni	159.00	875.20	876.70	876.94	877.60	0.035119	4.22	37.70	43.44	1.45

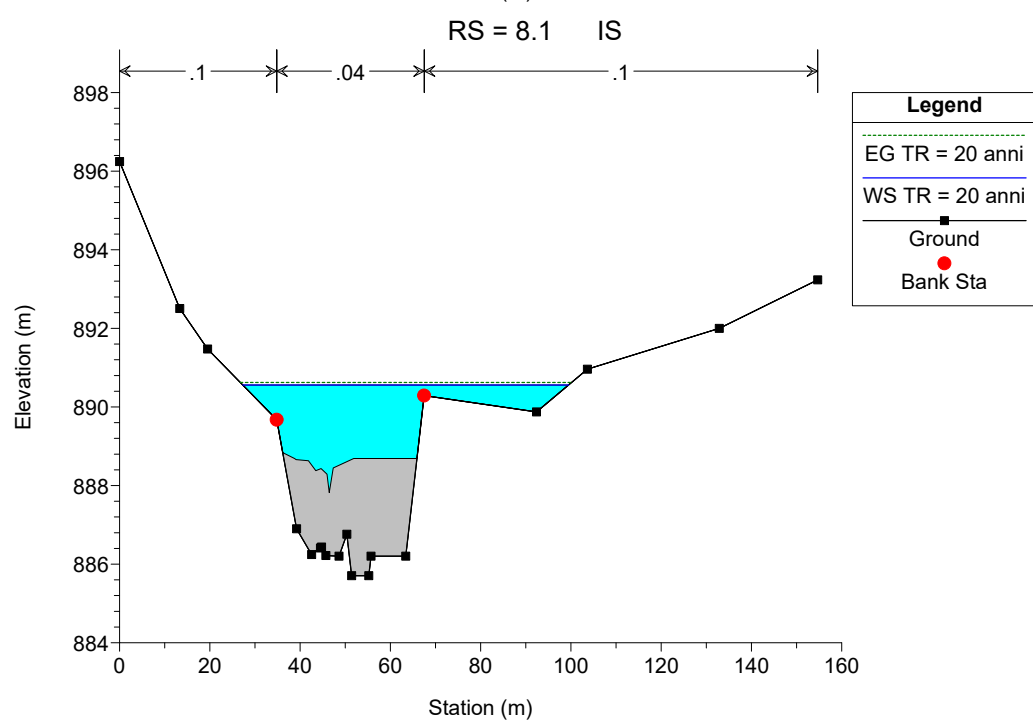
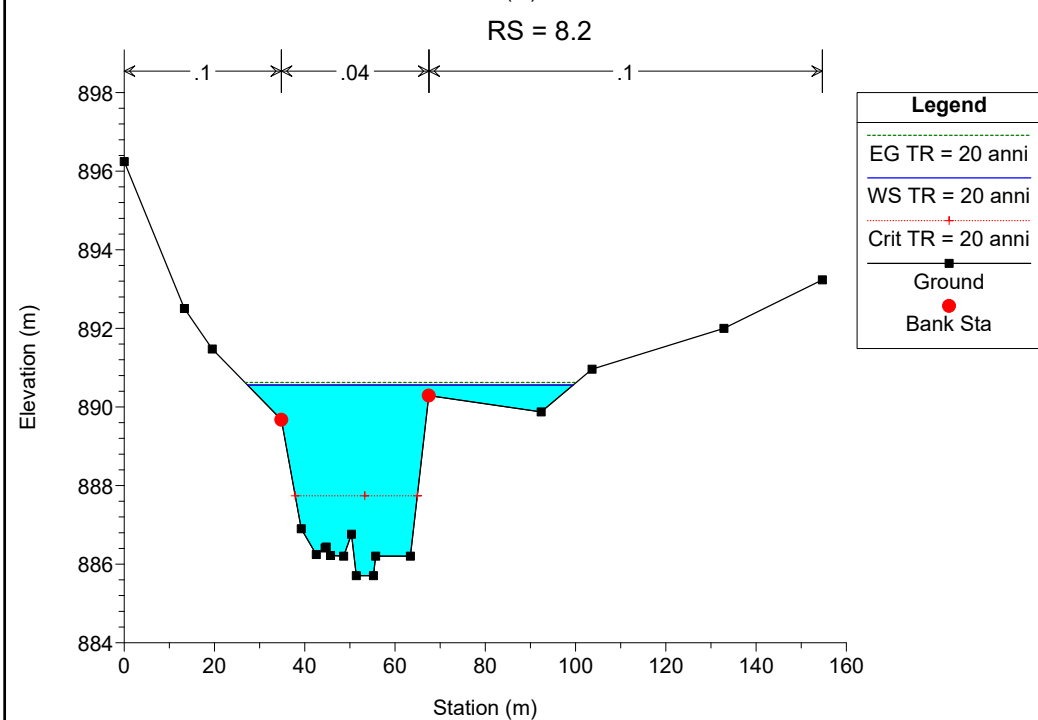
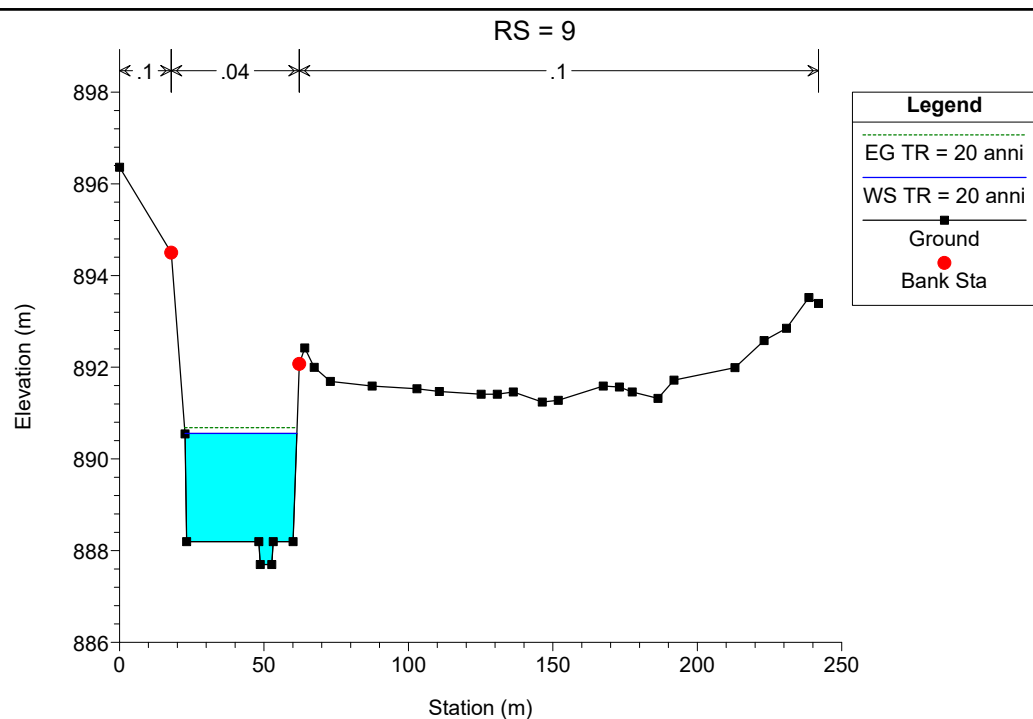
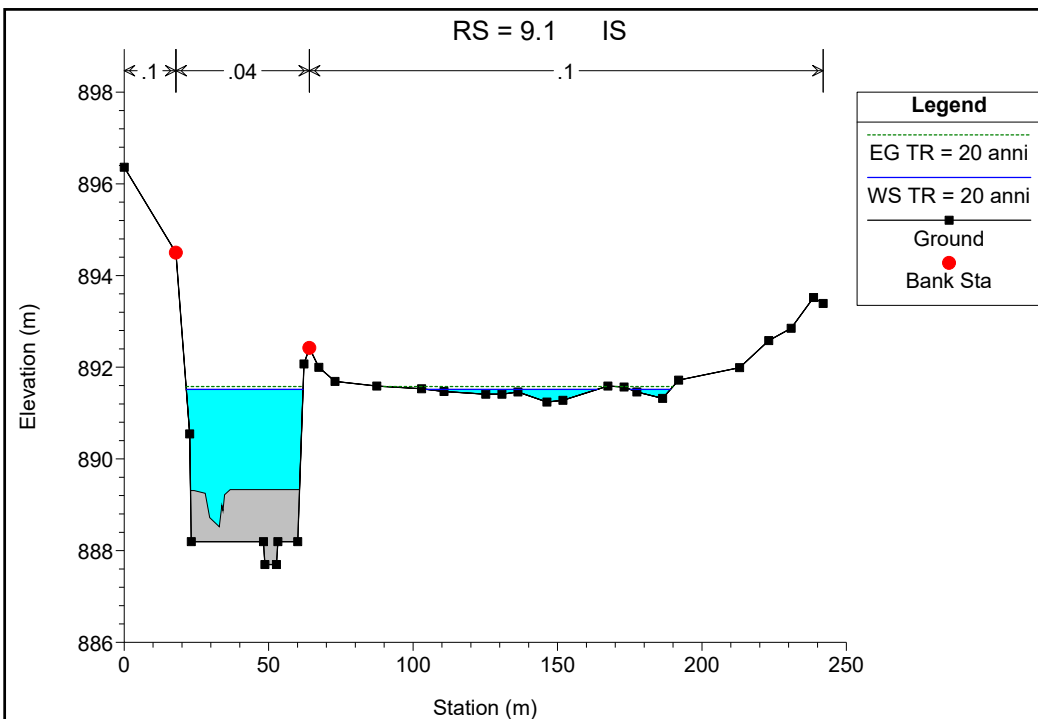


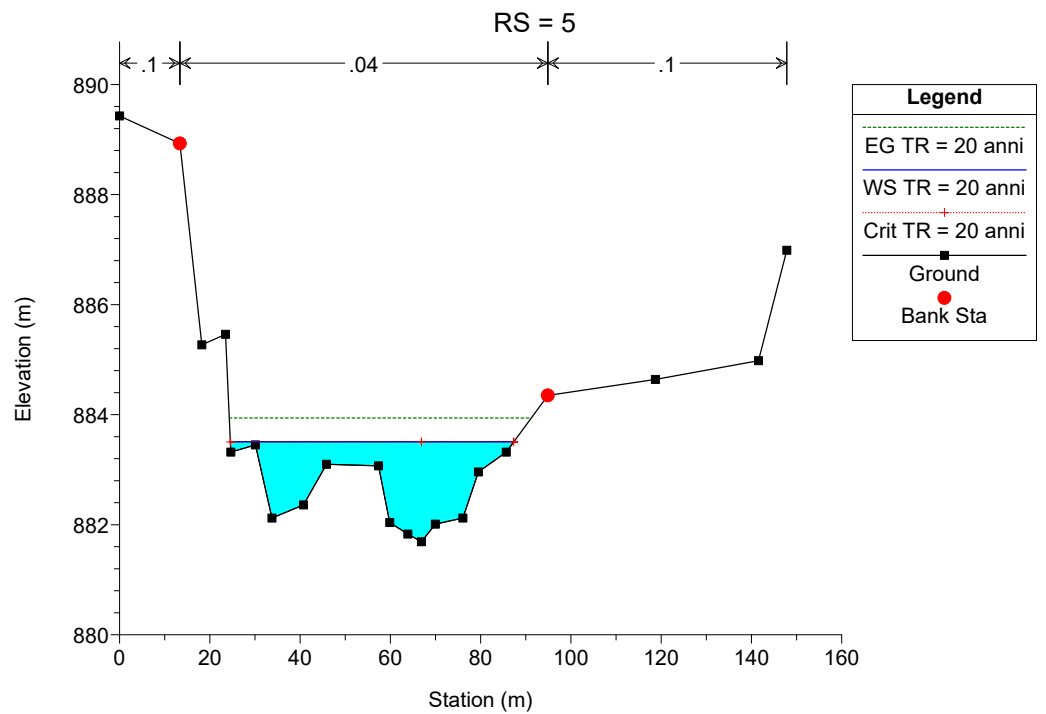
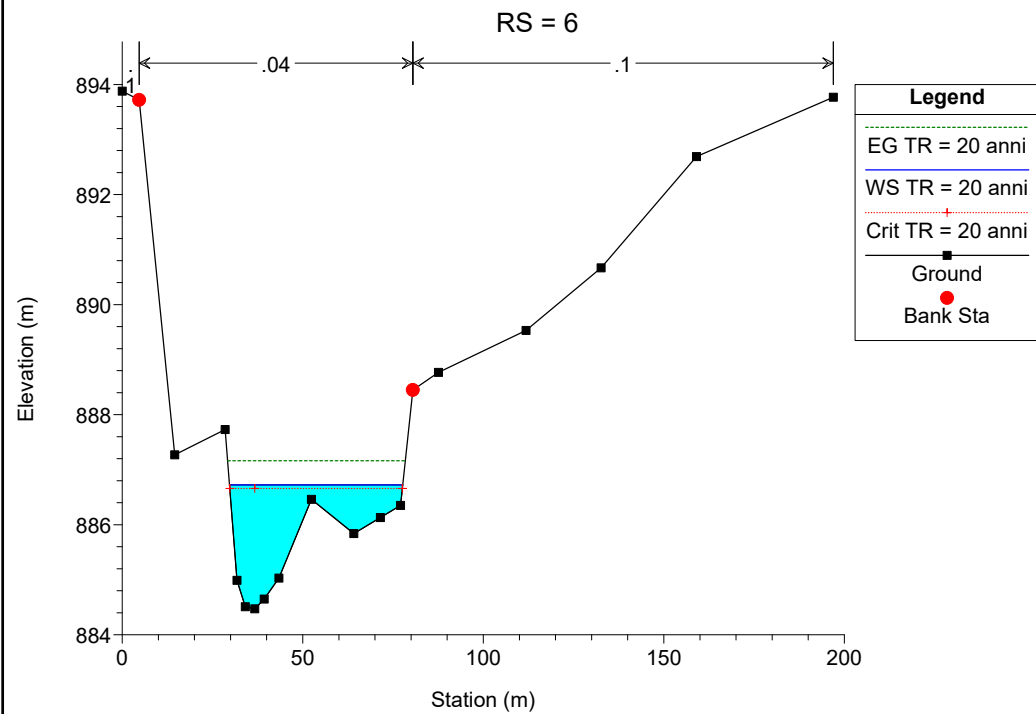
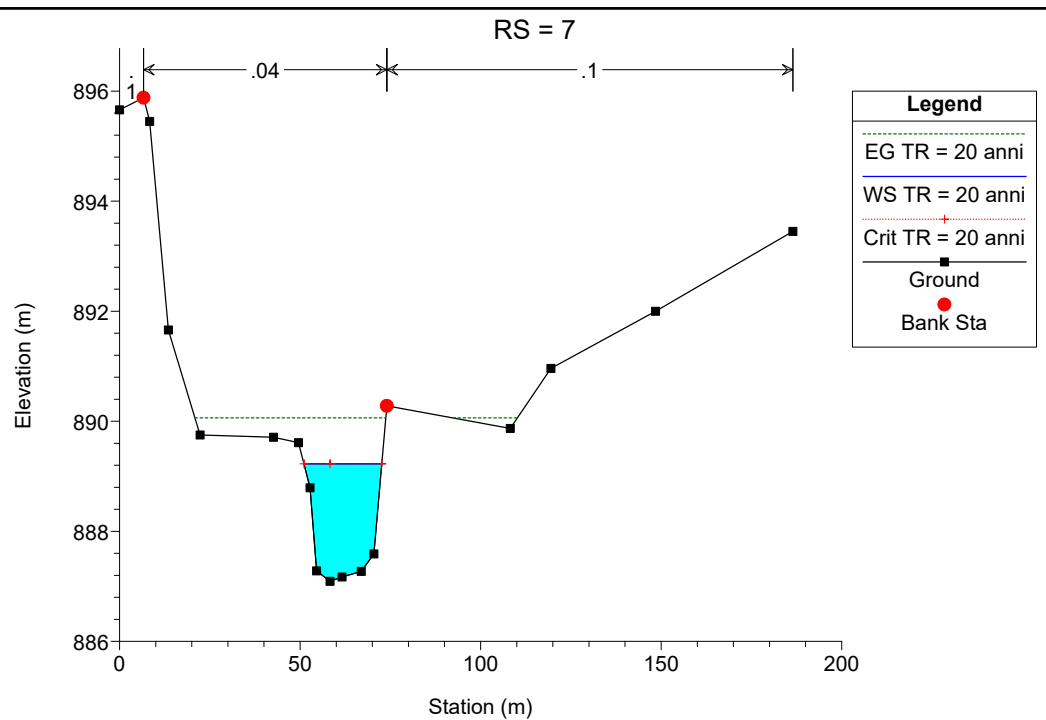
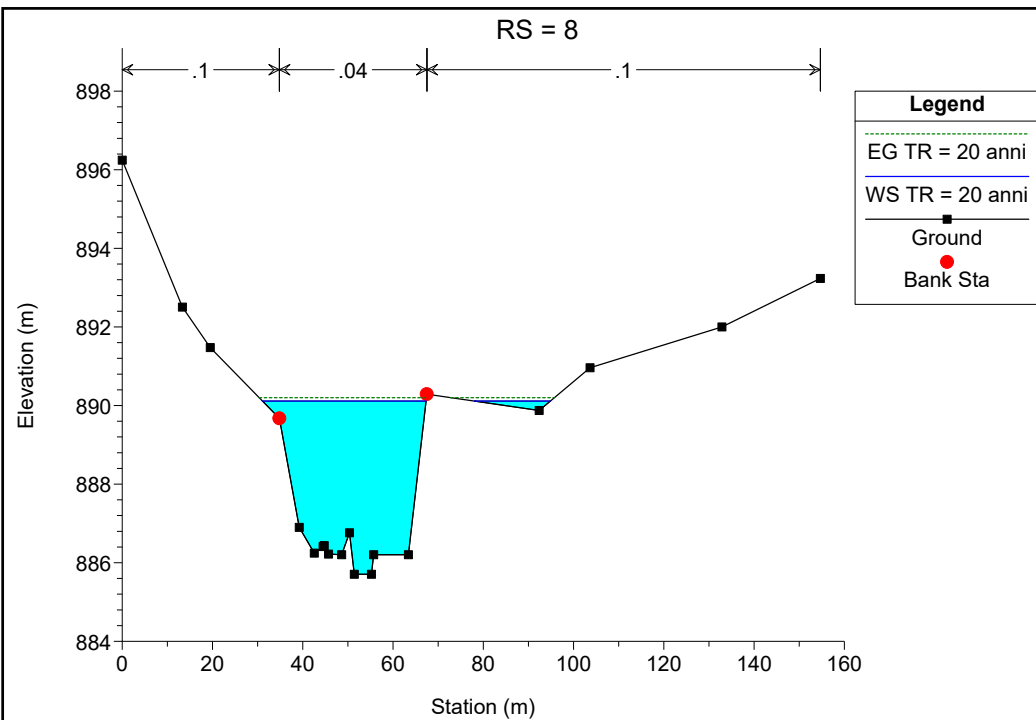


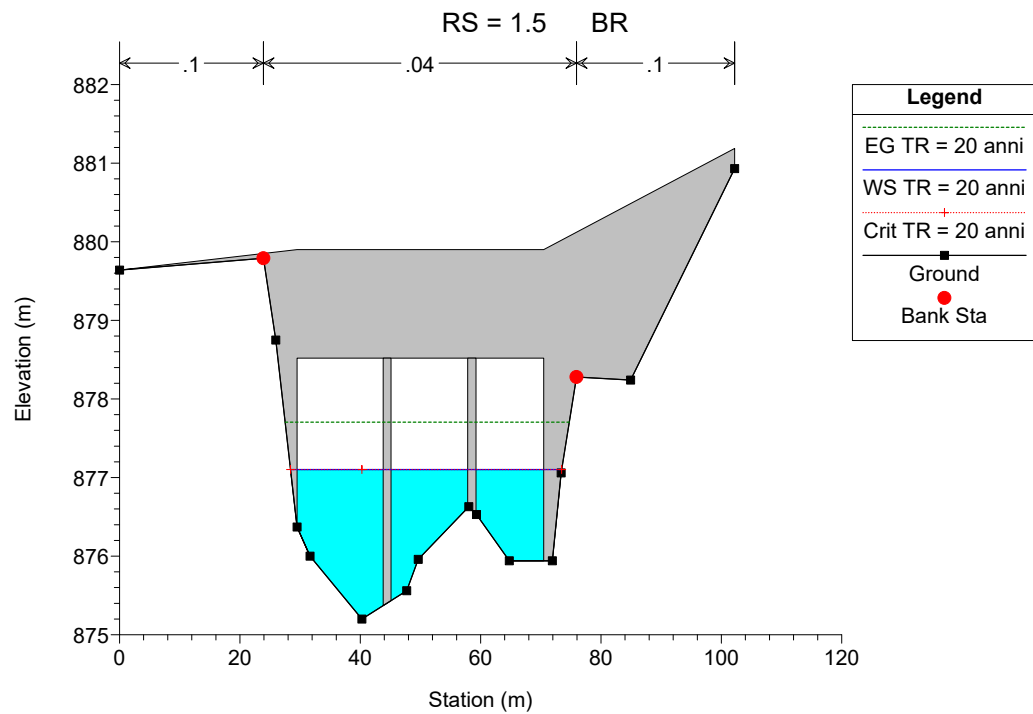
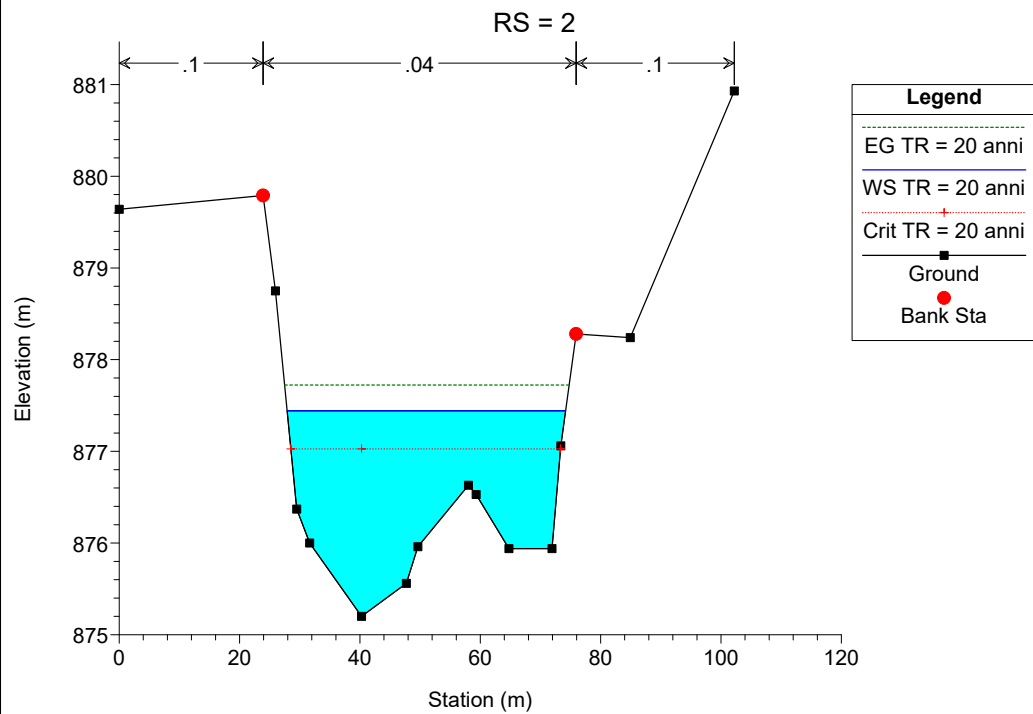
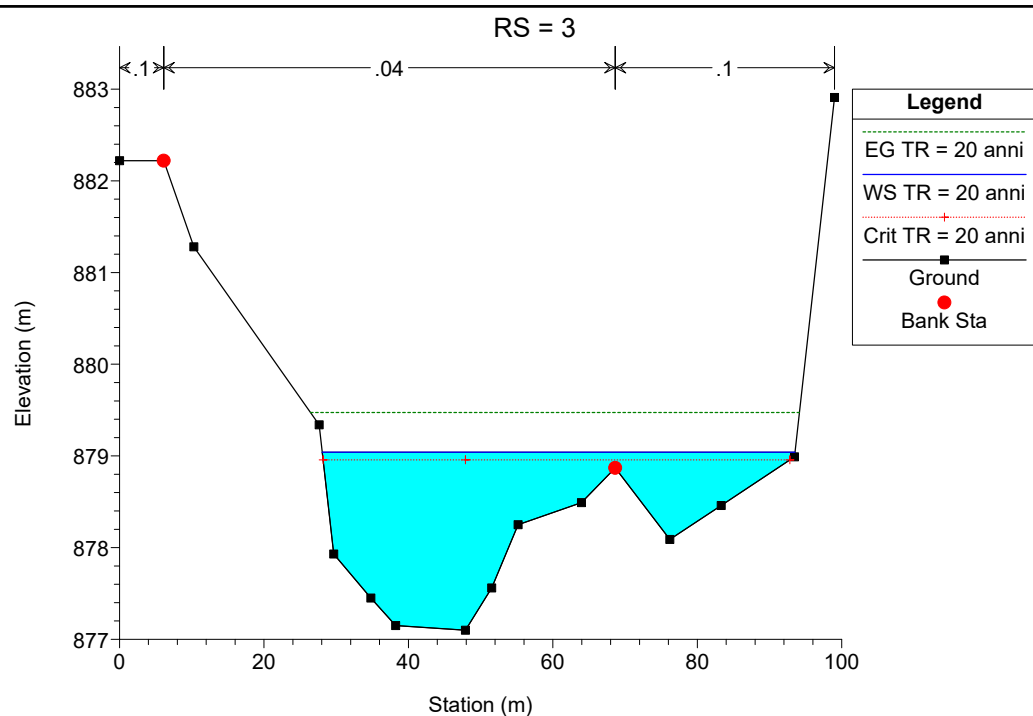
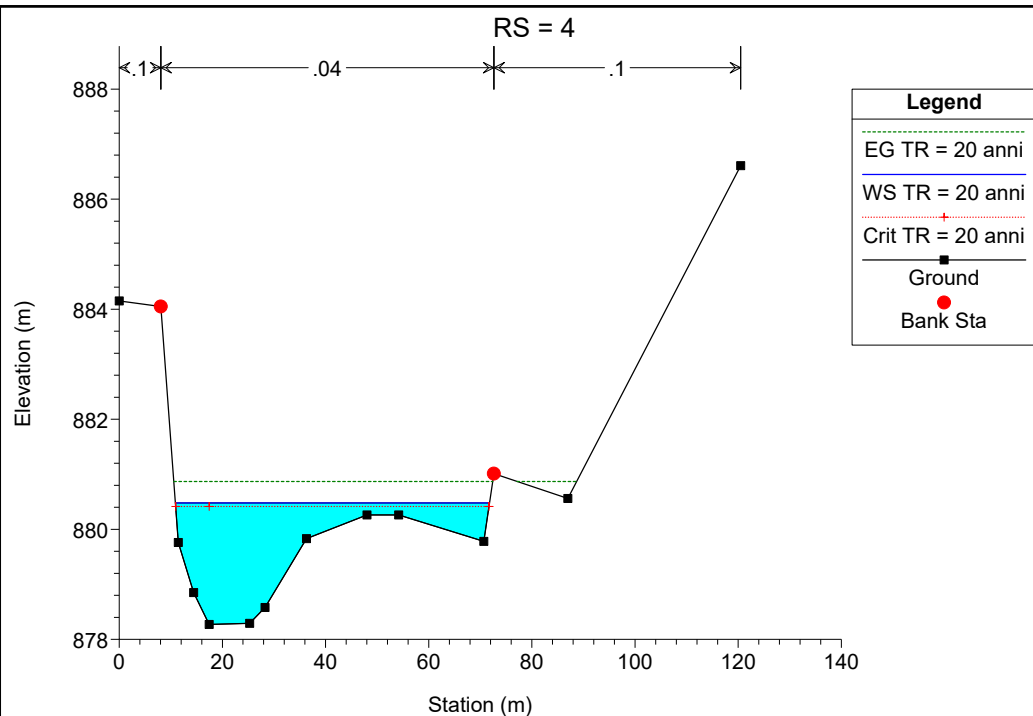


