

REGIONE PIEMONTE

Provincia di Cuneo

**COMUNE DI BARBARESCO**

**RICOSTRUZIONE DI SBARRAMENTO FLUVIALE  
ESISTENTE AD USO IRRIGUO CON INNALZAMENTO  
ABBATTIBILE AD USO IDROELETTRICO E  
CENTRALE IN CORPO TRAVERSA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Elaborato n.

**A1-17**

***"Relazione di risposta integrazioni"***

Luglio 2016

Luglio 2016: richiesta integrazioni del 16/01/2016 prot. n. 3915/DVA

IL COMMITTENTE:

**Tanaro Power S.p.A.**

Via Vivaro 2  
12051 - Alba (CN)

I TECNICI INCARICATI:

**Dott. Ing. Sergio SORDO**

**Dott. Geol. Sergio ROLFO**

**Dott. Ing. Piercarlo BOASSO**

**SR STUDIO**

STUDIO DI INGEGNERIA  
Dott. Ing. Sergio Sordo  
C.so Langhe, 10 - 12051 Alba (CN)  
tel: 0173 364823  
e-mail: sordosergio@srstudio.info

**STUDIO GEOLOGICO**

Dott. Geol. Sergio Rolfo  
Via Trento e Trieste, 8/c - 12042 Bra (CN)  
tel. 0172 421933  
e-mail: studiogeologico@tiscali.it



**GAPE s.a.s.**

Dott. Ing. Piercarlo Boasso  
Via Accame, 20 - 17027 Pietra Ligure (SV)  
tel: 335 6422389  
e-mail: piercarlo.boasso@alice.it



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
**A984 Dott. Ing. Piercarlo Boasso**

## **PREMESSA**

Il presente elaborato di risposta alle integrazioni progettuali richieste nella procedura di Valutazione di Impatto Ambientale per il progetto di “Ricostruzione di sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo con innalzamento abbattibile ad uso idroelettrico e centrale in corpo traversa” illustra e approfondisce punto per punto le criticità individuate dalle amministrazioni preposte al rilascio dei pareri di competenza, invitando il lettore quando necessario alla lettura degli appositi elaborati di dettaglio allegati alla presente documentazione integrativa.

In particolare la relazione di risposta è articolata in 5 macroaree in relazione alle richieste di integrazione pervenute dagli enti sopracitati.

*1. Approfondire lo studio elaborato ai fini della Valutazione di Incidenza sui siti della Rete Natura 2000 nell'area vasta, con particolare riferimento agli obiettivi di conservazione della attuale continuità ecologica del fiume Tanaro;*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-7 "Valutazione di Incidenza ZPS IT1160054 Fiume Tanaro e Stagni di Neive" allegato alla presente trasmissione di documentazione integrativa

*2. Approfondimento degli effetti determinati dalla realizzazione della traversa con particolare riferimento all'innalzamento del livello idrico del fiume Tanaro a monte della traversa, alla sicurezza dei luoghi e dei centri abitati;*

Gli effetti legati alla realizzazione della traversa in progetto, con particolare riferimento all'idraulica di piena (variazione livelli idrici ed effetto di rigurgito), sono dettagliatamente descritti nella relazione di riposta alle integrazioni richieste dalla Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, protezione Civile, Trasporti e Logistica ai punti 3.b, 3.c e 3.f.

Per quanto concerne gli aspetti legati alla sicurezza dei luoghi e dei centri abitati si rimanda alla medesima relazione ed in particolare al punto 3.g.

*3. Approfondimento su continuità fluviale e condizioni della componente vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi immediatamente a valle della traversa.*

Si rimanda il lettore agli elaborati SA-8 "Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci" dove vengono trattati in modo esaustivo i punti sopraindicati. Si rimanda per la componente vegetazionale si rimanda all'elaborato SA-10 "Proposte di misure compensative da realizzarsi a seguito della messa in esercizio dell'impianto".

*4. Approfondimenti e chiarimenti sul tema DMV;*

Si rimanda il lettore agli elaborati SA-8 "Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci"

*6. Approfondimenti sulle possibili interferenze/conflicti tra la derivazione a scopi irrigui e la derivazione uso idroelettrico;*

Si trasmette l'elaborato A-11 "Convenzione di corso consorzio irriguo" e l'elaborato A11-1 "Lettera di trasmissione progetto al Consorzio Capitto".

7. *Approfondimento ed aggiornamento su documentazione PUT;*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo".

8. *Approfondimento delle criticità relative all'ambiente idrico, al suolo ed al sottosuolo su eventuali rischi di natura idraulico-idrogeologica (problemi di stabilità, variazioni della quota della falda, simulazioni con modello di calcolo nelle condizioni più sfavorevoli);*

Relativamente alle richieste sopraindicate si rimanda il lettore a:

- Per le valutazioni sul rischio idraulico alle relazioni A20 "Studio della dinamica fluviale" e alle richieste della regione Piemonte nella presente relazione.
- Per la verifica delle variazioni della quota di falda al paragrafo dedicato nella presente relazione al punto 5. delle richieste della Regione Piemonte
- Alla relazione A1-18 "Integrazioni alla relazione di calcolo strutturale traversa" dove sono riportati i calcoli ai sensi del decreto 26 giugno 2014 - Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse), di tipo strutturale, geotecnico ed idraulico, inerenti le opere in progetto.

9. *Fornire un quadro aggiornato dello stato delle autorizzazioni che la società Proponente ha richiesto alle amministrazioni competenti, necessarie per la realizzazione delle opere di progetto, con particolare riferimento all'autorizzazione paesaggistica ;*

## ALLEGATO 9

**Autorizzazioni, intese, concessioni, licenze, pareri, nulla osta e assensi comunque denominati in materia ambientale, necessari per la realizzazione e l'esercizio dell'opera o dell'impianto - Art.23 comma 2 D.Lgs.152/2006 e s.m.i**

<b>Proponente</b>	TANARO POWER S.p.A.
<b>Progetto</b>	Progetto di ricostruzione di sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo con innalzamento abbattibile ad uso idroelettrico e centrale in corpo traversa
<b>Categoria di opera</b>	N.13 dell'Allegato II – Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i

## AUTORIZZAZIONI AMBIENTALI PER LA REALIZZAZIONE/ESERCIZIO DI SPECIFICHE TIPOLOGIE D'OPERA

Autorizzazioni ambientali	Riferimenti normativi	Oggetto del regime autorizzativo	Autorità competente	Acquisita (SI/NO/NP <sup>1</sup> )
Autorizzazione Integrata Ambientale <sup>2,3</sup>	D.Lgs.152/2006 e s.m.i. – Parte Seconda, Titolo III bis	Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento	Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare <sup>2</sup> Regione/Provincia <sup>3</sup>	<b>NP</b>
Nulla Osta di Fattibilità (NOF) <sup>4</sup>	D.Lgs.334/1999 e s.m.i. (art.21, c.3) D.Lgs.19/3/2001 (art.3) D.Lgs.238/2005 e s.m.i.	Controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose	Comitato Tecnico Regionale	<b>NP</b>

<sup>1</sup> NP: Autorizzazione non pertinente alla tipologia d'opera

<sup>2</sup> Allegato XII – Parte II D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

<sup>3</sup> Allegato VIII – Parte II D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

<sup>4</sup> Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori a quelle indicate nell'Allegato I al D.Lgs.334/1999 e s.m.i.

Emissioni dei gas a effetto serra <sup>5</sup>	D.Lgs.30/2013	Rilascio in atmosfera dei gas a effetto serra a partire da fonti situate in un impianto	Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (Comitato nazionale di gestione e attuazione della direttiva 2003/87/CE)	<b>NP</b>
<i>(inserire eventuali ulteriori autorizzazioni ambientali)</i>				

<sup>5</sup> Categorie di attività indicate nell'Allegato I al D.Lgs.30/2013 o che emettono gas a effetto serra indicati nell'Allegato II al D.Lgs.30/2013

### AUTORIZZAZIONI AMBIENTALI PER LA REALIZZAZIONE/ESERCIZIO RELATIVE A SPECIFICHE CARATTERISTICHE DEL CONTESTO LOCALIZZATIVO O ATTIVITA'

Autorizzazioni ambientali	Riferimenti normativi	Oggetto del regime autorizzativo	Autorità competente	Acquisita (SI/NO/NP <sup>6</sup> )
Deposito temporaneo, stoccaggio rifiuti (deposito preliminare)	D.Lgs.152/2006 s.m.i. (art.183)	Gestione dei rifiuti	Provincia o eventuale altro soggetto delegato	<b>NP</b>
Utilizzo terre e rocce da scavo	D.M.161/2012	Gestione dei materiali da scavo	Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare	<b>NO</b>
Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte	D.Lgs.152/2006 e s.m.i. (Art. 109) D.M.24/01/1996	Gestione dei sedimenti marini connessi con determinate attività	Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare o Regione	<b>NP</b>
Scarichi idrici	D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (Parte Terza, Capo III ) Norme regionali di settore	Gestione acque reflue	Provincia o eventuale altro soggetto delegato (ATO, Comune)	<b>NP</b>
Prelievo e utilizzo acque, superficiali e sotterranee	R.D.1775/1933 D.Lgs.152/2006 e s.m.i. (Parte Terza, Capo II ) Norme regionali di settore	Gestione risorse idriche	Provincia o eventuale altro soggetto delegato (ATO, Comune)	<b>NO</b>
Autorizzazione paesaggistica	D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. (artt. 146) D.P.C.M. 12/12/2005	Aree soggette a vincolo paesaggistico	Regione e Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo	<b>NO</b>
Verifica preventiva dell'interesse archeologico	D.Lgs.42/2004 (art.28 c.4) D.Lgs.163/2006 (artt.95-96)	Lavori pubblici in aree di interesse archeologico e opere pubbliche	Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo	<b>NP</b>
Parere/autorizzazione/nulla osta compatibilità idrogeologica	D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (Parte Terza, art.67) Piani di Assetto Idrogeologico	Aree a pericolosità / rischio idraulico e/o geomorfologico	Autorità di Bacino/Distretto	<b>NO</b>
Parere/nulla osta in area naturale protetta	Legge 394/1991 Norme istitutive e regolamentari delle aree protette	Aree naturali protette di livello nazionale, regionale, locale (Parco nazionale, Parco regionale, Riserva, ...)	Ente Parco (o altra Autorità di gestione dell' area naturale protetta)	<b>NP</b>

<sup>6</sup> NP: Autorizzazione non pertinente alle caratteristiche del contesto localizzativo o attività

Vincolo idrogeologico	R.D.30/12/1923, n.3267 R.D.L.16/05/1926, n.1126 Norme regionali di settore	Aree soggette a vincolo idrogeologico	Varie (Regione, Provincia, Comune)	<b>NP</b>



10. *Le integrazioni/chiarimento richieste dalla Regione Piemonte ed eventualmente da altri Enti, dovranno essere sottoposte alla nostra attenzione;*

Si rimanda il lettore all'apposito capitolo della presente relazione

11 *Chiarimenti e controdeduzioni della Società proponente alle osservazioni pervenute;*

1. *Identificare la quantità di materiali che si intende gestire nell'ambito del regime dei rifiuti per ogni WBS;*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo" per la trattazione esaustiva delle richieste sopraindicate

2. *Fornire caratterizzazioni più complete, integrando quelle già eseguite per renderle conformi a quanto previsto dall'Allegato 2 alla parte Quarta, Titolo V, del D.Lgs 152/06 e dell'Allegato 4 al D.M. n.161/2012, estendendole anche alle formazioni basali del letto del fiume. Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, sarà necessario effettuare anche un campione delle acque sotterranee, con metodica dinamica (Allegato 2, D.M. 161/12).*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo" per la trattazione esaustiva delle richieste sopraindicate.

3. *Definire la provenienza di eventuali materiali inerti e blocchi da scogliera necessari per la realizzazione dell'opera, individuando cave in attività la cui produzione sia compatibile con le caratteristiche richieste;*

Si comunica che le Cave di origine per i materiali lapidei da costruzione sia per i rivestimenti che per le scogliere sono:

- B.M.P. di Ribotto Michelino e C snc, Via Palazzo 8 BAGNOLO PIEMONTE (CN)
- ALPE srl, Via Cave 265, BAGNOLO PIEMONTE (CN)

4. *Fornire il cronoprogramma dettagliato dei lavori con distinguibili le varie fasi di scavo, di trasporto e di messa in opera delle quantità descritte;*

Si trasmette la revisione dell'elaborato A7-R1 "Cronoprogramma e fasi di cantiere" con la distinzione delle differenti fasi di scavo, di trasporto e di messa in opera delle quantità di terreno descritte e all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo".

5. *Produrre analisi di dettaglio sull'operatività degli eventuali siti temporanei definendo ed ubicando nel cronoprogramma dei lavori le tempistiche di deposito e movimentazione dei materiali;*

Si trasmette la revisione dell'elaborato A7-R1 "Cronoprogramma e fasi di cantiere" con la distinzione delle differenti fasi di scavo, di trasporto e di messa in opera delle quantità di terreno descritte e all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo".

*6. Dettagliare le modalità di sistemazione finale del materiale proveniente dagli scavi presentando, se necessario, i relativi progetti approvati dagli Enti competenti;*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo" per la trattazione esaustiva delle richieste sopraindicate.

*7. Chiarire gli eventuali depositi temporanei se le aree individuate siano sufficienti a ricevere tutti i materiali da abbancare;*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo" per la trattazione esaustiva delle richieste sopraindicate.

*8. Con l'occasione si richiama infine, per le opportune verifiche ed eventuali integrazioni al PUT, il comma 3° dell'art.185 del D.Lgs 152/2006 che recita "fatti salvi gli obblighi derivanti dalle normative comunitarie specifiche, sono esclusi dall'ambito di applicazione della parte quarta del presente decreto i sedimenti spostati all'interno di acque superficiali ai fini della gestione delle acque e dei corsi d'acqua o della prevenzione di inondazioni o della riduzione degli effetti di inondazioni o siccità o ripristino dei suoli se è provato che i sedimenti non son pericolosi ai sensi della decisione 2000/532/CE della Commissione del 3 maggio 2000 e successive modificazioni".*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo" per la trattazione esaustiva delle richieste sopraindicate.

1. Dovrà essere sviluppata con un grado di approfondimento utile a trarre valutazioni di merito una soluzione alternativa di valorizzazione energetica della risorsa idrica senza sopraelevazioni dello sbarramento, che minimizzerebbe i principali impatti ambientali ascrivibili alla creazione dell'invaso (impatto paesaggistico, modifiche idromorfologiche). Inoltre dovrà essere valutata la fattibilità di alternative per ripristinare la funzionalità irrigua senza necessità di ricostruzione dello sbarramento trasversale.

Analogamente alle condizioni con sbarramento sopraelevato si calcola la produzione annua attesa dell'impianto idroelettrico in progetto nell'ipotesi di ripristinare la traversa fissa alla quota ante crollo del 2010 senza sopraelevazione mobile.

La stima della produzione di energia nell'anno medio viene effettuata considerando:

- la curva di durata delle portate utilizzabili;
- il salto idraulico disponibile;
- le perdite di carico;
- i rendimenti delle turbine e dei generatori elettrici in funzione delle portate derivate.

Il salto disponibile è variabile con il variare della portata in arrivo. Alla portata minima di funzionamento, 9.6 m<sup>3</sup>/s in arrivo (6.6 m<sup>3</sup>/s turbinati), il salto disponibile è pari a 5.34 m, mentre alla portata massima di funzionamento pari a 300 m<sup>3</sup>/s (100 m<sup>3</sup>/s turbinati) il salto residuo disponibile è pari a 3.52 m. Per portate in arrivo maggiori lo sbarramento mobile viene abbattuto.

La potenza effettiva  $W_e$  disponibile in relazione ad una portata derivabile  $Q_d$  e ad un salto idraulico netto  $H_m$  (depurato delle perdite di carico) risulta dalla formula:

$$W_e = 9.81 \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \gamma \cdot Q_d \cdot H_m$$

dove  $\eta_t$   $\eta_g$  rappresentano rispettivamente il rendimento delle turbine ed il rendimento dei generatori. Il rendimento dei generatori e delle turbine è variabile in funzione della portata derivata.

Percentuale di utilizzo	100%	80%	60%	40%	20%
rendimento turbina biregolante	89.2	91.1	91.0	88.0	66.1
rendimento generatore	95.6	96.1	96.3	95.9	92.1

**Tab. 1.1. Rendimenti delle turbine e del generatore**

L'energia producibile dall'impianto idroelettrico in esame nell'anno medio si ottiene dalla sommatoria delle potenze medie giornaliere, ottenibili tramite le portate della curva di durata delle portate derivabili, moltiplicate per 24 ore.

Considerando la curva di durata delle portate derivabili e le caratteristiche dell'impianto sopra descritte si ottiene una produzione di energia nell'anno medio pari a 14.82 GWh.

La produzione è sensibilmente inferiore a quella adottata che prevede la realizzazione di un sovrizzo mobile alto 80 cm (17.58 GWh).

Per quanto riguarda la valutazione dell'alternativa di non ricostruzione della traversa per il ripristino della funzionalità irrigua si rende necessario il pompaggio dell'acqua dal Fiume Tanaro al Canale San Marzano.

Il periodo irriguo in concessione al Consorzio Capitto va da maggio a settembre con una portata costante pari a 700 l/s. Il livello medio del Fiume Tanaro nel periodo irriguo è pari a 143.73 m s.l.m. mentre la quota di scorrimento del tubo in acciaio di alimentazione del canale è pari a 148.10 m s.l.m.

La prevalenza media necessaria, pari a circa 5.8 m, è data dalla differenza tra i livelli sopraccitati di 4.77 m (148.50 m s.l.m pelo libero nel tubo e 143.73 m s.l.m livello medio del F. Tanaro) a cui si sommano le perdite nella tubazione (circa 1 m).

Considerando un rendimento delle pompe pari al 75 % si ha che la potenza necessaria è pari a:

$$W = \frac{9.81 \cdot 0.7 \cdot 5.8}{0.75} = 53.1 \text{ kW}$$

mentre il consumo annuo è pari a 195MWh

*2. Per quanto attiene agli aspetti idromorfologici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
a. studio della dinamica fluviale del tratto interessato, sia a monte (doppia ansa) che a valle (ponte di Neive), con ricostruzione storica delle recenti variazioni del corso d'acqua in relazione alle piene più significative e alla presenza di opere;*

La valutazione della dinamica fluviale del tratto interessato è stata eseguita con riferimento all'arco temporale 1954-2014.

Nella tavola in allegato (elaborato A20 “Studio della dinamica fluviale”) è indicata l’evoluzione planimetrica dell’alveo bagnato del F. Tanaro con riferimento agli anni 1954, 1991, 1994, 2007, 2011 e 2014.

Si riporta un estratto di tale tavola:

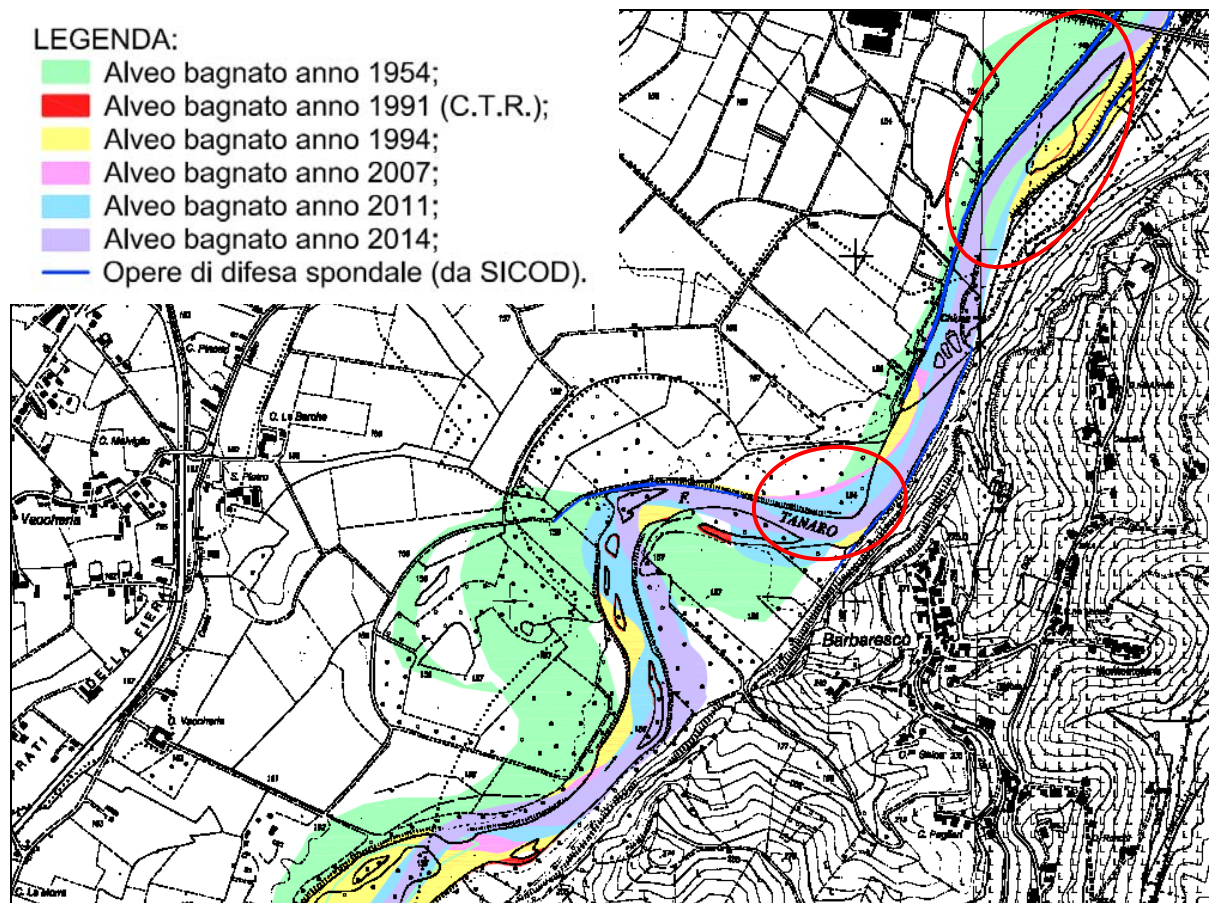


Fig. 2.a.1. Evoluzione planimetrica del F. Tanaro nell’arco temporale 1954 – 2014.

Osservando tale planimetria si evidenzia che, nel tratto interessato dall’impianto in progetto, il tracciato del corso d’acqua si è mantenuto sostanzialmente inalterato dal 1991 ad oggi. Le uniche variazioni apprezzabili nell’arco temporale 1991-2014 (evidenziate dai cerchi rossi nella Fig. 2.a.1) sono la tendenza del fiume a ridurre l’angolo di curvatura in uscita dalla doppia ansa di Barbareasco ed un restringimento dell’alveo bagnato del corso d’acqua con annessa tendenza allo spostamento dello stesso verso la sponda sinistra nella zona immediatamente a monte del ponte della SP 3 “Castagnito-Neive”.

Dal confronto tra l'alveo del 1954 e quello del 1991 emergono, invece, alcune differenze significative in particolare nella zona in corrispondenza della doppia ansa a monte dell'impianto in progetto e nella zona a monte del ponte della SP 3 "Castagnito-Neive"; l'alveo del 1954 appare più ampio rispetto a quello attuale. Si segnala inoltre, sempre con riferimento all'arco temporale 1954-1991, una tendenza alla traslazione verso valle del meandro.

Analizzando la localizzazione spaziale delle opere di difesa spondale (fonte: SICOD e rilievo topografico di dettaglio), appare plausibile che esse abbiano contribuito in modo significativo a impedire la traslazione verso valle del meandro e a vincolare il tracciato del fiume nella zona compresa tra la traversa ed il ponte della SP 3 "Castagnito-Neive". Infatti esse sono localizzate laddove il corso d'acqua evidenziava maggiori segni di "vitalità" e cioè in corrispondenza del lato esterno della doppia ansa ed in sponda sinistra nella zona a monte del ponte della S.P.3 "Castagnito – Neive".

*2. Per quanto attiene agli aspetti idromorfologici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
b. ricostruzione della situazione che ha portato al crollo nel 2010, in assenza di una piena significativa, del precedente sbarramento ortogonale;*

Da un sopralluogo in sito per constatare le attuali condizioni della parte restante della traversa si deduce che le probabili cause del crollo della traversa sono da imputarsi ad una erosione a valle della stessa provocata dal risalto idraulico in assenza di una vasca di dissipazione e dal sifonamento della traversa stessa che, in assenza di un taglio di monte, ha portato allo svuotamento dello spazio tra i pali prima occupato da materiale litoide incoerente.

La situazione risultante è stata quindi una palafitta di pali collegati in sommità, ma non contrastati dalla spinta passiva del terreno di valle, che è divenuta instabile alla spinta dell'acqua ed ha portato al crollo della traversa per rotazione alla base dei pali di fondazione.



**Fig. 2.b.1. Fotografia rappresentativa della situazione attuale. Si evidenzia, sulla porzione rimasta della traversa, la presenza dei pali di fondazione collegati in sommità.**

*2. Per quanto attiene agli aspetti idromorfologici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
c. previsione delle ripercussioni della costruzione dell'opere sull'idromorfologia dell'alveo, sulla migrazione delle anse, sulle modalità di trasporto e sedimentazione;*

Utilizzando il codice di calcolo "BASEMENT", sviluppato dal "Dipartimento di Idraulica del Politecnico Federale di Zurigo" sono state eseguite delle simulazioni 2D relative alla valutazione del trasporto solido e all'individuazione delle zone di erosione/deposito.

In questo modo è possibile individuare le tendenze evolutive più probabile del F. Tanaro considerando sia lo scenario attuale che quello di progetto.

L'attuale versione del software non possiede una idonea interfaccia grafica; è stato quindi necessario pre-processare i dati in ingresso e post-processare quelli in uscita utilizzando altri programmi. In particolare, per la costruzione della mesh di calcolo e la successiva visualizzazione dei risultati ottenuti, è stato utilizzato il software SMS.



Una descrizione maggiormente dettagliata del programma di calcolo Basement è riportata nell'elaborato A17 "*Studio idraulico mediante modellizzazione bidimensionale*".

Per quanto concerne le scabrezze da assegnare alle tipologie di superficie che compongono l'area in studio si sono adottati, i seguenti valori:

- Alveo principale:  $n = 0.06 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ( $c = 17 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ );
- Zone golenali:  $n = 0.0333 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ( $c = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ );
- Traversa e opere in c.a:  $n = 0.0167 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ( $c = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Tali valori di scabrezza sono inferiori (con riferimento a Manning) rispetto a quelli utilizzati nella modellizzazione monodimensionale; ciò deriva dal fatto che i coefficienti di scabrezza utilizzati nella modellizzazione 1D sono dei "coefficienti globali" in grado di tenere conto dell'insieme dei complessi fenomeni dissipativi che si verificano durante il passaggio di una piena significativa che il modello 1D non è in grado di considerare. Con una modellizzazione 2D parte di tali fenomeni vengono invece messi in conto, pertanto è possibile utilizzare dei valori di scabrezza di Manning inferiori.

La ricostruzione della batimetria implementata nella griglia di calcolo è stata effettuata a partire dai risultati del rilievo topografico della zona eseguito dall'Ing. Marco Carretto di Monchiero, mentre per la zona fuori alveo è stato utilizzato in DTM ICE disponibile sul sito della Regione Piemonte.

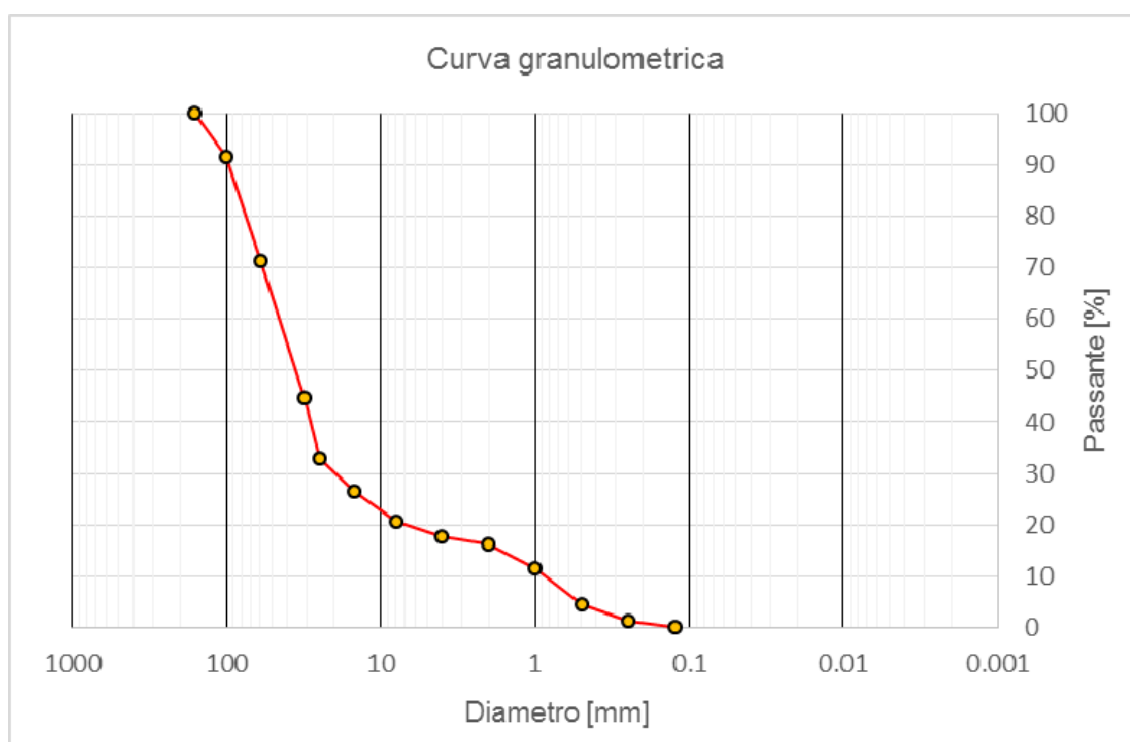
Lo studio delle dinamiche di tipo generalizzato, che si manifestano su una scala temporale medio-lunga, è stato effettuato con riferimento alla portata formativa in quanto essa è quella che, nell'ampio intervallo di variabilità delle portate fluviali, è maggiormente responsabile della geometria dell'alveo.

In mancanza di analisi più approfondite la portata formativa viene solitamente assunta pari alla portata a piene rive che, come meglio descritto nel punto 3.e, è stata stimata pari a  $710 \text{ m}^3/\text{s}$  con riferimento alla situazione attuale e  $650 \text{ m}^3/\text{s}$  con riferimento alla situazione di progetto.

Per avere scenari confrontabili si è deciso di utilizzare, nelle simulazioni 2D finalizzate alla valutazione del trasporto solido e all'individuazione delle zone di

deposito/erosione, la portata di  $650 \text{ m}^3/\text{s}$  sia nella situazione attuale che in quella di progetto.

Per quanto concerne la composizione granulometrica del materiale d'alveo è stata costruita la curva granulometrica nel seguito riportata:



**Fig. 2.c.1. Curva granulometrica F. Tanaro presso Barbaresco**

Dall'esame della sopraccitata curva si rileva che il materiale d'alveo presenta un diametro  $d_{50}$  pari a 34.5 mm, mentre il  $d_{90}$  è pari a 96.8 mm.

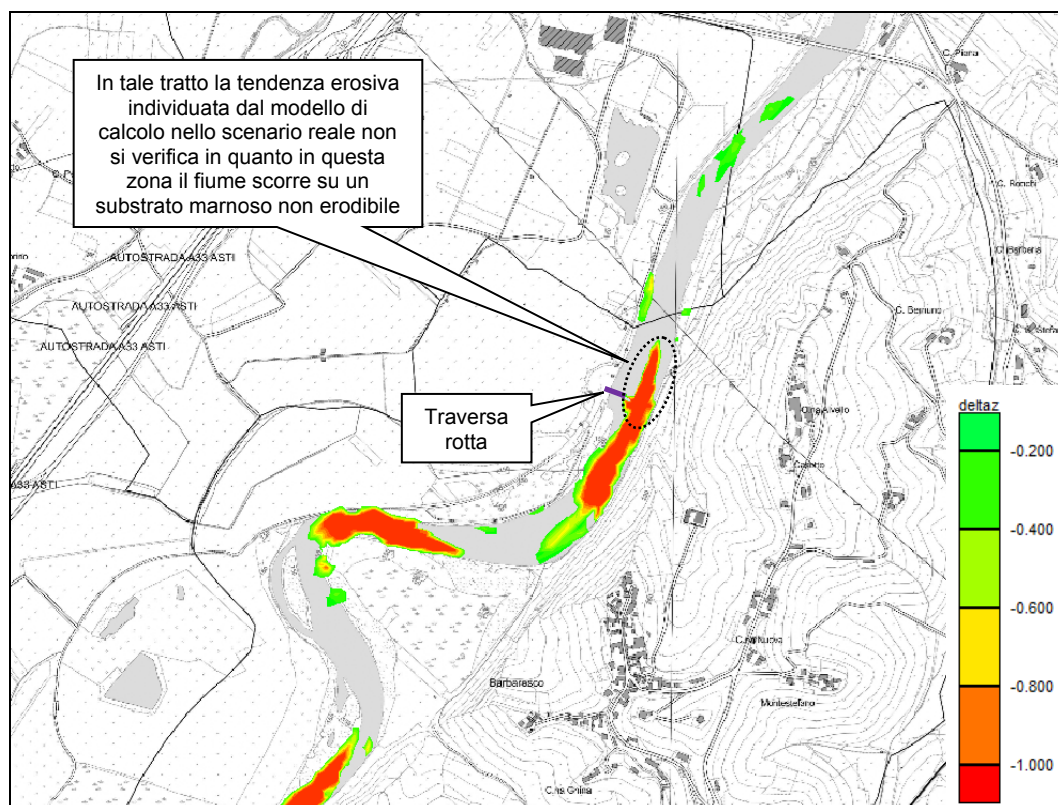
Si riportano i risultati delle simulazioni 2D eseguite con particolare riferimento alla valutazione delle zone di erosione e deposito.

Si evidenzia che nelle simulazioni a fondo mobile eseguite è stato impostato uno spessore massimo di materiale erodibile ovunque pari ad un metro, tranne in corrispondenza della traversa esistente (in parte danneggiata) ed in progetto dove sono stati definiti dei punti a quota fissa. I risultati delle simulazioni possono pertanto evidenziare erosioni anche laddove esse non sono fisicamente possibili.

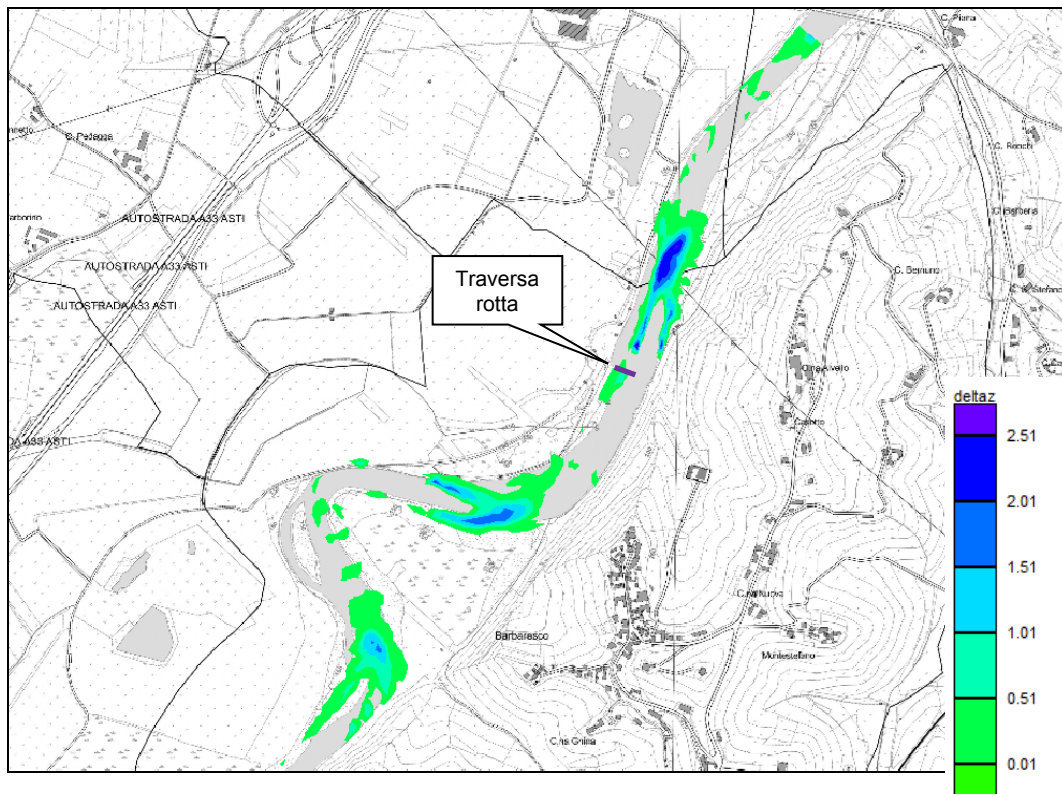
In particolare, nella situazione attuale nel tratto a ridosso della traversa crollata e nella situazione di progetto nel tratto immediatamente a valle della sbarramento, il modello evidenzia una tendenza all'erosione; in tale area tuttavia, come evidenziato dai sopralluoghi effettuati, il fiume scorre su un substrato marnoso che risulta sostanzialmente non erodibile.

Pertanto, nella zona a valle della traversa in progetto, anche se il modello individua una tendenza all'erosione del fondo alveo, nella realtà non si possono verificare abbassamenti significativi del fondo in quanto il fiume scorre tale substrato poco erodibile.

### Situazione attuale

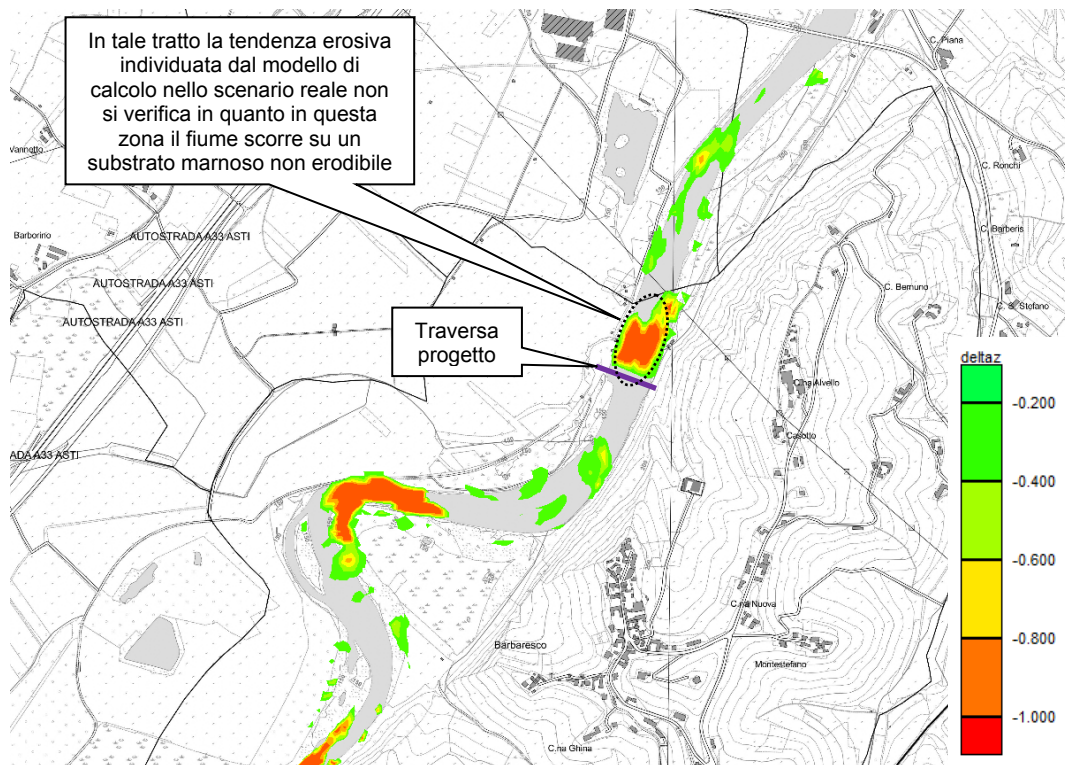


**Fig. 2.c.2. Individuazione delle zone in erosione nello scenario attuale.**

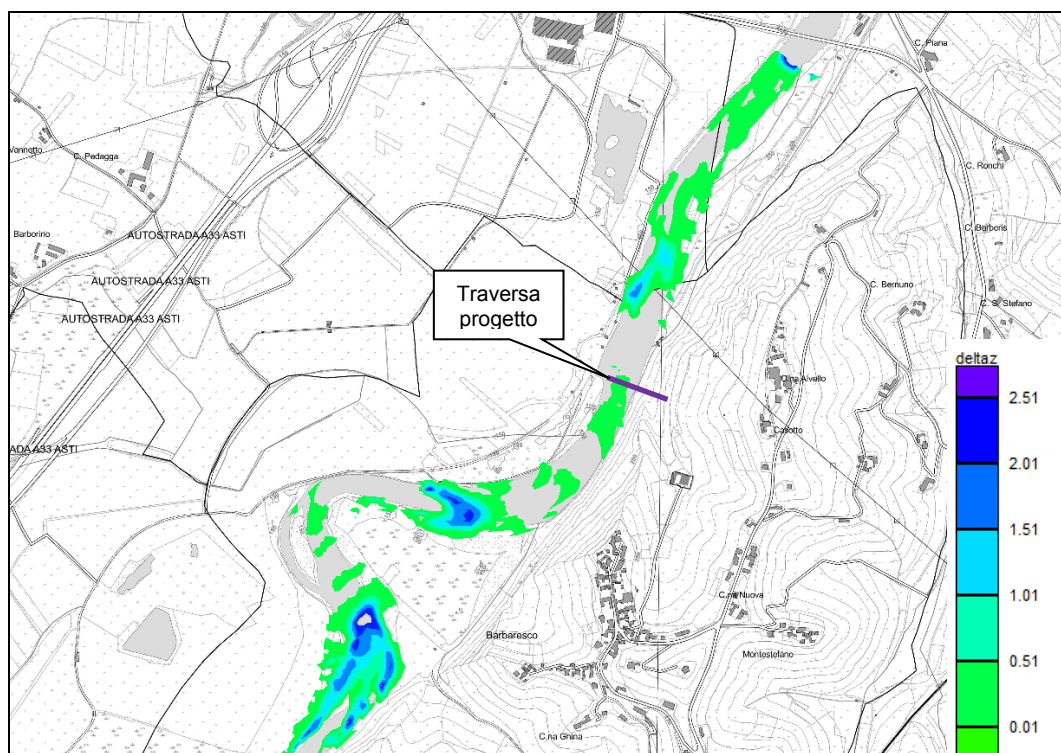


**Fig. 2.c.3. Individuazione delle zone in deposito nello scenario attuale.**

**Situazione di progetto**



**Fig. 2.c.4. Individuazione delle zone in erosione nello scenario di progetto.**



**Fig. 2.c.5. Individuazione delle zone in deposito nello scenario di progetto.**

Le simulazioni bidimensionali a fondo mobile effettuate evidenziano la presenza, nella situazione attuale, di erosioni in corrispondenza dell'ansa di Barbaresco e nella zona a ridosso della traversa danneggiata. La porzione rimasta di sbarramento, presente sul lato sinistro dell'alveo, tende a convogliare le portate liquide su una porzione limitata dell'alveo (lato destro) con conseguente incremento delle velocità idriche e della capacità di trasporto solido; in tale area, potenzialmente, si possono quindi verificare fenomeni erosivi con abbassamenti significativi del fondo alveo. In realtà, come precedentemente illustrato, a ridosso della traversa danneggiata il Tanaro scorre su un substrato marnoso assai poco erodibile e pertanto nello scenario reale tali abbassamenti non possono verificarsi. Per quanto concerne i depositi, le simulazioni 2D eseguite individuano una tendenza al deposito nella zona immediatamente a valle dell'area in cui si verificano le erosioni in corrispondenza dell'ansa di Barbaresco e qualche centinaio di metri a valle della traversa danneggiata.

Per quanto concerne lo scenario di progetto, nella zona in corrispondenza della doppia ansa di Barbaresco, la situazione è sostanzialmente analoga a quella attuale.

Le variazioni significative rispetto allo scenario attuale si evidenziano limitatamente al tratto a ridosso della traversa dove si registra una tendenza al deposito nella zona immediatamente a monte dello sbarramento (con depositi dell'ordine dei 15-20 cm) e una tendenza potenziale all'erosione nel tratto immediatamente a valle. In realtà, come precedentemente illustrato, nella zona a ridosso della traversa in progetto, il Tanaro scorre su un substrato marnoso assai poco erodibile e pertanto nello scenario reale gli abbassamenti evidenziati dalla modellizzazione numerica non possono verificarsi.

Come meglio descritto in seguito (vedasi punto 3.h) si prevede l'apertura periodica della paratoia sghiaiatrice per consentire la presa in carico, da parte della corrente transitante nel canale sghiaiatore, dei depositi che si formano nel tratto a monte della traversa. Grazie all'apertura periodica della paratoia sghiaiatrice tale materiale verrà movimentato dalla corrente verso valle, compensando così la carenza di materiale solido nel tratto immediatamente a valle dello sbarramento.

Sulla base di quanto precedentemente esposto si ritiene, ragionevolmente, che l'opera in progetto non determina delle ripercussioni significative sull'idromorfologia dell'alveo, sulla migrazione delle anse e sulla continuità del trasporto solido.

*2. Per quanto attiene agli aspetti idromorfologici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
d. valutazione degli effetti dell'interruzione longitudinale (sbarramento) e laterale (muri di sponda) sulla qualità morfologica del corso d'acqua.*

Gli effetti sulla qualità idromorfologica del corso d'acqua, con particolare riferimento all'interruzione longitudinale e laterale dello stesso, sono limitati dalle misure/azioni compensative previste per garantire la continuità del fiume. Tali aspetti sono illustrati in modo dettagliato nel punto 3.h.

*2. Per quanto attiene agli aspetti idromorfologici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
e. valutazione delle interferenze con il progetto già approvato di modifica del corso d'acqua per la protezione della rocca di Barbaresco.*

Al fine di verificare le interferenze tra le opere a progetto e quelle già autorizzate relative all'intervento di protezione delle rocche di Barbaresco sono stati prodotti degli elaborati grafici riportanti le planimetrie e le sezioni degli interventi A3-11 "Verifica interferenza con il progetto per la protezione delle rocche di Barbaresco"

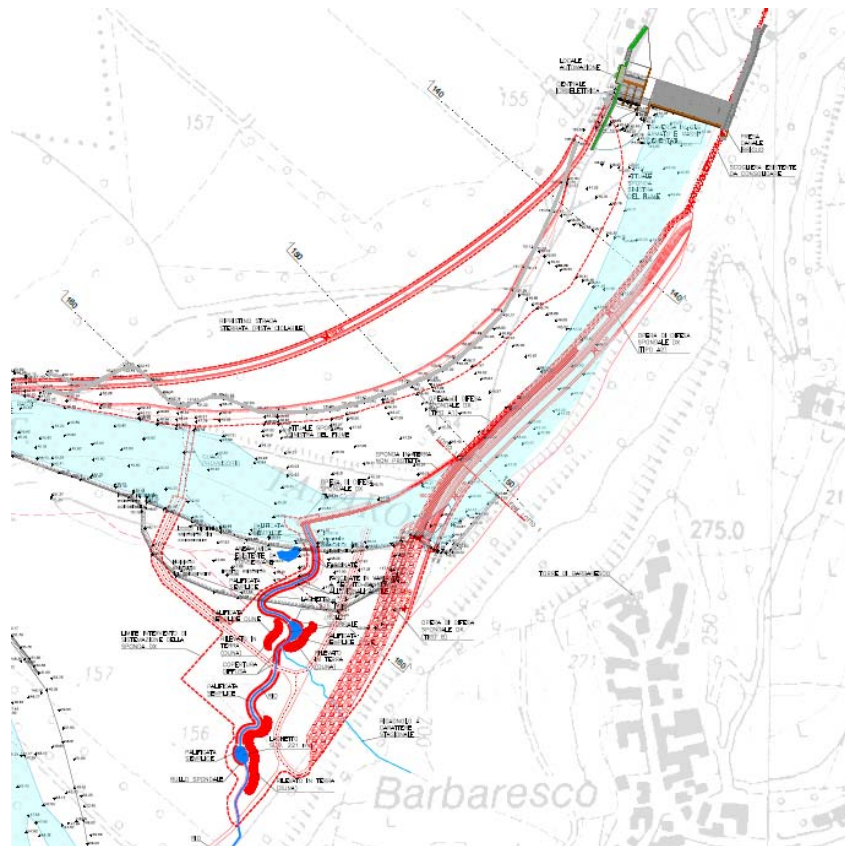


Fig.2.e.1 Planimetria delle opere già autorizzate (in rosso) sovrapposte al progetto in esame.

Nelle condizioni di esercizio non sono evidenziabili interferenze tra le opere a progetto e il progetto approvato di modifica del corso d'acqua per la protezione delle rocche di Barbaresco in quanto:

- 1.La quota di progetto del nuovo argine è imposta a +155.00 m s.l.m. mentre l'oscillazione dei livelli in alveo in condizioni di esercizio dell'impianto, ovvero con la parte mobile alzata, varia tra +149.26 m s.l.m. e +150.11 m s.l.m (livelli corrispondenti alle portate derivate variabili tra la minima di esercizio di  $6.6 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ed il transito della portata con tempo di ritorno duecentennale avviene con un livello in alveo pari a +152.36 m s.l.m., dunque sempre contenute all'interno delle sponde
- 2.Tutti i livelli sia in esercizio sia in condizioni di piena sono ampiamente contenuti all'interno del intervento di protezione spondale autorizzato.

3. Per quanto riguarda il transito delle portate di piena, il ripristino della traversa ha effetti positivi sulle opere di difesa autorizzate, poiché rallentando la velocità della corrente si riduce anche la capacità erosiva della stessa.
4. Le potenziali interferenze dunque si riducono ad un eventuale simultaneità nella realizzazione degli interventi che è superata mediante una corretta pianificazione delle lavorazioni e della gestione del cantiere.

*2. Per quanto attiene agli aspetti idromorfologici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
f. analisi dell'alternativa progettuale di realizzare lo sbarramento obliquamente alla corrente (come l'antico sbarramento e come altri presenti lungo il corso del Tanaro: Verduno e S. Vittoria), distribuendo la corrente su una lunghezza ben maggiore di quella ottenibile con uno sbarramento ortogonale;*

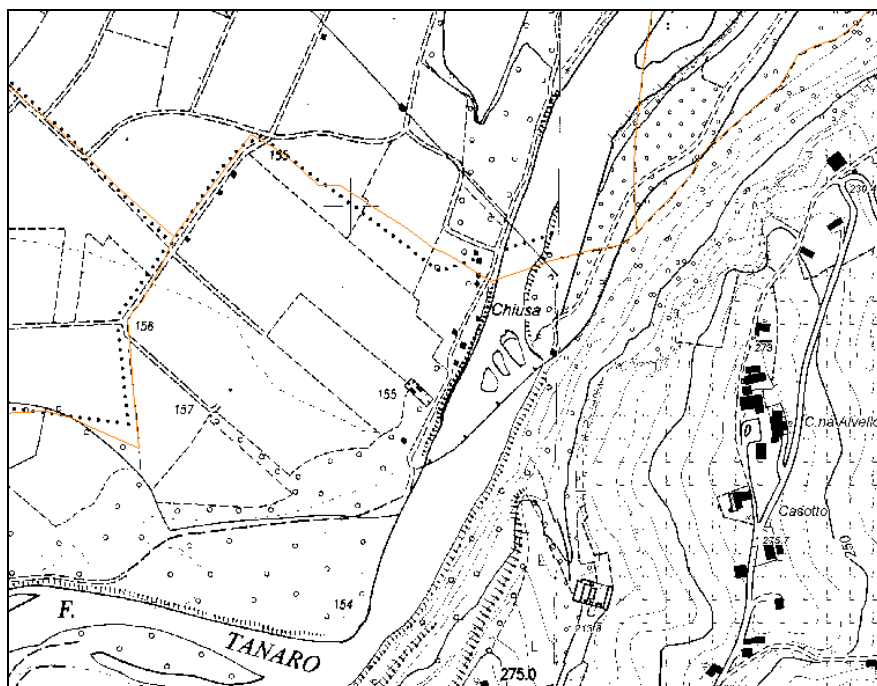
La valutazione dell'alternativa progettuale che prevede la realizzazione di uno sbarramento obliquamente al Fiume Tanaro viene effettuata mediante la costruzione di un modello idraulico numerico bidimensionale di moto permanente.

Il software utilizzato per la modellizzazione è il codice di calcolo "BASEMENT", sviluppato dal "Dipartimento di Idraulica del Politecnico Federale di Zurigo"; maggiori dettagli inerenti le caratteristiche di tale programma sono contenuti nell'elaborato A17 "Studio idraulico mediante modellizzazione bidimensionale".

Per il pre e il post processamento, ed in particolare per la costruzione della mesh di calcolo e per la successiva visualizzazione dei risultati ottenuti, è stato utilizzato il software SMS.

L'alternativa progettuale analizzata prevede la realizzazione di uno sbarramento obliquo, avente un'inclinazione analoga a quella del vecchio sbarramento riportato sulla C.T.R., che presenta una quota in sommità di 148.40 m s.l.m. per la parte fissa e di 149.20 m s.l.m. per la parte mobile. Analogamente a quanto previsto nella soluzione progettuale principale si prevede il completo abbattimento dello sbarramento mobile per portate in alveo superiori a 300 m<sup>3</sup>/s.





**Fig. 2.f.1. Estratto della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) della zona di intervento. L'alternativa progettuale analizzata prevede la realizzazione di uno sbarramento avente un'inclinazione analoga a quella del vecchio sbarramento individuato sulla C.T.R.**

I valori di scabrezza di Manning che sono stati assegnati alle tipologie di superficie che compongono l'area in studio sono i seguenti:

- Alveo principale:  $n = 0.06 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ( $c = 17 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ );
- Zone golenali:  $n = 0.0333 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ( $c = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ );
- Traversa e opere in c.a.:  $n = 0.0167 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ( $c = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

La ricostruzione della batimetria sulla griglia di calcolo è stata effettuata a partire dal rilievo topografico della zona eseguito dall'Ing. Marco Carretto di Monchiero, mentre per la zona fuori alveo è stato utilizzato in DTM ICE disponibile sul sito della Regione Piemonte.

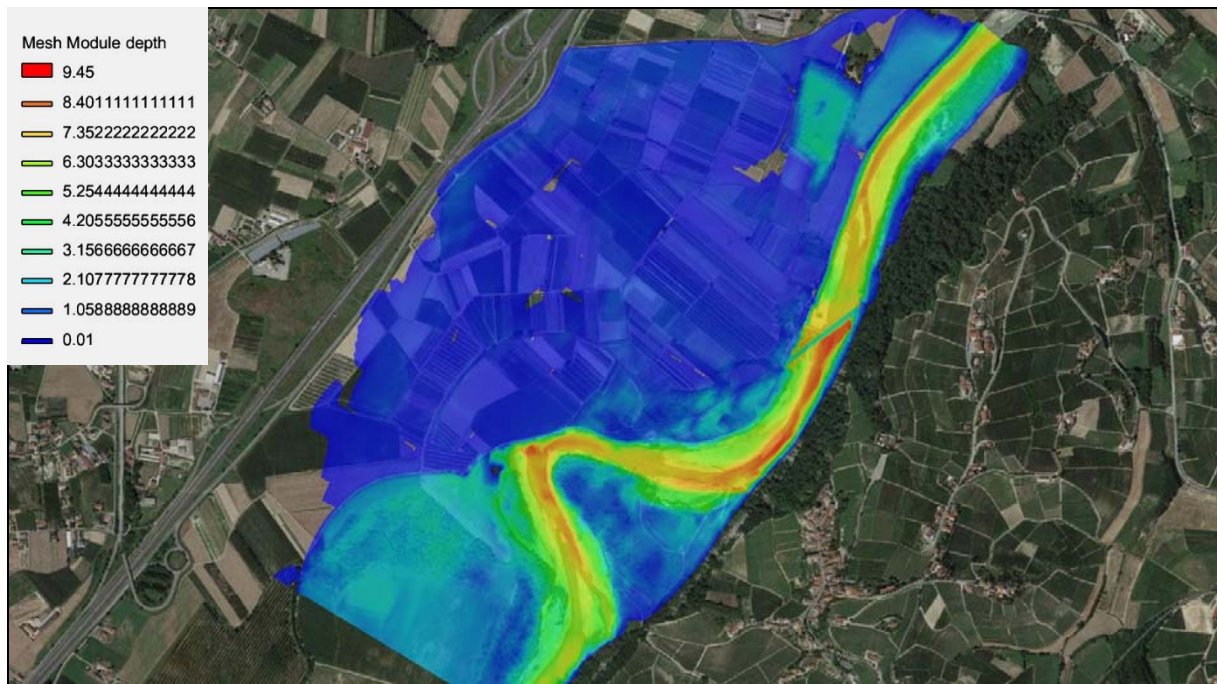
Le simulazioni effettuate evidenziano che l'alternativa progettuale che prevede la realizzazione di uno sbarramento obliquamente al Tanaro determina l'insorgere di problemi di erosione in sponda sinistra, nella zona immediatamente a valle della traversa che risultano non trascurabili; tali problemi non si presentano invece con la soluzione prescelta (vedasi simulazioni contenute nell'elaborato A17 "Studio idraulico mediante modellizzazione bidimensionale").

Nel seguito si riportano, per avvalorare l'affermazione precedente, i risultati della simulazione bidimensionale di moto permanente relativa alla portata con tempo di ritorno pari a 20 anni (pari a 2079 m<sup>3</sup>/s). Lo sbarramento mobile risulta completamente abbattuto e l'impianto non in funzione in quanto la portata in alveo è superiore a 300 m<sup>3</sup>/s.

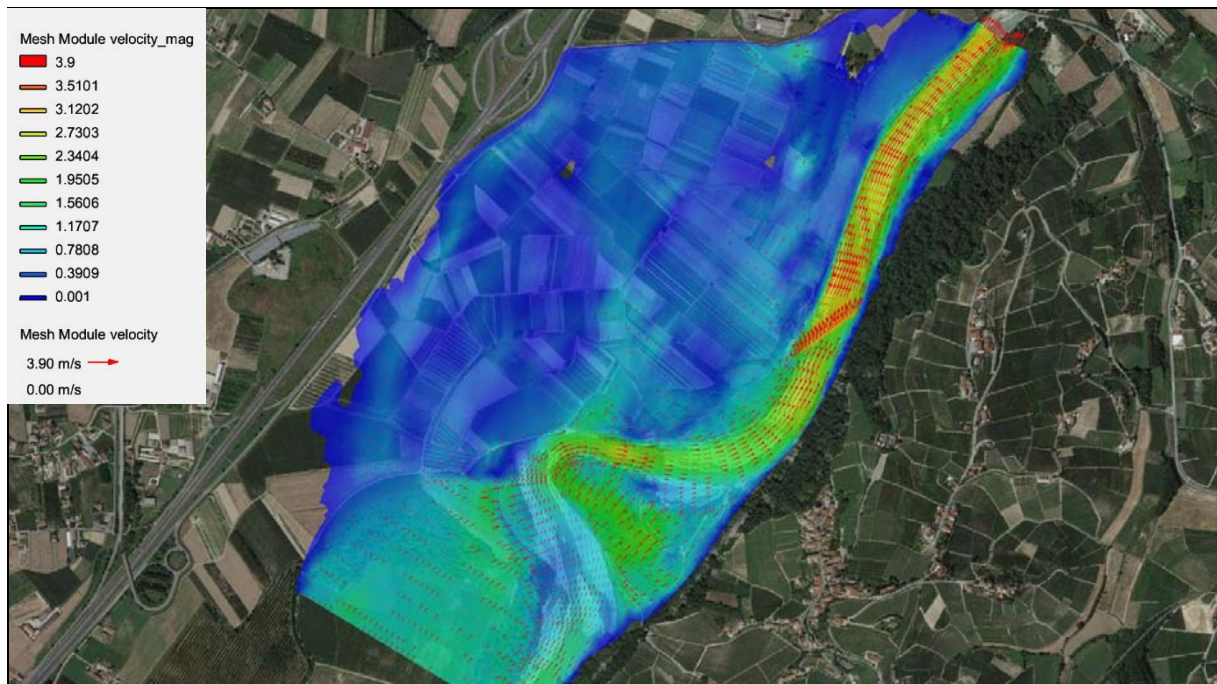
Le simulazioni eseguite con le portate aventi tempo di ritorno di 100 e 200 anni evidenziano una situazione analoga.

Sempre per quanto concerne l'inclinazione dello sbarramento rispetto al corso d'acqua si evidenzia che le vibrazioni acustiche segnalate a seguito della realizzazione, nel 1995, dello sbarramento trasversale al corso d'acqua erano determinate non dall'orientamento dello stesso, ma dalla mancanza dello scivolo di valle che accompagna lo sfioro delle portate che trascinano la traversa e ne dissipa la potenza. L'assenza di tale scivolo determina, infatti, l'inglobamento di area al di sotto della vena effluente con conseguente creazione di pulsazioni acustiche e vibrazioni.

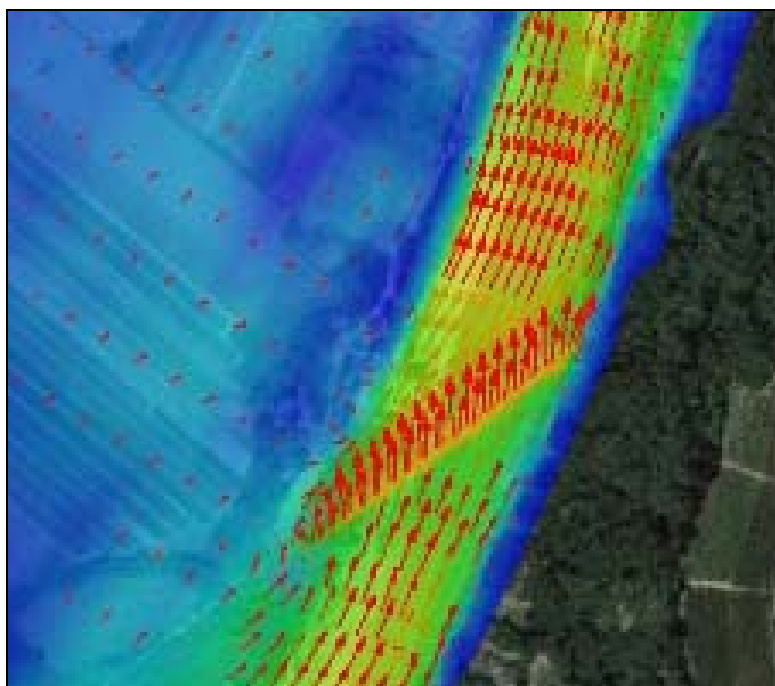
La soluzione progettuale prescelta, che prevede la realizzazione di uno sbarramento trasversale al corso d'acqua con scivolo a valle dello stesso per accompagnare lo sfioro delle portate trascinanti, non determina pertanto l'insorgere di tali pulsazioni acustiche e conseguenti vibrazioni.



**Fig. 2.f.2. Simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 20 anni: tiranti idrici.**



**Fig. 2.f.3. Simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 20 anni: velocità della corrente e direzione del flusso.**

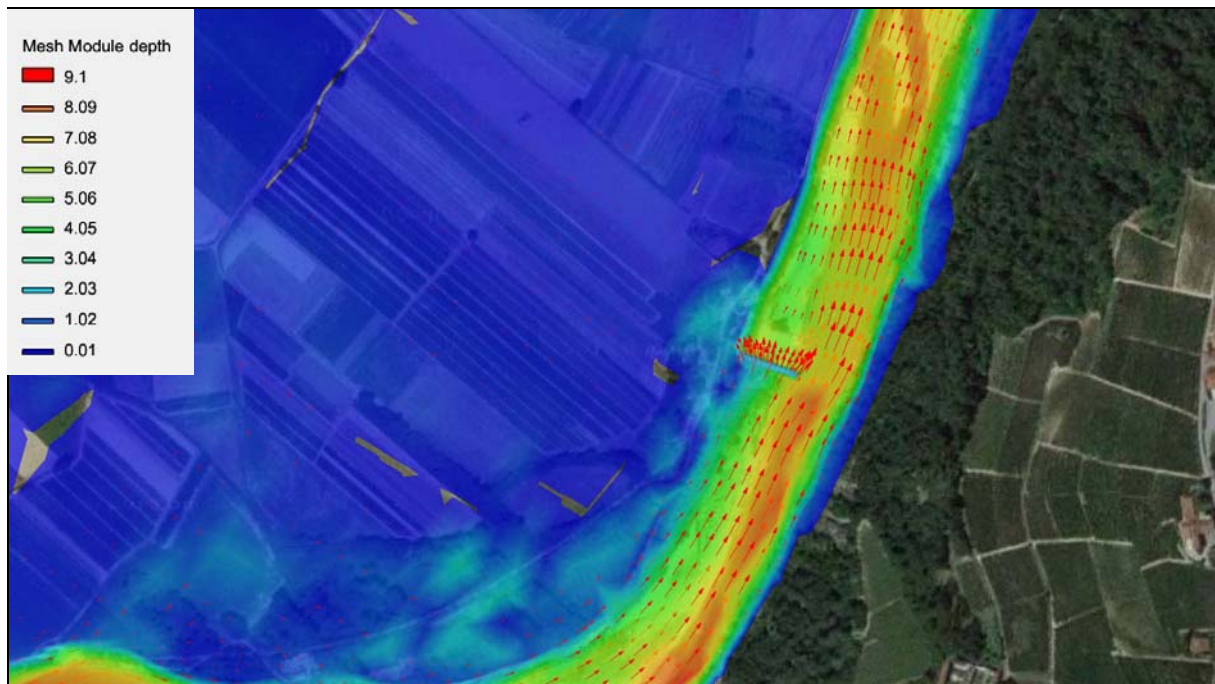


**Fig. 2.f.4. Simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 20 anni: particolare delle velocità della corrente e delle direzioni del flusso. Si evidenzia che, a causa dell'inclinazione dello sbarramento, nella zona immediatamente a valle della traversa, il flusso idrico viene convogliato verso la sponda sinistra, con il conseguente rischio che insorgano problemi di erosione spondale.**

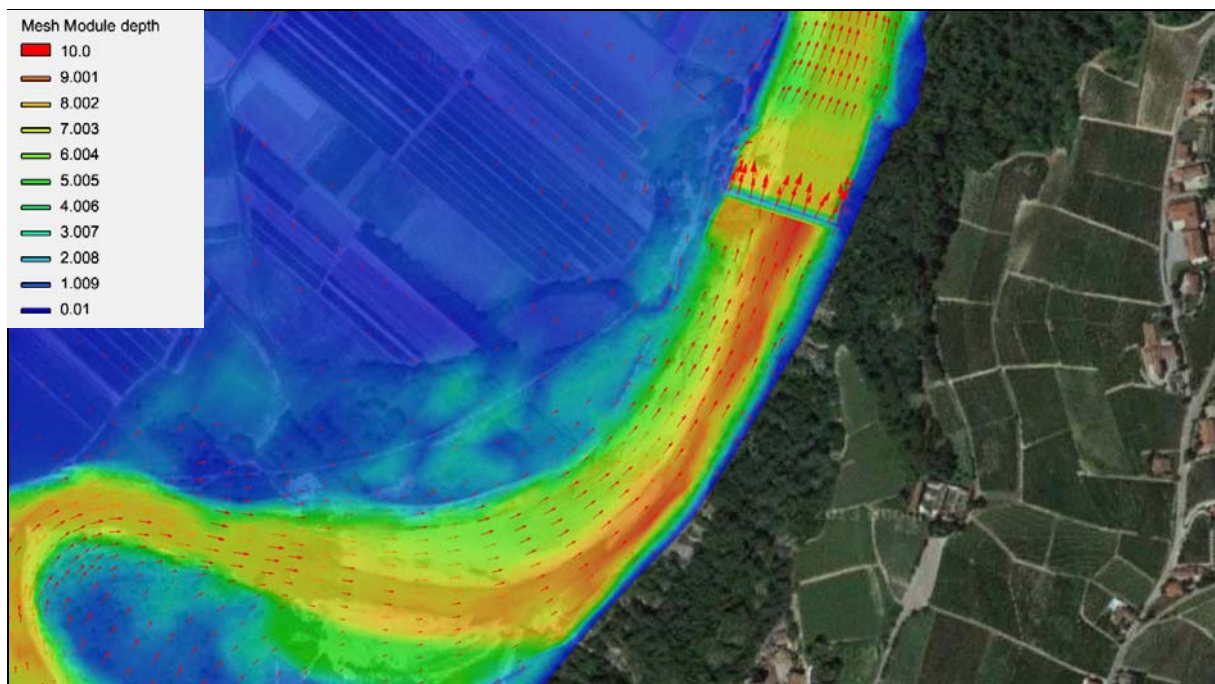
*2. Per quanto attiene agli aspetti idromorfologici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
g. valutazione delle conseguenze della costruzione dell'opera in caso di piene che determinino un aggiramento in sinistra dello sbarramento.*

La valutazione delle conseguenze della costruzione dell'opera in caso di piene che determinino un aggiramento in sinistra dello sbarramento, viene eseguita andando ad analizzare i risultati delle simulazioni bidimensionali di moto permanente, effettuate mediante il software Basement, e riportate nell'elaborato A17 "Studio idraulico mediante modellizzazione bidimensionale".

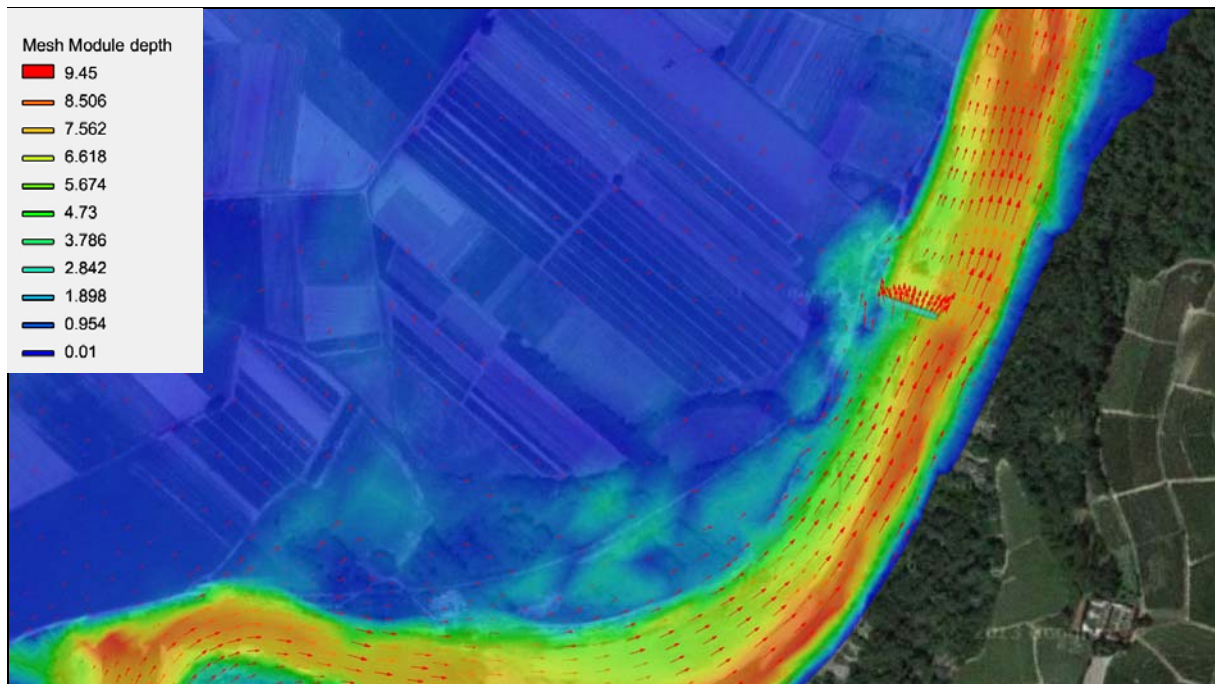
Si riportano alcuni estratti di tali simulazioni relativi alla situazione attuale e alla situazione di progetto con sbarramento abbattuto (quota in sommità dello sbarramento pari a 148.40 m s.l.m.) per portate con tempo di ritorno di 20, 100 e 200 anni.



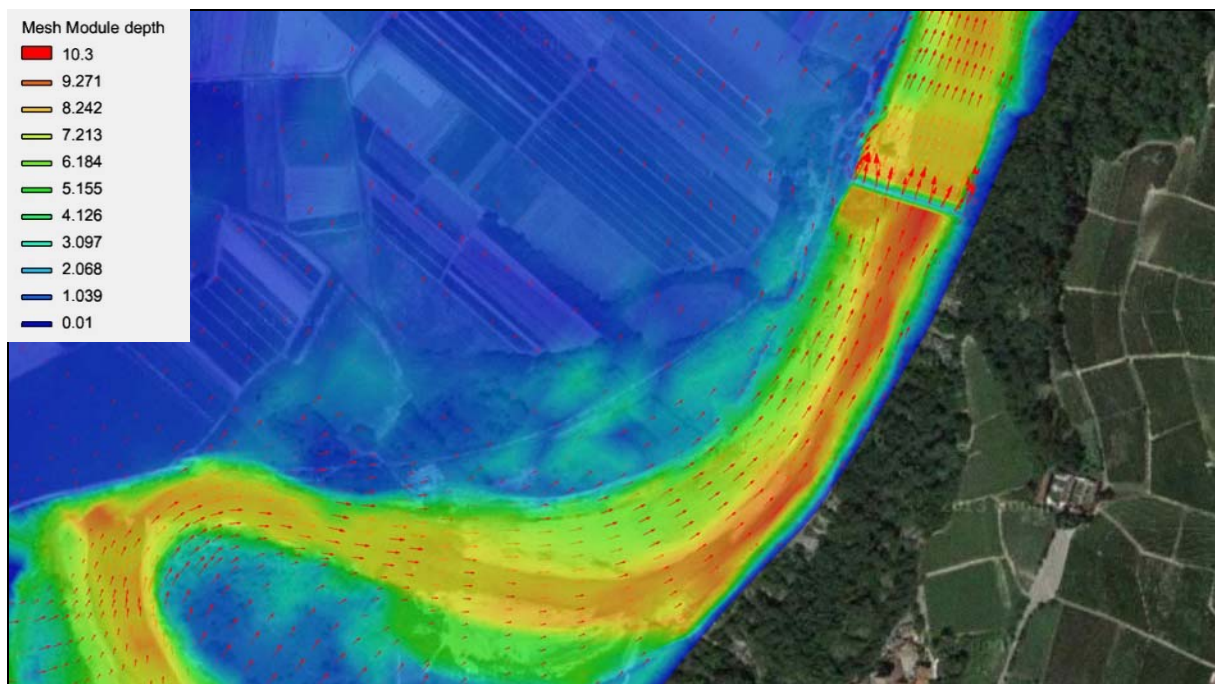
**Fig. 2.g.1.** Estratto della simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 20 anni relativa allo scenario attuale: tiranti idrici e direzioni del flusso.



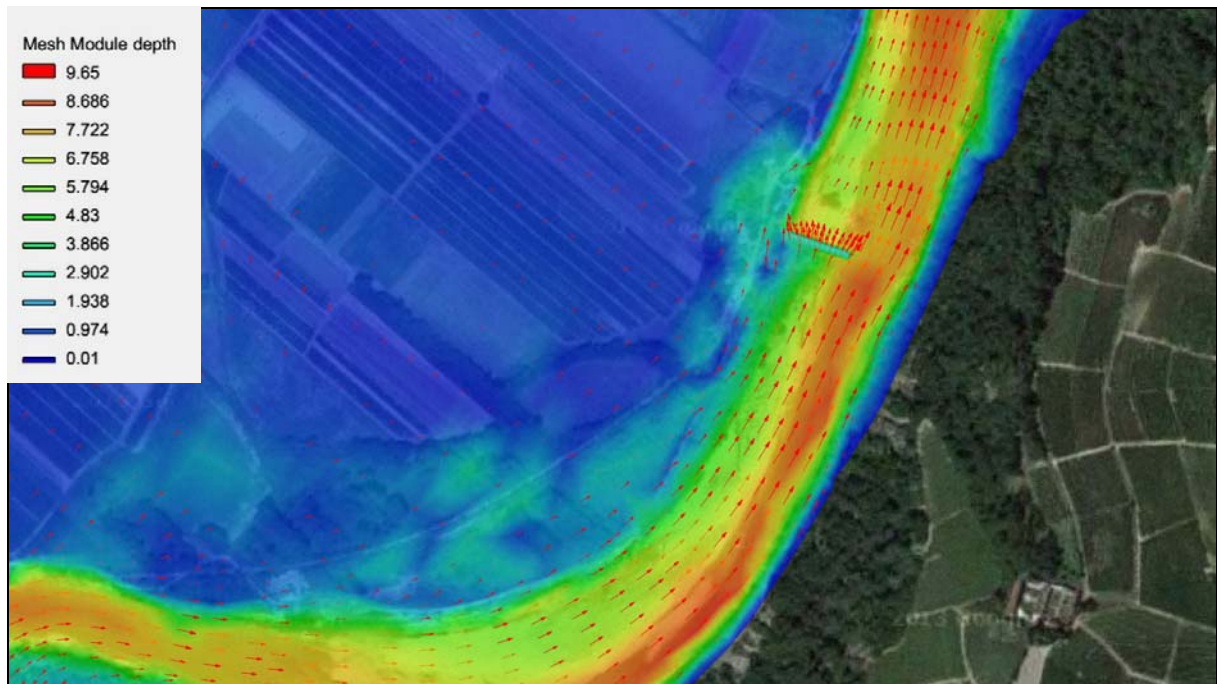
**Fig. 2.g.2.** Estratto della simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 20 anni relativa allo scenario di progetto: tiranti idrici e direzioni del flusso.



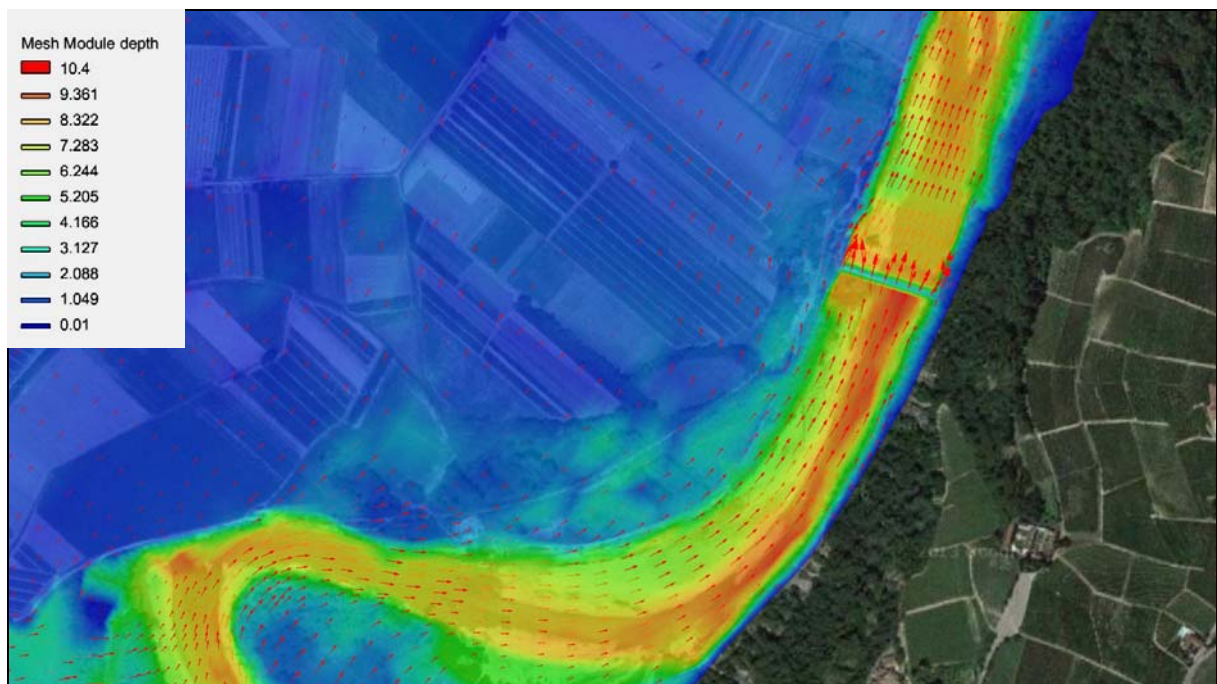
**Fig. 2.g.3. Estratto della simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 100 anni relativa allo scenario attuale: tiranti idrici e direzioni del flusso.**



**Fig. 2.g.4. Estratto della simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 100 anni relativa allo scenario di progetto: tiranti idrici e direzioni del flusso.**



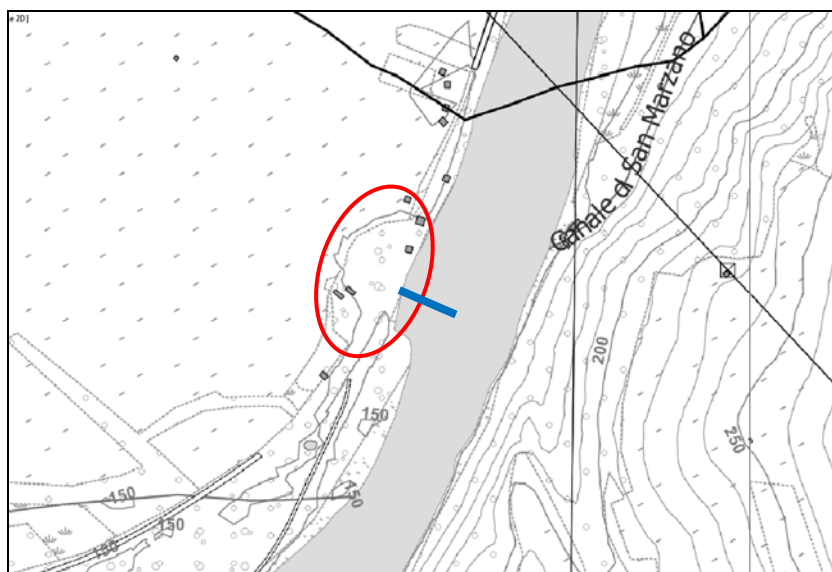
**Fig. 2.g.5.** Estratto della simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 200 anni relativa allo scenario attuale: tiranti idrici e direzioni del flusso.



**Fig. 2.g.6.** Estratto della simulazione 2d per portata con tempo di ritorno di 200 anni relativa allo scenario di progetto: tiranti idrici e direzioni del flusso.

Analizzando i risultati delle simulazioni bidimensionali precedentemente riportate si osserva come la situazione di progetto sia più favorevole rispetto a quella attuale per quanto concerne l'aggiramento in sinistra dello sbarramento durante eventi di piena. Nella situazione attuale è infatti presente una lunata in sponda sinistra nella zona a ridosso della traversa esistente in parte crollata che, in condizioni ordinarie, risulta disconnessa dall'alveo principale; in caso di piene significative, che possono determinare erosioni spondali in sinistra, si può assistere alla creazione di un ramo secondario che favorisce l'aggiramento della traversa.

Si evidenzia che tali fenomeni erosivi possono essere agevolati dalla ridotta estensione della scogliera presente in sponda sinistra immediatamente a monte dello sbarramento e dallo stato di conservazione della stessa che risulta non risulta ottimale.



**Fig. 2.g.7. Estratto della nuova carta tecnica regionale con individuazione della lunata esistente in sponda sinistra (in rosso) e della traversa esistente in parte crollata (in blu).**

Nelle condizioni di progetto il muro di sponda del canale di adduzione si estende maggiormente verso monte rispetto alla scogliera esistente; si prevede inoltre di riempire la lunata con il materiale di risulta derivante dalle operazioni di scavo.

Per l'esecuzione di tale operazione verrà utilizzato sia il materiale di scavo appartenente al complesso ghiaioso sabbioso ancora disponibile una volta eseguiti i rinterri, sia una parte del materiale di scavo appartenente al complesso marnoso.



Il riempimento della lunata presente in sponda sinistra e la realizzazione in sinistra di un muro di sponda avente una maggior estensione verso monte rispetto alla scogliera esistente consente la riduzione dei tiranti idrici in sponda sinistra e del rischio di aggiramento in sinistra dello sbarramento.

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
a. lo studio idraulico dovrà essere integrato mediante modellazione bidimensionale;*

Le simulazioni bidimensionali di moto permanente, relative alla porzione di Fiume Tanaro compreso tra monte della doppia ansa di Barbaresco ed il ponte della SP 3 "Castagnito-Neive", sono contenute nell'elaborato A17 "Studio idraulico mediante modellizzazione bidimensionale".

Le simulazioni sono state eseguite con riferimento alle portate aventi tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni (relative alla sezione di chiusura di Barbaresco), considerando i seguenti scenari:

- Scenario 0: stato attuale con traversa danneggiata;
- Scenario 1: stato di progetto con sbarramento mobile abbattuto (quota in sommità di 148.40 m s.l.m.);
- Scenario 2: stato di progetto con sbarramento mobile completamente alzato (quota in sommità di 149.20 m s.l.m.);
- Scenario 3: stato ante rottura con traversa integra (quota in sommità di 148.40 m s.l.m.);
- Scenario 4: stato di progetto con parzializzazione parte sinistra (zona impianto e zona paratoia sghiaiatrice) e sbarramento mobile abbattuto, per tener conto di eventuali ostruzioni di materiale flottante tra i setti longitudinali.

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
b. dovranno essere perimetrare le aree di esondazione per le portate con diverso tempo di ritorno e scenari considerati, con restituzione di idonee planimetrie (su cui riportare anche le fasce vigenti, le perimetrazioni delle aree di dissesto PAI e le tracce dell'alveo inciso) e relativi raffronti;*

Le aree di esondazione relative alle simulazioni idraulico numeriche eseguite con riferimento alla portate aventi tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni (relative alla

sezione di chiusura di Barbaresco) e agli scenari riportati al punto precedente, sono contenute negli elaborati A18-1, A18-2 e A18-3.

In tali planimetrie sono riportate, oltre che i relativi raffronti, anche le fasce vigenti, le aree di dissesto del PAI e le tracce dell'alveo inciso.

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:*

*c. dovranno essere considerati i seguenti scenari:*

- stato attuale con traversa rotta;*
- stato ante rottura con traversa integra;*
- stato di progetto con sbarramento mobile abbattuto;*
- stato di progetto con parzializzazione parte sinistra (zona impianto e zona paratoia sghiaiatrice) e sbarramento mobile abbattuto, per tener conto di eventuali ostruzioni di materiale flottante tra i setti longitudinali;*
- stato di progetto con sbarramento mobile completamente alzato;*

*per ognuno di tali scenari dovranno essere considerate le portate con tempo di ritorno 20, 100 e 200 anni riferite alla sezione di chiusura del bacino in corrispondenza della traversa in progetto (i corrispondenti valori delle portate di piena nella sezione PAI di Alba (superficie bacino sotteso 3374 km<sup>2</sup>) dovranno essere adeguatamente maggiorate per tener conto del contributo del bacino residuo nel tratto di valle);*

L' Autorità di Bacino del Fiume Po ha emesso la Direttiva "Piena di Progetto" del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) in cui per i principali corso d'acqua vengono riportate le portate al colmo per i tempi di ritorno tecnici di 20, 100, 200 e 500 anni.

Per il caso in esame la sezione di calcolo di dette portate più vicina è quella di Alba, localizzata in corrispondenza del ponte sul Fiume Tanaro ed avente un bacino sotteso di superficie pari a 3374 km<sup>2</sup>.

La superficie del bacino idrografico del Fiume Tanaro sotteso dalla sezione di fiume in corrispondenza della traversa è stata delimitata in maniera più dettagliata utilizzando il DTM ICE della Regione Piemonte; l'incremento di superficie del bacino idrografico chiuso a Barbaresco, rispetto alla sezione di chiusura di Alba, è di 48 km<sup>2</sup>. È possibile ricondursi alle corrispondenti portate al colmo nella sezione della traversa di Barbaresco utilizzando il metodo di Gherardelli-Marchetti, valido per bacini aventi caratteristiche idrologiche simili. Con un'indagine effettuata prendendo in considerazione le massime portate di piena al colmo verificatesi nei corsi d'acqua italiani fino al 1938, Gherardelli ha dedotto una formula che lega 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 verificatisi fino al 1953.

Questa formula, sebbene risalente a parecchi anni fa, è tuttora frequentemente utilizzata.

$$u = u_{100} \left( \frac{S}{100} \right)^{-2/3}$$

dove:

$u$  = contributo chilometrico del bacino in esame [ $m^3/(s \text{ km}^2)$ ]

$S$  = superficie del bacino [ $km^2$ ]

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

Applicando la formula di Gherardelli Marchetti si ottengono così i valori di portata nella sezione di Barbaresco per i tempi di ritorno tecnici, riassunti nella seguente tabella:

$T_{\text{ritorno}}$ (anni)	$Q_c$ ( $m^3/s$ )
20	2079
100	2789
200	3093

**Tab. 3.c.1. Portate al colmo del Fiume Tanaro in corrispondenza della sezione di chiusura di Barbaresco.**

Per valutare i livelli raggiunti dall'acqua sulle aree circostanti il corso d'acqua, è condizione essenziale disporre di rilievi topografici dettagliati e sufficientemente estesi. Anche le batimetrie devono essere, per quanto possibile, accurate.

Il caso in esame richiede una grande mole di rilievi, in quanto si fa riferimento ad un tratto abbastanza considerevole del Fiume.

Per quanto concerne l'implementazione nel modello idraulico numerico monodimensionale di moto permanente della geometria dell'alveo e delle zone golenali è stato utilizzato, per la parte relativa all'alveo, il rilievo topografico e batimetrico eseguito dall'Ing. Marco Carretto di Monchiero, mentre per la

modellizzazione della geometria delle zone golenali è stato utilizzato il DTM ICE, realizzato nel 2012 con volo laser scanner LIDAR e disponibile sul sito internet della Regione Piemonte. Tale DTM presenta una risoluzione di 5 m e una precisione sulle quote di  $\pm 30$  cm.

Il poter disporre di tali rilievi di dettaglio ha permesso di calcolare i livelli idraulici di piena sia nell'alveo sia nelle aree latitanti con una buona attendibilità lungo tutto il tratto d'asta in studio per poter meglio valutare gli effetti dell'opera in progetto in corrispondenza dell'intervento ed a monte che, in ragione delle caratteristiche idrauliche della corrente, sono influenzate dal medesimo.

La valutazione dei livelli di piena viene effettuata in moto permanente in quanto questo tipo di moto rappresenta una buona approssimazione del moto che si manifesta negli alvei naturali dei corsi d'acqua.

Con un modello monodimensionale di moto permanente è stato simulato il comportamento idraulico del tratto di Fiume Tanaro compreso tra il centro abitato di Alba ed il comune di Neive (località cascina Boschi), per una lunghezza complessiva di circa 10.8 km.

Le simulazioni in moto permanente consentono 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  $\Delta s$ , 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  $\Delta x$  in asse, nella prima delle quali siano note tutte le grandezze idrauliche.

La variazione di carico idraulico  $\Delta H$  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.

Per il calcolo dei livelli e delle principali caratteristiche del moto è stato utilizzato il software HEC-RAS sviluppato dall'U.S. ArmyCorps of Engineers, nella versione 4.1. Venendo nel dettaglio del modello idraulico-numerico si è compiuta la modellazione del moto permanente del Fiume Tanaro lungo un tratto di asta avente una lunghezza di circa 10.8 km.

Nel modello sono state implementate 47 sezioni del Fiume Tanaro, rappresentative sia dell'alveo che delle zone golenali, 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 dalla Direttiva "*Criteria per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*" dell'Autorità di bacino del Fiume Po e cioè:

*per l'alveo principale:*

$n = 0.06 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$                       secondo Manning  
 $C = 1/n = 16.67 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$               secondo GaucklerStrickler

*per le aree golenali:*

n	=0.125 m <sup>-1/3</sup> s	secondo Manning
C	= 1/n = 8 m <sup>1/3</sup> /s	secondo GaucklerStrickler

I valori di scabrezza possono sembrare piuttosto elevati (secondo la definizione di Manning), ma derivano direttamente da operazioni di taratura effettuate con riferimento alle portate di piena del Fiume Tanaro ed eseguite in seguito all'evento alluvionale del 1994.

Da tali studi emerge, infatti, che per portate di piena di notevole entità i coefficienti di scabrezza, intesi nella definizione di Manning, che si osservano sono relativamente elevati. Da quanto sopra, ne deriva che i valori del coefficiente di scabrezza che si calcolano in fase di taratura sono da ritenersi corretti, a condizione di svincolarsi dal significato fisico del coefficiente di scabrezza. In tal modo essi sono da considerarsi come una sorta di "coefficienti globali" in grado di tenere conto dell'insieme dei complessi fenomeni dissipativi che si verificano durante il passaggio di un evento di piena di notevole importanza.

Occorre, pertanto, considerare alcuni dei meccanismi reali non simulati dal modello che possono aver contribuito a produrre livelli idrici maggiori a parità di portate, e che quindi si traducono in una riduzione del coefficiente c di Strikler rispetto ai valori standard comunemente reperibili in letteratura tecnica.

Questi meccanismi sommariamente sono i seguenti:

- presenza notevolissima di trasporto solido in sospensione, capace di modificare la densità della corrente e di incrementare i meccanismi dissipativi all'interno della massa fluida, indipendentemente dalla scabrezza fisica del contorno bagnato;
- presenza di trasporto solido flottante, soprattutto tronchi d'albero, interferente con le pile dei ponti, con conseguenti temporanei effetti di rigurgito a monte superiori rispetto a quelli desumibili dalla geometria delle pile stesse;
- dinamica fluviale tutt'altro che gradualmente variata, caratterizzata da vorticosità, effetti dovuti alla curvatura dei meandri e irregolarità causate da bruschi restringimenti.

L'elaborazione è stata compiuta partendo da valle e risalendo verso monte; infatti il Fiume Tanaro, nel tratto esaminato e nelle condizioni di piena ipotizzate, è un corso d'acqua a regime fluviale ed il moto dell'acqua avviene in corrente lenta con il profilo liquido che dipende dalle condizioni di valle.

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

Si precisa comunque che l'ipotesi sul livello di partenza, sebbene importante per le caratteristiche del moto nel tratto in studio, non influenza in modo significativo i livelli dell'acqua nel tratto di fiume a ridosso della zona di intervento. Questo perché la sezione di partenza della simulazione idraulica è relativamente lontana a valle, e sono numerose le sezioni d'alveo frapposte tra essa e quelle che sono significative per lo studio delle aree in oggetto, pertanto in queste condizioni il livello dell'acqua in quella prima sezione ha poca influenza, come si può osservare facilmente facendolo variare all'interno di una tolleranza ragionevole, tale da non cambiare le caratteristiche idrauliche del moto.

Si evidenzia che lo scenario 3 (stato ante rottura con traversa integra) è analogo allo scenario 1 (stato di progetto con sbarramento mobile abbattuto); la quota in sommità dello sbarramento fisso in progetto è infatti coincidente con la quota della traversa crollata nel 2010.

Non si riportano pertanto i risultati delle simulazioni idraulico-numeriche relative allo scenario 3 in quanto coincidenti con quelli relativi allo scenario 1.

I valori numerici delle varie grandezze specificate in legenda, relativi alle portate di verifica, sono riportati nelle seguenti tabelle.

Anche i livelli del pelo libero per le portate considerate sono indicati nelle sezioni schematiche e nel profilo longitudinale allegati nelle pagine seguenti.

## LEGENDA

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





**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 0: SITUAZIONE ATTUALE CON TRAVERSA ROTTA**

**SIMULAZIONE 1**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2079	20



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20

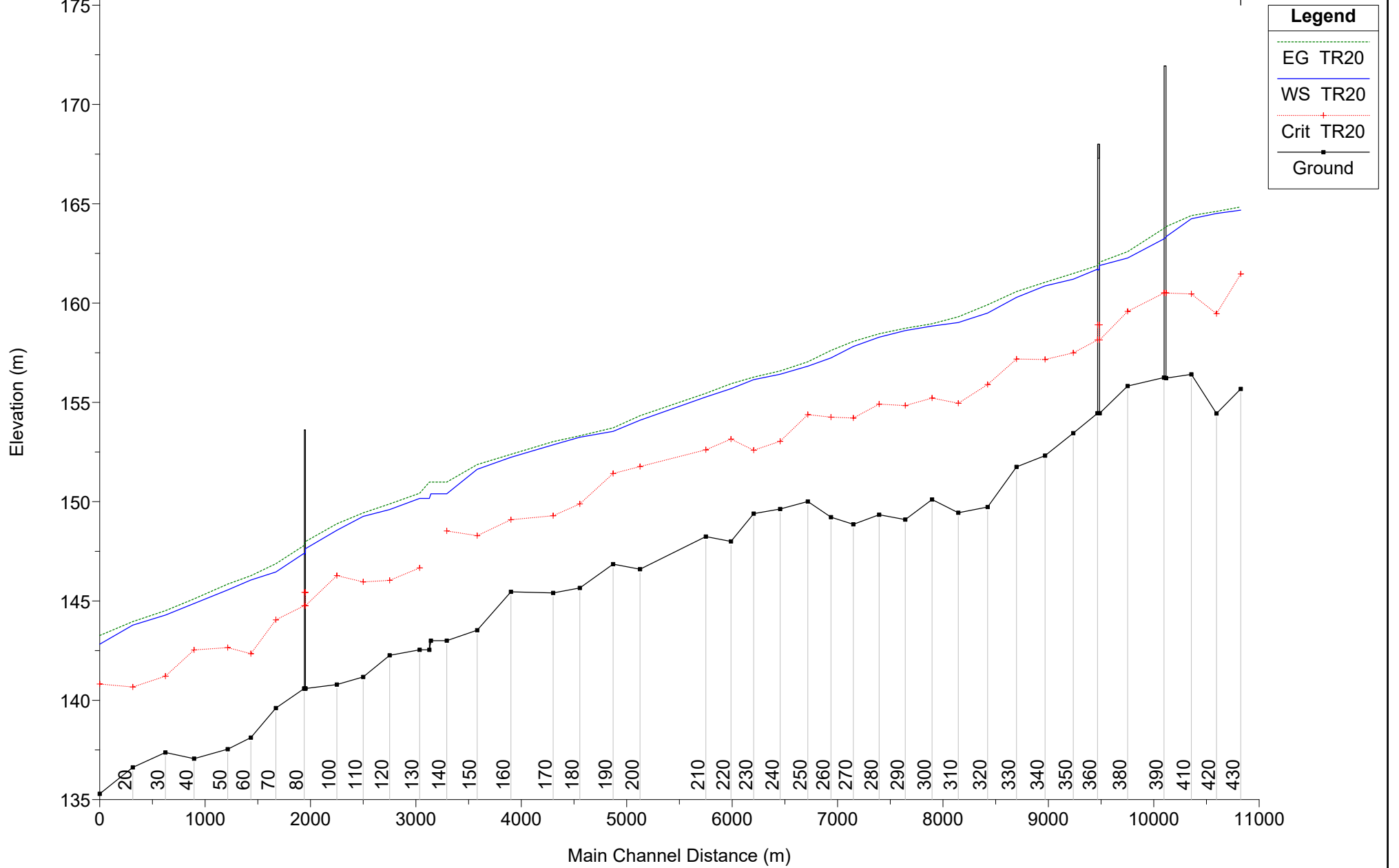
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR20	2079.00	155.68	164.68	161.46	164.84	0.001449	2.06	1886.91	650.14	0.27
1	420	TR20	2079.00	154.44	164.51	159.47	164.62	0.000664	1.58	2162.24	651.22	0.19
1	410	TR20	2079.00	156.41	164.24	160.46	164.41	0.001287	1.96	1634.67	487.71	0.26
1	400	TR20	2079.00	156.22	163.34	160.51	163.85	0.003480	3.19	719.07	160.95	0.41
1	395		Bridge									
1	390	TR20	2079.00	156.25	163.23	160.51	163.76	0.003712	3.25	700.97	160.64	0.42
1	380	TR20	2079.00	155.82	162.27	159.58	162.59	0.002611	2.51	826.90	159.31	0.35
1	370	TR20	2079.00	154.45	161.89	158.14	162.06	0.001199	1.83	1139.17	198.58	0.24
1	365		Bridge									
1	360	TR20	2079.00	154.45	161.71	158.14	161.89	0.001328	1.89	1102.34	197.45	0.25
1	350	TR20	2079.00	153.45	161.20	157.49	161.49	0.001869	2.39	870.14	144.03	0.31
1	340	TR20	2079.00	152.32	160.86	157.16	161.05	0.001301	1.90	1093.13	196.14	0.25
1	330	TR20	2079.00	151.75	160.28	157.18	160.58	0.002281	2.41	880.20	243.11	0.33
1	320	TR20	2079.00	149.73	159.50	155.90	159.91	0.002484	2.94	966.85	367.11	0.36
1	310	TR20	2079.00	149.44	159.02	154.96	159.31	0.001786	2.57	1336.39	483.12	0.31
1	300	TR20	2079.00	150.11	158.84	155.22	158.96	0.000916	1.69	2058.17	631.17	0.22
1	290	TR20	2079.00	149.10	158.61	154.84	158.73	0.000915	1.58	1703.34	581.42	0.21
1	280	TR20	2079.00	149.34	158.28	154.91	158.46	0.001420	2.07	1570.79	441.76	0.27
1	270	TR20	2079.00	148.86	157.81	154.21	158.07	0.001784	2.45	1366.44	454.31	0.30
1	260	TR20	2079.00	149.22	157.24	154.26	157.61	0.002618	2.87	1011.77	287.06	0.37
1	250	TR20	2079.00	150.01	156.82	154.38	157.04	0.002300	2.28	1397.53	508.72	0.33
1	240	TR20	2079.00	149.63	156.41	153.04	156.58	0.001318	1.93	1636.73	735.18	0.26
1	230	TR20	2079.00	149.40	156.14	152.59	156.27	0.001070	1.69	1646.65	454.59	0.23
1	220	TR20	2079.00	148.00	155.69	153.15	155.94	0.002197	2.43	1290.16	397.50	0.33
1	210	TR20	2079.00	148.24	155.27	152.61	155.45	0.001693	2.00	1447.49	540.14	0.29
1	200	TR20	2079.00	146.60	154.10	151.77	154.33	0.002230	2.43	1792.88	1044.55	0.33
1	190	TR20	2079.00	146.85	153.54	151.42	153.72	0.002359	2.05	1680.62	904.68	0.33
1	180	TR20	2079.00	145.66	153.25	149.89	153.32	0.000784	1.26	2390.12	1065.20	0.19
1	170	TR20	2079.00	145.40	152.86	149.29	153.02	0.001723	1.83	1485.80	842.63	0.28
1	160	TR20	2079.00	145.46	152.24	149.09	152.39	0.001502	1.76	1441.95	672.92	0.26
1	150	TR20	2079.00	143.53	151.63	148.29	151.87	0.001731	2.17	1059.52	428.64	0.29
1	140	TR20	2079.00	143.00	150.40	148.53	150.99	0.005917	3.40	611.02	155.23	0.52
1	135		Inl Struct									
1	130	TR20	2079.00	142.54	150.16	146.66	150.42	0.001869	2.27	915.26	161.43	0.30
1	120	TR20	2079.00	142.27	149.60	146.04	149.89	0.001910	2.35	889.43	194.00	0.31
1	110	TR20	2079.00	141.17	149.26	145.96	149.43	0.001481	2.02	1533.00	466.59	0.27
1	100	TR20	2079.00	140.79	148.56	146.28	148.89	0.003269	2.53	821.05	323.73	0.39
1	90	TR20	2079.00	140.59	147.63	144.76	147.99	0.002713	2.66	780.40	146.77	0.36
1	85		Bridge									
1	80	TR20	2079.00	140.59	147.41	144.76	147.80	0.003091	2.78	748.62	143.27	0.38

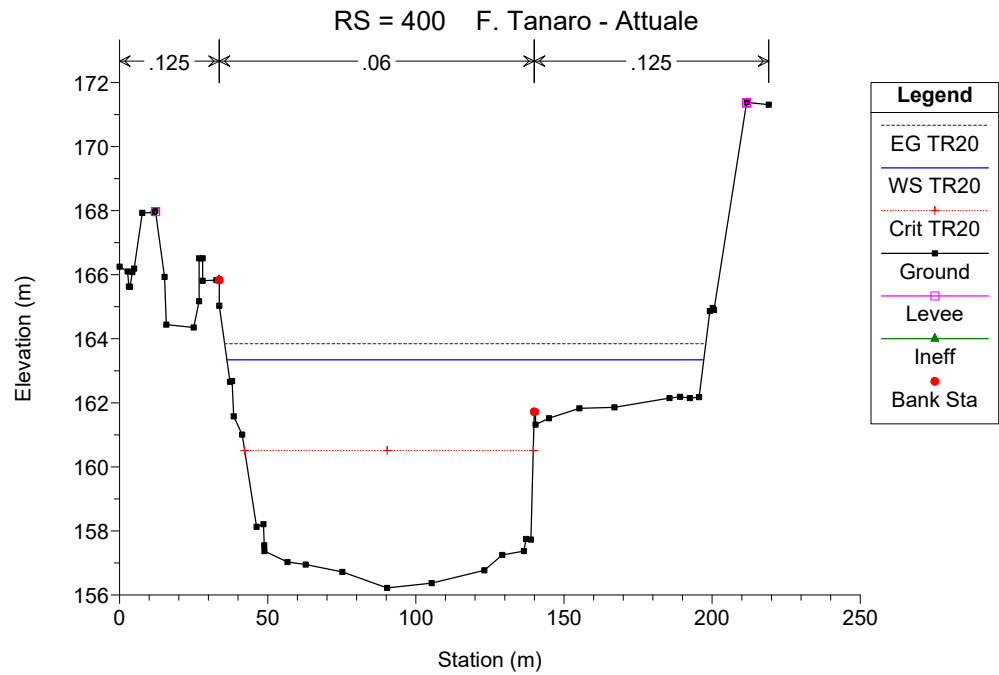
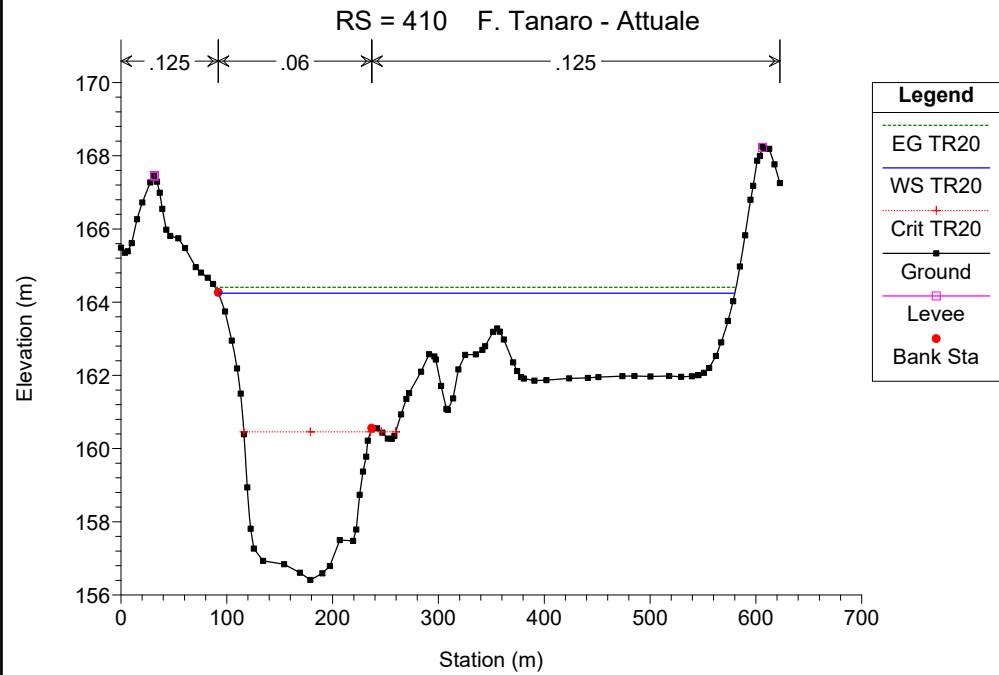
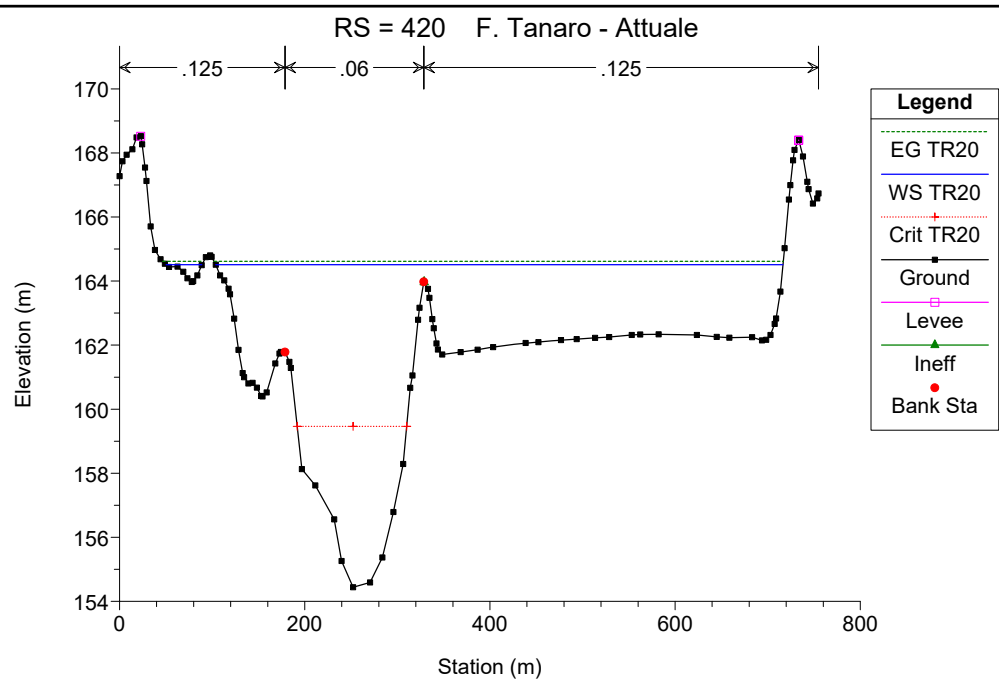
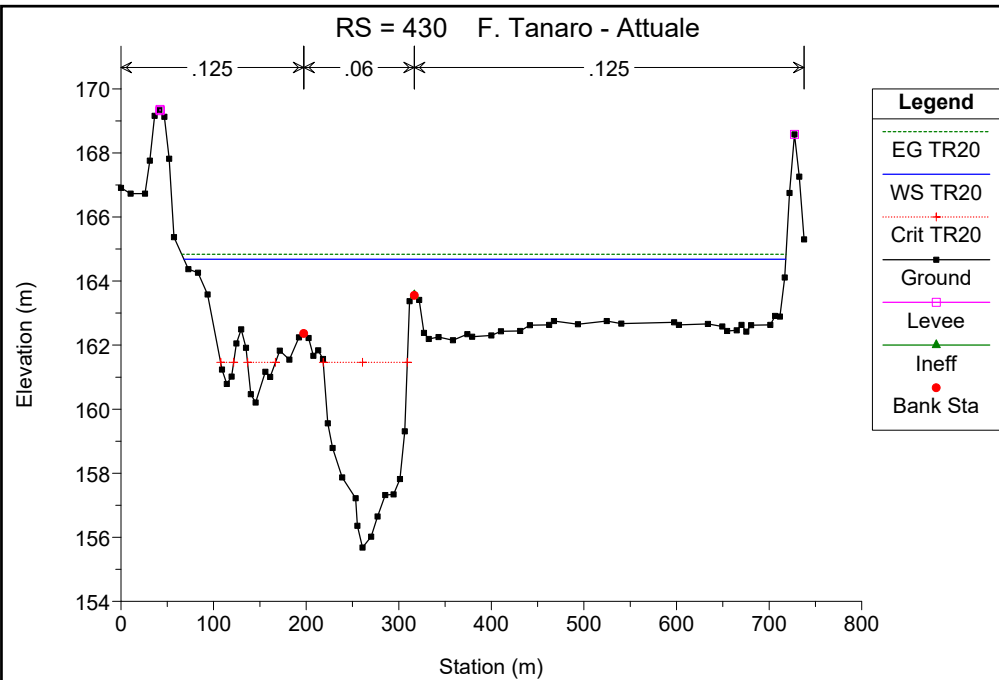
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20 (Continued)

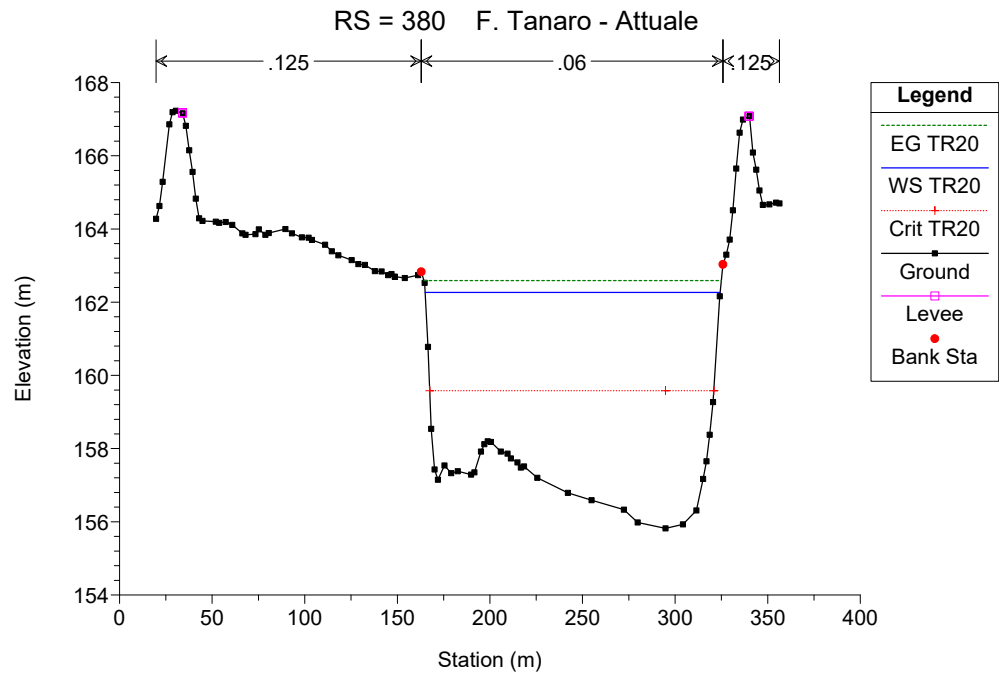
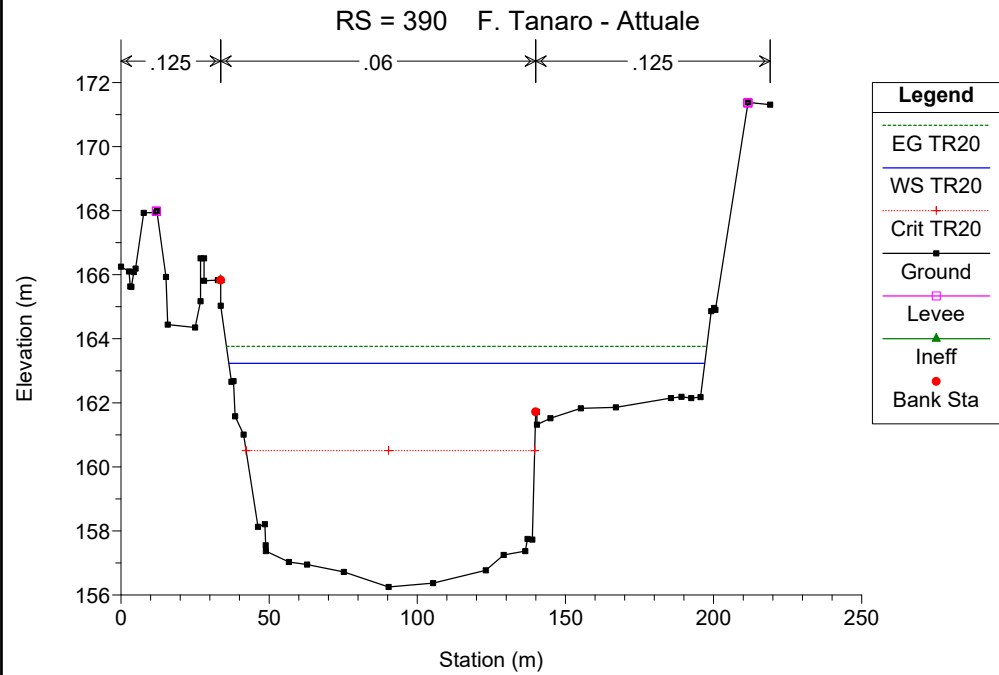
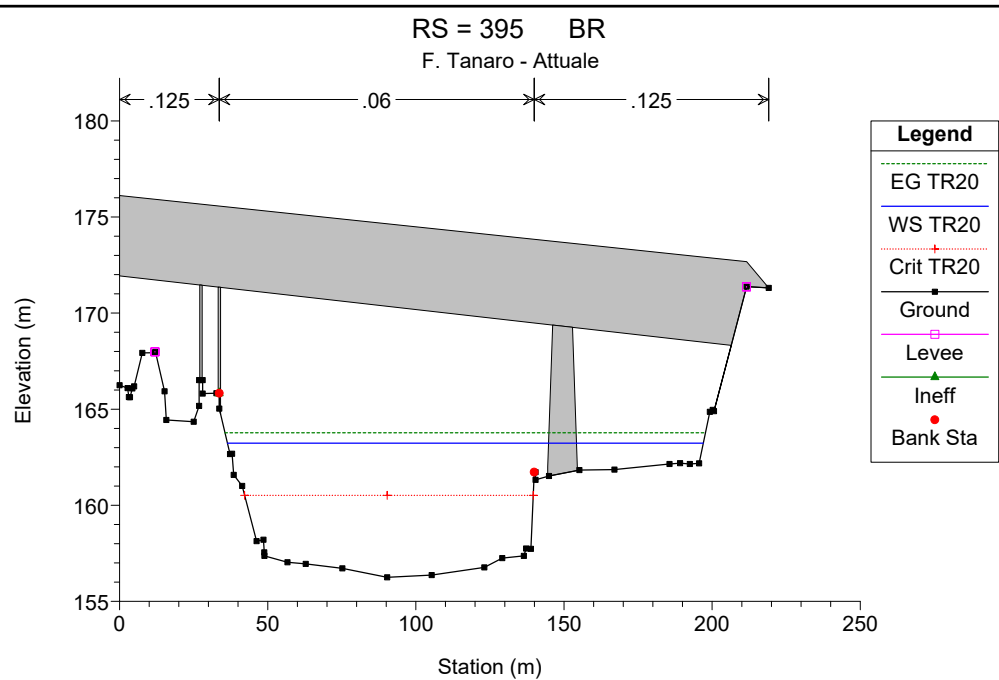
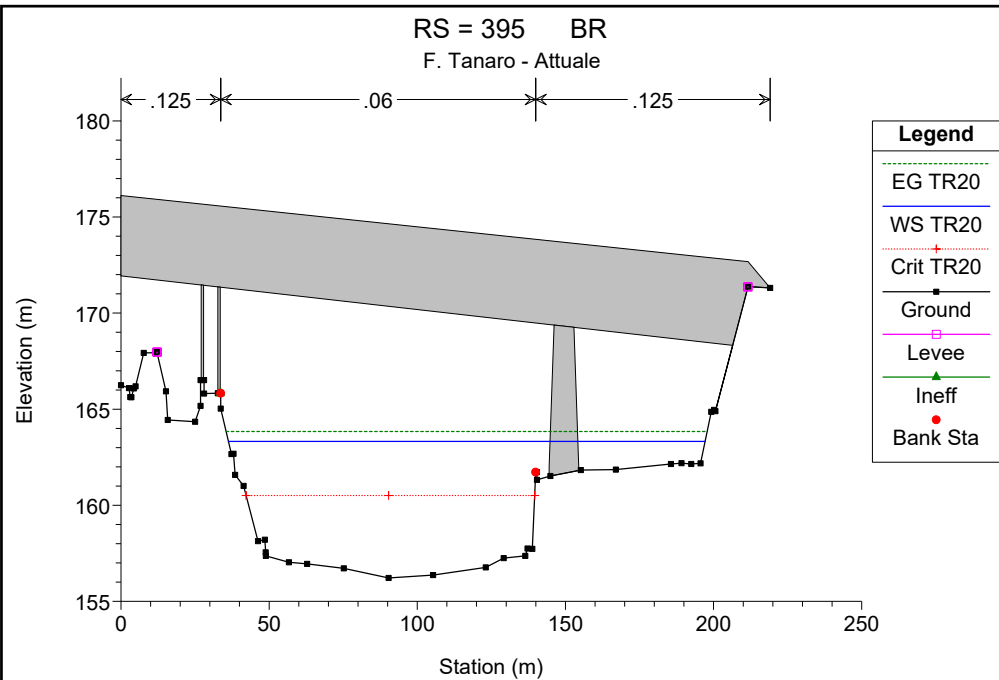
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR20	2079.00	139.61	146.46	144.05	146.88	0.003770	2.85	728.53	283.47	0.42
1	60	TR20	2079.00	138.12	146.05	142.35	146.27	0.001552	2.18	1423.24	544.41	0.28
1	50	TR20	2079.00	137.54	145.56	142.65	145.85	0.002268	2.56	1185.31	429.78	0.34
1	40	TR20	2079.00	137.06	144.87	142.54	145.11	0.002446	2.14	969.50	270.28	0.33
1	30	TR20	2079.00	137.37	144.29	141.21	144.51	0.001923	2.11	987.18	491.38	0.30
1	20	TR20	2079.00	136.62	143.79	140.67	143.96	0.001540	2.07	1704.44	672.11	0.28
1	10	TR20	2079.00	135.29	142.82	140.82	143.26	0.004002	3.17	1115.18	626.10	0.44

