

S.S. N. 4 "SALARIA"

**ADEGUAMENTO DEL TRATTO TRISUNGO-ACQUASANTA TERME.
TRATTO GALLERIA VALGARIZIA - ACQUASANTA TERME. LOTTO 2 DAL
KM 155+400 AL KM 159+000 (EX AN6)**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. **AN257**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - ENGEKO - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giorgio Guiducci
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Roma n° 14035

IL PROGETTISTA:

Ing. V. Rotisciani
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A376

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Marco Abram
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A2808

IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Pianificatore Territoriale Marco Colazza

IL R.U.P.

Dott. Ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

Sintagma

Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Ing. L. Spaccini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. E. Bartolocci
Dott. Ing. L. Casavecchia
Dott. Geol. G. Cerquiglini
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Abram
Dott. Arch. C. Presciutti
Dott. Agr. F. Berti Nulli
Geom. S. Scopetta
Geom. M. Zucconi

MANDANTI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. A. Belà
Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente

engeko
Dott. Ing. C. Muller

GEOTECHNICAL DESIGN GROUP

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. C. Consorti
Dott. Ing. E. Loffredo
Dott. Ing. S. Sacconi

ICARIA
società di ingegneria

Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. F. Macchioni
Dott. Ing. G. Verini
Dott. Ing. V. Piuino
Dott. Ing. G. Pulli



IDROLOGIA ED IDRAULICA

Relazione idraulica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-ID00-IDR-RE02-A			
DPAN257	D 22	CODICE ELAB.	T00ID00IDRRE02	A	Varie
A	Emissione	05/2022	G. Verini	F. Macchioni	N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	STUDIO IDRAULICO	4
3.1	MODELLAZIONE IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI	4
3.1.1	Fondamenti teorici del deflusso in moto permanente.....	5
3.1.2	Ipotesi di calcolo.....	13
3.2	OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO	15
3.2.1	Opere di attraversamento idraulico minori.....	16
3.2.2	Opere di attraversamento idraulico maggiori	17
4	ALLEGATI MODELLO DI CALCOLO	19

1 PREMESSA

La presente relazione riporta lo studio idraulico del progetto definitivo che riguarda l' adeguamento del tratto Trisungo-Acquasanta Terme. Tratto galleria Valgarizia - Acquasanta Terme. Lotto 2 dal km 155+400 al km 159+000.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito un elenco delle normative vigenti che sono state prese a riferimento per la definizione degli interventi di carattere idraulico.

- Regio Decreto 25 luglio 1904, n°523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie"
- Decreto del Ministero LL.PP. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali"
- Circolare n. 34233 del 25 febbraio 1991 del Ministero dei LL.PP. "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali"
- D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (G.U. n. 42 del 20/02/2018) – comma 5.1.2.4 "Compatibilità idraulica"
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (GU n. 35 del 11-2-2019 - Suppl. Ordinario n.5) " – cap. 5.1. Ponti stradali – Comma 5.1.2.4 "Compatibilità idraulica"

3 STUDIO IDRAULICO

Le verifiche idrauliche sono condotte in accordo con la specifica normativa di settore contenuta al paragrafo 5.1.2.3 (Compatibilità idraulica) delle Norme Tecniche per le costruzioni approvate con Decreto Ministeriale 17/01/2018 e al paragrafo 5.1.2.3 (Compatibilità idraulica) della Circolare 21/01/2019, n. 7 del Consiglio Superiore Lavori Pubblici. La portata di progetto è quella caratterizzata da $Tr=200$ anni e per tale valore il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua e, se arginata, i corpi arginali. Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo (intesa come alveo la sezione occupata dal deflusso della portata di progetto), la luce netta tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente. Nel caso di pile e/o spalle in alveo, cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare.

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.

L'analisi di compatibilità idraulica è effettuata nel rispetto dell'art. 5 commi 1 e 2 del P.G.R.A. relativo all'invarianza idraulica per una portata di progetto con $Tr=300$ anni.

Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della NTC 2018 i tombini tuttavia al paragrafo 5.1.2.3 (Compatibilità idraulica) della Circolare 21/01/2019, n. 7 sono riportate le seguenti indicazioni progettuali:

- L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti;
- Nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i $2/3$ dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di $1/3$.

Le geometrie degli alvei sono state ricostruite dalla CTR della Regione Marche scala 1:2000 (sezioni 325160, 326130, 326140, 337040, 337080, 338010, 338020, 338050 e 338060).

Sono stati definitivi i vari corsi d'acqua e sono state inserite delle sezioni di calcolo con passo variabile, che si riduce in prossimità degli attraversamenti idraulici.

3.1 MODELLAZIONE IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI

La ricostruzione del profilo di piena è stata eseguita in moto permanente con l'ausilio del software di calcolo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), sviluppato dall'U.S. Army Corp of Engineers.

Il programma permette la ricostruzione dei tiranti idrici di un corso d'acqua mediante l'integrazione numerica con il metodo dello "standard step" dell'equazione differenziale del moto permanente.

Il modello di calcolo è basato sulle seguenti ipotesi:

- il moto è permanente (le grandezze idrauliche non variano con il tempo);
- la geometria dell'alveo è caratterizzata generalmente da variazioni graduali di sezione dove è applicabile l'equazione del moto; nei tronchi dove si realizzano variazioni brusche di sezione viene adottata l'equazione dinamica in forma globale;
- il moto è monodimensionale, cioè si trascurano le componenti della velocità nelle direzioni ortogonali a quella di avanzamento della corrente; ne discende che: il carico energetico totale è lo stesso per tutti i punti di una sezione trasversale, la velocità ha una sola componente nella direzione della corrente e la superficie dell'acqua è orizzontale per tutta la sezione trasversale;
- la pendenza longitudinale non sia troppo elevata (minore del 10%);

- i dati di base richiesti dal programma di calcolo utilizzato sono sostanzialmente quelli relativi alle caratteristiche geometriche ed idrauliche del corso d'acqua in analisi. I dati necessari sono i profili di fondo (sezioni trasversali), le lunghezze dei tratti e la scabrezza dell'alveo e delle aree golenali. I risultati delle simulazioni sono riportati sotto forma di allegati alla presente relazione.

3.1.1 Fondamenti teorici del deflusso in moto permanente

In ogni sezione normale all'asse della corrente, la pressione varia seguendo la legge idrostatica. La condizione di continuità prevede che la portata sia costante, mentre l'area della sezione "Ω" e la velocità media "V" variano gradualmente lungo l'asse "s" della corrente:

$$Q = \Omega * V = Cost \quad [1]$$

L'equazione del moto è espressa mediante la formula:

$$J = -\frac{dH}{ds} \quad [2]$$

dove H, che rappresenta il carico totale, è espresso dalla relazione:

$$H = z_f + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \quad [3]$$

Per quanto concerne la cadente J del carico idraulico totale, essa si valuta assumendo che gli sforzi tangenziali sul contorno dipendano solo dalle condizioni di scabrezza della parete, dalla forma della sezione e dalla velocità media. Si assume quindi:

$$J = \frac{V^2}{\chi^2 * R} \quad [4]$$

dove χ è il coefficiente di resistenza di Chèzy, variabile da sezione a sezione, in funzione della variazione dell'area della sezione e del perimetro bagnato (e di conseguenza il raggio idraulico e la scabrezza relativa).

Le due equazioni fondamentali sono risolte mediante la procedura iterativa (standard step method) allo scopo di calcolare la quota del pelo libero incognita per una sezione:

- equilibrio energetico:

$$h_2 + \frac{\alpha_2 * V_2^2}{2g} = h_1 + \frac{\alpha_1 * V_1^2}{2g} * \Delta H \quad [5]$$

- perdite di carico:

$$\Delta H = \lambda * L + c * \left| \frac{\alpha_2 * V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 * V_1^2}{2g} \right| \quad [6]$$

in cui:

h_1, h_2 rappresentano le quote del pelo libero, nelle sezioni di monte e di valle rispettivamente [m];

V_1, V_2 rappresentano la velocità media nelle sezioni di monte e di valle rispettivamente [m/s];

α_1, α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica nelle sezioni di monte e di valle rispettivamente;

g è l'accelerazione di gravità [m/s²];

ΔH le perdite di carico nel tratto [m];

L è la lunghezza del tratto di riferimento (pesata sulle portate nel caso di alveo pluricursale) [m];

λ è il coefficiente di attrito per le perdite distribuite nel tratto;

c è il coefficiente di perdita di carico localizzata nelle eventuali variazioni di sezioni.

La lunghezza del tratto di riferimento viene pesata sulle portate ed è ricavata dalla relazione:

$$L = \frac{L_{sx} \cdot Q_{sx} + L_{ch} \cdot Q_{ch} + L_{dx} \cdot Q_{dx}}{Q_{sx} + Q_{ch} + Q_{dx}} \quad [7]$$

in cui.

- L_{sx} , L_{ch} , L_{dx} rappresentano rispettivamente la lunghezza specifica dell'area, interessata al flusso, della gola a sinistra, all'interno e a destra delle sponde;
- Q_{sx} , Q_{ch} , Q_{dx} , media aritmetica (sulle due sezioni) delle portate di competenza delle sezioni parziali rispettivamente a sinistra, all'interno ed a destra delle sponde.

Al fine di determinare la portata complessiva in una sezione, il flusso viene diviso in flussi parziali interni a sotto-sezioni per le quali si possa considerare la distribuzione di velocità come uniforme, senza per questo incorrere in approssimazione eccessive.

La conduttanza di competenza di ogni sotto-sezione è ottenuta mediante la seguente equazione:

$$k = \frac{1}{n} * a * r^{2/3} \quad [8]$$

in cui:

- k = conduttanza nella sotto-sezione di deflusso;
- n = coefficiente di Manning per la sotto-sezione;
- a = area della sotto - sezione interessata al flusso;
- r = raggio idraulico della sotto-sezione.

La conduttanza totale sarà data dalla somma delle conduttanze di competenza di ogni sotto - sezione.

Nei calcoli la sezione naturale è stata divisa in tre aree con diverse caratteristiche rappresentate rispettivamente dal canale e dalle due aree laterali golenali.

Anche il coefficiente correttivo dell'energia cinetica è ricavato tenendo conto della suddivisione della sezione, tramite la seguente equazione:

$$\alpha = A^2 * \frac{\left(\frac{K_{sx}^3}{A_{sx}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{dx}^3}{A_{dx}^2} \right)}{K^3} \quad [9]$$

in cui:

- A = area totale interessata al flusso;
- K = conduttanza totale nella sezione;
- A_{sx} , A_{ch} , A_{dx} = area, interessata al flusso, rispettivamente per le sotto-sezioni a sinistra, all'interno ed a destra delle sponde;
- K_{sx} , K_{ch} , K_{dx} = conduttanze nelle sotto-sezioni, rispettivamente, a sinistra, all'interno e a destra delle sponde.

Le perdite distribuite nel tronco di corso d'acqua di lunghezza "L" (pesata sulle portate) è data dal prodotto di quest'ultima per il coefficiente di attrito λ .

$$\Delta H = \lambda * L \quad [10]$$

Il programma consente di scegliere l'espressione di λ tra le seguenti alternative:

- coefficiente di attrito media aritmetica:

$$\lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \quad [11]$$

- coefficiente di attrito media sulle portate:

$$\lambda = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad [12]$$

- coefficiente di attrito media geometrica:

$$\lambda = \sqrt{\lambda_1 * \lambda_2} \quad [13]$$

- coefficiente di attrito media armonica:

$$\lambda = \frac{2*\lambda_1*\lambda_2}{\lambda_1+\lambda_2} \quad [14]$$

in cui:

- Q_1, Q_2 = portata nelle due sezioni che limitano il tratto;
- K_1, K_2 = conduttanza nelle due sezioni che limitano il tratto;
- λ_1, λ_2 = coefficienti di attrito nelle due sezioni che limitano il tratto.

Il calcolo delle perdite di carico dovute alla contrazione o espansione della corrente si basa sulla seguente relazione:

$$\Delta H = c * \left| \frac{a_2 * V_2^2}{2g} - \frac{a_1 * V_1^2}{2g} \right| \quad [15]$$

dove:

- V_1, V_2 = velocità media nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle;
- α_1, α_2 = coefficienti correttivi dell'energia cinetica nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle;
- g = accelerazione di gravità;
- ΔH = perdite di carico concentrate nel tratto;
- c = coefficiente di perdita di carico localizzata nelle eventuali variazioni di sezioni.

Secondo il programma si verifica una contrazione della corrente ogni volta che il carico cinetico a valle è maggiore di quello a monte; analogamente, quando il carico cinetico a monte è maggiore di quello a valle, il programma assume che vi sia un'espansione. Il coefficiente c nel caso di espansione varia tra 0,3 e 0,8, mentre nel caso di contrazione varia tra 0,1 e 0,6.

La quota del pelo libero ad una sezione trasversale è determinata risolvendo iterativamente le equazioni [5] e [6] secondo la seguente procedura:

- Passo 1: Assunzione di un valore (arbitrario) per la quota del pelo libero nella sezione più a monte, nel caso di corrente veloce, od a valle nel caso di corrente lenta.
- Passo 2: Determinazione della portata totale e della velocità della corrente corrispondenti alla quota di cui al passo 1.
- Passo 3: Calcolo dei valori del coefficiente di attrito λ e determinazione delle perdite energetiche mediante la risoluzione dell'equazione [10].
- Passo 4: Calcolo della quota del pelo libero h_2 mediante risoluzione dell'equazione [1] utilizzando i valori ottenuti con i passi 2 e 3.
- Passo 5: Comparazione del valore della quota del pelo libero calcolata con il passo 4 con quella assunta al passo 1; ripetizione dell'intera procedura finché la differenza tra le due quantità è minore di quella assunta ammissibile.

Una volta ottenuta la quota del pelo libero "bilanciata" in una sezione, il programma verifica che questa sia in accordo con le ipotesi assunte sul regime della corrente; se ciò non avviene la quota del pelo libero verrà considerata coincidente con la profondità critica.

La profondità critica è la quota per la quale il carico specifico è minimo e viene calcolata con procedura iterativa basata sull'equazione che definisce il carico specifico in una data sezione.

La profondità critica per una sezione trasversale viene determinata ogni volta che si verifica una delle seguenti condizioni:

- La corrente è veloce;
- Il calcolo della profondità critica viene richiesto dall'utente.

La quota del pelo libero iniziale per le sezioni al contorno può essere specificata in uno dei seguenti quattro modi:

- come profondità critica;
- come una elevazione nota;
- come profondità di moto uniforme con pendenza assegnata, ovvero come pendenza della linea dei carichi assegnata;
- da una scala di deflusso.

La portata viene specificata in una apposita variabile nella sezione di monte, ma può essere variata in una qualunque sezione e per tutte le sezioni a valle impostando una seconda variabile.

Nei tronchi sede di ponti, tombini o altre strutture che provocano effetti localizzati le condizioni idrometriche di monte si correlano con quelle di valle tramite relazioni empiriche appropriate tratte dalla letteratura tecnica.

Ponti e viadotti

Ai fini della simulazione numerica, la sezione in cui è localizzato il ponte viene trattata nel modo di seguito descritto.

Nella sezione del ponte si inseriscono gli ingombri geometrici delle pile e delle spalle del ponte; la geometria reale viene schematizzata con una idraulicamente equivalente, ove gli ingombri delle singole pile vengono assemblati in un numero ridotto di sagome. Questa operazione viene fatta separatamente per le zone di alveo, golena e coltivo.

Alla stessa ascissa della sezione predetta si posizionano una sezione di monte (identificata dal suffisso 'm') e una sezione di valle (identificata dal suffisso 'v') con lo stesso contorno bagnato, che differiscono dalla sezione del ponte solo per l'assenza dell'ingombro delle pile/spalle.

Queste due sezioni convenzionali di monte e di valle delimitano il tronco, che ha lunghezza trascurabile, in cui è localizzata la variazione della geometria.

La sezione del ponte con gli ingombri delle pile/spalle entra soltanto nel calcolo delle perdite localizzate che, appunto, da tali ingombri sono causate.

Pertanto, nel risultato finale, in corrispondenza della sezione del ponte, saranno riportati alla stessa ascissa i tre livelli corrispondenti, nell'ordine, alla sezione immediatamente a monte ('m'), a quella del ponte con gli ingombri di pile/spalle, e a quella immediatamente a valle ('v').

Il rigurgito dei ponti può essere valutato con metodologie diverse.

Formula di Yarnell

Nel breve tronco in cui è localizzato il ponte la differenza tra il livello di monte e quello di valle ($z_m - z_v$) può essere calcolata con la formula di Yarnell dedotta da una estesa informazione sperimentale relativa a sezioni di forma rettangolare.

Si deve distinguere tra la situazione in cui la contrazione non è così forte da produrre la sezione di controllo tra le pile (di 'classe A' nella terminologia di Yarnell) e il caso in cui tale situazione si verifica (di 'classe B').

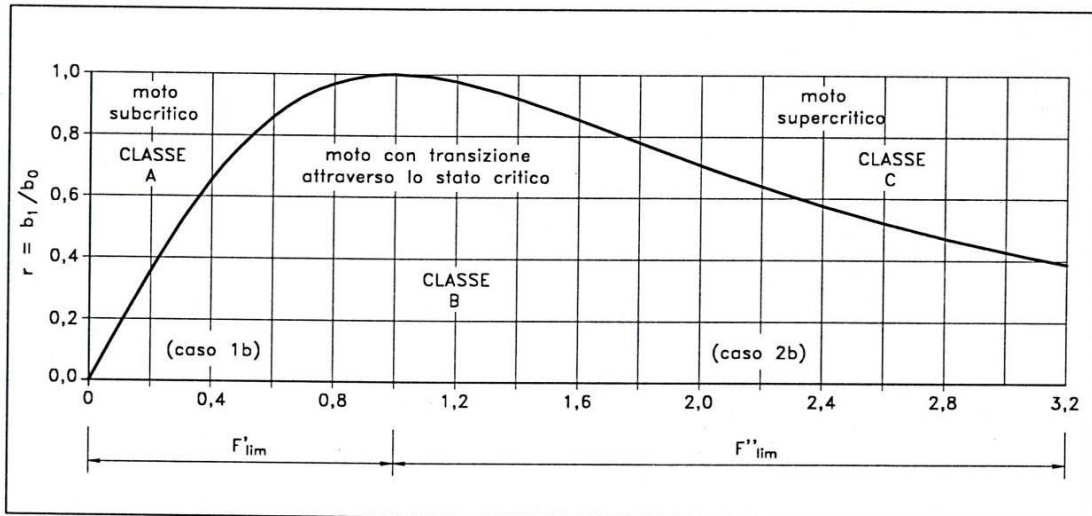


Figura 3.1: Classificazione dei modi di deflusso attraverso un restringimento (Da Deppo, Datei "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali")

Si calcola preventivamente il rapporto di contrazione $r = b_1/b_0$ e si confronta con il rapporto di contrazione limite r_{lim} discriminante tra le classi 'A' e 'B' definito dall'espressione:

$$r_{lim}^2 = 27 \frac{F^2}{(2 + F^2)^3}$$

Se il rapporto di contrazione r risulta minore di r_{lim} il problema é di classe 'B' e il livello di monte si ottiene dal valore dell'energia nella sezione di monte posta pari a quella critica che si stabilisce tra le pile incrementata di una perdita di carico in contrazione pari a circa 1/3 del termine cinetico critico.

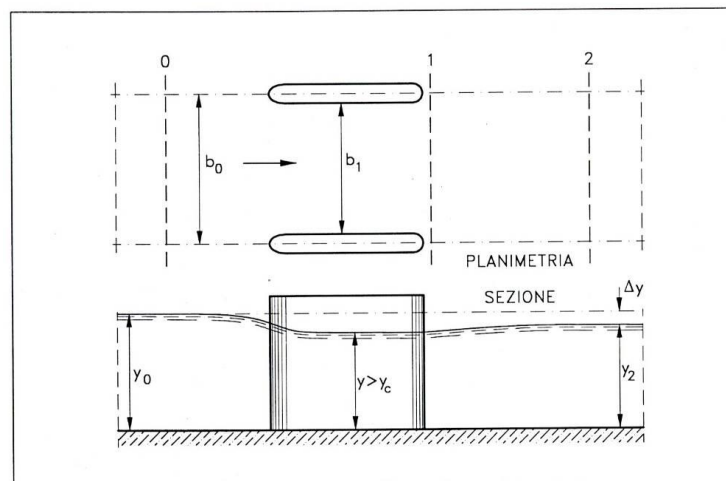


Figura 3.2: Deflusso attraverso le pile di un ponte senza transizione – classe A (Da Deppo, Datei "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali")

Per il problema di 'classe A' la formula di Yarnell esprime l'entità del rigurgito (Δy) in funzione del tirante idrico di valle (y_2), del rapporto di ingombro del ponte ($z = 1 - r$), di un coefficiente di forma della pila (K_Y) e del numero di Froude ($F = V/\sqrt{gA/B}$) della corrente nella sezione di valle (F_2) con l'espressione:

$$\frac{\Delta y}{y} = K_Y (K_Y - 0.6 + 5F_2^2) (z + 15z^4) F_2^2$$

Il coefficiente di forma K_Y assume valori che vanno da 1.25 per pile non arrotondate a valori dell'ordine di 0.9 per pile arrotondate con vari profili (vedi Figura 3.3).

Nell'ipotesi che la corrente investa l'asse della pila con un angolo α diverso da 0, i valori di Δy devono essere moltiplicati per il coefficiente 1.3 per $\alpha = 10^\circ$ e 2.3 per $\alpha = 20^\circ$.





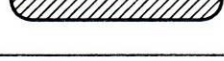
forma della pila	K_Y
	1,25
	1,05
	1,05
	0,95
	0,90

Figura 3.3: Coefficienti di forma delle pile dei ponti (Da Deppo, Datei "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali")

Formula di Rehbock

In base alla formula di Rehbock, l'espressione del rigurgito è:

$$\Delta y = K_R (1 - r) \frac{v_2^2}{2g}$$

dove K_R è un coefficiente di forma pari a 1 per pile a rostri arrotondati e 2 per pile a spigoli vivi.

Bilanci di energia (e-b) e di spinta totale (e-s)

Si distinguono, in corrispondenza dei ponti, il tratto tra la sezione di monte (M) e quella delle pile (P), in cui la corrente accelera, e quello tra questa sezione (P) e quella di valle (V) in cui la corrente rallenta.

Nel tratto M-P si impone il bilancio energetico conteggiando le perdite di carico in contrazione come una frazione del termine cinetico in P valutata in ragione del raccordo delle pile:

$$H_M = H_P + I \frac{v_P^2}{2g}$$

Nel tratto P-V si può ancora imporre il bilancio energetico valutando le perdite di rallentamento con l'espressione di Borda (schema e-b):

$$H_P = H_V + I \frac{(v_P - v_V)^2}{2g}$$

oppure si può, in alternativa, imporre l'invarianza della spinta totale tra le sezioni P e V utilizzando la geometria della sezione V per valutare la spinta idrostatica nella sezione P (schema e-s).

La scelta dello schema di rappresentazione degli effetti di rigurgito può essere effettuata con appropriata analisi di sensitività: gli schemi e-b e e-s, più elaborati, hanno comunque, a priori, il vantaggio di essere applicabili a sezioni non sensibilmente rettangolari.

Tombini

In particolare, per quanto riguarda i tombini, l'analisi è condotta mediante due differenti approcci che tengono in debito conto delle condizioni idrauliche di monte e di valle che governano il moto:

- 1) Outlet Control: il flusso all'interno del tombino è in regime di outlet control quando è condizionato dalle condizioni di valle e/o dalla capacità portante della condotta. Pertanto si valuta l'altezza d'acqua in testa al tombino (upstream headwater depth) utilizzando i convenzionali metodi dell'idraulica considerando prevalenti le perdite dovute alla rugosità della condotta ed all'effetto tappo che si instaura con la eventuale presenza di un battente idrico a valle (tailwater);
- 2) Inlet Control: in questo caso, la capacità del sistema è condizionata dalle perdite di carico all'ingresso del tombino più che dalla capacità della condotta. Pertanto il tirante idrico in testa si determina considerando prevalenti le perdite causate dal restringimento della sezione di monte.

HEC – RAS calcola l'energia a monte del tombino necessaria affinché il flusso sia in regime di outlet control e quella corrispondente al regime di inlet control; il caso per cui risulta maggiore tale energia è quello che viene considerato per la determinazione delle caratteristiche idrodinamiche del flusso.

Outlet control

E' utilizzata l'equazione di Bernouilli

$$Z_3 + Y_3 + \frac{V_3^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + H_L$$

dove Z_3, Z_2 sono le quote di imbocco e di sbocco del tombino (m);

Y_3, Y_2 sono i tiranti idrici di monte e di valle (m);

V_3, V_2 sono le velocità di ingresso e di uscita della corrente (m);

H_L sono le perdite di carico totali, date dalla somma delle perdite concentrate di ingresso e di uscita e dalle perdite distribuite lungo la condotta.

Inlet control

L'analisi si differenzia a seconda dell'entità delle portate da smaltire:

- a) Unsubmerged Inlet: portate per le quali il sistema si comporta come uno stramazzo; ci sono due metodi proposti dall'United States Federal Highway Administration:

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S$$

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

dove HW_i è il carico idraulico all'ingresso del tombino;

D è l'altezza della condotta;

H_c è l'energia specifica corrispondente all'altezza critica;

Q è la portata;

A è l'area della sezione della condotta;

S è la pendenza della condotta;

K e M sono costanti dipendenti dalla geometria e dal tipo di condotta

- b) Submerged Inlet: quando la condotta si comporta da orifizio nel sistema

$$\frac{HW_i}{D} = c \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S$$

dove HW_i è il carico idraulico all'ingresso del tombino;

D è l'altezza della condotta;

H_c è l'energia specifica corrispondente all'altezza critica;

Q è la portata;

A è l'area della sezione della condotta;

S è la pendenza della condotta;

c e Y sono costanti dipendenti dalla geometria e dal tipo di condotta

- c) Transitional: in situazioni intermedie tra il comportamento a stramazzo e il comportamento ad orifizio

3.1.2 Ipotesi di calcolo

Sezioni di calcolo

La geometria delle sezioni di deflusso dei corsi d'acqua e delle opere esistenti è stata definita attraverso rilievi topografici specifici.

Portata di verifica

Le portate inserite nelle verifiche fanno riferimento ai tempi di ritorno di 200 e 300 anni.

Coefficiente di scabrezza

La definizione dei coefficienti di scabrezza caratterizzanti l'alveo dei corsi d'acqua è stata condotta attraverso il metodo di Cowan in cui la stima di n è ricondotta alla conoscenza di una serie di coefficienti che tengono conto della presenza di diversi fattori dissipativi. L'equazione da lui fornita è la seguente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m$$

dove:

- n_0 è la quota parte di scabrezza corrispondente ad un alveo rettilineo con andamento uniforme e regolare;
- n_1 è il valore aggiuntivo che tiene conto delle irregolarità della superficie dell'alveo;
- n_2 è il contributo alla scabrezza dovuto alle variazioni di forma e dimensioni delle sezioni trasversali lungo il tratto in esame;
- n_3 è il valore che tiene conto di ostruzioni quali detriti, alberi morti, ecc.;
- n_4 è il contributo dovuto alla presenza di vegetazione;
- m è un fattore di correzione per alveo meandriforme.

Per l'attribuzione dei valori ai suddetti coefficienti, corrispondenti alle diverse caratteristiche morfologiche e di ricoprimento presentate dal corso d'acqua, si è fatto riferimento alla Tabella 3.1

Tabella 3.1 - parametri per la valutazione del coefficiente di scabrezza dell'alveo mediante l'equazione di Cowan.

Materiale	n_0	Calcestruzzo	0.012 - 0.018
		Argilla e limo	0.025 - 0.032
		Sabbia	0.026 - 0.033
		Ghiaia	0.028 - 0.035
		Ciottoli	0.030 - 0.050
		Massi	0.040 - 0.070
Grado di irregolarità	n_1	Regolare	0.000
		Minimo	0.001 - 0.005
		Moderato	0.006 - 0.010
		Elevato	0.011 - 0.020
Variazione della sezione di deflusso	n_2	Graduali	0.000
		Alternanze occasionali	0.001 - 0.005
		Alternanze frequenti	0.010 - 0.015
Effetti di ostacolo al deflusso	n_3	Trascurabile	0.000 - 0.004
		Minimo	0.005 - 0.015
		Apprezzabile	0.020 - 0.030
		Elevato	0.040-0.050
Grado di ricoprimento vegetale	n_4	Basso	0.001 - 0.010
		Medio	0.010 - 0.025
		Elevato	0.025 - 0.050
		Molto elevato	0.050 - 0.100
		Estremo	0.100 - 0.200
Grado di meandrazione	m	Minimo	1.00
		Medio	1.15
		Elevato	1.30

La definizione dei coefficienti di scabrezza caratterizzanti le zone golenali interessate dall'onda di piena è stata condotta attraverso l'equazione di Cowan modificata, secondo cui:

$$n = n_0 + n_1 + n_3 + n_4$$

dove:

- n_0 è la quota parte di scabrezza corrispondente ad una zona golenale con andamento uniforme e regolare;
- n_1 è il valore aggiuntivo che tiene conto delle irregolarità della superficie della zona golenale (p.e. depressioni);
- n_3 è il valore che tiene conto di ostruzioni quali detriti, alberi morti, ecc.;
- n_4 è il contributo dovuto alla presenza di vegetazione.

Per l'attribuzione dei valori ai suddetti coefficienti, corrispondenti alle diverse caratteristiche morfologiche e di ricoprimento presentate dalle zone golenali, si è fatto riferimento alla Tabella 3.2.

Tabella 3.2: parametri per la valutazione del coefficiente di scabrezza delle zone golenali mediante l'equazione di Cowan

Materiale	n_0	Calcestruzzo	0.012 - 0.018
		Argilla e limo	0.025 - 0.032
		Sabbia	0.026 - 0.033
		Ghiaia	0.028 - 0.035
		Ciottoli	0.030 - 0.050
		Massi	0.040 - 0.070
Grado di irregolarità	n_1	Regolare	0.000
		Minimo	0.001 - 0.005
		Moderato	0.006 - 0.010
		Elevato	0.011 - 0.020
Effetti di ostacolo al deflusso	n_3	Trascurabile	0.000 - 0.004
		Minimo	0.004 - 0.005
		Apprezzabile	0.020 - 0.030
Grado di ricoprimento vegetale	n_4	Basso	0.001 - 0.010
		Medio	0.010 - 0.025
		Elevato	0.025 - 0.050
		Molto elevato	0.050 - 0.100
		Estremo	0.100 - 0.200

Condizioni al contorno

L'analisi sviluppata è stata un'analisi di moto stazionario di tipo misto (mixed flow). Quali condizioni al contorno di monte e di valle si è assunto l'uguaglianza delle pendenze della linea dell'energia con quella di fondo alveo, nell'ipotesi di moto uniforme in corrispondenza delle sezioni estreme a monte ed a valle.

3.2 OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO

Il tracciato in progetto interferisce con il reticolo idrografico superficiale, costituito da una rete di fossi di diversa natura e dimensione che confluiscono nel fiume Tronto.

Per risolvere le interferenze con il reticolo idrografico sono state inserite in progetto delle opere di attraversamento idraulico, suddivise in opere maggiori e opere minori.

L'opera di attraversamento minore è costituita da un tombino scatolare 2.00x2.00 m, mentre le opere di attraversamento maggiori sono costituite da viadotti.

Tabella 3.3 - Opere di attraversamento in progetto.

Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	Area bacino (mq)	Alternativa 1
1	B1	Fosso di Val Ceresa	212'908	Scatolare 2.00x2.00 m
2	B2	Rio di Novete	10'306'871	Viadotto Quintodecimo
-	Tronto 1	Fiume Tronto	480'539'000	Viadotto Tronto
-	Tronto 2	Fiume Tronto	388'883'335	-

Lo studio idraulico consente di avere informazioni sia in merito al franco idraulico per gli attraversamenti principali e secondari, sia in merito alle fasce di esondazione del fiume Tronto e dei suoi affluenti.

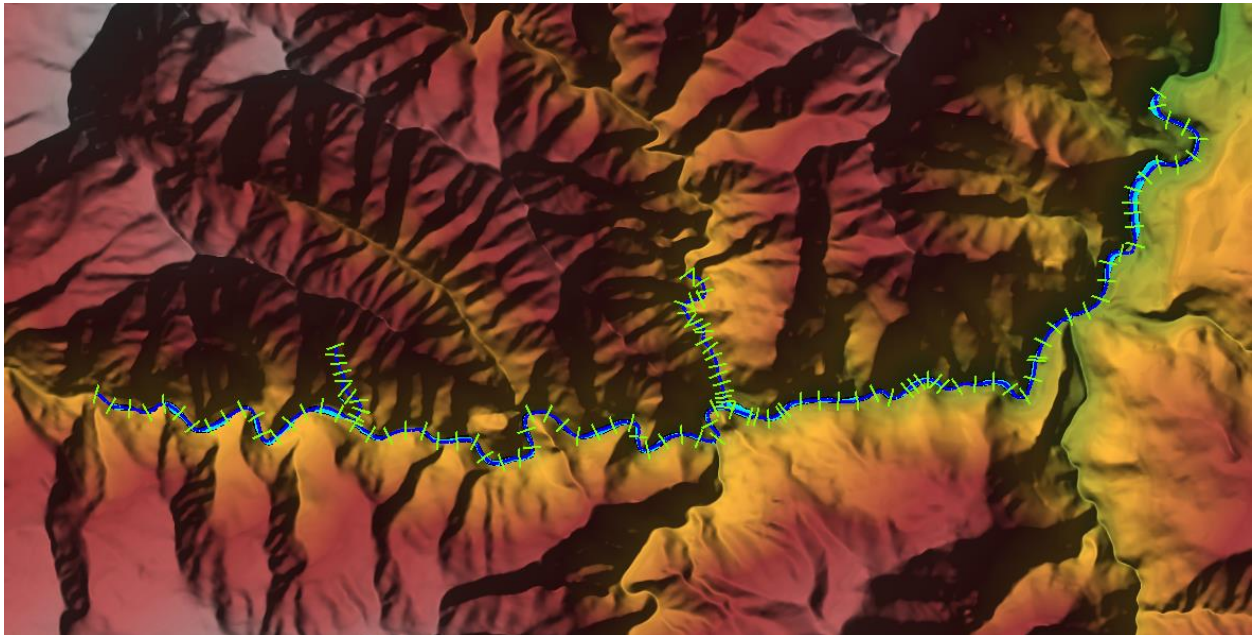


Figura 3.4 - Aree di esondazione su DEM.

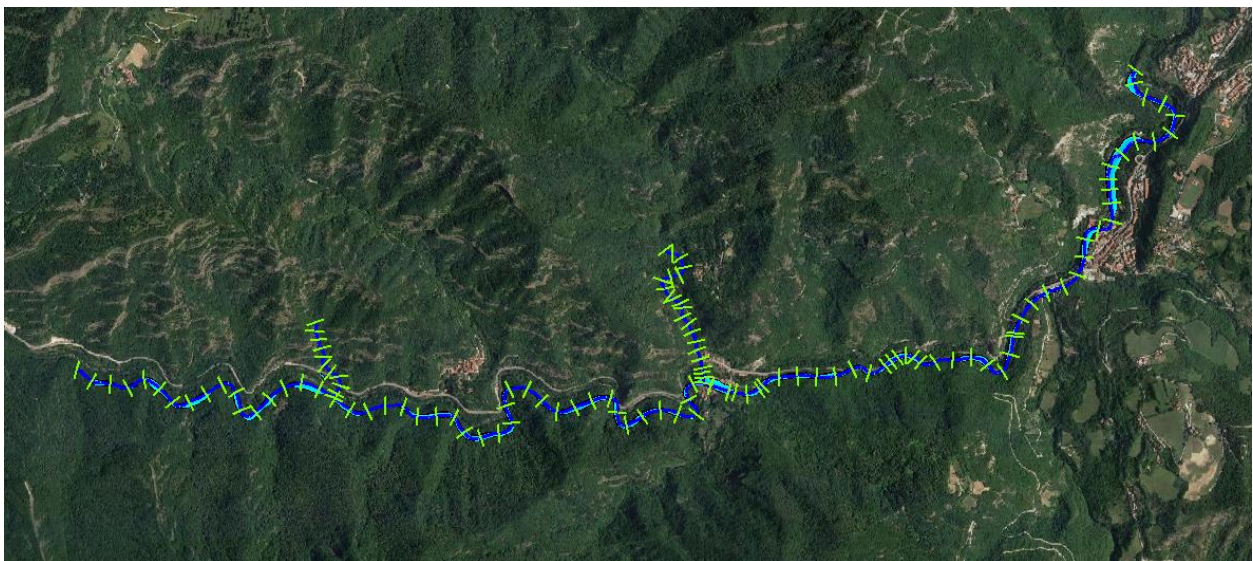


Figura 3.5 - Aree di esondazione su ortofoto.

3.2.1 Opere di attraversamento idraulico minori

In progetto si prevede un tombino scatolare 2.00x2.00 m in corrispondenza del Fosso di Val Ceresa (bacino B1).

Il tombino è stato dimensionato idraulicamente nel rispetto del §5.1.2 delle NTC2018 e quindi viene garantito il franco idraulico minimo di 1/3 dell'altezza interna per la portata corrispondente ad un tempo di ritorno $T_R = 200$ anni.

Di seguito si riporta la verifica del franco idraulico dell'attraversamento presente in progetto.

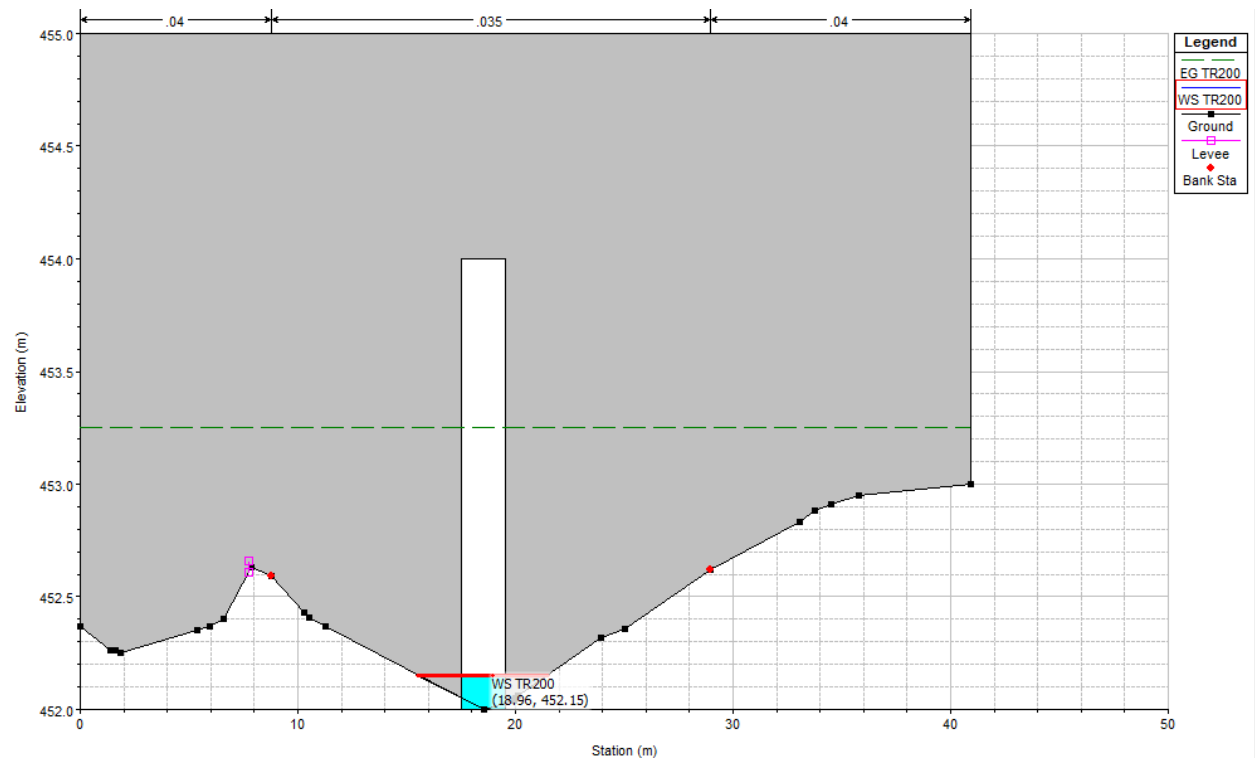


Figura 3.6 - Attraversamento Fosso di Val Ceresa.

Il franco idraulico è di 185 cm e rispetta il franco minimo da garantire pari a 67 cm.

3.2.2 Opere di attraversamento idraulico maggiori

Le opere di attraversamento maggiori sono costituite da viadotti.

Queste opere sono dimensionate nel rispetto del §5.1.2 delle NTC2018, garantendo sempre un franco minimo di 1.50 m tra l'intradosso dell'impalcato e la quota del pelo libero della corrente determinato per una portata con $T_R = 200$ anni.

Le spalle dei viadotti sono collocate all'esterno delle aree di esondazione e la scansione delle pile è tale da escludere la presenza di pile in alveo.

Come visibile dalle verifiche seguenti e in allegato, il franco idraulico che si ha tra l'intradosso degli impalcati e la quota del tirante idrico per un tempo di ritorno di 200 anni è sempre ampiamente superiore a 1.5 metri.

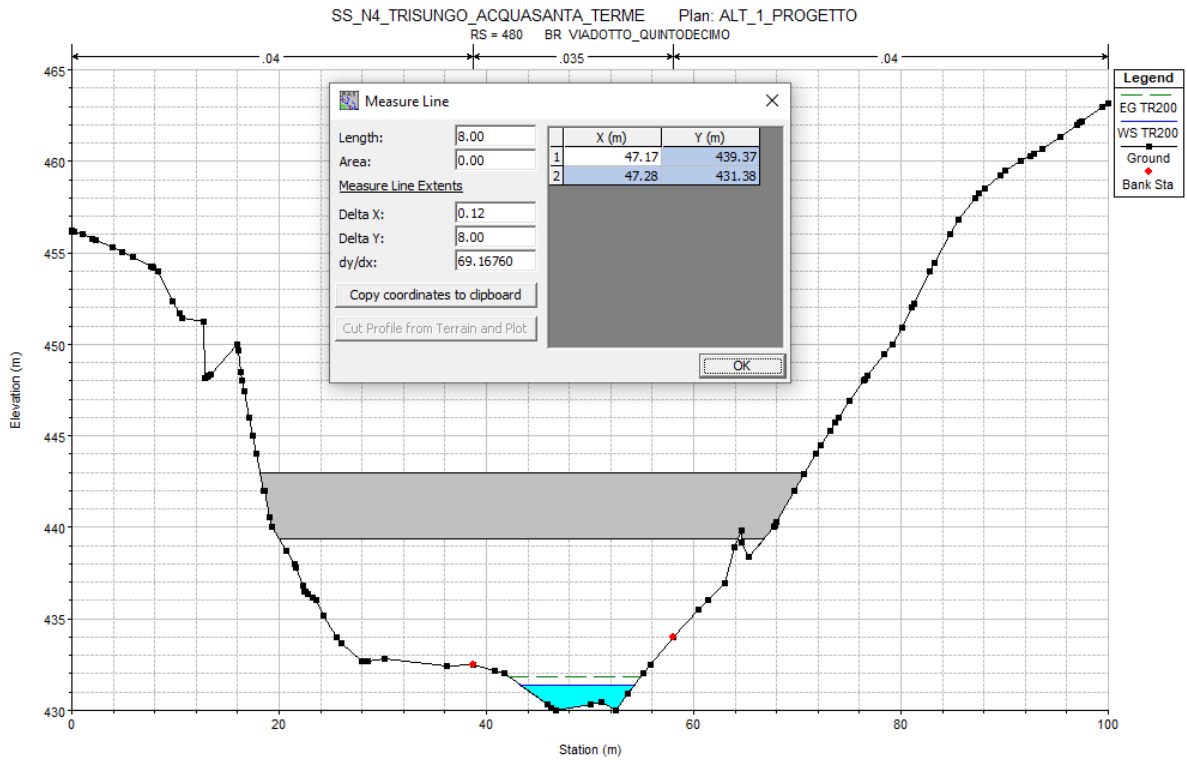


Figura 3.7 - Viadotto Quintodecimo

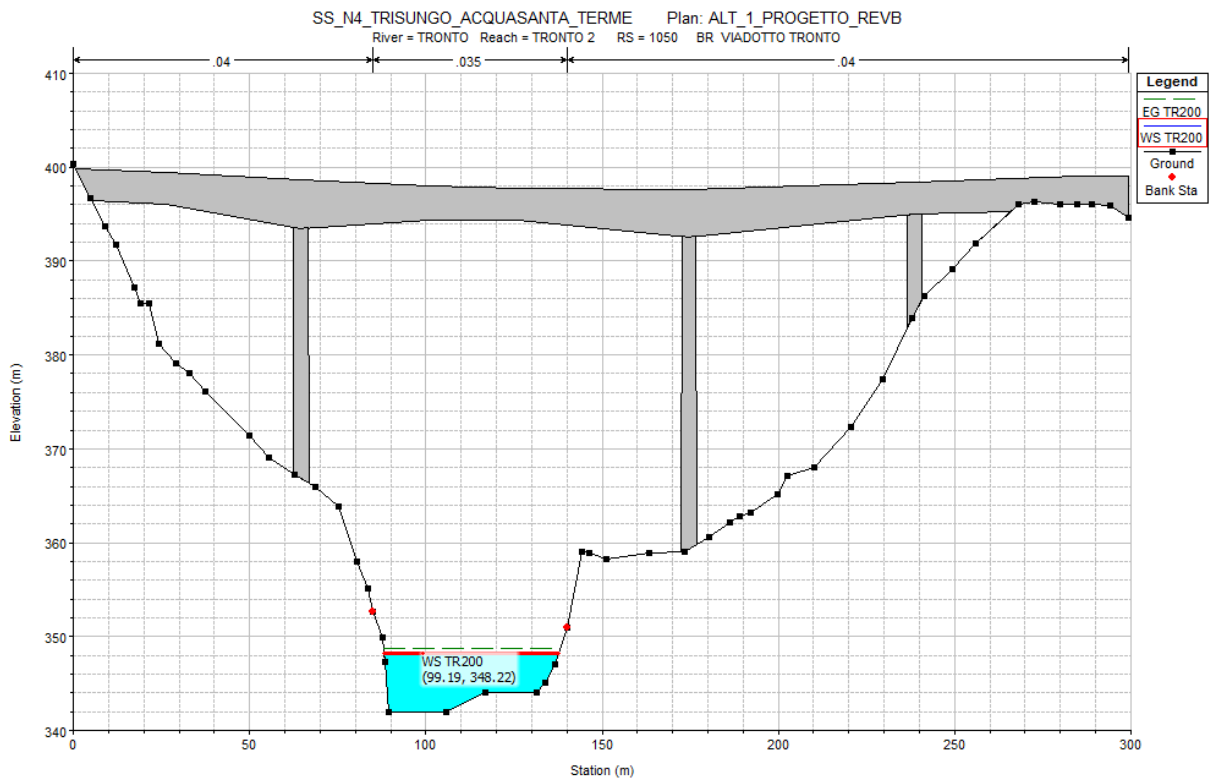


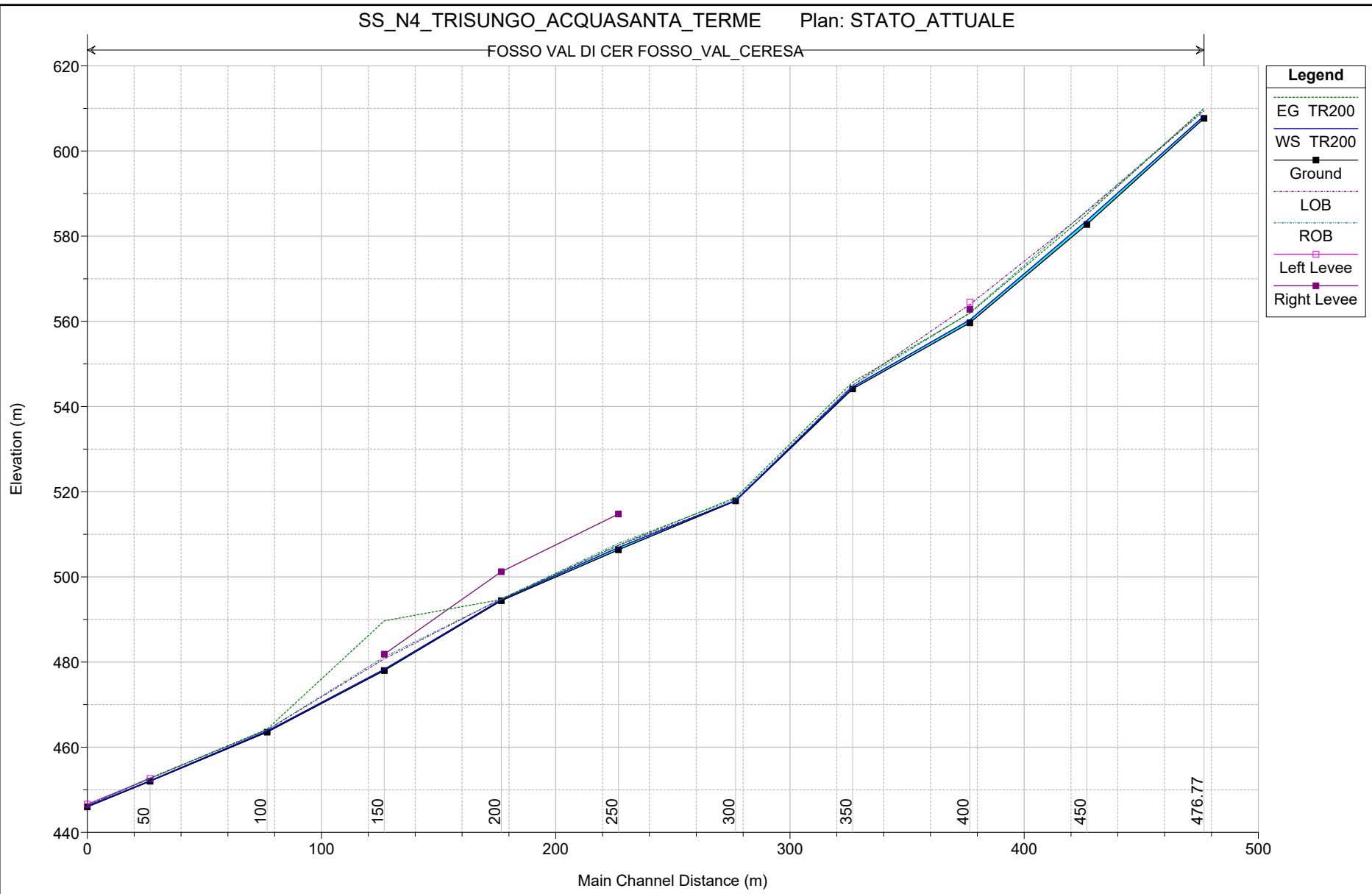
Figura 3.8 - Viadotto Tronto

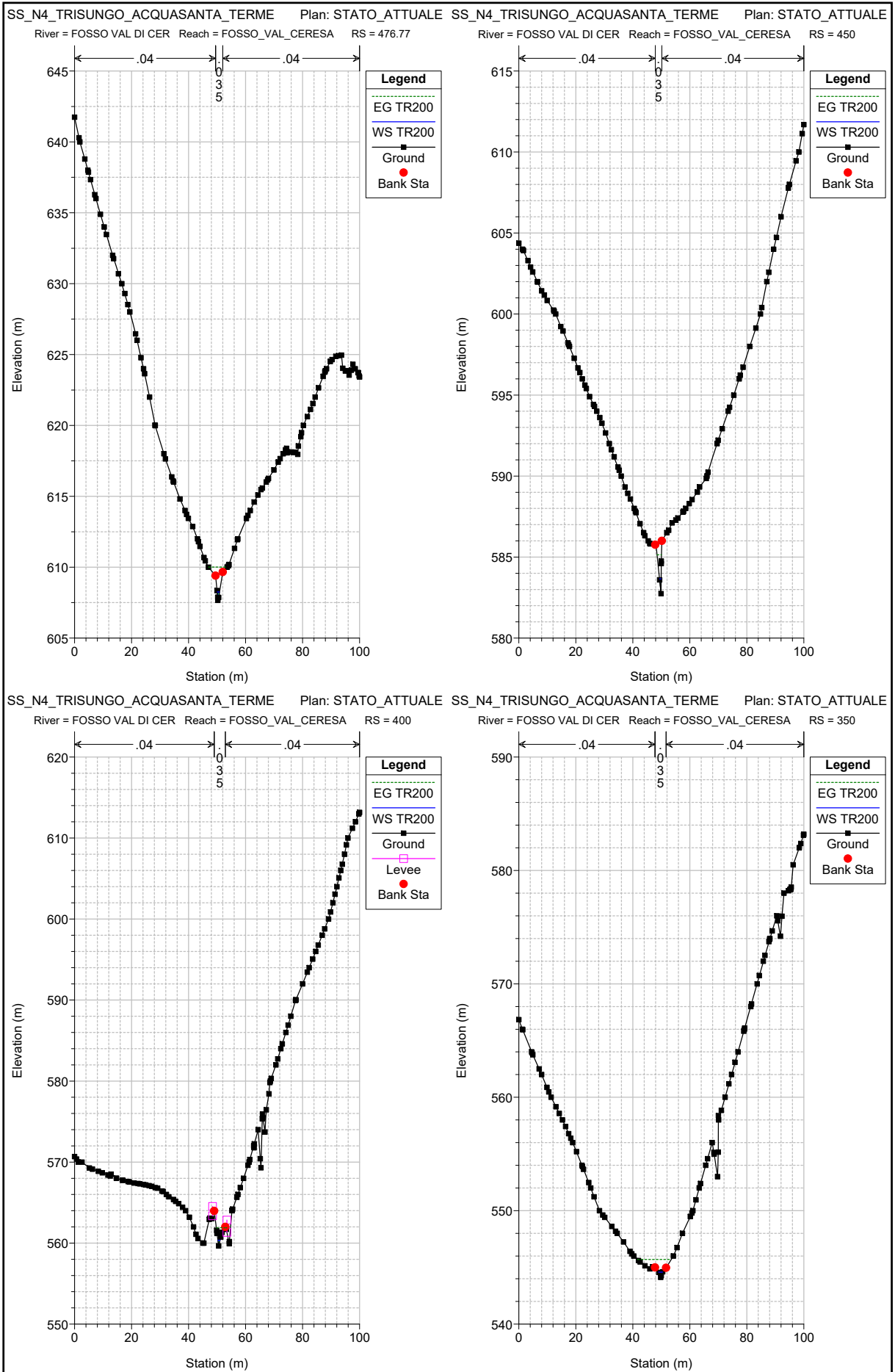
4 ALLEGATI MODELLO DI CALCOLO

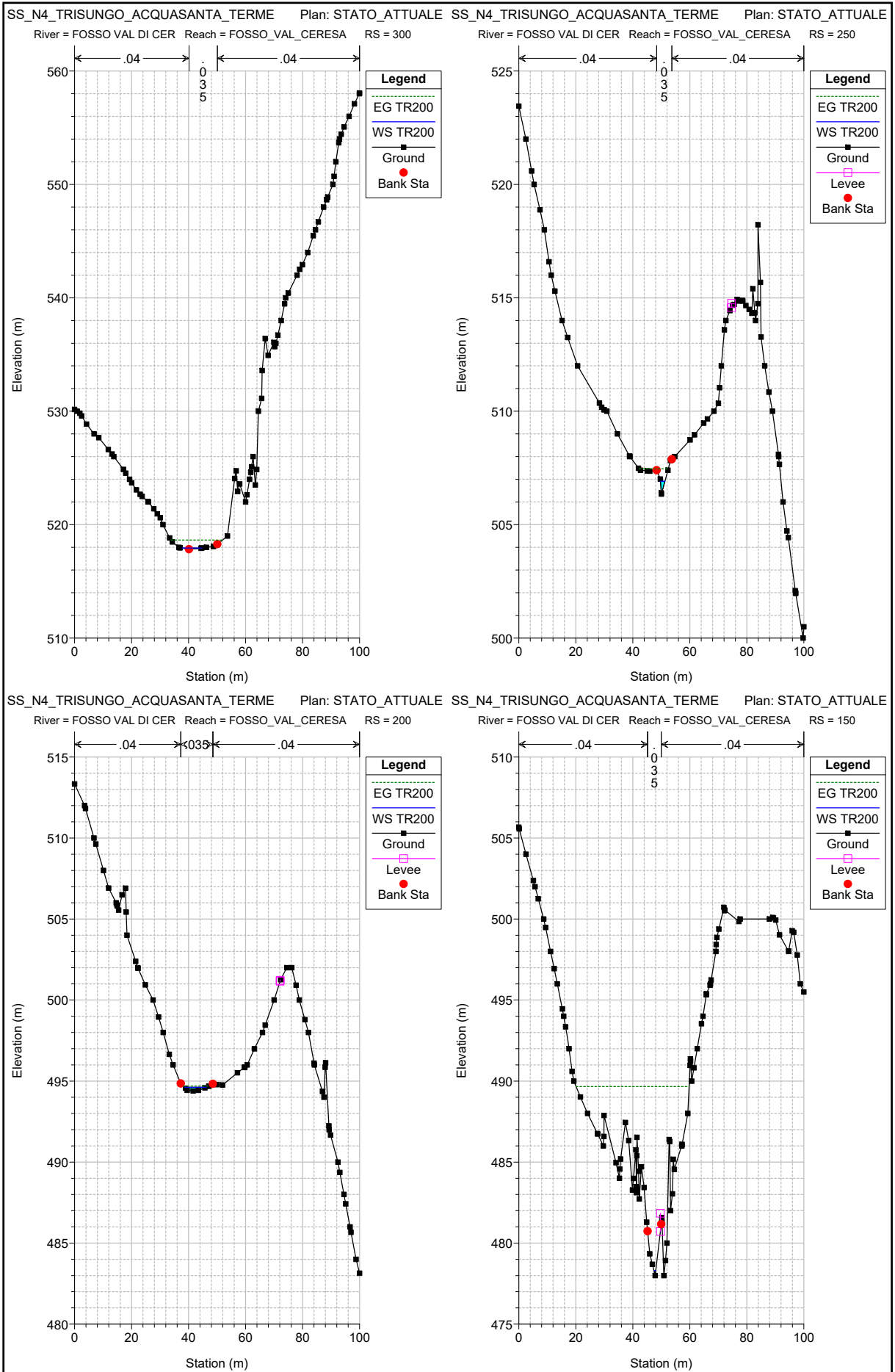
Stato attuale

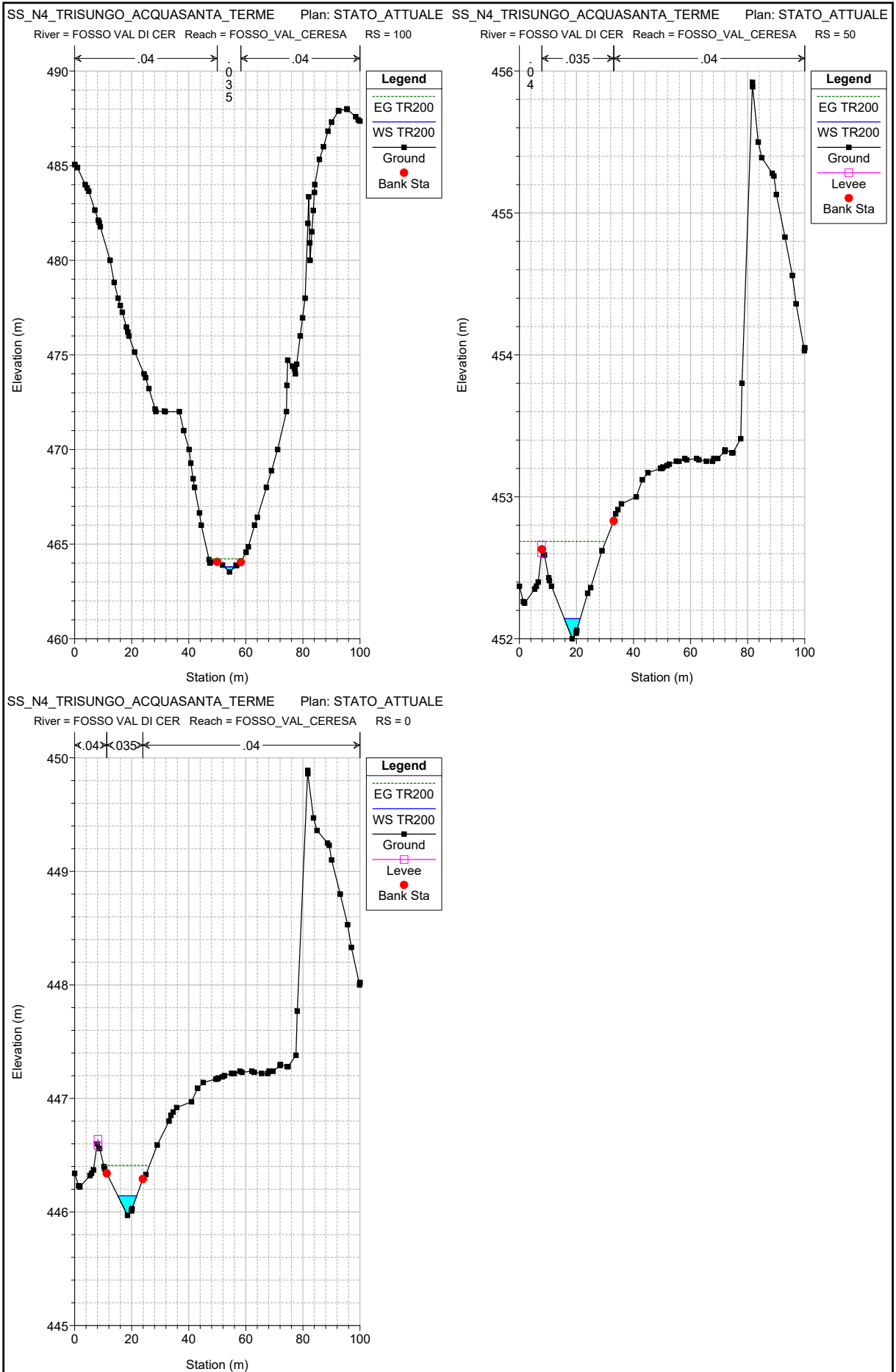
SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: STATO_ATTUALE