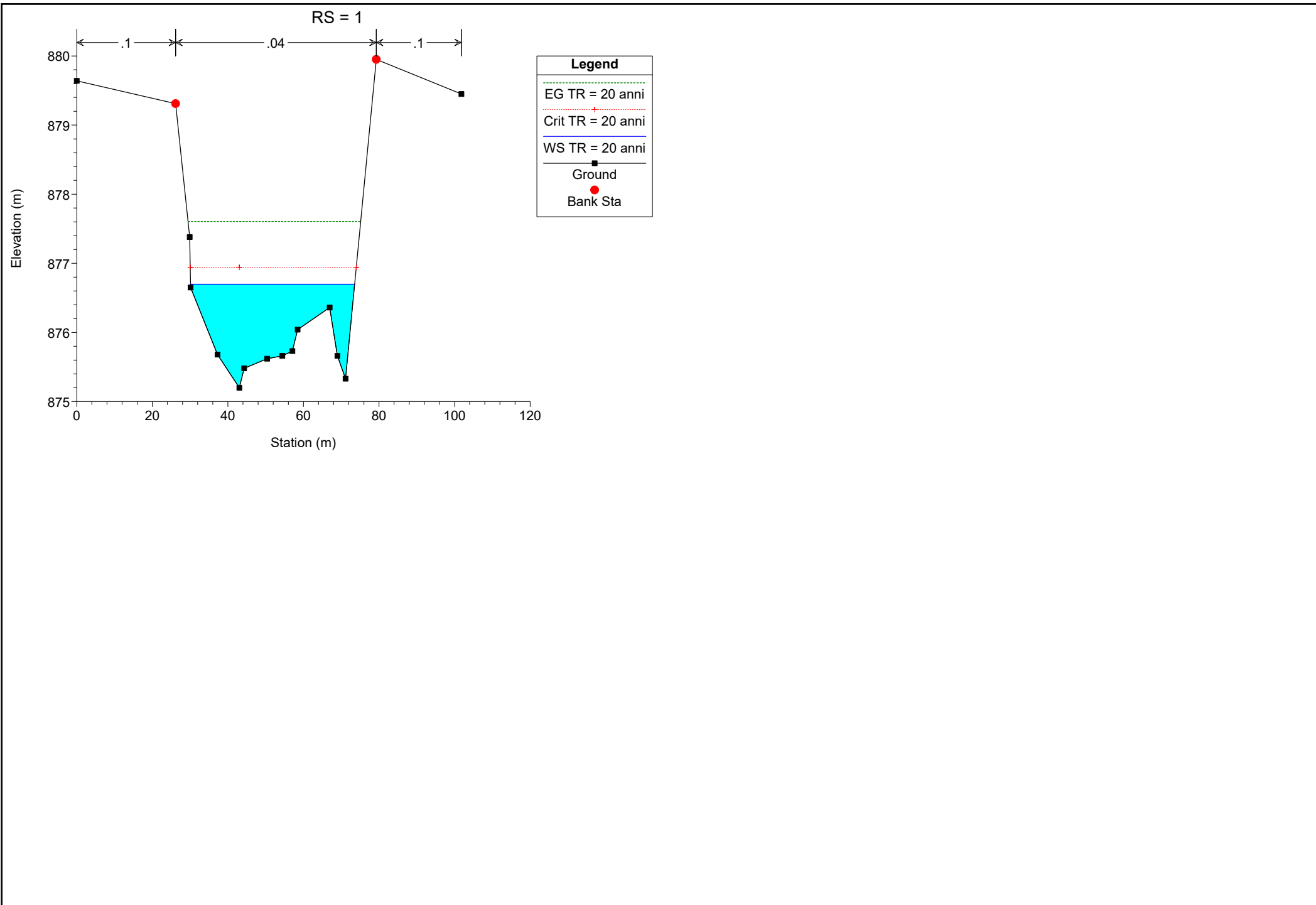








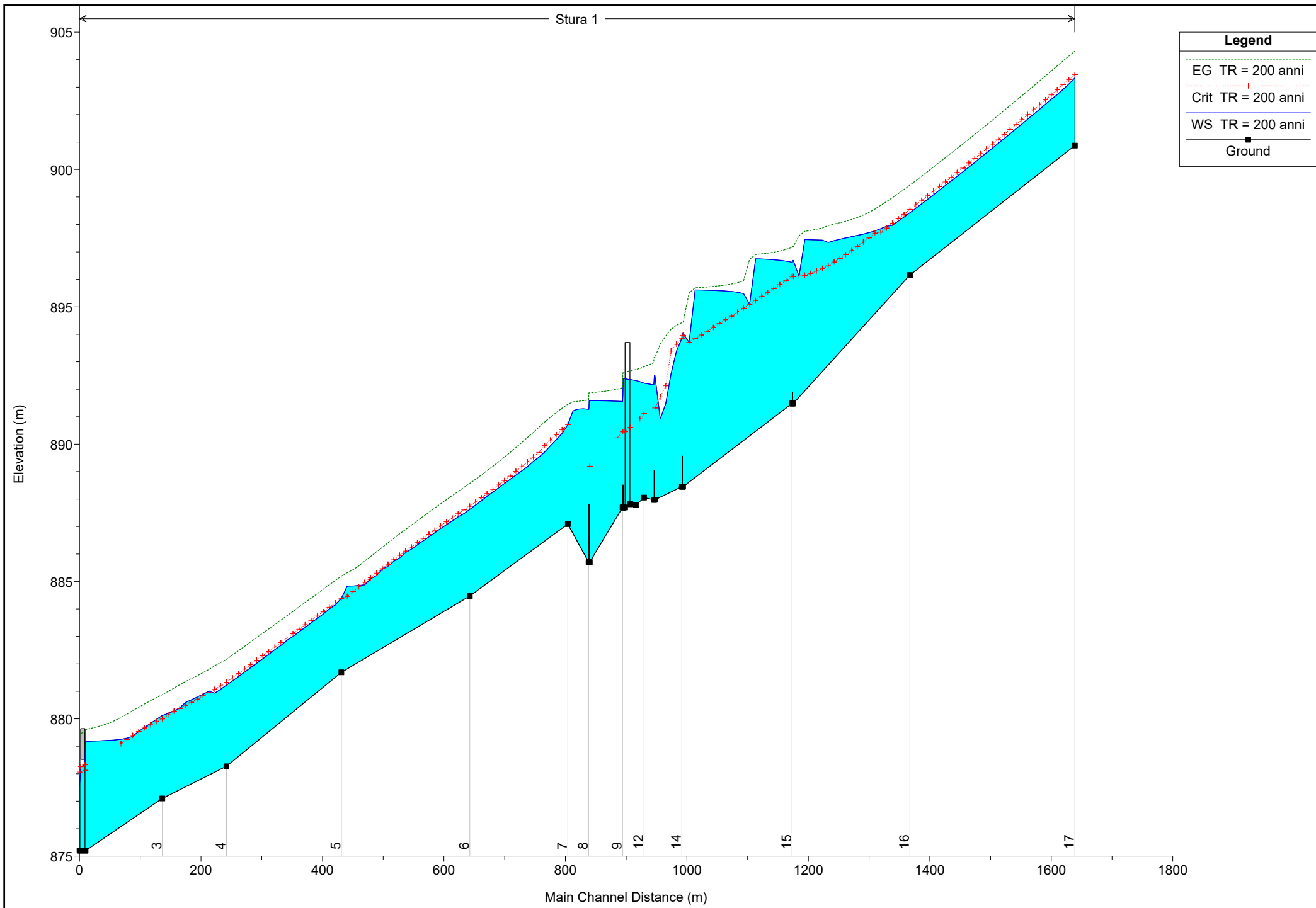


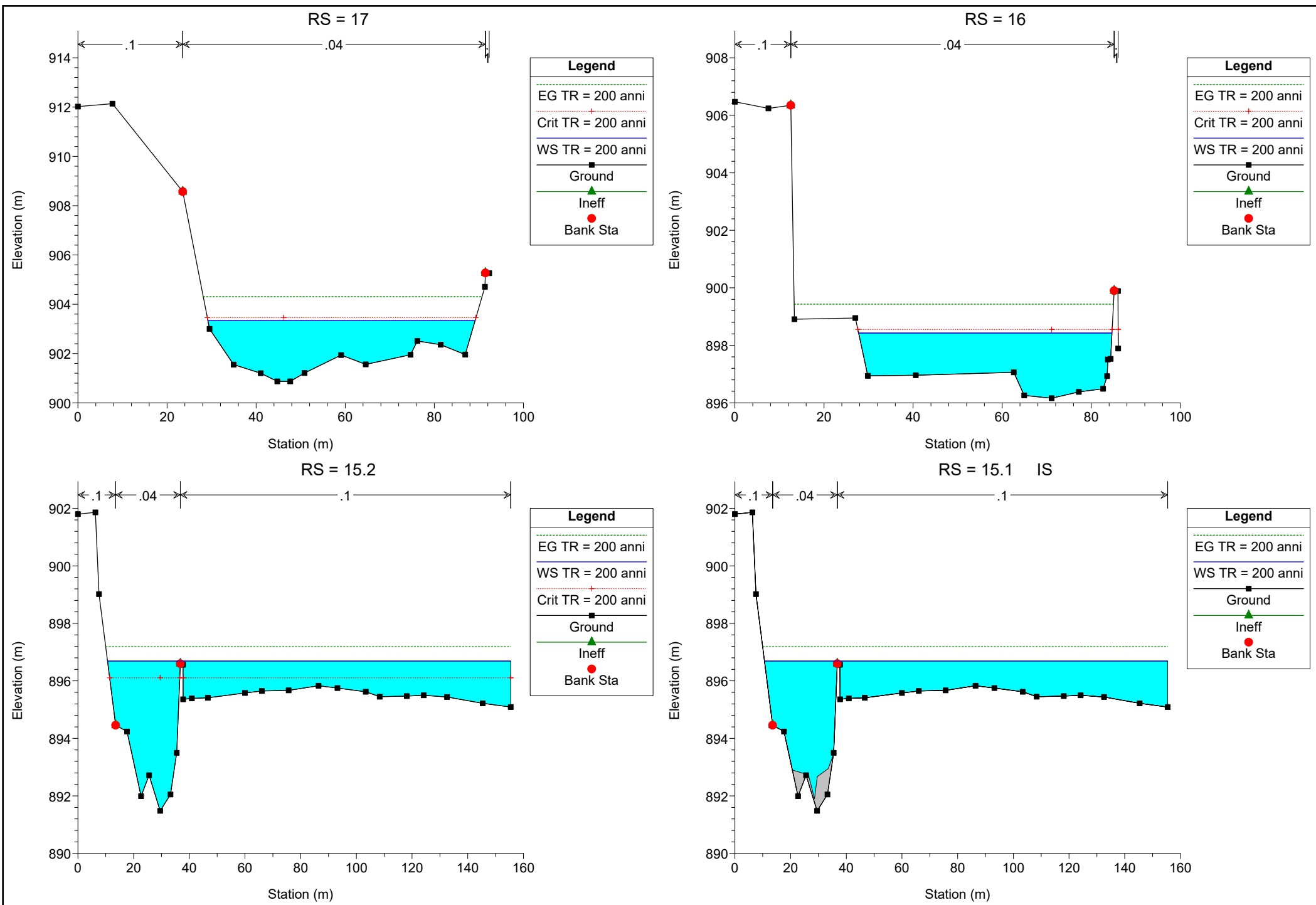


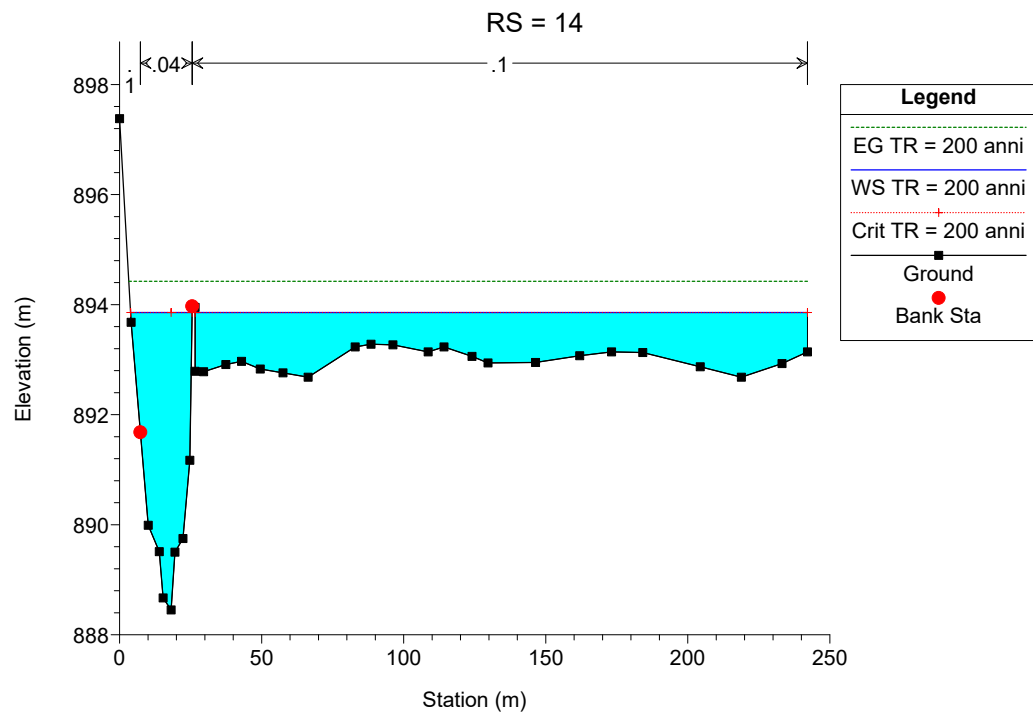
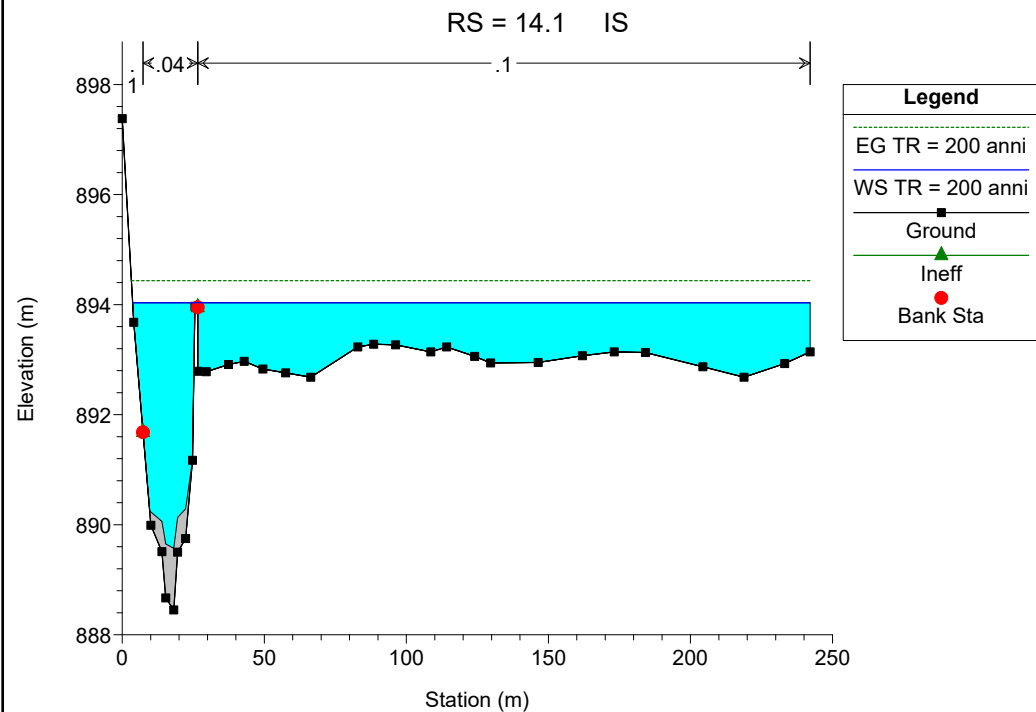
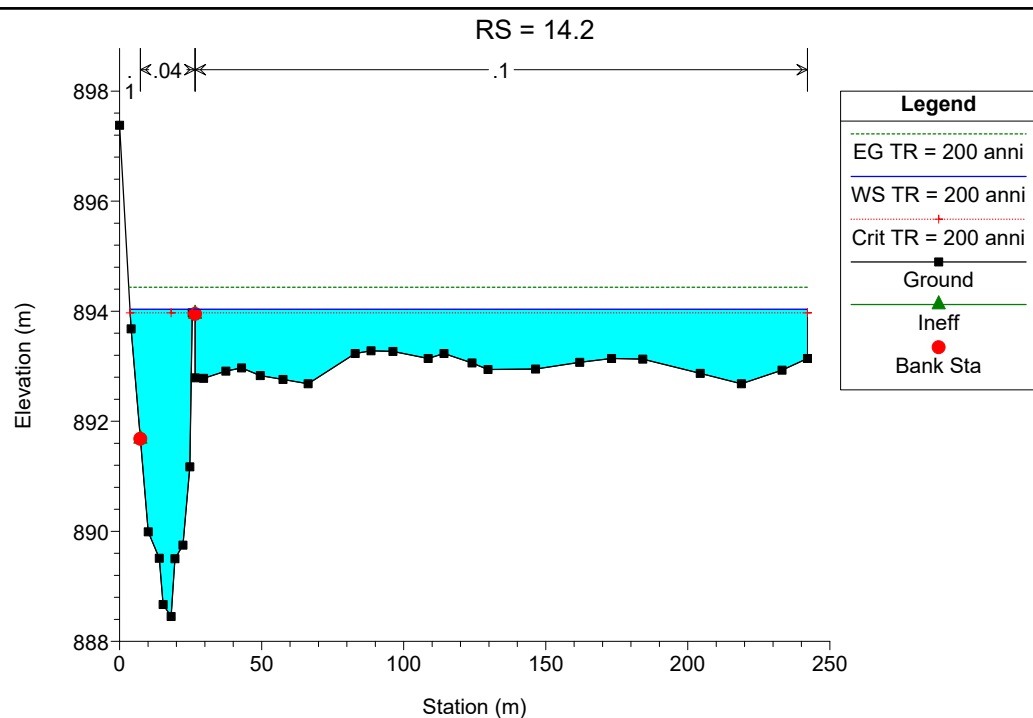
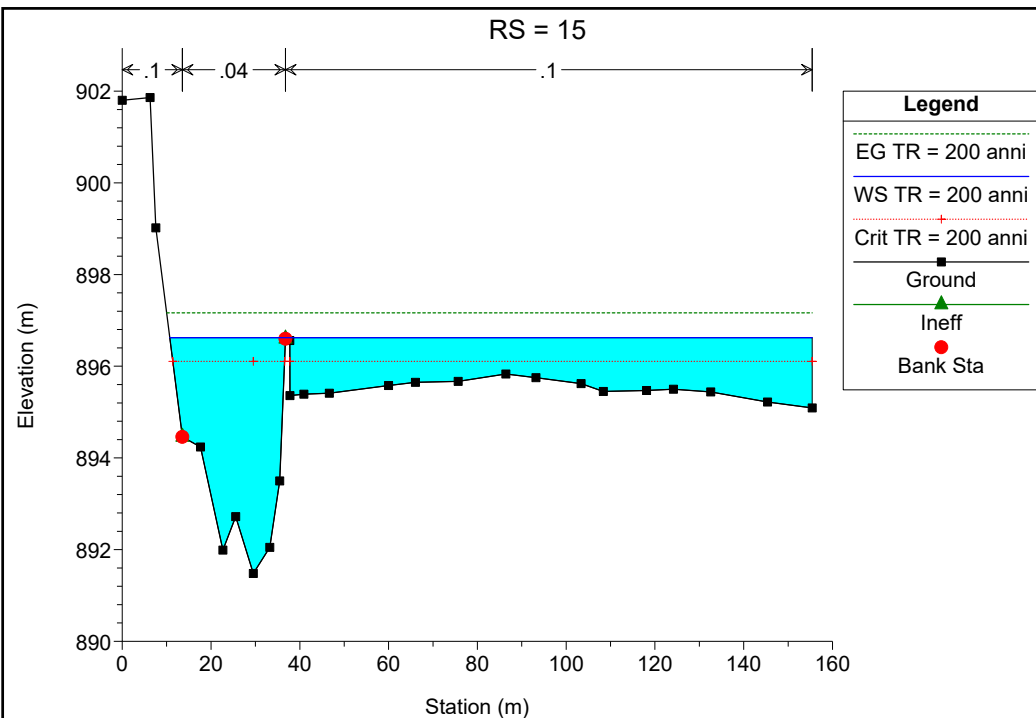
	SIMULAZIONE 10		
	SITUAZIONE AL LOTTO 1b – IPOTESI 1		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	412	452	200

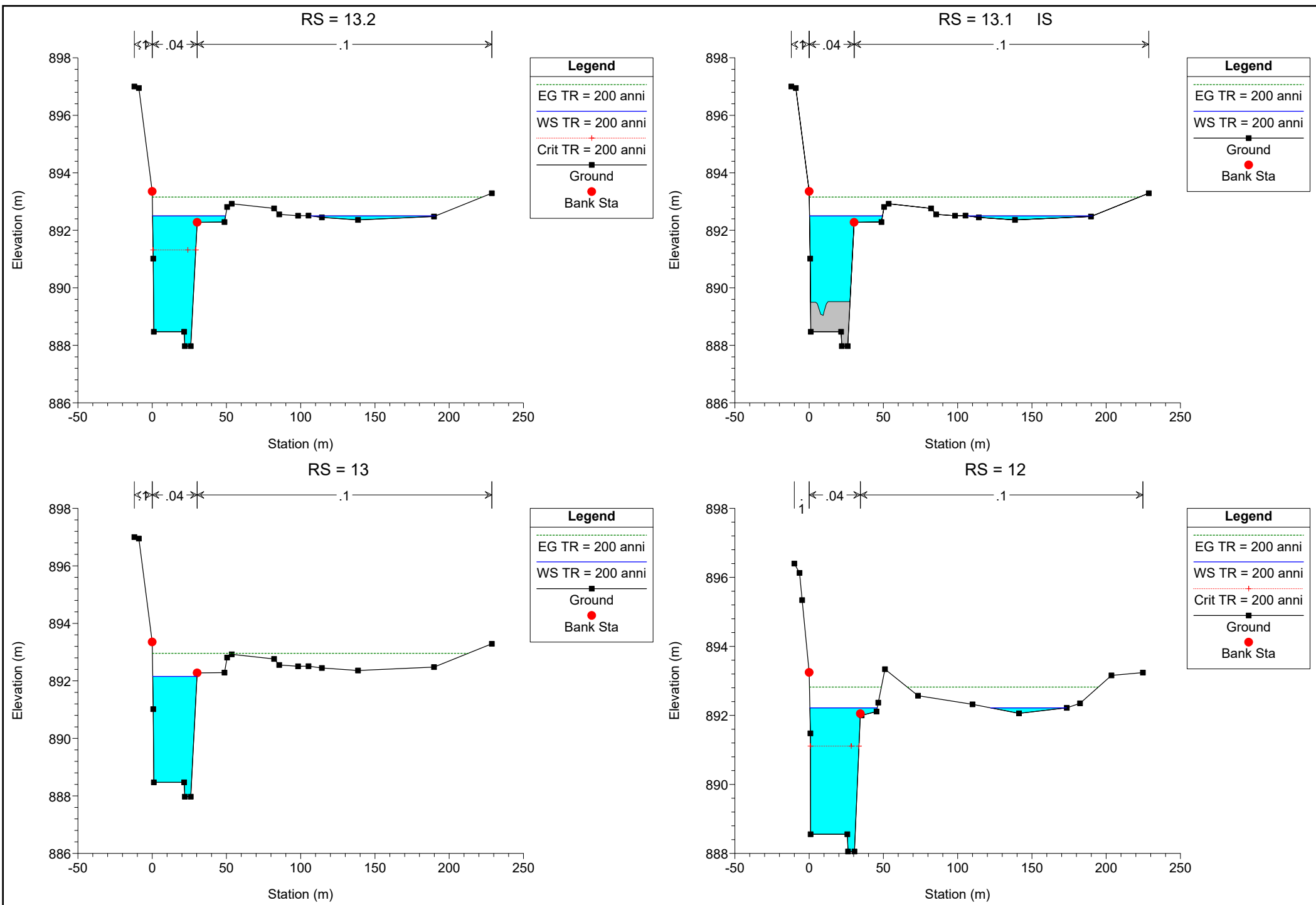
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 200 anni

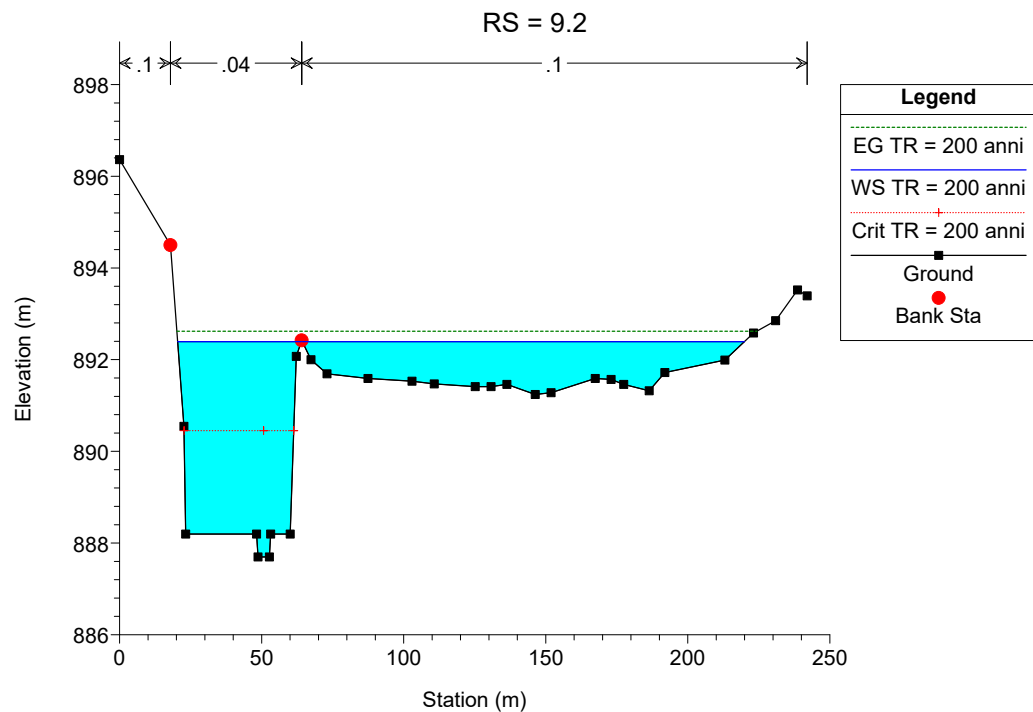
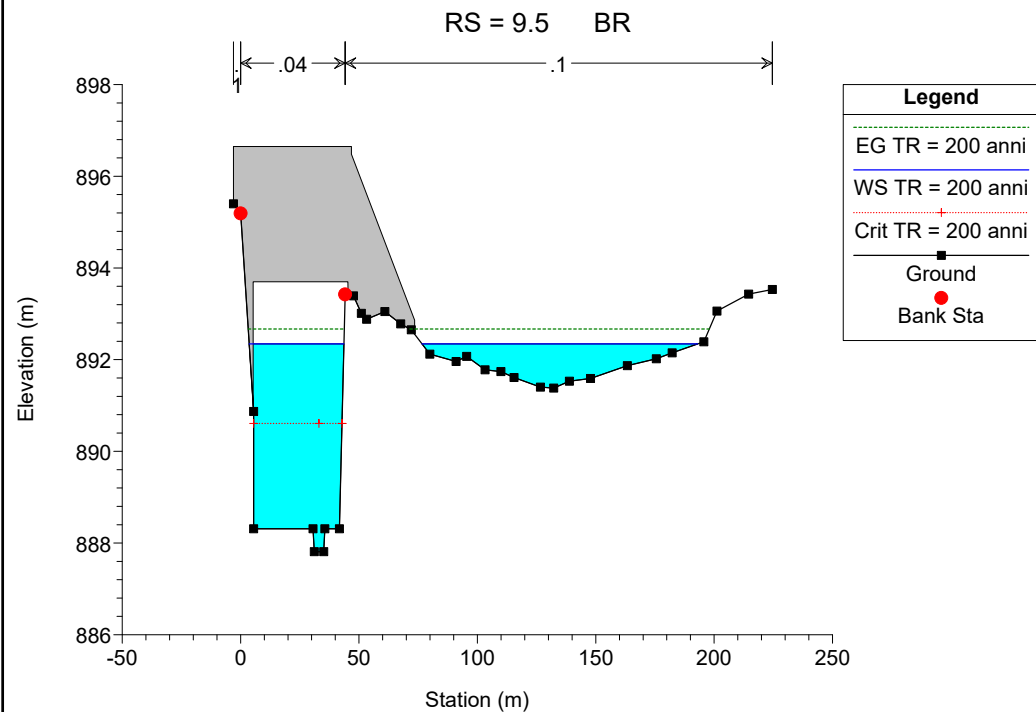
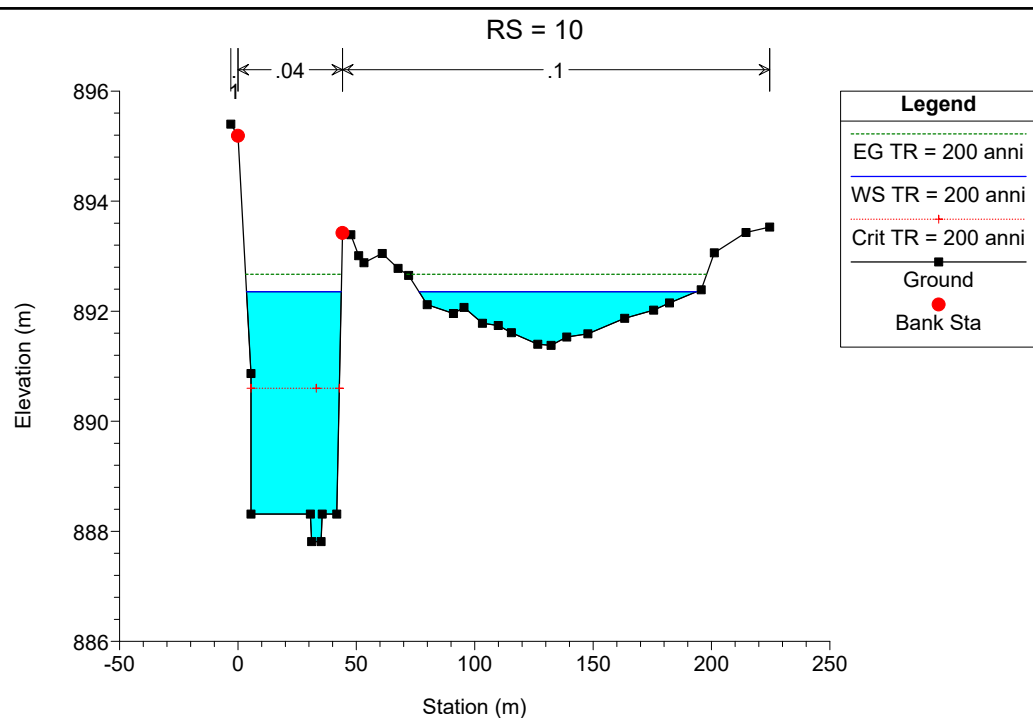
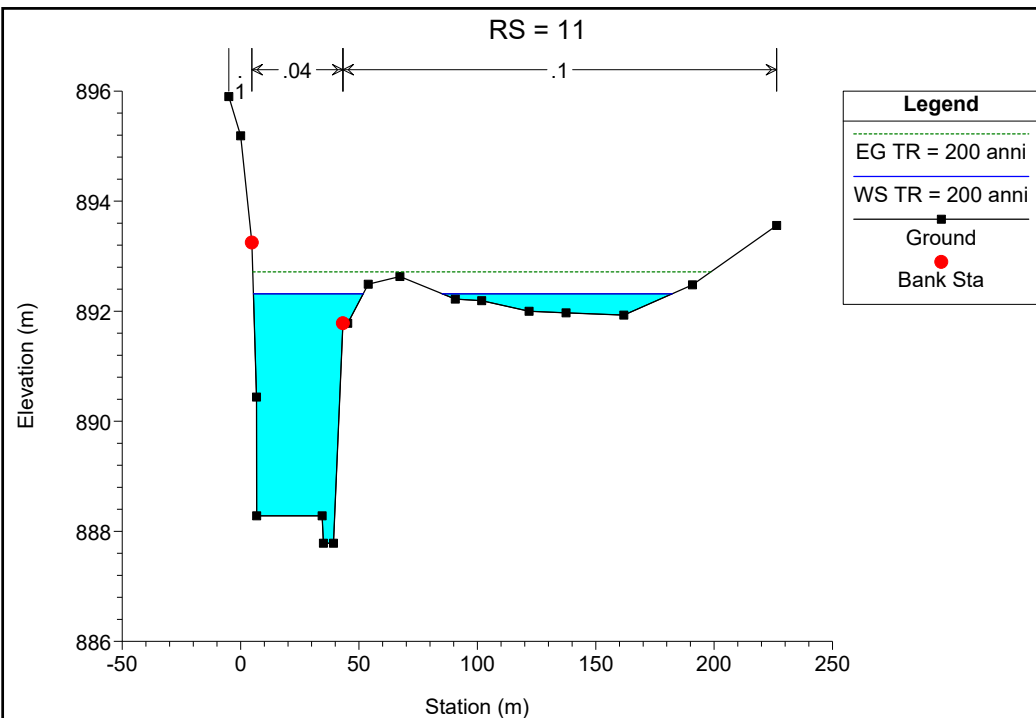
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	17	TR = 200 anni	412.00	900.87	903.34	903.46	904.31	0.017014	4.37	94.35	59.96	1.11
1	16	TR = 200 anni	412.00	896.16	898.43	898.55	899.43	0.017120	4.44	92.78	56.87	1.11
1	15.2	TR = 200 anni	412.00	891.48	896.69	896.11	897.19	0.004151	3.57	229.50	144.81	0.59
1	15.1	Inl Struct										
1	15	TR = 200 anni	412.00	891.48	896.62	896.11	897.16	0.004563	3.70	219.50	144.72	0.61
1	14.2	TR = 200 anni	412.00	888.45	894.03	893.97	894.44	0.003825	3.46	307.13	238.43	0.55
1	14.1	Inl Struct										
1	14	TR = 200 anni	412.00	888.45	893.86	893.86	894.42	0.004921	3.95	264.85	237.16	0.63
1	13.2	TR = 200 anni	412.00	887.97	892.50	891.32	893.16	0.004336	3.60	124.68	133.03	0.59
1	13.1	Inl Struct										
1	13	TR = 200 anni	412.00	887.97	892.16		892.96	0.005870	3.97	103.80	29.83	0.68
1	12	TR = 200 anni	412.00	888.06	892.22	891.11	892.82	0.004257	3.44	125.59	96.60	0.59
1	11	TR = 200 anni	412.00	887.78	892.32		892.72	0.002493	2.81	171.45	143.49	0.46
1	10	TR = 200 anni	412.00	887.81	892.35	890.60	892.67	0.002091	2.56	215.96	157.15	0.42
1	9.5	Bridge										
1	9.2	TR = 200 anni	412.00	887.70	892.39	890.45	892.62	0.001550	2.23	291.60	199.16	0.36
1	9.1	Inl Struct										
1	9	TR = 200 anni	412.00	887.70	891.56	890.45	892.05	0.003786	3.13	142.27	125.80	0.56
1	8.2	TR = 200 anni	412.00	885.70	891.58	889.20	891.87	0.001322	2.44	229.56	102.26	0.35
1	8.1	Inl Struct										
1	8	TR = 200 anni	412.00	885.70	891.27		891.61	0.001713	2.65	199.20	91.01	0.40
1	7	TR = 200 anni	412.00	887.09	890.71	890.71	891.45	0.011676	3.91	125.94	99.01	0.93
1	6	TR = 200 anni	412.00	884.47	887.62	887.74	888.57	0.017148	4.31	95.69	61.79	1.10
1	5	TR = 200 anni	452.00	881.69	884.38	884.38	885.20	0.013945	3.99	113.36	73.62	1.01
1	4	TR = 200 anni	452.00	878.27	881.22	881.33	882.16	0.015669	4.32	110.88	80.33	1.07
1	3	TR = 200 anni	452.00	877.10	880.12	880.00	880.88	0.010582	4.08	137.86	74.41	0.92
1	2	TR = 200 anni	452.00	875.20	879.18	878.13	879.61	0.003309	2.93	163.65	65.85	0.54
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 200 anni	452.00	875.20	877.56	878.06	879.36	0.029600	5.93	76.17	45.54	1.47