# F. Tanaro - Attuale

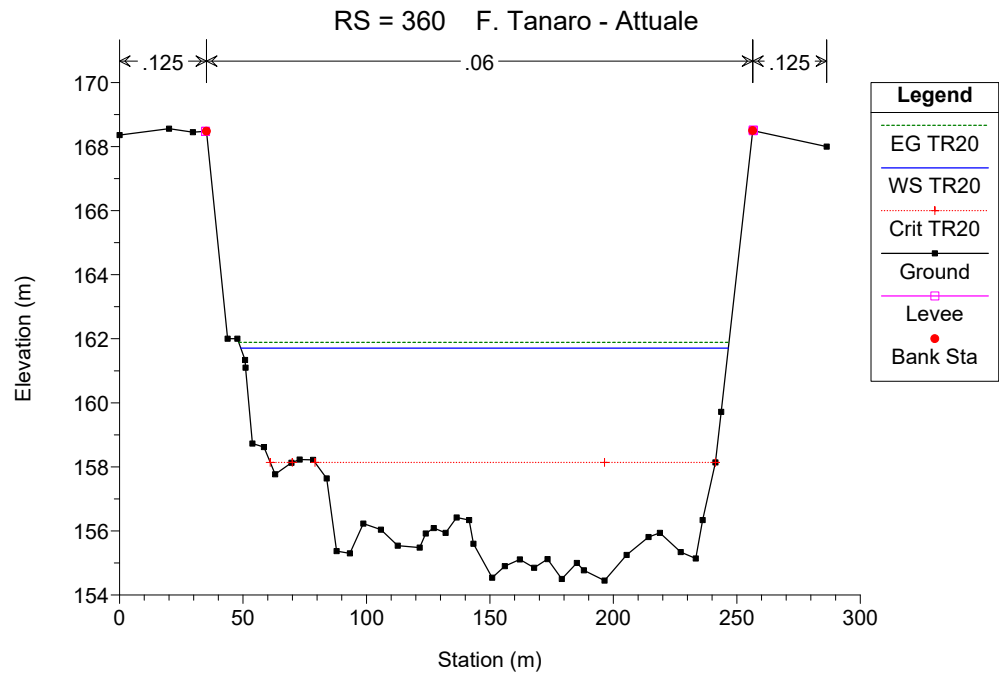
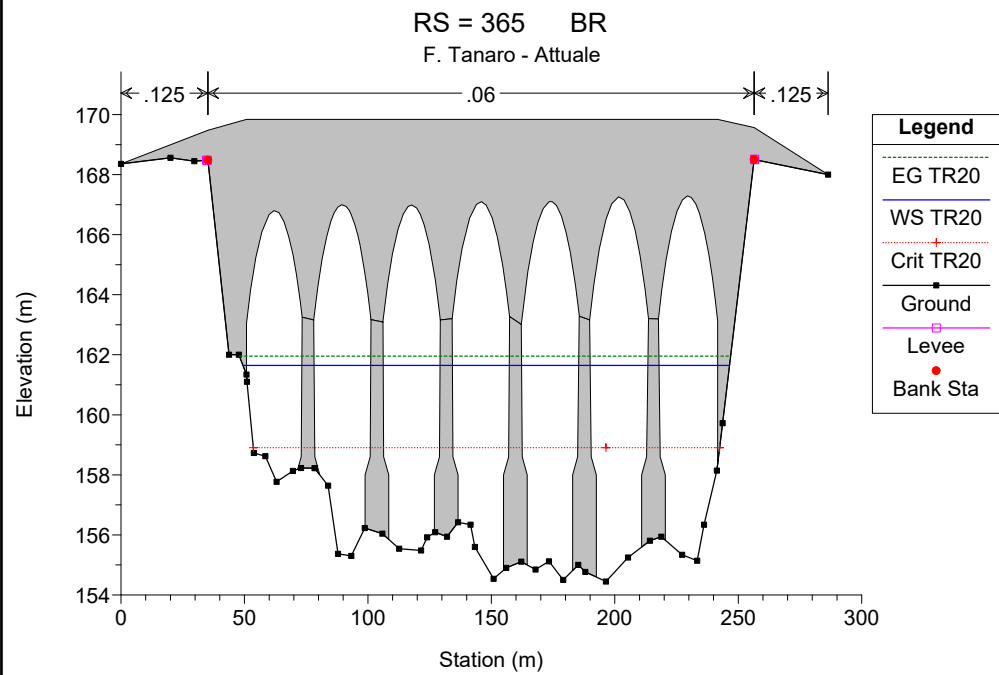
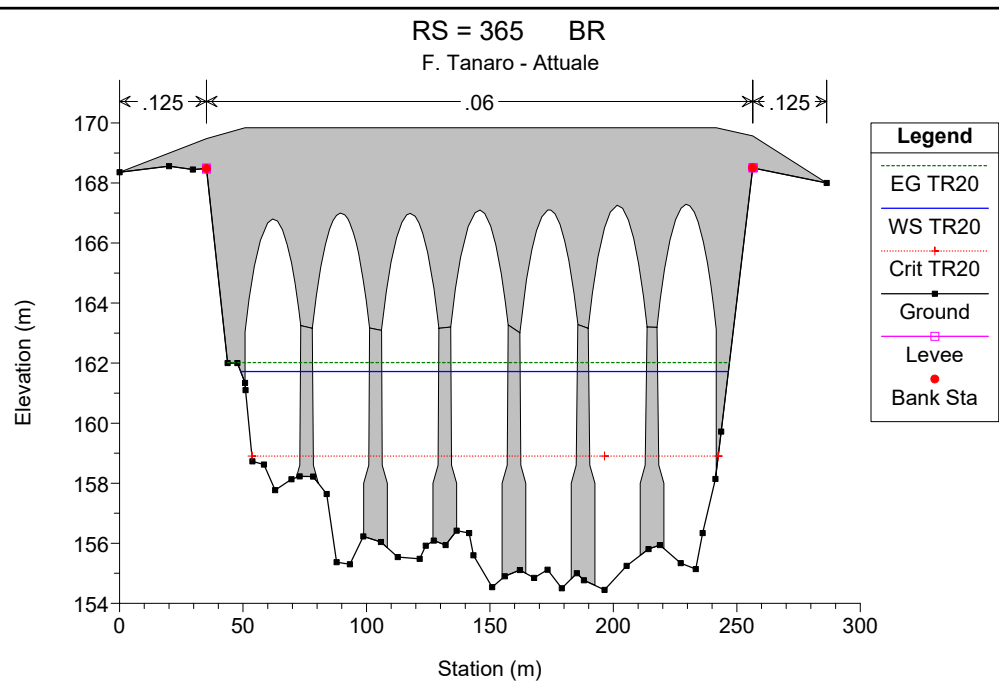
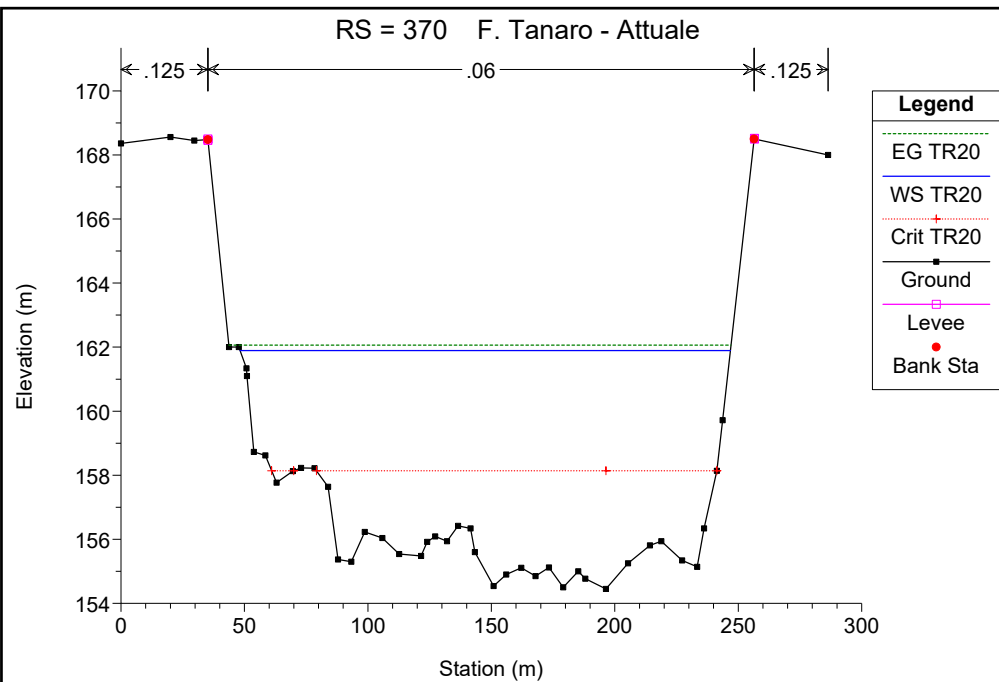
Tanaro 1

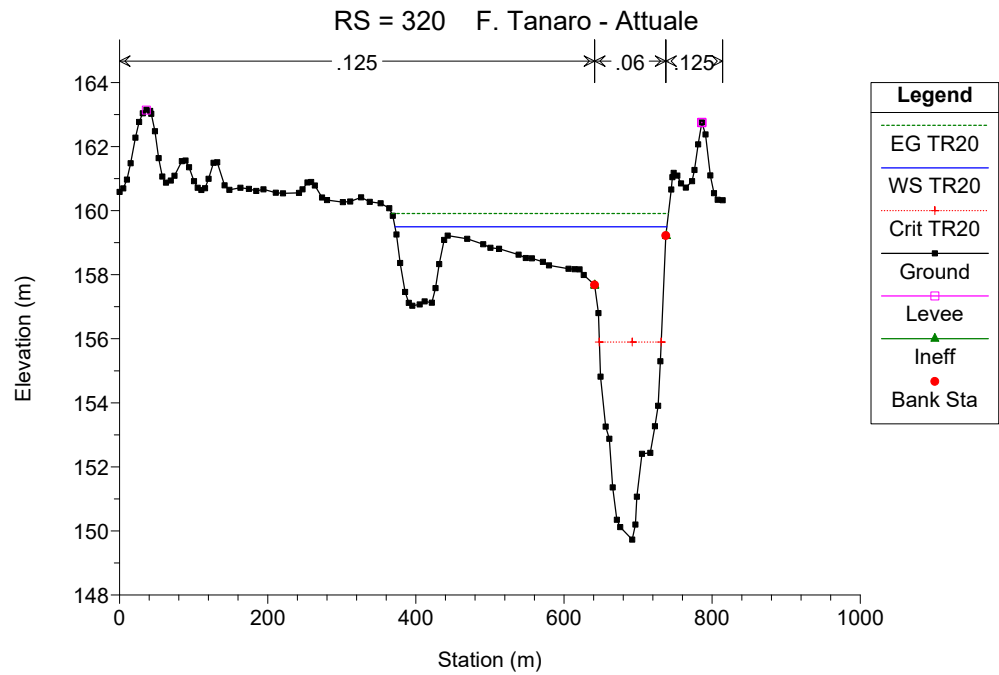
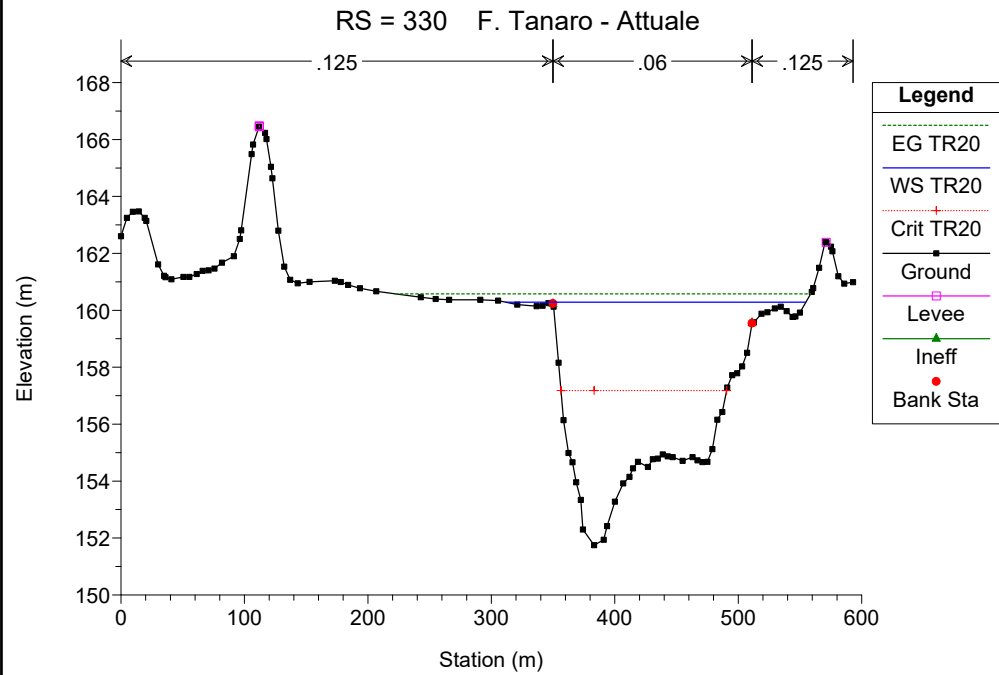
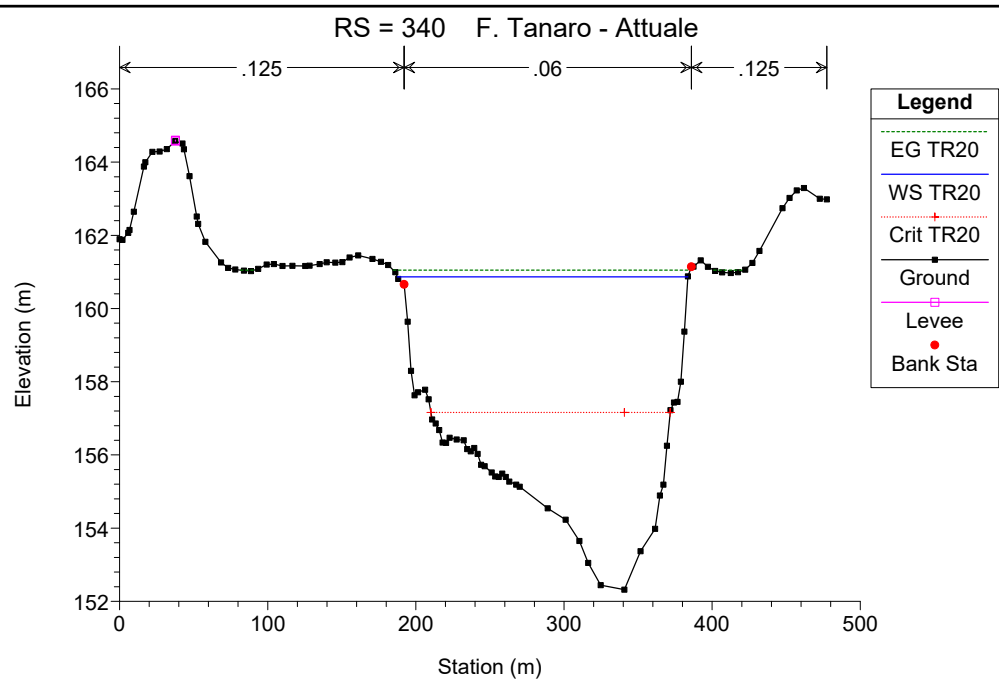
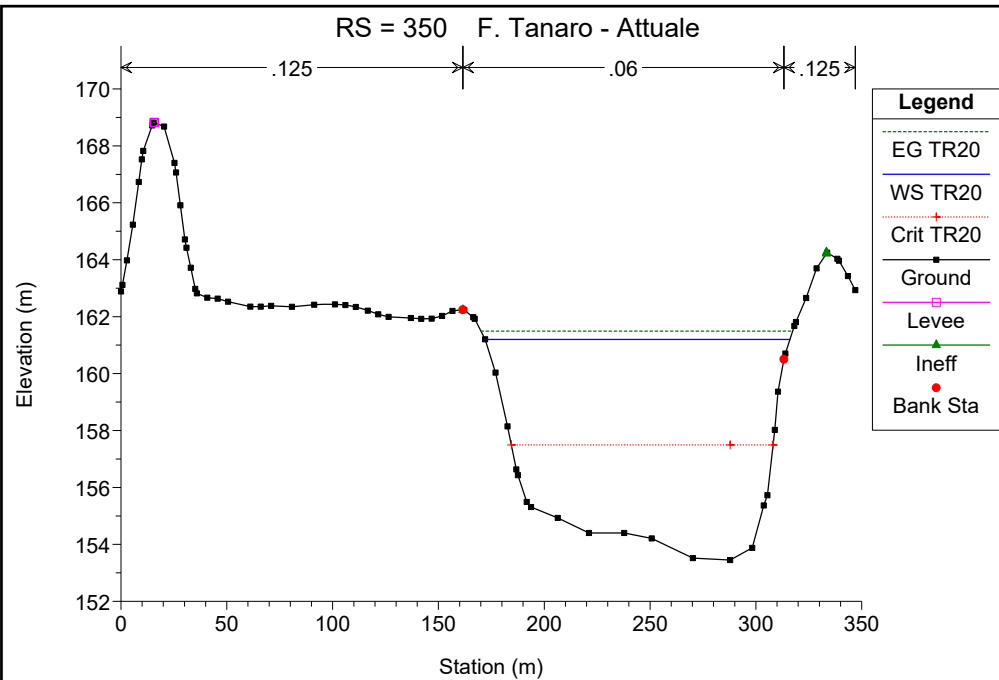


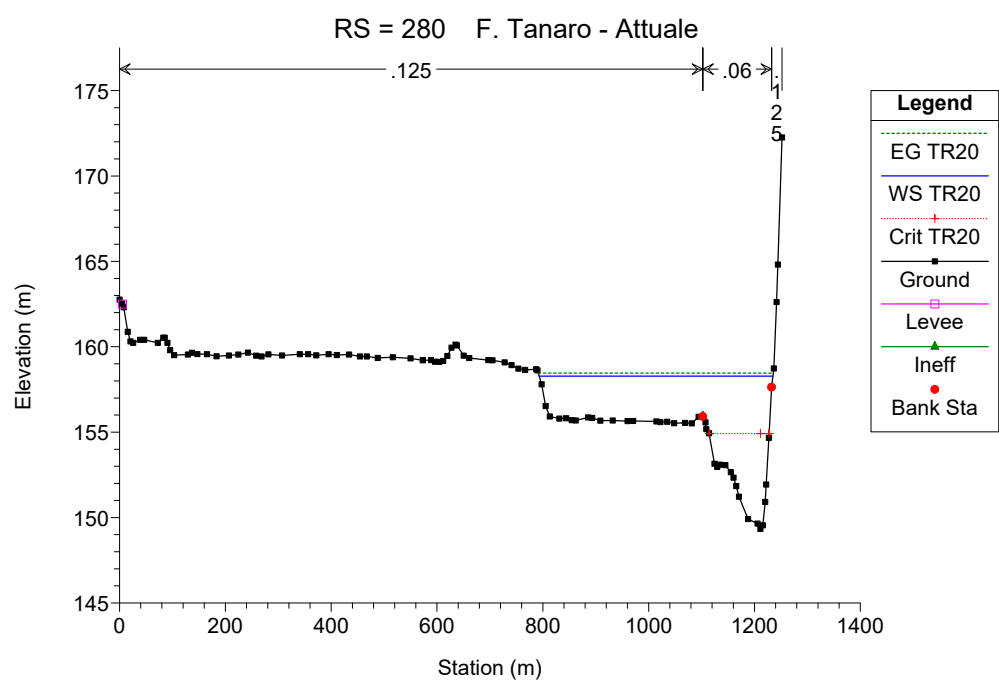
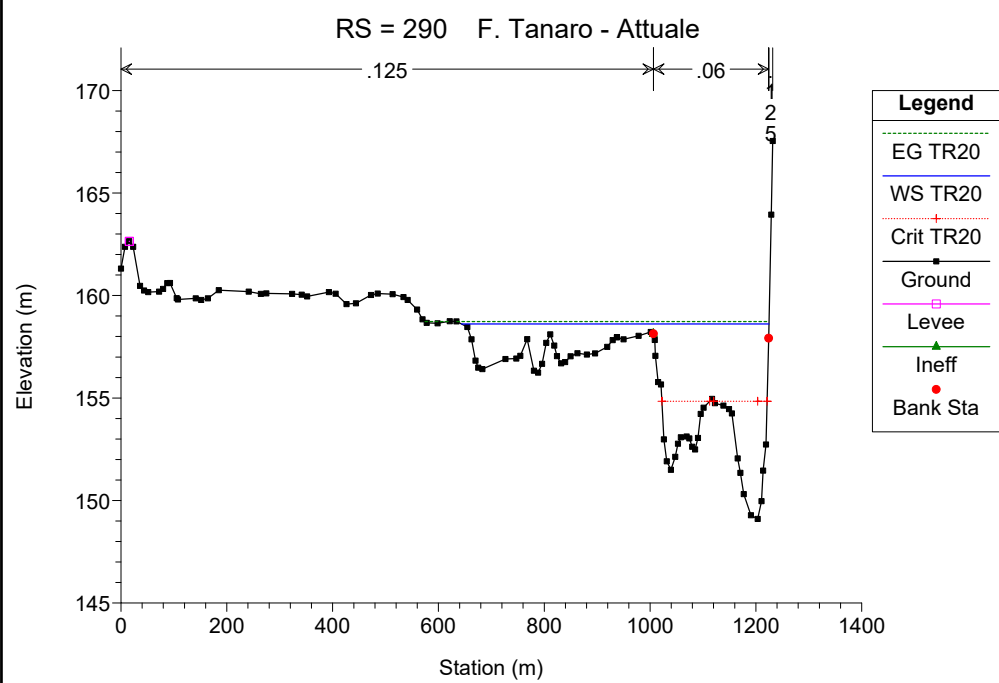
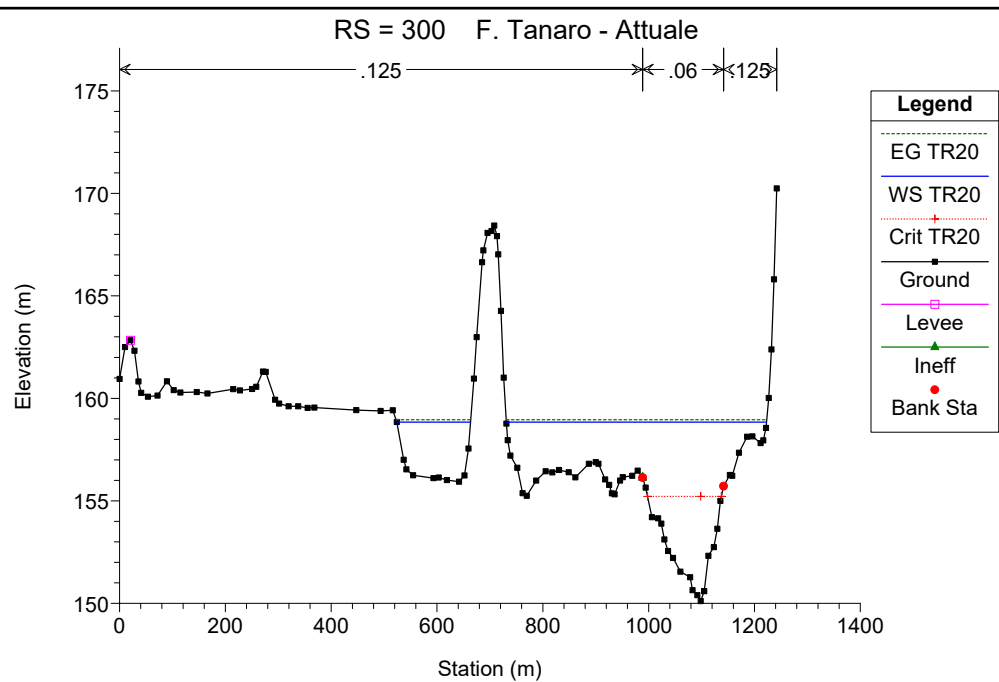
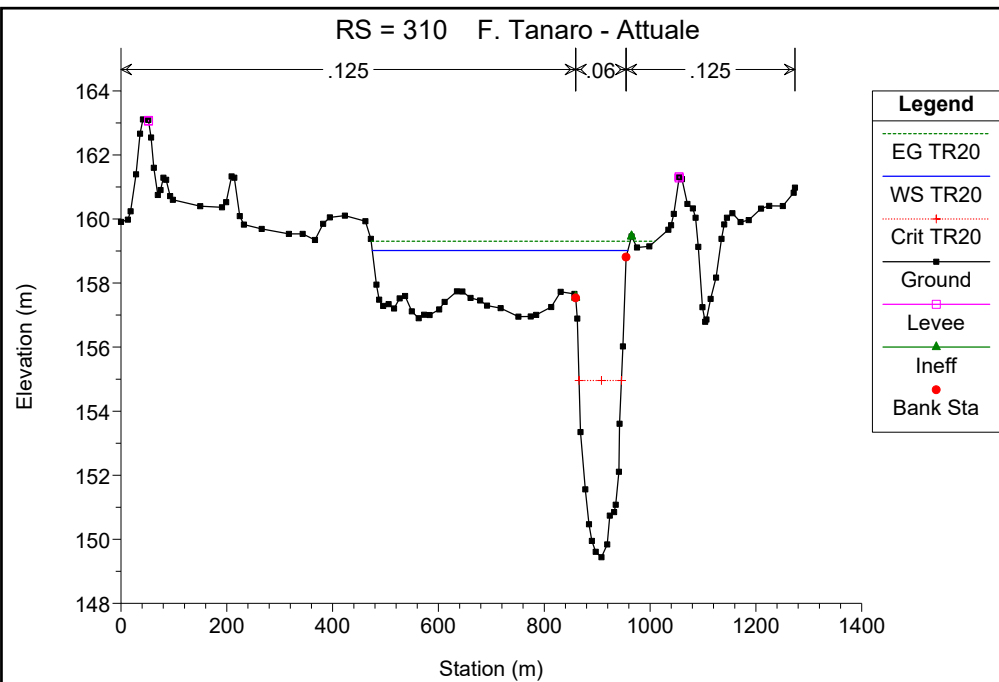


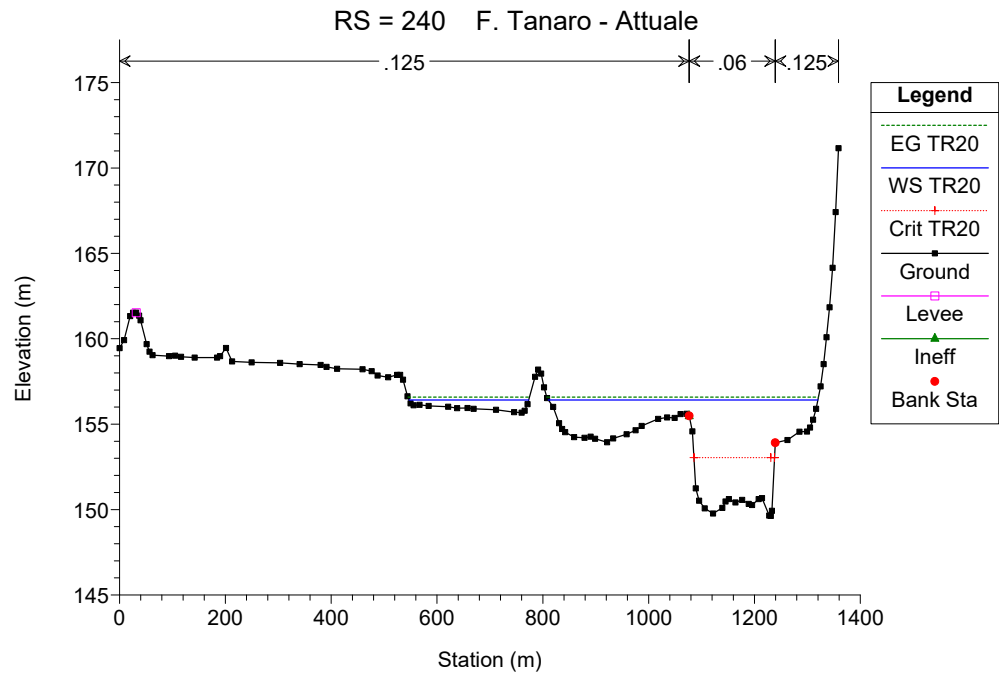
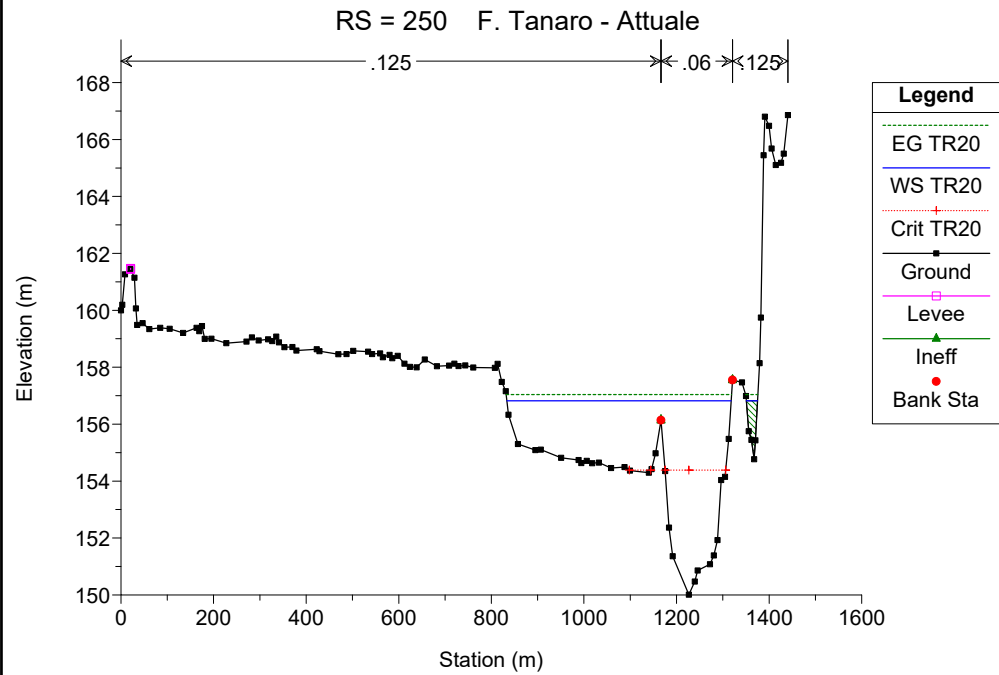
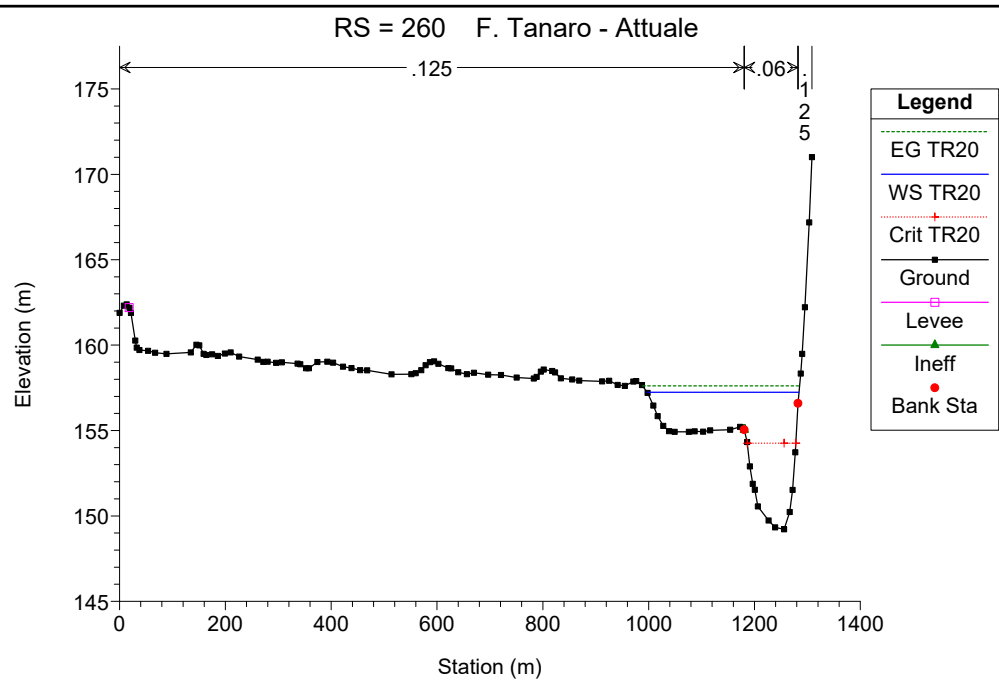
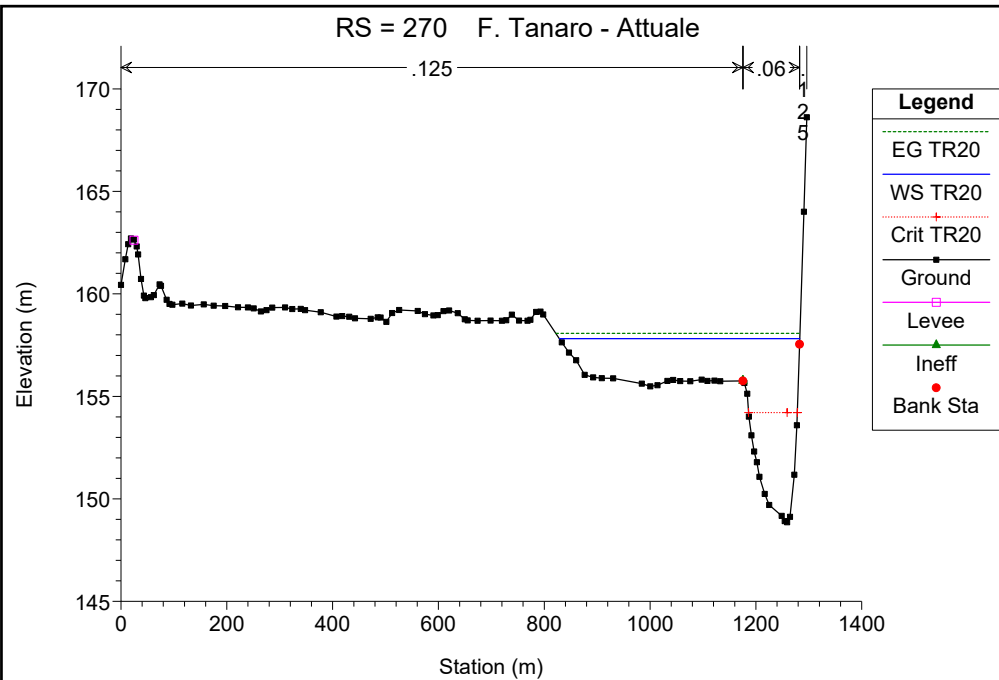


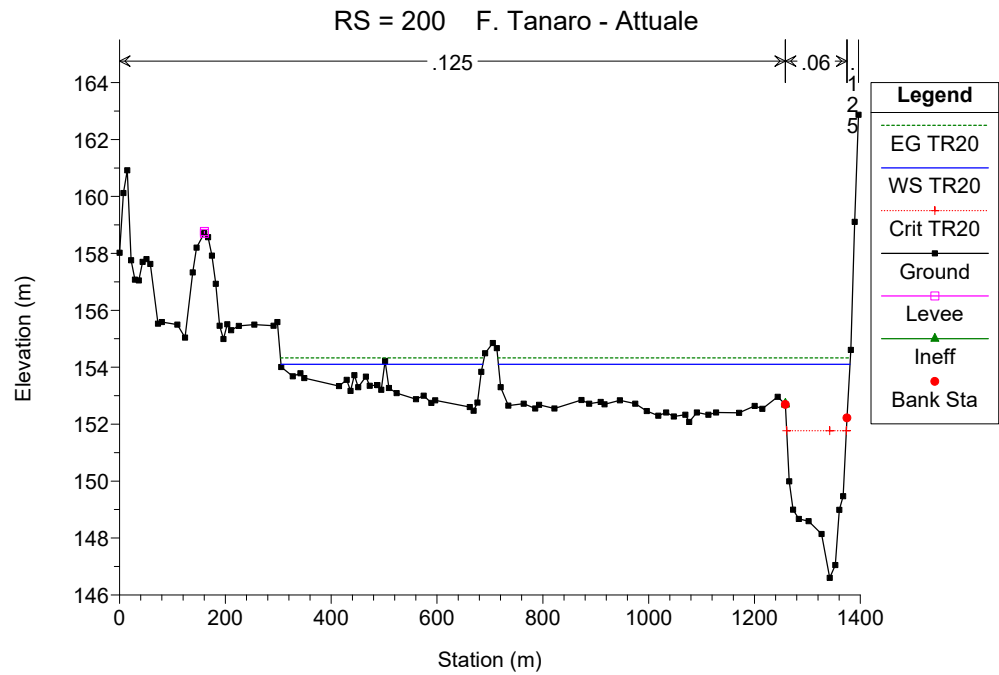
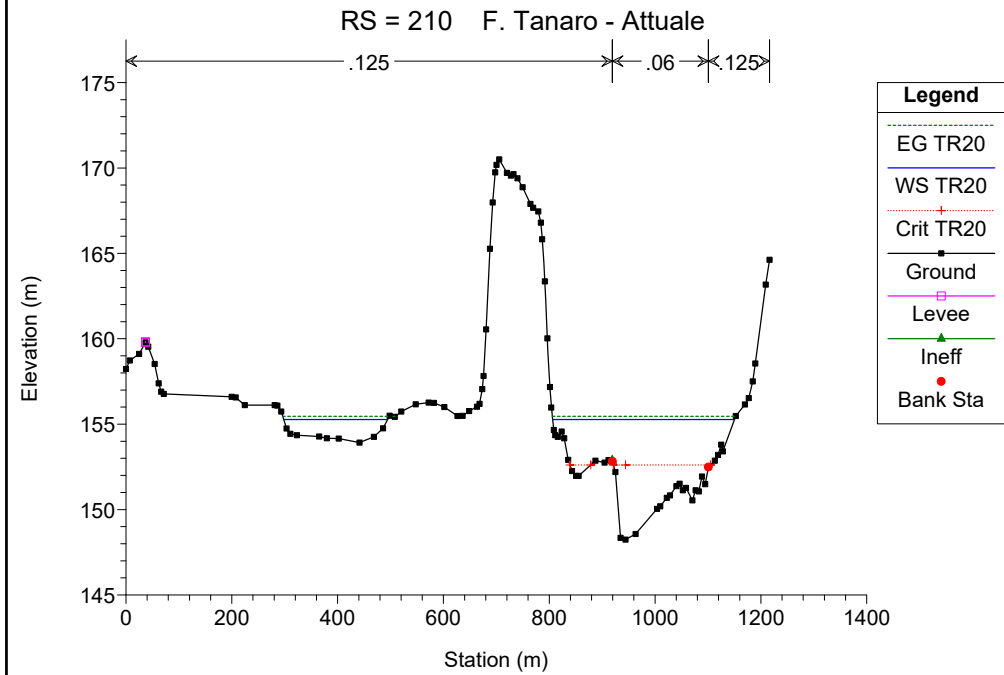
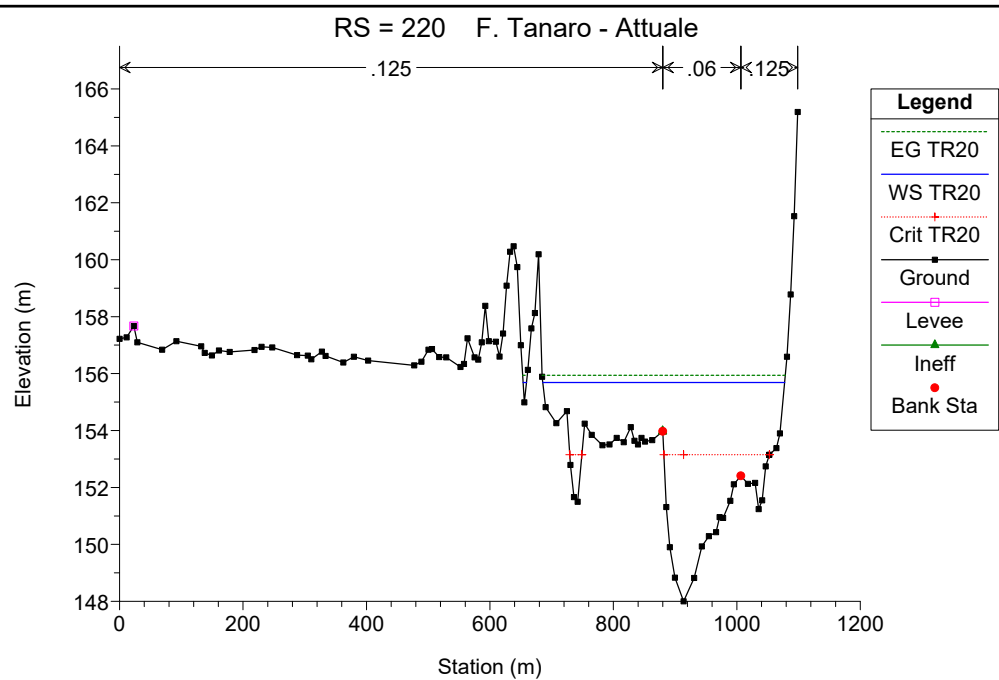
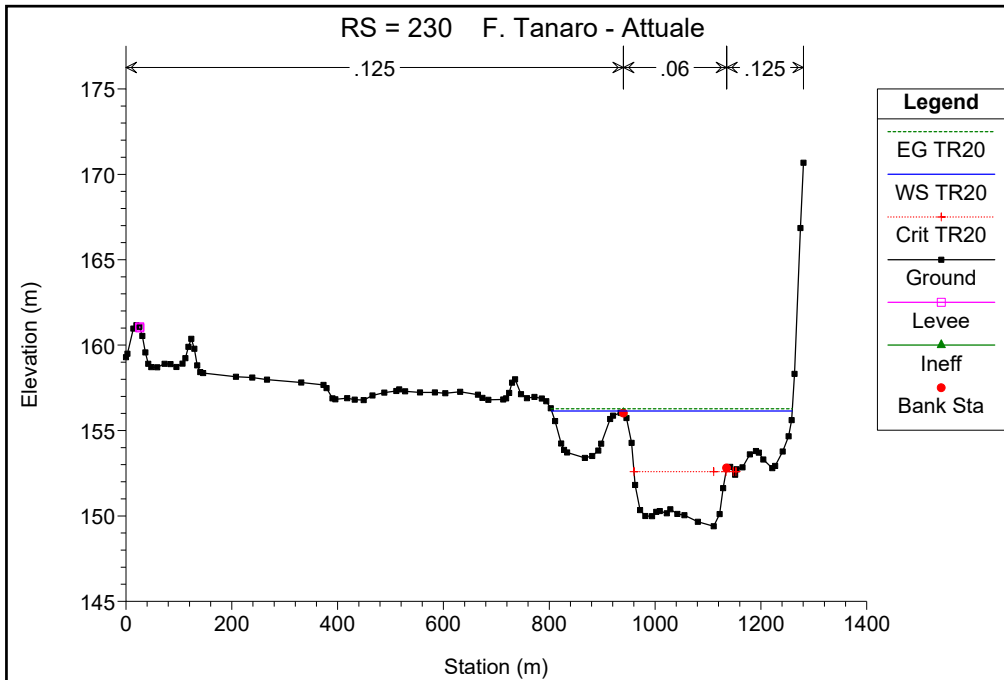


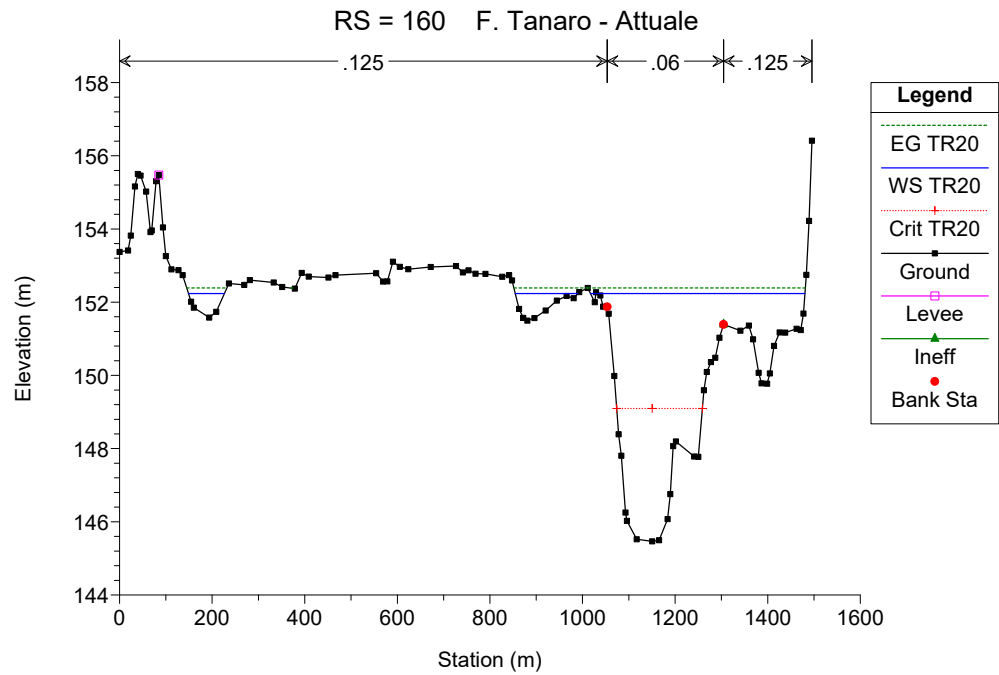
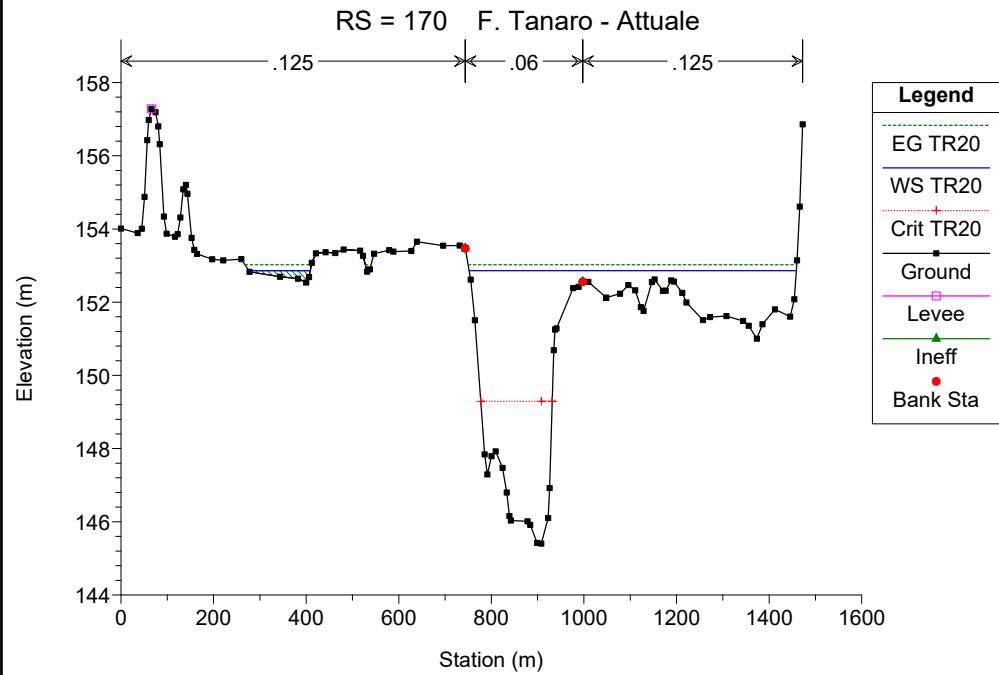
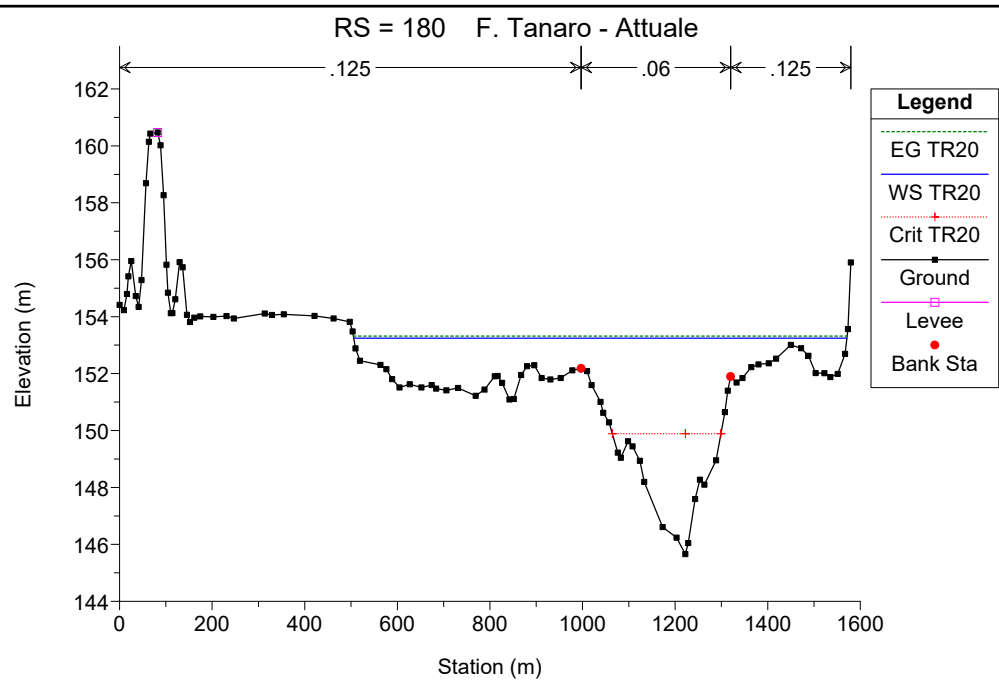
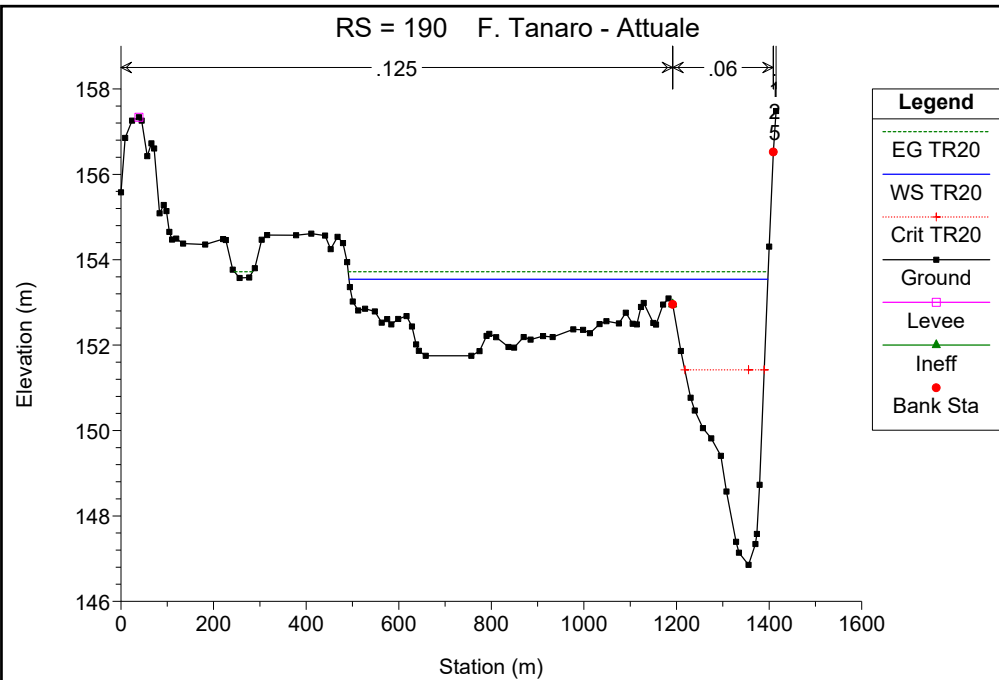


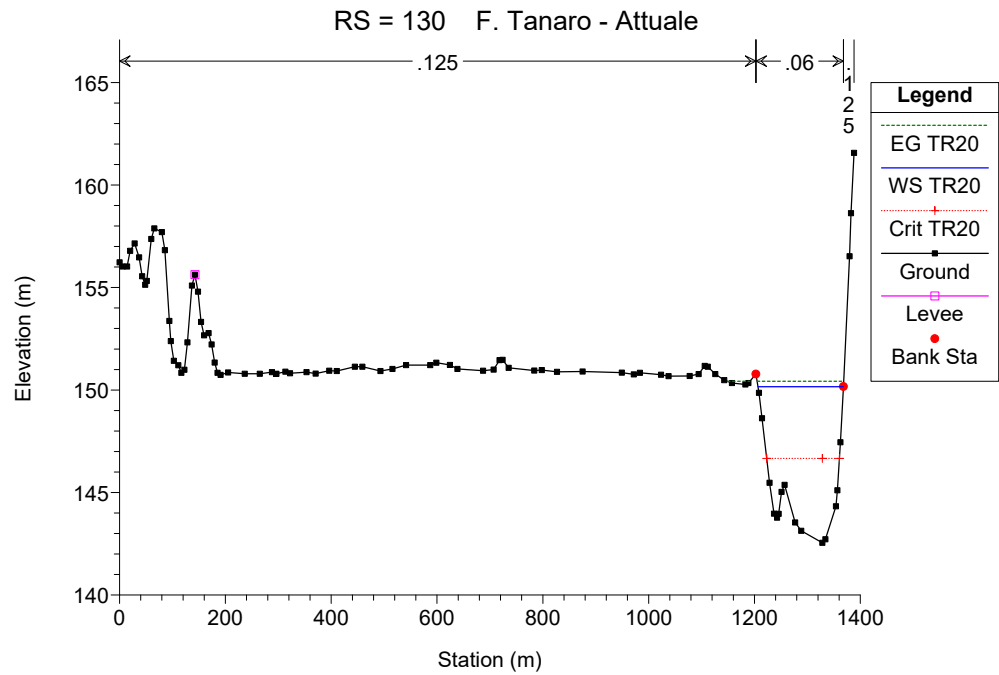
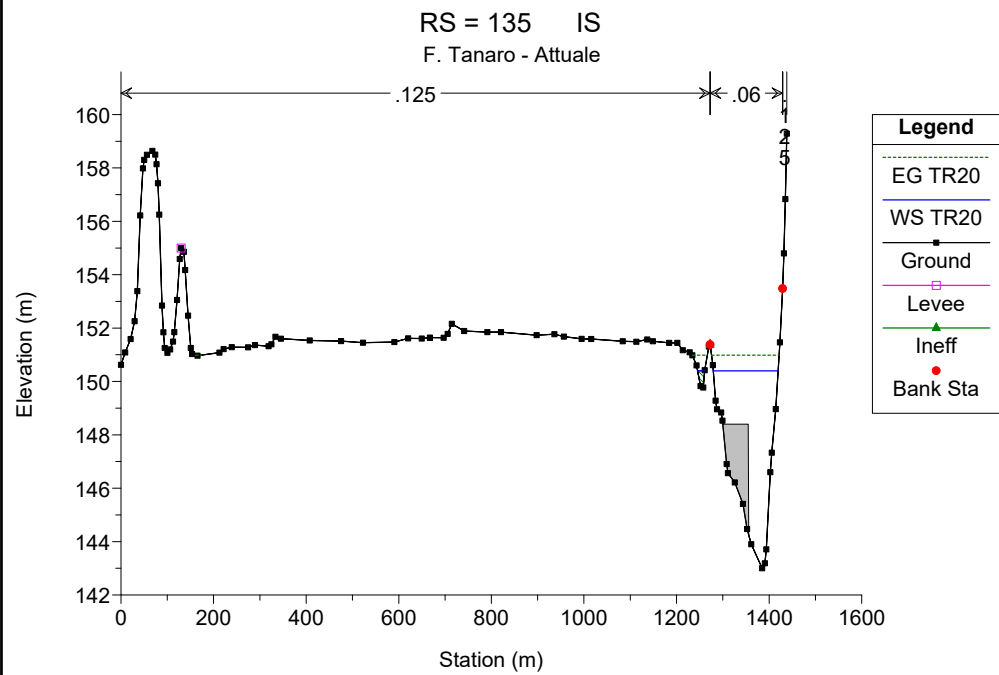
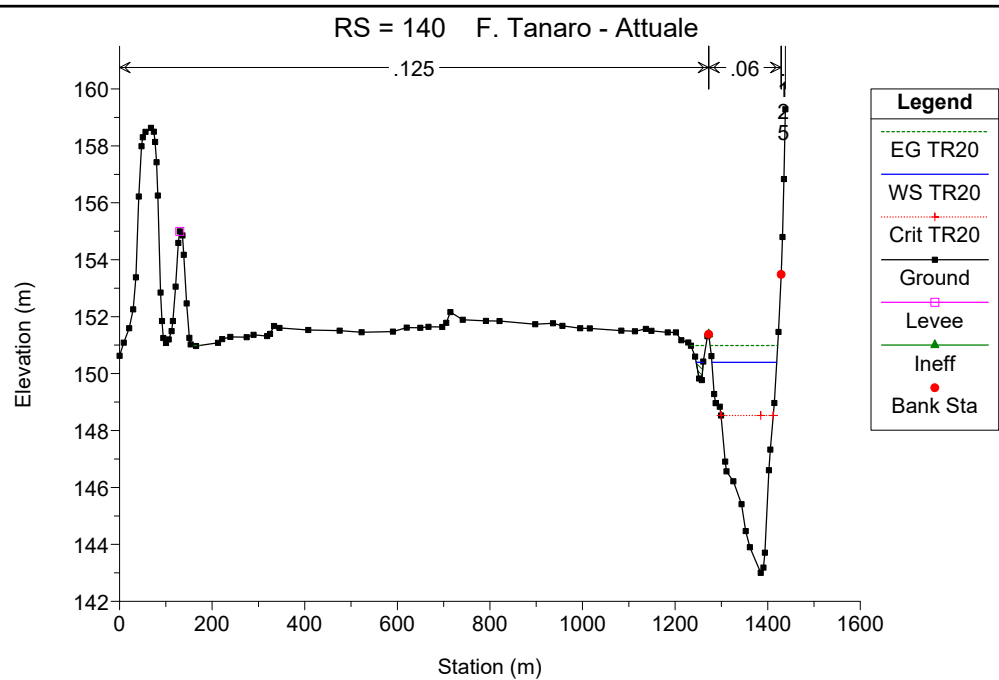
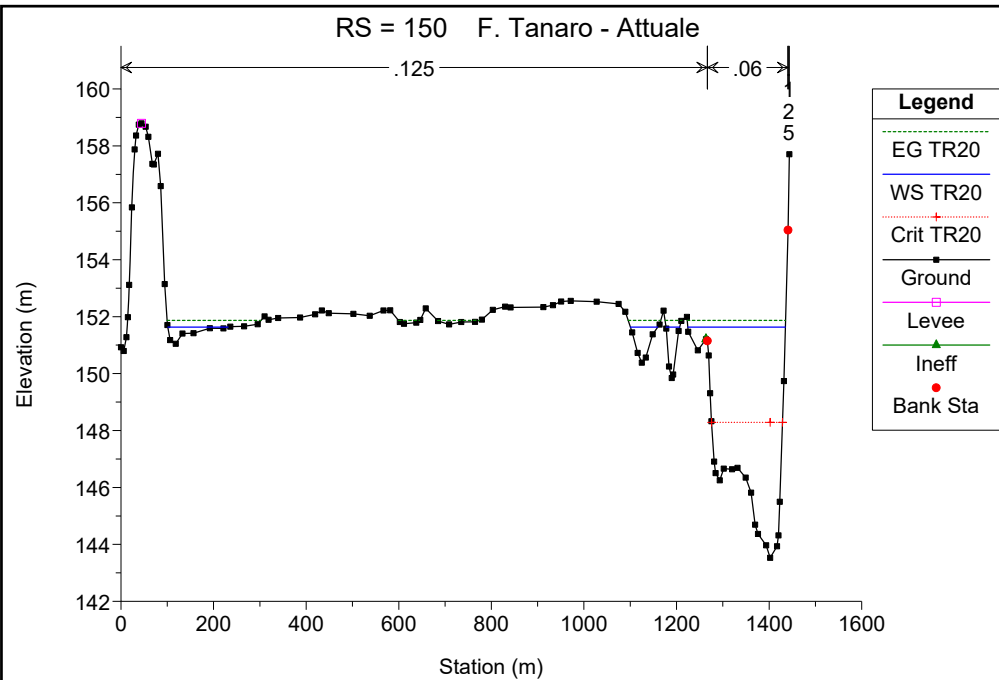


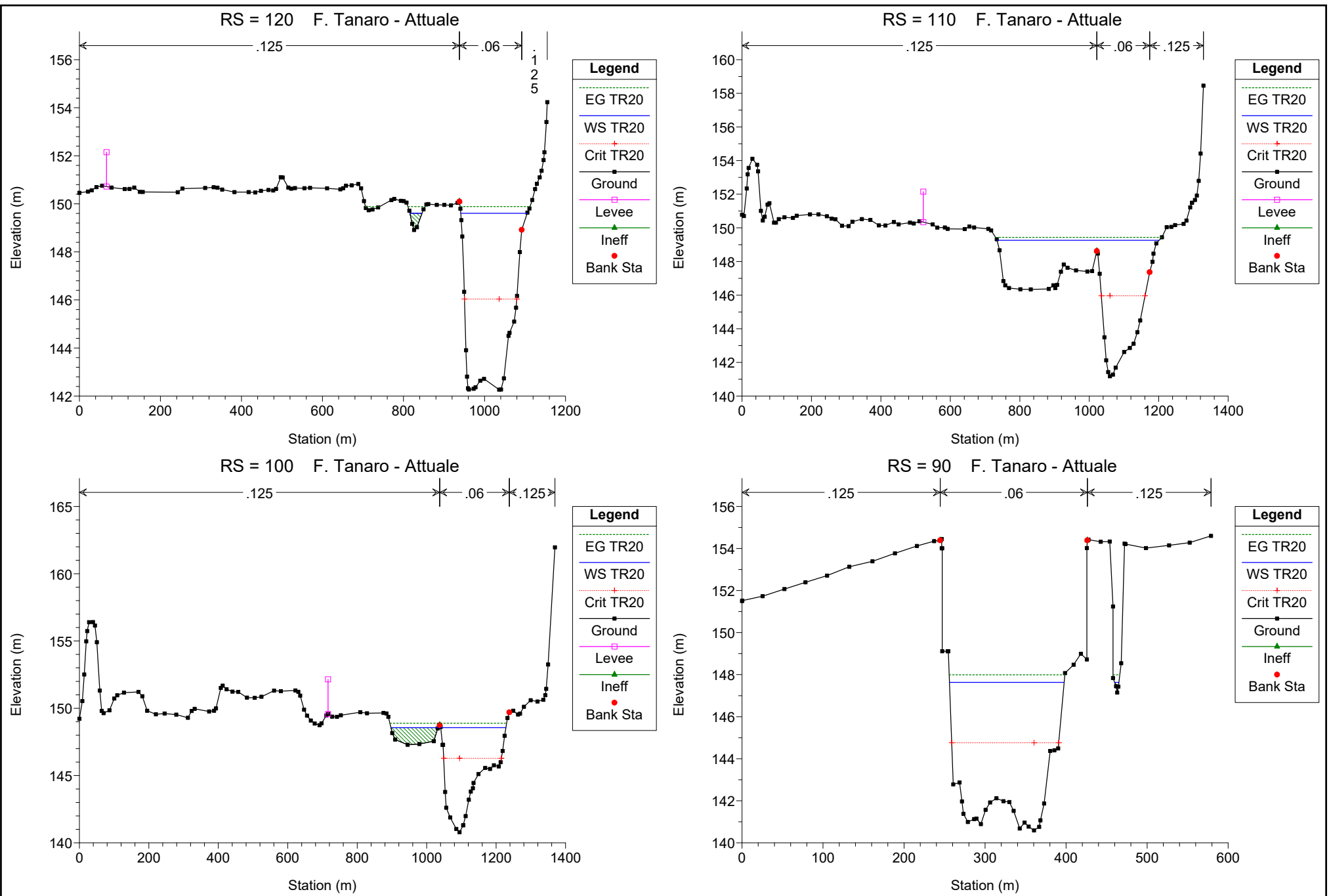




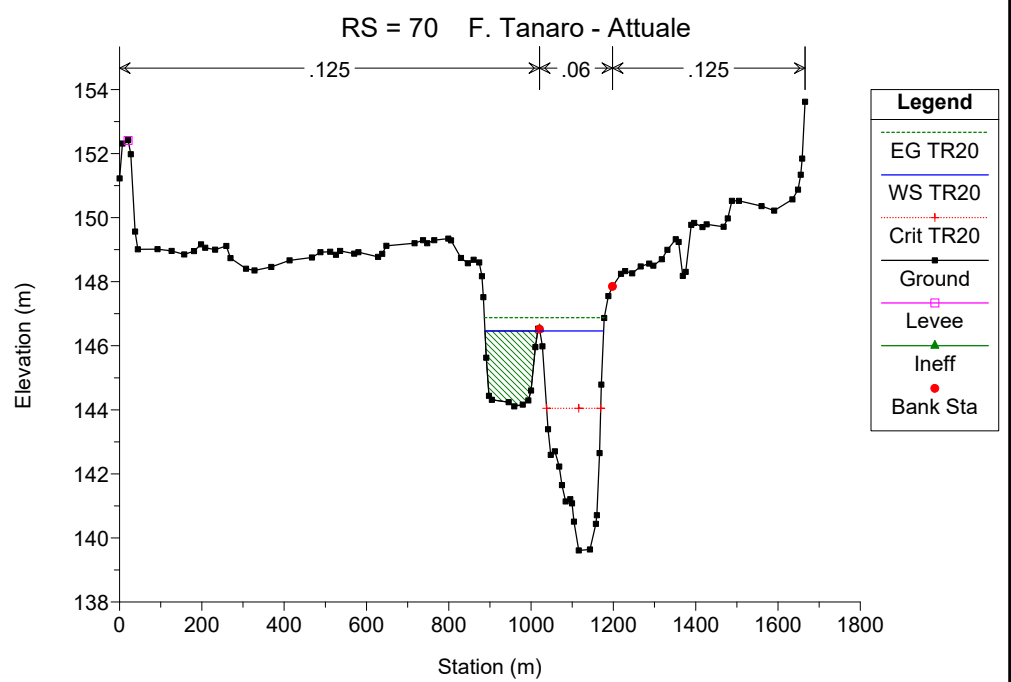
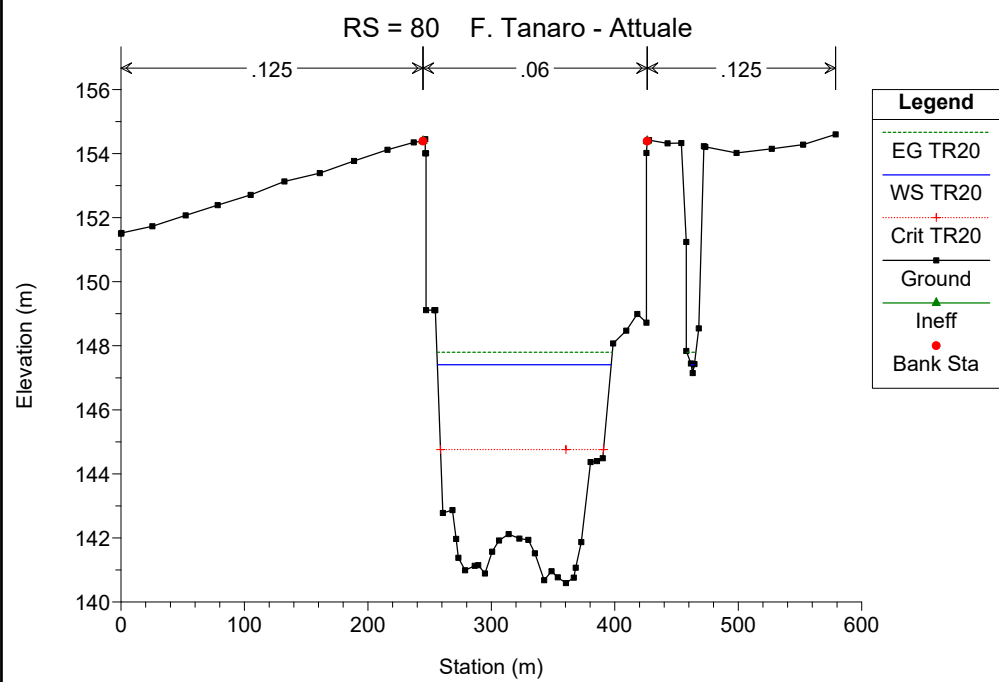
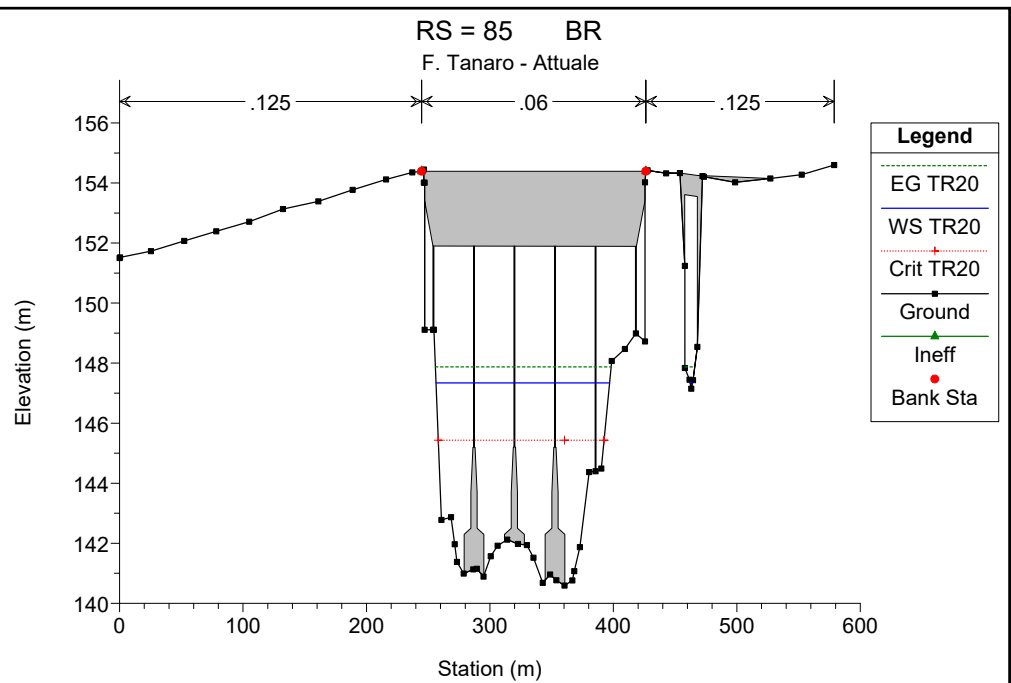
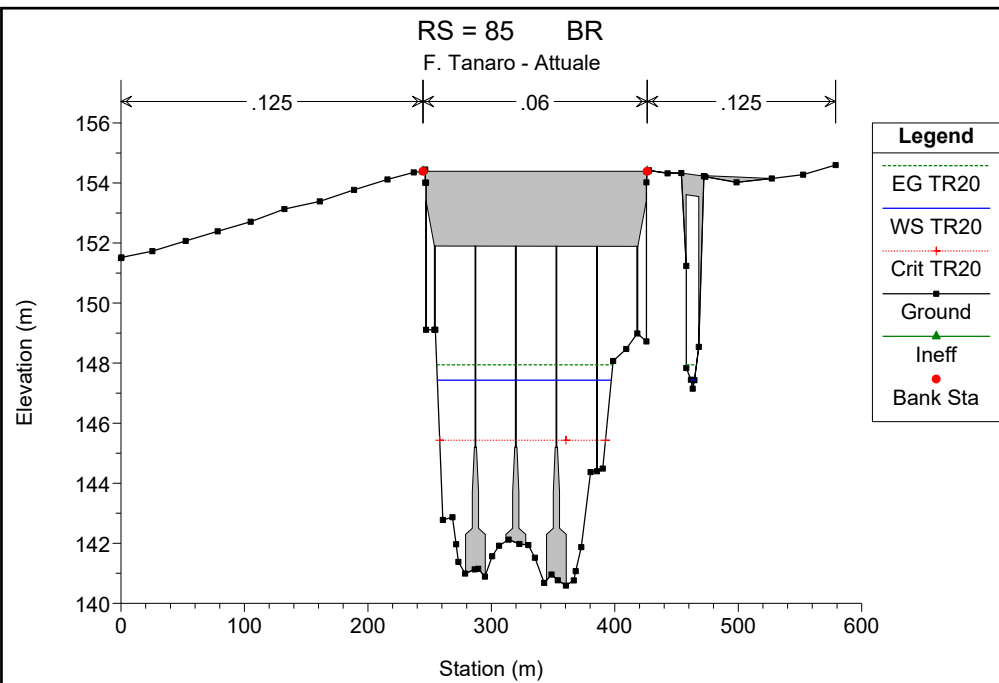


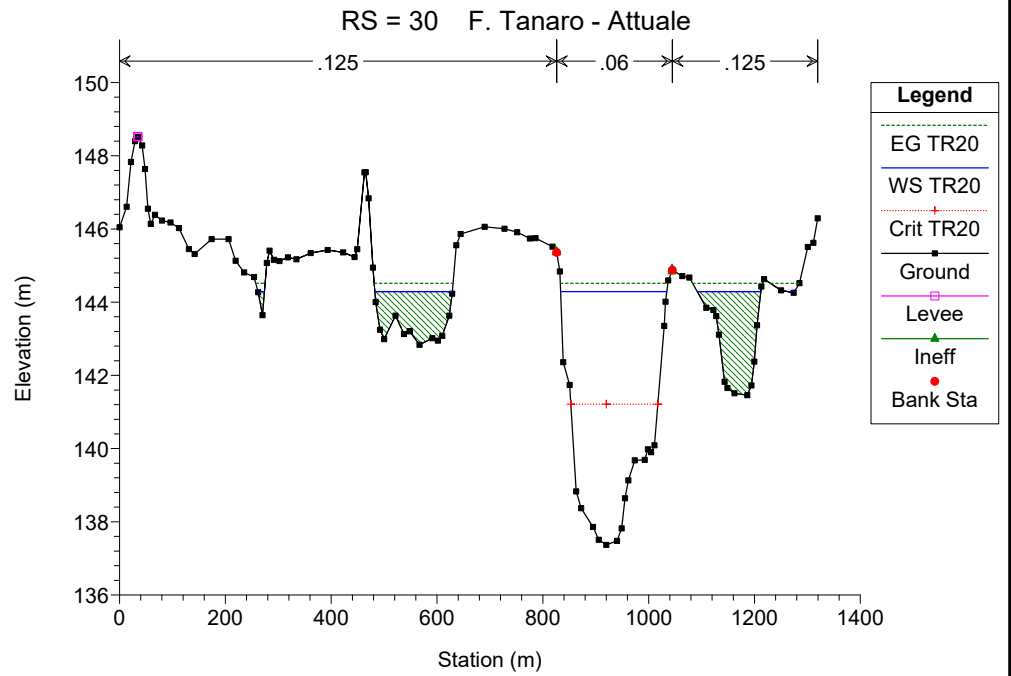
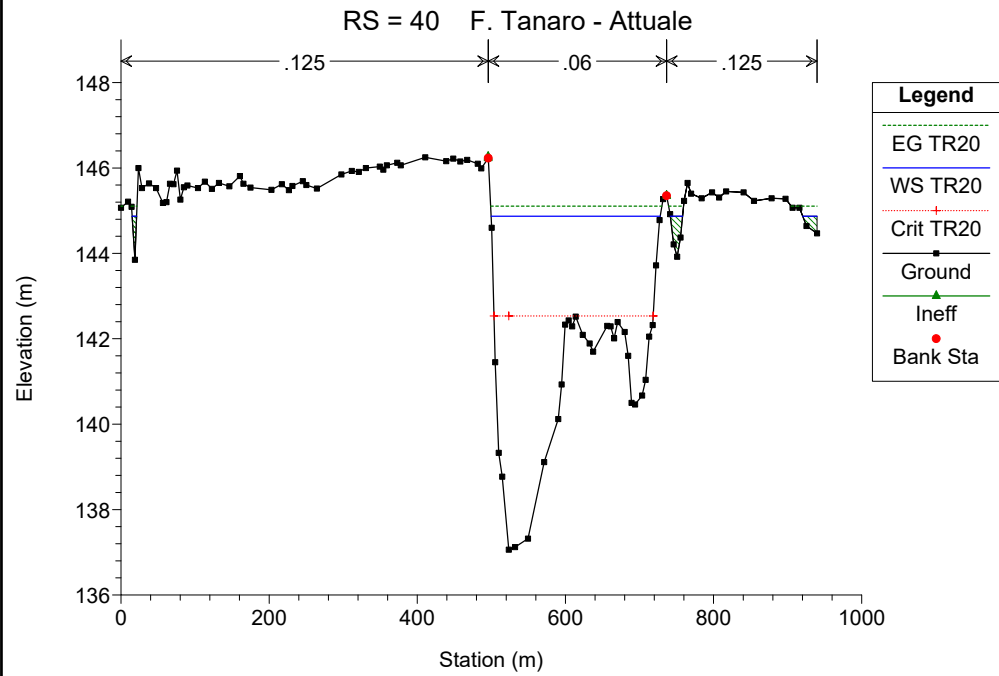
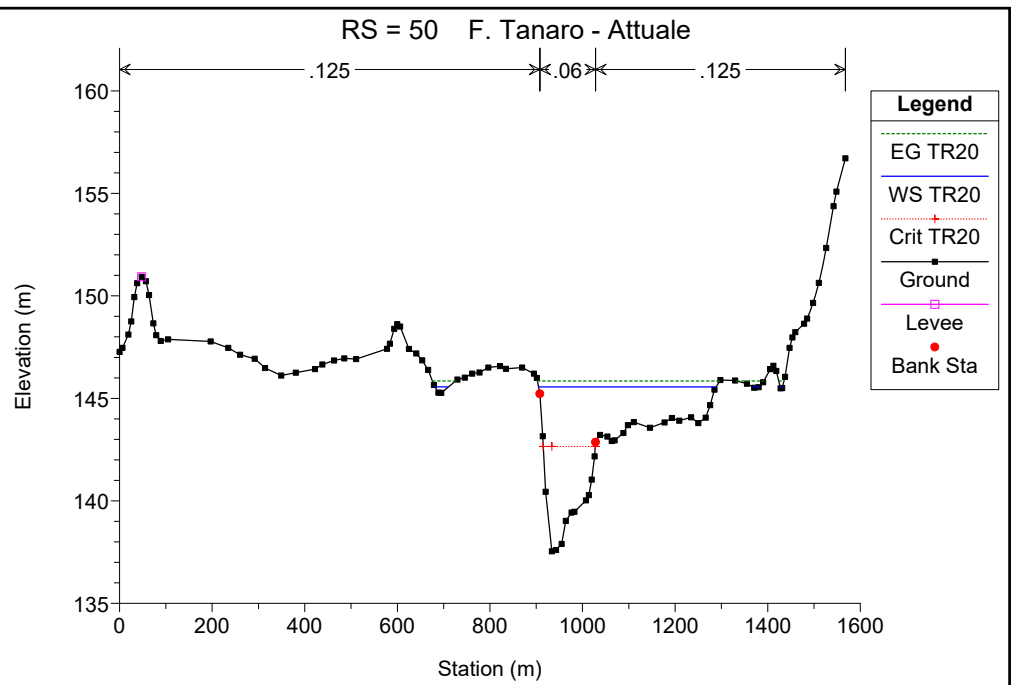
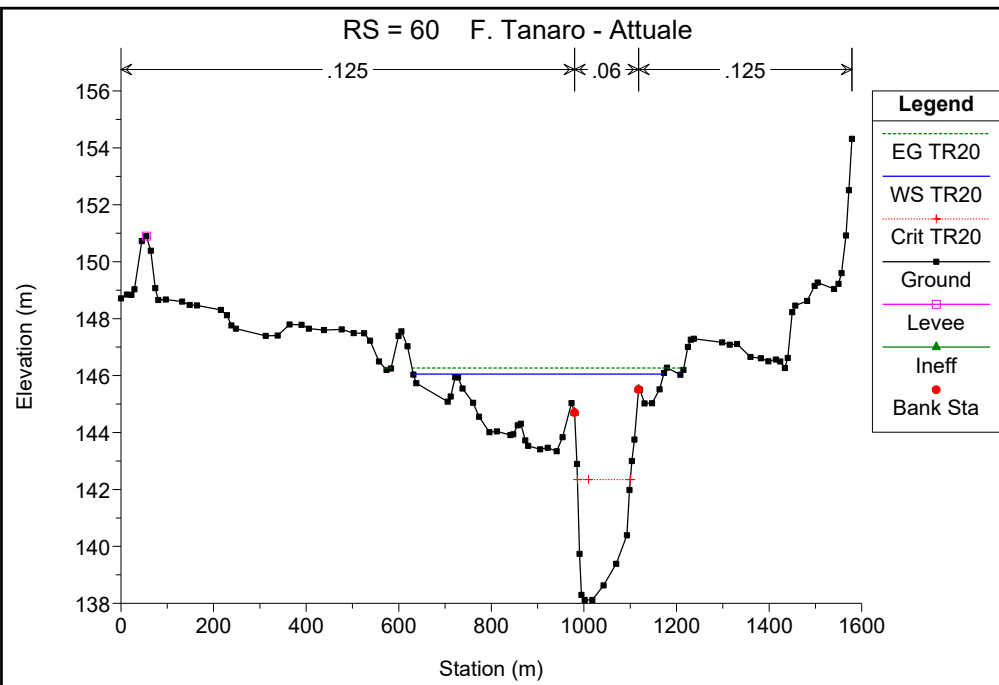


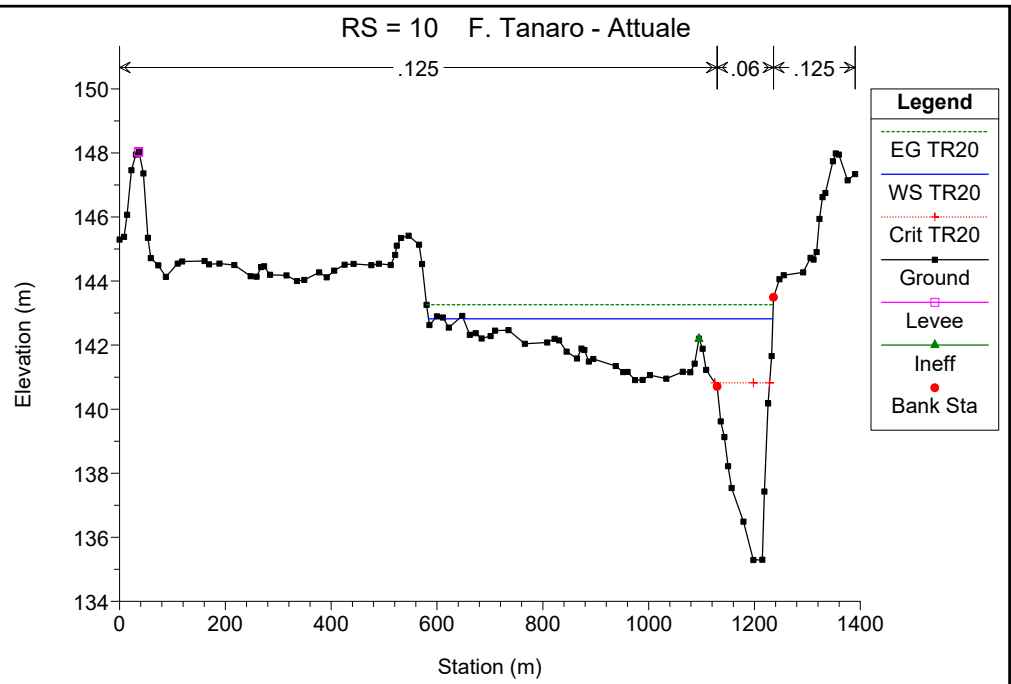
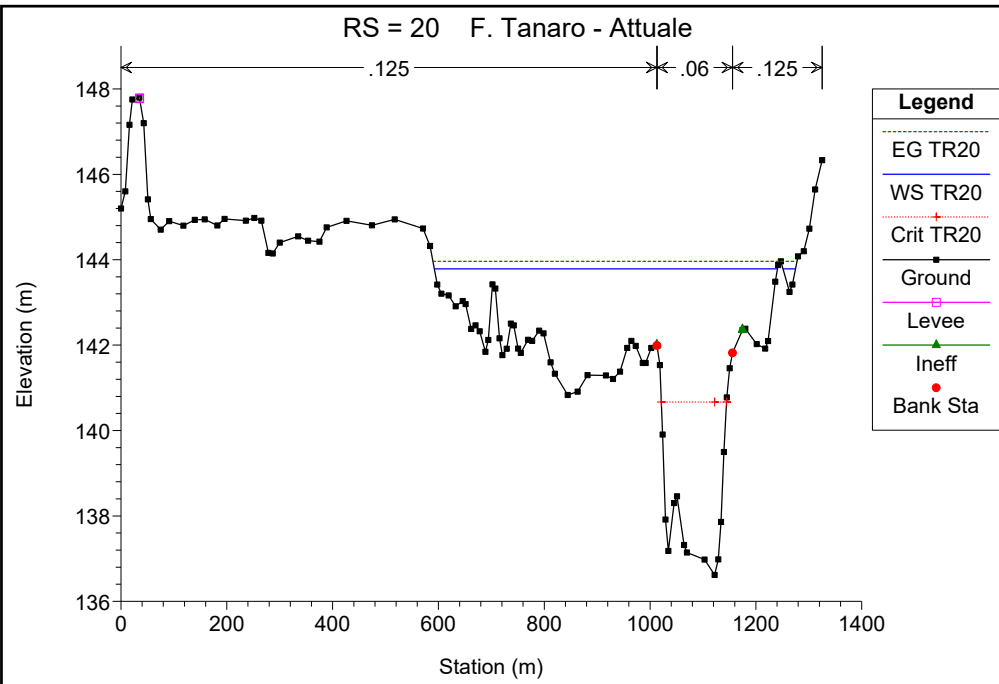












**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 0: SITUAZIONE ATTUALE CON TRAVERSA ROTTA**

**SIMULAZIONE 2**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2789	100



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100

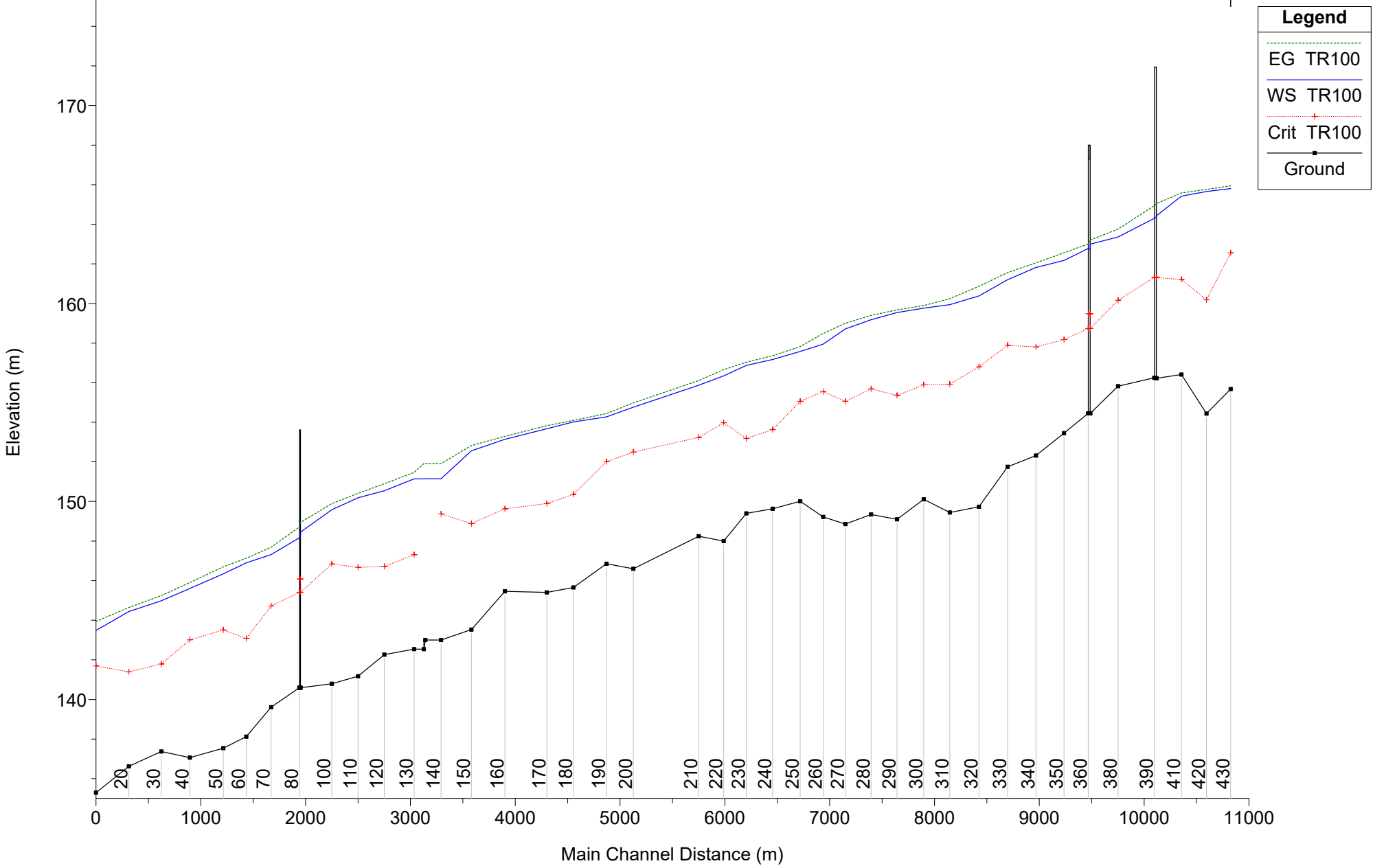
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR100	2789.00	155.68	165.80	162.56	165.94	0.001134	2.05	2627.42	664.03	0.25
1	420	TR100	2789.00	154.44	165.66	160.19	165.76	0.000607	1.67	2936.30	686.24	0.19
1	410	TR100	2789.00	156.41	165.42	161.21	165.58	0.001073	2.02	2232.97	525.91	0.24
1	400	TR100	2789.00	156.22	164.43	161.32	165.05	0.003550	3.55	895.83	172.68	0.42
1	395		Bridge									
1	390	TR100	2789.00	156.25	164.30	161.32	164.95	0.003790	3.62	874.11	163.70	0.44
1	380	TR100	2789.00	155.82	163.36	160.17	163.76	0.002530	2.77	1025.79	212.53	0.36
1	370	TR100	2789.00	154.45	163.00	158.74	163.21	0.001246	2.04	1364.62	206.00	0.25
1	365		Bridge									
1	360	TR100	2789.00	154.45	162.78	158.74	163.01	0.001385	2.11	1320.18	205.40	0.27
1	350	TR100	2789.00	153.45	162.17	158.18	162.56	0.002209	2.76	1015.87	195.71	0.34
1	340	TR100	2789.00	152.32	161.82	157.80	162.05	0.001389	2.16	1390.67	377.25	0.27
1	330	TR100	2789.00	151.75	161.20	157.89	161.56	0.002316	2.70	1207.19	427.84	0.34
1	320	TR100	2789.00	149.73	160.38	156.80	160.87	0.002644	3.29	1305.26	460.77	0.38
1	310	TR100	2789.00	149.44	159.94	155.92	160.24	0.001756	2.76	1887.59	740.63	0.31
1	300	TR100	2789.00	150.11	159.76	155.89	159.90	0.000941	1.88	2702.43	862.29	0.23
1	290	TR100	2789.00	149.10	159.54	155.35	159.67	0.000889	1.72	2309.59	674.55	0.21
1	280	TR100	2789.00	149.34	159.18	155.69	159.40	0.001501	2.34	1998.39	547.56	0.28
1	270	TR100	2789.00	148.86	158.72	155.06	159.00	0.001787	2.67	1790.54	578.66	0.31
1	260	TR100	2789.00	149.22	157.95	155.55	158.49	0.003279	3.45	1236.22	422.39	0.42
1	250	TR100	2789.00	150.01	157.58	155.06	157.82	0.002271	2.47	1820.79	556.44	0.34
1	240	TR100	2789.00	149.63	157.17	153.63	157.36	0.001339	2.11	2205.84	762.83	0.26
1	230	TR100	2789.00	149.40	156.87	153.18	157.03	0.001196	1.94	1986.22	563.56	0.25
1	220	TR100	2789.00	148.00	156.34	153.98	156.66	0.002483	2.78	1555.04	448.74	0.36
1	210	TR100	2789.00	148.24	155.87	153.23	156.10	0.001929	2.31	1797.83	643.51	0.31
1	200	TR100	2789.00	146.60	154.76	152.50	154.98	0.002058	2.52	2490.78	1073.32	0.32
1	190	TR100	2789.00	146.85	154.27	152.01	154.44	0.001961	2.07	2382.74	989.56	0.30
1	180	TR100	2789.00	145.66	154.02	150.36	154.09	0.000727	1.35	3226.38	1274.05	0.19
1	170	TR100	2789.00	145.40	153.67	149.89	153.83	0.001510	1.88	2336.46	1308.60	0.27
1	160	TR100	2789.00	145.46	153.14	149.63	153.29	0.001274	1.83	2352.36	1381.11	0.25
1	150	TR100	2789.00	143.53	152.56	148.88	152.82	0.001681	2.35	1881.28	1339.75	0.29
1	140	TR100	2789.00	143.00	151.14	149.37	151.91	0.006680	3.88	718.13	261.61	0.56
1	135		Inl Struct									
1	130	TR100	2789.00	142.54	151.14	147.31	151.47	0.001962	2.55	1331.83	1059.96	0.32
1	120	TR100	2789.00	142.27	150.54	146.71	150.90	0.002066	2.66	1222.51	607.75	0.33
1	110	TR100	2789.00	141.17	150.19	146.67	150.41	0.001558	2.29	2025.99	705.32	0.29
1	100	TR100	2789.00	140.79	149.58	146.84	149.89	0.002711	2.56	1312.43	418.45	0.36
1	90	TR100	2789.00	140.59	148.46	145.41	148.94	0.003391	3.10	899.92	163.57	0.41
1	85		Bridge									
1	80	TR100	2789.00	140.59	148.17	145.41	148.71	0.003724	3.26	856.67	154.66	0.43

HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100 (Continued)

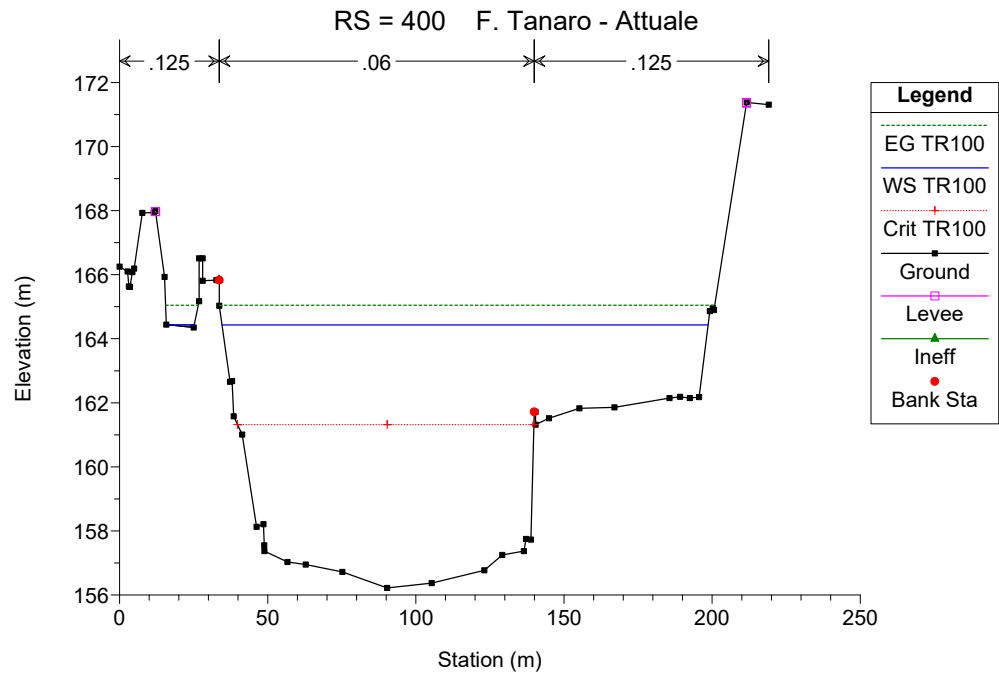
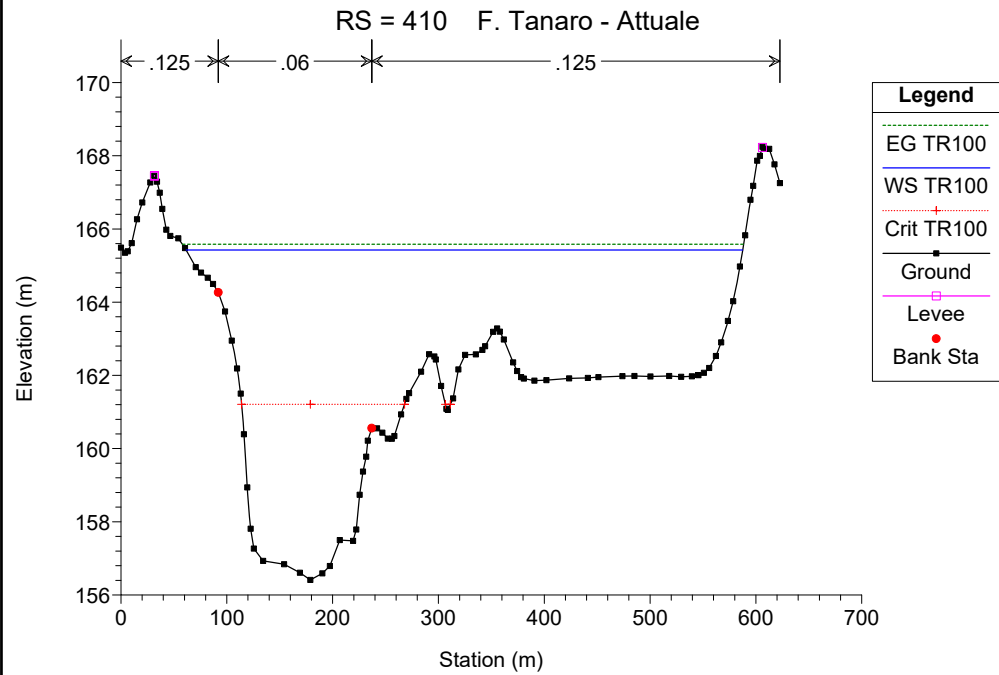
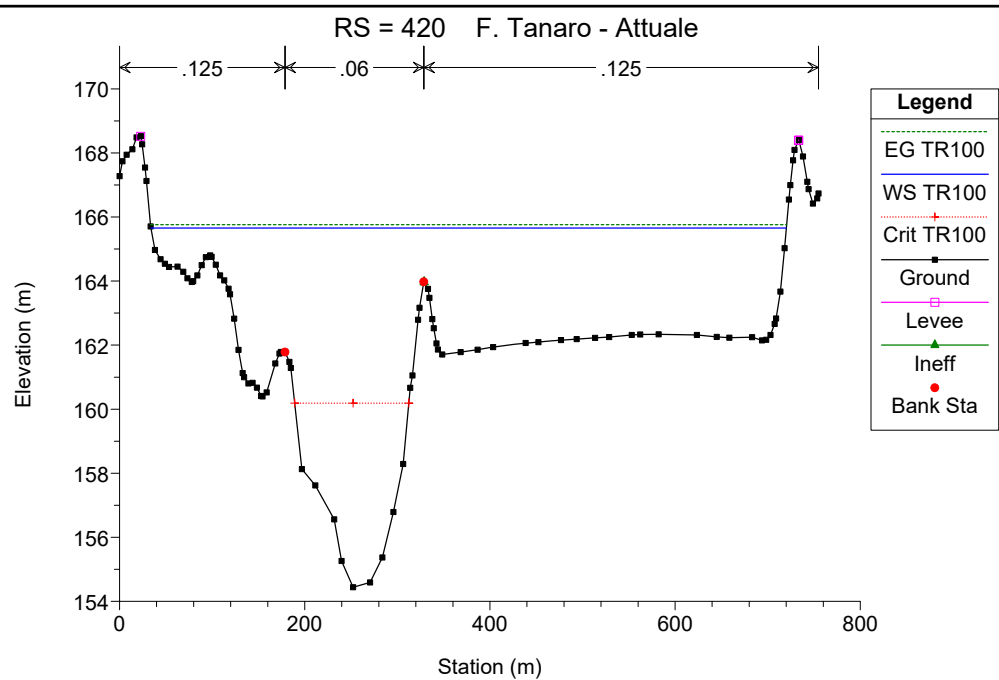
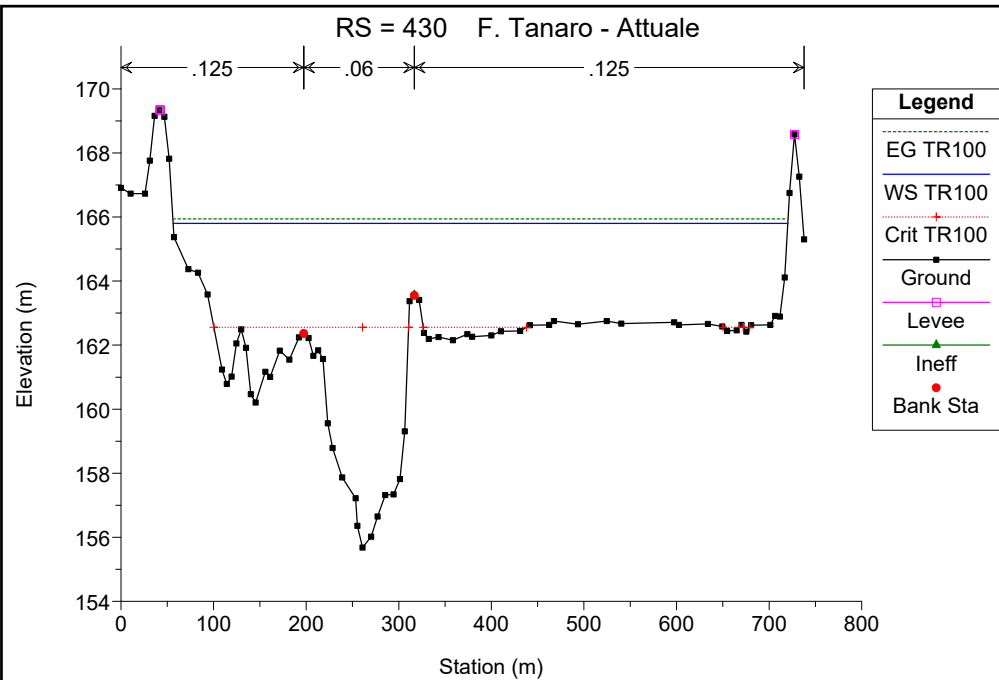
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR100	2789.00	139.61	147.32	144.72	147.69	0.003236	2.86	1230.13	299.57	0.40
1	60	TR100	2789.00	138.12	146.90	143.09	147.13	0.001543	2.36	1970.02	745.98	0.29
1	50	TR100	2789.00	137.54	146.34	143.51	146.70	0.002430	2.88	1625.64	732.53	0.36
1	40	TR100	2789.00	137.06	145.61	143.01	145.90	0.002666	2.42	1232.99	635.95	0.35
1	30	TR100	2789.00	137.37	144.99	141.79	145.25	0.002140	2.33	1472.95	667.44	0.32
1	20	TR100	2789.00	136.62	144.44	141.39	144.64	0.001669	2.31	2162.49	763.01	0.29
1	10	TR100	2789.00	135.29	143.48	141.69	143.94	0.004005	3.40	1544.44	657.26	0.45

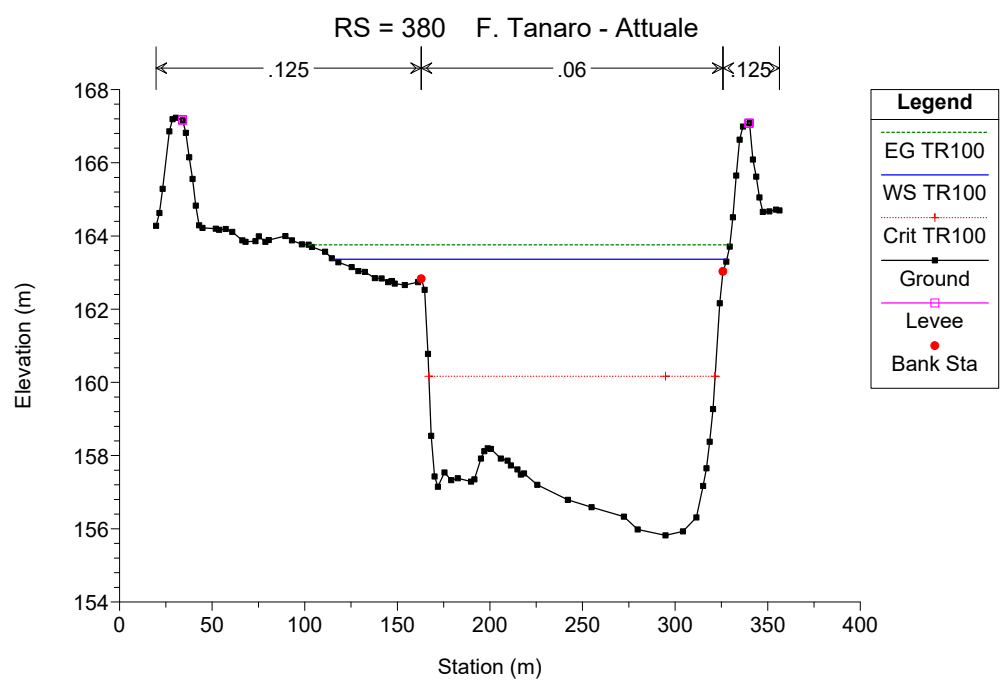
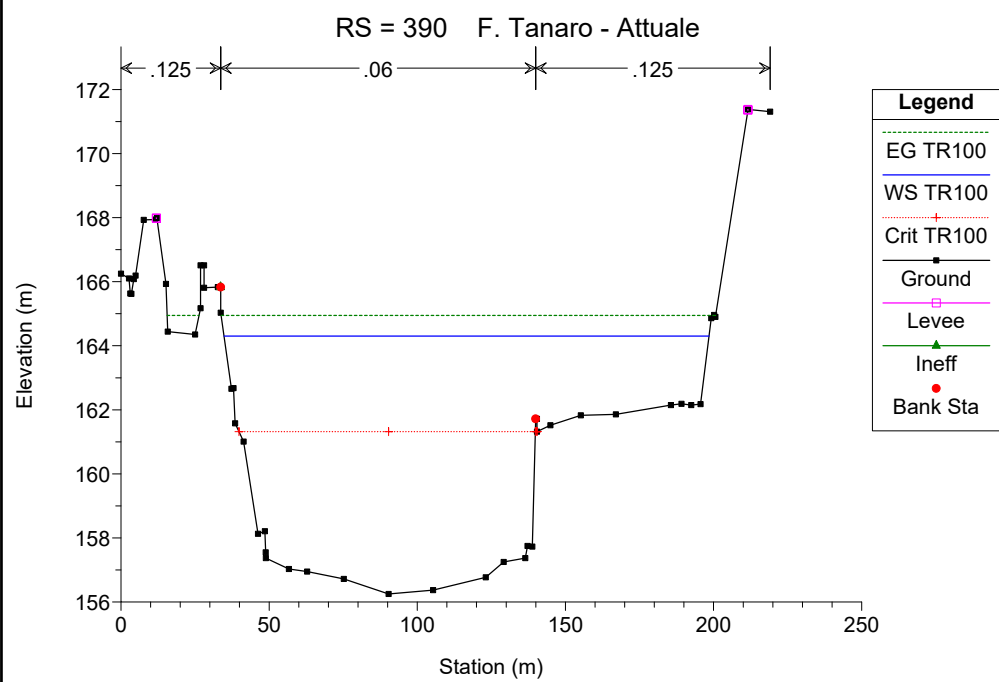
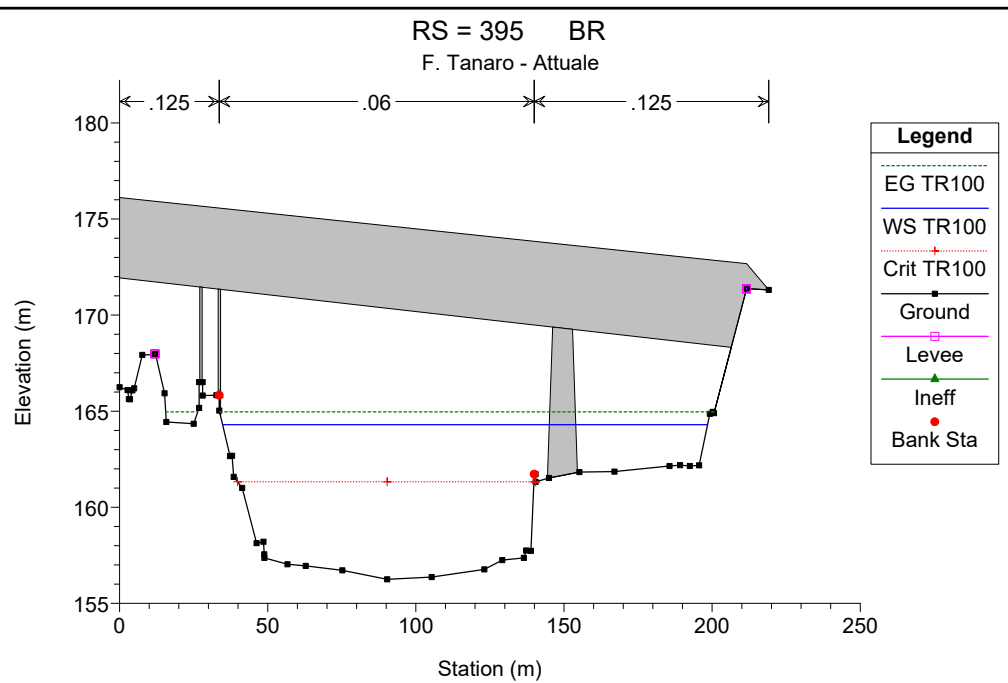
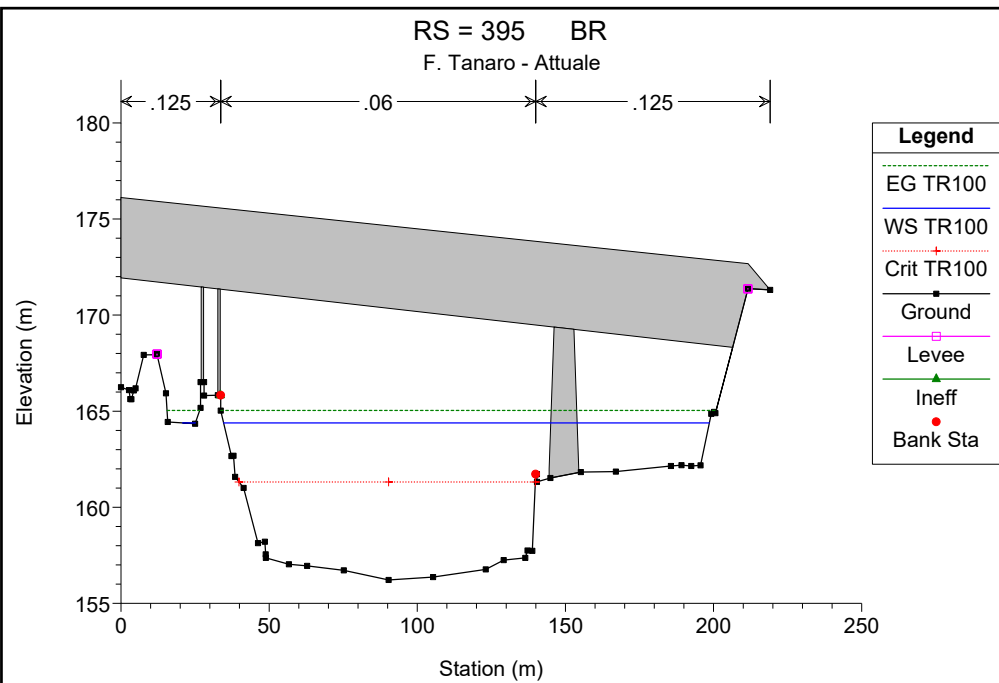
# F. Tanaro - Attuale

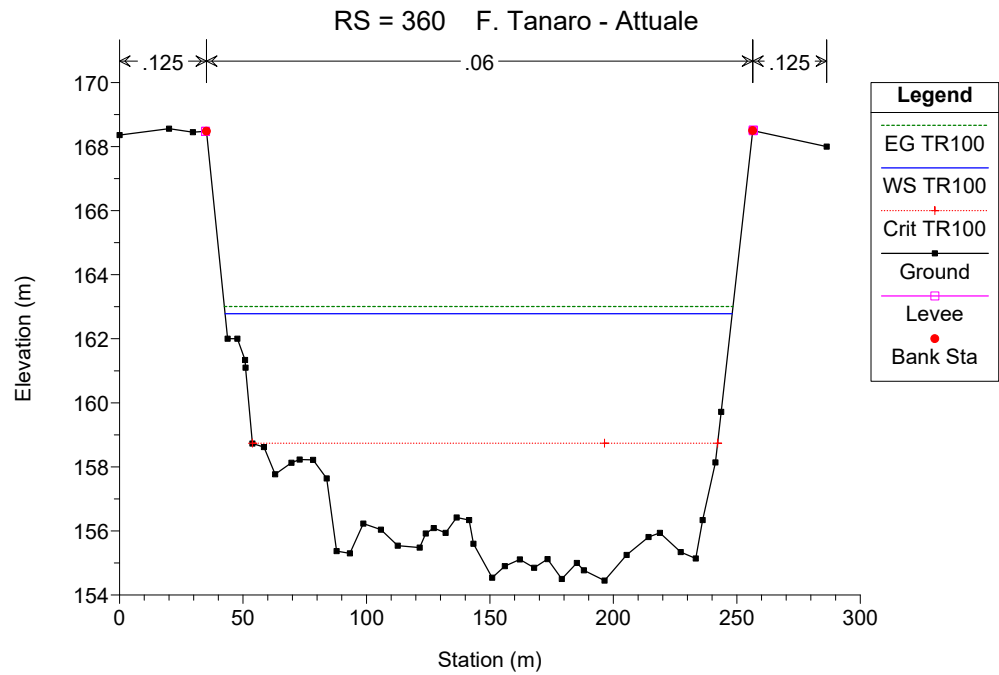
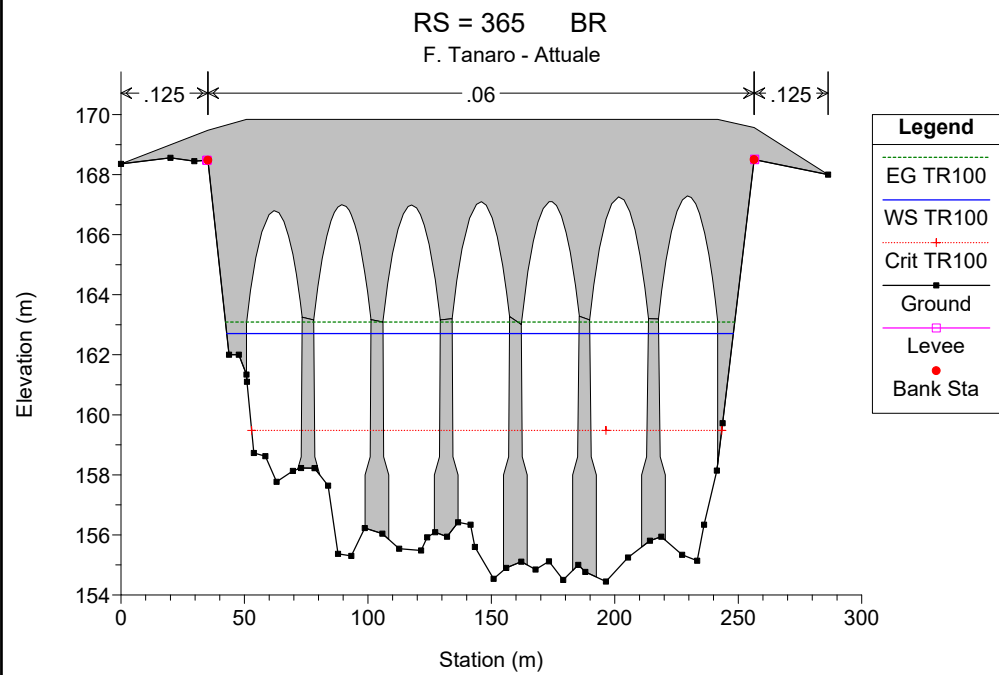
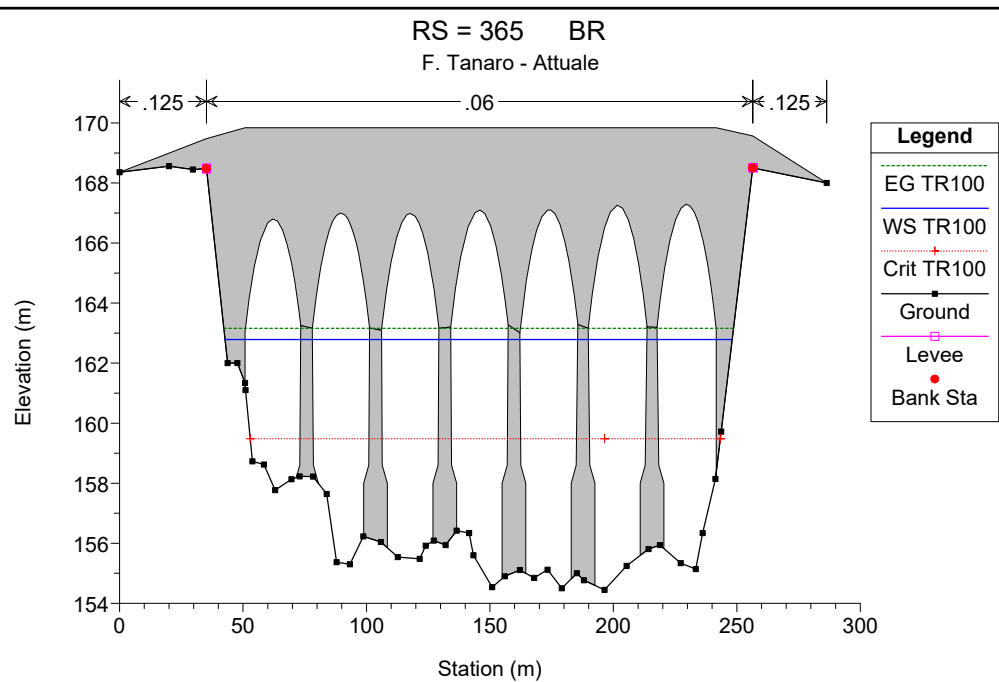
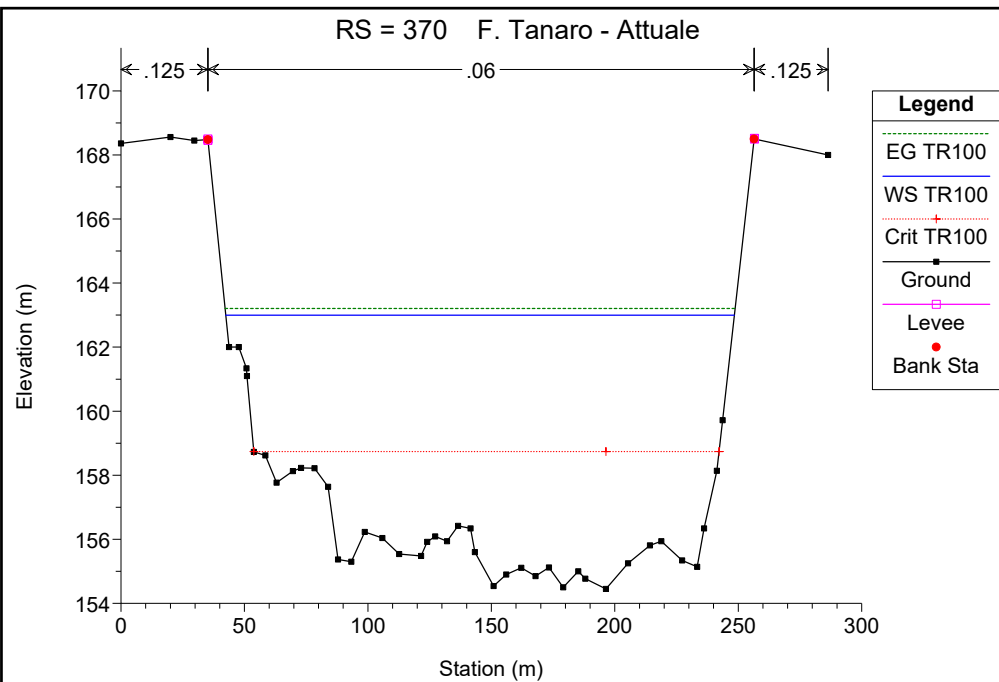
Tanaro 1