FOSSO VAL DI CER FOSSO_VAL_CERESA







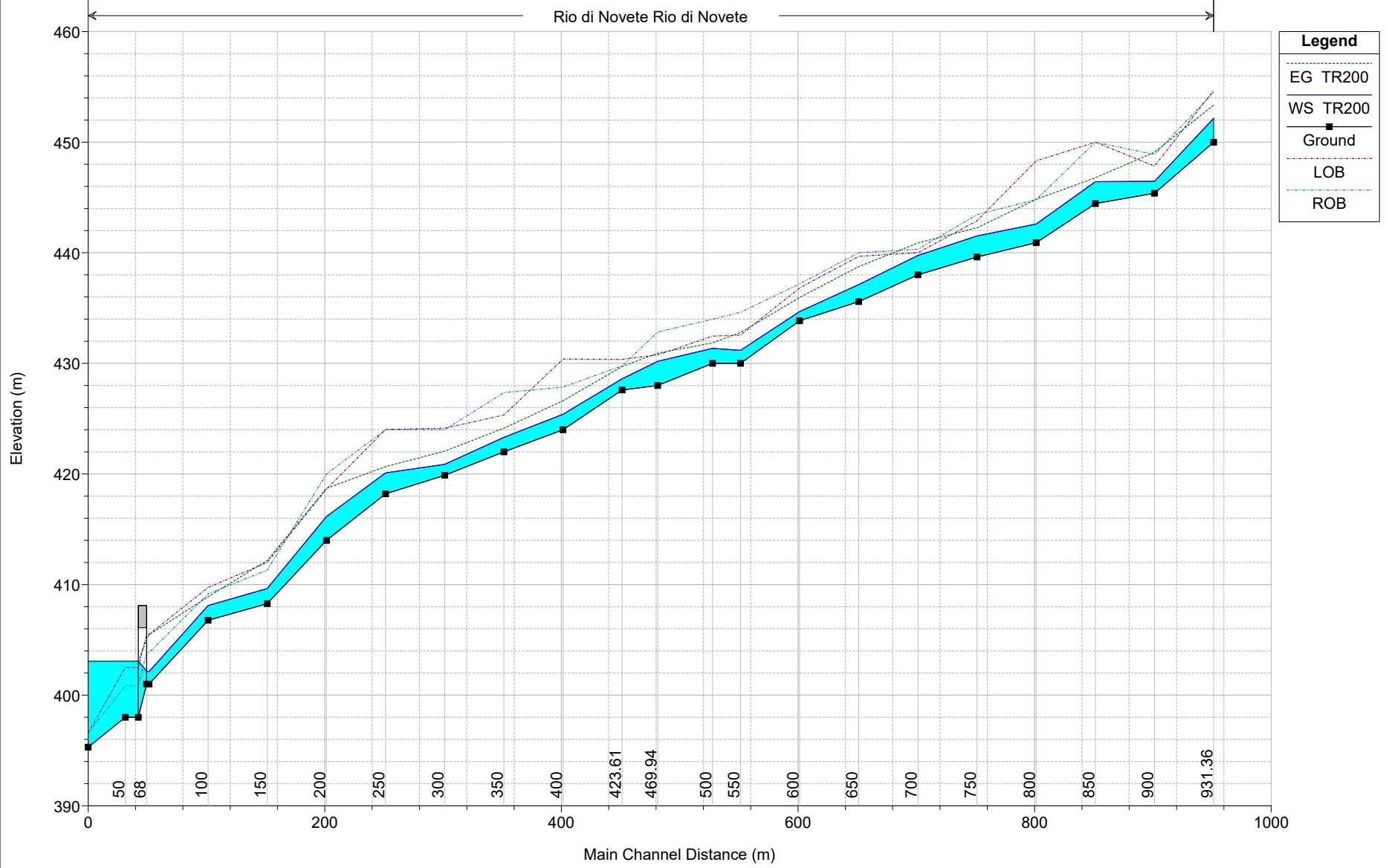


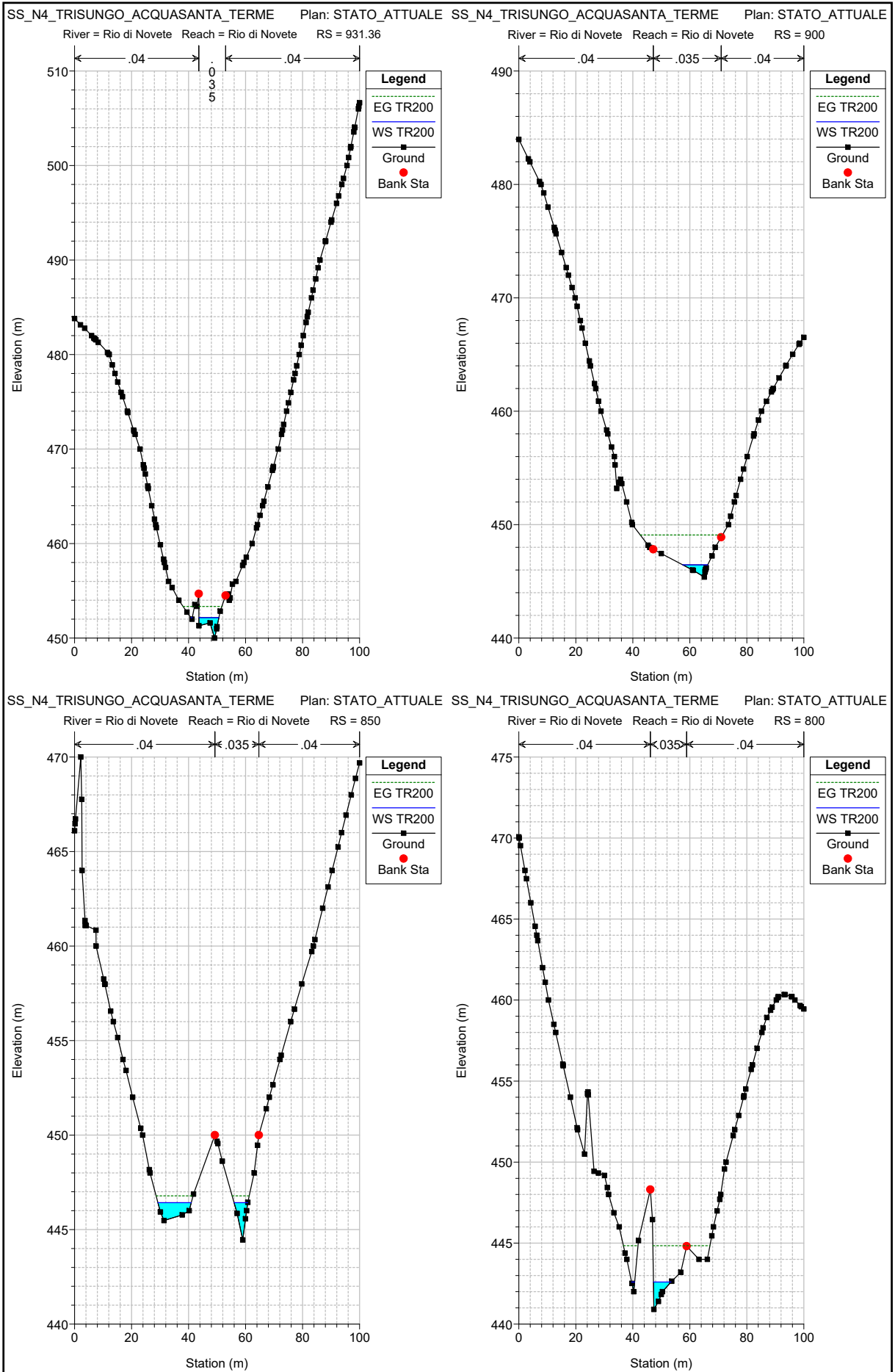
HEC-RAS Plan: STATO ATTUALE River: FOSSO VAL DI CER Reach: FOSSO VAL CERESA Profile: TR200

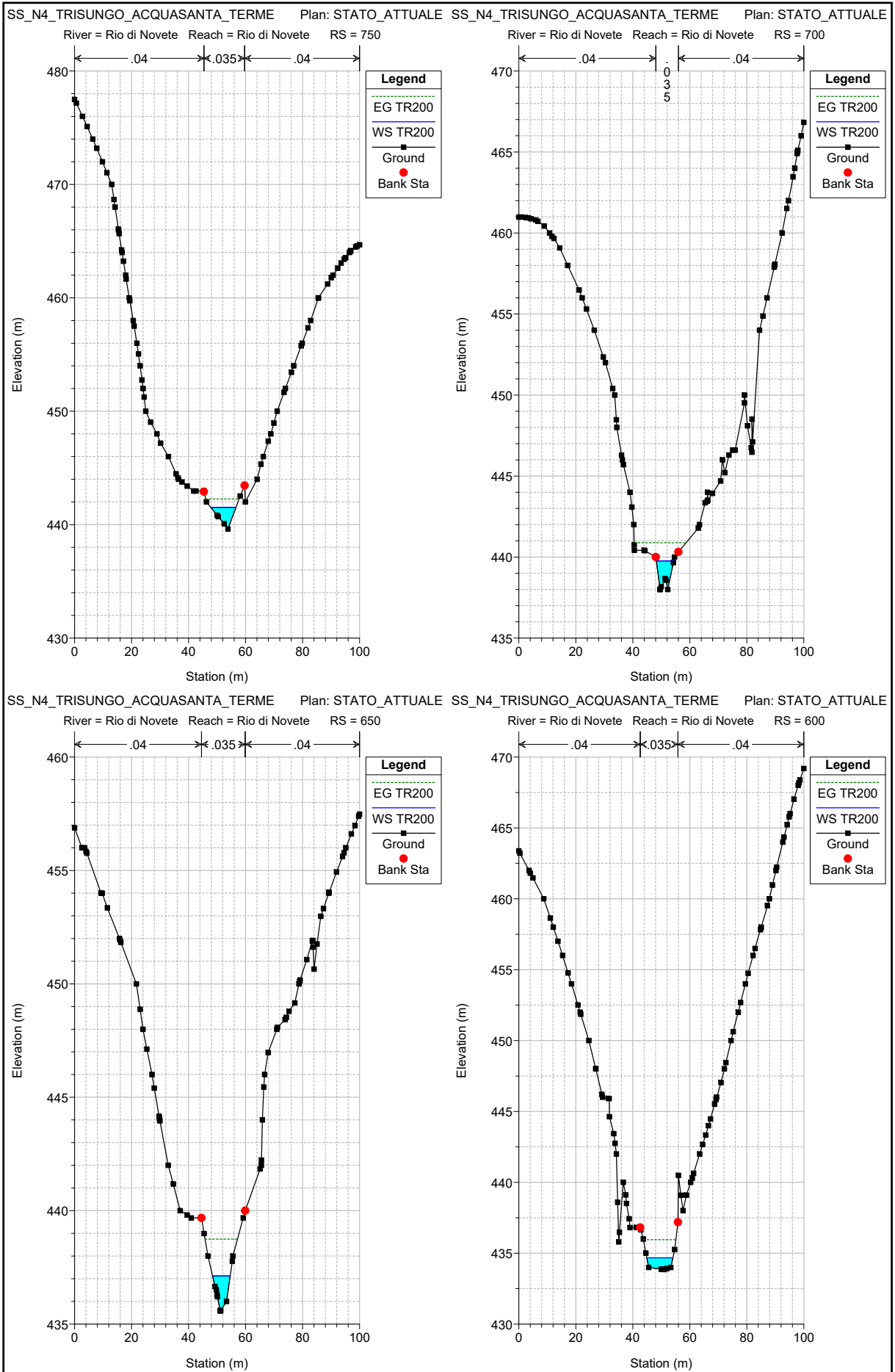
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
FOSSO_VAL_CERESA	476.77	TR200	1.42	607.66	608.25	608.63	610.00	0.470451	5.87	0.24	0.80	3.41
FOSSO_VAL_CERESA	450	TR200	1.42	582.74	583.66	584.07	585.14	0.523048	5.38	0.26	0.58	2.54
FOSSO_VAL_CERESA	400	TR200	1.42	559.65	560.35	560.73	561.88	0.416123	5.48	0.26	0.74	2.96
FOSSO_VAL_CERESA	350	TR200	1.42	544.13	544.58	544.83	545.70	0.255347	4.68	0.30	1.37	3.17
FOSSO_VAL_CERESA	300	TR200	1.42	517.84	517.94	518.04	518.64	0.821380	3.91	0.39	6.96	5.15
FOSSO_VAL_CERESA	250	TR200	1.42	506.35	506.91	507.10	507.46	0.101750	3.29	0.43	1.53	1.98
FOSSO_VAL_CERESA	200	TR200	1.42	494.39	494.62	494.62	494.69	0.022105	1.21	1.17	7.66	0.99
FOSSO_VAL_CERESA	150	TR200	1.42	478.00	478.30	478.81	489.66	5.364101	14.93	0.10	0.64	12.33
FOSSO_VAL_CERESA	100	TR200	1.42	463.53	463.80	463.92	464.22	0.151110	2.88	0.49	3.69	2.52
FOSSO_VAL_CERESA	50	TR200	1.42	452.00	452.14	452.25	452.69	0.393645	3.27	0.43	5.58	3.74
FOSSO_VAL_CERESA	0	TR200	1.42	445.97	446.14	446.22	446.41	0.152150	2.29	0.62	6.61	2.40

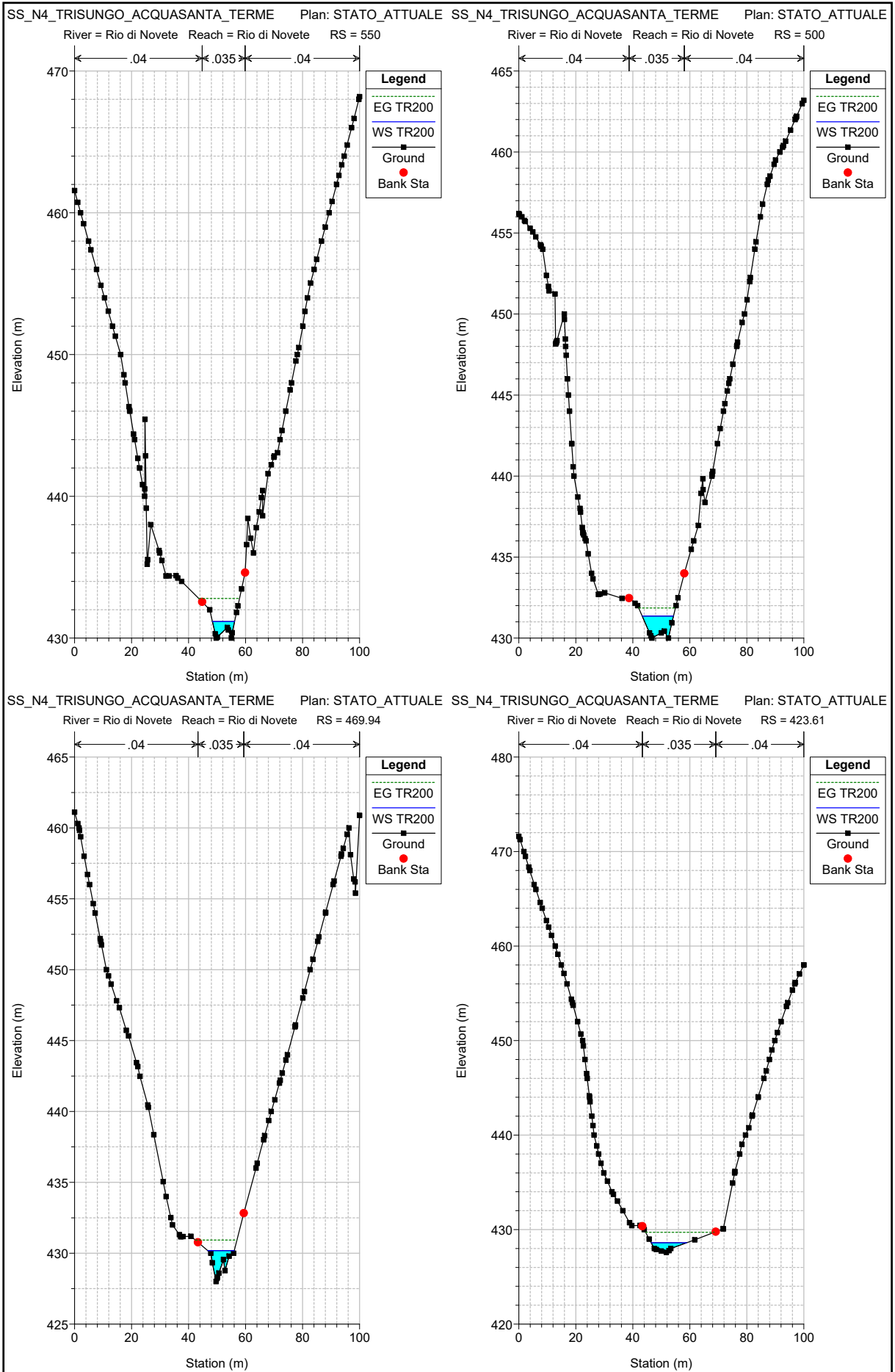
SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: STATO_ATTUALE

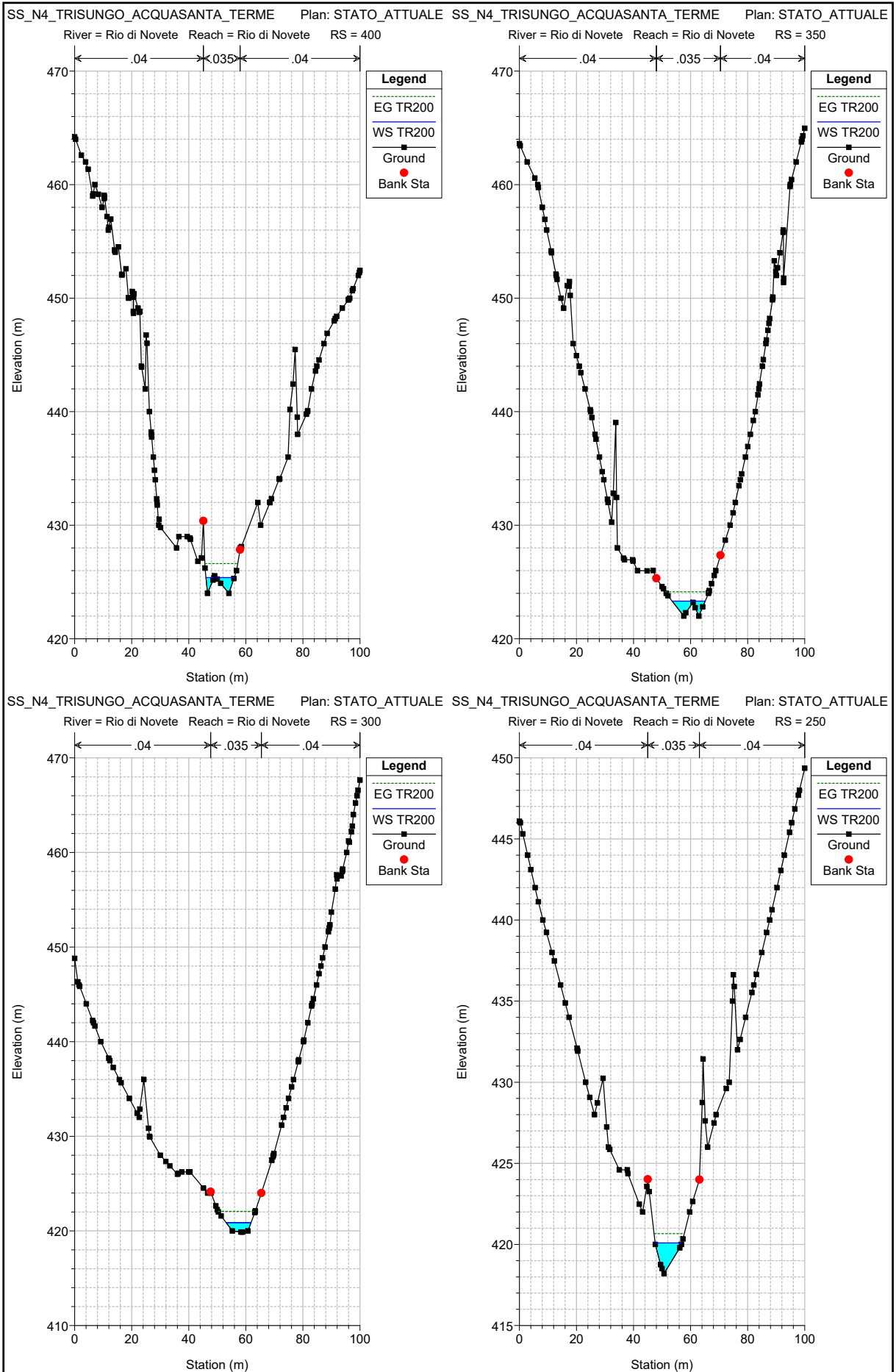
Rio di Novete Rio di Novete

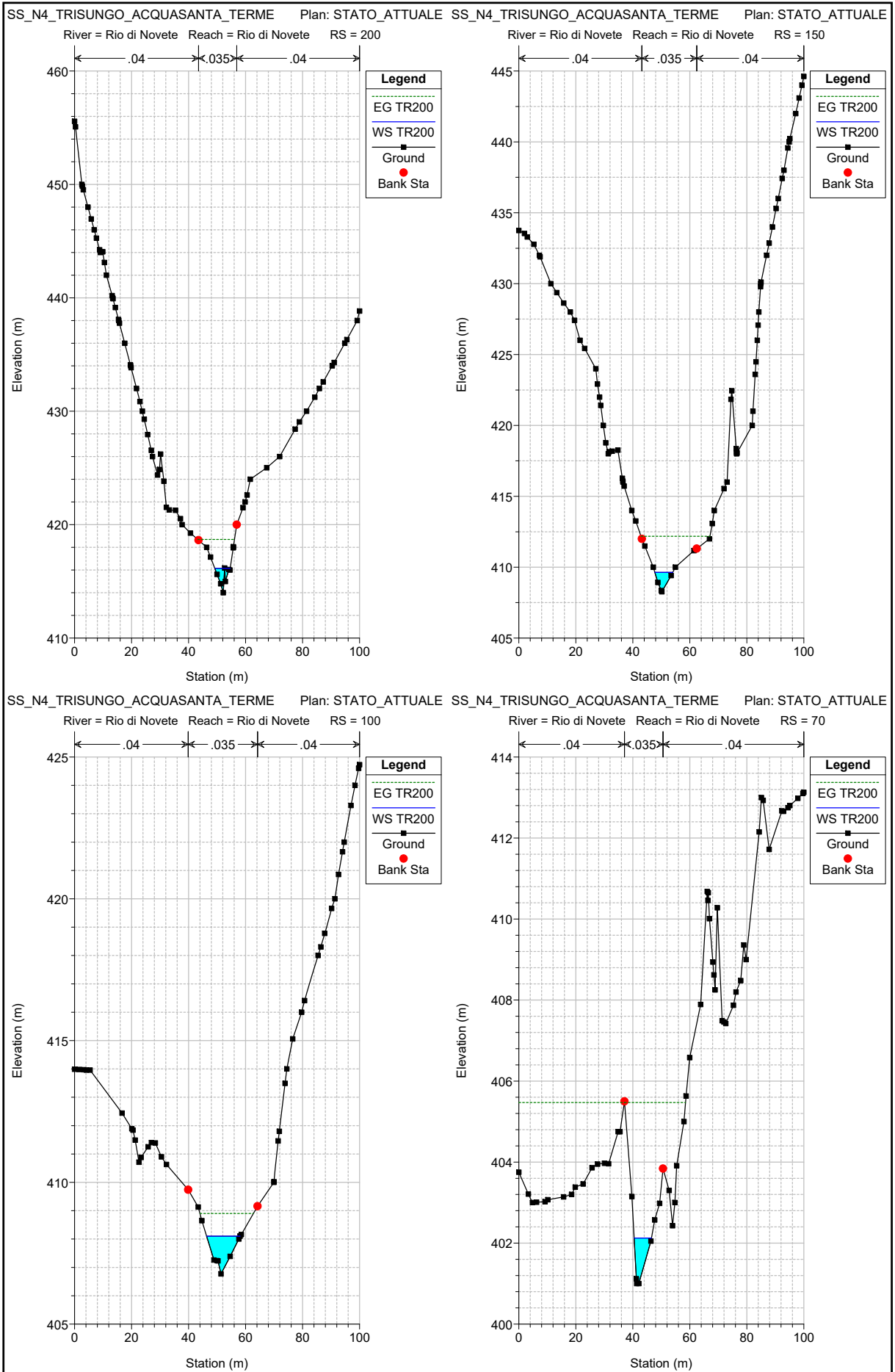








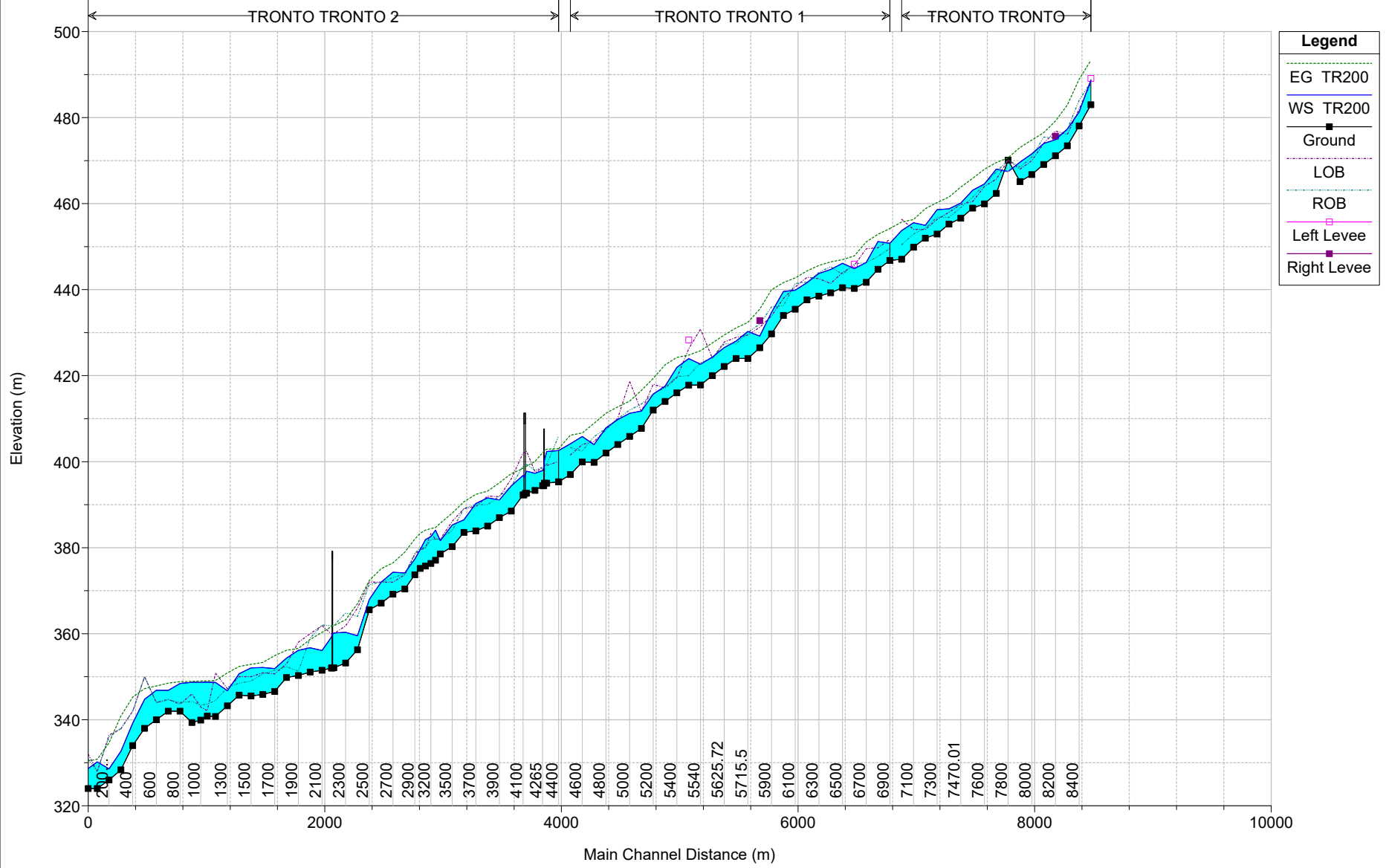


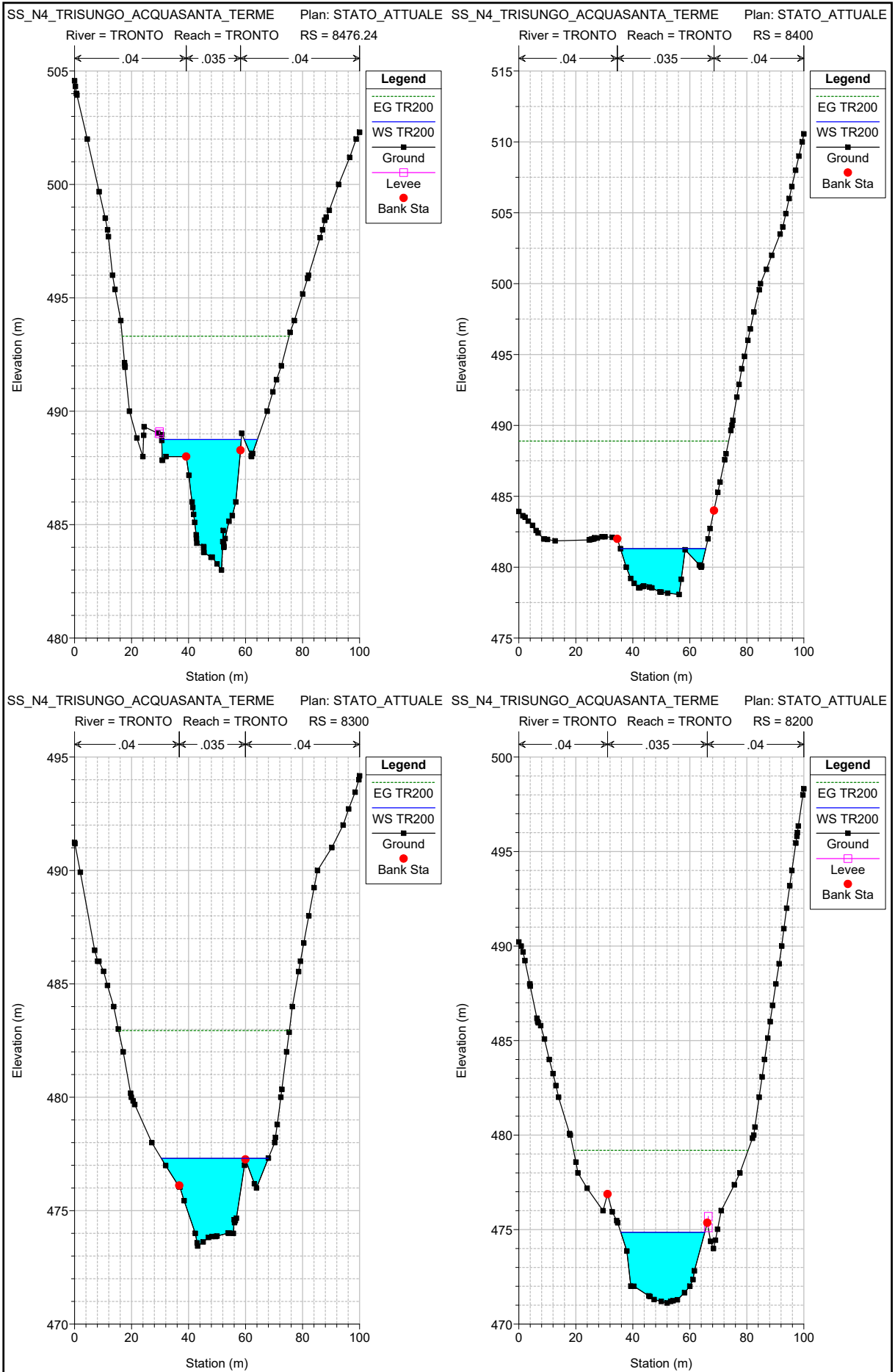


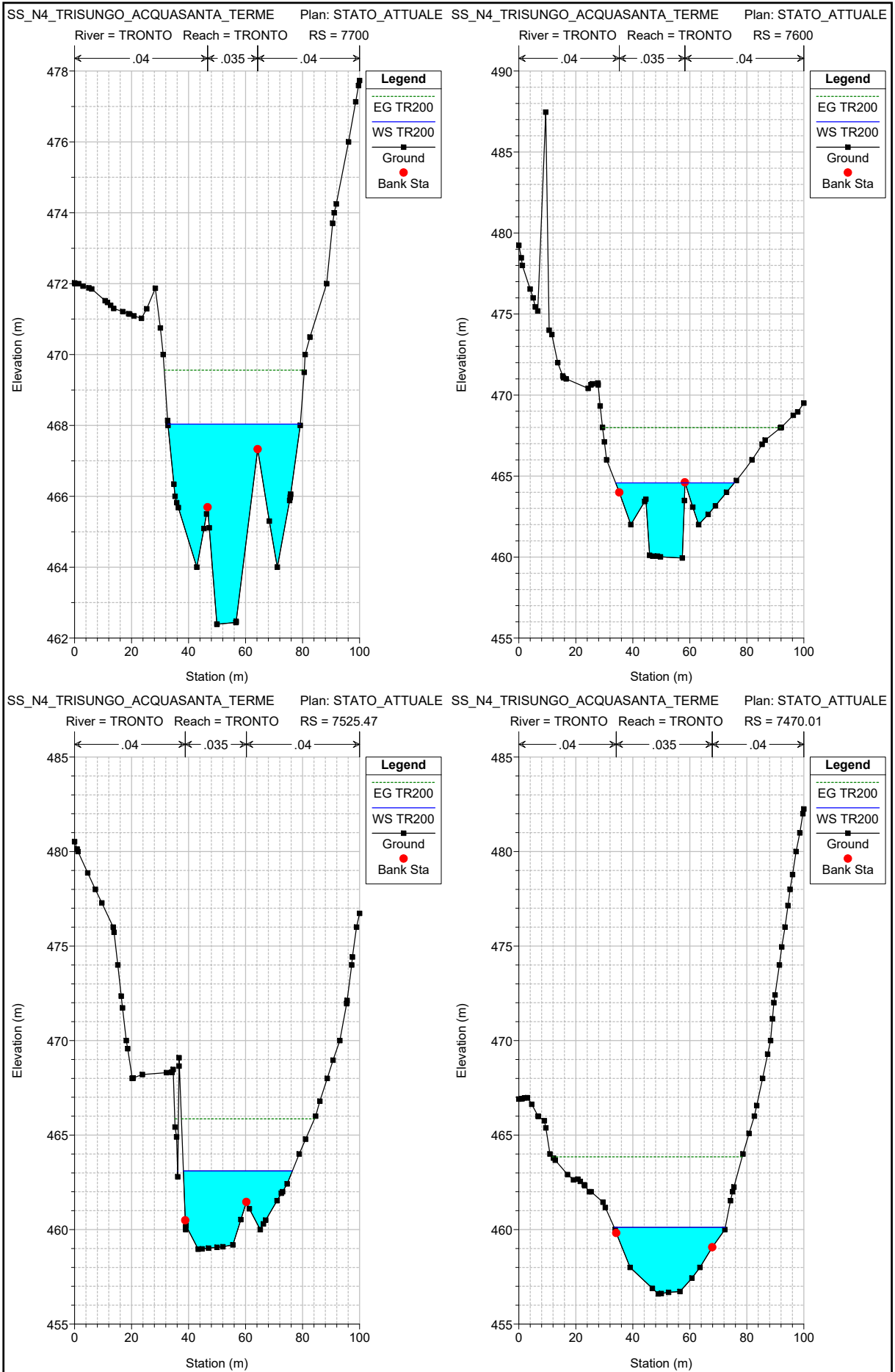
HEC-RAS Plan: STATO_ATTUALE River: Rio di Novete Reach: Rio di Novete Profile: TR200

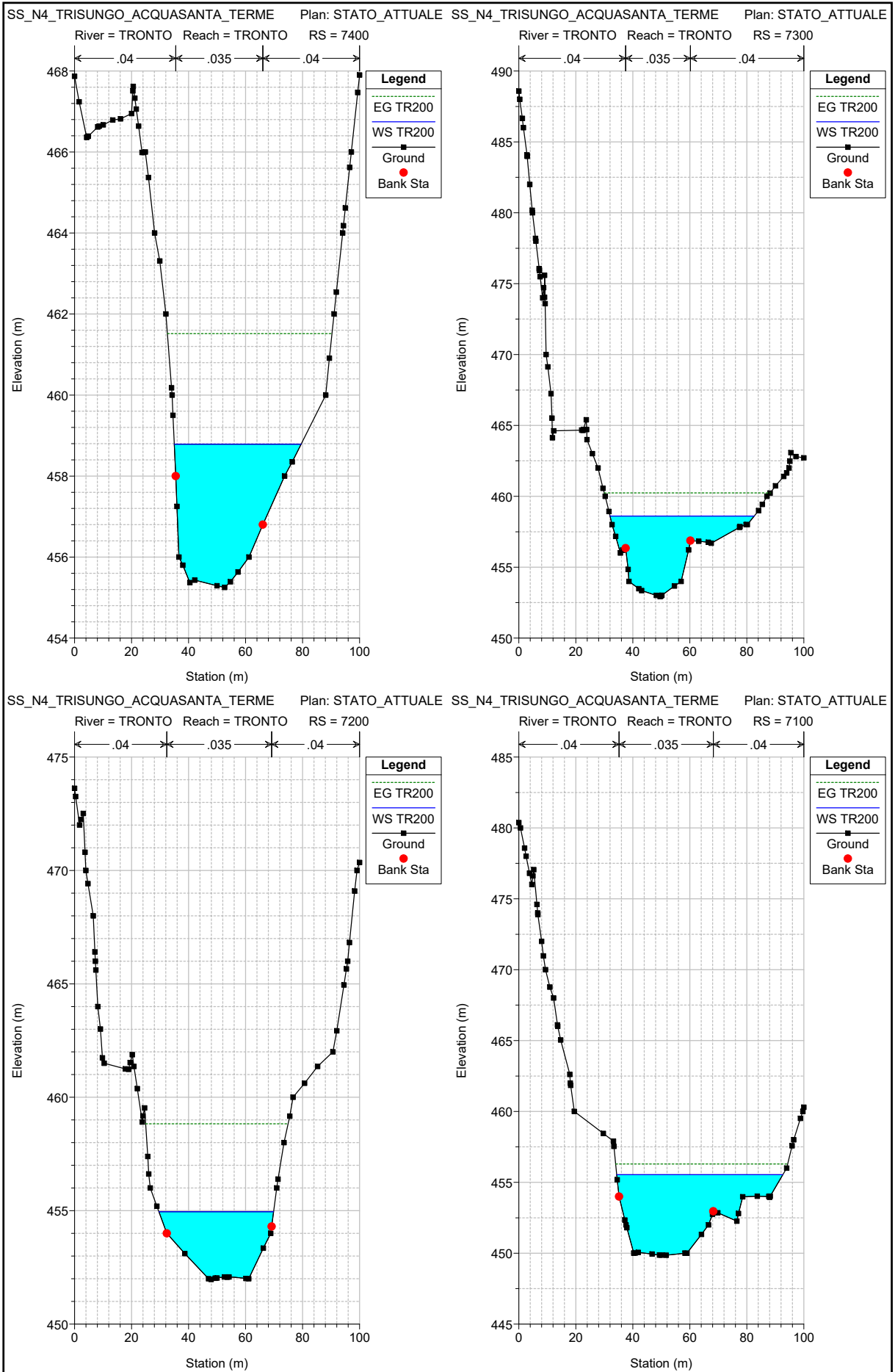
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio di Novete	931.36	TR200	31.73	450.00	452.16	452.53	453.35	0.048068	4.84	6.59	7.49	1.60
Rio di Novete	900	TR200	31.73	445.38	446.46	447.06	449.09	0.172034	7.19	4.41	8.79	3.24
Rio di Novete	850	TR200	31.73	444.45	446.43	446.43	446.78	0.016787	2.96	12.18	16.51	0.98
Rio di Novete	800	TR200	31.73	440.91	442.60	443.21	444.84	0.114923	6.71	4.91	7.23	2.48
Rio di Novete	750	TR200	31.73	439.62	441.52	441.69	442.27	0.021923	3.81	8.32	8.85	1.26
Rio di Novete	700	TR200	31.73	438.00	439.76	440.12	440.88	0.033632	4.69	6.76	6.09	1.42
Rio di Novete	650	TR200	31.73	435.58	437.12	437.64	438.75	0.053061	5.65	5.62	6.17	1.89
Rio di Novete	600	TR200	31.73	433.85	434.68	435.06	435.96	0.054541	5.01	6.33	9.18	1.93
Rio di Novete	550	TR200	31.73	430.00	431.17	431.65	432.79	0.072574	5.64	5.63	7.77	2.12
Rio di Novete	500	TR200	31.73	430.00	431.35	431.38	431.85	0.014738	3.14	10.12	10.97	1.04
Rio di Novete	469.94	TR200	31.73	428.00	430.18	430.38	430.93	0.027277	3.82	8.31	9.30	1.29
Rio di Novete	423.61	TR200	31.73	427.59	428.60	428.96	429.71	0.060954	4.66	6.80	12.38	2.01
Rio di Novete	400	TR200	31.73	424.00	425.39	425.77	426.63	0.061935	4.92	6.45	9.18	1.87
Rio di Novete	350	TR200	31.73	422.00	423.31	423.56	424.14	0.037335	4.02	7.89	11.58	1.56
Rio di Novete	300	TR200	31.73	419.88	420.87	421.25	422.06	0.044694	4.83	6.58	8.72	1.77
Rio di Novete	250	TR200	31.73	418.20	420.10	420.14	420.67	0.015124	3.34	9.49	9.37	1.06
Rio di Novete	200	TR200	31.73	414.00	416.14	416.86	418.70	0.160119	7.08	4.48	5.37	2.47
Rio di Novete	150	TR200	31.73	408.27	409.64	410.35	412.18	0.108061	7.07	4.49	6.28	2.67
Rio di Novete	100	TR200	31.73	406.77	408.10	408.36	408.90	0.033297	3.96	8.01	11.74	1.53
Rio di Novete	70	TR200	31.73	401.00	402.13	402.93	405.47	0.166107	8.10	3.92	6.07	3.22
Rio di Novete	68		Bridge									
Rio di Novete	50	TR200	31.73	398.00	403.08	399.93	403.08	0.000017	0.25	159.90	59.28	0.04
Rio di Novete	0	TR200	31.73	395.30	403.08	396.44	403.08	0.000000	0.07	594.48	96.31	0.01

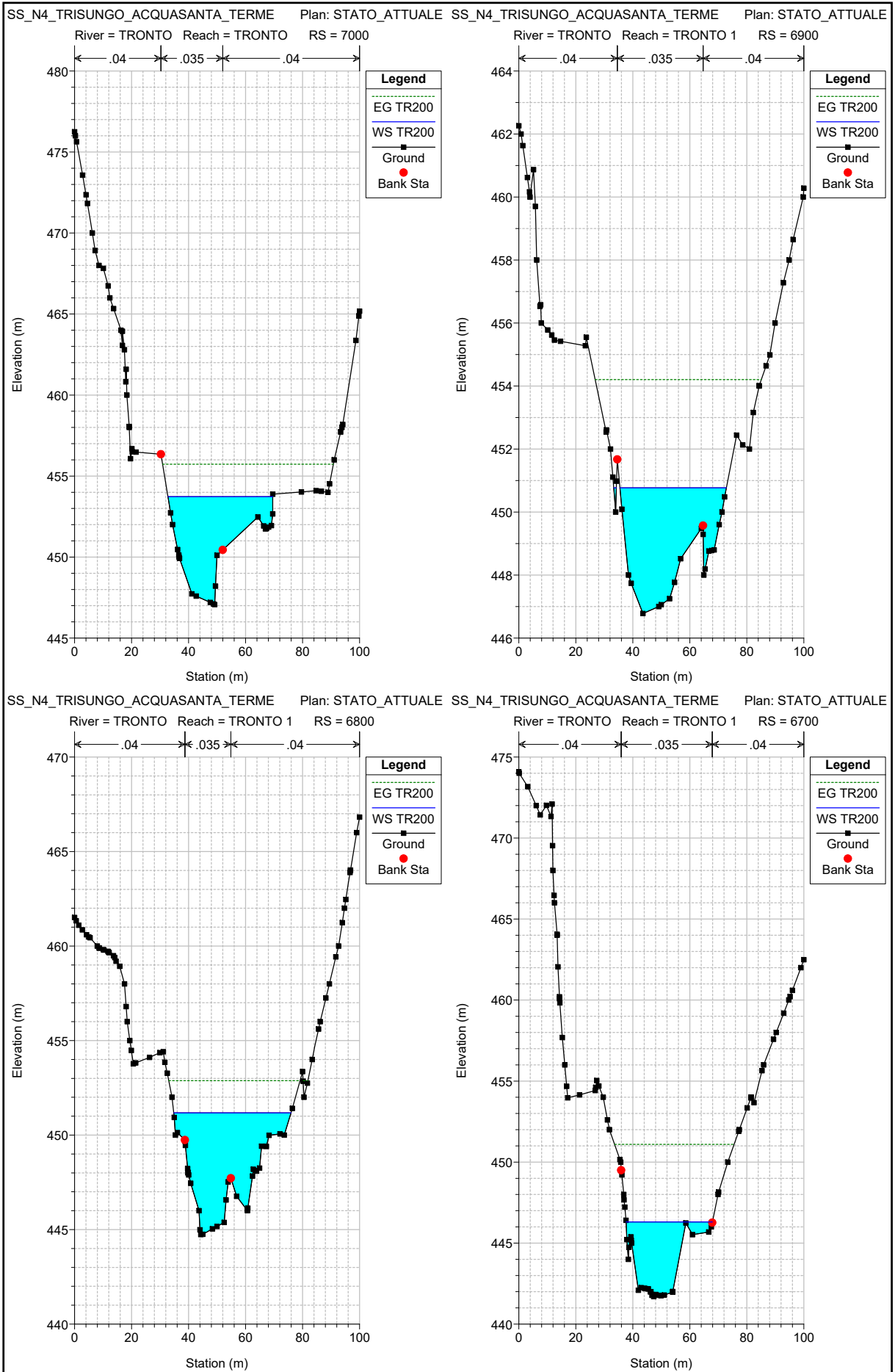
SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: STATO_ATTUALE