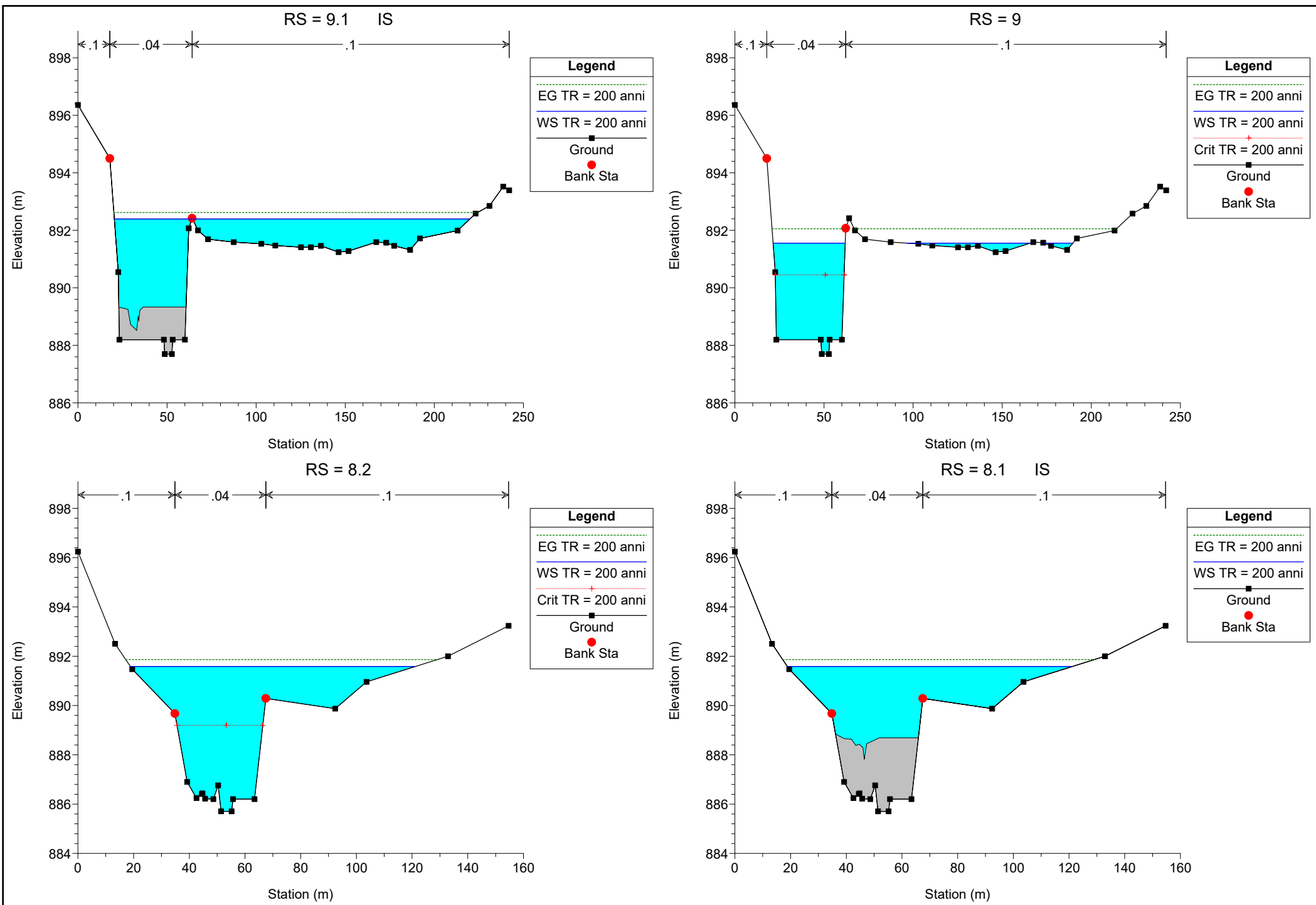


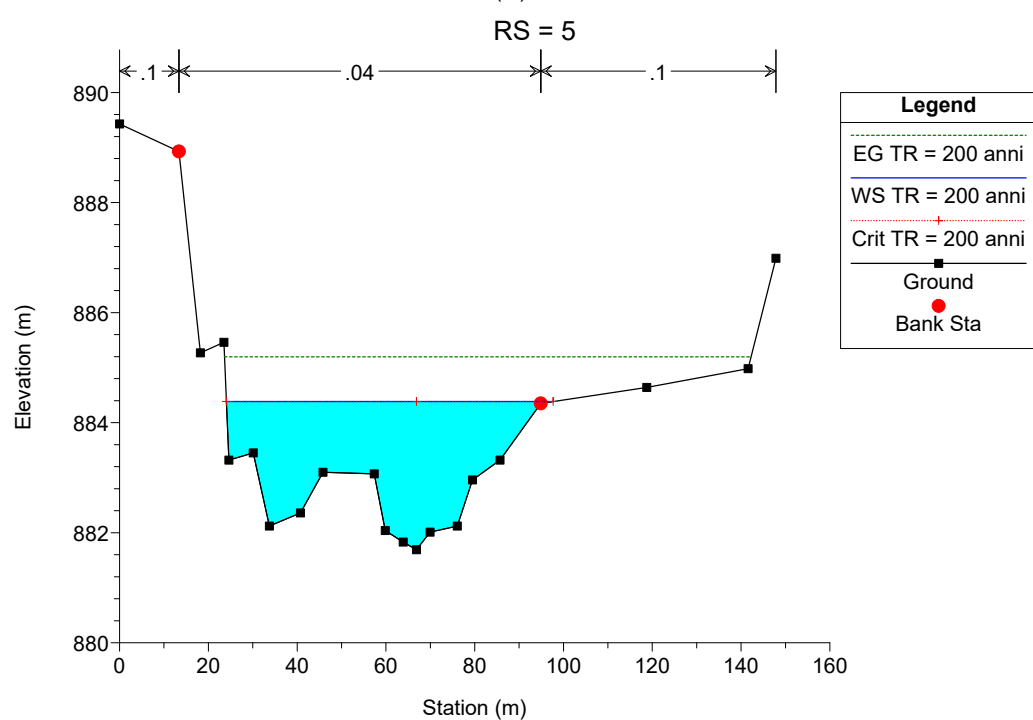
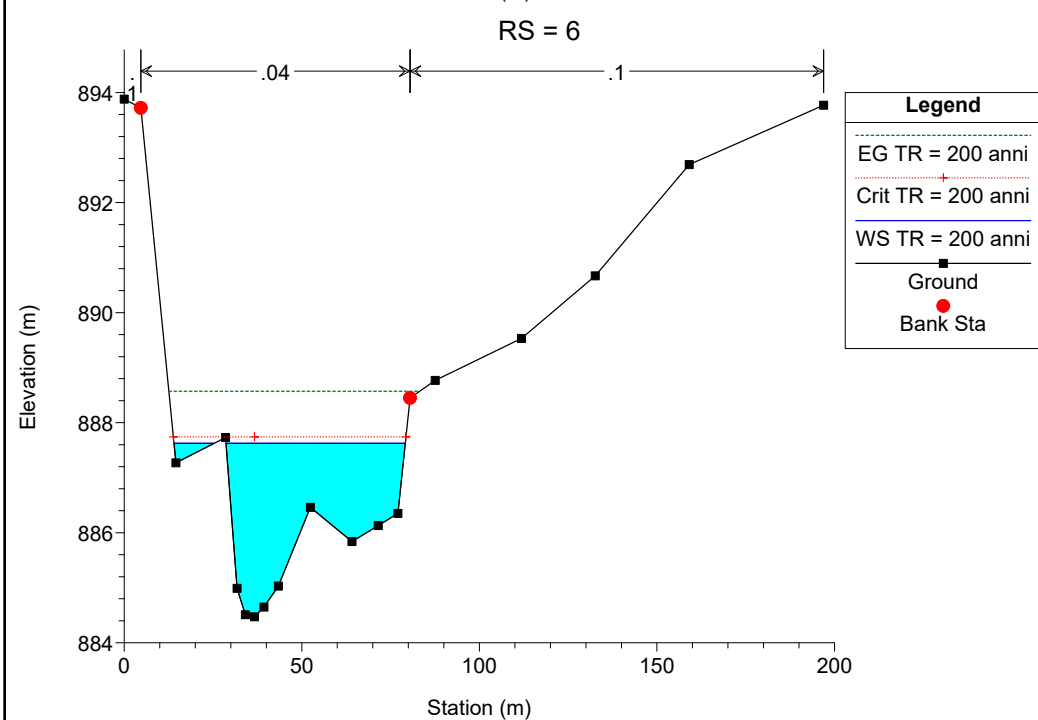
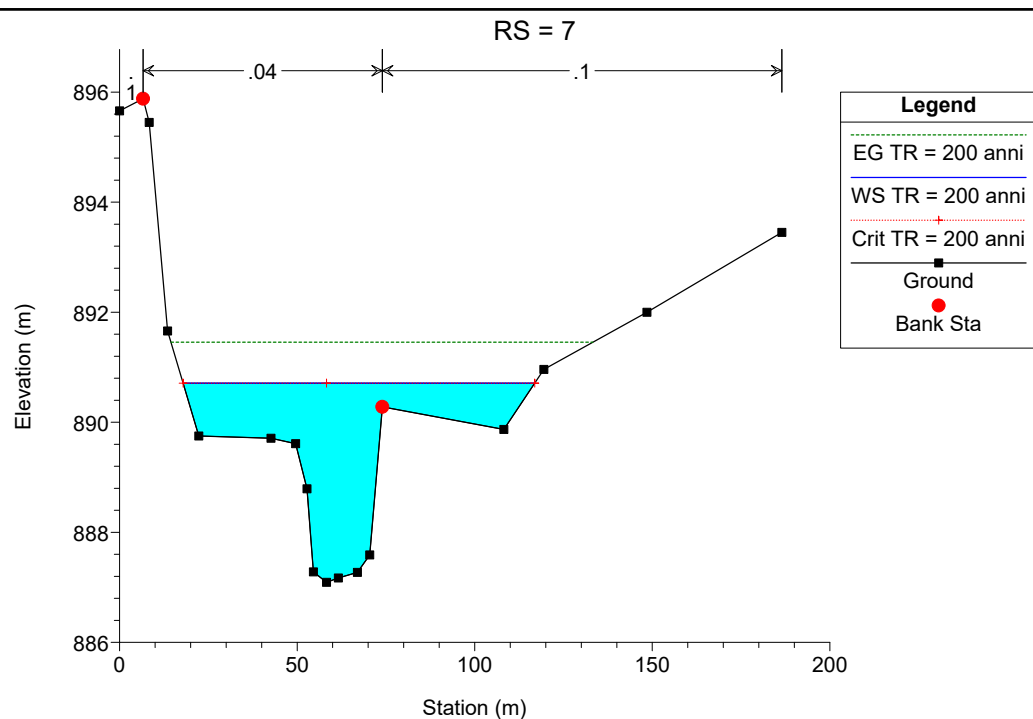
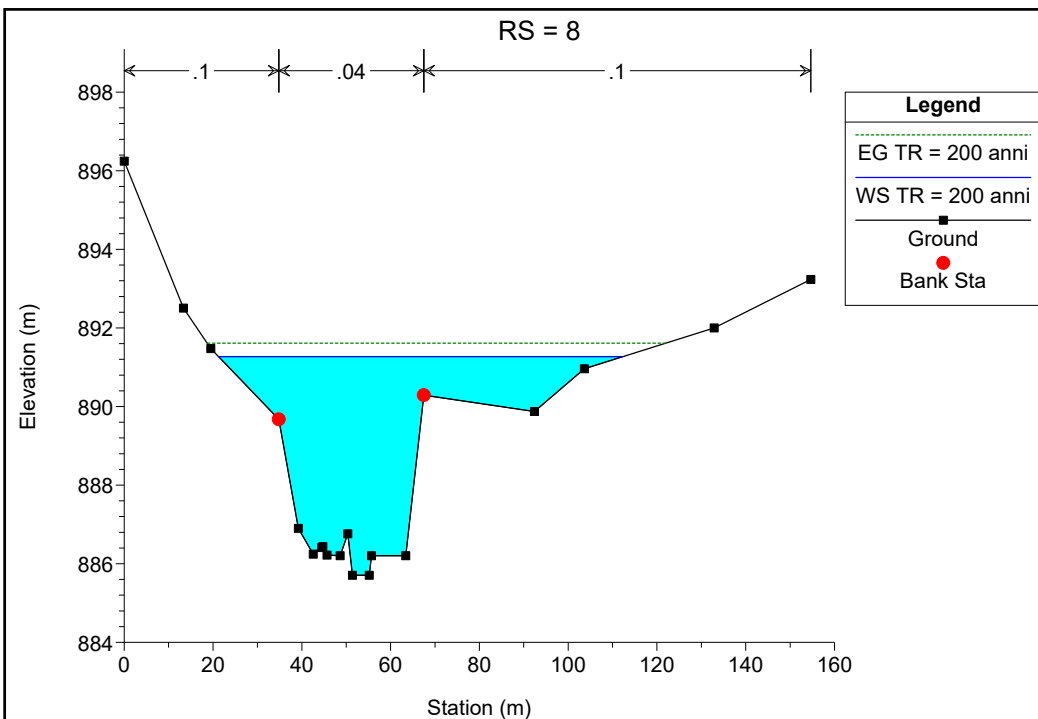


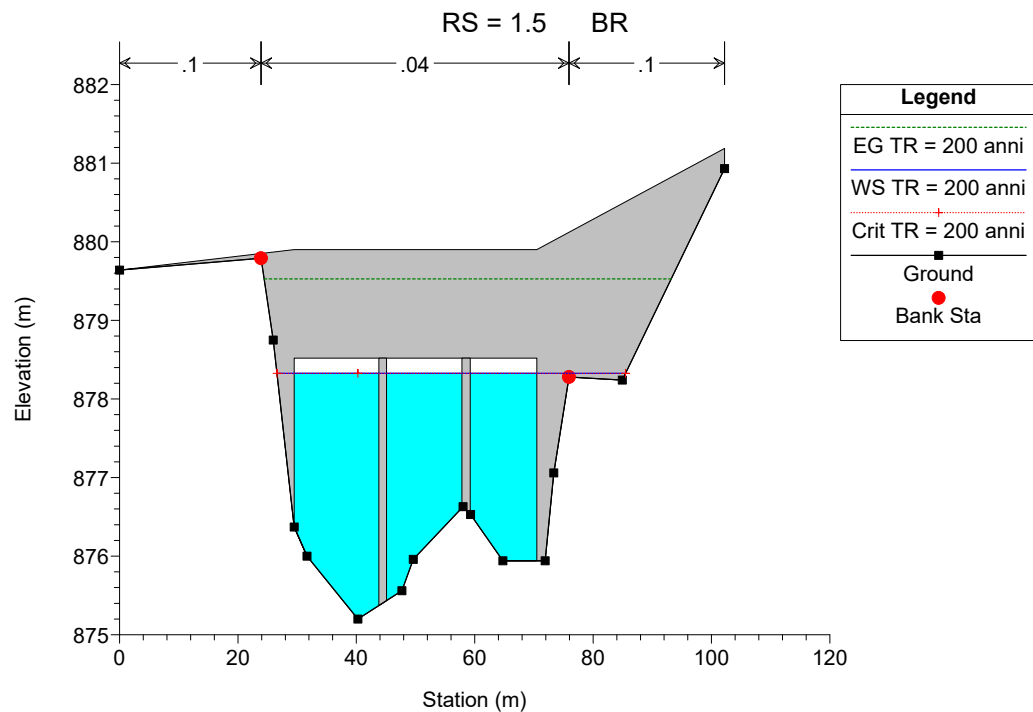
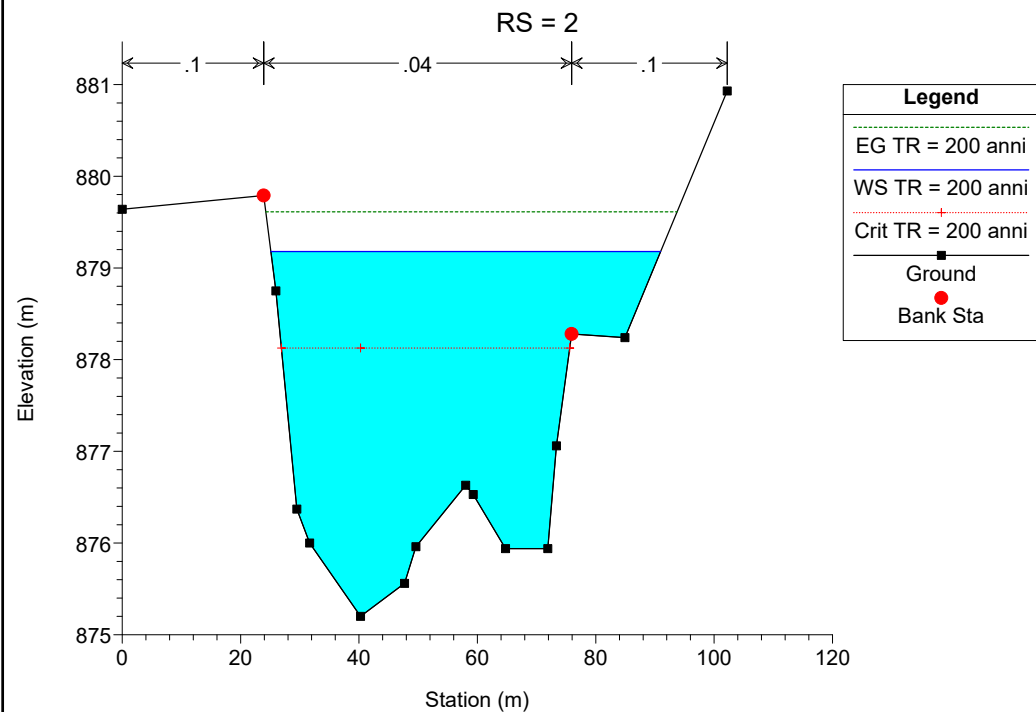
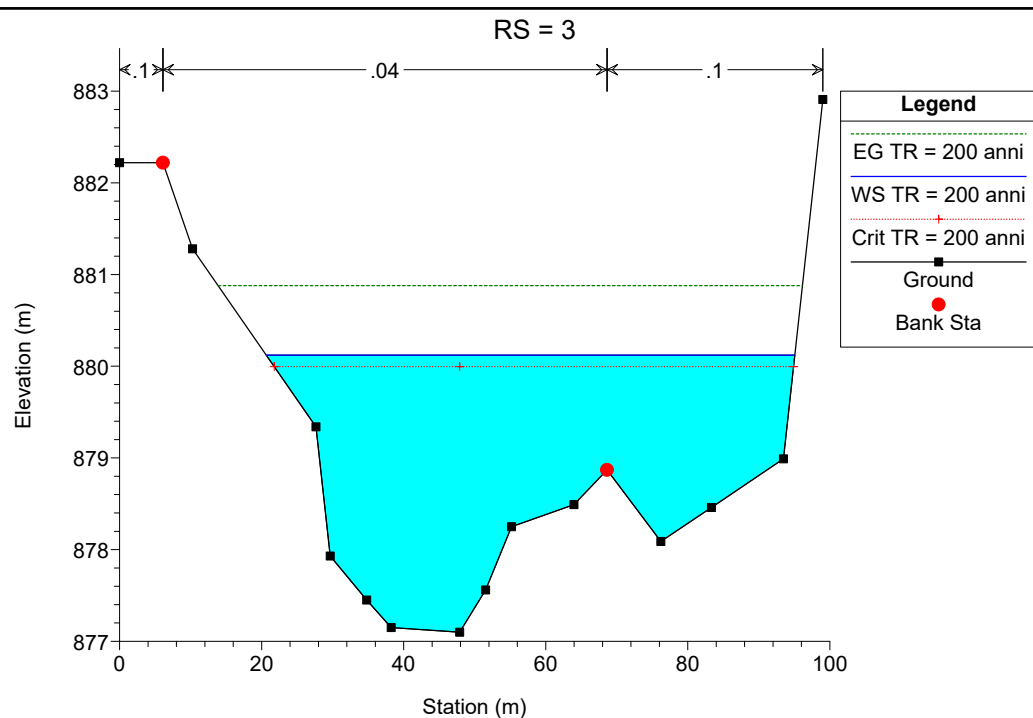
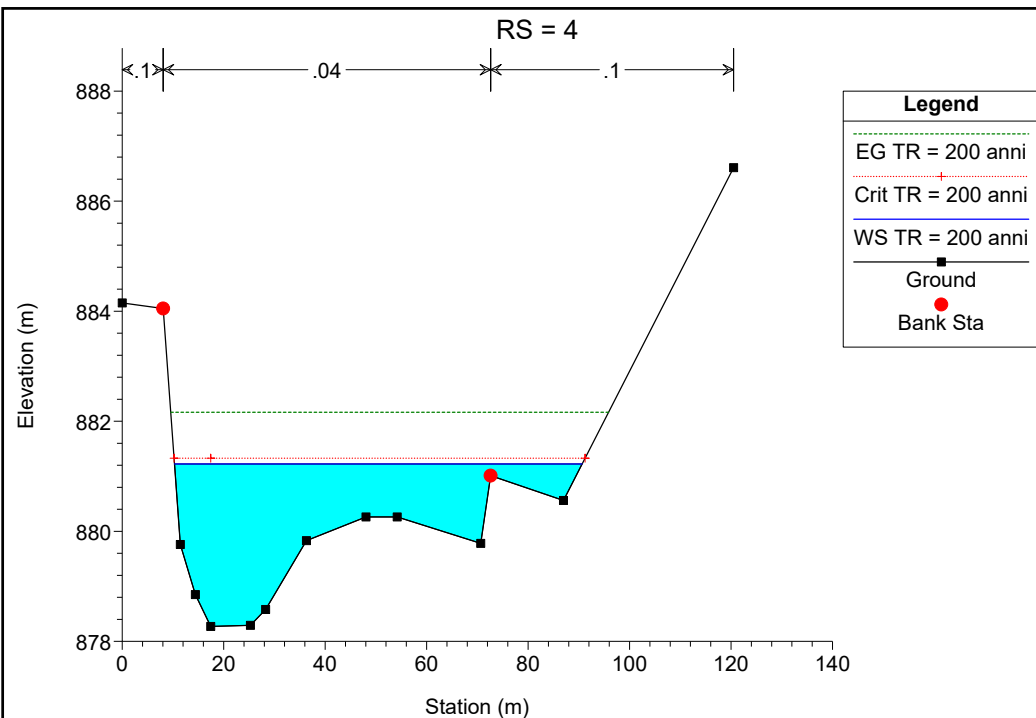


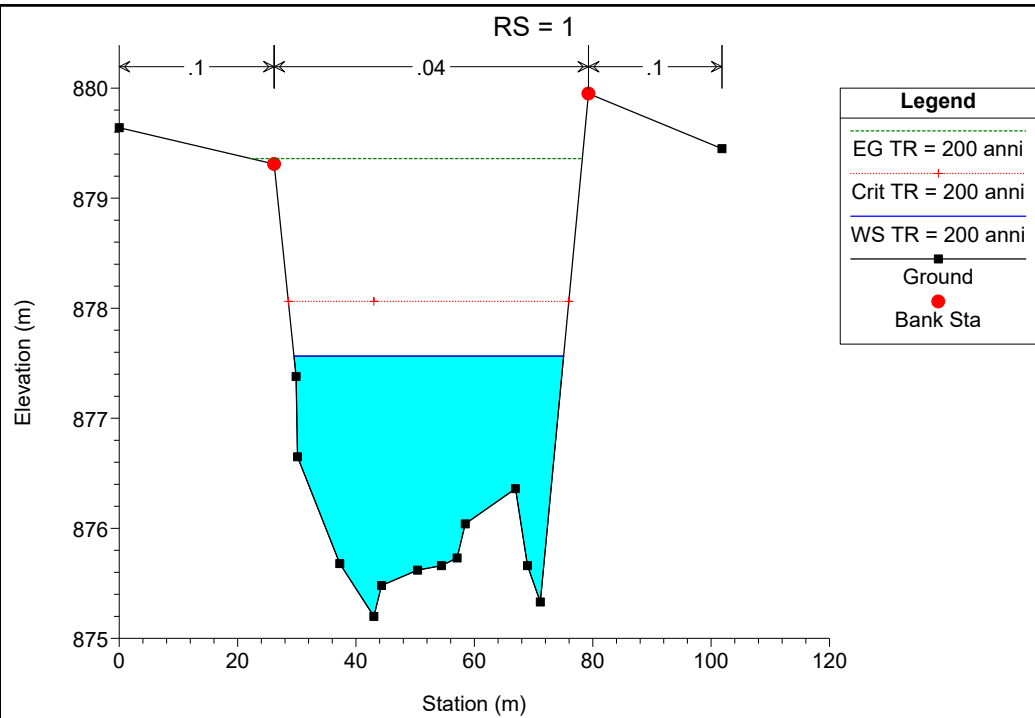








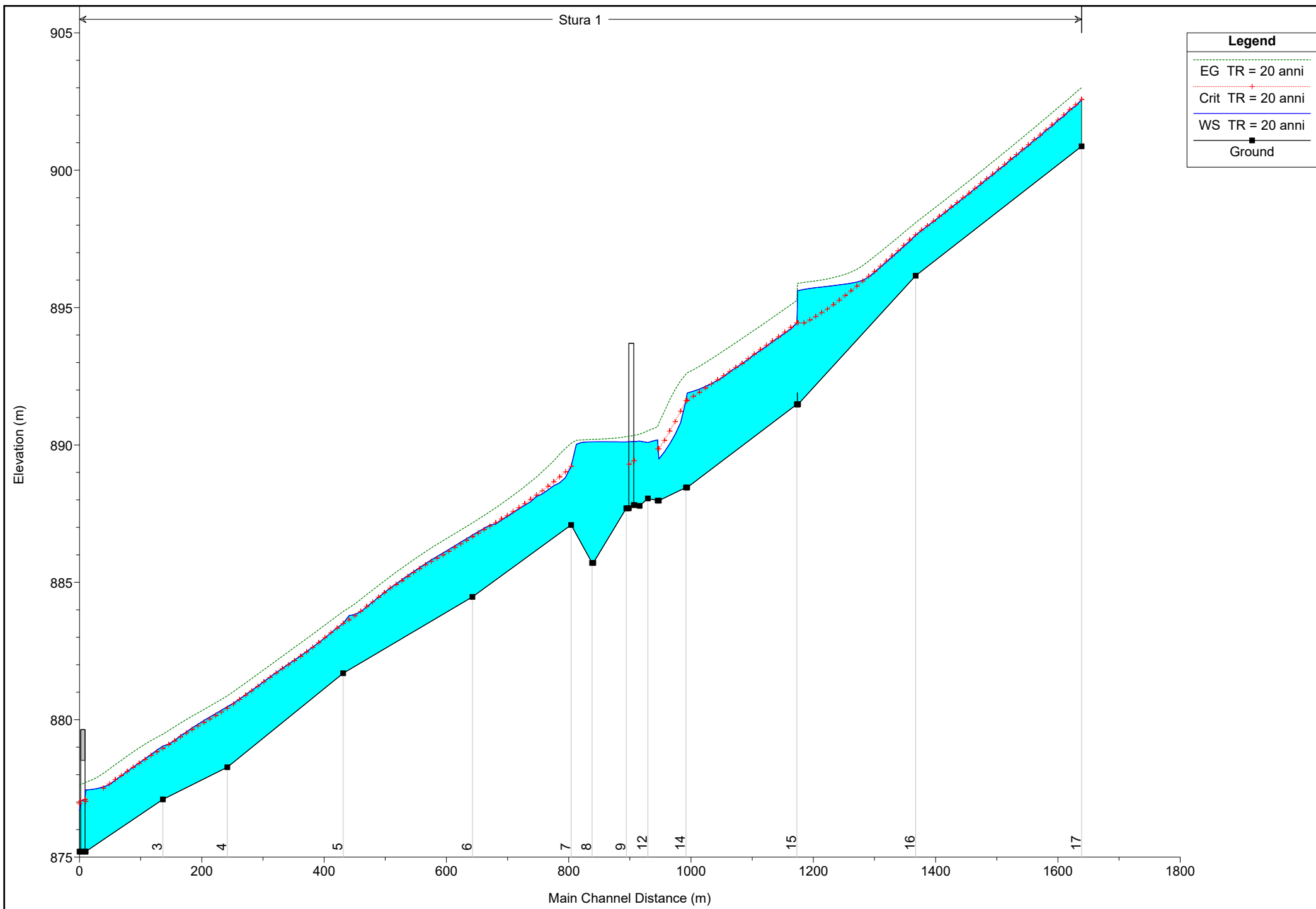


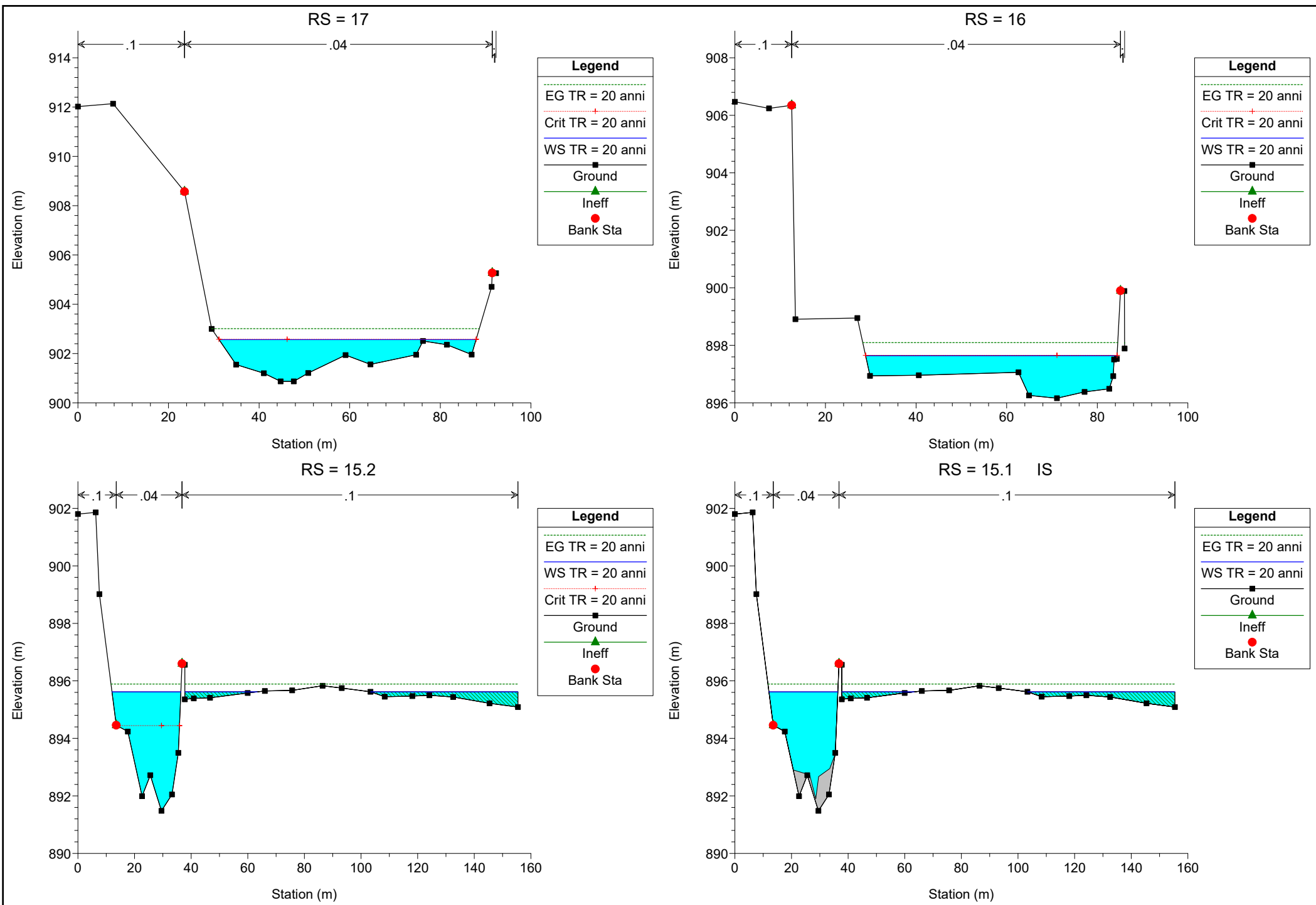


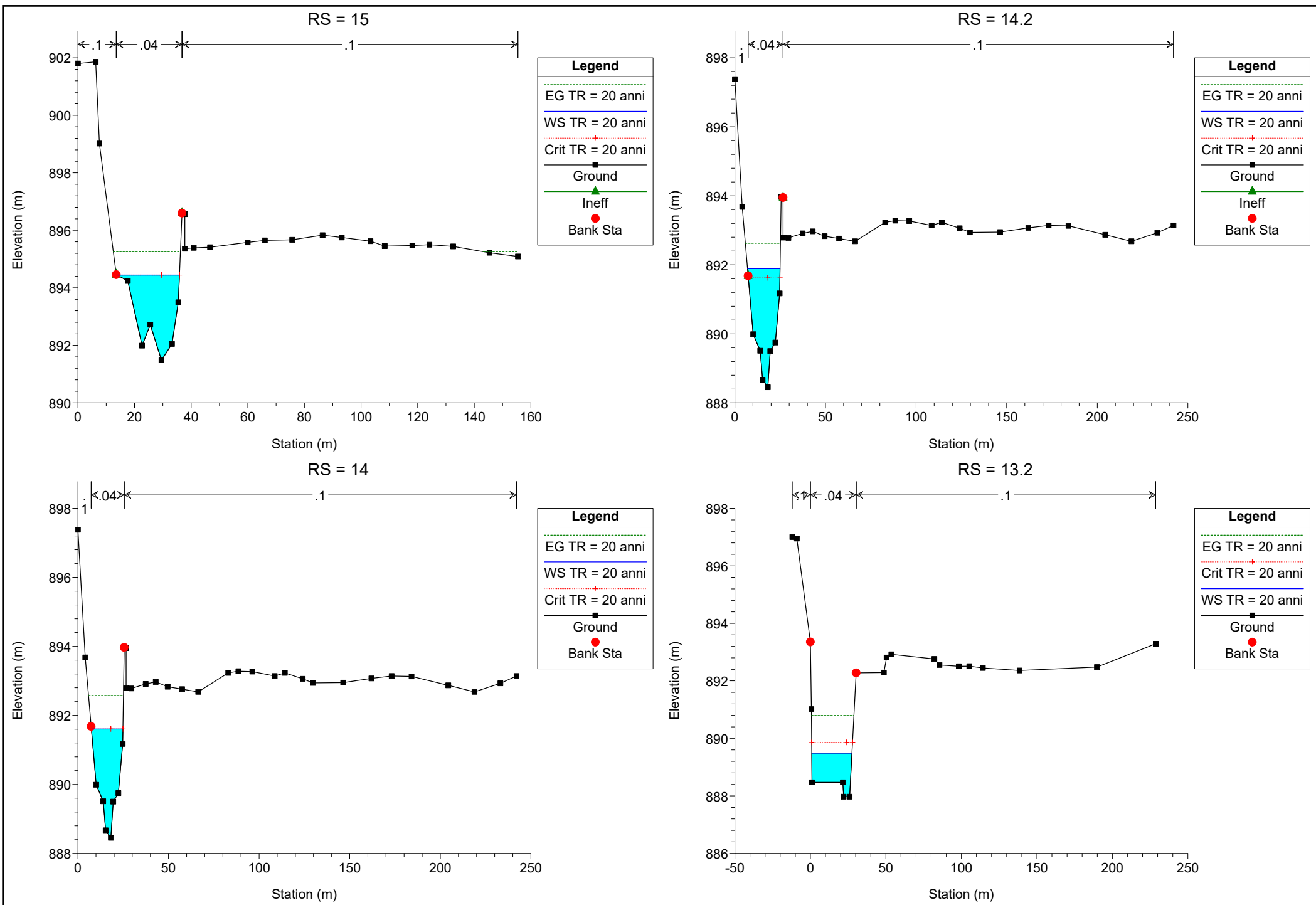
	SIMULAZIONE 11		
	SITUAZIONE AL LOTTO 1b – IPOTESI 2		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	145	159	20