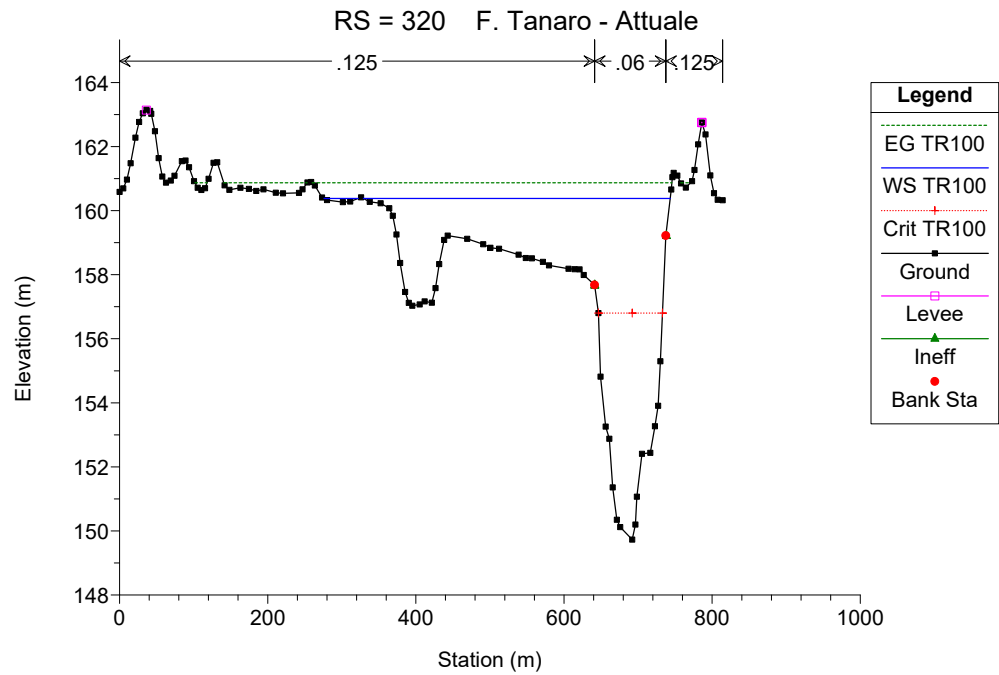
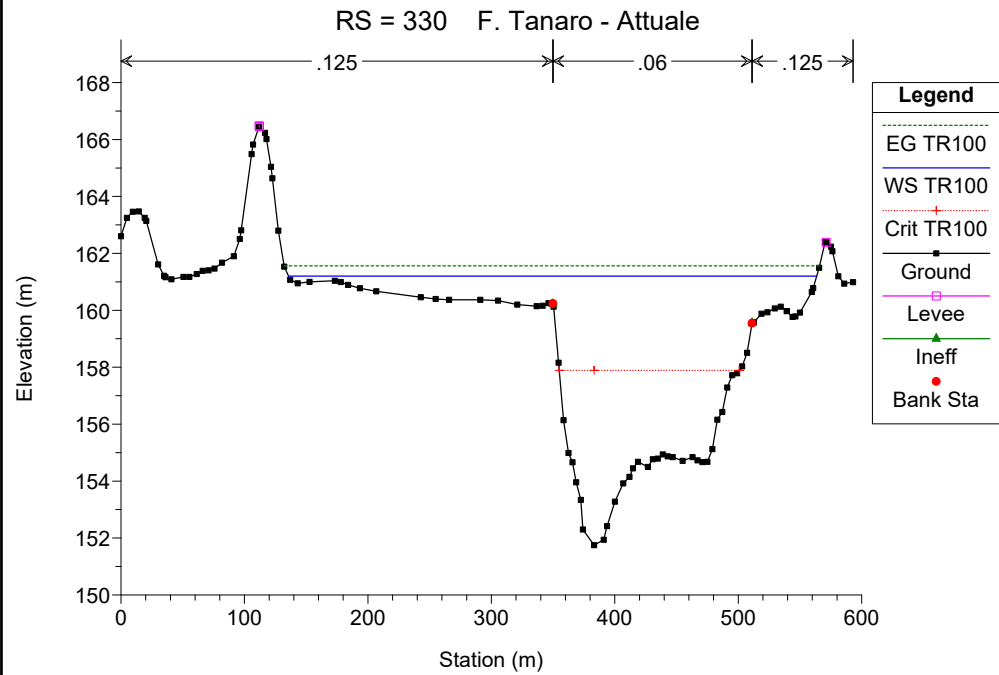
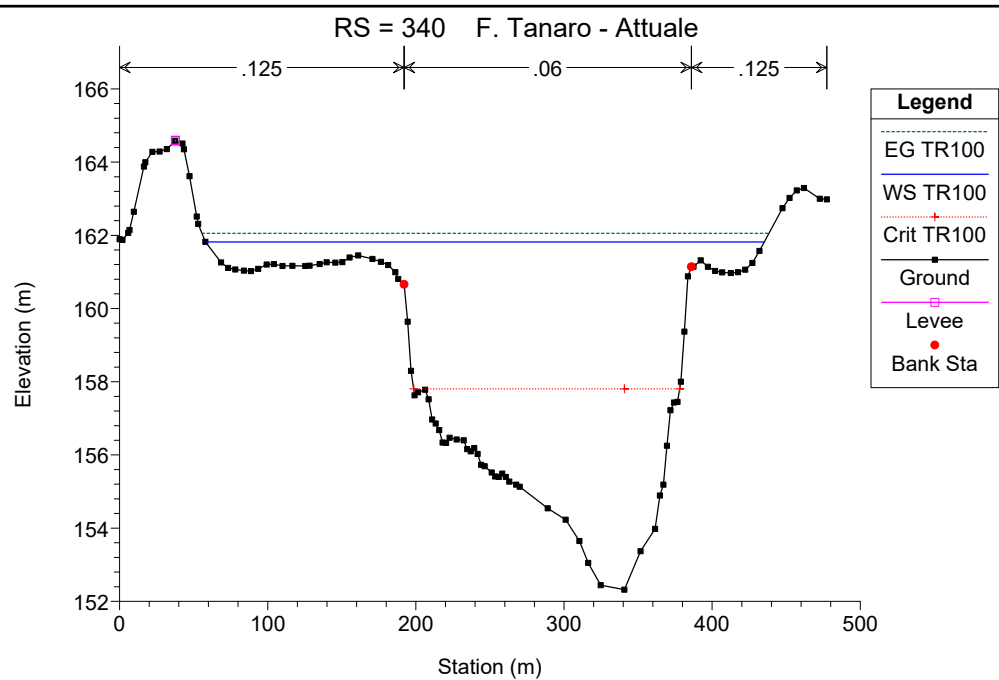
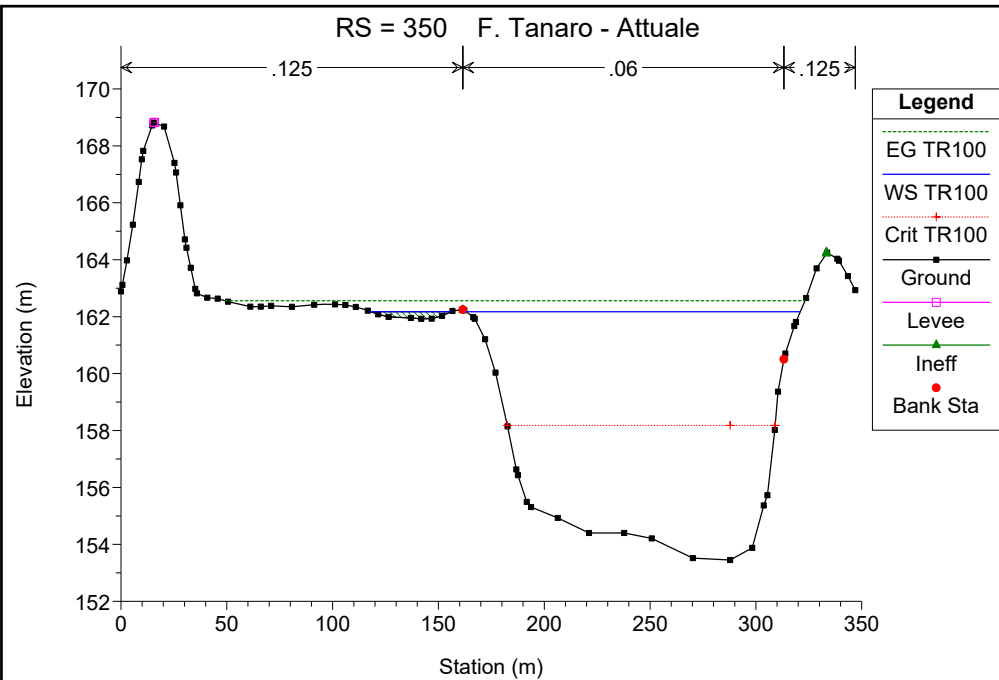


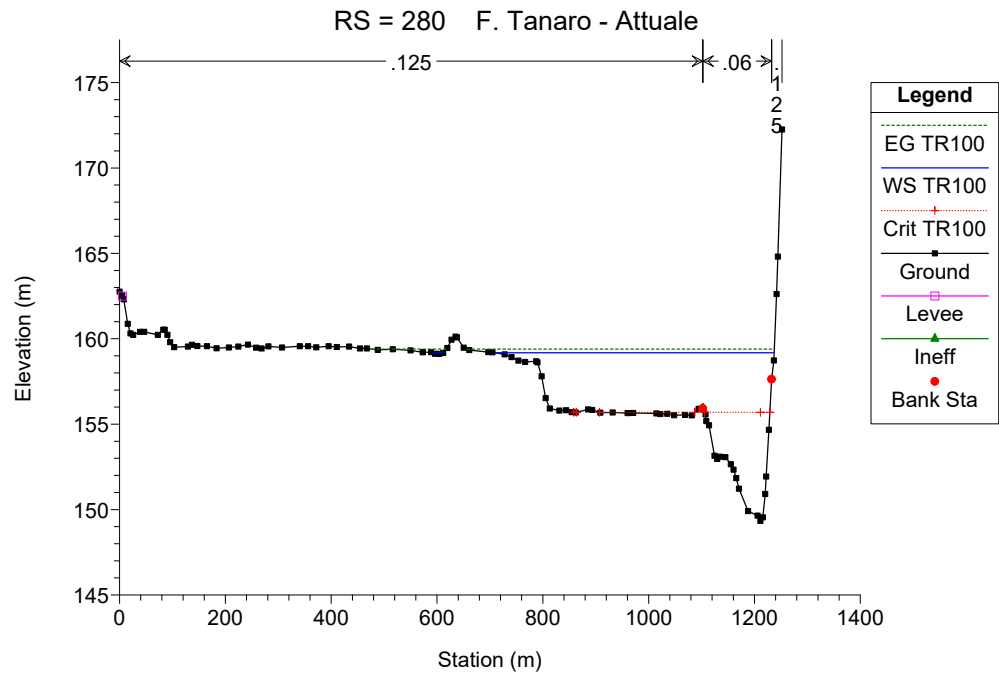
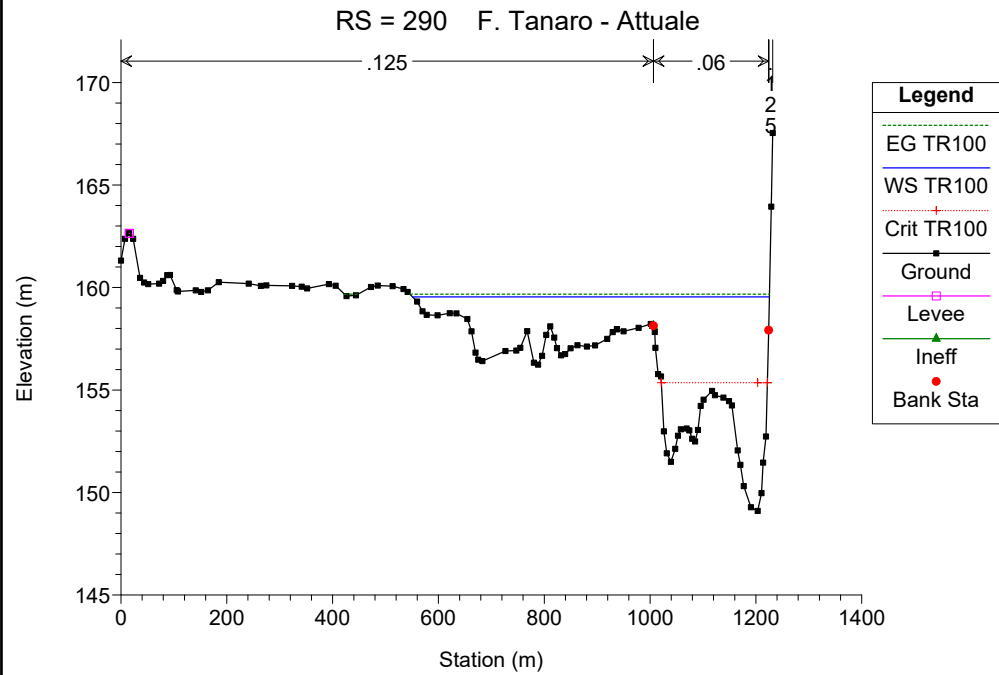
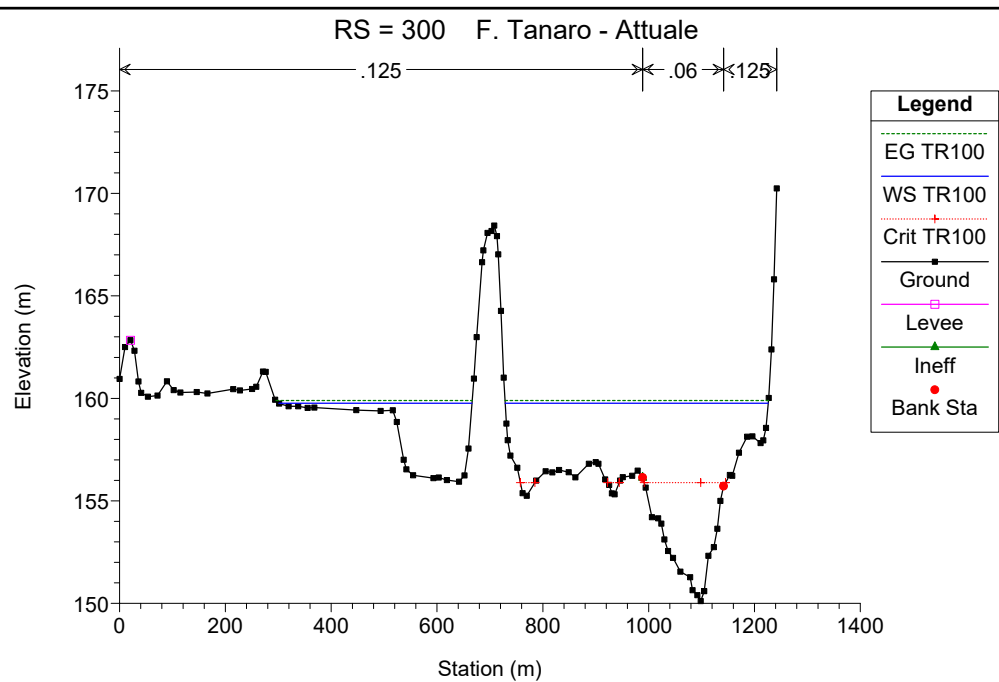
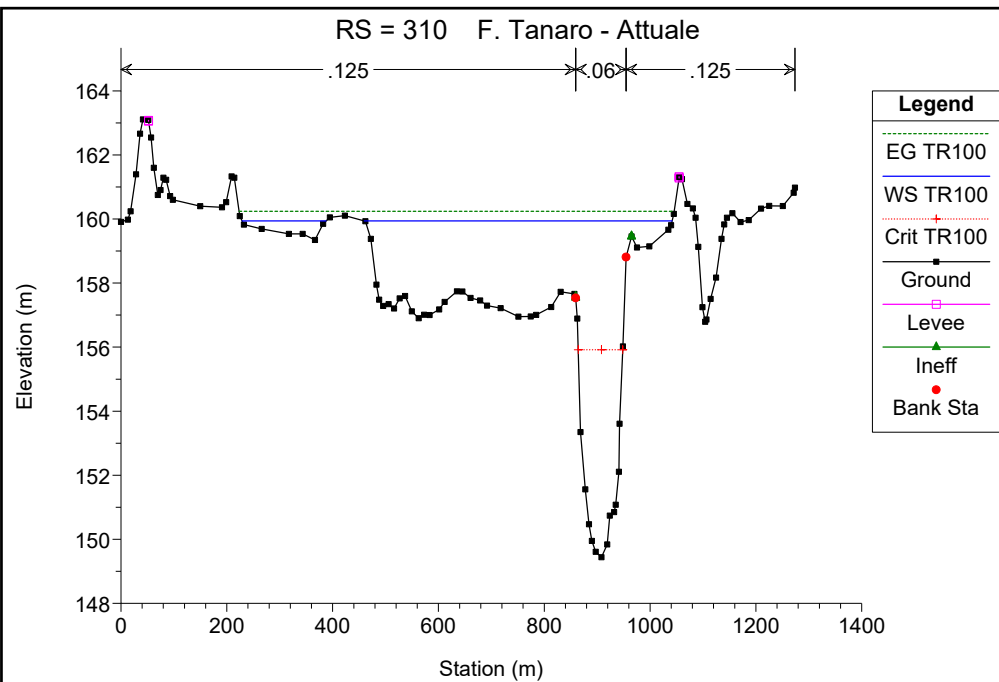


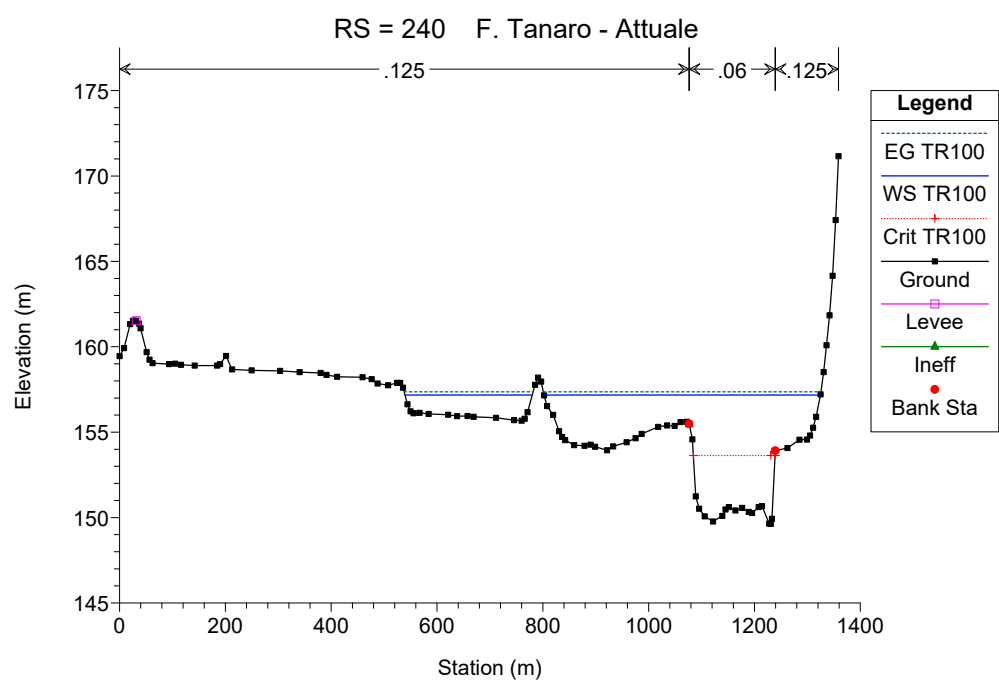
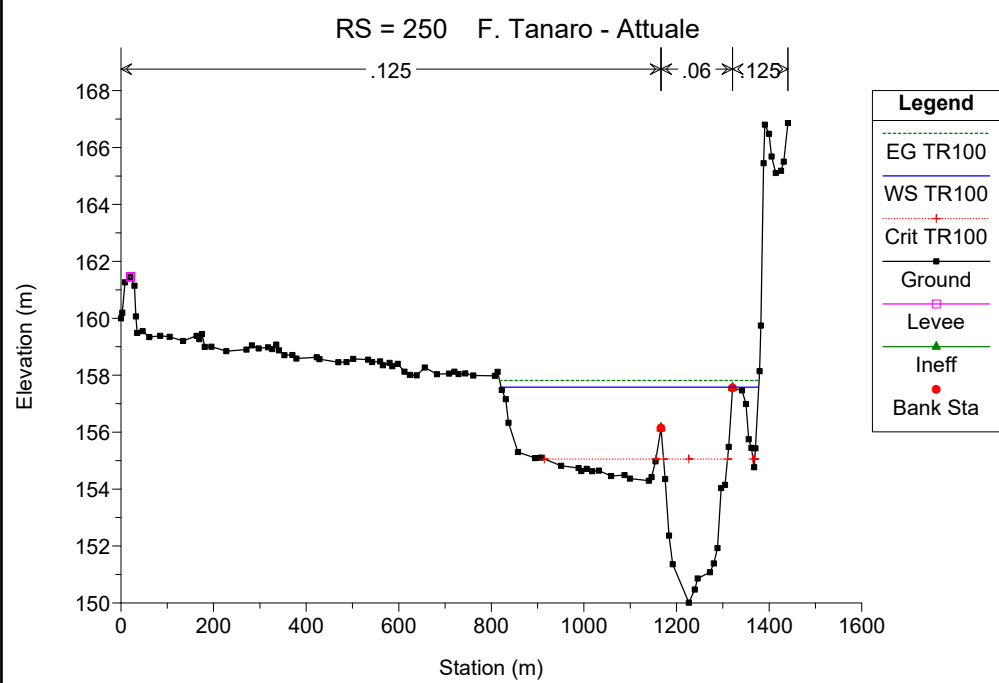
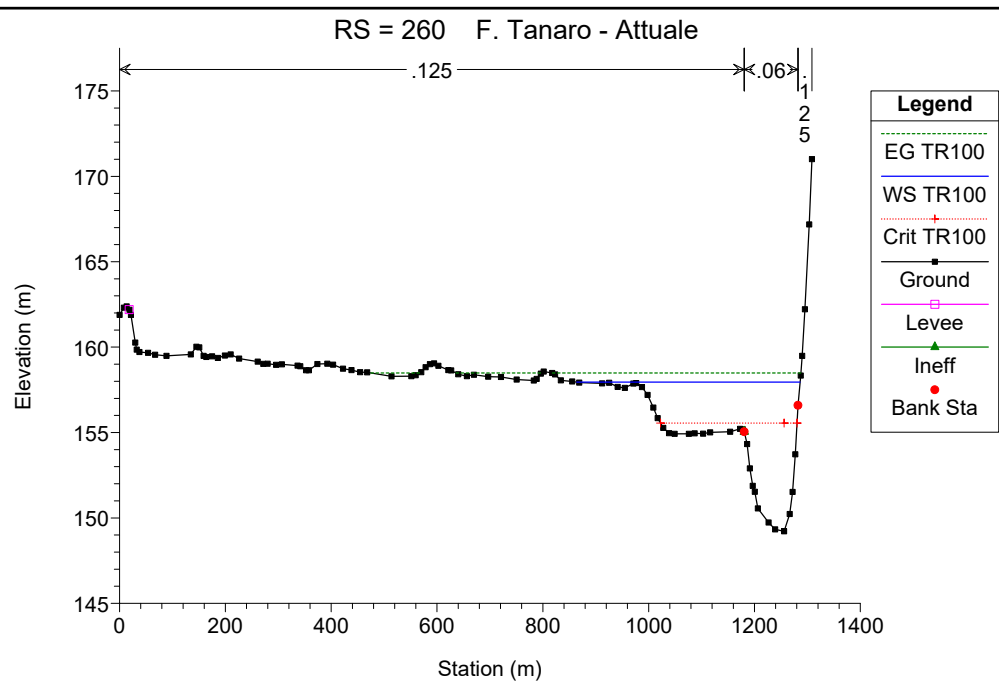
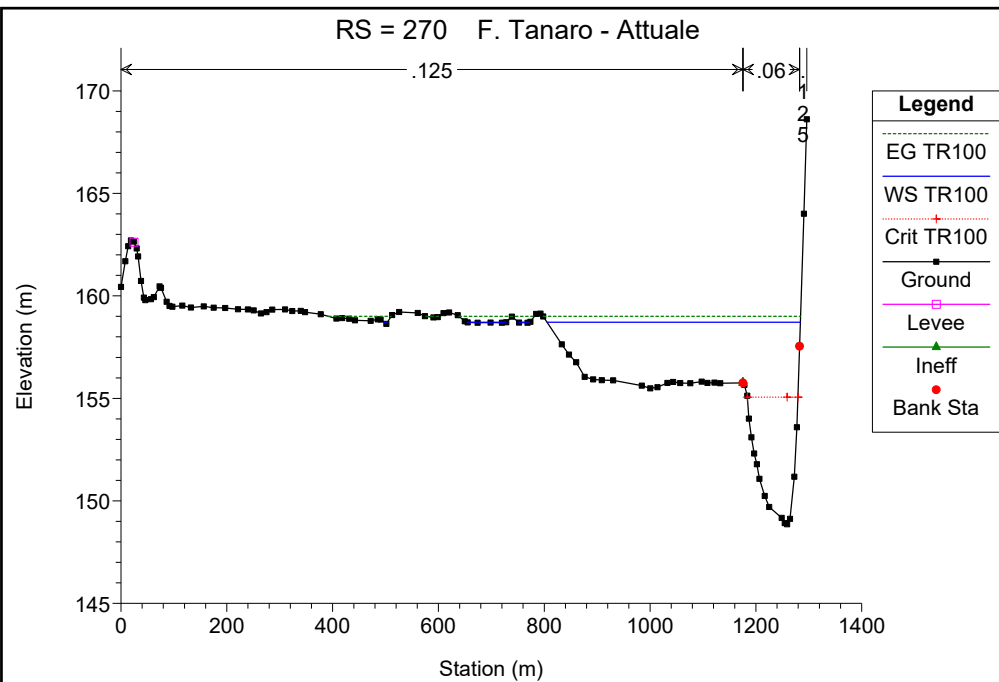


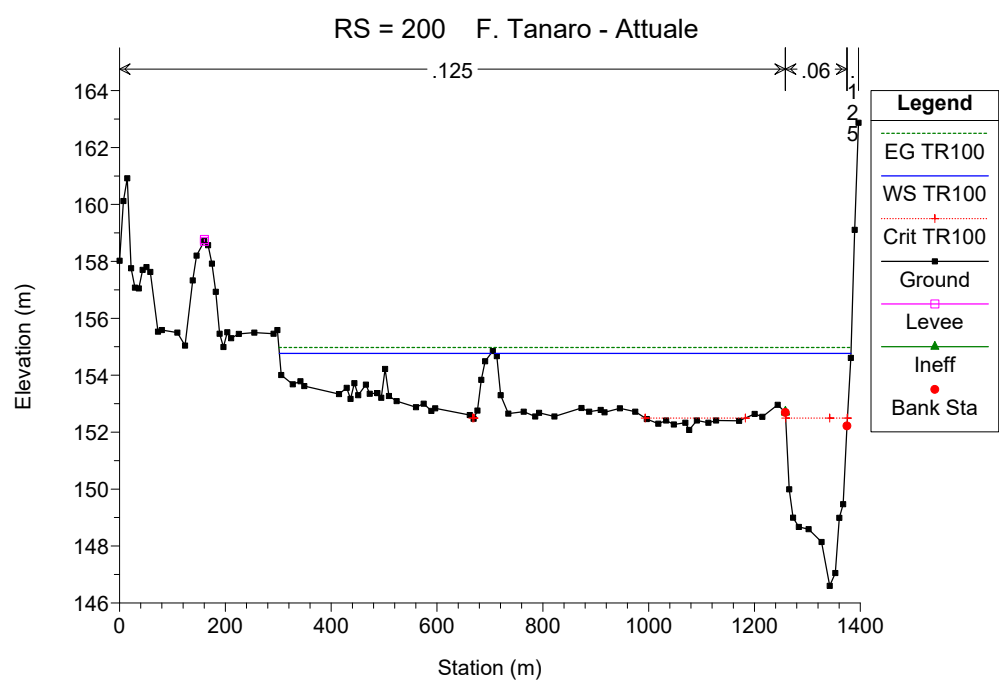
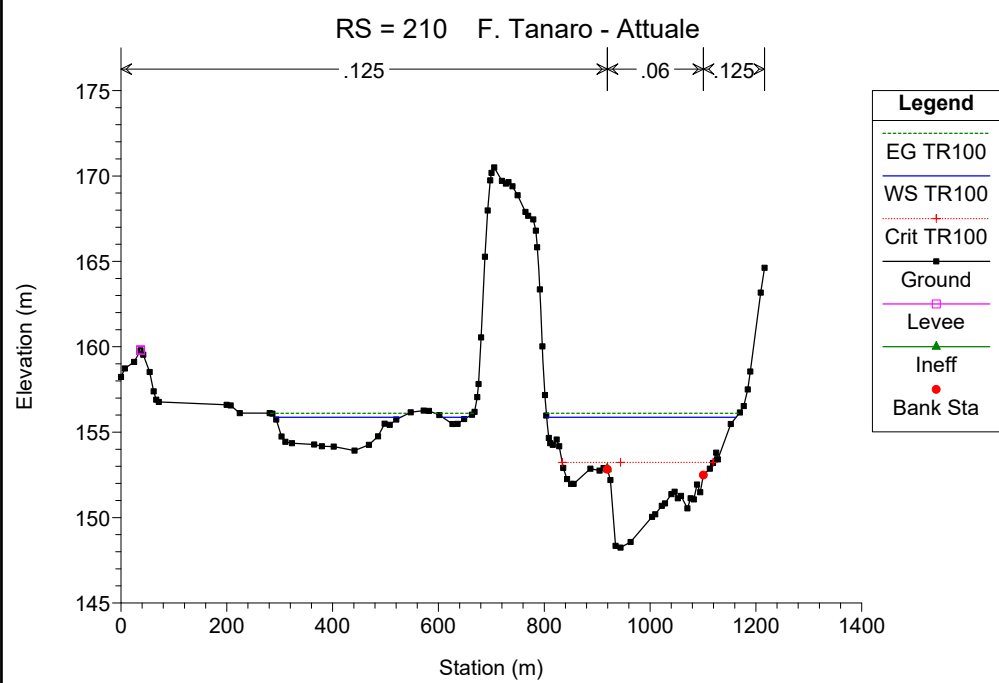
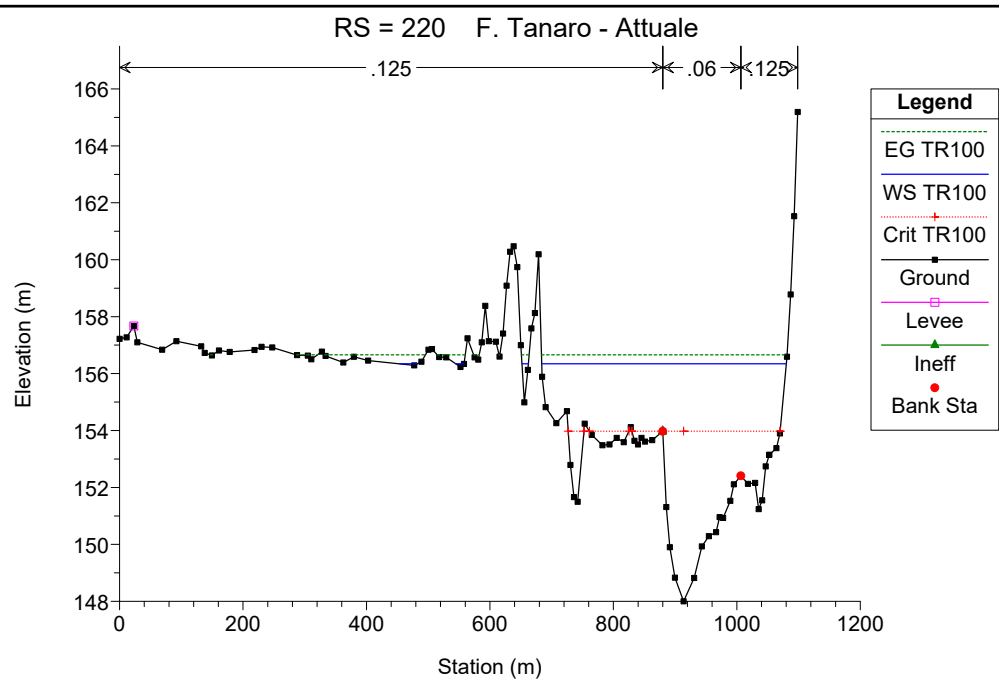
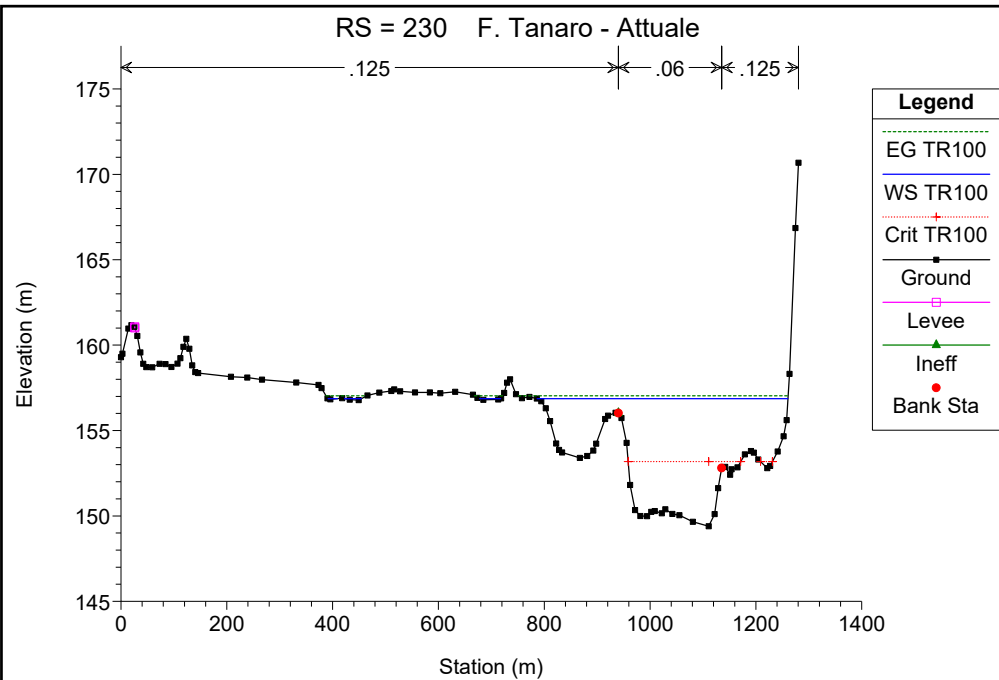


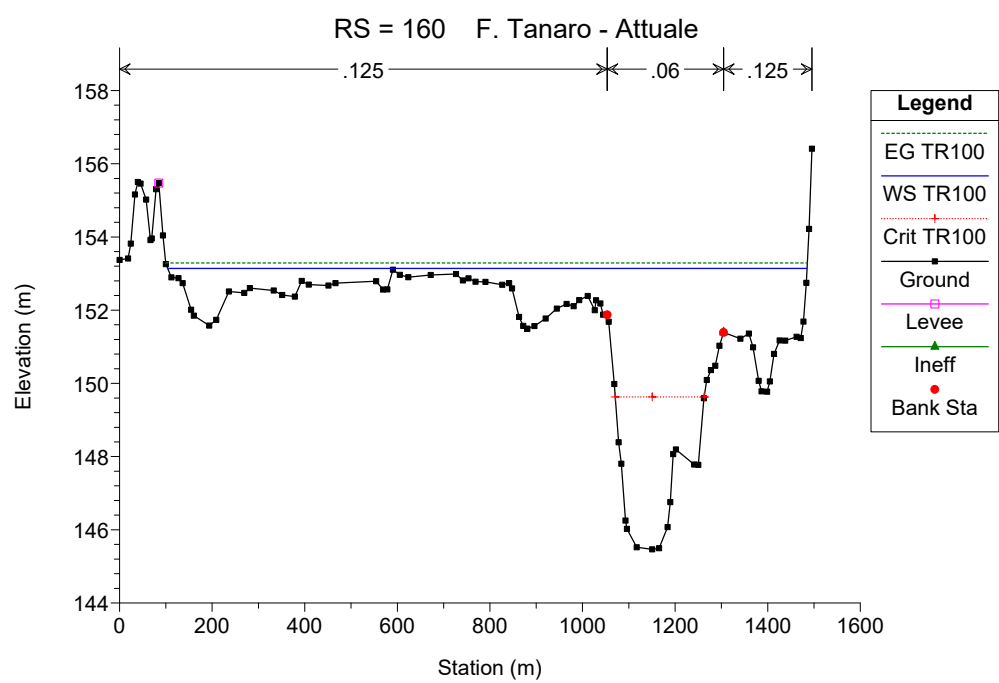
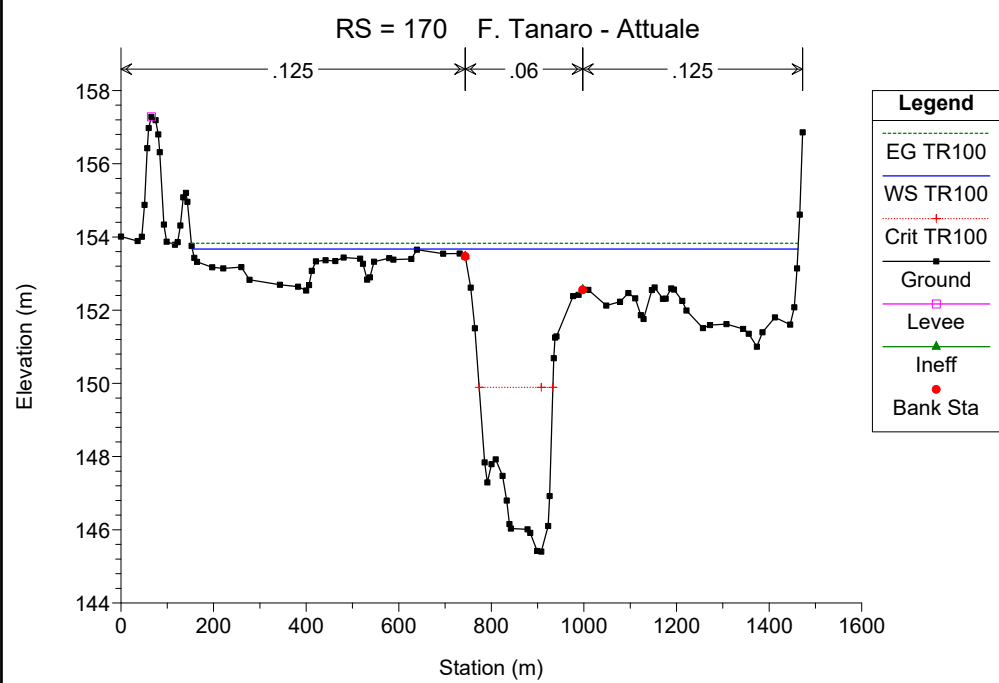
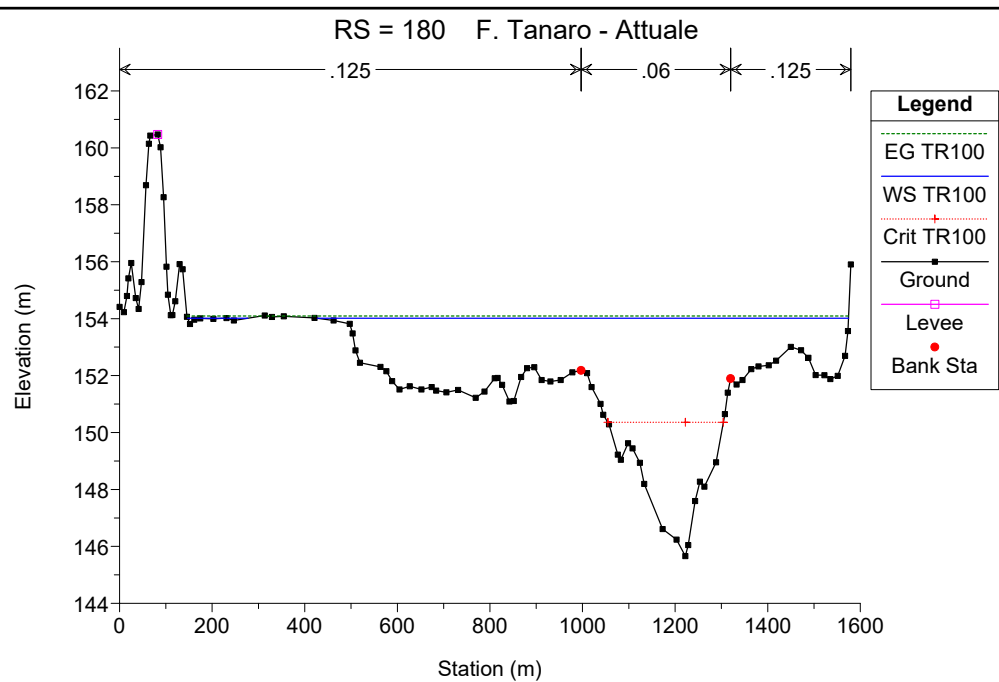
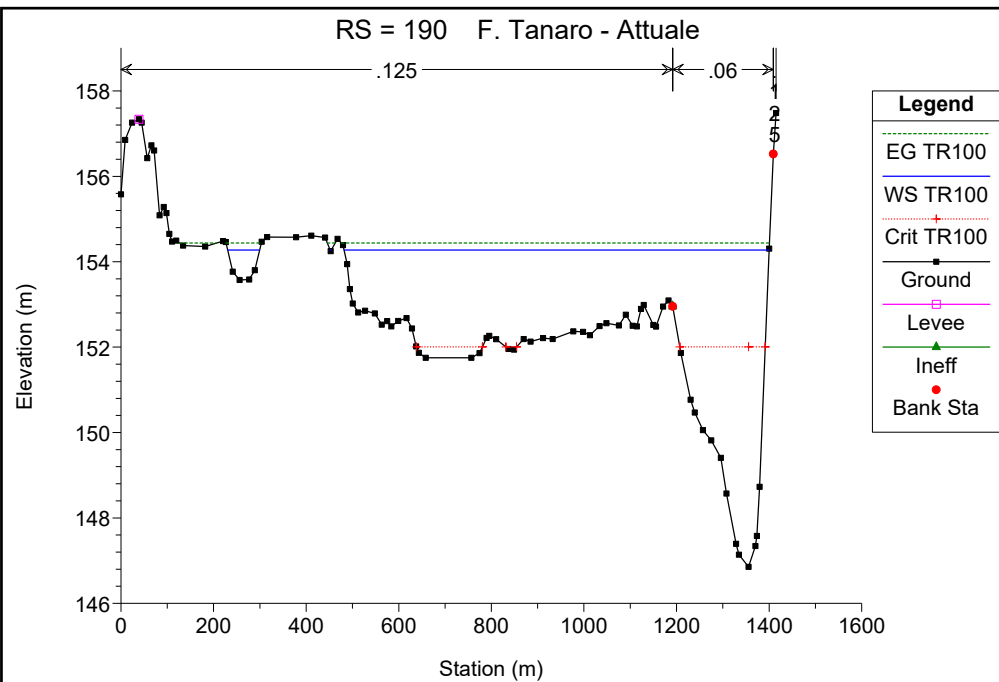




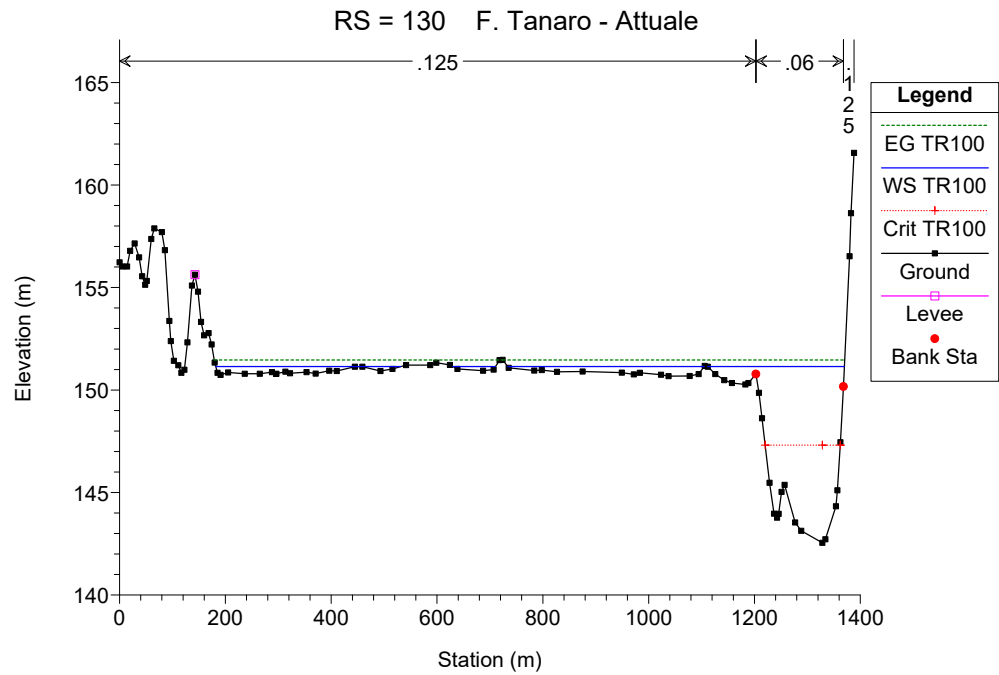
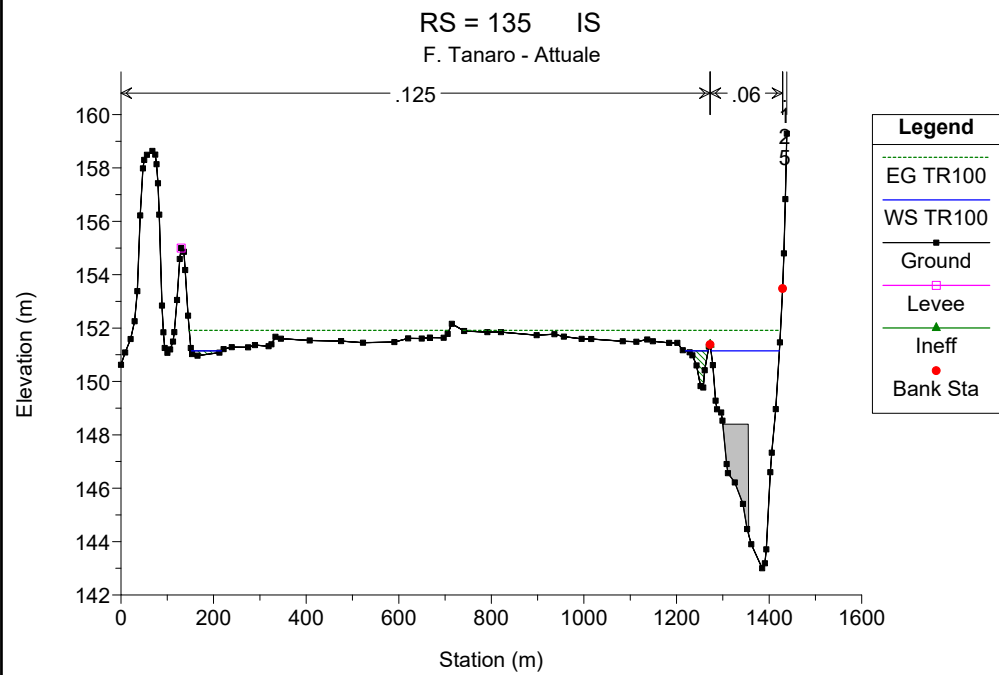
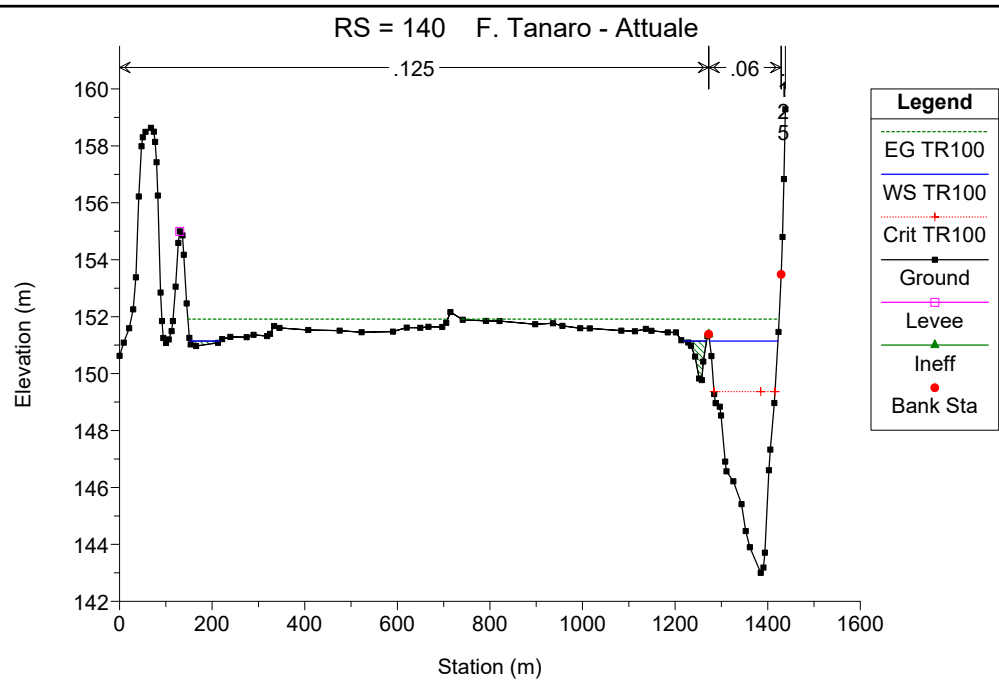
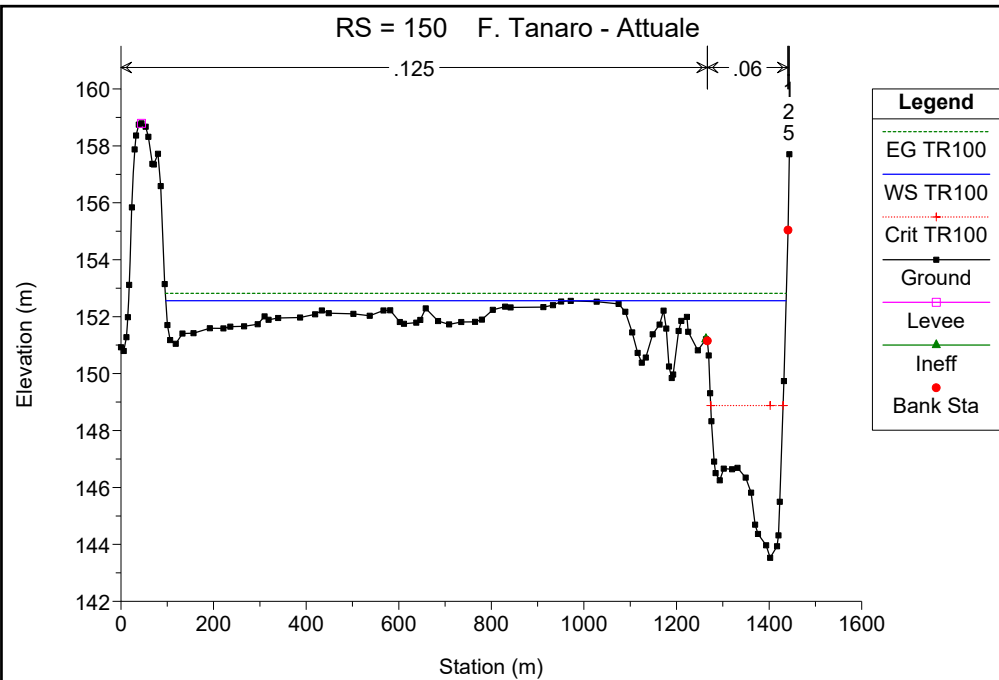


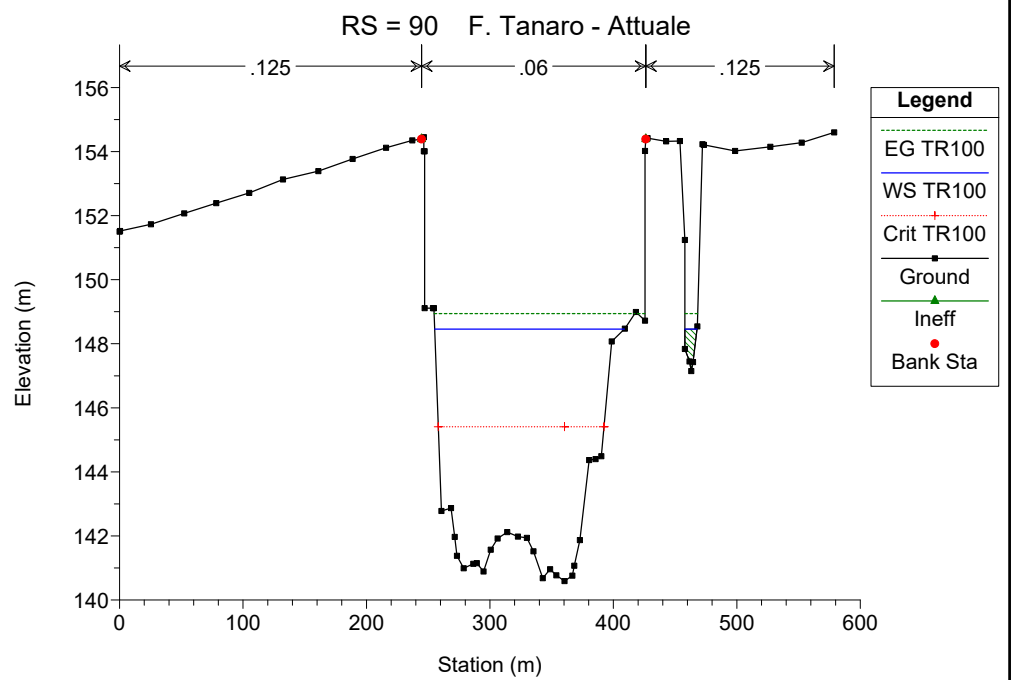
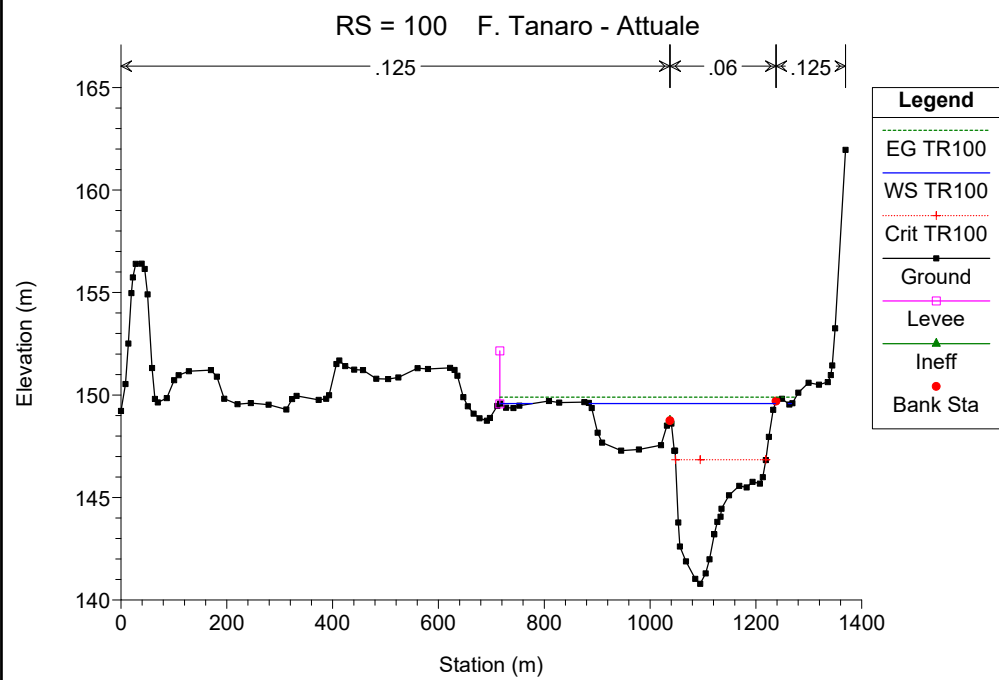
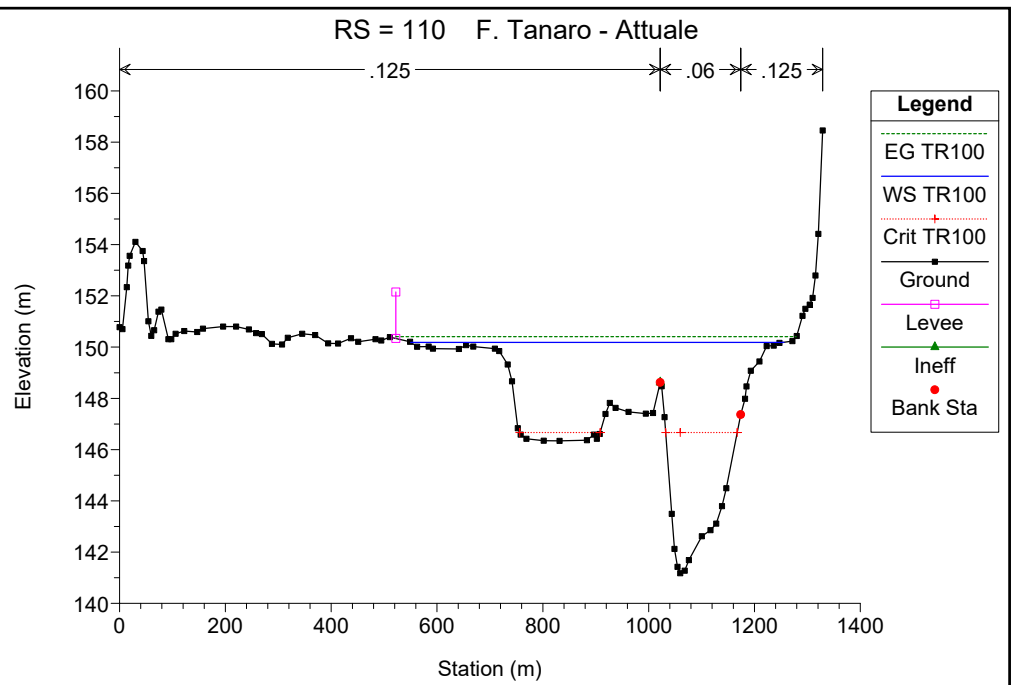
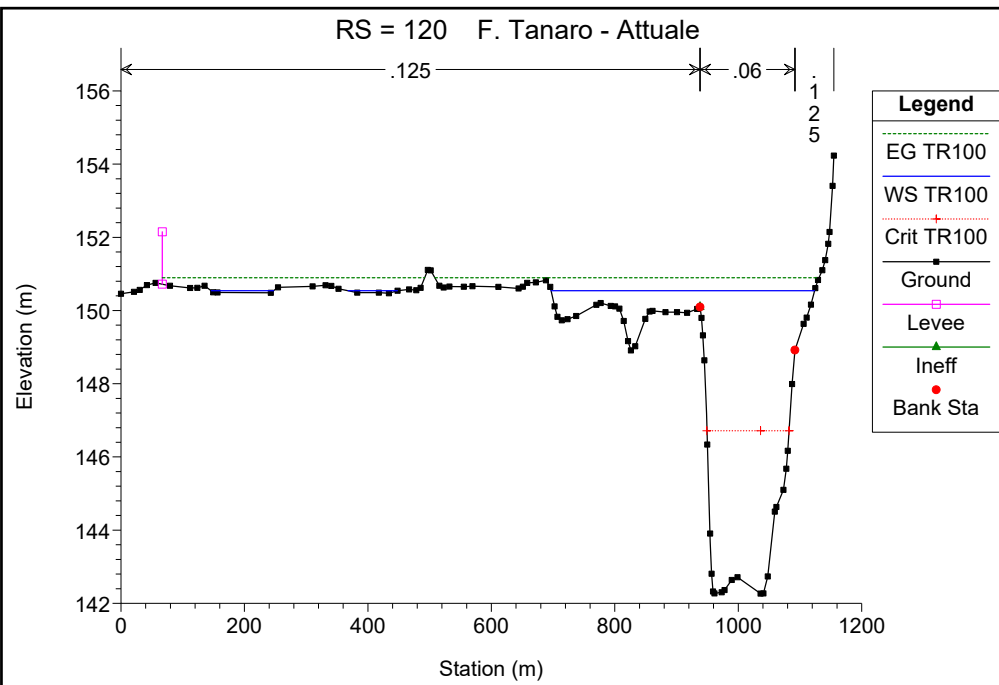


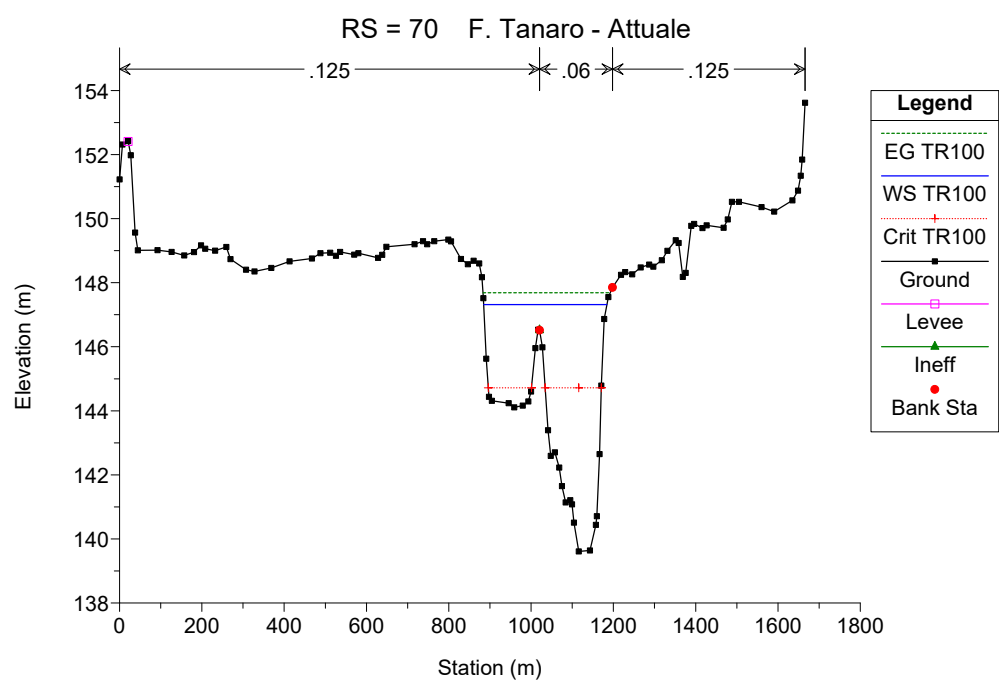
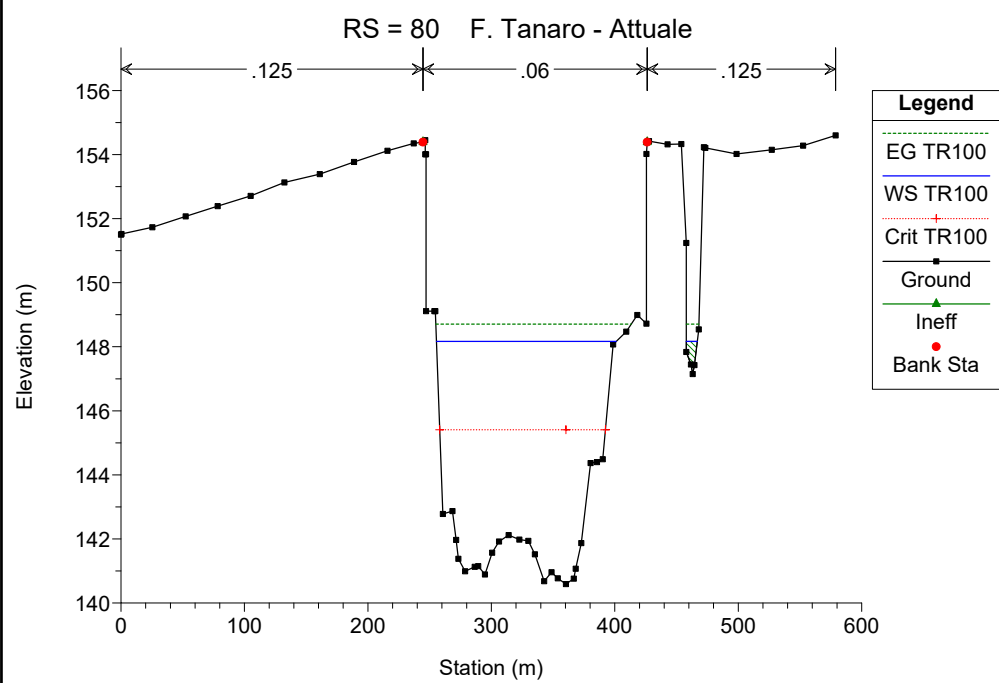
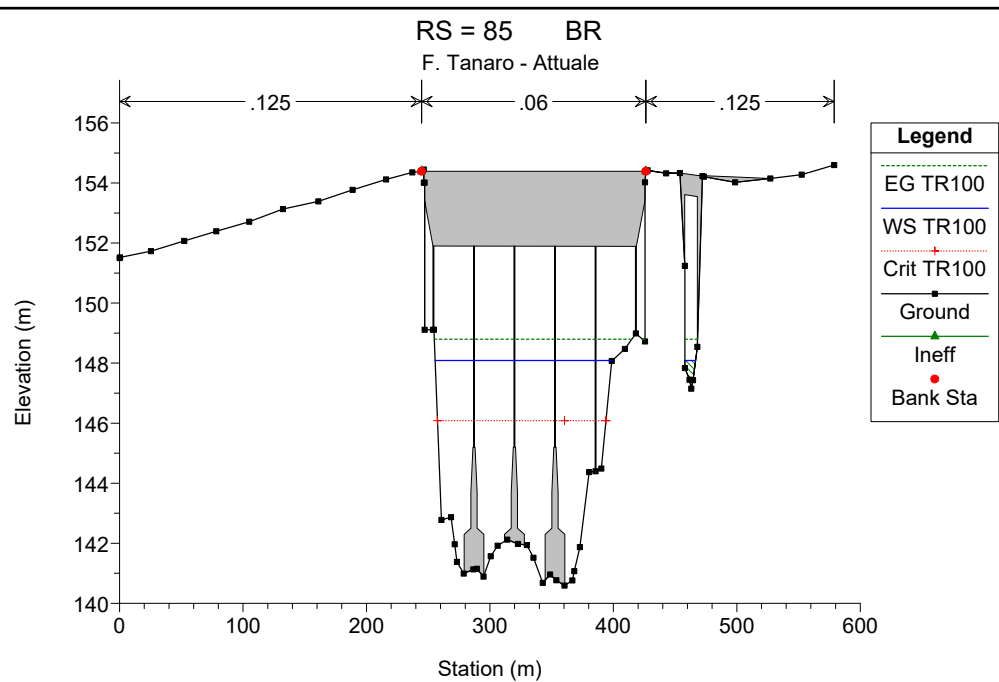
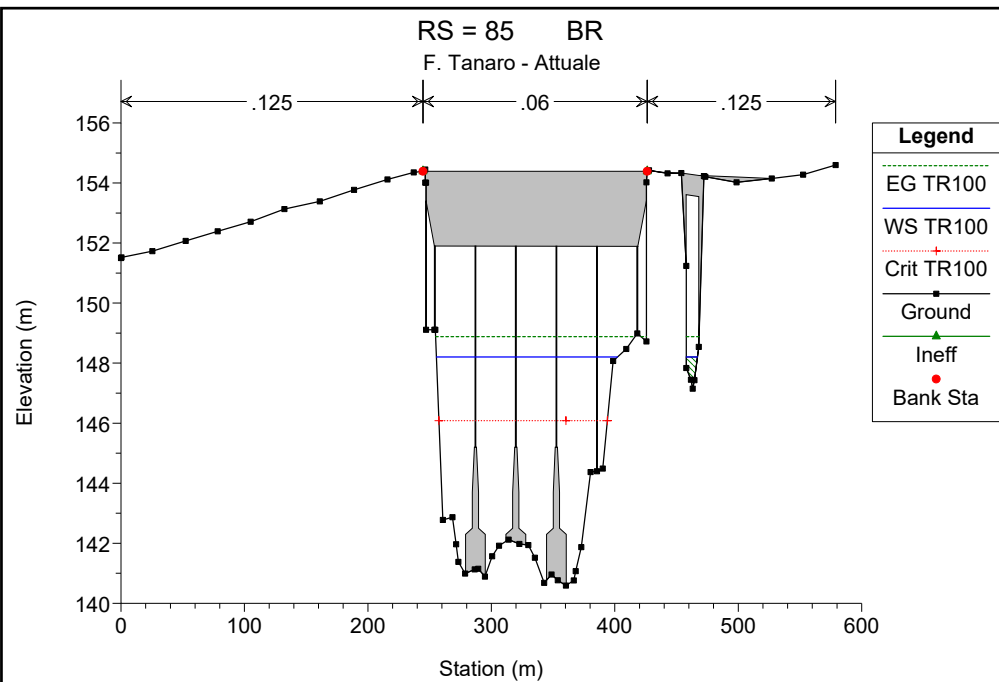


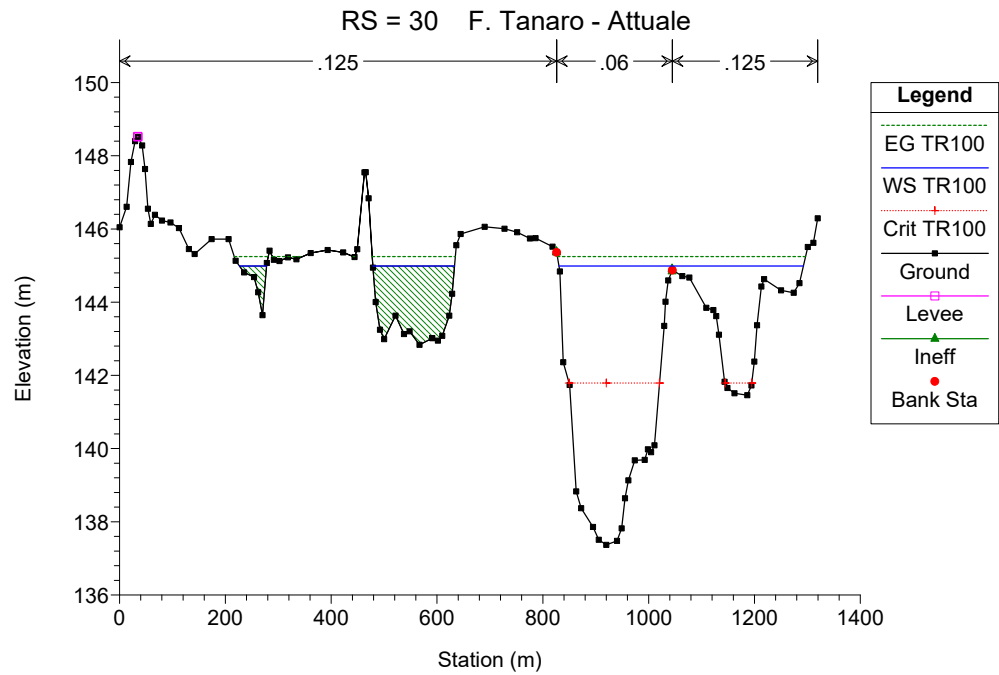
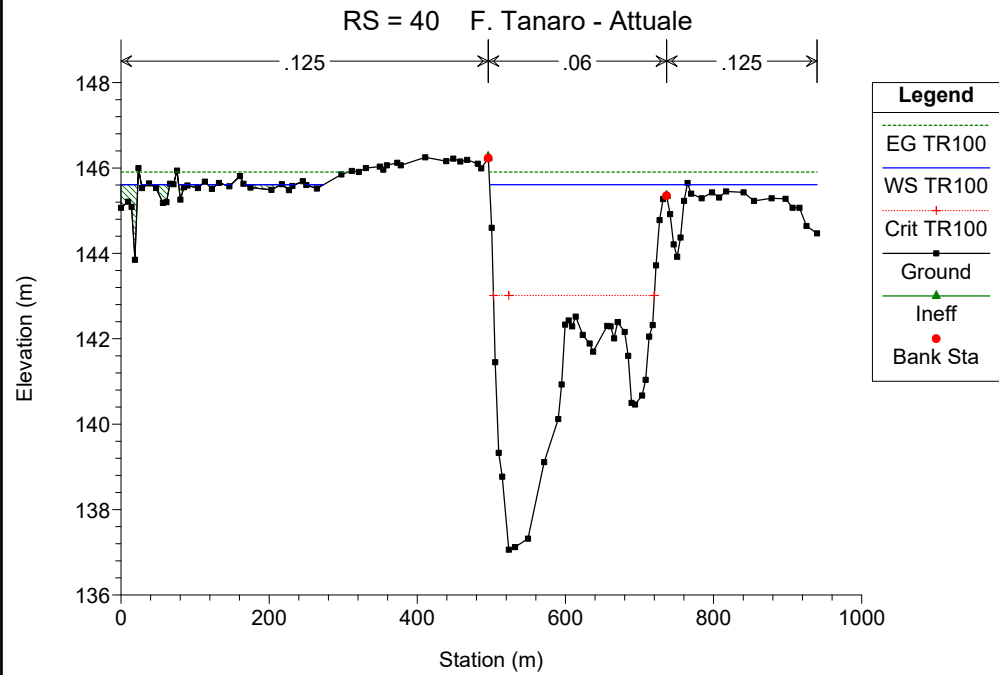
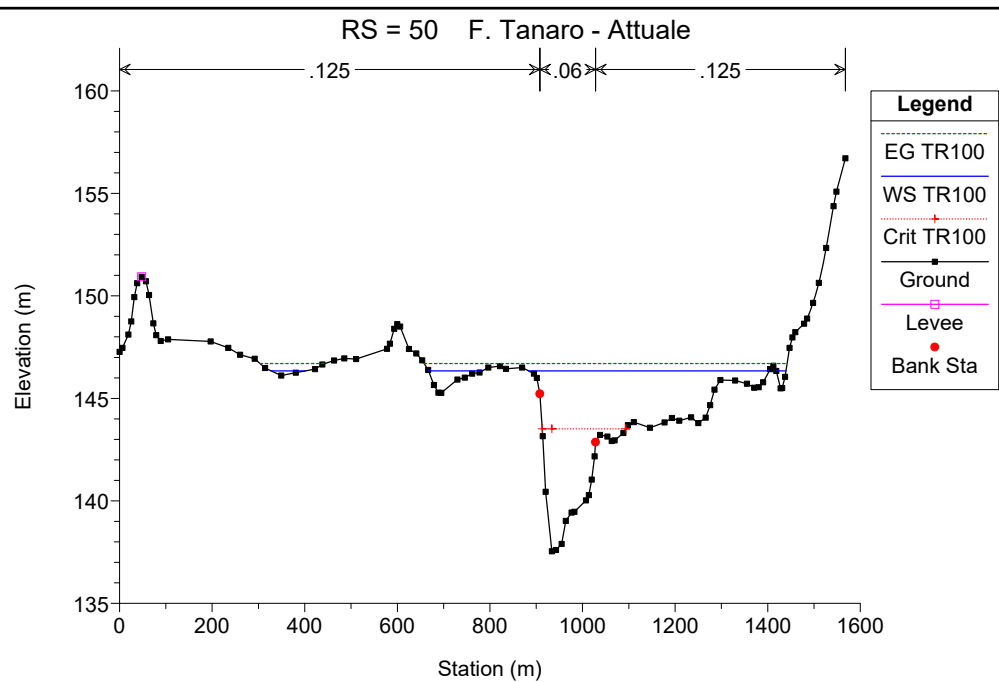
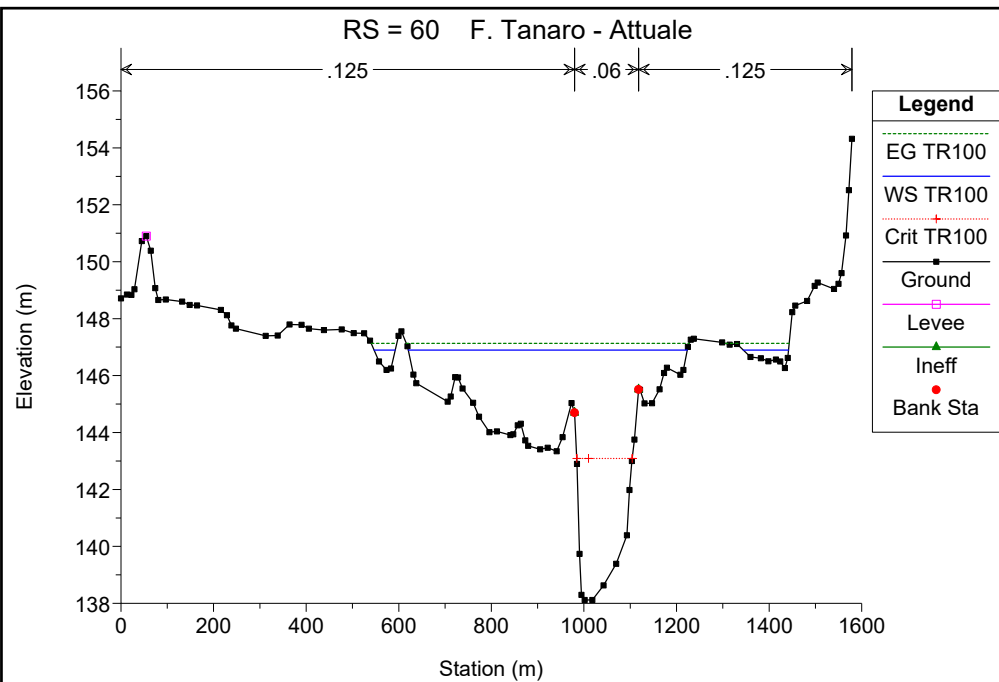


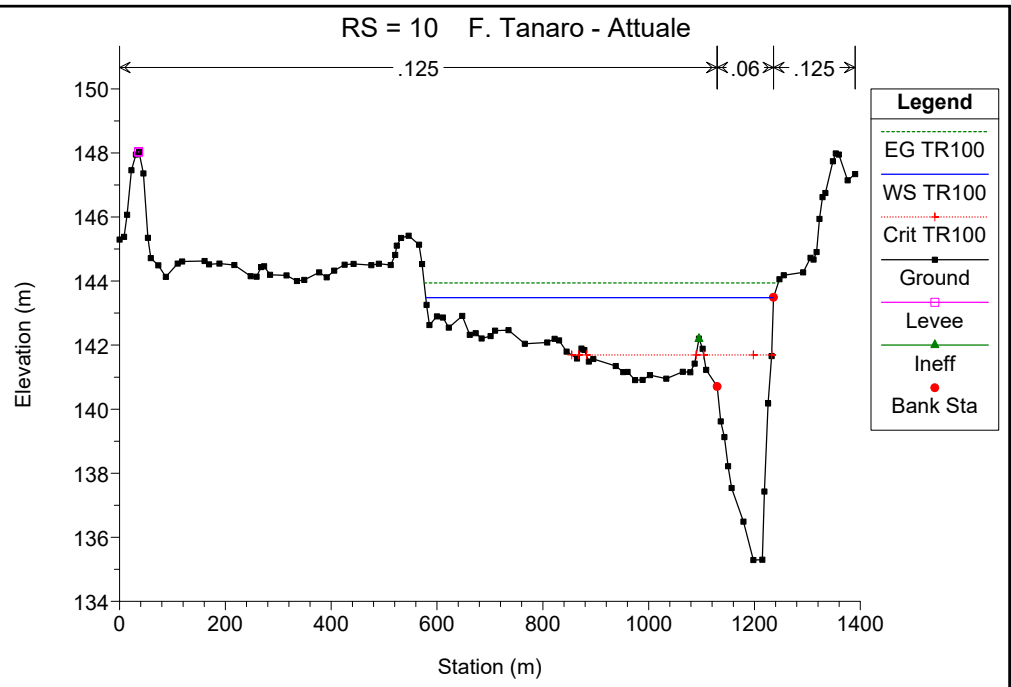
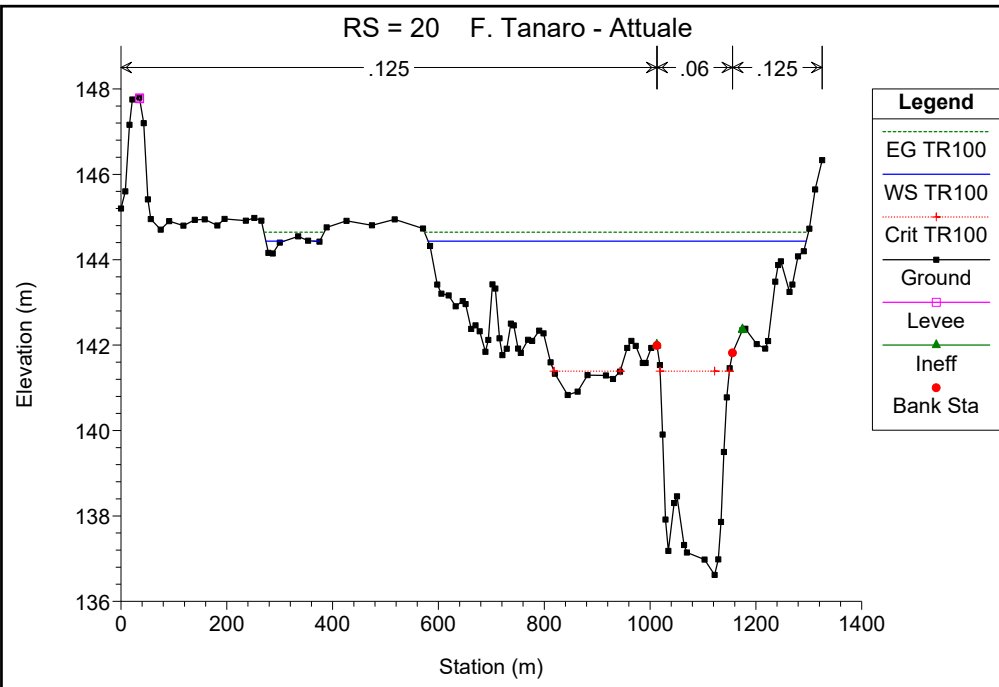












**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 0: SITUAZIONE ATTUALE CON TRAVERSA ROTTA**

**SIMULAZIONE 3**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	3093	200



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 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
1	430	TR200	3093.00	155.68	166.24	162.82	166.38	0.001050	2.05	2919.18	665.82	0.24
1	420	TR200	3093.00	154.44	166.10	160.47	166.21	0.000585	1.69	3242.97	689.17	0.18
1	410	TR200	3093.00	156.41	165.88	161.49	166.04	0.001017	2.05	2475.35	545.00	0.24
1	400	TR200	3093.00	156.22	164.84	161.64	165.50	0.003599	3.69	963.21	175.73	0.43
1	395		Bridge									
1	390	TR200	3093.00	156.25	164.70	161.65	165.39	0.003847	3.77	939.73	174.96	0.44
1	380	TR200	3093.00	155.82	163.77	160.40	164.19	0.002498	2.88	1115.66	231.32	0.36
1	370	TR200	3093.00	154.45	163.41	158.94	163.64	0.001263	2.13	1449.92	207.14	0.26
1	365		Bridge									
1	360	TR200	3093.00	154.45	163.18	158.94	163.42	0.001407	2.21	1401.71	206.50	0.27
1	350	TR200	3093.00	153.45	162.54	158.45	162.96	0.002299	2.90	1106.55	272.86	0.35
1	340	TR200	3093.00	152.32	162.18	158.02	162.44	0.001403	2.26	1529.94	385.71	0.27
1	330	TR200	3093.00	151.75	161.57	158.15	161.95	0.002278	2.78	1365.59	433.78	0.34
1	320	TR200	3093.00	149.73	160.74	157.18	161.25	0.002676	3.41	1488.00	598.57	0.38
1	310	TR200	3093.00	149.44	160.26	156.29	160.60	0.001906	2.95	2140.20	822.62	0.32
1	300	TR200	3093.00	150.11	160.10	156.41	160.24	0.000921	1.92	2998.54	882.52	0.22
1	290	TR200	3093.00	149.10	159.88	155.55	160.02	0.000886	1.78	2552.75	797.01	0.22
1	280	TR200	3093.00	149.34	159.50	156.46	159.74	0.001562	2.46	2212.67	825.18	0.29
1	270	TR200	3093.00	148.86	159.04	155.42	159.33	0.001809	2.76	2009.13	788.01	0.31
1	260	TR200	3093.00	149.22	158.23	155.90	158.80	0.003415	3.62	1367.45	523.29	0.43
1	250	TR200	3093.00	150.01	157.87	155.34	158.12	0.002243	2.54	1985.17	561.46	0.34
1	240	TR200	3093.00	149.63	157.47	153.86	157.66	0.001332	2.17	2436.91	771.66	0.27
1	230	TR200	3093.00	149.40	157.16	153.41	157.34	0.001246	2.04	2167.75	679.36	0.26
1	220	TR200	3093.00	148.00	156.61	154.29	156.95	0.002555	2.90	1699.51	632.64	0.36
1	210	TR200	3093.00	148.24	156.12	153.43	156.37	0.002020	2.43	1962.96	759.50	0.32
1	200	TR200	3093.00	146.60	155.02	153.55	155.23	0.002009	2.55	2770.52	1082.86	0.32
1	190	TR200	3093.00	146.85	154.54	152.23	154.71	0.001907	2.11	2670.73	1163.46	0.30
1	180	TR200	3093.00	145.66	154.28	150.56	154.36	0.000758	1.43	3592.48	1437.35	0.19
1	170	TR200	3093.00	145.40	153.94	150.12	154.09	0.001442	1.91	2693.58	1338.46	0.27
1	160	TR200	3093.00	145.46	153.44	149.84	153.59	0.001200	1.84	2772.29	1387.79	0.25
1	150	TR200	3093.00	143.53	152.91	149.12	153.16	0.001550	2.33	2353.79	1341.79	0.29
1	140	TR200	3093.00	143.00	151.52	149.64	152.30	0.006440	3.95	887.97	638.54	0.56
1	135		Inl Struct									
1	130	TR200	3093.00	142.54	151.51	147.56	151.84	0.001866	2.58	1761.00	1192.14	0.31
1	120	TR200	3093.00	142.27	150.92	146.98	151.28	0.002029	2.74	1566.27	1049.16	0.33
1	110	TR200	3093.00	141.17	150.60	146.96	150.81	0.001452	2.30	2331.60	760.13	0.28
1	100	TR200	3093.00	140.79	150.00	147.06	150.32	0.002584	2.62	1533.82	561.61	0.36
1	90	TR200	3093.00	140.59	148.83	145.66	149.36	0.003672	3.23	958.35	173.86	0.43
1	85		Bridge									
1	80	TR200	3093.00	140.59	148.51	145.66	149.10	0.004076	3.40	908.92	164.96	0.45

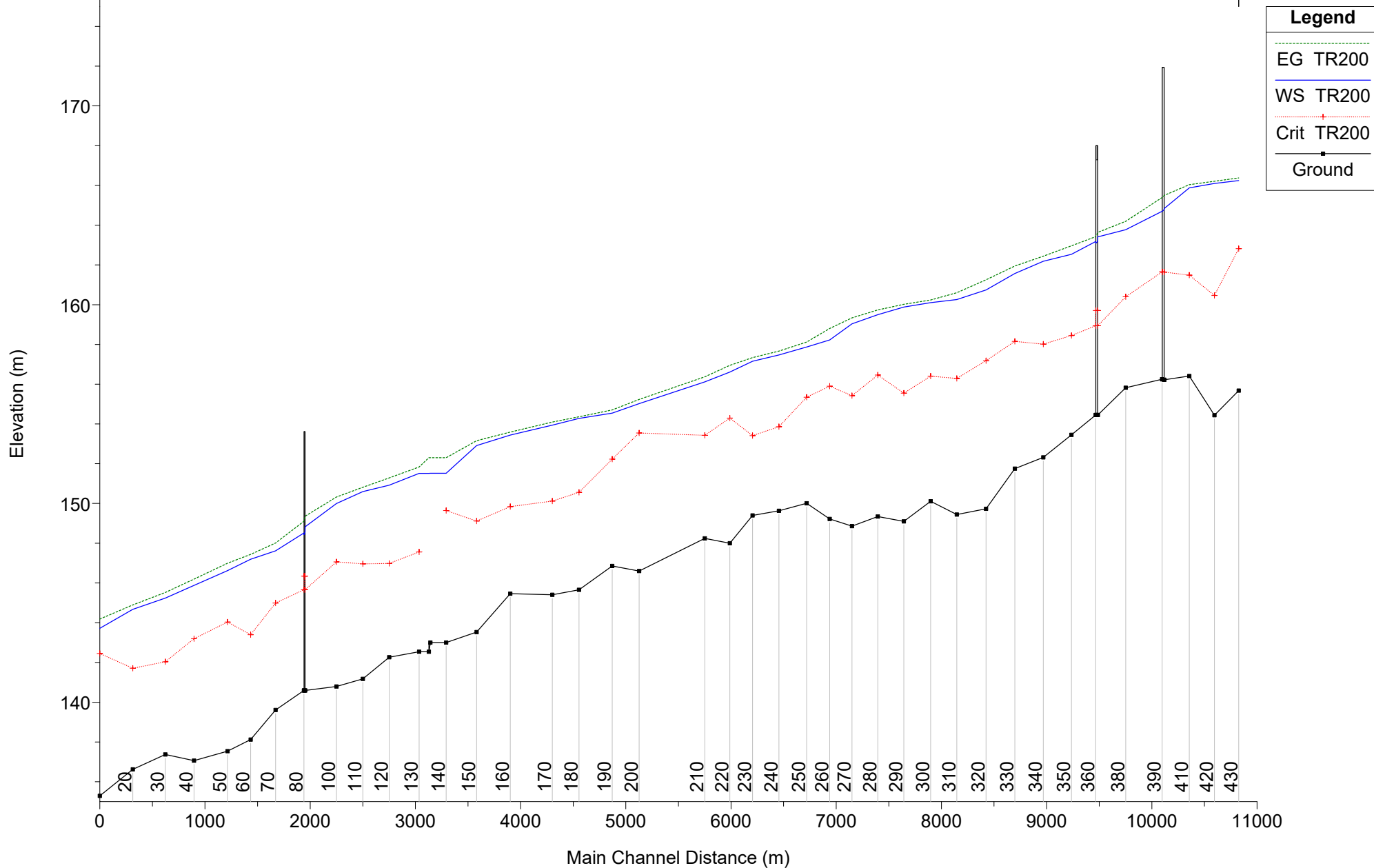


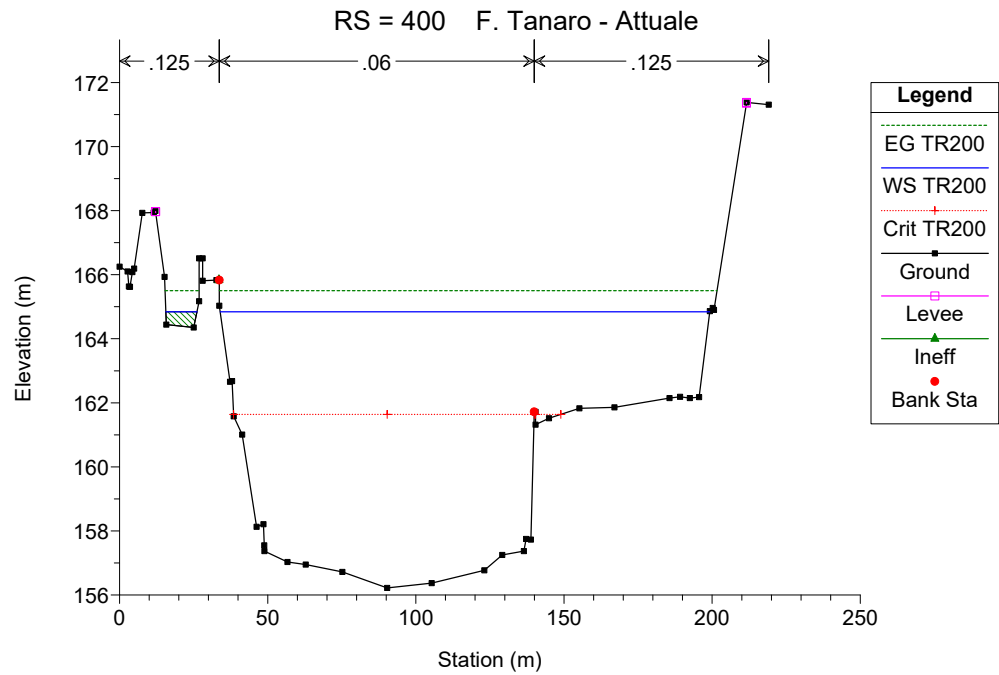
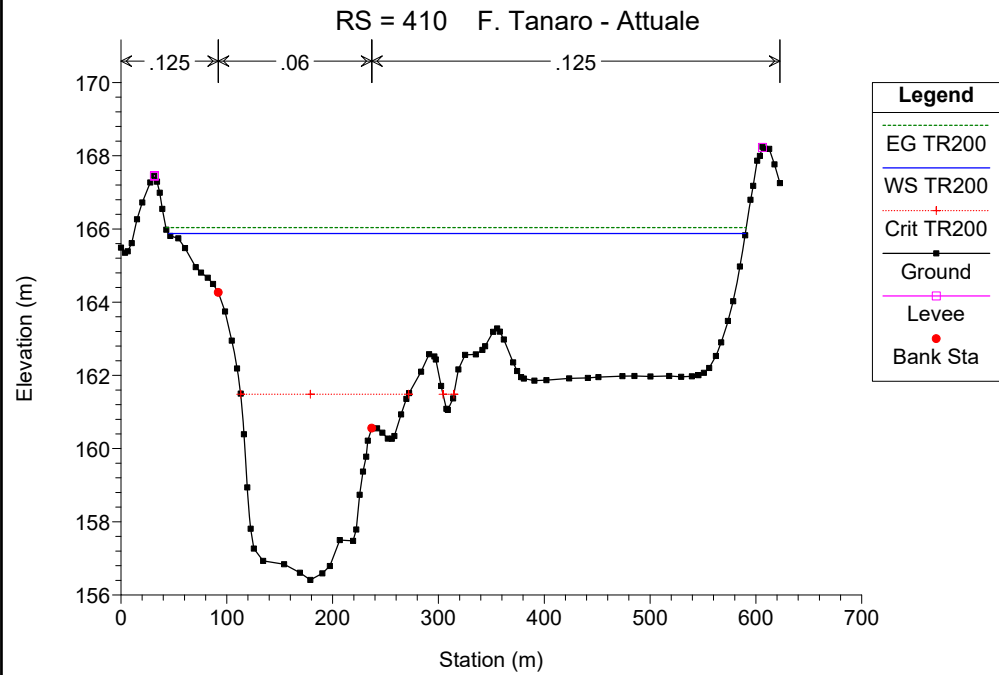
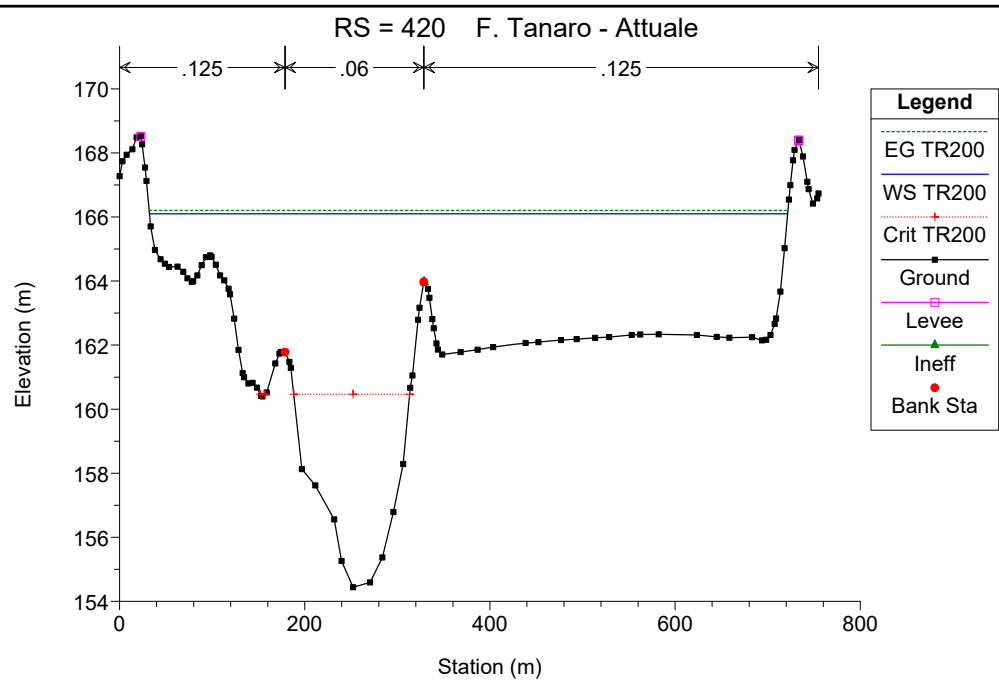
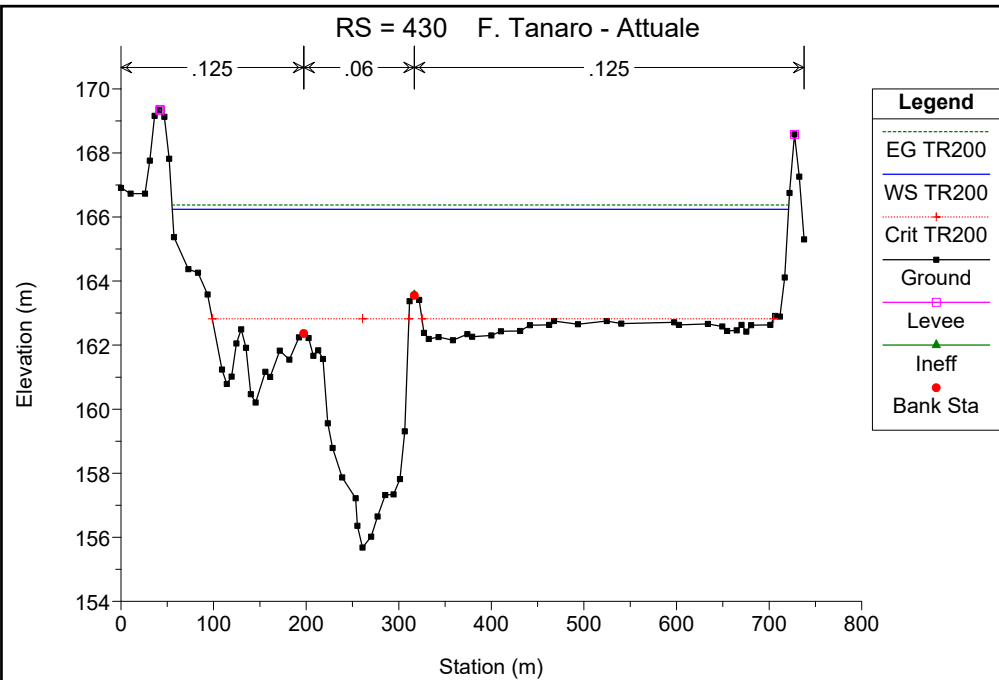
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR200 (Continued)

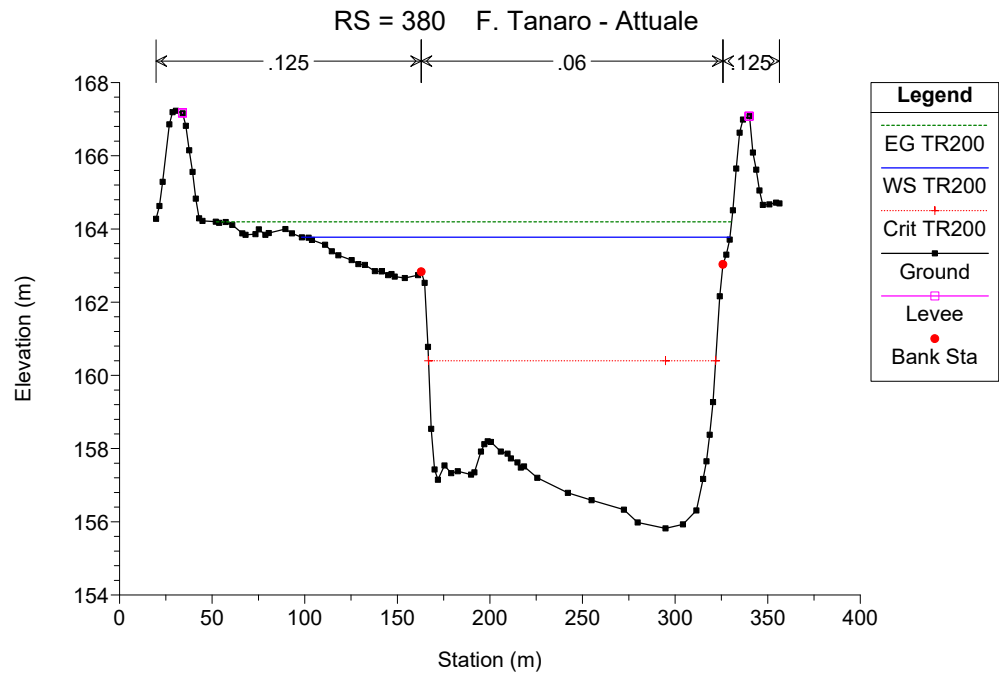
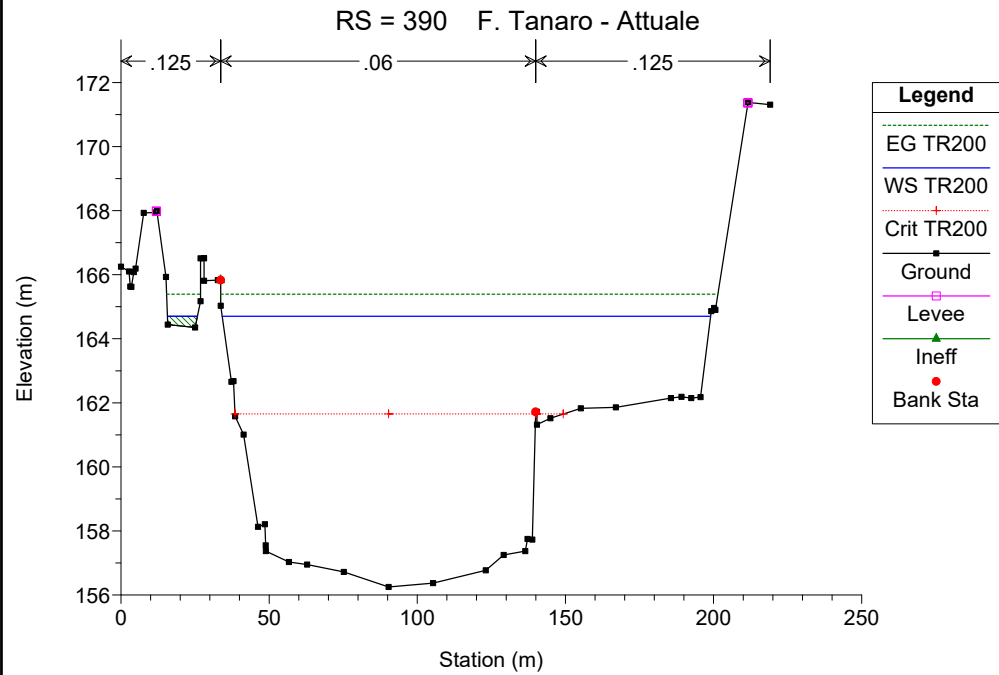
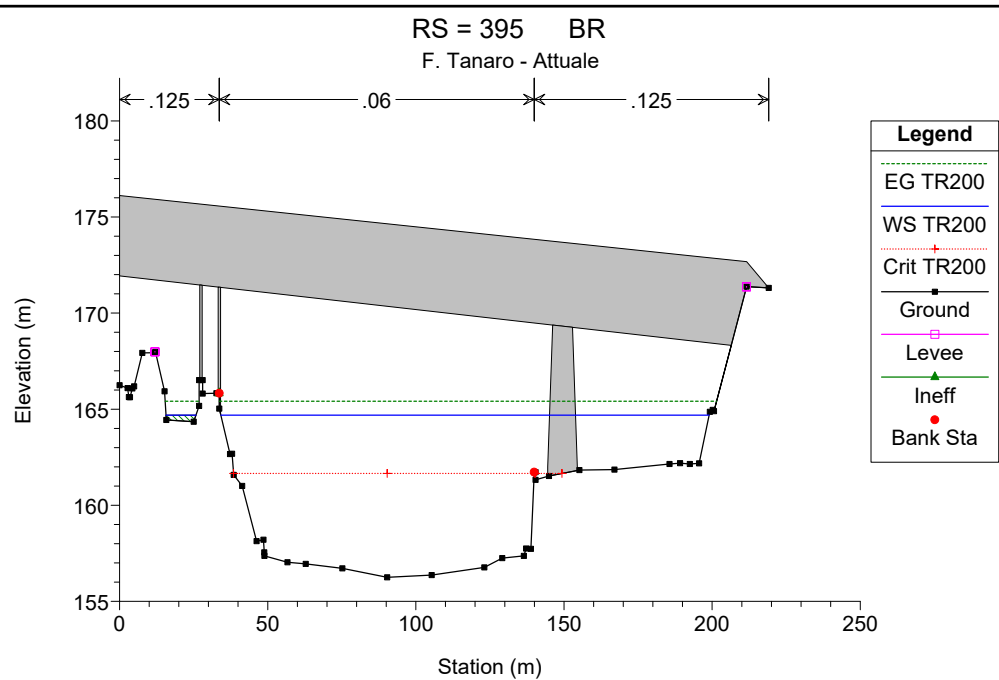
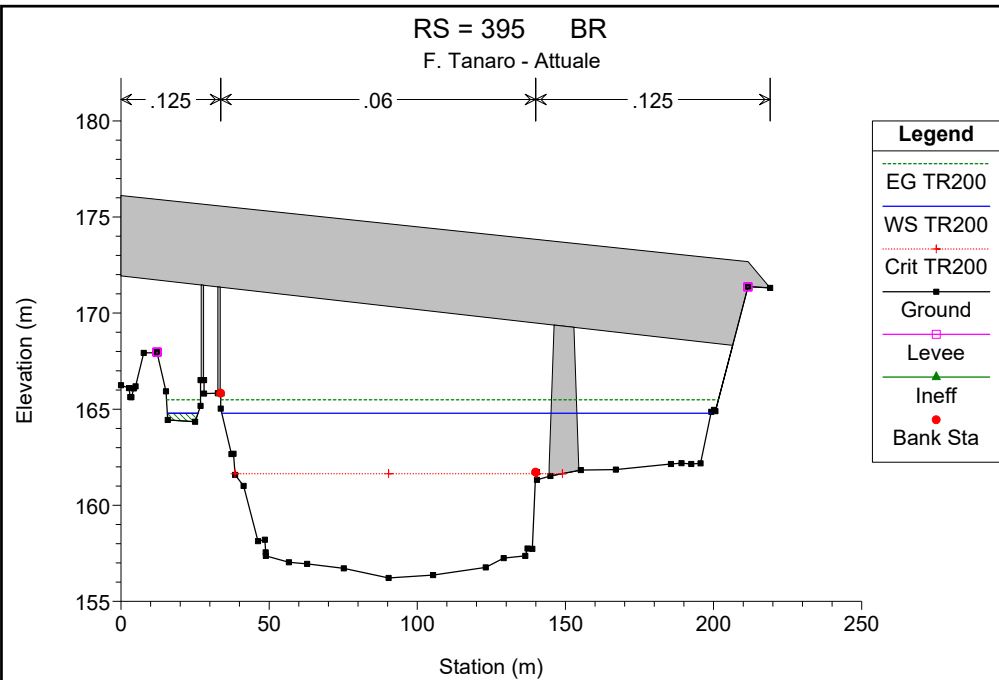
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR200	3093.00	139.61	147.61	144.99	148.01	0.003378	2.96	1319.90	306.40	0.41
1	60	TR200	3093.00	138.12	147.19	143.39	147.44	0.001559	2.44	2198.57	829.55	0.29
1	50	TR200	3093.00	137.54	146.62	144.03	146.99	0.002467	2.99	1858.74	910.31	0.36
1	40	TR200	3093.00	137.06	145.88	143.20	146.20	0.002704	2.52	1352.03	742.04	0.36
1	30	TR200	3093.00	137.37	145.24	142.04	145.52	0.002235	2.43	1590.56	747.14	0.33
1	20	TR200	3093.00	136.62	144.67	141.71	144.89	0.001725	2.41	2355.92	842.89	0.30
1	10	TR200	3093.00	135.29	143.72	142.45	144.19	0.004002	3.49	1701.00	663.33	0.45

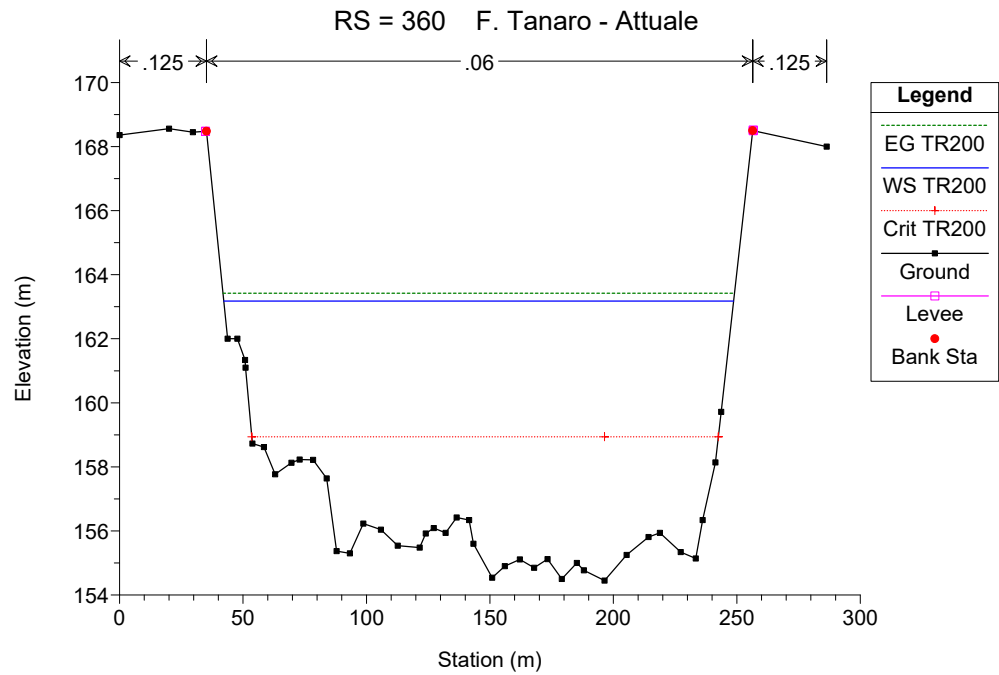
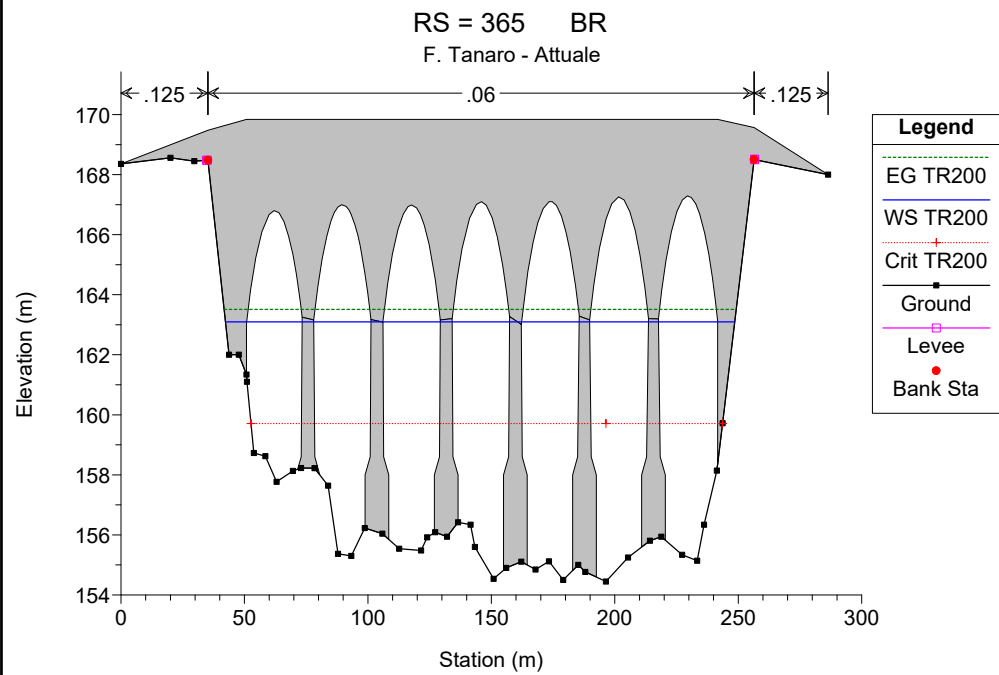
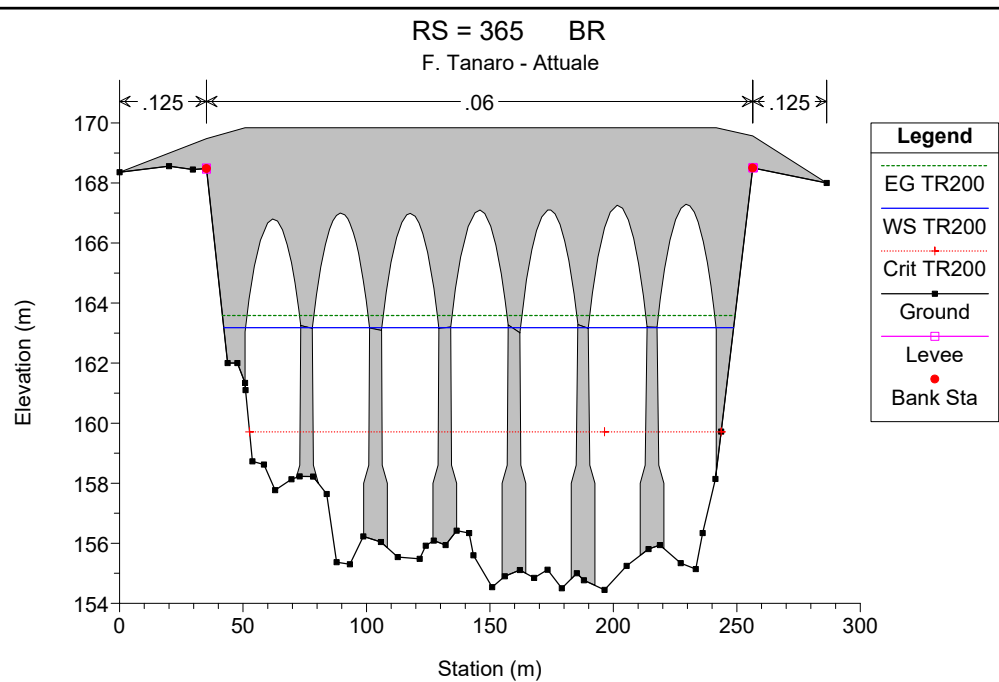
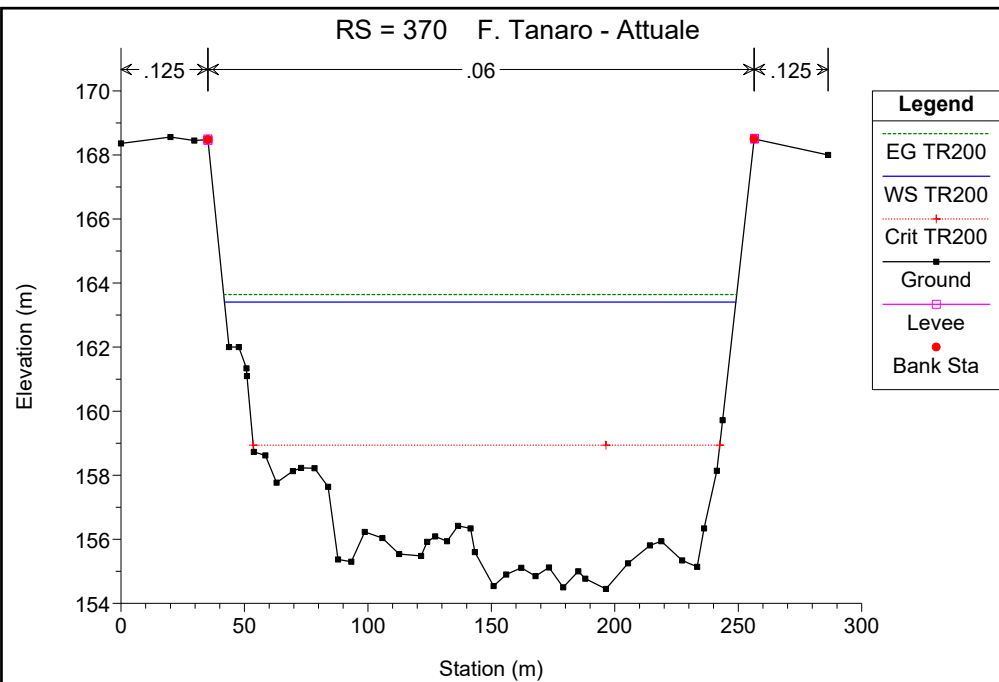
# F. Tanaro - Attuale

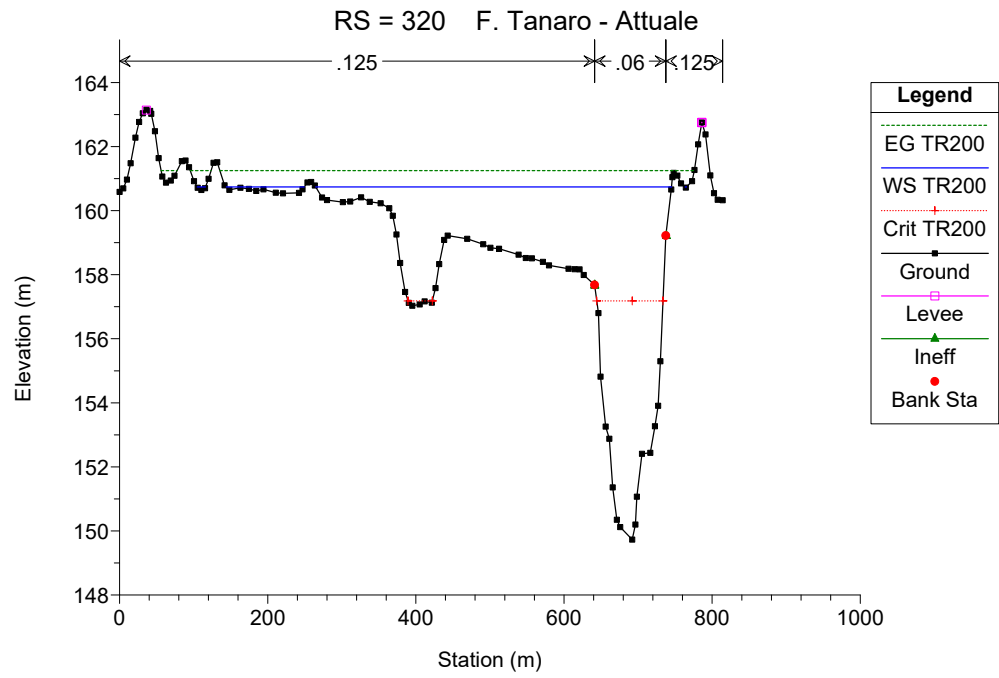
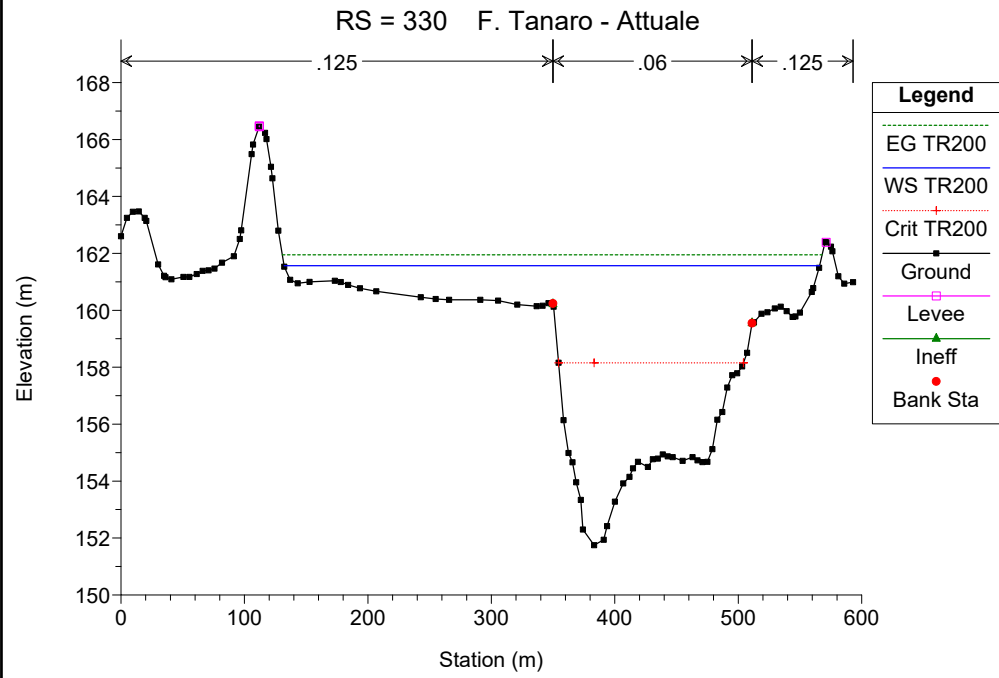
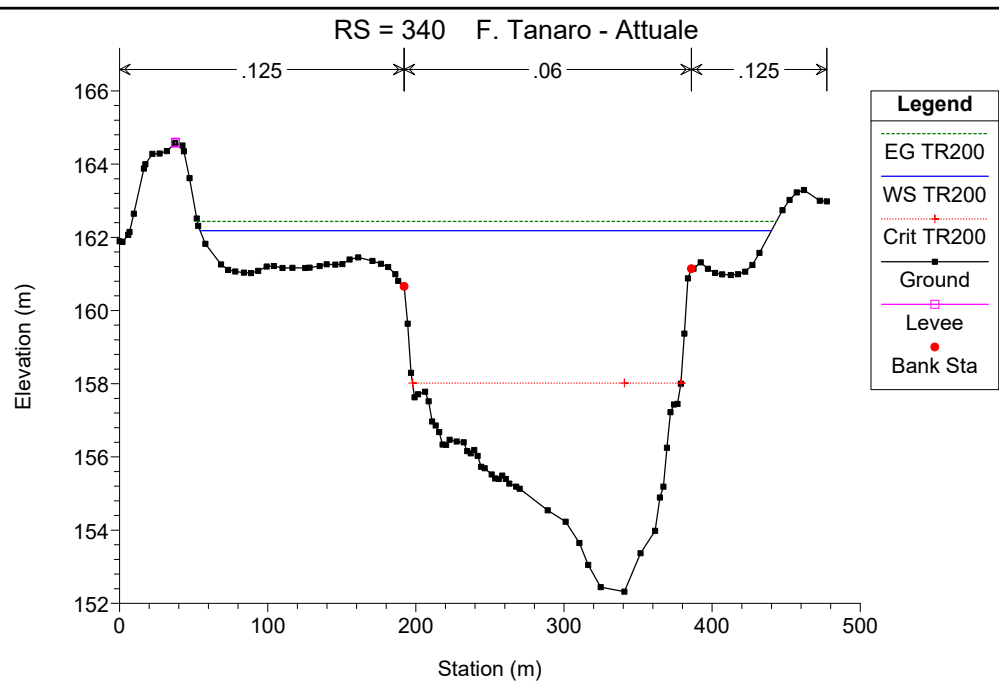
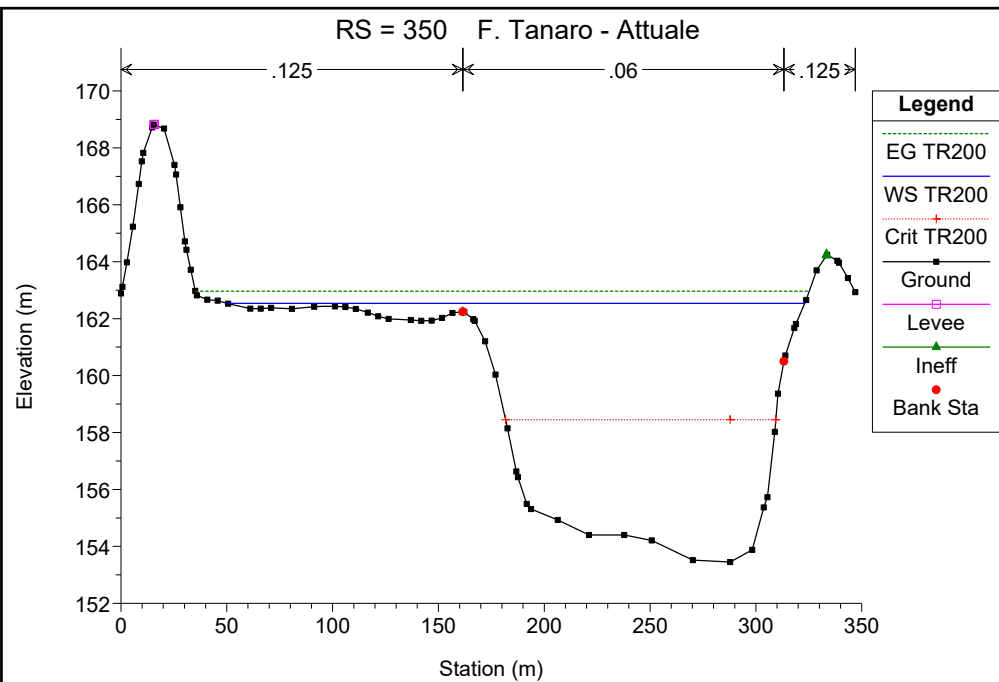
Tanaro 1