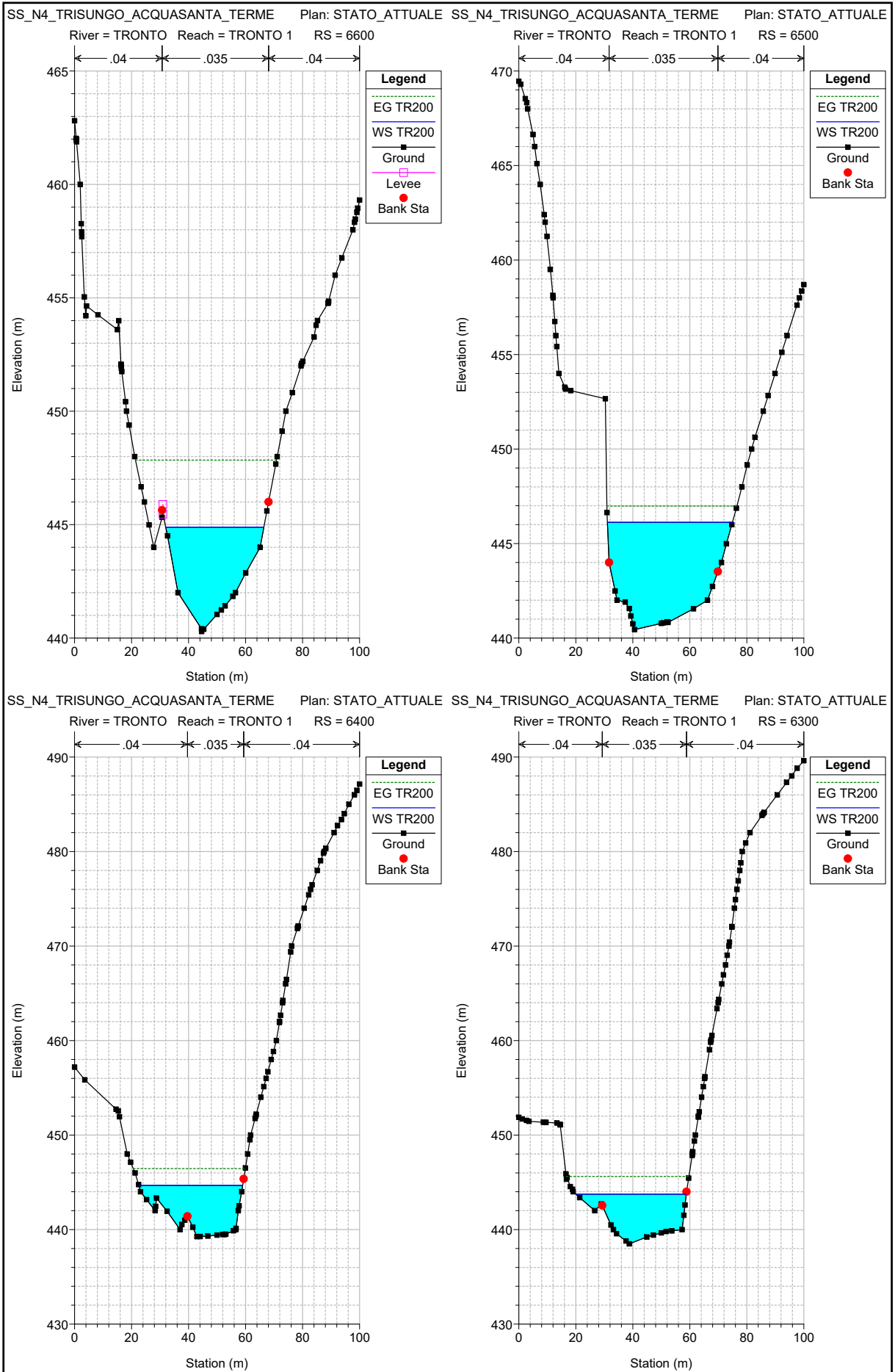


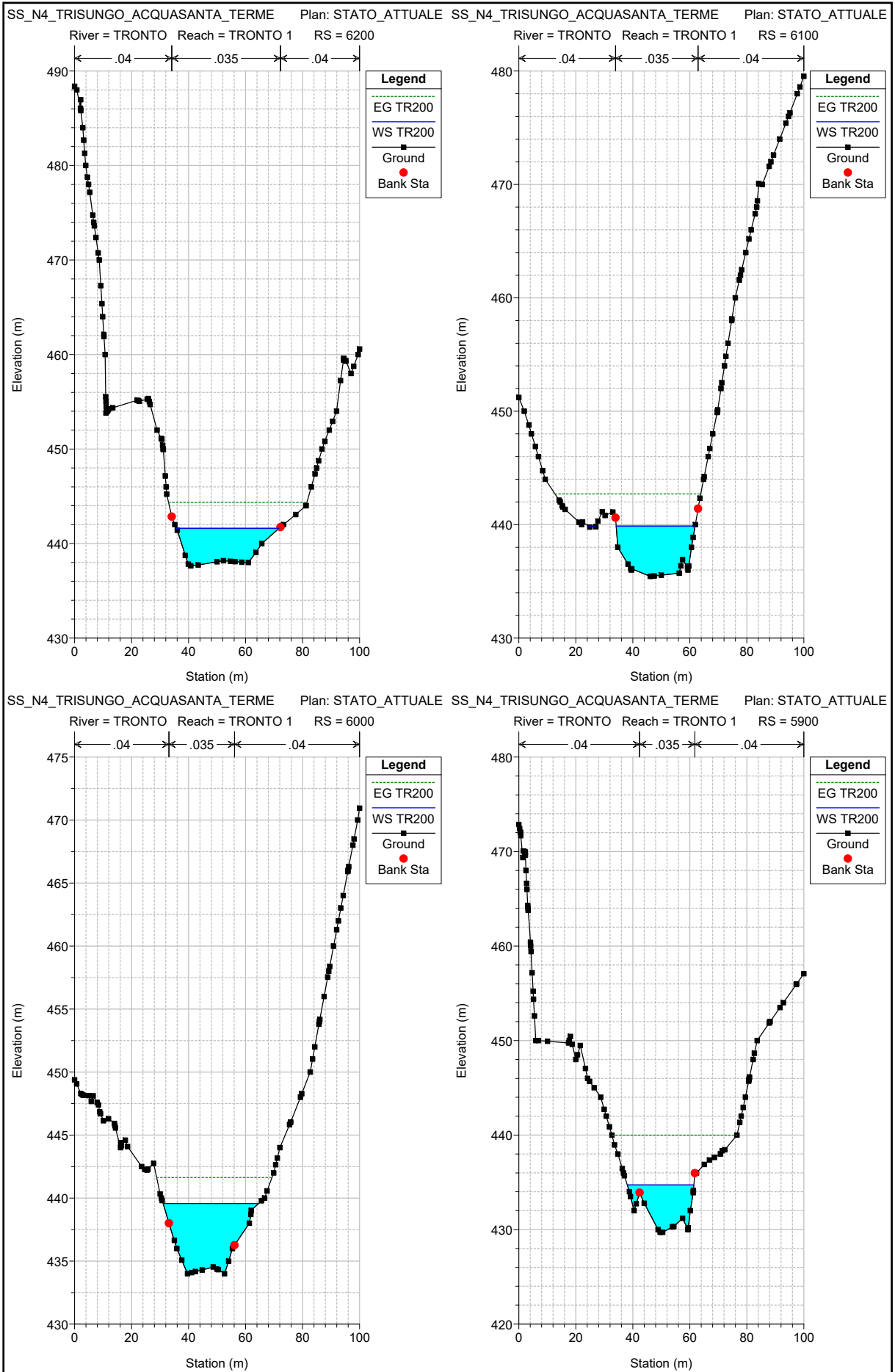


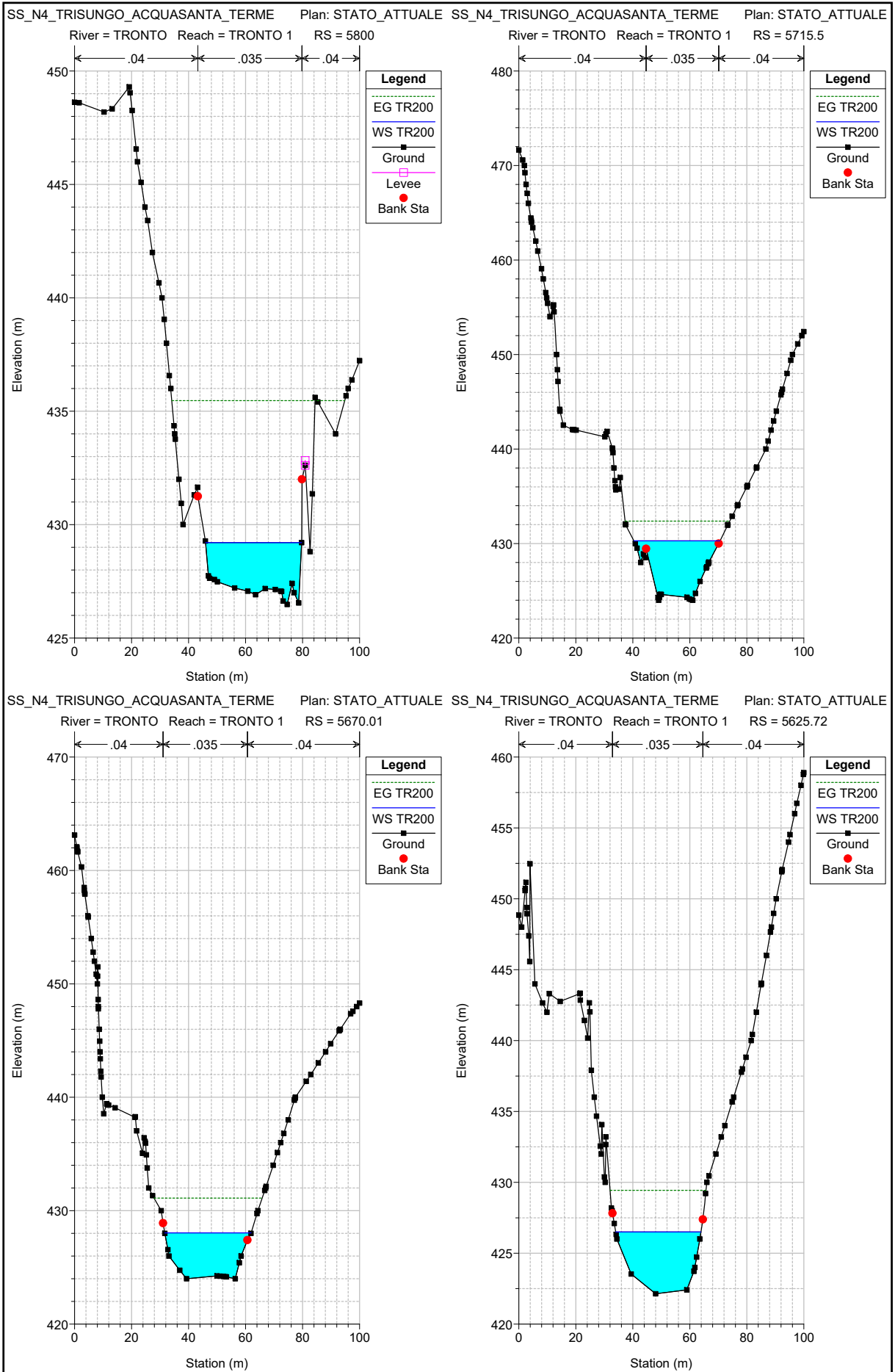


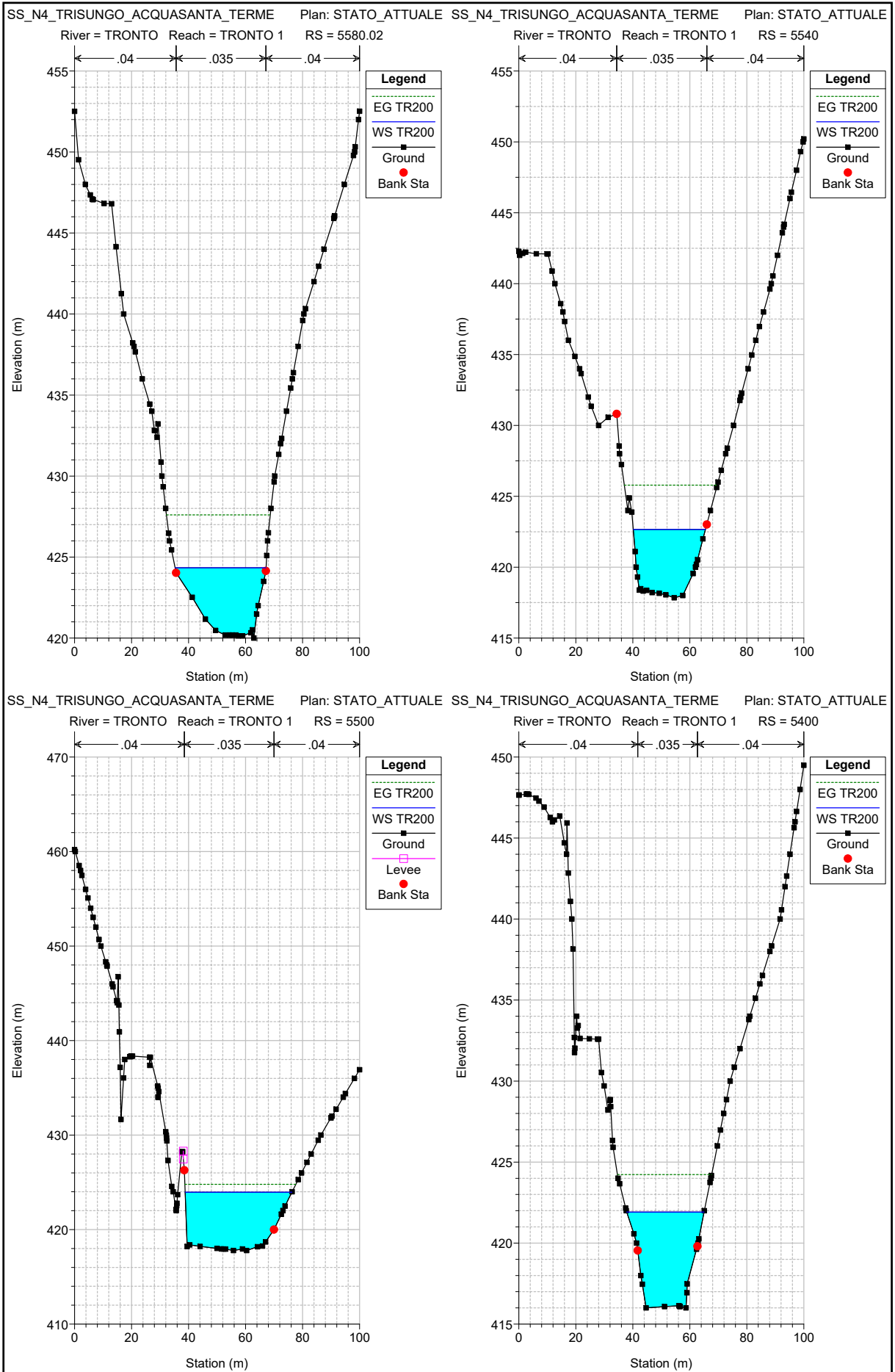


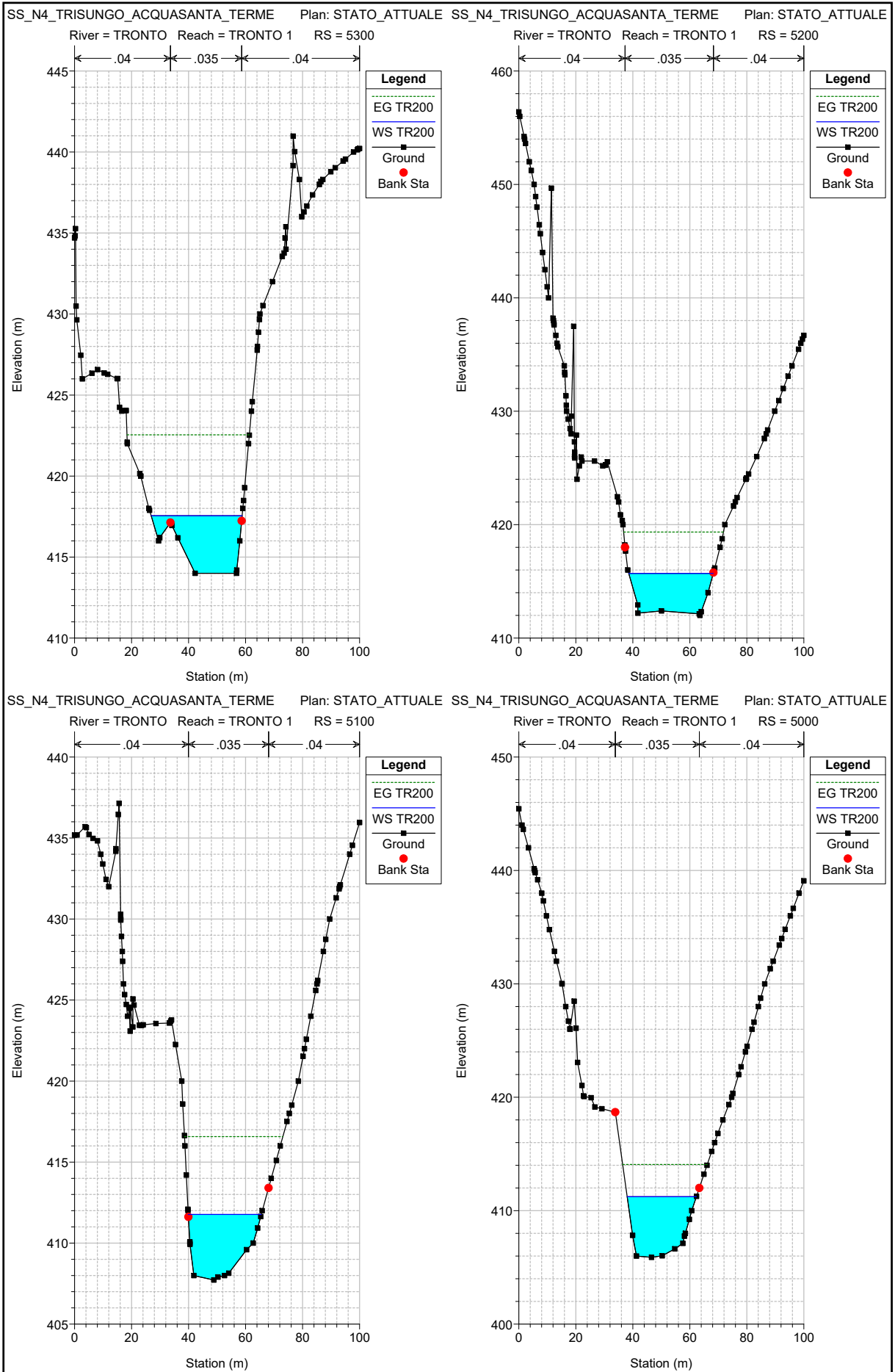


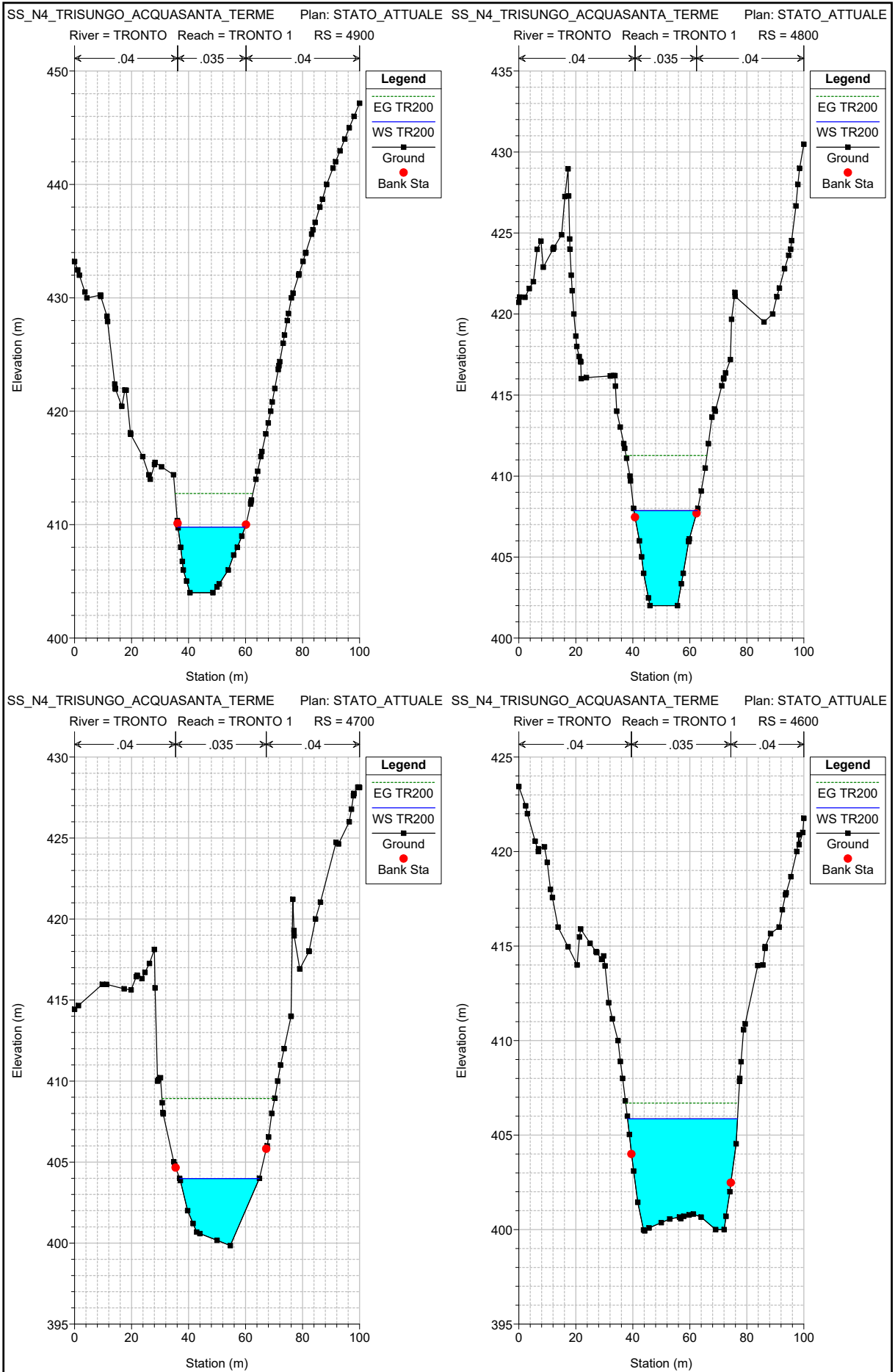


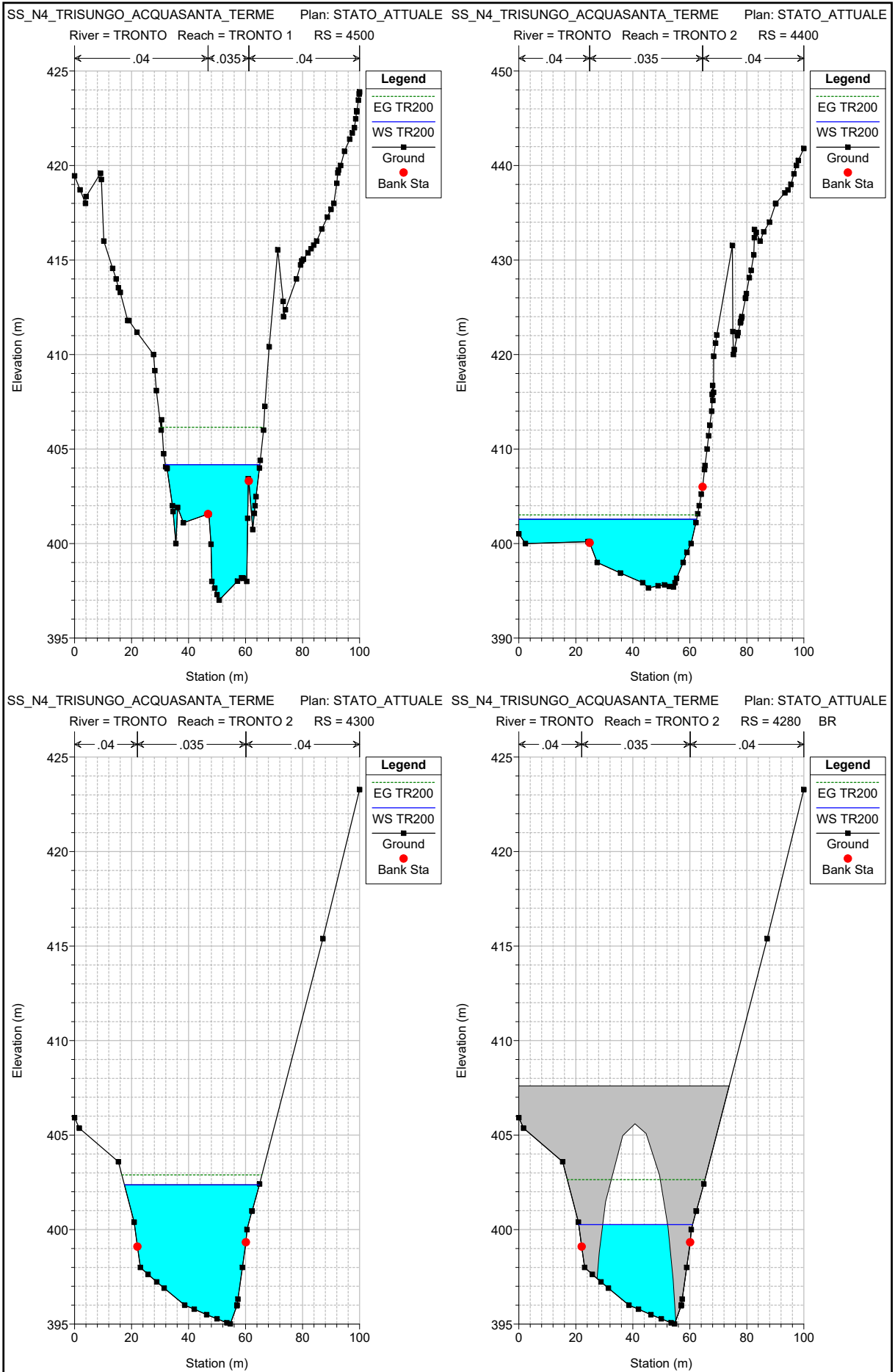


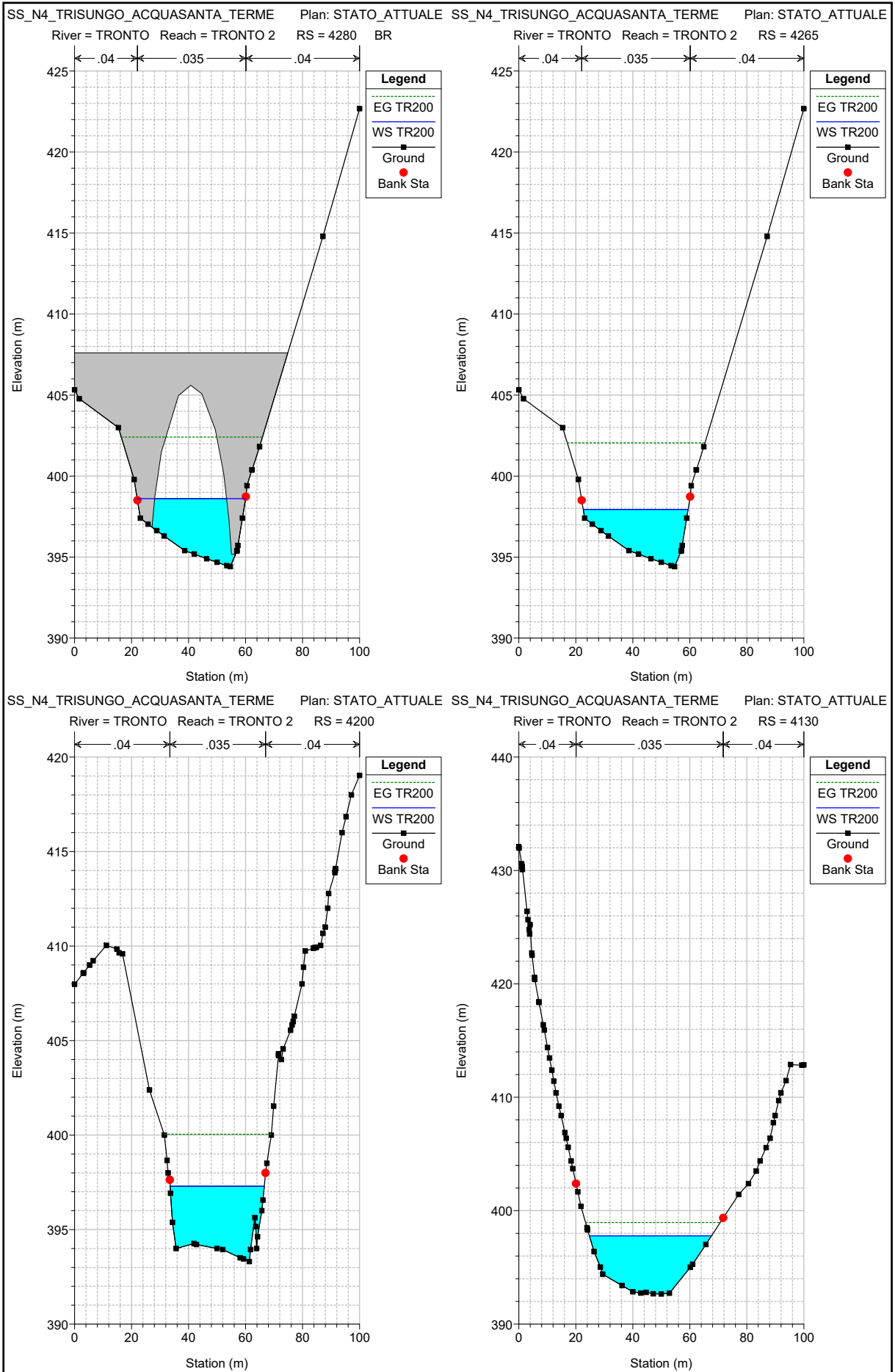


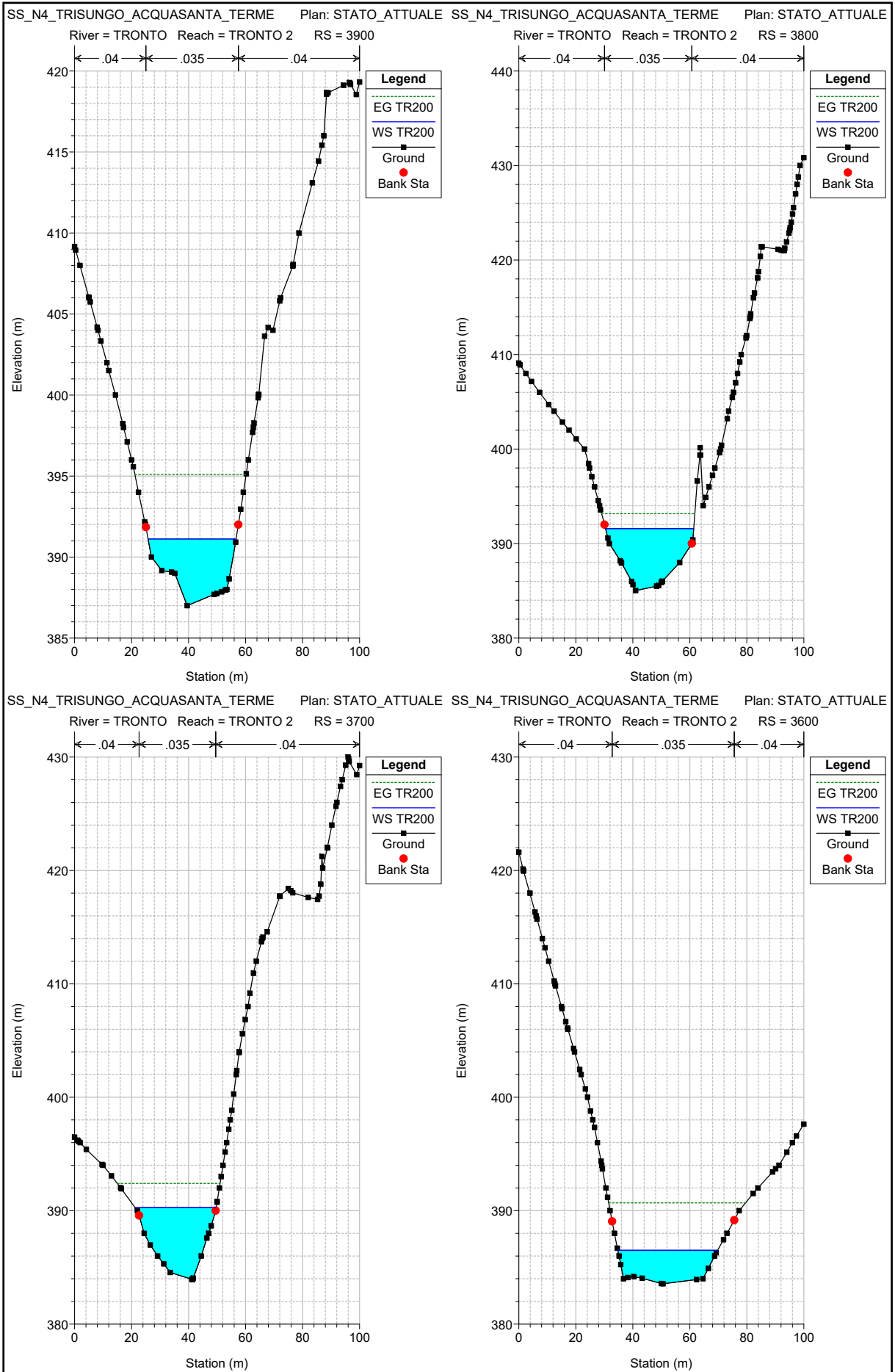


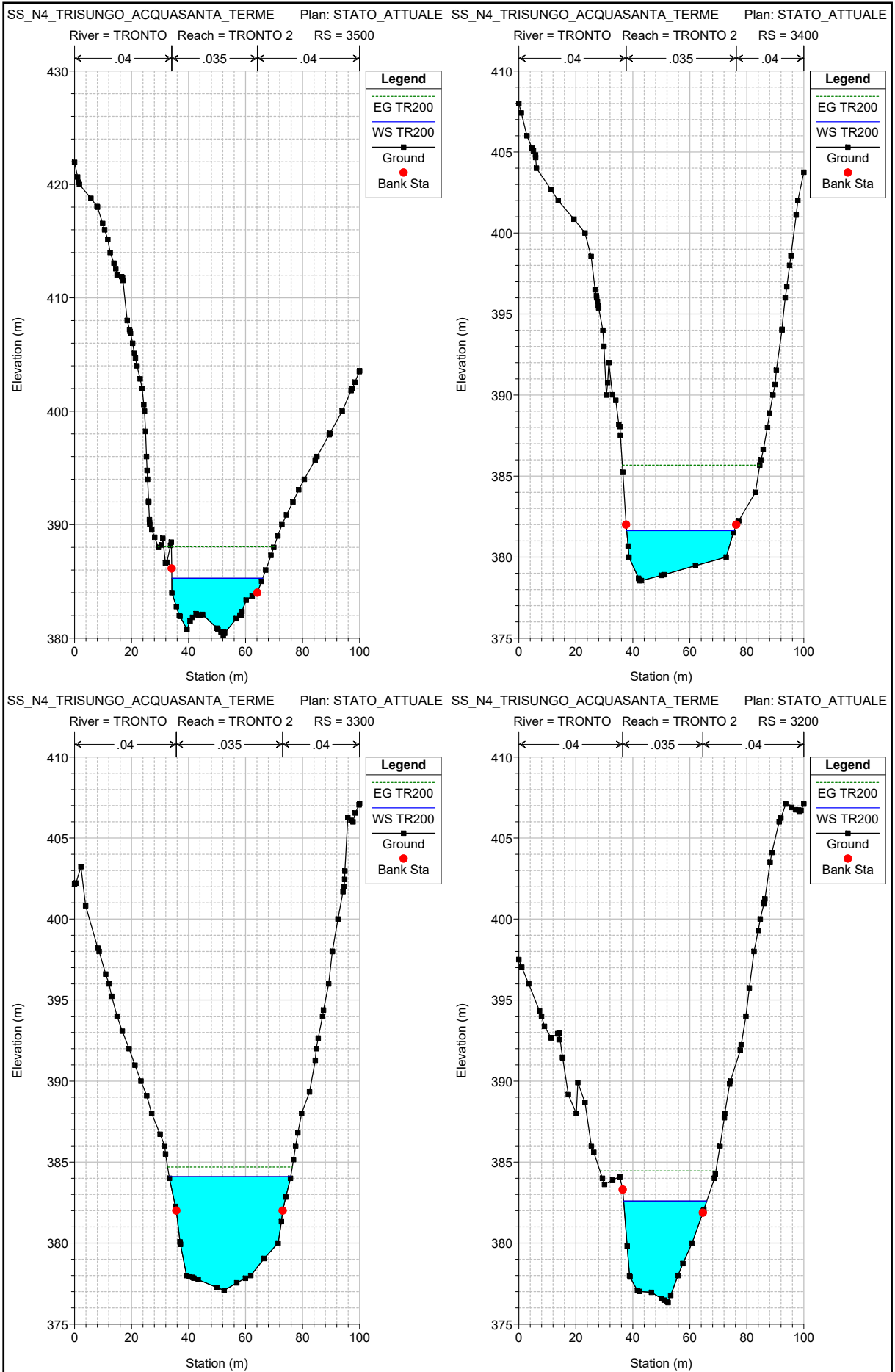


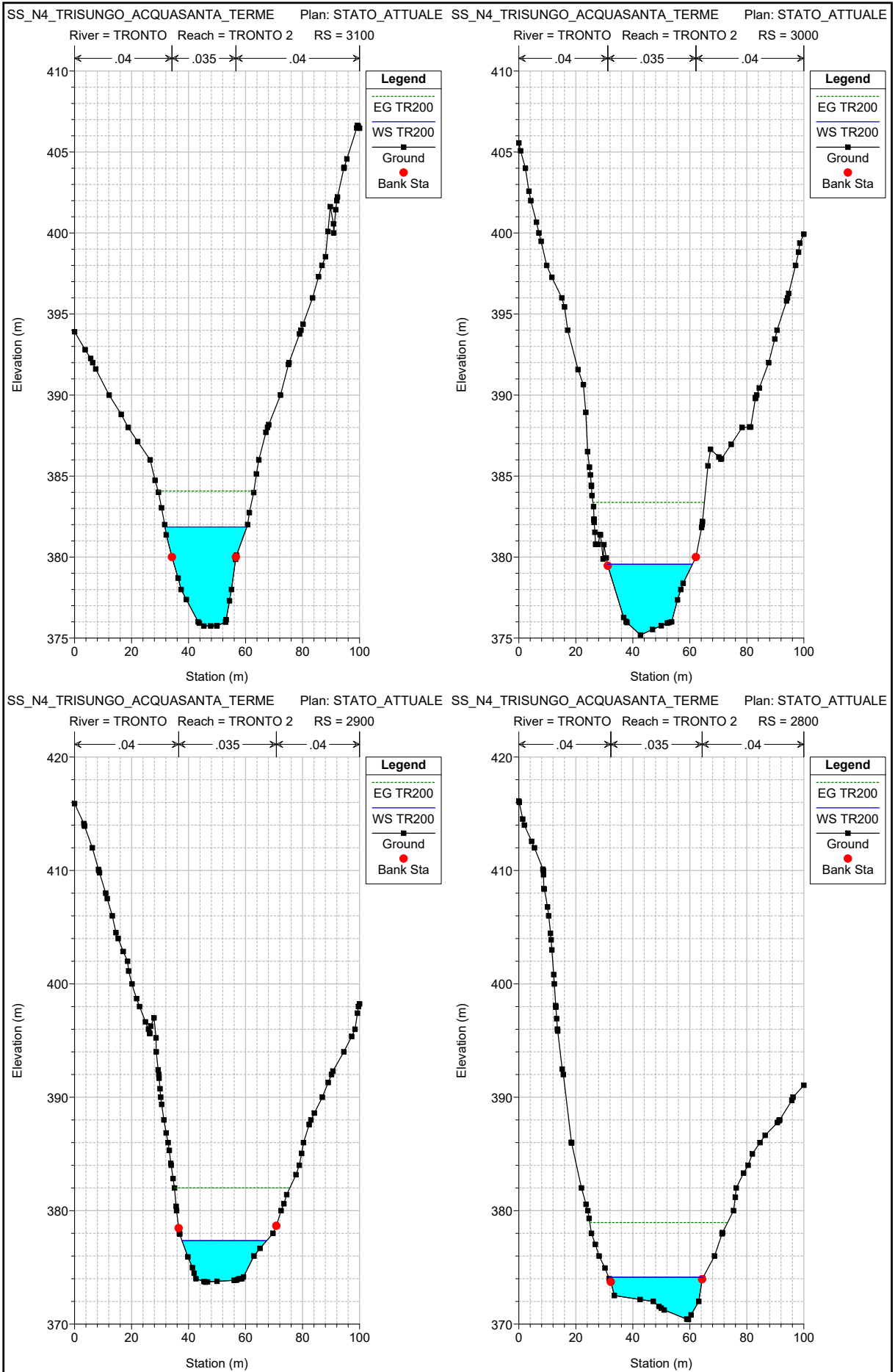


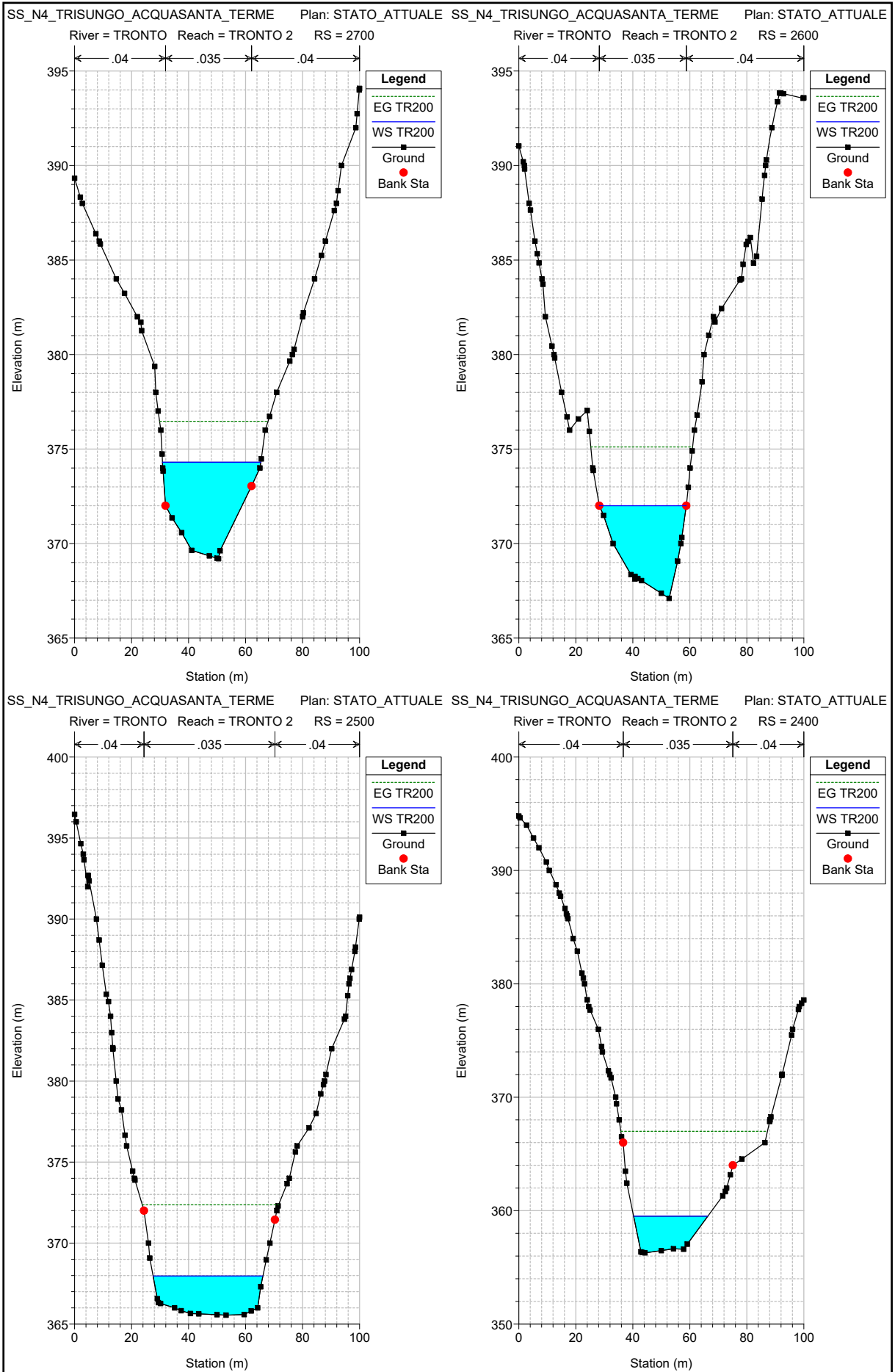


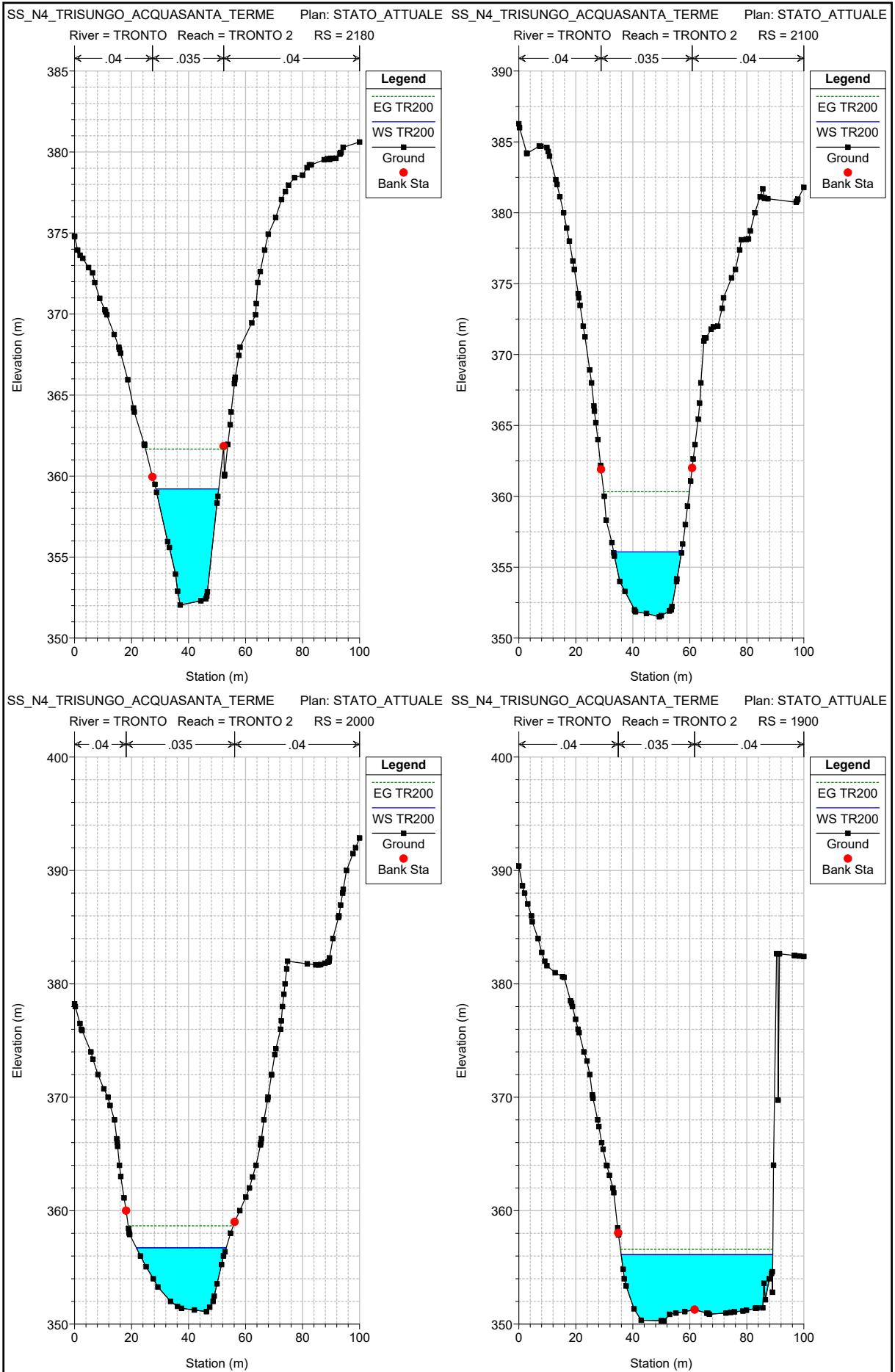


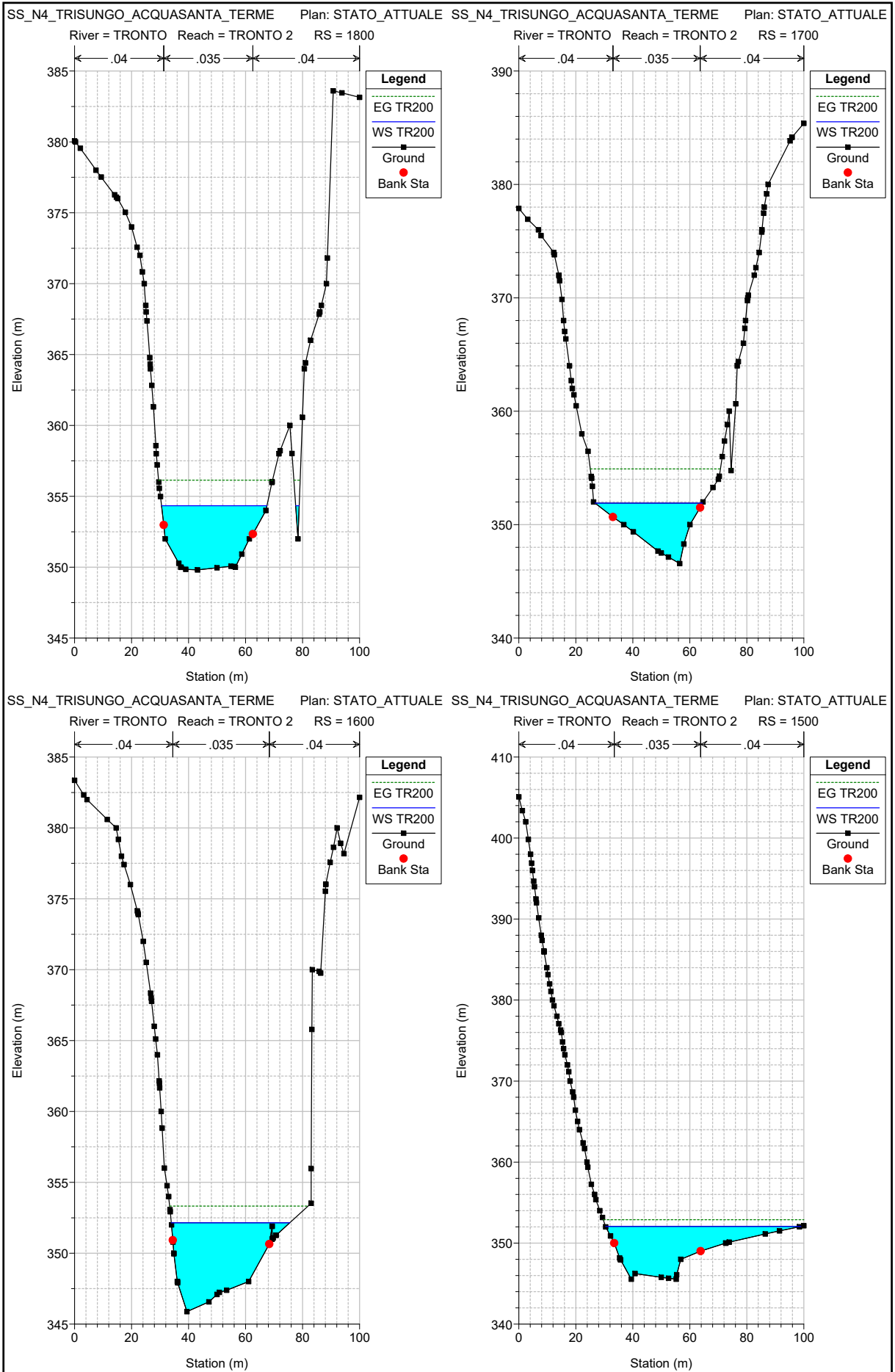


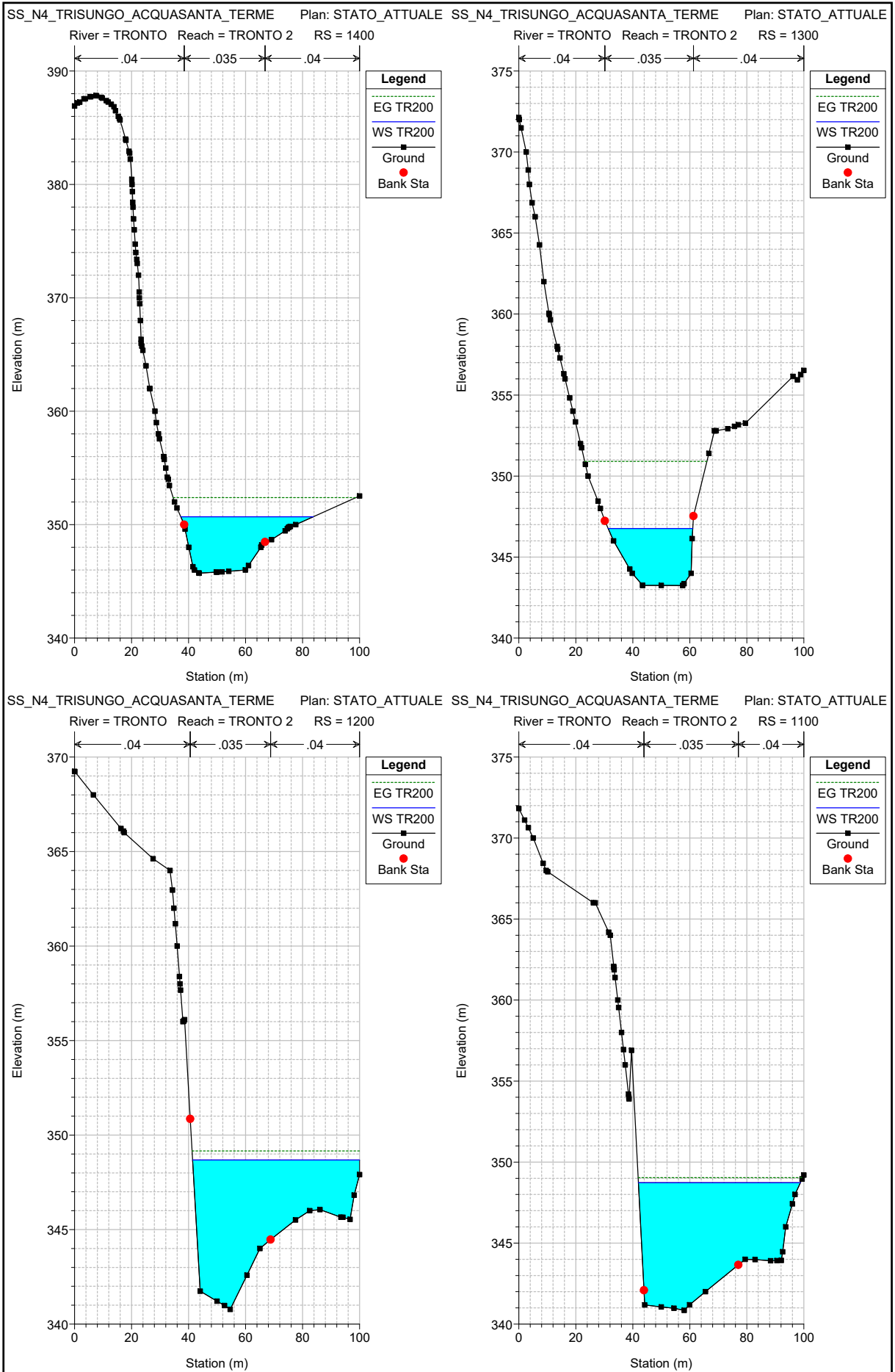


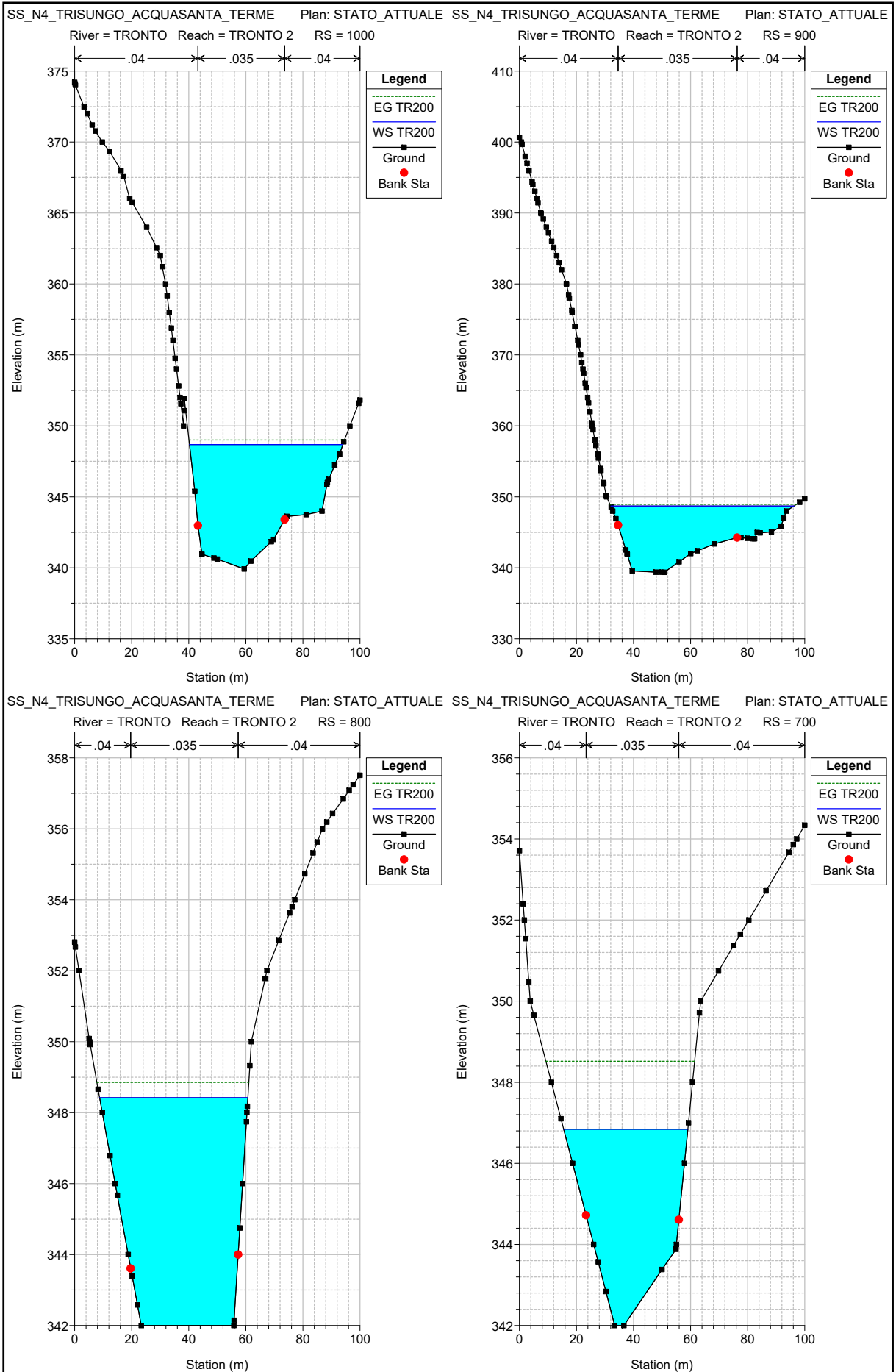


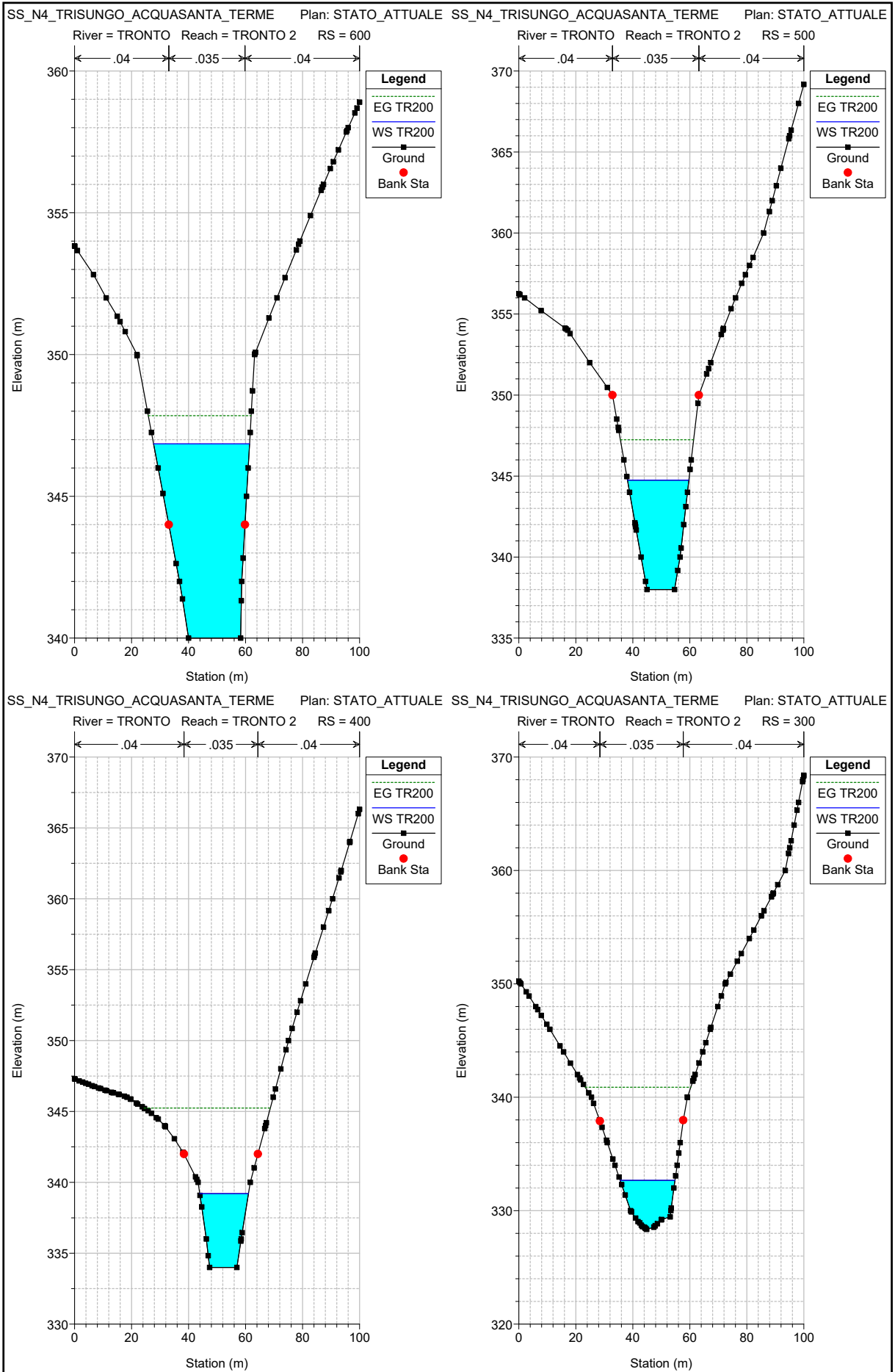


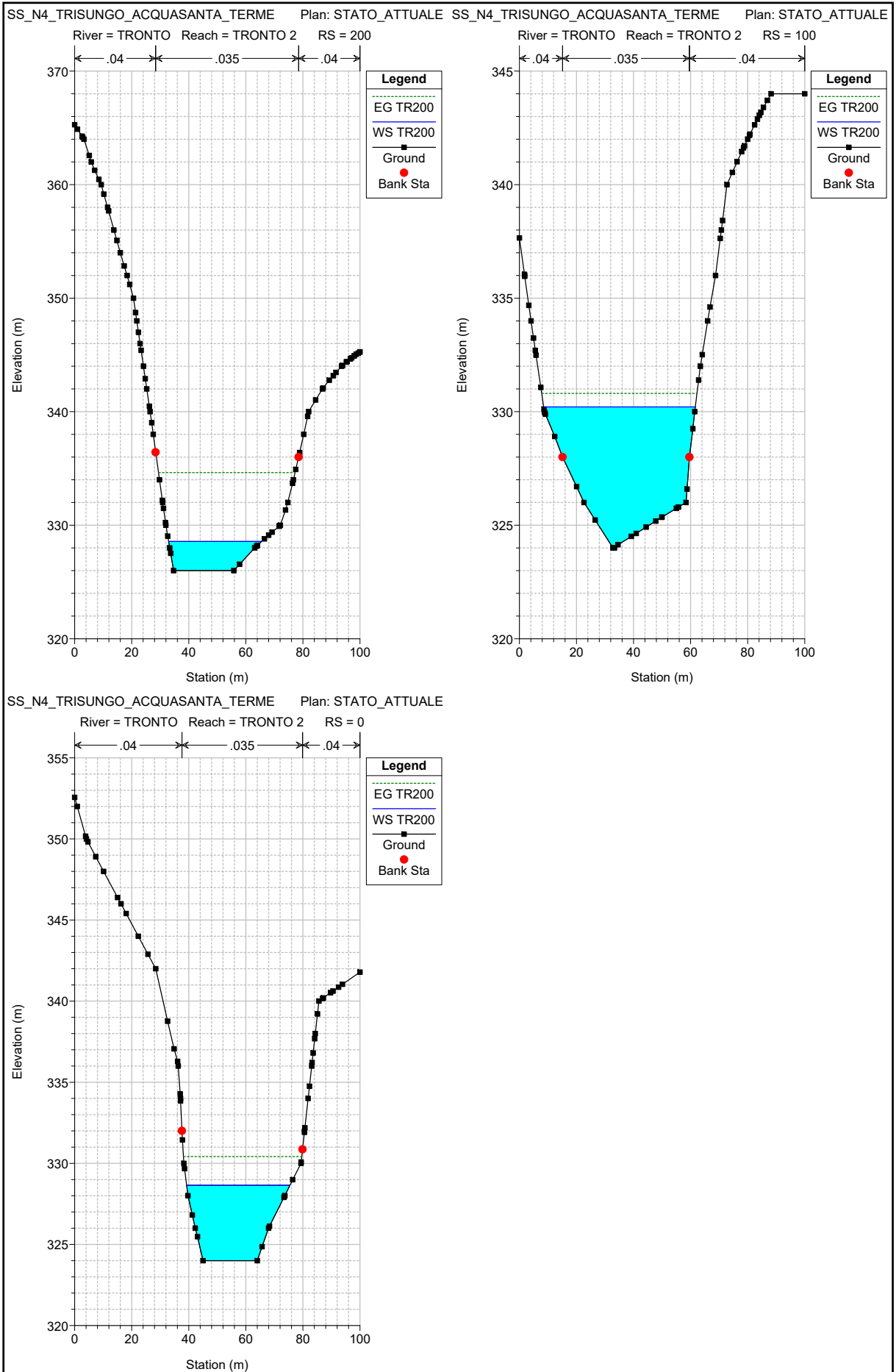












HEC-RAS Plan: STATO_ATTUALE Profile: TR200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TRONTO	8476.24	TR200	748.23	483.00	488.75	490.34	493.31	0.025027	9.59	83.82	32.48	1.54
TRONTO	8400	TR200	748.23	478.08	481.31	483.32	488.90	0.079565	12.20	61.33	29.95	2.72
TRONTO	8300	TR200	748.23	473.44	477.31	478.96	482.94	0.038664	10.73	75.97	37.54	2.03
TRONTO	8200	TR200	748.23	471.12	474.85	476.24	479.19	0.029503	9.22	81.12	29.46	1.77
TRONTO	8100	TR200	748.23	469.10	473.98	474.59	476.49	0.016465	7.01	106.80	38.09	1.34
TRONTO	8000	TR200	748.23	466.75	471.56	472.67	474.79	0.016071	7.96	94.82	28.68	1.36
TRONTO	7900	TR200	748.23	465.11	469.64	470.65	473.06	0.018094	8.22	93.05	31.34	1.45
TRONTO	7800	TR200	748.23	470.11	467.46	468.46	470.65	0.031488		95.89	41.00	0.00
TRONTO	7700	TR200	748.23	462.39	468.04	468.03	469.56	0.008357	6.21	146.74	46.47	0.96
TRONTO	7600	TR200	748.23	459.94	464.58	465.65	467.99	0.027207	8.63	97.17	41.61	1.54
TRONTO	7525.47	TR200	748.23	458.96	463.10	463.83	465.86	0.014443	7.85	109.16	38.34	1.31
TRONTO	7470.01	TR200	748.23	456.60	460.12	461.26	463.85	0.026506	8.59	88.90	38.93	1.71
TRONTO	7400	TR200	748.23	455.25	458.79	459.58	461.52	0.016089	7.48	107.76	44.50	1.36
TRONTO	7300	TR200	748.23	452.93	458.61	458.67	460.24	0.006238	5.98	148.20	50.60	0.87
TRONTO	7200	TR200	748.23	451.97	454.95	456.14	458.83	0.031079	8.74	86.74	40.23	1.83
TRONTO	7100	TR200	748.23	449.86	455.54	454.49	456.30	0.002581	4.04	210.36	58.28	0.58
TRONTO	7000	TR200	748.23	447.07	453.73	453.73	455.73	0.009086	6.71	128.24	36.77	0.98
TRONTO 1	6900	TR200	748.23	446.78	450.77	451.81	454.20	0.023660	8.45	94.88	38.27	1.61
TRONTO 1	6800	TR200	748.23	444.74	451.17	451.17	452.88	0.007479	6.43	141.68	41.14	0.91
TRONTO 1	6700	TR200	748.23	441.70	446.31	447.75	451.09	0.042060	9.69	77.24	30.29	1.94
TRONTO 1	6600	TR200	748.23	440.29	444.89	445.73	447.85	0.018762	7.62	98.23	34.43	1.44
TRONTO 1	6500	TR200	748.23	440.45	446.12	444.86	446.98	0.002809	4.13	186.00	43.88	0.61
TRONTO 1	6400	TR200	748.23	439.25	444.68	444.68	446.45	0.007950	6.38	135.09	36.42	0.94
TRONTO 1	6300	TR200	748.23	438.49	443.74	443.84	445.62	0.008447	6.14	127.72	38.74	0.98
TRONTO 1	6200	TR200	748.23	437.64	441.61	442.35	444.35	0.017711	7.33	102.10	36.04	1.39
TRONTO 1	6100	TR200	748.23	435.44	439.88	440.63	442.71	0.015082	7.45	100.60	30.49	1.25
TRONTO 1	6000	TR200	748.23	434.00	439.57	439.57	441.63	0.007324	6.52	124.06	33.50	0.96
TRONTO 1	5900	TR200	748.23	429.71	434.72	436.34	439.98	0.031174	10.32	76.18	23.36	1.72
TRONTO 1	5800	TR200	748.23	426.48	429.21	430.96	435.47	0.067254	11.08	67.53	33.72	2.50
TRONTO 1	5715.5	TR200	748.23	424.00	430.28	430.28	432.38	0.008672	6.45	119.71	30.20	0.97
TRONTO 1	5670.01	TR200	748.23	424.00	428.05	428.84	431.11	0.016670	7.76	96.81	30.29	1.36
TRONTO 1	5625.72	TR200	748.23	422.14	426.50	427.23	429.44	0.016018	7.59	98.55	29.88	1.33
TRONTO 1	5580.02	TR200	748.23	420.00	424.34	425.24	427.60	0.020375	8.01	93.52	31.92	1.48
TRONTO 1	5540	TR200	748.23	417.84	422.66	423.38	425.79	0.015631	7.83	95.54	25.36	1.29
TRONTO 1	5500	TR200	748.23	417.79	423.95	422.16	424.79	0.002499	4.09	190.02	37.44	0.55
TRONTO 1	5400	TR200	748.23	416.00	421.92	421.92	424.23	0.007769	6.79	114.80	27.13	0.95
TRONTO 1	5300	TR200	748.23	414.00	417.55	419.04	422.54	0.033886	10.03	78.20	31.92	1.88
TRONTO 1	5200	TR200	748.23	412.00	415.70	416.76	419.35	0.023316	8.46	88.42	29.65	1.56
TRONTO 1	5100	TR200	748.23	407.72	411.77	413.25	416.58	0.030675	9.71	77.06	25.61	1.79
TRONTO 1	5000	TR200	748.23	405.89	411.23	411.75	414.08	0.013004	7.47	100.18	24.31	1.17
TRONTO 1	4900	TR200	748.23	404.00	409.78	410.32	412.75	0.013437	7.62	98.17	23.54	1.19
TRONTO 1	4800	TR200	748.23	402.00	407.86	408.61	411.27	0.015329	8.17	91.64	22.19	1.27
TRONTO 1	4700	TR200	748.23	399.85	403.98	405.50	408.92	0.033856	9.85	75.99	27.90	1.91
TRONTO 1	4600	TR200	748.23	399.93	405.86	404.24	406.69	0.002470	4.06	188.25	38.53	0.57
TRONTO 1	4500	TR200	748.23	397.01	404.17	404.17	406.15	0.009181	6.76	131.60	33.17	0.88
TRONTO 2	4400	TR200	748.23	395.30	402.58	400.63	403.03	0.001385	3.13	268.82	62.39	0.42
TRONTO 2	4300	TR200	748.23	395.01	402.37	399.76	402.89	0.001257	3.22	241.25	47.36	0.42
TRONTO 2	4280			Bridge								
TRONTO 2	4265	TR200	748.23	394.41	397.94	399.16	402.05	0.035346	8.99	83.27	36.79	1.91
TRONTO 2	4200	TR200	748.23	393.31	397.30	397.96	400.04	0.018158	7.34	101.99	33.02	1.33
TRONTO 2	4130	TR200	748.23	392.65	397.78	397.20	398.95	0.005328	4.79	156.27	42.84	0.80
TRONTO 2	4120			Bridge								
TRONTO 2	4100	TR200	748.23	392.26	396.81	396.81	398.45	0.008696	5.68	131.81	40.62	1.01
TRONTO 2	4000	TR200	748.23	388.52	394.38	395.09	397.21	0.015127	7.45	100.43	29.27	1.24
TRONTO 2	3900	TR200	748.23	387.00	391.12	392.32	395.10	0.027476	8.84	84.65	30.92	1.71
TRONTO 2	3800	TR200	748.23	385.02	391.58	391.07	393.16	0.005862	5.56	135.09	30.96	0.84
TRONTO 2	3700	TR200	748.23	383.93	390.27	390.27	392.40	0.008528	6.46	116.16	28.49	0.99
TRONTO 2	3600	TR200	748.23	383.55	386.50	387.79	390.68	0.034129	9.05	82.66	34.98	1.88
TRONTO 2	3500	TR200	748.23	380.24	385.28	385.90	388.05	0.015481	7.39	102.15	31.88	1.29
TRONTO 2	3400	TR200	748.23	378.54	381.63	382.85	385.68	0.035511	8.91	84.02	37.72	1.91
TRONTO 2	3300	TR200	748.23	377.08	384.10	381.72	384.69	0.001537	3.43	222.20	42.66	0.45
TRONTO 2	3200	TR200	748.23	376.33	382.60	382.33	384.45	0.007392	6.04	124.39	29.16	0.91
TRONTO 2	3100	TR200	748.23	375.74	381.86	381.86	384.08	0.007475	6.64	116.94	28.71	0.95
TRONTO 2	3000	TR200	748.23	375.19	379.55	380.69	383.37	0.023920	8.65	86.46	29.80	1.62
TRONTO 2	2900	TR200	748.23	373.70	377.36	378.79	382.02	0.033133	9.55	78.32	29.72	1.88
TRONTO 2	2800	TR200	748.23	370.40	374.13	375.60	378.96	0.039228	9.73	77.07	33.16	2.01
TRONTO 2	2700	TR200	748.23	369.20	374.30	374.54	376.47	0.009364	6.54	117.02	34.50	1.08
TRONTO 2	2600	TR200	748.23	367.10	372.01	372.81	375.11	0.018030	7.80	95.89	30.53	1.41
TRONTO 2	2500	TR200	748.23	365.55	367.97	369.28	372.36	0.041531	9.28	80.61	38.52	2.05
TRONTO 2	2400	TR200	748.23	356.28	359.51	361.59	367.00	0.062761	12.12	61.74	26.03	2.51
TRONTO 2	2300	TR200	748.23	353.19	360.34	360.89	363.23	0.012525	7.53	99.41	22.15	1.13
TRONTO 2	2200	TR200	748.23	352.09	360.16	359.24	361.89	0.006205	5.82	128.56	24.17	0.80
TRONTO 2	2190			Bridge								
TRONTO 2	2180	TR200	748.23	352.04	359.21	359.21	361.66	0.009961	6.94	107.85	22.04	1.00
TRONTO 2	2100	TR200	748.23	351.50	356.08	357.37	360.32	0.023167	9.12	82.05	23.87	1.57
TRONTO 2	2000	TR200	748.23	351.10	356.73	356.73	358.67	0.008778	6.17	121.34	31.53	1.00
TRONTO 2	1900	TR200	748.23	350.29	356.14	353.98	356.59	0.001794	3.32	258.45	53.20	0.47
TRONTO 2	1800	TR200	748.23	349.81	354.33	354.33	356.14	0.007544	5.99	129.93	38.22	0.97
TRONTO 2	1700	TR200	748.23	346.57	351.90	352.75	354.92	0.017462	7.73	99.63	37.70	1.40
TRONTO 2	1600	TR200	748.23	345.88	352.15	351.28	353.33	0.004220	4.82	158.95	41.57	0.72
TRONTO 2	1500	TR200	748.23	345.54	352.06		352.88	0.002773	4.22	209.43	68.57	0.59
TRONTO 2	1400	TR200	748.23	345.72	350.70	350.70	352.38	0.006832	5.88	139.07	46.53	0.91
TRONTO 2	1300	TR200	748.23	343.24	346.76	348.01	350.90	0.028591	9.02	82.98	29.67	1.72
TRONTO 2	1200	TR200	748.23	340.78	348.68	348.68	349.16	0.001522	3.34	262.70	58.58	0.43