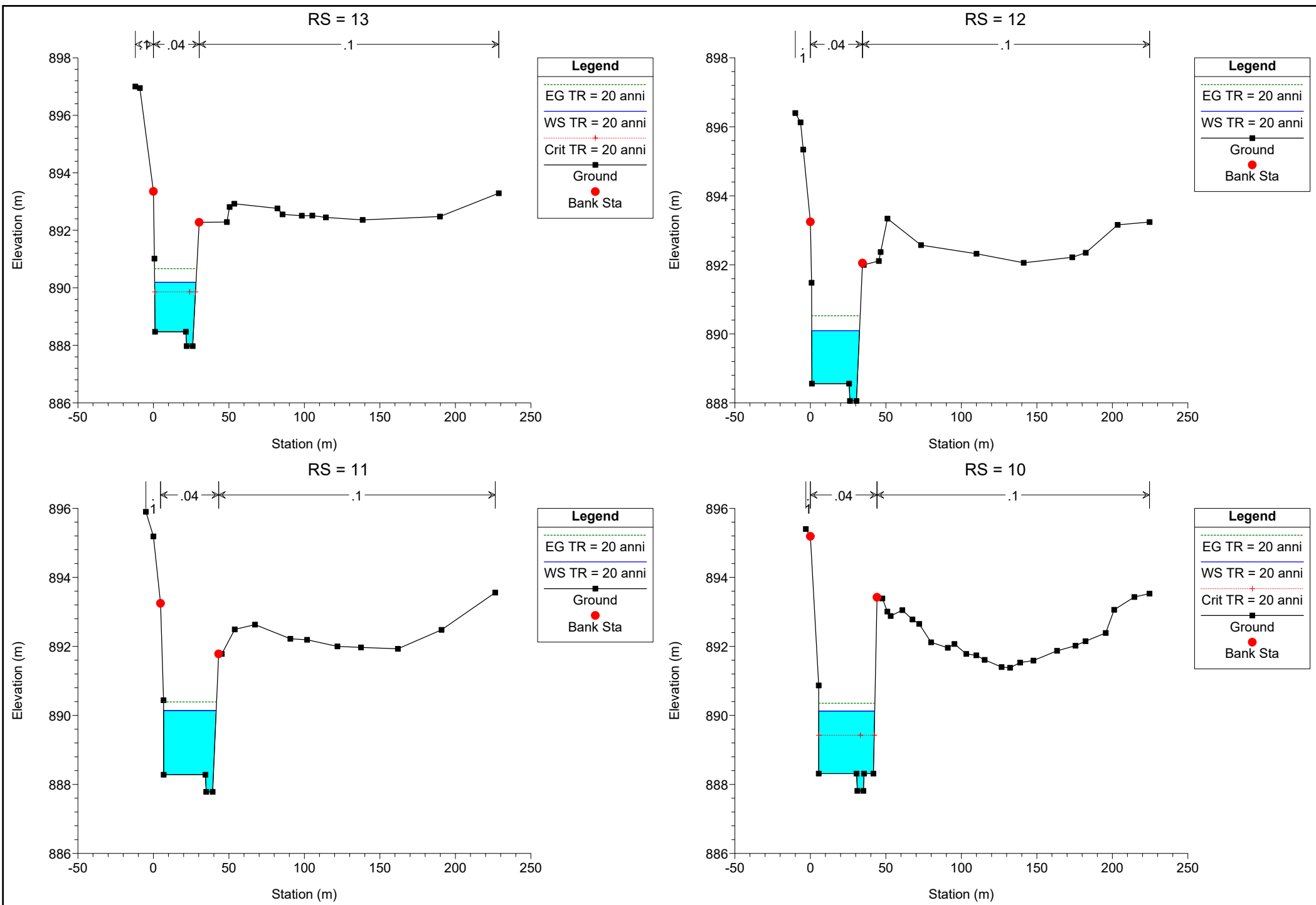
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 20 anni

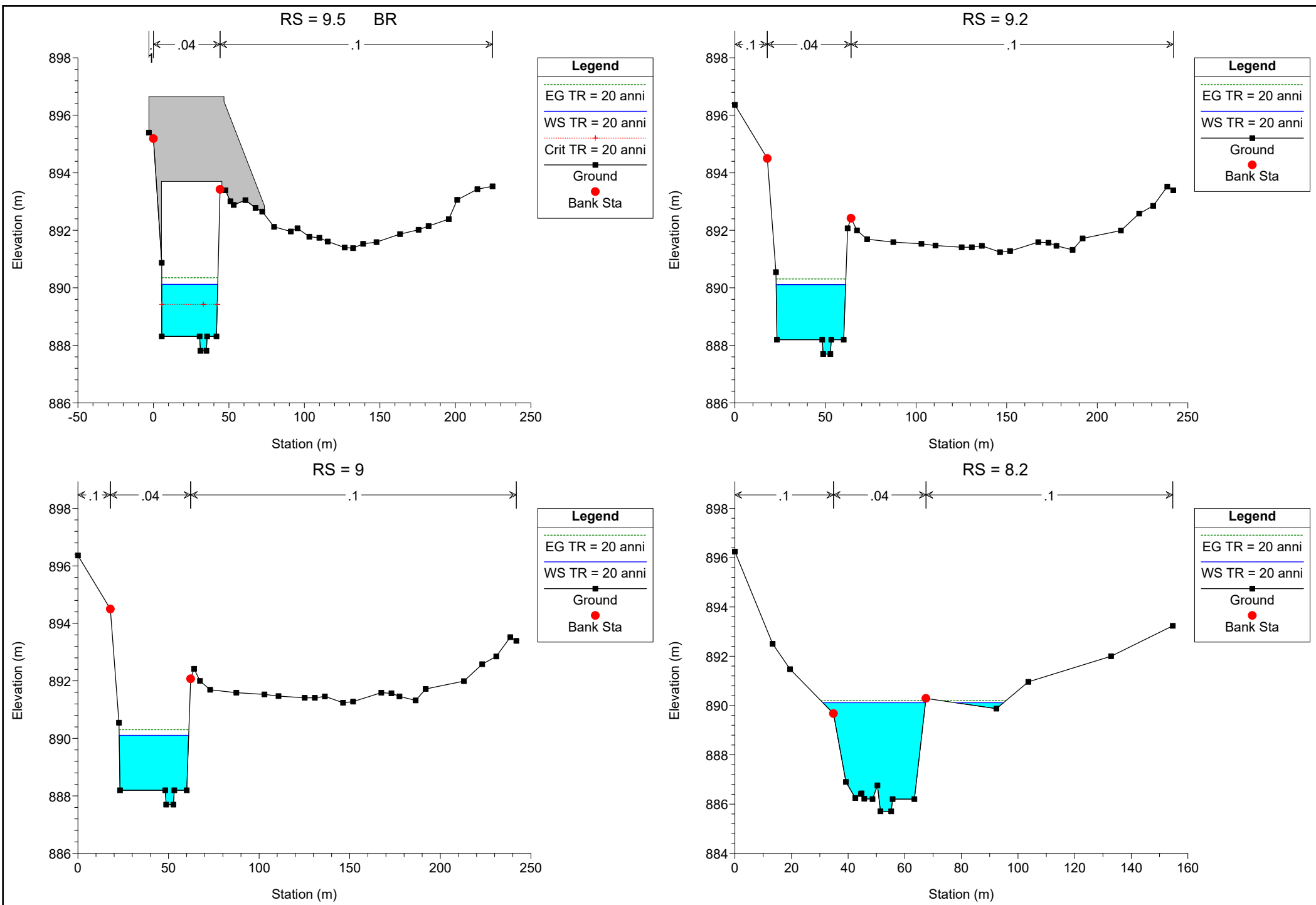
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 20 anni	145.00	900.87	902.57	902.58	903.01	0.017001	2.95	49.21	56.75	1.01
1	16	TR = 20 anni	145.00	896.16	897.64	897.65	898.09	0.017346	2.98	48.65	55.50	1.02
1	15.2	TR = 20 anni	145.00	891.48	895.62	894.44	895.89	0.002552	2.30	63.67	101.90	0.44
1	15.1		Inl Struct									
1	15	TR = 20 anni	145.00	891.48	894.44	894.44	895.26	0.014655	4.00	36.27	22.02	0.99
1	14.2	TR = 20 anni	145.00	888.45	891.89	891.62	892.62	0.009460	3.79	38.30	17.96	0.82
1	14	TR = 20 anni	145.00	888.45	891.61	891.61	892.58	0.014651	4.36	33.26	17.41	1.01
1	13.2	TR = 20 anni	145.00	887.97	889.49	889.86	890.80	0.040550	5.07	28.59	26.59	1.56
1	13	TR = 20 anni	145.00	887.97	890.19	889.86	890.66	0.008049	3.05	47.55	27.40	0.74
1	12	TR = 20 anni	145.00	888.06	890.09		890.52	0.008233	2.91	49.76	31.67	0.74
1	11	TR = 20 anni	145.00	887.78	890.14		890.39	0.003818	2.22	65.24	34.81	0.52
1	10	TR = 20 anni	145.00	887.81	890.13	889.42	890.35	0.003512	2.11	68.75	37.10	0.49
1	9.5		Bridge									
1	9.2	TR = 20 anni	145.00	887.70	890.11		890.31	0.002789	1.95	74.34	38.37	0.45
1	9	TR = 20 anni	145.00	887.70	890.11		890.30	0.002820	1.96	74.09	38.36	0.45
1	8.2	TR = 20 anni	145.00	885.70	890.11		890.20	0.000617	1.31	113.02	53.20	0.23
1	8	TR = 20 anni	145.00	885.70	890.11		890.20	0.000618	1.32	112.94	53.10	0.23
1	7	TR = 20 anni	145.00	887.09	889.23	889.23	890.06	0.014251	4.04	35.85	21.55	1.00
1	6	TR = 20 anni	145.00	884.47	886.72	886.66	887.16	0.013650	2.94	49.35	47.97	0.92
1	5	TR = 20 anni	159.00	881.69	883.51	883.50	883.94	0.016619	2.91	54.61	62.83	1.00
1	4	TR = 20 anni	159.00	878.27	880.48	880.41	880.87	0.013561	2.77	57.37	60.89	0.91
1	3	TR = 20 anni	159.00	877.10	879.04	878.96	879.47	0.010917	2.99	63.19	65.47	0.86
1	2	TR = 20 anni	159.00	875.20	877.44	877.03	877.72	0.005493	2.35	67.59	46.27	0.62
1	1.5		Bridge									
1	1	TR = 20 anni	159.00	875.20	876.70	876.94	877.60	0.035119	4.22	37.70	43.44	1.45

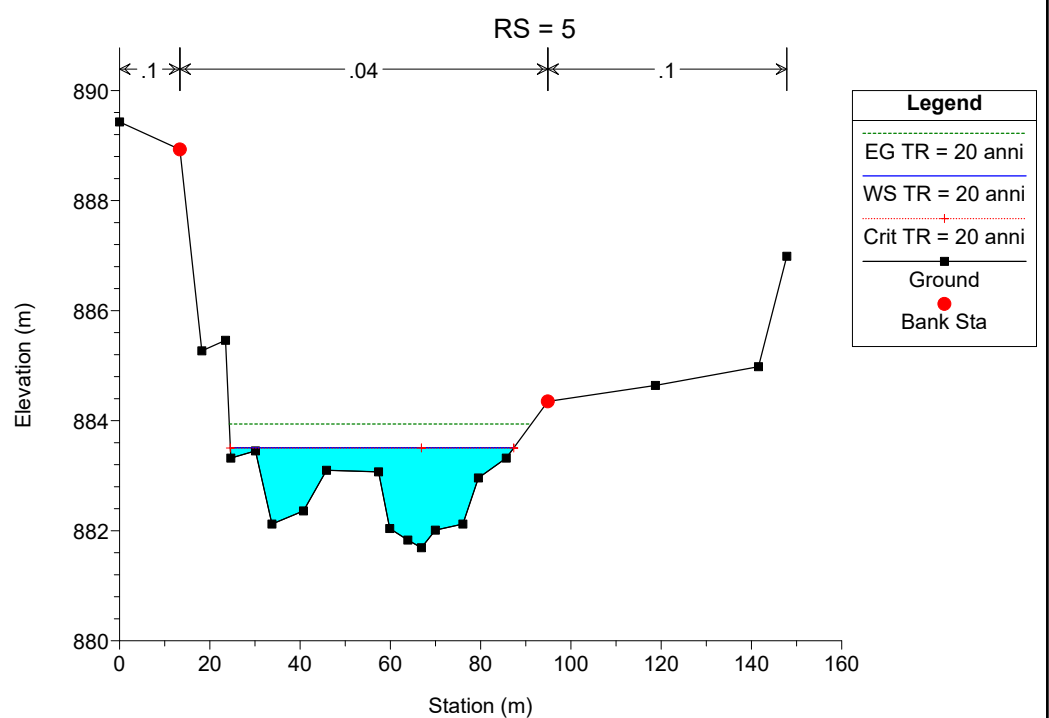
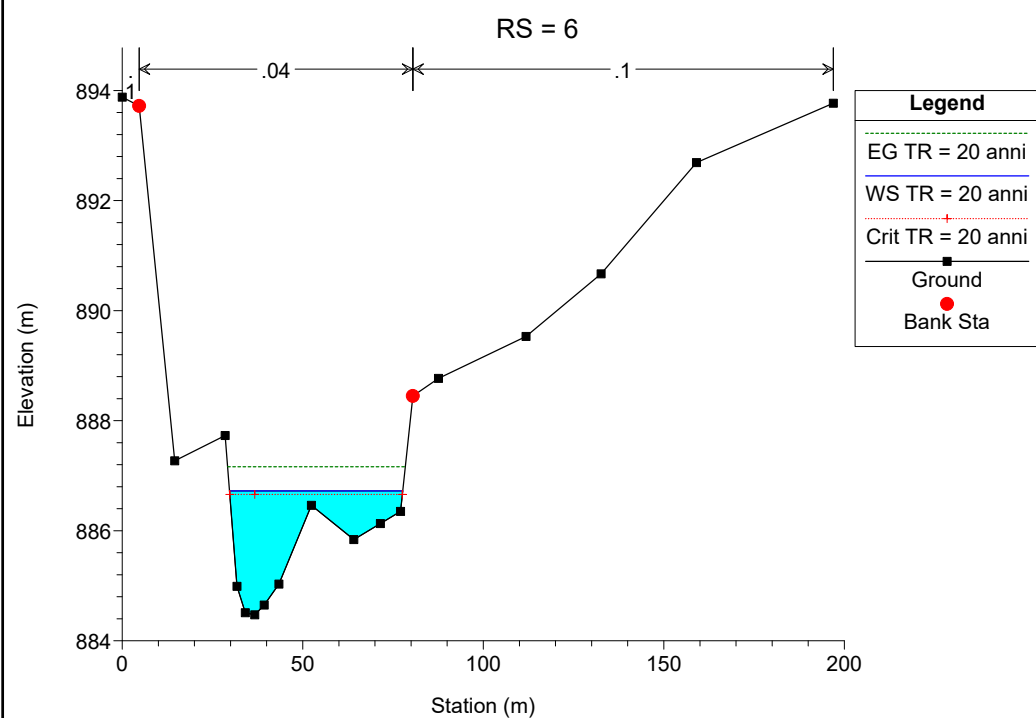
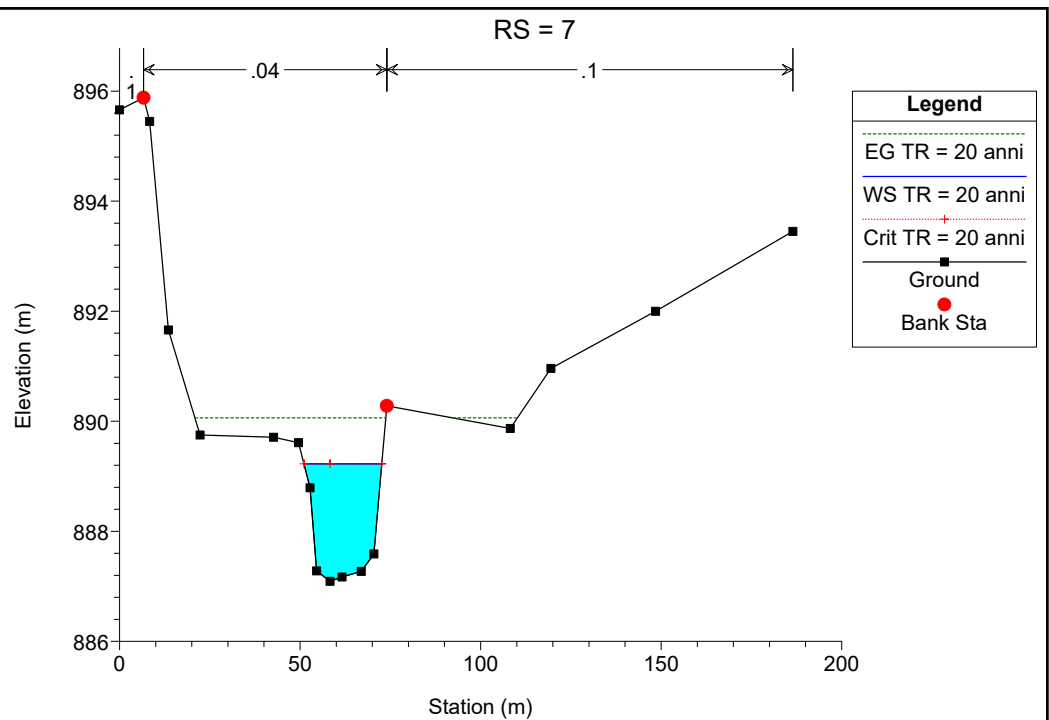
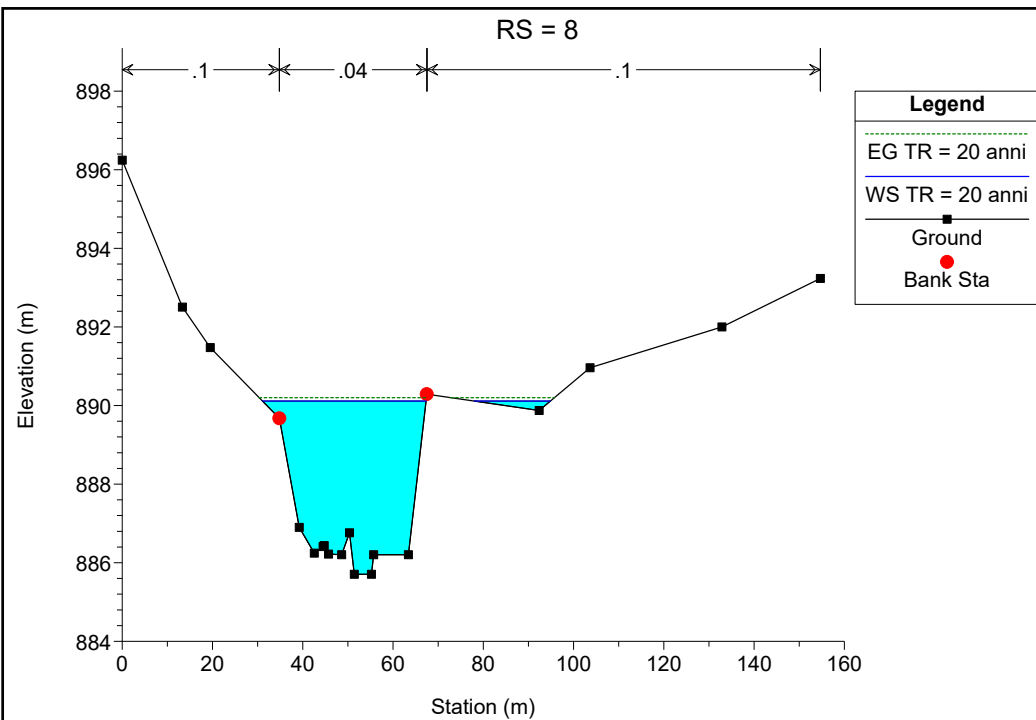


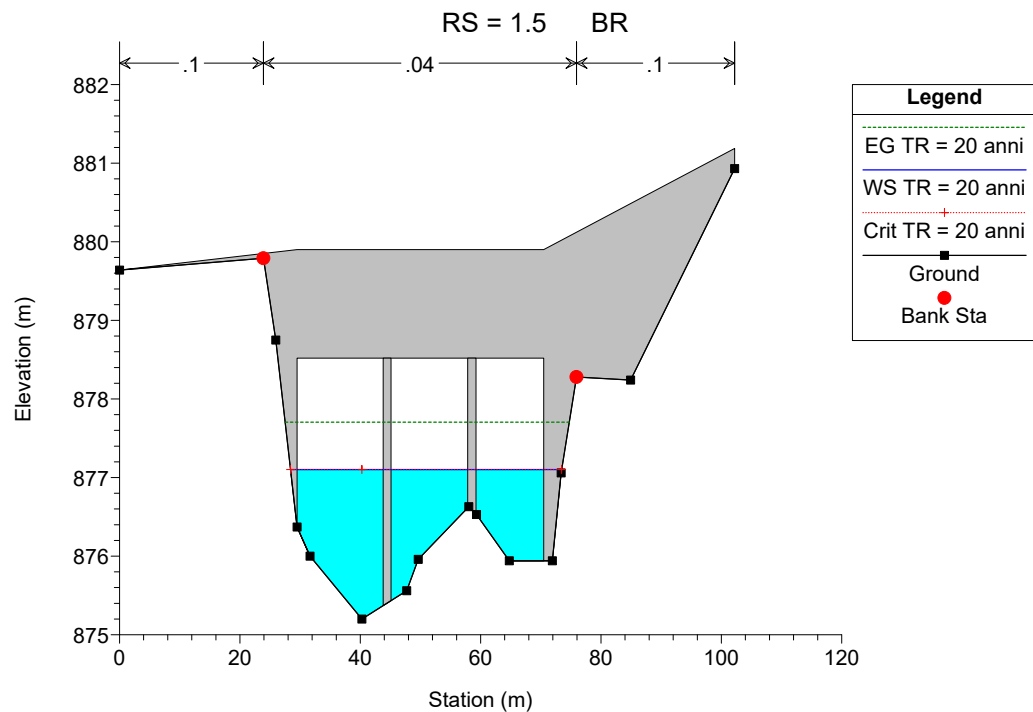
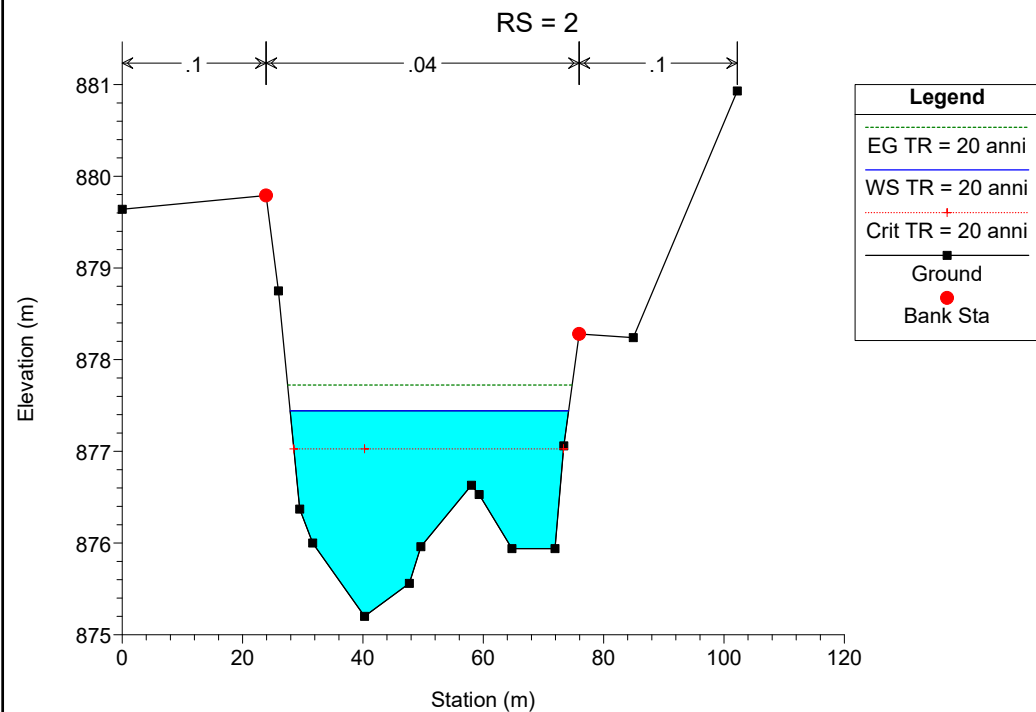
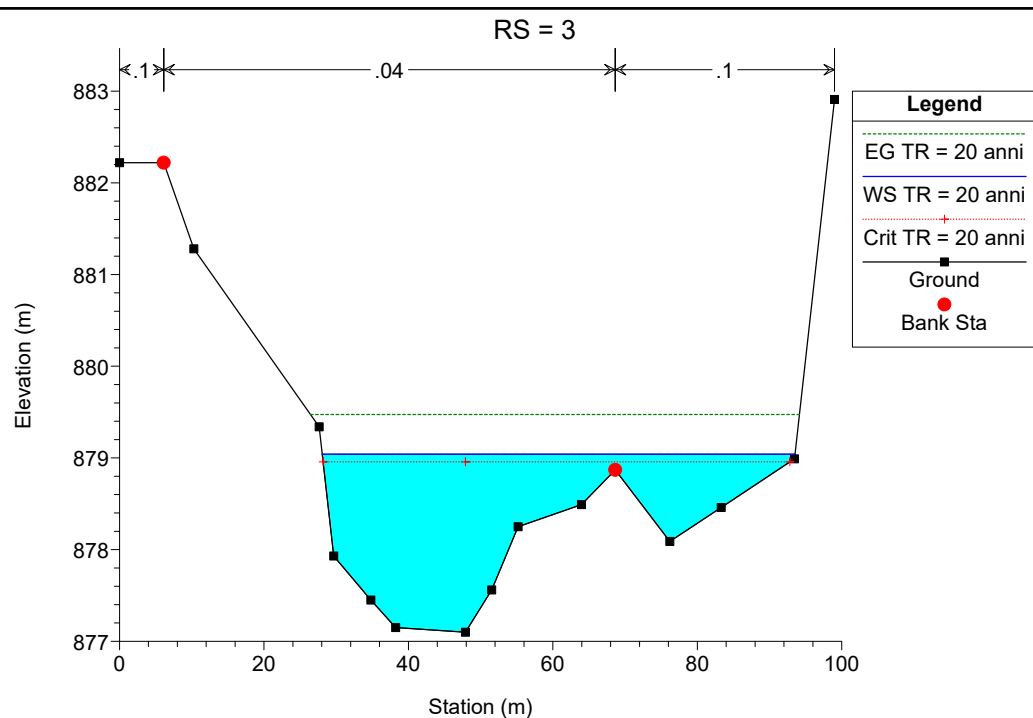
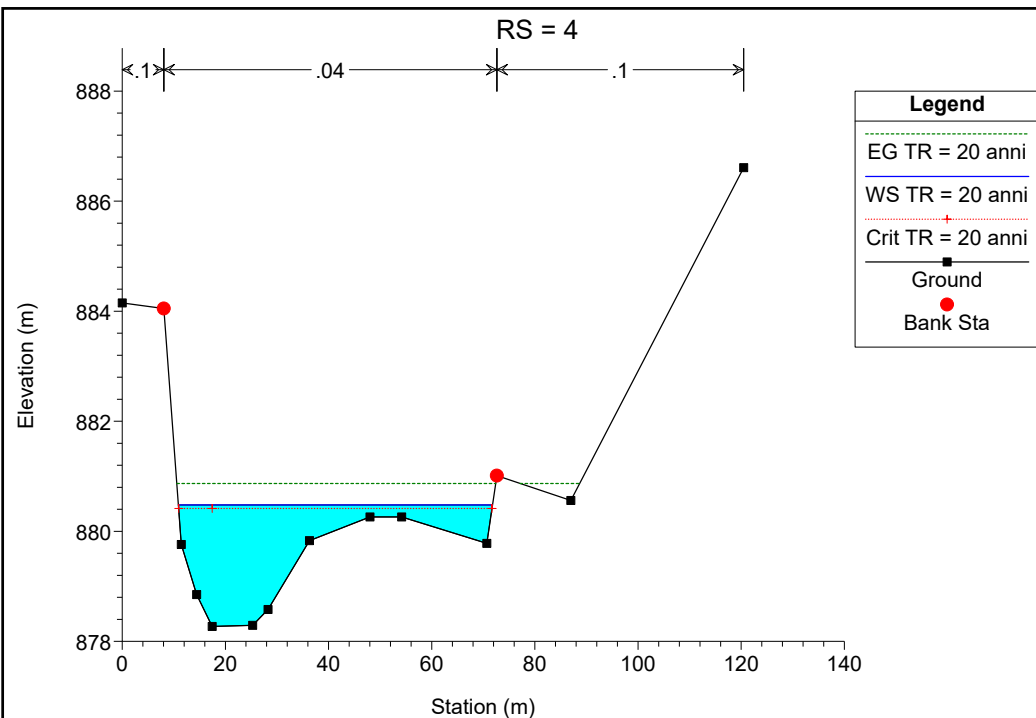