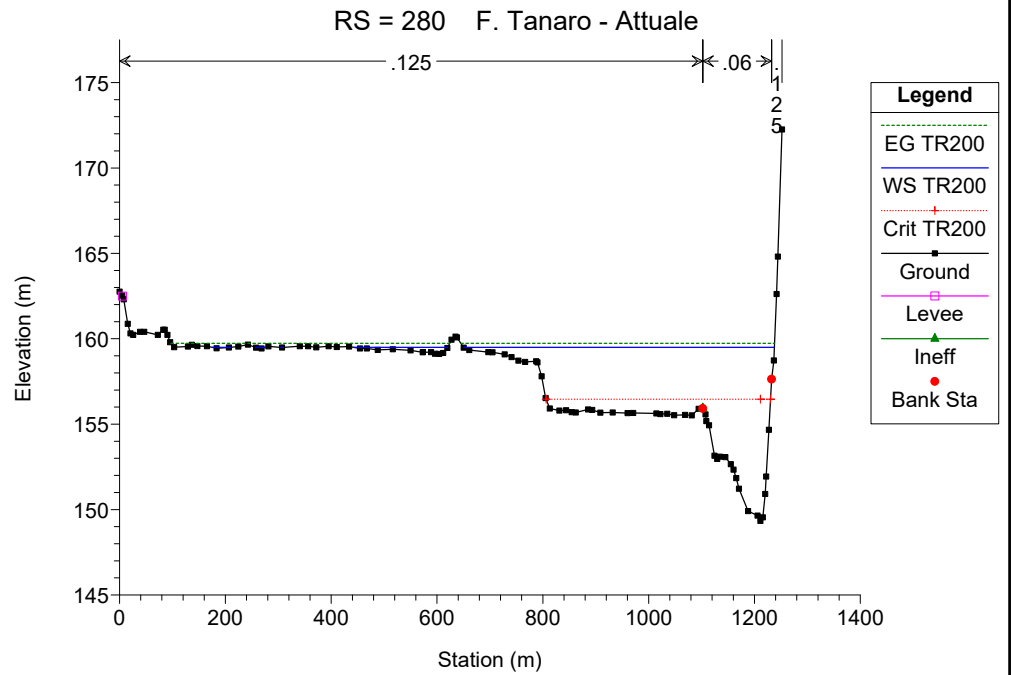
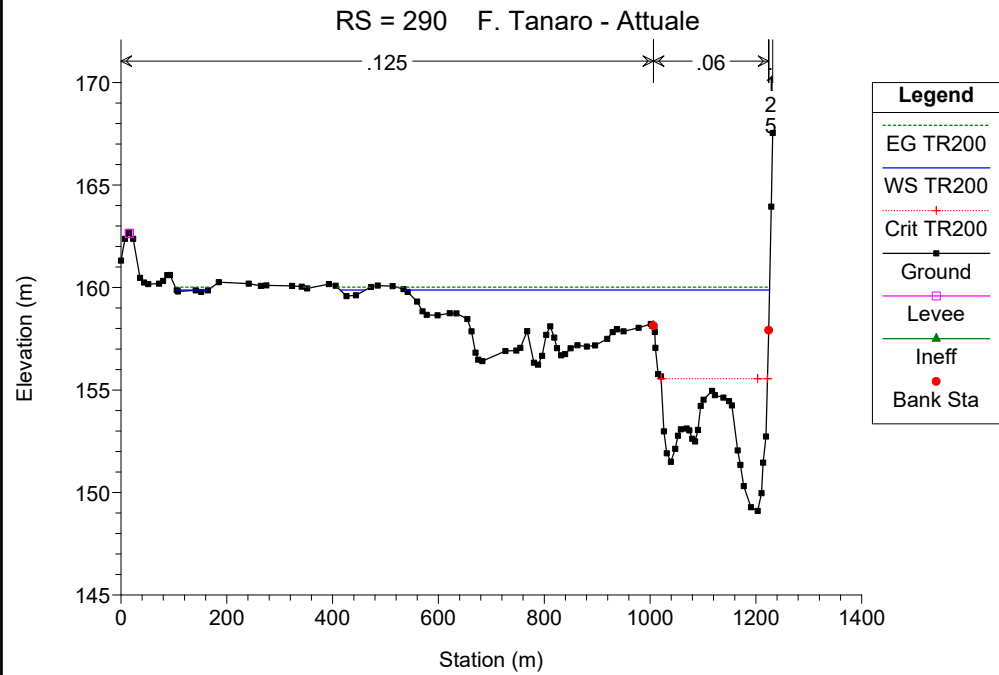
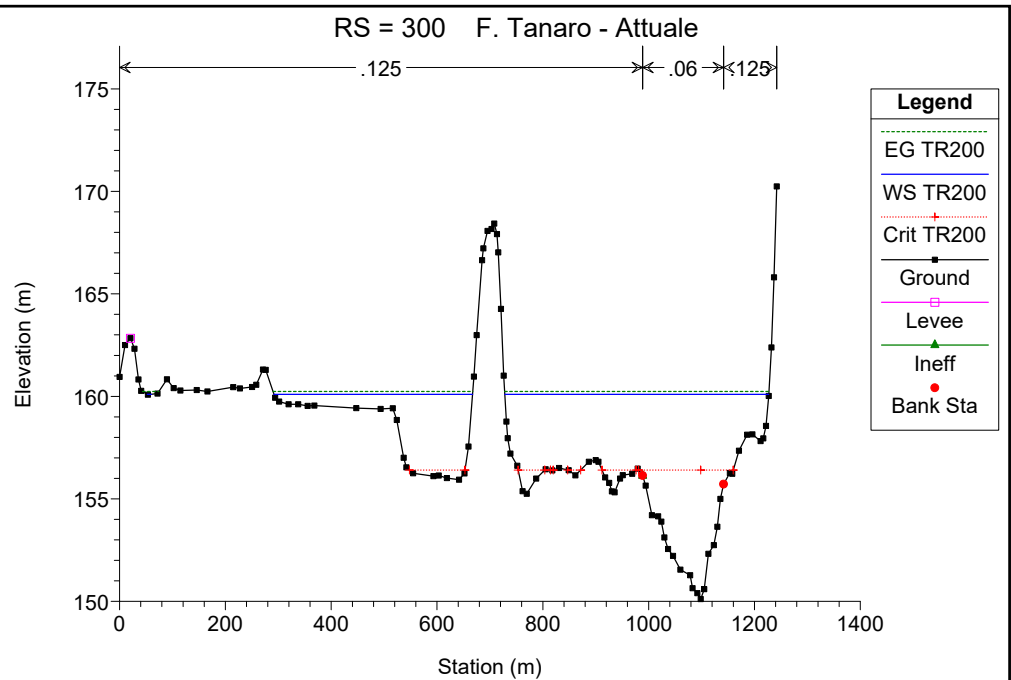
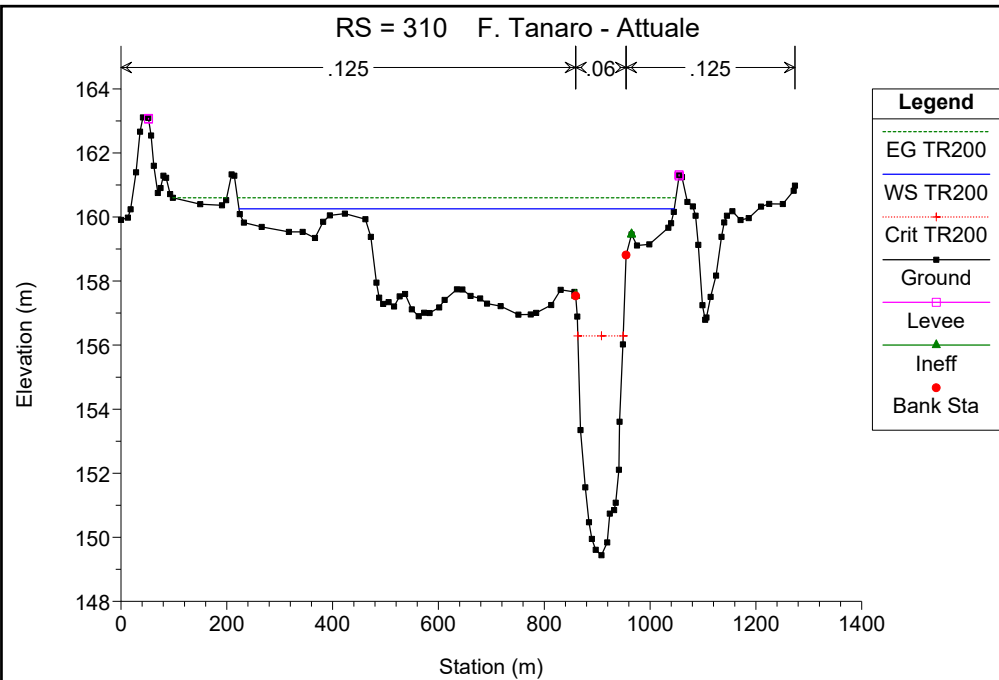


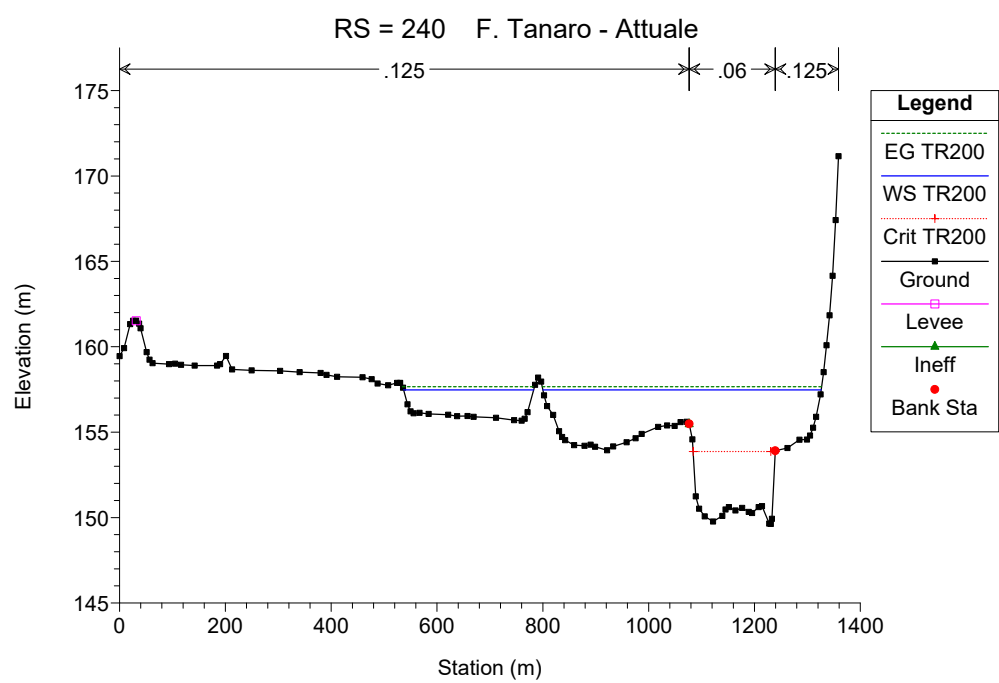
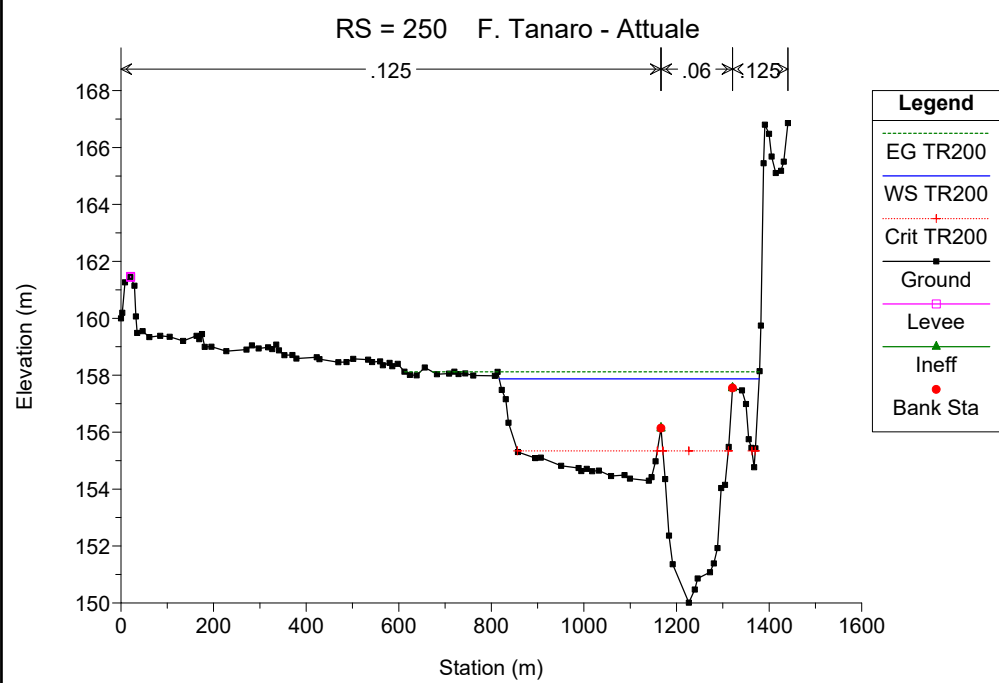
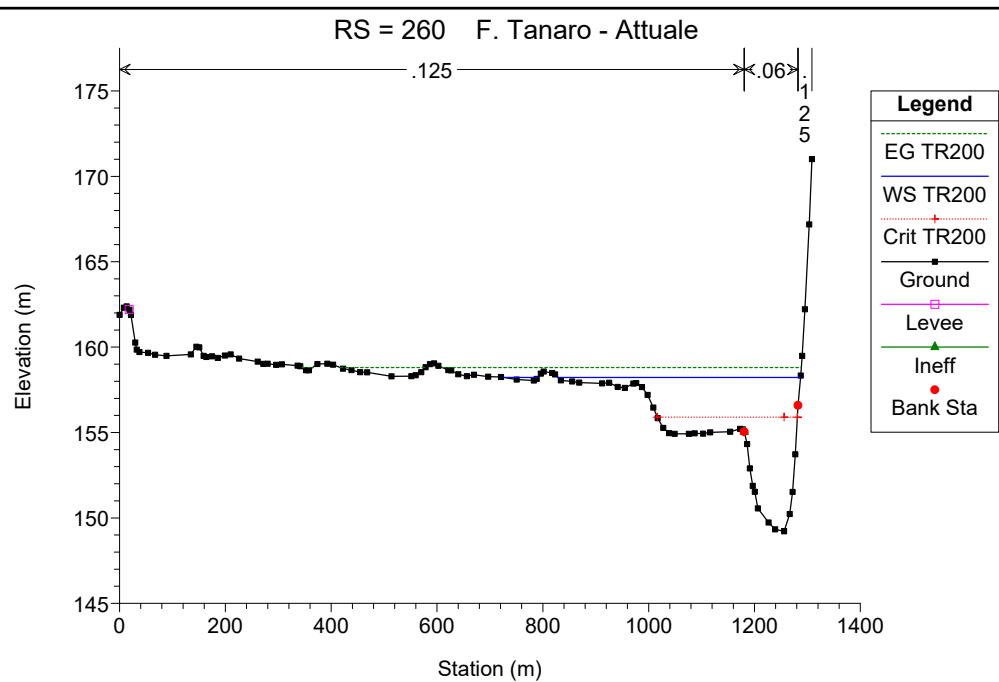
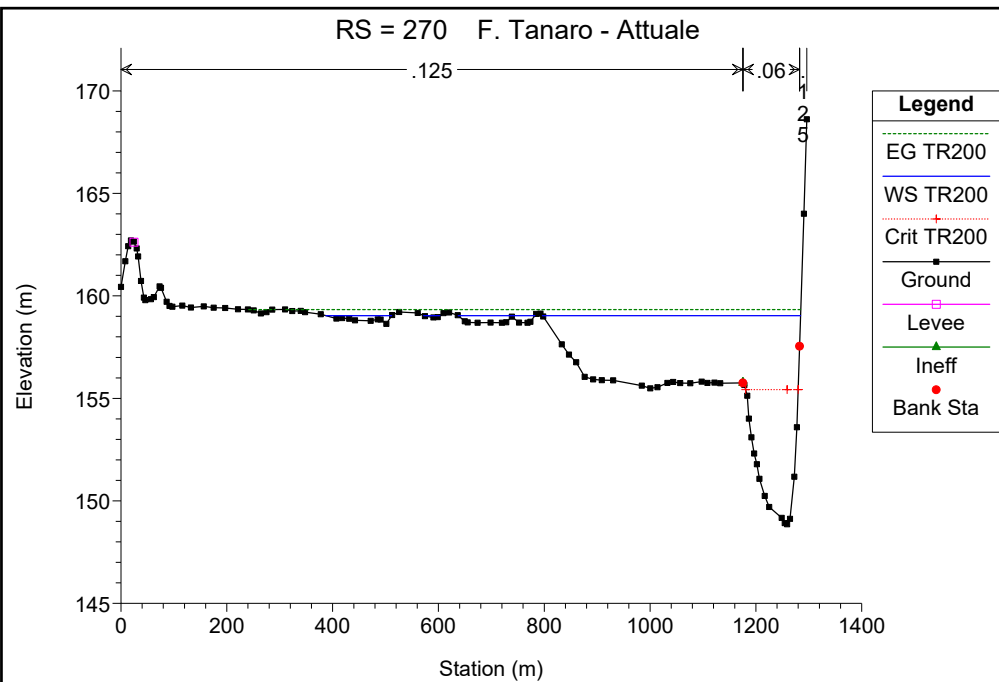




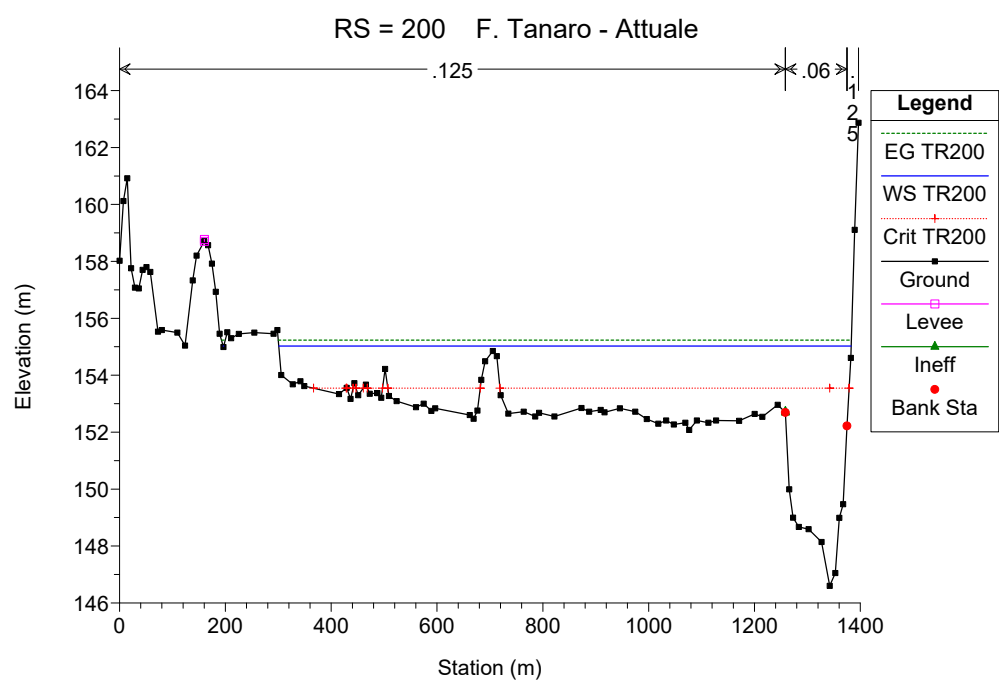
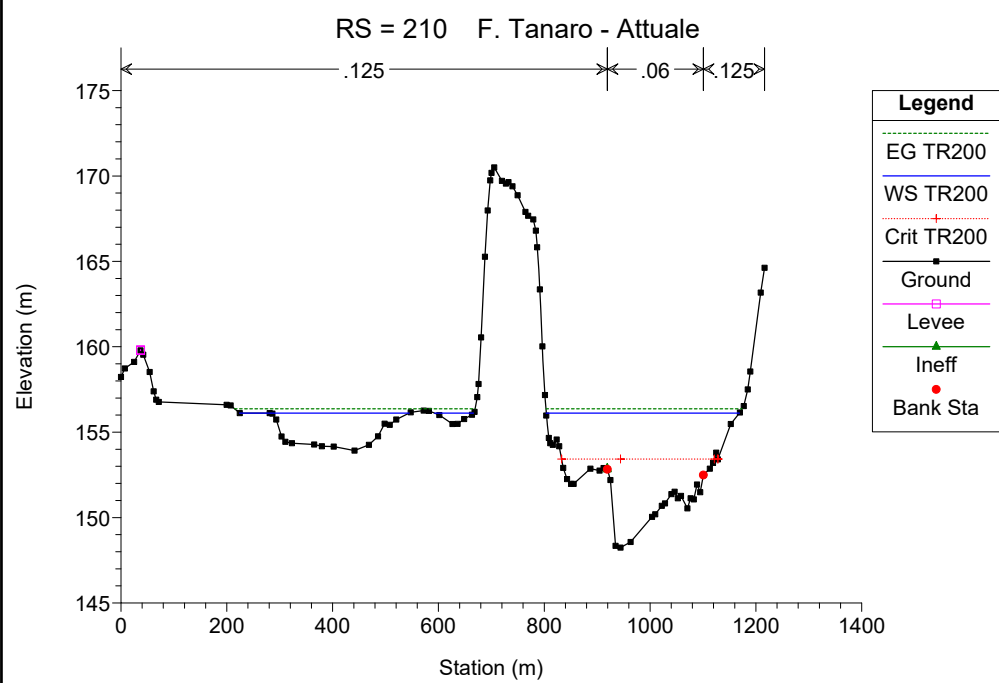
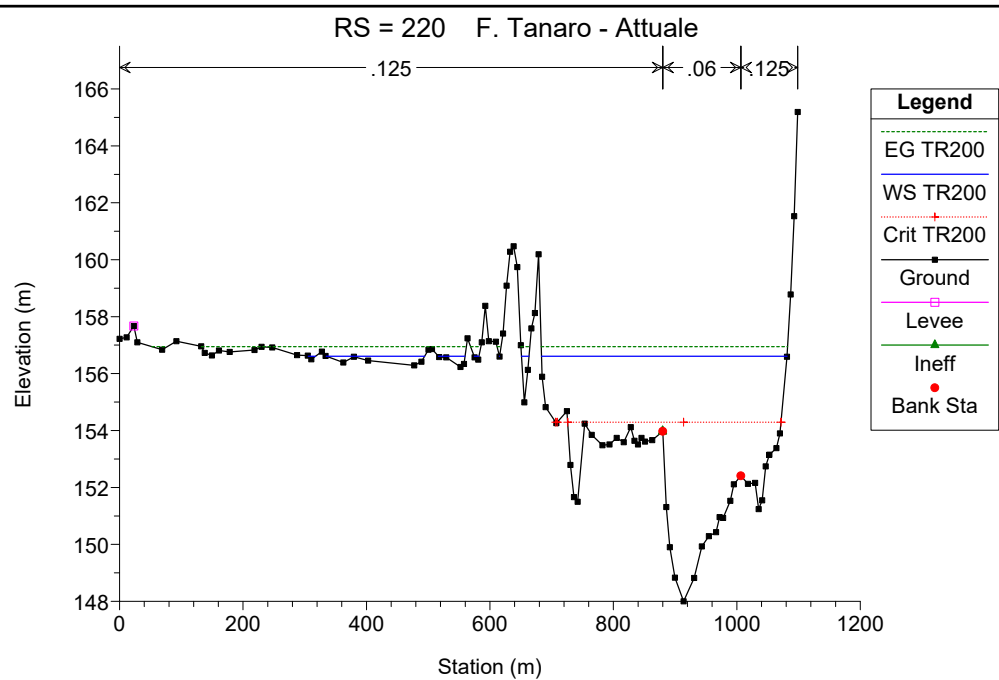
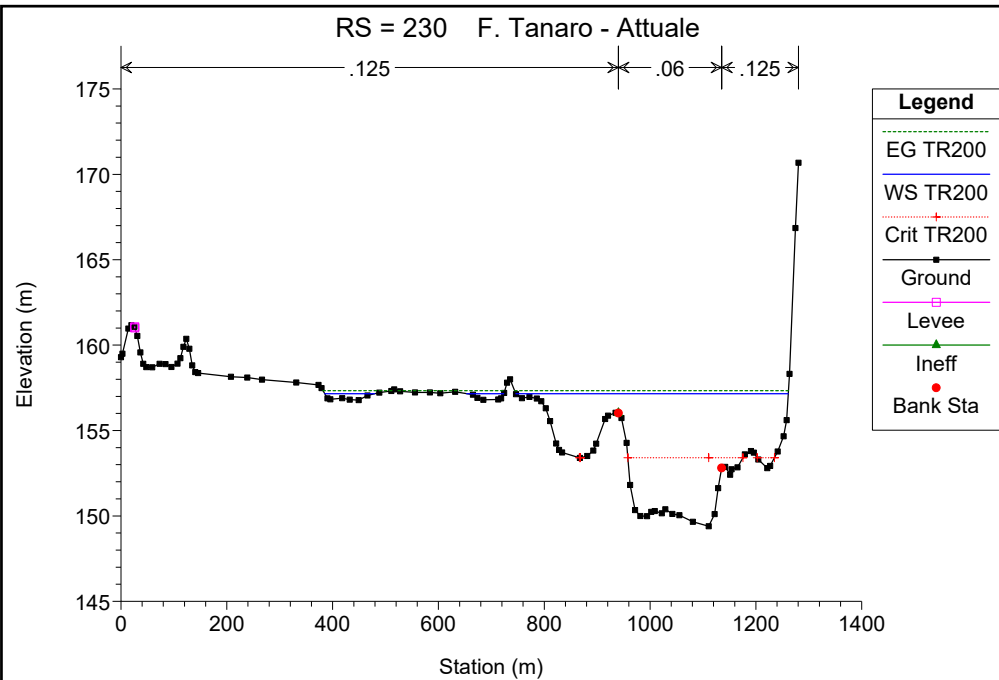


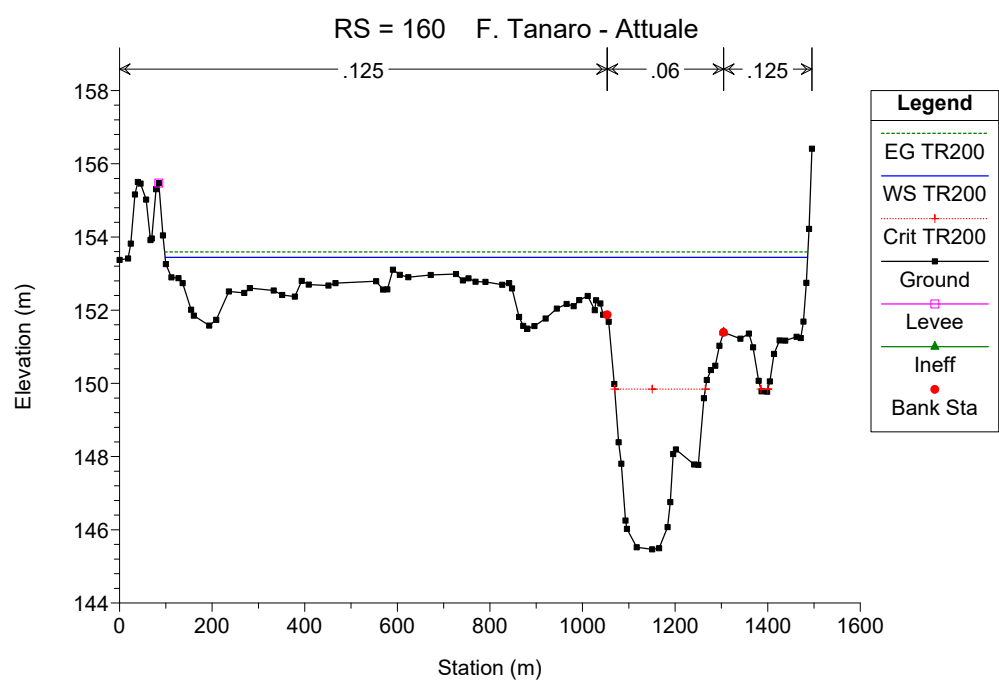
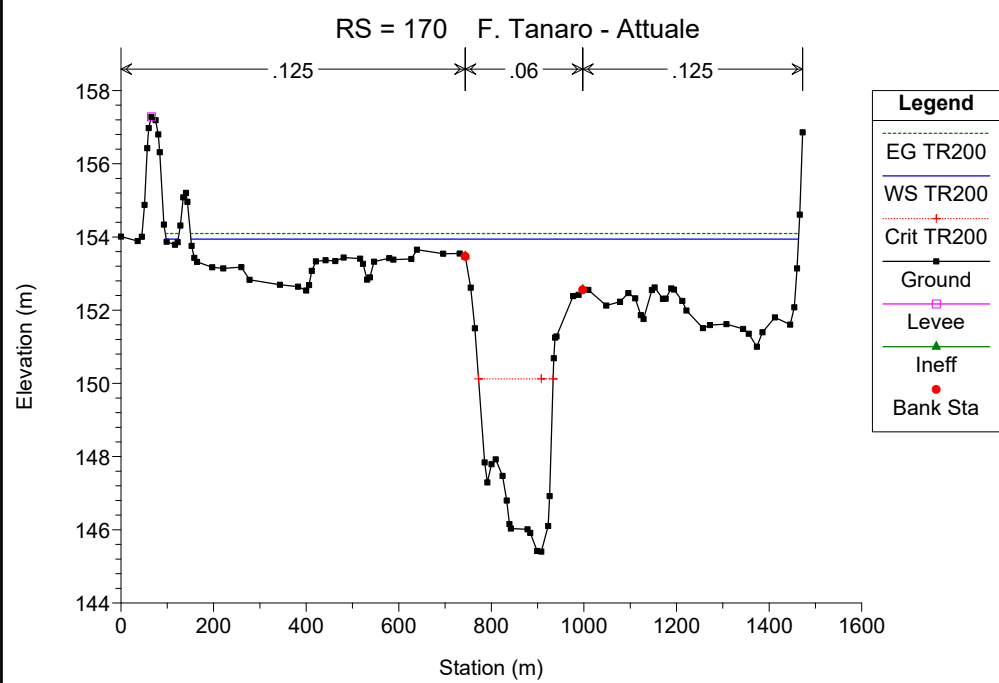
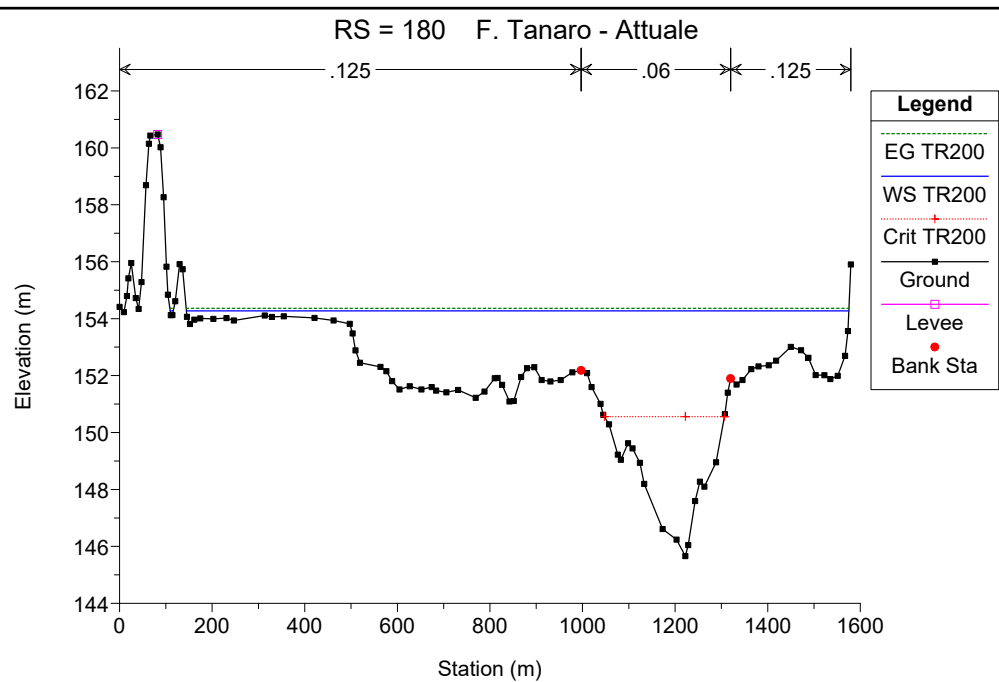
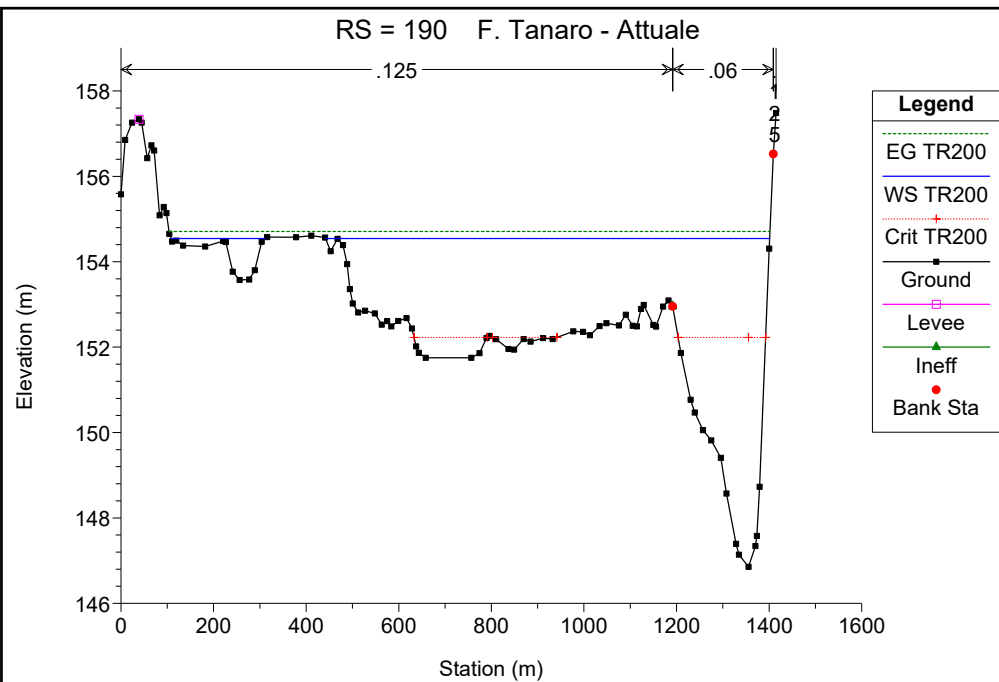


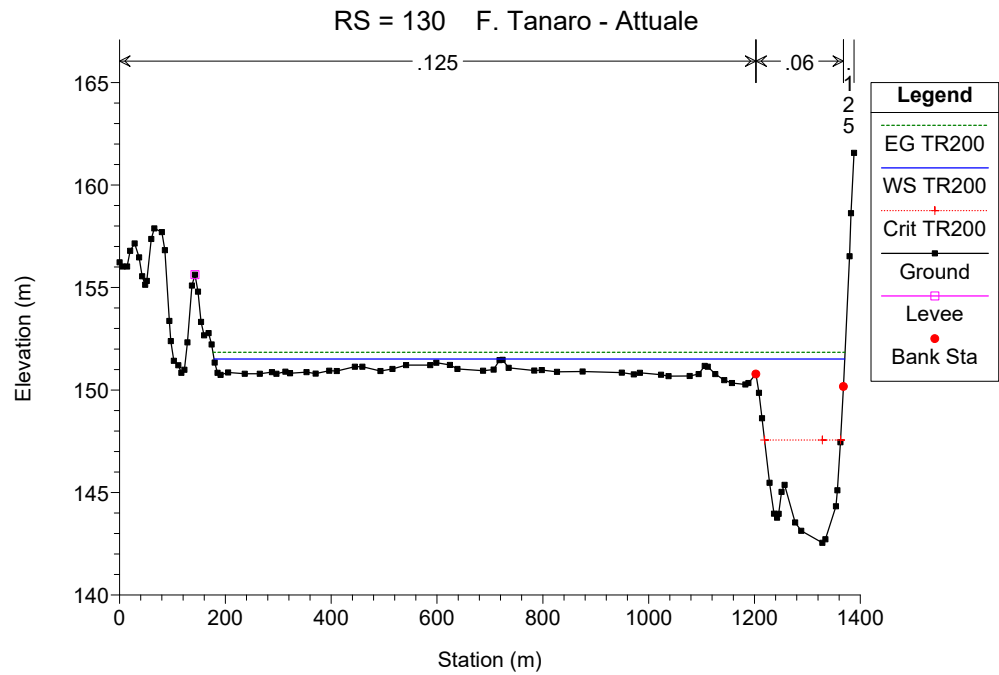
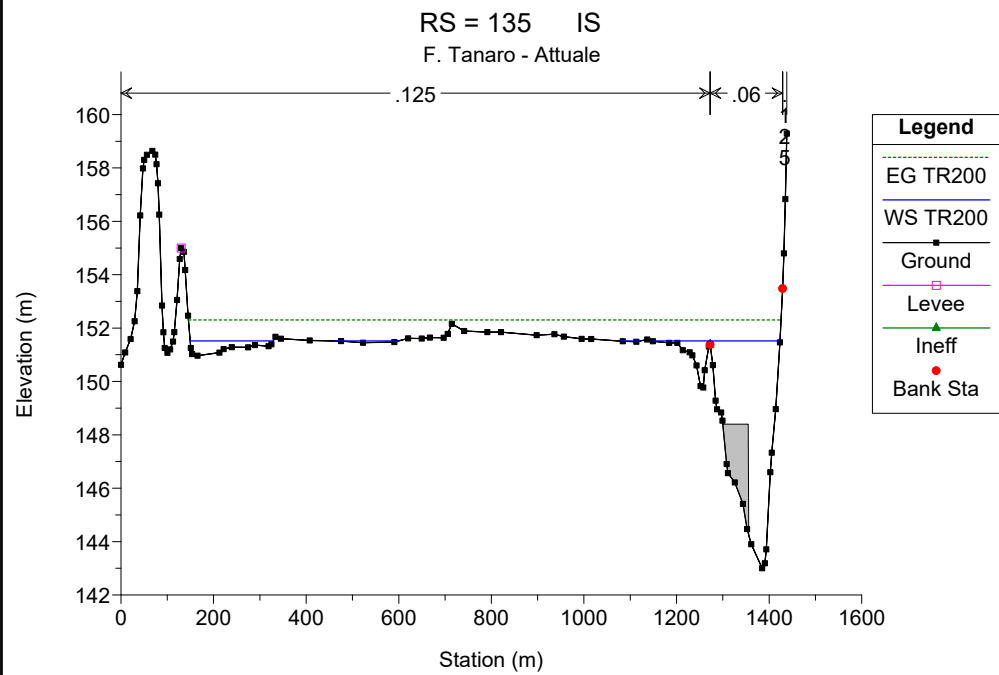
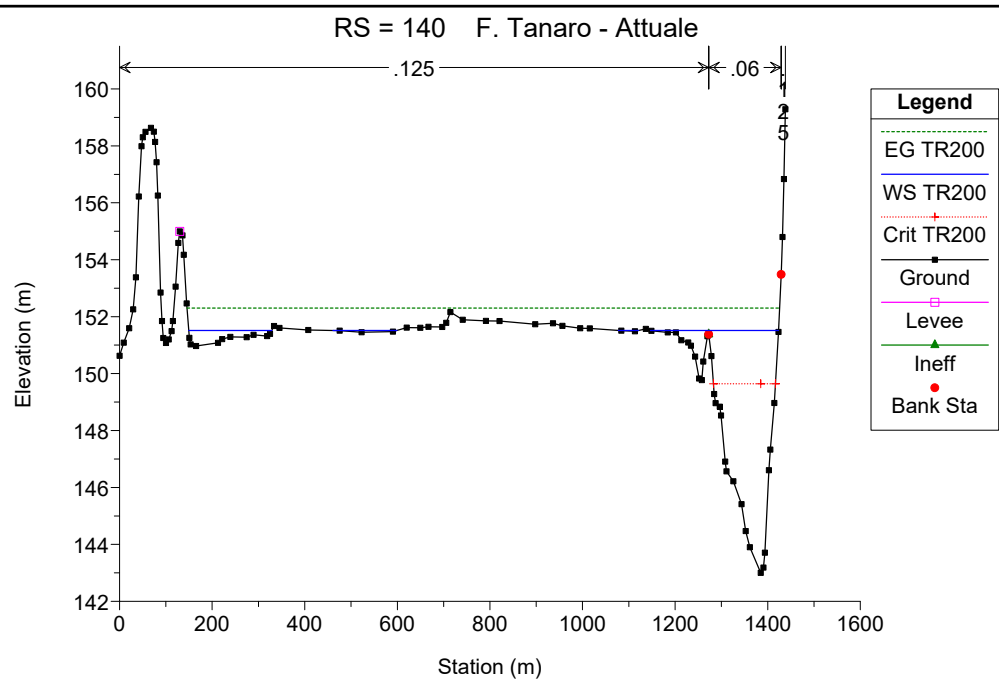
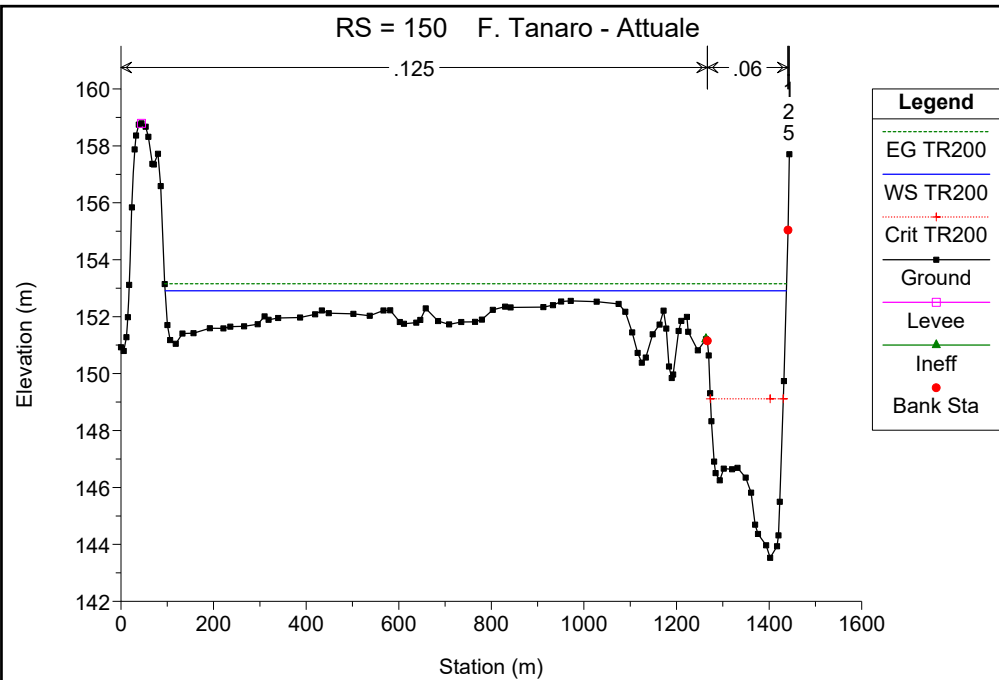


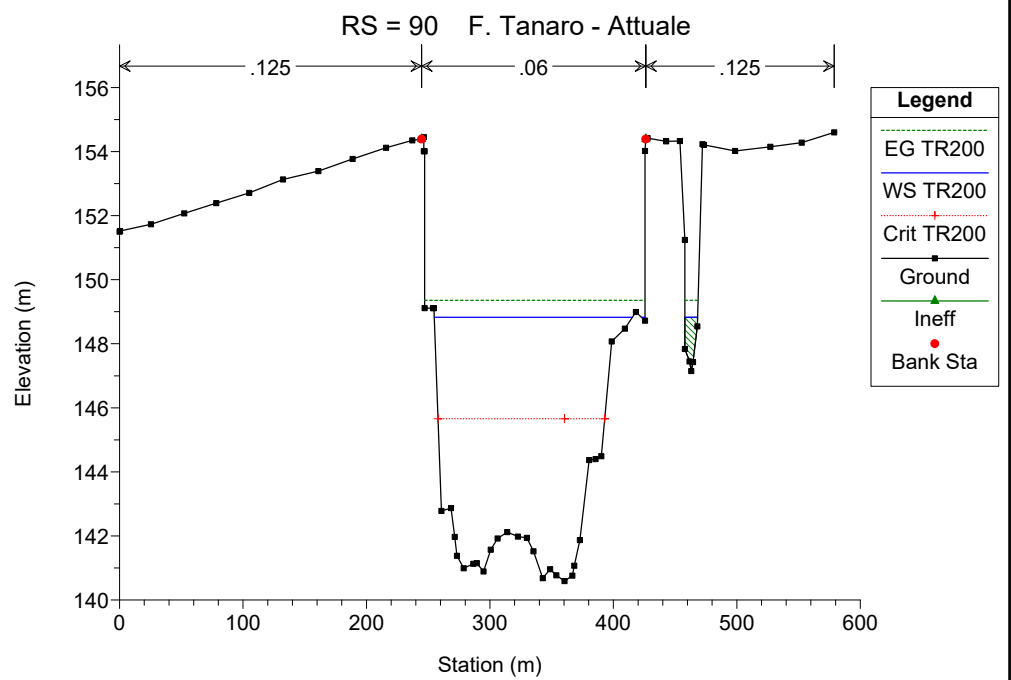
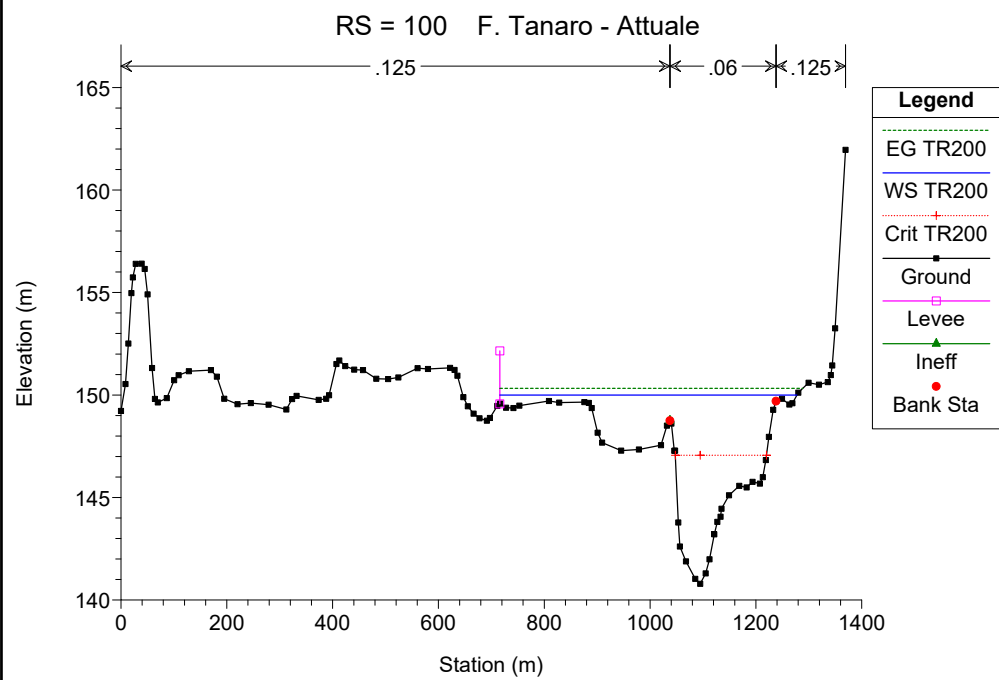
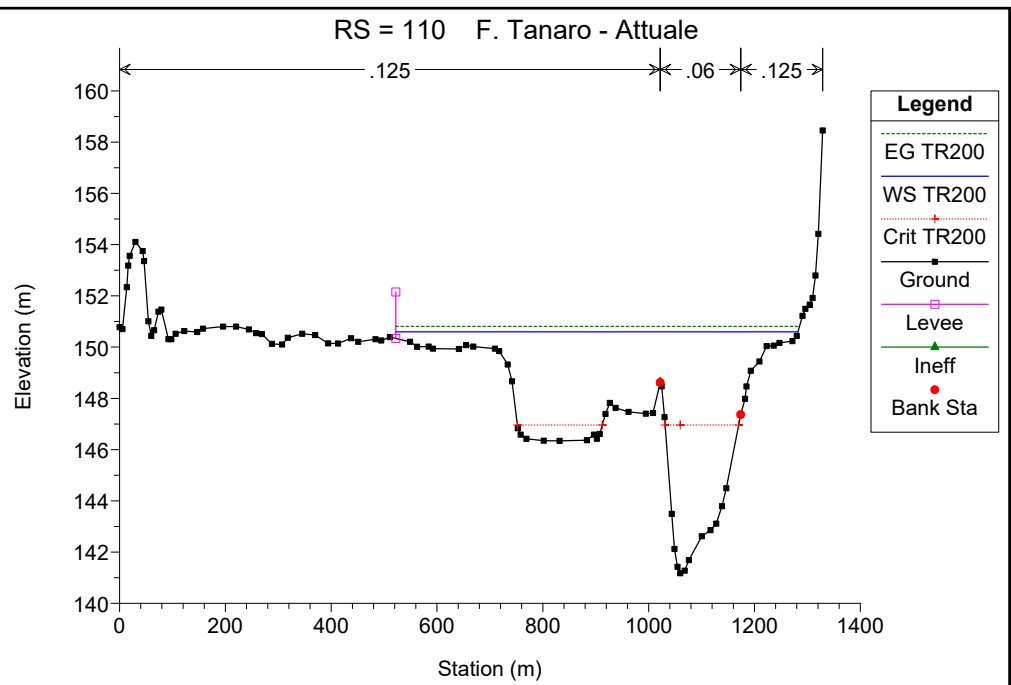
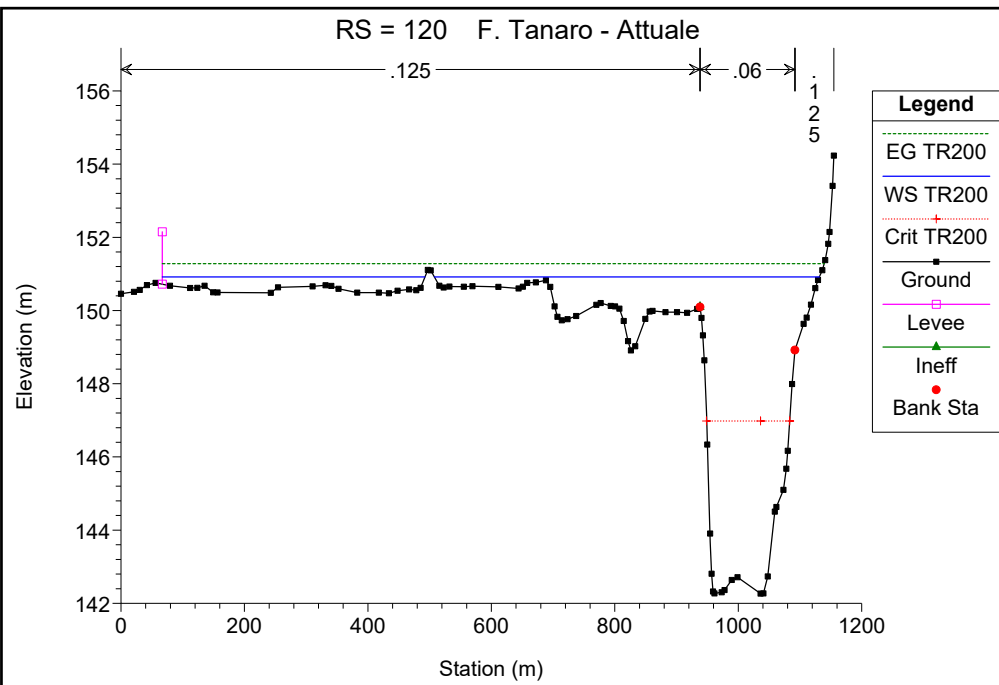


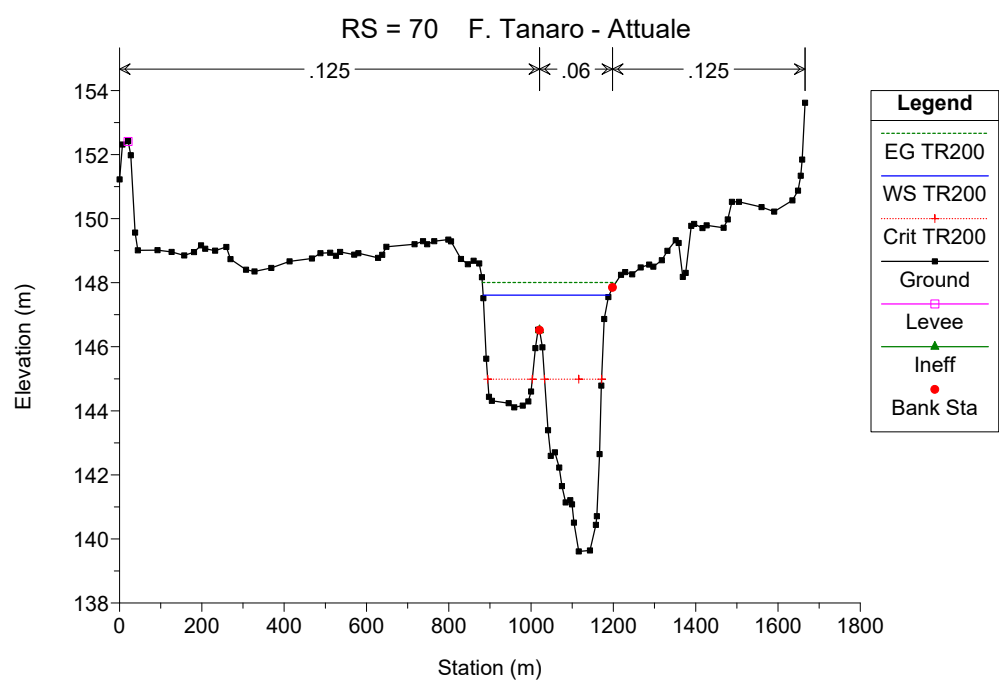
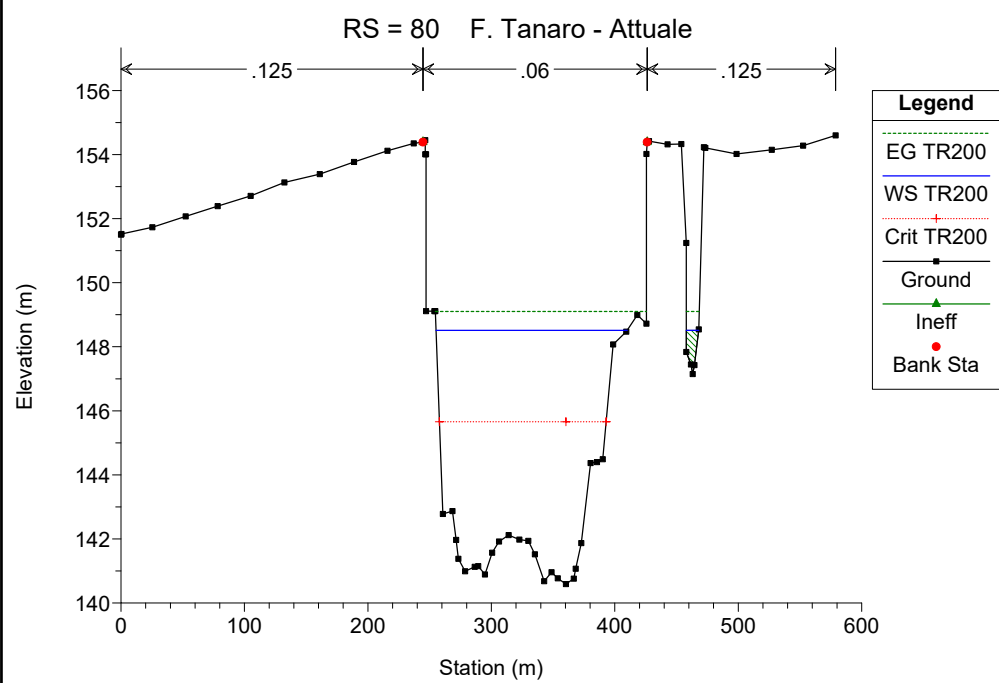
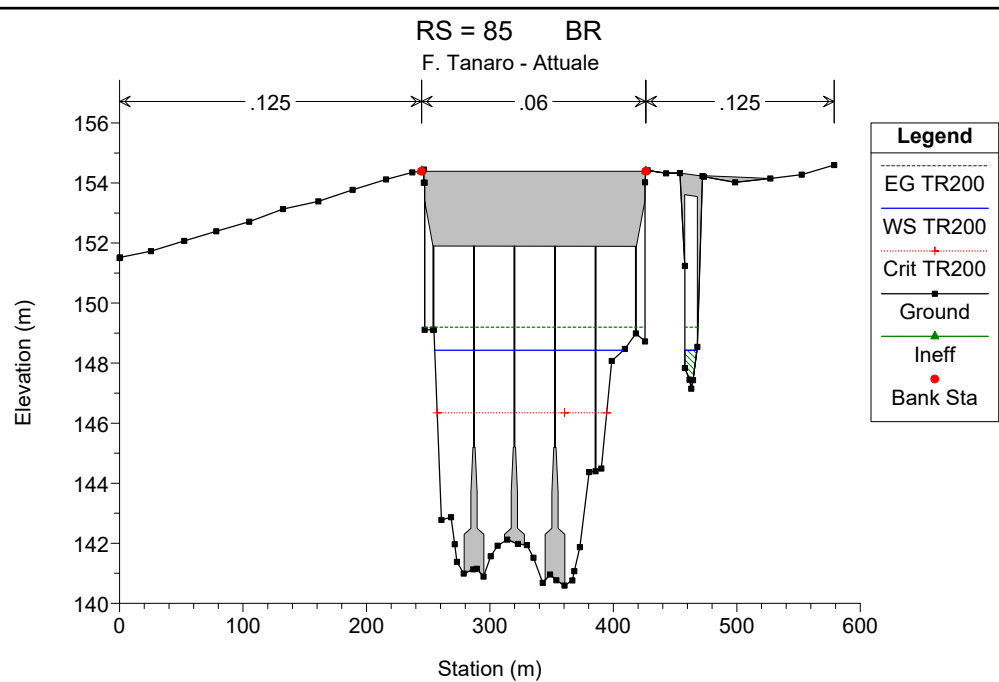
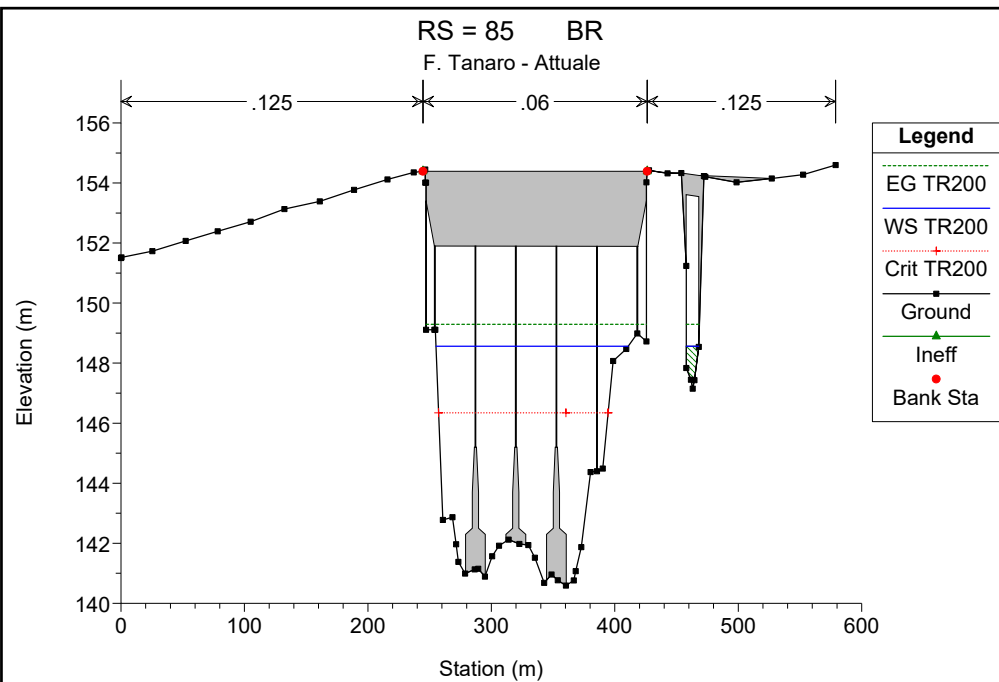


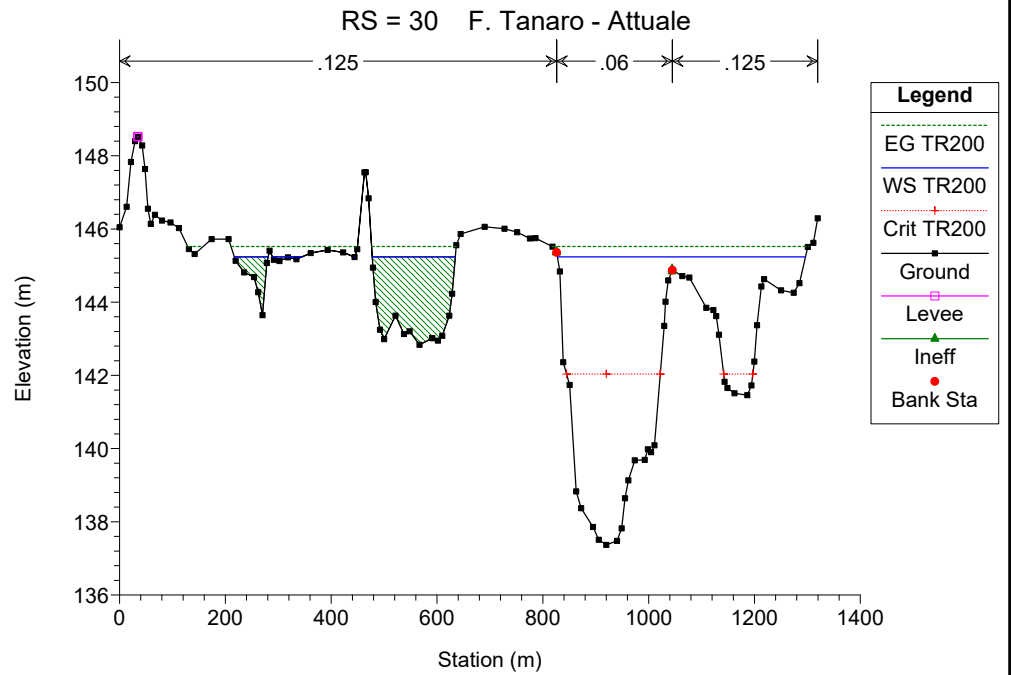
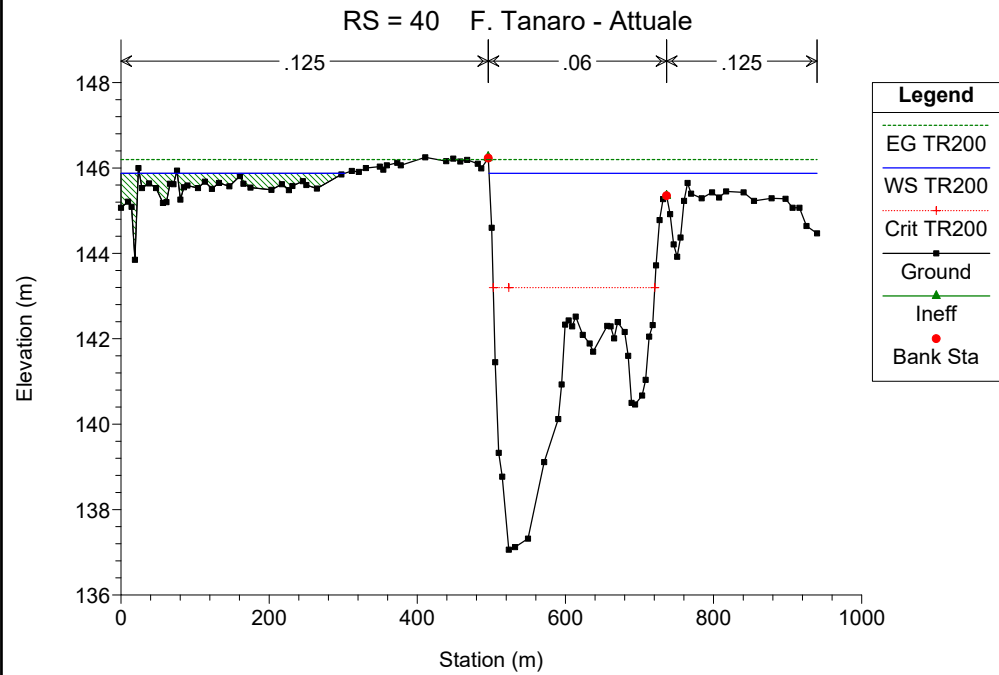
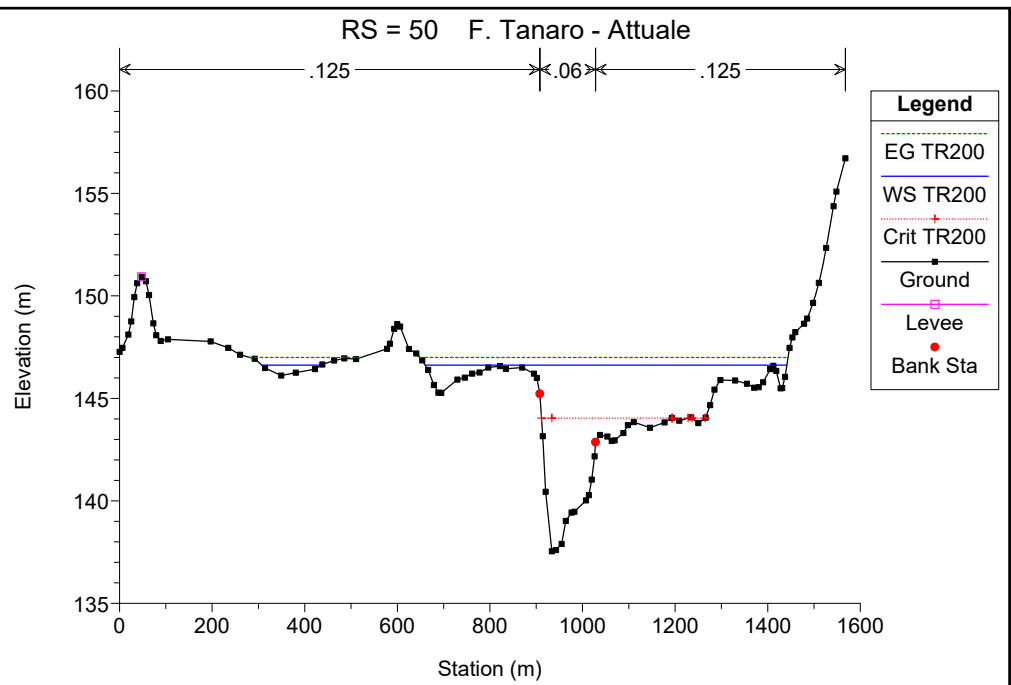
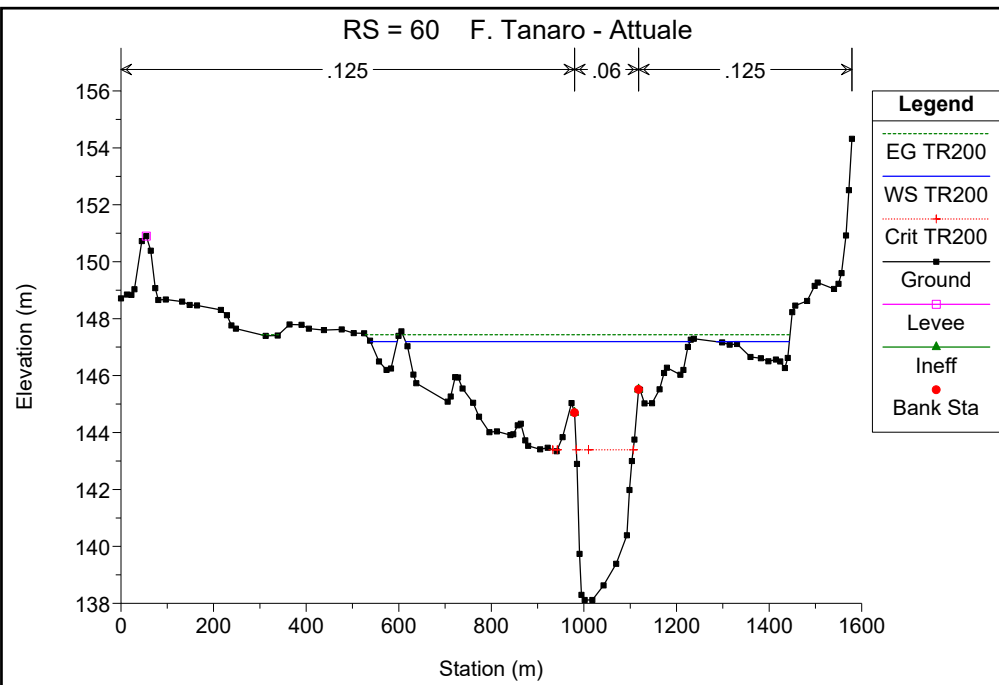


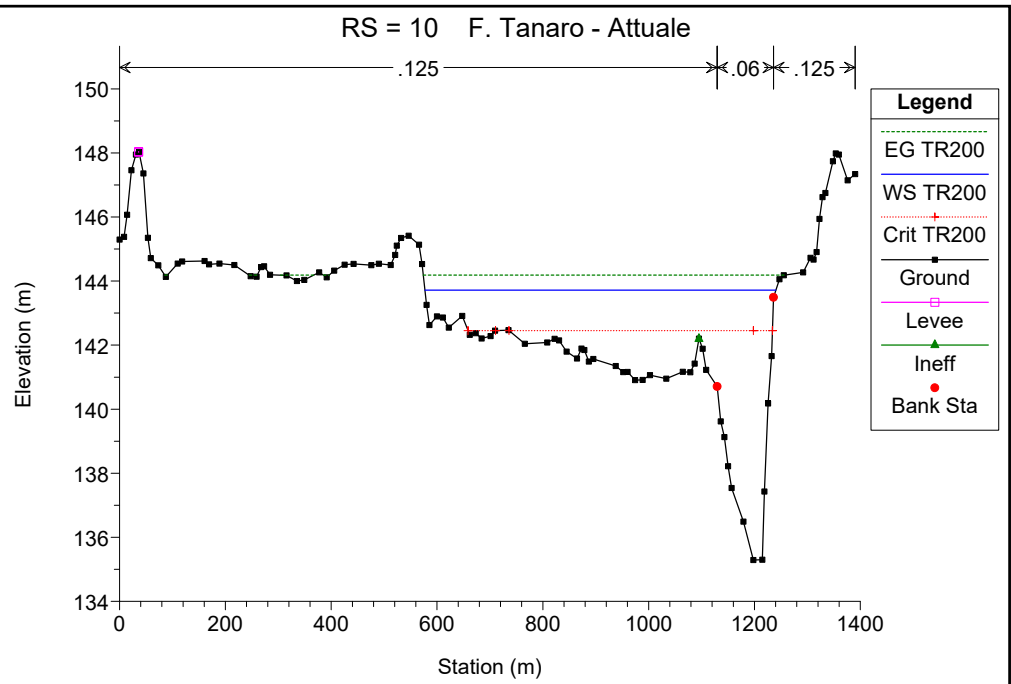
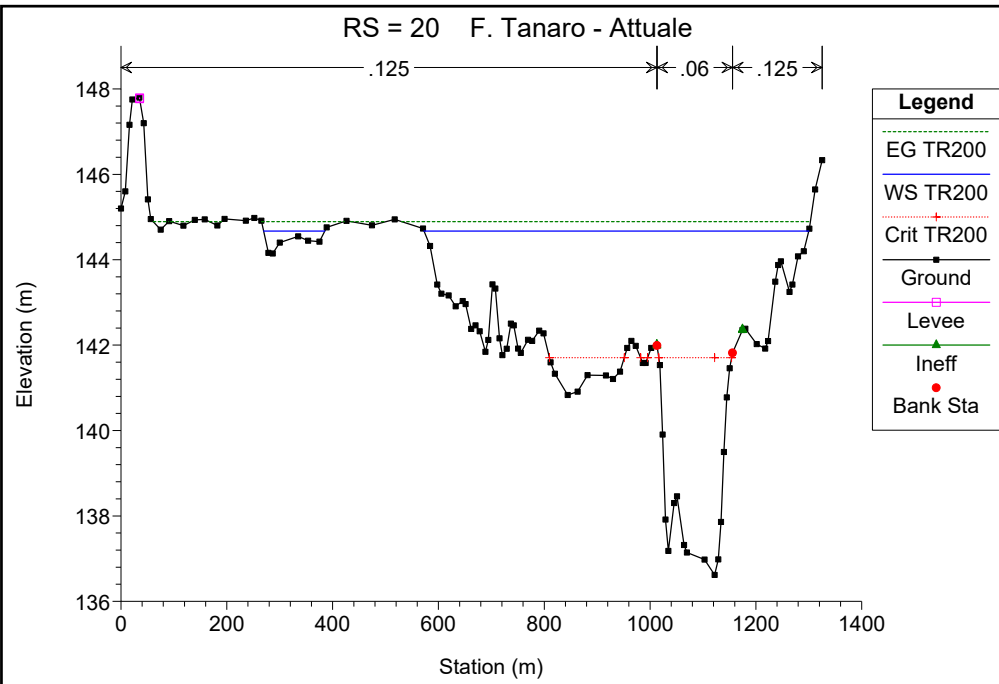












**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 1: SITUAZIONE DI PROGETTO CON SBARRAMENTO ABBASSATO**

**SIMULAZIONE 4**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> m<sup>3</sup>/s</b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2079	20





HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20

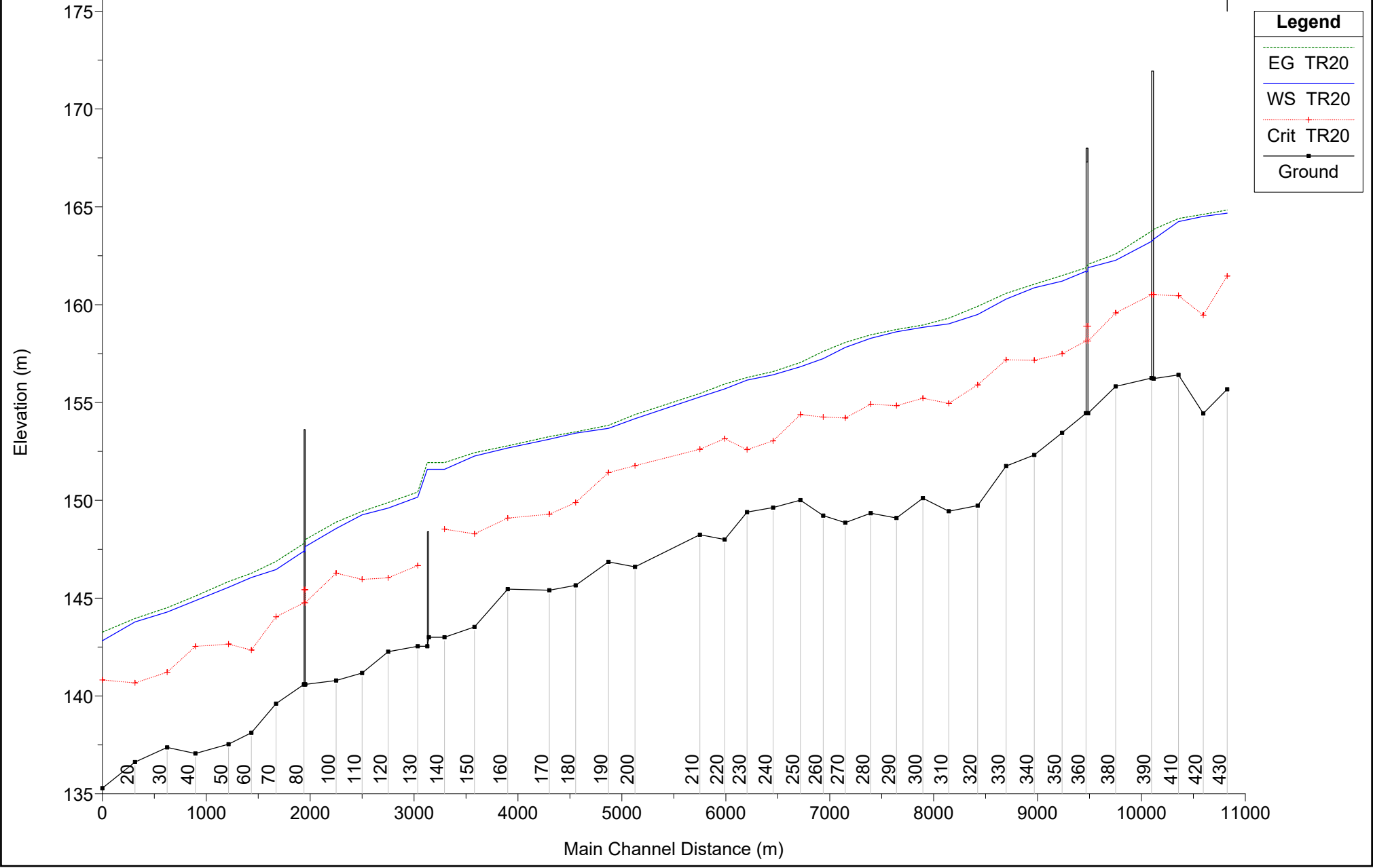
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR20	2079.00	155.68	164.68	161.46	164.84	0.001449	2.06	1886.91	650.14	0.27
1	420	TR20	2079.00	154.44	164.51	159.47	164.62	0.000664	1.58	2162.24	651.22	0.19
1	410	TR20	2079.00	156.41	164.24	160.46	164.41	0.001287	1.96	1634.67	487.71	0.26
1	400	TR20	2079.00	156.22	163.34	160.51	163.85	0.003480	3.19	719.07	160.95	0.41
1	395		Bridge									
1	390	TR20	2079.00	156.25	163.23	160.51	163.76	0.003712	3.25	700.97	160.64	0.42
1	380	TR20	2079.00	155.82	162.27	159.58	162.59	0.002611	2.51	826.90	159.31	0.35
1	370	TR20	2079.00	154.45	161.89	158.14	162.06	0.001199	1.83	1139.17	198.58	0.24
1	365		Bridge									
1	360	TR20	2079.00	154.45	161.71	158.14	161.89	0.001328	1.89	1102.34	197.45	0.25
1	350	TR20	2079.00	153.45	161.20	157.49	161.49	0.001869	2.39	870.15	144.03	0.31
1	340	TR20	2079.00	152.32	160.86	157.16	161.05	0.001301	1.90	1093.15	196.15	0.25
1	330	TR20	2079.00	151.75	160.28	157.18	160.58	0.002281	2.41	880.23	243.13	0.33
1	320	TR20	2079.00	149.73	159.50	155.90	159.91	0.002483	2.94	966.92	367.11	0.36
1	310	TR20	2079.00	149.44	159.02	154.96	159.31	0.001785	2.57	1336.55	483.13	0.31
1	300	TR20	2079.00	150.11	158.84	155.22	158.96	0.000916	1.69	2058.42	631.18	0.22
1	290	TR20	2079.00	149.10	158.61	154.84	158.73	0.000915	1.58	1703.61	581.46	0.21
1	280	TR20	2079.00	149.34	158.28	154.91	158.46	0.001419	2.07	1571.06	441.76	0.27
1	270	TR20	2079.00	148.86	157.81	154.21	158.07	0.001783	2.45	1366.84	454.33	0.30
1	260	TR20	2079.00	149.22	157.24	154.26	157.61	0.002616	2.87	1012.15	287.10	0.37
1	250	TR20	2079.00	150.01	156.83	154.38	157.04	0.002296	2.28	1398.53	508.76	0.33
1	240	TR20	2079.00	149.63	156.42	153.04	156.58	0.001315	1.93	1638.95	735.34	0.26
1	230	TR20	2079.00	149.40	156.15	152.59	156.28	0.001067	1.69	1648.33	454.64	0.23
1	220	TR20	2079.00	148.00	155.69	153.15	155.94	0.002189	2.42	1292.26	397.59	0.33
1	210	TR20	2079.00	148.24	155.28	152.61	155.46	0.001683	2.00	1451.66	540.46	0.28
1	200	TR20	2079.00	146.60	154.17	151.77	154.38	0.002069	2.36	1865.74	1047.27	0.32
1	190	TR20	2079.00	146.85	153.68	151.42	153.84	0.002017	1.93	1809.08	941.05	0.30
1	180	TR20	2079.00	145.66	153.44	149.89	153.50	0.000655	1.19	2593.29	1068.60	0.18
1	170	TR20	2079.00	145.40	153.12	149.29	153.26	0.001373	1.68	1672.12	879.84	0.25
1	160	TR20	2079.00	145.46	152.67	149.09	152.79	0.001043	1.56	1780.38	909.34	0.22
1	150	TR20	2079.00	143.53	152.26	148.29	152.44	0.001142	1.88	1530.26	1058.75	0.24
1	140	TR20	2079.00	143.00	151.58	148.53	151.93	0.002784	2.62	930.31	835.42	0.37
1	135		Inl Struct									
1	130	TR20	2079.00	142.54	150.16	146.66	150.42	0.001869	2.27	915.26	161.43	0.30
1	120	TR20	2079.00	142.27	149.60	146.04	149.89	0.001910	2.35	889.43	194.00	0.31
1	110	TR20	2079.00	141.17	149.26	145.96	149.43	0.001481	2.02	1533.00	466.59	0.27
1	100	TR20	2079.00	140.79	148.56	146.28	148.89	0.003269	2.53	821.05	323.73	0.39
1	90	TR20	2079.00	140.59	147.63	144.76	147.99	0.002713	2.66	780.40	146.77	0.36
1	85		Bridge									
1	80	TR20	2079.00	140.59	147.41	144.76	147.80	0.003091	2.78	748.62	143.27	0.38

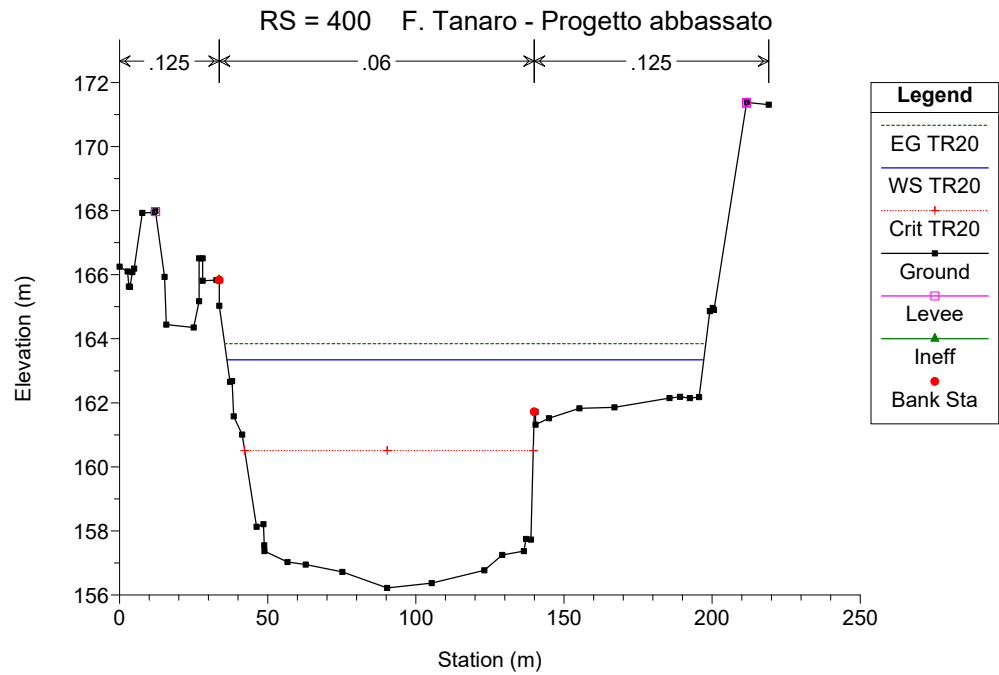
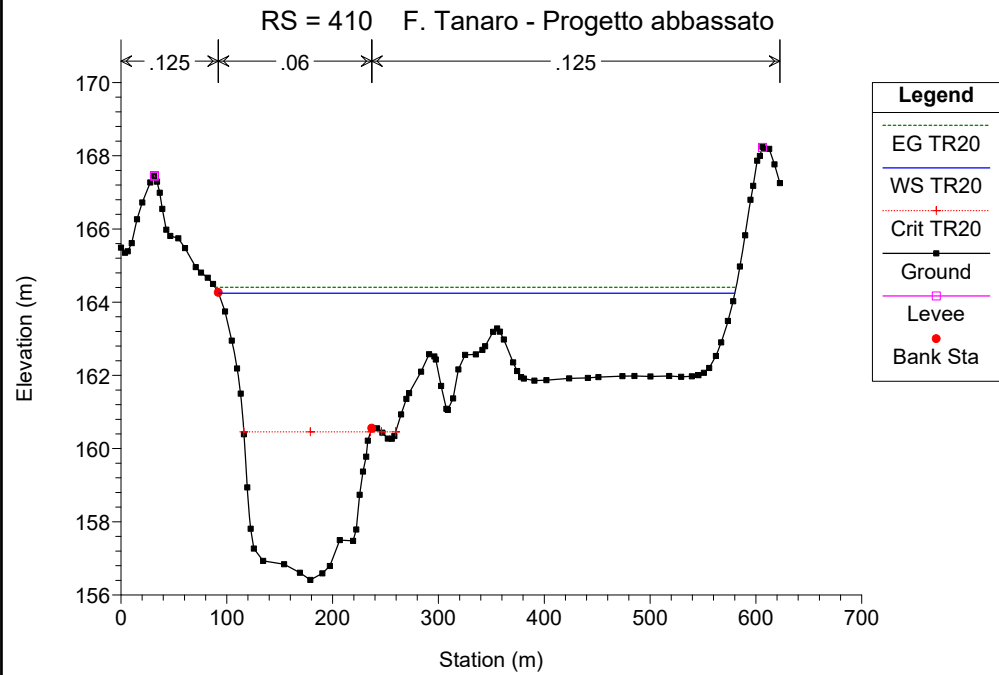
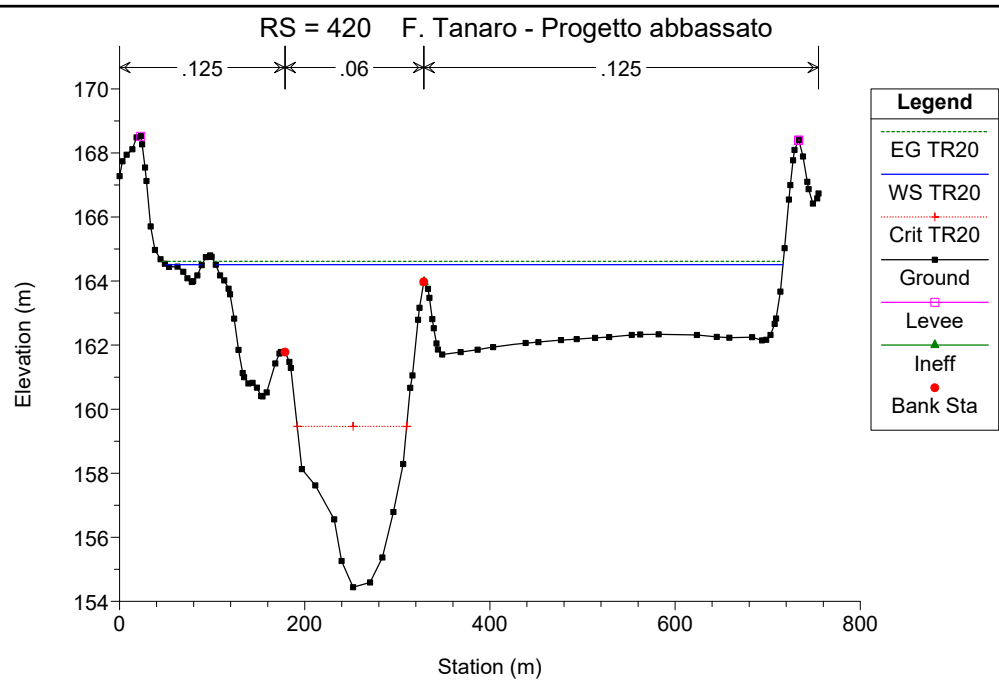
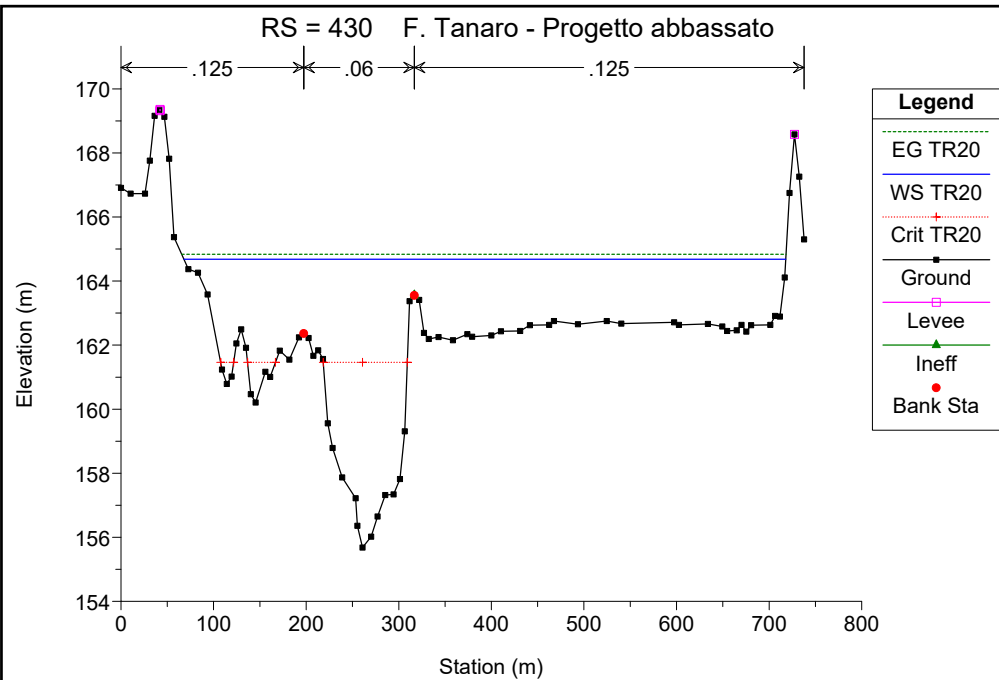
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20 (Continued)

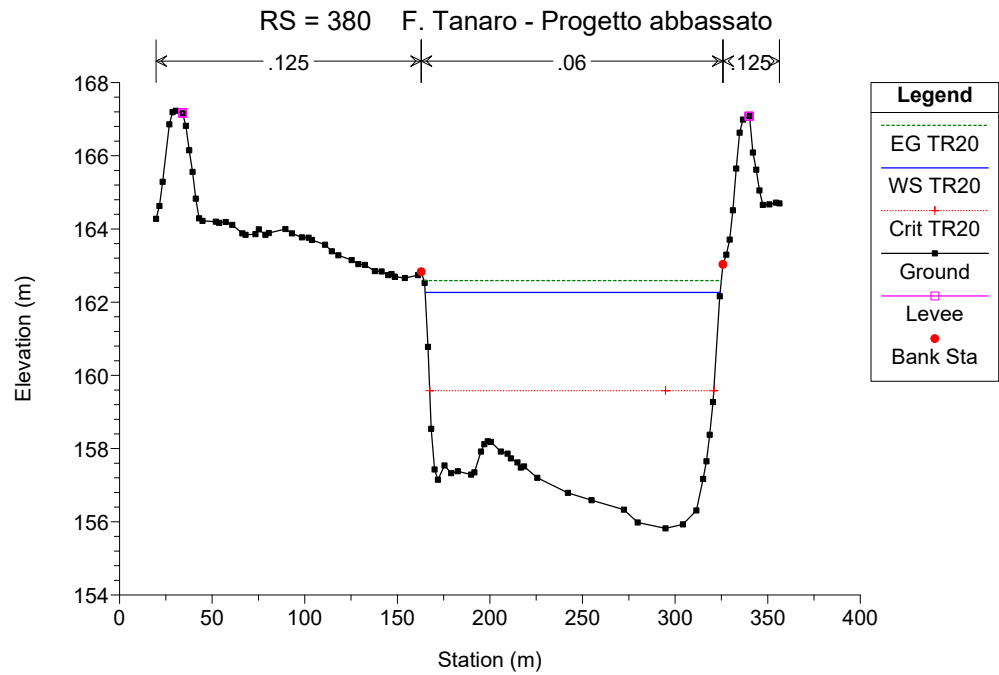
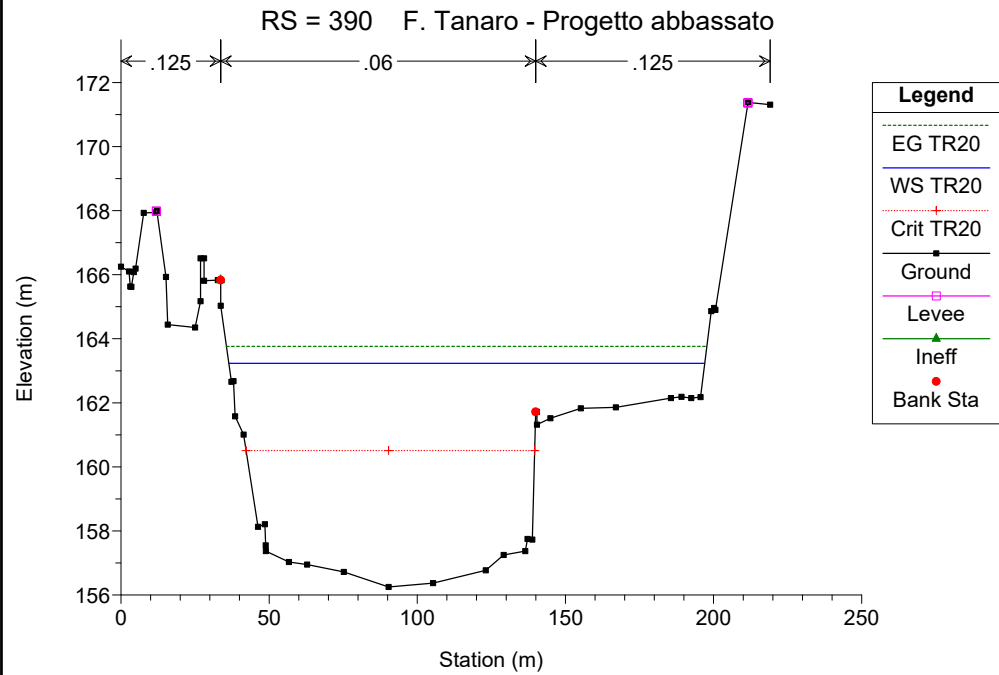
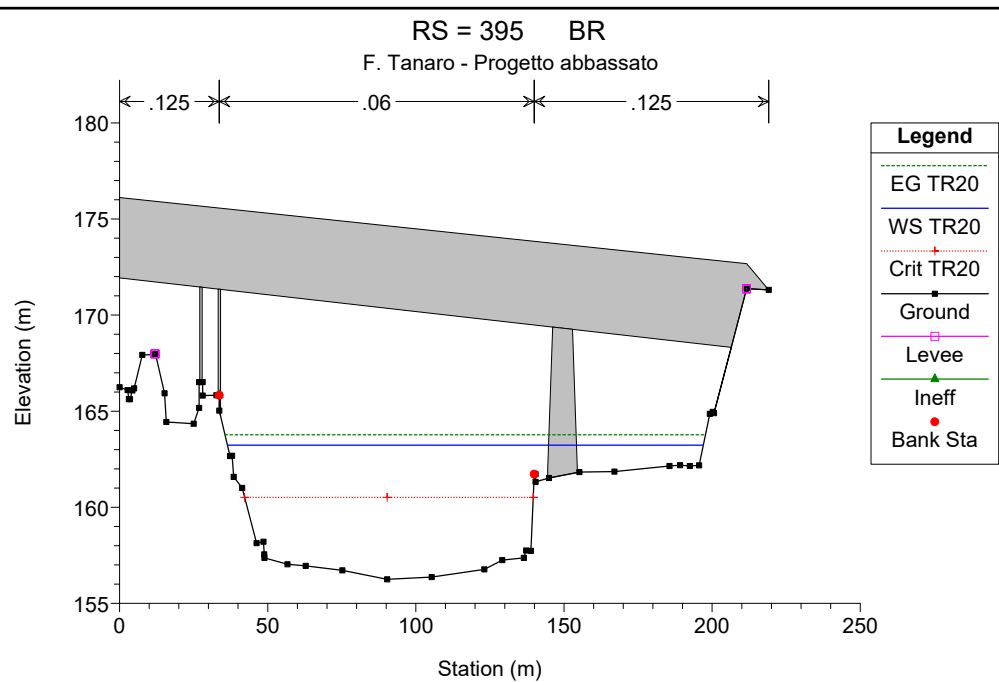
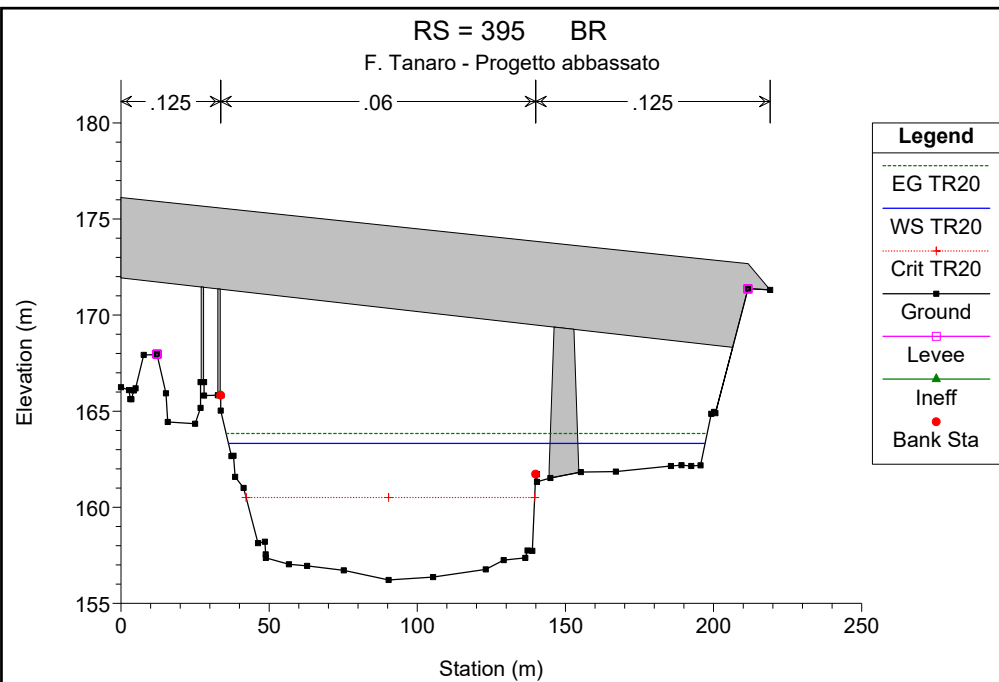
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR20	2079.00	139.61	146.46	144.05	146.88	0.003770	2.85	728.53	283.47	0.42
1	60	TR20	2079.00	138.12	146.05	142.35	146.27	0.001552	2.18	1423.24	544.41	0.28
1	50	TR20	2079.00	137.54	145.56	142.65	145.85	0.002268	2.56	1185.31	429.78	0.34
1	40	TR20	2079.00	137.06	144.87	142.54	145.11	0.002446	2.14	969.50	270.28	0.33
1	30	TR20	2079.00	137.37	144.29	141.21	144.51	0.001923	2.11	987.18	491.38	0.30
1	20	TR20	2079.00	136.62	143.79	140.67	143.96	0.001540	2.07	1704.44	672.11	0.28
1	10	TR20	2079.00	135.29	142.82	140.82	143.26	0.004002	3.17	1115.18	626.10	0.44

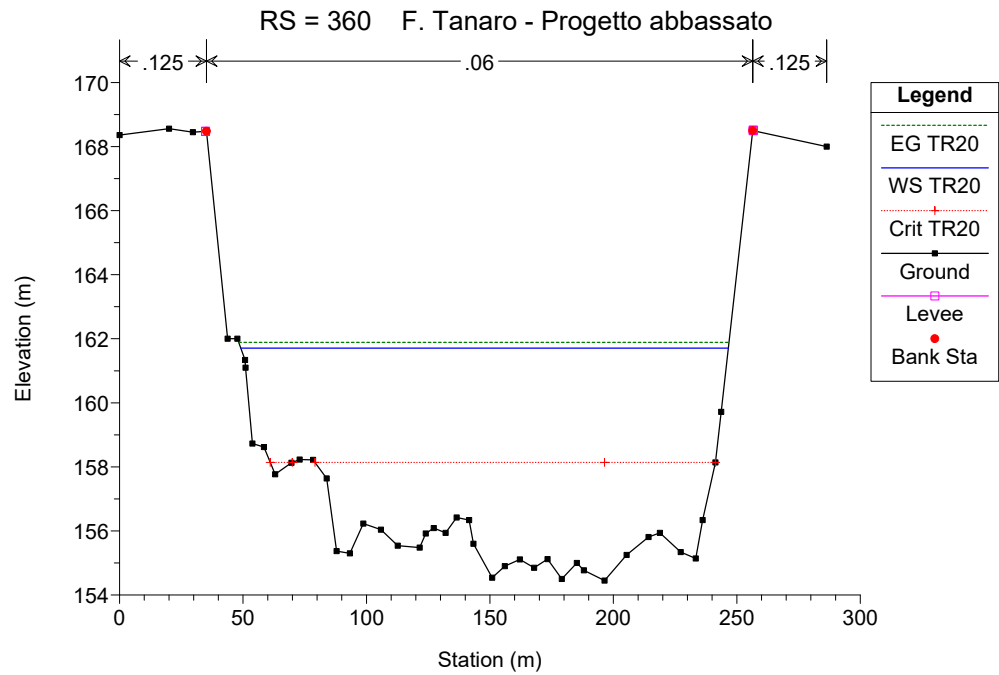
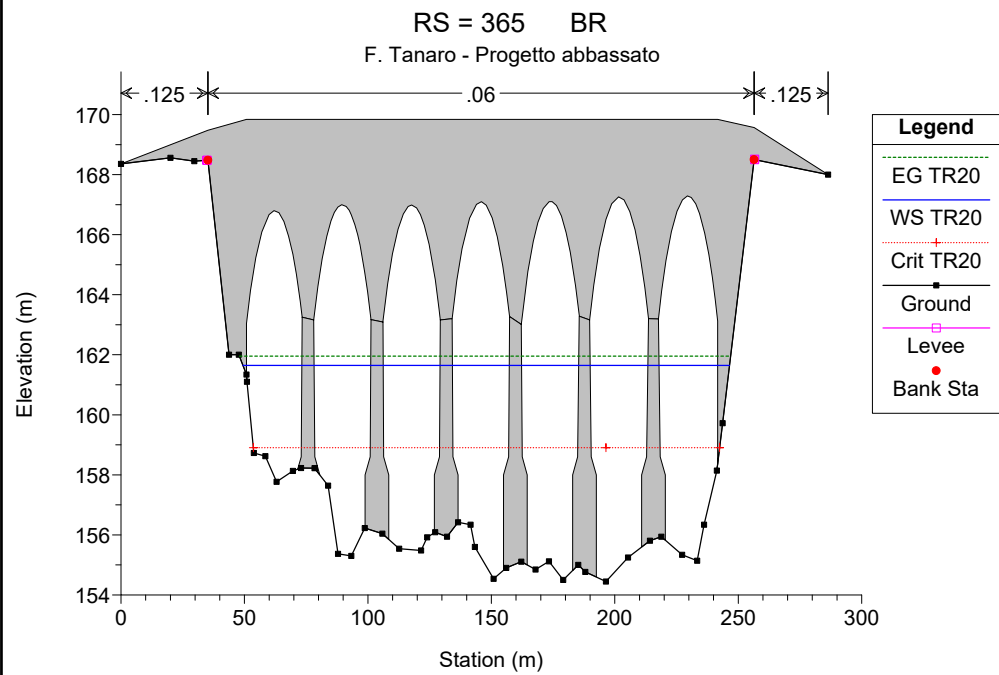
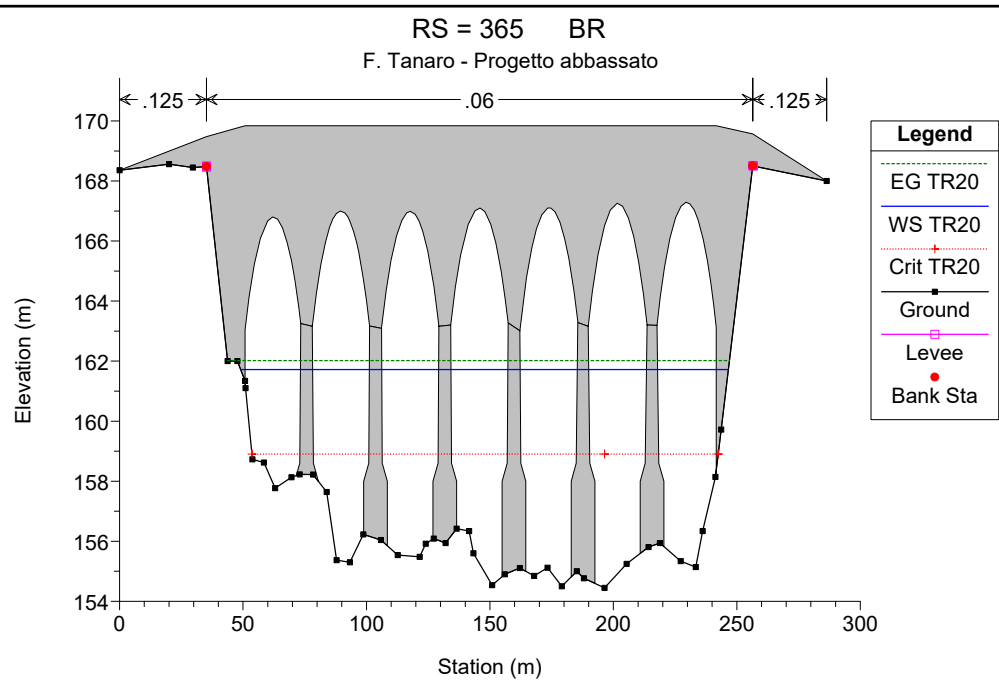
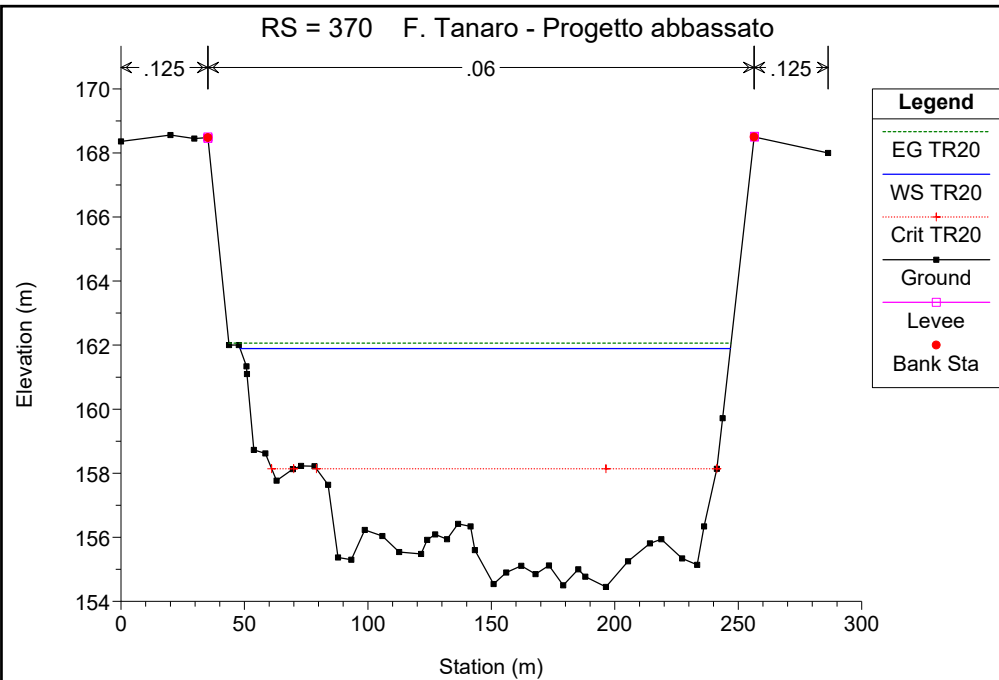
# F. Tanaro - Progetto abbassato

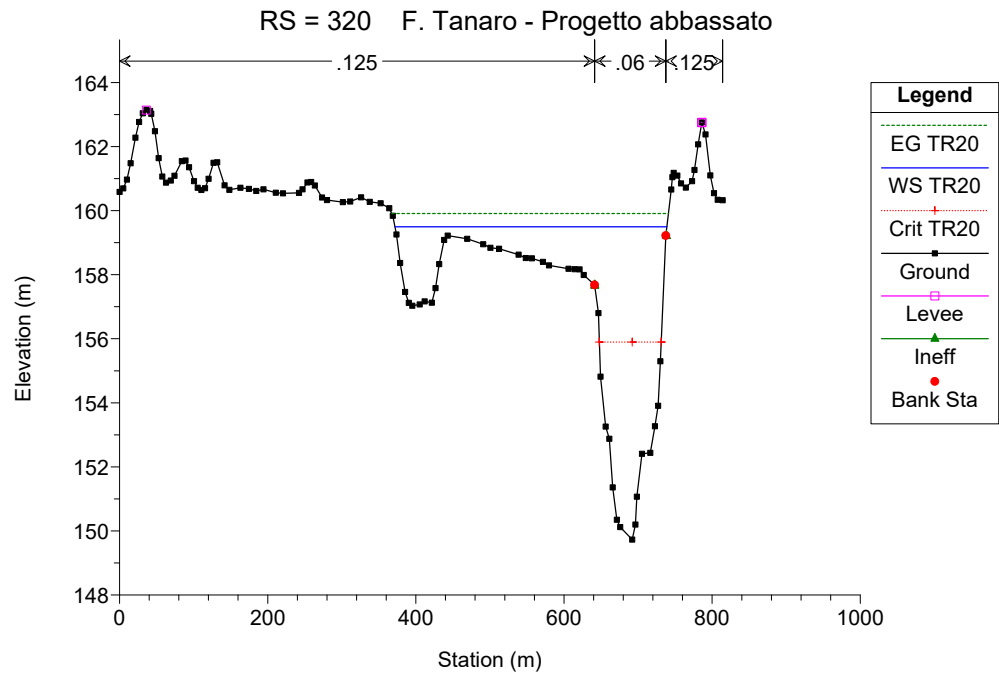
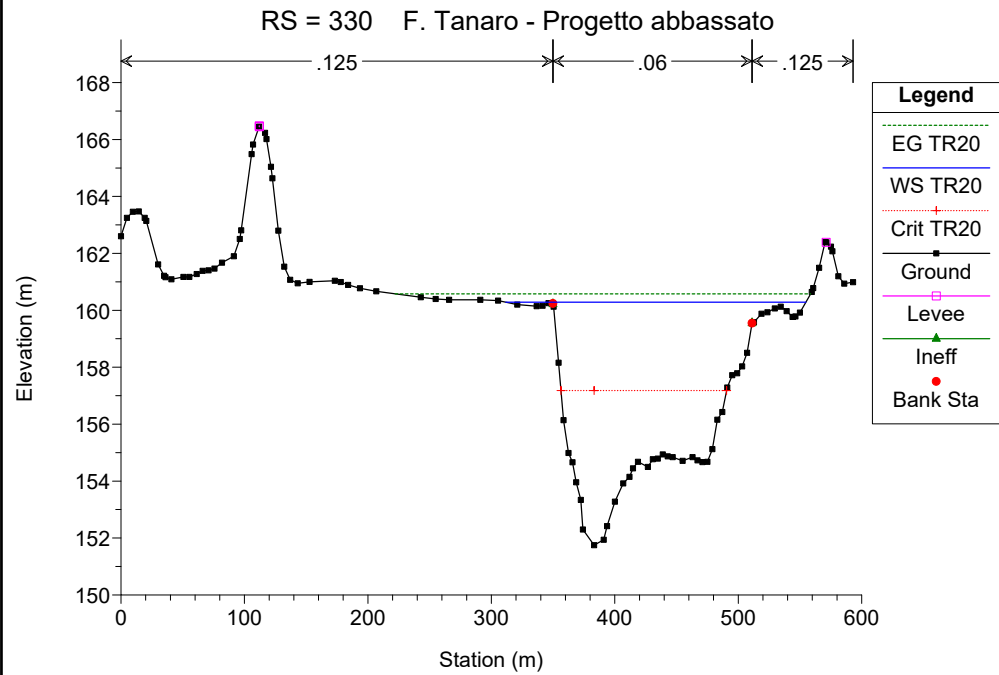
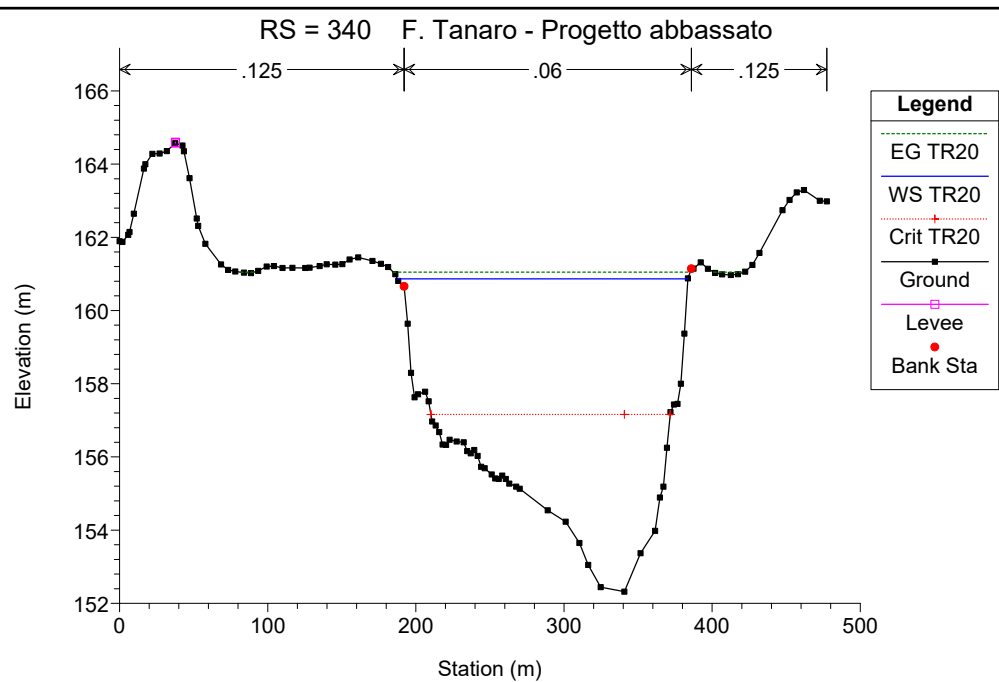
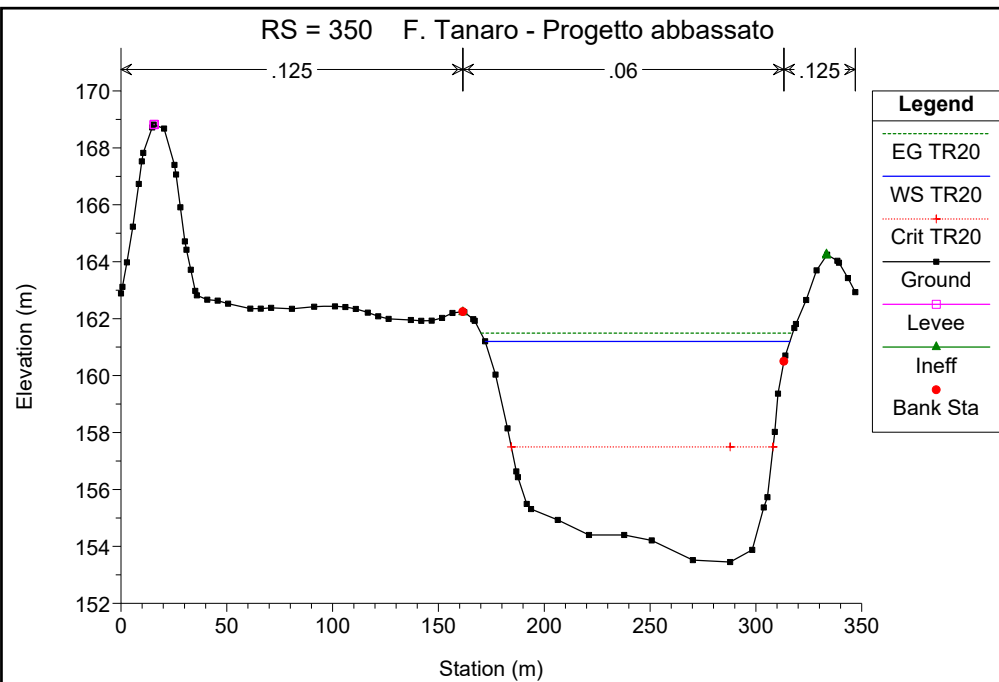
Tanaro 1