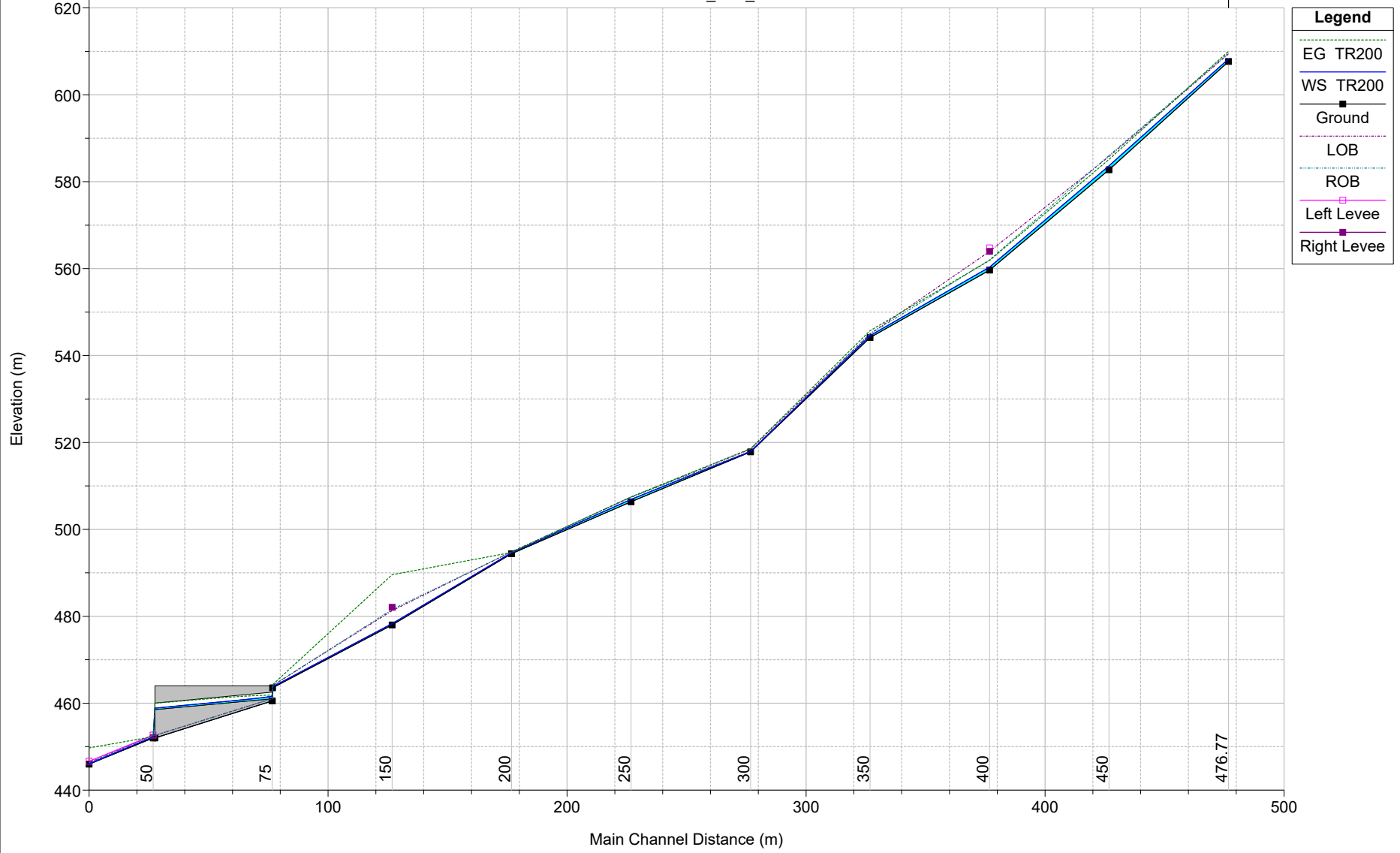
HEC-RAS Plan: STATO_ATTUALE Profile: TR200 (Continued)

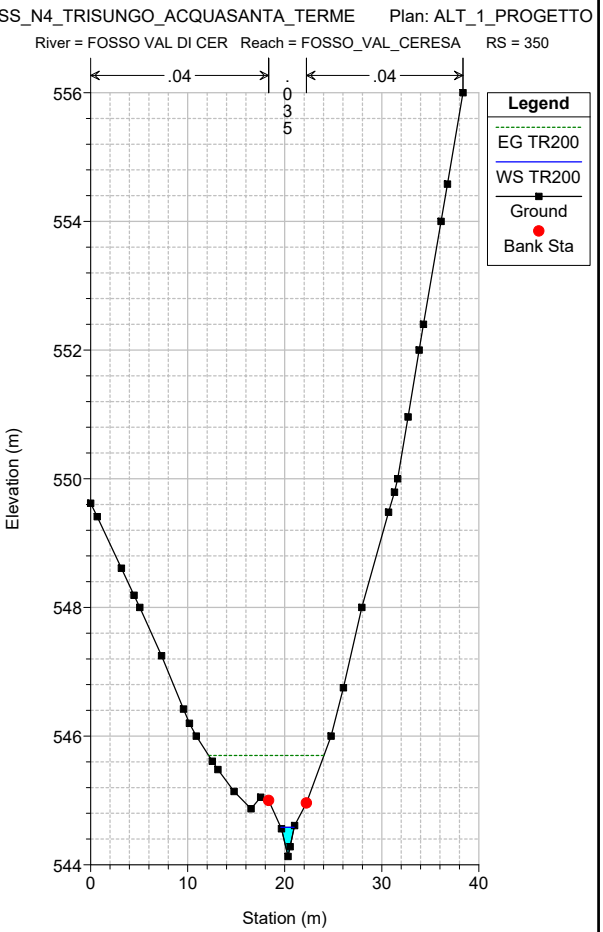
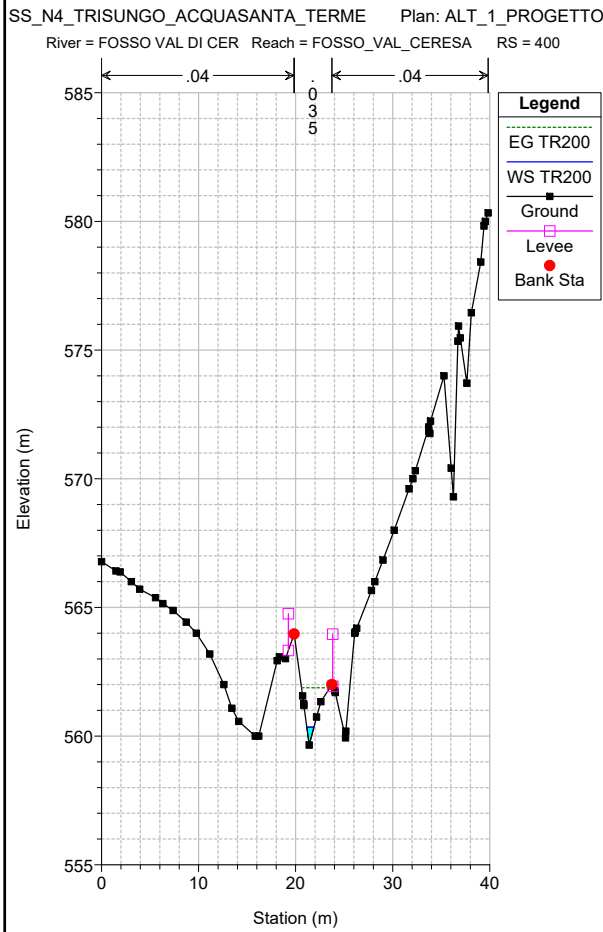
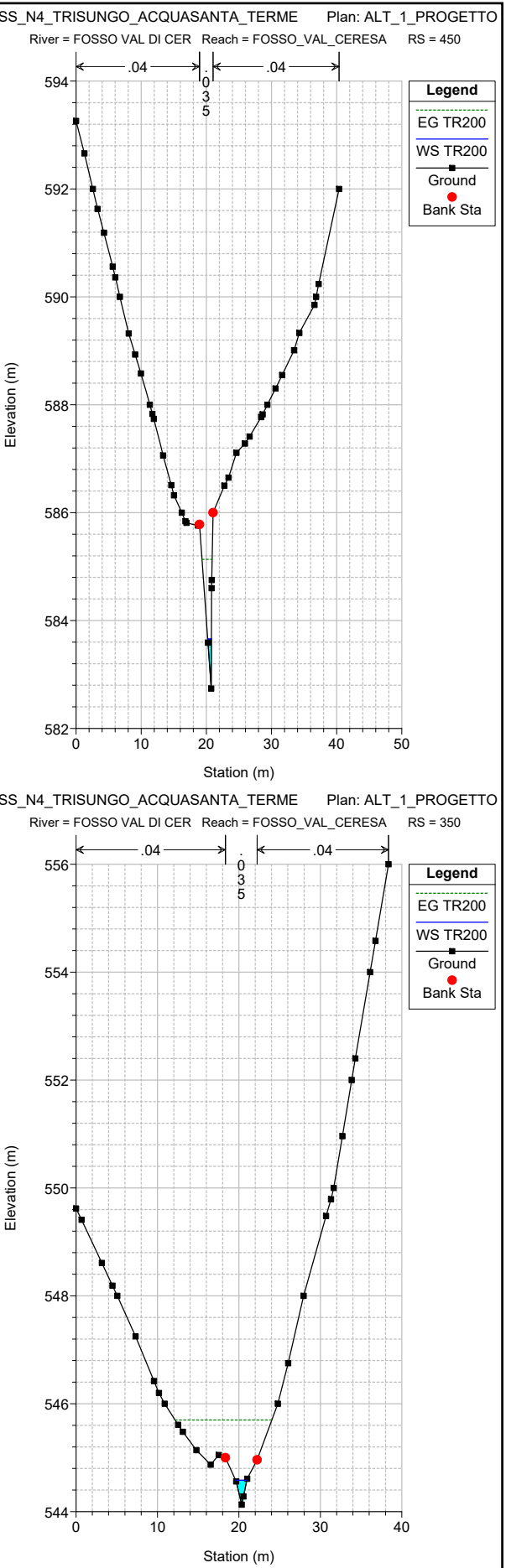
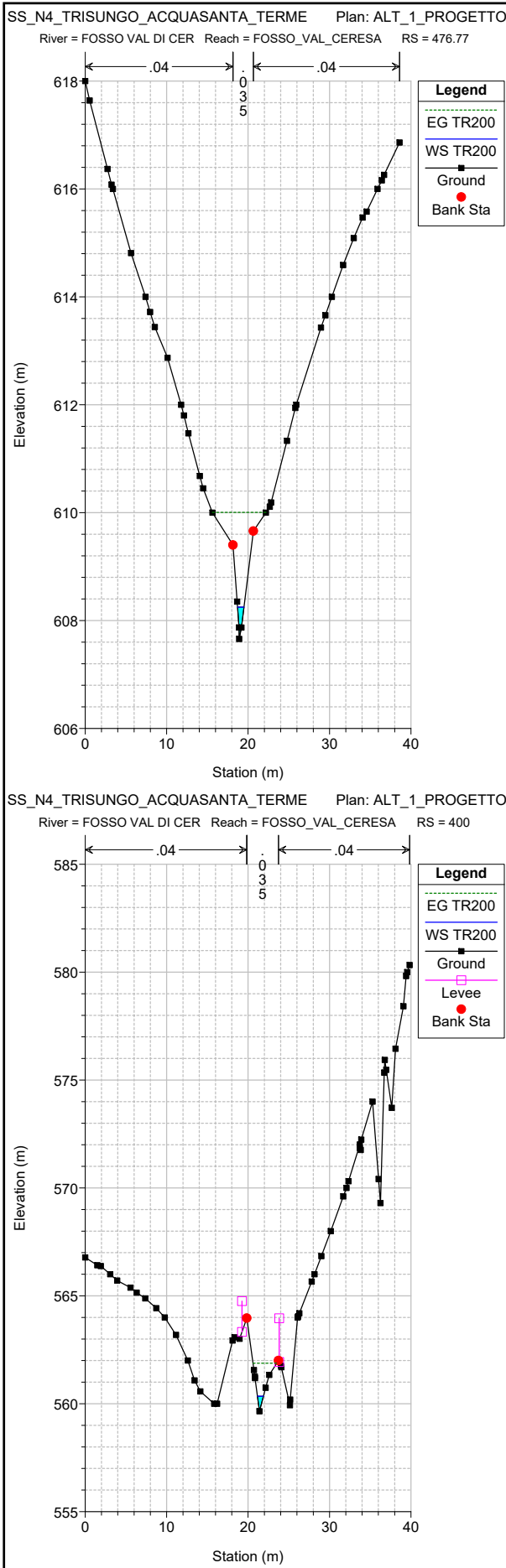
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TRONTO 2	1100	TR200	748.23	340.85	348.73		349.04	0.000678	2.67	321.79	56.87	0.32
TRONTO 2	1000	TR200	748.23	339.92	348.68		349.01	0.000620	2.68	320.62	53.73	0.31
TRONTO 2	900	TR200	748.23	339.37	348.70		348.94	0.000513	2.26	364.64	64.16	0.27
TRONTO 2	800	TR200	748.23	342.00	348.42		348.85	0.000976	2.98	271.17	51.98	0.38
TRONTO 2	700	TR200	748.23	342.00	346.84	346.84	348.52	0.007153	5.82	136.07	43.54	0.95
TRONTO 2	600	TR200	748.23	340.00	346.85	345.01	347.85	0.002588	4.46	174.55	33.67	0.57
TRONTO 2	500	TR200	748.23	338.00	344.74	344.74	347.24	0.009929	7.00	106.86	21.52	1.00
TRONTO 2	400	TR200	748.23	334.00	339.20	341.29	345.24	0.032534	10.88	68.78	17.11	1.73
TRONTO 2	300	TR200	748.23	328.35	332.68	335.07	340.89	0.054379	12.69	58.98	19.24	2.31
TRONTO 2	200	TR200	748.23	326.00	328.57	330.29	334.64	0.057855	10.91	68.58	32.59	2.40
TRONTO 2	100	TR200	748.23	324.00	330.21	328.46	330.81	0.001882	3.45	223.81	53.15	0.50
TRONTO 2	0	TR200	748.23	324.00	328.65	328.65	330.42	0.008770	5.89	126.93	36.20	1.01

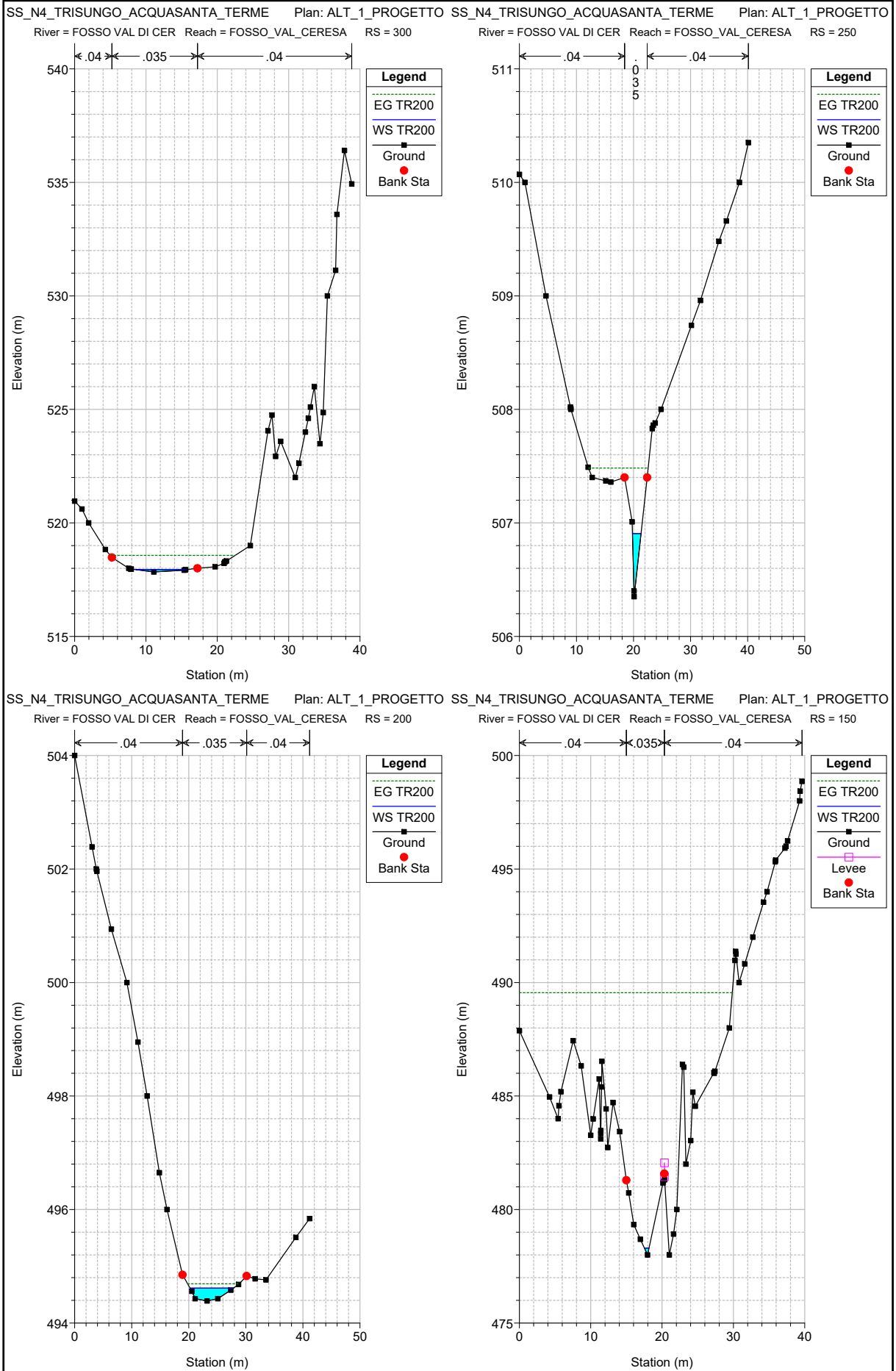
Stato progetto

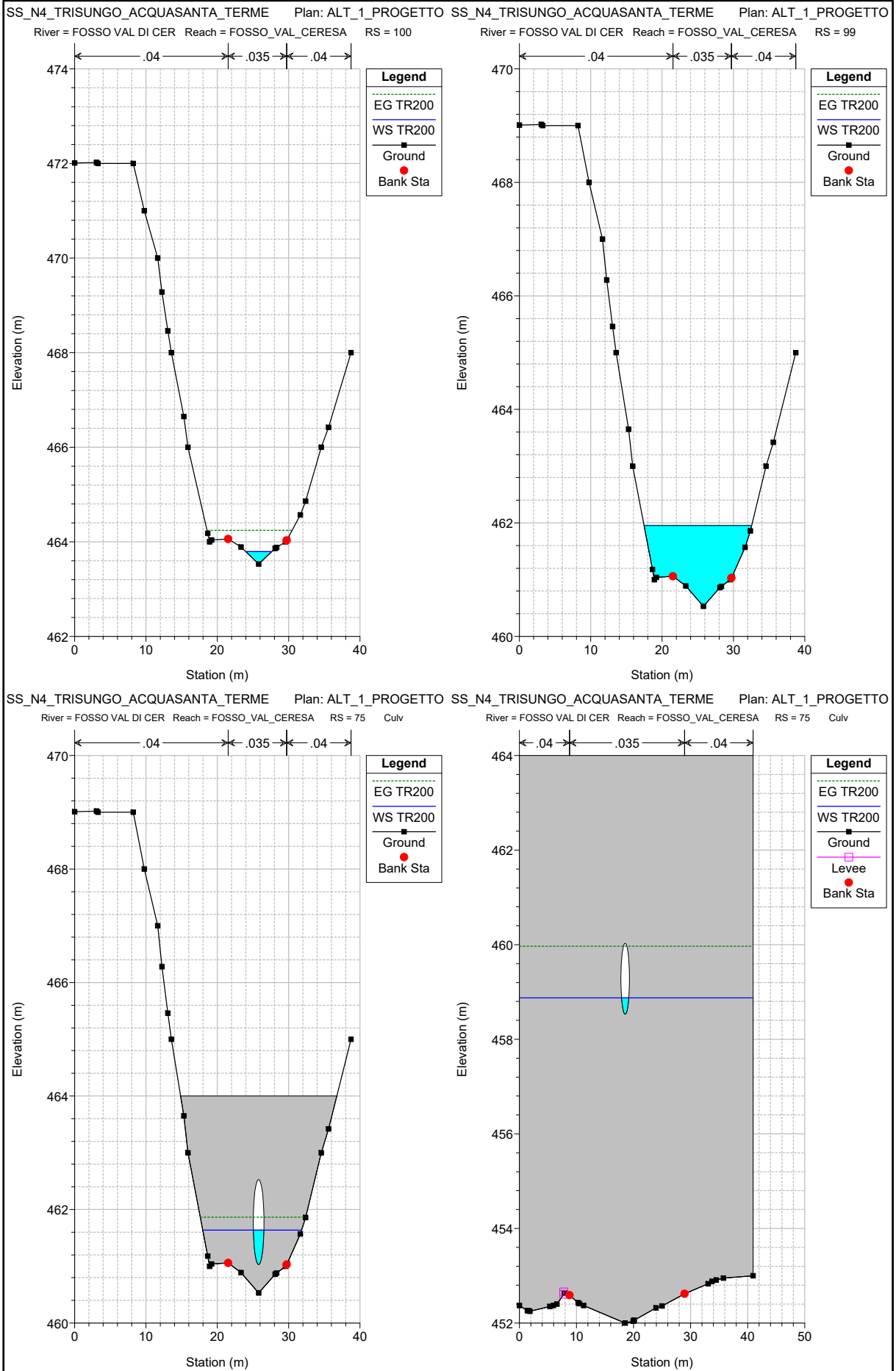
SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO

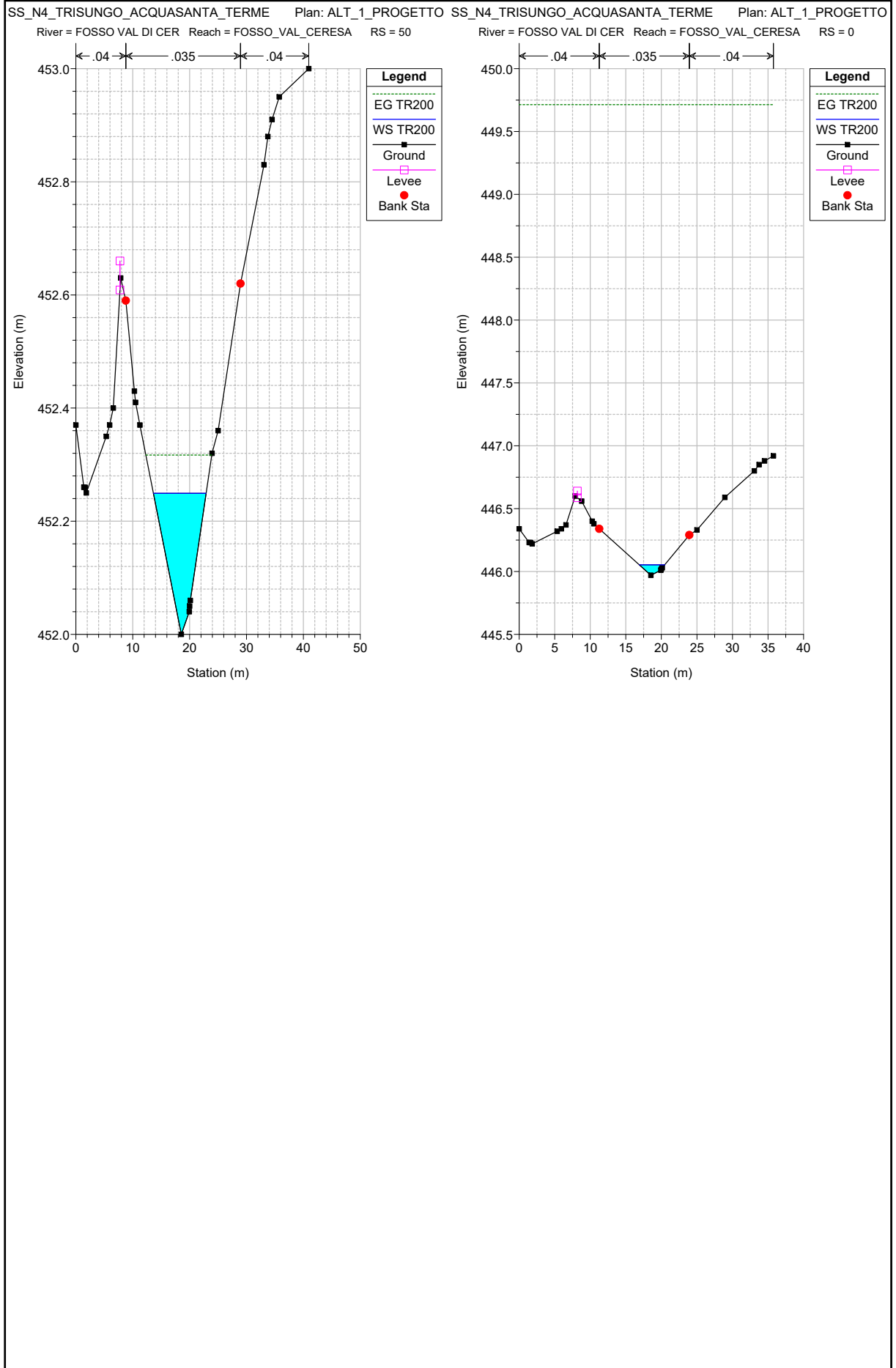
FOSSO VAL DI CER FOSSO_VAL_CERESA









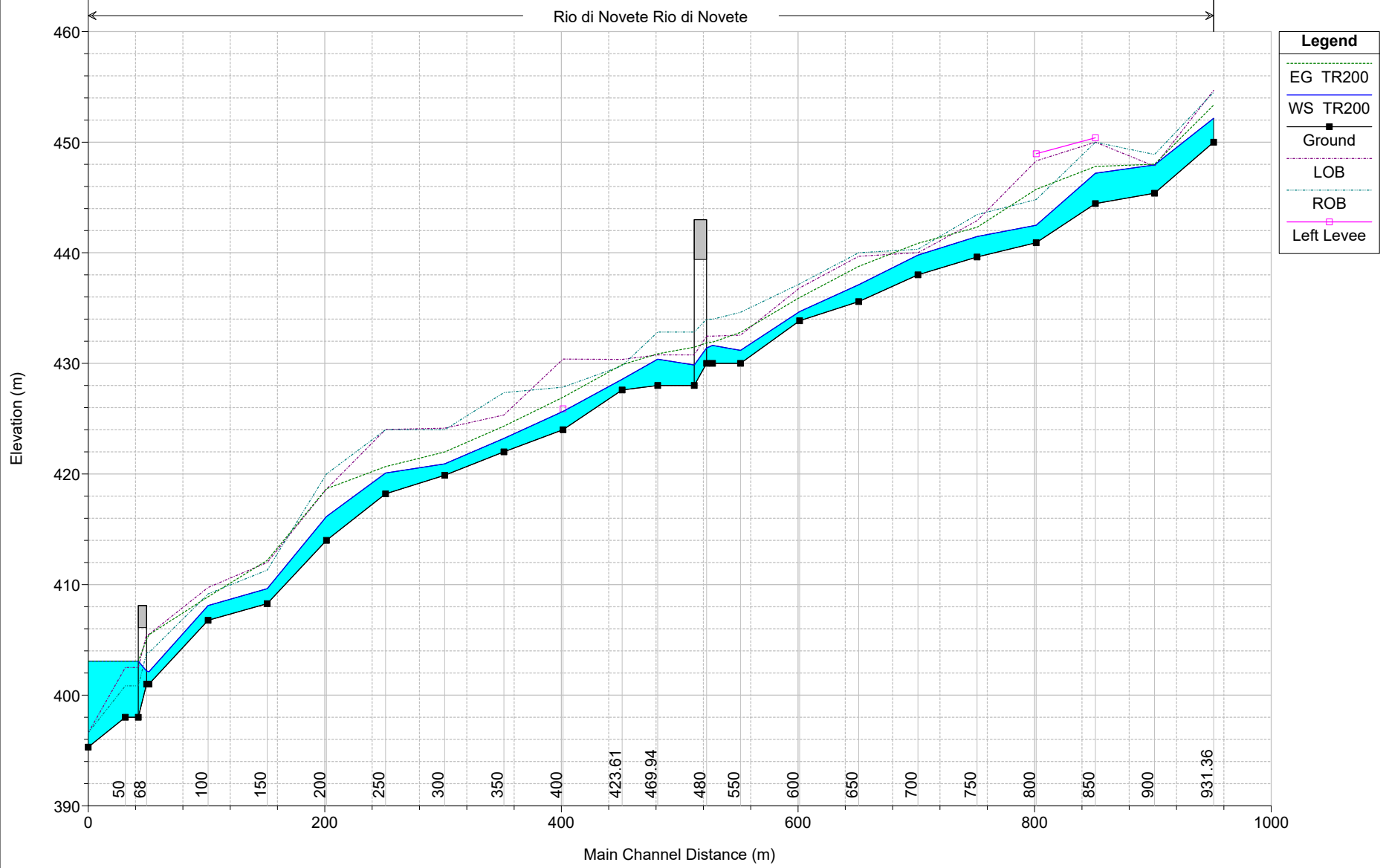


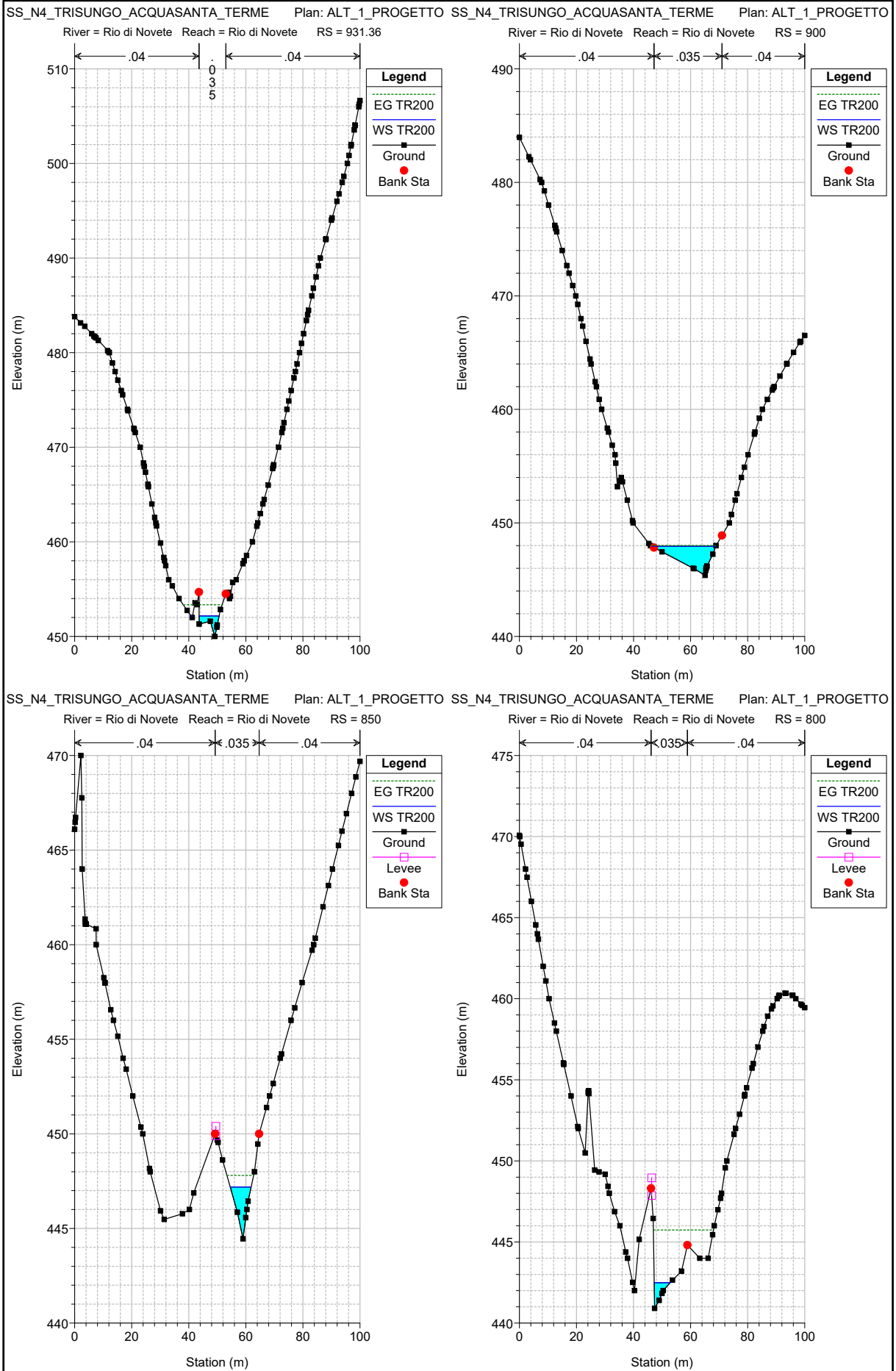
HEC-RAS Plan: ALT_1_PRO River: FOSSO VAL DI CER Reach: FOSSO VAL CERESA Profile: TR200

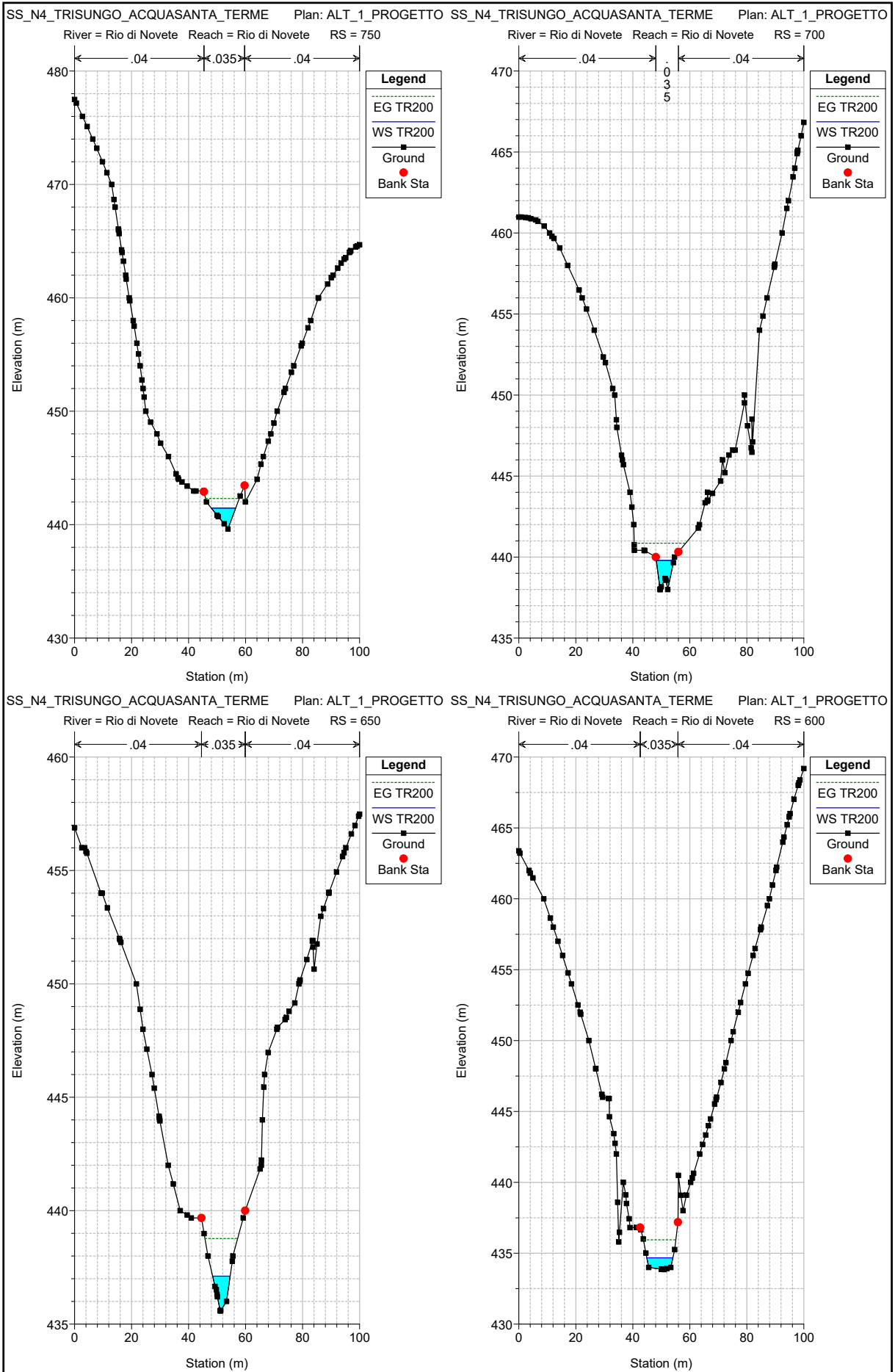
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
FOSSO_VAL_CERESA	476.77	TR200	1.42	607.66	608.25	608.63	610.01	0.470451	5.87	0.24	0.80	3.41
FOSSO_VAL_CERESA	450	TR200	1.42	582.74	583.66	584.07	585.14	0.523041	5.38	0.26	0.58	2.54
FOSSO_VAL_CERESA	400	TR200	1.42	559.65	560.35	560.73	561.88	0.416128	5.48	0.26	0.74	2.96
FOSSO_VAL_CERESA	350	TR200	1.42	544.13	544.58	544.83	545.70	0.255347	4.68	0.30	1.37	3.17
FOSSO_VAL_CERESA	300	TR200	1.42	517.84	517.94	518.04	518.57	0.686663	3.51	0.40	7.07	4.69
FOSSO_VAL_CERESA	250	TR200	1.42	506.35	506.91	507.10	507.48	0.107975	3.36	0.42	1.52	2.04
FOSSO_VAL_CERESA	200	TR200	1.42	494.39	494.62	494.62	494.69	0.022833	1.23	1.16	7.63	1.00
FOSSO_VAL_CERESA	150	TR200	1.42	478.00	478.30	478.82	489.55	5.294833	14.86	0.10	0.64	12.26
FOSSO_VAL_CERESA	100	TR200	1.42	463.53	463.79	463.92	464.24	0.164318	2.97	0.48	3.64	2.62
FOSSO_VAL_CERESA	99	TR200	1.42	460.53	461.96	460.92	461.96	0.000014	0.12	13.91	15.09	0.04
FOSSO_VAL_CERESA	75			Culvert								
FOSSO_VAL_CERESA	50	TR200	1.42	452.00	452.25	452.25	452.32	0.023917	1.15	1.23	9.27	1.01
FOSSO_VAL_CERESA	0	TR200	1.42	445.97	446.05	446.22	449.71	5.223616	8.47	0.17	3.58	12.51

SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO

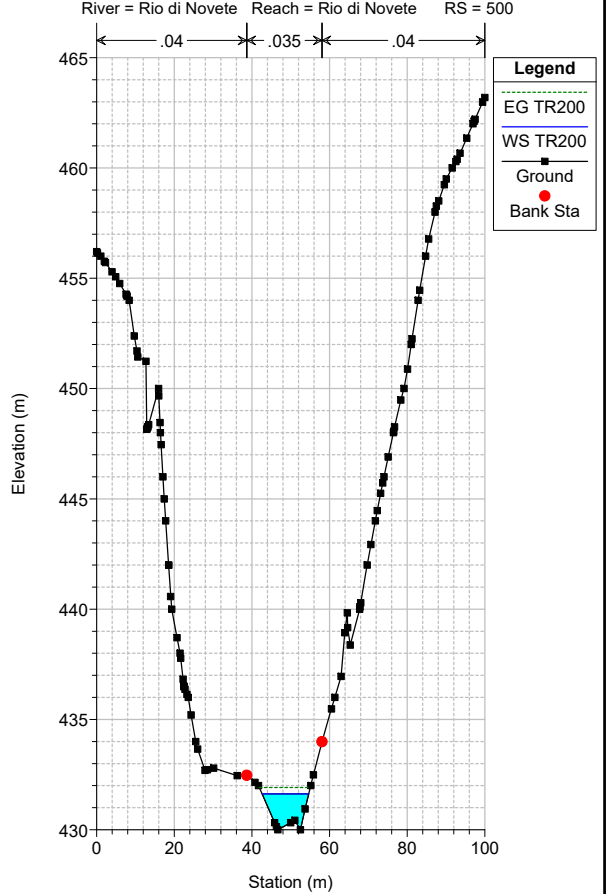
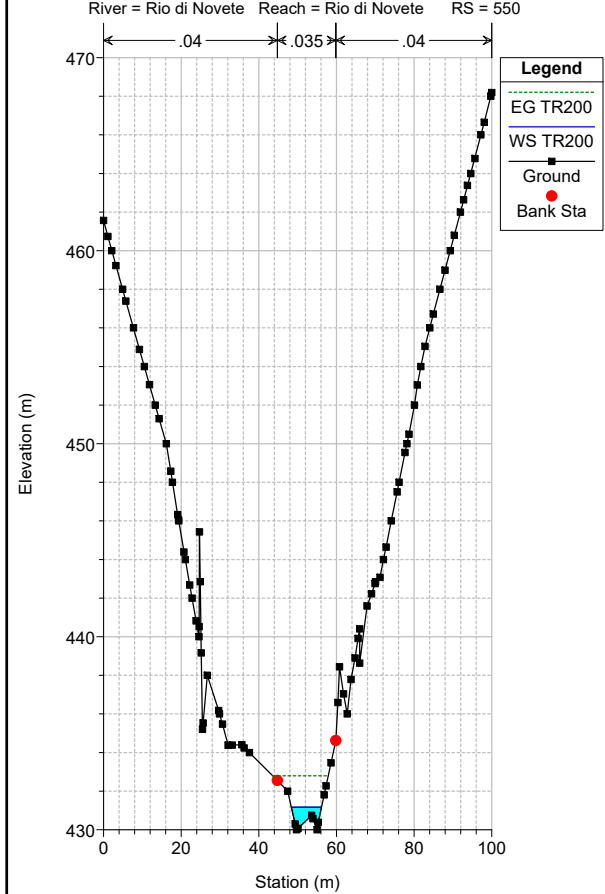
Rio di Novete Rio di Novete



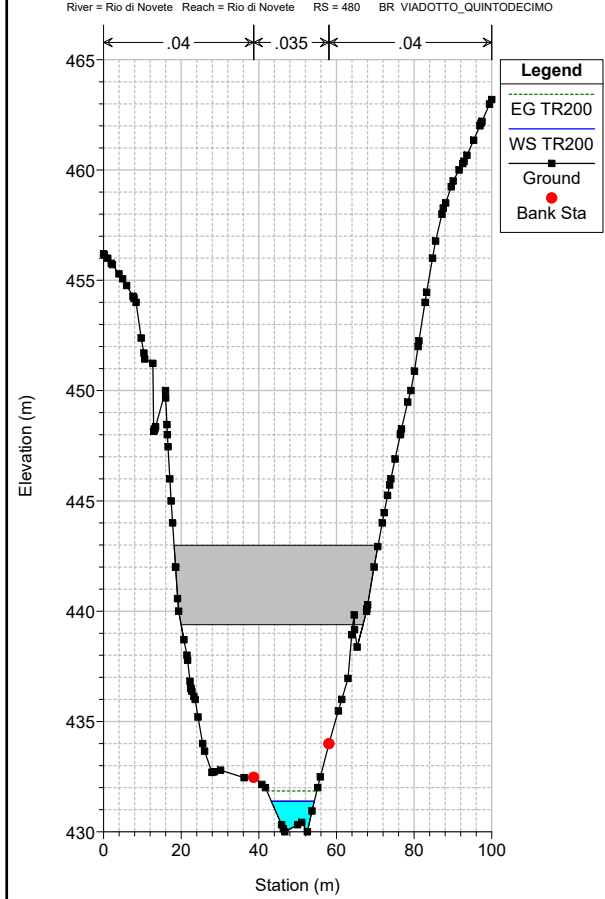




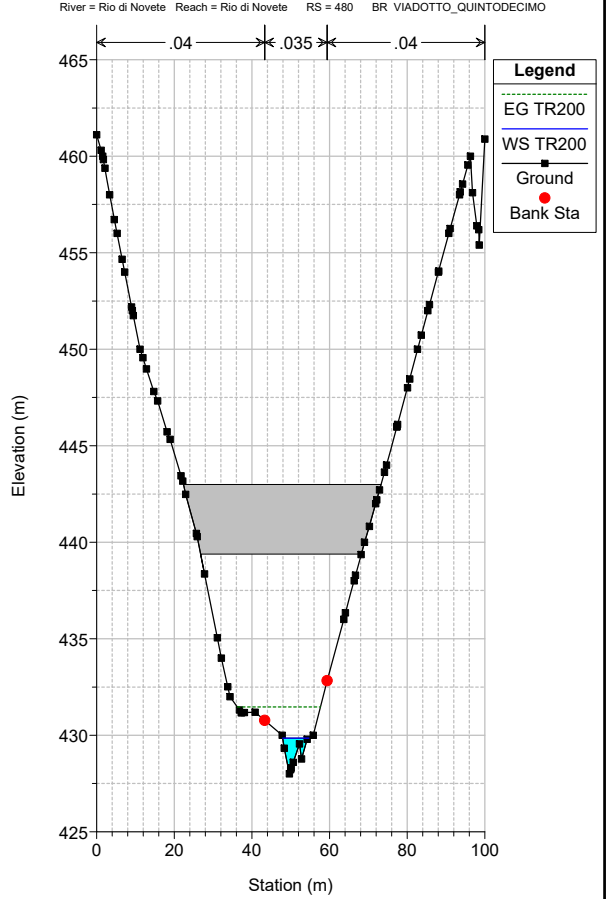
SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO

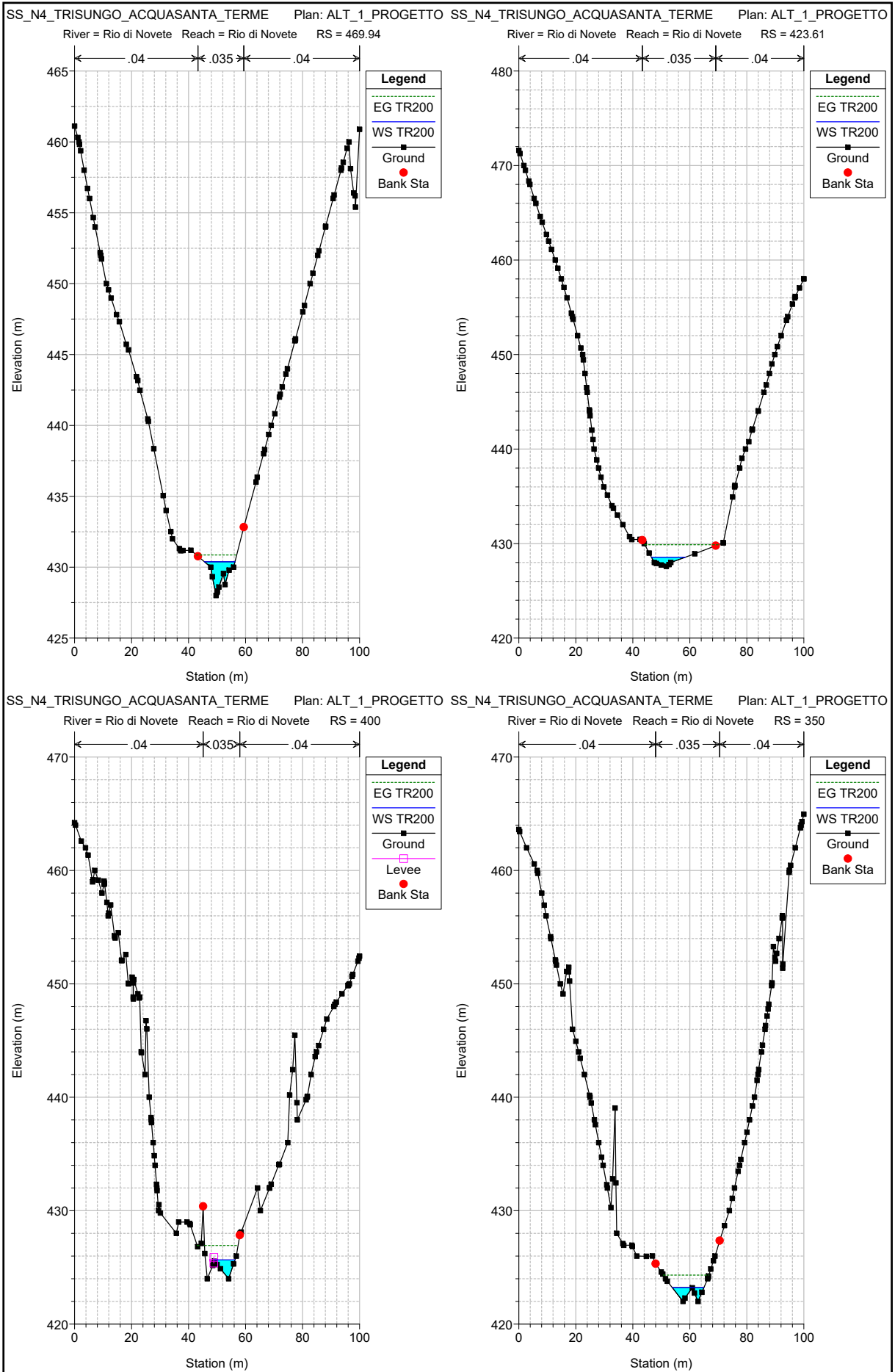


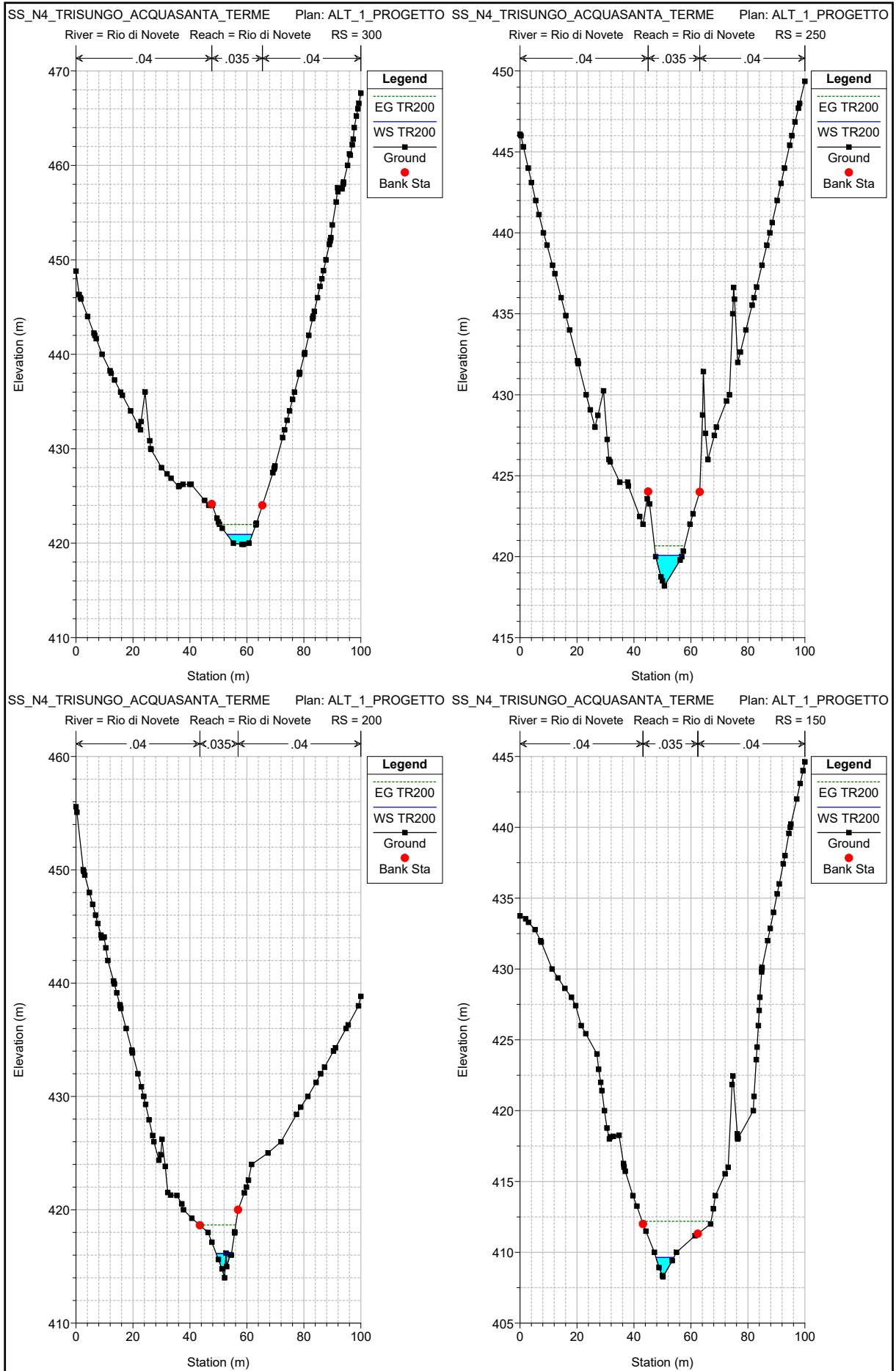
SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO