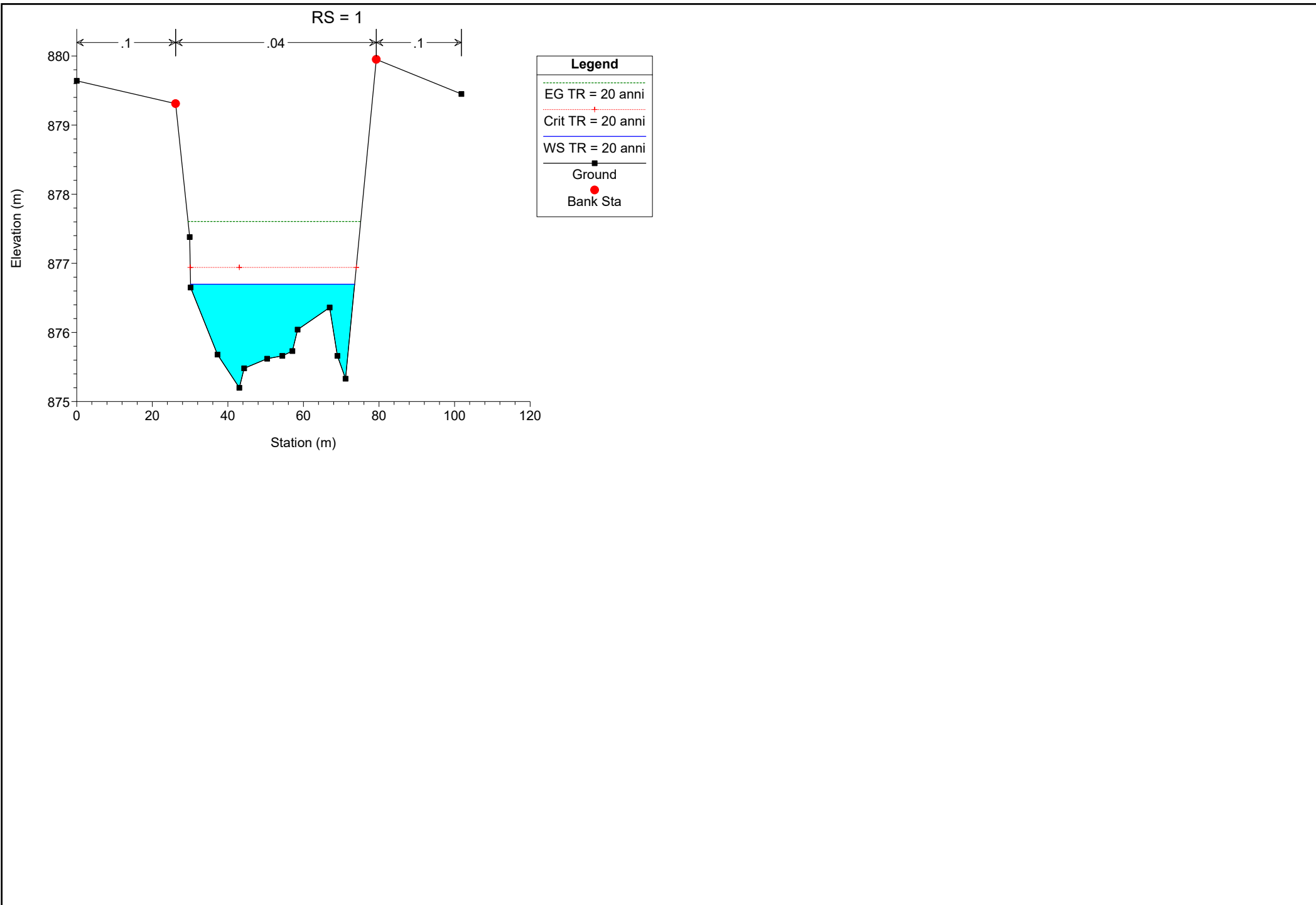








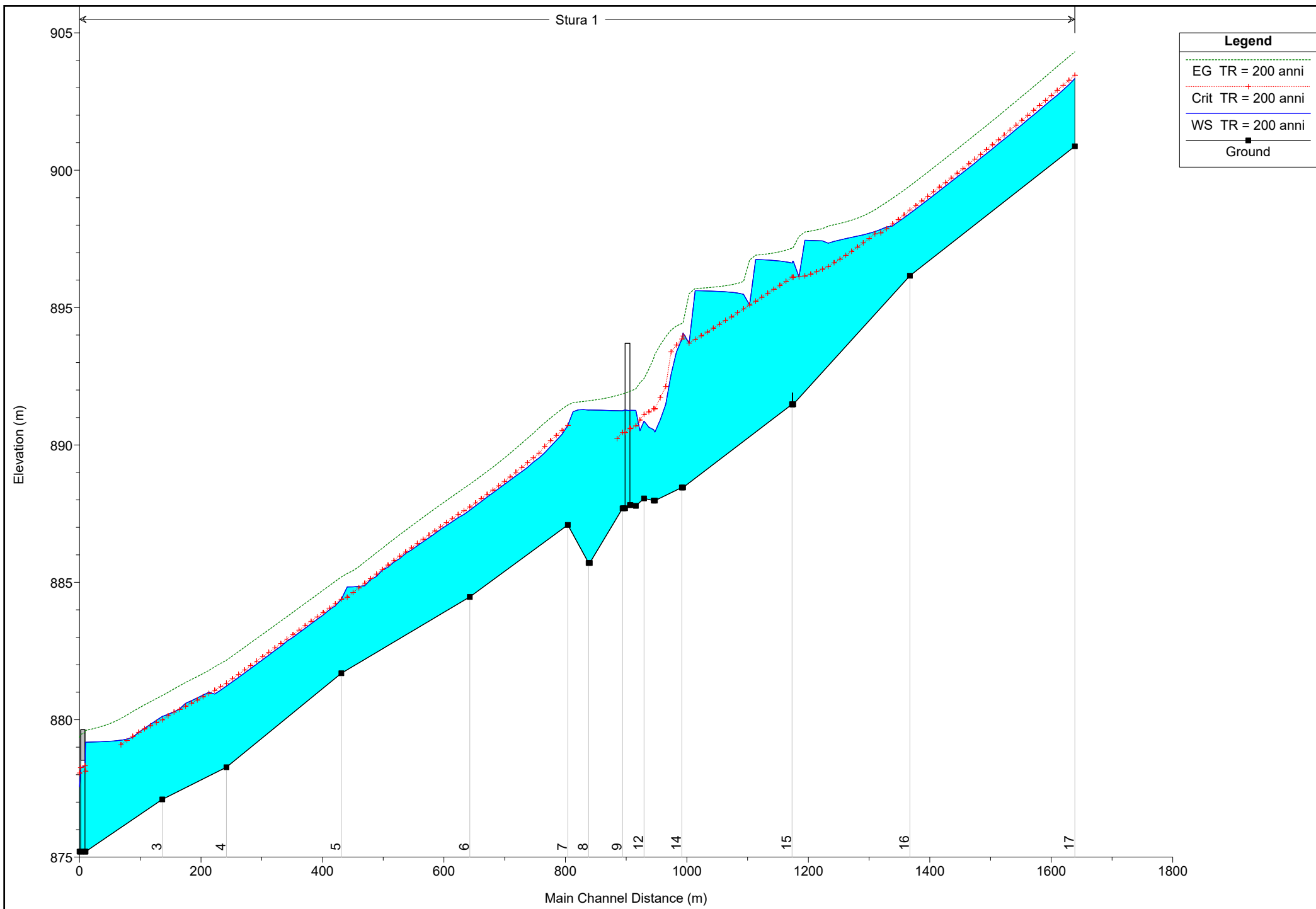


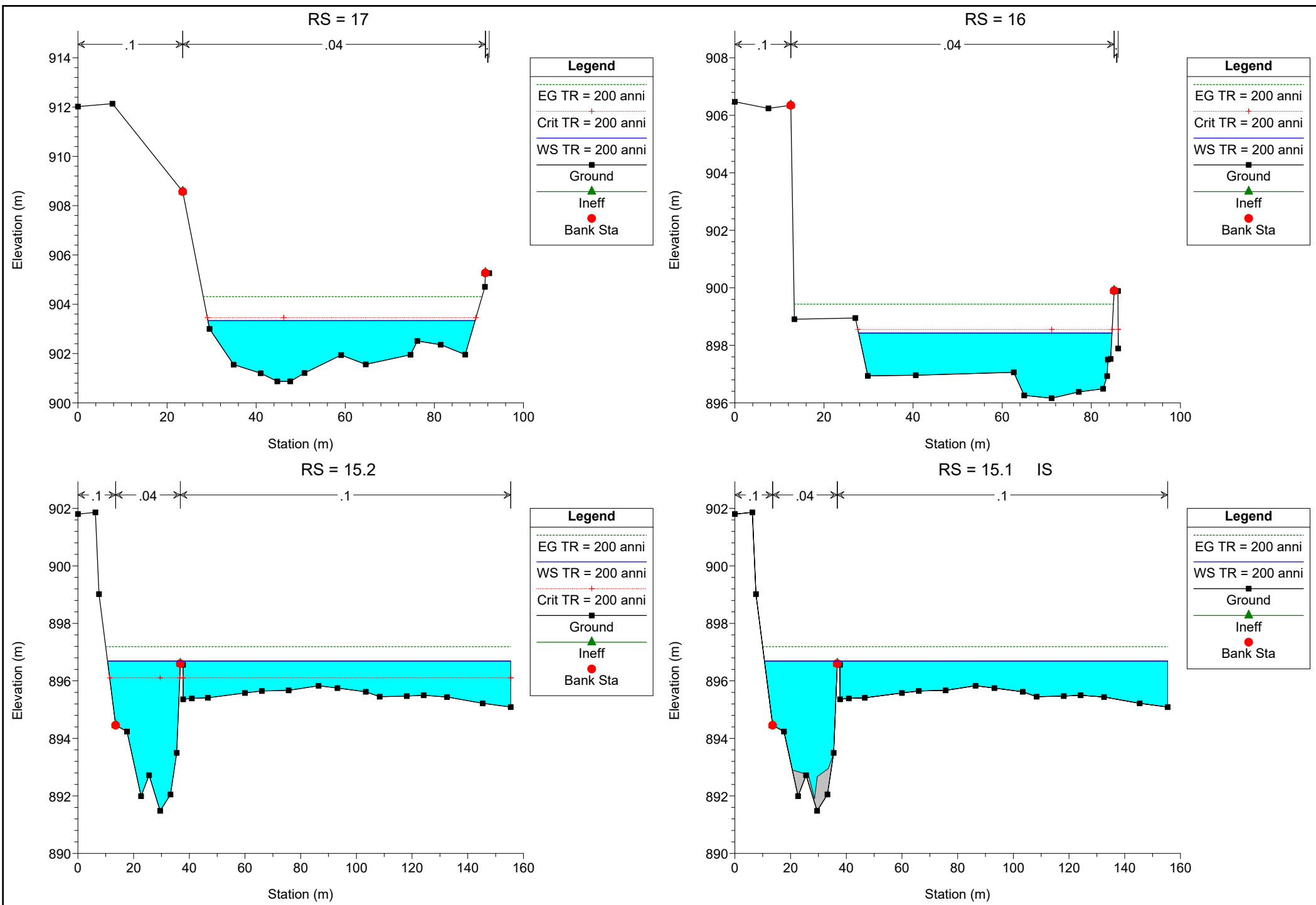


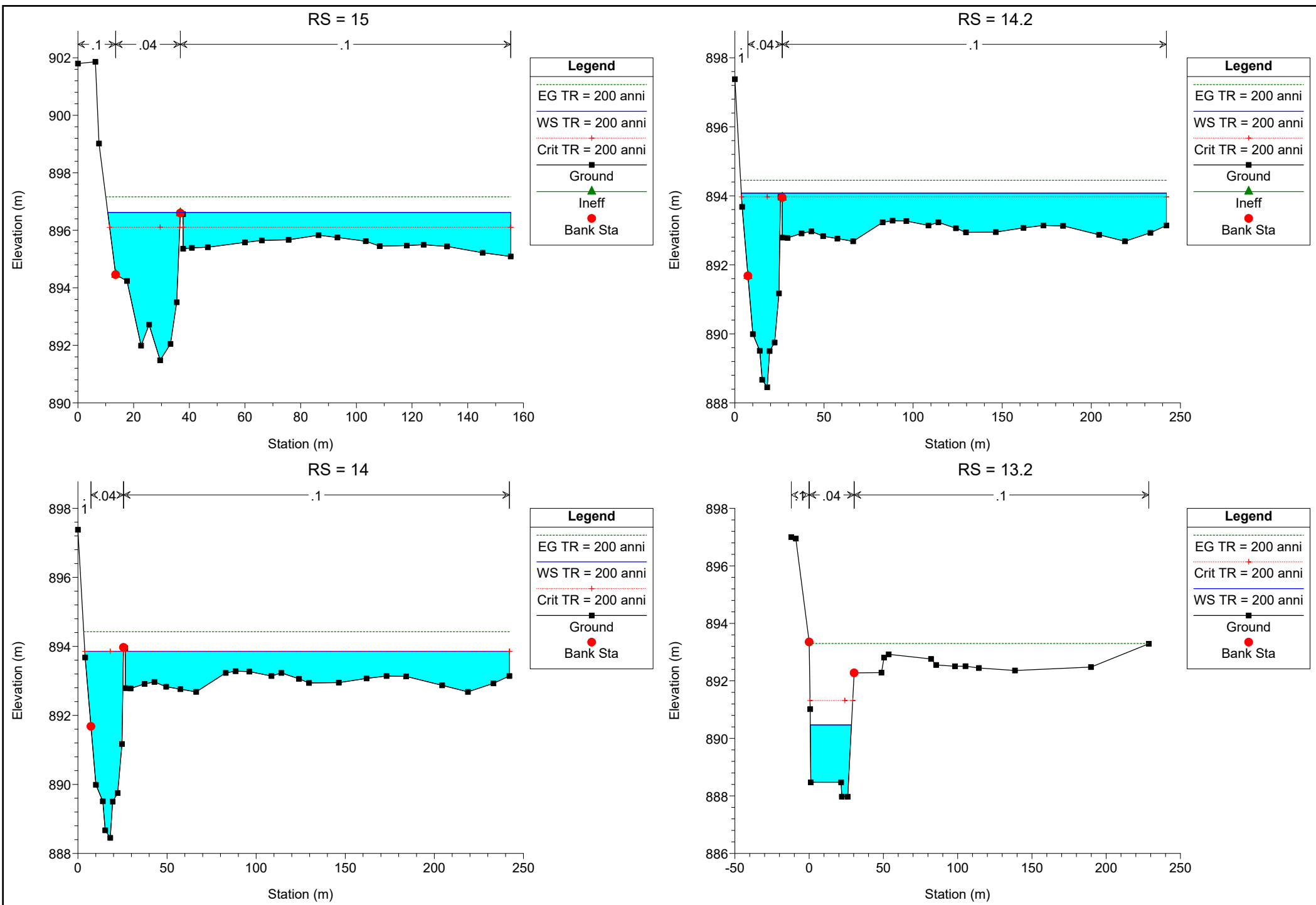
	SIMULAZIONE 12		
	SITUAZIONE AL LOTTO 1b – IPOTESI 2		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	412	452	200

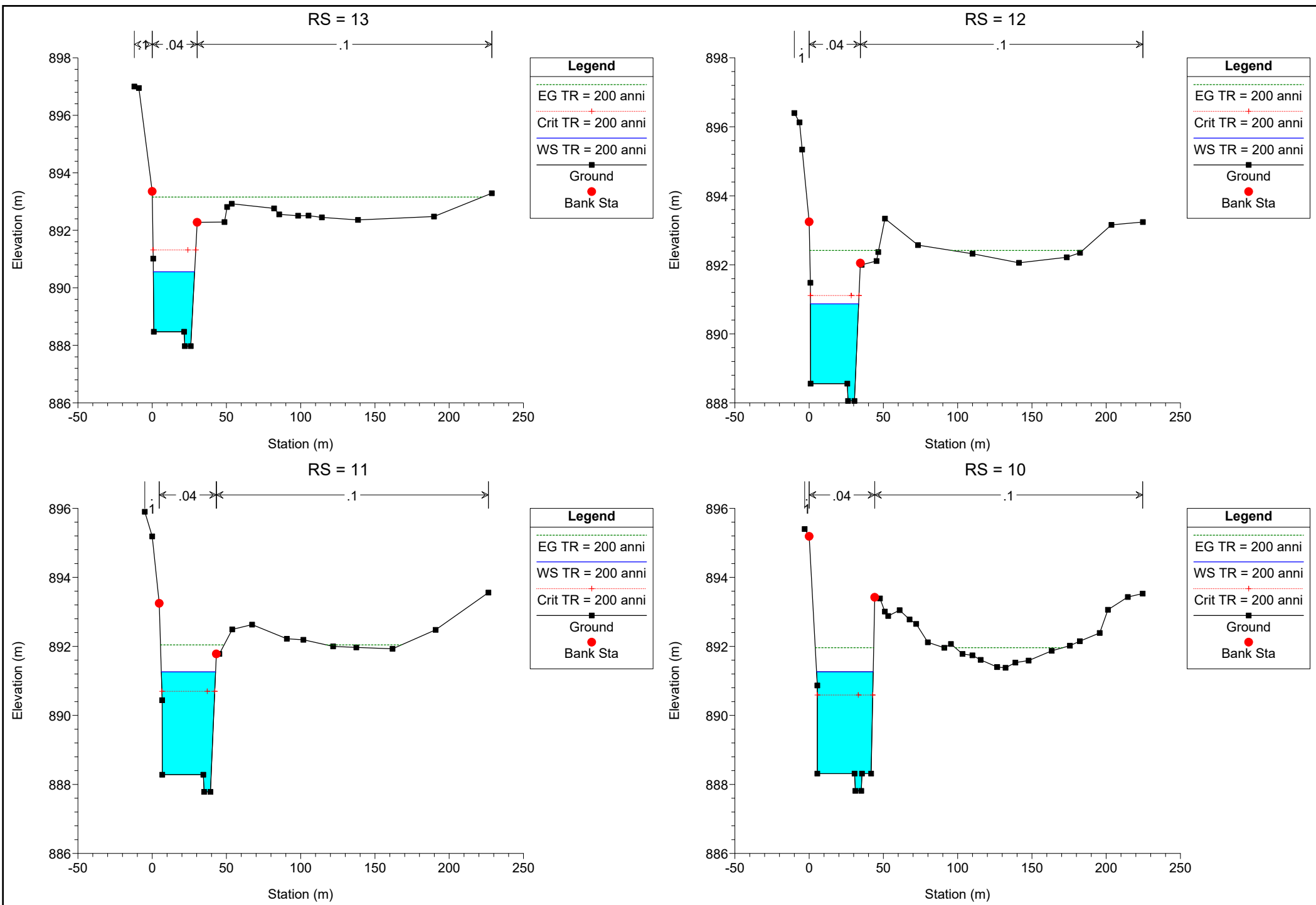
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 200 anni

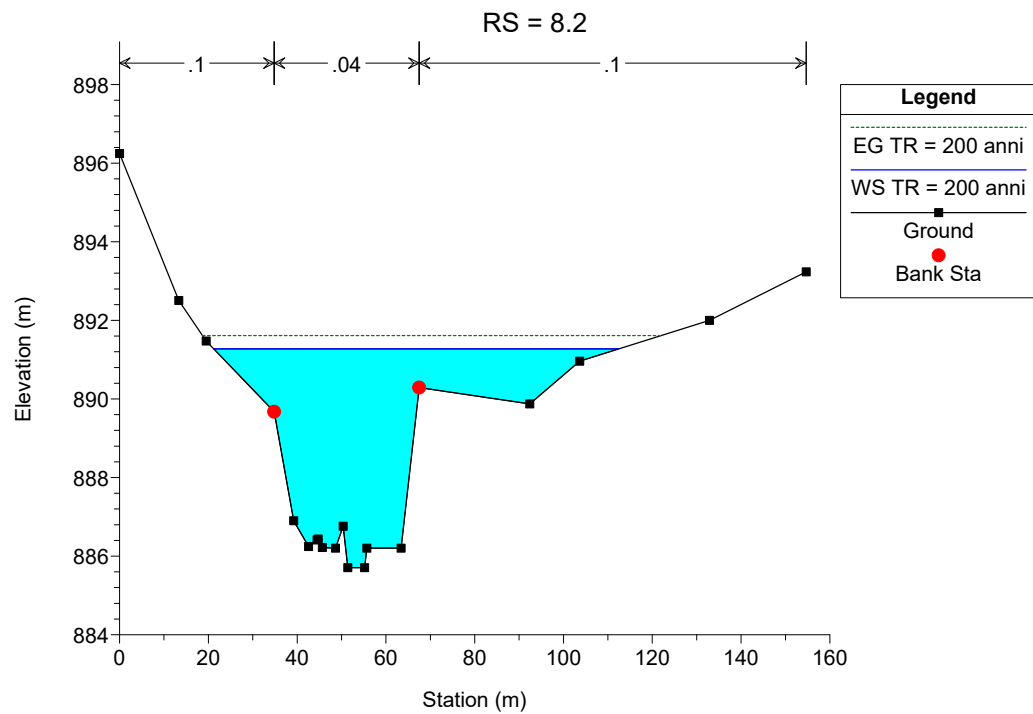
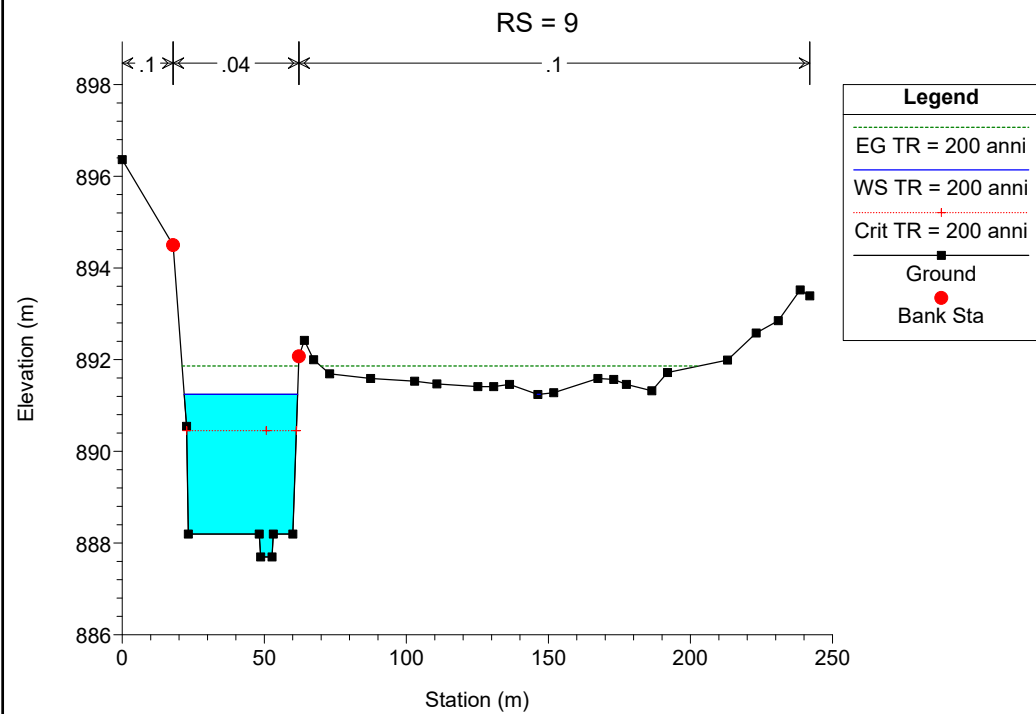
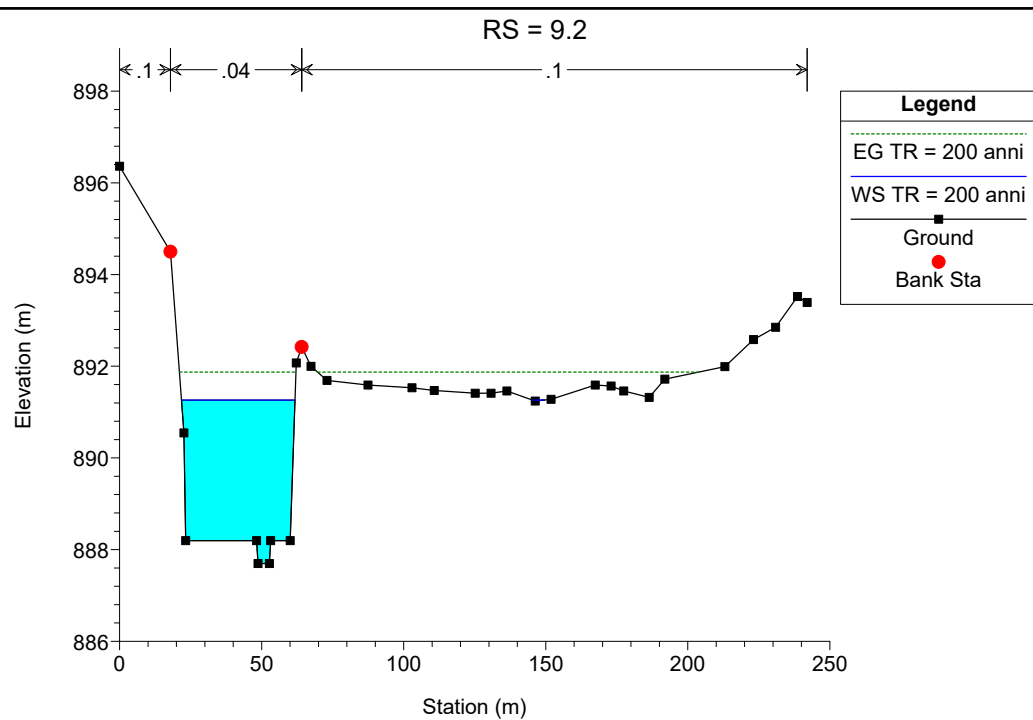
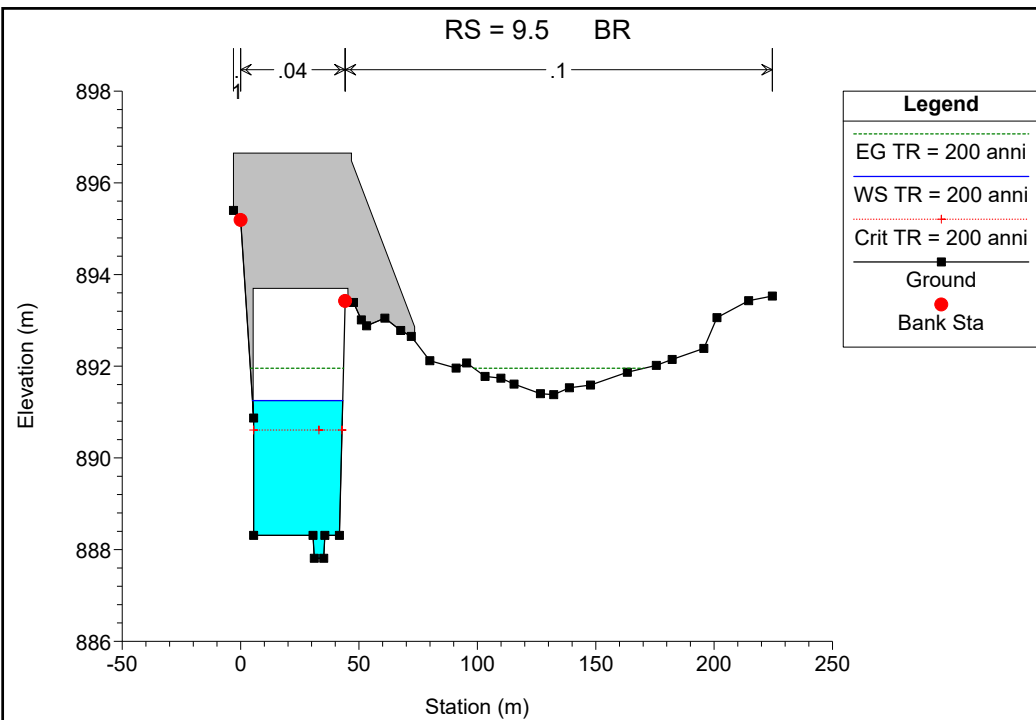
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	17	TR = 200 anni	412.00	900.87	903.34	903.46	904.31	0.017014	4.37	94.35	59.96	1.11
1	16	TR = 200 anni	412.00	896.16	898.43	898.55	899.43	0.017120	4.44	92.78	56.87	1.11
1	15.2	TR = 200 anni	412.00	891.48	896.69	896.11	897.19	0.004151	3.57	229.50	144.81	0.59
1	15.1		Inl Struct									
1	15	TR = 200 anni	412.00	891.48	896.62	896.11	897.16	0.004563	3.70	219.50	144.72	0.61
1	14.2	TR = 200 anni	412.00	888.45	894.08	893.97	894.45	0.003564	3.37	317.35	238.48	0.54
1	14	TR = 200 anni	412.00	888.45	893.86	893.86	894.42	0.004921	3.95	264.85	237.16	0.63
1	13.2	TR = 200 anni	412.00	887.97	890.47	891.32	893.30	0.040490	7.45	55.29	27.73	1.68
1	13	TR = 200 anni	412.00	887.97	890.56	891.32	893.16	0.035527	7.15	57.66	27.83	1.59
1	12	TR = 200 anni	412.00	888.06	890.87	891.11	892.42	0.018365	5.51	74.78	32.49	1.16
1	11	TR = 200 anni	412.00	887.78	891.26	890.70	892.04	0.006931	3.92	105.13	36.52	0.74
1	10	TR = 200 anni	412.00	887.81	891.26	890.59	891.96	0.006179	3.70	111.37	38.14	0.69
1	9.5		Bridge									
1	9.2	TR = 200 anni	412.00	887.70	891.26		891.87	0.005104	3.46	119.26	44.19	0.64
1	9	TR = 200 anni	412.00	887.70	891.25	890.45	891.86	0.005196	3.48	118.52	40.97	0.64
1	8.2	TR = 200 anni	412.00	885.70	891.27		891.61	0.001707	2.65	199.58	91.17	0.40
1	8	TR = 200 anni	412.00	885.70	891.27		891.61	0.001713	2.65	199.20	91.01	0.40
1	7	TR = 200 anni	412.00	887.09	890.71	890.71	891.45	0.011676	3.91	125.94	99.01	0.93
1	6	TR = 200 anni	412.00	884.47	887.62	887.74	888.57	0.017148	4.31	95.69	61.79	1.10
1	5	TR = 200 anni	452.00	881.69	884.38	884.38	885.20	0.013945	3.99	113.36	73.62	1.01
1	4	TR = 200 anni	452.00	878.27	881.22	881.33	882.16	0.015669	4.32	110.88	80.33	1.07
1	3	TR = 200 anni	452.00	877.10	880.12	880.00	880.88	0.010582	4.08	137.86	74.41	0.92
1	2	TR = 200 anni	452.00	875.20	879.18	878.13	879.61	0.003309	2.93	163.65	65.85	0.54
1	1.5		Bridge									
1	1	TR = 200 anni	452.00	875.20	877.56	878.06	879.36	0.029600	5.93	76.17	45.54	1.47

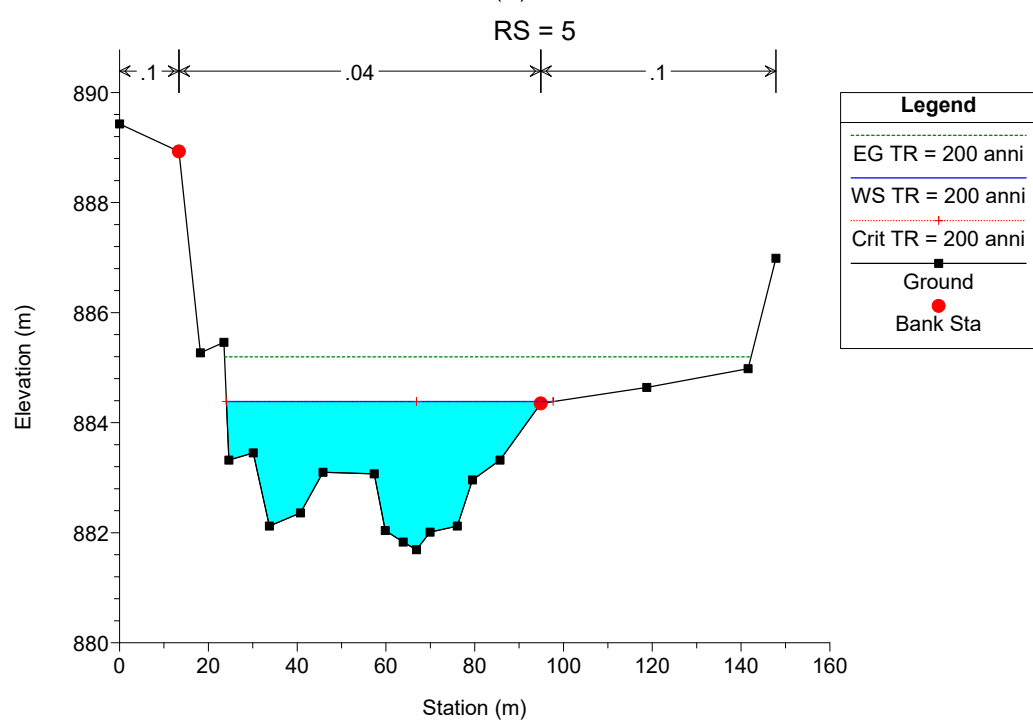
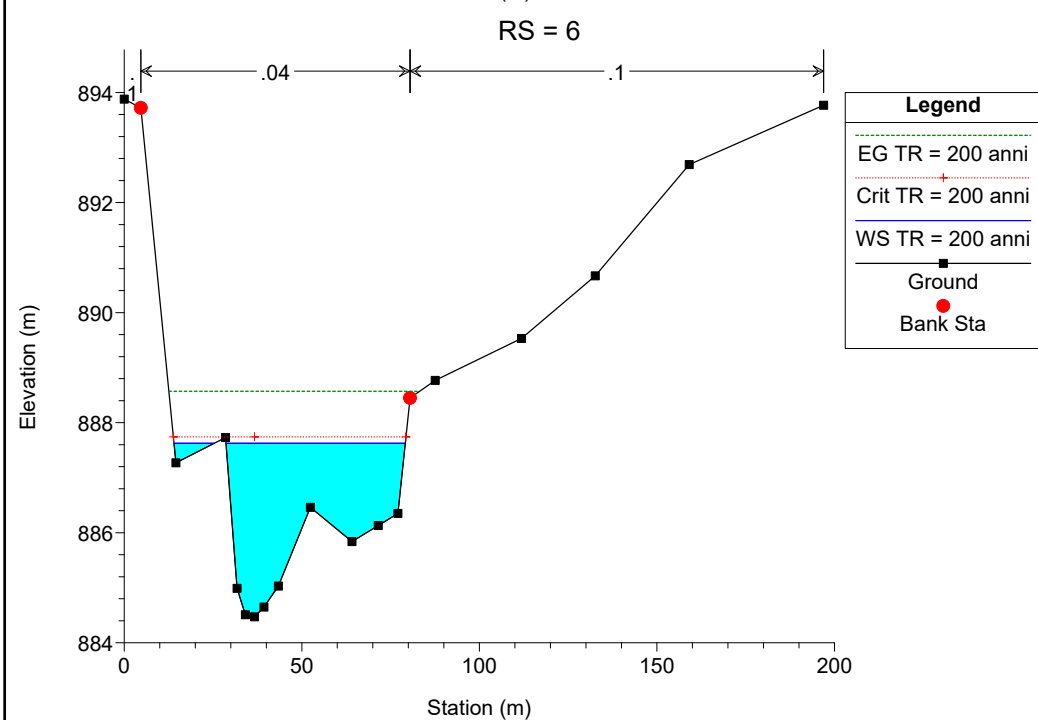
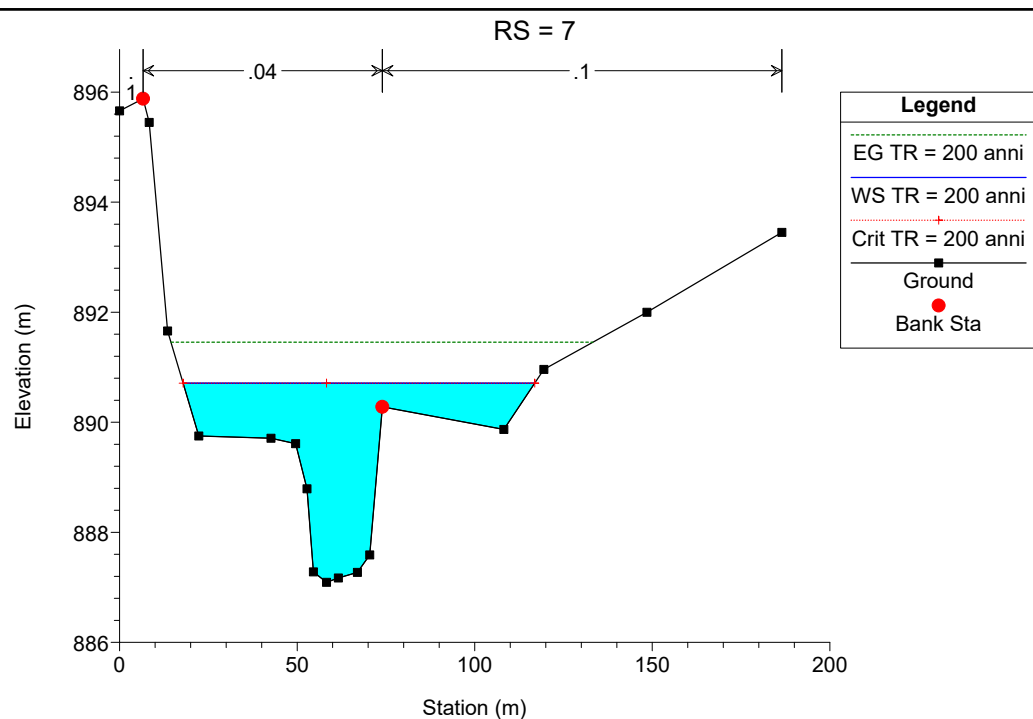
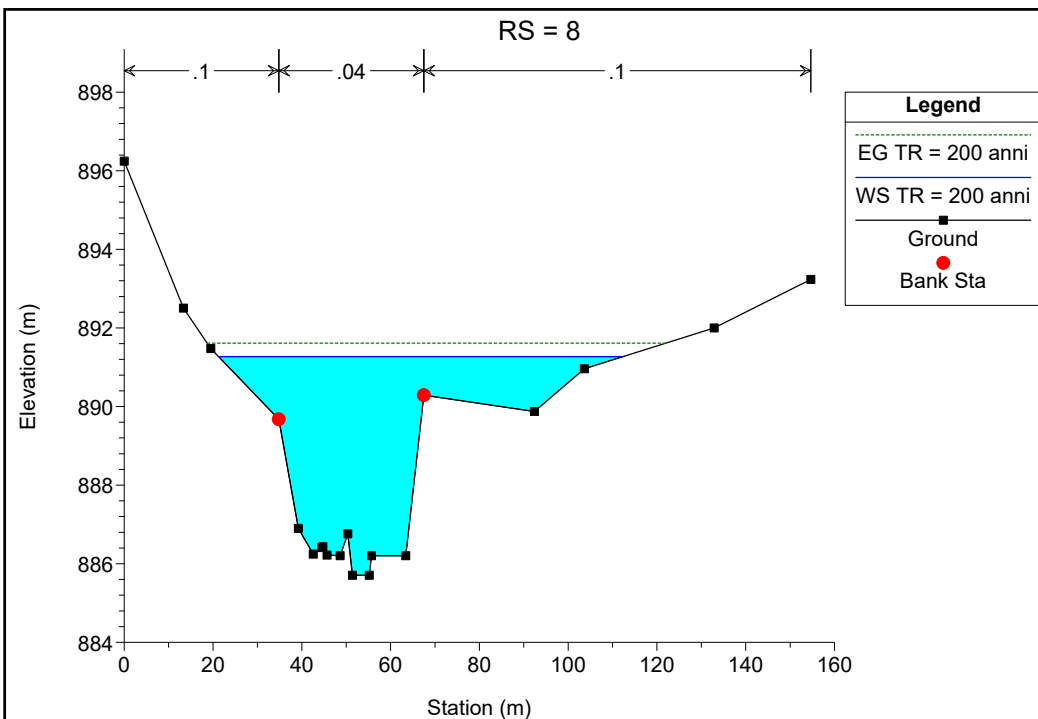