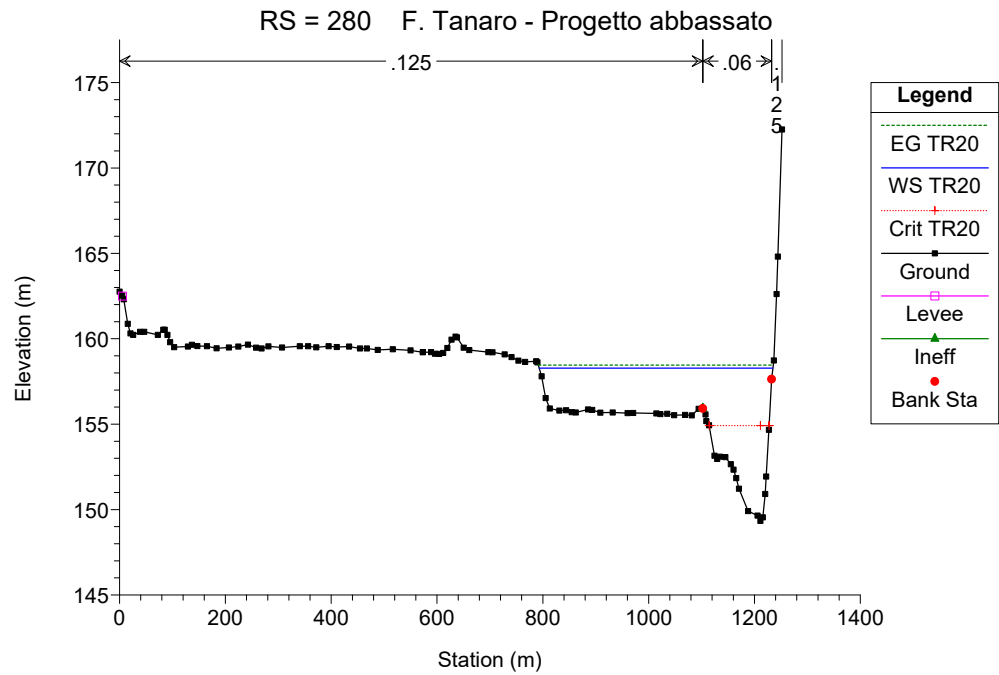
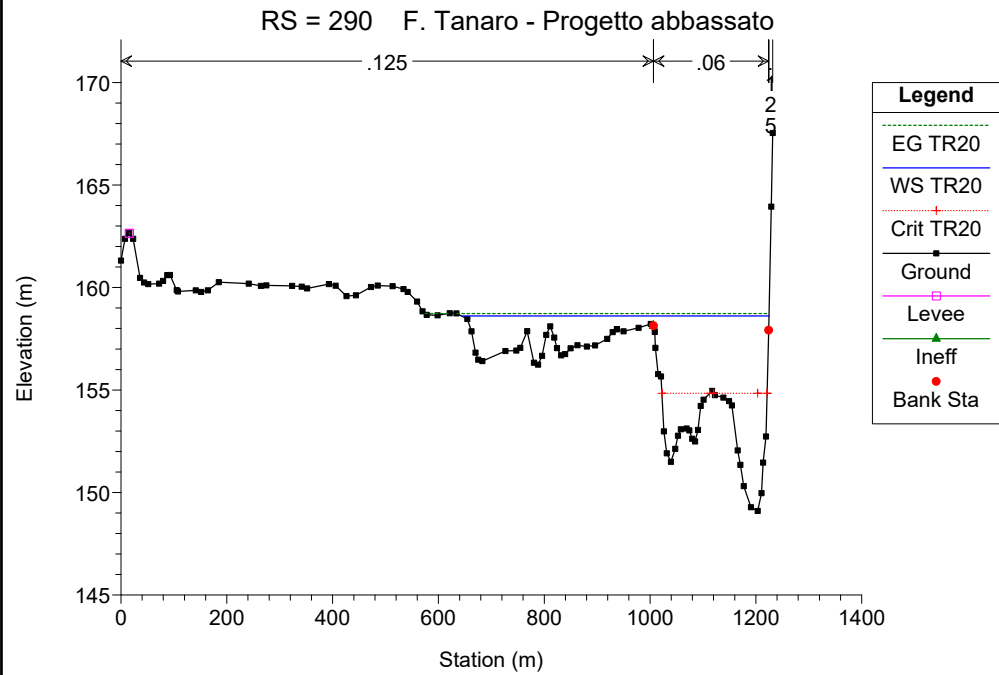
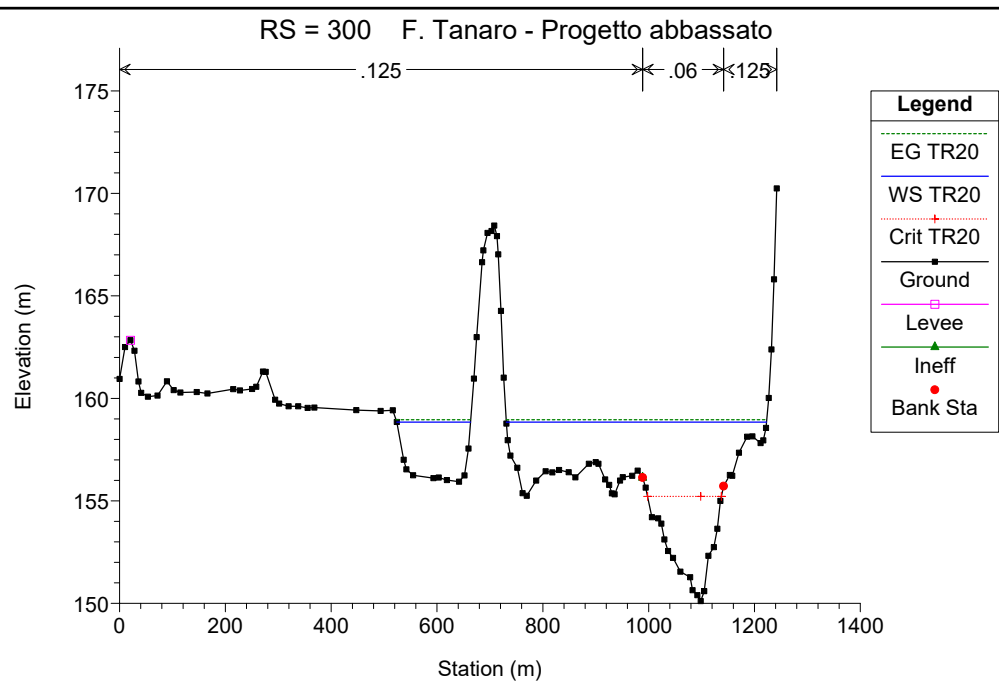
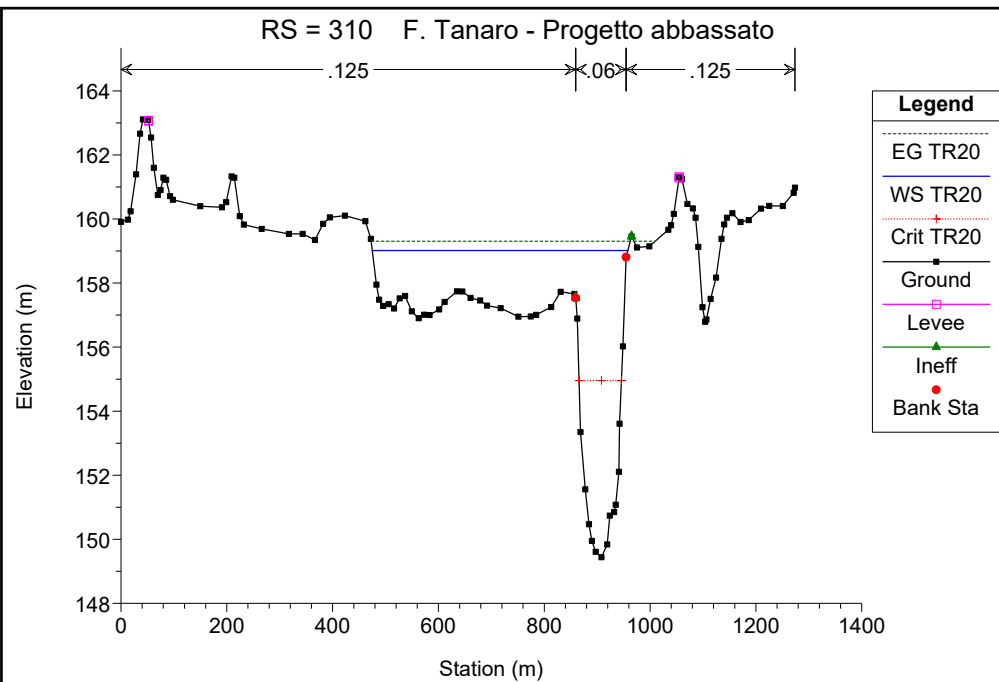


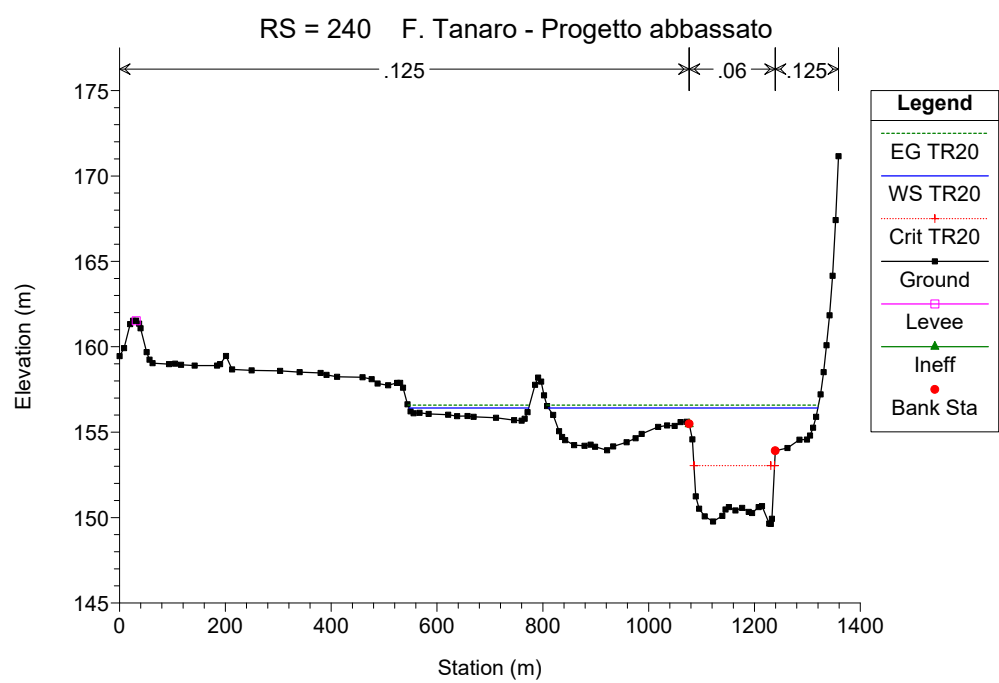
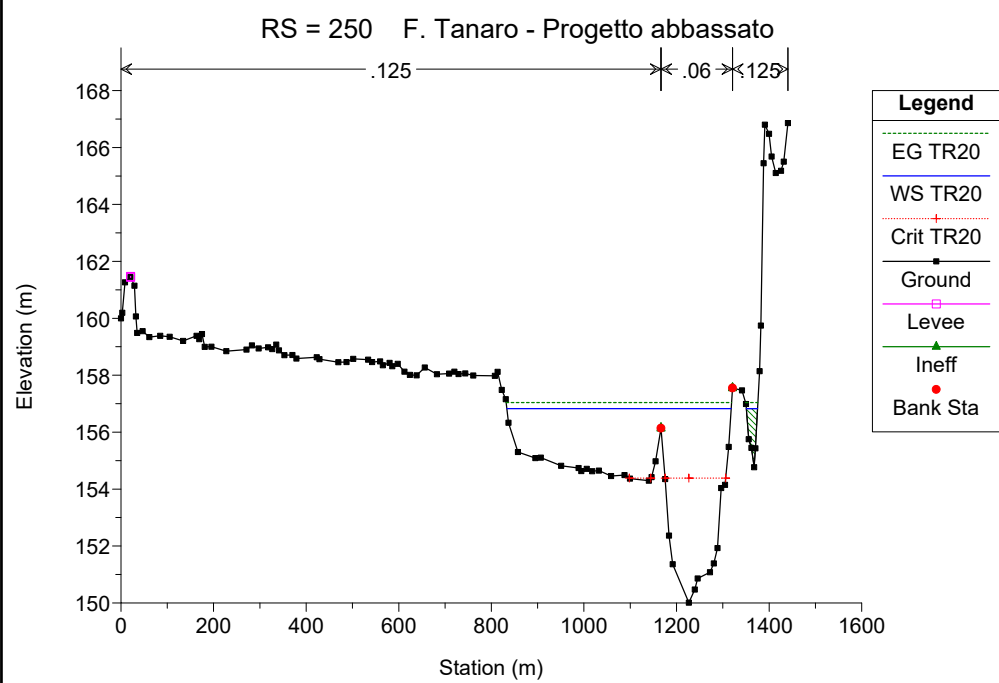
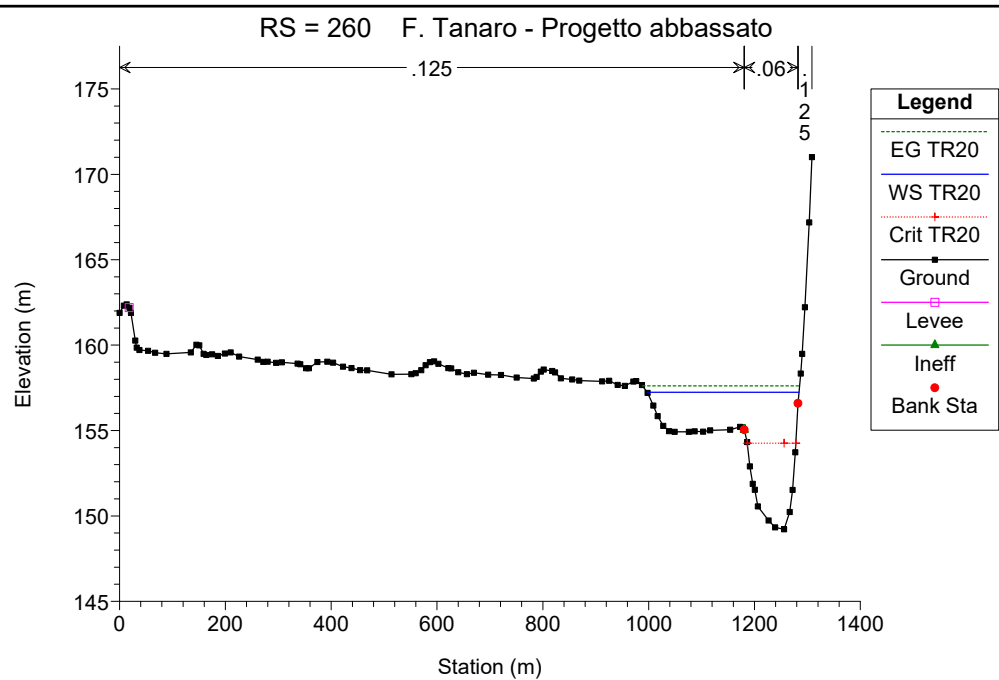
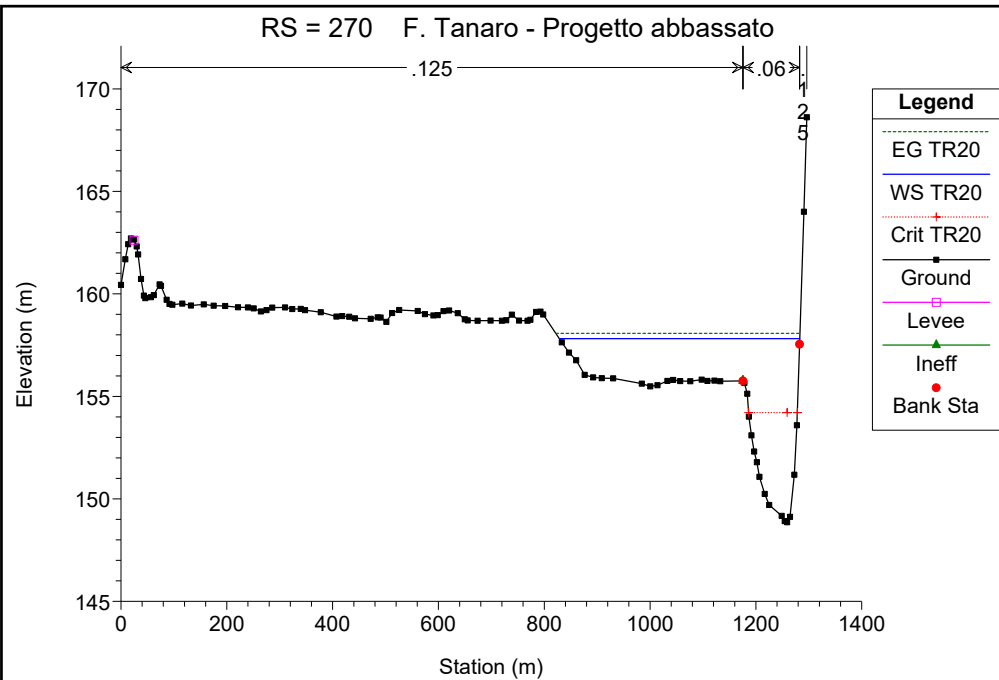


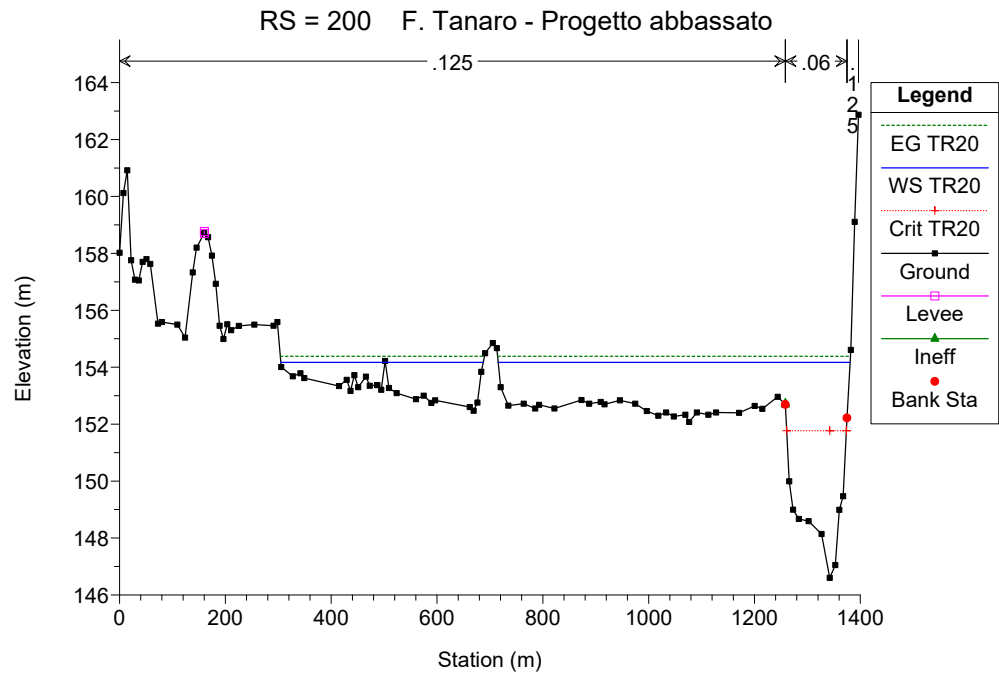
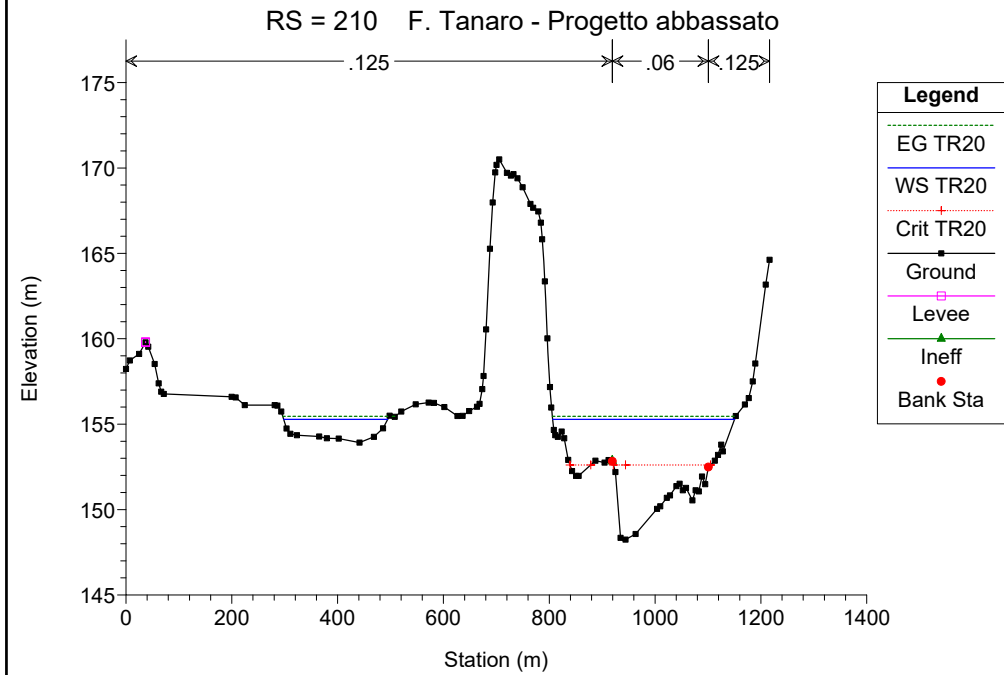
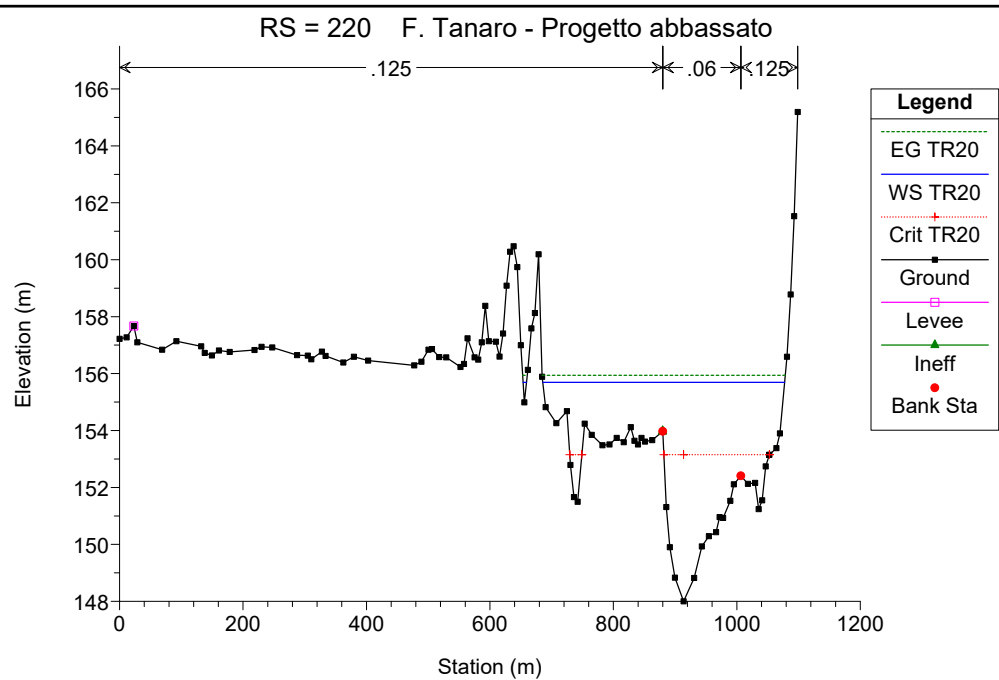
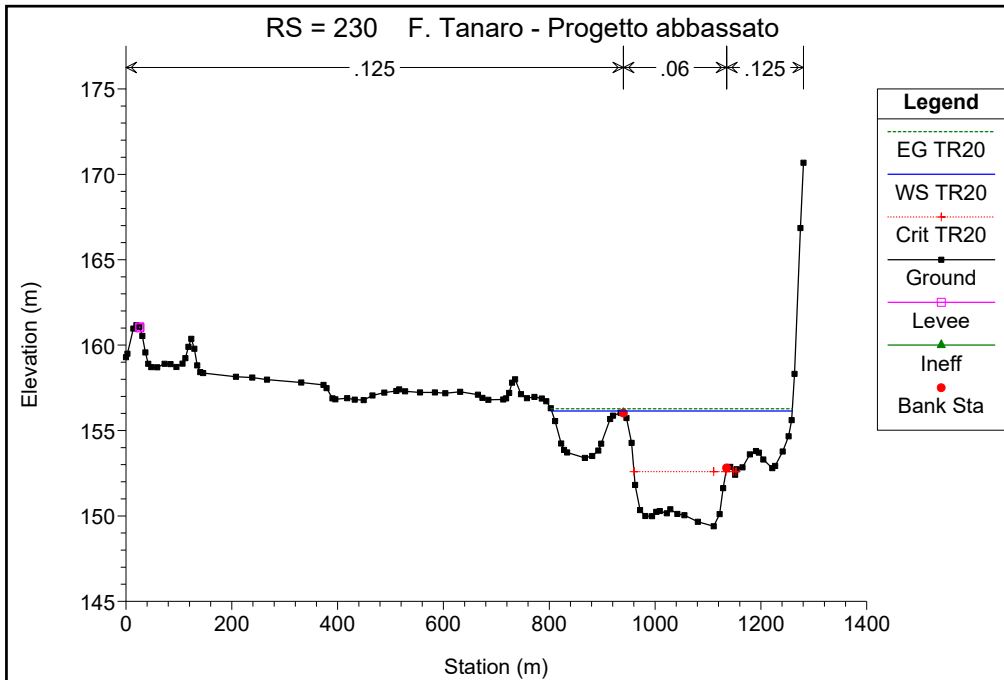


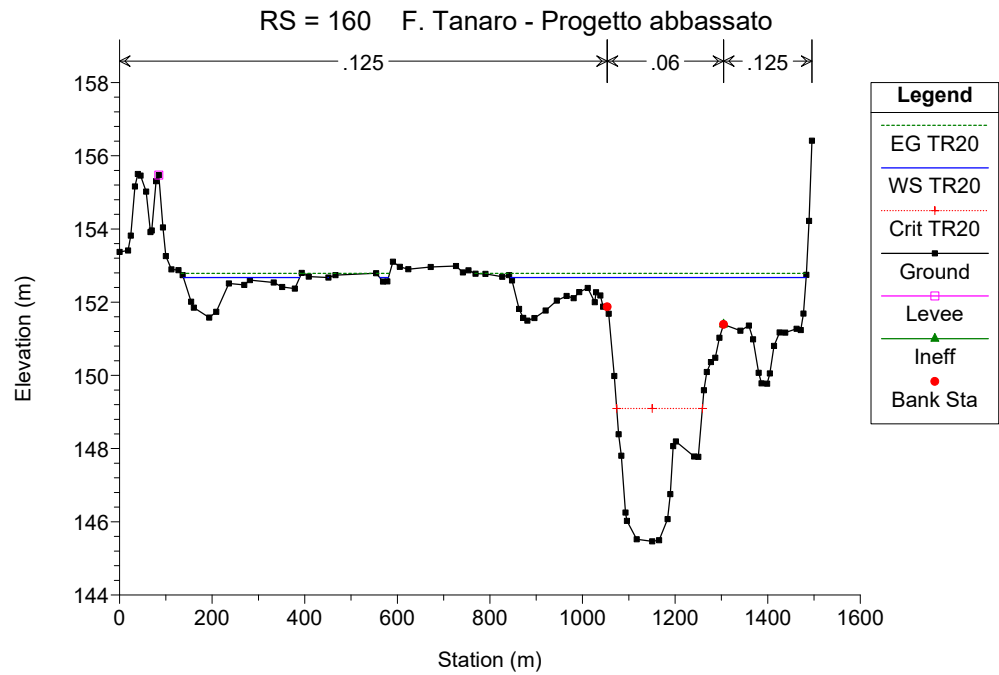
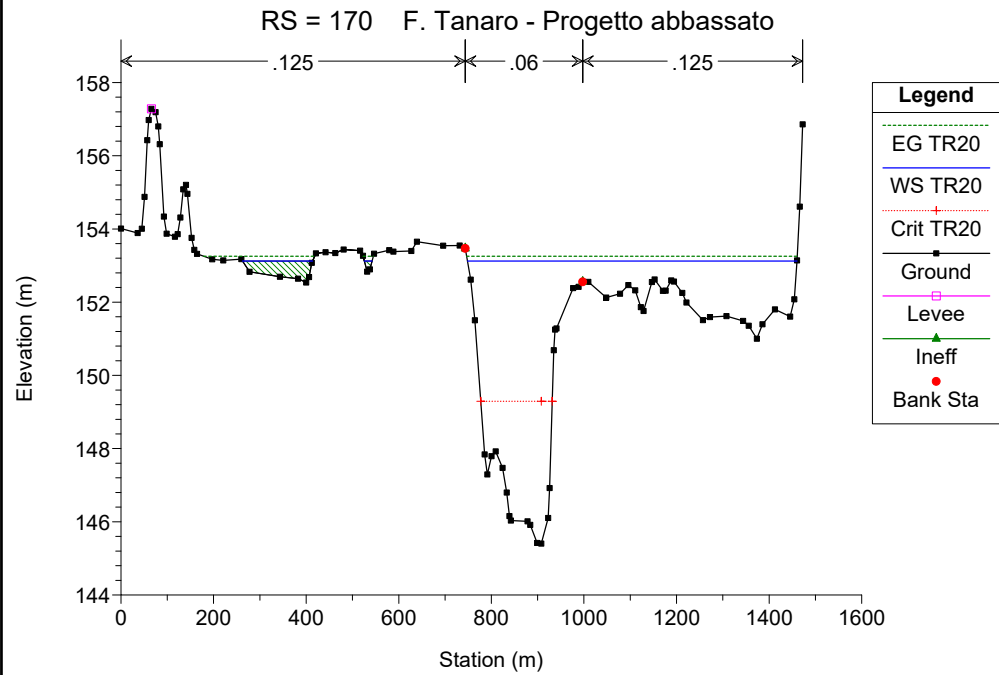
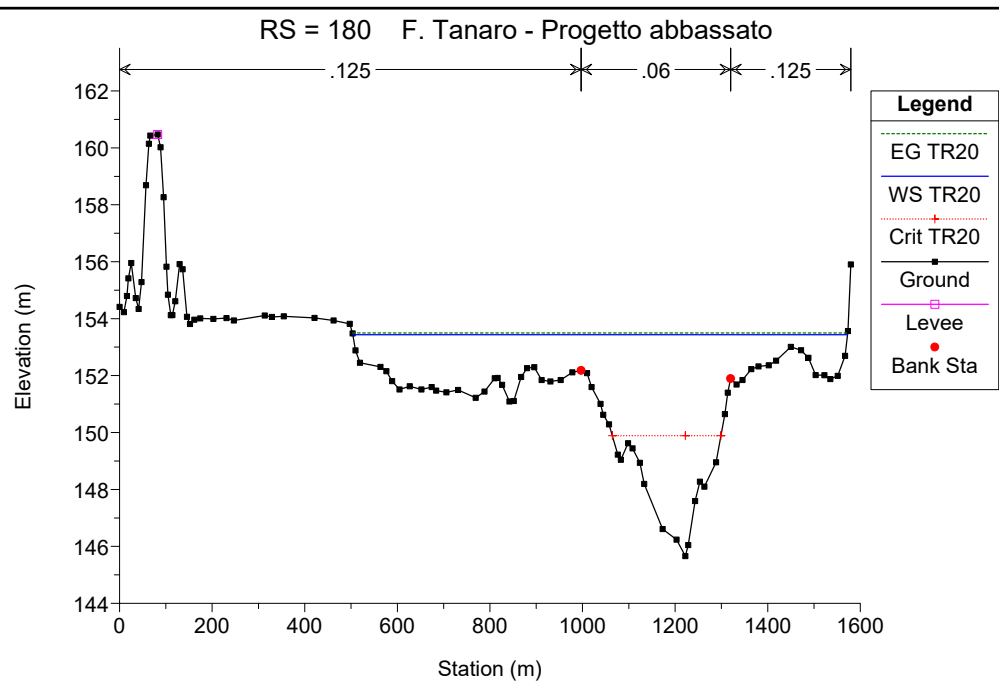
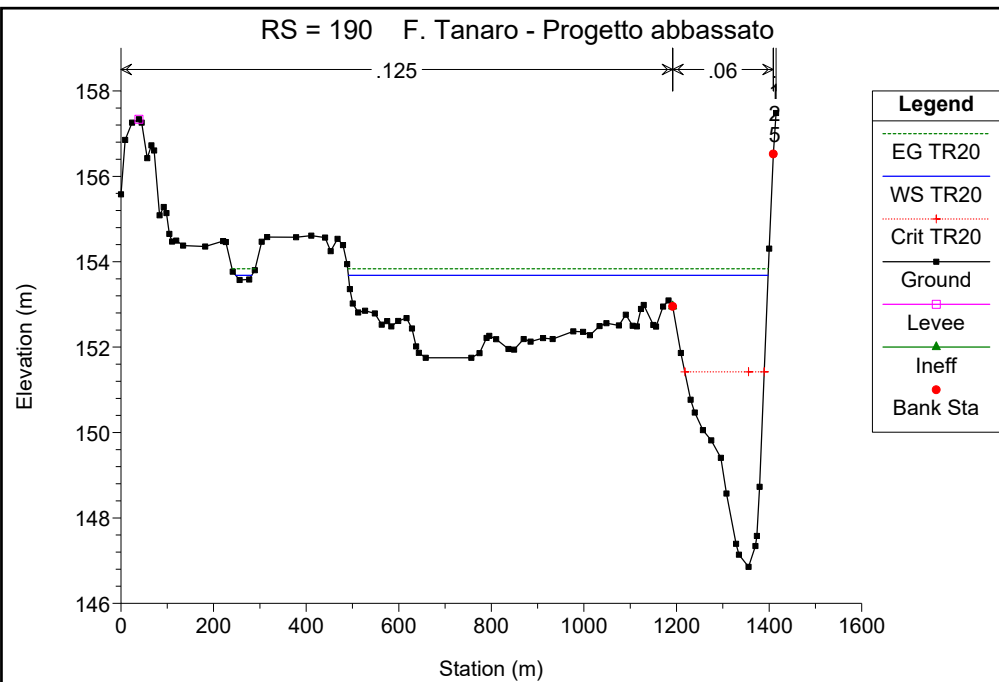


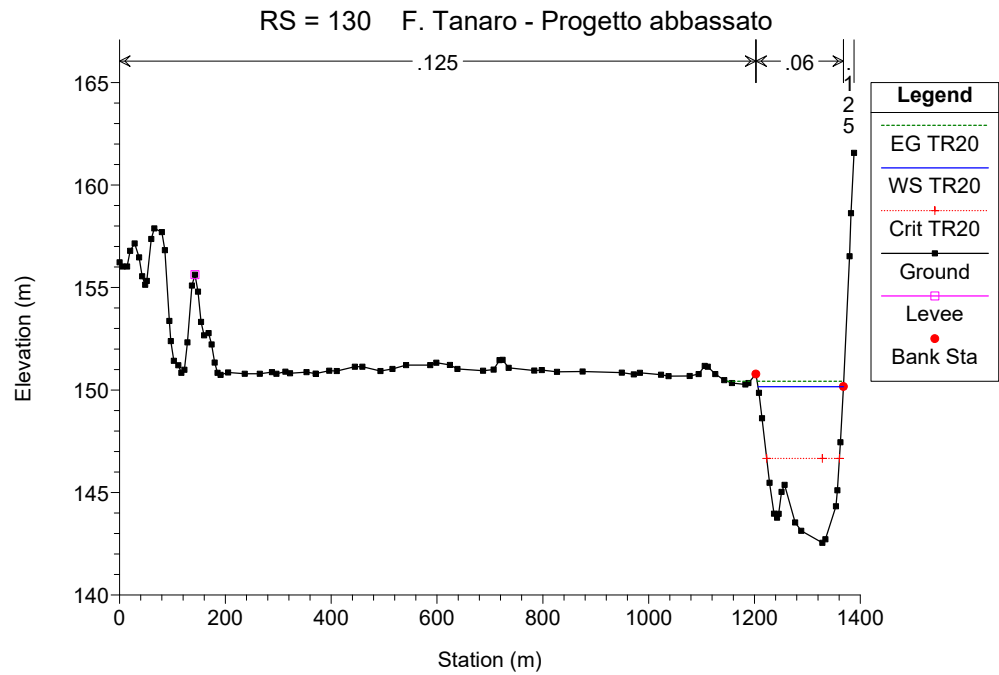
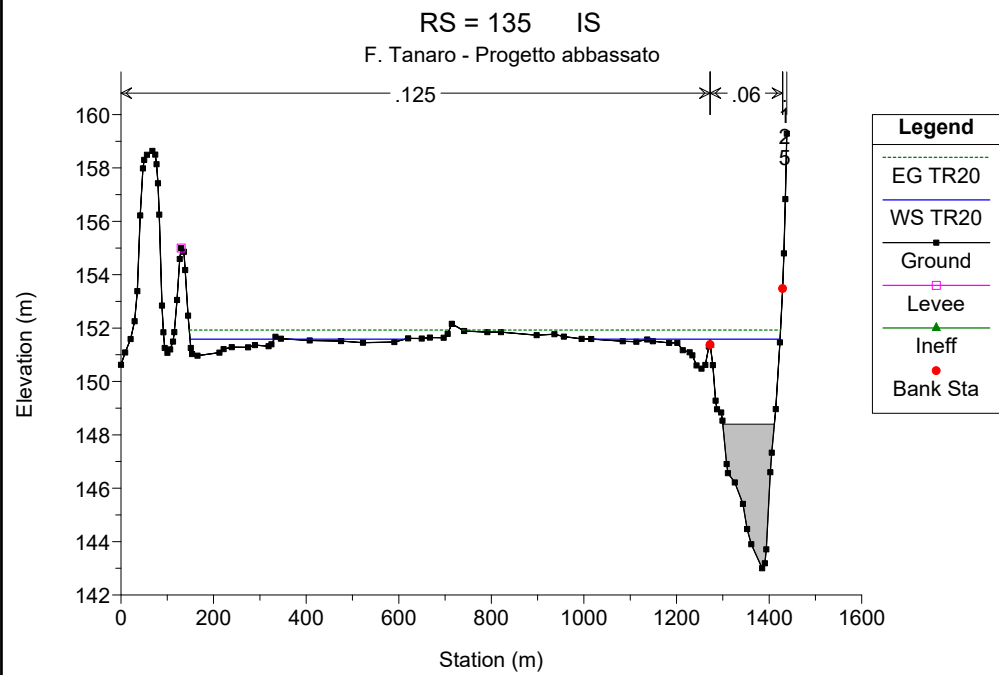
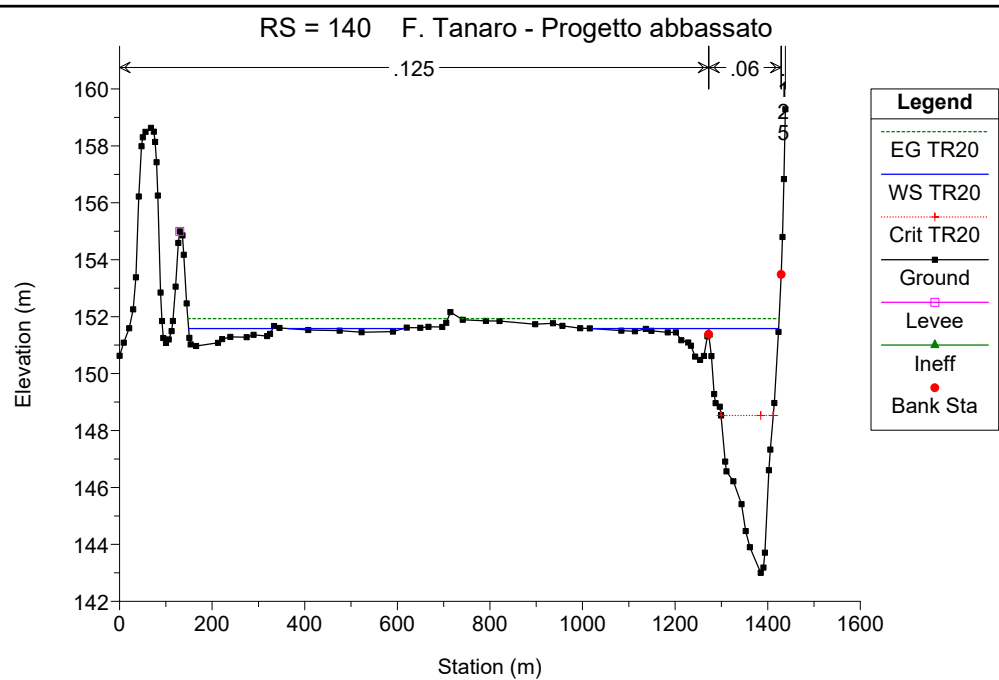
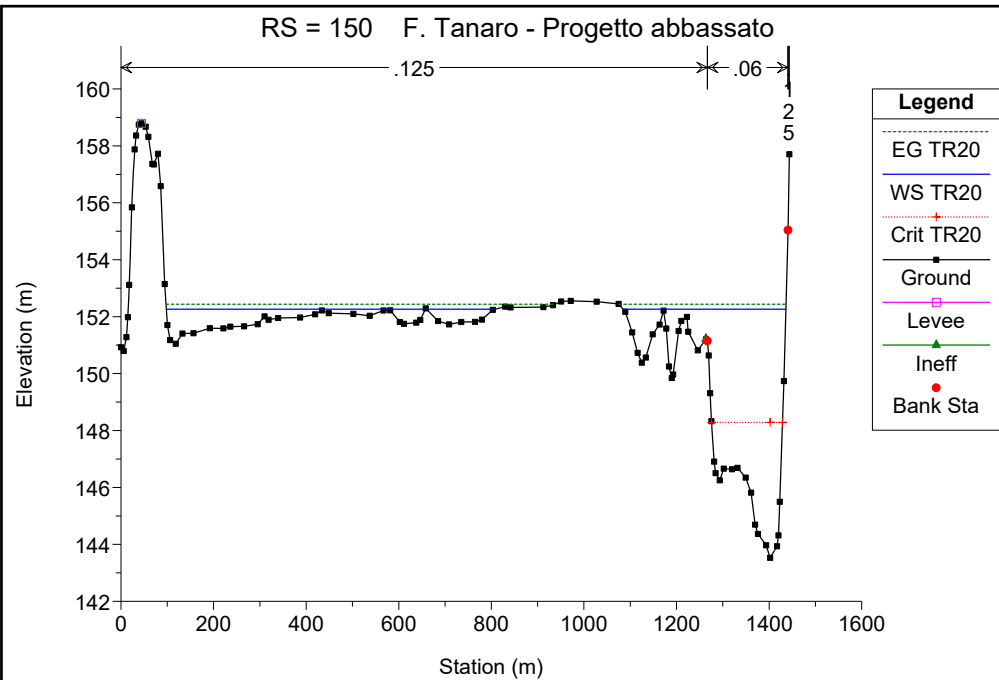


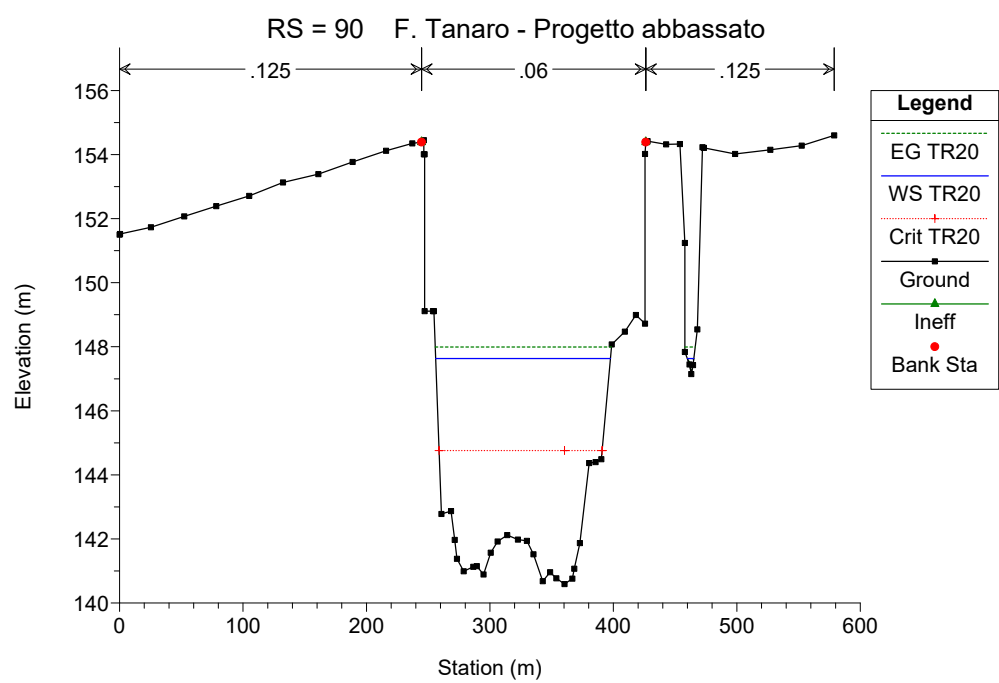
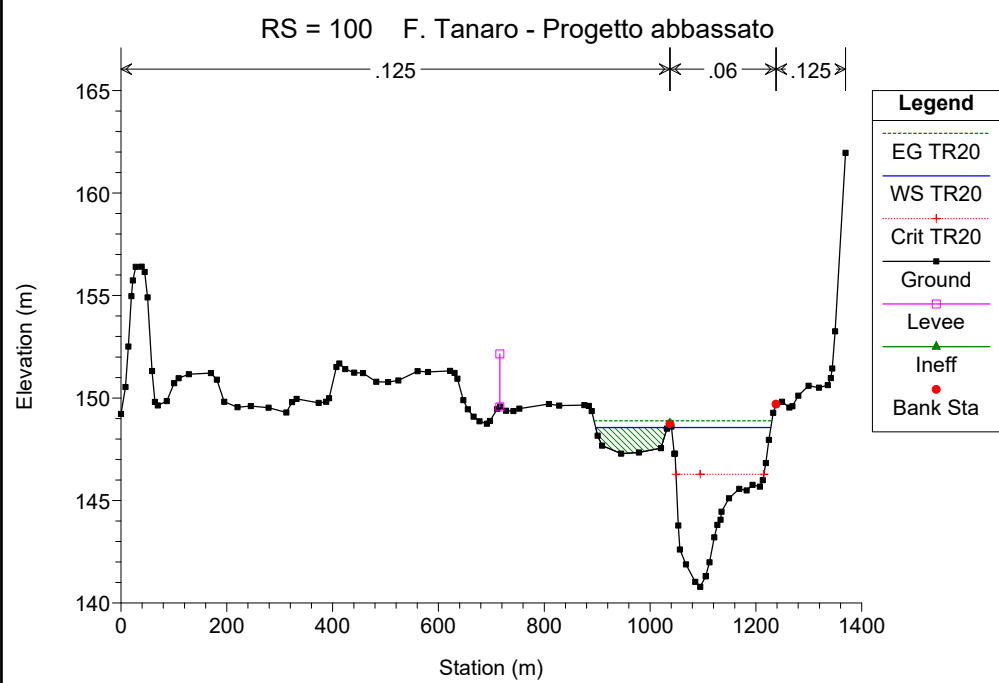
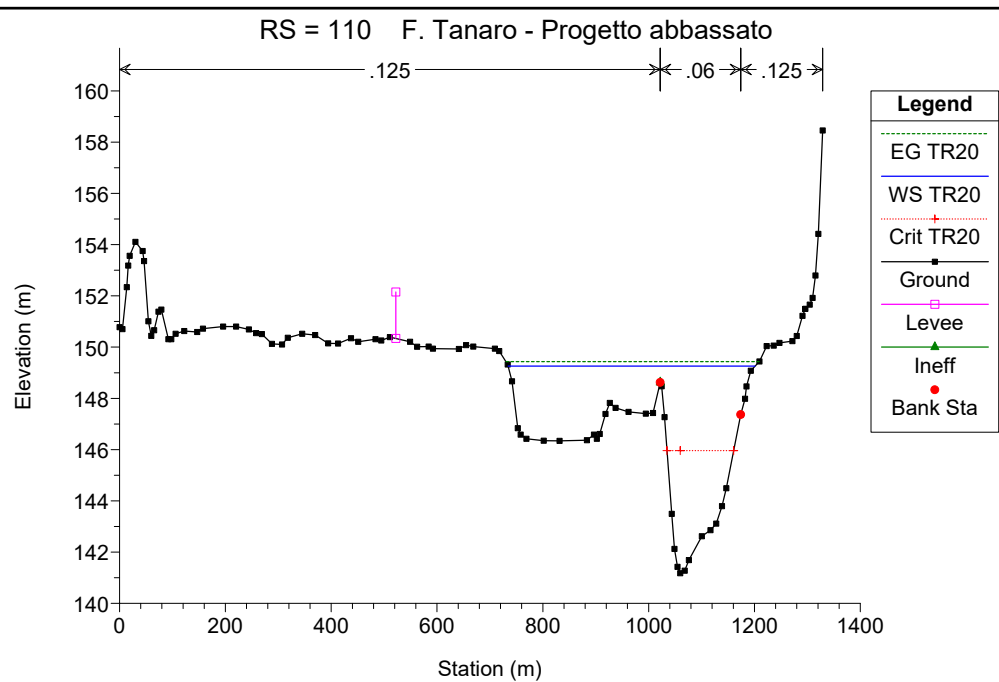
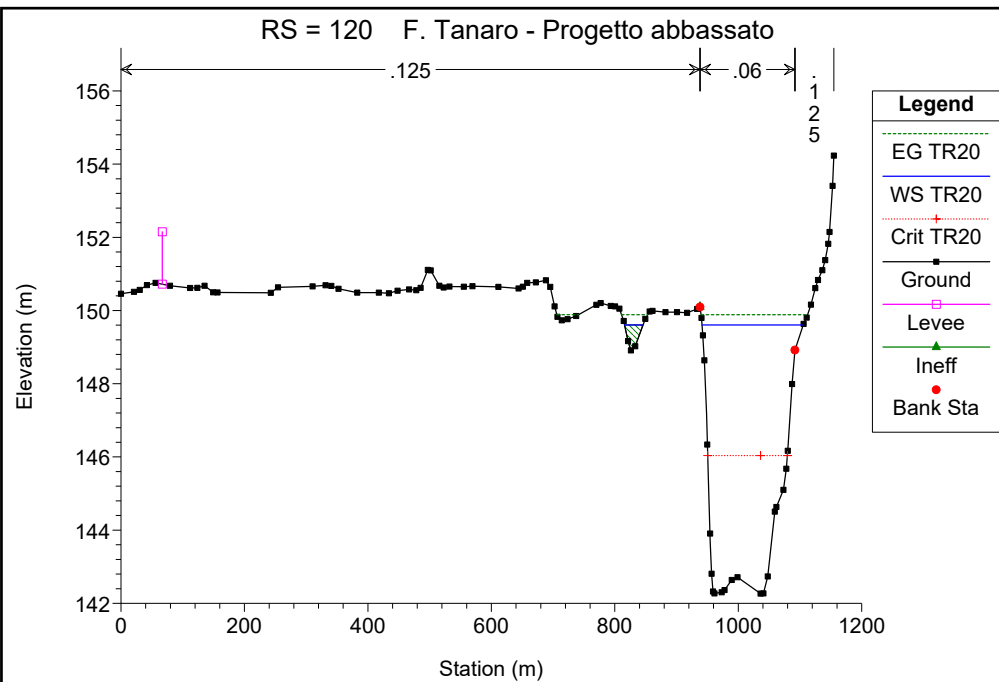


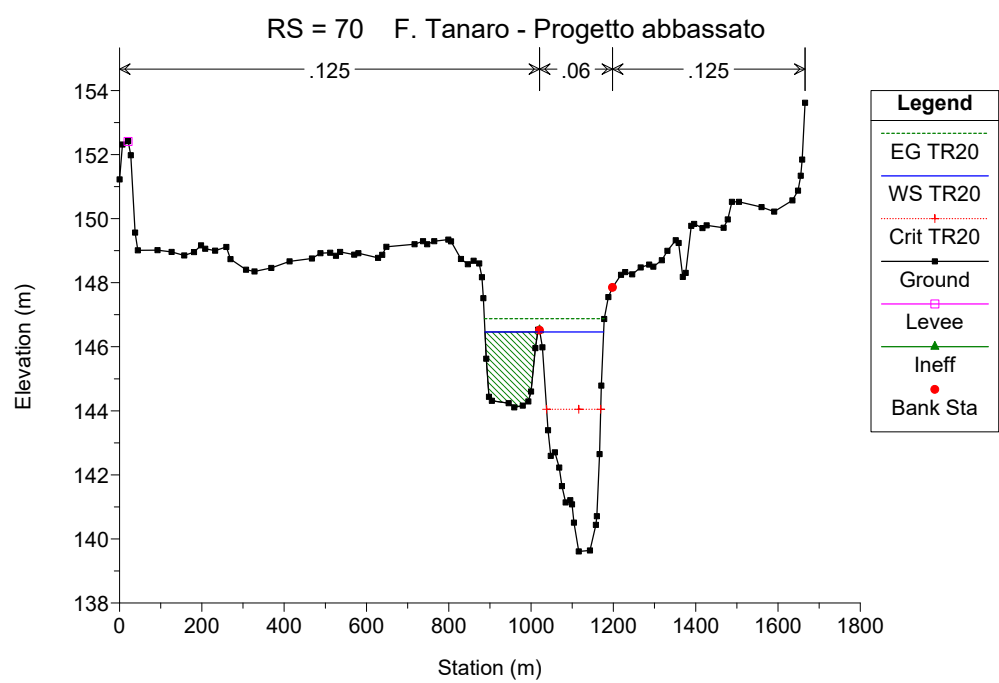
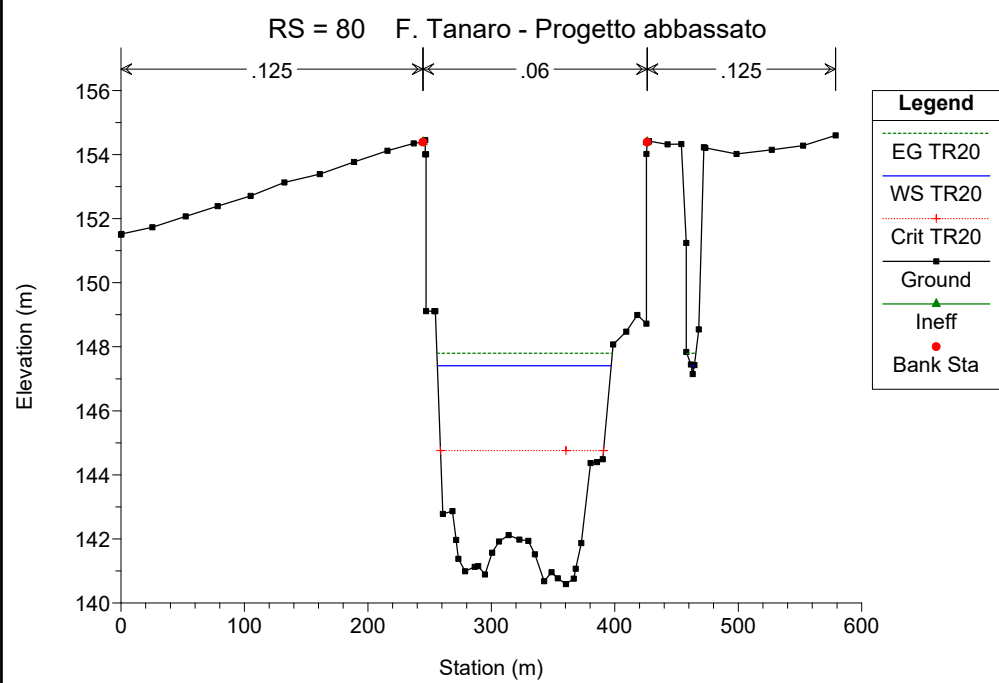
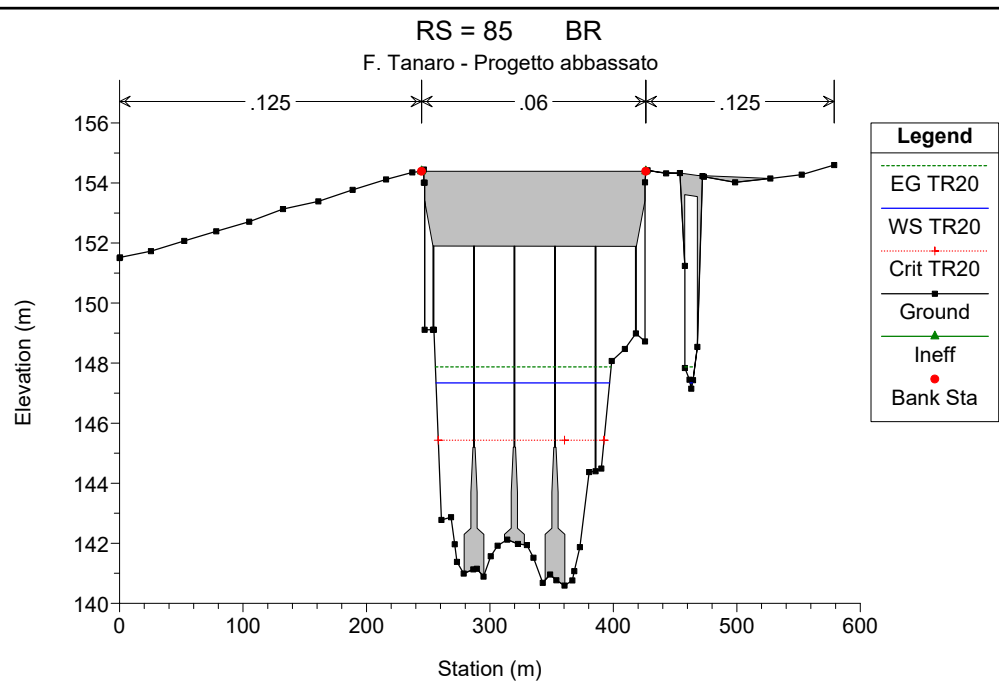
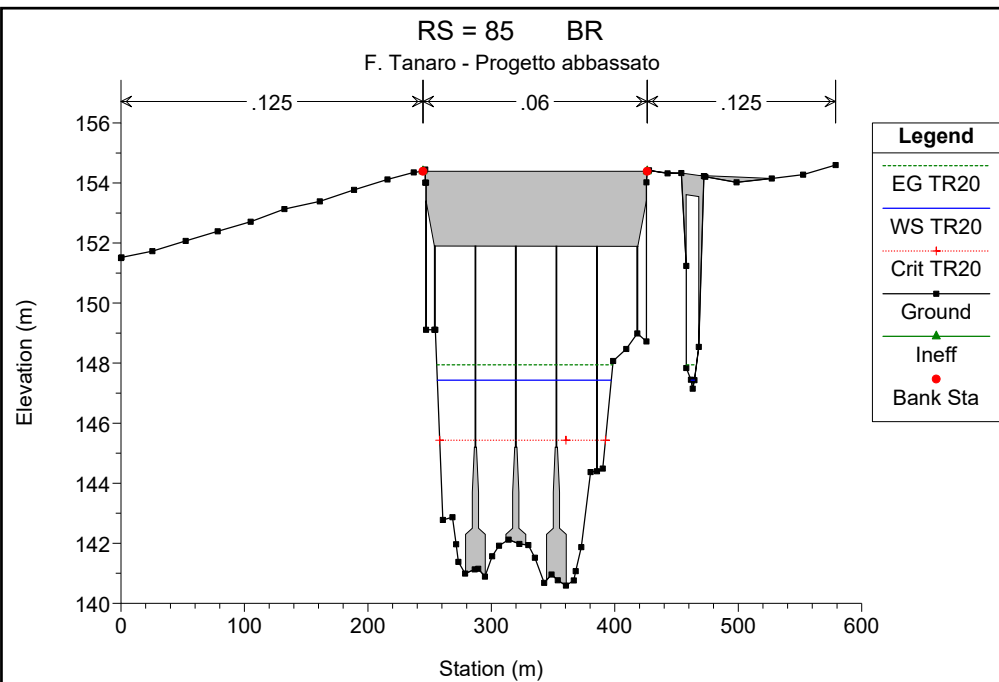


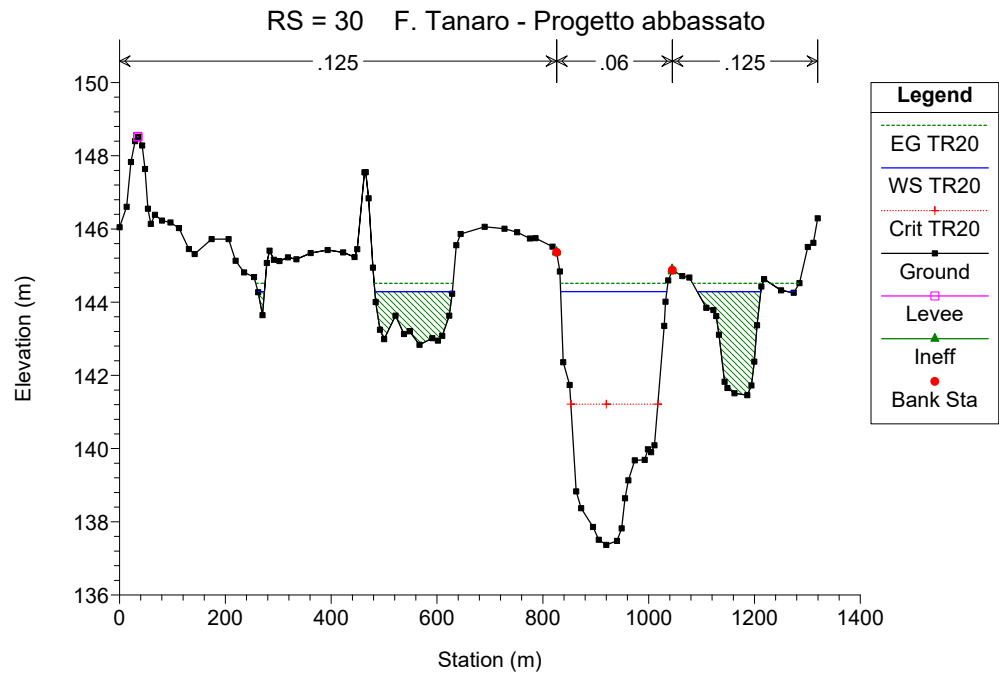
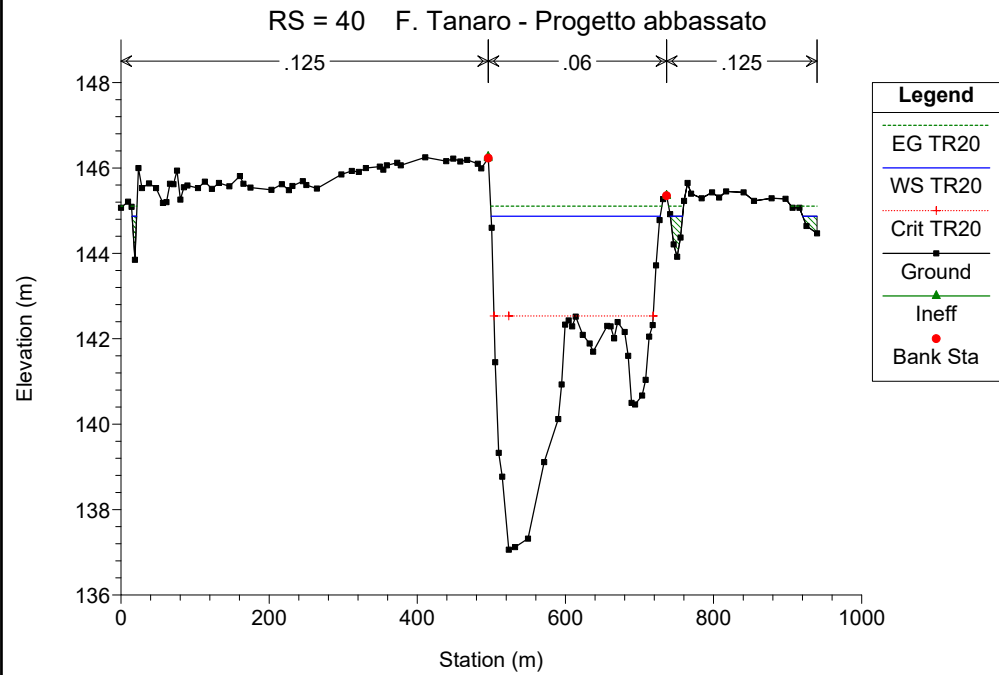
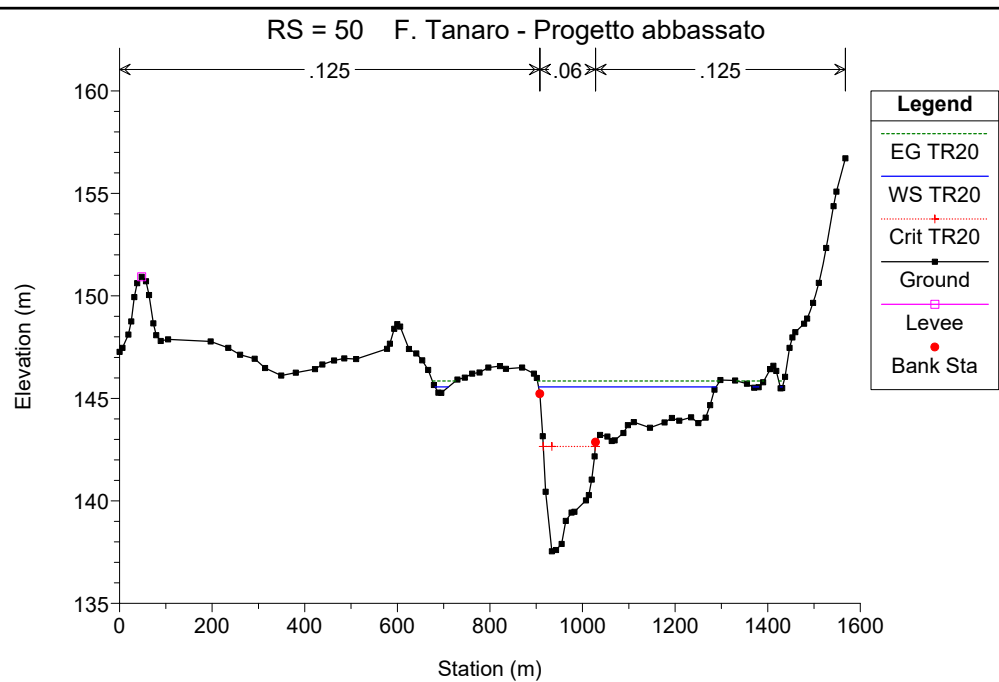
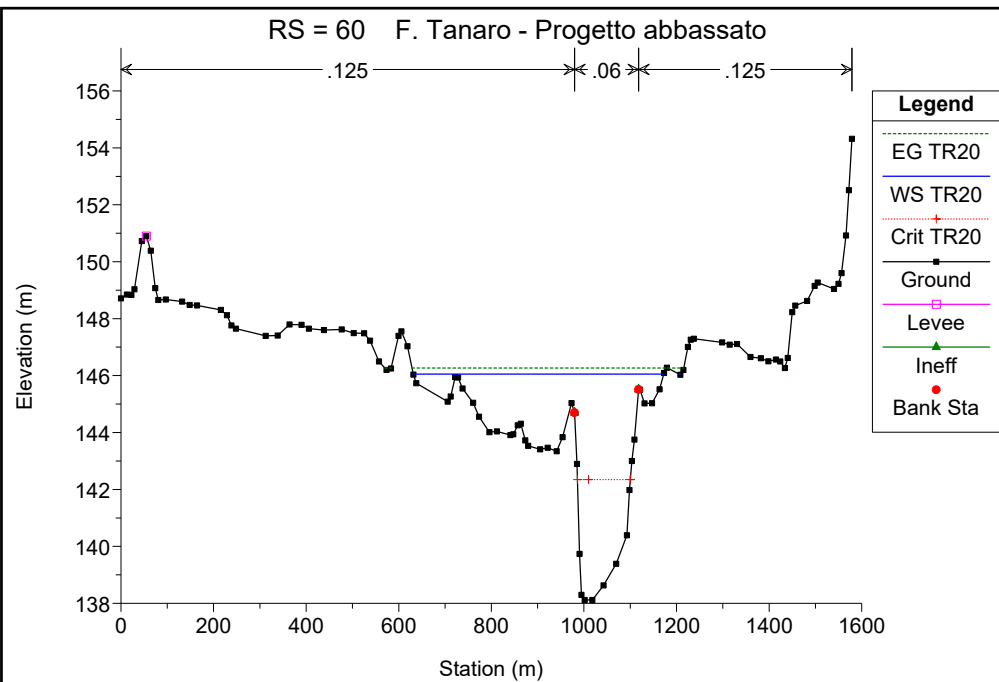




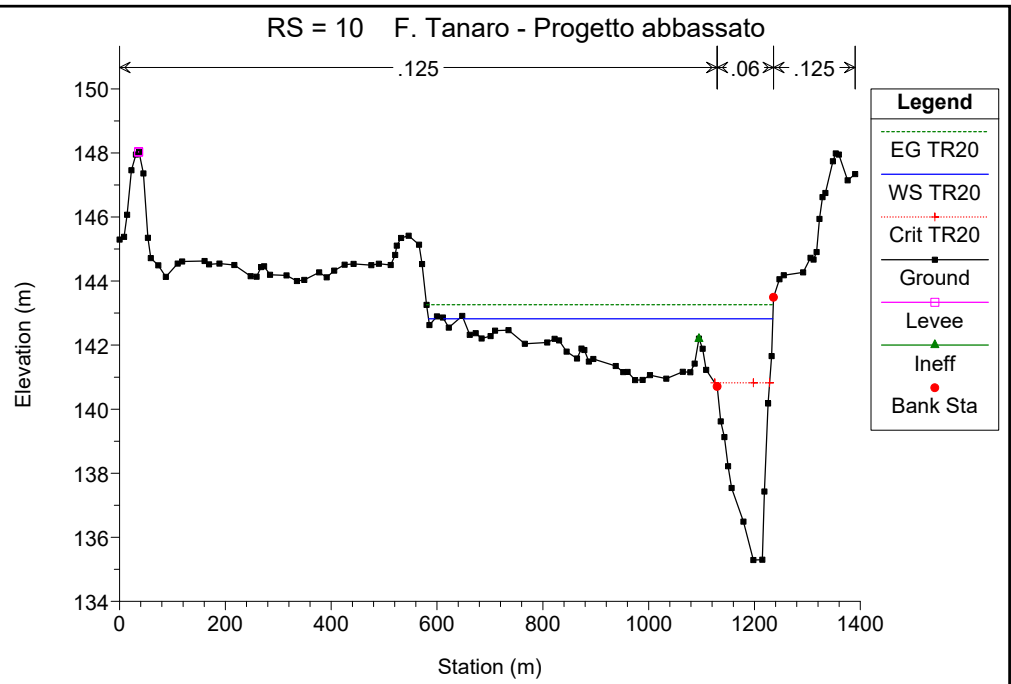
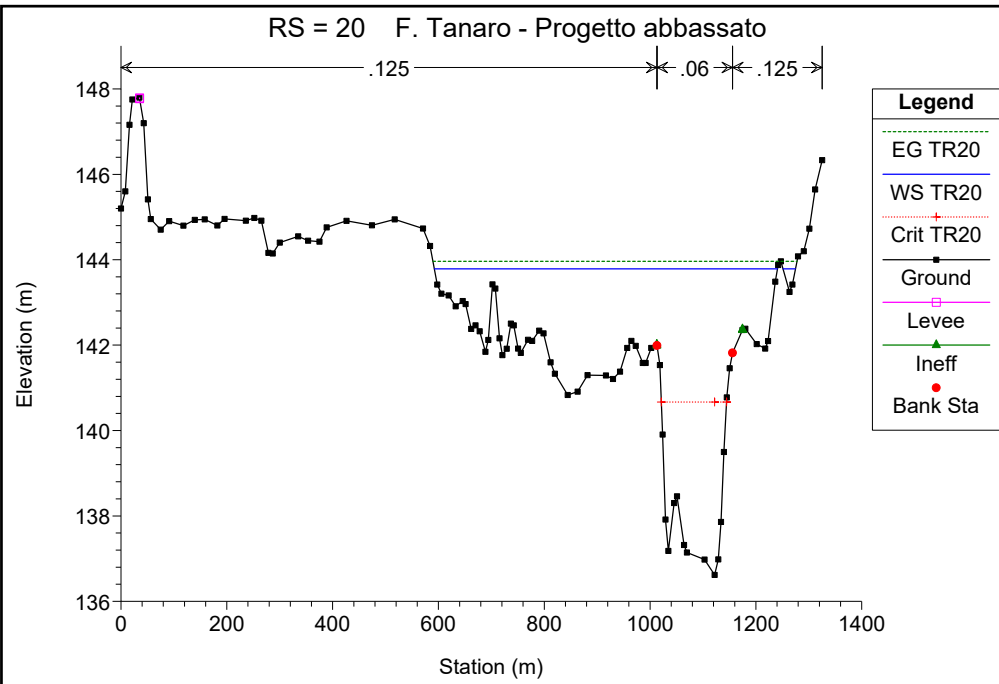












**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 1: SITUAZIONE DI PROGETTO CON SBARRAMENTO ABBASSATO**

**SIMULAZIONE 5**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> m<sup>3</sup>/s</b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2789	100



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100

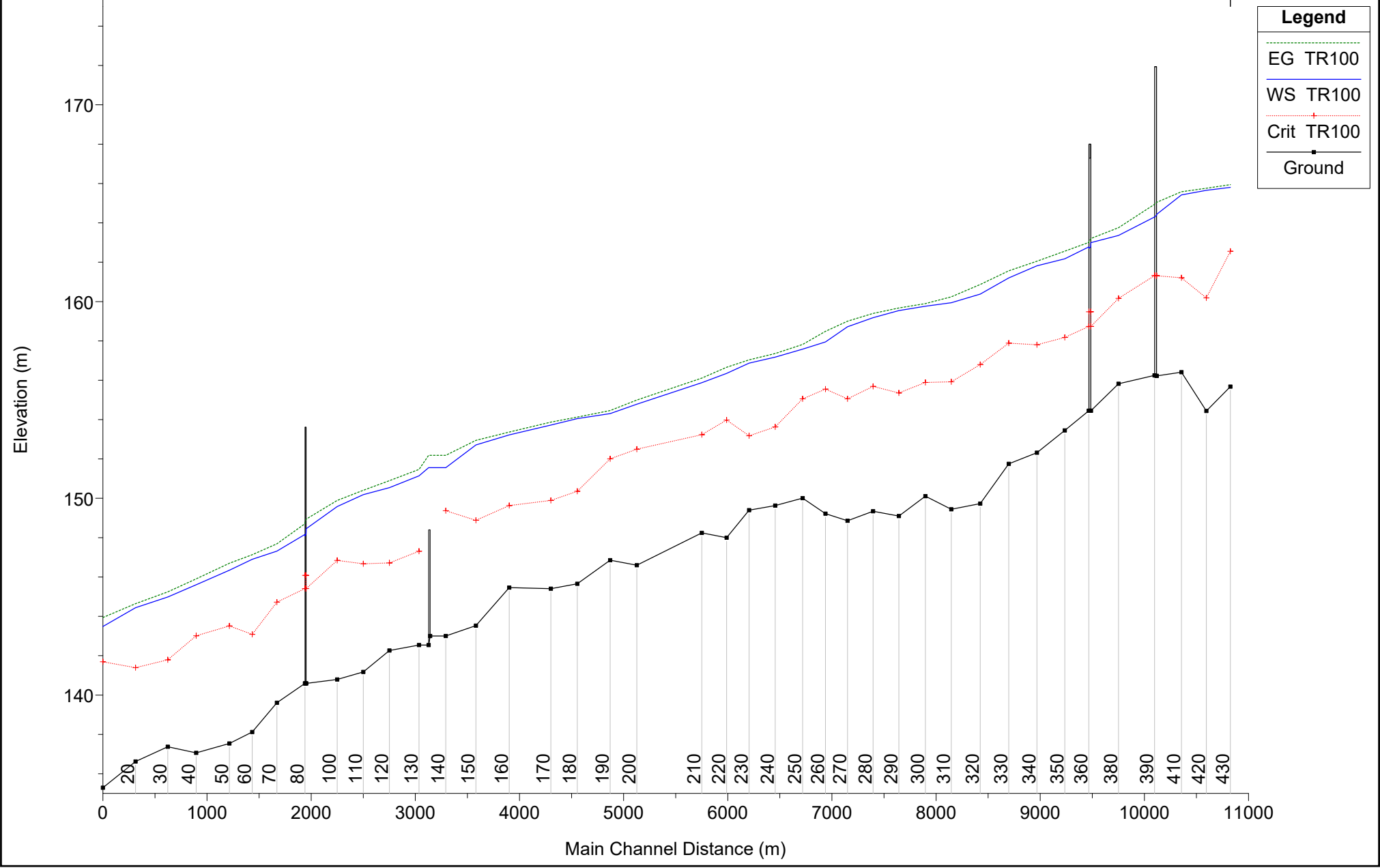
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR100	2789.00	155.68	165.80	162.56	165.94	0.001134	2.05	2627.42	664.03	0.25
1	420	TR100	2789.00	154.44	165.66	160.19	165.76	0.000607	1.67	2936.30	686.24	0.19
1	410	TR100	2789.00	156.41	165.42	161.21	165.58	0.001073	2.02	2232.97	525.91	0.24
1	400	TR100	2789.00	156.22	164.43	161.32	165.05	0.003550	3.55	895.83	172.68	0.42
1	395		Bridge									
1	390	TR100	2789.00	156.25	164.30	161.32	164.95	0.003790	3.62	874.11	163.70	0.44
1	380	TR100	2789.00	155.82	163.36	160.17	163.76	0.002530	2.77	1025.79	212.53	0.36
1	370	TR100	2789.00	154.45	163.00	158.74	163.21	0.001246	2.04	1364.62	206.00	0.25
1	365		Bridge									
1	360	TR100	2789.00	154.45	162.78	158.74	163.01	0.001385	2.11	1320.19	205.40	0.27
1	350	TR100	2789.00	153.45	162.17	158.18	162.56	0.002209	2.76	1015.88	195.71	0.34
1	340	TR100	2789.00	152.32	161.82	157.80	162.05	0.001389	2.16	1390.69	377.25	0.27
1	330	TR100	2789.00	151.75	161.20	157.89	161.56	0.002316	2.70	1207.23	427.84	0.34
1	320	TR100	2789.00	149.73	160.38	156.80	160.87	0.002643	3.29	1305.33	460.81	0.38
1	310	TR100	2789.00	149.44	159.94	155.92	160.24	0.001756	2.76	1887.77	740.71	0.31
1	300	TR100	2789.00	150.11	159.76	155.89	159.90	0.000940	1.88	2702.67	862.30	0.23
1	290	TR100	2789.00	149.10	159.54	155.35	159.67	0.000889	1.72	2309.80	674.57	0.21
1	280	TR100	2789.00	149.34	159.18	155.69	159.40	0.001500	2.34	1998.60	547.67	0.28
1	270	TR100	2789.00	148.86	158.72	155.06	159.00	0.001787	2.67	1790.85	579.00	0.31
1	260	TR100	2789.00	149.22	157.95	155.55	158.49	0.003278	3.45	1236.57	422.55	0.42
1	250	TR100	2789.00	150.01	157.58	155.06	157.82	0.002269	2.47	1821.48	556.46	0.34
1	240	TR100	2789.00	149.63	157.17	153.63	157.36	0.001337	2.11	2207.19	762.89	0.26
1	230	TR100	2789.00	149.40	156.87	153.18	157.04	0.001194	1.94	1987.41	565.52	0.25
1	220	TR100	2789.00	148.00	156.35	153.98	156.66	0.002478	2.78	1556.43	450.64	0.36
1	210	TR100	2789.00	148.24	155.88	153.23	156.11	0.001923	2.30	1800.73	644.50	0.31
1	200	TR100	2789.00	146.60	154.78	152.50	154.99	0.002023	2.50	2510.67	1074.93	0.32
1	190	TR100	2789.00	146.85	154.31	152.01	154.46	0.001903	2.05	2413.74	994.45	0.30
1	180	TR100	2789.00	145.66	154.05	150.36	154.13	0.000712	1.35	3273.96	1327.03	0.19
1	170	TR100	2789.00	145.40	153.72	149.89	153.87	0.001439	1.85	2402.88	1309.73	0.26
1	160	TR100	2789.00	145.46	153.23	149.63	153.37	0.001179	1.78	2472.30	1384.36	0.24
1	150	TR100	2789.00	143.53	152.71	148.88	152.94	0.001484	2.24	2086.24	1340.63	0.28
1	140	TR100	2789.00	143.00	151.56	149.37	152.19	0.005089	3.53	910.48	781.05	0.50
1	135		Inl Struct									
1	130	TR100	2789.00	142.54	151.14	147.31	151.47	0.001962	2.55	1331.83	1059.96	0.32
1	120	TR100	2789.00	142.27	150.54	146.71	150.90	0.002066	2.66	1222.51	607.75	0.33
1	110	TR100	2789.00	141.17	150.19	146.67	150.41	0.001558	2.29	2025.99	705.32	0.29
1	100	TR100	2789.00	140.79	149.58	146.84	149.89	0.002711	2.56	1312.43	418.45	0.36
1	90	TR100	2789.00	140.59	148.46	145.41	148.94	0.003391	3.10	899.92	163.57	0.41
1	85		Bridge									
1	80	TR100	2789.00	140.59	148.17	145.41	148.71	0.003724	3.26	856.67	154.66	0.43

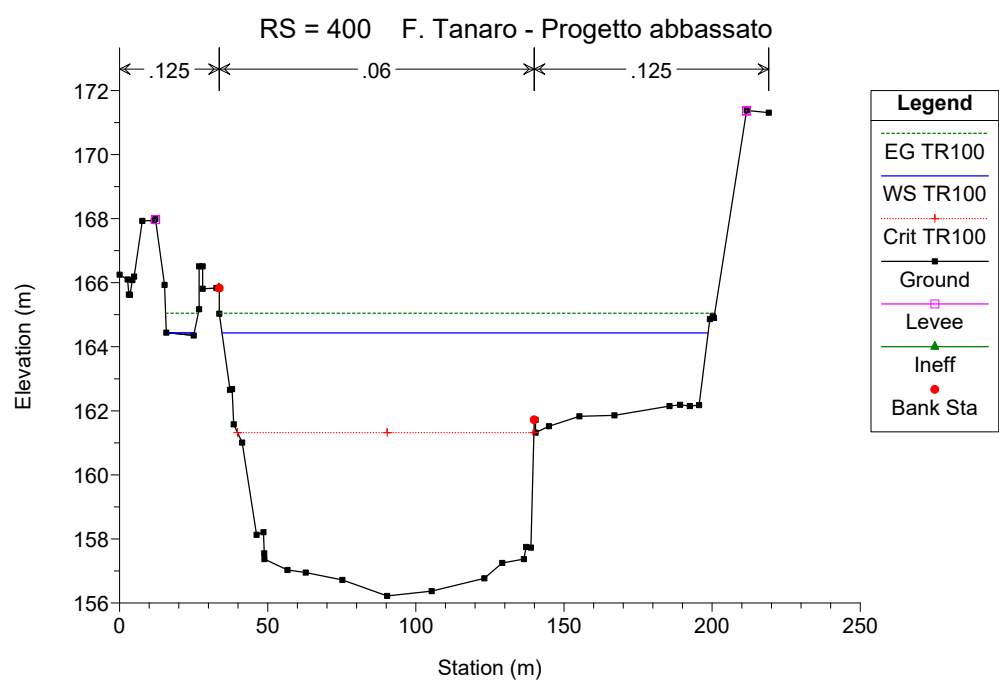
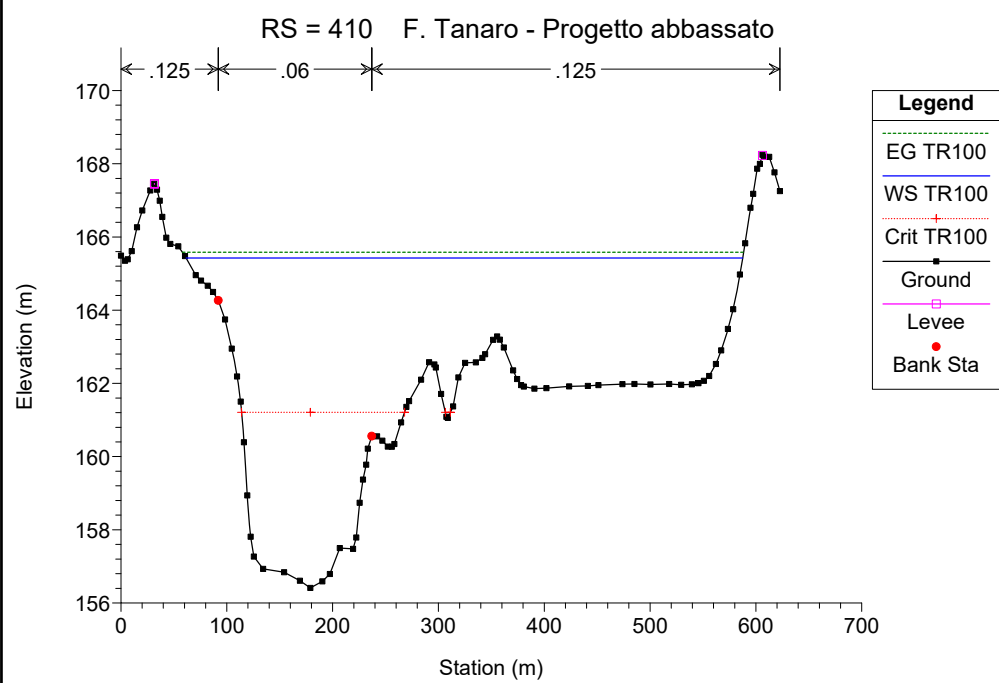
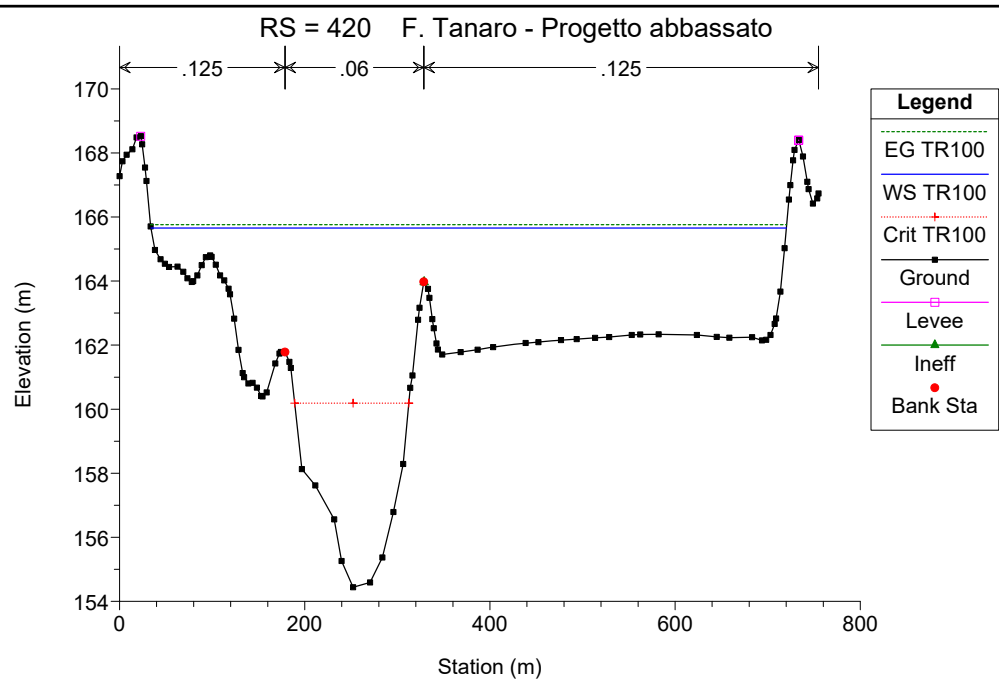
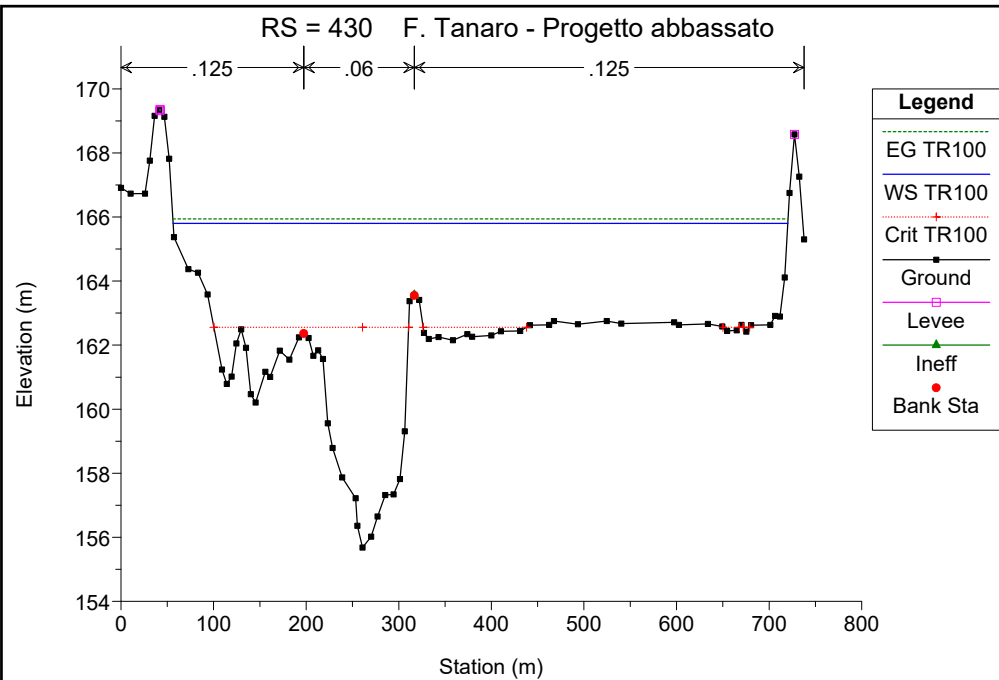
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100 (Continued)

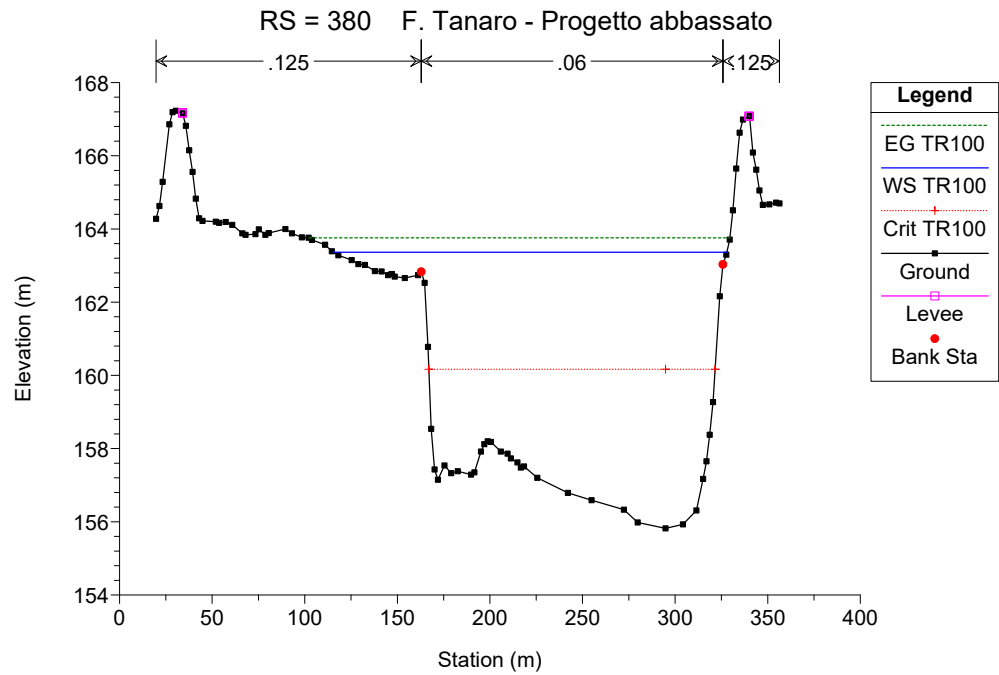
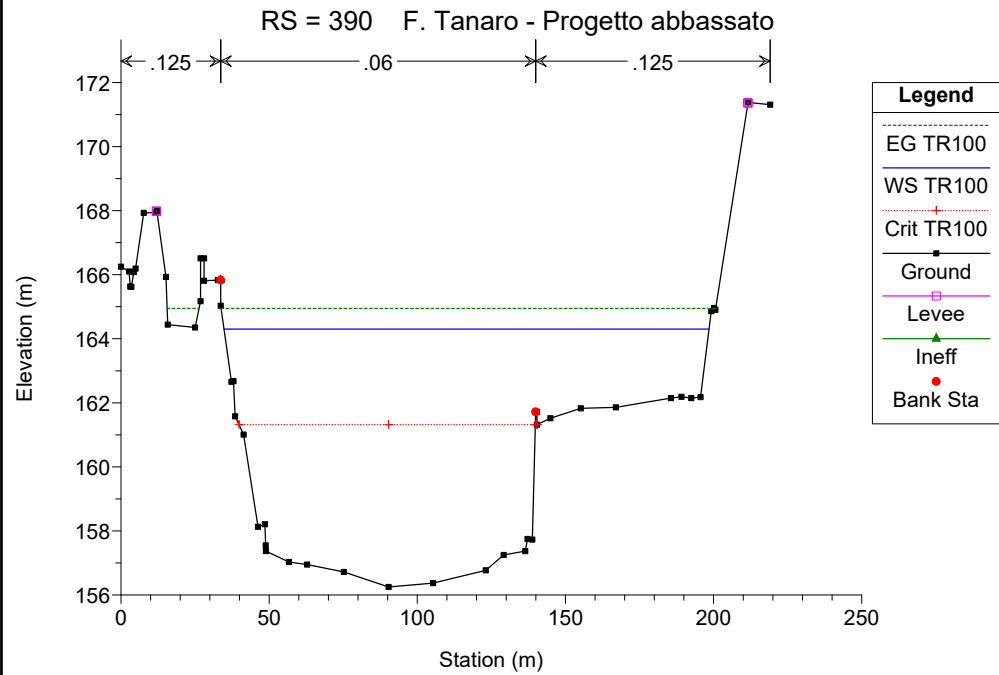
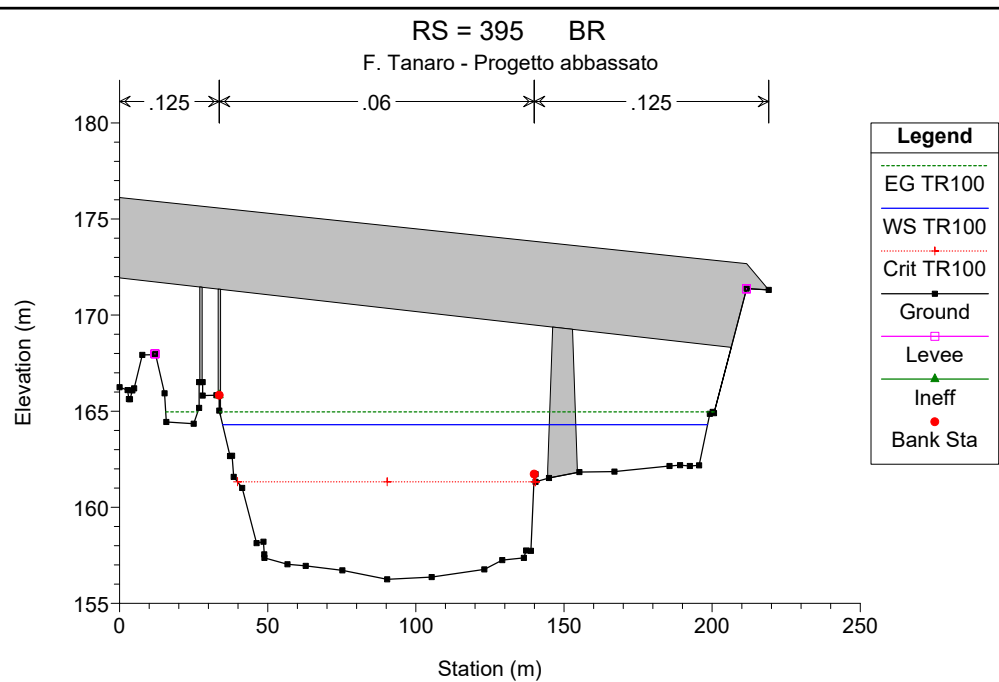
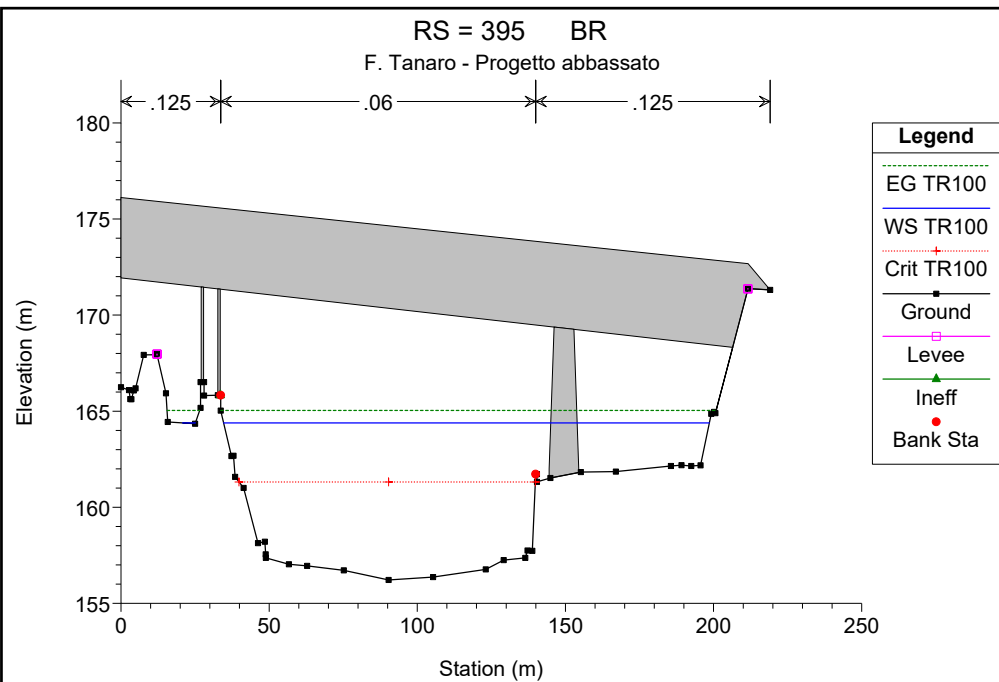
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR100	2789.00	139.61	147.32	144.72	147.69	0.003236	2.86	1230.13	299.57	0.40
1	60	TR100	2789.00	138.12	146.90	143.09	147.13	0.001543	2.36	1970.02	745.98	0.29
1	50	TR100	2789.00	137.54	146.34	143.51	146.70	0.002430	2.88	1625.64	732.53	0.36
1	40	TR100	2789.00	137.06	145.61	143.01	145.90	0.002666	2.42	1232.99	635.95	0.35
1	30	TR100	2789.00	137.37	144.99	141.79	145.25	0.002140	2.33	1472.95	667.44	0.32
1	20	TR100	2789.00	136.62	144.44	141.39	144.64	0.001669	2.31	2162.49	763.01	0.29
1	10	TR100	2789.00	135.29	143.48	141.69	143.94	0.004005	3.40	1544.44	657.26	0.45

# F. Tanaro - Progetto abbassato

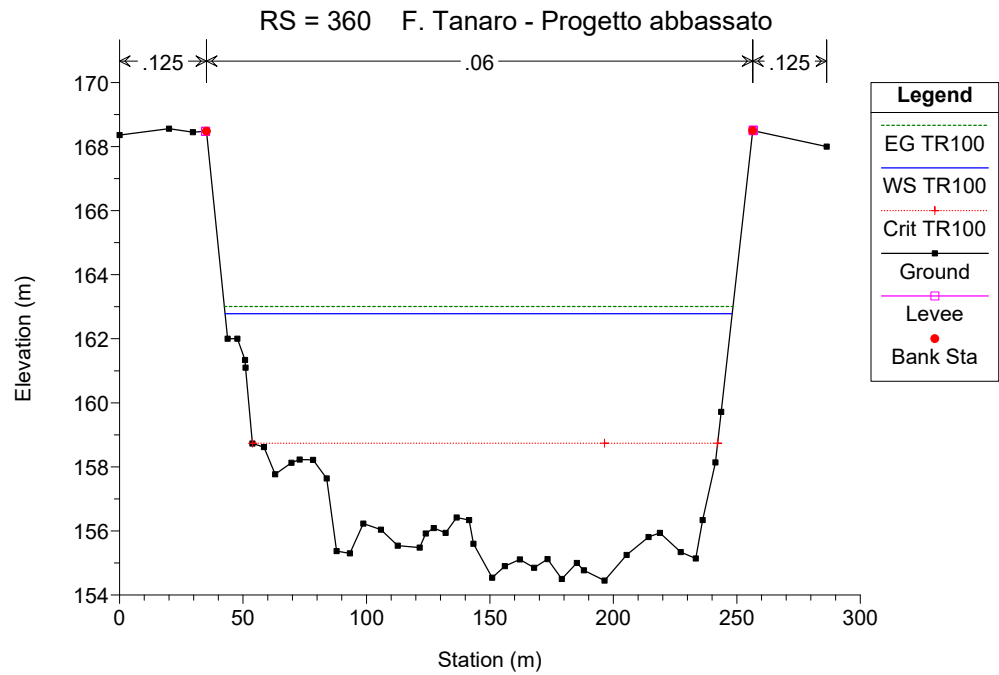
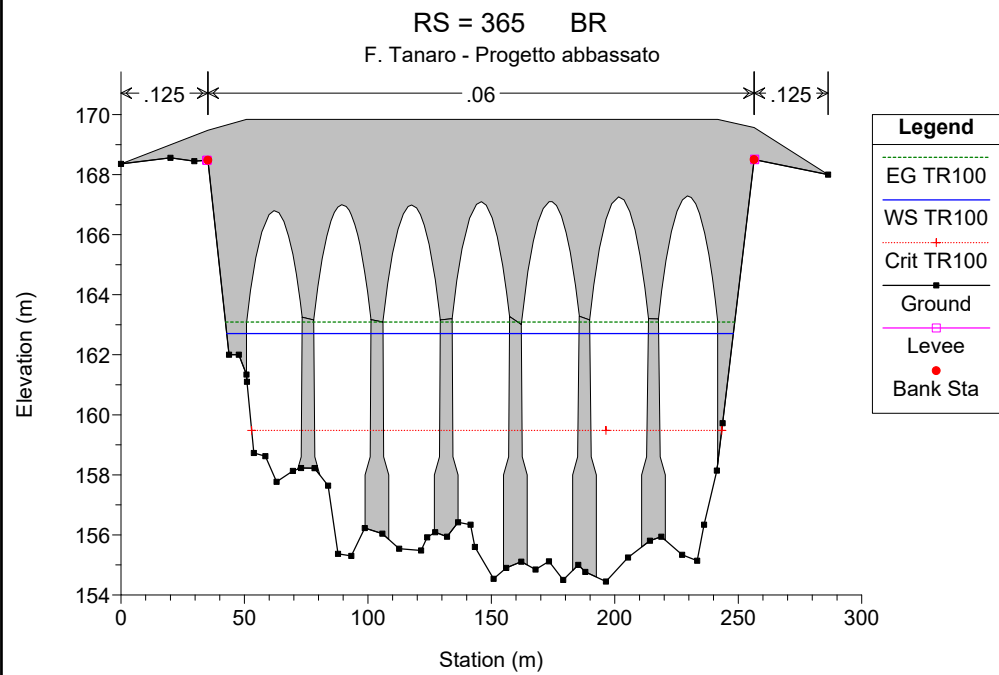
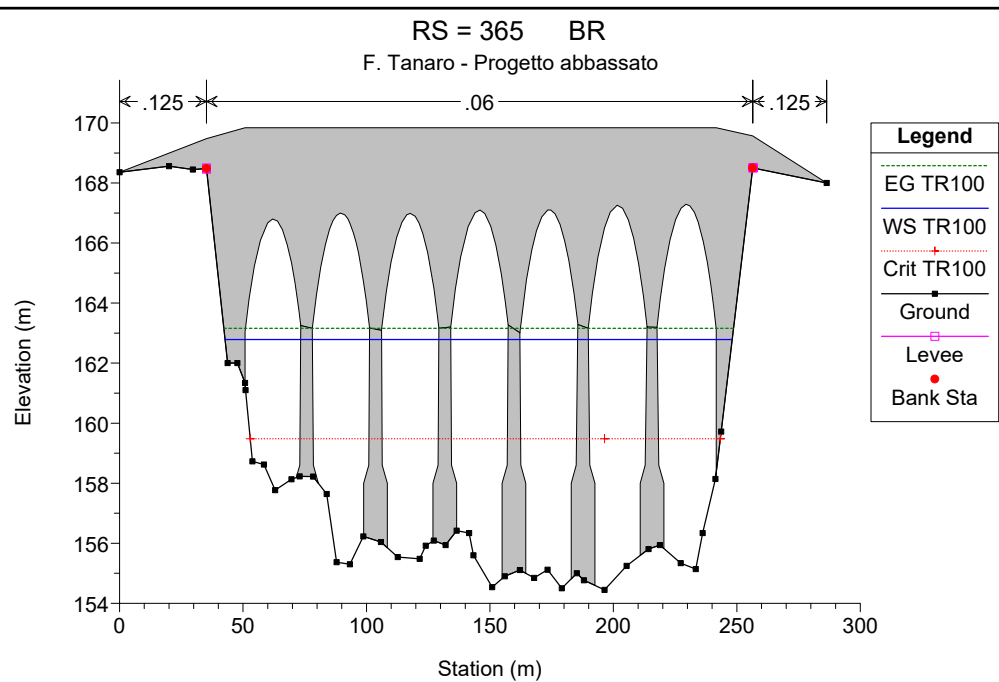
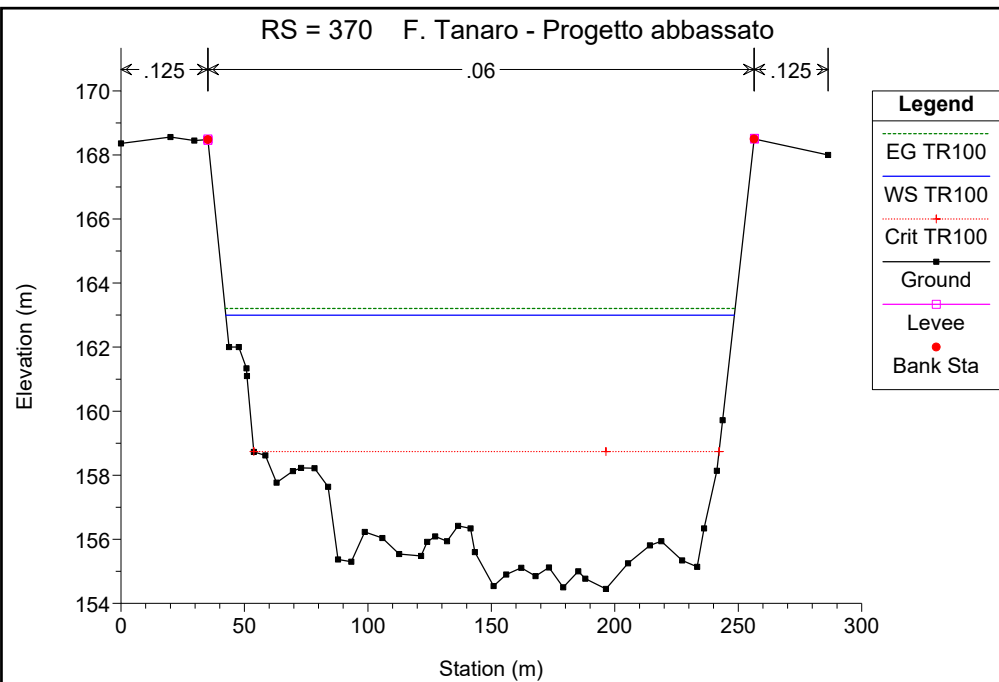
Tanaro 1

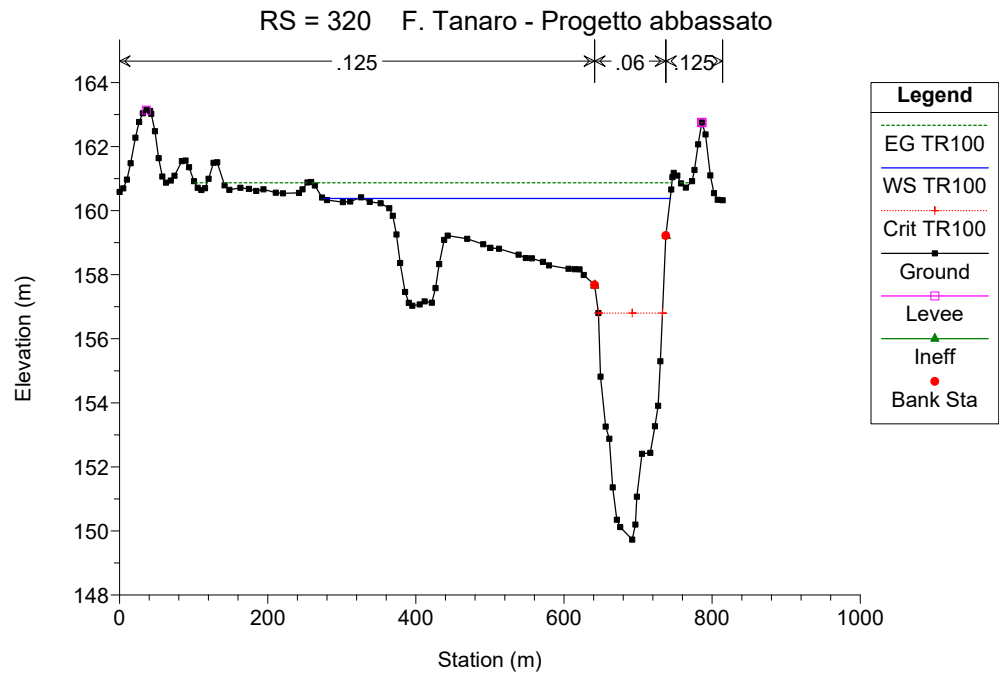
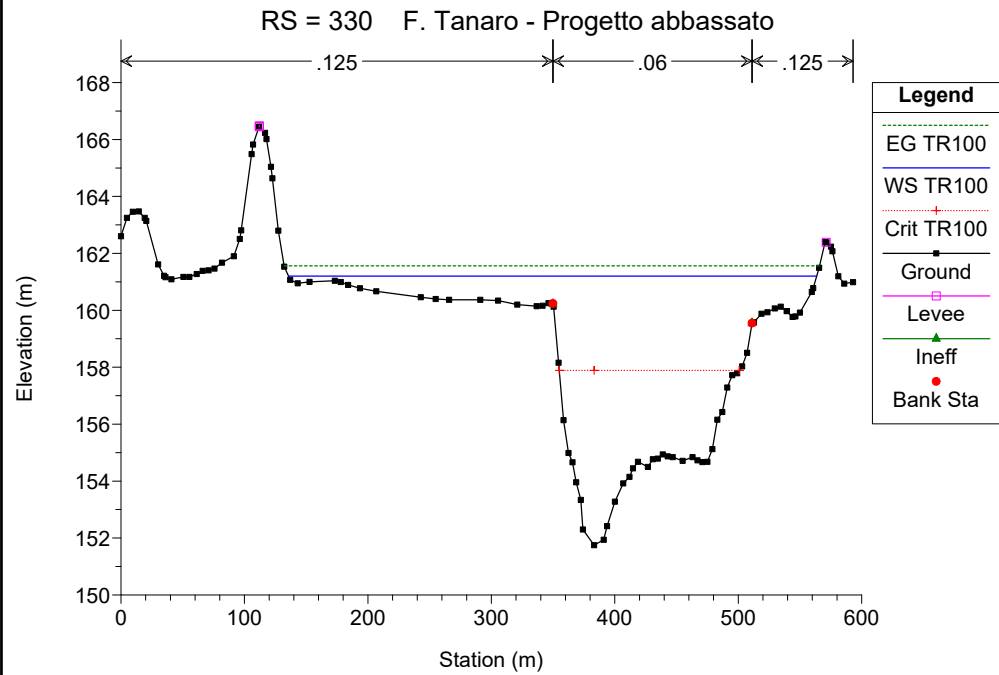
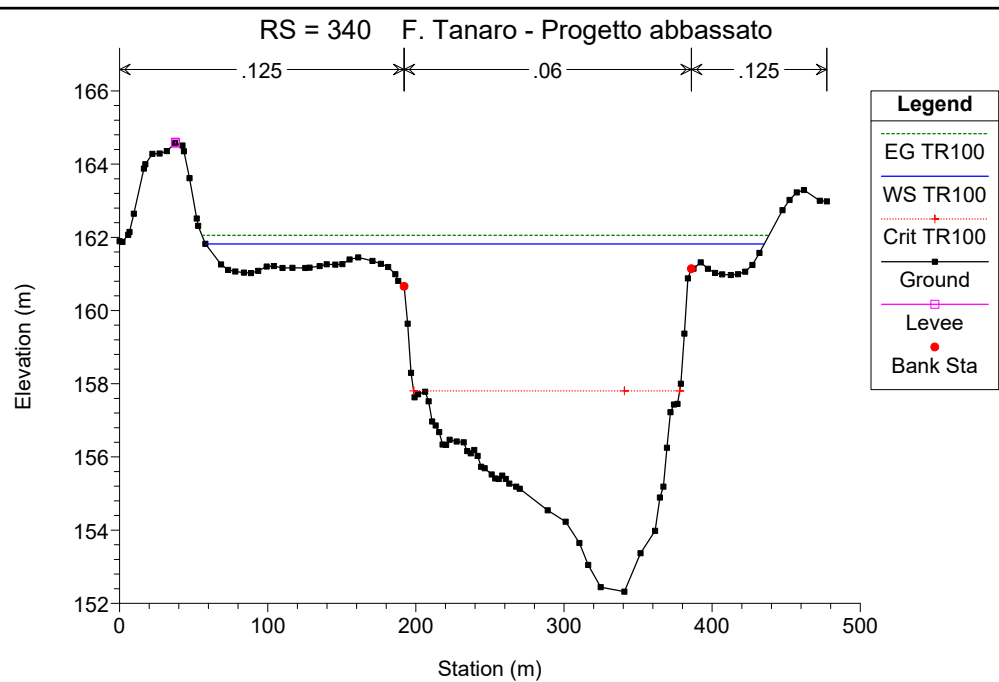
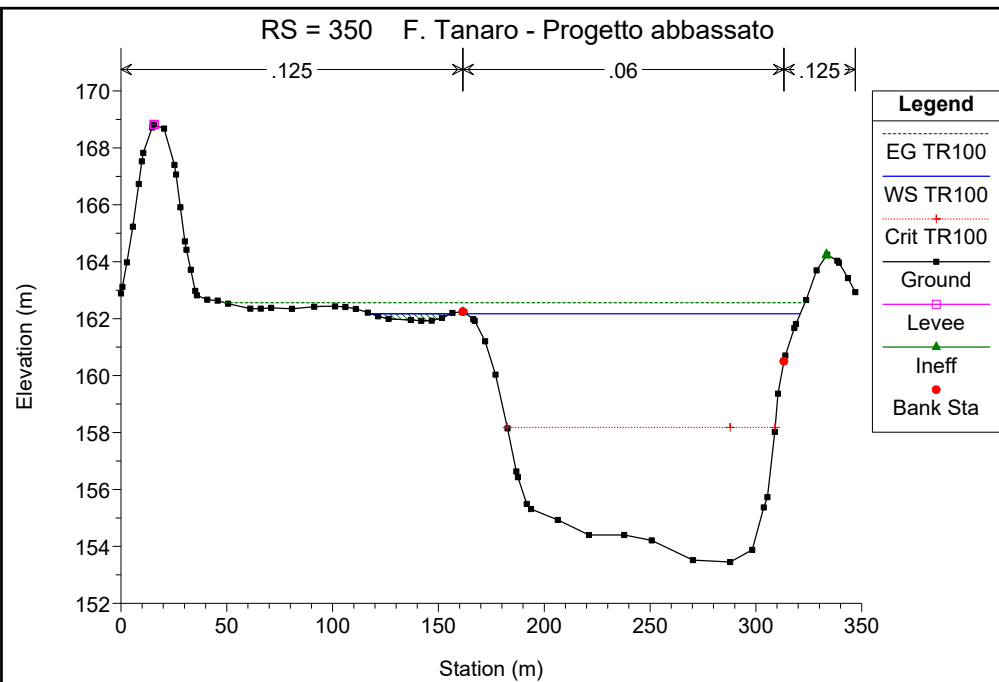


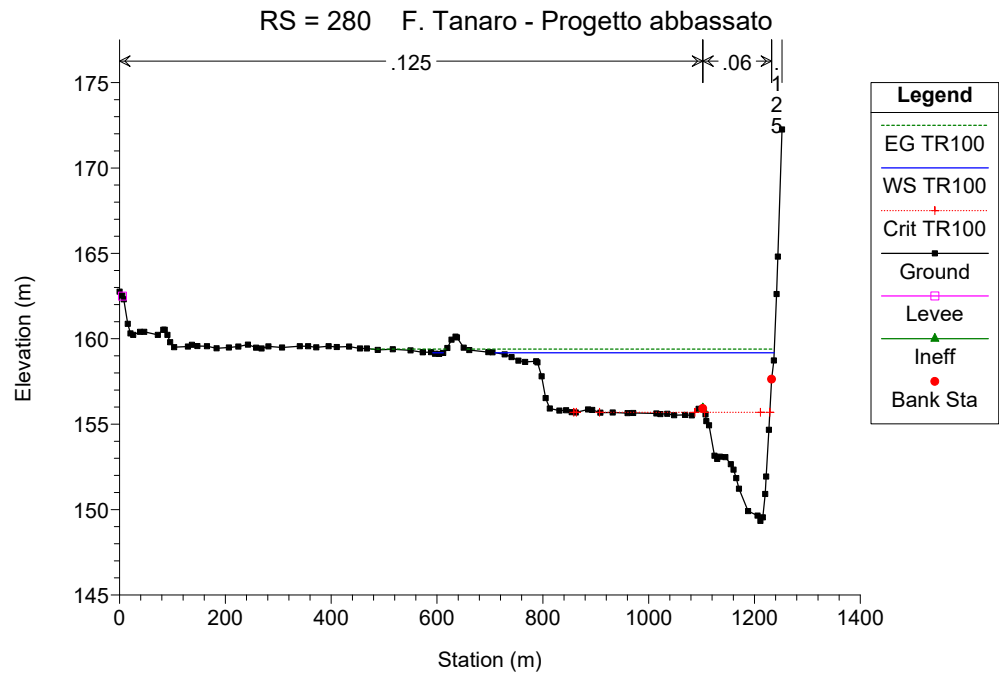
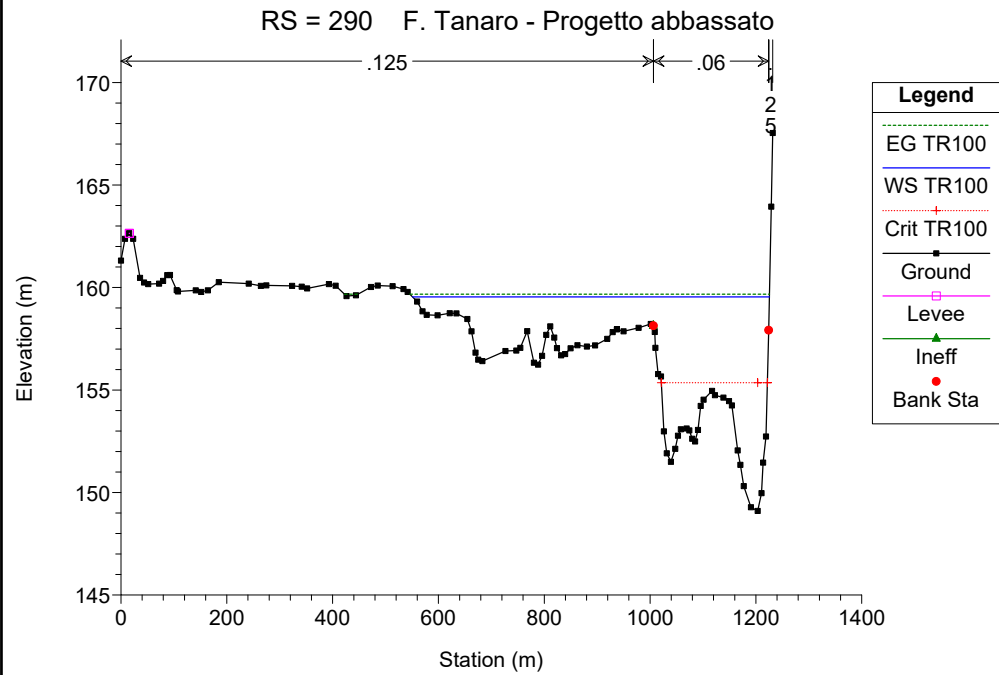
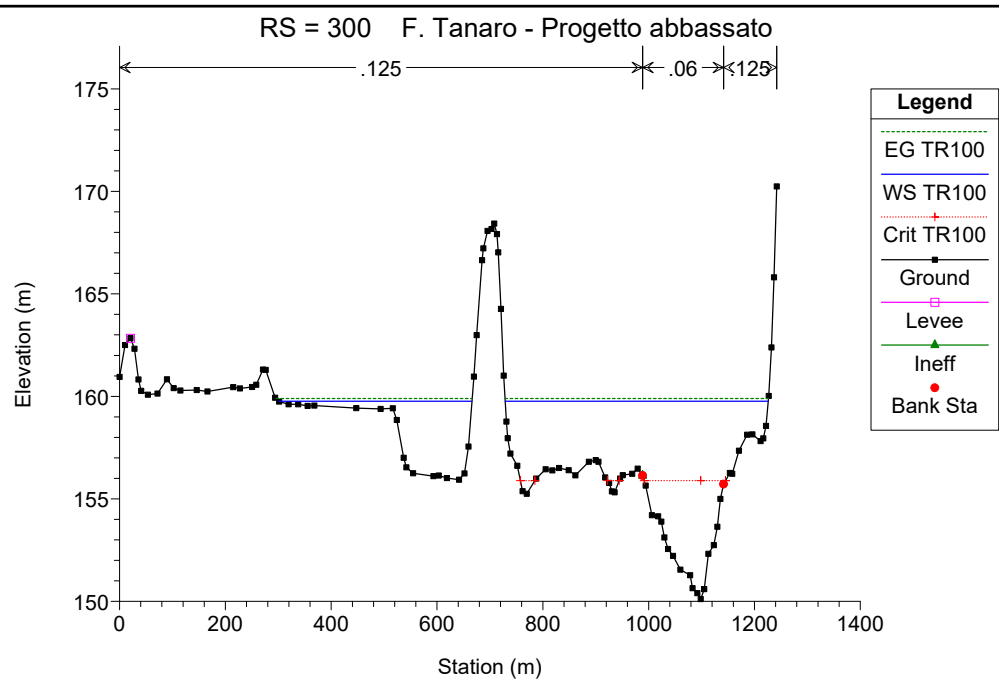
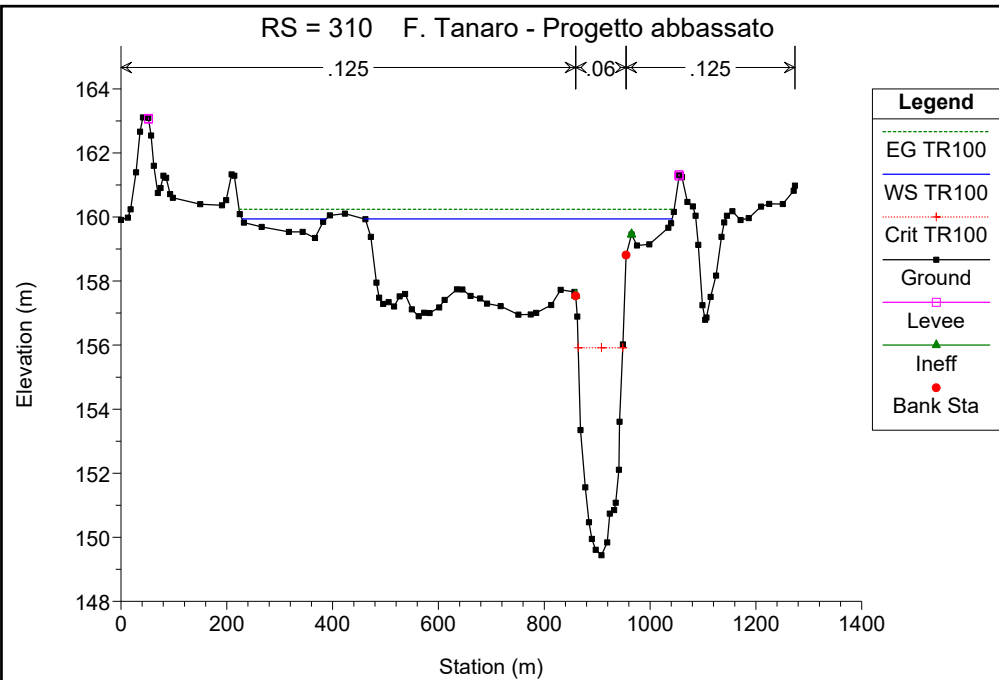