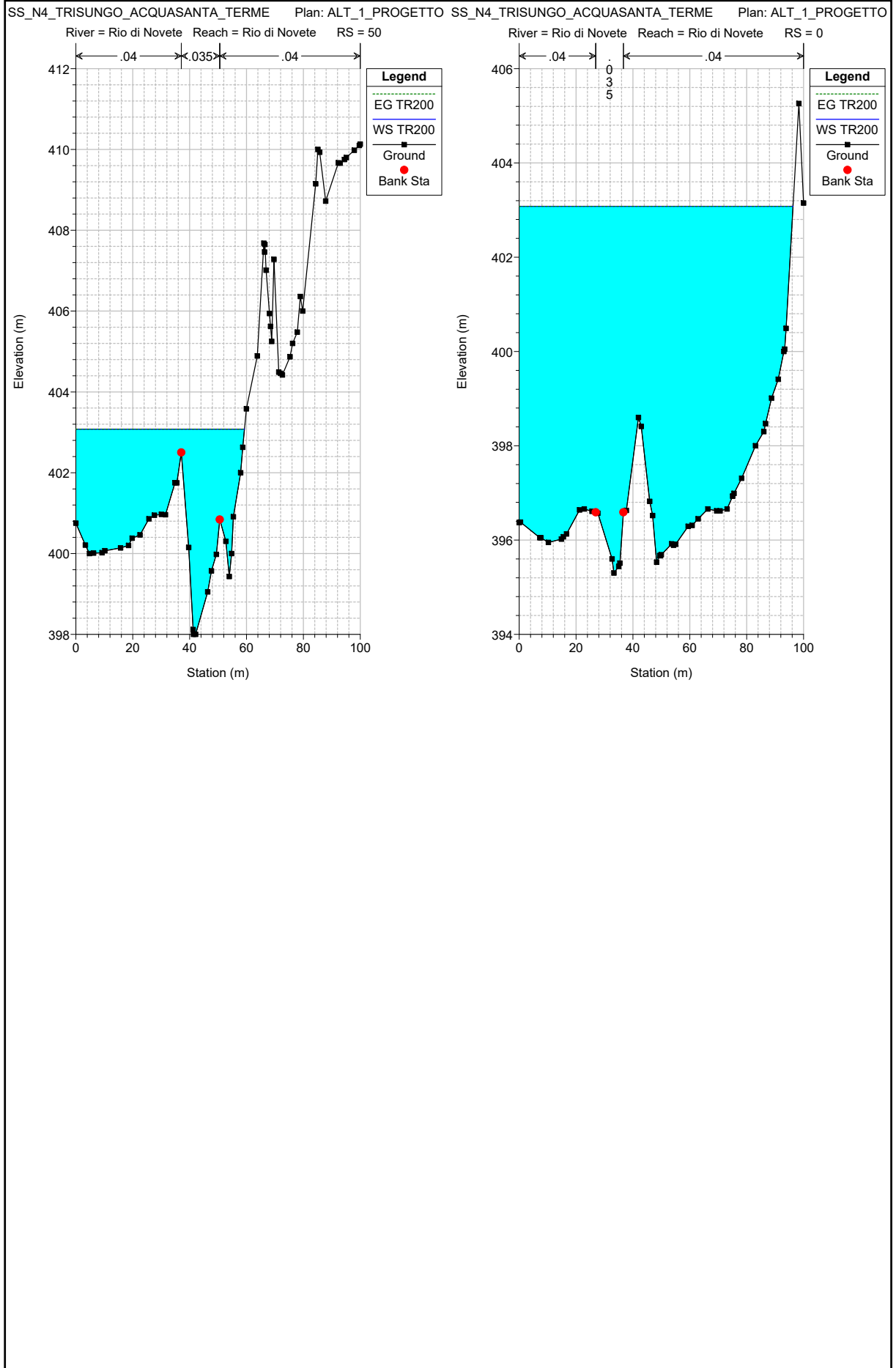


SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO





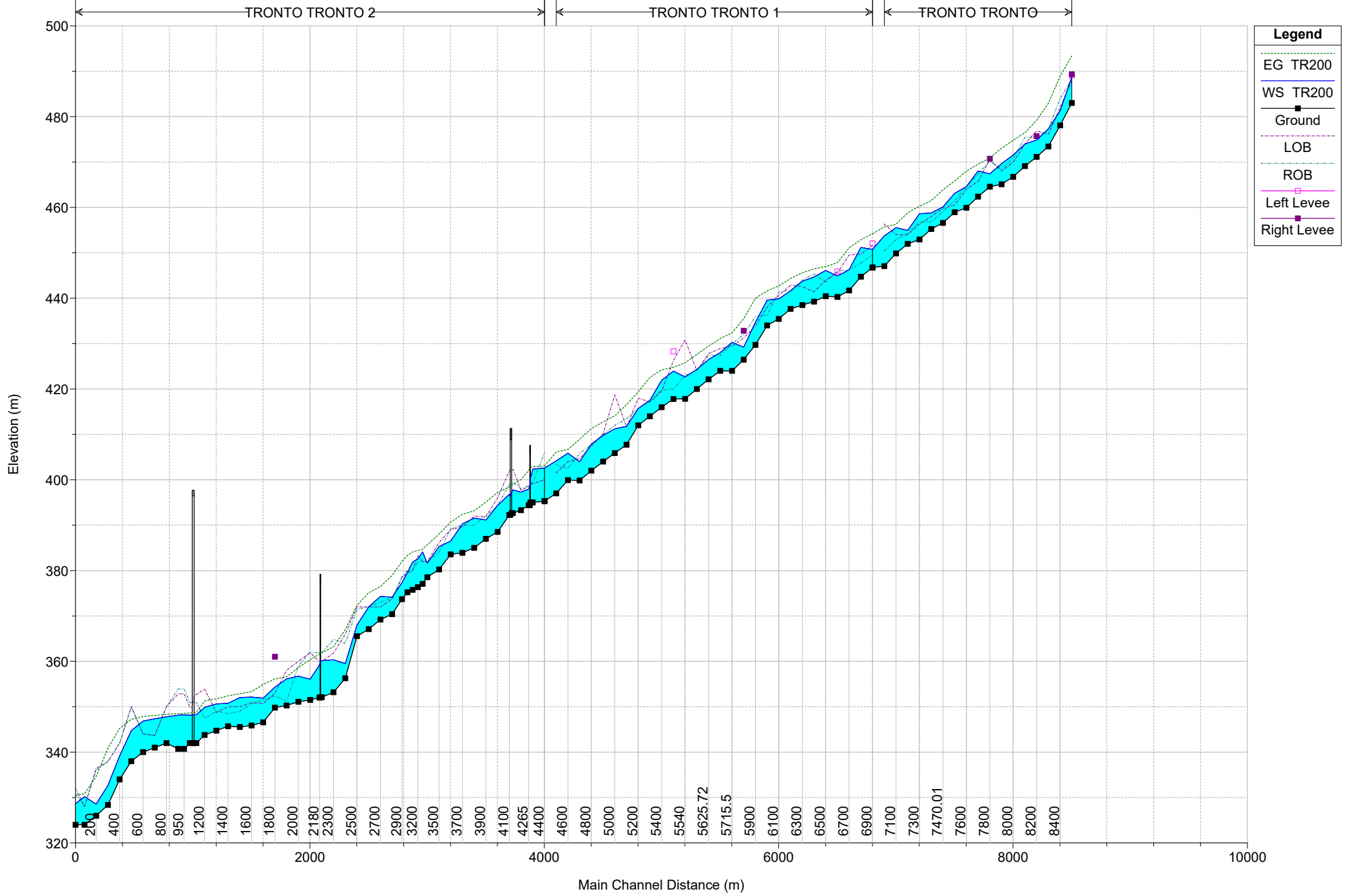




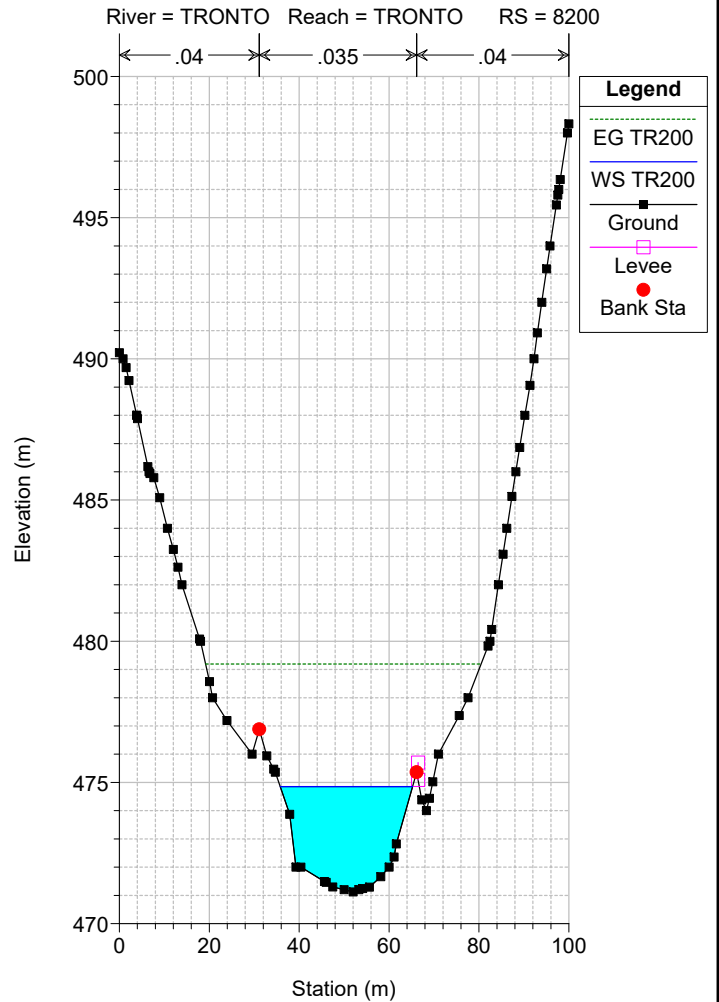
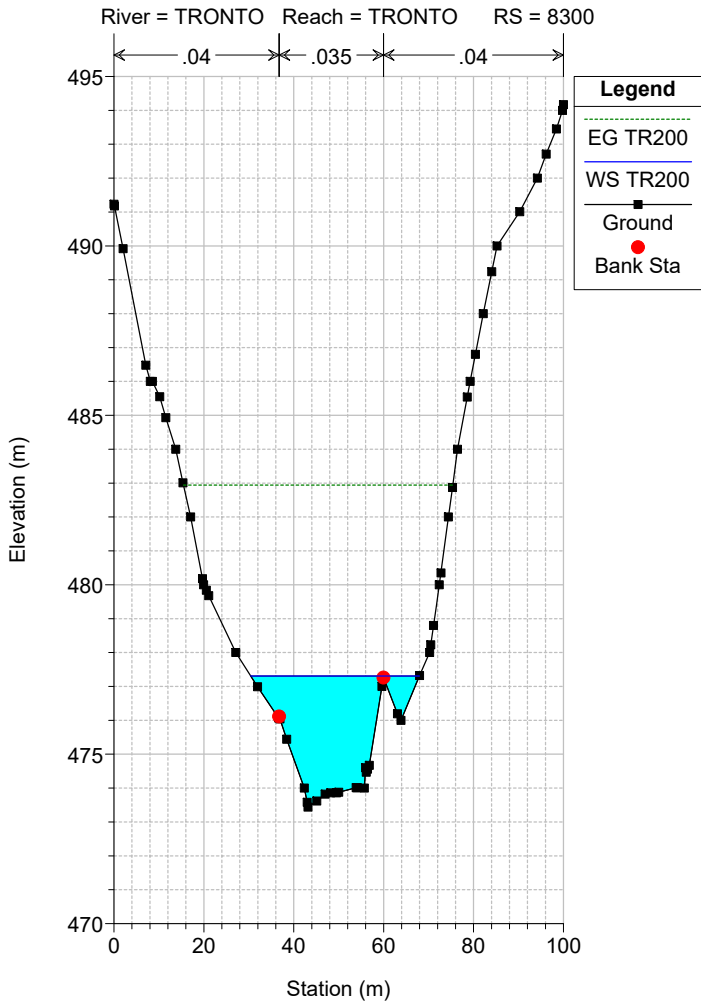
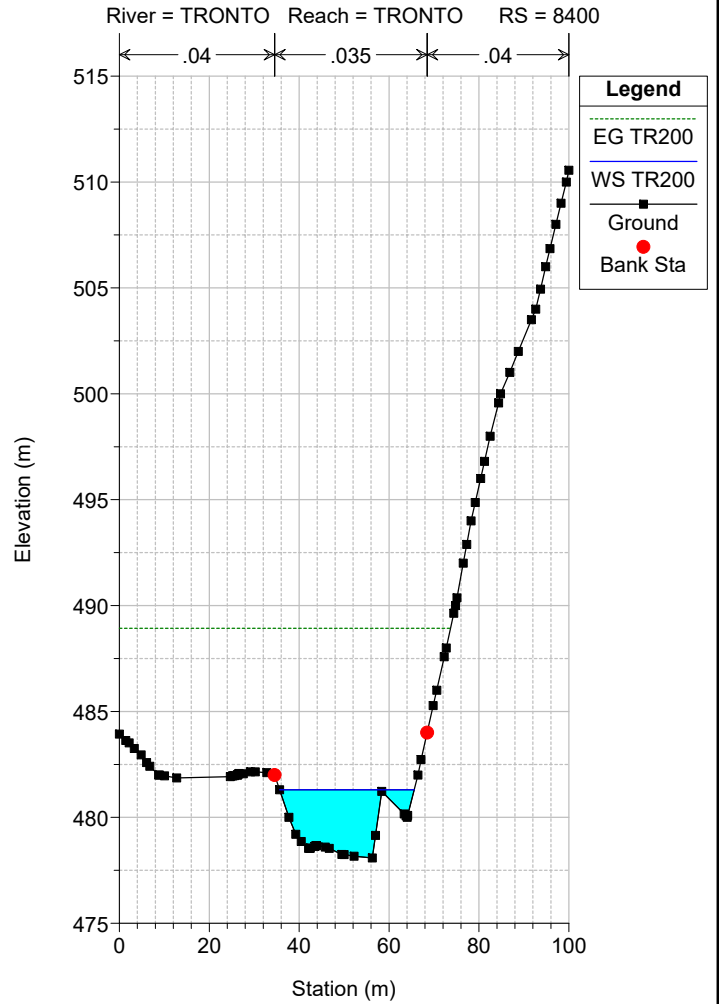
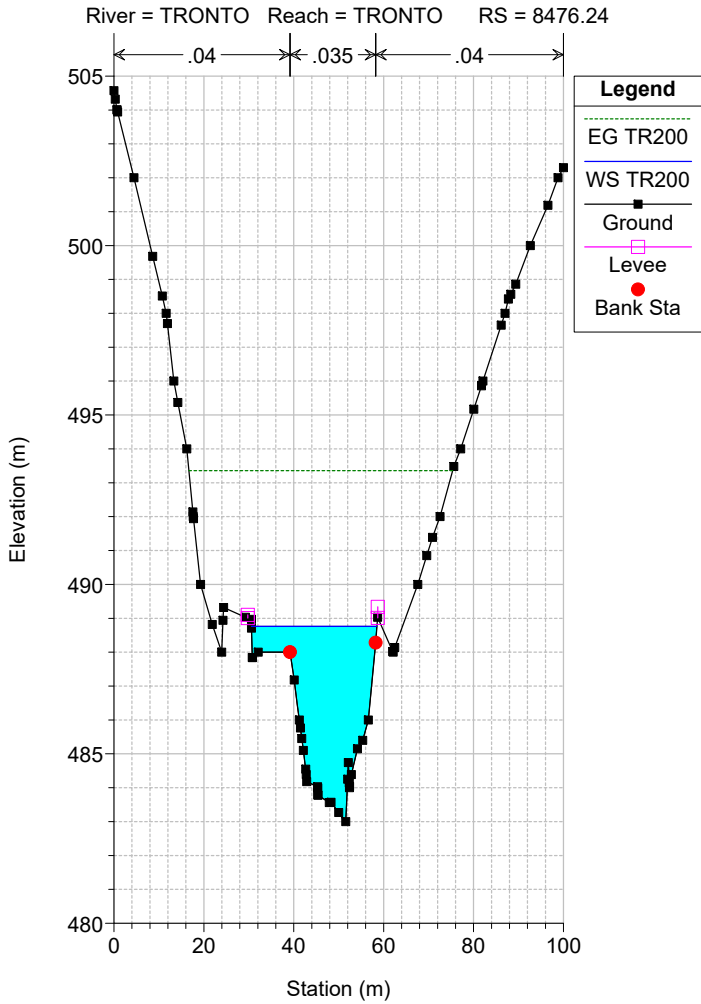
HEC-RAS Plan: ALT_1_PRO River: Rio di Novete Reach: Rio di Novete Profile: TR200

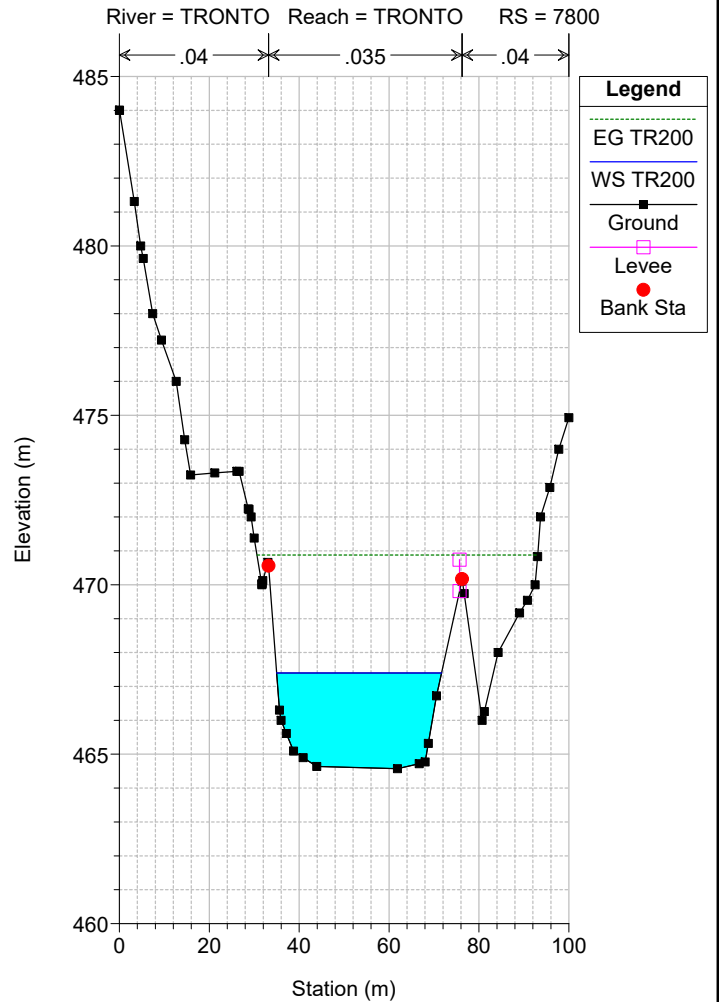
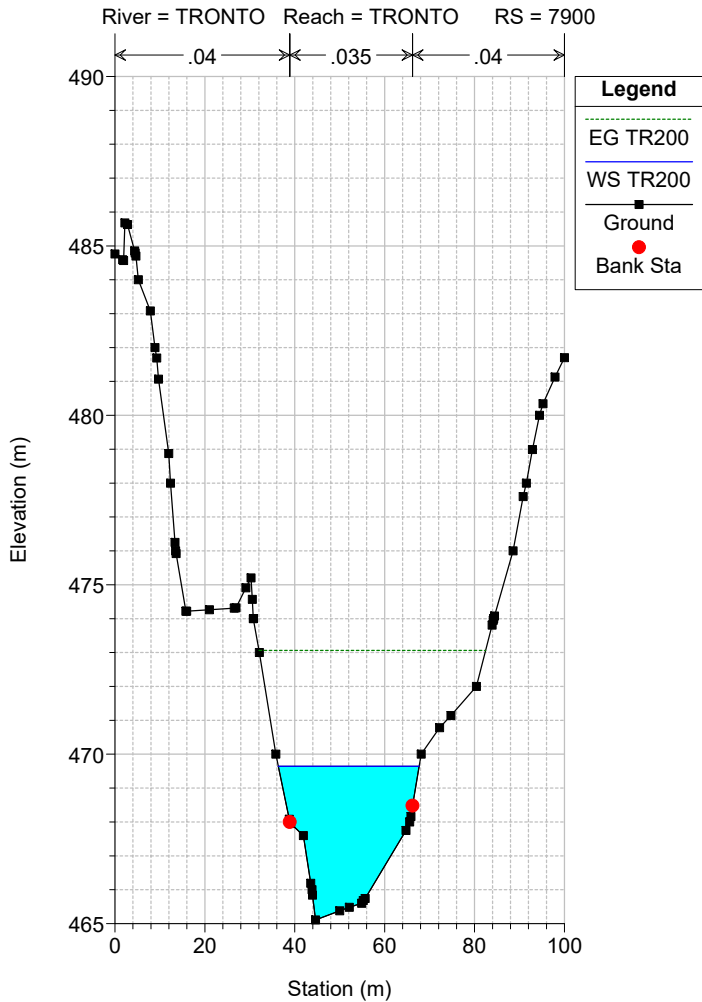
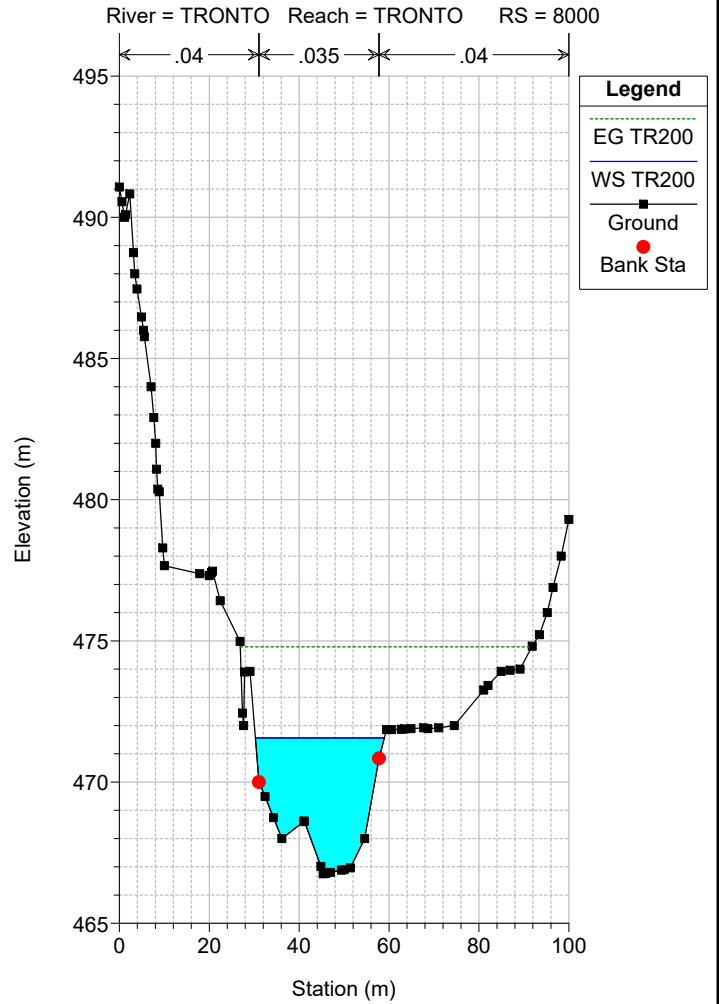
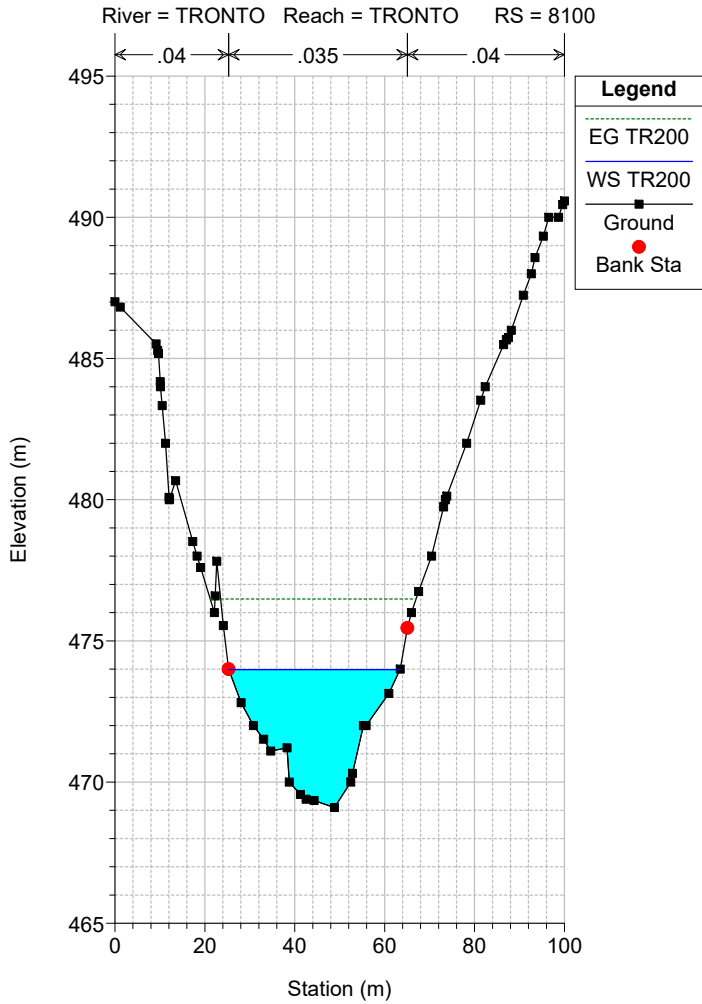
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio di Novete	931.36	TR200	31.73	450.00	452.16	452.53	453.35	0.048068	4.84	6.59	7.49	1.60
Rio di Novete	900	TR200	31.73	445.38	447.94	447.06	448.01	0.001227	1.14	27.77	22.47	0.32
Rio di Novete	850	TR200	31.73	444.45	447.19	447.19	447.81	0.015109	3.48	9.12	7.32	1.00
Rio di Novete	800	TR200	31.73	440.91	442.49	443.27	445.74	0.175732	7.98	3.98	5.62	3.03
Rio di Novete	750	TR200	31.73	439.62	441.47	441.70	442.31	0.025963	4.06	7.81	8.57	1.36
Rio di Novete	700	TR200	31.73	438.00	439.79	440.12	440.86	0.031420	4.58	6.93	6.14	1.38
Rio di Novete	650	TR200	31.73	435.58	437.11	437.64	438.77	0.054413	5.70	5.57	6.15	1.91
Rio di Novete	600	TR200	31.73	433.85	434.68	435.06	435.95	0.053871	4.99	6.36	9.18	1.92
Rio di Novete	550	TR200	31.73	430.00	431.17	431.65	432.80	0.072946	5.65	5.62	7.77	2.12
Rio di Novete	500	TR200	31.73	430.00	431.62	431.38	431.92	0.006861	2.40	13.23	12.02	0.73
Rio di Novete	480		Bridge									
Rio di Novete	469.94	TR200	31.73	428.00	430.38	430.38	430.87	0.015836	3.09	10.27	10.70	1.01
Rio di Novete	423.61	TR200	31.73	427.59	428.56	428.96	429.88	0.077487	5.10	6.22	11.86	2.25
Rio di Novete	400	TR200	31.73	424.00	425.66	425.89	426.94	0.045839	5.00	6.34	7.44	1.73
Rio di Novete	350	TR200	31.73	422.00	423.22	423.56	424.32	0.057609	4.65	6.82	11.13	1.90
Rio di Novete	300	TR200	31.73	419.88	420.91	421.25	421.98	0.038440	4.58	6.93	8.87	1.65
Rio di Novete	250	TR200	31.73	418.20	420.08	420.14	420.67	0.015709	3.39	9.36	9.34	1.08
Rio di Novete	200	TR200	31.73	414.00	416.15	416.86	418.66	0.156586	7.02	4.52	5.39	2.45
Rio di Novete	150	TR200	31.73	408.27	409.63	410.35	412.19	0.108658	7.08	4.48	6.28	2.68
Rio di Novete	100	TR200	31.73	406.77	408.10	408.36	408.90	0.033338	3.96	8.01	11.74	1.53
Rio di Novete	70	TR200	31.73	401.00	402.13	402.93	405.47	0.165999	8.10	3.92	6.07	3.22
Rio di Novete	68		Bridge									
Rio di Novete	50	TR200	31.73	398.00	403.08	399.93	403.08	0.000017	0.25	159.90	59.28	0.04
Rio di Novete	0	TR200	31.73	395.30	403.08	396.44	403.08	0.000000	0.07	594.48	96.31	0.01

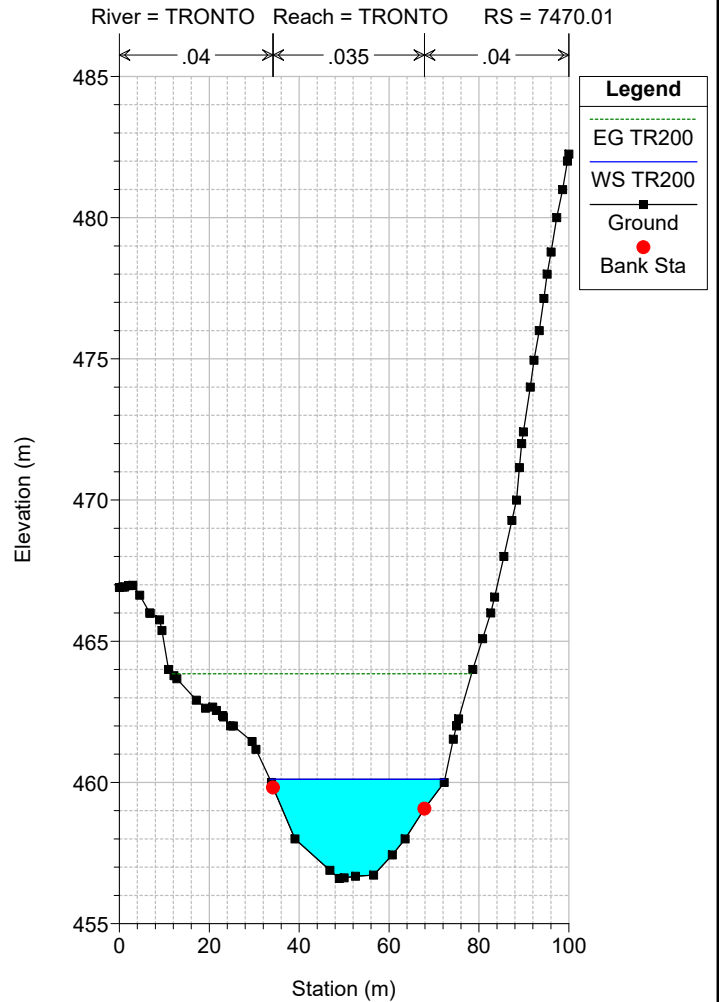
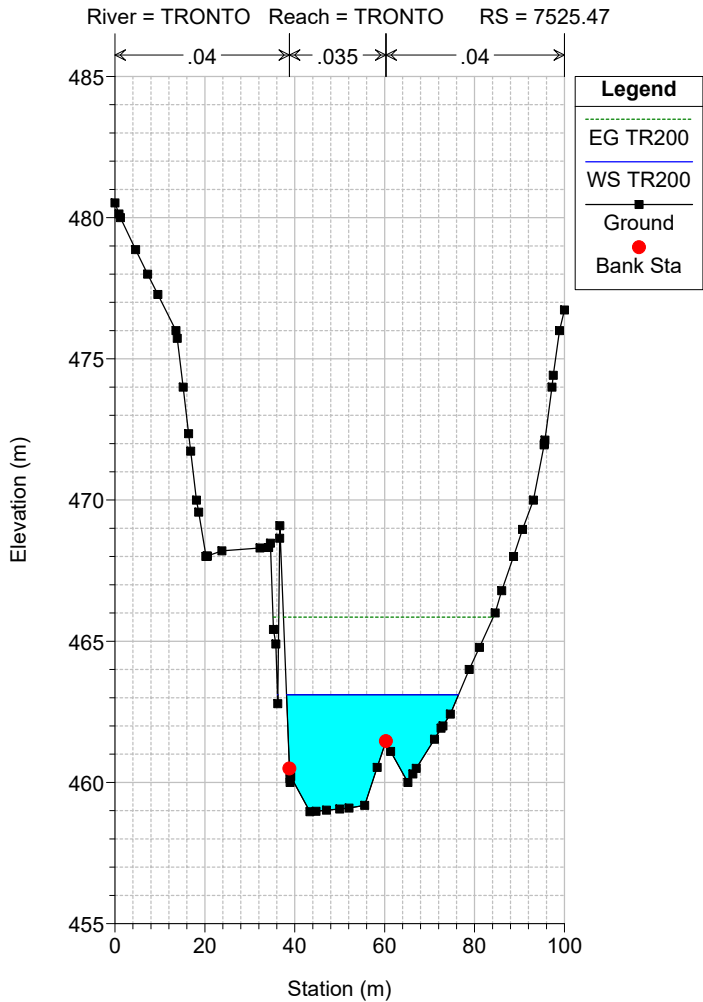
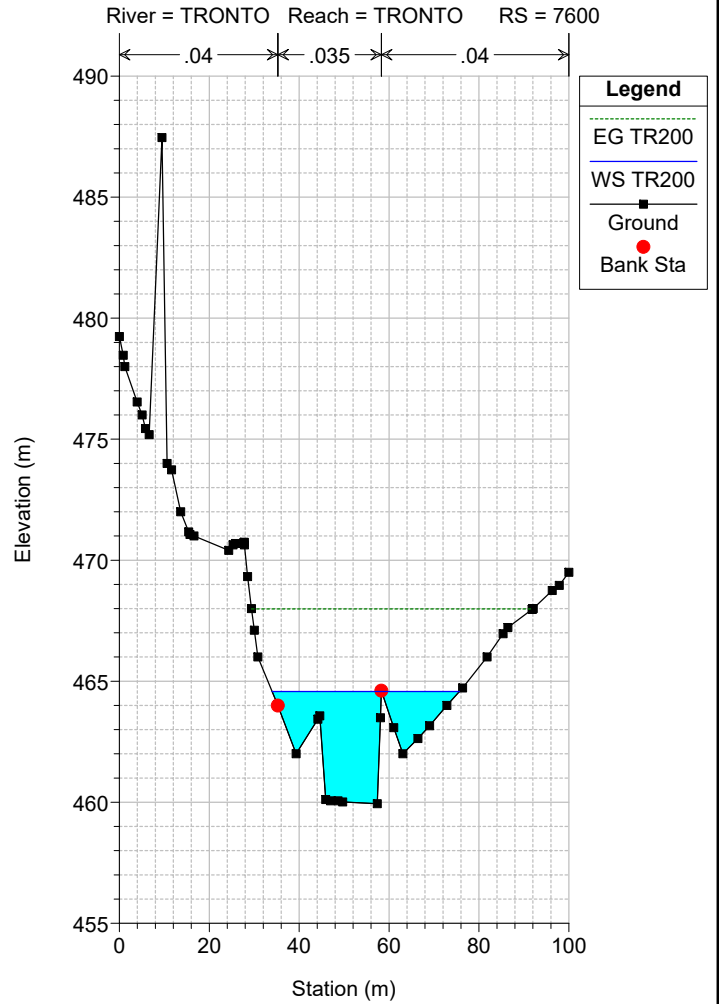
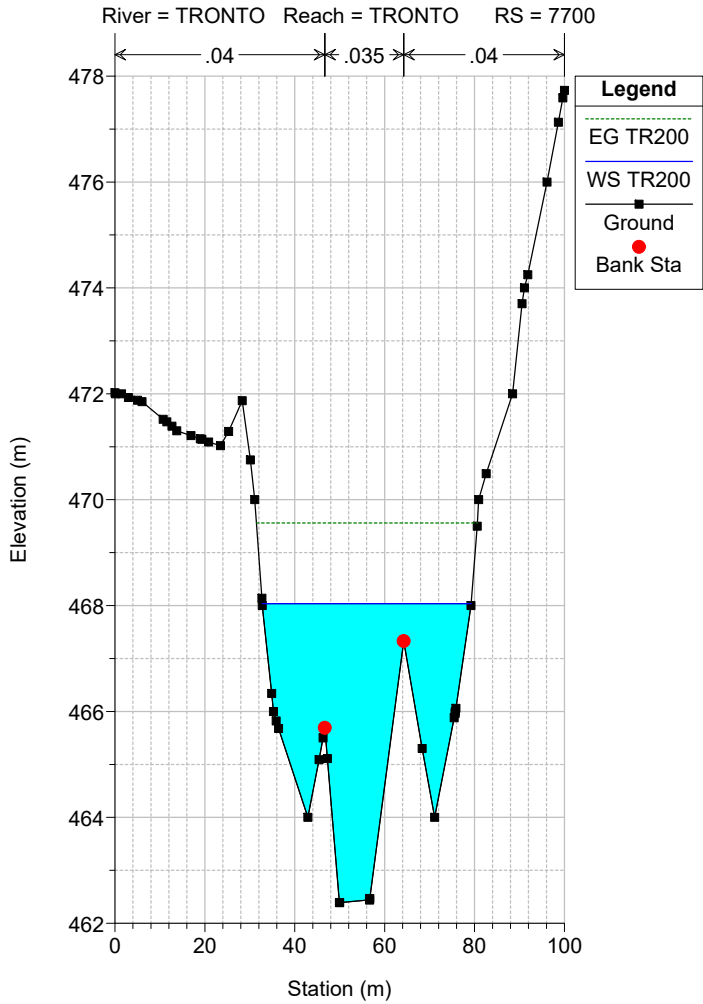
SS_N4_TRISUNGO_ACQUASANTA_TERME Plan: ALT_1_PROGETTO_REVB

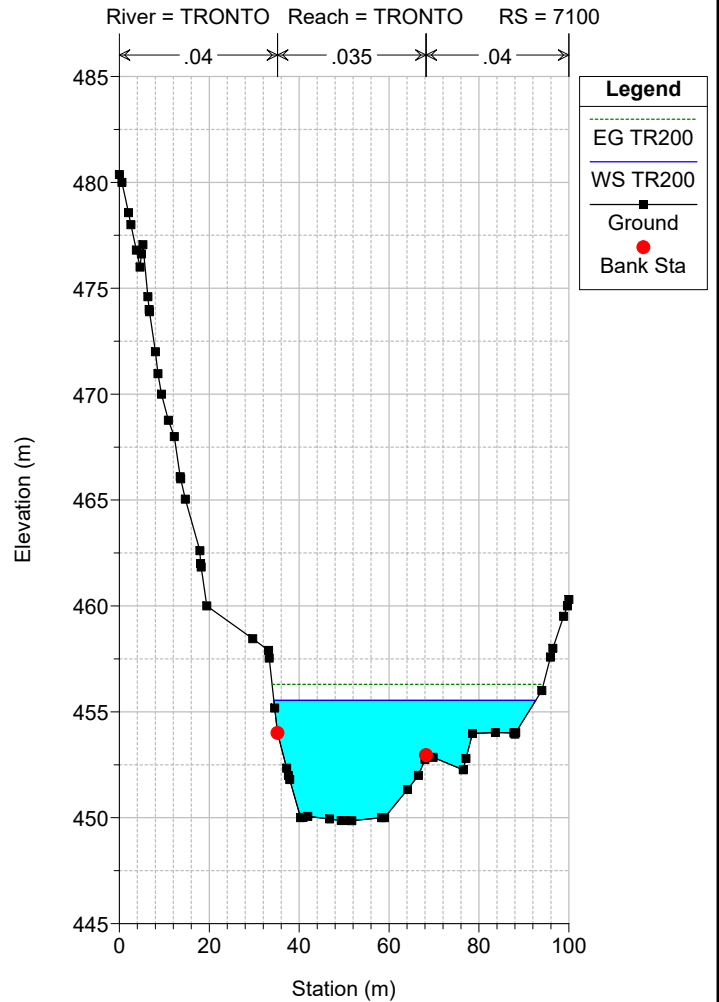
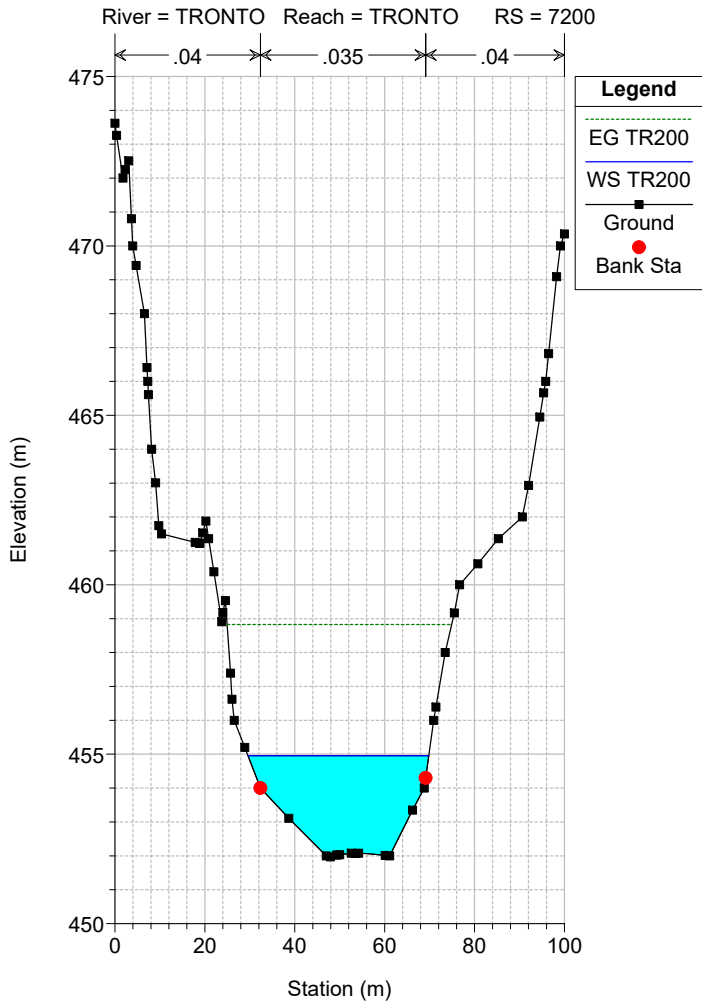
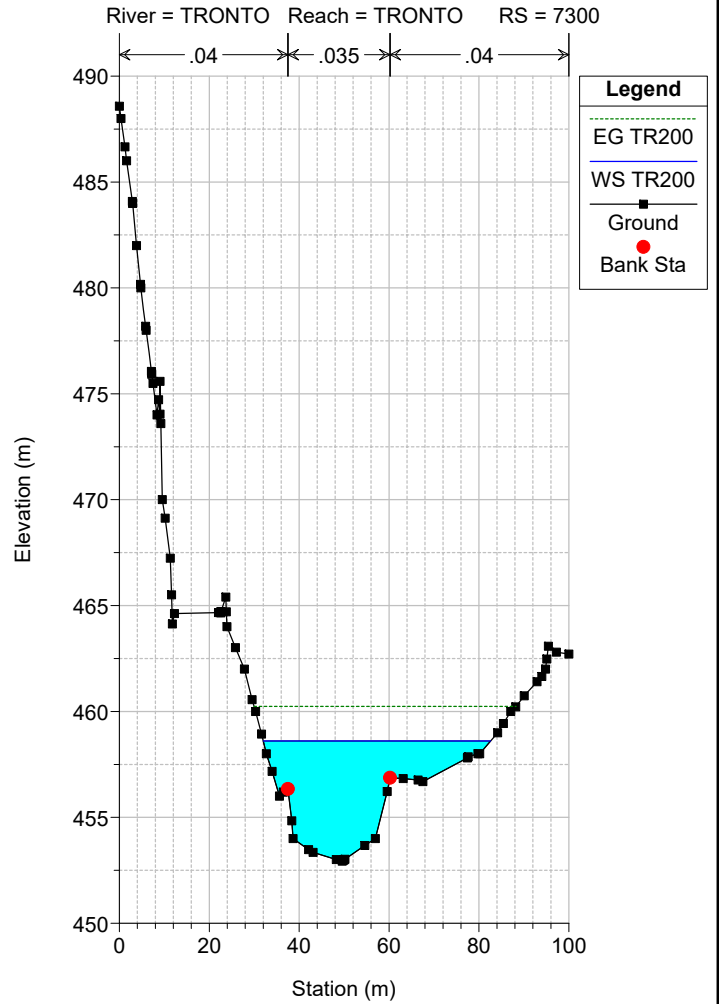
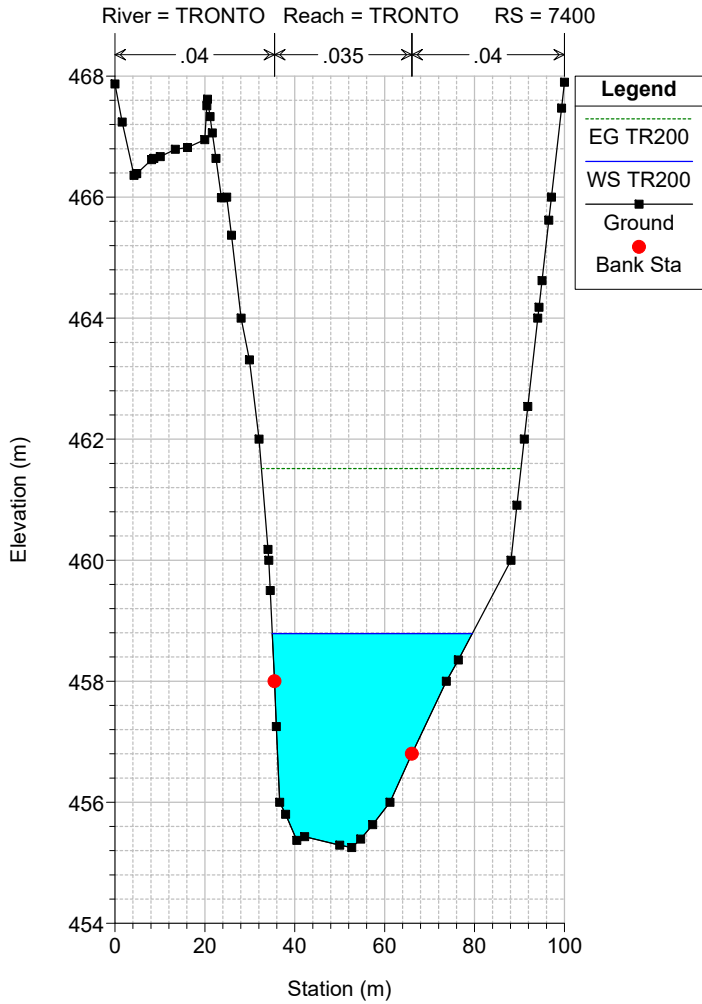


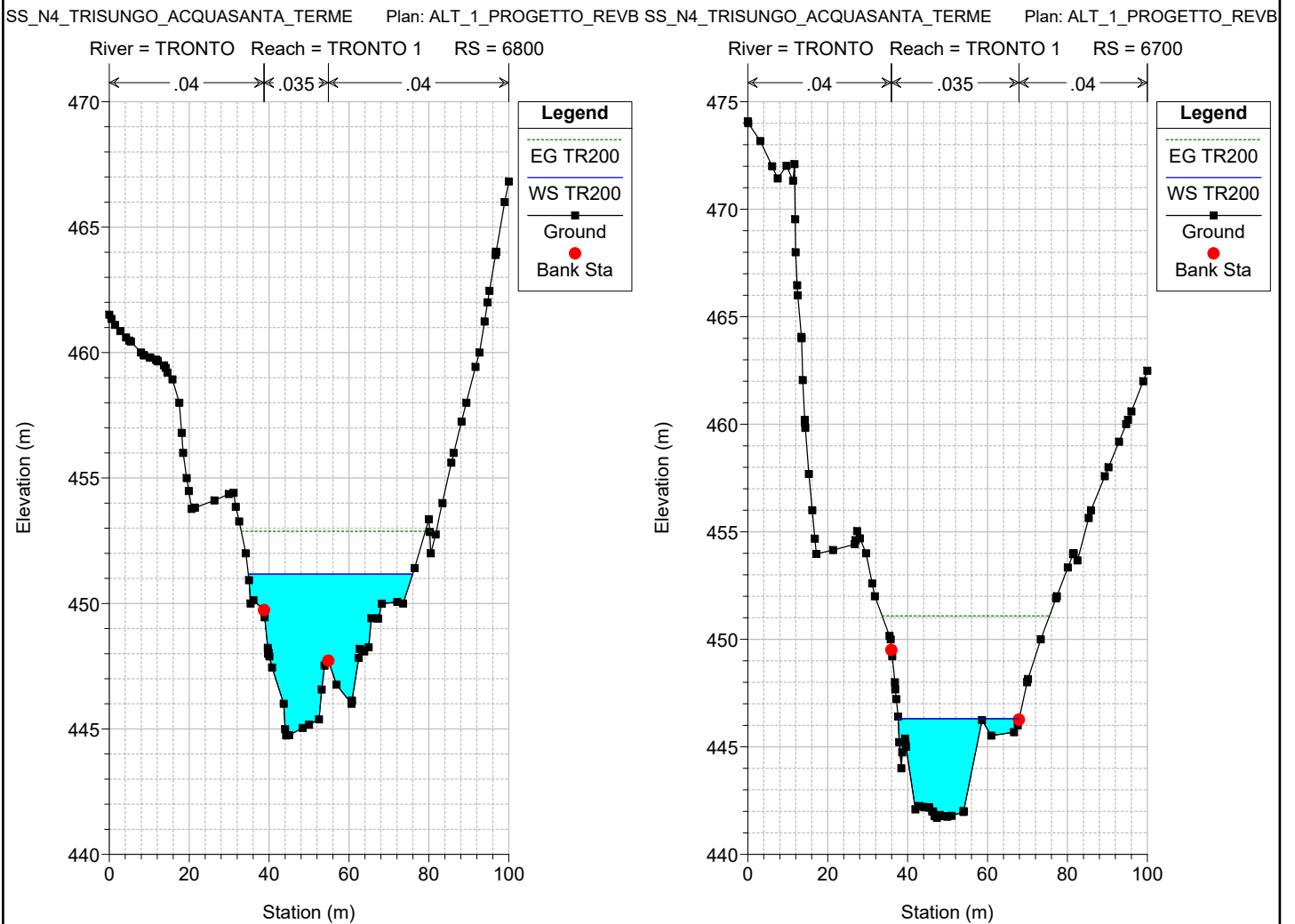
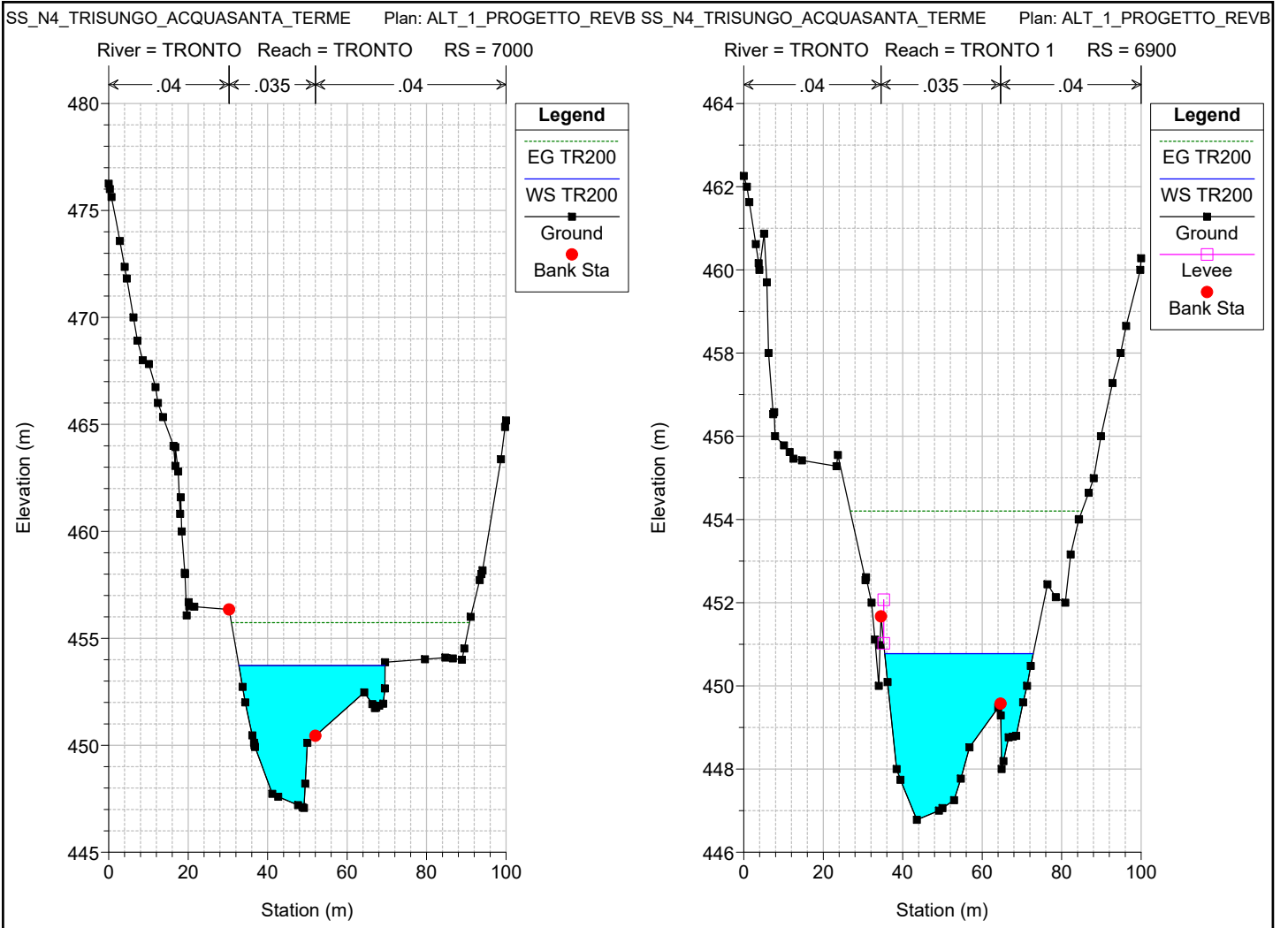
Legend	
EG TR200	(Dashed green line)
WS TR200	(Blue line)
Ground	(Black line with square markers)
LOB	(Dashed magenta line)
ROB	(Dashed cyan line)
Left Levee	(Magenta line with square markers)
Right Levee	(Purple line with square markers)

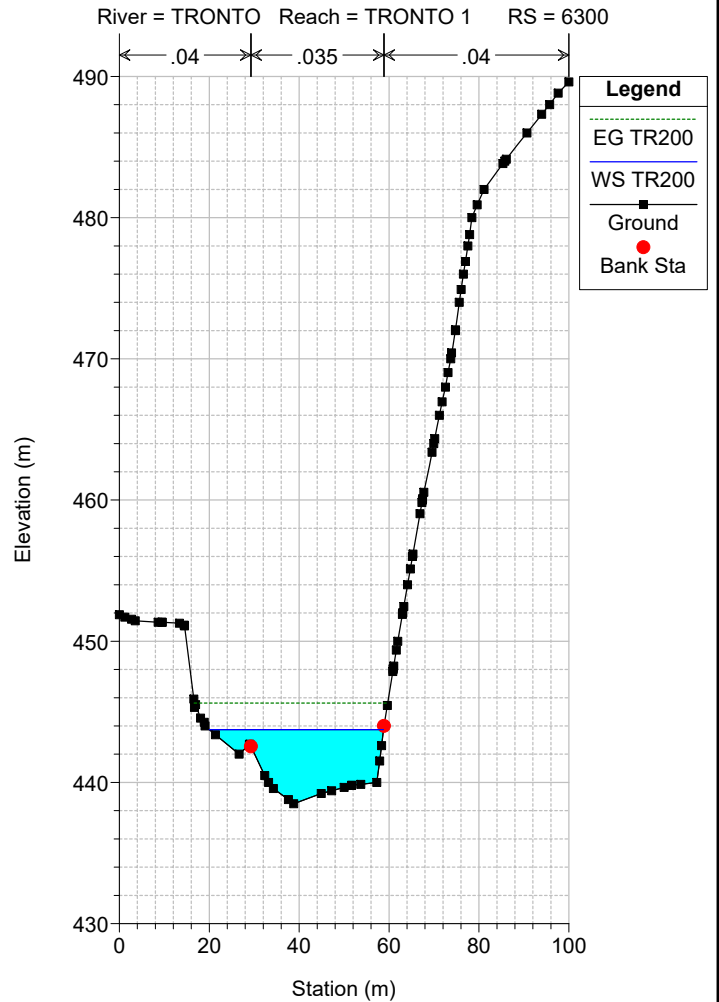
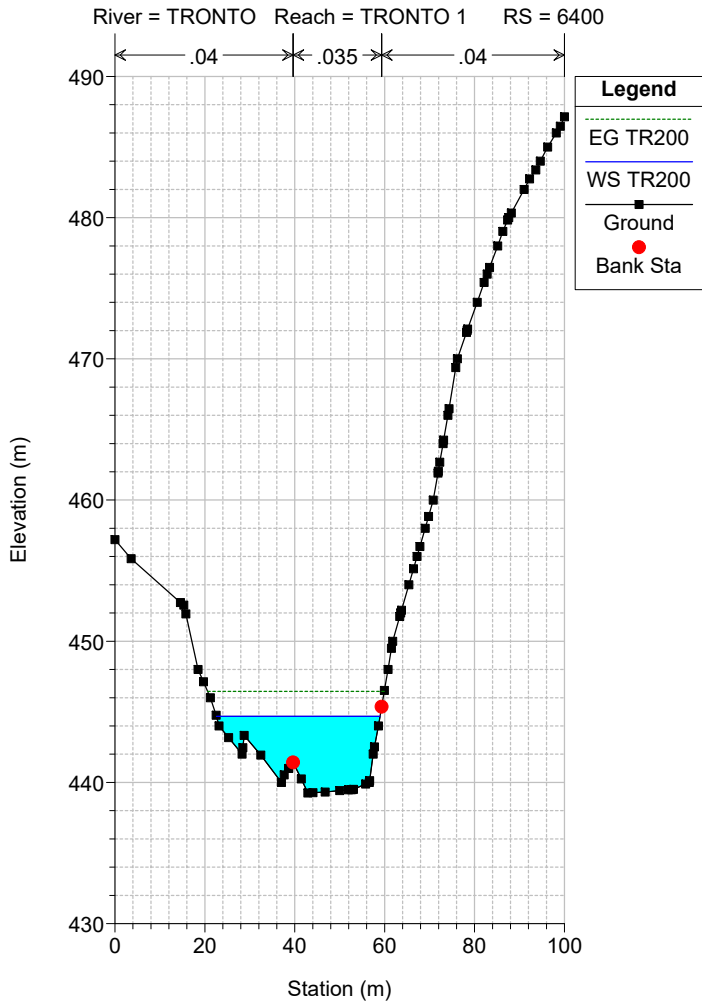
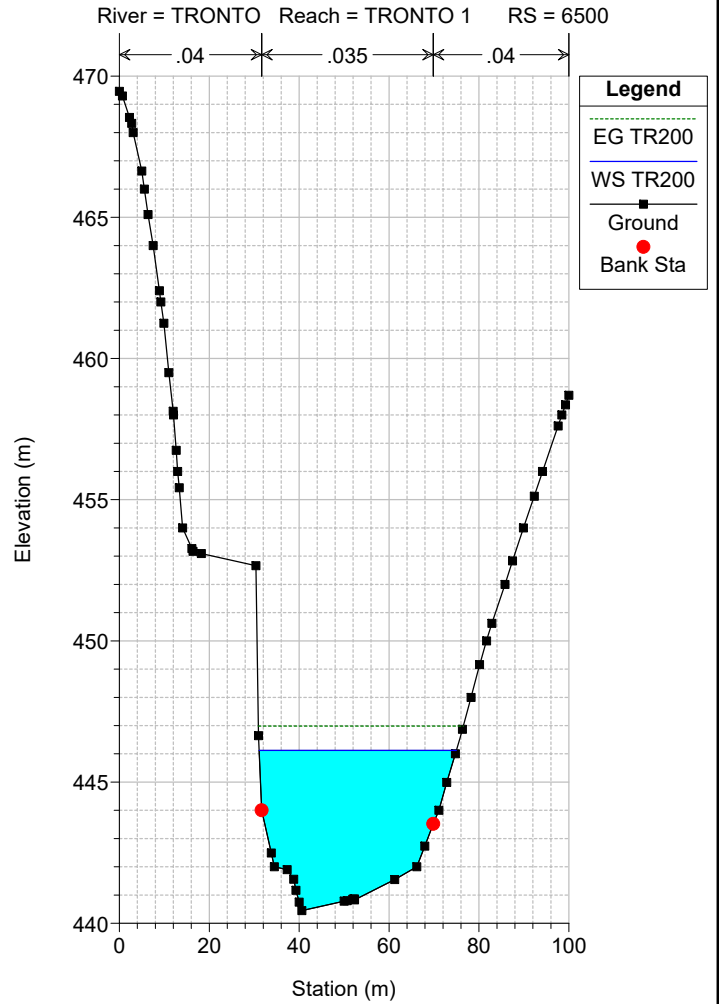
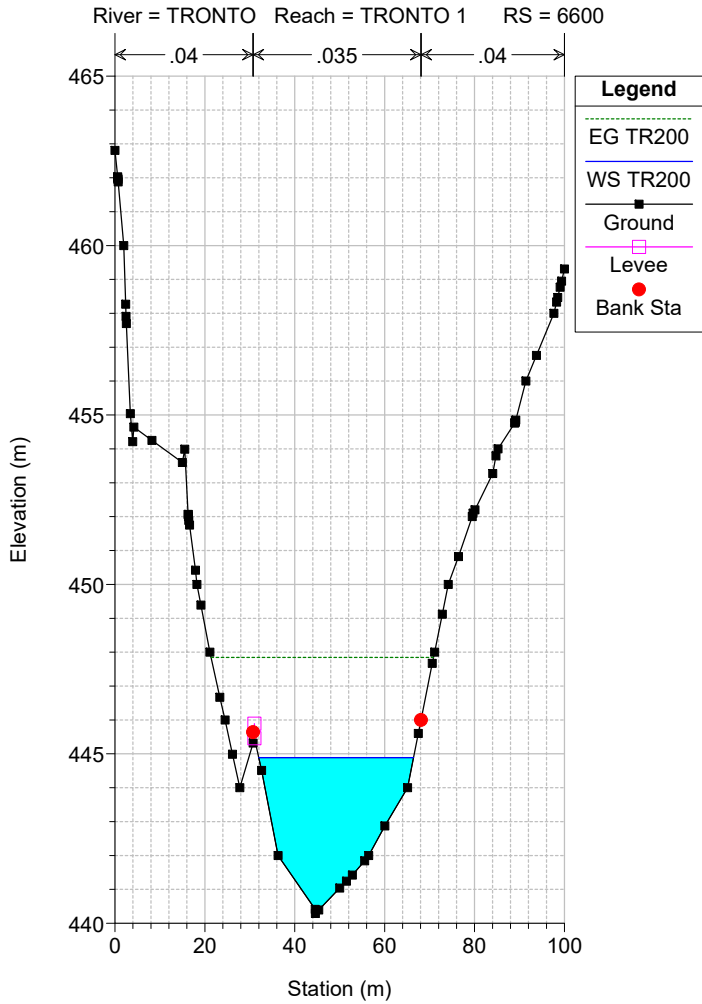