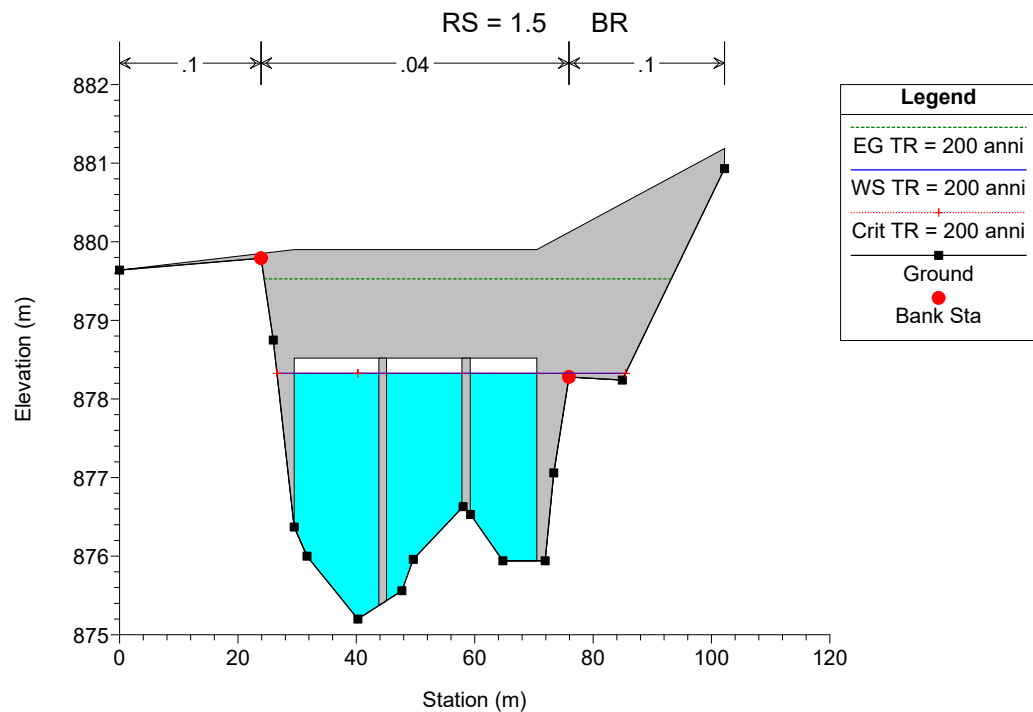
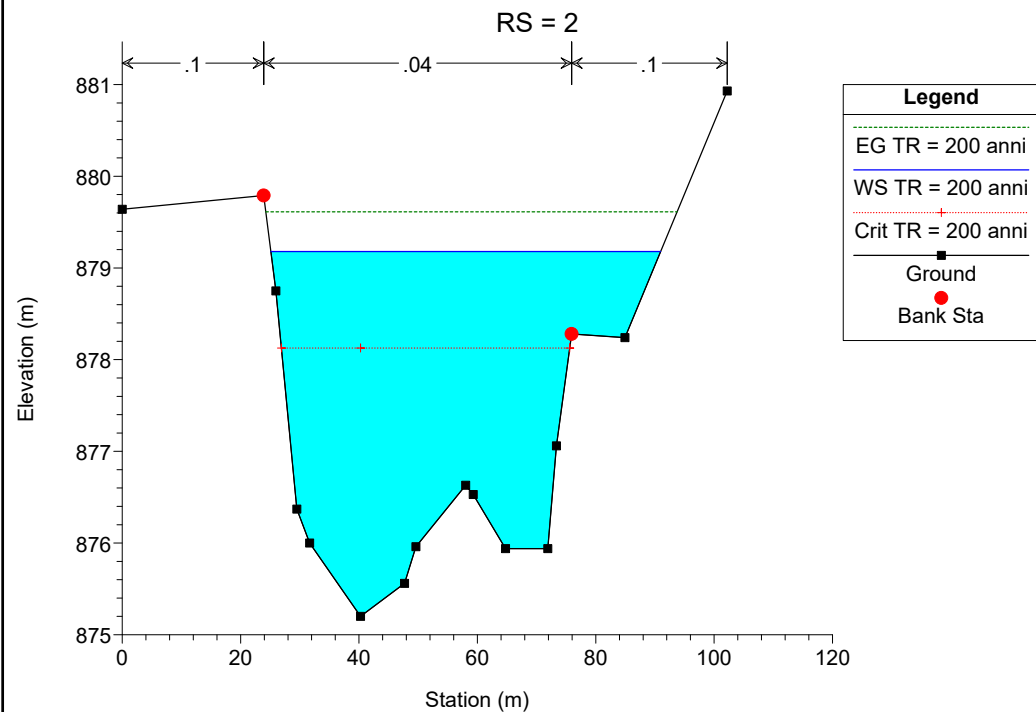
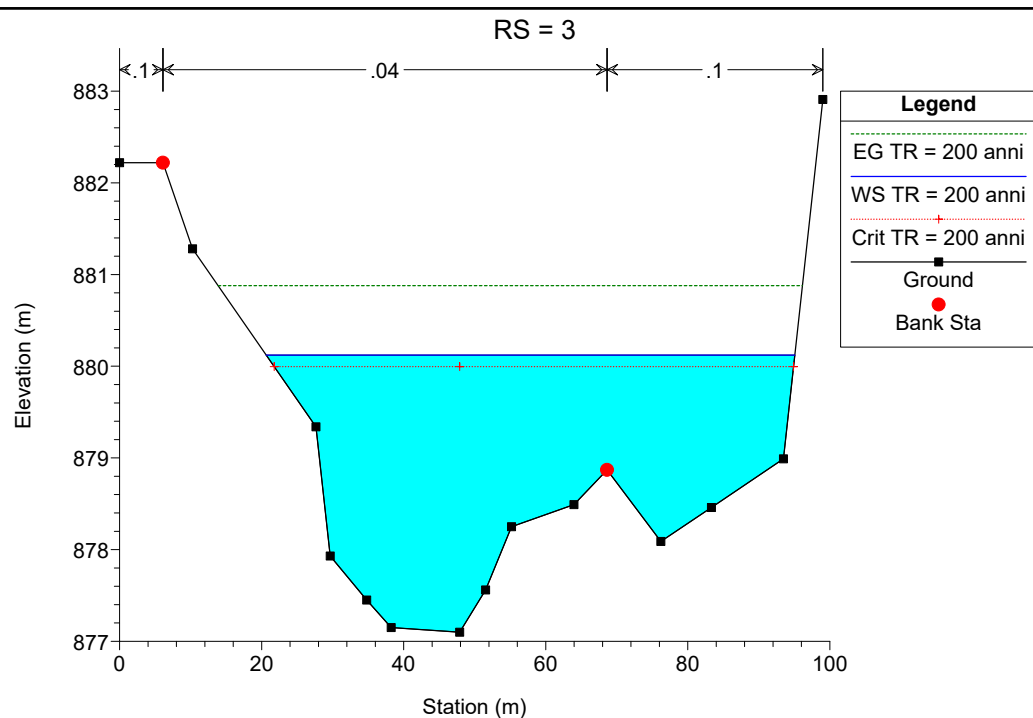
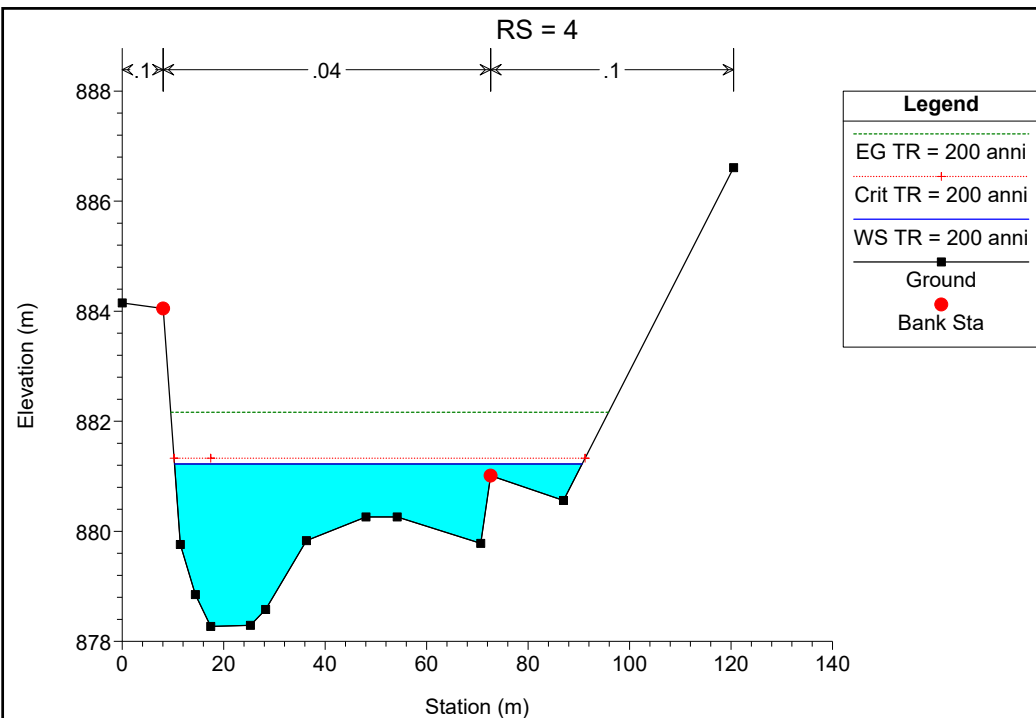


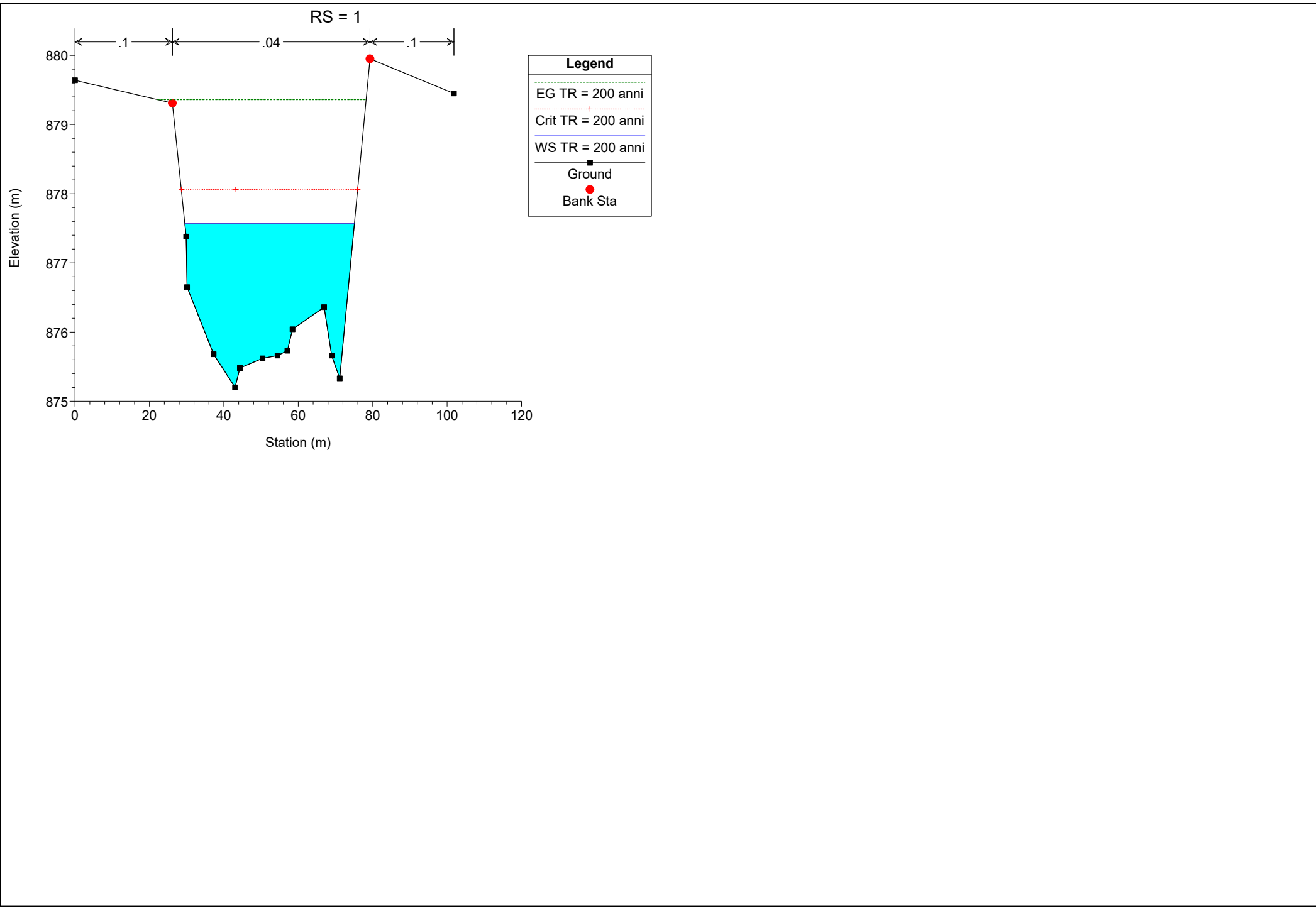








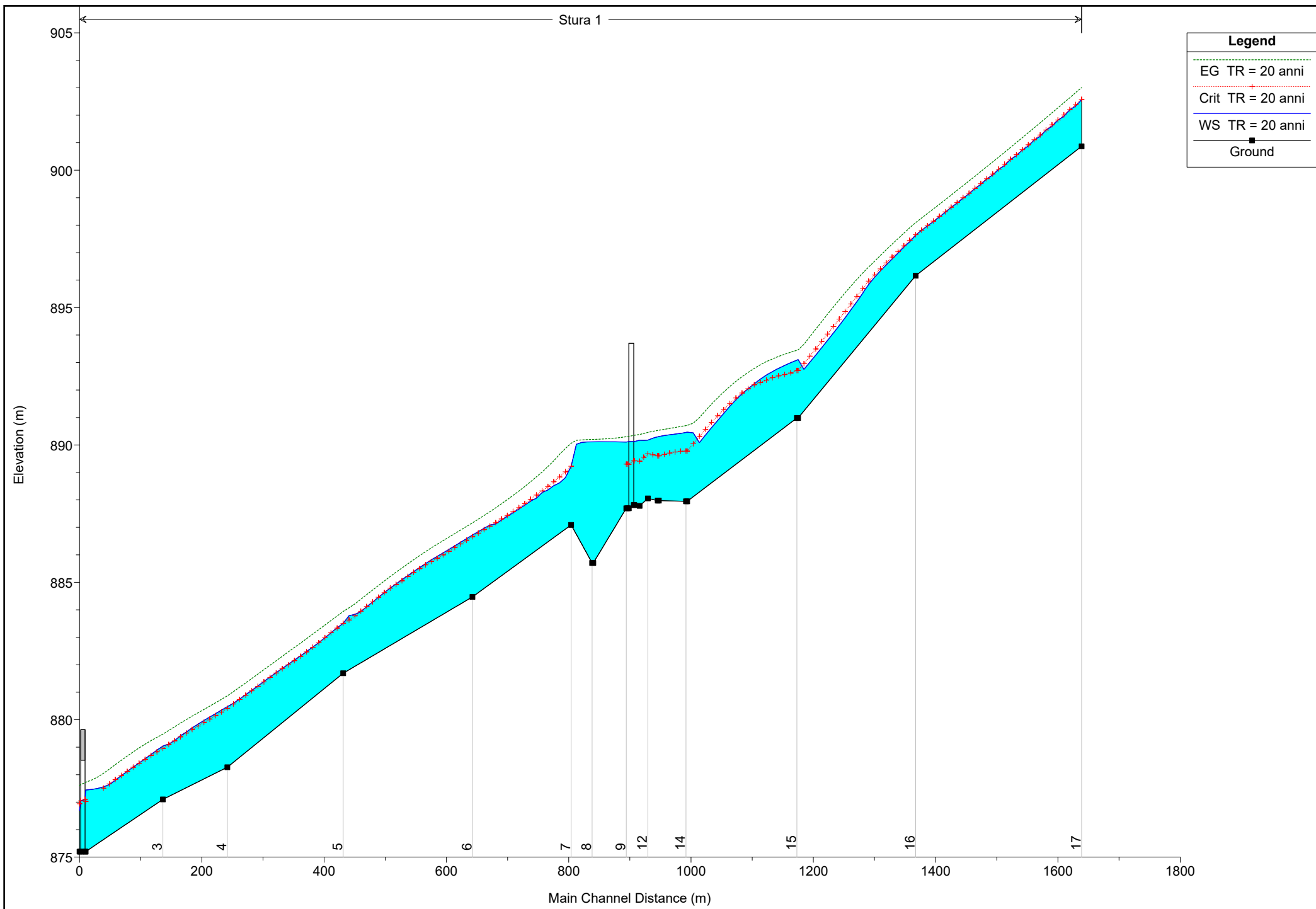


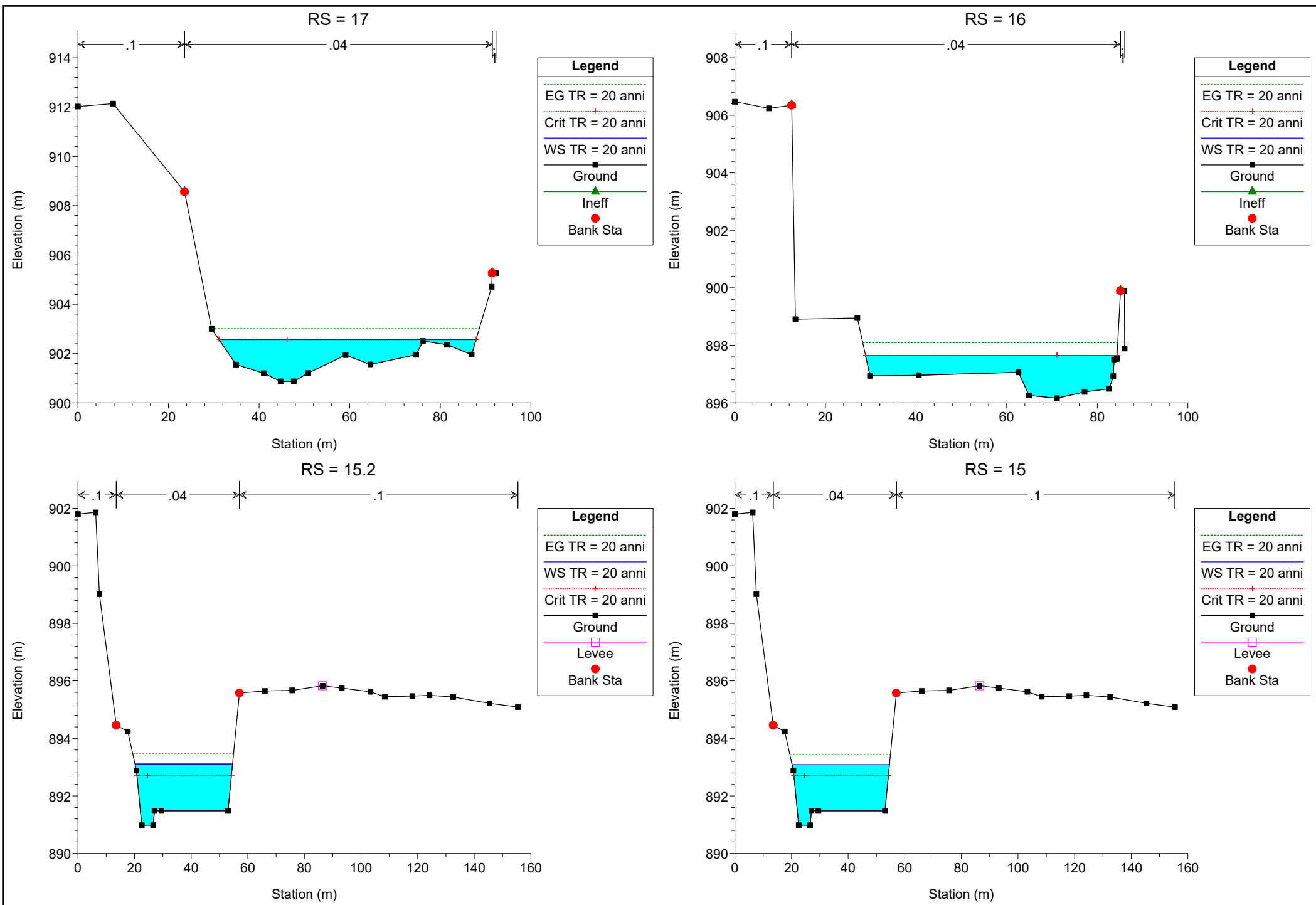


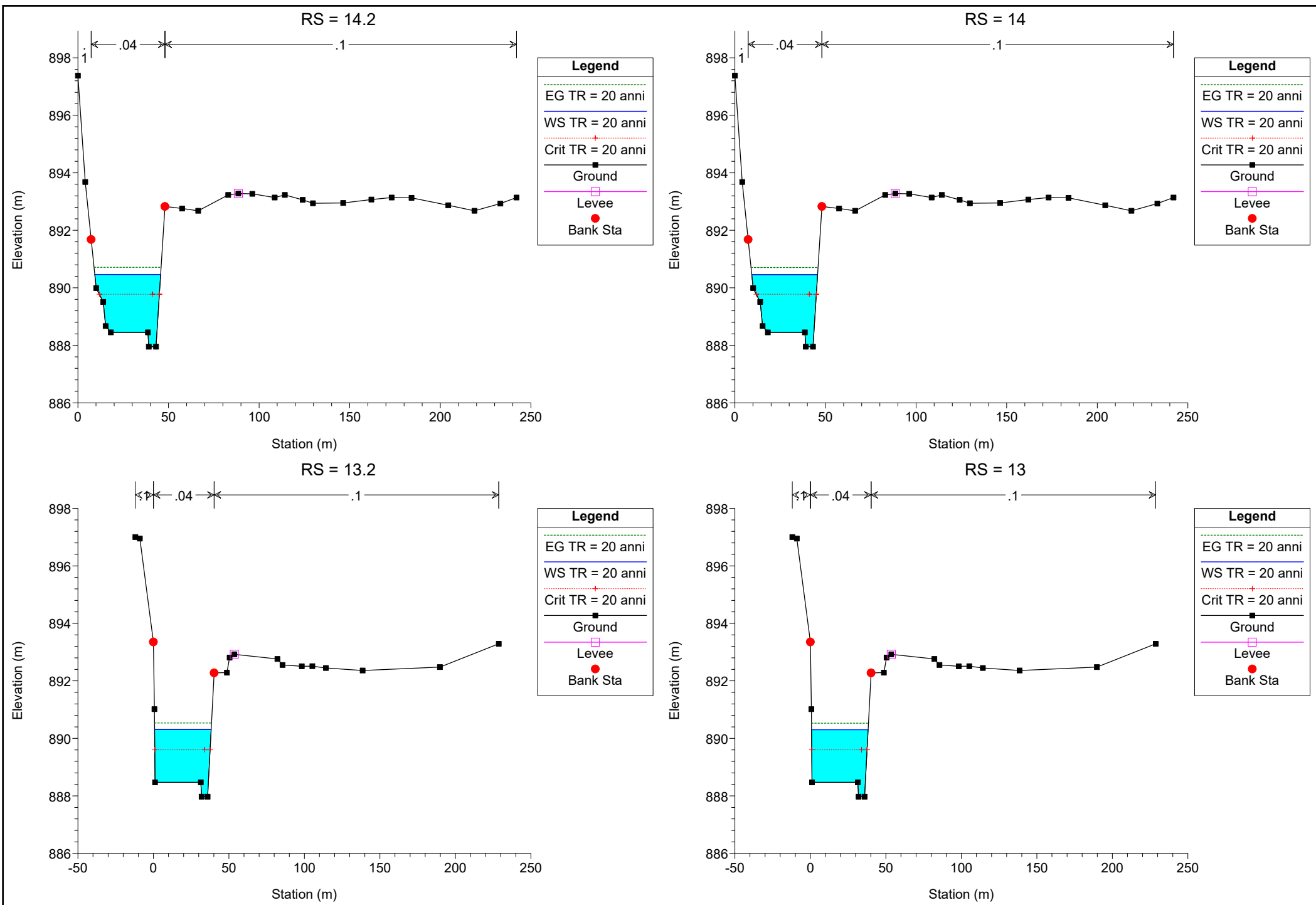
	SIMULAZIONE 13		
	SITUAZIONE FINALE AL LOTTO 2		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	145	159	20

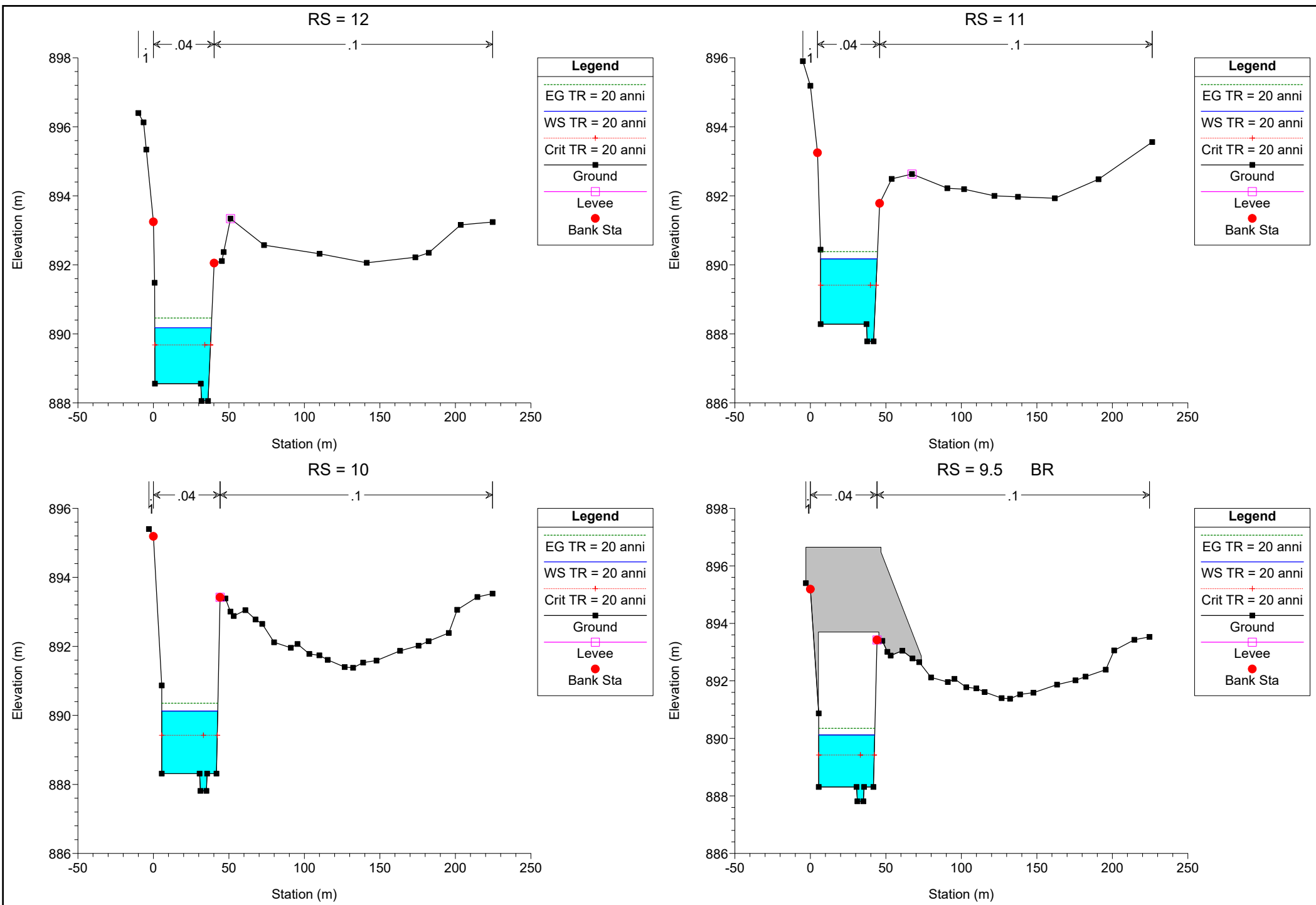
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 20 anni

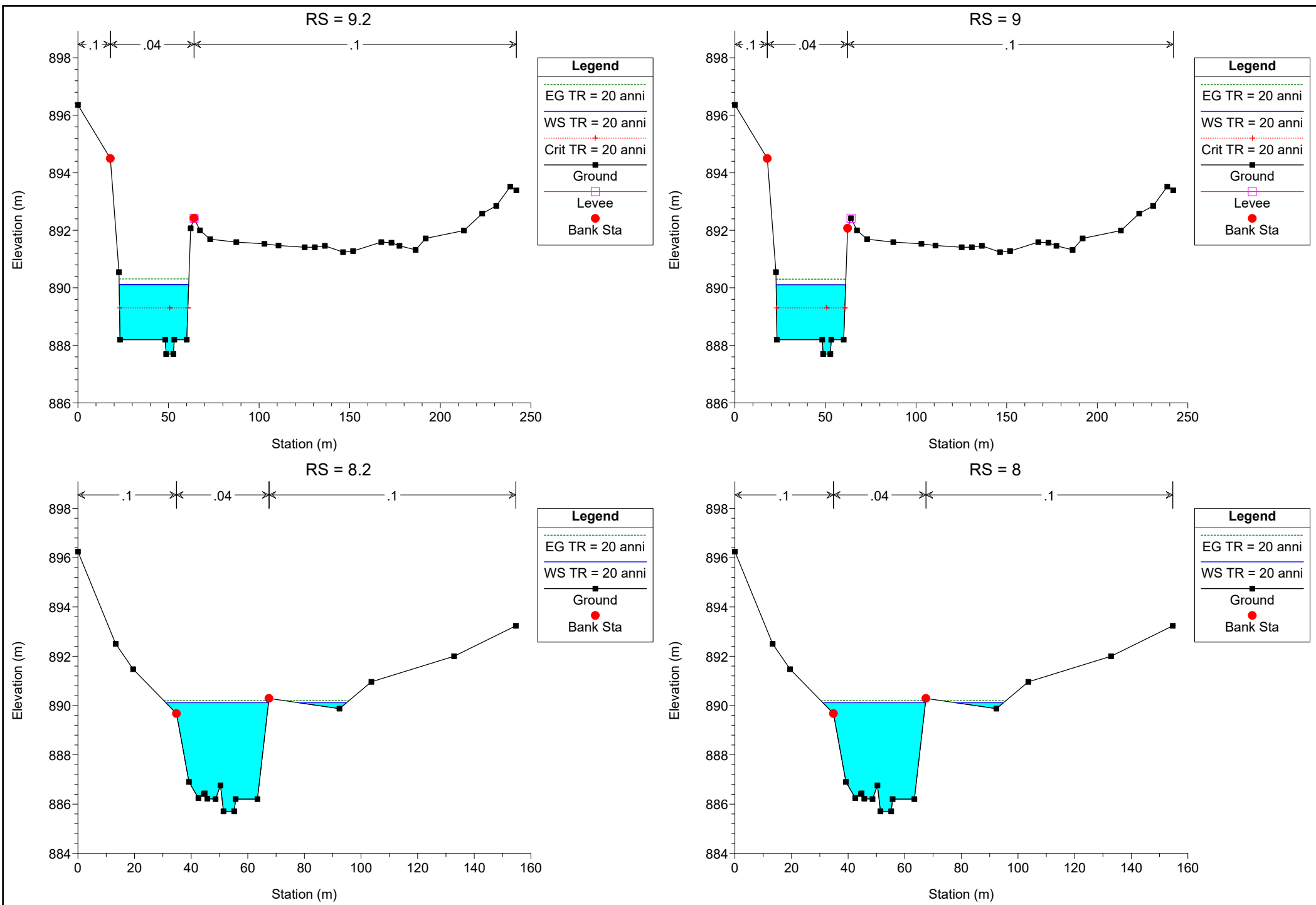
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 20 anni	145.00	900.87	902.57	902.58	903.01	0.017001	2.95	49.21	56.75	1.01
1	16	TR = 20 anni	145.00	896.16	897.64	897.65	898.09	0.017198	2.97	48.78	55.50	1.01
1	15.2	TR = 20 anni	145.00	890.98	893.11	892.71	893.46	0.006235	2.62	55.34	34.46	0.66
1	15	TR = 20 anni	145.00	890.98	893.09	892.71	893.45	0.006517	2.66	54.55	34.39	0.67
1	14.2	TR = 20 anni	145.00	887.95	890.47	889.78	890.71	0.003717	2.20	65.91	36.35	0.52
1	14	TR = 20 anni	145.00	887.95	890.46	889.78	890.71	0.003780	2.21	65.56	36.33	0.53
1	13.2	TR = 20 anni	145.00	887.97	890.31	889.60	890.54	0.003420	2.10	69.10	37.44	0.49
1	13	TR = 20 anni	145.00	887.97	890.30	889.60	890.53	0.003473	2.11	68.77	37.43	0.50
1	12	TR = 20 anni	145.00	888.06	890.18	889.68	890.46	0.004970	2.35	61.69	37.44	0.58
1	11	TR = 20 anni	145.00	887.78	890.17	889.41	890.38	0.003092	2.03	71.50	37.54	0.47
1	10	TR = 20 anni	145.00	887.81	890.13	889.42	890.35	0.003512	2.11	68.75	37.10	0.49
1	9.5	Bridge										
1	9.2	TR = 20 anni	145.00	887.70	890.11	889.30	890.31	0.002789	1.95	74.34	38.37	0.45
1	9	TR = 20 anni	145.00	887.70	890.11	889.30	890.30	0.002820	1.96	74.09	38.36	0.45
1	8.2	TR = 20 anni	145.00	885.70	890.11		890.20	0.000617	1.31	113.02	53.20	0.23
1	8	TR = 20 anni	145.00	885.70	890.11		890.20	0.000618	1.32	112.94	53.10	0.23
1	7	TR = 20 anni	145.00	887.09	889.23	889.23	890.06	0.014251	4.04	35.85	21.55	1.00
1	6	TR = 20 anni	145.00	884.47	886.72	886.66	887.16	0.013650	2.94	49.35	47.97	0.92
1	5	TR = 20 anni	159.00	881.69	883.51	883.50	883.94	0.016619	2.91	54.61	62.83	1.00
1	4	TR = 20 anni	159.00	878.27	880.48	880.41	880.87	0.013561	2.77	57.37	60.89	0.91
1	3	TR = 20 anni	159.00	877.10	879.04	878.96	879.47	0.010917	2.99	63.19	65.47	0.86
1	2	TR = 20 anni	159.00	875.20	877.44	877.03	877.72	0.005493	2.35	67.59	46.27	0.62
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 20 anni	159.00	875.20	876.70	876.94	877.60	0.035119	4.22	37.70	43.44	1.45