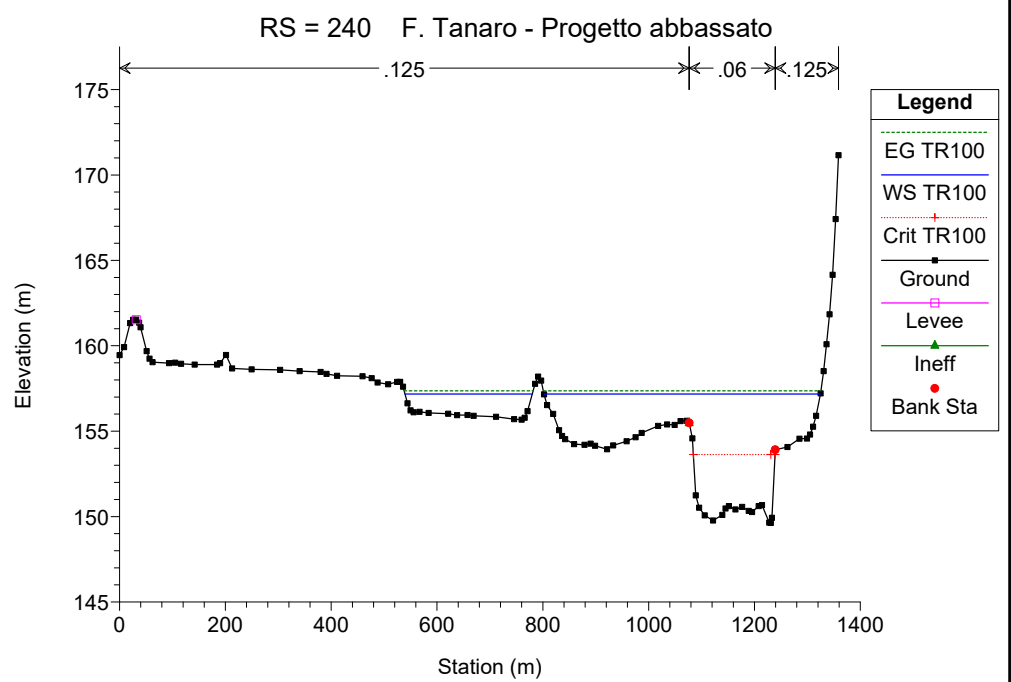
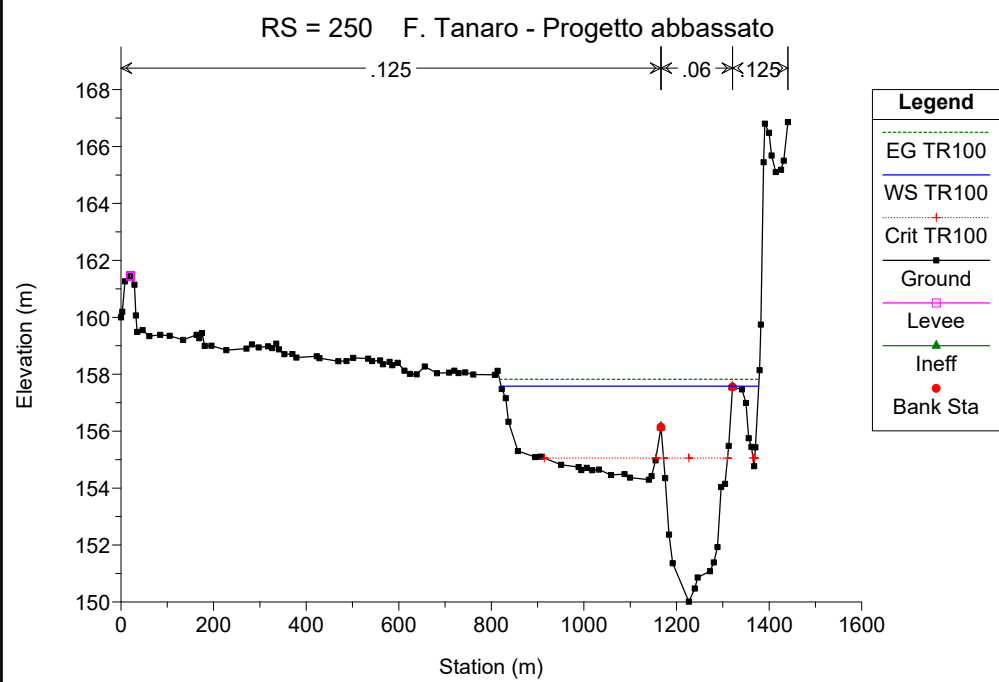
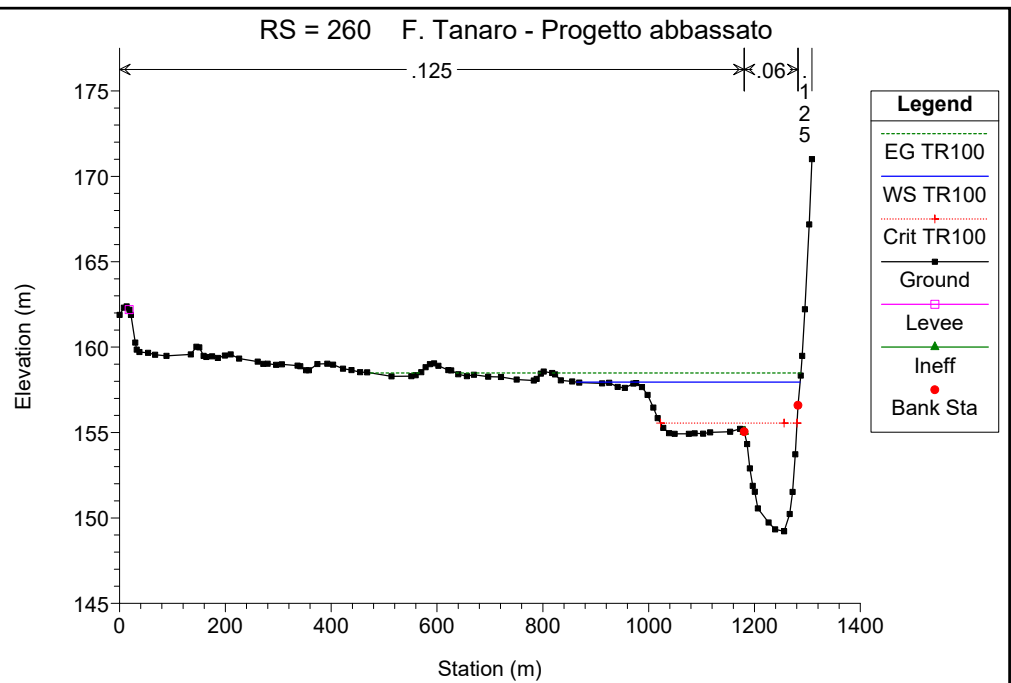
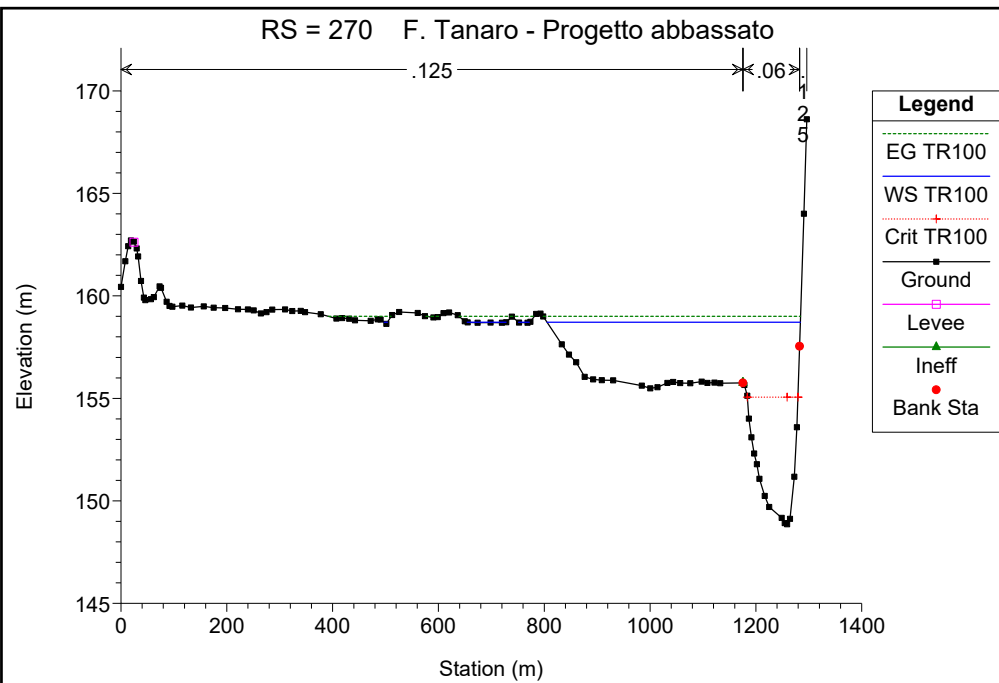


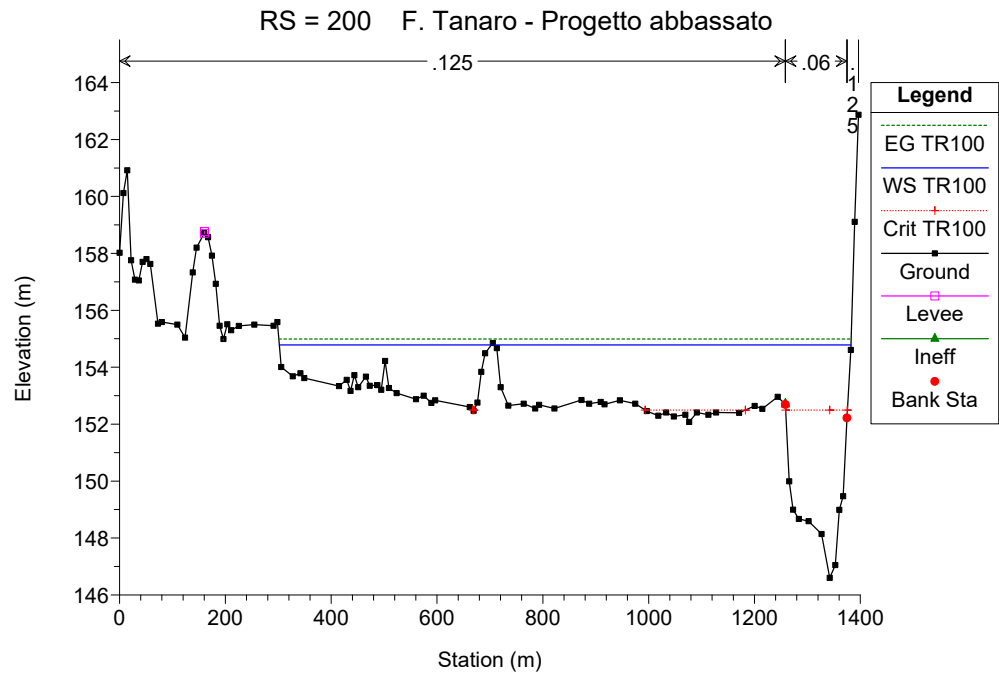
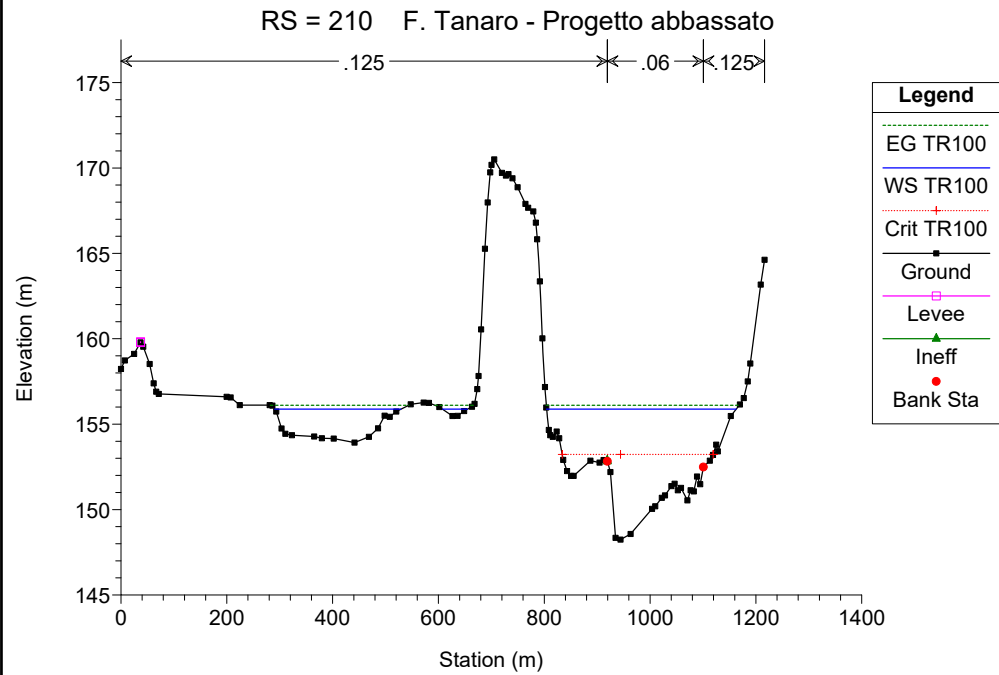
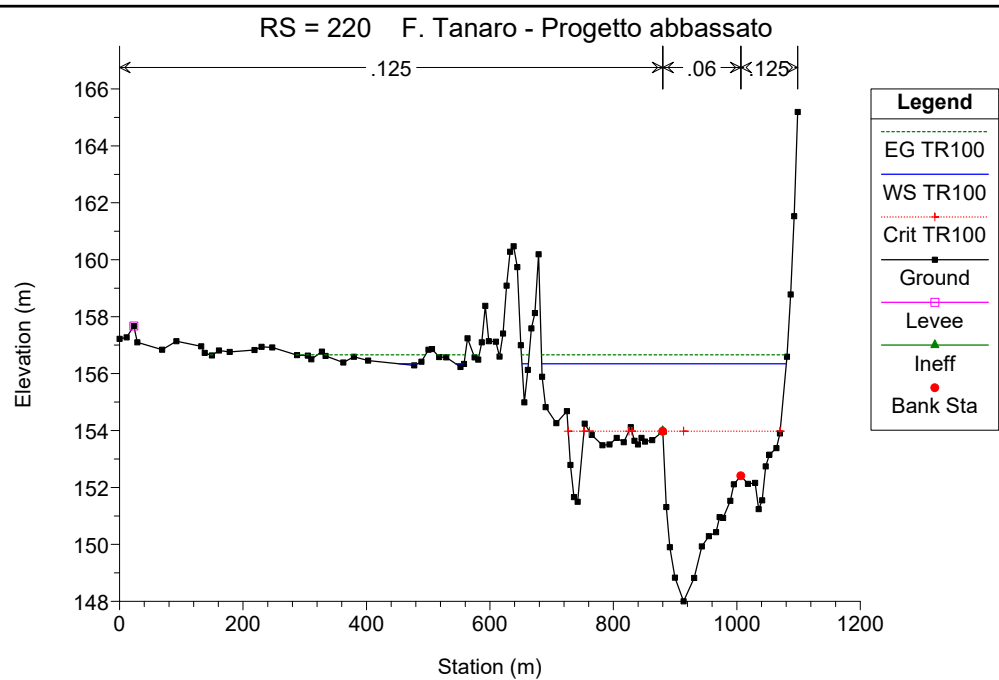
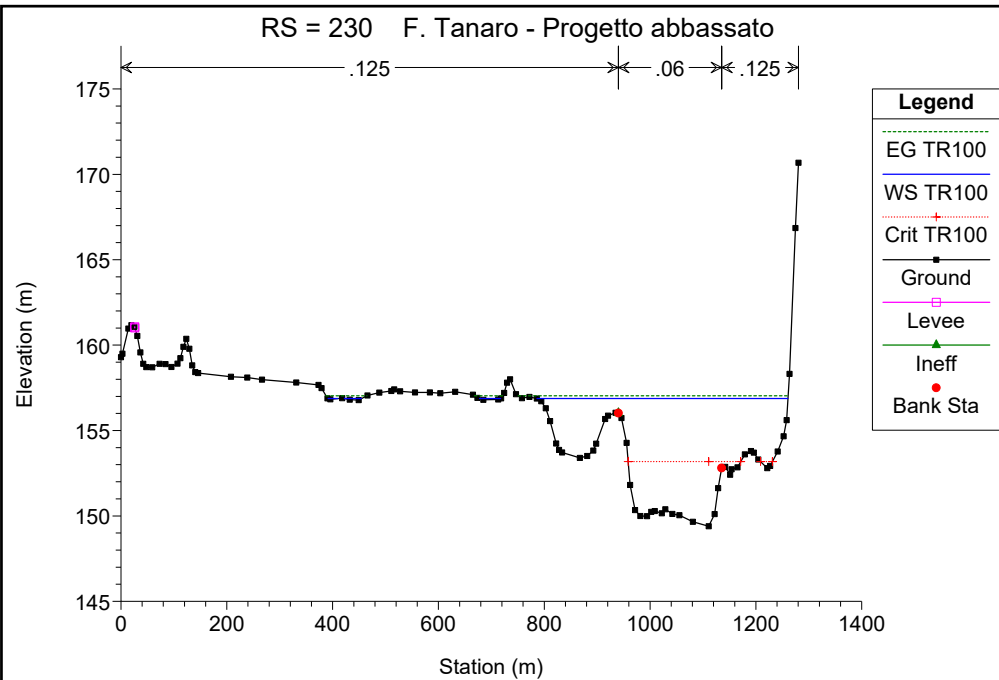


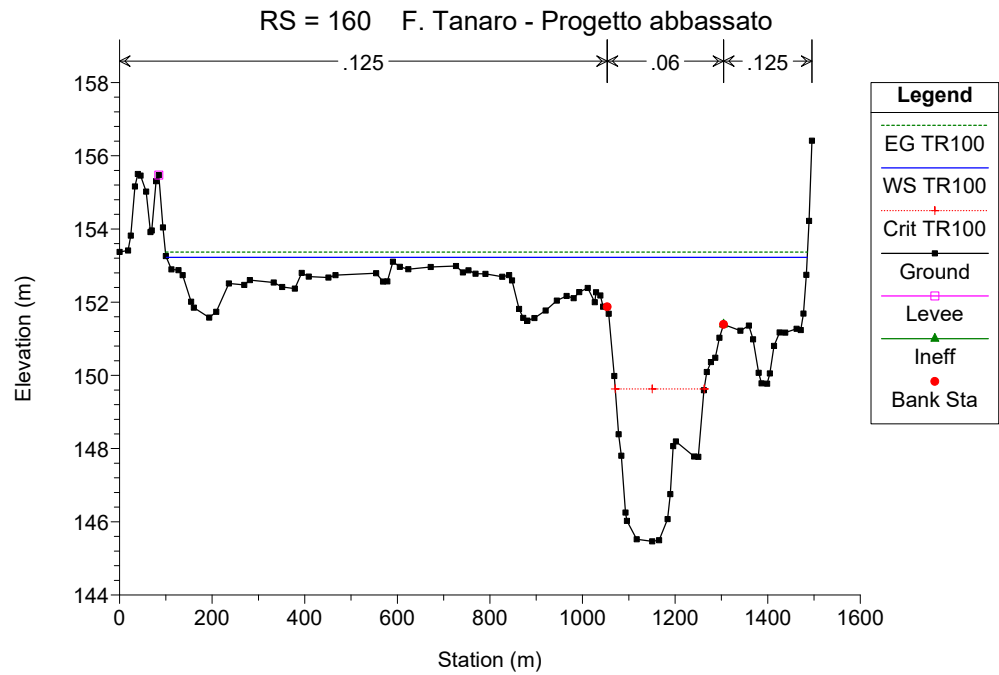
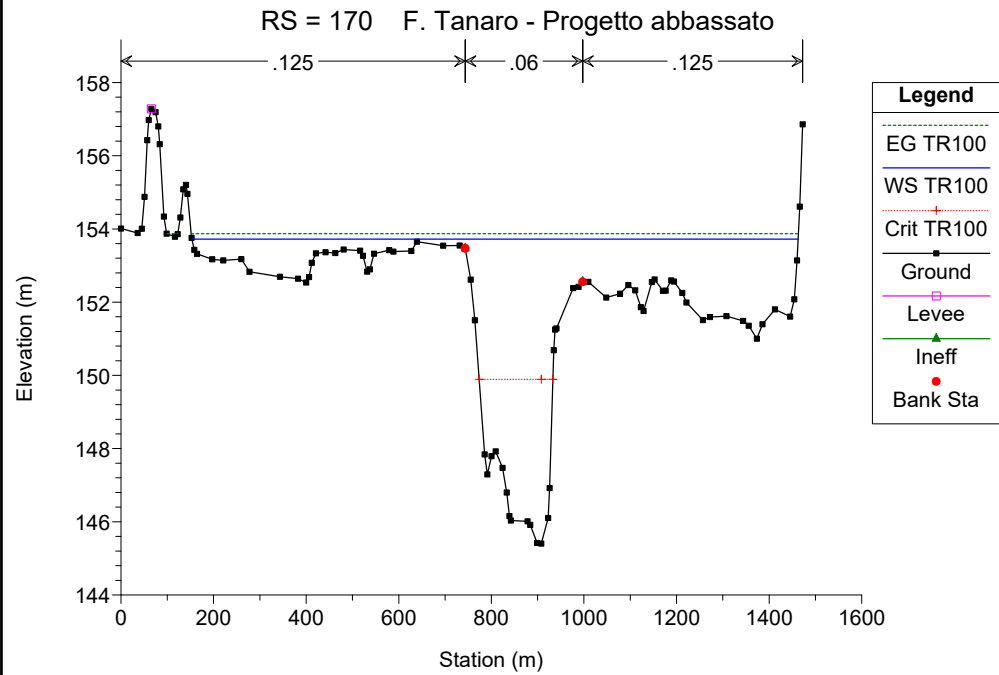
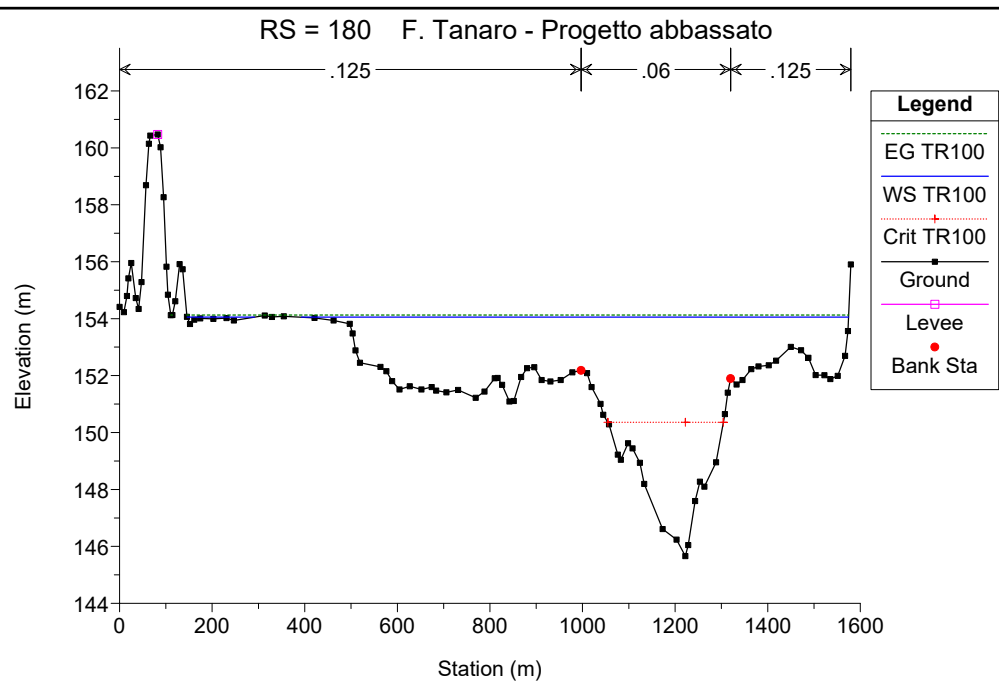
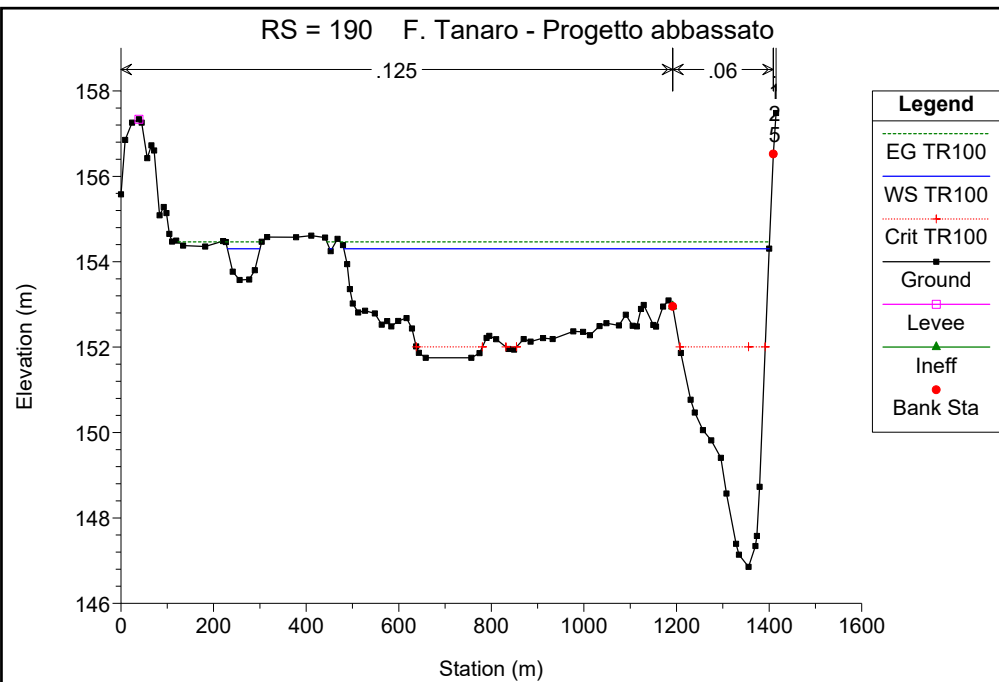


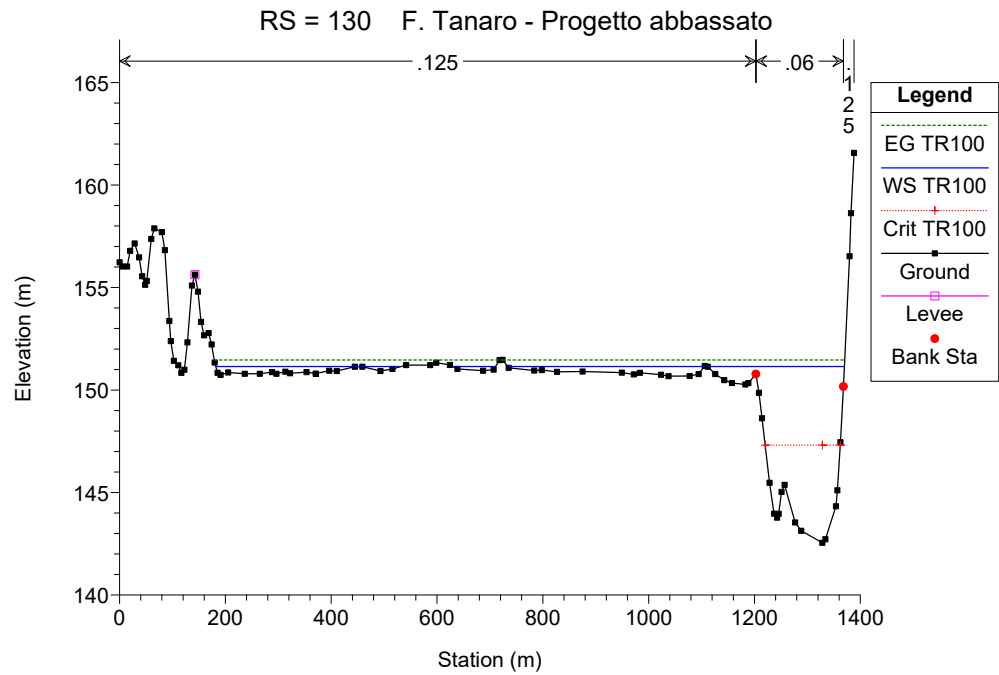
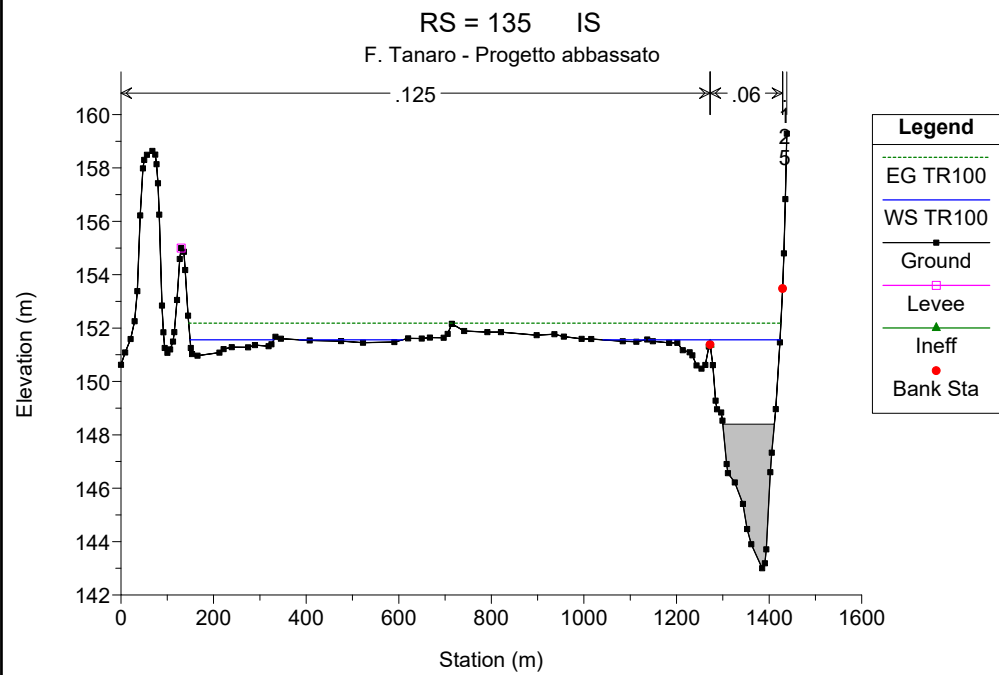
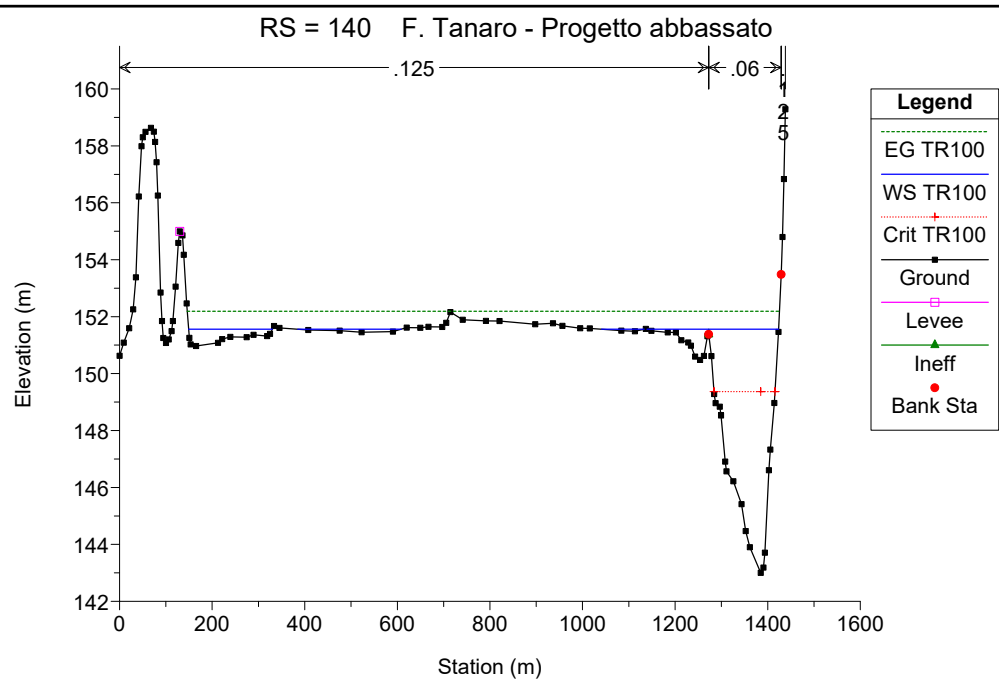
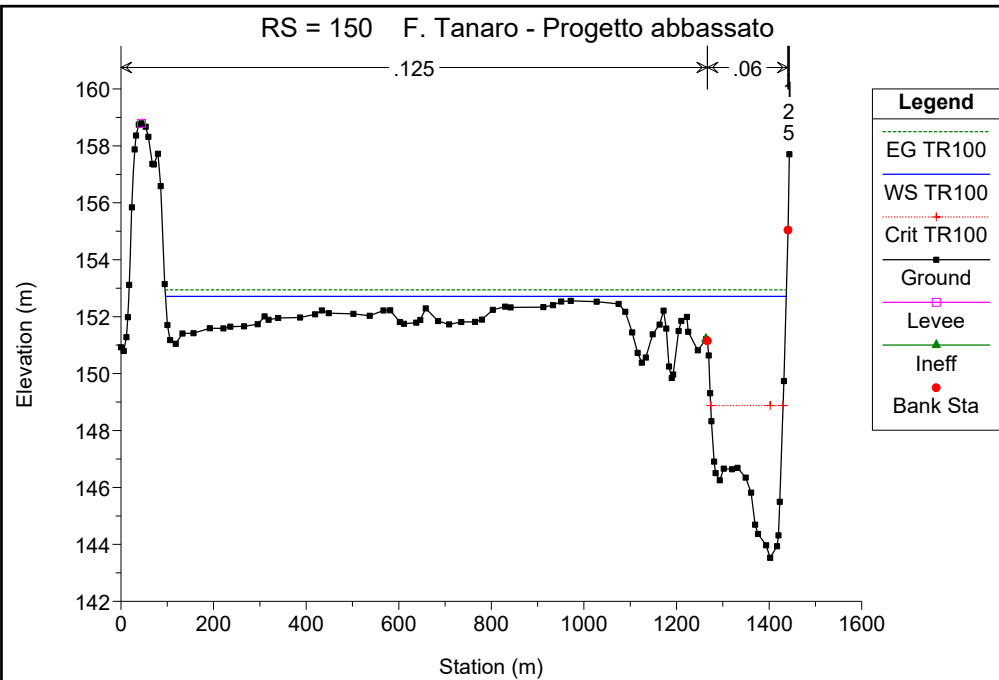


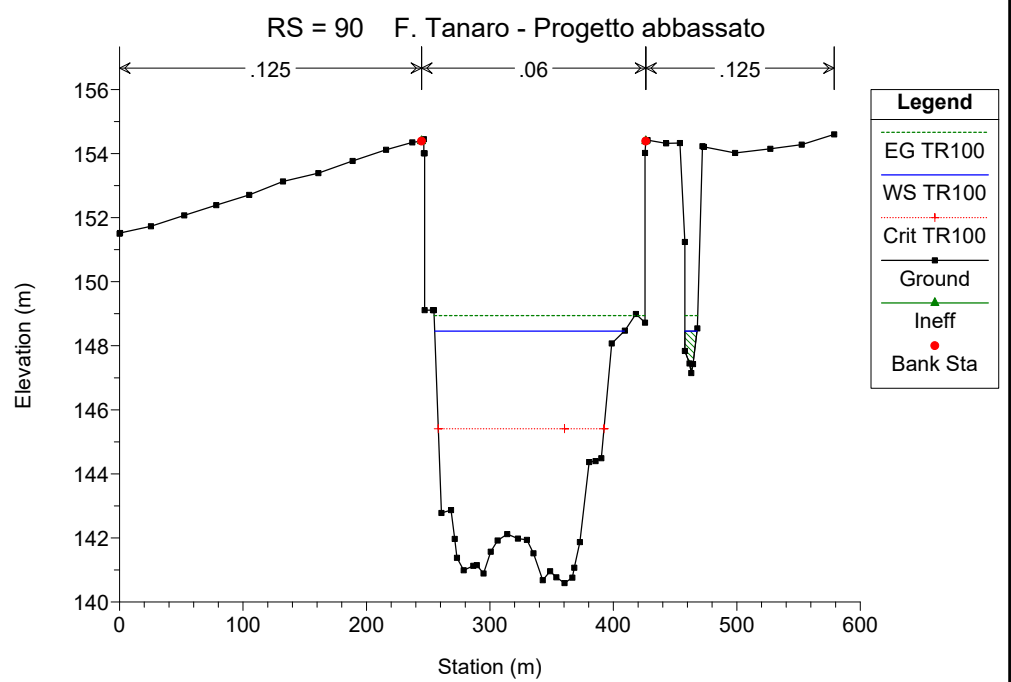
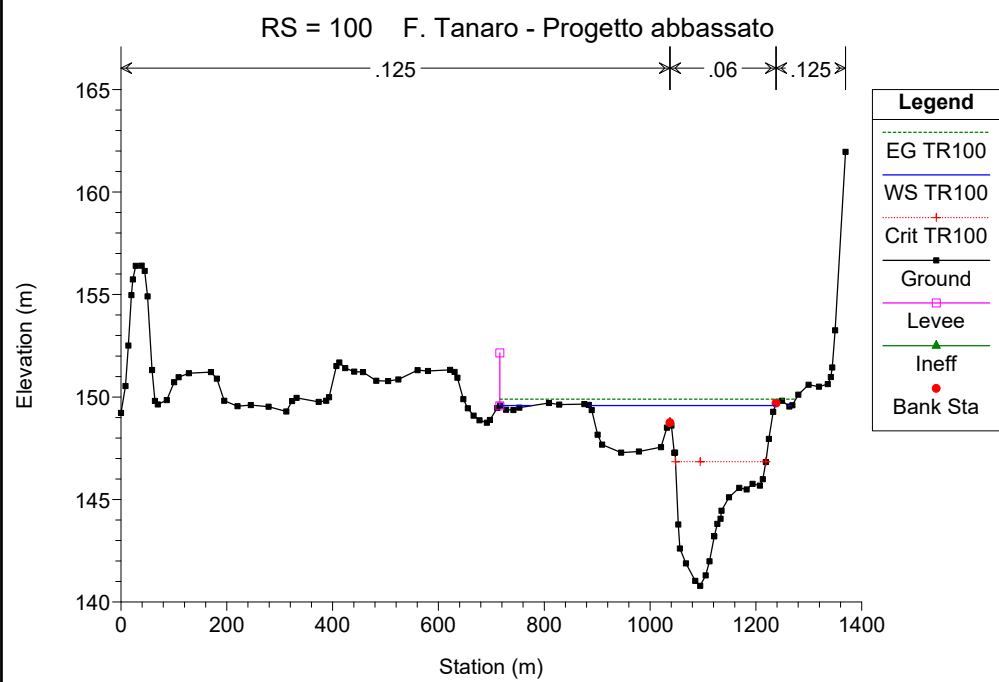
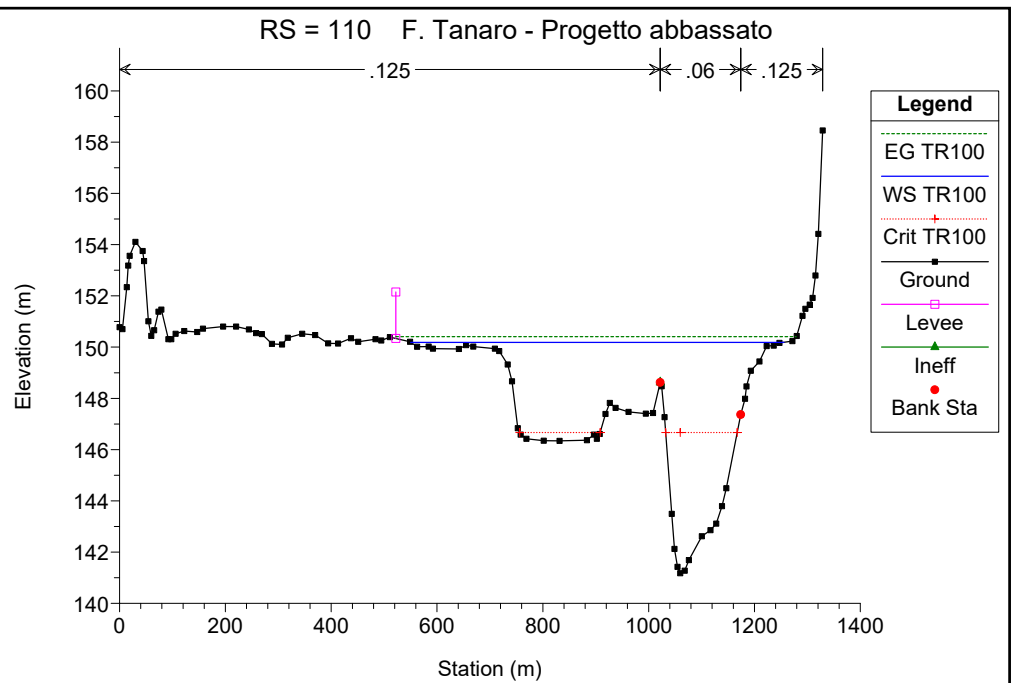
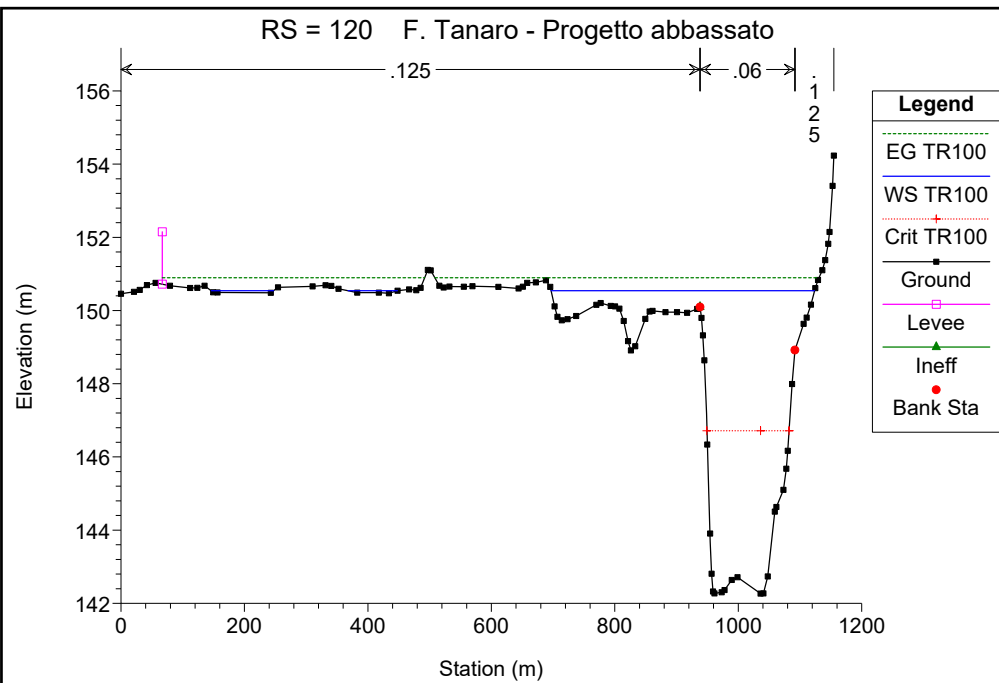




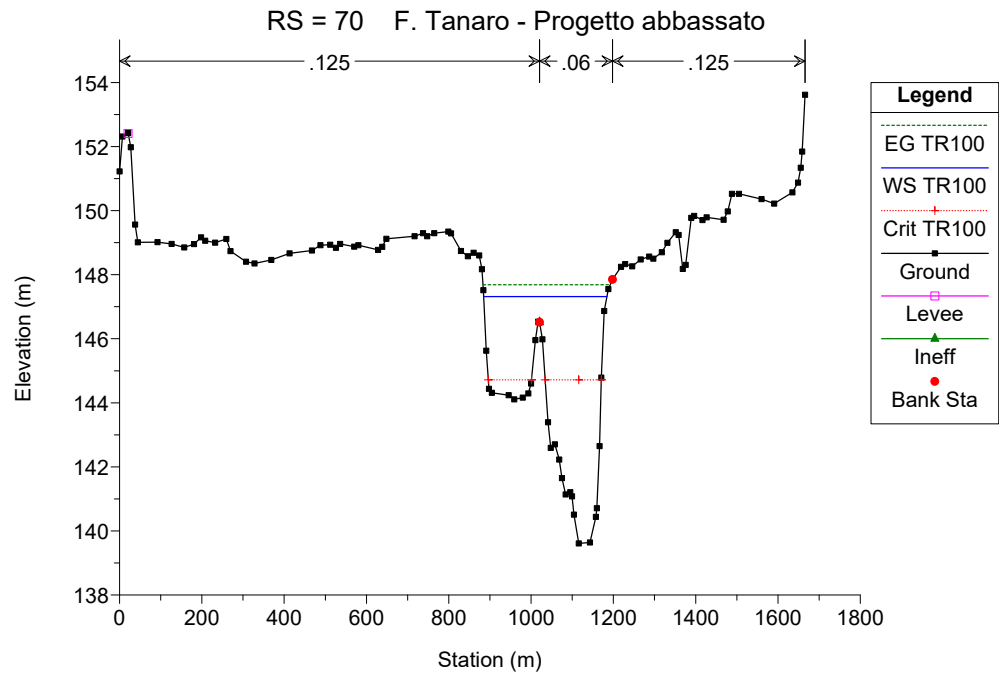
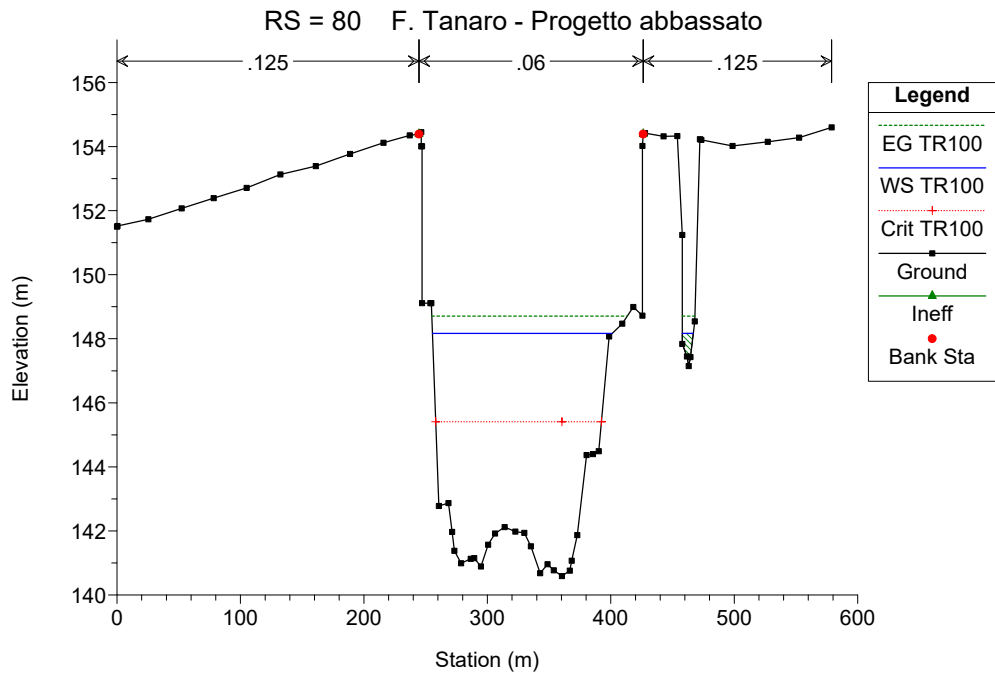
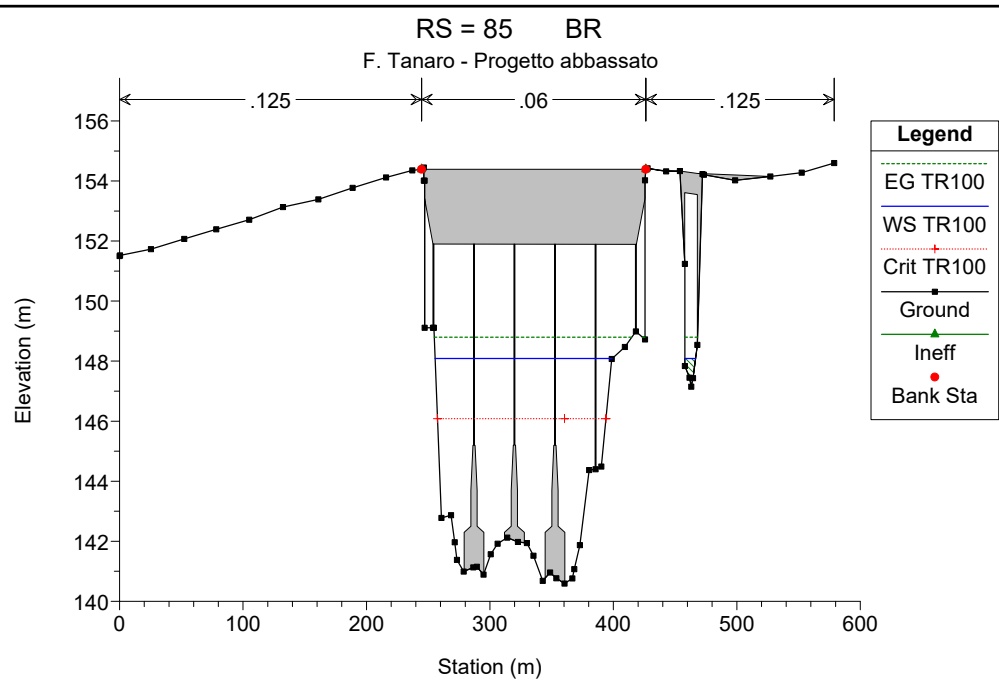
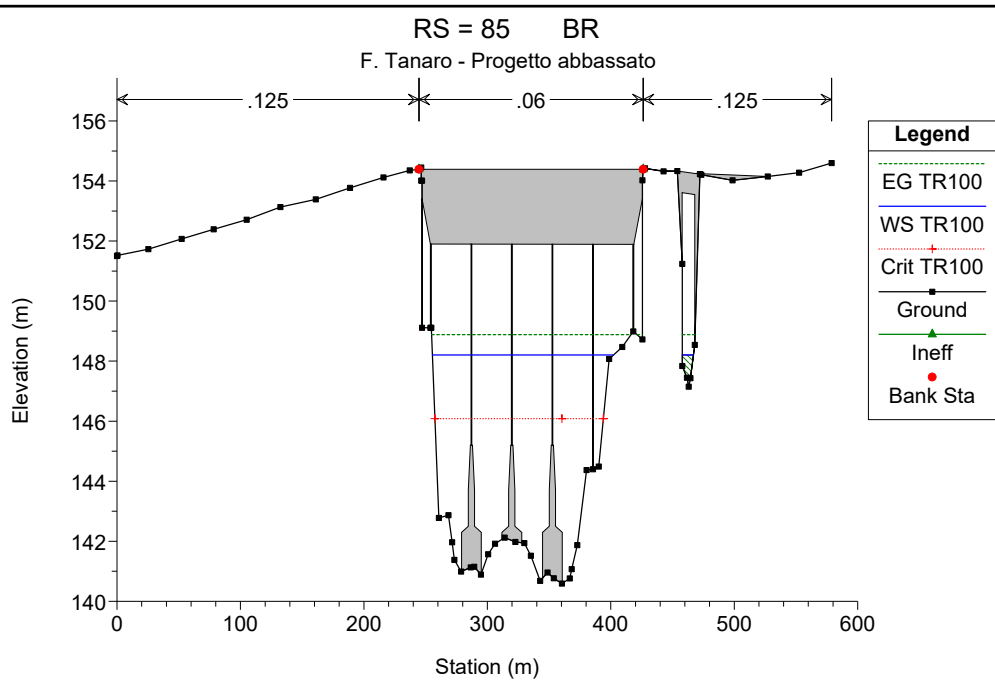


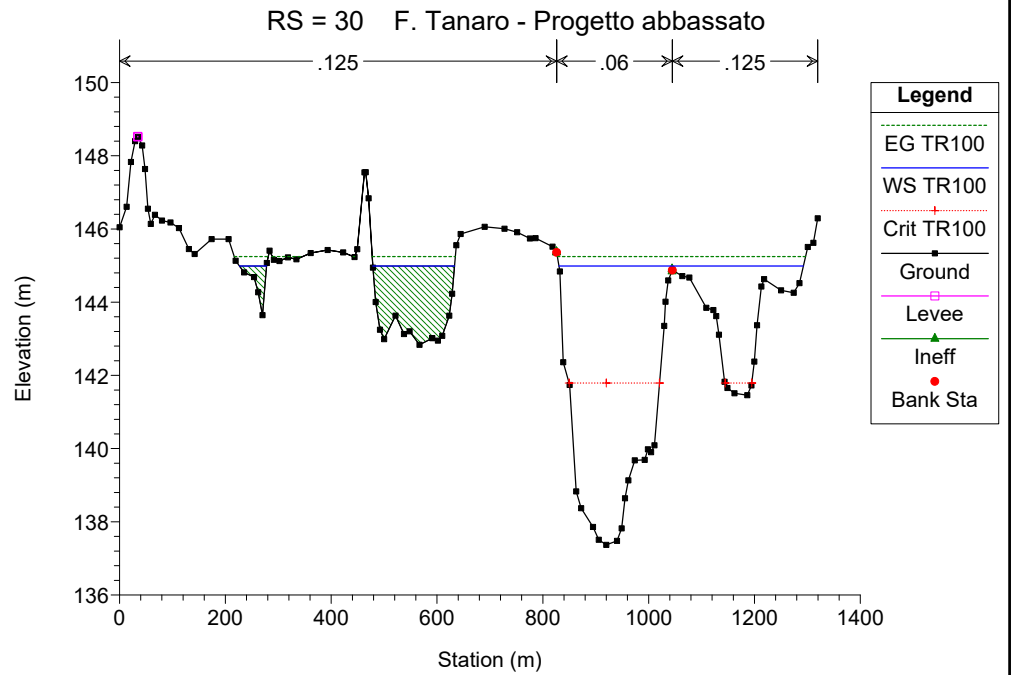
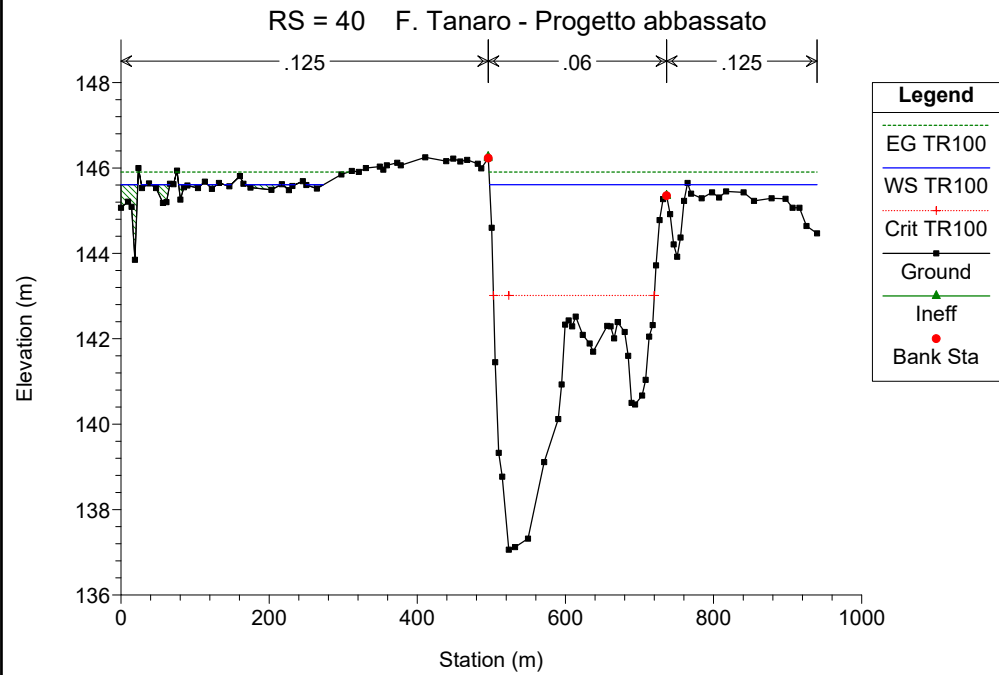
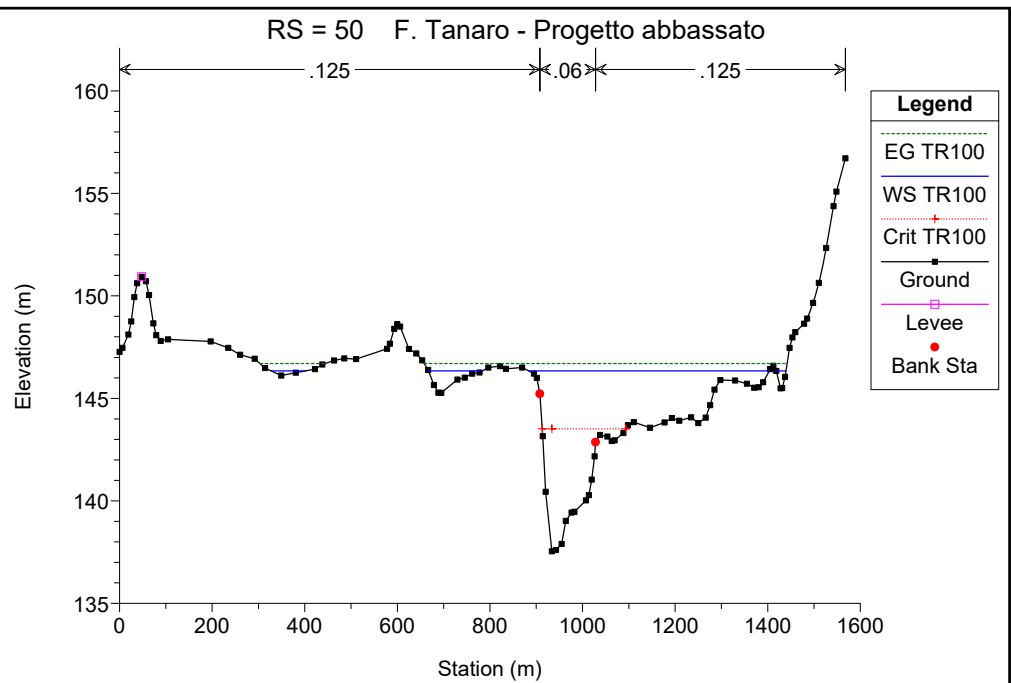
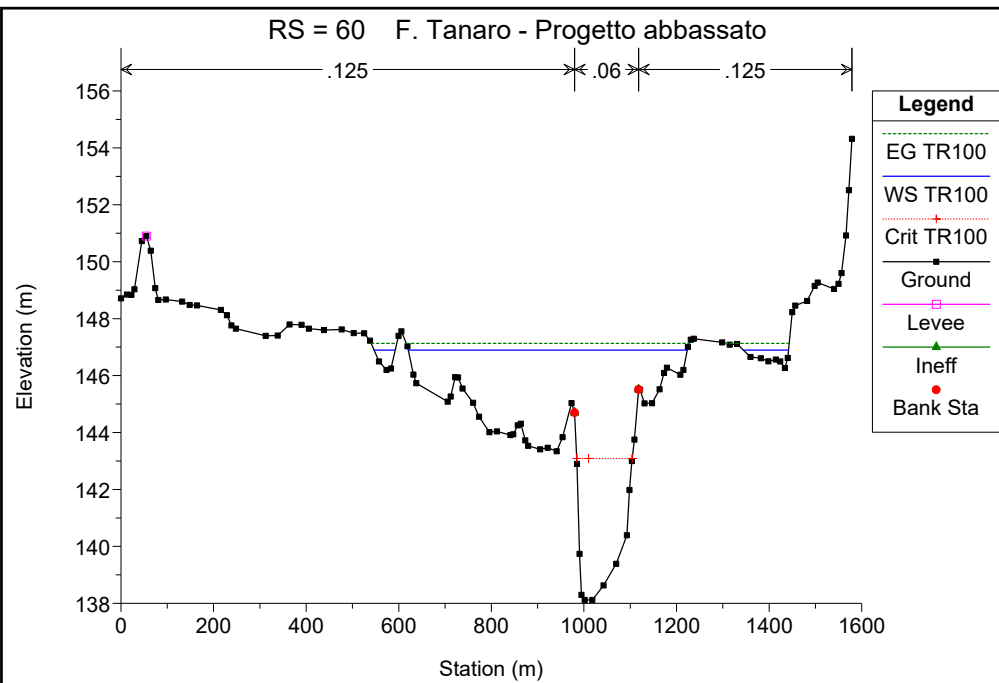




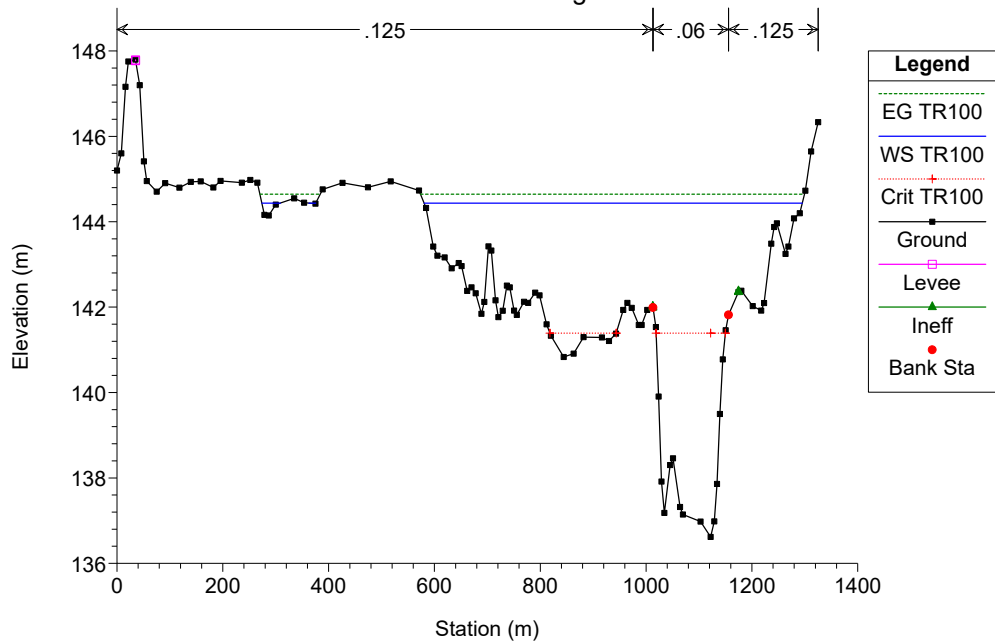




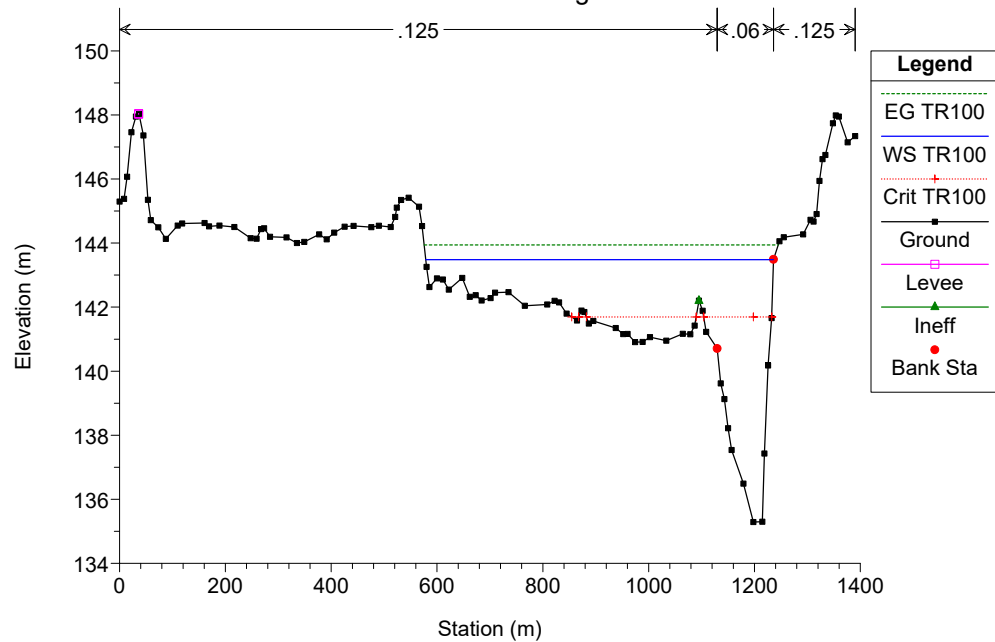




RS = 20 F. Tanaro - Progetto abbassato



RS = 10 F. Tanaro - Progetto abbassato



**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 1: SITUAZIONE DI PROGETTO CON SBARRAMENTO ABBASSATO**

**SIMULAZIONE 6**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	3093	200



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR200

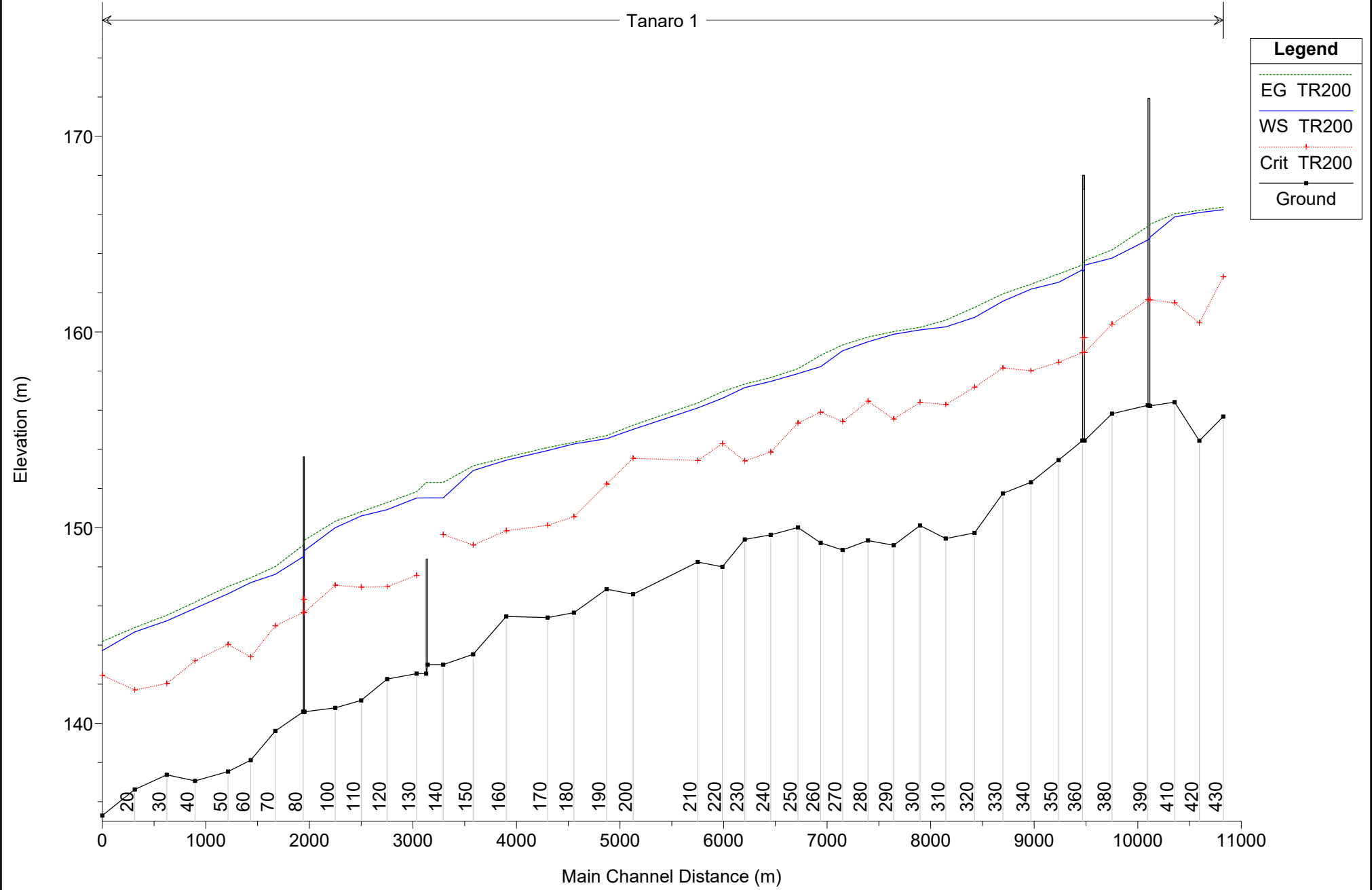
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR200	3093.00	155.68	166.24	162.82	166.38	0.001050	2.05	2919.18	665.82	0.24
1	420	TR200	3093.00	154.44	166.10	160.47	166.21	0.000585	1.69	3242.97	689.17	0.18
1	410	TR200	3093.00	156.41	165.88	161.49	166.04	0.001017	2.05	2475.35	545.00	0.24
1	400	TR200	3093.00	156.22	164.84	161.64	165.50	0.003599	3.69	963.21	175.73	0.43
1	395		Bridge									
1	390	TR200	3093.00	156.25	164.70	161.65	165.39	0.003847	3.77	939.73	174.96	0.44
1	380	TR200	3093.00	155.82	163.77	160.40	164.19	0.002498	2.88	1115.66	231.32	0.36
1	370	TR200	3093.00	154.45	163.41	158.94	163.64	0.001263	2.13	1449.92	207.14	0.26
1	365		Bridge									
1	360	TR200	3093.00	154.45	163.18	158.94	163.42	0.001407	2.21	1401.71	206.50	0.27
1	350	TR200	3093.00	153.45	162.54	158.45	162.96	0.002299	2.90	1106.55	272.86	0.35
1	340	TR200	3093.00	152.32	162.18	158.02	162.44	0.001403	2.26	1529.94	385.71	0.27
1	330	TR200	3093.00	151.75	161.57	158.15	161.95	0.002278	2.78	1365.59	433.78	0.34
1	320	TR200	3093.00	149.73	160.74	157.18	161.25	0.002676	3.41	1488.00	598.57	0.38
1	310	TR200	3093.00	149.44	160.26	156.29	160.60	0.001906	2.95	2140.22	822.62	0.32
1	300	TR200	3093.00	150.11	160.10	156.41	160.24	0.000921	1.92	2998.55	882.53	0.22
1	290	TR200	3093.00	149.10	159.88	155.55	160.02	0.000886	1.78	2552.77	797.01	0.22
1	280	TR200	3093.00	149.34	159.50	156.46	159.74	0.001562	2.46	2212.69	825.21	0.29
1	270	TR200	3093.00	148.86	159.04	155.42	159.33	0.001809	2.76	2009.16	788.02	0.31
1	260	TR200	3093.00	149.22	158.23	155.90	158.80	0.003415	3.62	1367.48	523.30	0.43
1	250	TR200	3093.00	150.01	157.87	155.34	158.12	0.002243	2.54	1985.20	561.46	0.34
1	240	TR200	3093.00	149.63	157.47	153.86	157.66	0.001332	2.17	2436.95	771.66	0.27
1	230	TR200	3093.00	149.40	157.16	153.41	157.34	0.001246	2.04	2167.80	679.39	0.26
1	220	TR200	3093.00	148.00	156.61	154.29	156.95	0.002555	2.90	1699.55	632.67	0.36
1	210	TR200	3093.00	148.24	156.12	153.43	156.37	0.002020	2.43	1963.05	759.53	0.32
1	200	TR200	3093.00	146.60	155.02	153.55	155.23	0.002008	2.55	2771.05	1082.88	0.32
1	190	TR200	3093.00	146.85	154.54	152.23	154.71	0.001906	2.11	2671.64	1163.60	0.30
1	180	TR200	3093.00	145.66	154.28	150.56	154.36	0.000757	1.43	3594.01	1437.38	0.19
1	170	TR200	3093.00	145.40	153.94	150.12	154.10	0.001441	1.91	2695.51	1338.51	0.27
1	160	TR200	3093.00	145.46	153.44	149.84	153.59	0.001198	1.84	2775.61	1387.82	0.25
1	150	TR200	3093.00	143.53	152.92	149.12	153.16	0.001545	2.33	2359.37	1341.81	0.28
1	140	TR200	3093.00	143.00	151.52	149.64	152.31	0.006460	3.96	879.07	638.54	0.56
1	135		Inl Struct									
1	130	TR200	3093.00	142.54	151.51	147.56	151.84	0.001866	2.58	1761.00	1192.14	0.31
1	120	TR200	3093.00	142.27	150.92	146.98	151.28	0.002029	2.74	1566.27	1049.16	0.33
1	110	TR200	3093.00	141.17	150.60	146.96	150.81	0.001452	2.30	2331.60	760.13	0.28
1	100	TR200	3093.00	140.79	150.00	147.06	150.32	0.002584	2.62	1533.82	561.61	0.36
1	90	TR200	3093.00	140.59	148.83	145.66	149.36	0.003672	3.23	958.35	173.86	0.43
1	85		Bridge									
1	80	TR200	3093.00	140.59	148.51	145.66	149.10	0.004076	3.40	908.92	164.96	0.45

HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR200 (Continued)

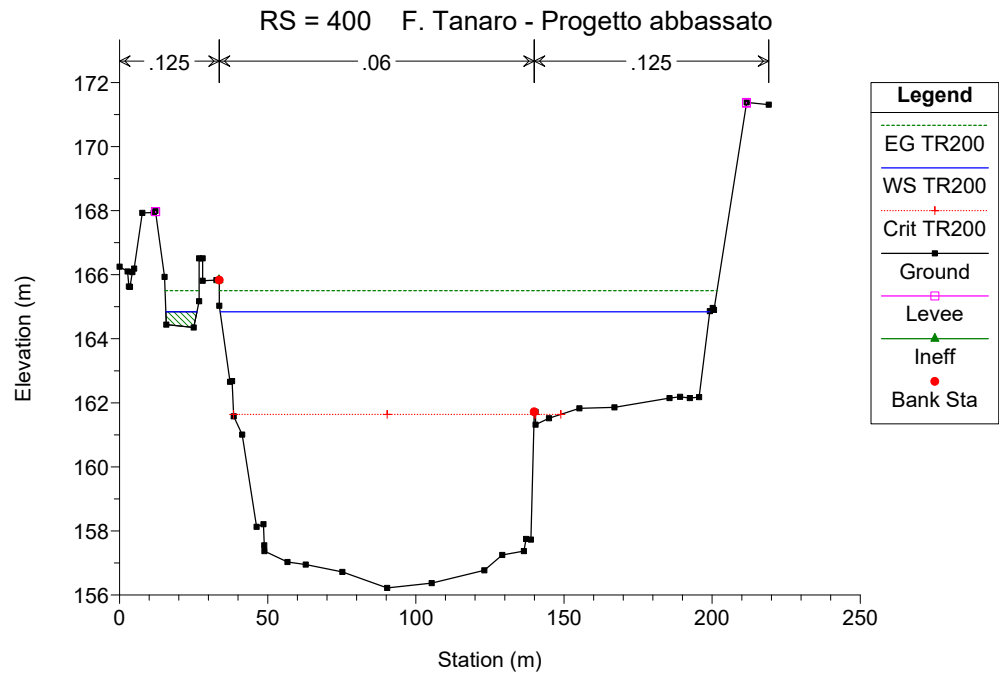
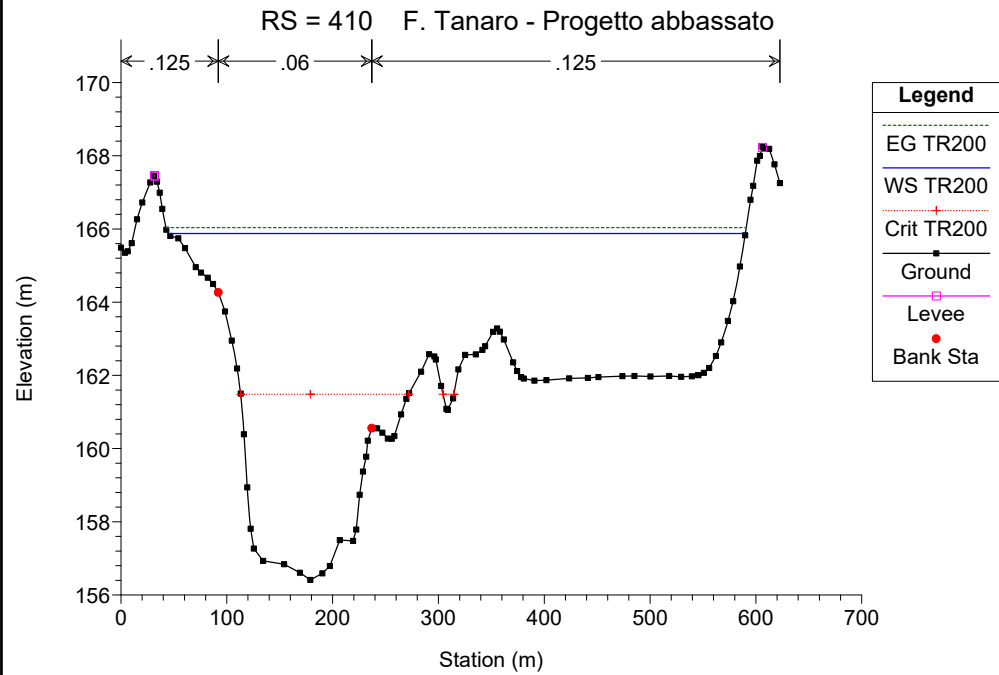
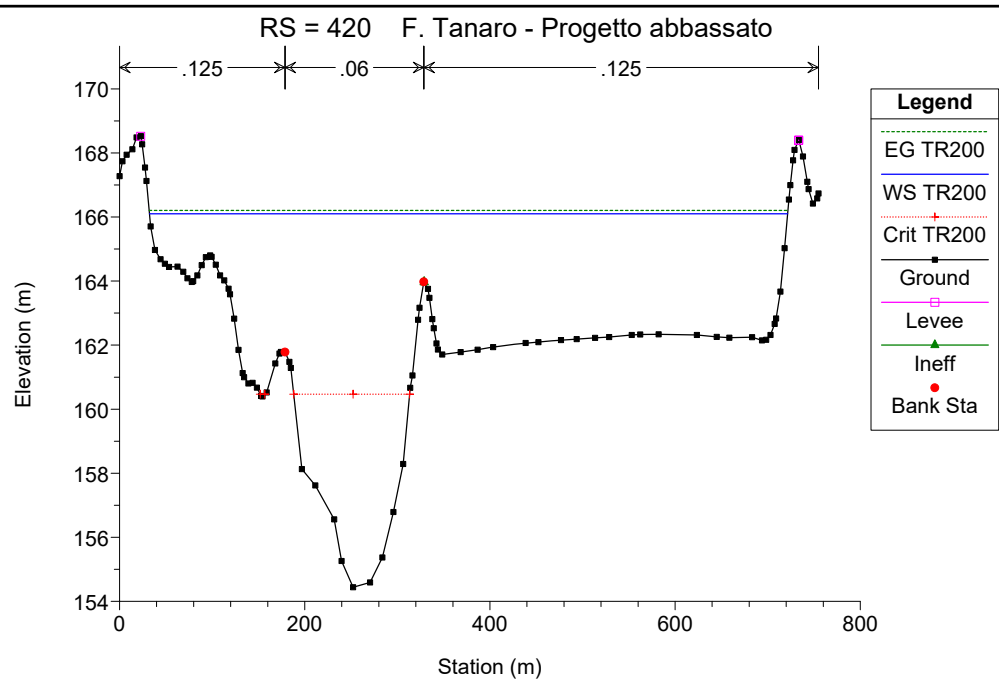
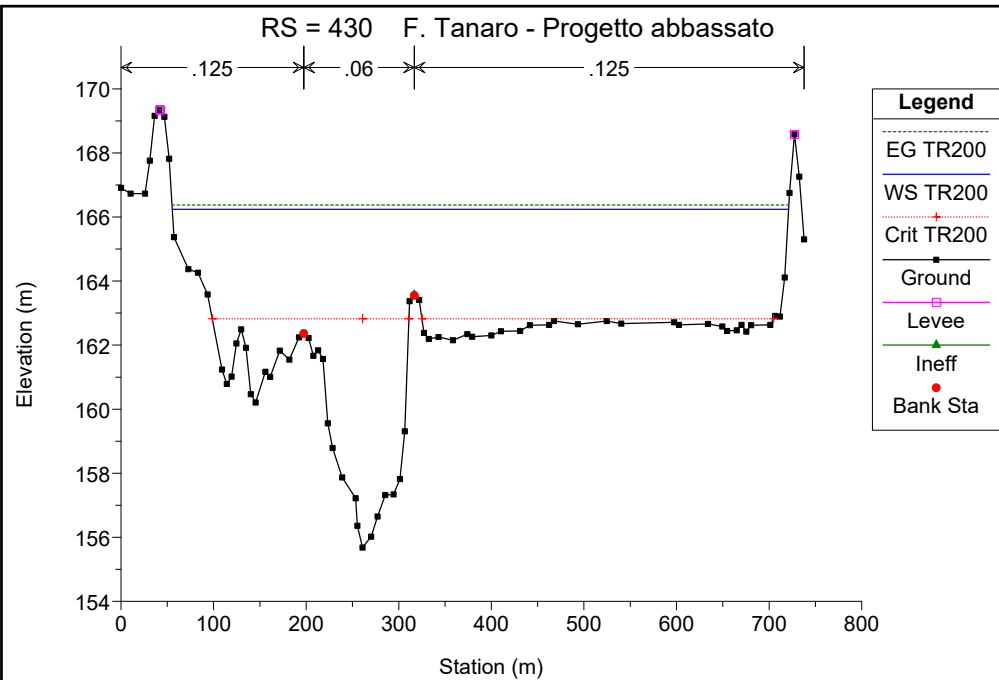
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR200	3093.00	139.61	147.61	144.99	148.01	0.003378	2.96	1319.90	306.40	0.41
1	60	TR200	3093.00	138.12	147.19	143.39	147.44	0.001559	2.44	2198.57	829.55	0.29
1	50	TR200	3093.00	137.54	146.62	144.03	146.99	0.002467	2.99	1858.74	910.31	0.36
1	40	TR200	3093.00	137.06	145.88	143.20	146.20	0.002704	2.52	1352.03	742.04	0.36
1	30	TR200	3093.00	137.37	145.24	142.04	145.52	0.002235	2.43	1590.56	747.14	0.33
1	20	TR200	3093.00	136.62	144.67	141.71	144.89	0.001725	2.41	2355.92	842.89	0.30
1	10	TR200	3093.00	135.29	143.72	142.45	144.19	0.004002	3.49	1701.00	663.33	0.45

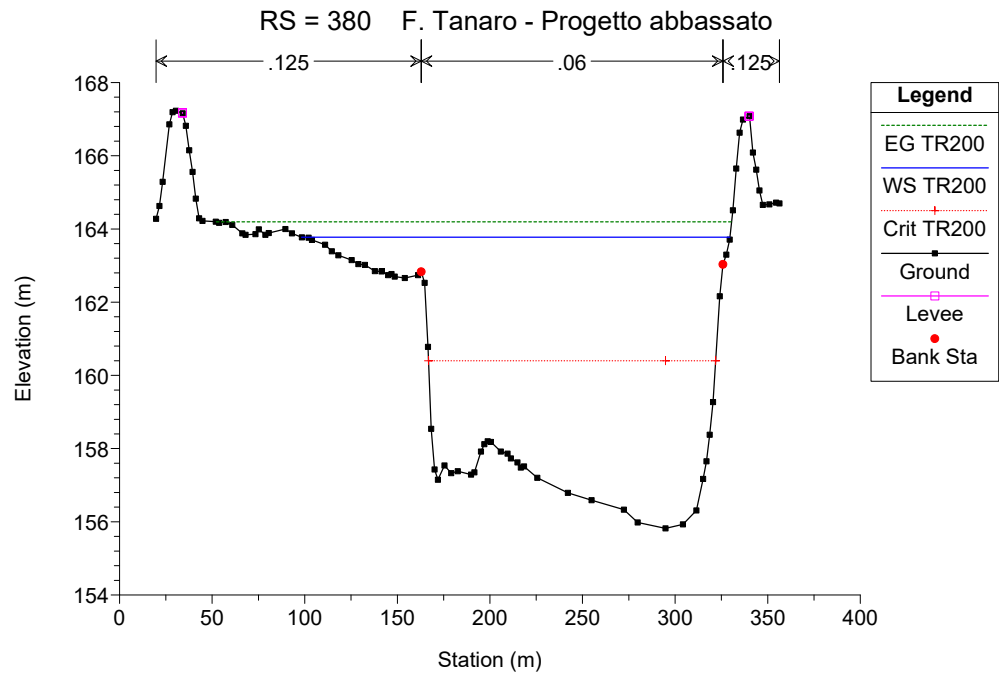
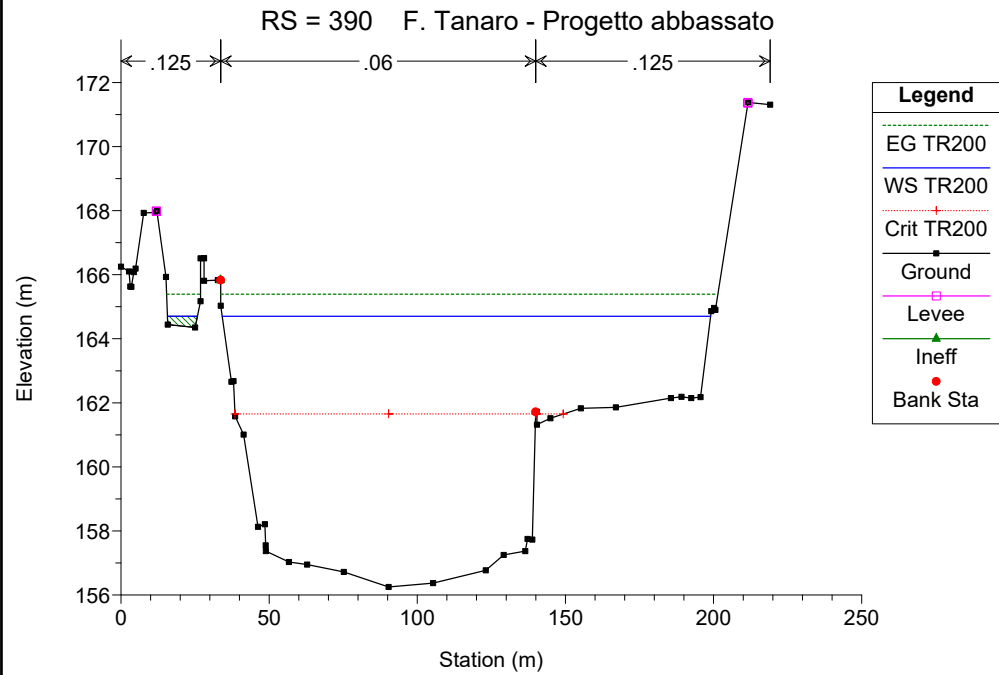
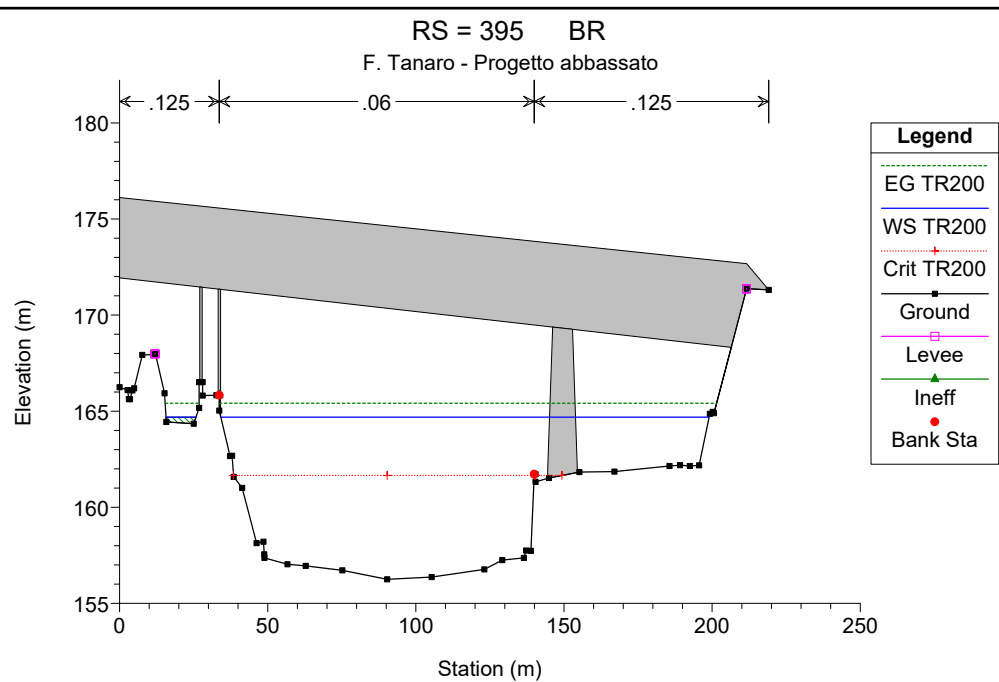
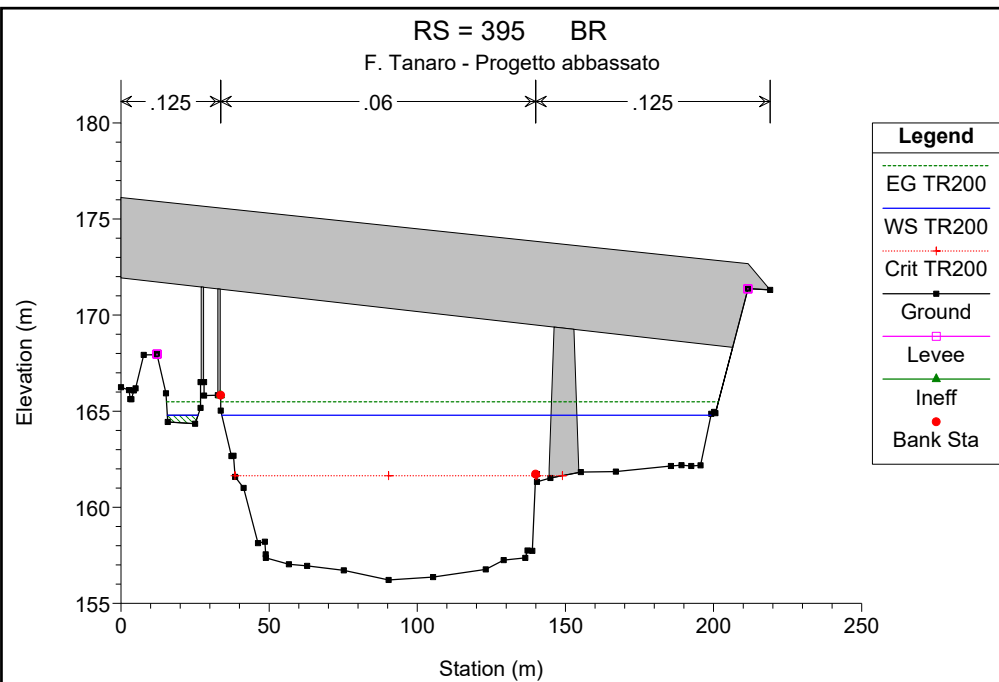
# F. Tanaro - Progetto abbassato

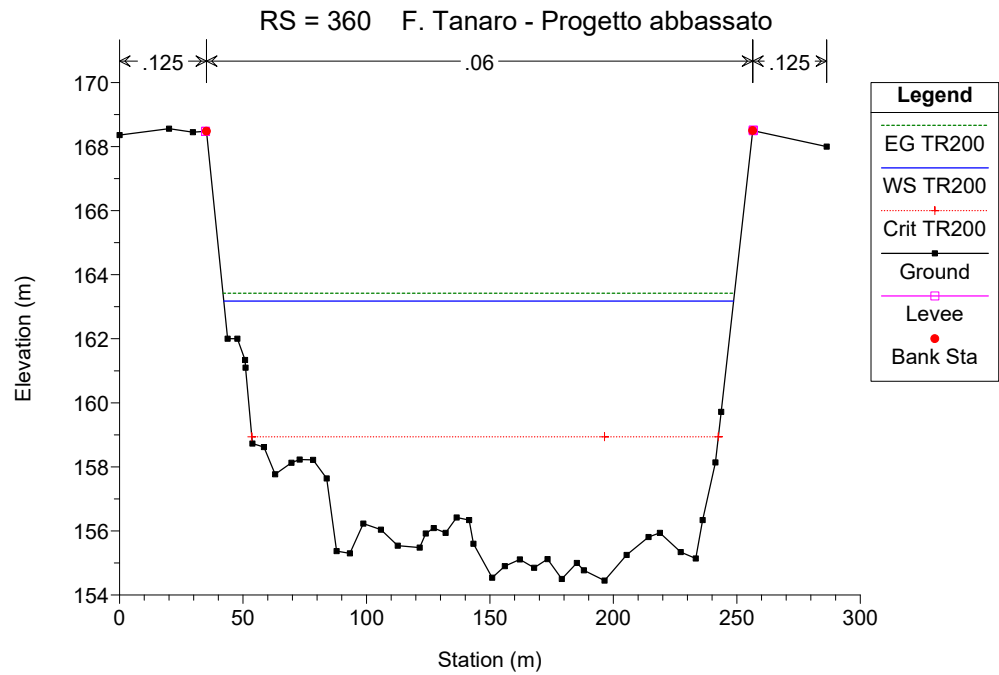
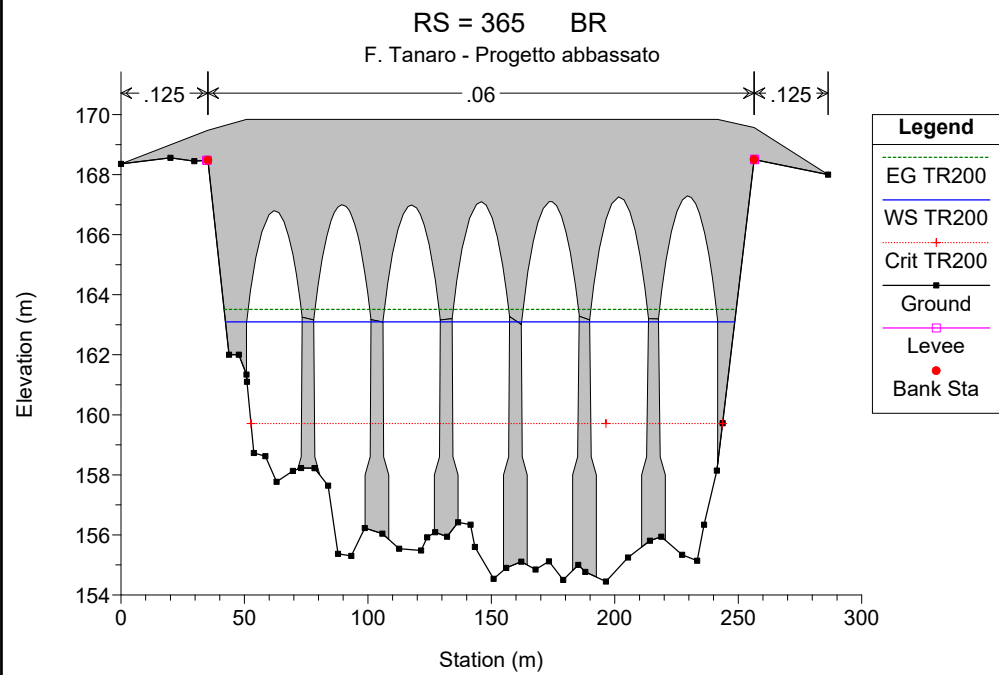
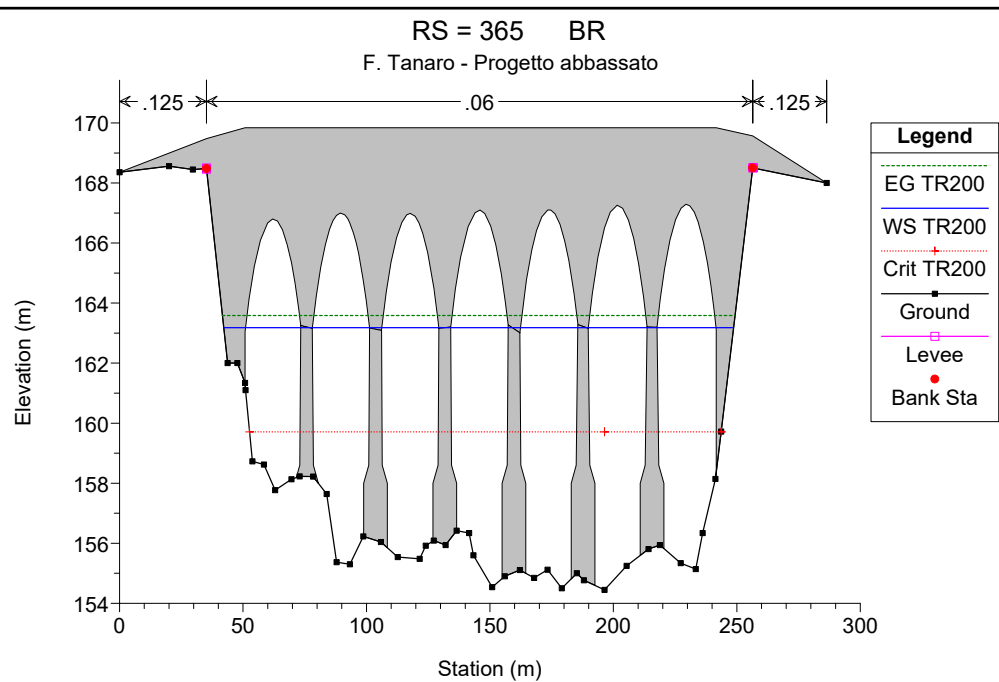
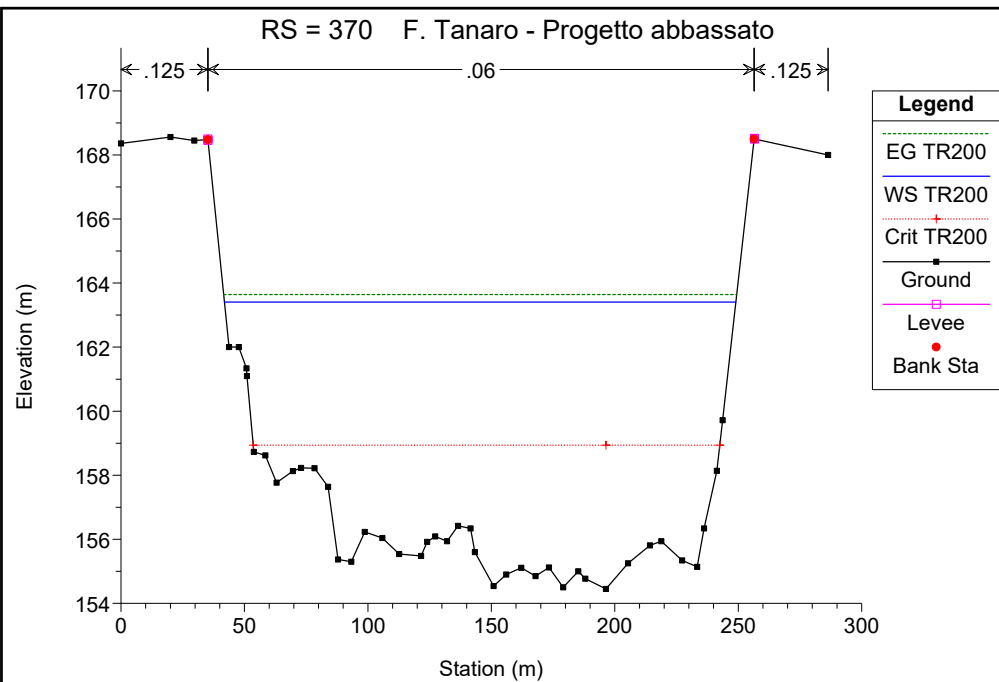
Tanaro 1

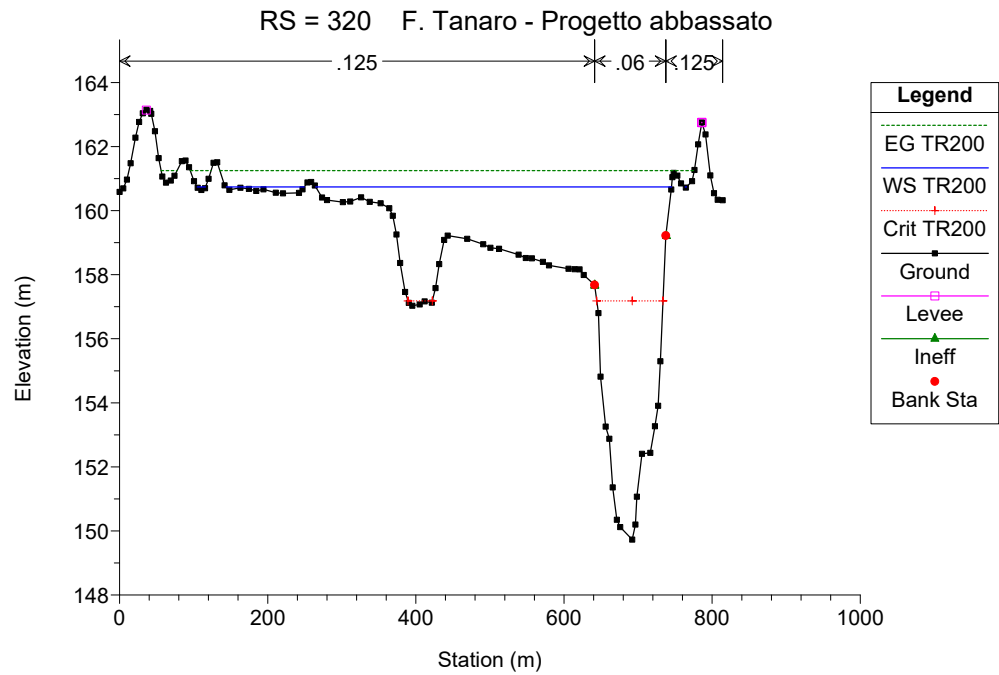
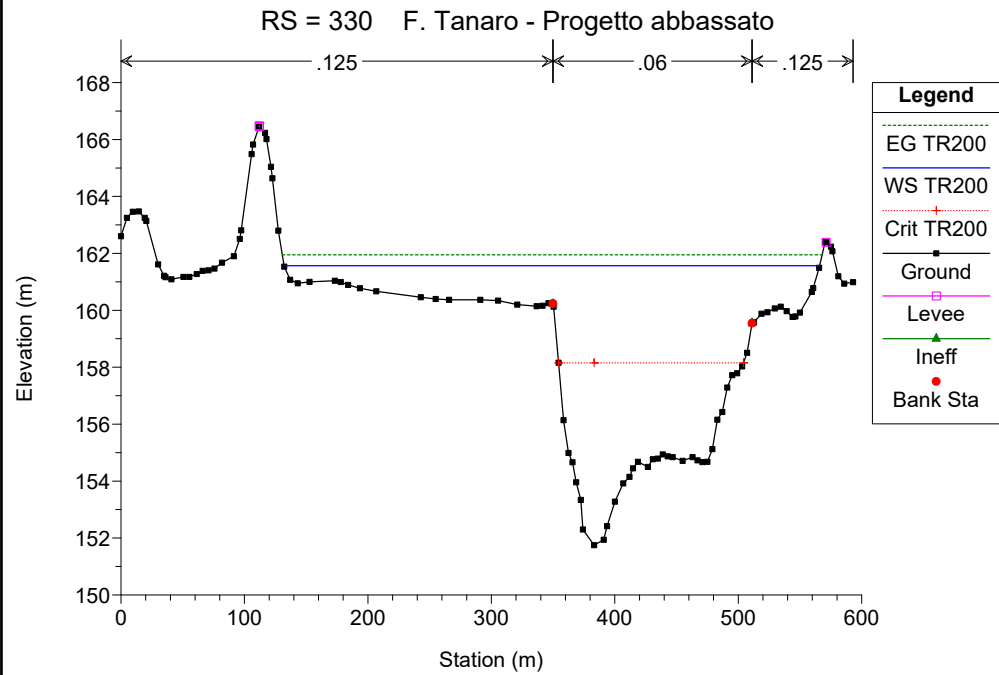
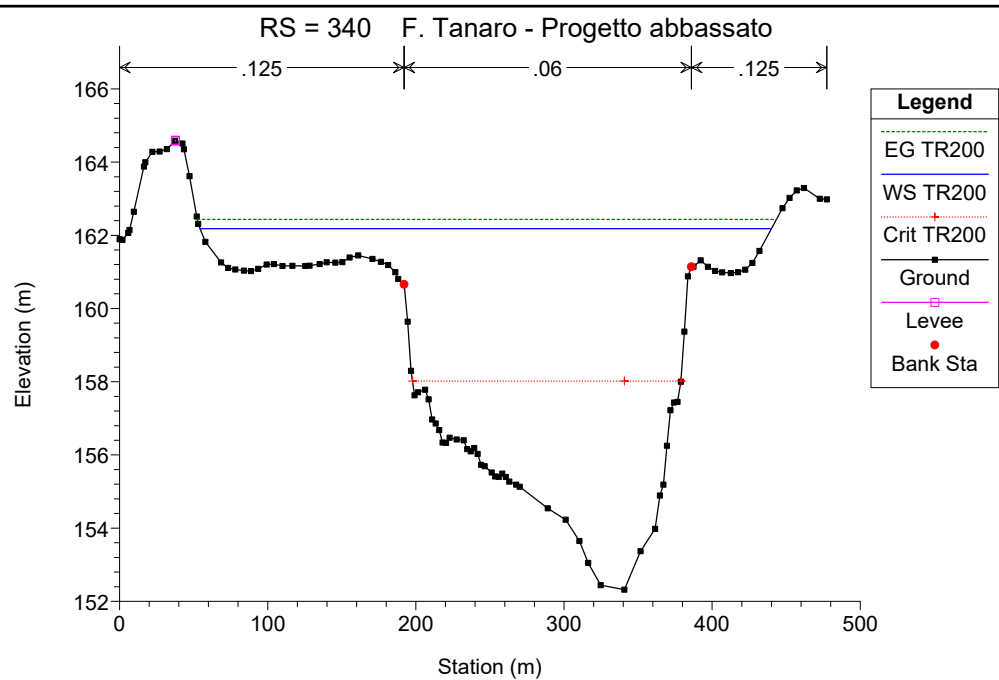
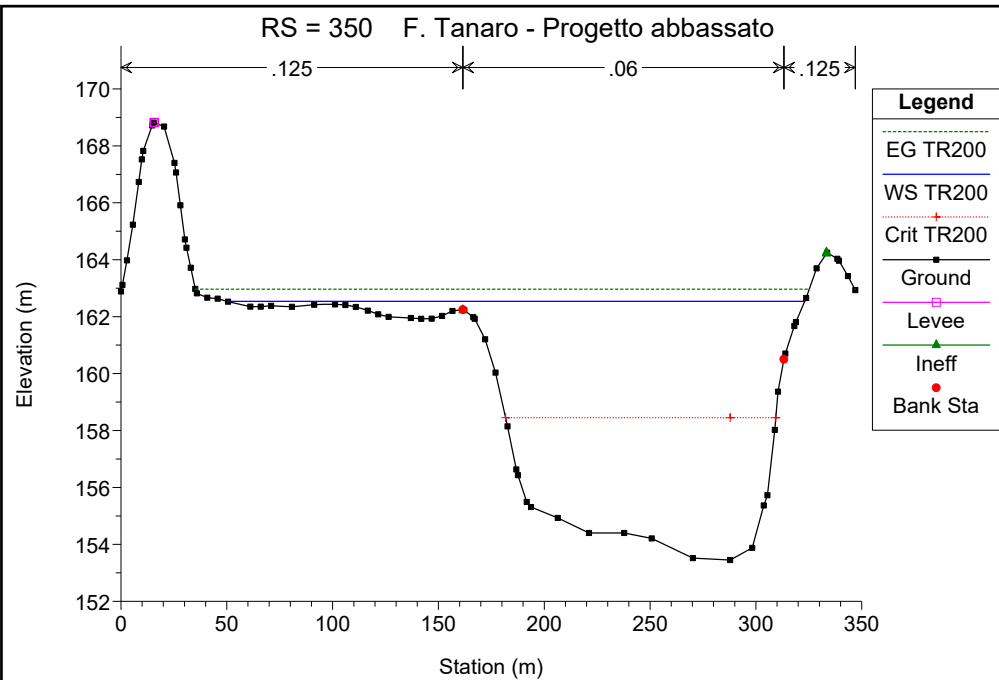


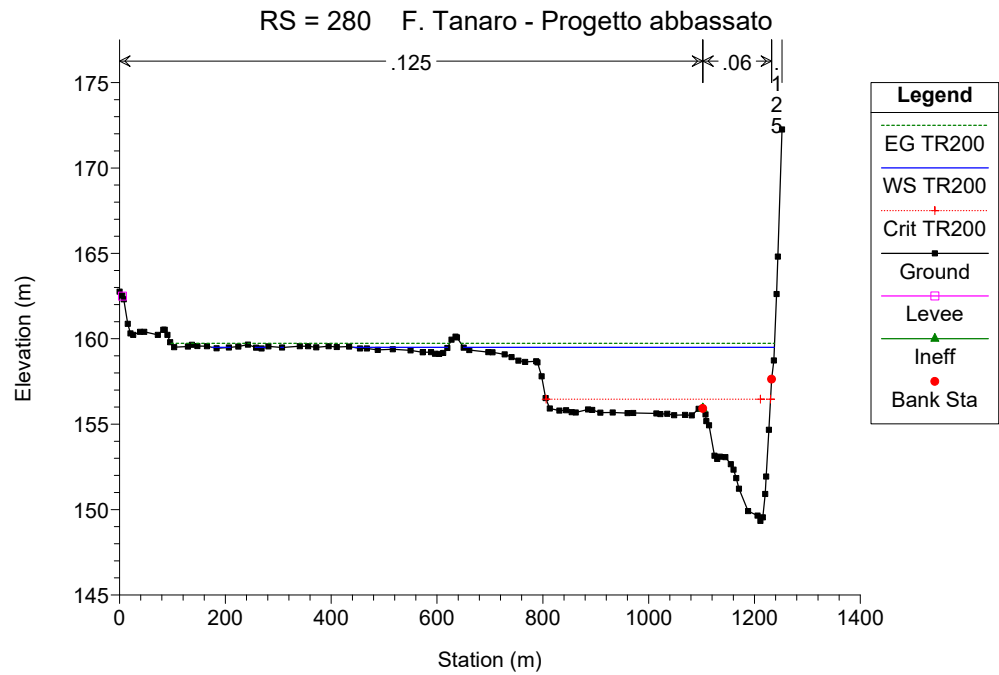
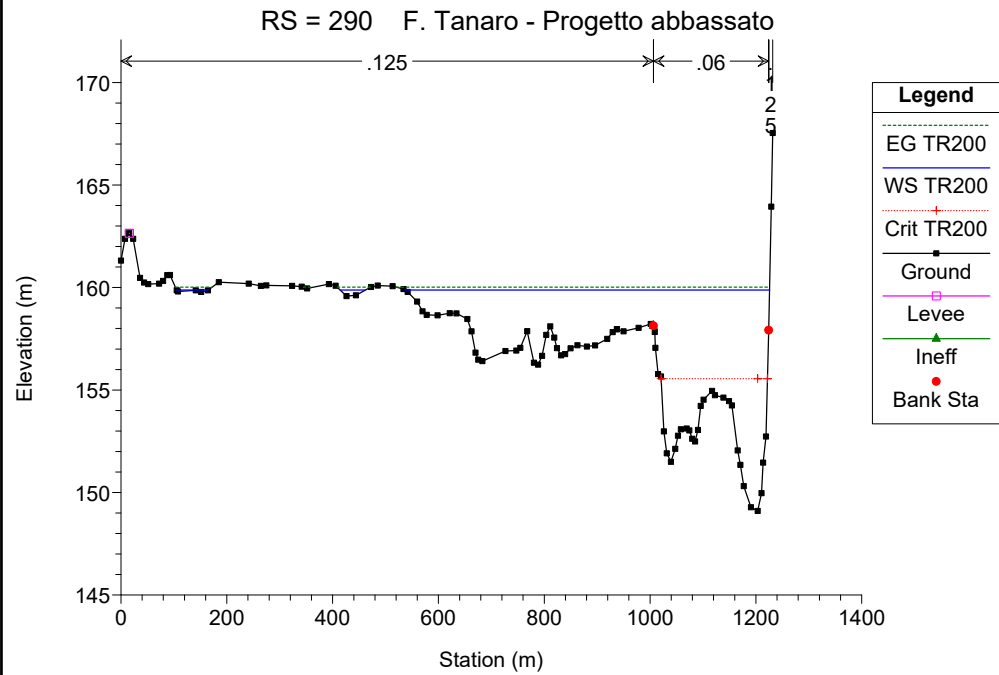
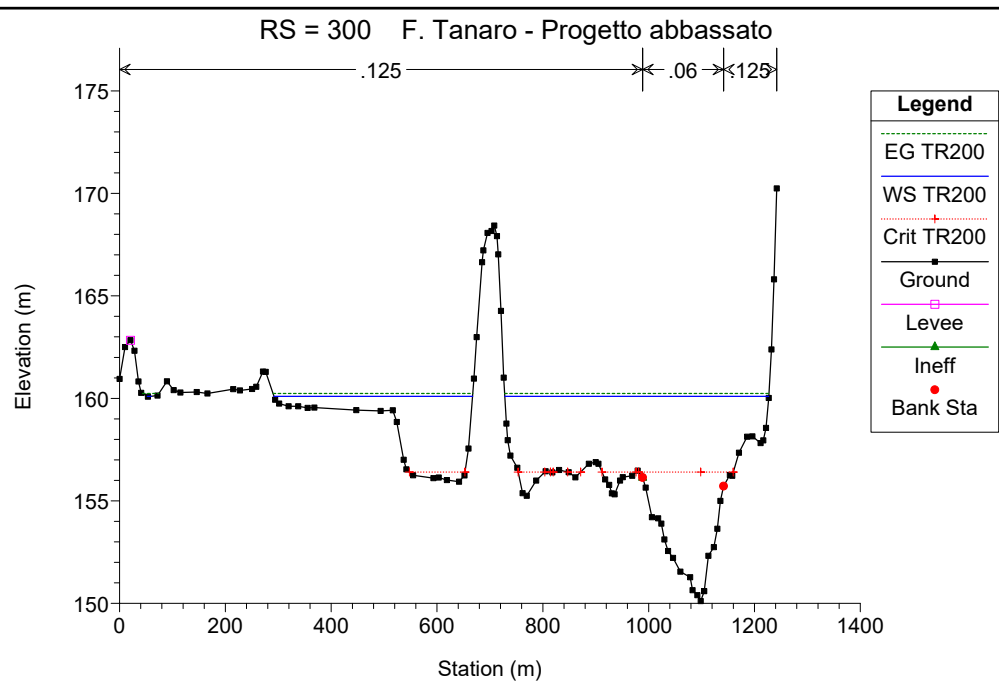
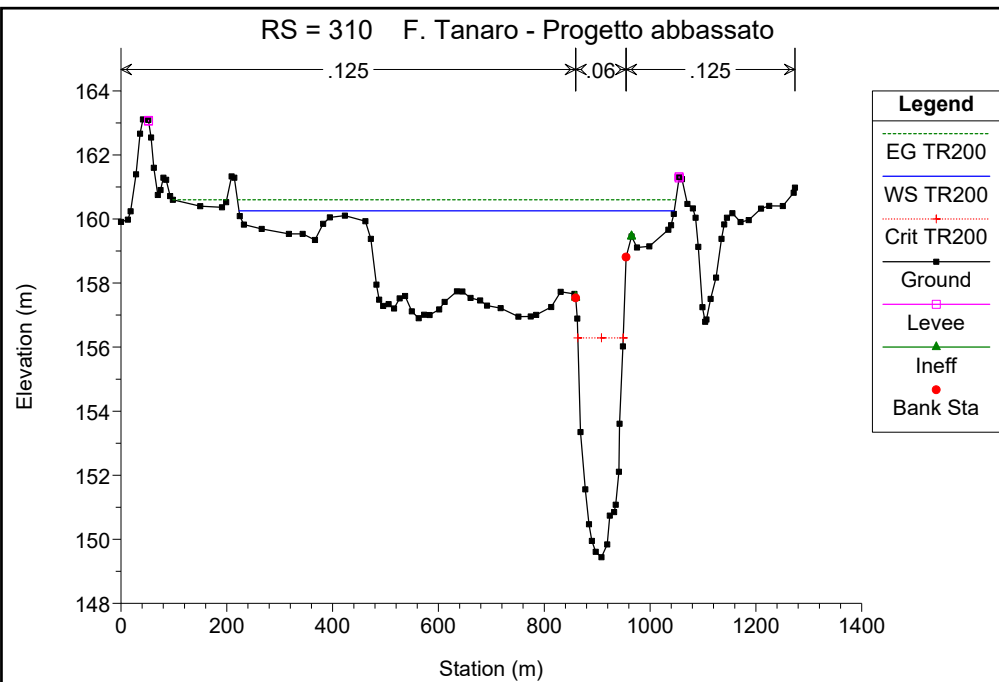