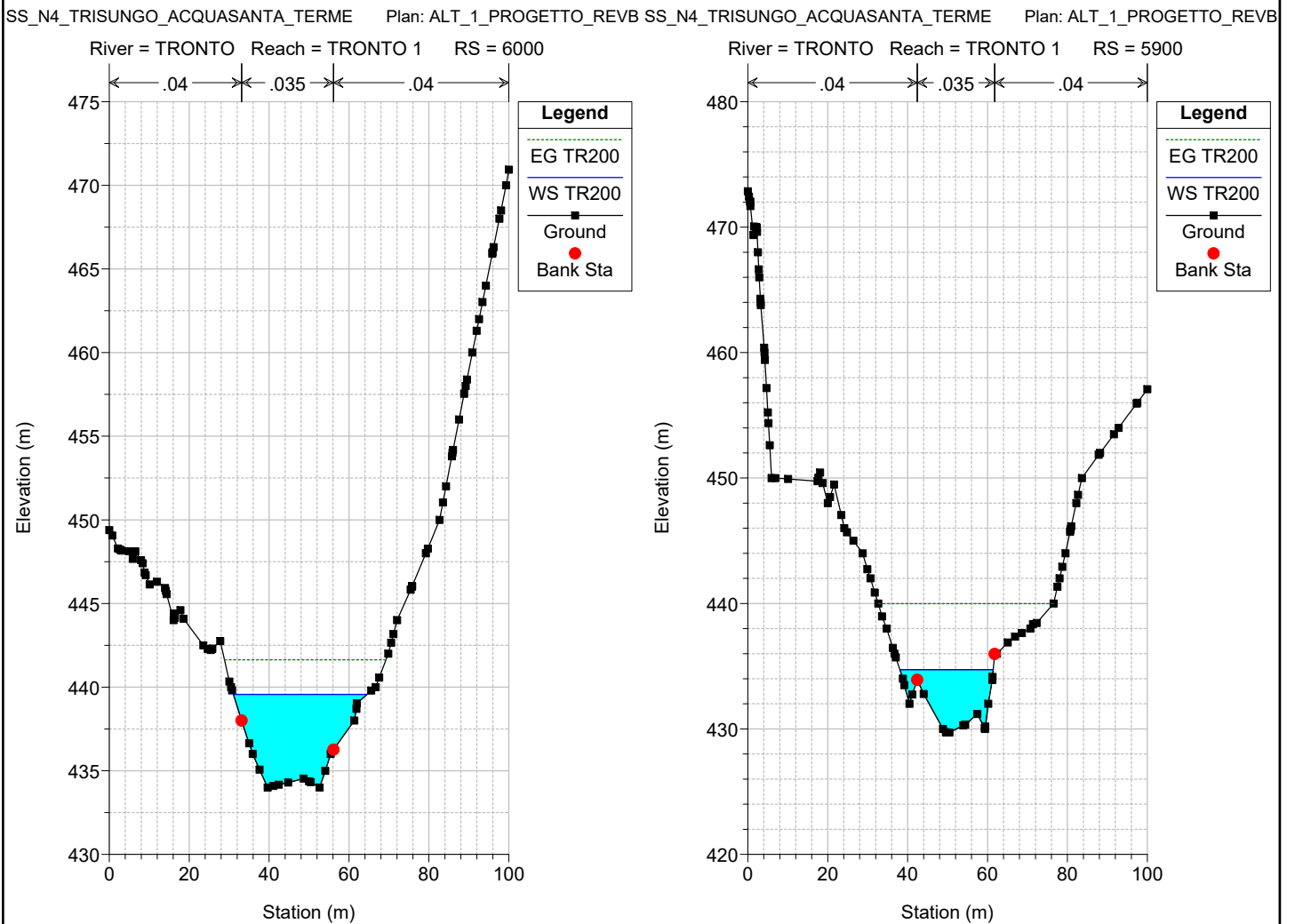
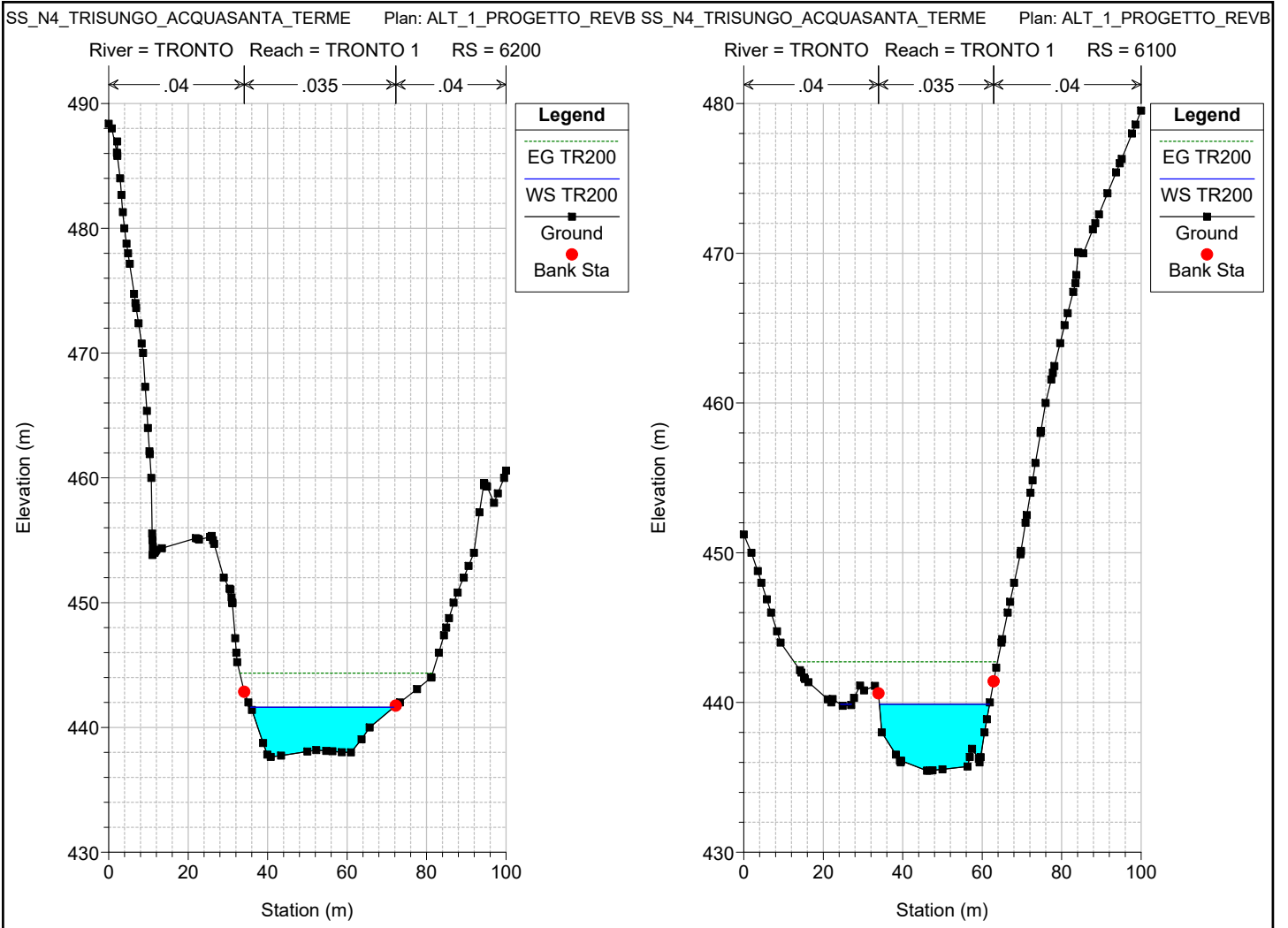


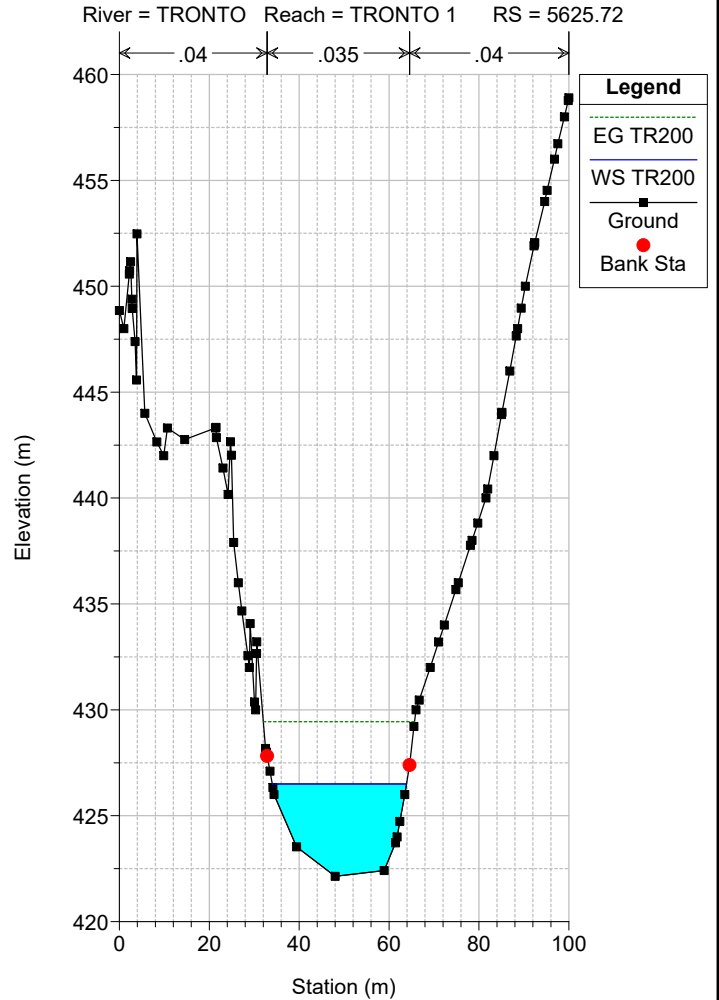
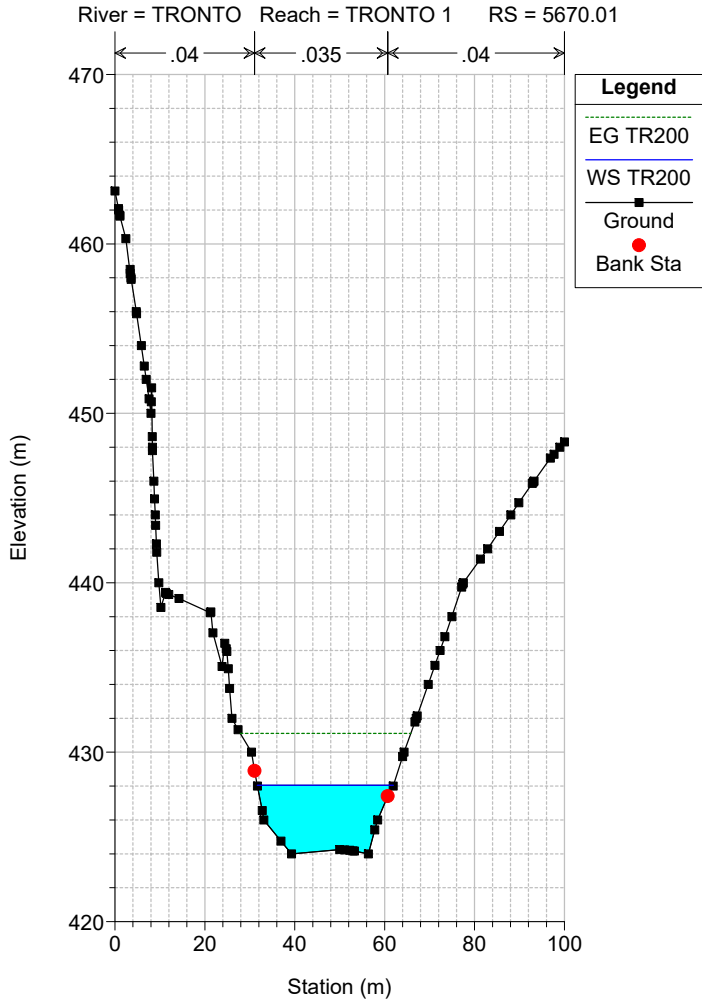
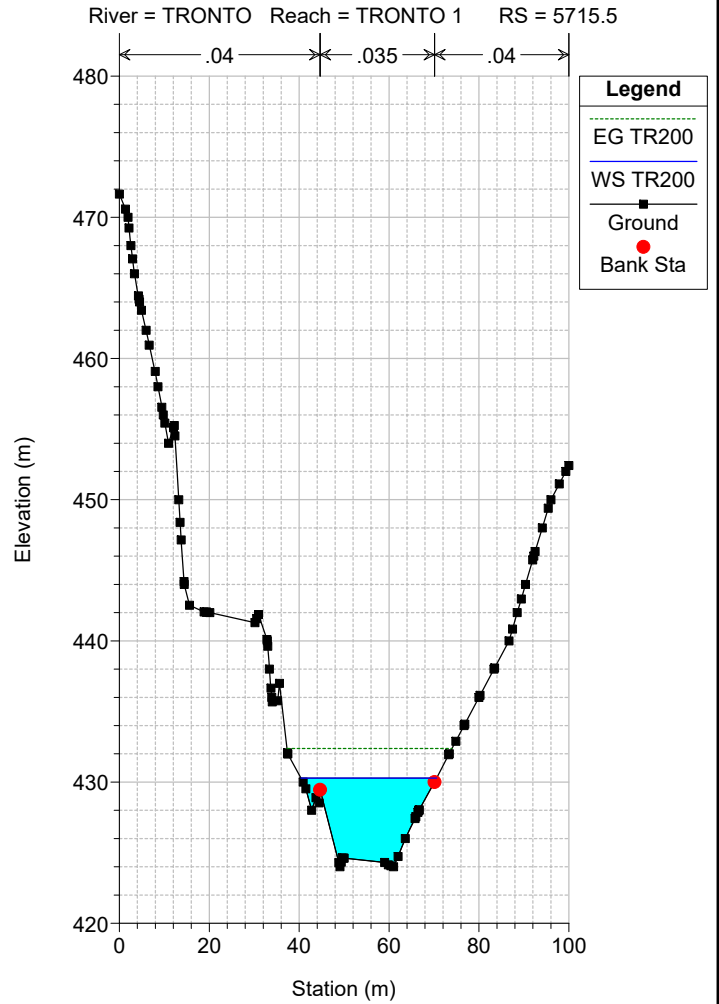
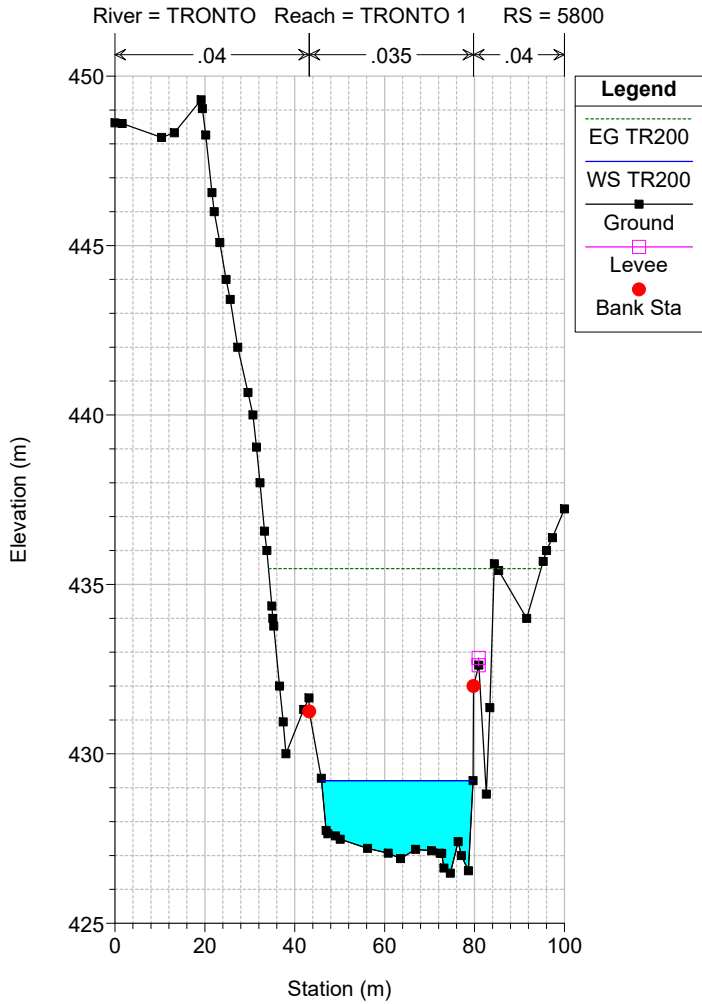


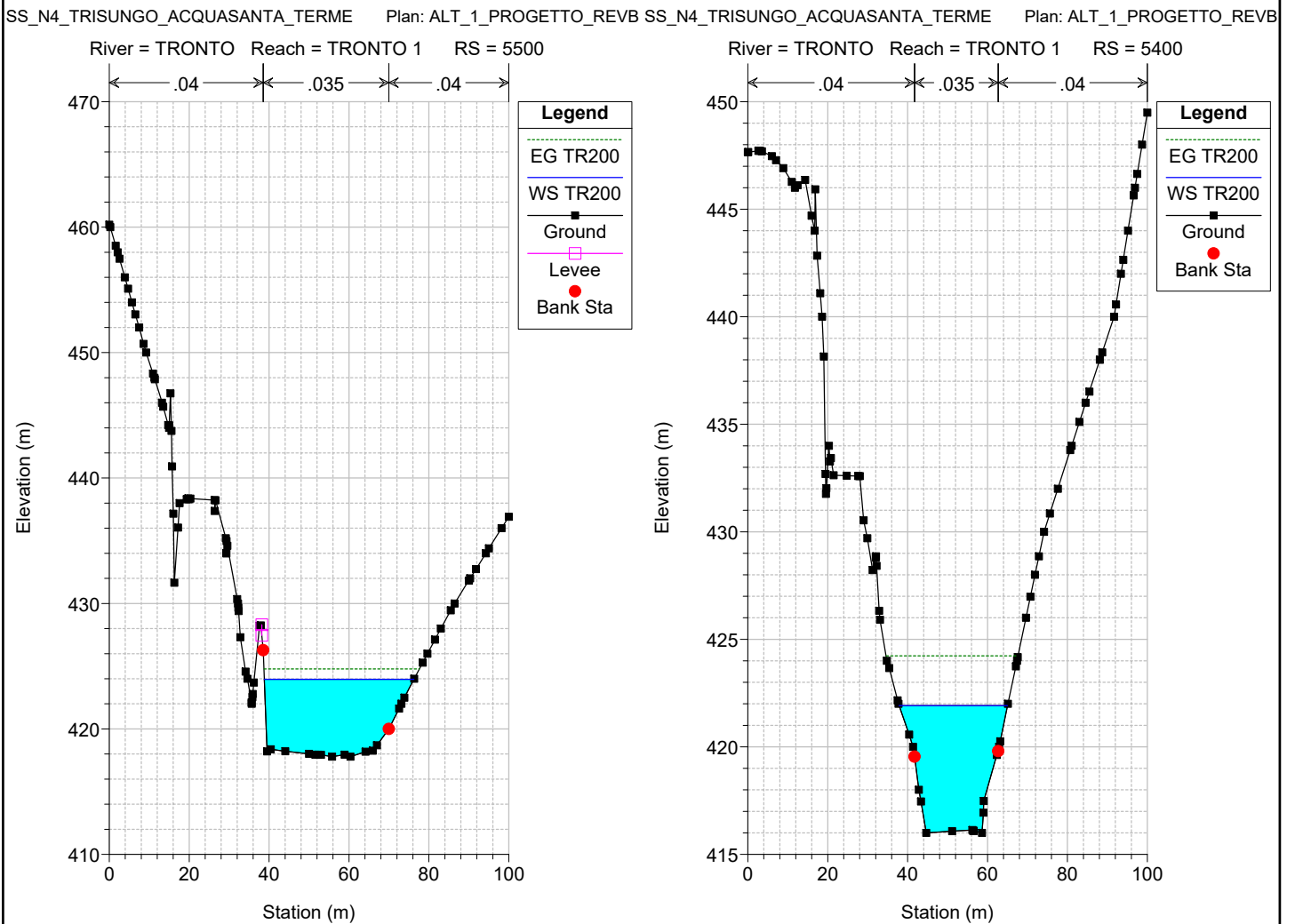
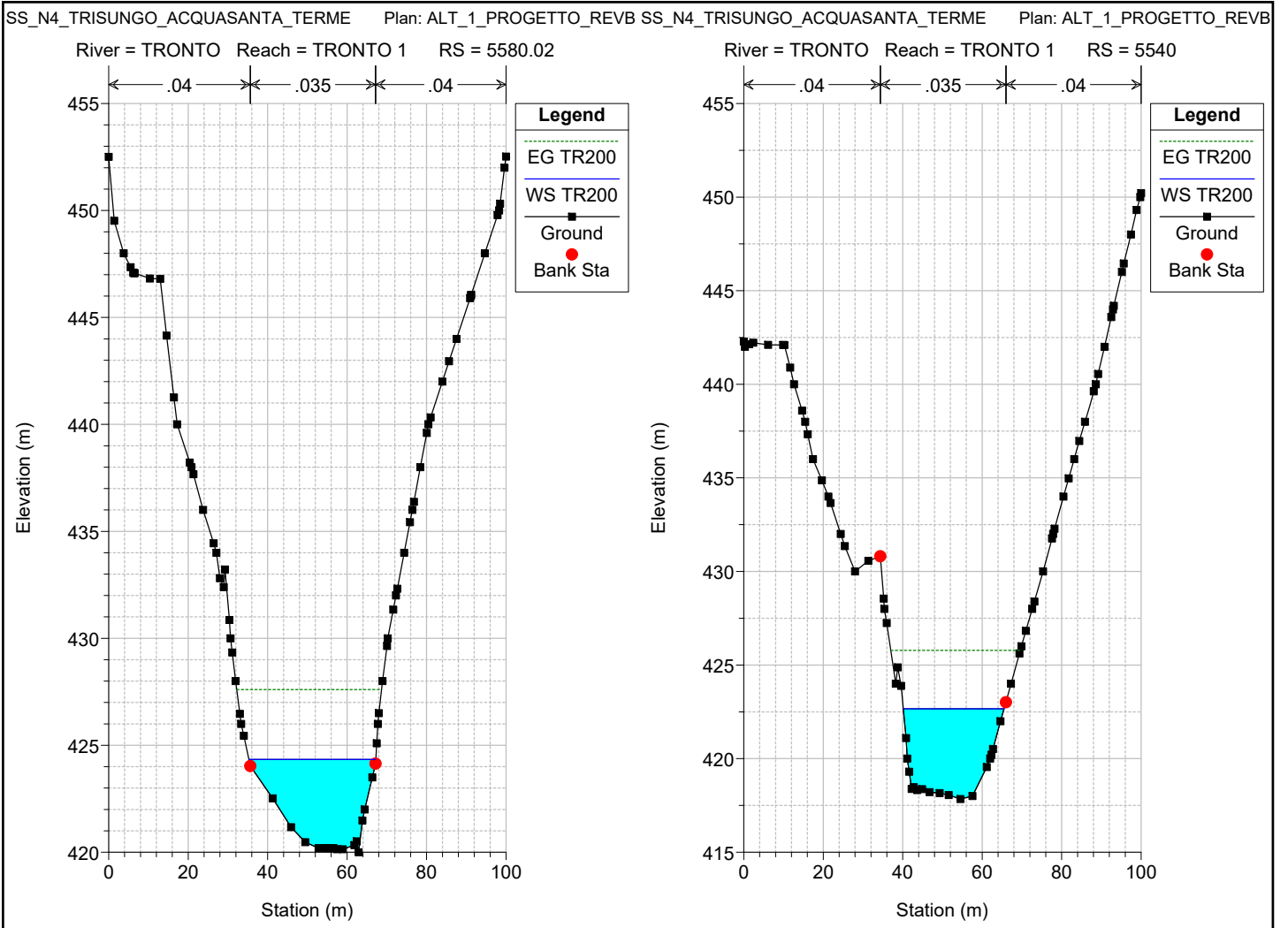


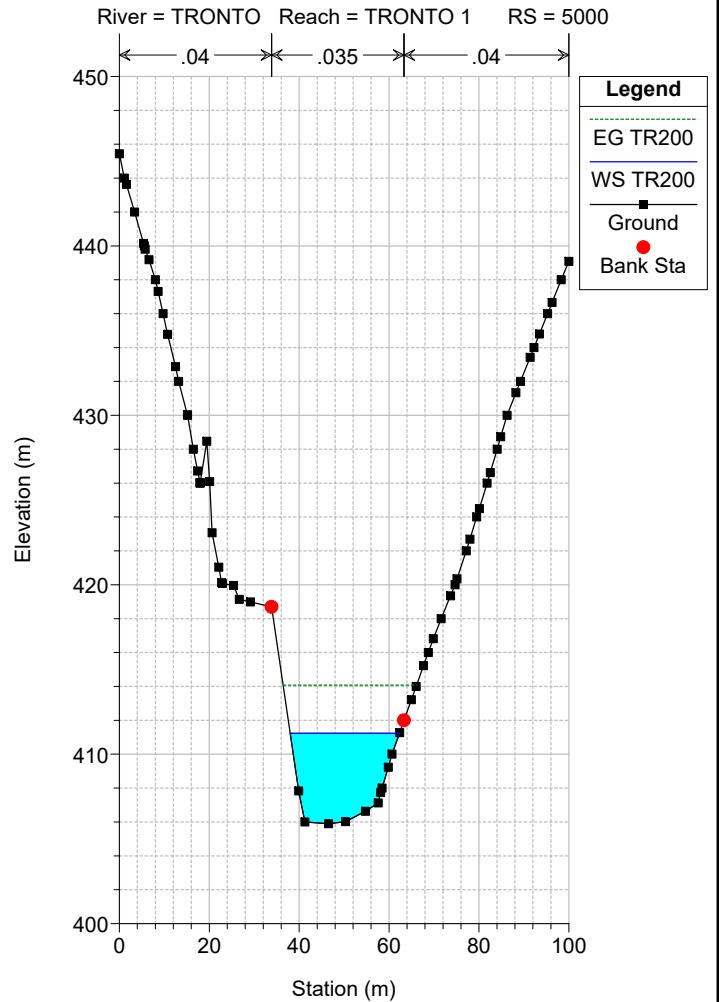
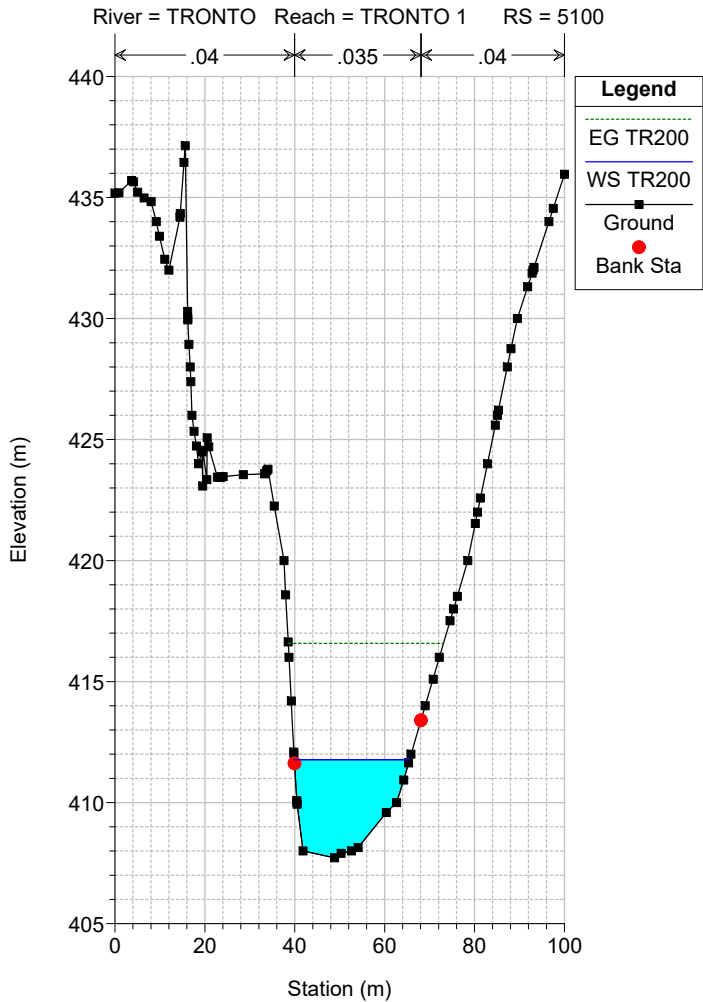
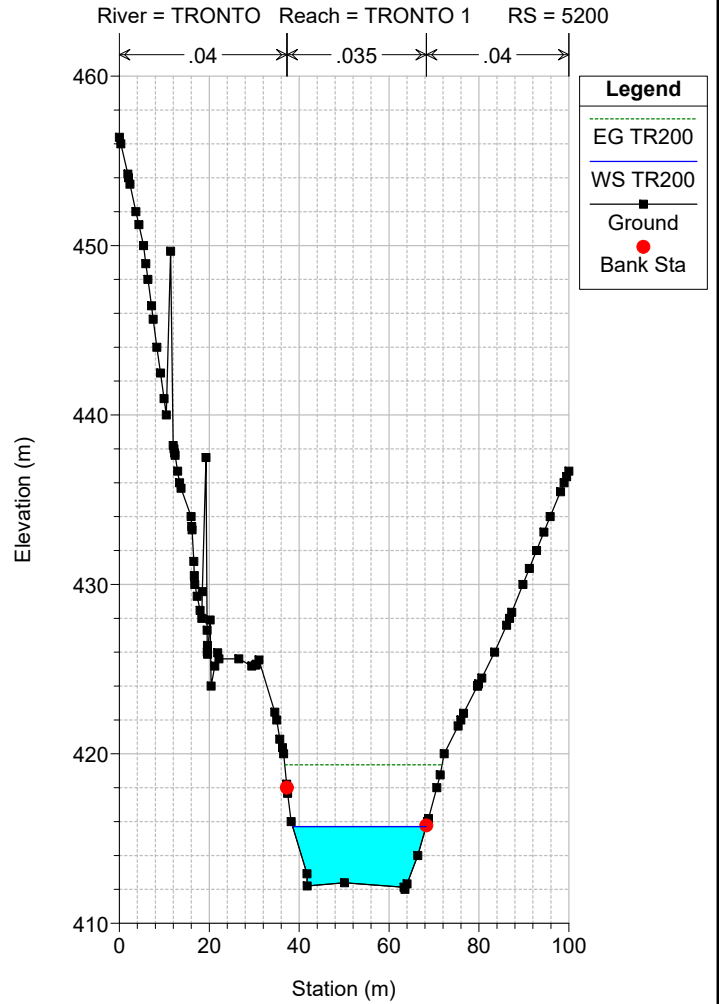
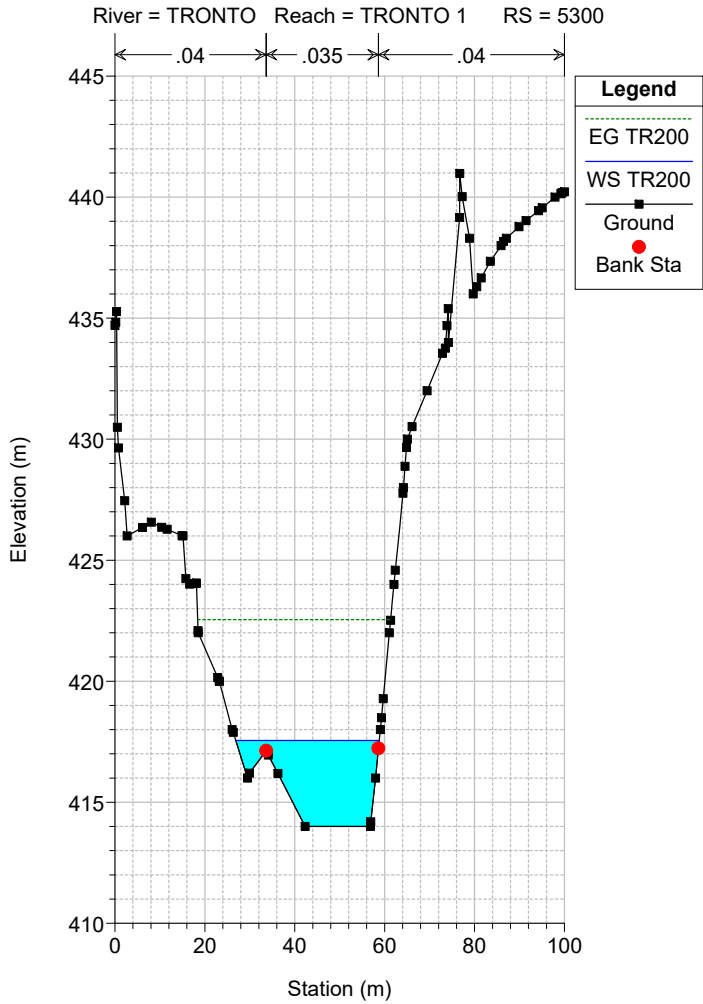


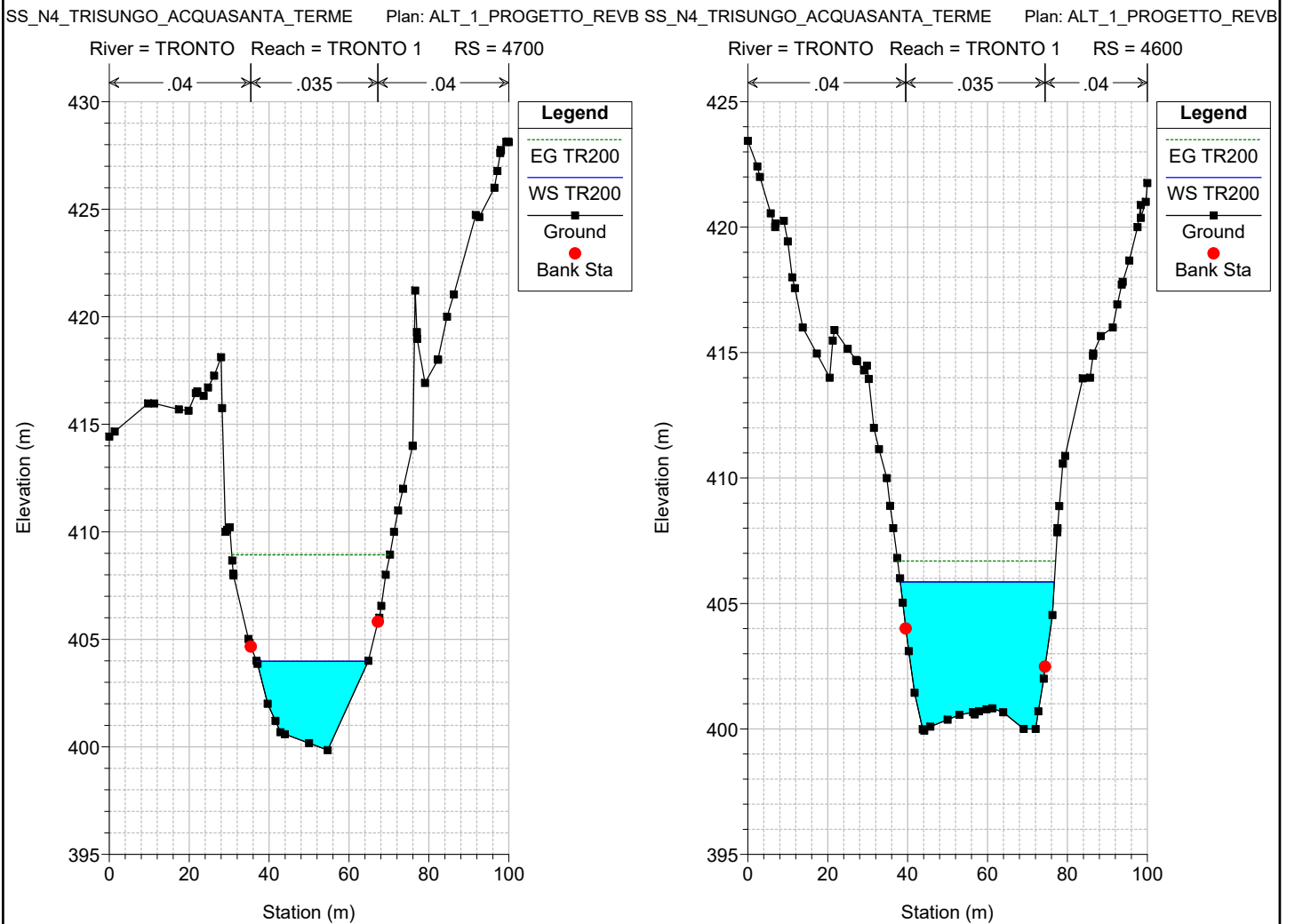
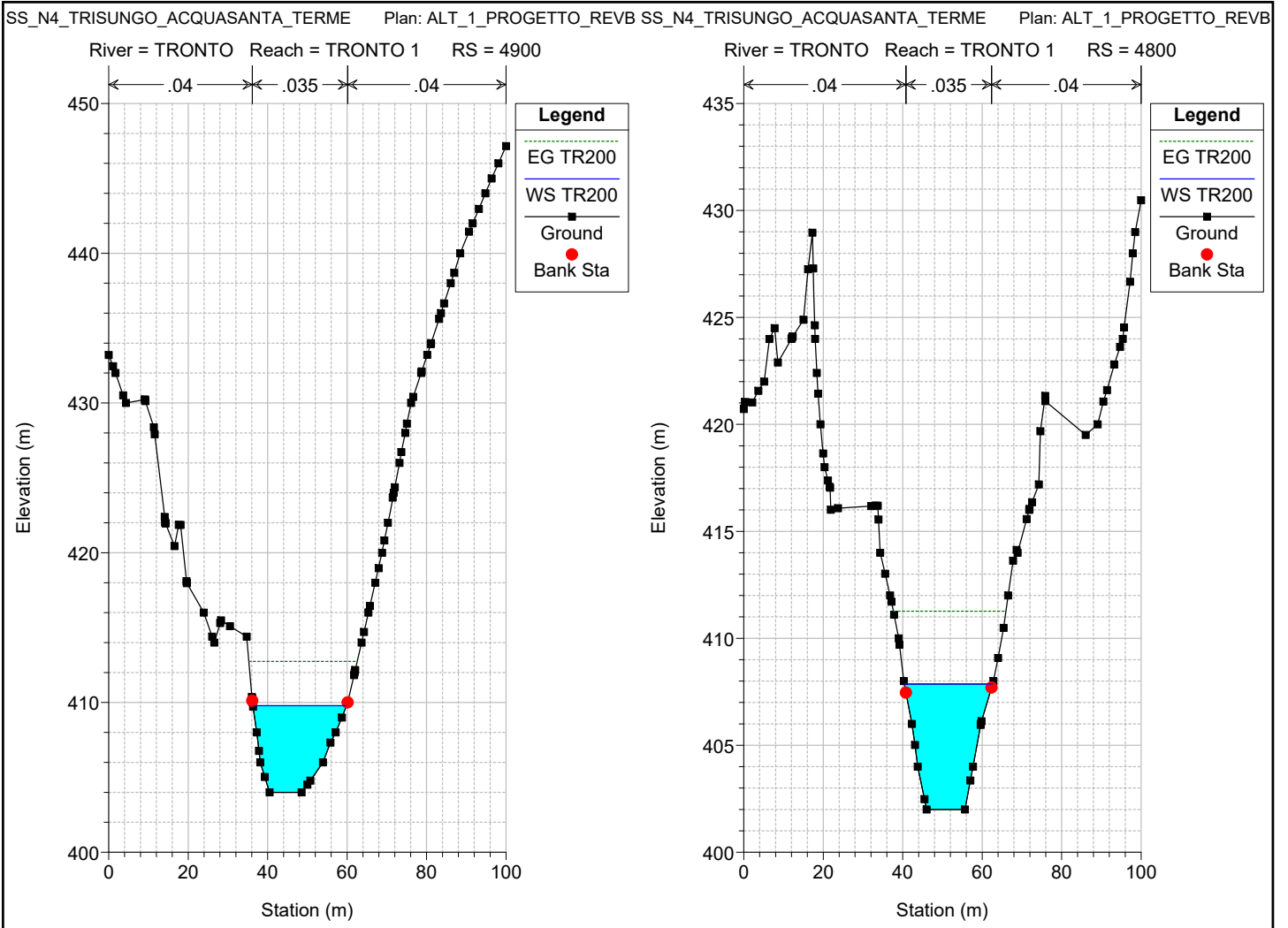


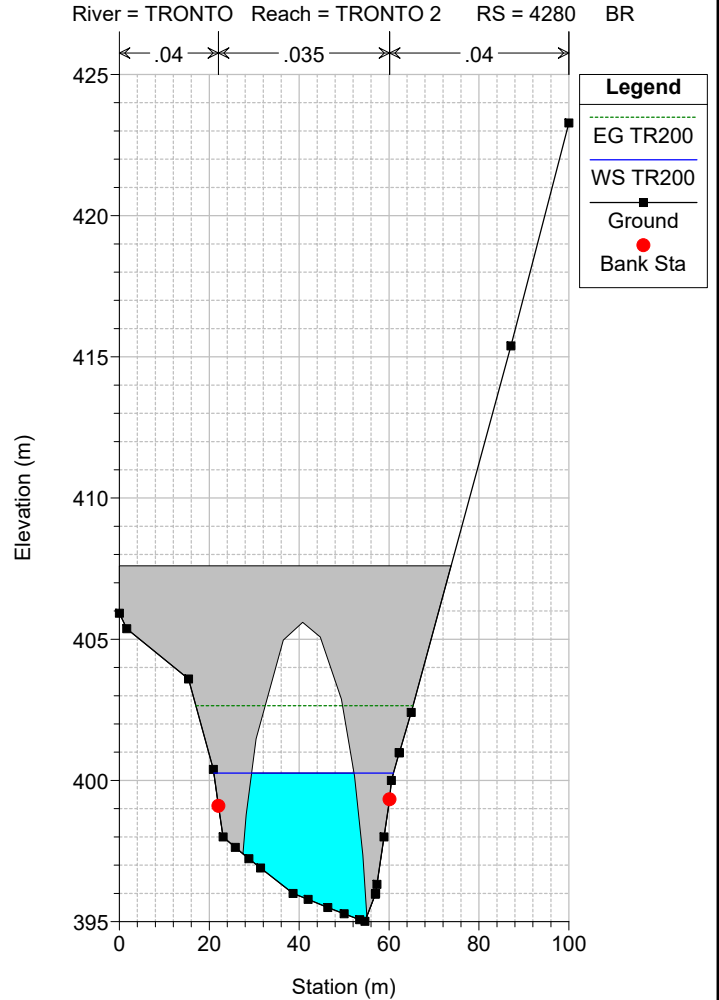
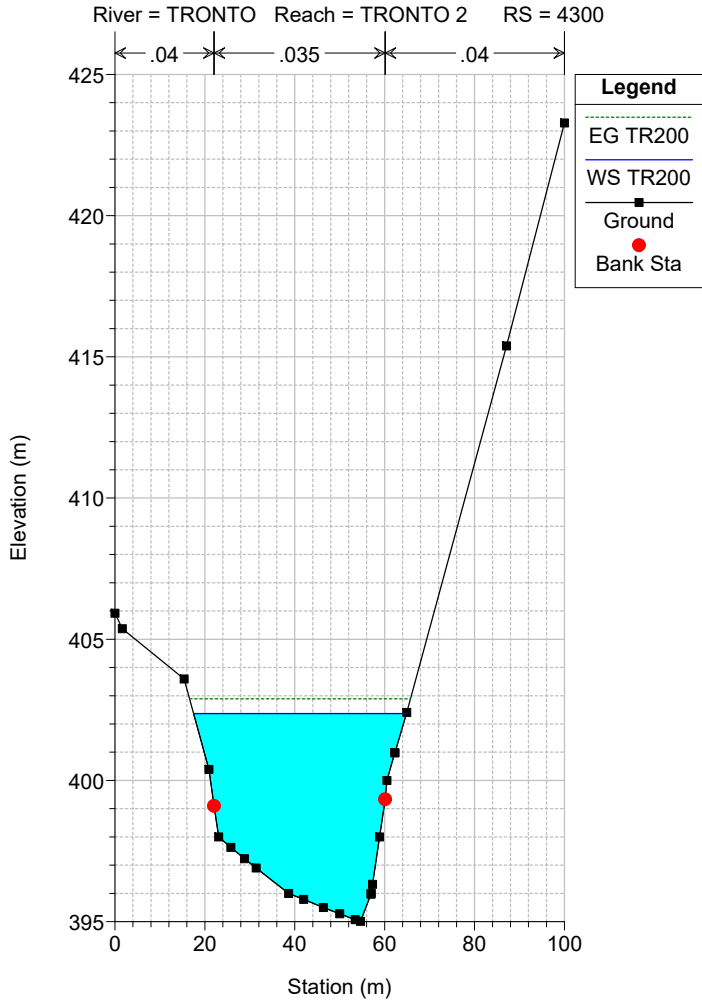
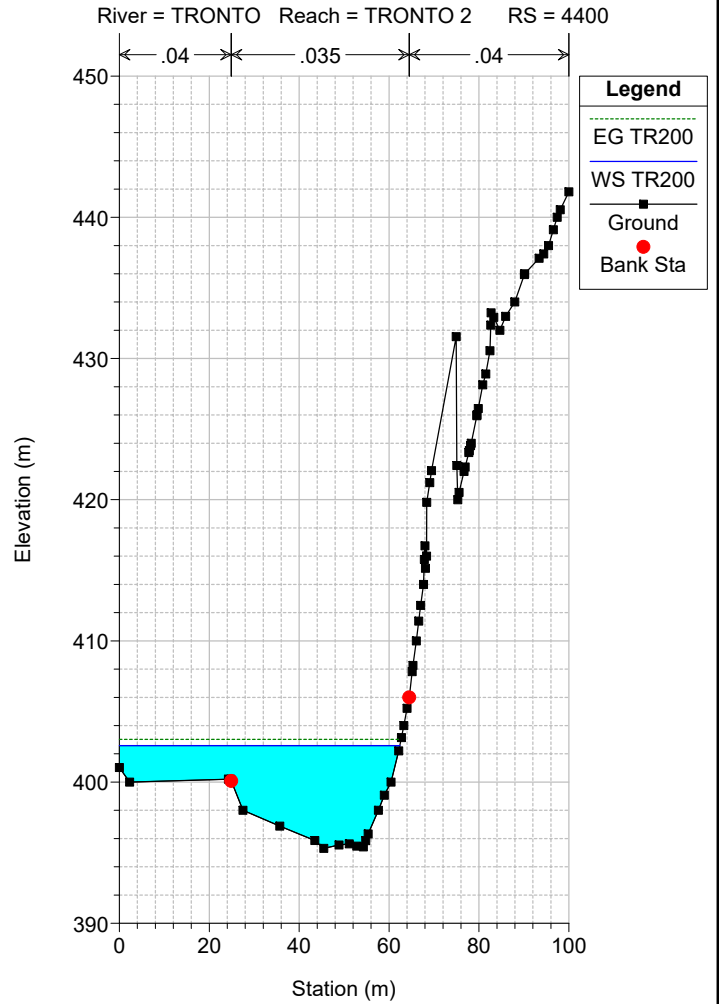
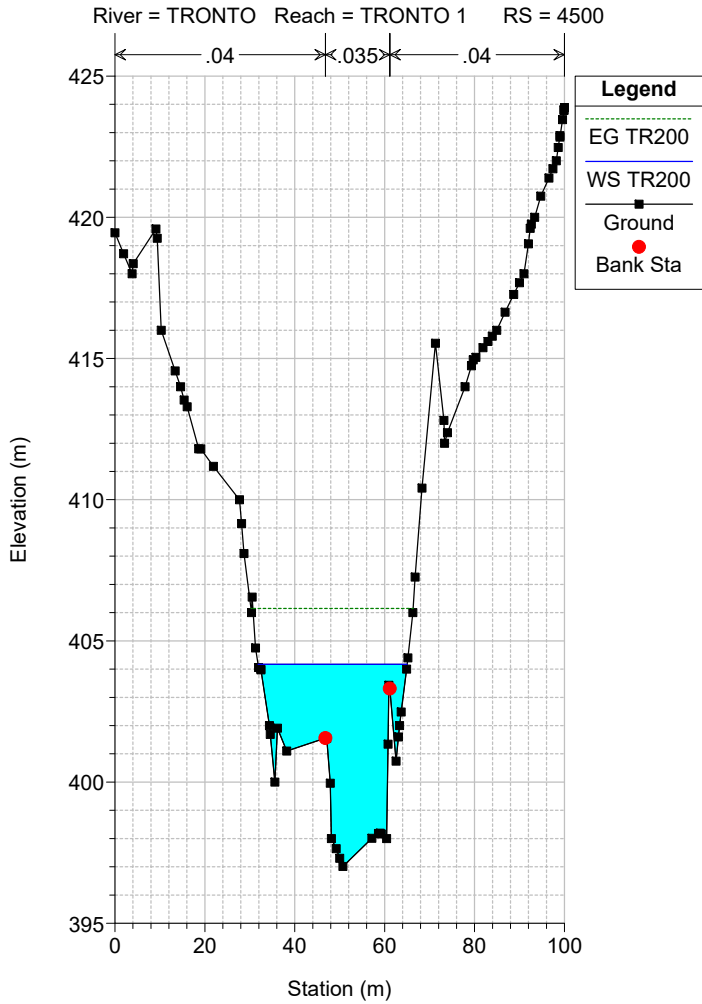


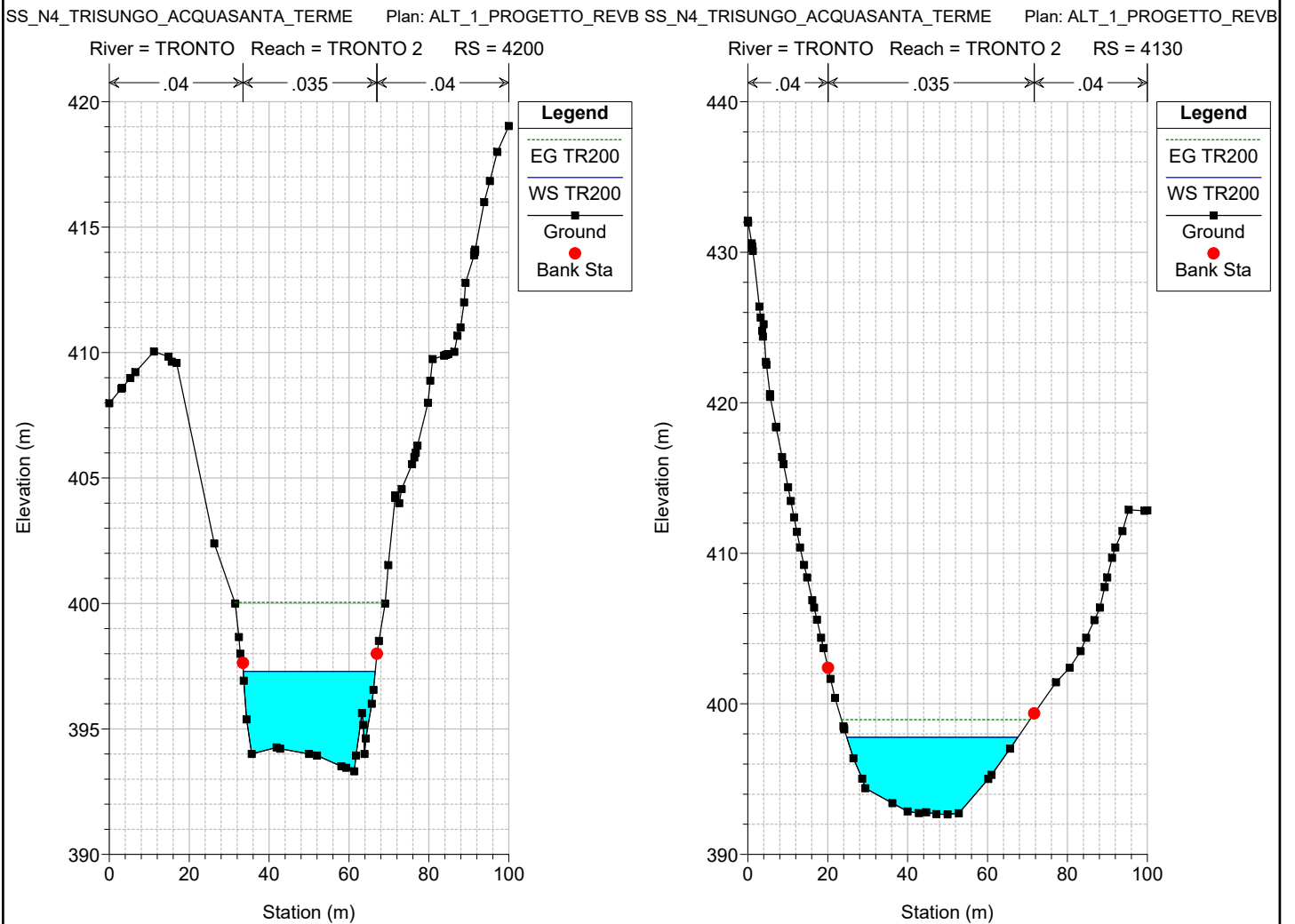
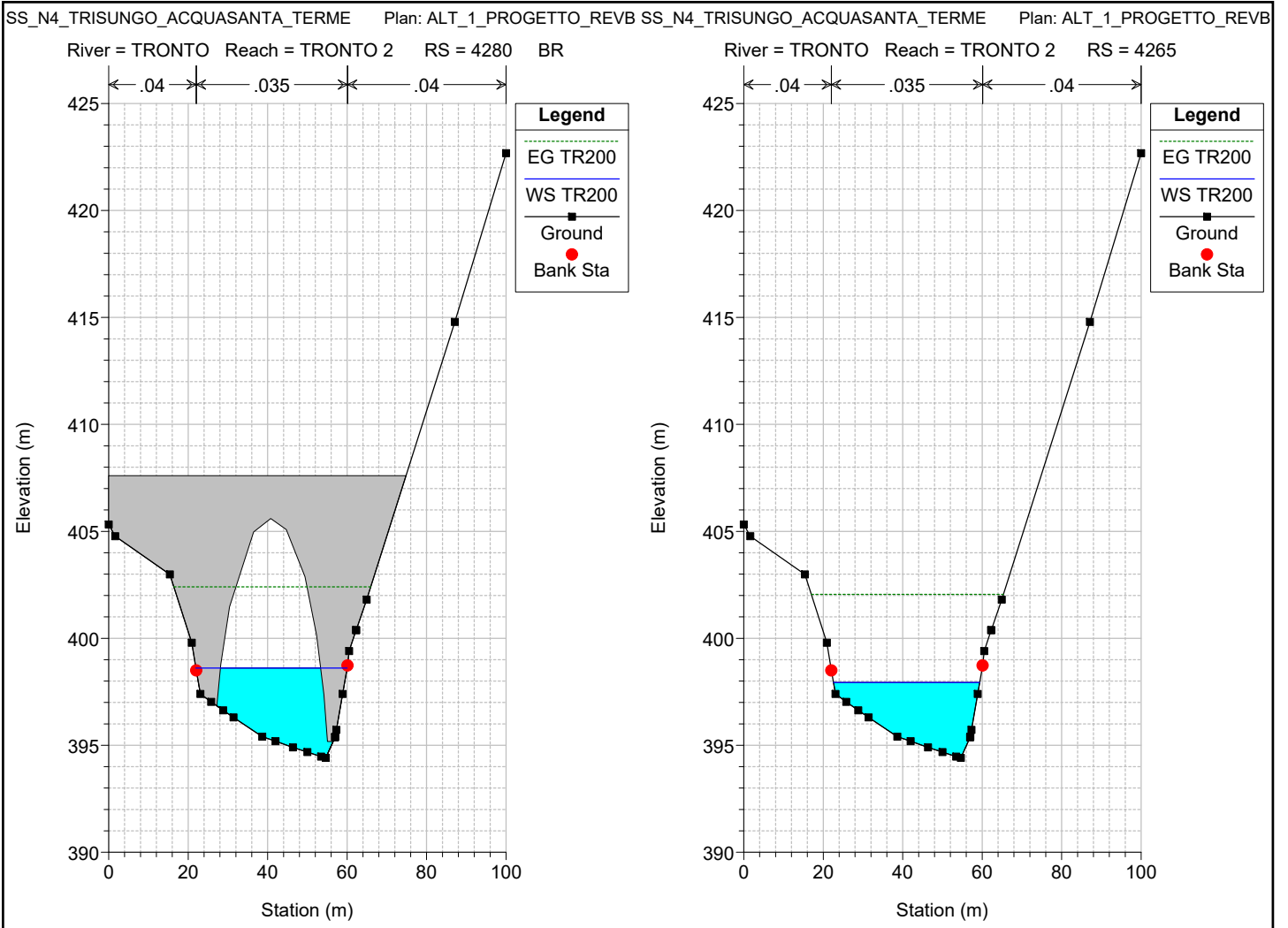


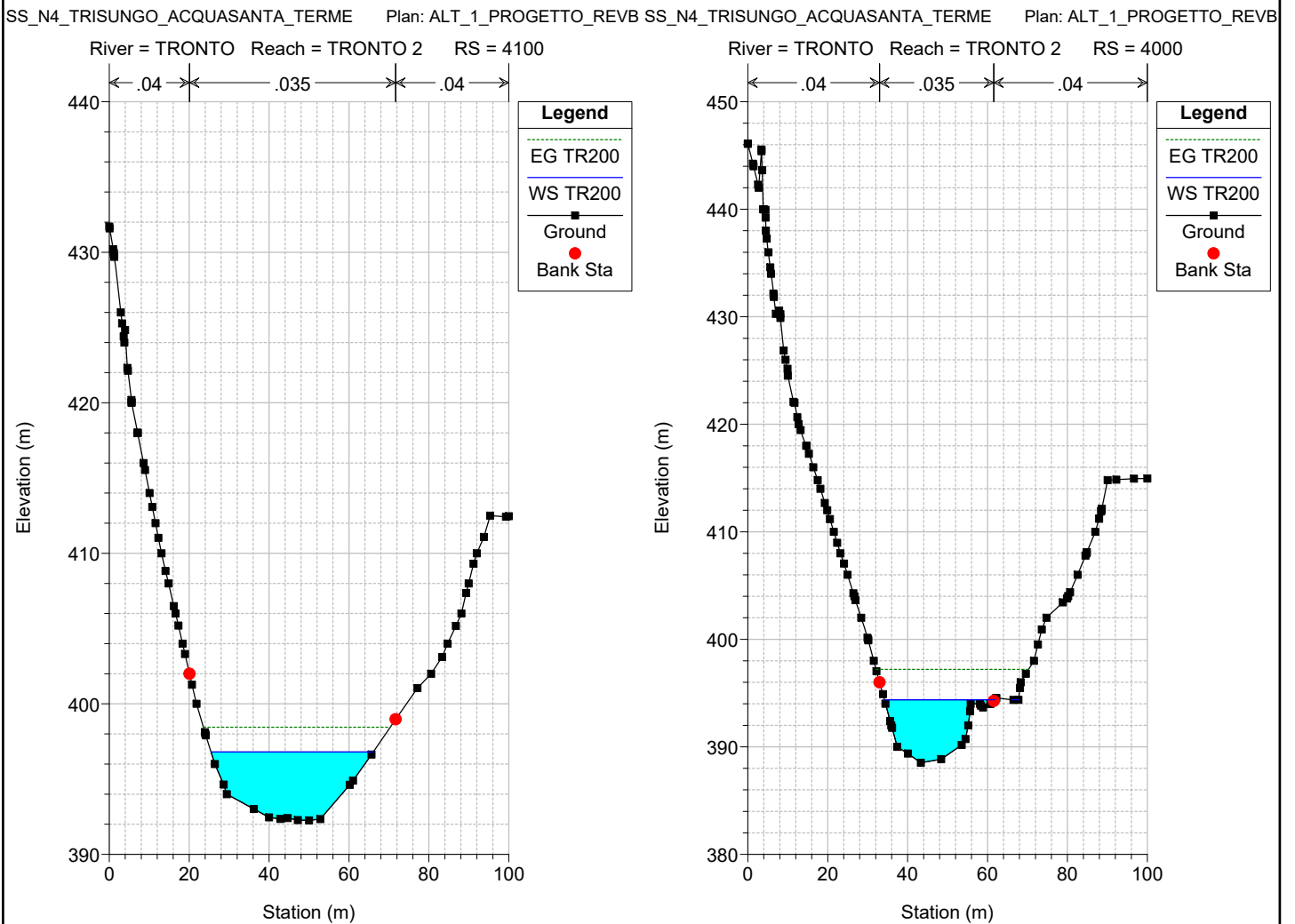
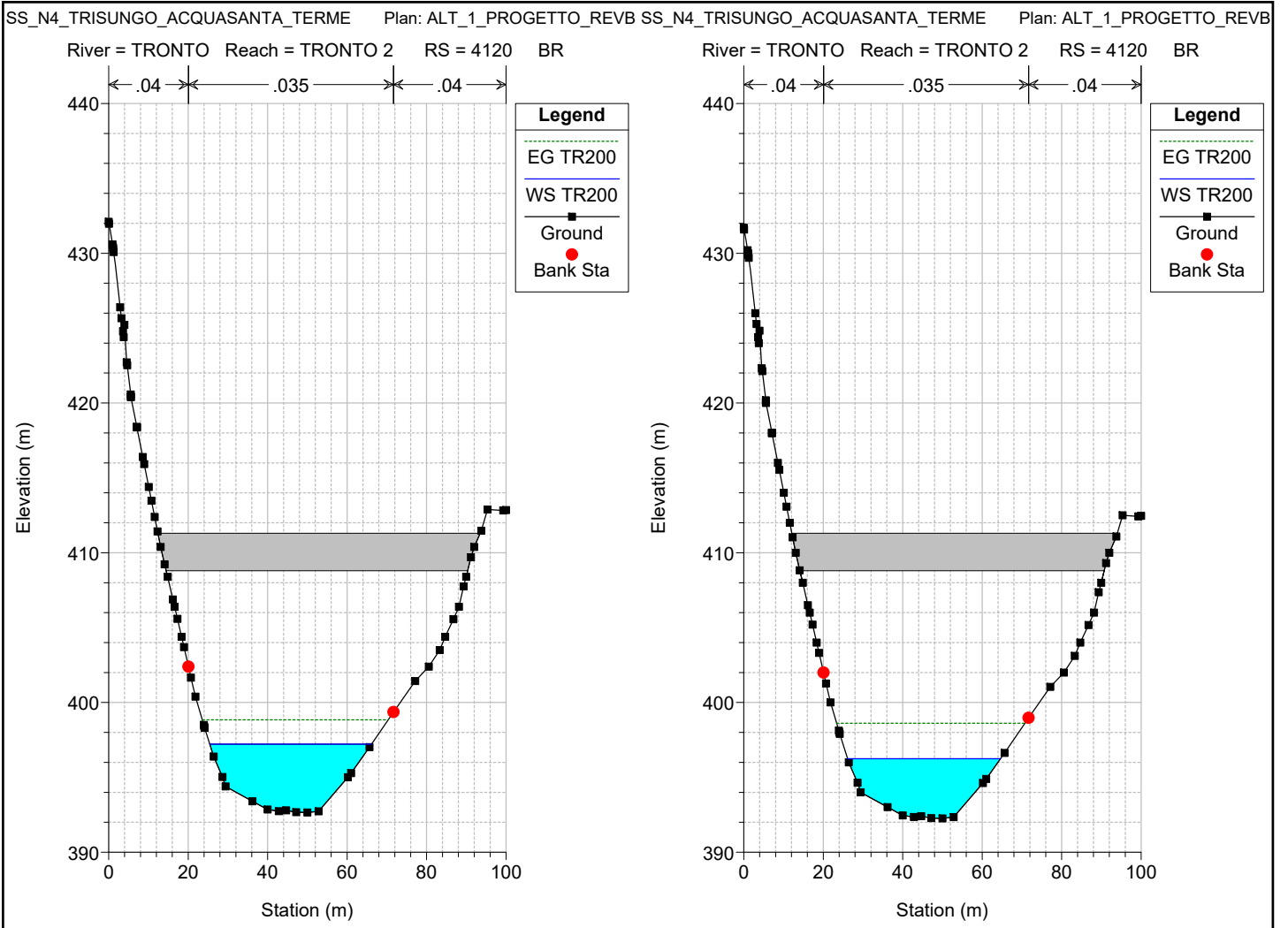