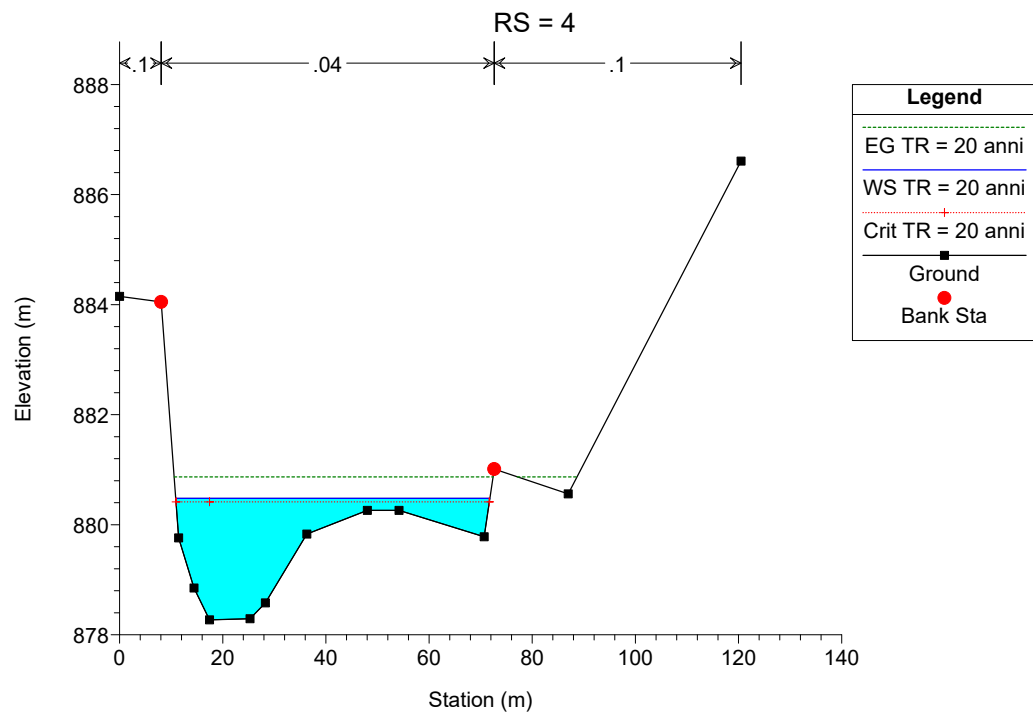
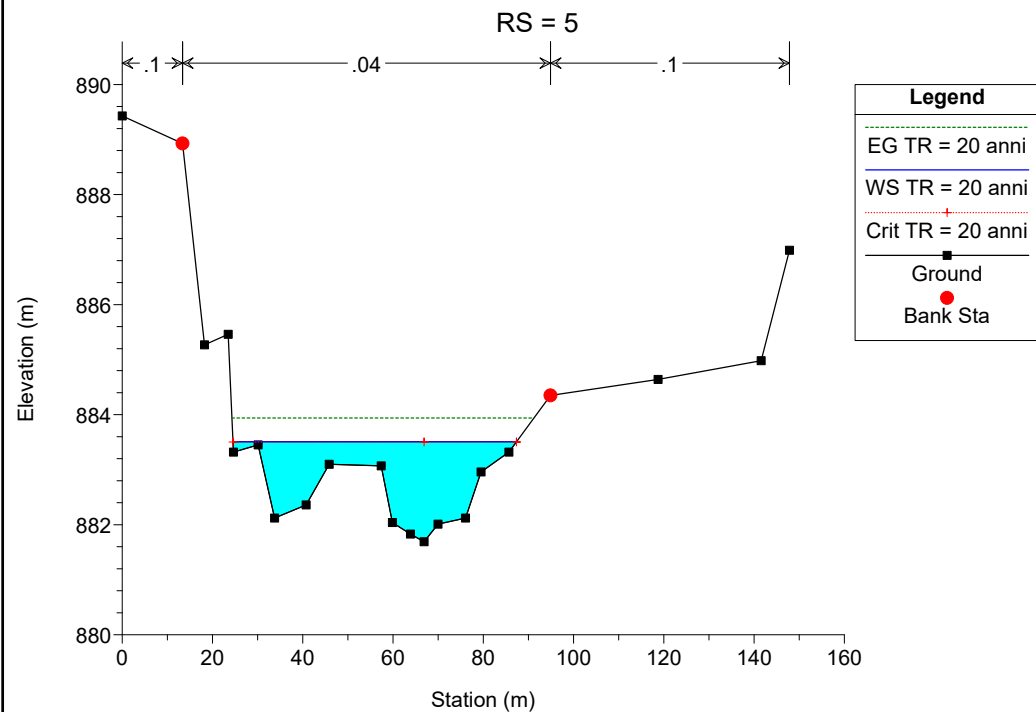
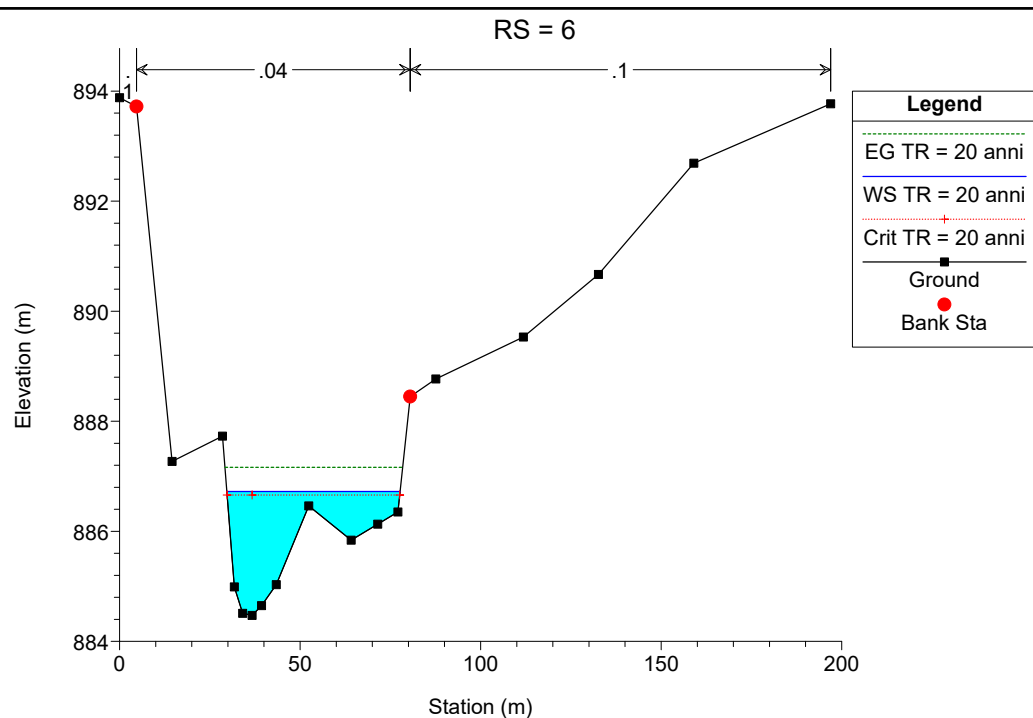
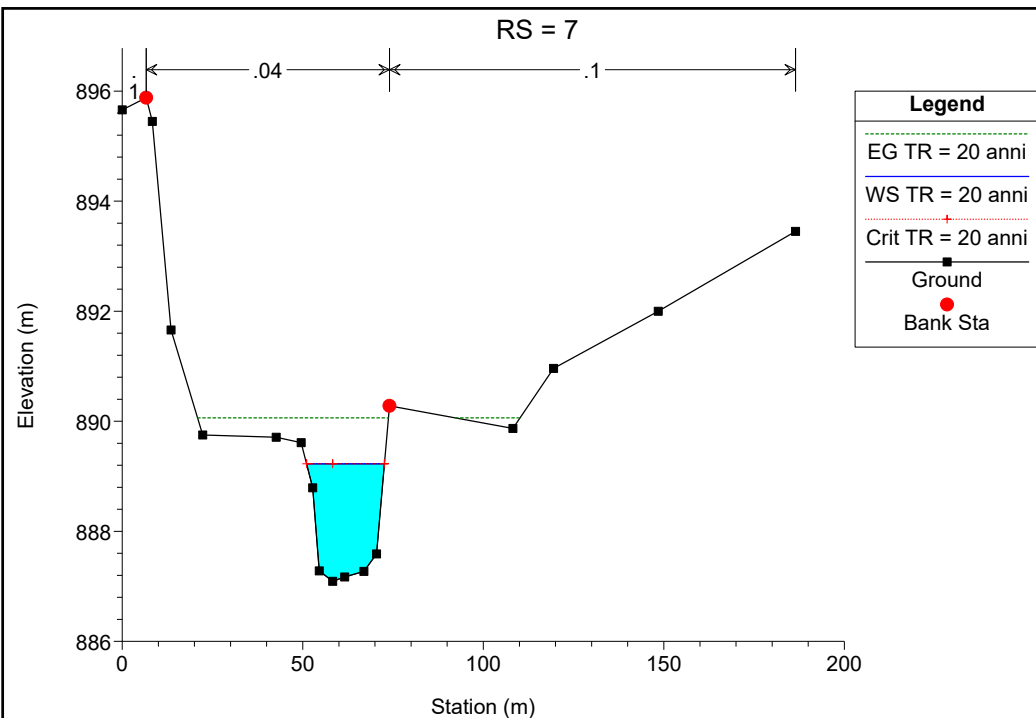


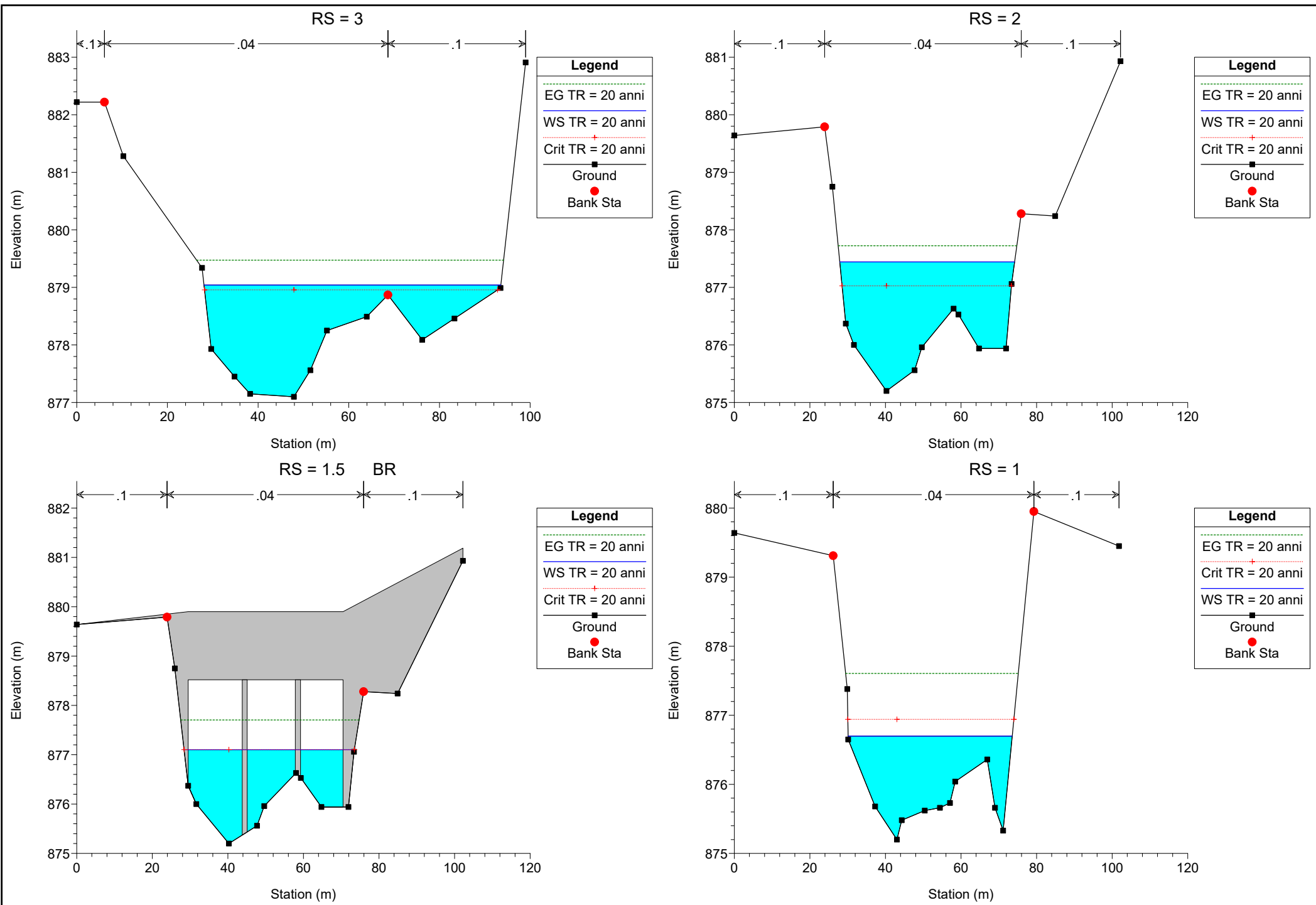








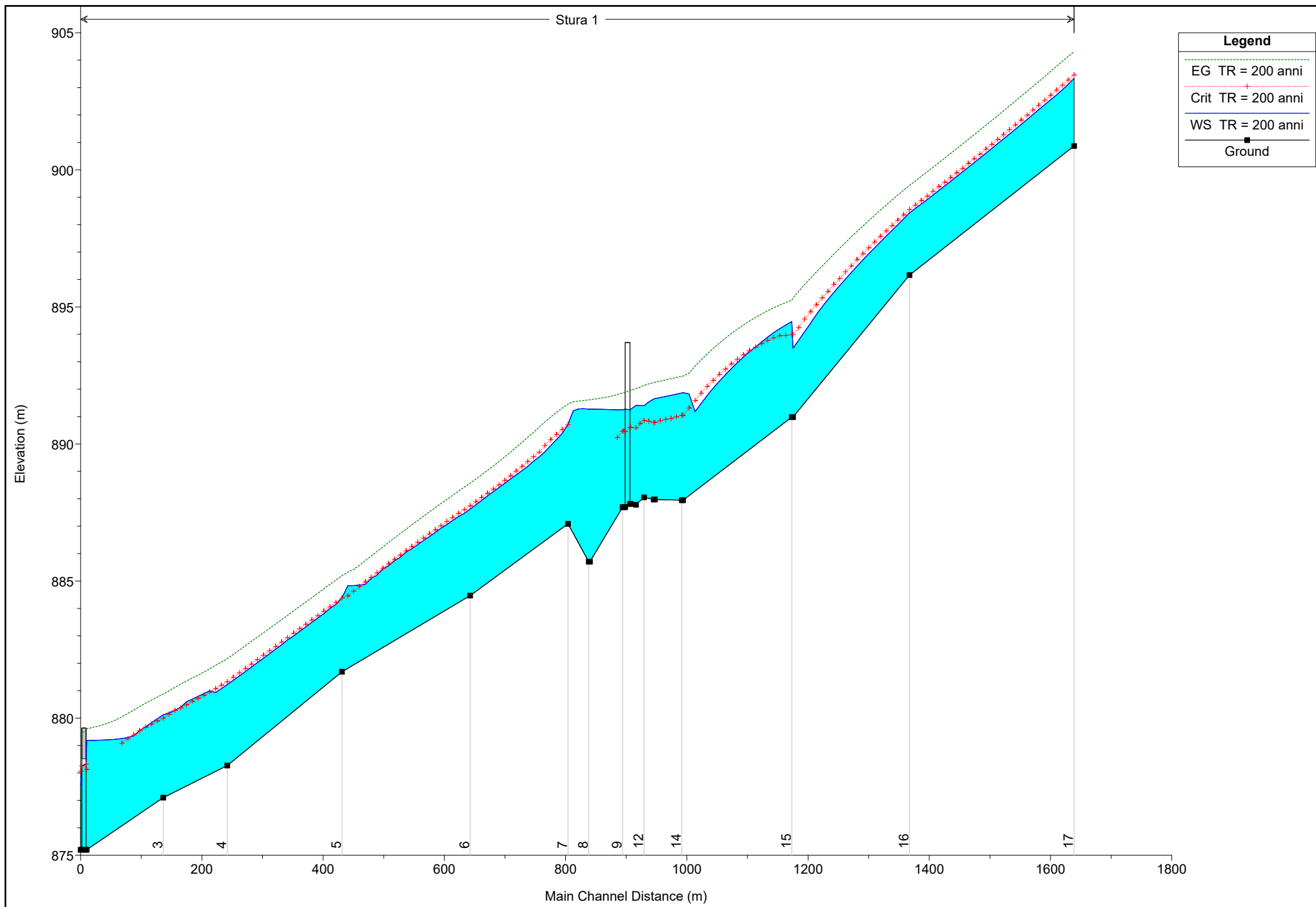


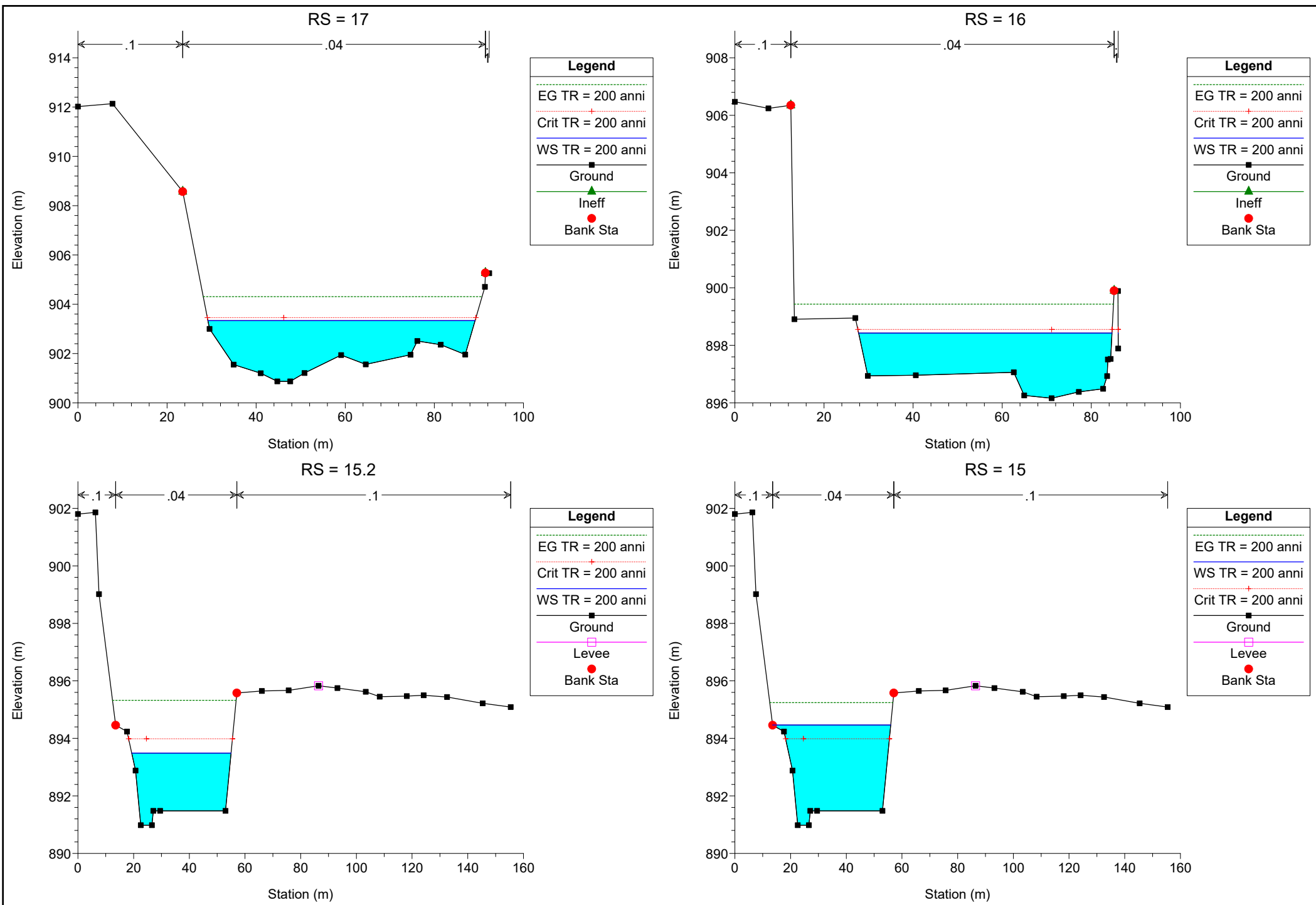


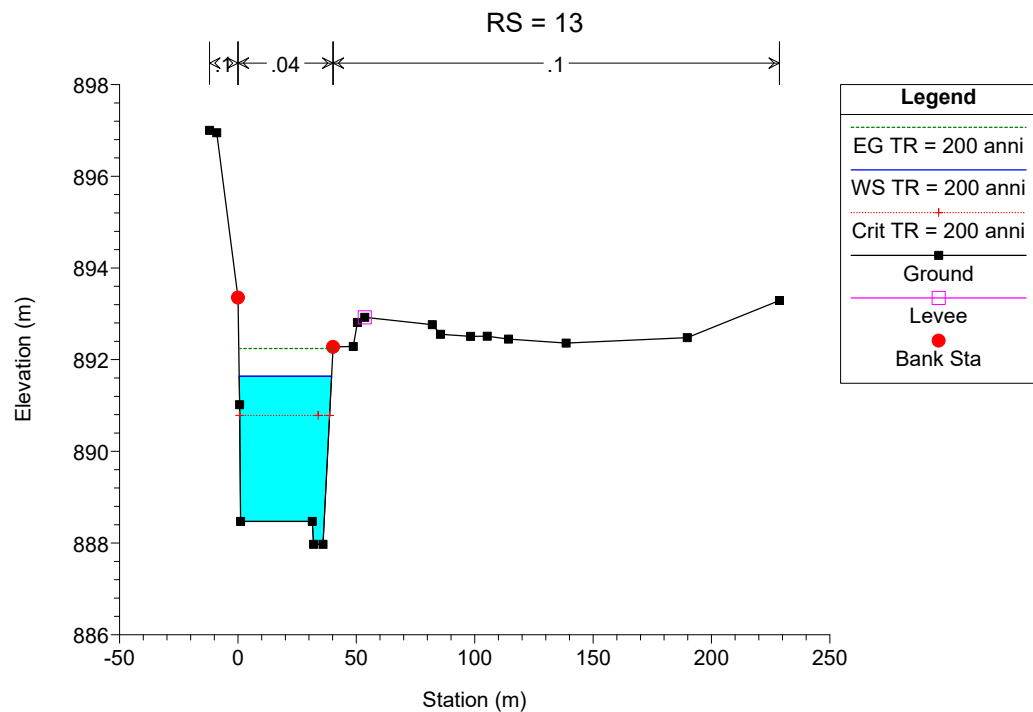
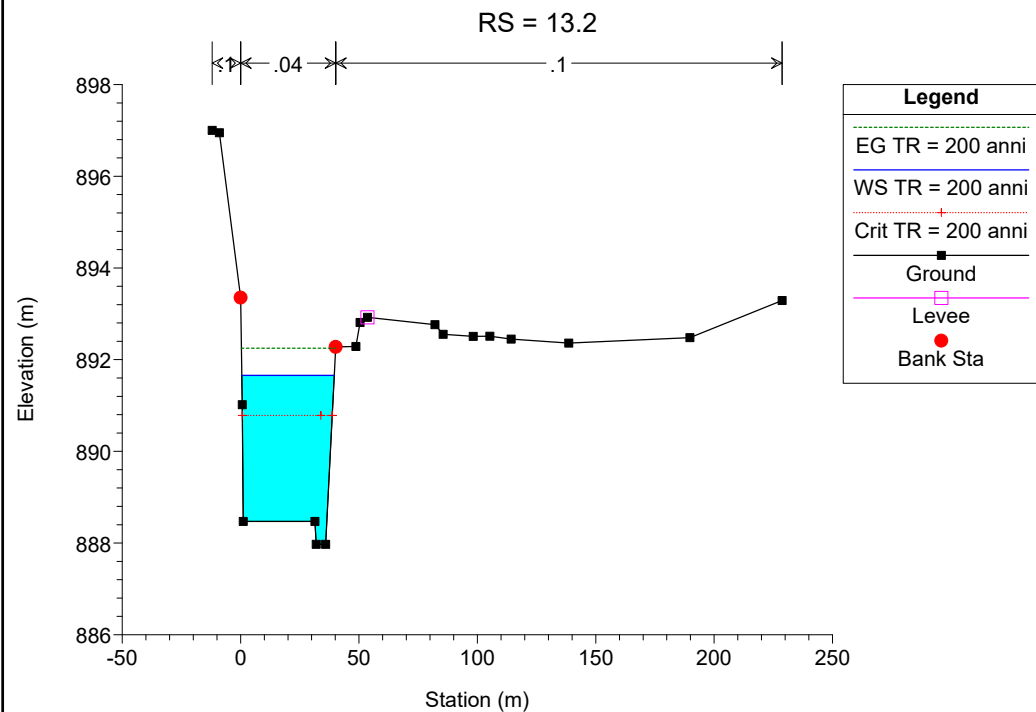
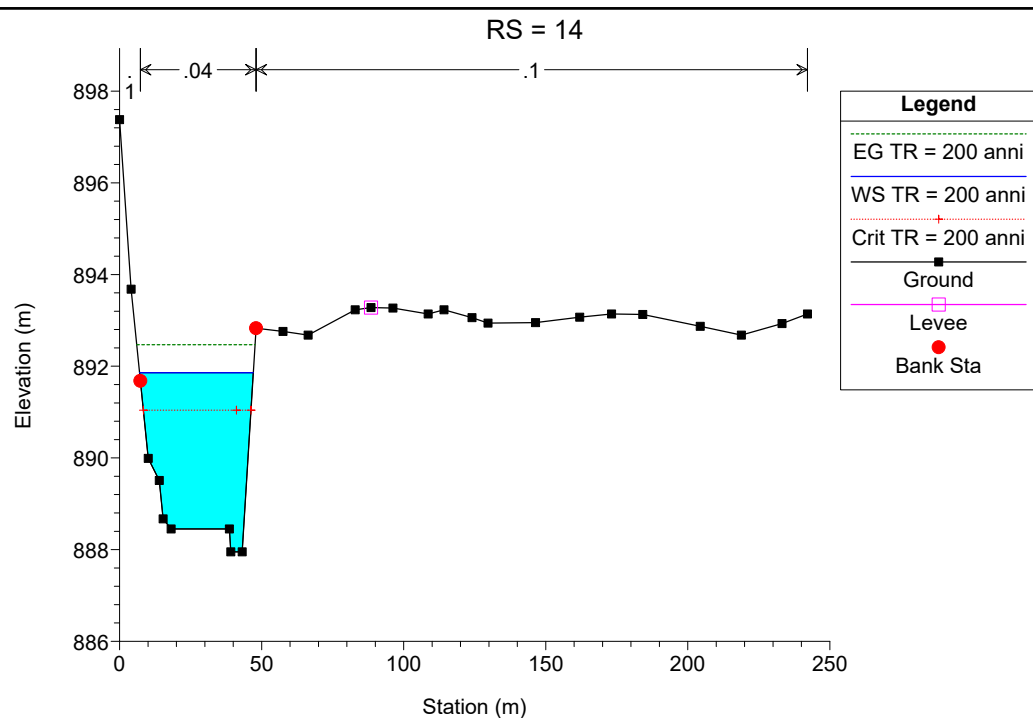
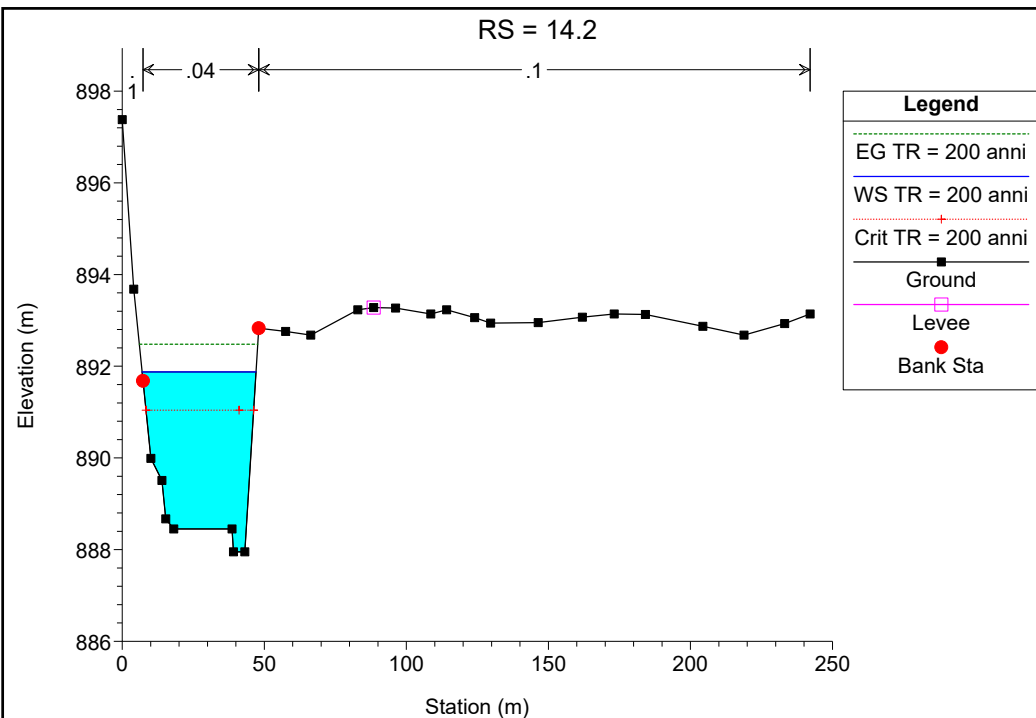
	SIMULAZIONE 14		
	SITUAZIONE FINALE AL LOTTO 2		
	portata al colmo Q_{c max} Ruviera m³/s	portata al colmo Q_{c max} Vinadio m³/s	tempo di ritorno anni
Fiume Stura di Demonte a Vinadio	412	452	200

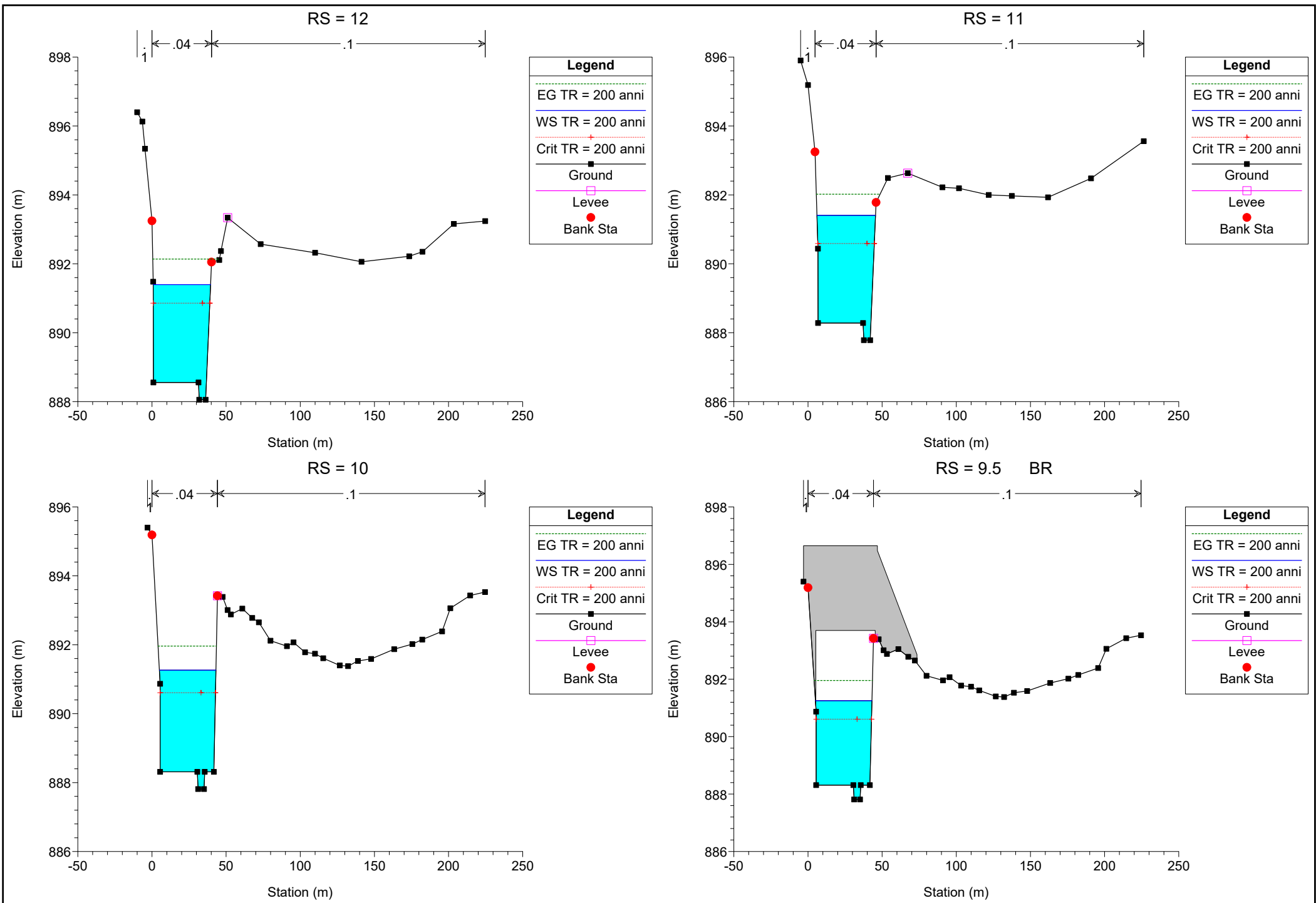
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Stura Reach: 1 Profile: TR = 200 anni