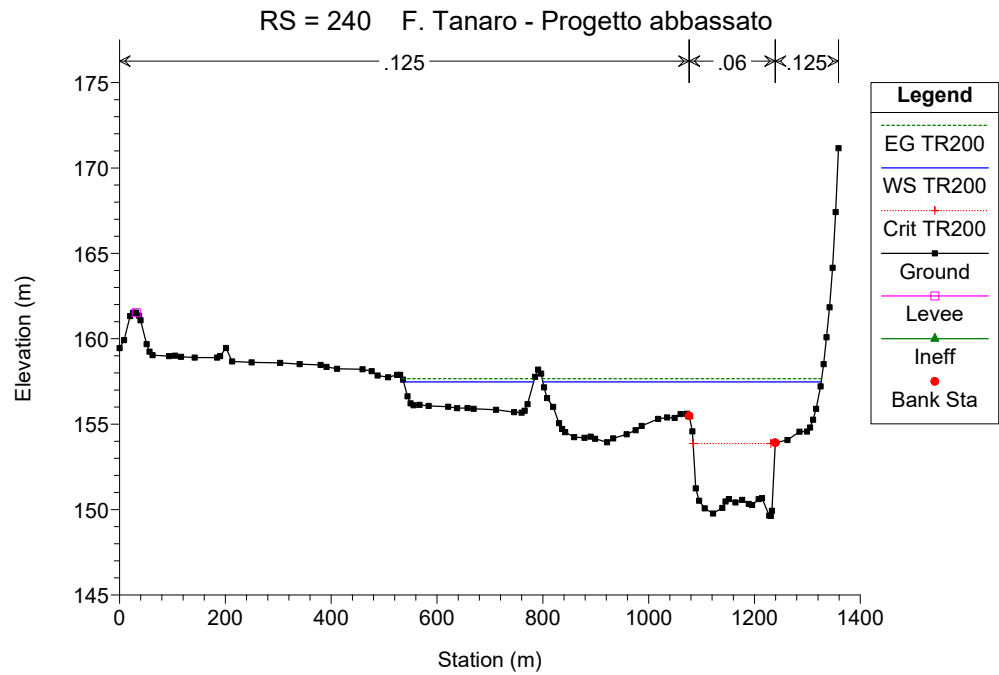
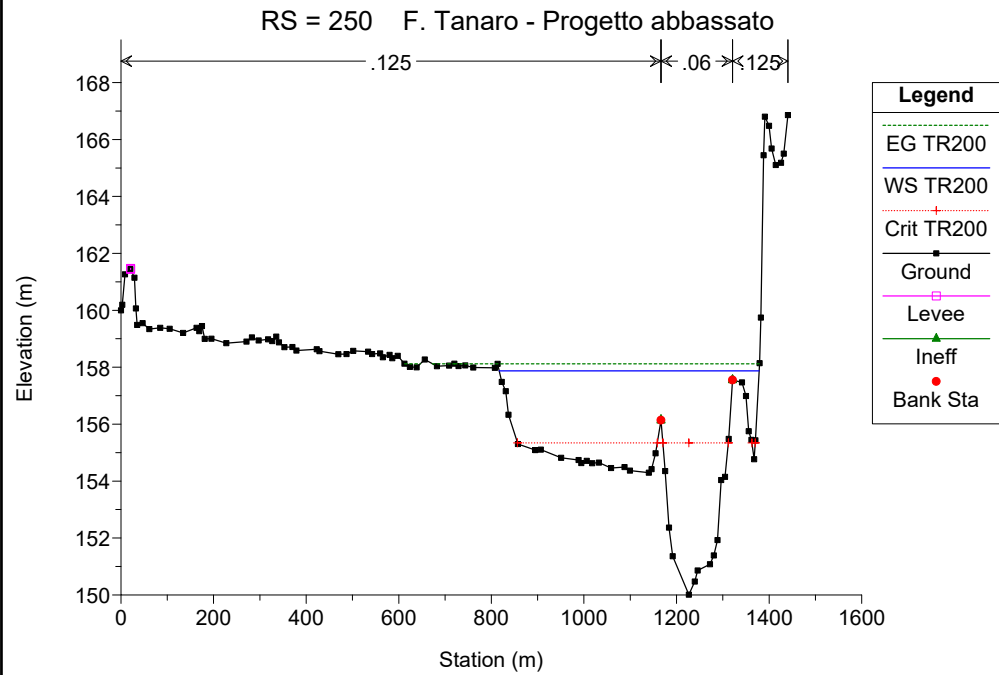
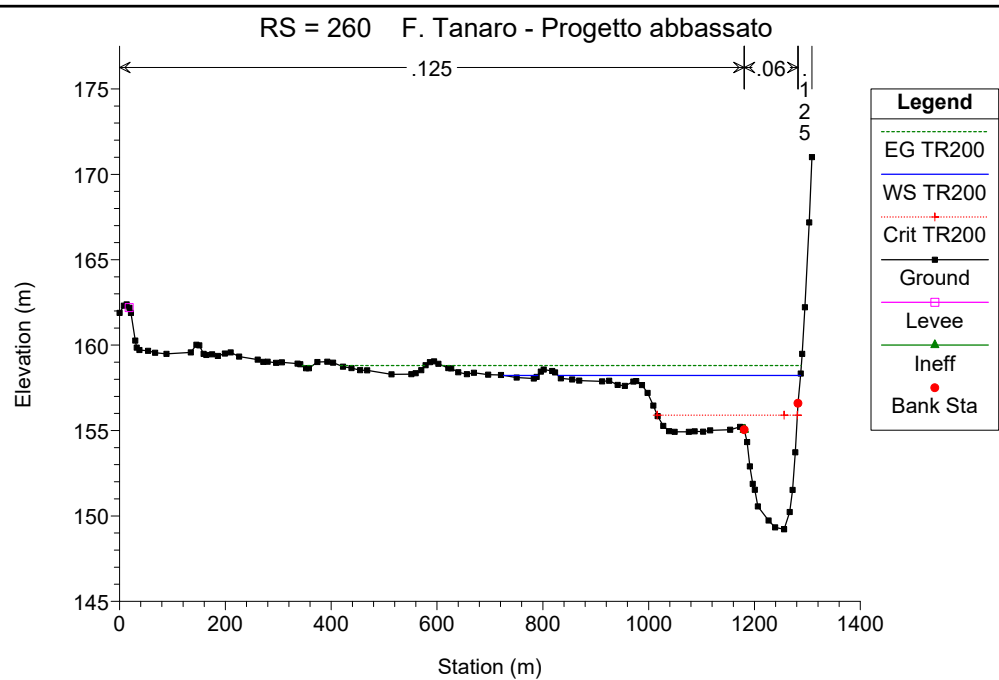
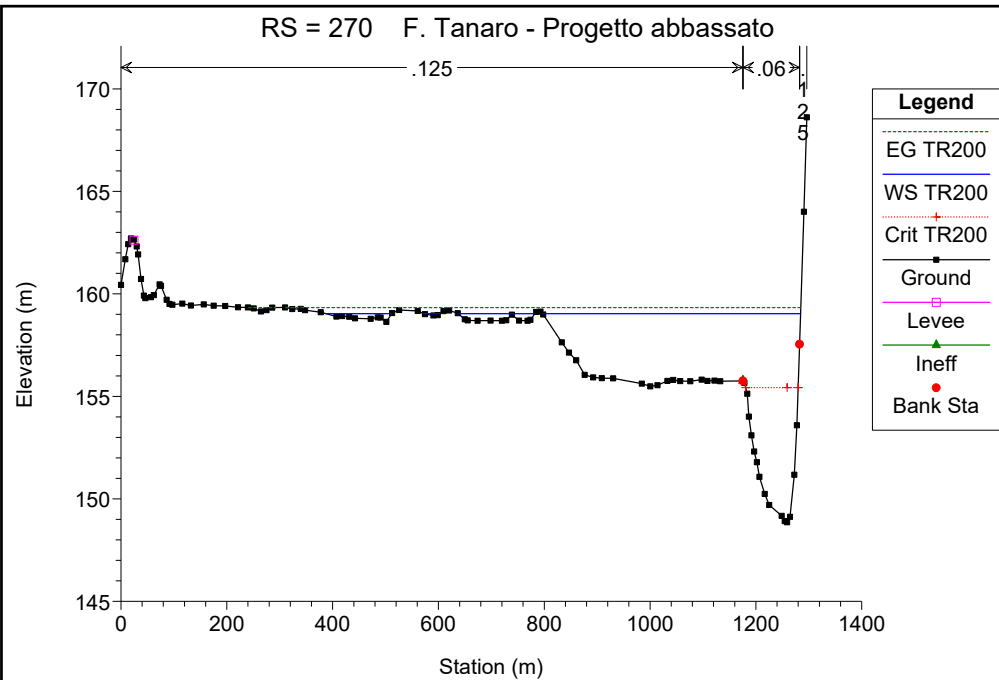


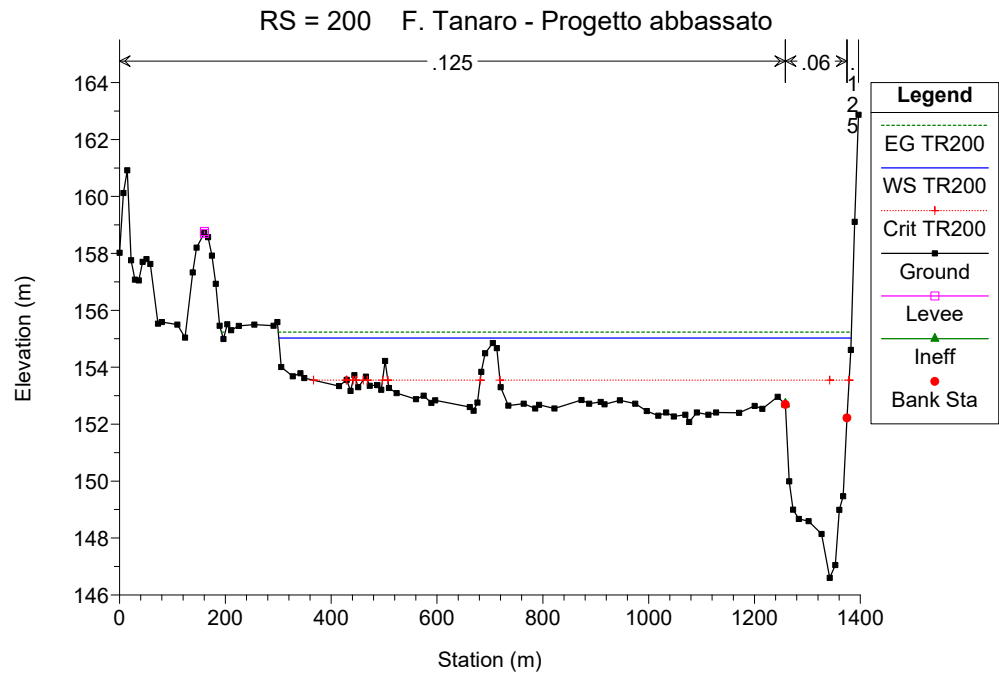
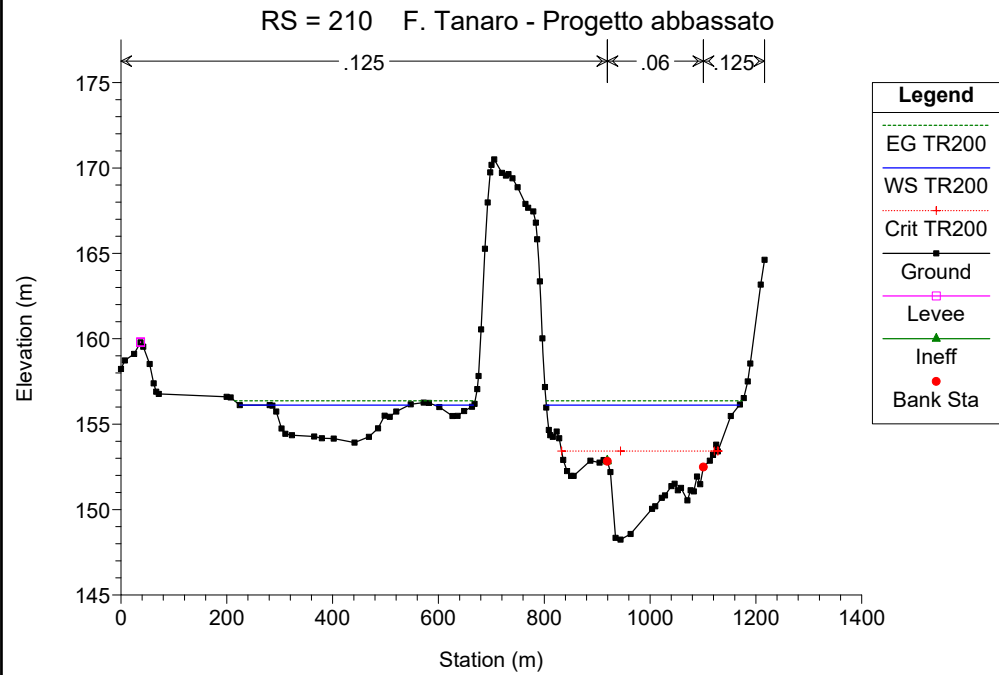
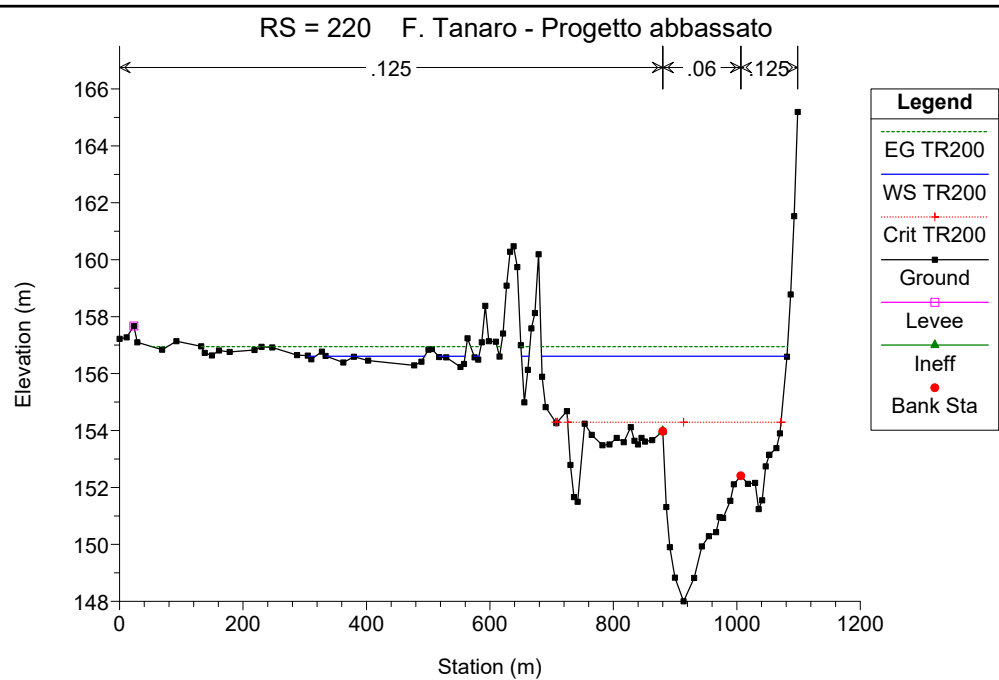
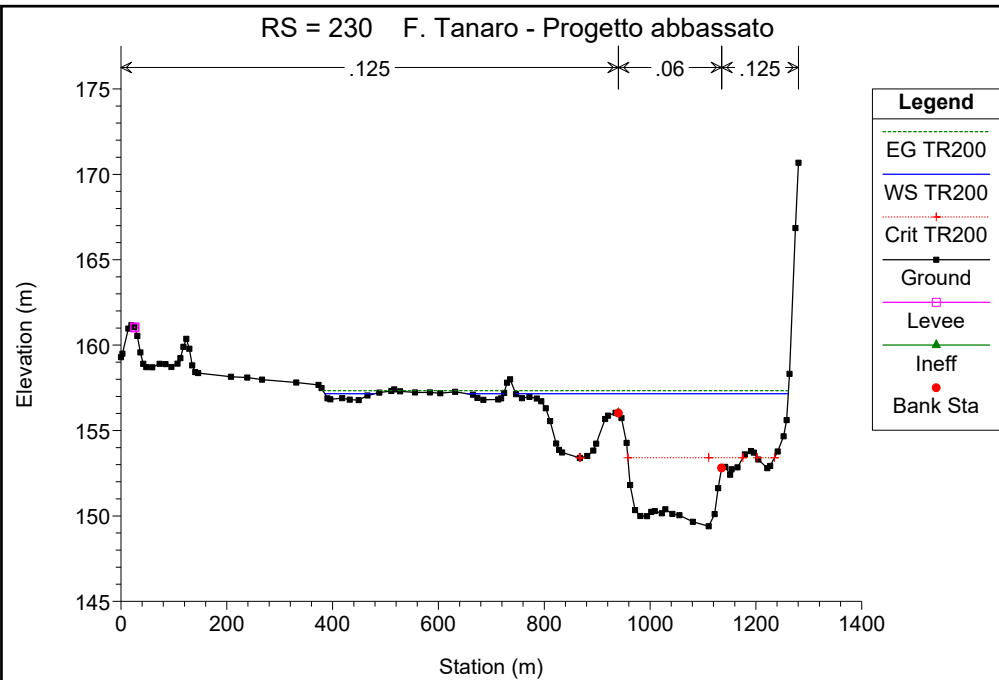


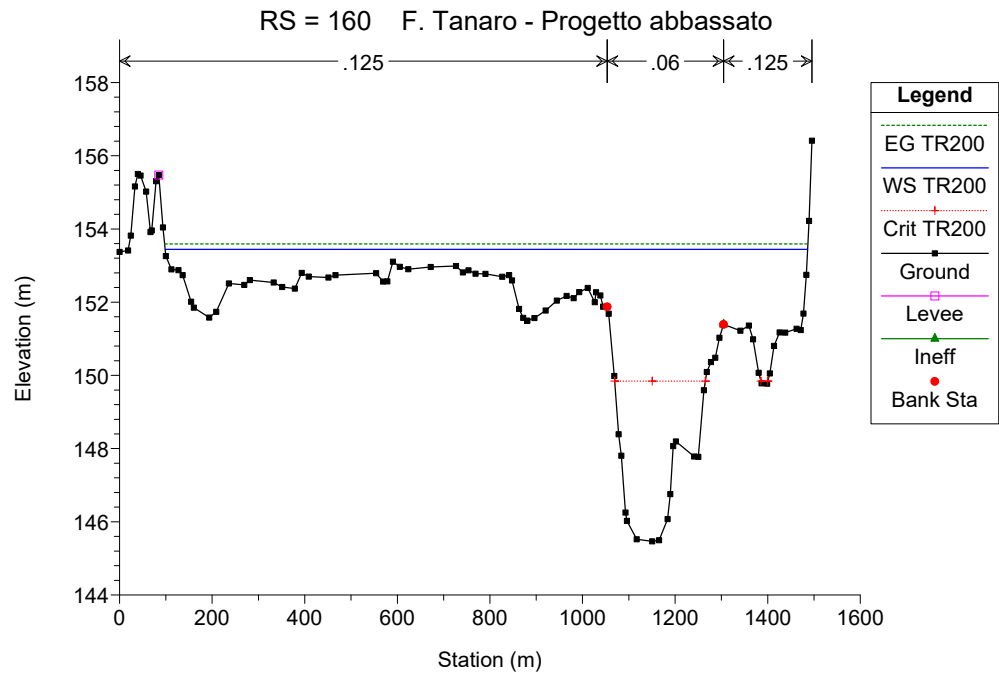
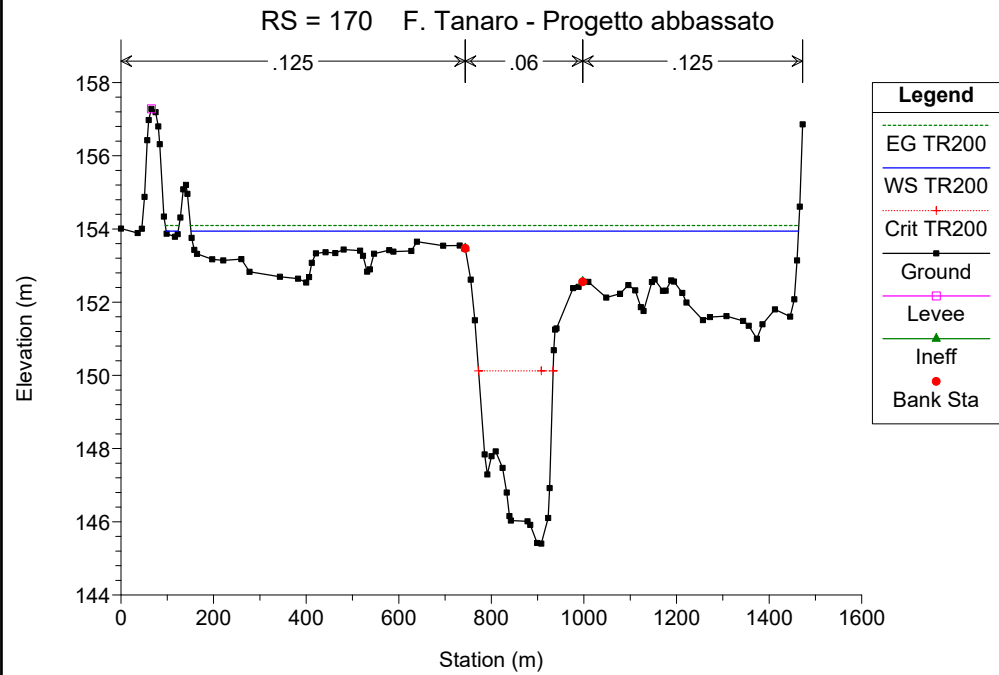
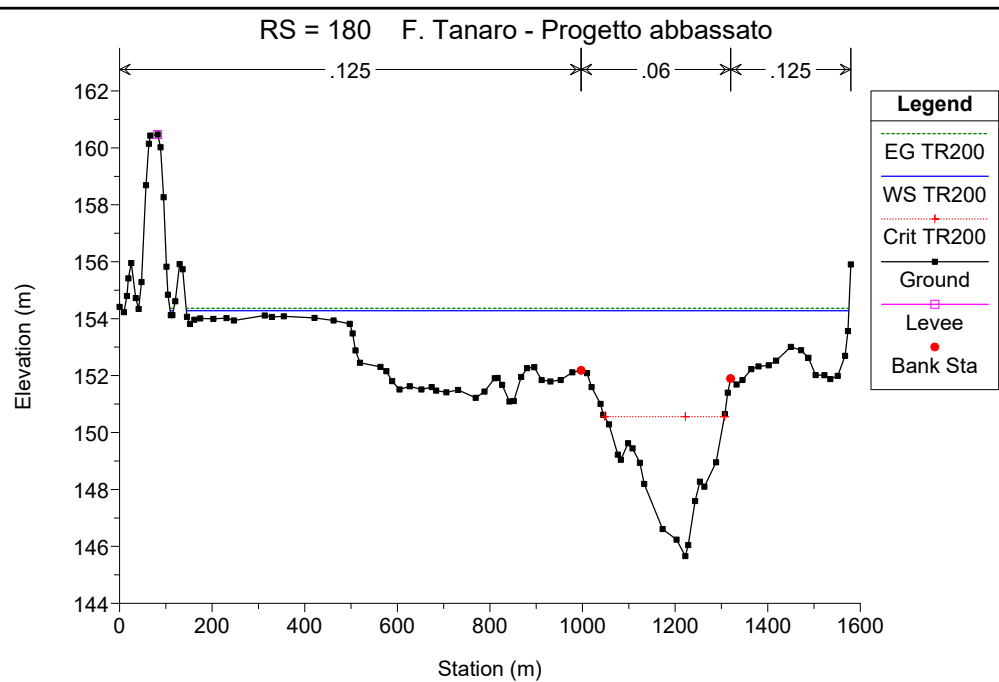
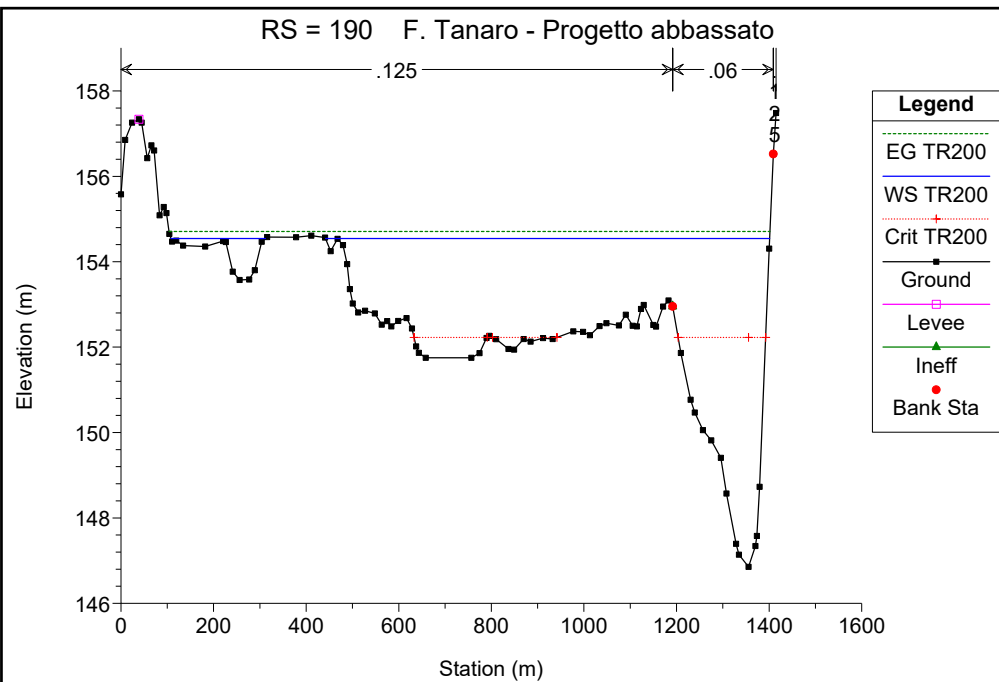




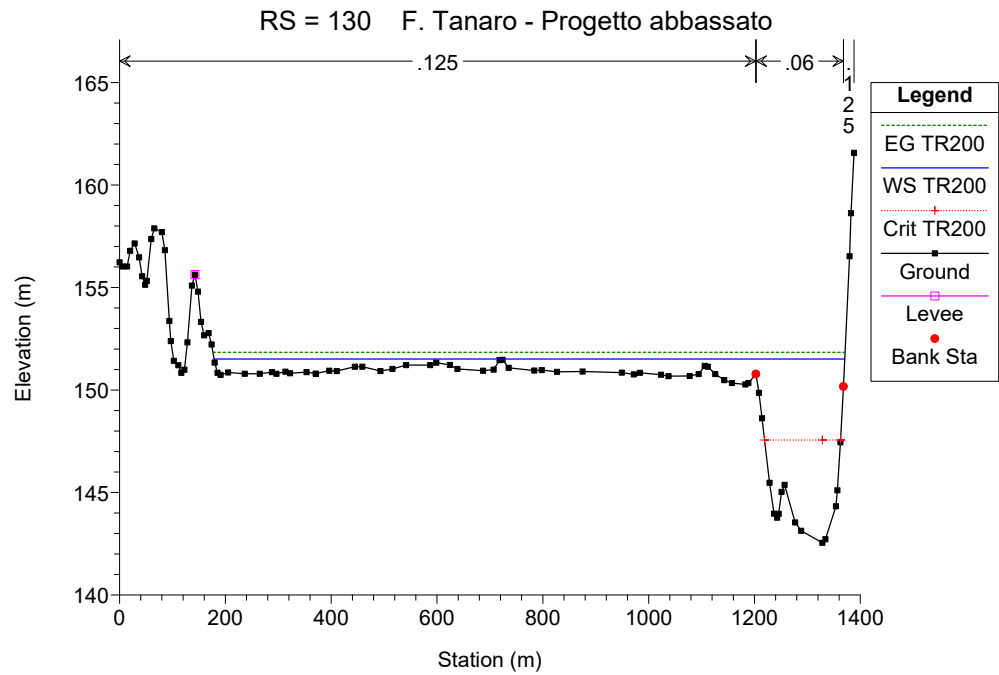
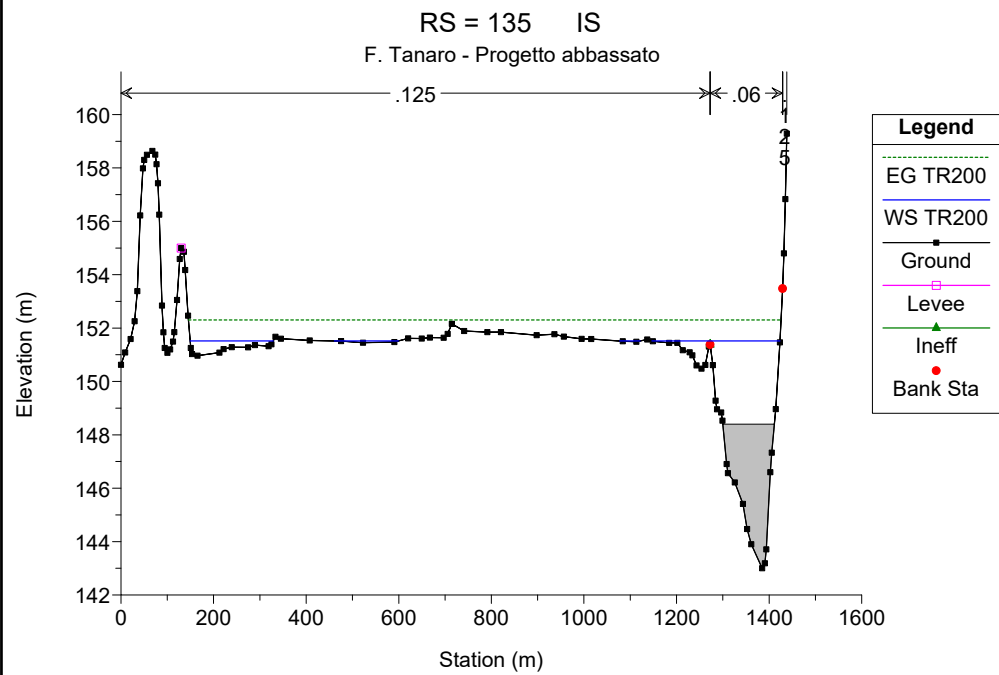
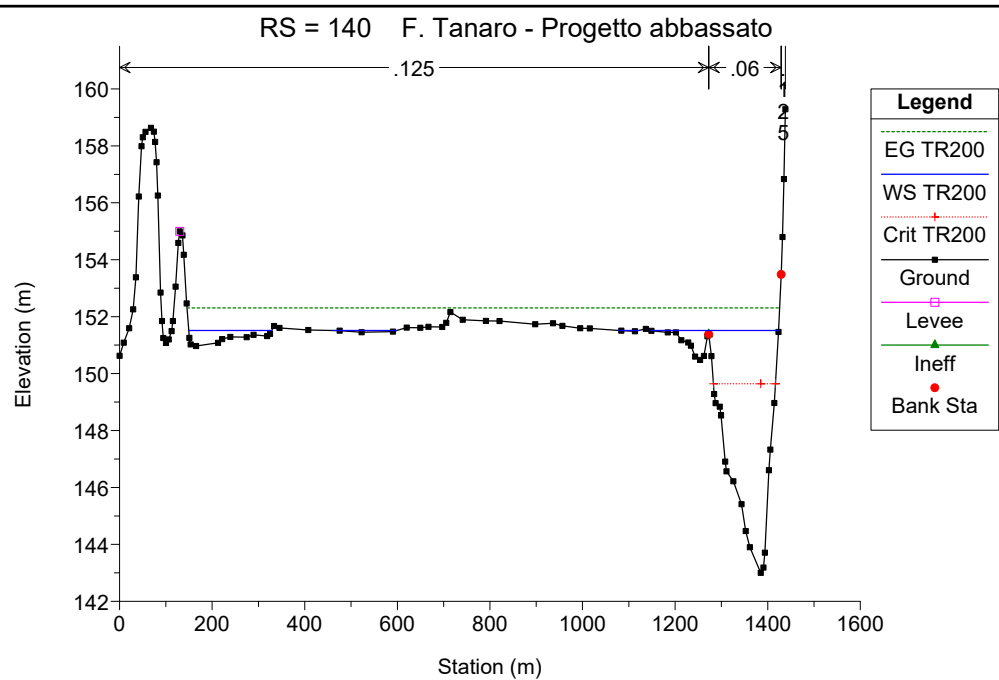
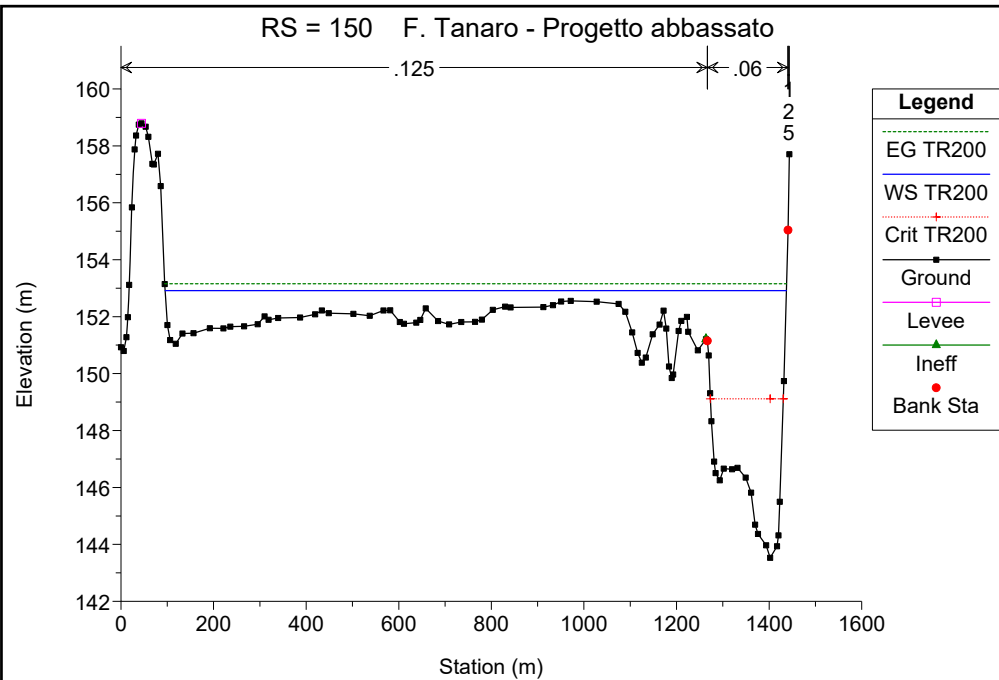


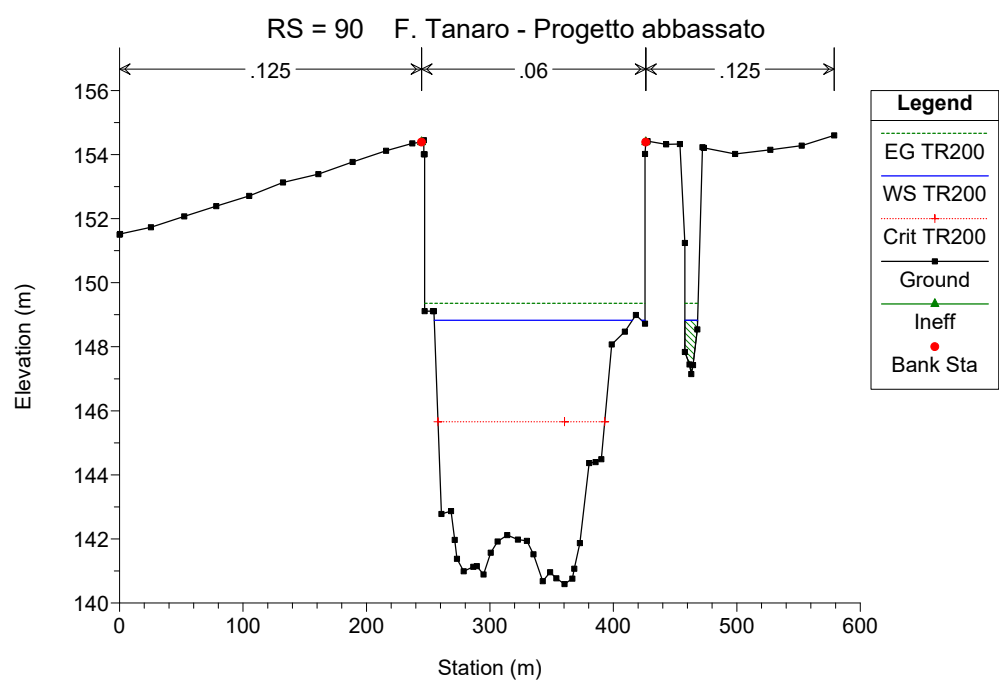
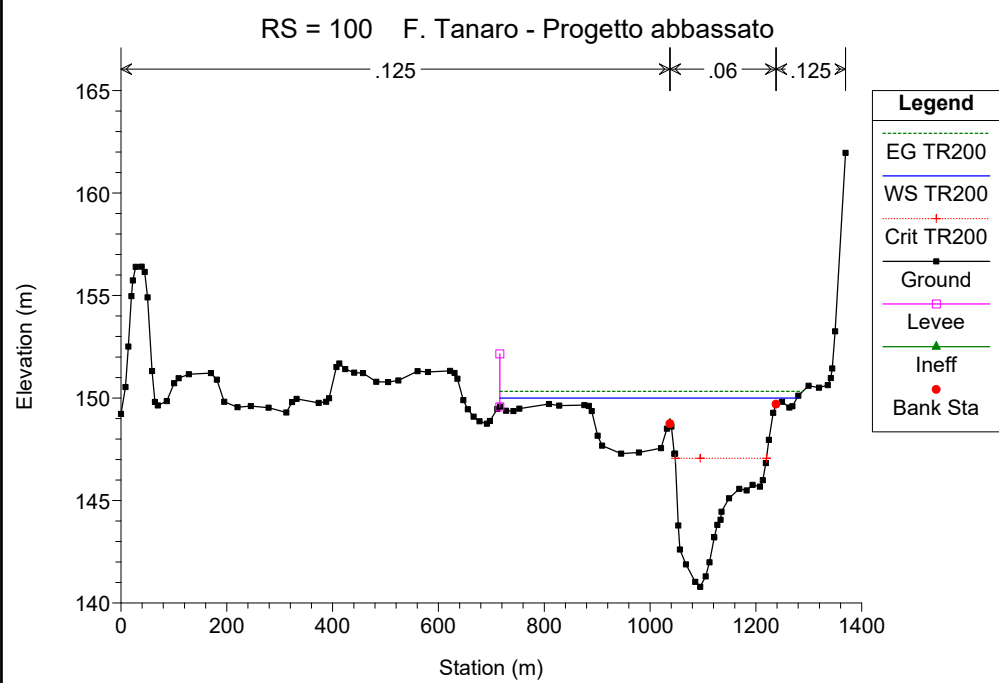
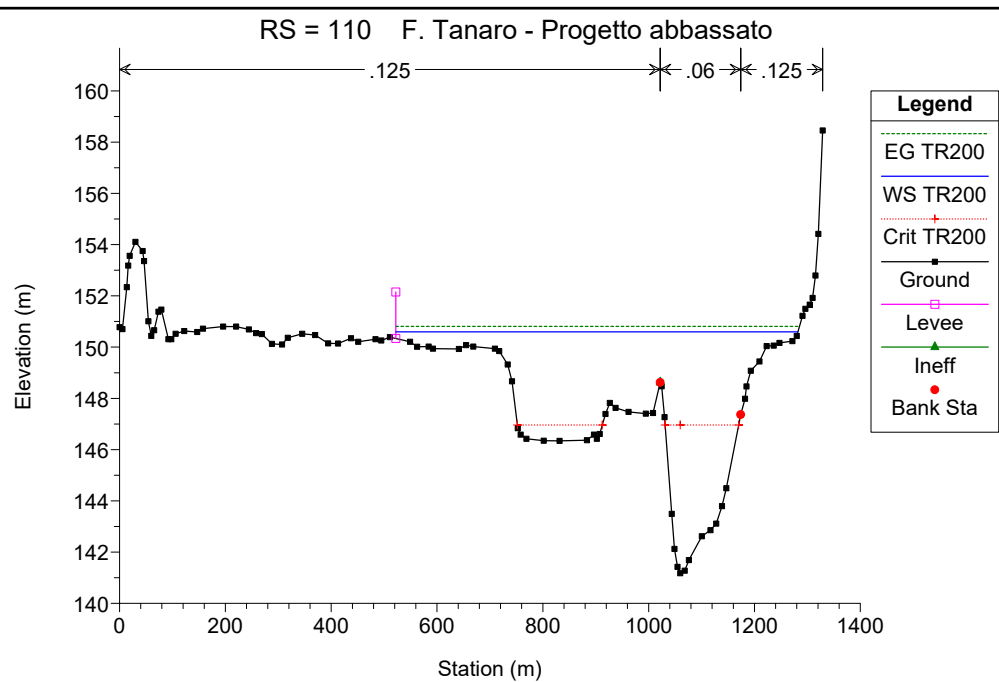
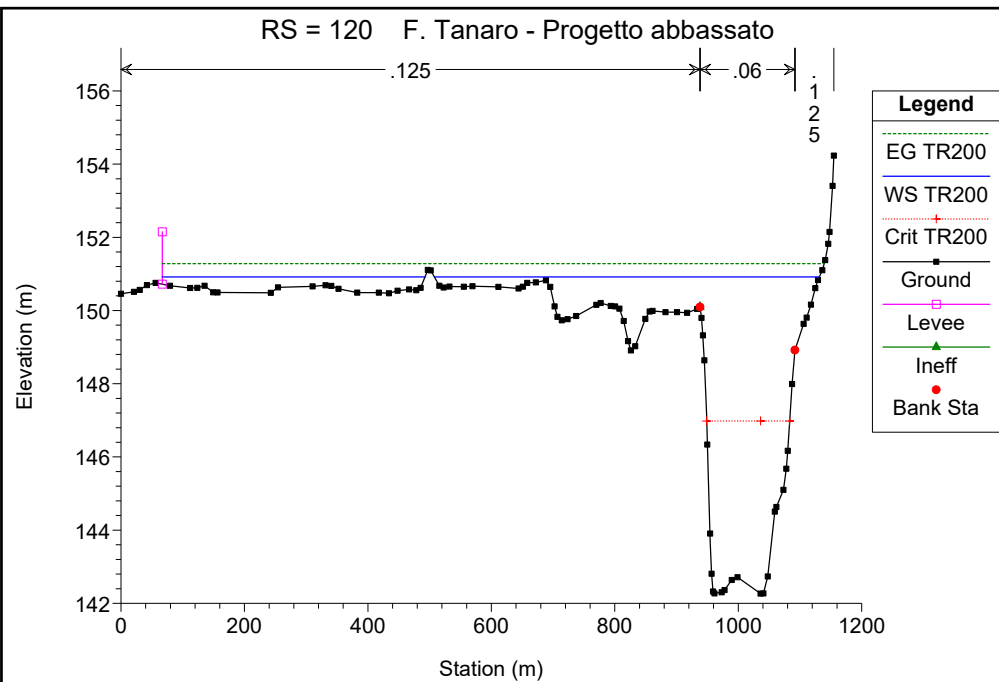


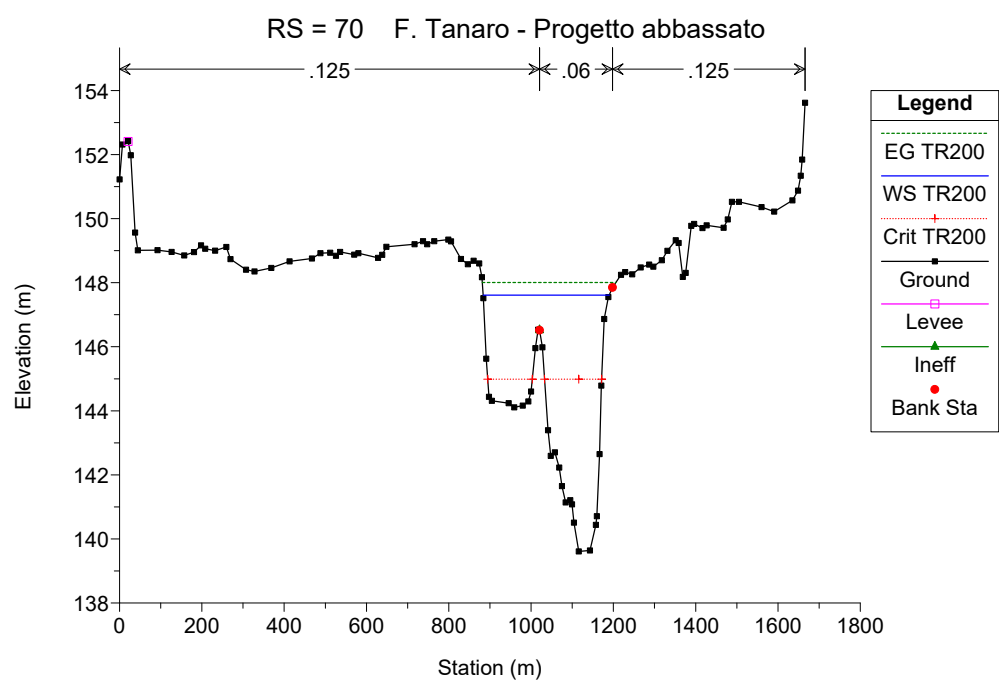
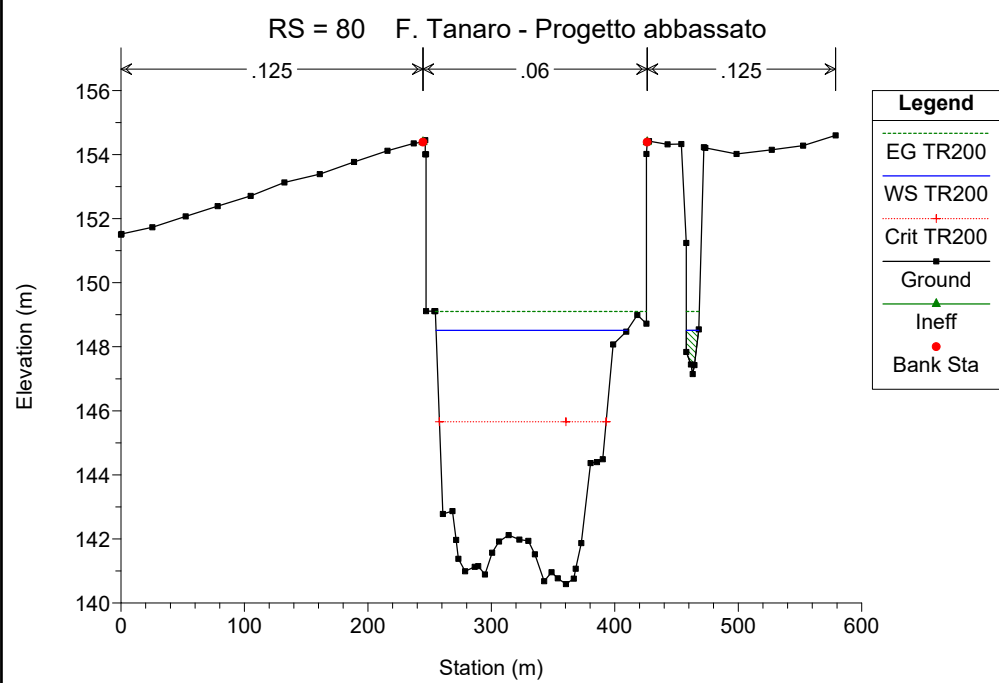
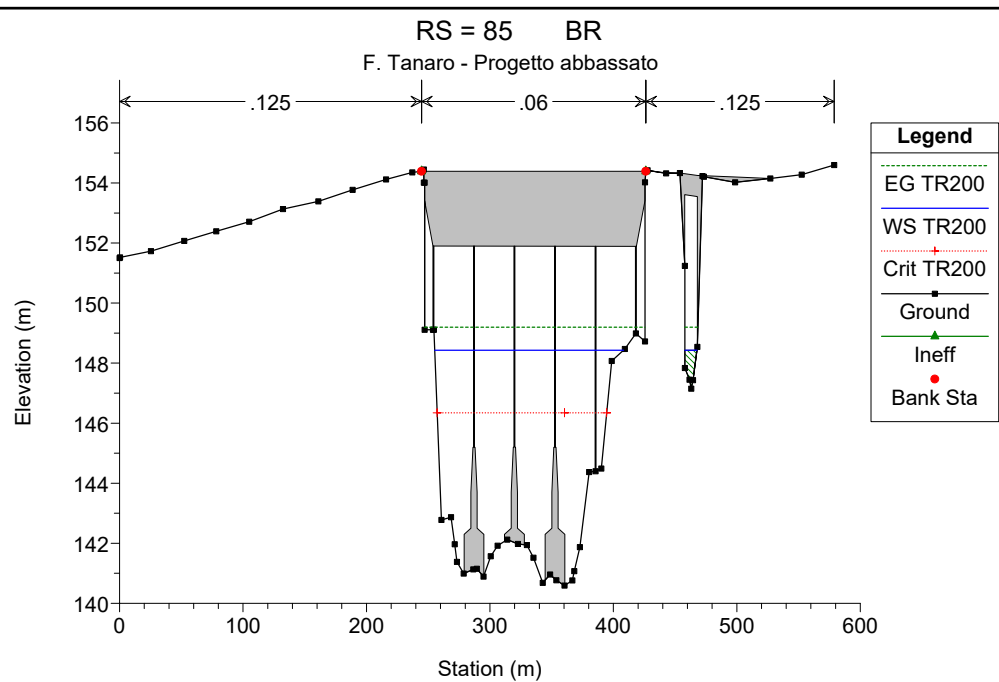
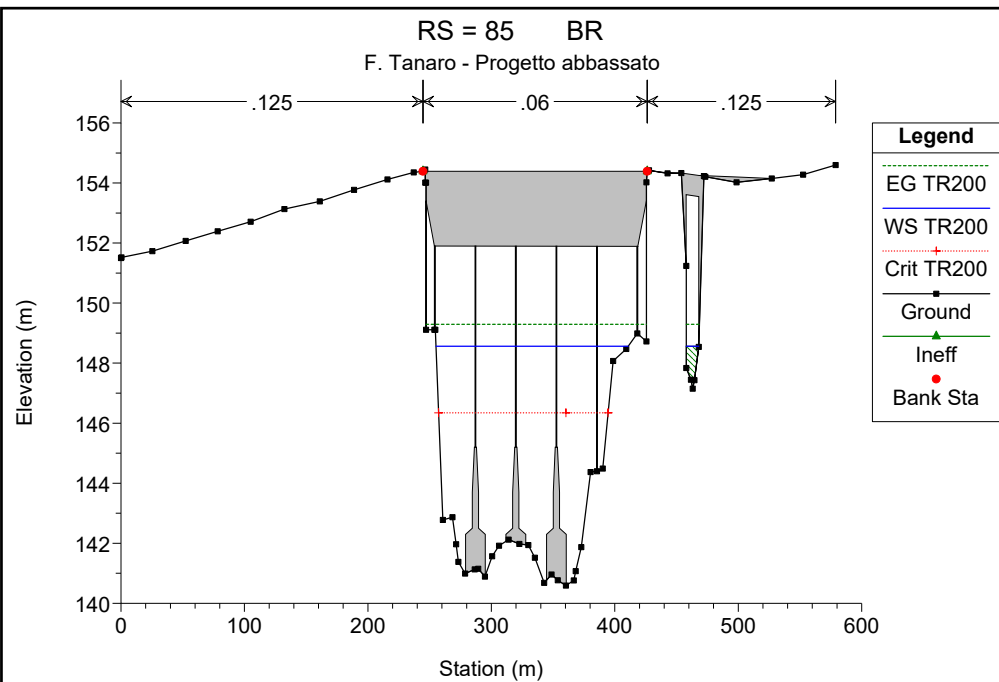


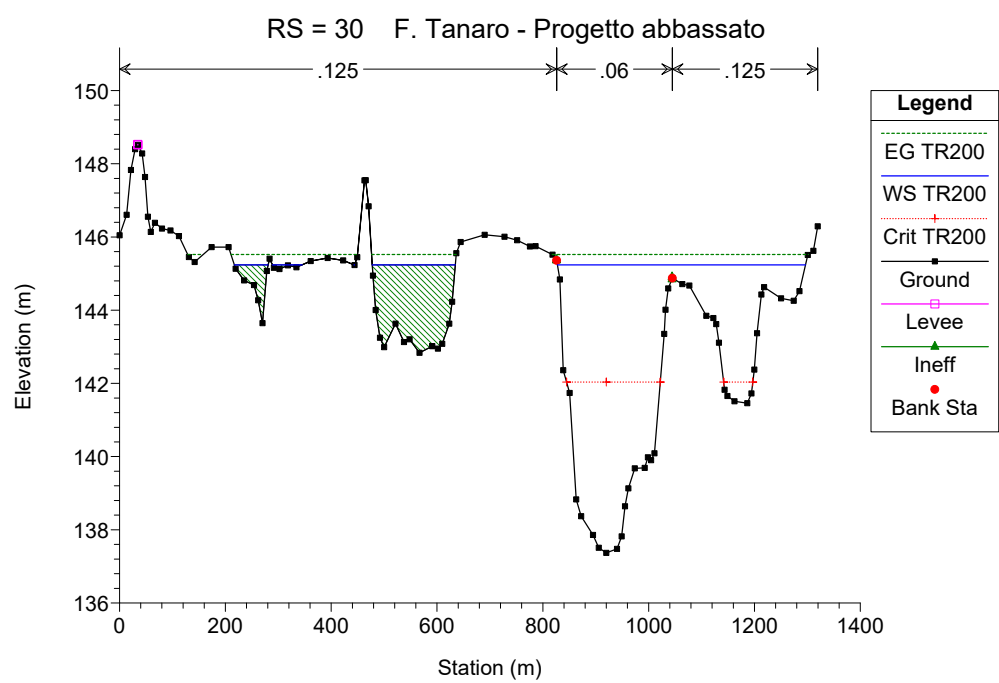
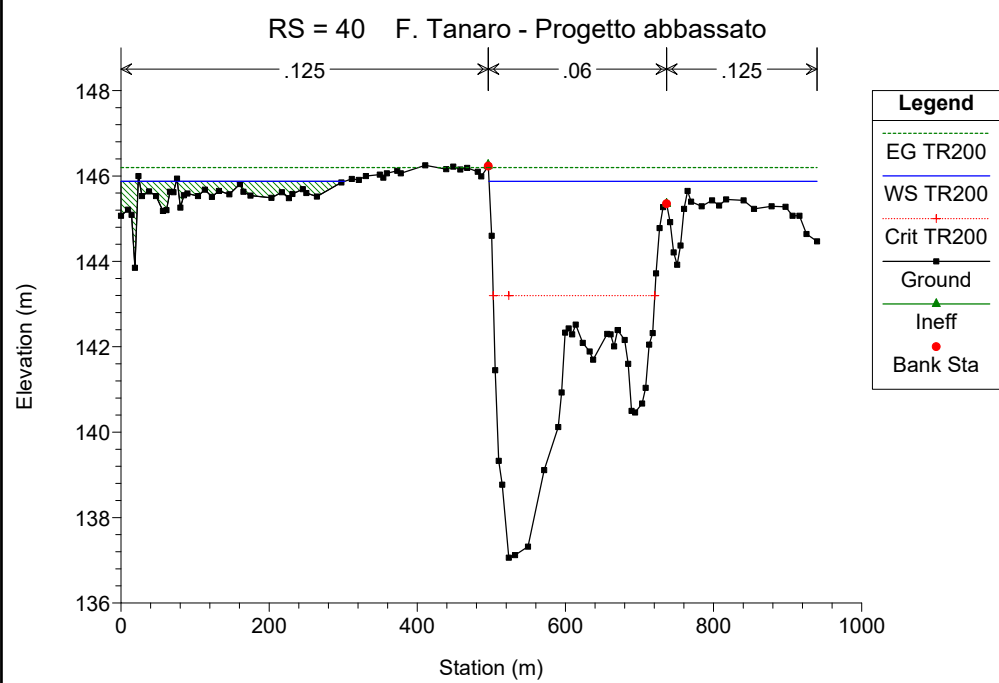
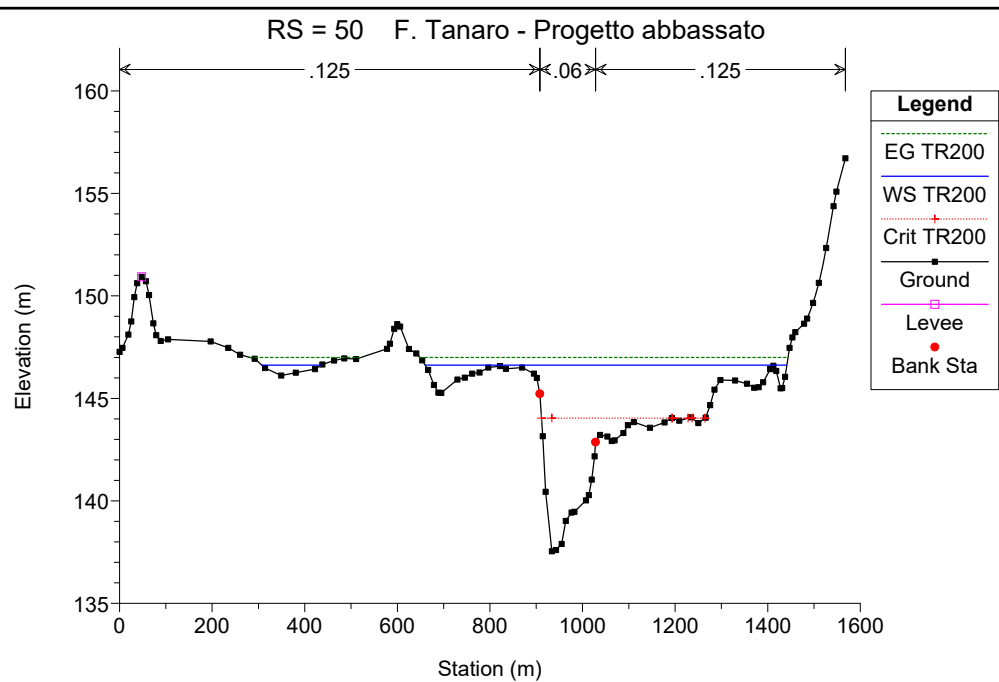
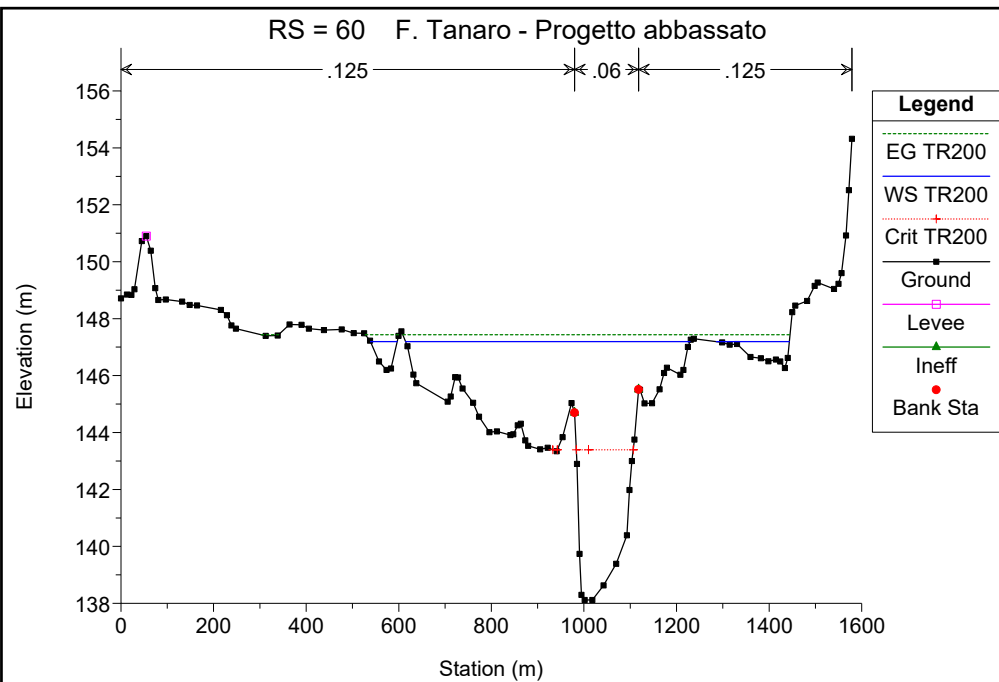




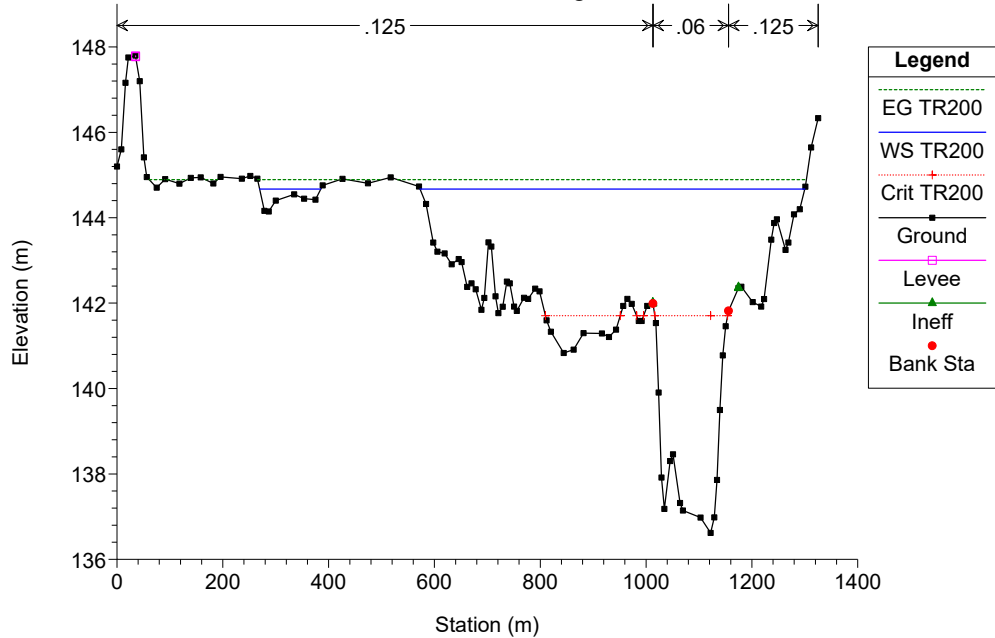




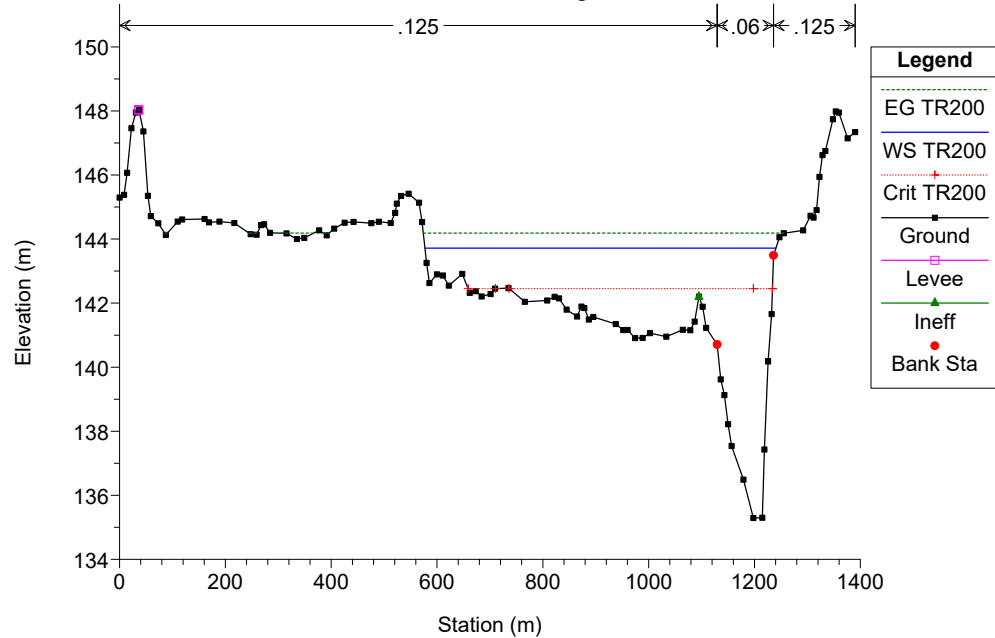




RS = 20 F. Tanaro - Progetto abbassato



RS = 10 F. Tanaro - Progetto abbassato



**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 2: SITUAZIONE DI PROGETTO CON SBARRAMENTO ALZATO**

**SIMULAZIONE 7**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2079	20



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20

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	430	TR20	2079.00	155.68	164.68	161.46	164.84	0.001449	2.06	1886.91	650.14	0.27
1	420	TR20	2079.00	154.44	164.51	159.47	164.62	0.000664	1.58	2162.24	651.22	0.19
1	410	TR20	2079.00	156.41	164.24	160.46	164.41	0.001287	1.96	1634.67	487.71	0.26
1	400	TR20	2079.00	156.22	163.34	160.51	163.85	0.003480	3.19	719.07	160.95	0.41
1	395		Bridge									
1	390	TR20	2079.00	156.25	163.23	160.51	163.76	0.003712	3.25	700.97	160.64	0.42
1	380	TR20	2079.00	155.82	162.27	159.58	162.59	0.002611	2.51	826.90	159.31	0.35
1	370	TR20	2079.00	154.45	161.89	158.14	162.06	0.001199	1.83	1139.17	198.58	0.24
1	365		Bridge									
1	360	TR20	2079.00	154.45	161.71	158.14	161.89	0.001328	1.89	1102.35	197.45	0.25
1	350	TR20	2079.00	153.45	161.20	157.49	161.49	0.001869	2.39	870.16	144.03	0.31
1	340	TR20	2079.00	152.32	160.86	157.16	161.05	0.001301	1.90	1093.16	196.15	0.25
1	330	TR20	2079.00	151.75	160.28	157.18	160.58	0.002281	2.41	880.25	243.14	0.33
1	320	TR20	2079.00	149.73	159.50	155.90	159.91	0.002483	2.94	966.97	367.11	0.36
1	310	TR20	2079.00	149.44	159.02	154.96	159.31	0.001785	2.57	1336.63	483.13	0.31
1	300	TR20	2079.00	150.11	158.84	155.22	158.96	0.000915	1.69	2058.54	631.18	0.22
1	290	TR20	2079.00	149.10	158.61	154.84	158.73	0.000915	1.58	1703.74	581.47	0.21
1	280	TR20	2079.00	149.34	158.28	154.91	158.46	0.001419	2.07	1571.19	441.77	0.27
1	270	TR20	2079.00	148.86	157.81	154.21	158.07	0.001783	2.45	1367.02	454.34	0.30
1	260	TR20	2079.00	149.22	157.24	154.26	157.61	0.002615	2.87	1012.32	287.11	0.37
1	250	TR20	2079.00	150.01	156.83	154.38	157.04	0.002295	2.28	1398.98	508.78	0.33
1	240	TR20	2079.00	149.63	156.42	153.04	156.58	0.001313	1.93	1639.93	735.41	0.26
1	230	TR20	2079.00	149.40	156.15	152.59	156.28	0.001066	1.69	1649.08	454.66	0.23
1	220	TR20	2079.00	148.00	155.70	153.15	155.94	0.002185	2.42	1293.19	397.63	0.33
1	210	TR20	2079.00	148.24	155.28	152.61	155.46	0.001678	2.00	1453.51	540.61	0.28
1	200	TR20	2079.00	146.60	154.20	151.77	154.40	0.002013	2.33	1892.47	1048.26	0.32
1	190	TR20	2079.00	146.85	153.72	151.42	153.87	0.001984	1.88	1846.07	946.70	0.30
1	180	TR20	2079.00	145.66	153.48	149.89	153.54	0.000628	1.17	2641.41	1069.41	0.17
1	170	TR20	2079.00	145.40	153.18	149.29	153.31	0.001305	1.65	1714.51	953.34	0.25
1	160	TR20	2079.00	145.46	152.76	149.09	152.87	0.000971	1.52	1867.52	1072.90	0.22
1	150	TR20	2079.00	143.53	152.38	148.29	152.54	0.001049	1.83	1665.82	1187.58	0.23
1	140	TR20	2079.00	143.00	151.79	148.53	152.10	0.002371	2.47	1140.67	1123.88	0.34
1	135		Inl Struct									
1	130	TR20	2079.00	142.54	150.16	146.66	150.42	0.001869	2.27	915.26	161.43	0.30
1	120	TR20	2079.00	142.27	149.60	146.04	149.89	0.001910	2.35	889.43	194.00	0.31
1	110	TR20	2079.00	141.17	149.26	145.96	149.43	0.001481	2.02	1533.00	466.59	0.27
1	100	TR20	2079.00	140.79	148.56	146.28	148.89	0.003269	2.53	821.05	323.73	0.39
1	90	TR20	2079.00	140.59	147.63	144.76	147.99	0.002713	2.66	780.40	146.77	0.36
1	85		Bridge									
1	80	TR20	2079.00	140.59	147.41	144.76	147.80	0.003091	2.78	748.62	143.27	0.38

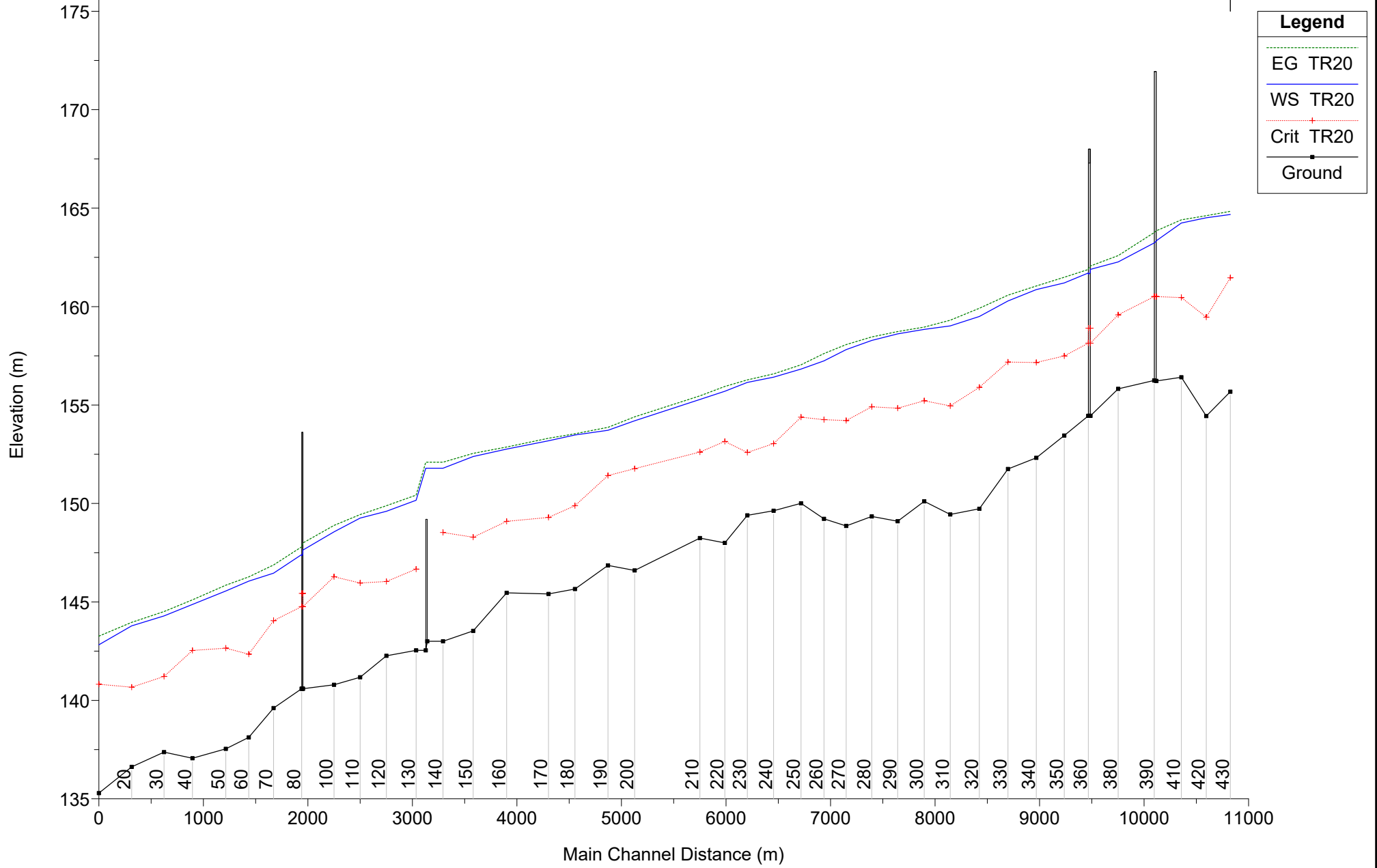


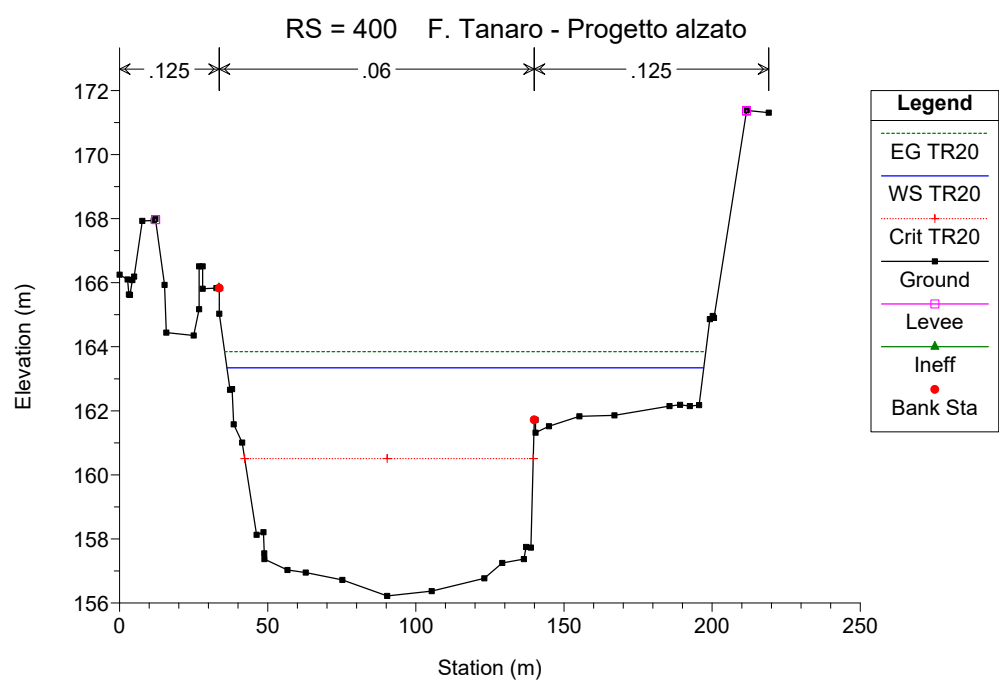
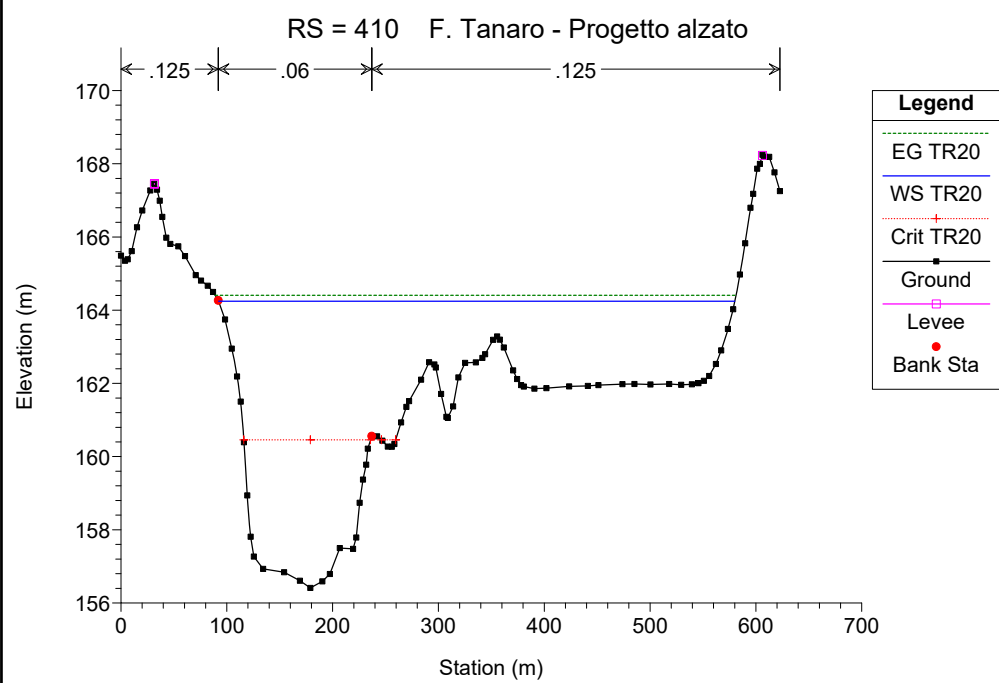
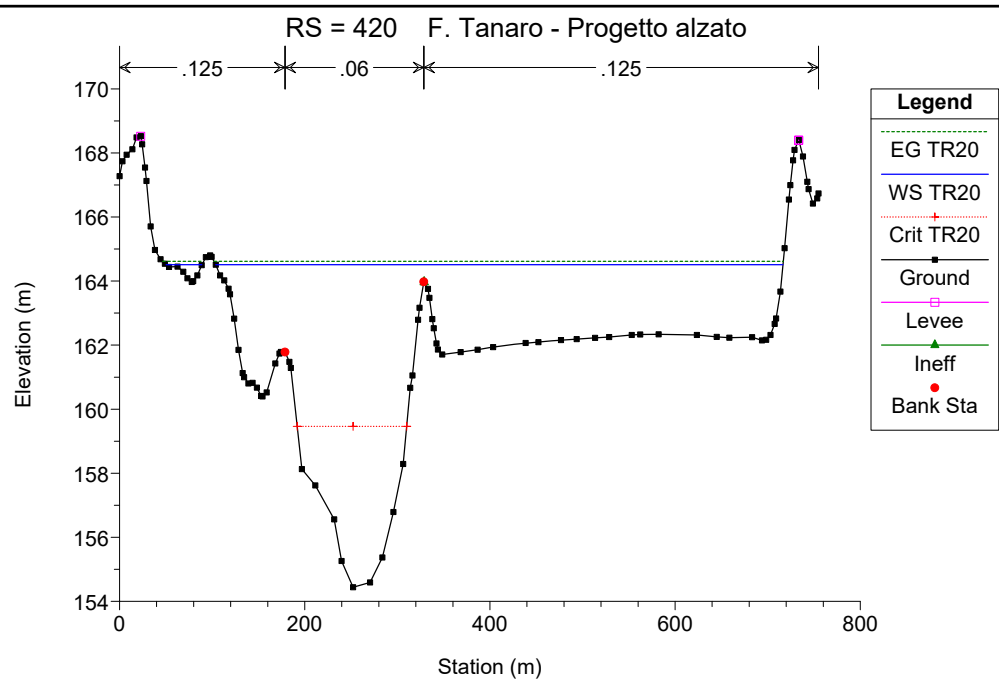
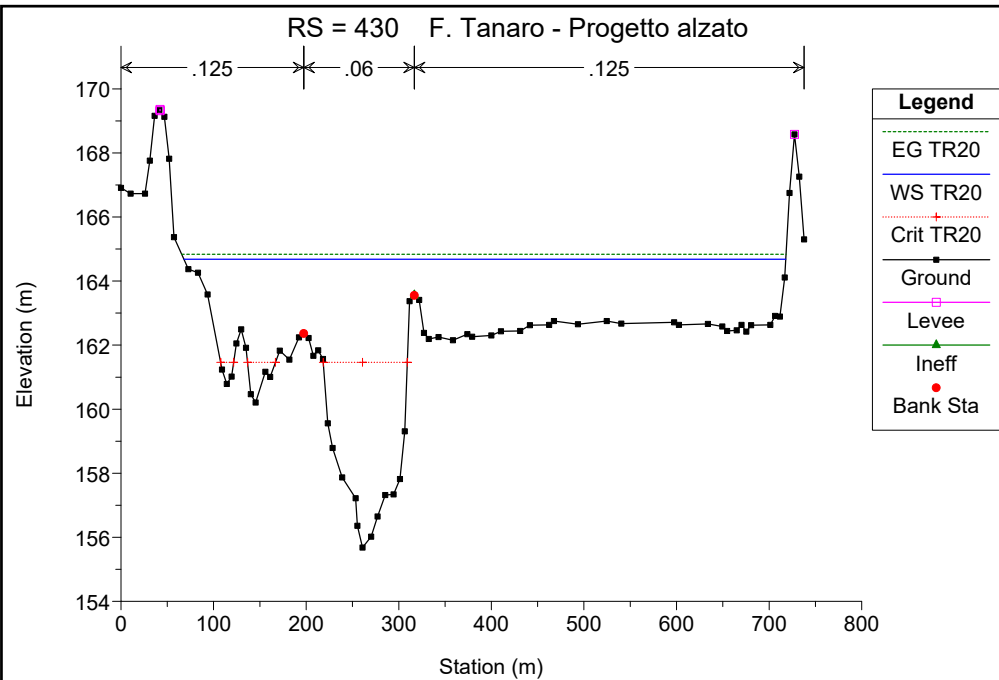
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20 (Continued)

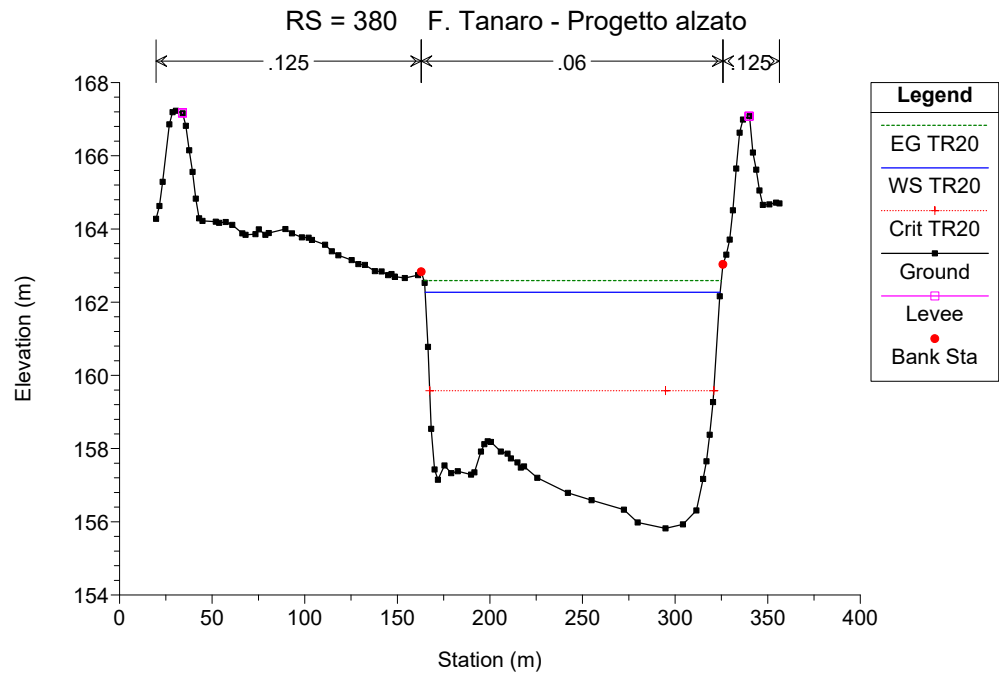
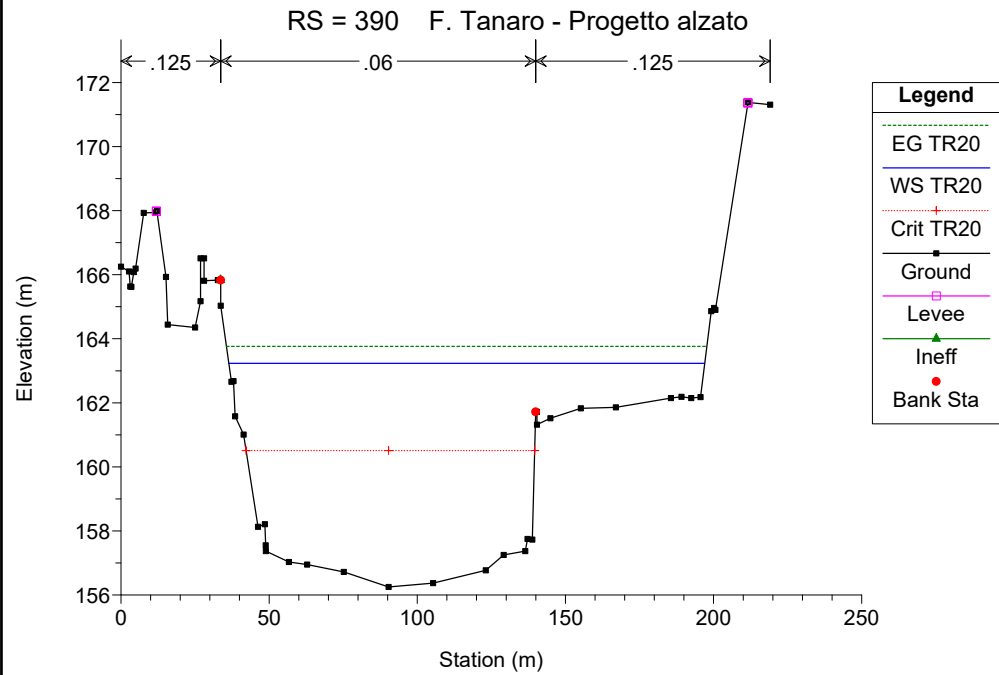
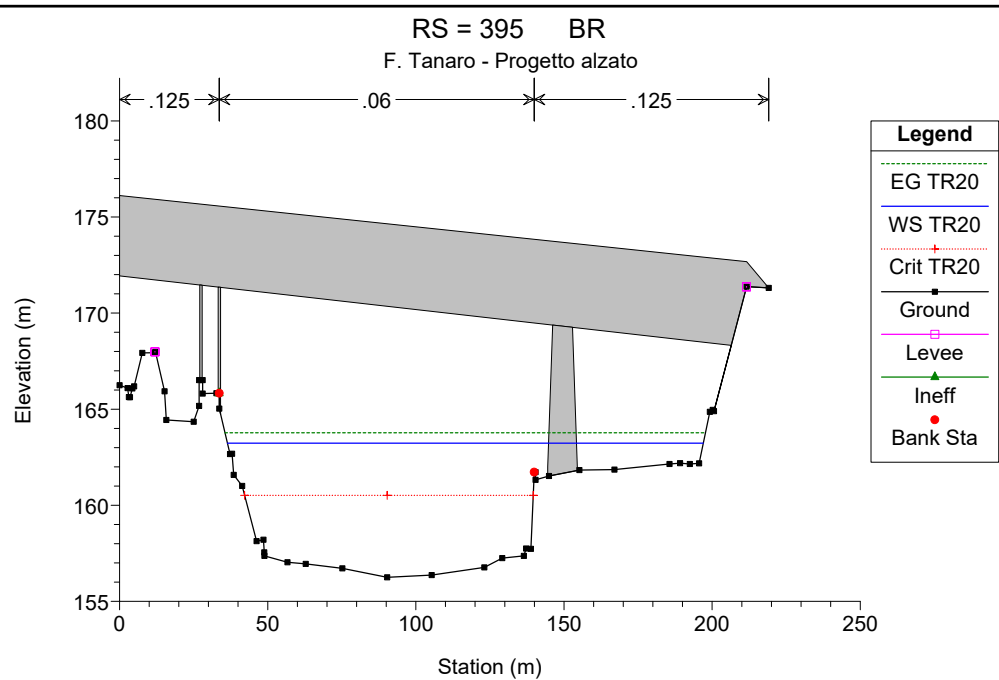
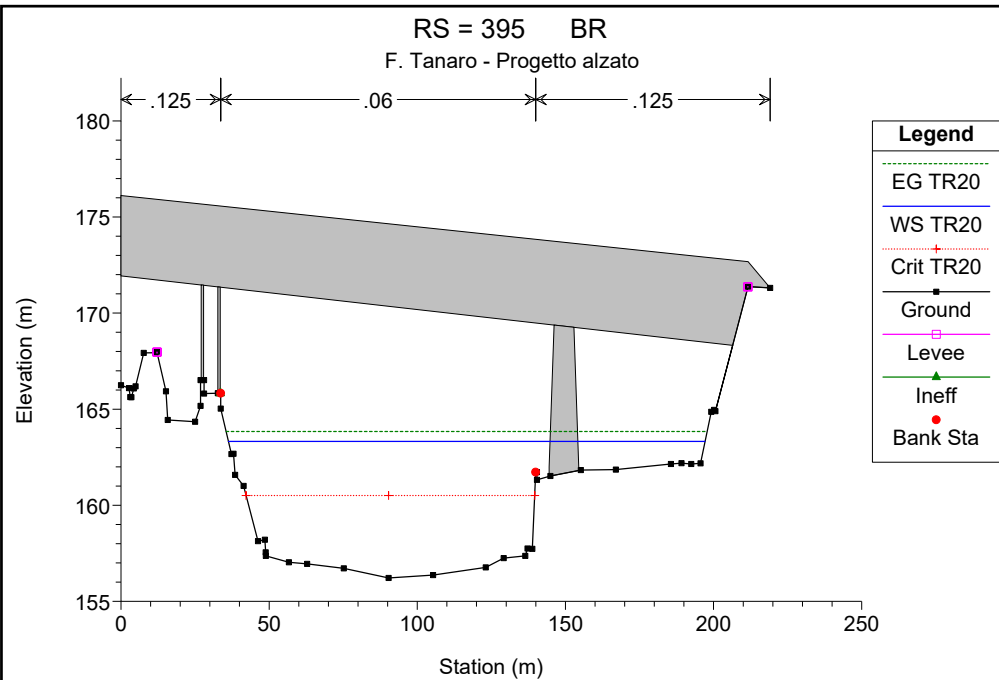
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR20	2079.00	139.61	146.46	144.05	146.88	0.003770	2.85	728.53	283.47	0.42
1	60	TR20	2079.00	138.12	146.05	142.35	146.27	0.001552	2.18	1423.24	544.41	0.28
1	50	TR20	2079.00	137.54	145.56	142.65	145.85	0.002268	2.56	1185.31	429.78	0.34
1	40	TR20	2079.00	137.06	144.87	142.54	145.11	0.002446	2.14	969.50	270.28	0.33
1	30	TR20	2079.00	137.37	144.29	141.21	144.51	0.001923	2.11	987.18	491.38	0.30
1	20	TR20	2079.00	136.62	143.79	140.67	143.96	0.001540	2.07	1704.44	672.11	0.28
1	10	TR20	2079.00	135.29	142.82	140.82	143.26	0.004002	3.17	1115.18	626.10	0.44

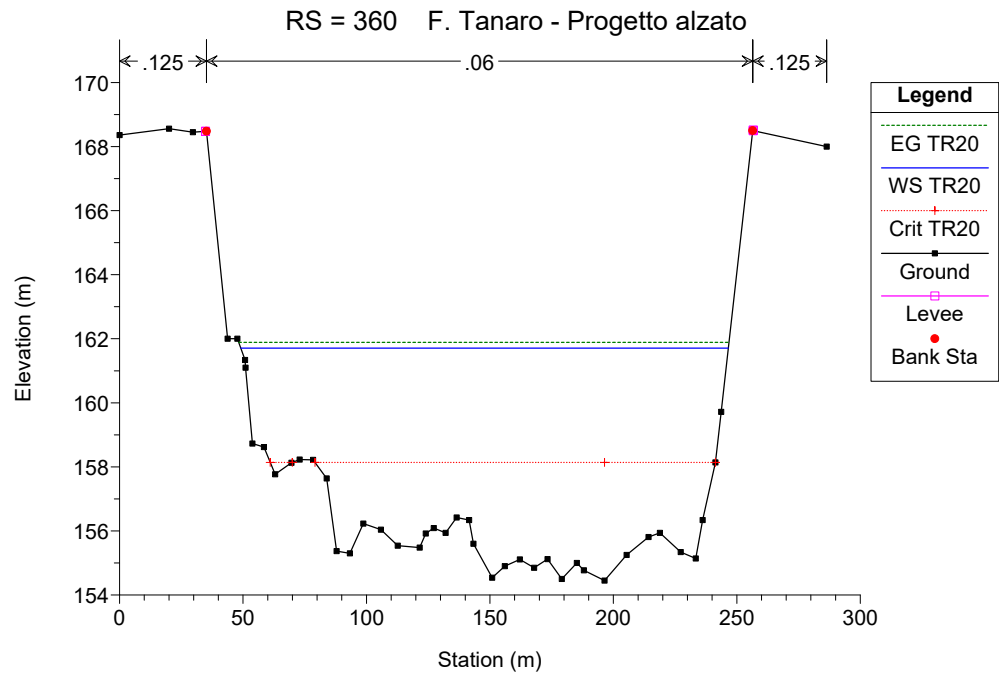
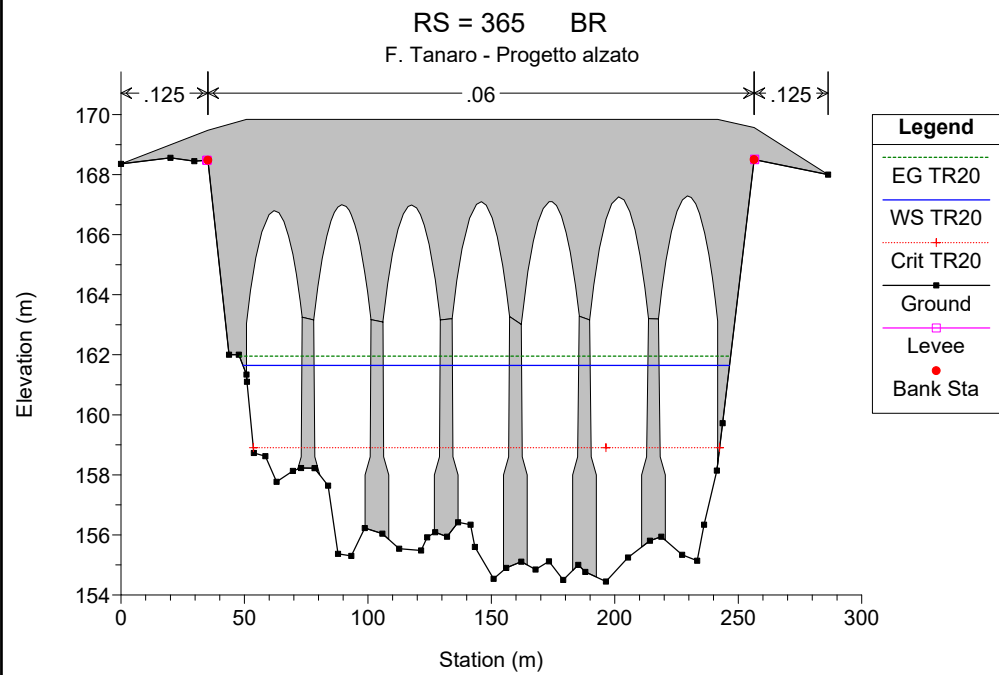
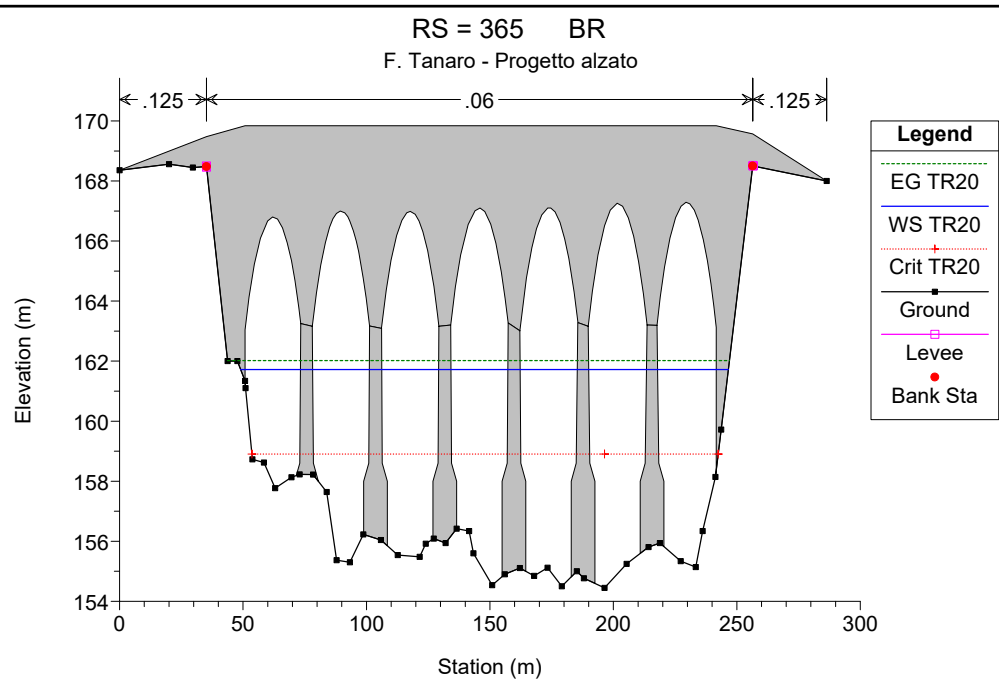
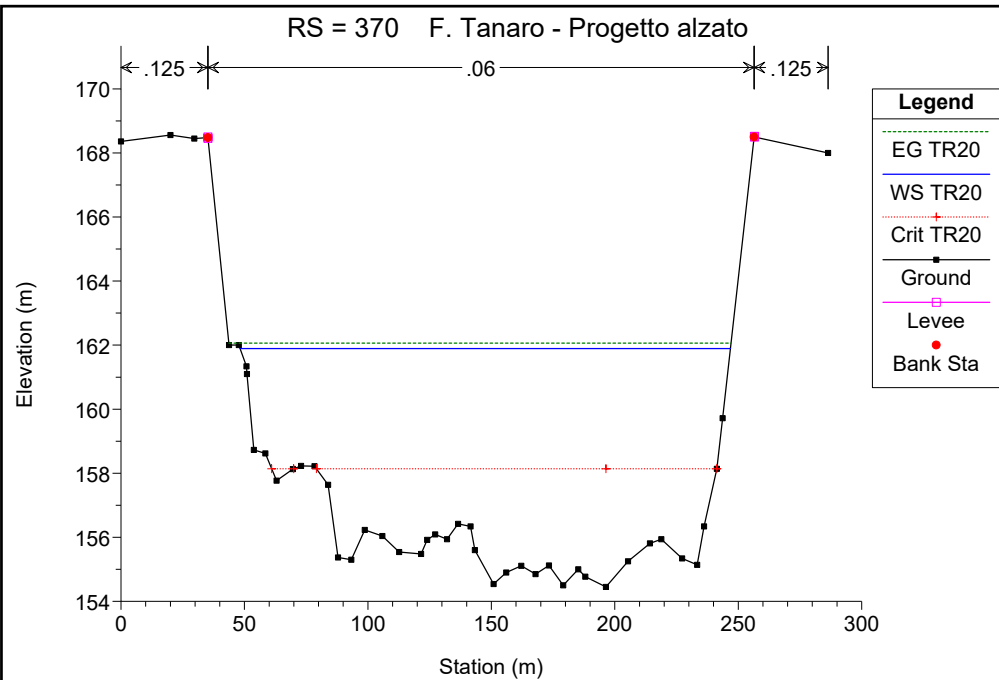
# F. Tanaro - Progetto alzato

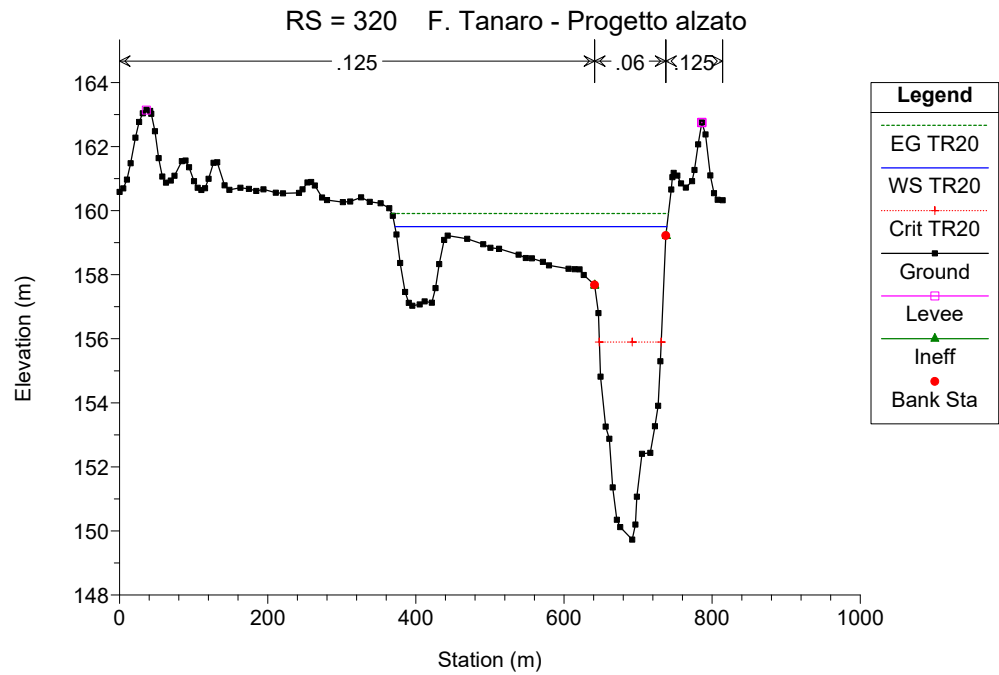
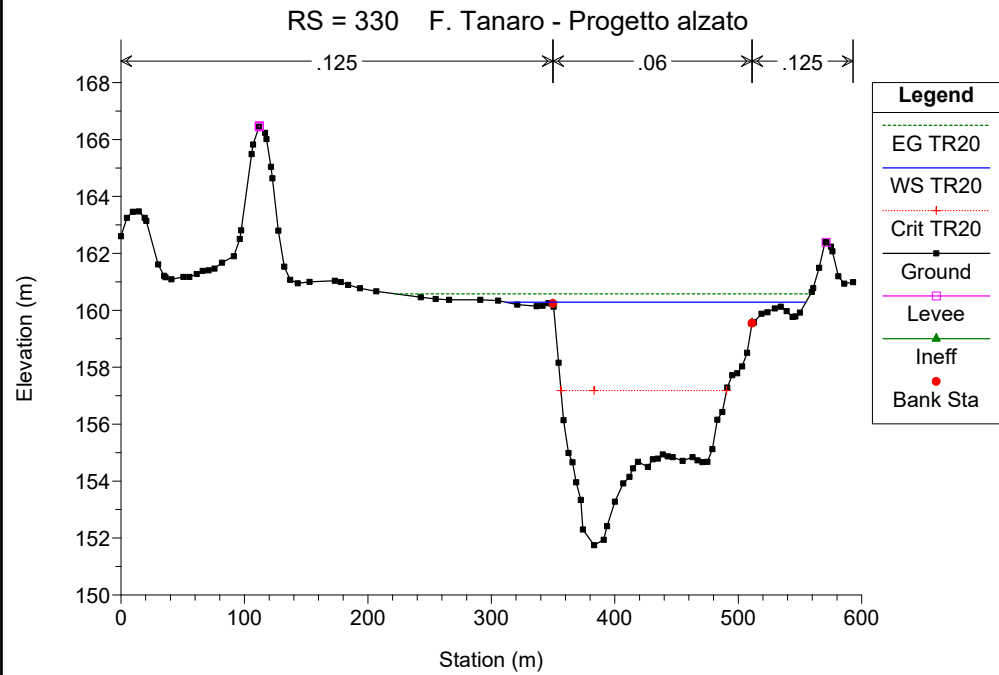
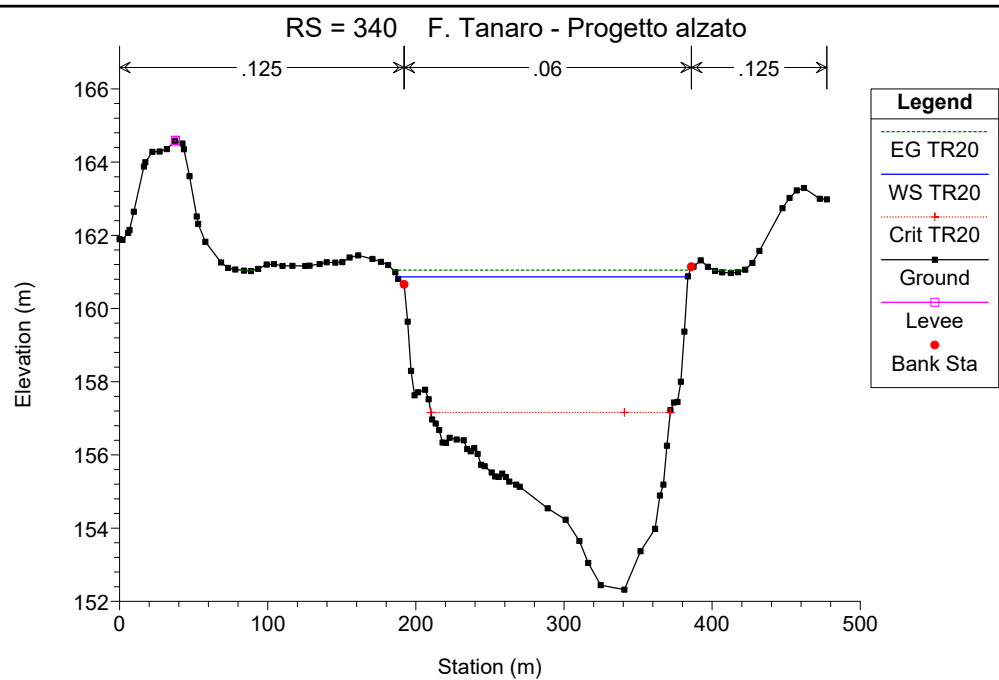
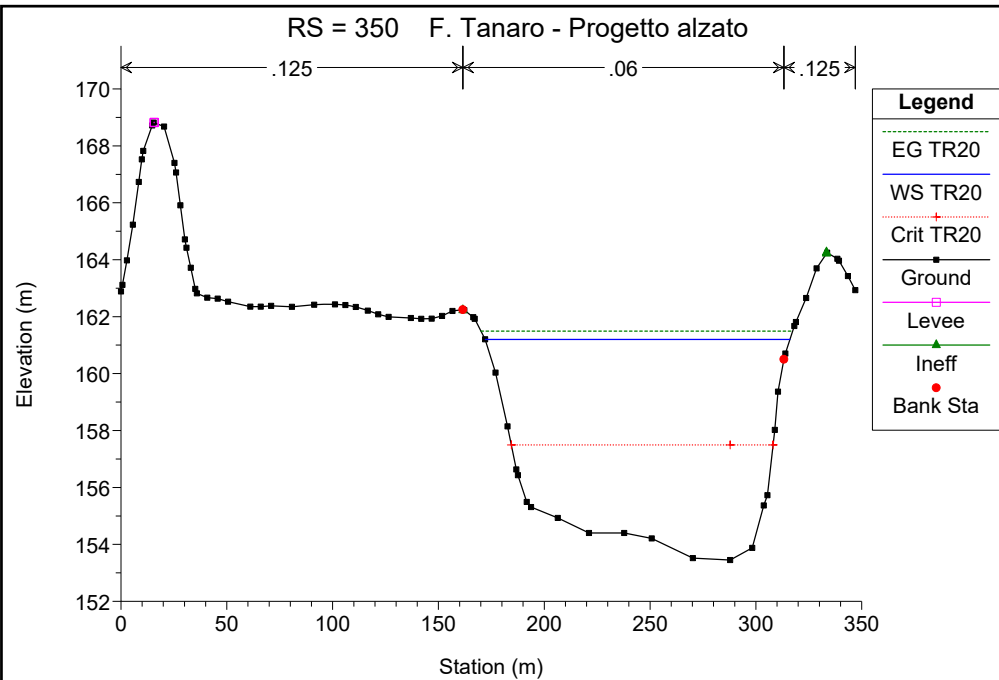
Tanaro 1

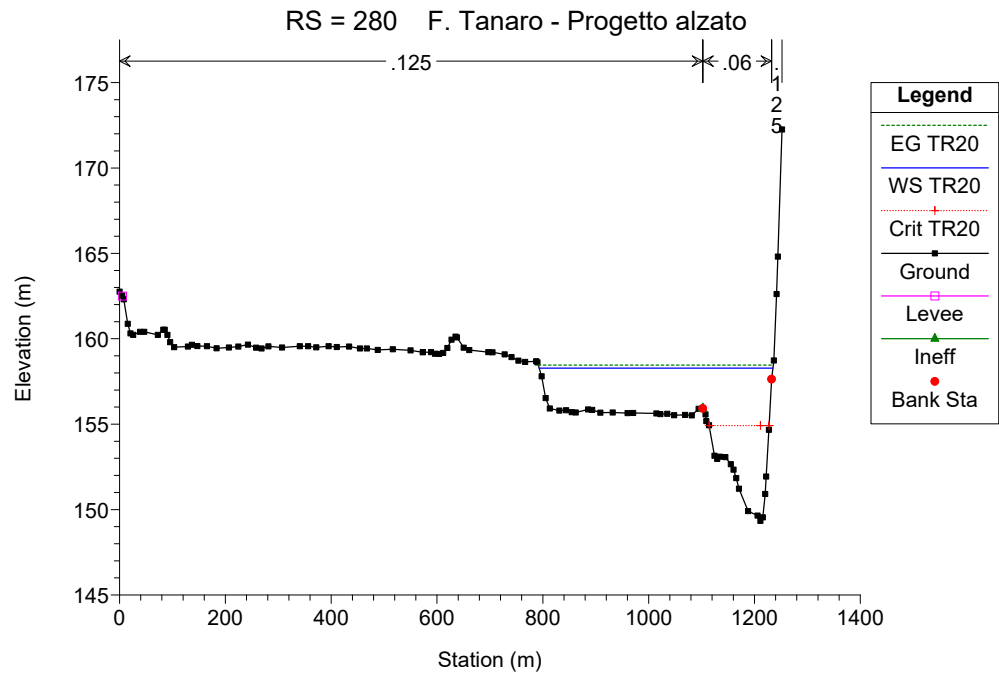
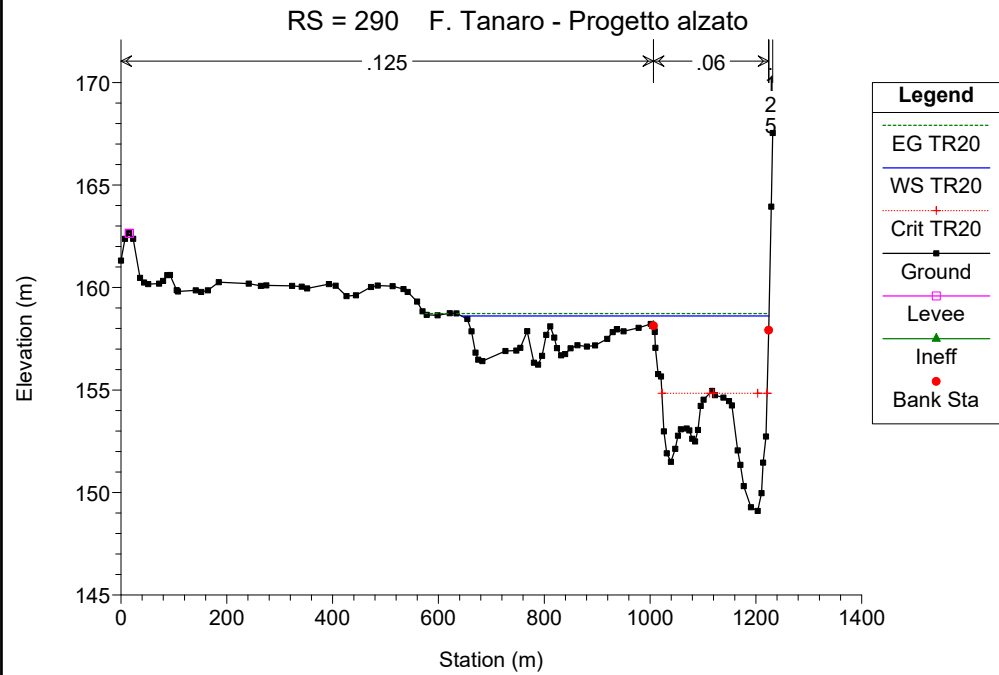
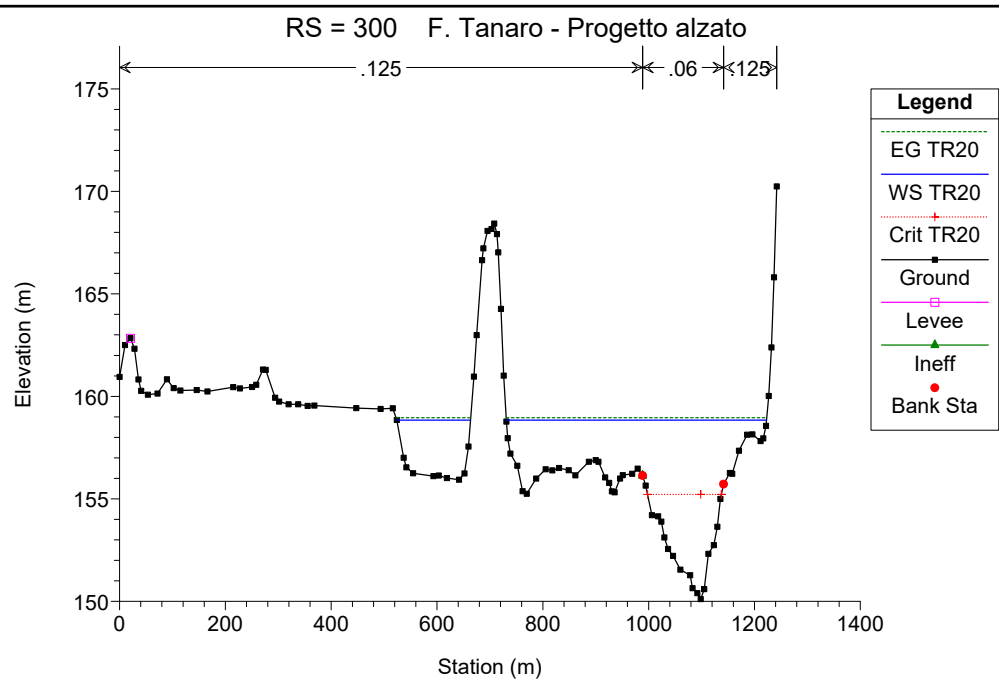
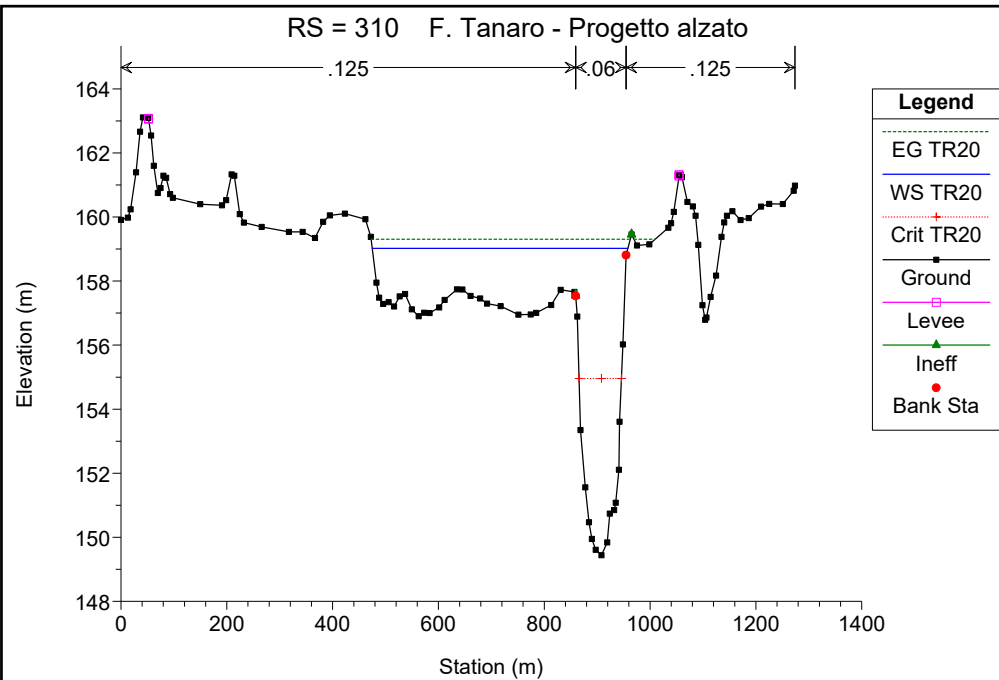


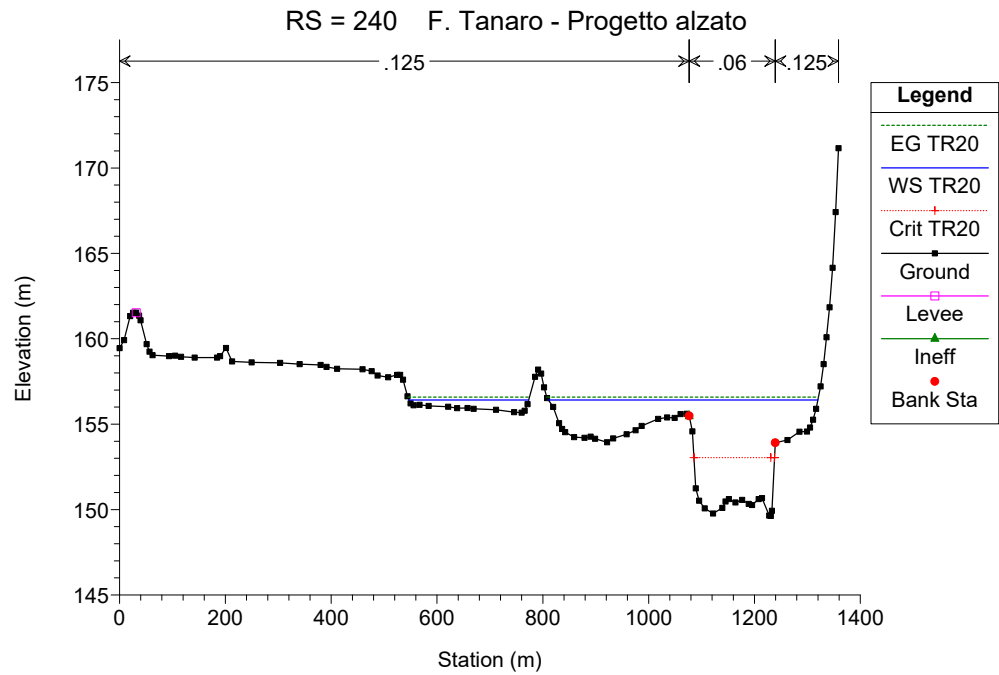
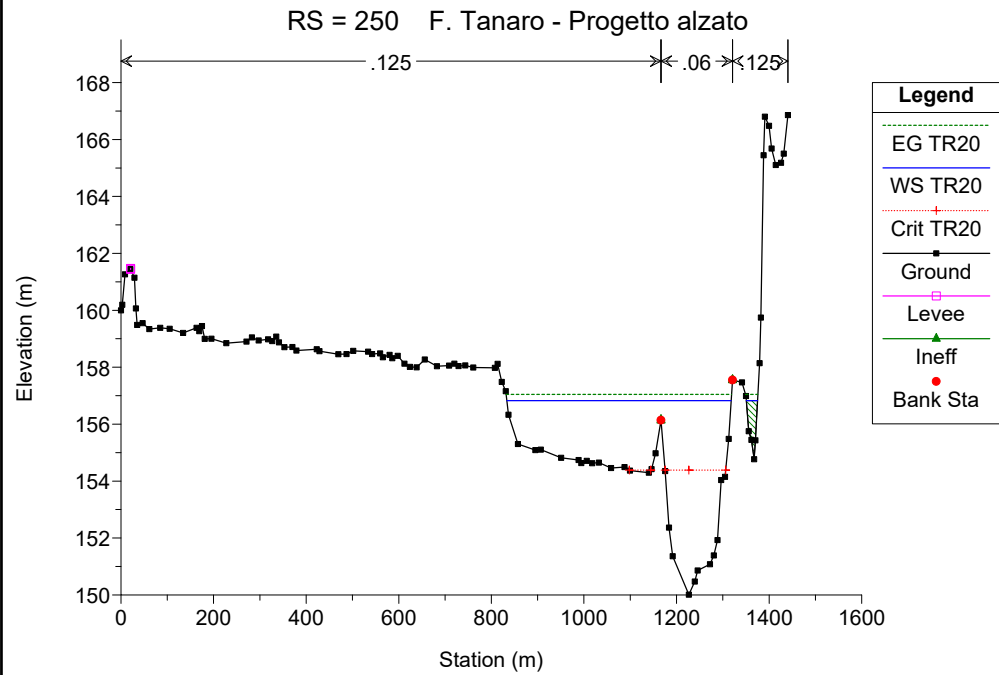
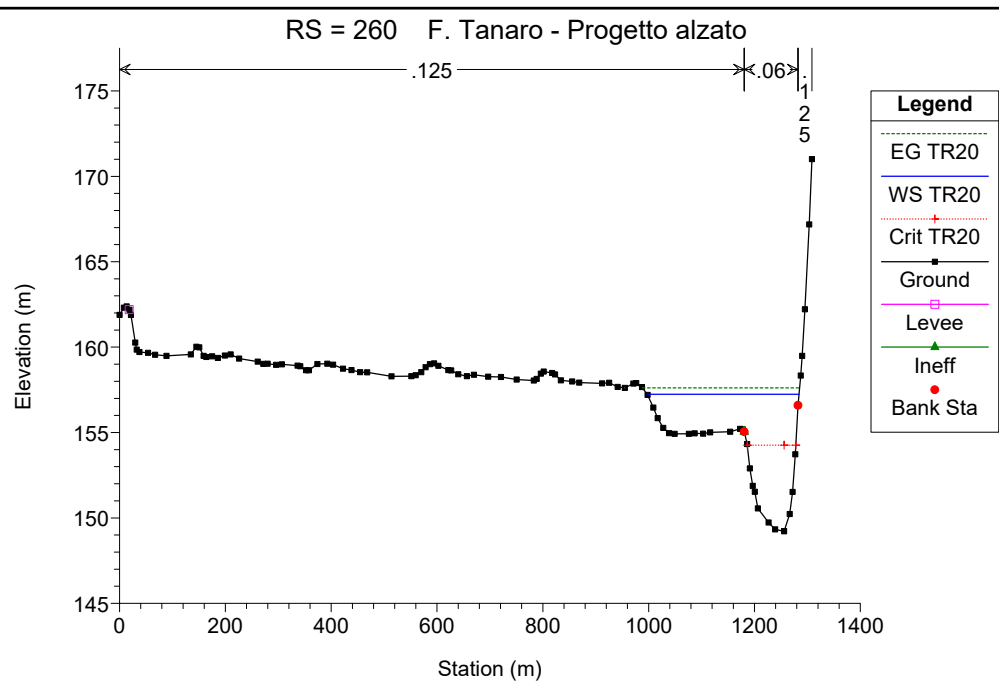
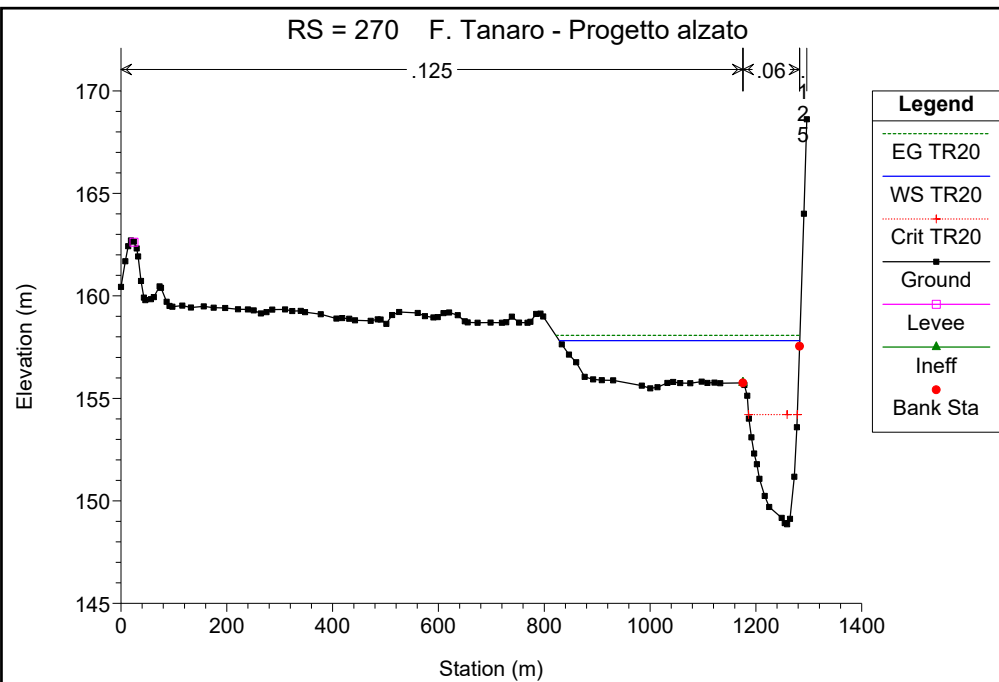