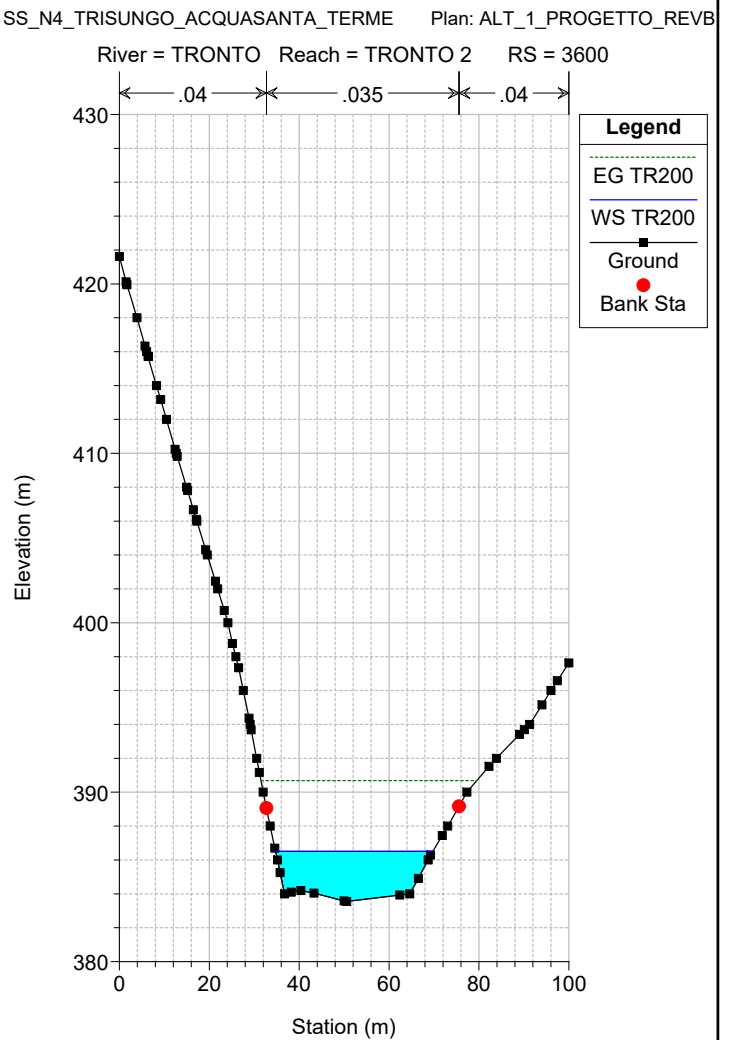
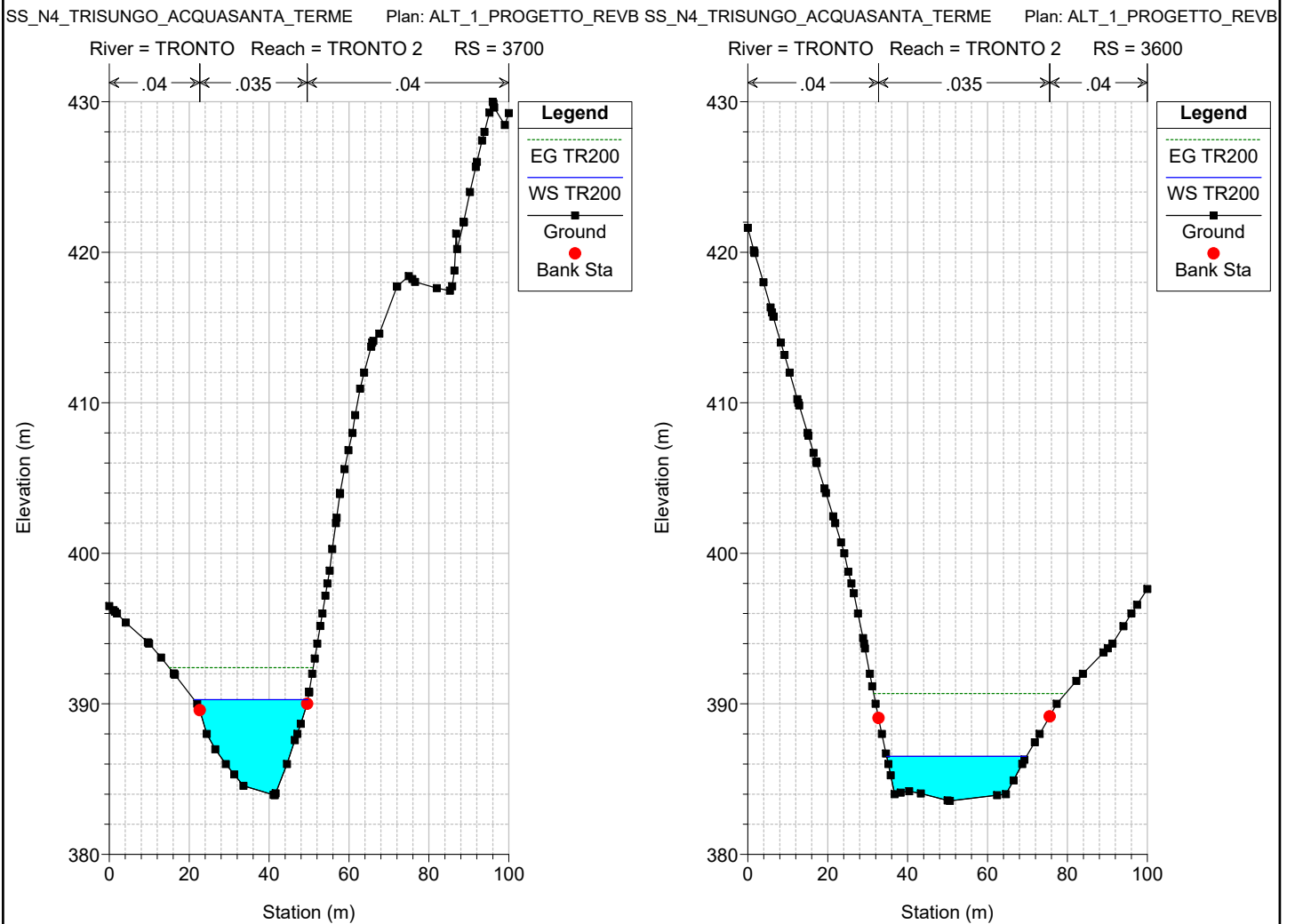
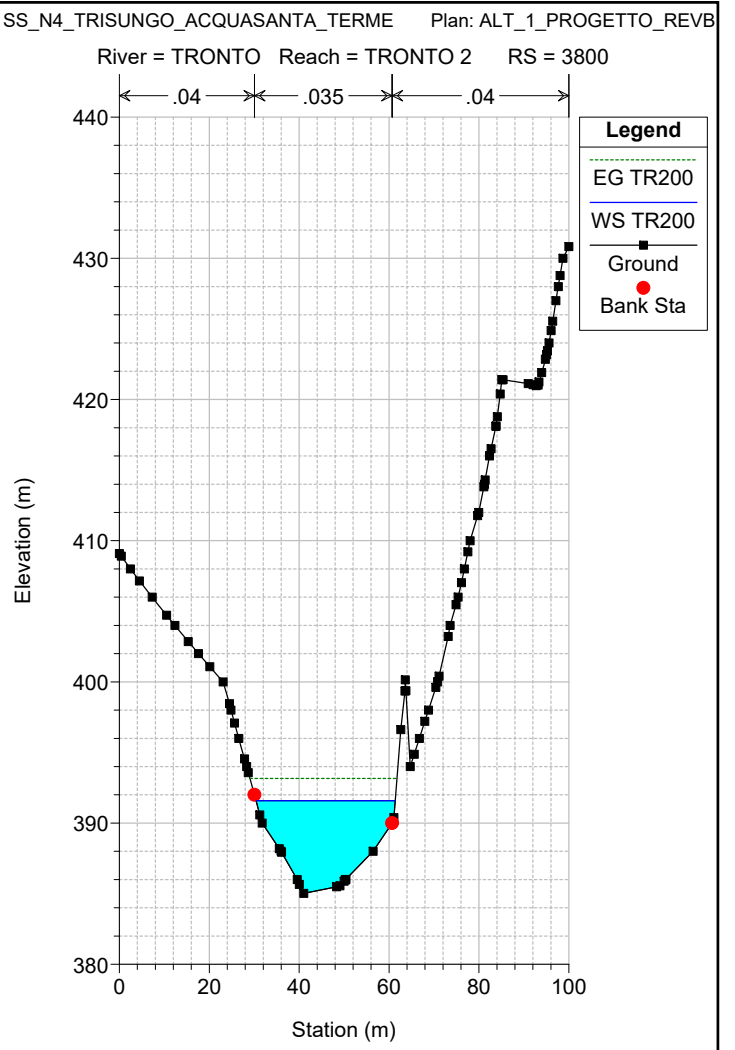
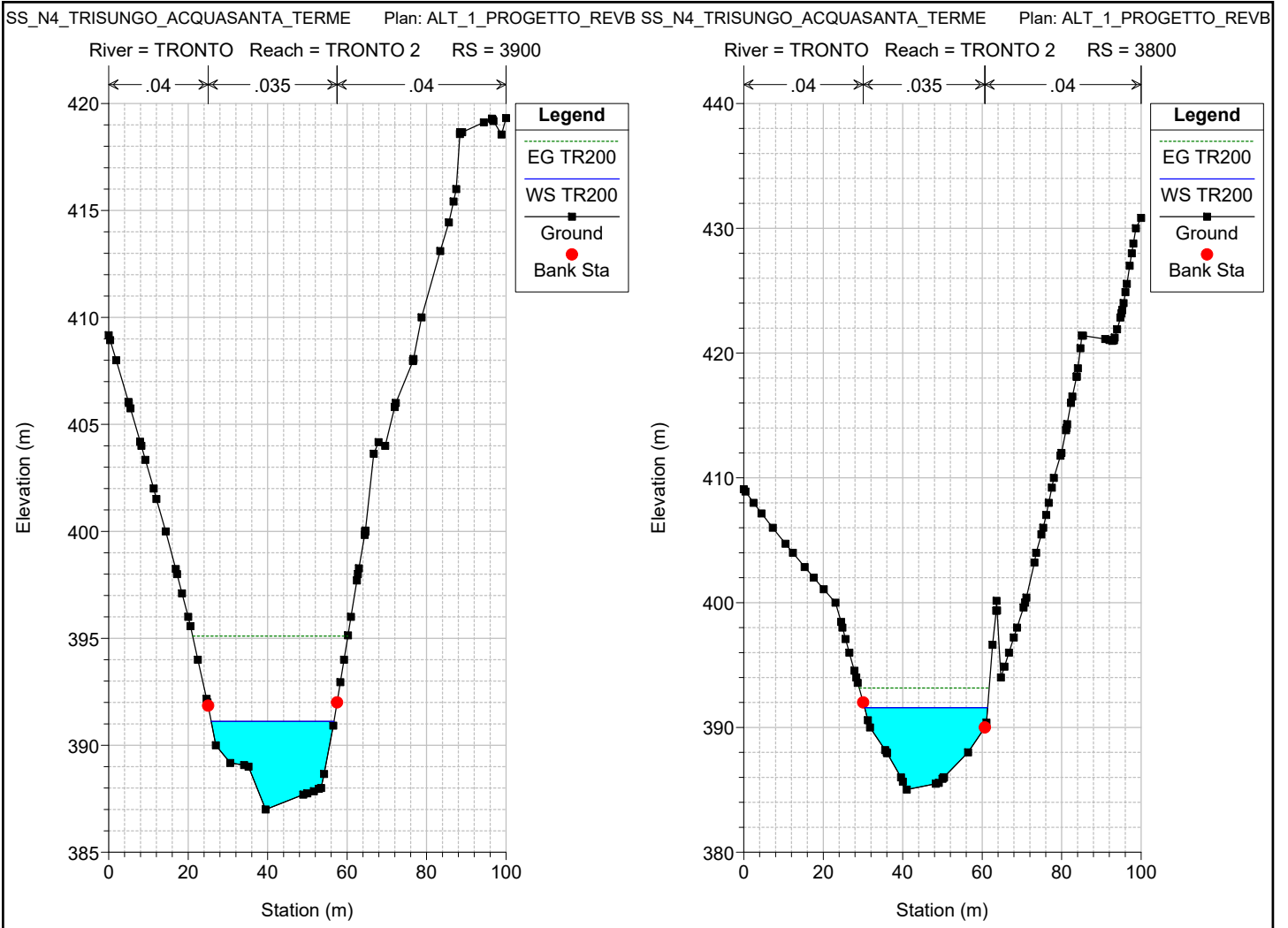


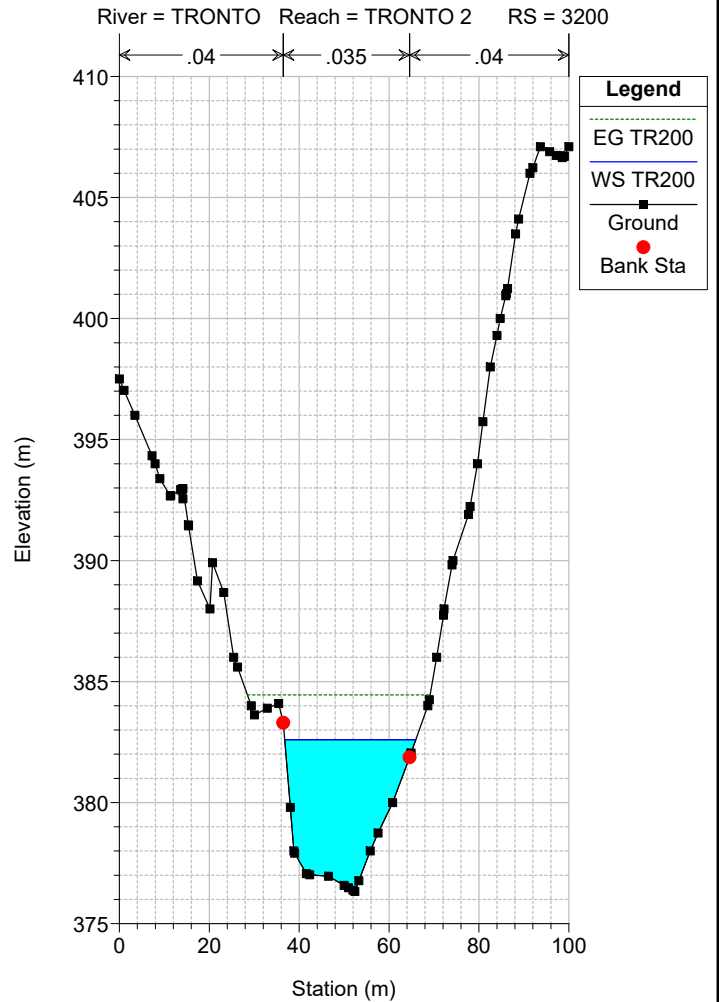
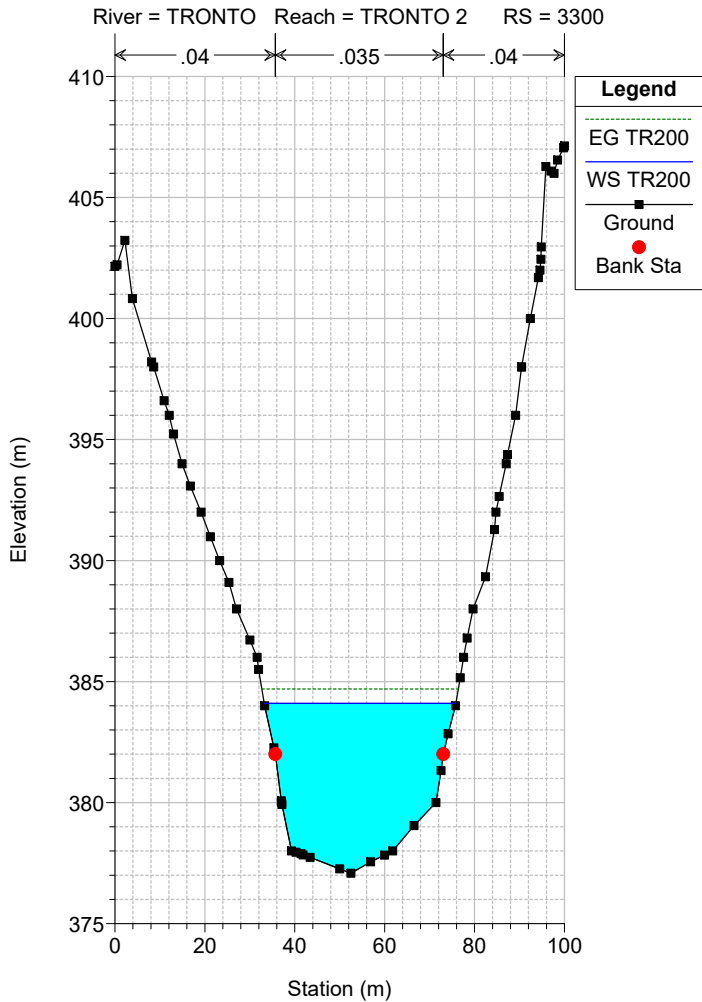
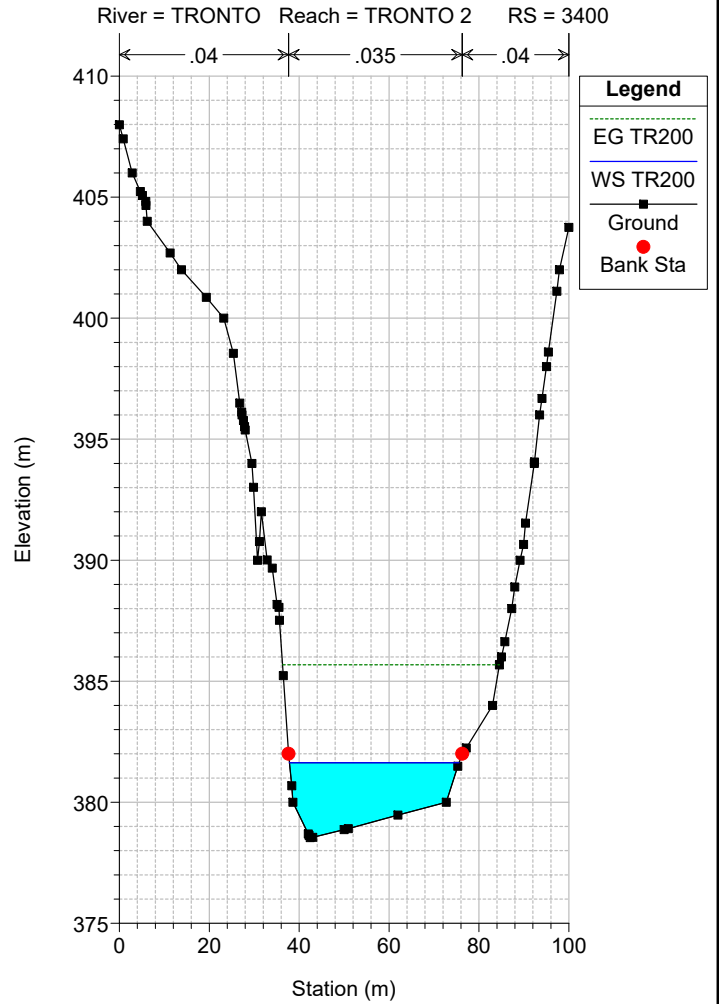
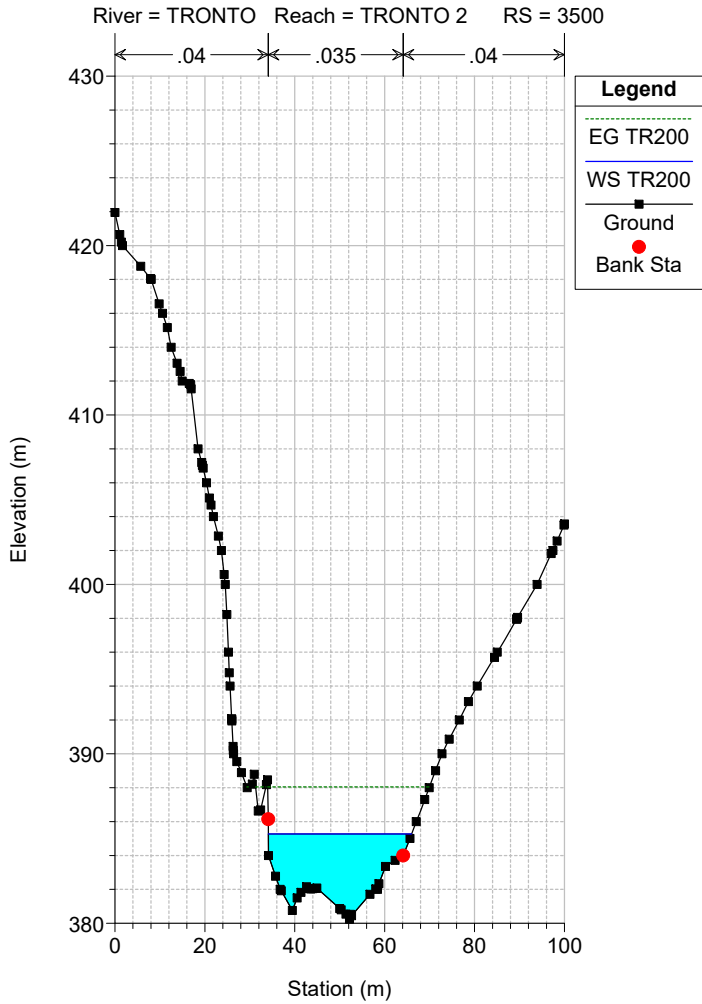


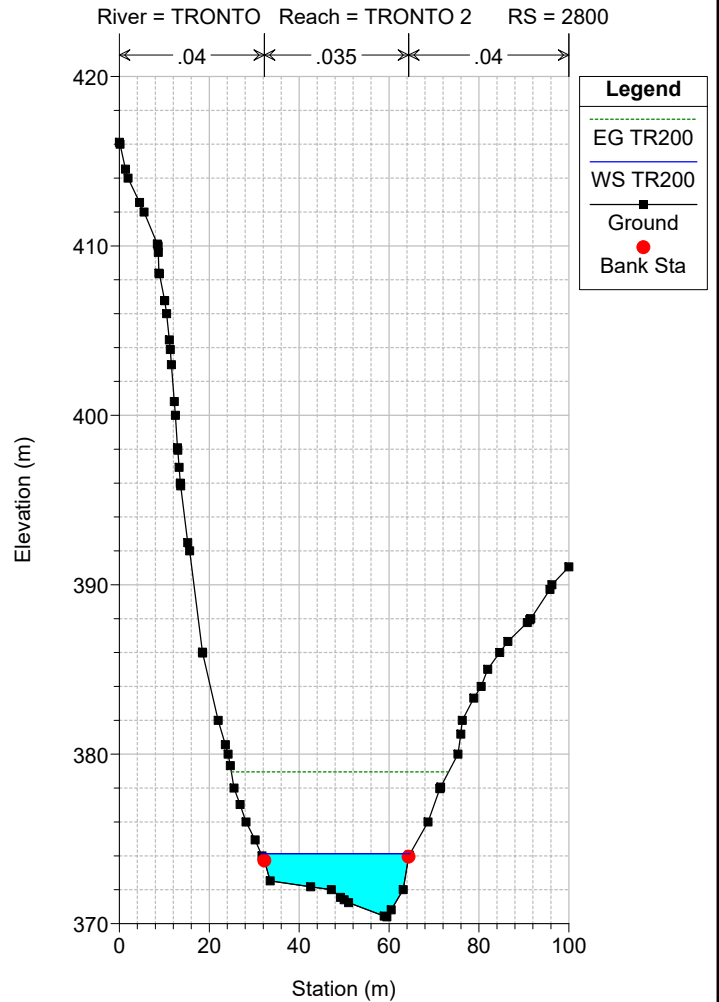
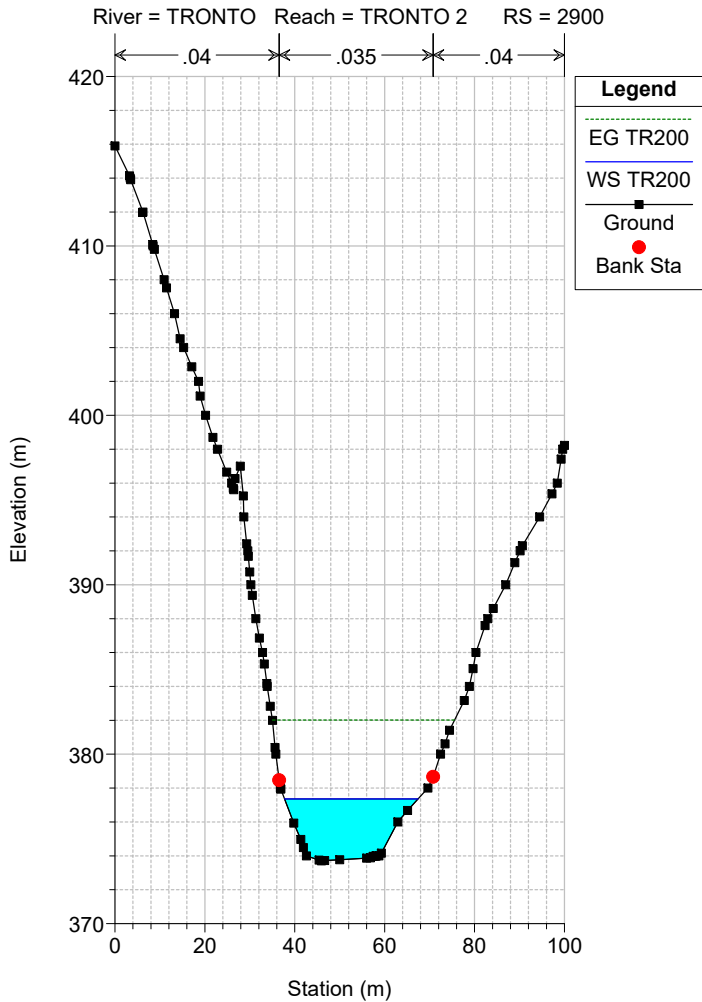
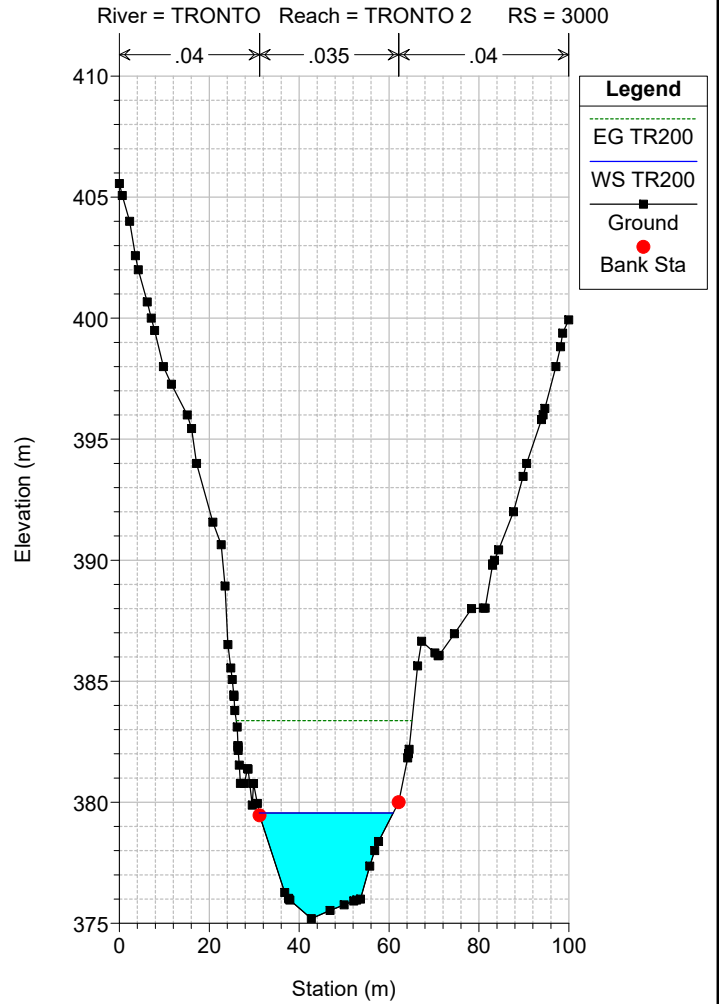
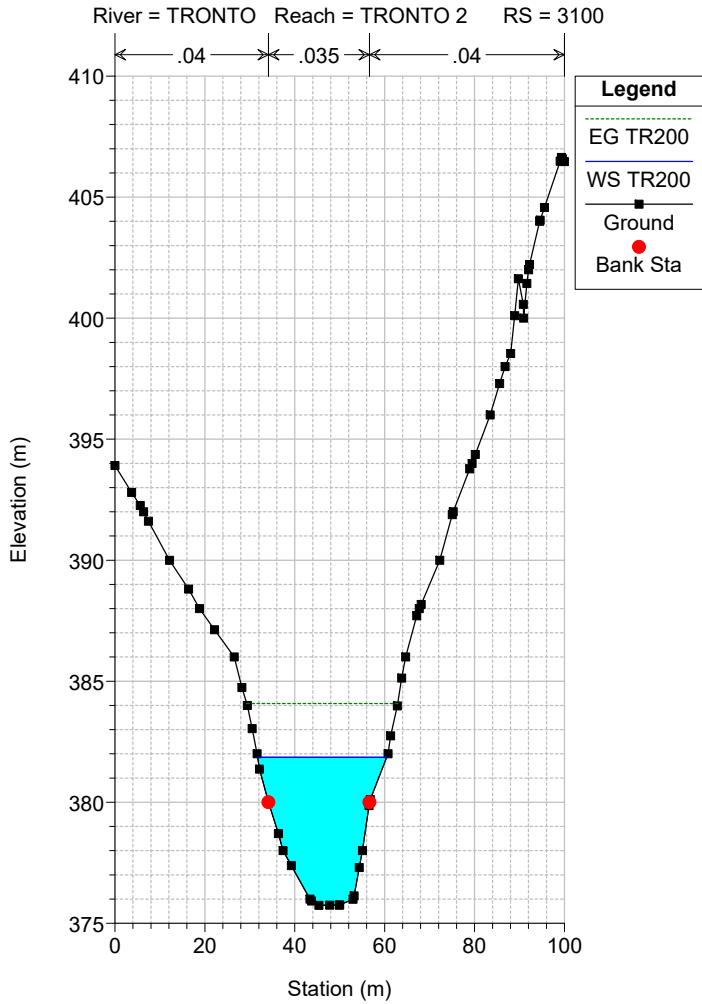


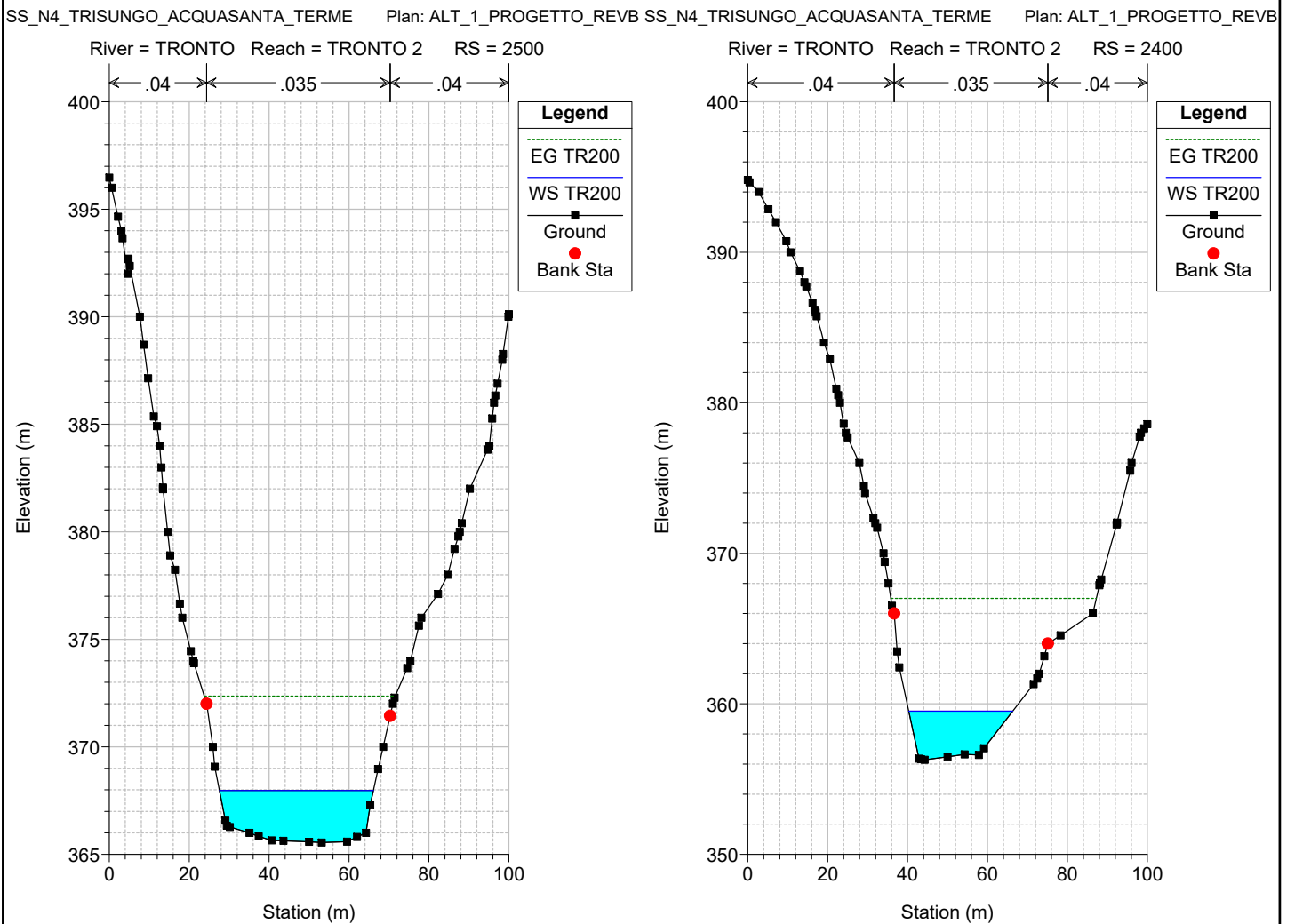
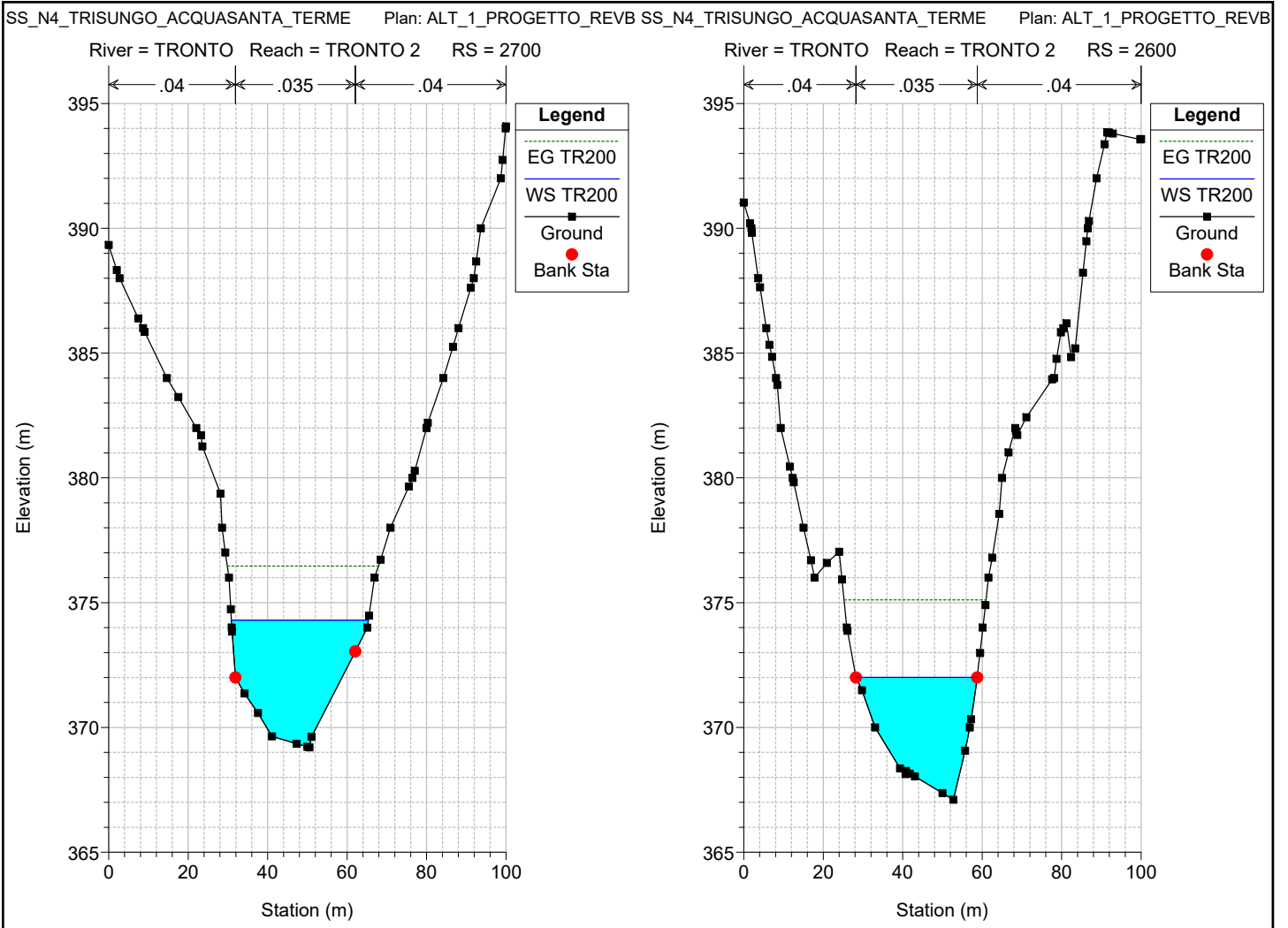


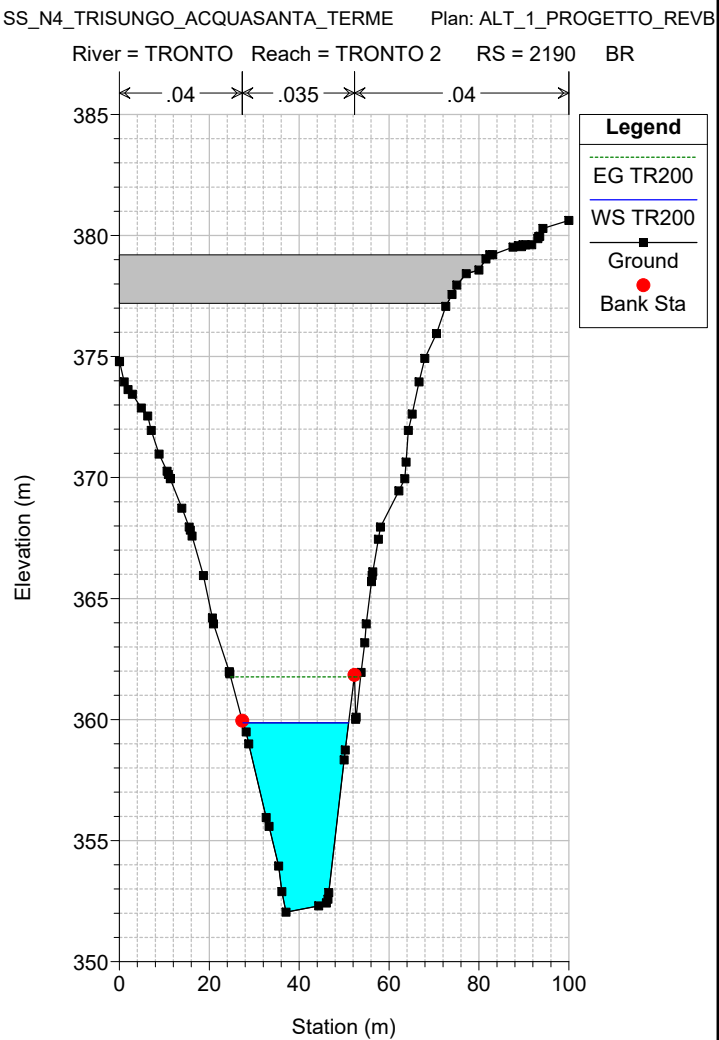
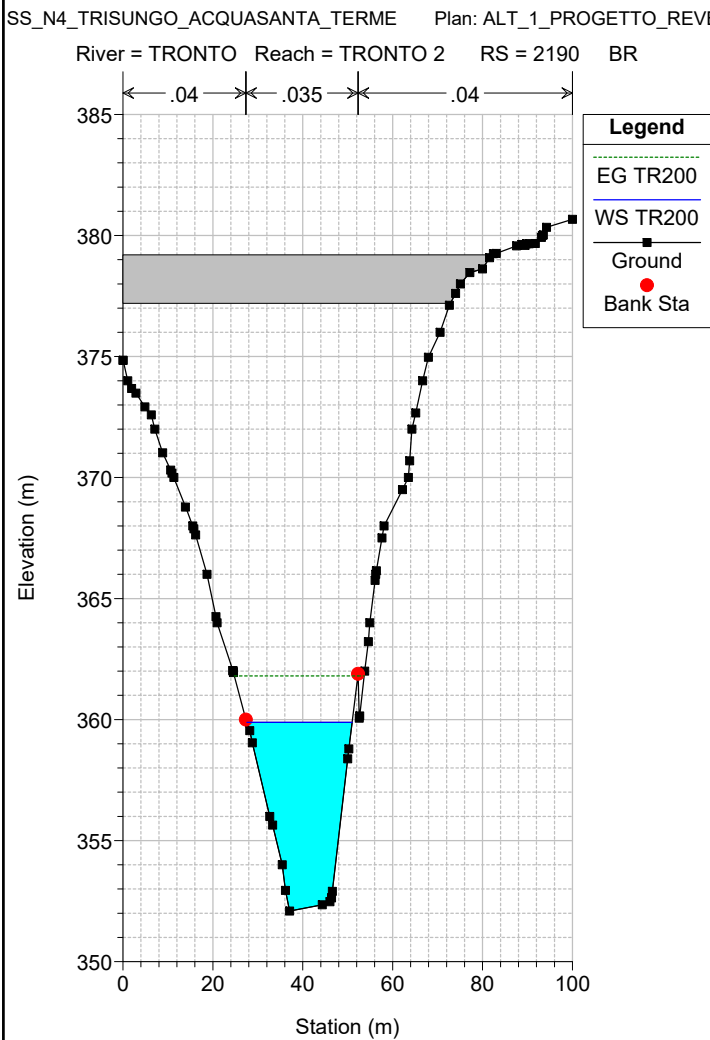
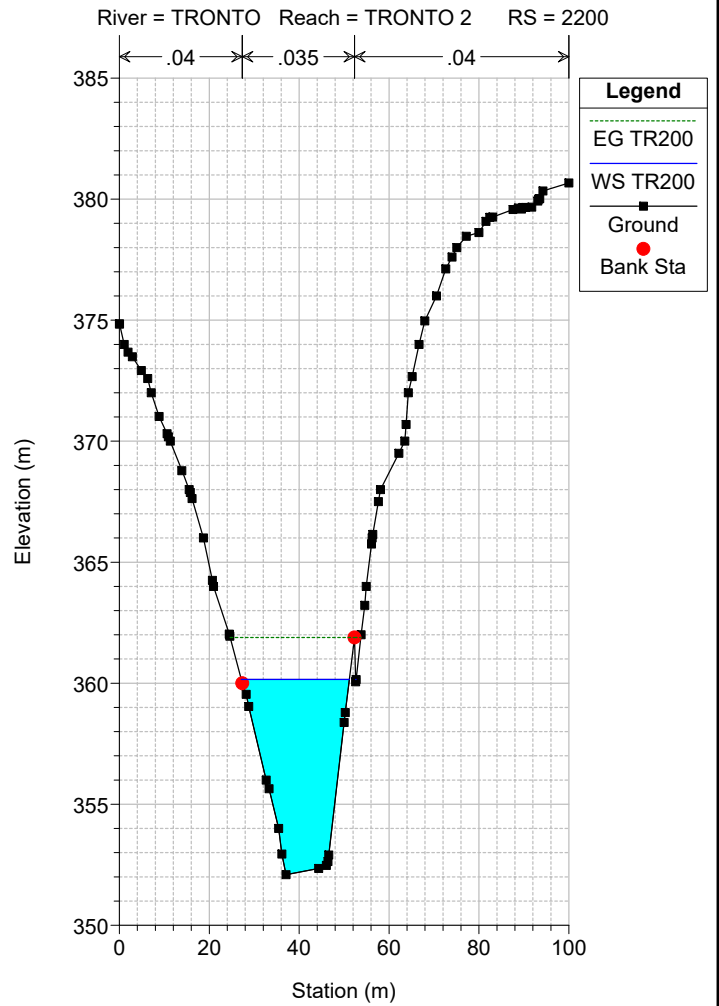
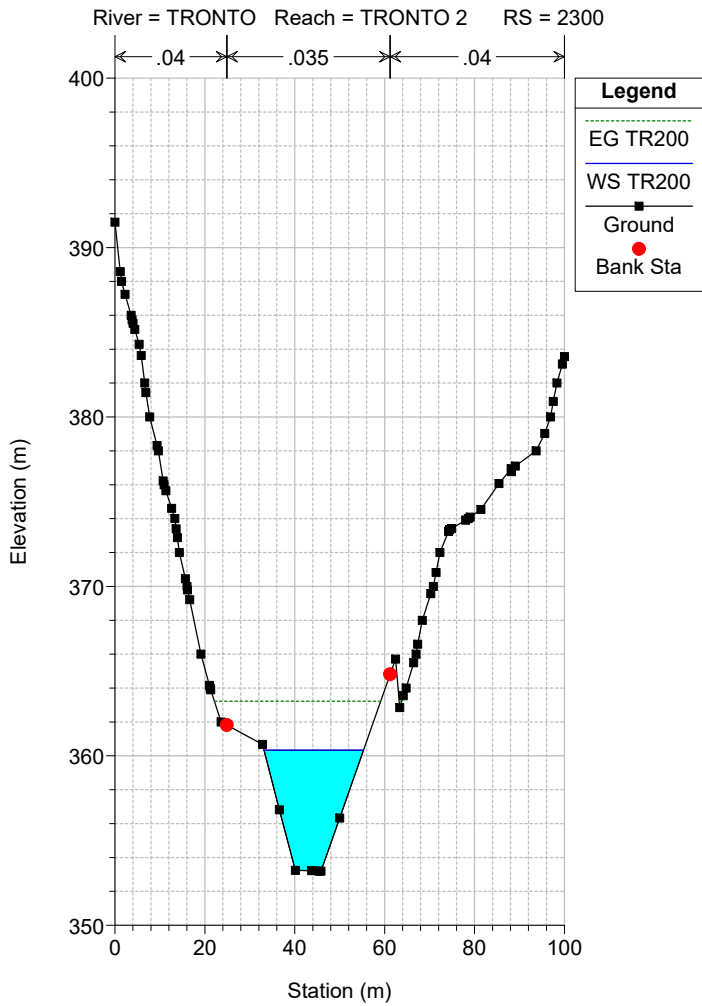


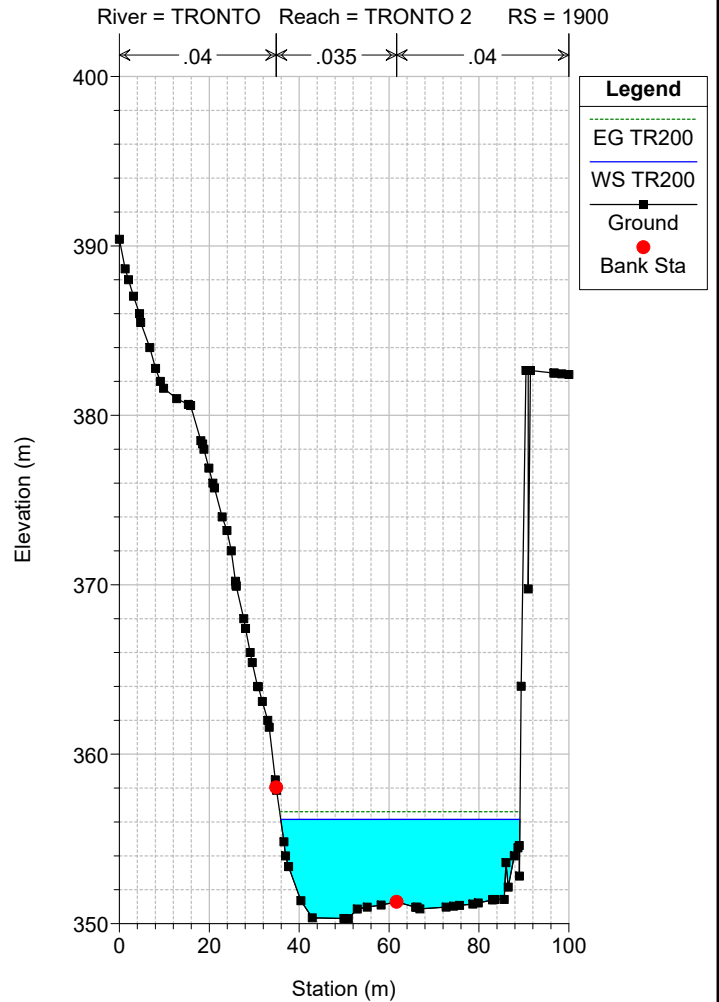
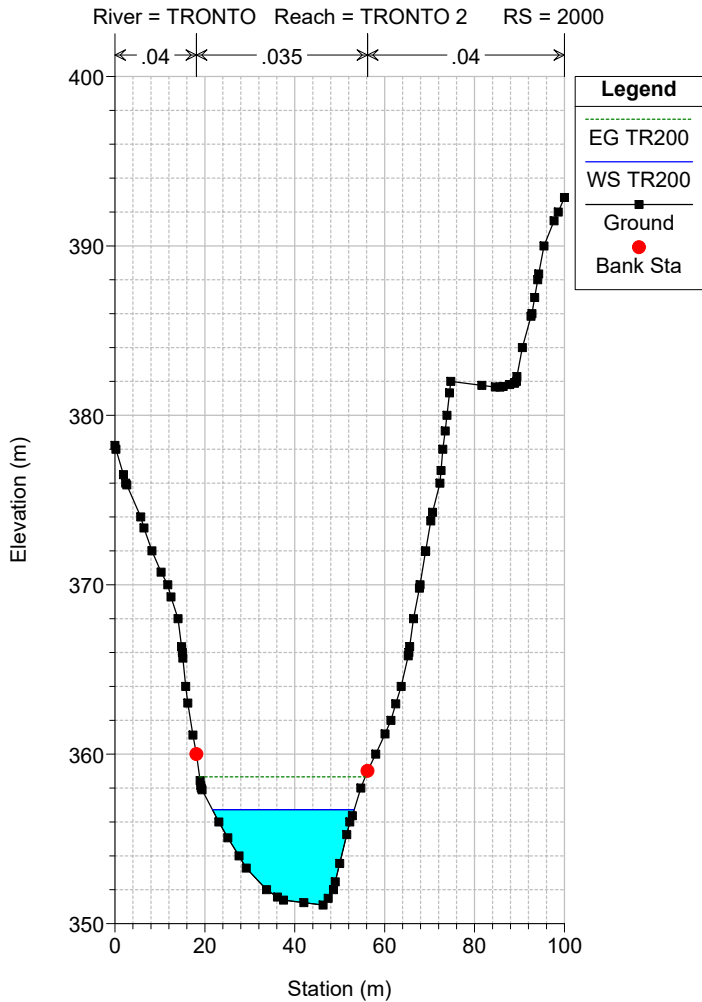
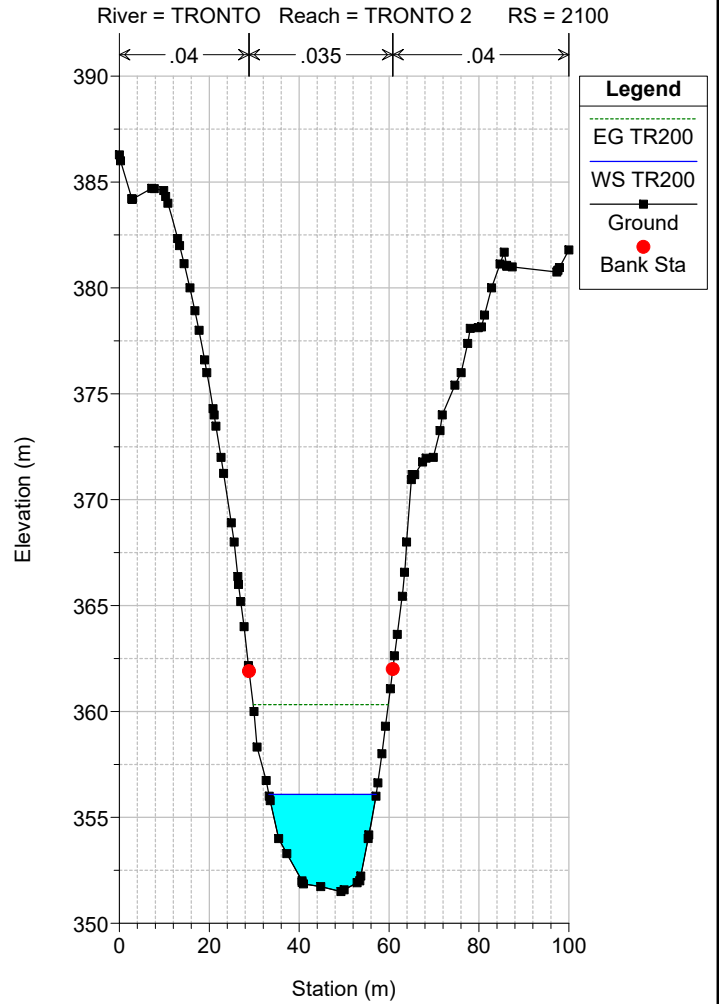
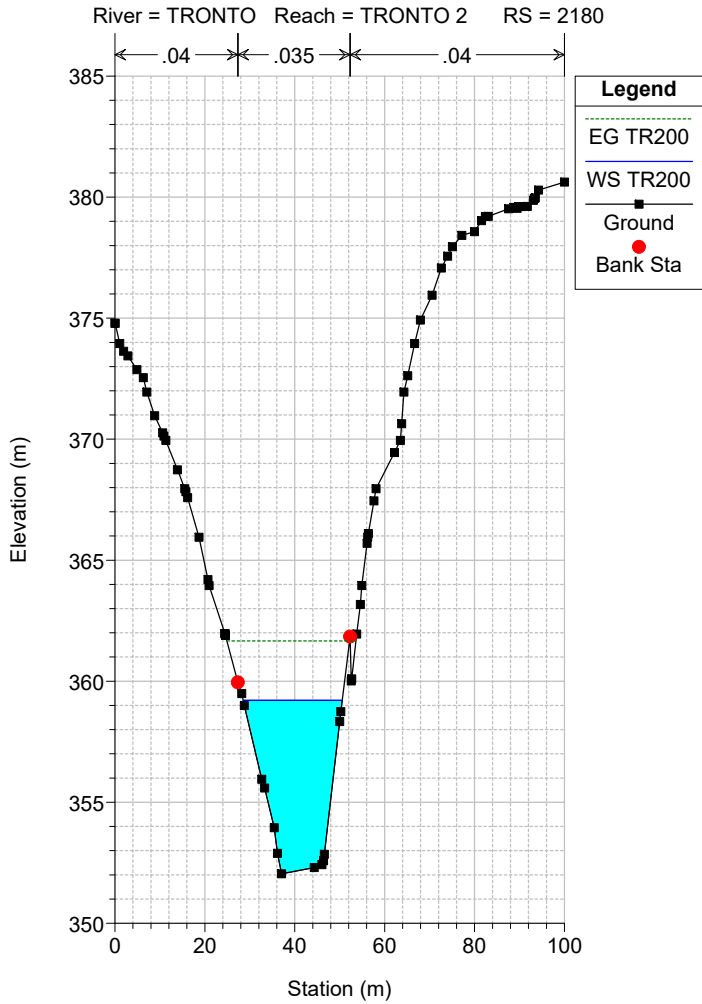