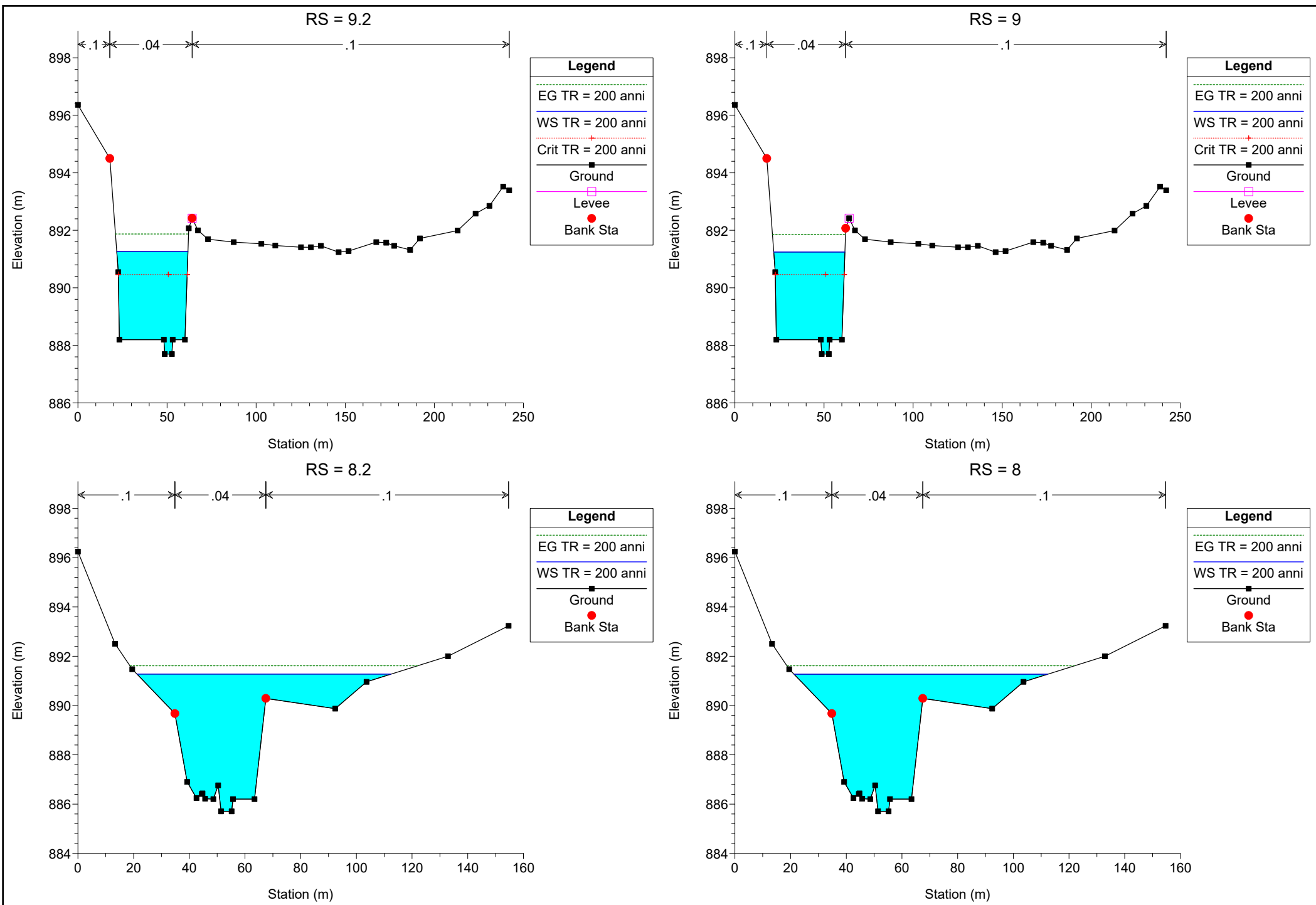
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	TR = 200 anni	412.00	900.87	903.34	903.46	904.31	0.017014	4.37	94.35	59.96	1.11
1	16	TR = 200 anni	412.00	896.16	898.43	898.55	899.43	0.017120	4.44	92.78	56.87	1.11
1	15.2	TR = 200 anni	412.00	890.98	893.49	893.99	895.33	0.025870	6.00	68.65	35.69	1.38
1	15	TR = 200 anni	412.00	890.98	894.47	893.99	895.24	0.007838	3.91	105.45	42.43	0.79
1	14.2	TR = 200 anni	412.00	887.95	891.87	891.04	892.48	0.004743	3.44	119.71	40.07	0.63
1	14	TR = 200 anni	412.00	887.95	891.86	891.04	892.47	0.004821	3.46	119.10	40.03	0.64
1	13.2	TR = 200 anni	412.00	887.97	891.65	890.78	892.25	0.004804	3.42	120.49	39.08	0.62
1	13	TR = 200 anni	412.00	887.97	891.64	890.78	892.24	0.004879	3.44	119.89	39.06	0.63
1	12	TR = 200 anni	412.00	888.06	891.40	890.86	892.14	0.006785	3.81	108.18	38.73	0.73
1	11	TR = 200 anni	412.00	887.78	891.41	890.59	892.02	0.005066	3.46	118.92	39.47	0.64
1	10	TR = 200 anni	412.00	887.81	891.26	890.61	891.96	0.006178	3.70	111.37	38.14	0.69
1	9.5	Bridge										
1	9.2	TR = 200 anni	412.00	887.70	891.26	890.46	891.87	0.005104	3.46	119.21	39.97	0.64
1	9	TR = 200 anni	412.00	887.70	891.25	890.46	891.86	0.005197	3.48	118.52	39.94	0.64
1	8.2	TR = 200 anni	412.00	885.70	891.27		891.61	0.001707	2.65	199.58	91.17	0.40
1	8	TR = 200 anni	412.00	885.70	891.27		891.61	0.001713	2.65	199.20	91.01	0.40
1	7	TR = 200 anni	412.00	887.09	890.71	890.71	891.45	0.011676	3.91	125.94	99.01	0.93
1	6	TR = 200 anni	412.00	884.47	887.62	887.74	888.57	0.017148	4.31	95.69	61.79	1.10
1	5	TR = 200 anni	452.00	881.69	884.38	884.38	885.20	0.013945	3.99	113.36	73.62	1.01
1	4	TR = 200 anni	452.00	878.27	881.22	881.33	882.16	0.015669	4.32	110.88	80.33	1.07
1	3	TR = 200 anni	452.00	877.10	880.12	880.00	880.88	0.010582	4.08	137.86	74.41	0.92
1	2	TR = 200 anni	452.00	875.20	879.18	878.13	879.61	0.003309	2.93	163.65	65.85	0.54
1	1.5	Bridge										
1	1	TR = 200 anni	452.00	875.20	877.56	878.06	879.36	0.029600	5.93	76.17	45.54	1.47

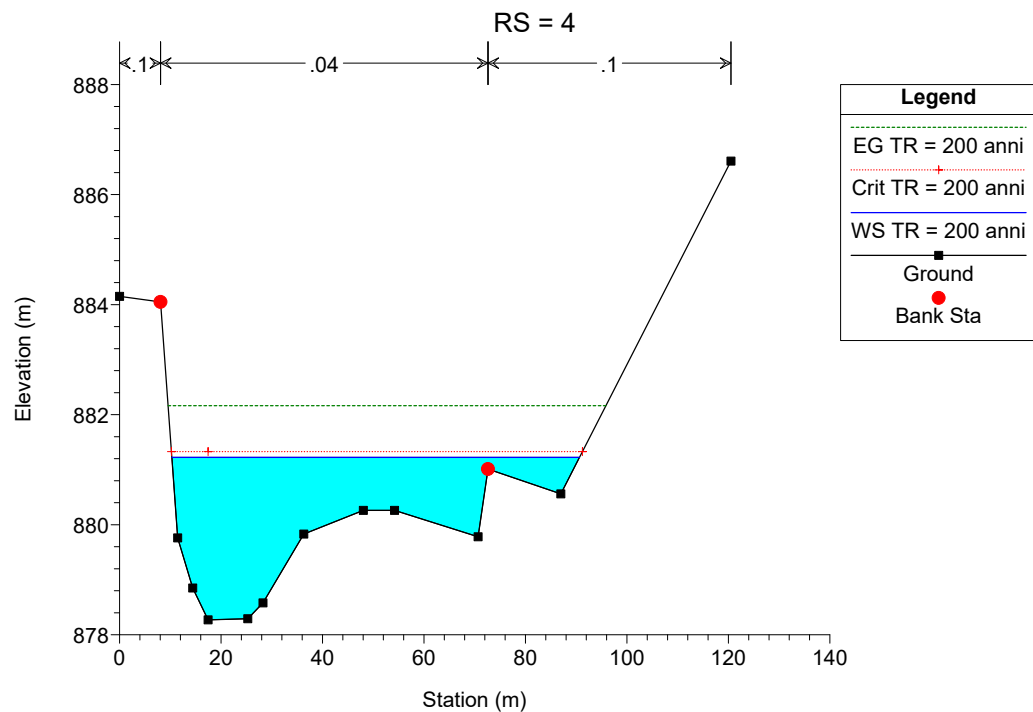
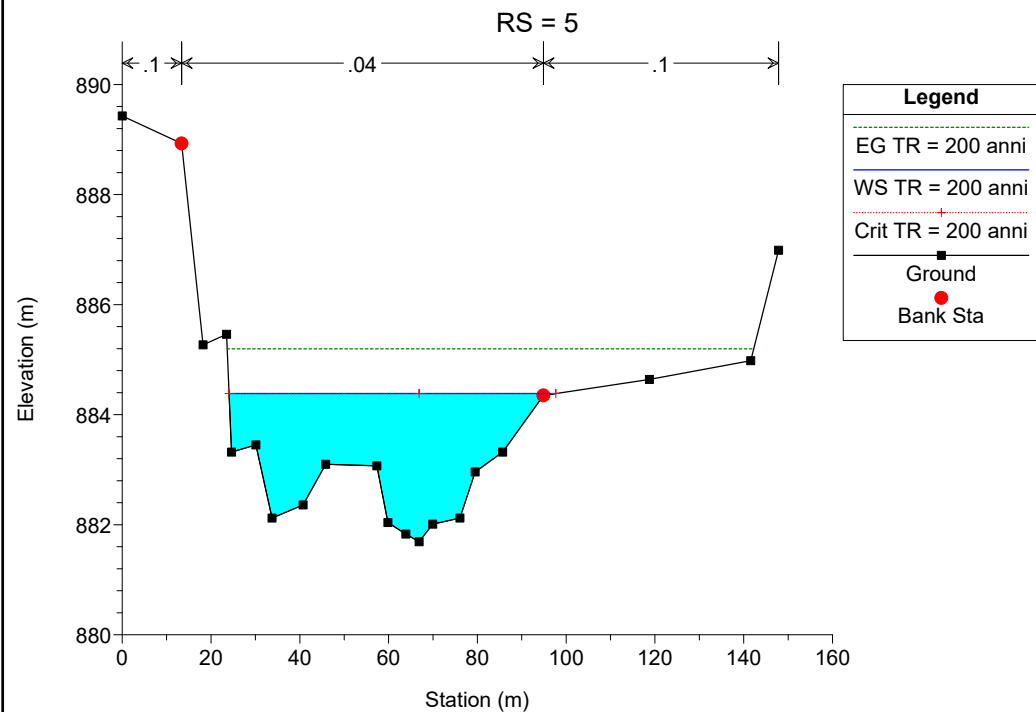
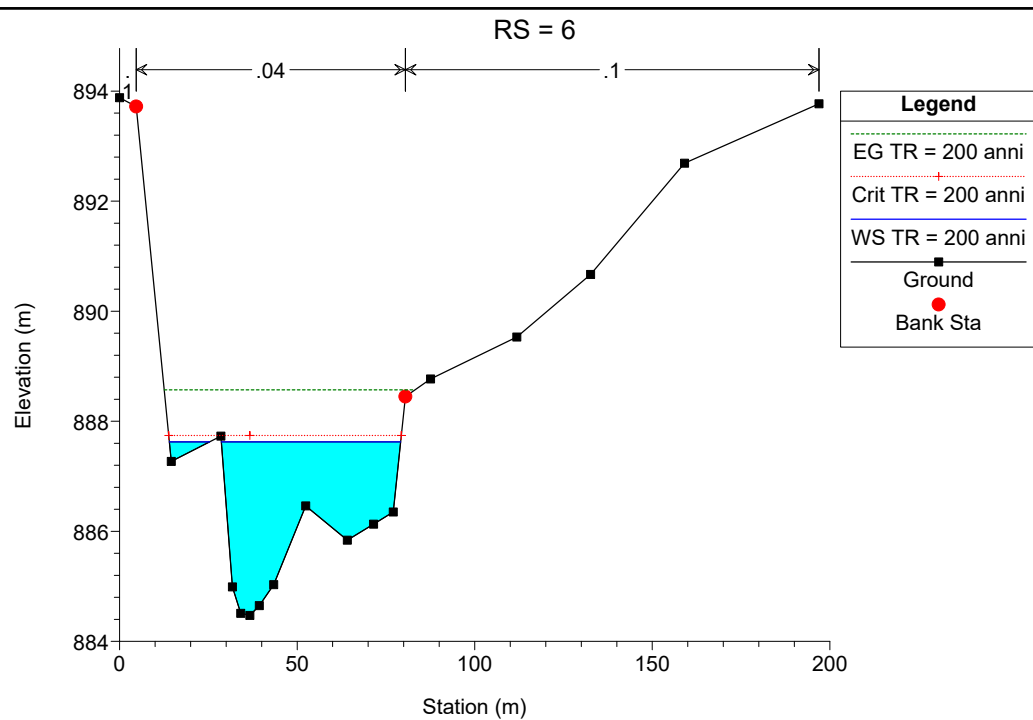
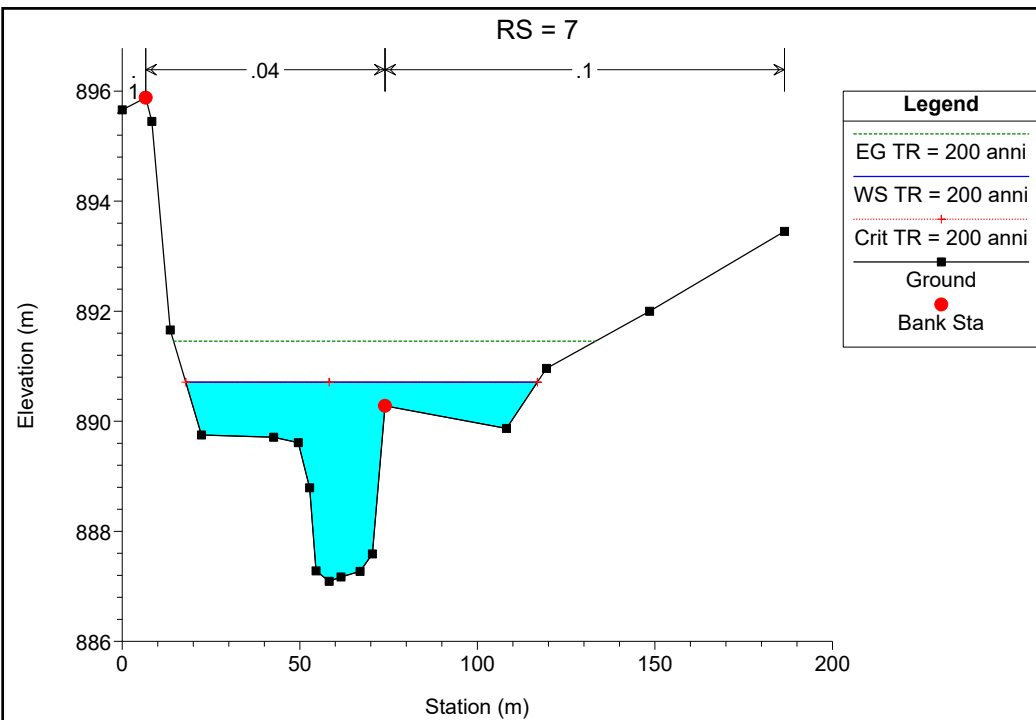


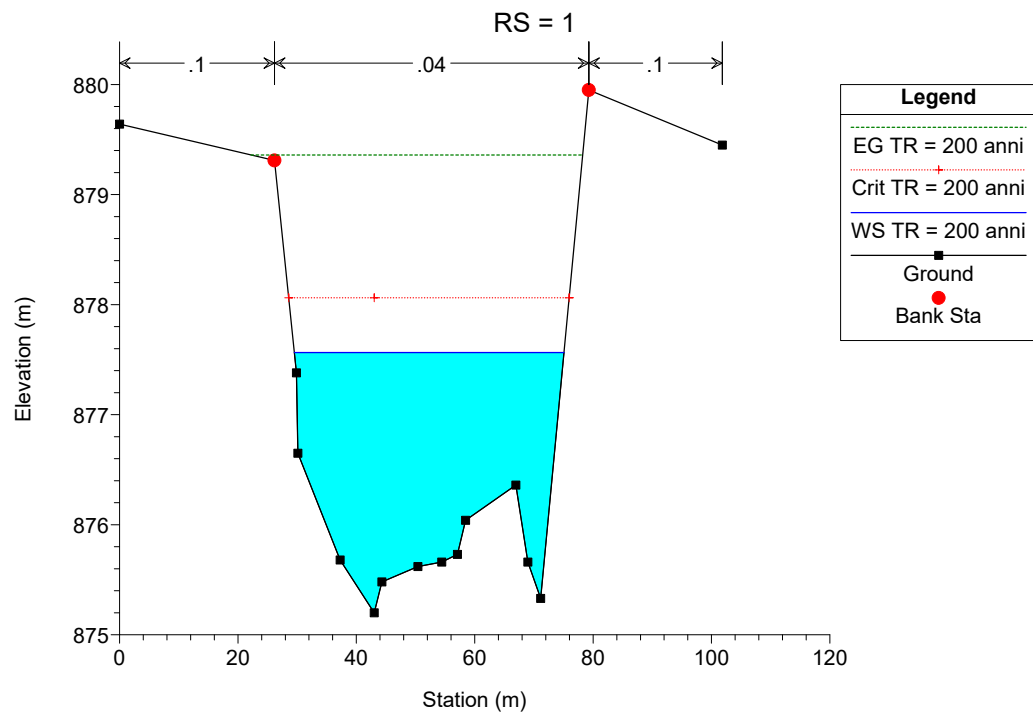
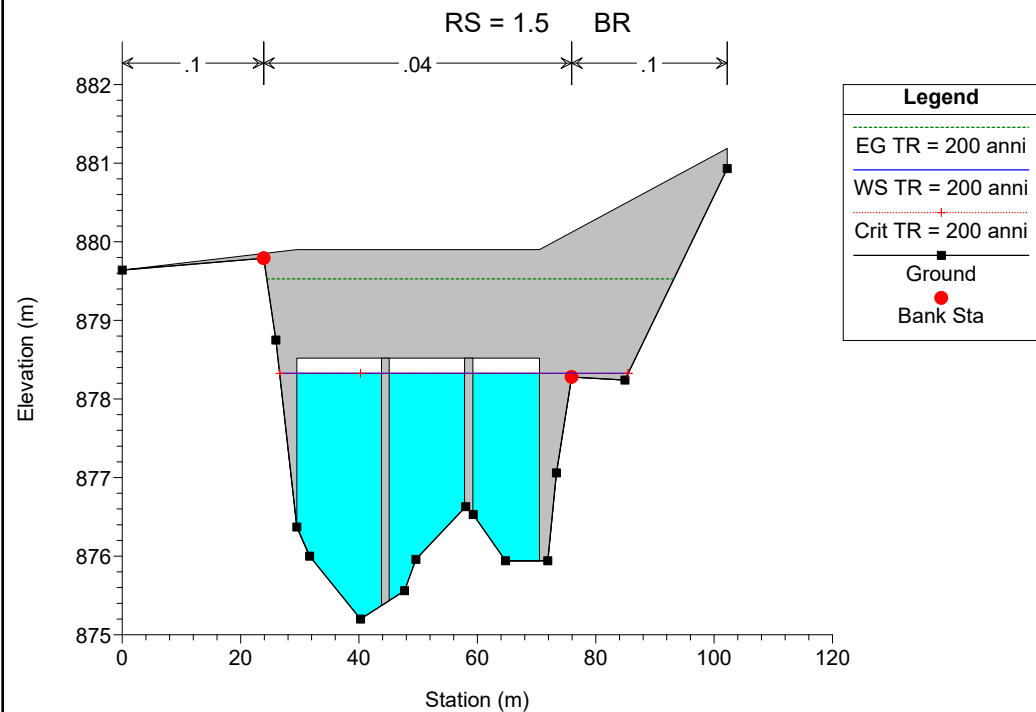
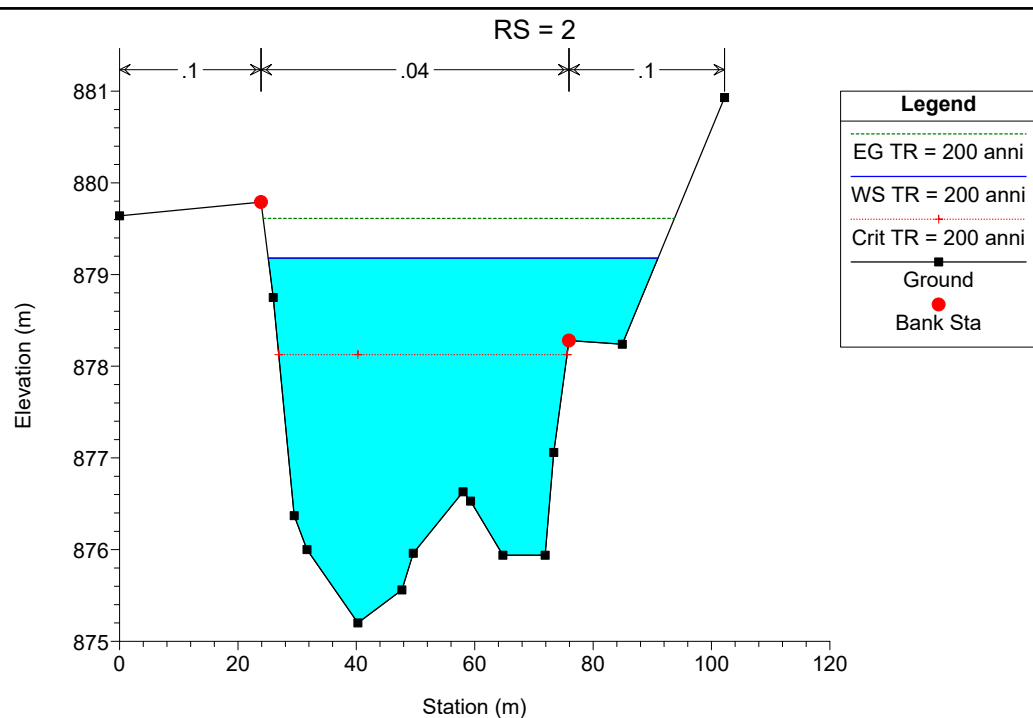
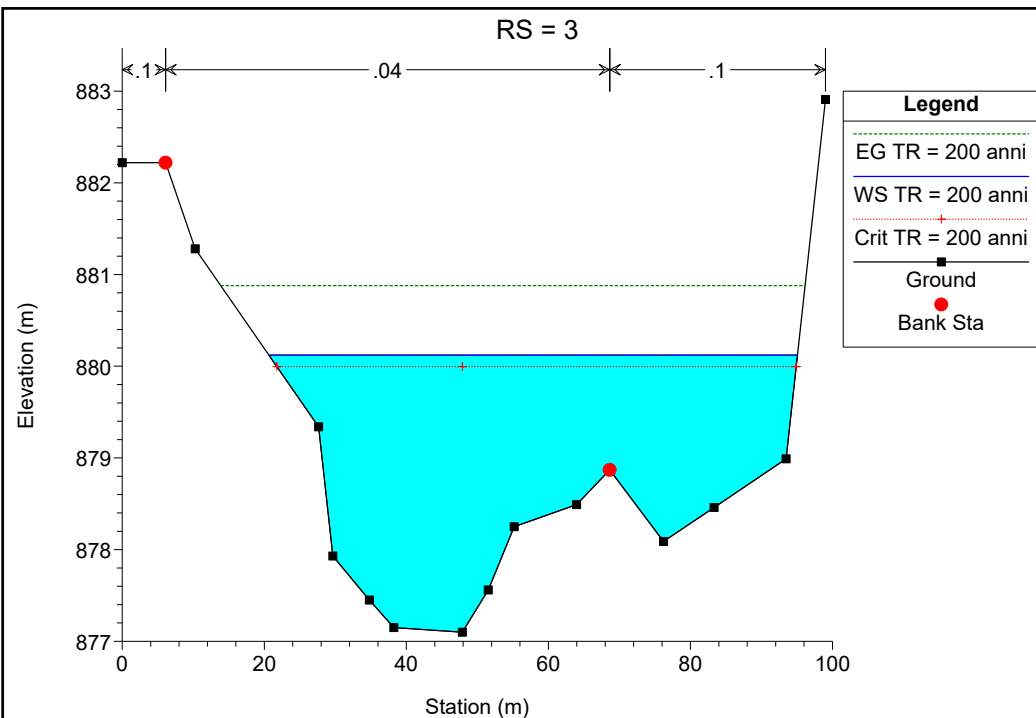












7. VERIFICA DEL FRANCO DI SICUREZZA PER L'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO

Il nuovo ponte in progetto presenta una luce di circa 40 m e una quota minima dell'intradosso pari a 893.70 m s.l.m.

Per tale verifica si fa riferimento a quanto indicato nelle NTC 2018 – “Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale” approvate con Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 e specificatamente nel capitolo 5, paragrafo 5.1.2.3 “Compatibilità idraulica”.

In tale paragrafo si indica che *“deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno T_r pari a 200 anni ($T_r=200$)”, che “il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m” e che “quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce”.*

Per la verifica del franco idraulico dinamico si fa riferimento a quanto indicato nella deliberazione 2/99 dell'Autorità di bacino del Fiume Po dell' 11 maggio 1999 *“Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”* al capitolo 3.2.1 recante *“Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1.00 m”.*

Nella tabella seguente si valutano i franchi di sicurezza minimi relativi a tutti gli scenari precedentemente considerate:

Scenario	Q_{TR200} [m ³ /s]	Livello acqua [m.s.l.m.]	f rilevato [m]	V media [m/s]	f dinamico minimo richiesto [m]
Attuale	412	895.21	-	-	-
Lotto 1a	412	894.64	-	-	-
Lotto 1b ipotesi 1	412	892.39	1.31	2.56	0.17
Lotto 1b ipotesi 2	412	891.26	2.44	3.70	0.35
Lotto 2	412	891.25	2.45	3.70	0.35

Valori dei franchi minimi del ponte con riferimento alla piena con T_R 200 anni.

Si osserva che in franco dinamico è sempre inferiore al valore di 1.50 m fissato dalle NTC 2018, pertanto non verrà considerato per le verifiche.

si osserva che nella situazione attuale e lotto 1° per una portata con tempo di ritorno 200 anni il ponte non è verificato e risulta inoltre in pressione.

Si osserva che per lo scenario lotto 1b – ipotesi 1, che prevede la conservazione delle opere idrauliche esistenti, il franco idraulico minimo sotto il ponte non risulta verificato.

Si osserva che per gli scenari di progetto lotto 1b-ipotesi 2, che prevede la demolizione delle opere idrauliche esistenti, e lotto 2 il franco idraulico risulta essere verificato.

Il ponte in progetto risulta pertanto idraulicamente verificato per gli scenari di progetto lotto 1b-ipotesi 2 e lotto 2.

8. VERIFICA SCOGLIERA IN PROGETTO

Si compie la verifica dei massi della scogliera utilizzando i risultati ottenuti con la modellazione di moto permanente monodimensionale per la situazione di progetto, considerando il valore più cautelativo di velocità della corrente in alveo in corrispondenza della medesima tra i tempi di ritorno indagati.

Gli interventi di rivestimento sono disposti tra le sezioni 13 e 9, pertanto verranno condotte le verifiche per la sezione maggiormente sollecitata, ovvero dove il modello numerico evidenzia le maggiori velocità medie.

La massima velocità media della corrente si ottiene per un tempo di ritorno pari a 200 anni nella sezione n. 13, e risulta pari a 7.15 m/s.

Corso d'acqua	Portata [m³/s]	Quota idrometrica [m s.l.m.]	Velocità media [m/s]
Stura di Demonte	412	890.80	7.15

Tab. 8.1: quota idrometrica e velocità media nella sezione di verifica.

Occorre tenere conto che la velocità dell'acqua nelle vicinanze altimetriche del rivestimento non è quella valutata, che ha caratteristiche altimetriche medie nella sezione, ma è un valore ricavabile dalla precedente e definito come velocità di fondo.

Le velocità di fondo nella stessa sezione si può ottenere tramite la seguente relazione:

$$U_f = \mu U = 0.7U$$

da cui si ricava la seguente tabella:

Corso d'acqua	Portata [m³/s]	Velocità media [m/s]	Velocità di fondo [m/s]
Stura di Demonte	412	7.15	5.00

Tab. 8.2: velocità di fondo della corrente in corrispondenza della sezione di verifica.

La scogliera sarà realizzata con massi di peso superiore a 2000 daN.

Assumendo un peso specifico del materiale solido γ_s medio roccia = 2550 daN/m³, si evidenziano nella tabella sottostante i valori del volume del materiale, del diametro teorico del materiale e della velocità critica ad essi correlata, determinata secondo la seguente:

$$U_{crit} = 6\sqrt{d}$$

Peso materiale (daN)	Volume materiale (m³)	ϕ materiale (m)	V critica (m/s)
2000	0.78	0.92	5.75

Tab. 8.3: velocità critica per le dimensioni dei massi considerati

Tale massa è quindi da ritenersi cautelativamente rappresentativo della struttura dell'opera.

Le condizioni idrauliche che si riscontrano nella sezione di verifica sono:

Corso d'acqua	Velocità media [m/s]	Velocità di fondo [m/s]	Velocità critica [m/s]	Coeff. di sicurezza
Stura di Demonte	7.15	5.00	5.75	1.15

Tab. 8.4: Valore della velocità media di calcolo, della velocità del fondo, della velocità critica e del coefficiente di sicurezza minimo nella sezione di verifica.

Dalle verifiche risulta che il masso in esame soddisfa la condizione di sicurezza:

$$U_f < U_{crit}$$

con coefficiente che, per la condizione più gravosa, è pari a 1.15 rispetto alla condizione teorica di equilibrio limite.

Pertanto, si può concludere che la scogliera in progetto, realizzata con massi del peso minimo pari a 2000 daN, risulta verificata allo scalzamento anche nelle condizioni idrauliche più gravose.

9. CONCLUSIONI

In base alle simulazioni idrauliche condotte per i diversi scenari indagati, si espongono le seguenti conclusioni:

- Nello **scenario attuale** il ponte non risulta essere idoneo e si osservano fenomeni diffusi di esondazione.
Si osserva che per le portate pari 149 m³/s e 115 m³/s il franco idraulico è pari rispettivamente a 1.00 m e 1.50 m.
- Nello **scenario al sotto-lotto 1a**, che prevede la sola realizzazione del nuovo ponte in cassero e demolizione ponte esistente, gli effetti idraulici sono analoghi a quelli dello scenario attuale, senza grossi miglioramenti.
Si osserva che per le portate pari 182 m³/s e 141 m³/s il franco idraulico è pari rispettivamente a 1.00 m e 1.50 m, migliore quindi rispetto alla situazione attuale;
- Nello **scenario sotto-lotto 1b – ipotesi 1**, che prevede l'allargamento della sezione in prossimità del nuovo ponte con mantenimento e prolungamento delle briglie e pennelli, si osserva un miglioramento con riduzione delle aree allagate, ma il franco minimo di sicurezza del nuovo ponte non risulta essere verificato ($1.31\text{ m} < 1.50\text{ m}$);
- Nello **scenario sotto-lotto 1b – ipotesi 2**, che prevede l'allargamento della sezione in prossimità del nuovo ponte con demolizione delle briglie e pennelli, si osserva un miglioramento con riduzione delle aree allagate e la verifica del franco idraulico del nuovo ponte;
- Nello **scenario al lotto 2** si osserva la piena minimizzazione del rischio idraulico, con la portata di piena duecentennale interamente contenuta nel nuovo alveo ricalibrato e la verifica del franco idraulico del nuovo ponte.