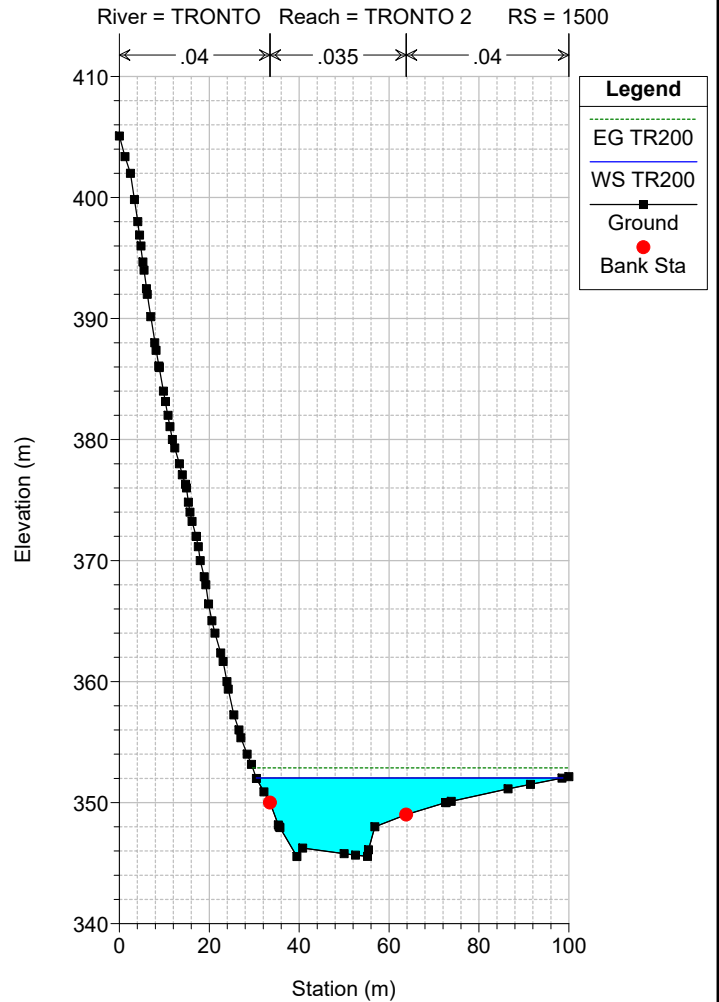
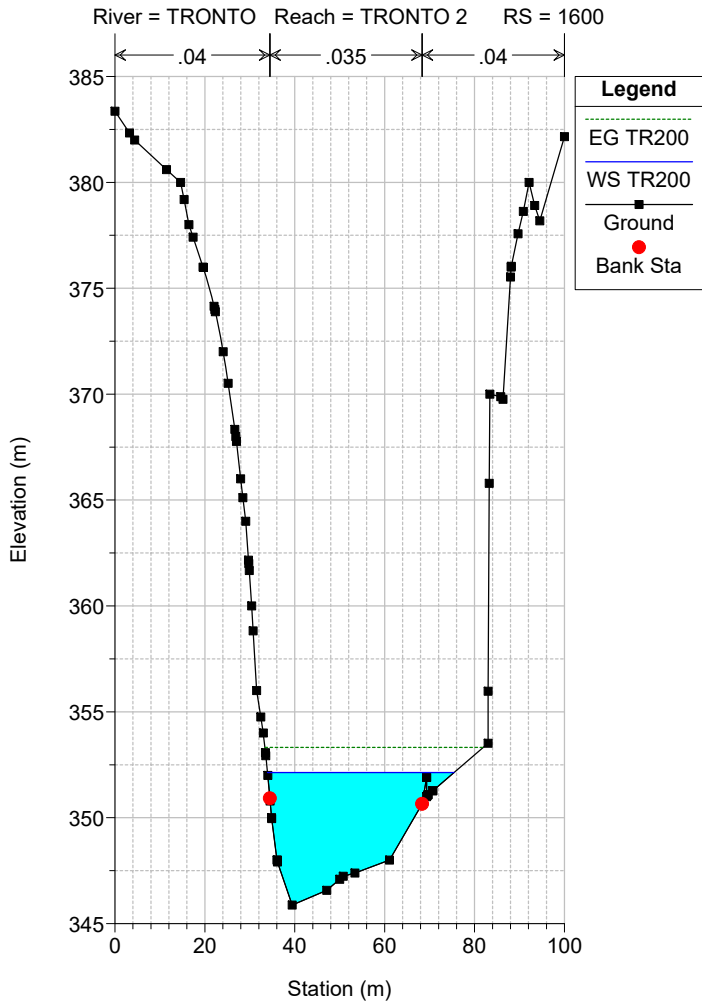
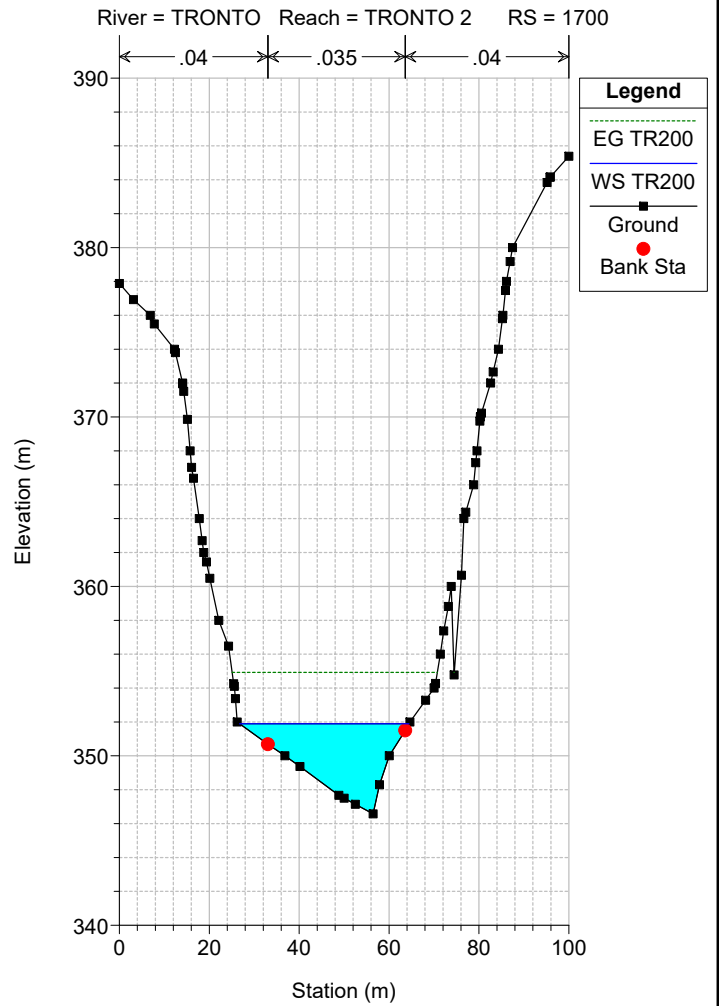
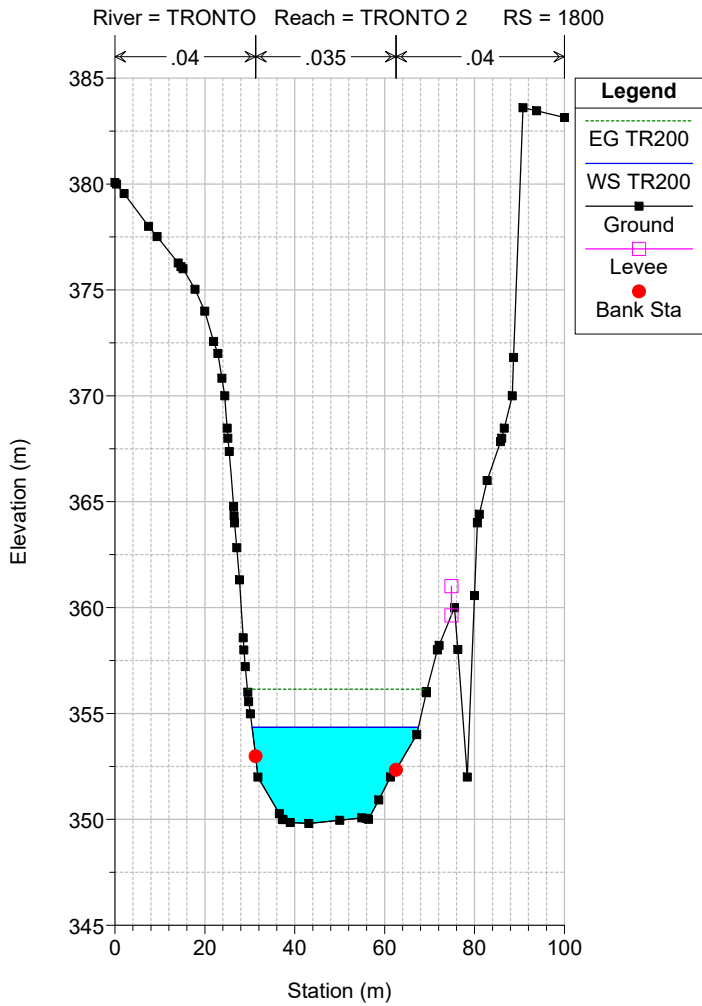


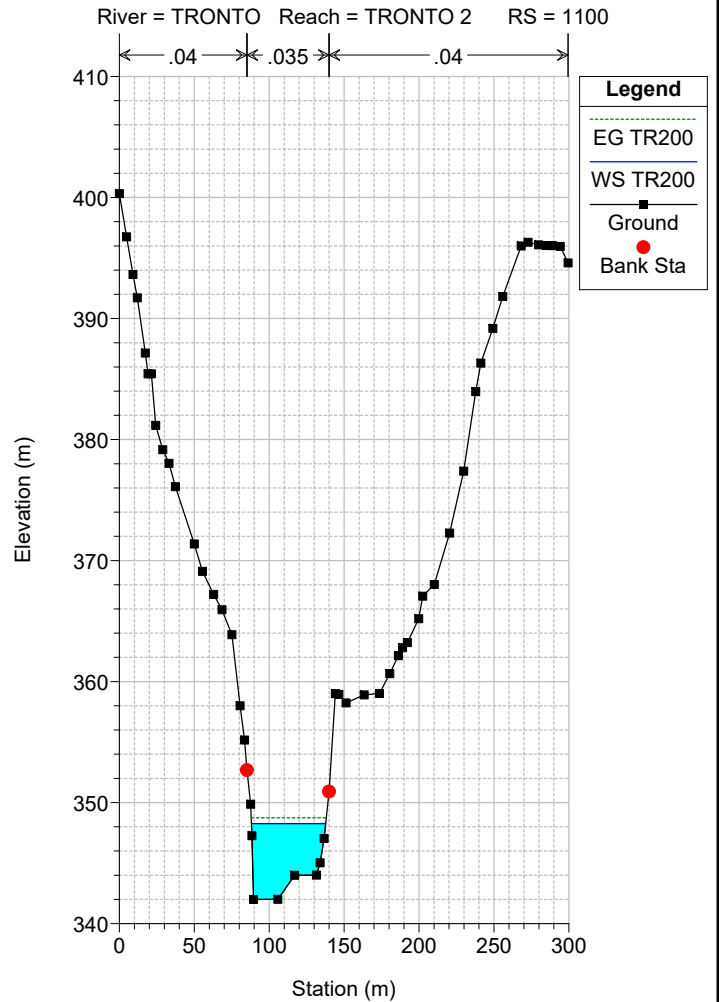
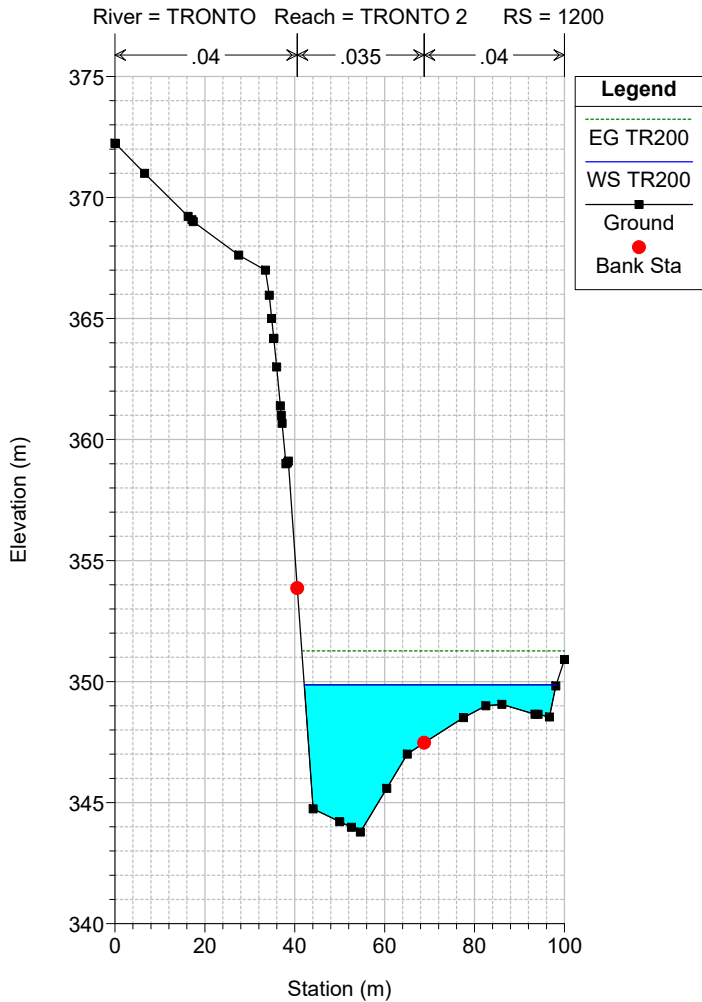
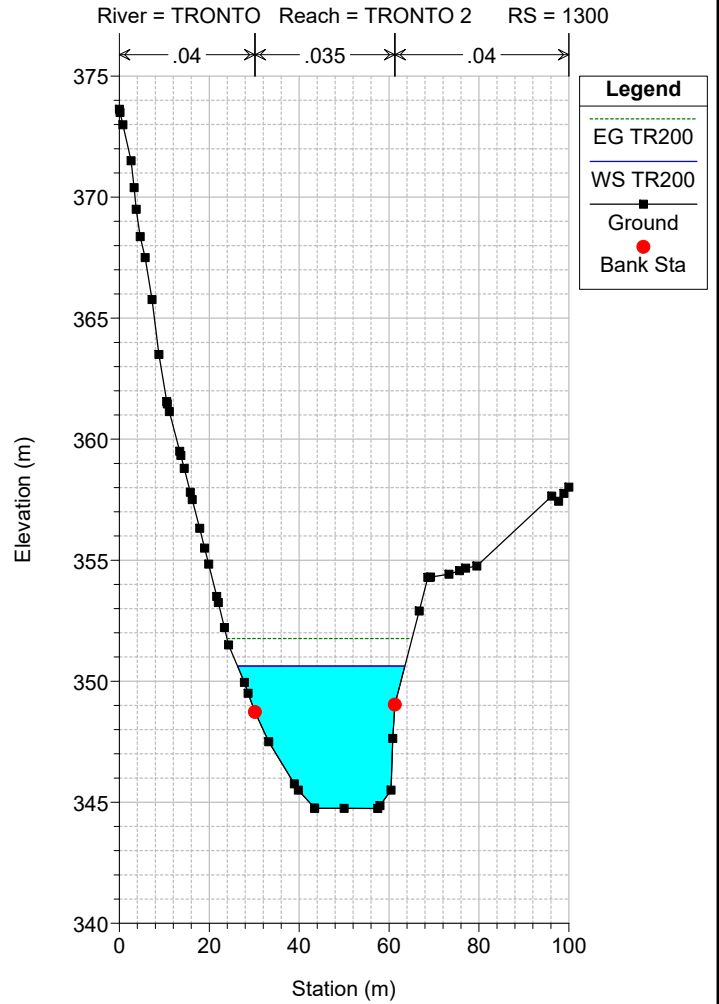
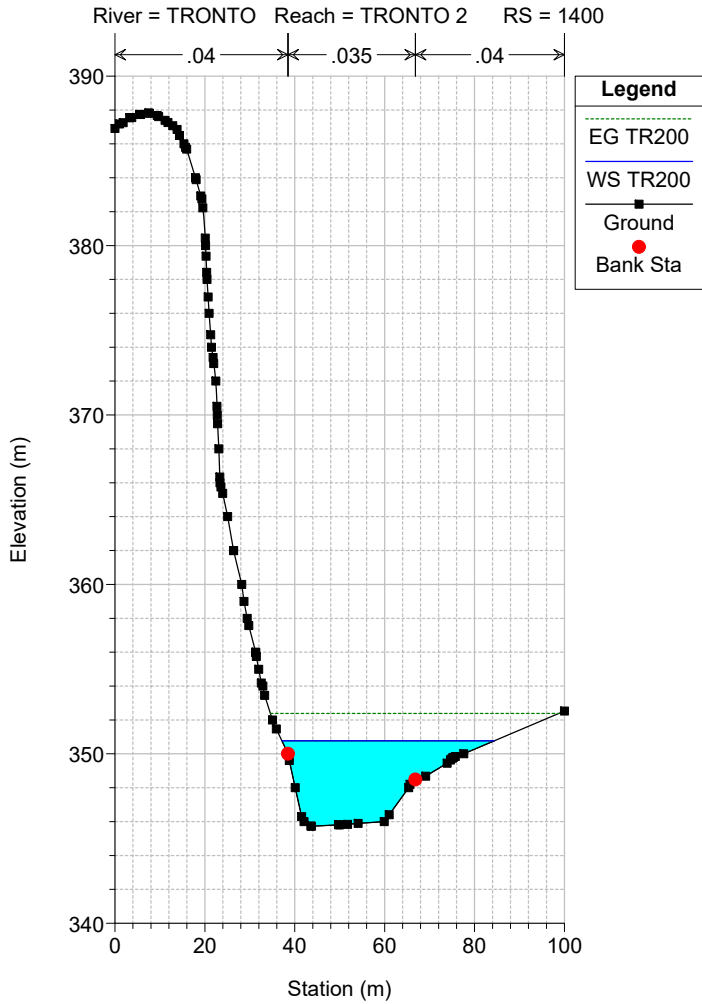






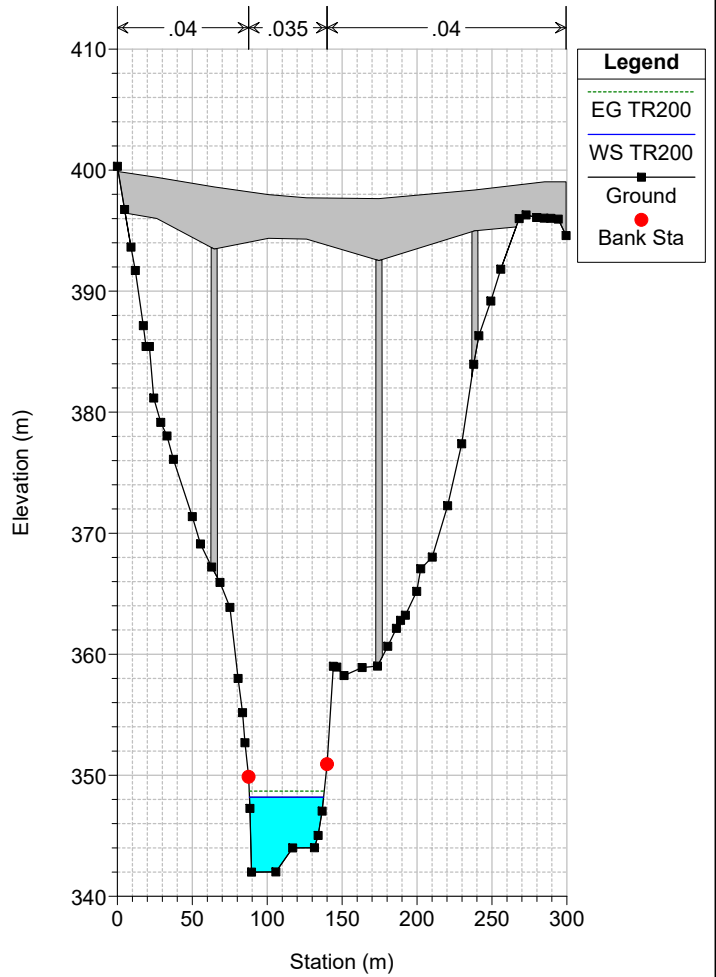
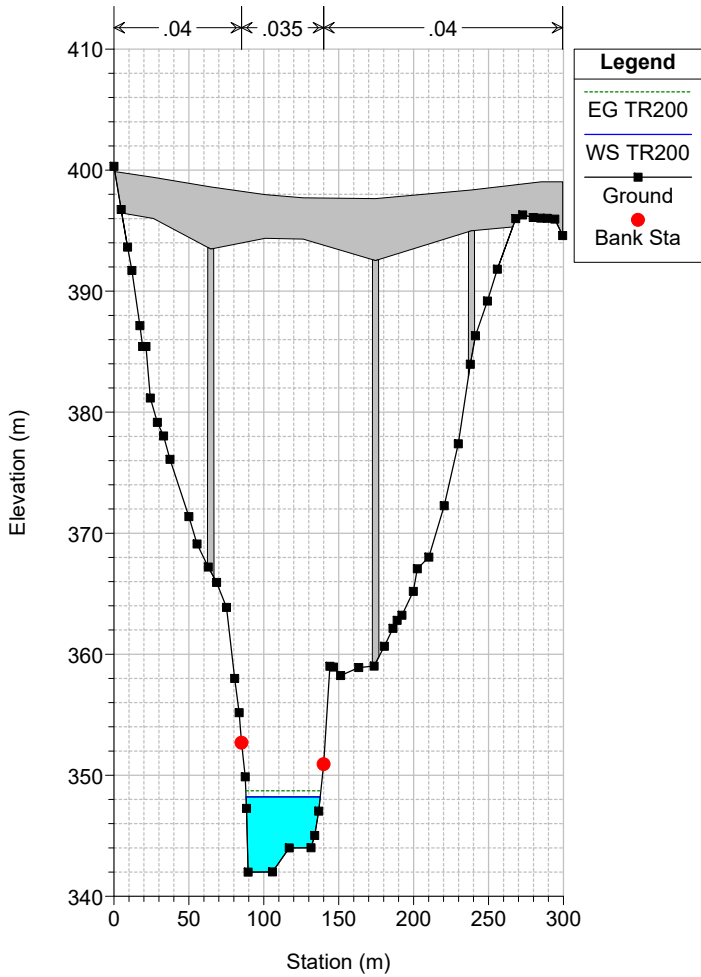






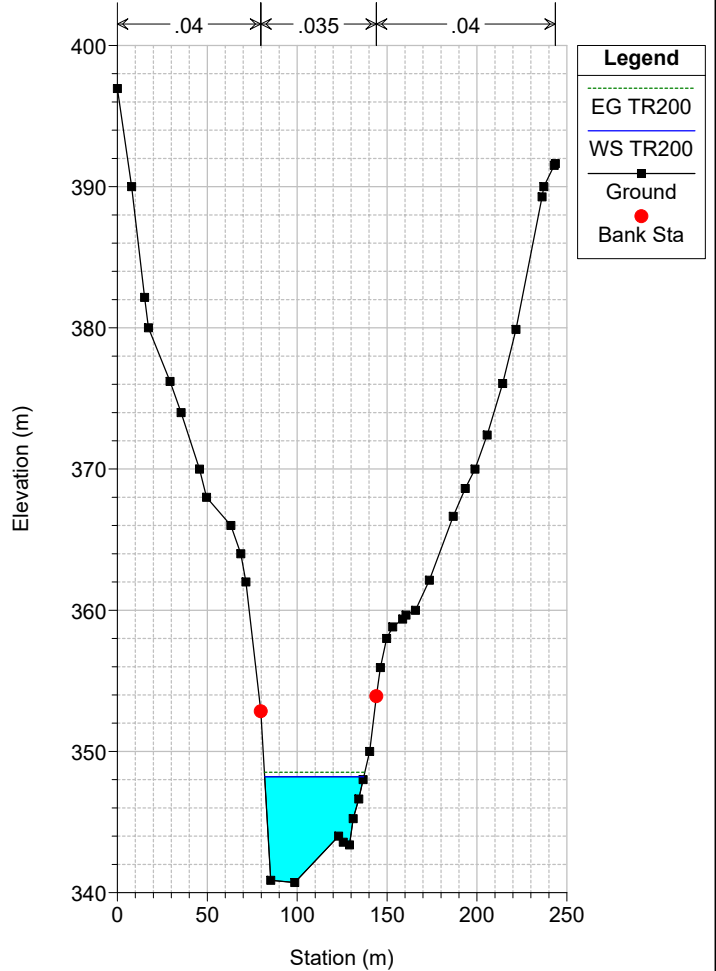
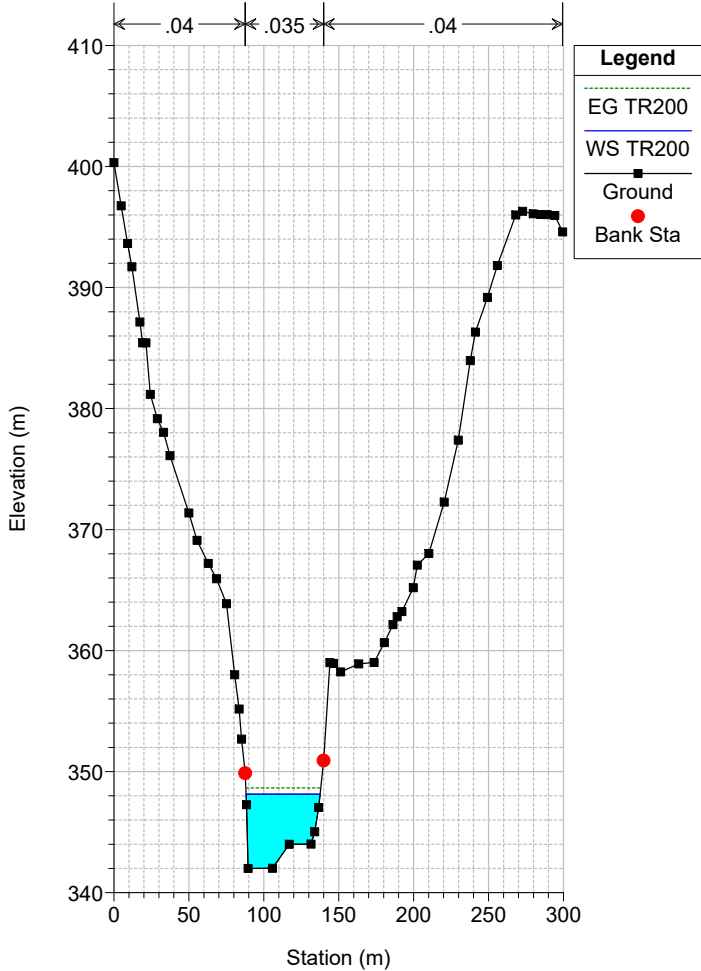
River = TRONTO Reach = TRONTO 2 RS = 1050 BR VIADOTTO TRONTO

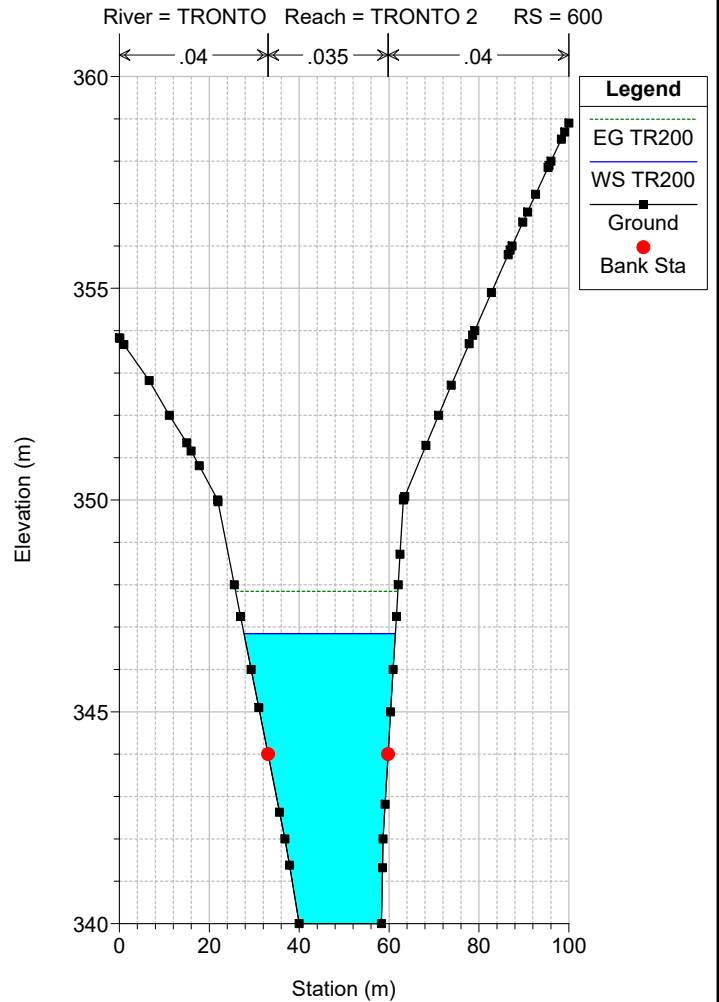
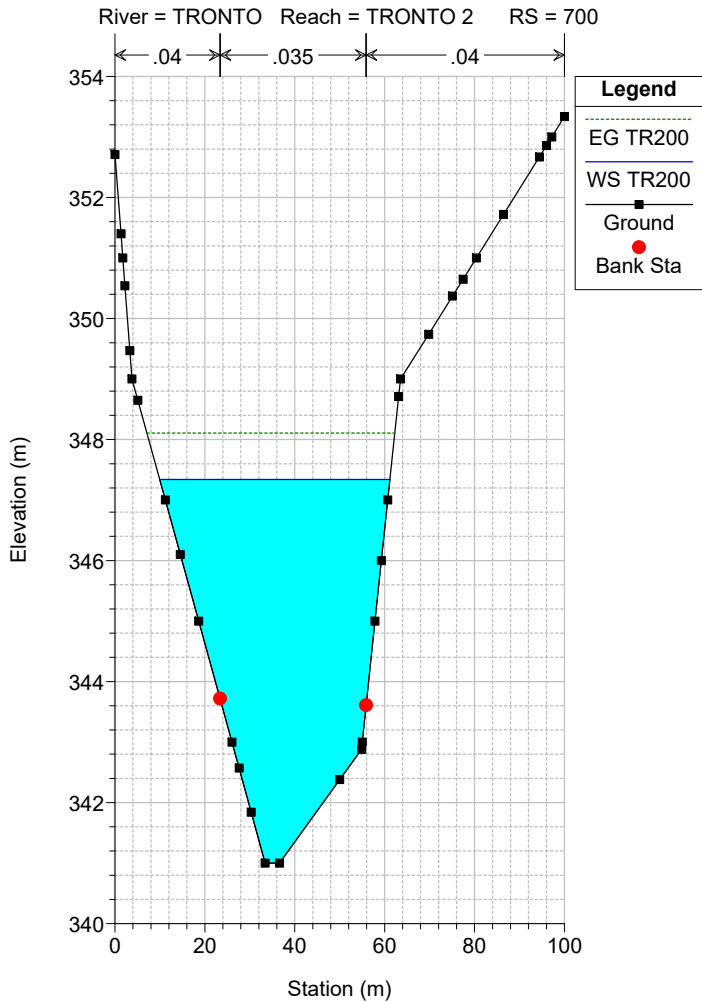
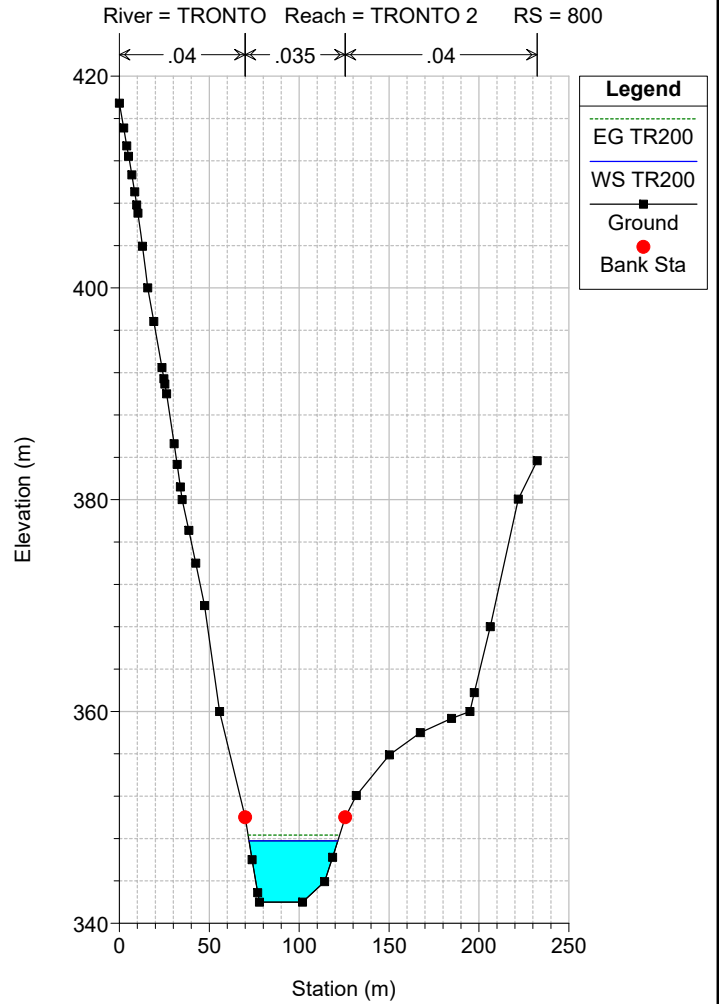
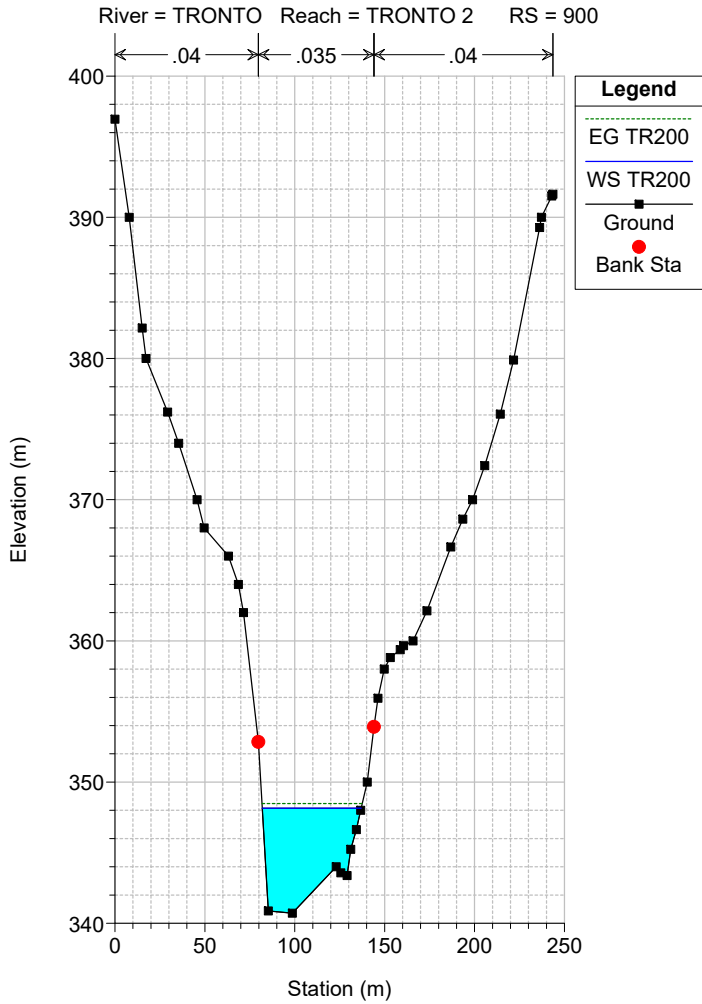
River = TRONTO Reach = TRONTO 2 RS = 1050 BR VIADOTTO TRONTO

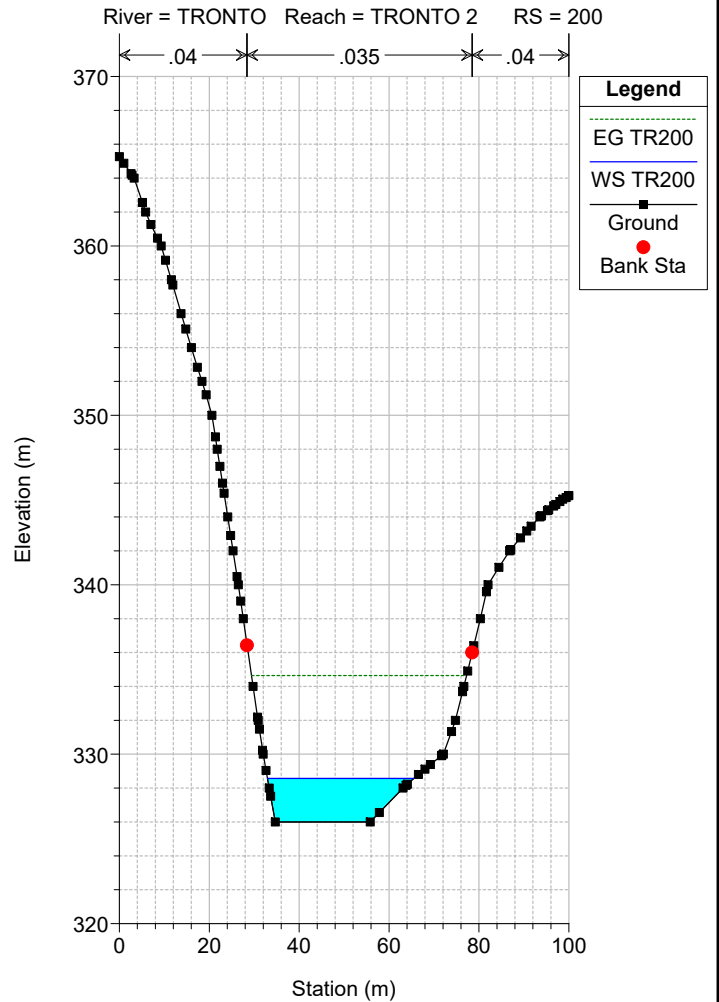
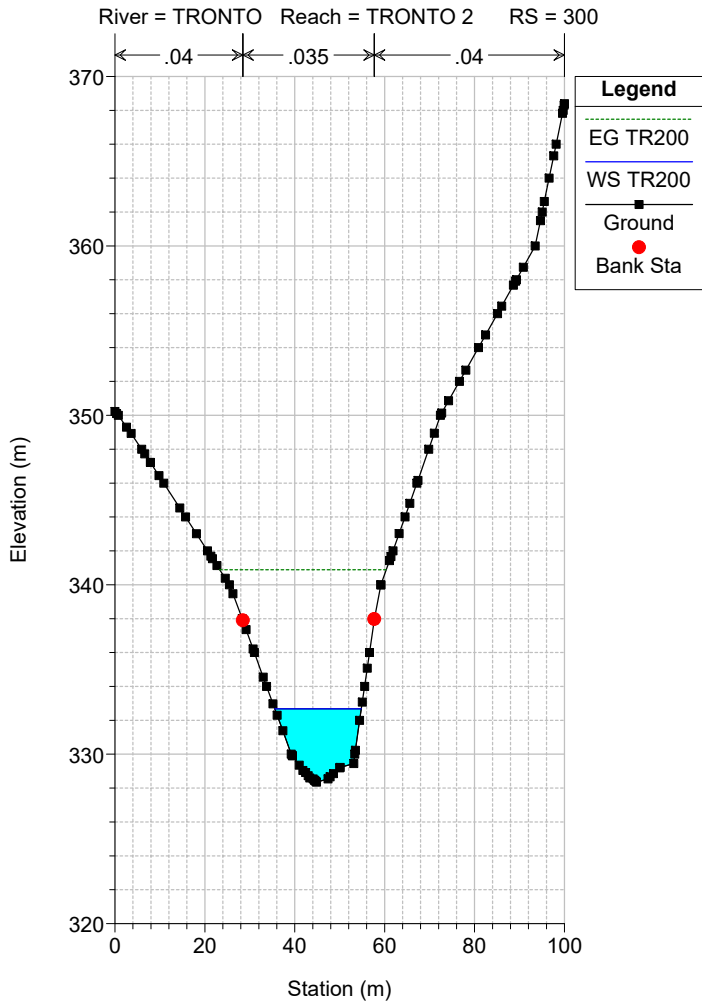
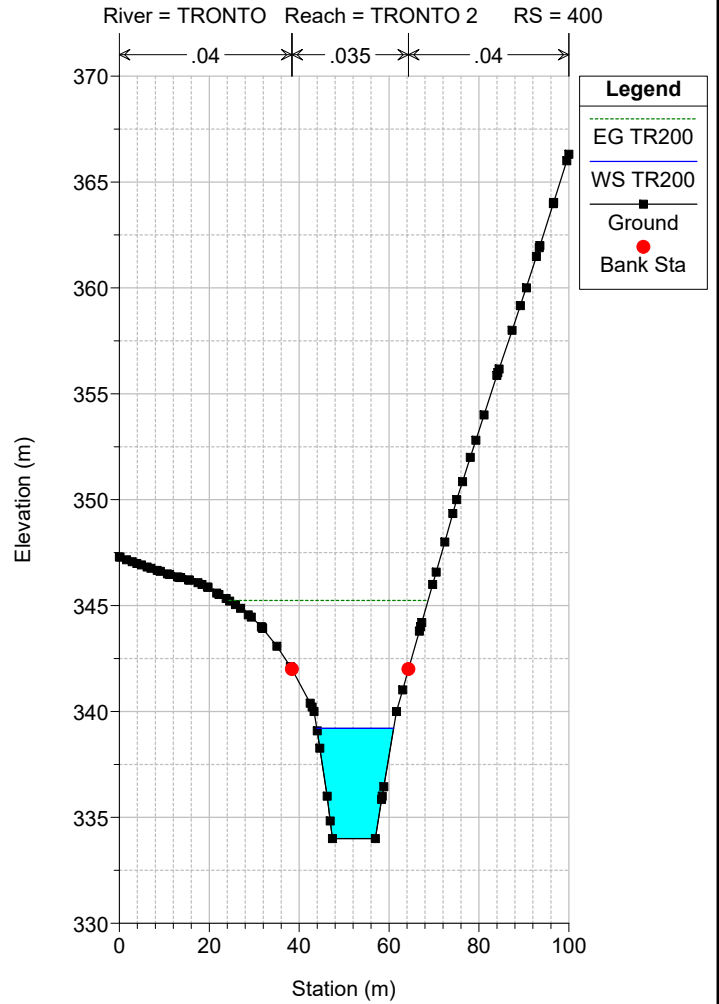
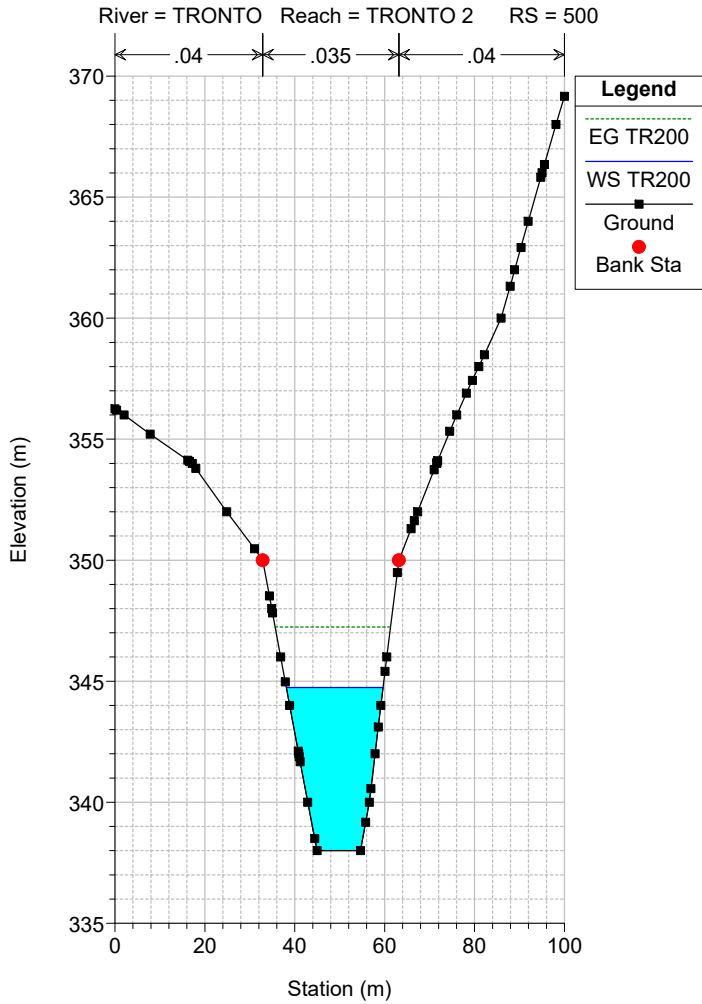


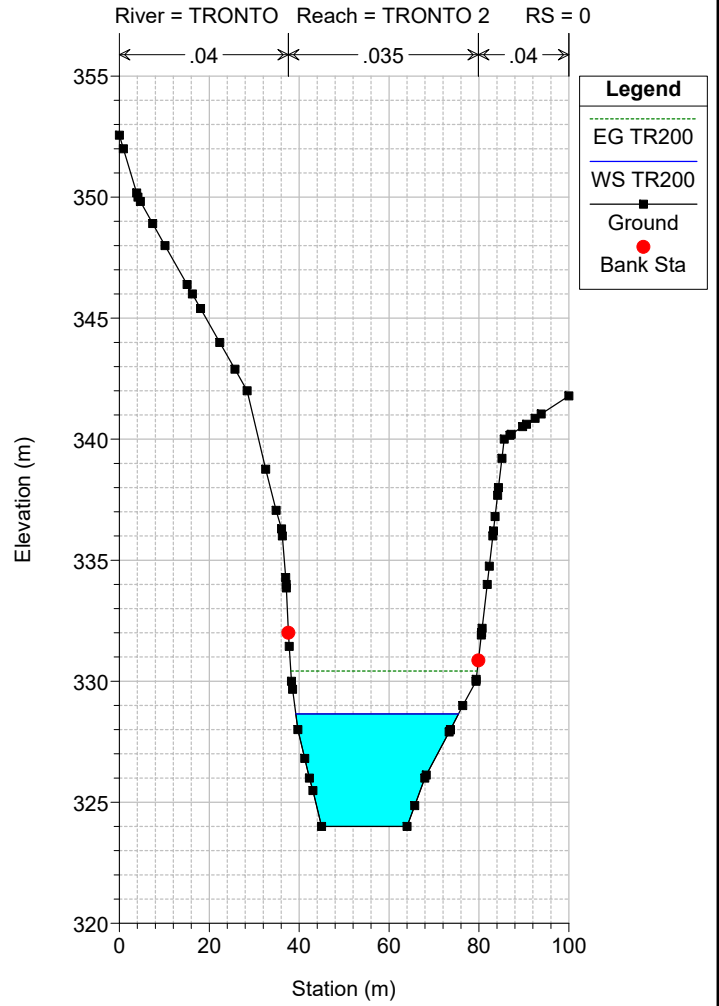
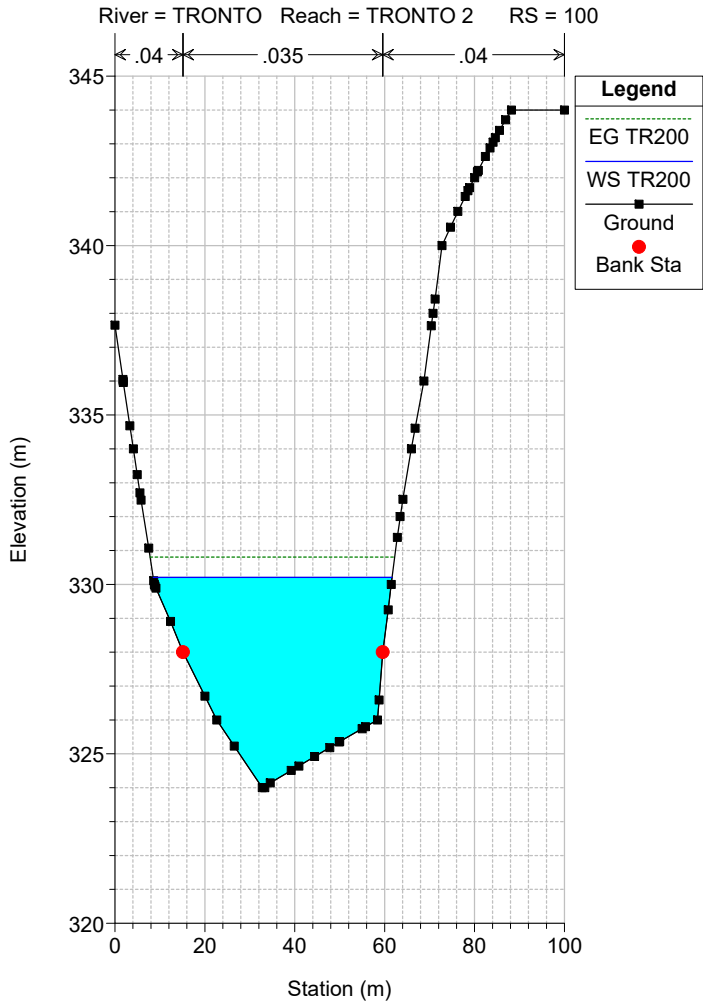
River = TRONTO Reach = TRONTO 2 RS = 1000

River = TRONTO Reach = TRONTO 2 RS = 950









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
TRONTO	8476.24	TR200	748.23	483.00	488.76	490.33	493.36	0.025039	9.61	82.34	27.89	1.54
TRONTO	8400	TR200	748.23	478.08	481.30	483.32	488.93	0.080163	12.23	61.18	29.94	2.73
TRONTO	8300	TR200	748.23	473.44	477.31	478.96	482.94	0.038679	10.73	75.96	37.54	2.03
TRONTO	8200	TR200	748.23	471.12	474.85	476.24	479.19	0.029504	9.22	81.12	29.46	1.77
TRONTO	8100	TR200	748.23	469.10	473.98	474.59	476.49	0.016465	7.01	106.79	38.09	1.34
TRONTO	8000	TR200	748.23	466.75	471.56	472.67	474.79	0.016071	7.96	94.82	28.68	1.36
TRONTO	7900	TR200	748.23	465.11	469.64	470.65	473.06	0.018095	8.22	93.04	31.34	1.45
TRONTO	7800	TR200	748.23	464.57	467.40	468.46	470.88	0.026710	8.26	90.55	36.70	1.68
TRONTO	7700	TR200	748.23	462.39	468.04	468.04	469.56	0.008357	6.21	146.74	46.47	0.96
TRONTO	7600	TR200	748.23	459.94	464.58	465.65	467.99	0.027229	8.63	97.14	41.61	1.54
TRONTO	7525.47	TR200	748.23	458.96	463.10	463.83	465.86	0.014443	7.85	109.16	38.34	1.31
TRONTO	7470.01	TR200	748.23	456.60	460.12	461.26	463.85	0.026506	8.59	88.90	38.93	1.71
TRONTO	7400	TR200	748.23	455.25	458.79	459.58	461.52	0.016089	7.48	107.76	44.50	1.36
TRONTO	7300	TR200	748.23	452.93	458.61	458.67	460.24	0.006238	5.98	148.20	50.60	0.87
TRONTO	7200	TR200	748.23	451.97	454.95	456.14	458.83	0.031079	8.74	86.74	40.23	1.83
TRONTO	7100	TR200	748.23	449.86	455.54	454.49	456.30	0.002581	4.04	210.36	58.28	0.58
TRONTO	7000	TR200	748.23	447.07	453.73	453.73	455.73	0.009086	6.71	128.24	36.77	0.98
TRONTO 1	6900	TR200	748.23	446.78	450.77	451.81	454.20	0.023592	8.44	94.66	37.37	1.61
TRONTO 1	6800	TR200	748.23	444.74	451.17	451.17	452.88	0.007479	6.43	141.68	41.14	0.91
TRONTO 1	6700	TR200	748.23	441.70	446.31	447.75	451.09	0.042060	9.69	77.24	30.29	1.94
TRONTO 1	6600	TR200	748.23	440.29	444.89	445.73	447.85	0.018762	7.62	98.23	34.43	1.44
TRONTO 1	6500	TR200	748.23	440.45	446.12	444.86	446.98	0.002809	4.13	186.00	43.88	0.61
TRONTO 1	6400	TR200	748.23	439.25	444.68	444.68	446.45	0.007950	6.38	135.09	36.42	0.94
TRONTO 1	6300	TR200	748.23	438.49	443.74	443.84	445.62	0.008447	6.14	127.72	38.74	0.98
TRONTO 1	6200	TR200	748.23	437.64	441.61	442.35	444.35	0.017711	7.33	102.10	36.04	1.39
TRONTO 1	6100	TR200	748.23	435.44	439.88	440.63	442.71	0.015082	7.45	100.60	30.49	1.25
TRONTO 1	6000	TR200	748.23	434.00	439.57	439.57	441.63	0.007324	6.52	124.06	33.50	0.96
TRONTO 1	5900	TR200	748.23	429.71	434.72	436.34	439.98	0.031174	10.32	76.18	23.36	1.72
TRONTO 1	5800	TR200	748.23	426.48	429.21	430.96	435.47	0.067254	11.08	67.53	33.72	2.50
TRONTO 1	5715.5	TR200	748.23	424.00	430.28	430.28	432.38	0.008672	6.45	119.71	30.20	0.97
TRONTO 1	5670.01	TR200	748.23	424.00	428.05	428.84	431.11	0.016670	7.76	96.81	30.29	1.36
TRONTO 1	5625.72	TR200	748.23	422.14	426.50	427.23	429.44	0.016018	7.59	98.55	29.88	1.33
TRONTO 1	5580.02	TR200	748.23	420.00	424.34	425.24	427.60	0.020375	8.01	93.52	31.92	1.48
TRONTO 1	5540	TR200	748.23	417.84	422.66	423.38	425.79	0.015631	7.83	95.54	25.36	1.29
TRONTO 1	5500	TR200	748.23	417.79	423.95	422.16	424.79	0.002499	4.09	190.02	37.44	0.55
TRONTO 1	5400	TR200	748.23	416.00	421.92	421.92	424.23	0.007769	6.79	114.80	27.13	0.95
TRONTO 1	5300	TR200	748.23	414.00	417.55	419.04	422.54	0.033886	10.03	78.20	31.92	1.88
TRONTO 1	5200	TR200	748.23	412.00	415.70	416.76	419.35	0.023316	8.46	88.42	29.65	1.56
TRONTO 1	5100	TR200	748.23	407.72	411.77	413.25	416.58	0.030675	9.71	77.06	25.61	1.79
TRONTO 1	5000	TR200	748.23	405.89	411.23	411.75	414.08	0.013004	7.47	100.18	24.31	1.17
TRONTO 1	4900	TR200	748.23	404.00	409.78	410.32	412.75	0.013437	7.62	98.17	23.54	1.19
TRONTO 1	4800	TR200	748.23	402.00	407.86	408.61	411.27	0.015329	8.17	91.64	22.19	1.27
TRONTO 1	4700	TR200	748.23	399.85	403.98	405.50	408.92	0.033856	9.85	75.99	27.90	1.91
TRONTO 1	4600	TR200	748.23	399.93	405.86	404.24	406.69	0.002470	4.06	188.25	38.53	0.57
TRONTO 1	4500	TR200	748.23	397.01	404.17	404.17	406.15	0.009181	6.76	131.60	33.17	0.88
TRONTO 2	4400	TR200	748.23	395.30	402.58	400.63	403.03	0.001385	3.13	268.82	62.39	0.42
TRONTO 2	4300	TR200	748.23	395.01	402.37	399.76	402.89	0.001257	3.22	241.25	47.36	0.42
TRONTO 2	4280		Bridge									
TRONTO 2	4265	TR200	748.23	394.41	397.94	399.16	402.05	0.035346	8.99	83.27	36.79	1.91
TRONTO 2	4200	TR200	748.23	393.31	397.30	397.96	400.04	0.018158	7.34	101.99	33.02	1.33
TRONTO 2	4130	TR200	748.23	392.65	397.78	397.20	398.95	0.005328	4.79	156.27	42.84	0.80
TRONTO 2	4120		Bridge									
TRONTO 2	4100	TR200	748.23	392.26	396.81	396.81	398.45	0.008696	5.68	131.81	40.62	1.01
TRONTO 2	4000	TR200	748.23	388.52	394.38	395.09	397.21	0.015127	7.45	100.43	29.27	1.24
TRONTO 2	3900	TR200	748.23	387.00	391.12	392.32	395.10	0.027476	8.84	84.65	30.92	1.71
TRONTO 2	3800	TR200	748.23	385.02	391.58	391.07	393.16	0.005862	5.56	135.09	30.96	0.84
TRONTO 2	3700	TR200	748.23	383.93	390.27	390.27	392.40	0.008528	6.46	116.16	28.49	0.99
TRONTO 2	3600	TR200	748.23	383.55	386.50	387.79	390.68	0.034129	9.05	82.66	34.98	1.88
TRONTO 2	3500	TR200	748.23	380.24	385.28	385.90	388.05	0.015481	7.39	102.15	31.88	1.29
TRONTO 2	3400	TR200	748.23	378.54	381.63	382.85	385.68	0.035511	8.91	84.02	37.72	1.91
TRONTO 2	3300	TR200	748.23	377.08	384.10	381.72	384.69	0.001537	3.43	222.20	42.66	0.45
TRONTO 2	3200	TR200	748.23	376.33	382.60	382.33	384.45	0.007392	6.04	124.39	29.16	0.91
TRONTO 2	3100	TR200	748.23	375.74	381.86	381.86	384.08	0.007475	6.64	116.94	28.71	0.95
TRONTO 2	3000	TR200	748.23	375.19	379.55	380.69	383.37	0.023920	8.65	86.46	29.80	1.62
TRONTO 2	2900	TR200	748.23	373.70	377.36	378.79	382.02	0.033133	9.55	78.32	29.72	1.88
TRONTO 2	2800	TR200	748.23	370.40	374.13	375.60	378.96	0.039228	9.73	77.07	33.16	2.01
TRONTO 2	2700	TR200	748.23	369.20	374.30	374.54	376.47	0.009364	6.54	117.02	34.50	1.08
TRONTO 2	2600	TR200	748.23	367.10	372.01	372.81	375.11	0.018030	7.80	95.89	30.53	1.41
TRONTO 2	2500	TR200	748.23	365.55	367.97	369.28	372.36	0.041531	9.28	80.61	38.52	2.05
TRONTO 2	2400	TR200	748.23	356.28	359.51	361.59	367.00	0.062761	12.12	61.74	26.03	2.51
TRONTO 2	2300	TR200	748.23	353.19	360.34	360.89	363.23	0.012525	7.53	99.41	22.15	1.13
TRONTO 2	2200	TR200	748.23	352.09	360.16	359.24	361.89	0.006205	5.82	128.56	24.17	0.80
TRONTO 2	2190		Bridge									
TRONTO 2	2180	TR200	748.23	352.04	359.21	359.21	361.66	0.009961	6.94	107.85	22.04	1.00
TRONTO 2	2100	TR200	748.23	351.50	356.08	357.37	360.32	0.023167	9.12	82.05	23.87	1.57
TRONTO 2	2000	TR200	748.23	351.10	356.73	356.73	358.67	0.008778	6.17	121.34	31.53	1.00
TRONTO 2	1900	TR200	748.23	350.29	356.15	353.98	356.60	0.001782	3.31	259.02	53.20	0.47
TRONTO 2	1800	TR200	748.23	349.81	354.35	354.35	356.15	0.007496	5.99	128.90	36.99	0.96
TRONTO 2	1700	TR200	748.23	346.57	351.90	352.75	354.92	0.017617	7.75	99.33	37.65	1.40
TRONTO 2	1600	TR200	748.23	345.88	352.13	351.28	353.32	0.004271	4.84	158.29	41.48	0.73
TRONTO 2	1500	TR200	748.23	345.54	352.04	350.98	352.87	0.002822	4.25	207.90	68.26	0.60
TRONTO 2	1400	TR200	748.23	345.72	350.77	350.70	352.38	0.006445	5.77	142.22	47.24	0.89
TRONTO 2	1300	TR200	748.23	344.74	350.62		351.76	0.003706	4.75	161.51	37.23	0.68

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
TRONTO 2	1200	TR200	748.23	343.78	349.86	349.86	351.27	0.006031	5.51	157.81	56.05	0.83
TRONTO 2	1100	TR200	748.23	342.00	348.26	346.09	348.75	0.001661	3.09	242.50	49.57	0.45
TRONTO 2	1050	Bridge										
TRONTO 2	1000	TR200	748.23	342.00	348.14		348.65	0.001796	3.16	236.41	49.43	0.46
TRONTO 2	950	TR200	748.23	340.71	348.21		348.53	0.000929	2.50	299.35	55.15	0.34
TRONTO 2	900	TR200	748.23	340.71	348.15		348.48	0.000957	2.52	296.36	55.02	0.35
TRONTO 2	800	TR200	748.23	342.00	347.78		348.33	0.001849	3.27	229.12	49.38	0.48
TRONTO 2	700	TR200	748.23	341.00	347.34		348.11	0.002168	4.00	207.21	51.22	0.55
TRONTO 2	600	TR200	748.23	340.00	346.85		347.85	0.002588	4.46	174.55	33.67	0.57
TRONTO 2	500	TR200	748.23	338.00	344.74	344.74	347.24	0.009929	7.00	106.86	21.52	1.00
TRONTO 2	400	TR200	748.23	334.00	339.20	341.29	345.24	0.032600	10.89	68.73	17.10	1.73
TRONTO 2	300	TR200	748.23	328.35	332.68	335.07	340.89	0.054393	12.69	58.97	19.24	2.31
TRONTO 2	200	TR200	748.23	326.00	328.57	330.29	334.64	0.057855	10.91	68.58	32.59	2.40
TRONTO 2	100	TR200	748.23	324.00	330.21	328.46	330.81	0.001882	3.45	223.81	53.15	0.50
TRONTO 2	0	TR200	748.23	324.00	328.65	328.65	330.42	0.008770	5.89	126.93	36.20	1.01