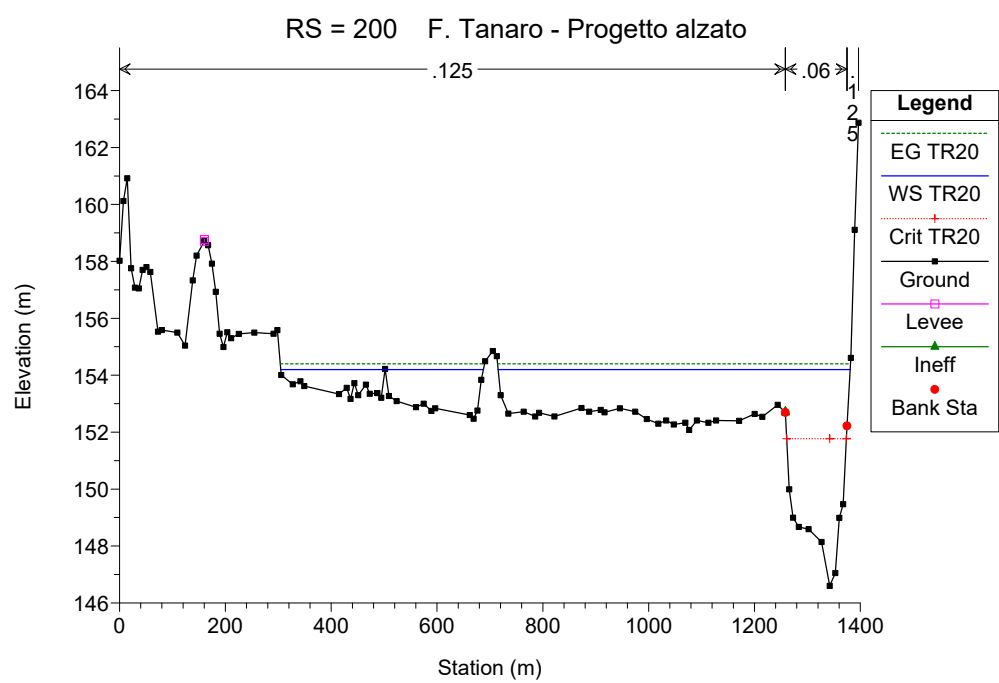
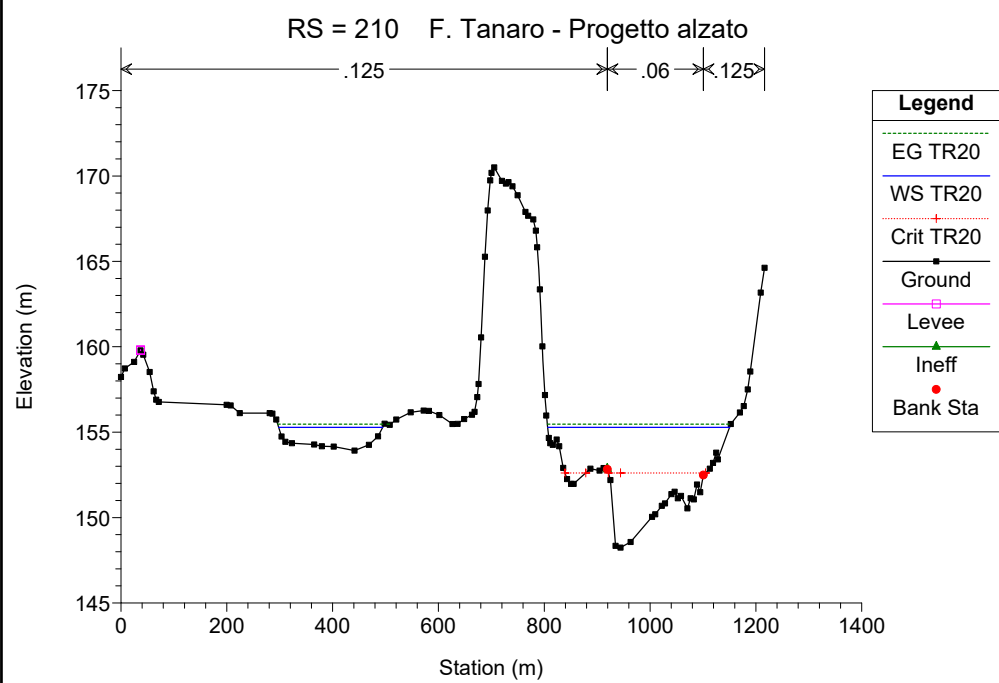
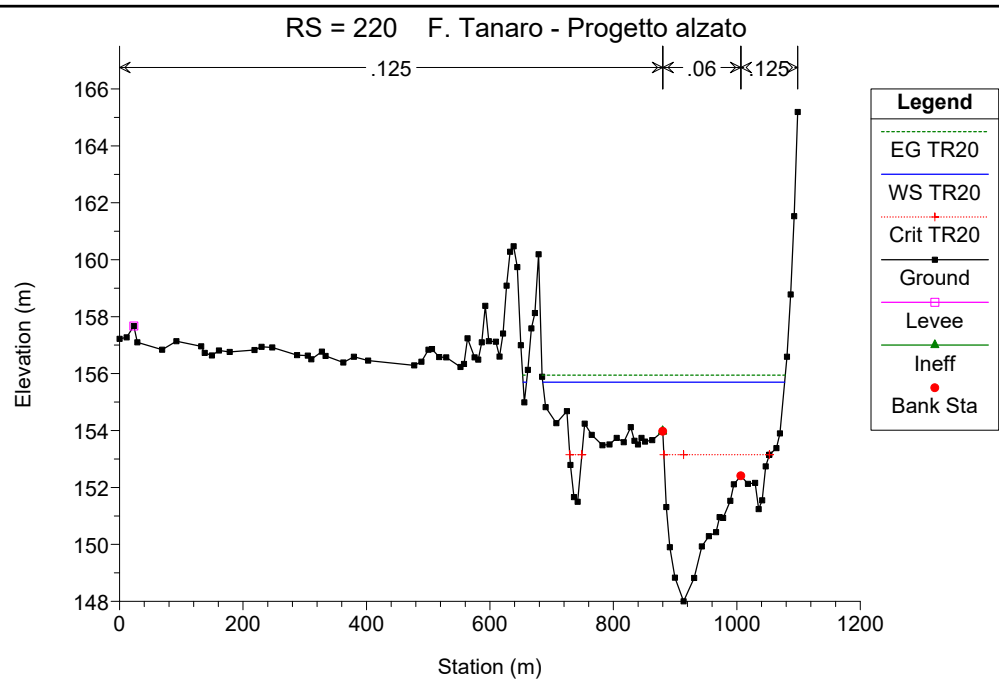
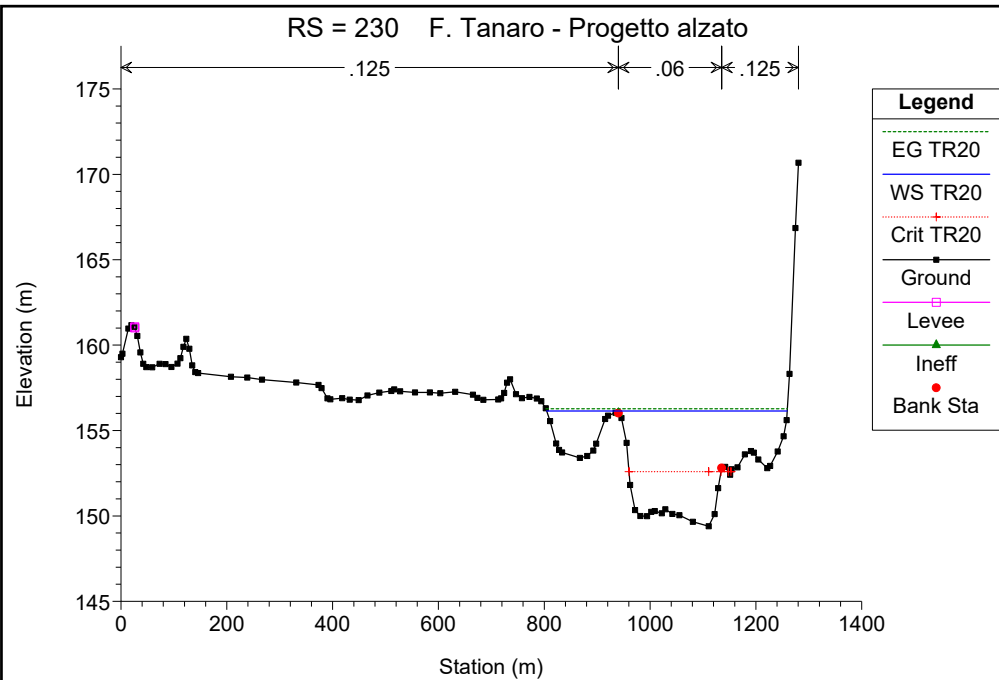


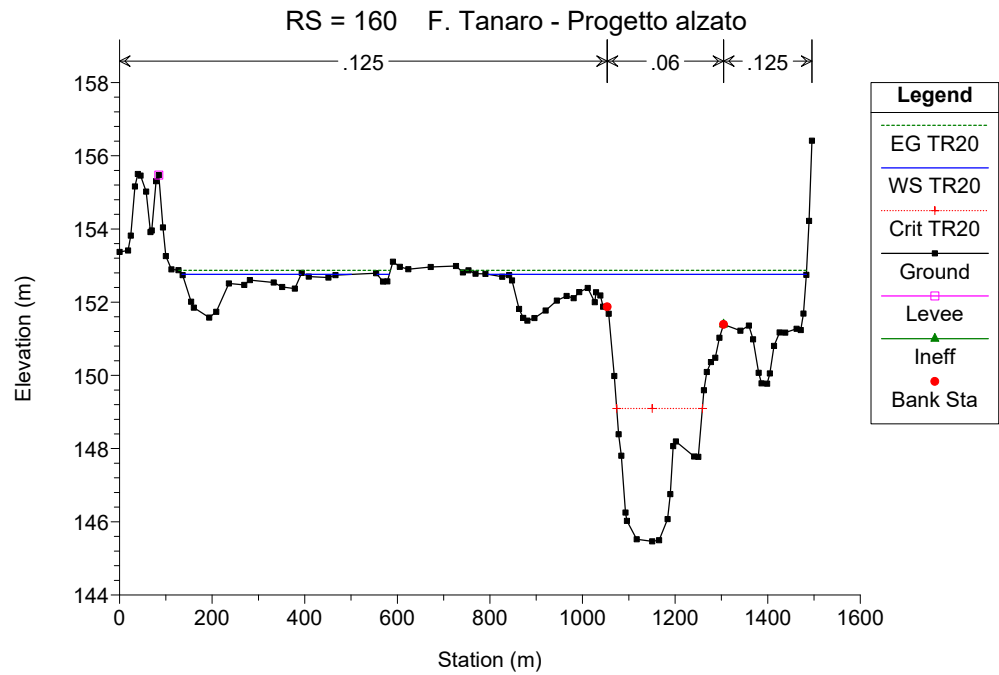
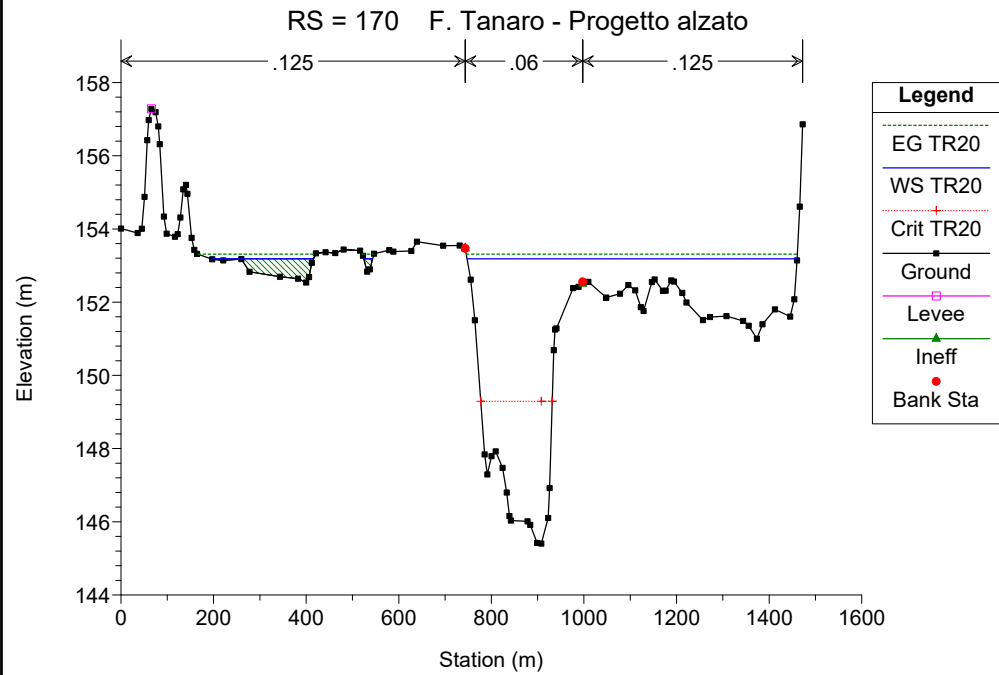
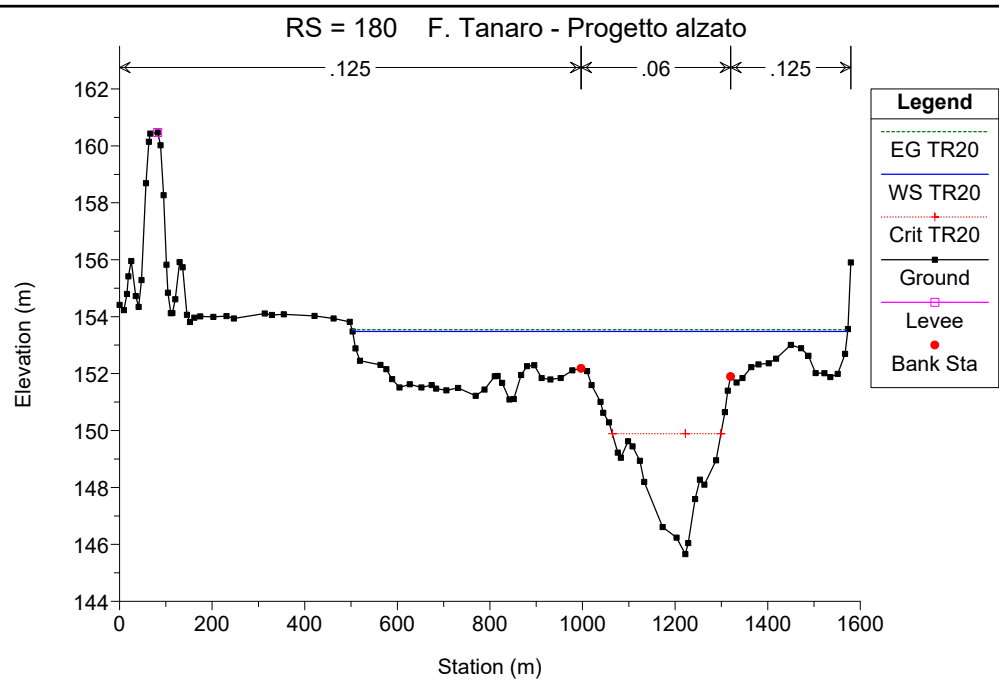
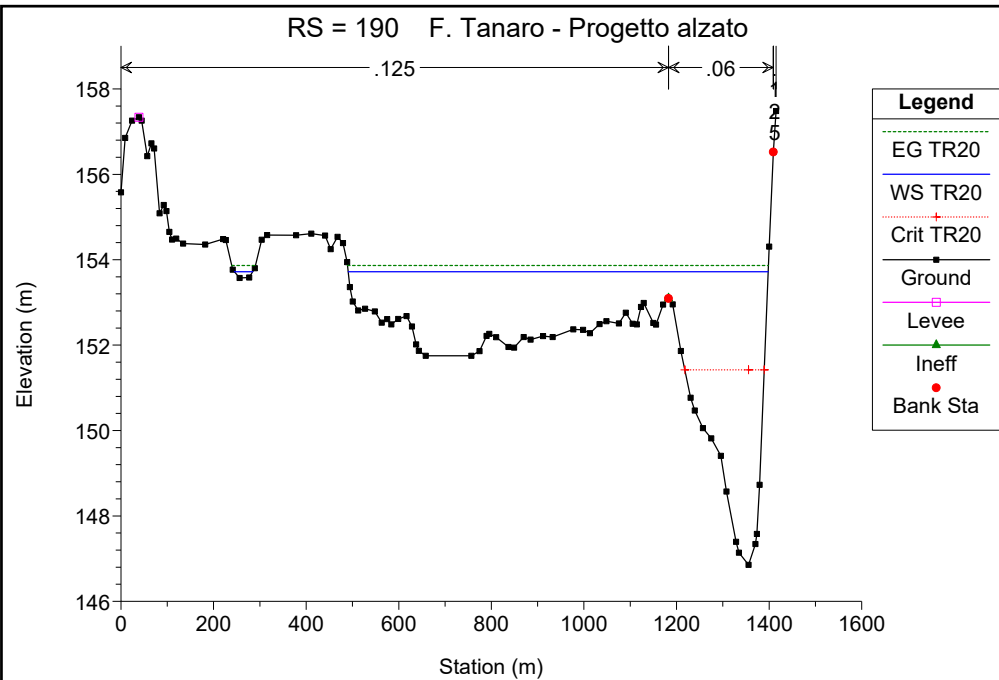


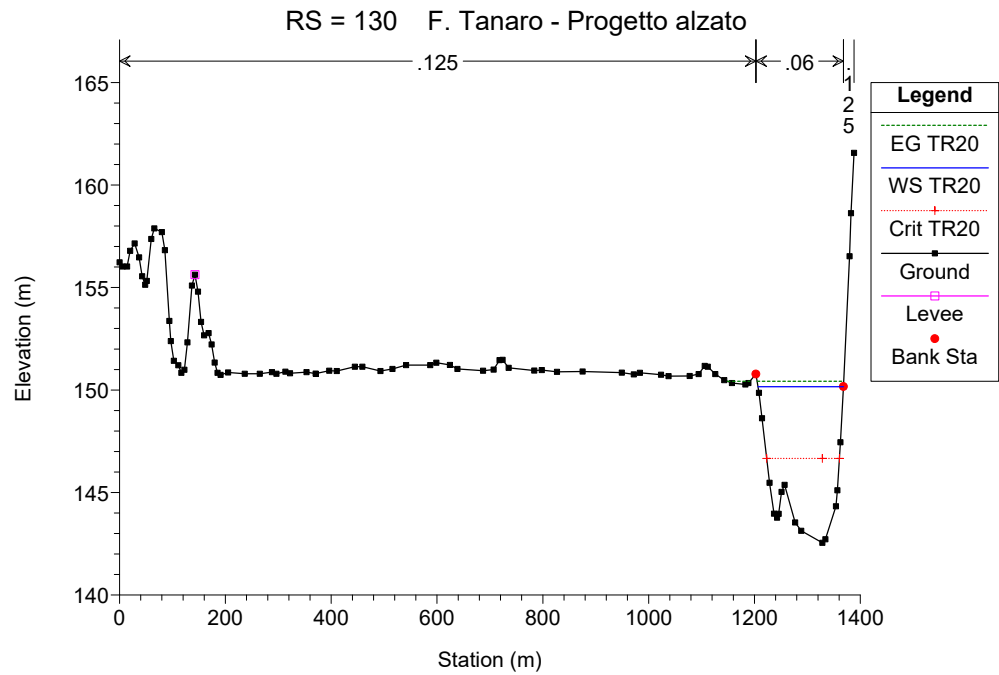
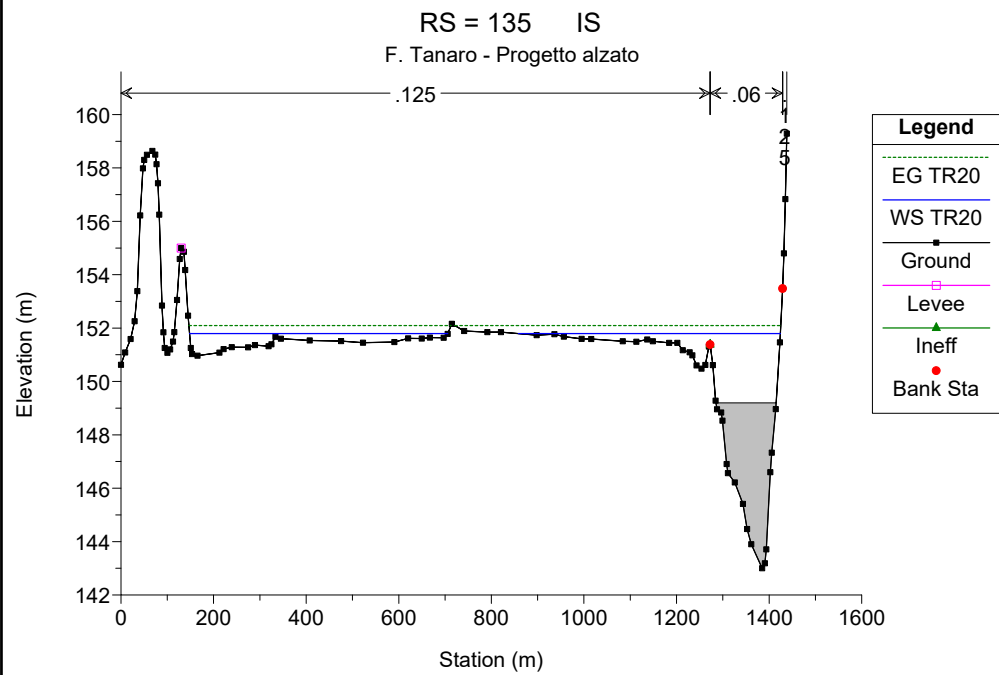
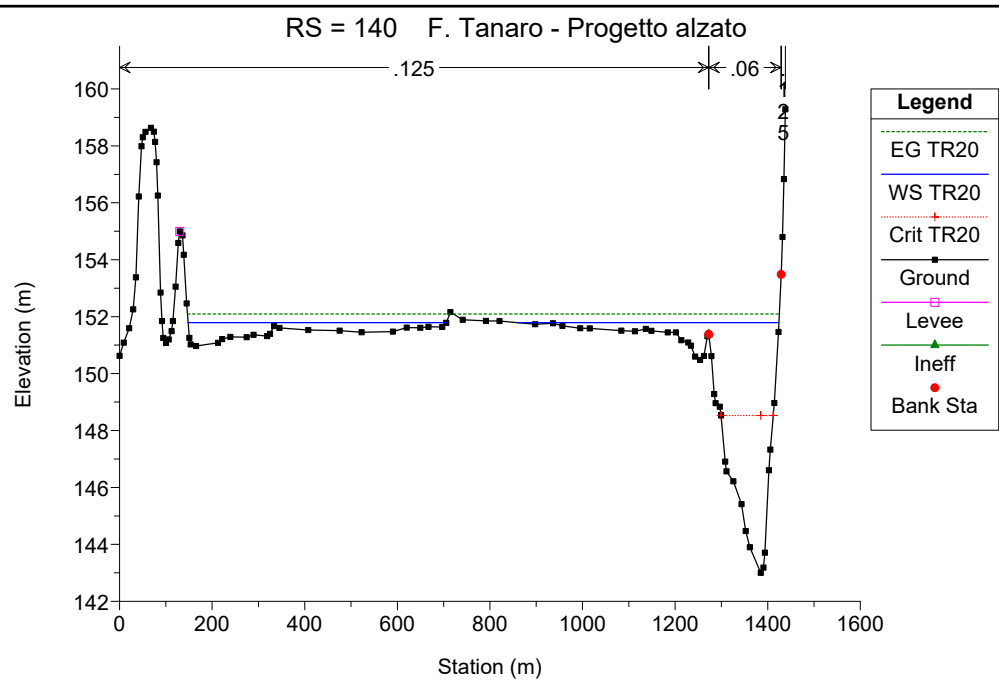
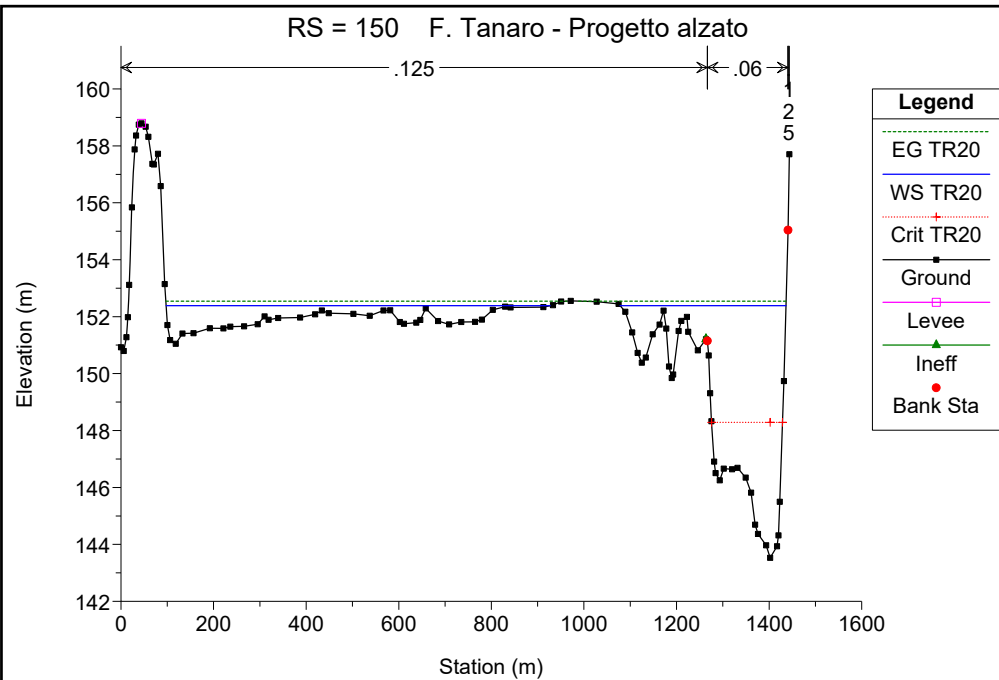


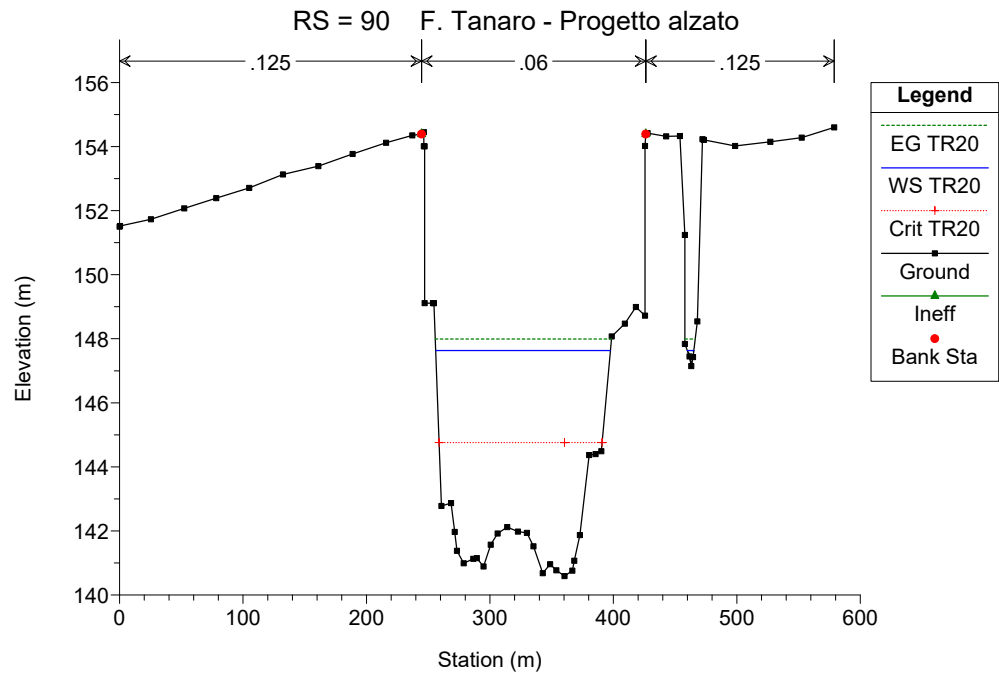
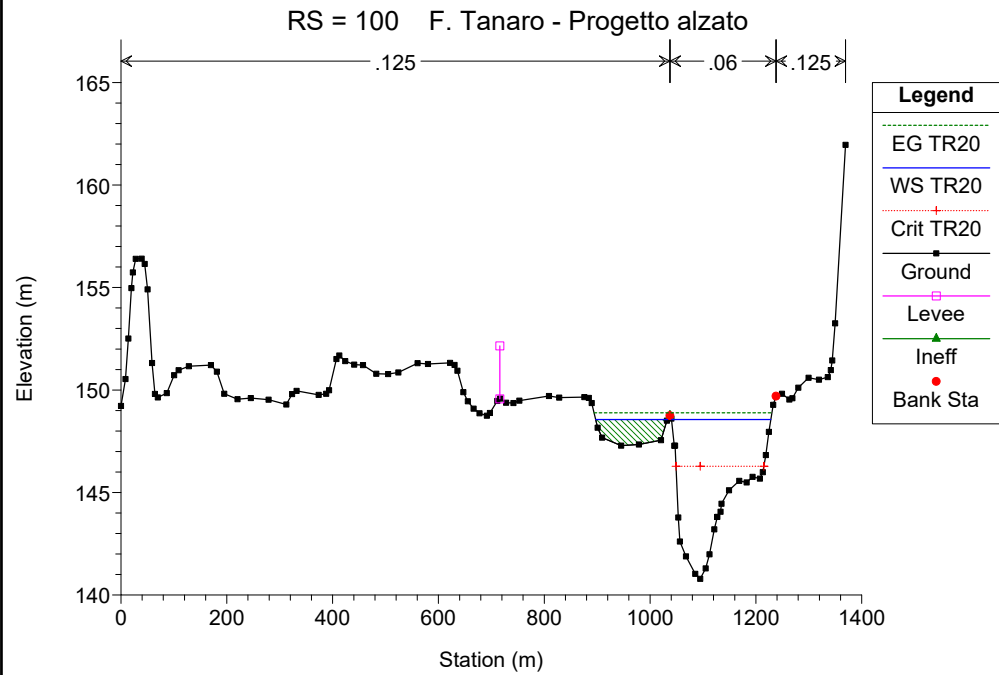
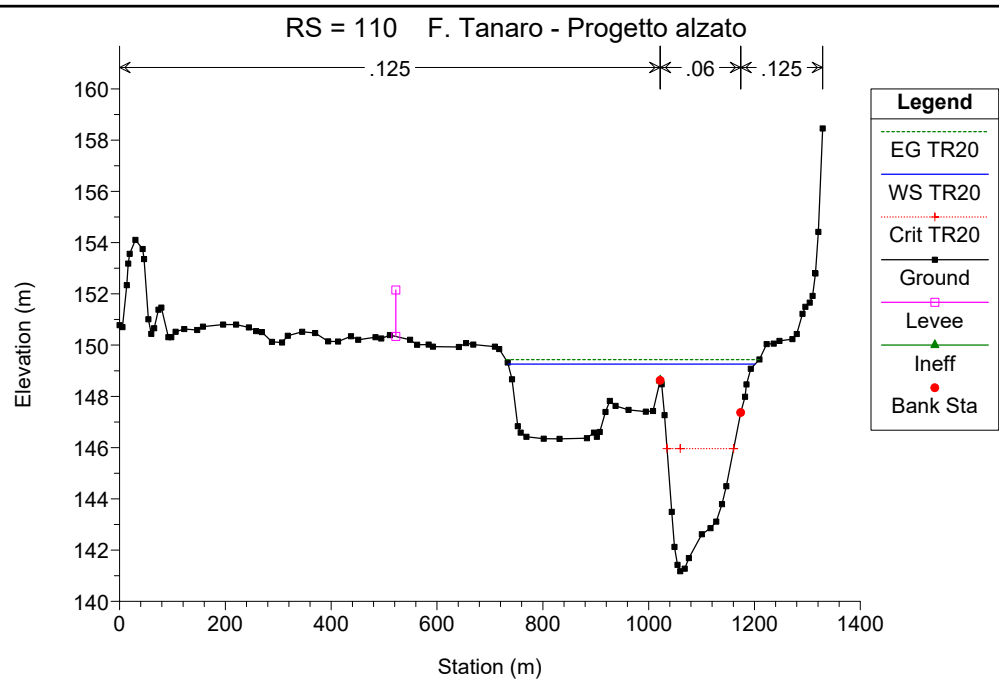
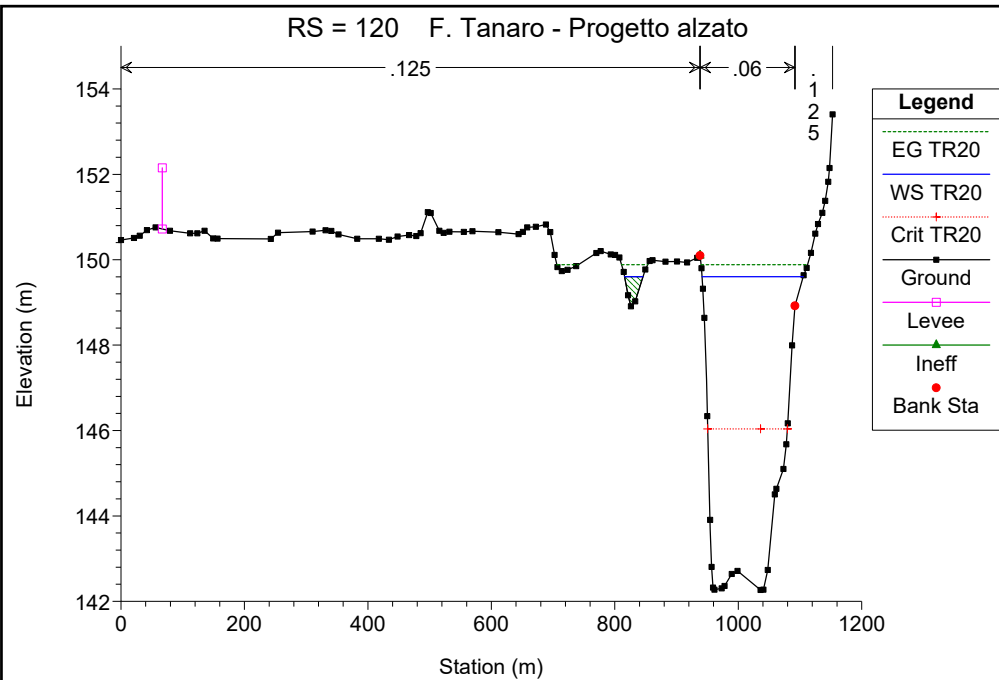


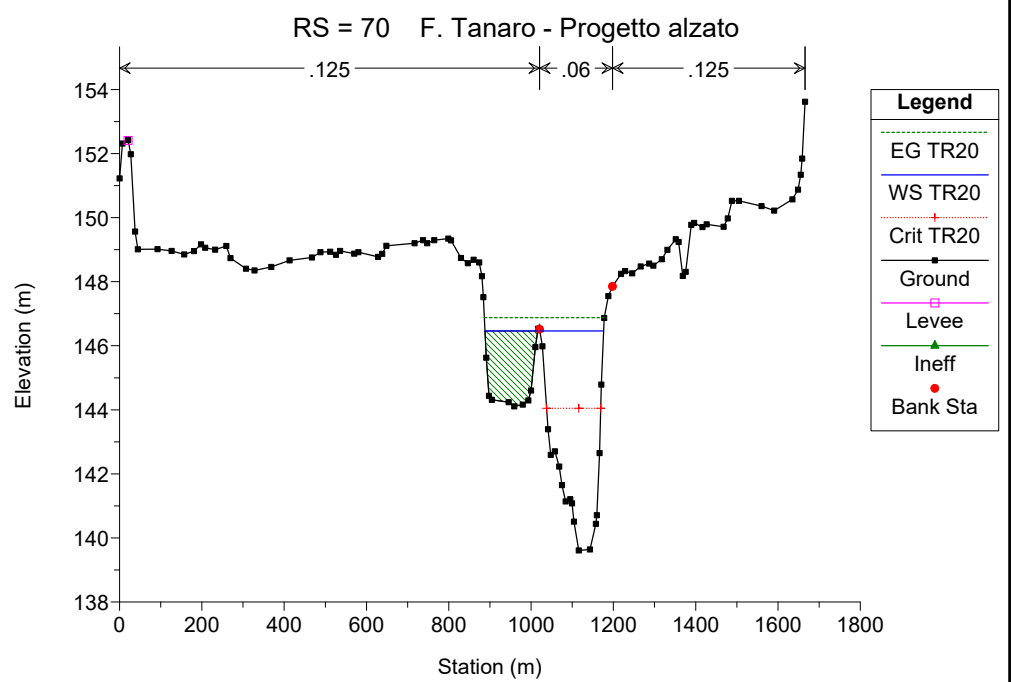
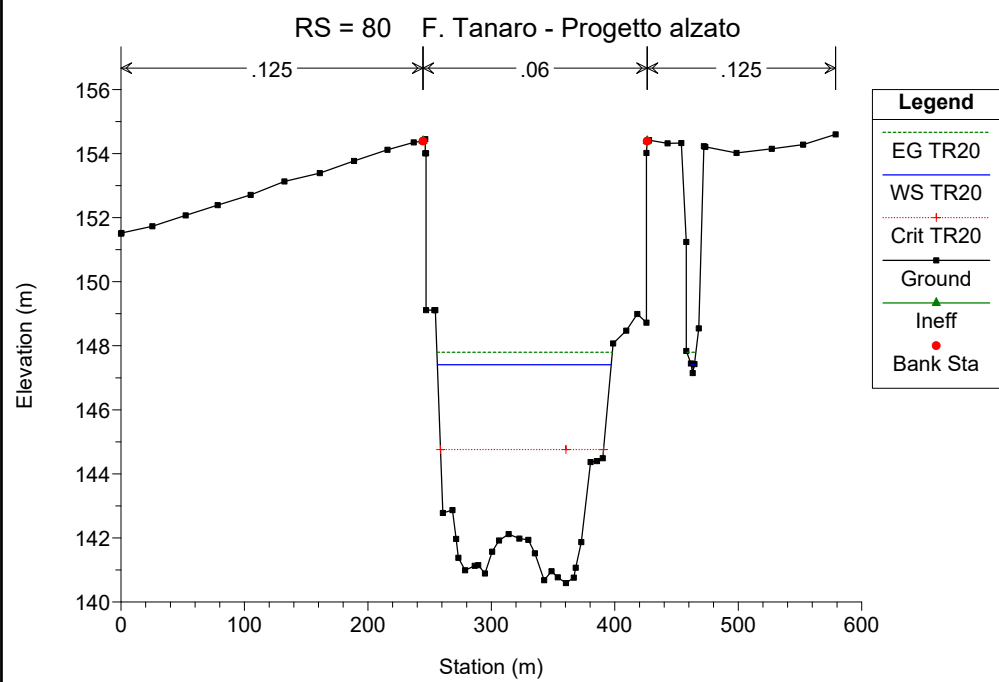
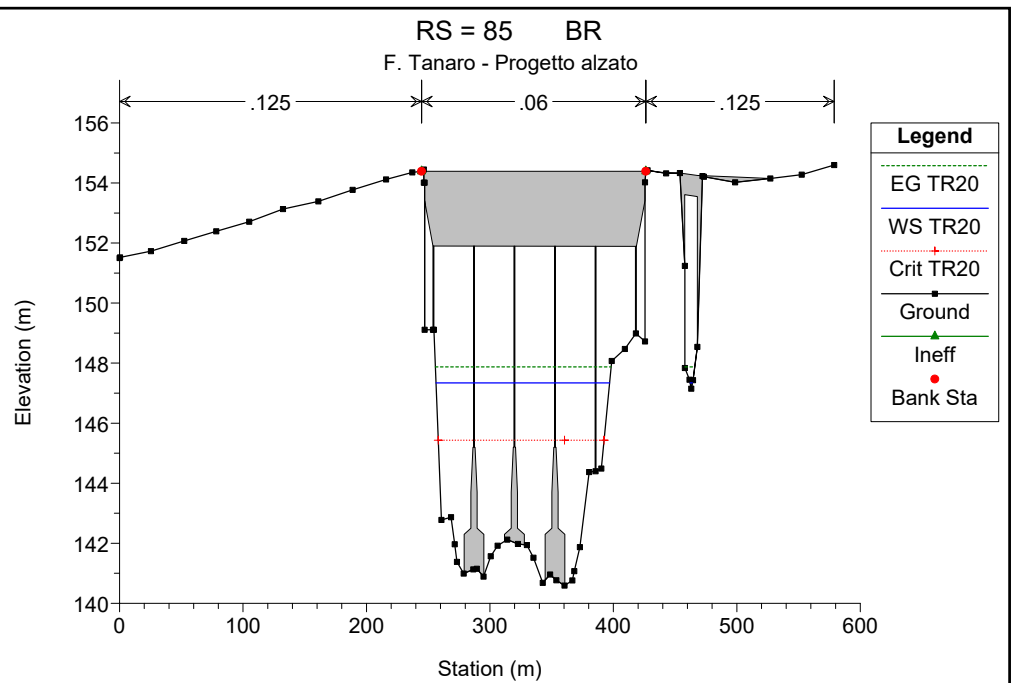
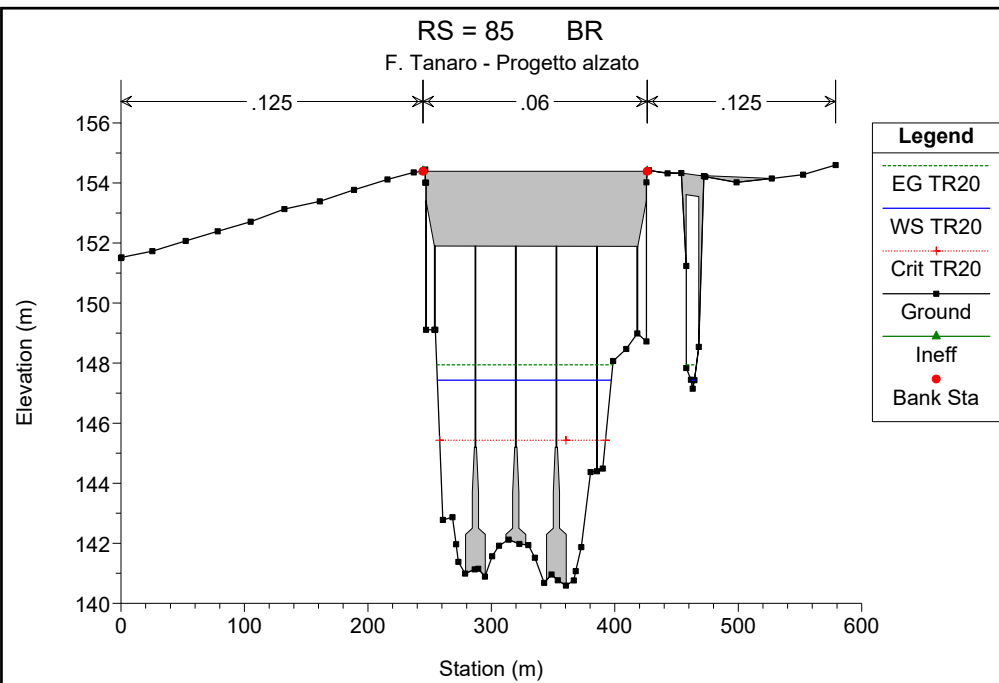


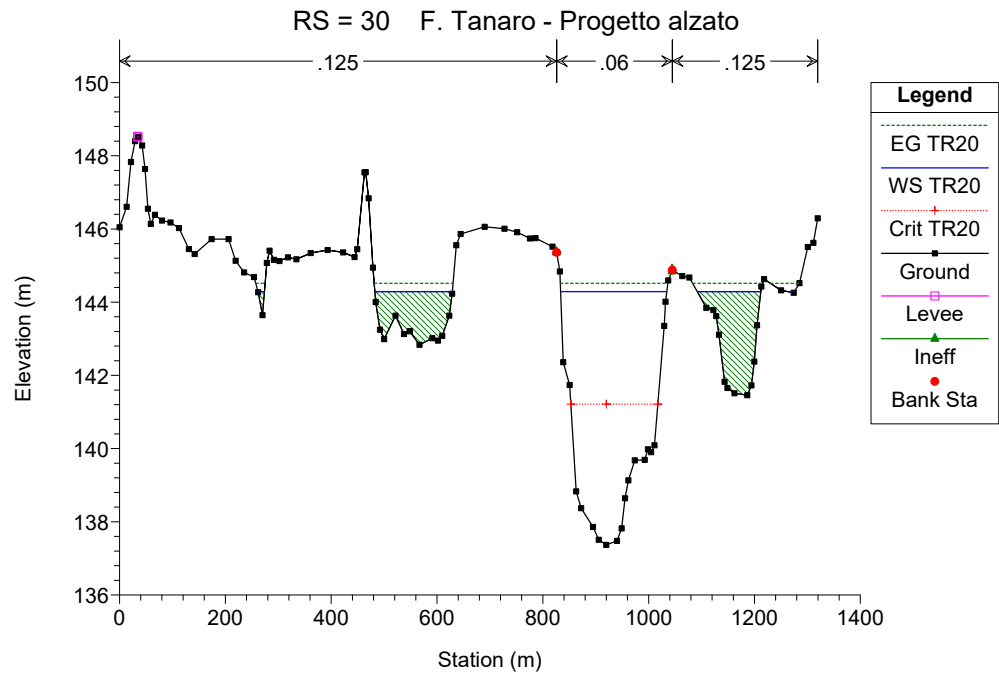
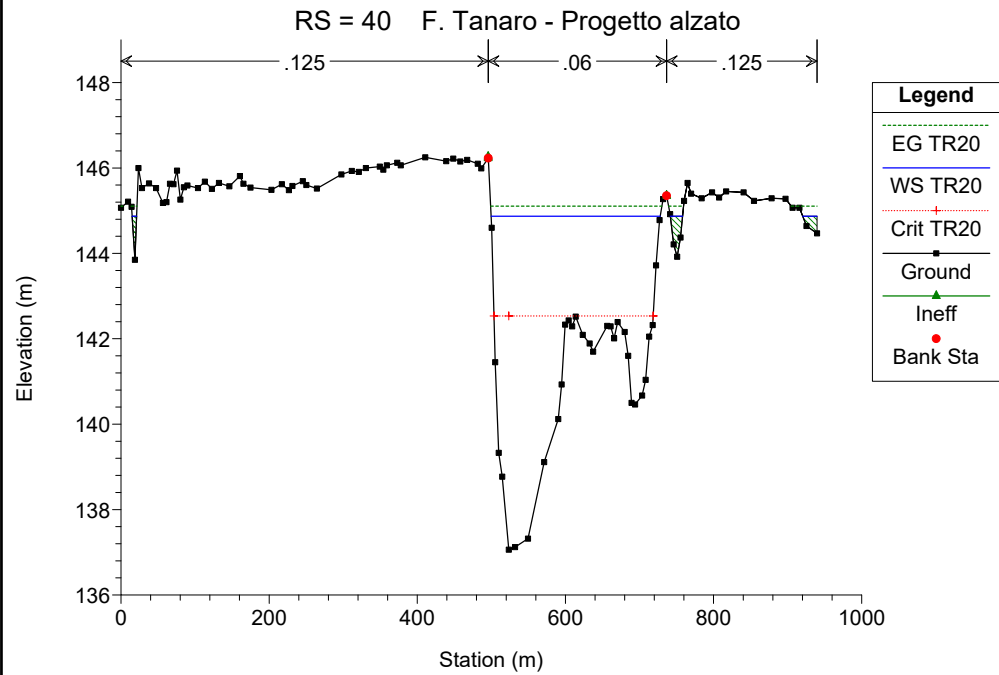
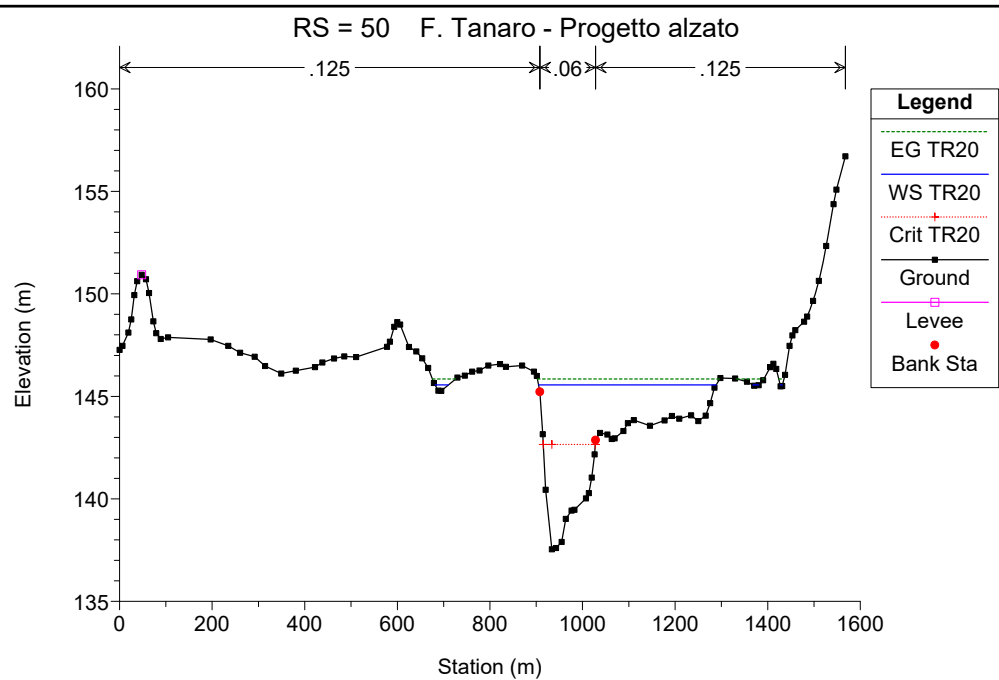
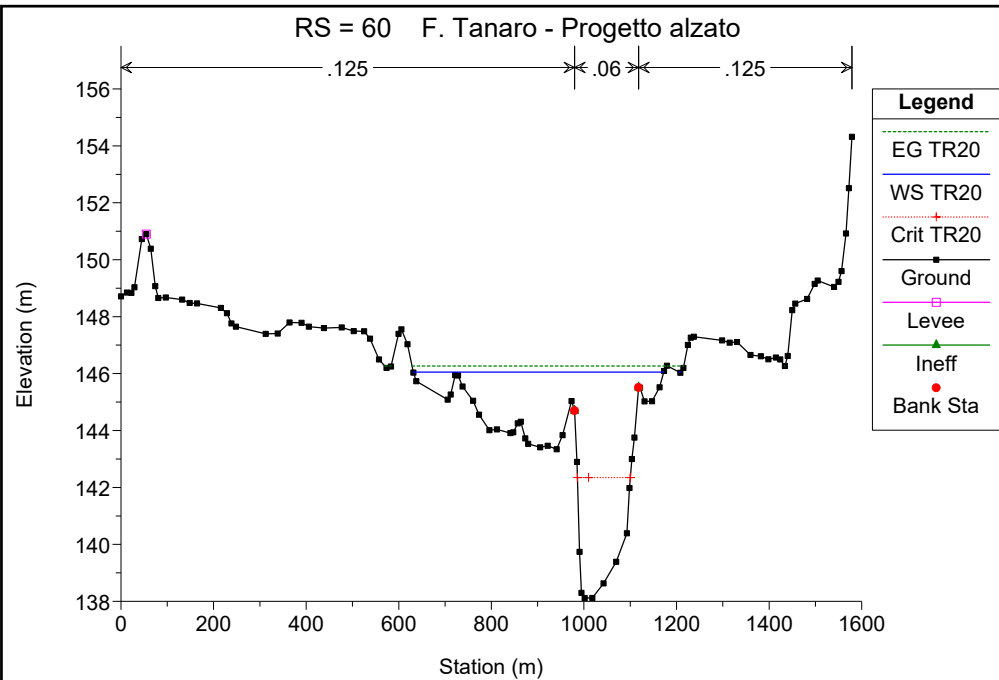




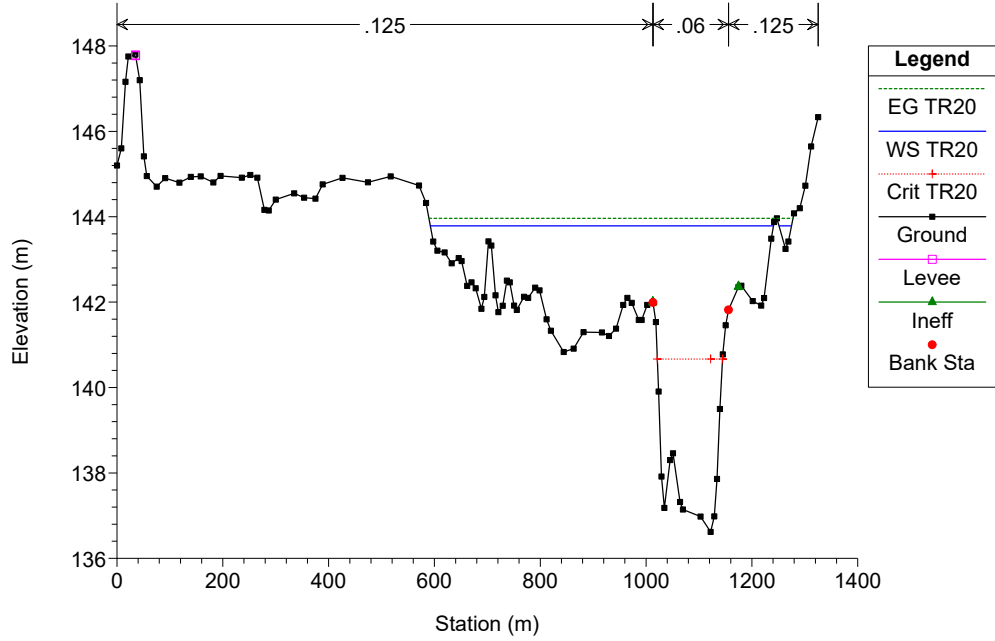




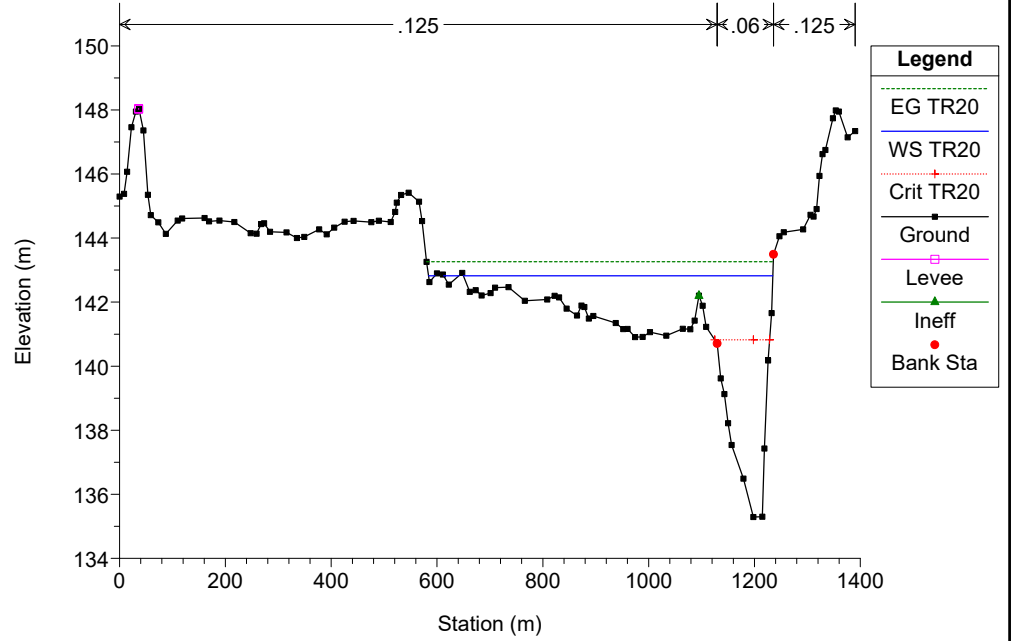




RS = 20 F. Tanaro - Progetto alzato



RS = 10 F. Tanaro - Progetto alzato



**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 2: SITUAZIONE DI PROGETTO CON SBARRAMENTO ALZATO**

**SIMULAZIONE 8**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2789	100





HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100

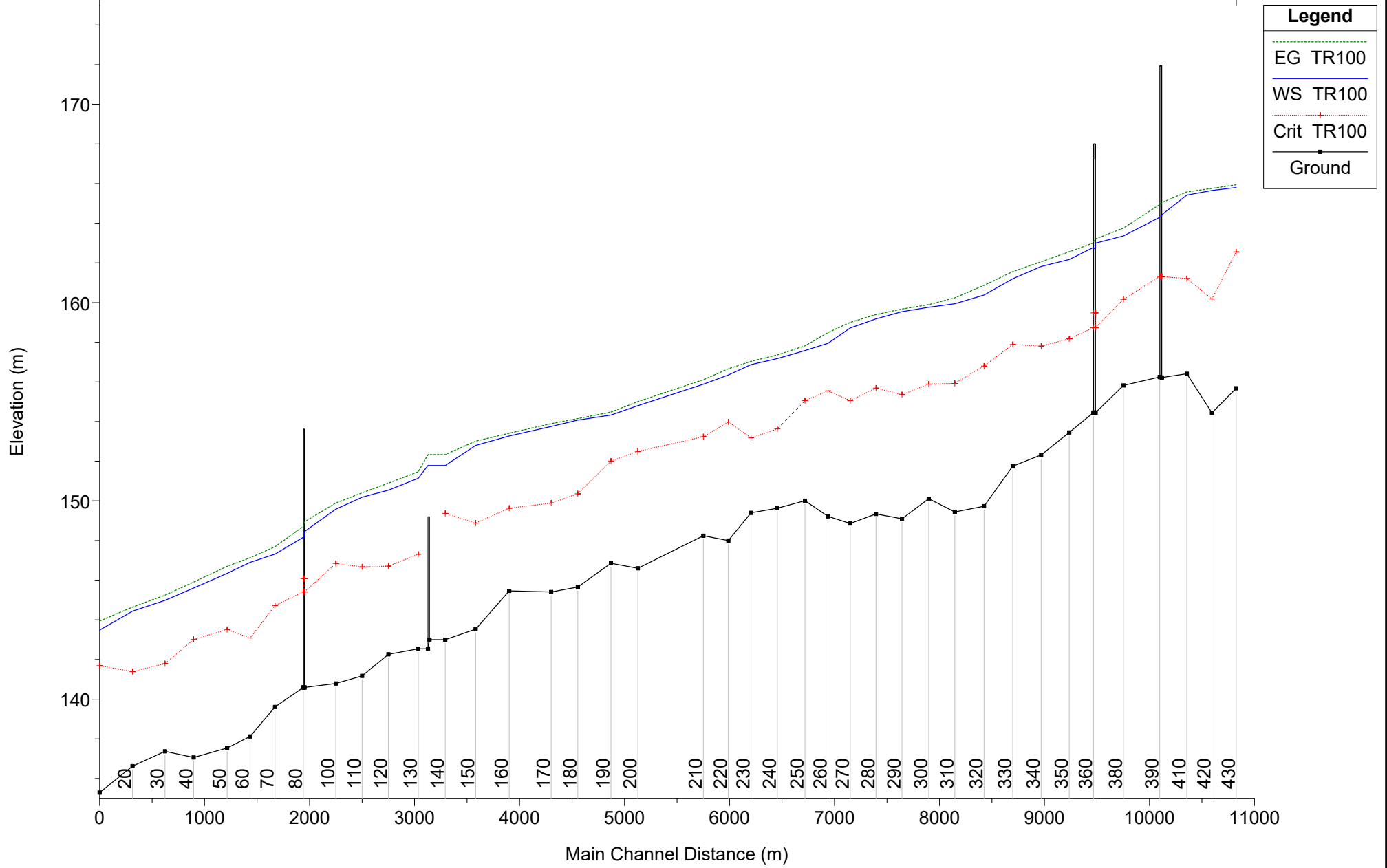
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR100	2789.00	155.68	165.80	162.56	165.94	0.001134	2.05	2627.45	664.03	0.25
1	420	TR100	2789.00	154.44	165.66	160.19	165.76	0.000607	1.67	2936.32	686.24	0.19
1	410	TR100	2789.00	156.41	165.42	161.21	165.58	0.001073	2.02	2232.99	525.91	0.24
1	400	TR100	2789.00	156.22	164.43	161.32	165.05	0.003550	3.55	895.83	172.68	0.42
1	395		Bridge									
1	390	TR100	2789.00	156.25	164.30	161.32	164.95	0.003790	3.62	874.12	163.70	0.44
1	380	TR100	2789.00	155.82	163.36	160.17	163.76	0.002530	2.77	1025.81	212.53	0.36
1	370	TR100	2789.00	154.45	163.00	158.74	163.21	0.001246	2.04	1364.63	206.00	0.25
1	365		Bridge									
1	360	TR100	2789.00	154.45	162.78	158.74	163.01	0.001385	2.11	1320.20	205.40	0.27
1	350	TR100	2789.00	153.45	162.17	158.18	162.56	0.002209	2.76	1015.88	195.72	0.34
1	340	TR100	2789.00	152.32	161.82	157.80	162.05	0.001389	2.16	1390.71	377.25	0.27
1	330	TR100	2789.00	151.75	161.20	157.89	161.56	0.002316	2.70	1207.26	427.84	0.34
1	320	TR100	2789.00	149.73	160.38	156.80	160.87	0.002643	3.29	1305.40	460.86	0.38
1	310	TR100	2789.00	149.44	159.94	155.92	160.24	0.001756	2.76	1887.91	740.77	0.31
1	300	TR100	2789.00	150.11	159.76	155.89	159.90	0.000940	1.88	2702.86	862.31	0.23
1	290	TR100	2789.00	149.10	159.54	155.35	159.67	0.000889	1.72	2309.98	674.58	0.21
1	280	TR100	2789.00	149.34	159.18	155.69	159.40	0.001500	2.34	1998.77	547.76	0.28
1	270	TR100	2789.00	148.86	158.72	155.06	159.00	0.001786	2.67	1791.10	579.26	0.31
1	260	TR100	2789.00	149.22	157.95	155.55	158.49	0.003277	3.45	1236.87	422.70	0.42
1	250	TR100	2789.00	150.01	157.58	155.06	157.82	0.002267	2.46	1822.08	556.48	0.34
1	240	TR100	2789.00	149.63	157.17	153.63	157.36	0.001335	2.11	2208.35	762.94	0.26
1	230	TR100	2789.00	149.40	156.87	153.18	157.04	0.001193	1.94	1988.47	567.24	0.25
1	220	TR100	2789.00	148.00	156.35	153.98	156.66	0.002473	2.78	1557.64	452.30	0.36
1	210	TR100	2789.00	148.24	155.88	153.23	156.11	0.001918	2.30	1803.17	645.33	0.31
1	200	TR100	2789.00	146.60	154.80	152.50	155.00	0.001995	2.49	2526.87	1076.25	0.32
1	190	TR100	2789.00	146.85	154.33	152.00	154.48	0.001890	2.00	2436.73	998.07	0.30
1	180	TR100	2789.00	145.66	154.07	150.36	154.15	0.000704	1.34	3303.08	1381.71	0.19
1	170	TR100	2789.00	145.40	153.75	149.89	153.90	0.001399	1.83	2441.75	1310.40	0.26
1	160	TR100	2789.00	145.46	153.27	149.63	153.41	0.001130	1.75	2540.24	1385.80	0.24
1	150	TR100	2789.00	143.53	152.79	148.88	153.01	0.001387	2.18	2196.04	1341.11	0.27
1	140	TR100	2789.00	143.00	151.78	149.37	152.33	0.004296	3.33	1131.45	1118.04	0.46
1	135		Inl Struct									
1	130	TR100	2789.00	142.54	151.14	147.31	151.47	0.001962	2.55	1331.83	1059.96	0.32
1	120	TR100	2789.00	142.27	150.54	146.71	150.90	0.002066	2.66	1222.51	607.75	0.33
1	110	TR100	2789.00	141.17	150.19	146.67	150.41	0.001558	2.29	2025.99	705.32	0.29
1	100	TR100	2789.00	140.79	149.58	146.84	149.89	0.002711	2.56	1312.43	418.45	0.36
1	90	TR100	2789.00	140.59	148.46	145.41	148.94	0.003391	3.10	899.92	163.57	0.41
1	85		Bridge									
1	80	TR100	2789.00	140.59	148.17	145.41	148.71	0.003724	3.26	856.67	154.66	0.43

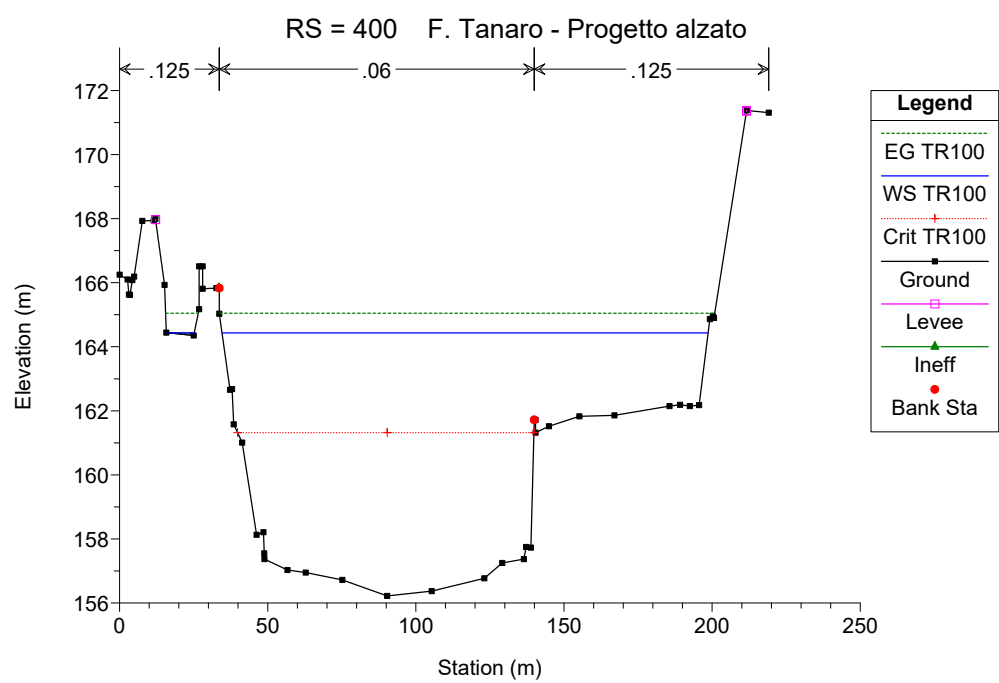
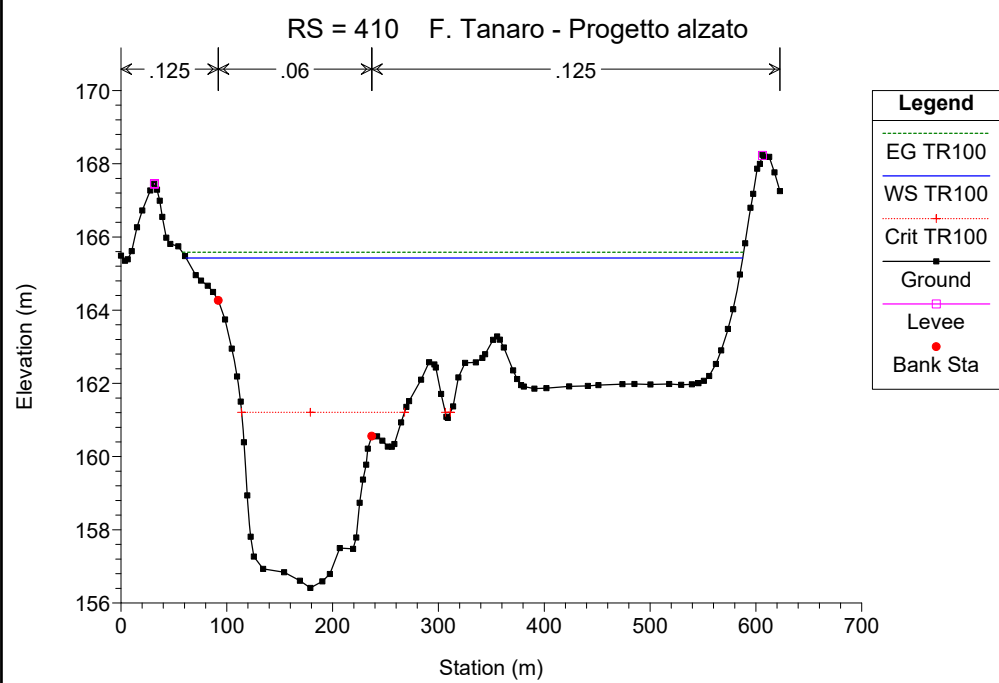
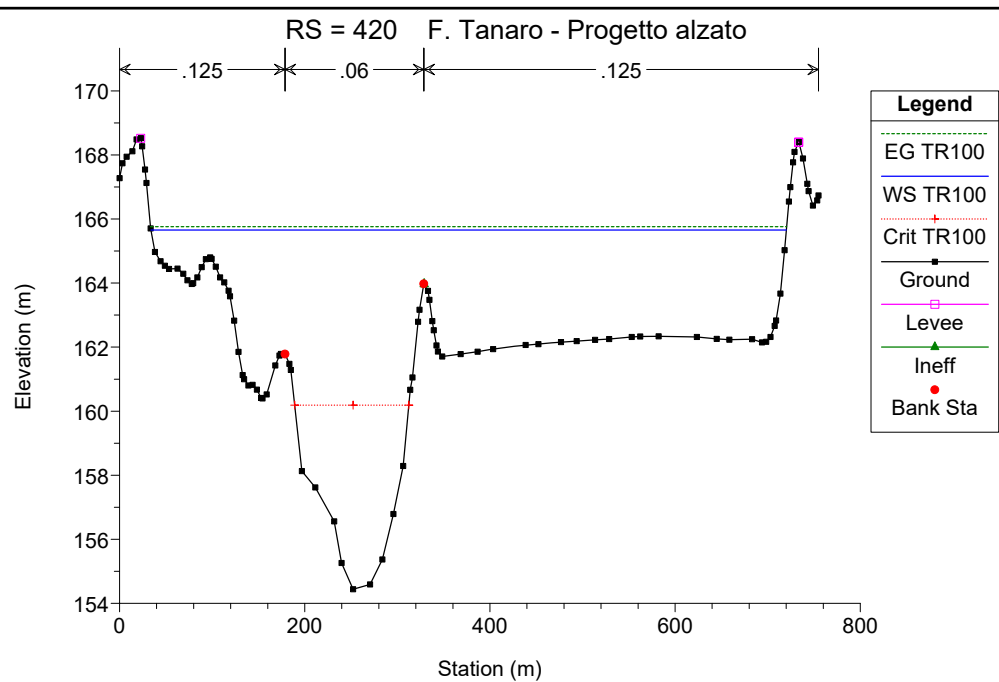
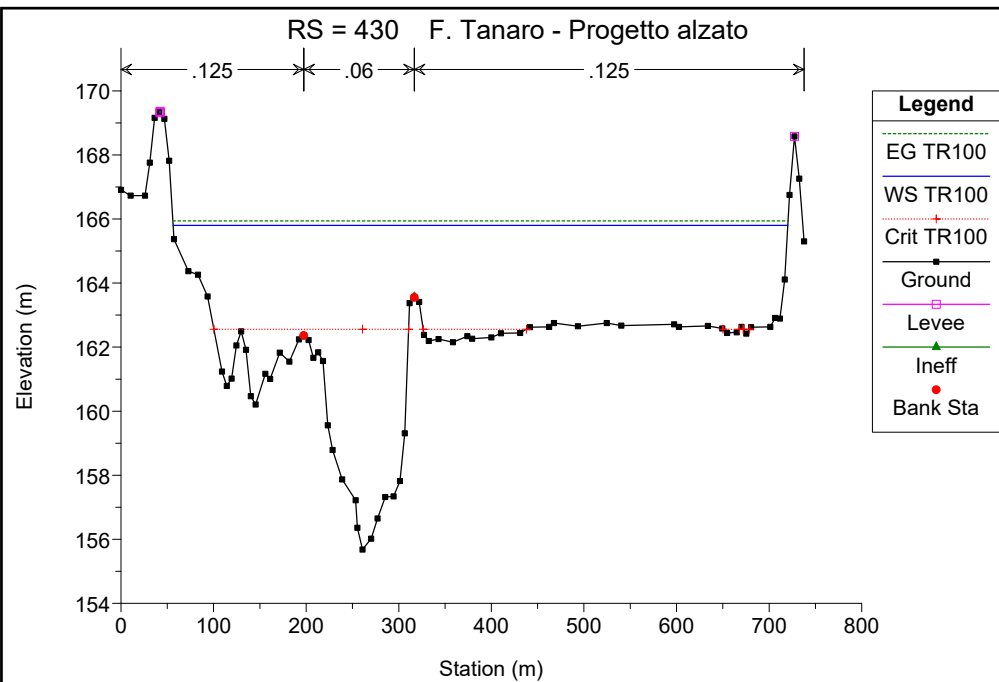
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100 (Continued)

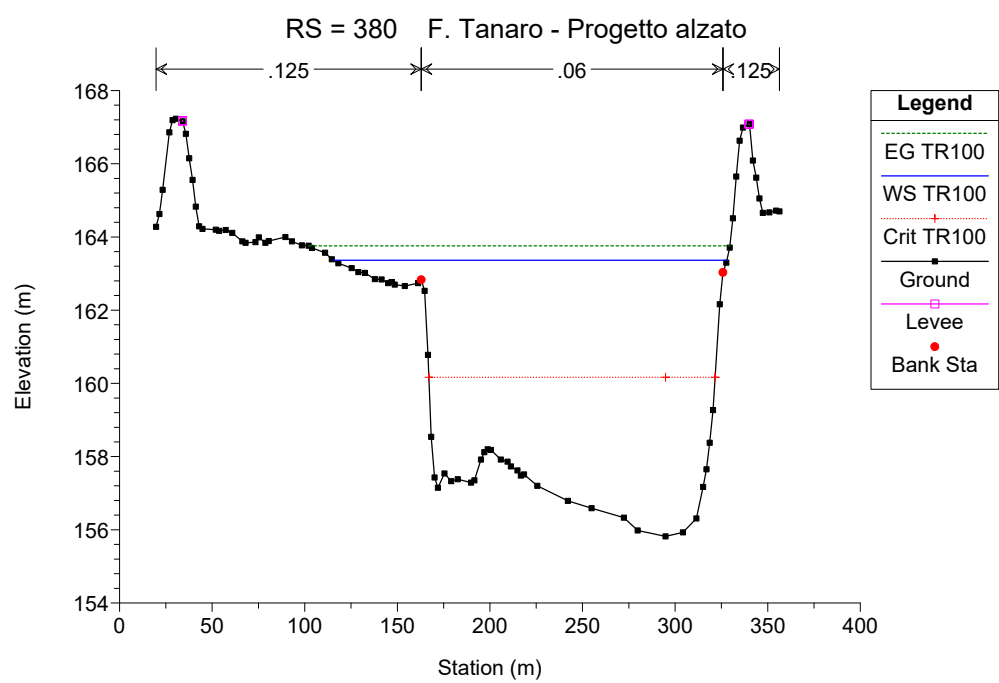
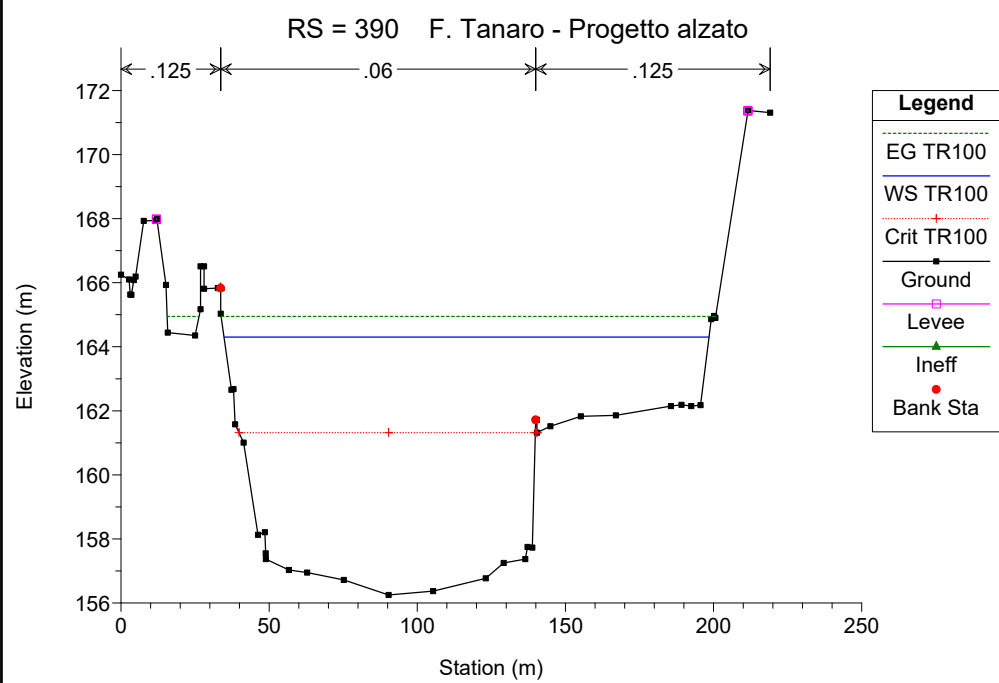
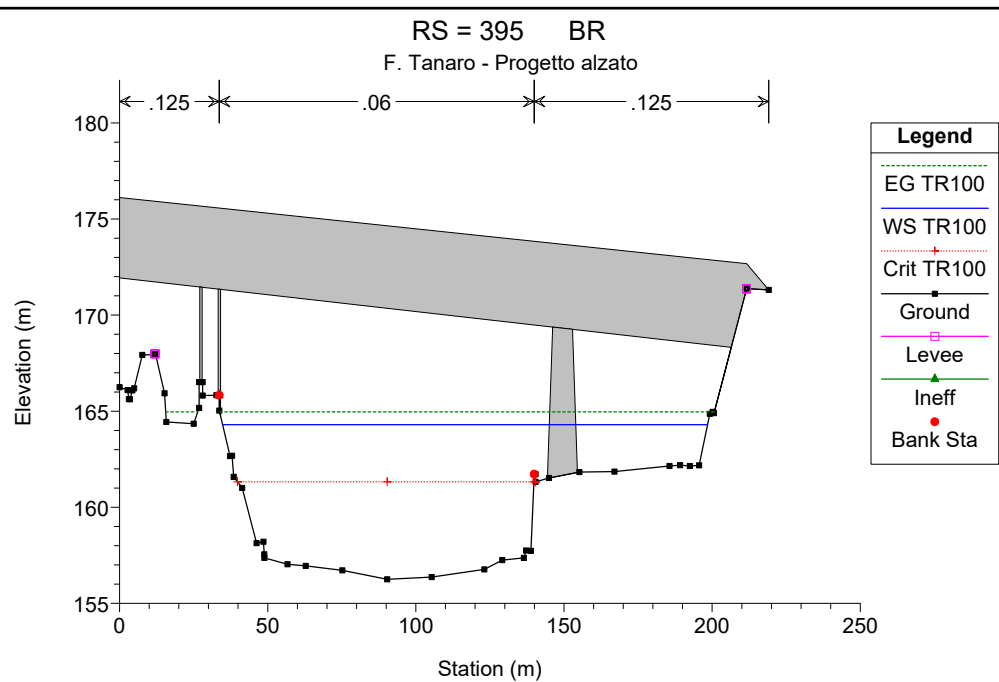
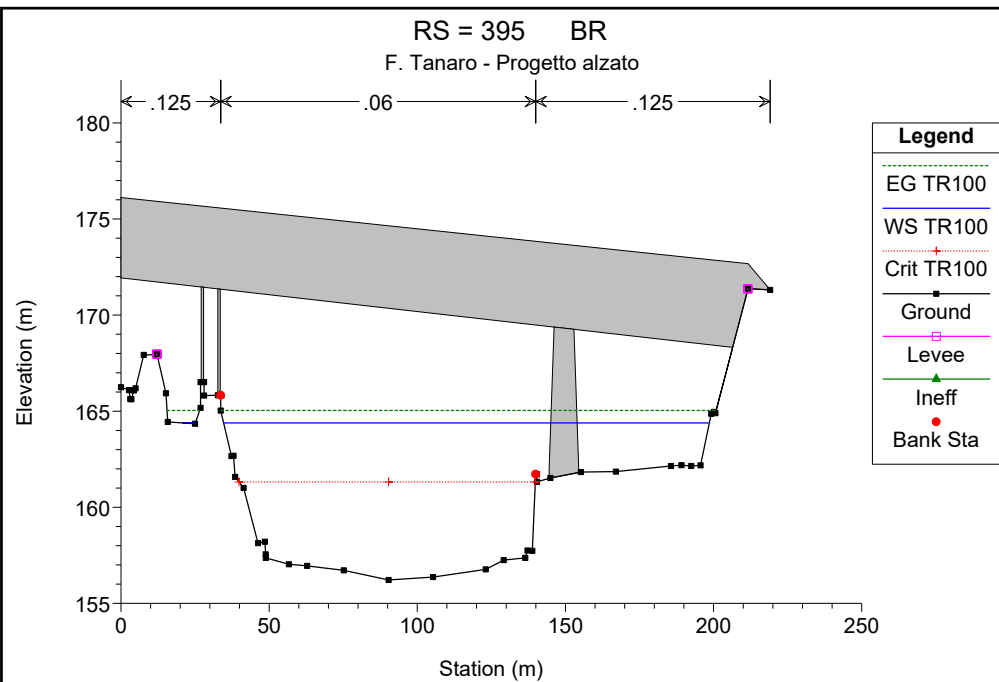
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR100	2789.00	139.61	147.32	144.72	147.69	0.003236	2.86	1230.13	299.57	0.40
1	60	TR100	2789.00	138.12	146.90	143.09	147.13	0.001543	2.36	1970.02	745.98	0.29
1	50	TR100	2789.00	137.54	146.34	143.51	146.70	0.002430	2.88	1625.64	732.53	0.36
1	40	TR100	2789.00	137.06	145.61	143.01	145.90	0.002666	2.42	1232.99	635.95	0.35
1	30	TR100	2789.00	137.37	144.99	141.79	145.25	0.002140	2.33	1472.95	667.44	0.32
1	20	TR100	2789.00	136.62	144.44	141.39	144.64	0.001669	2.31	2162.49	763.01	0.29
1	10	TR100	2789.00	135.29	143.48	141.69	143.94	0.004005	3.40	1544.44	657.26	0.45

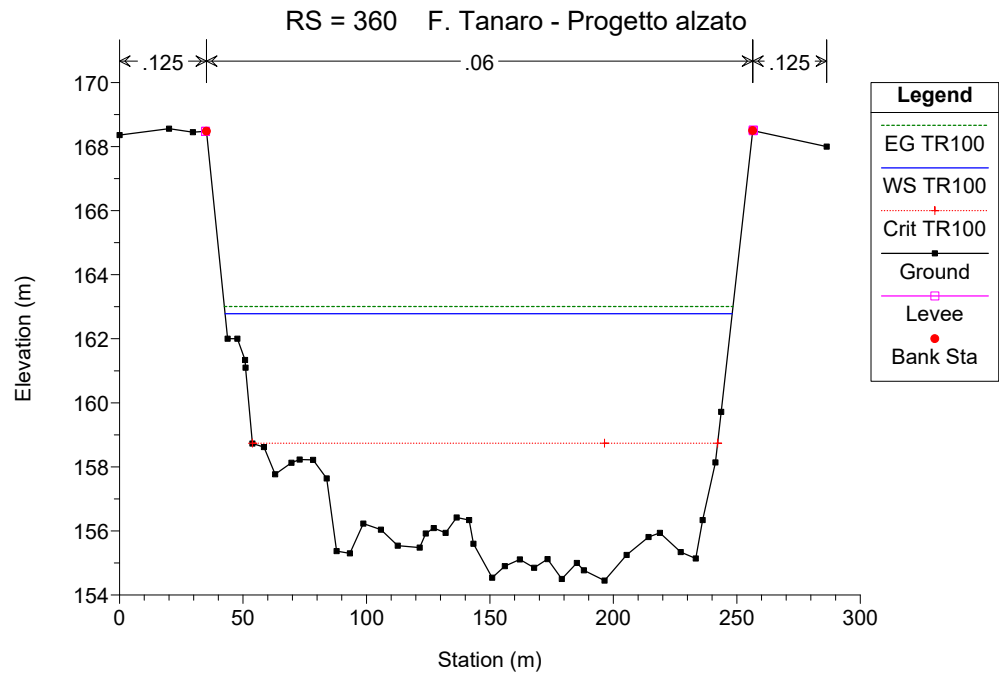
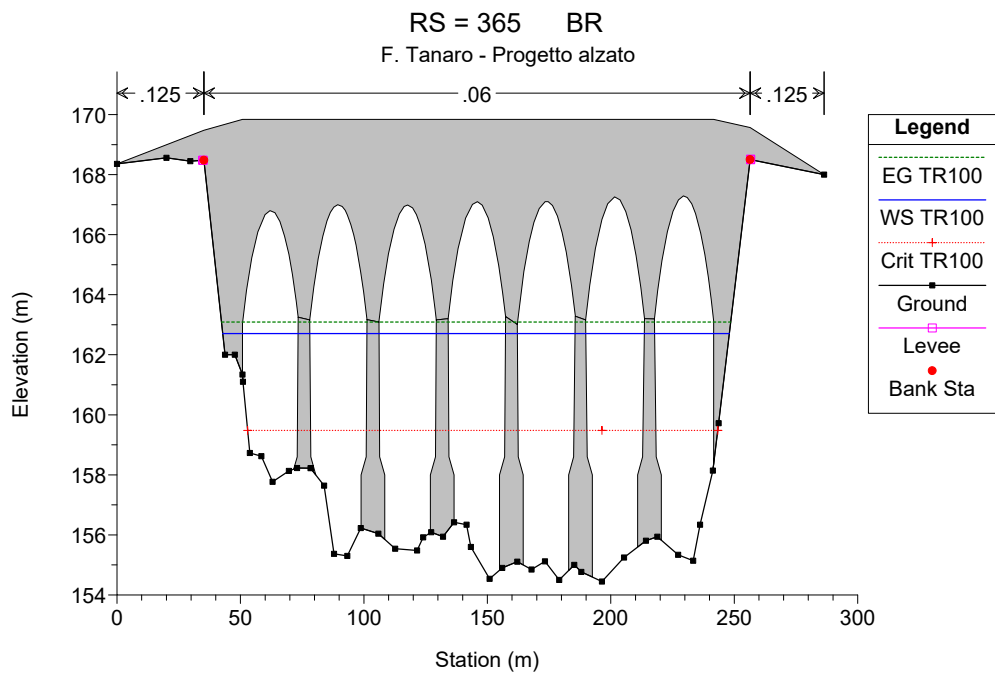
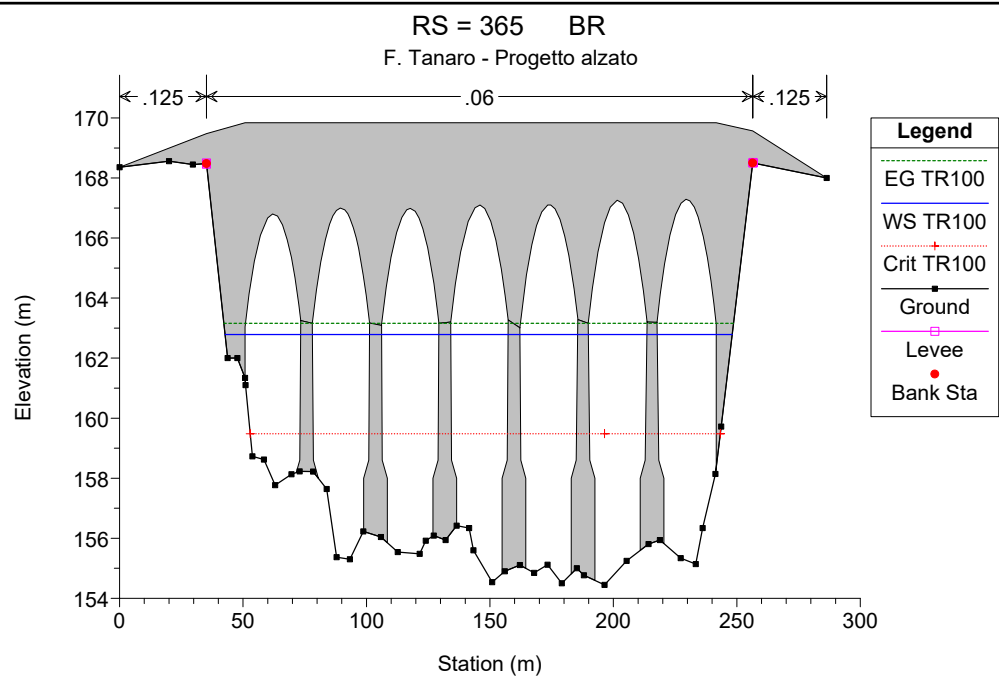
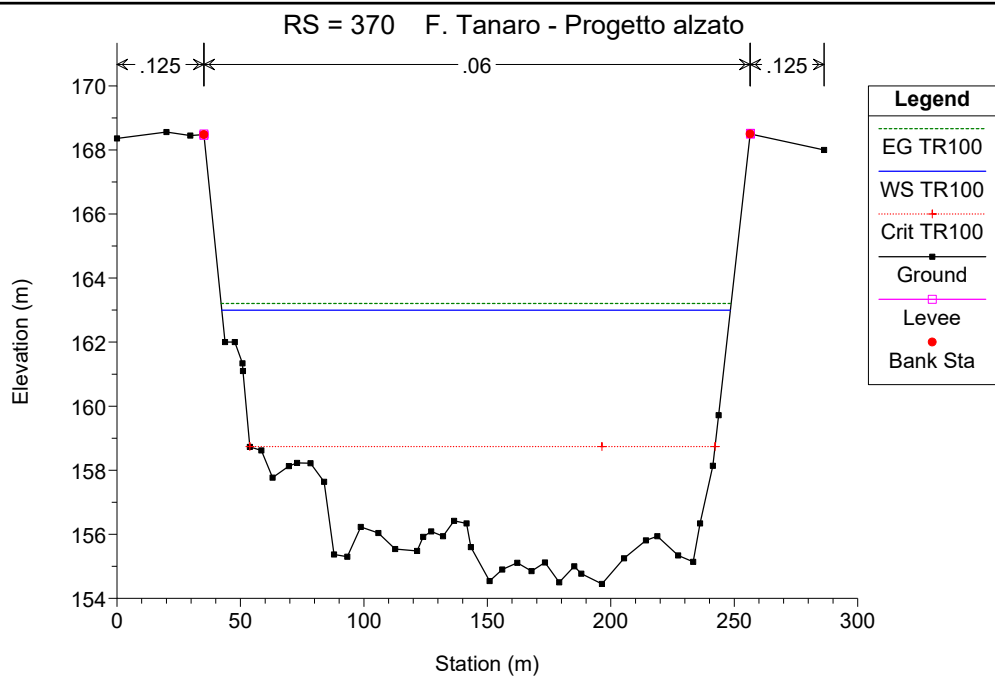
# F. Tanaro - Progetto alzato

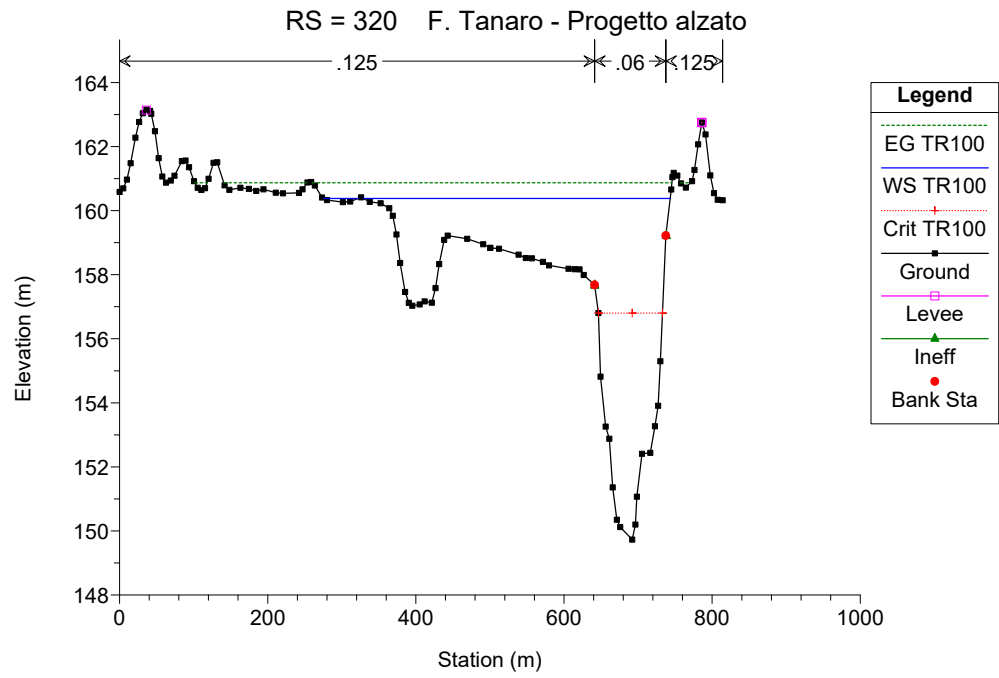
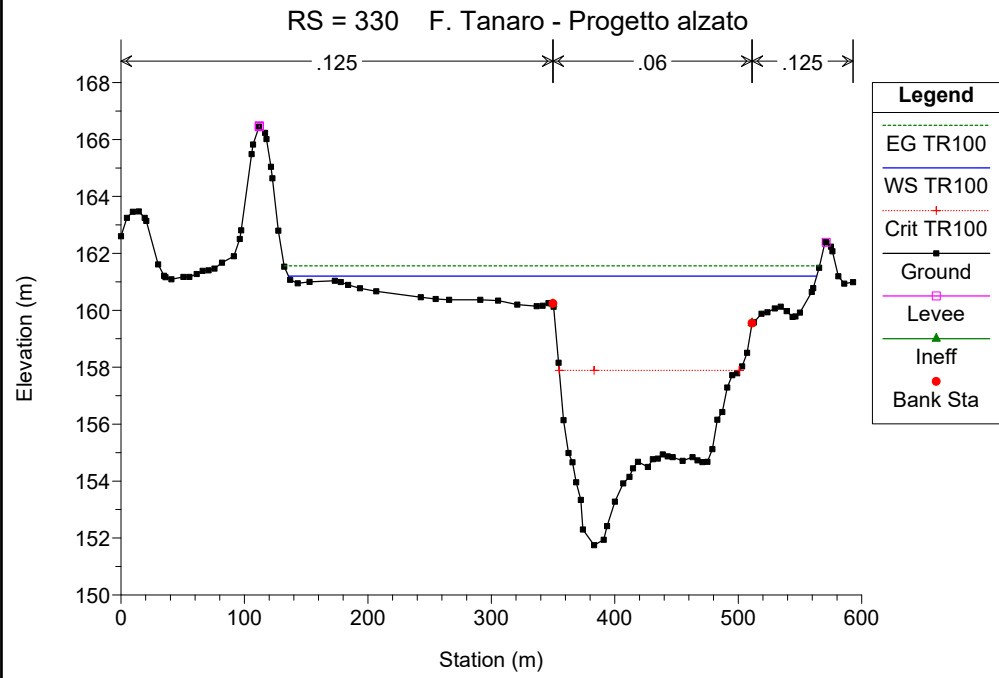
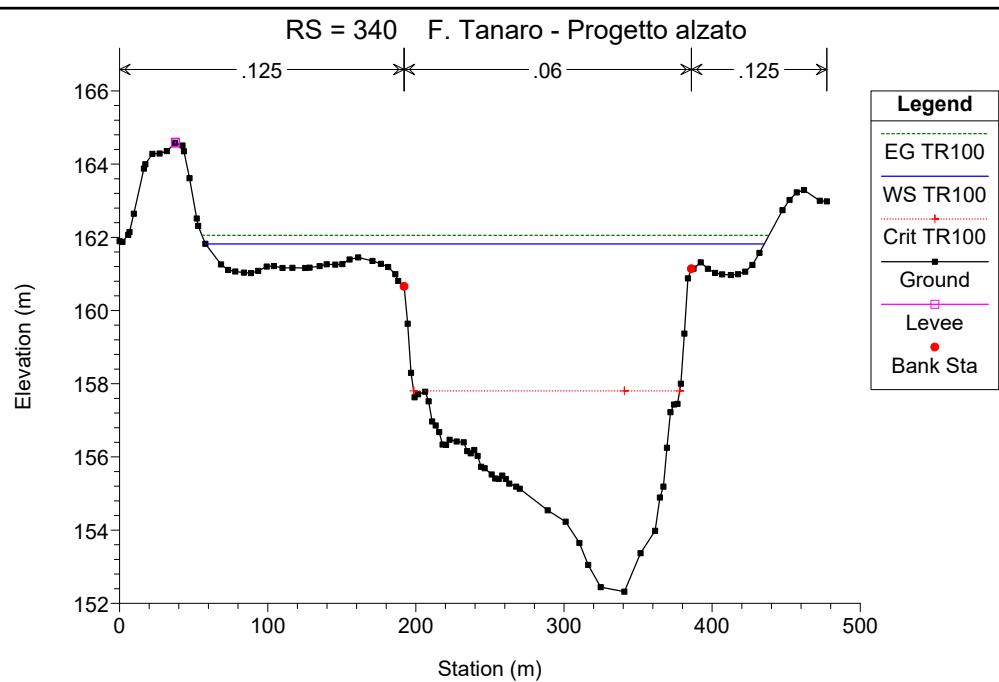
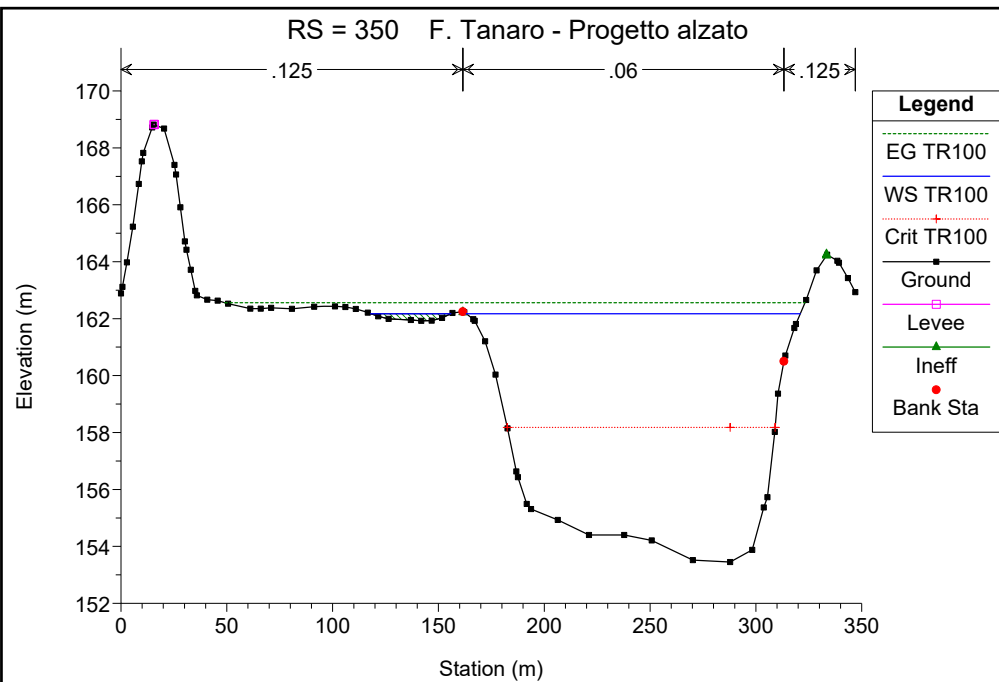
Tanaro 1



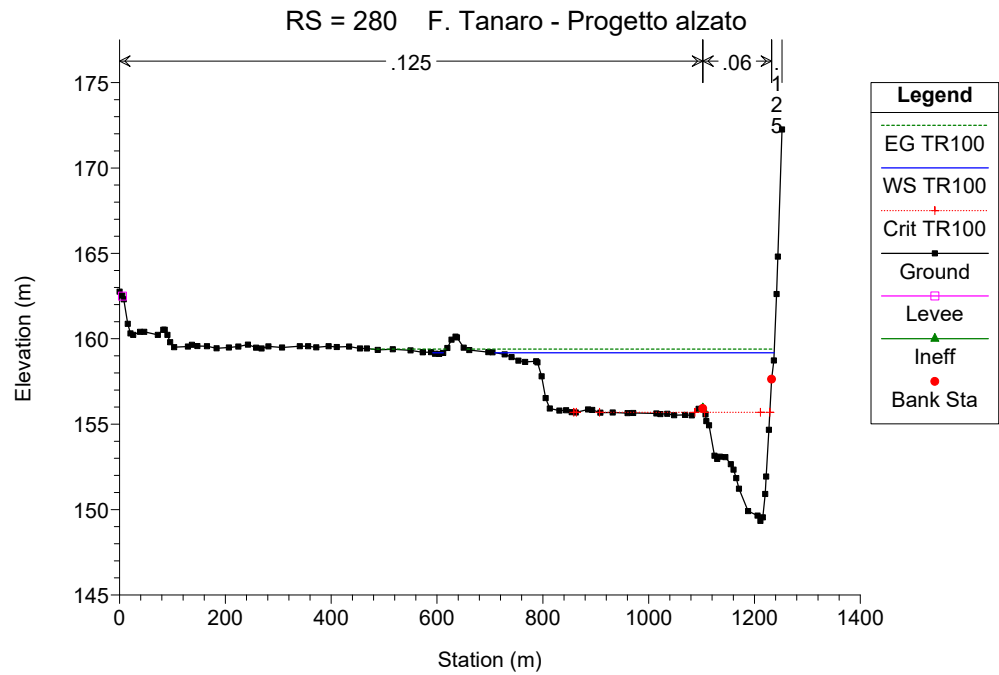
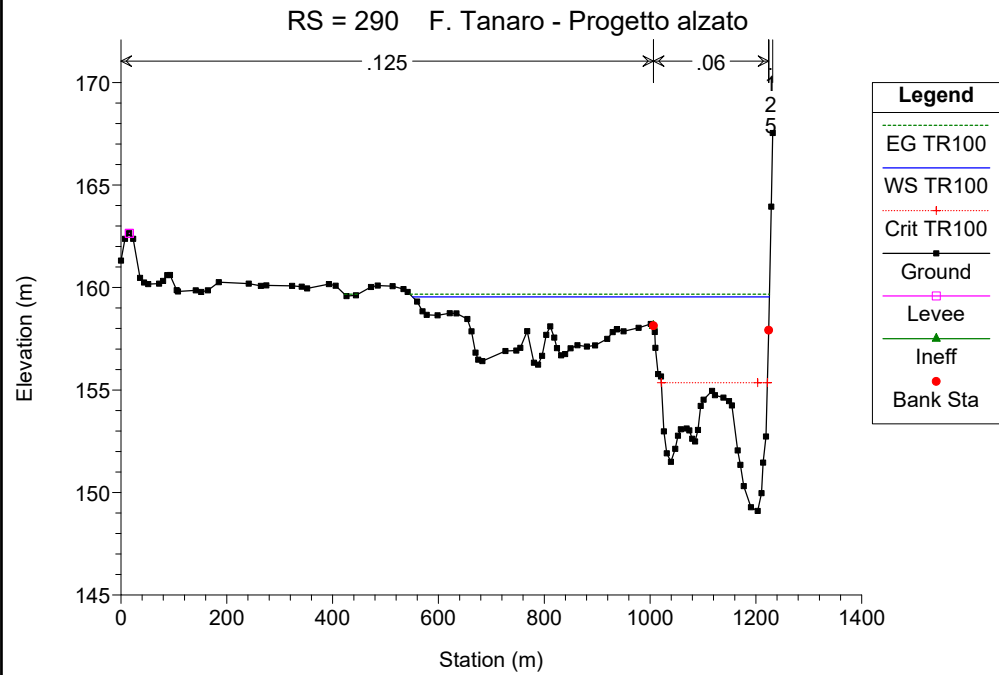
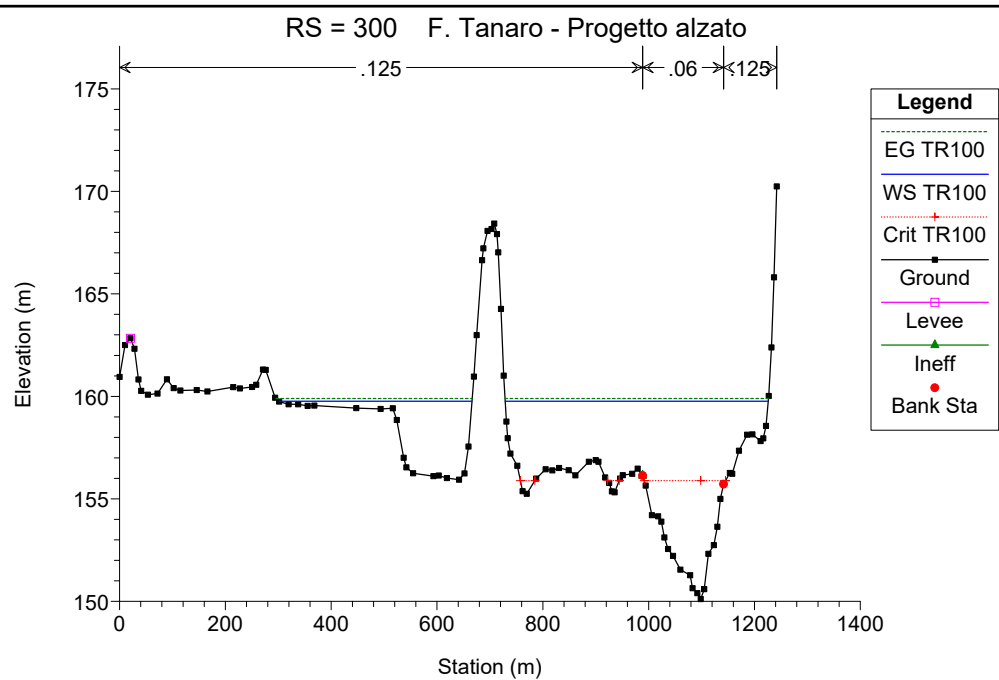
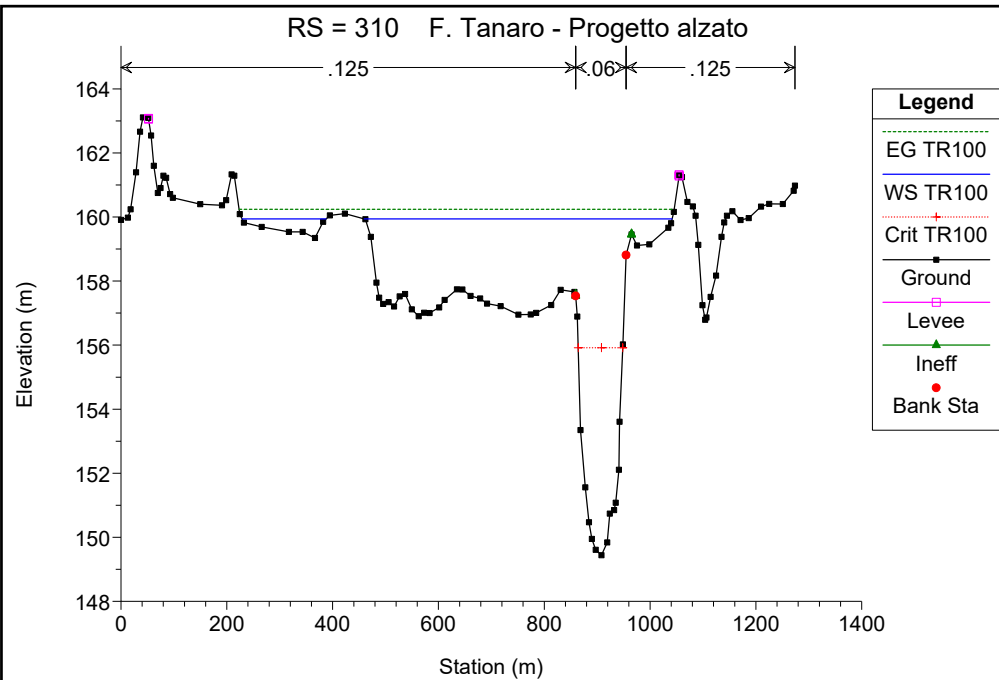


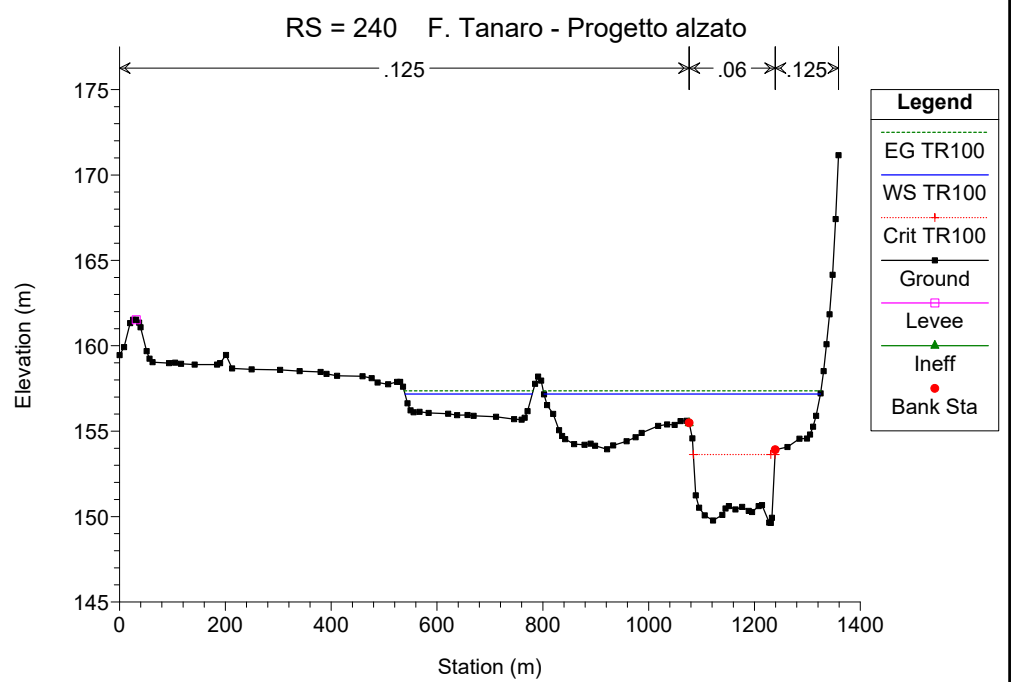
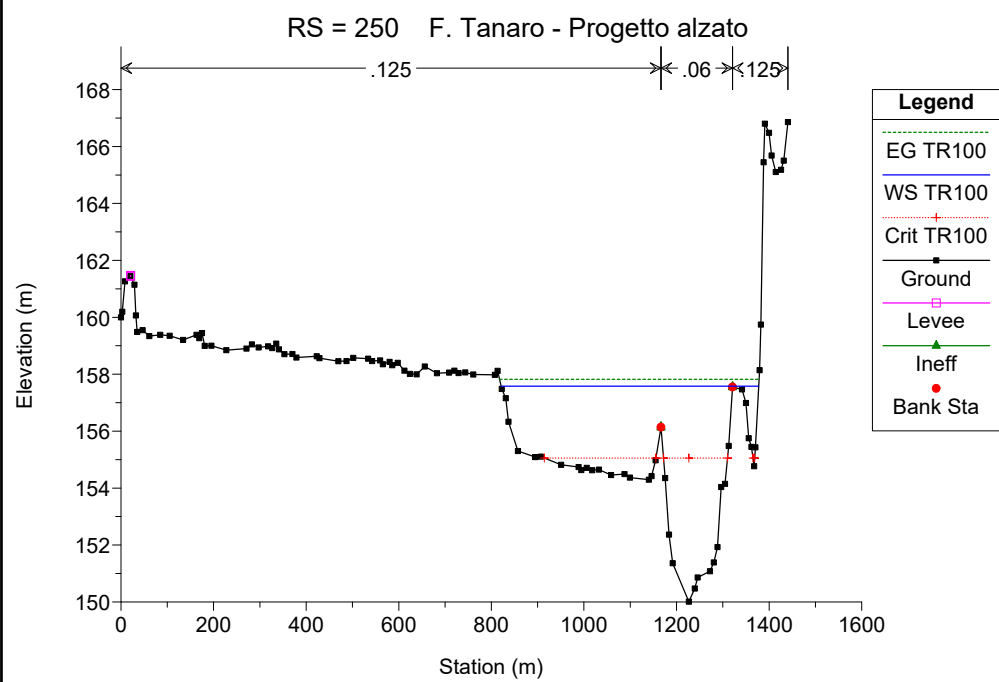
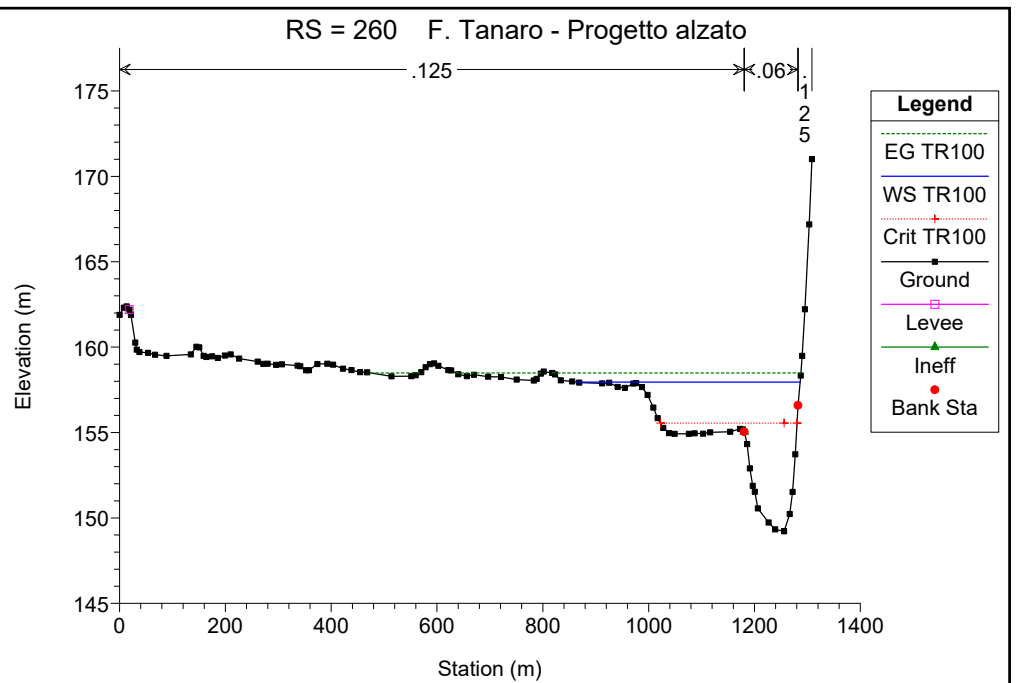
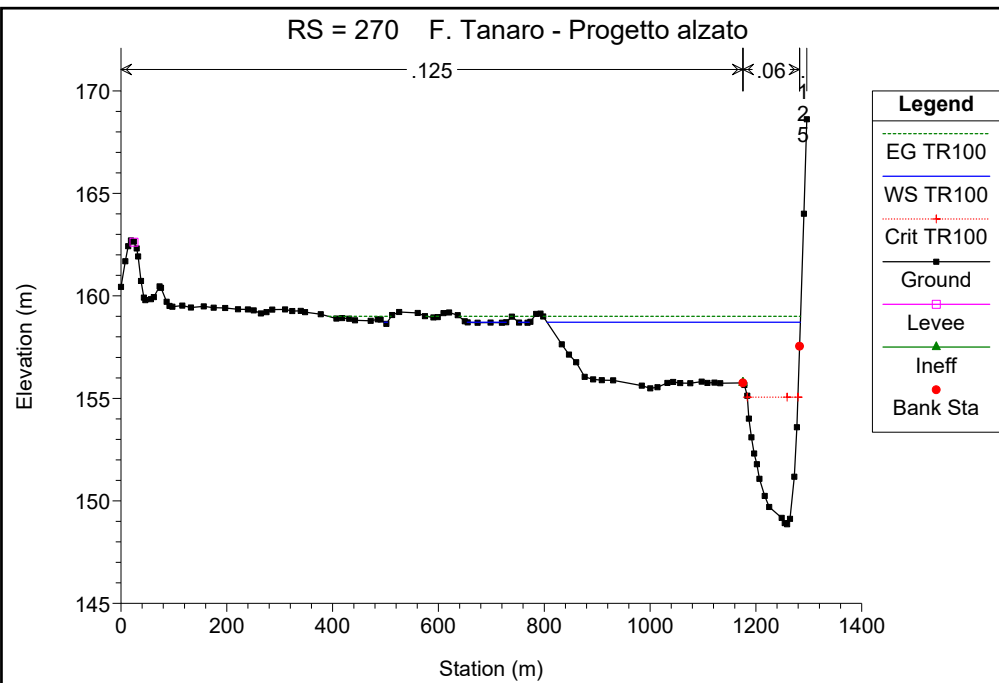


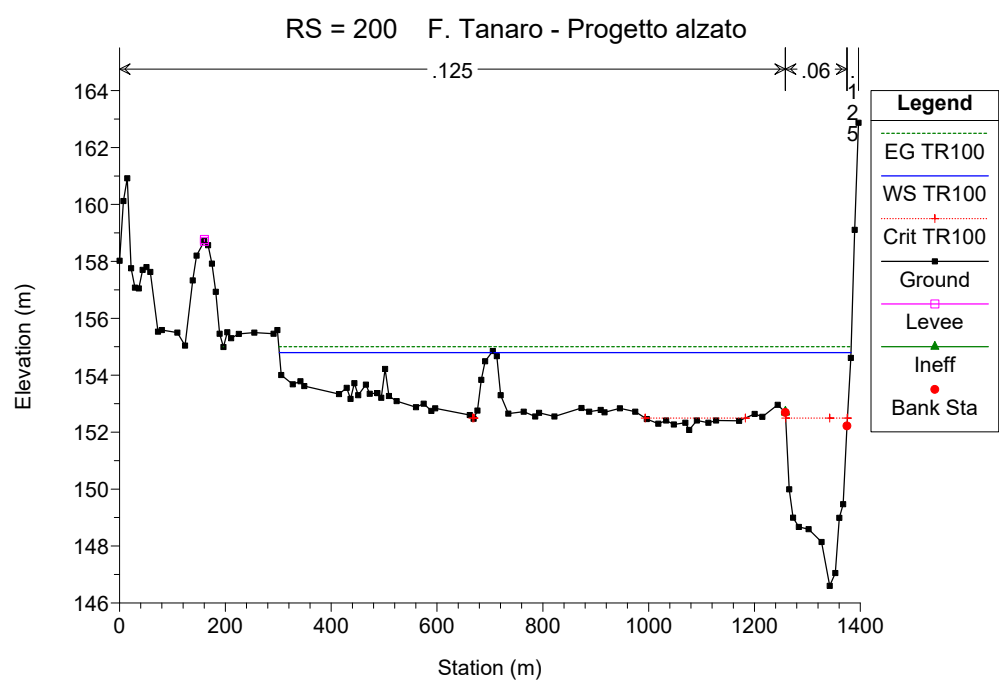
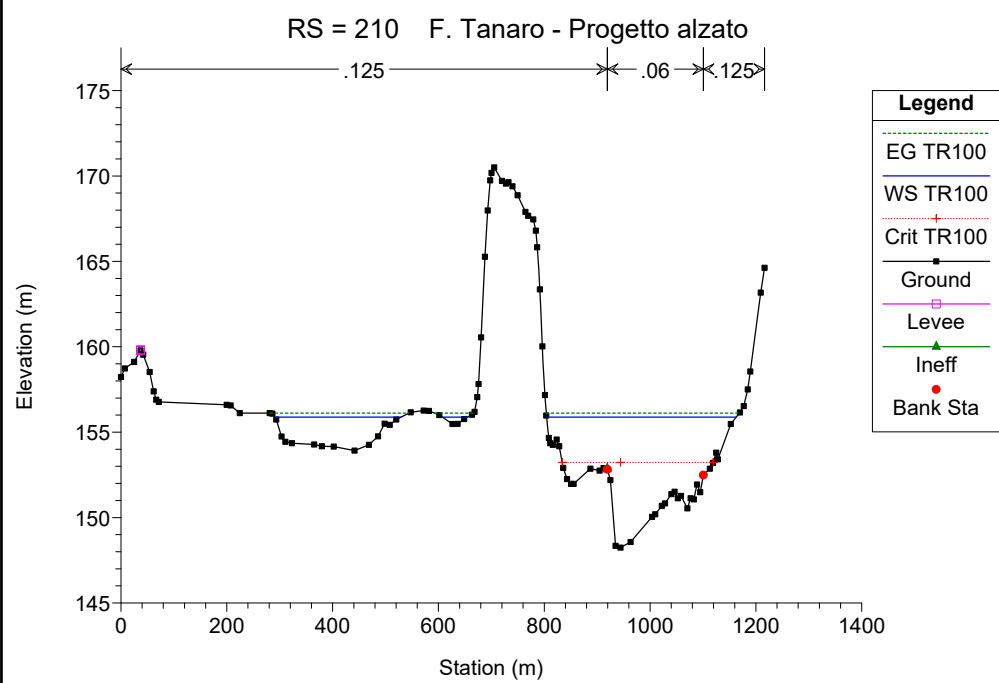
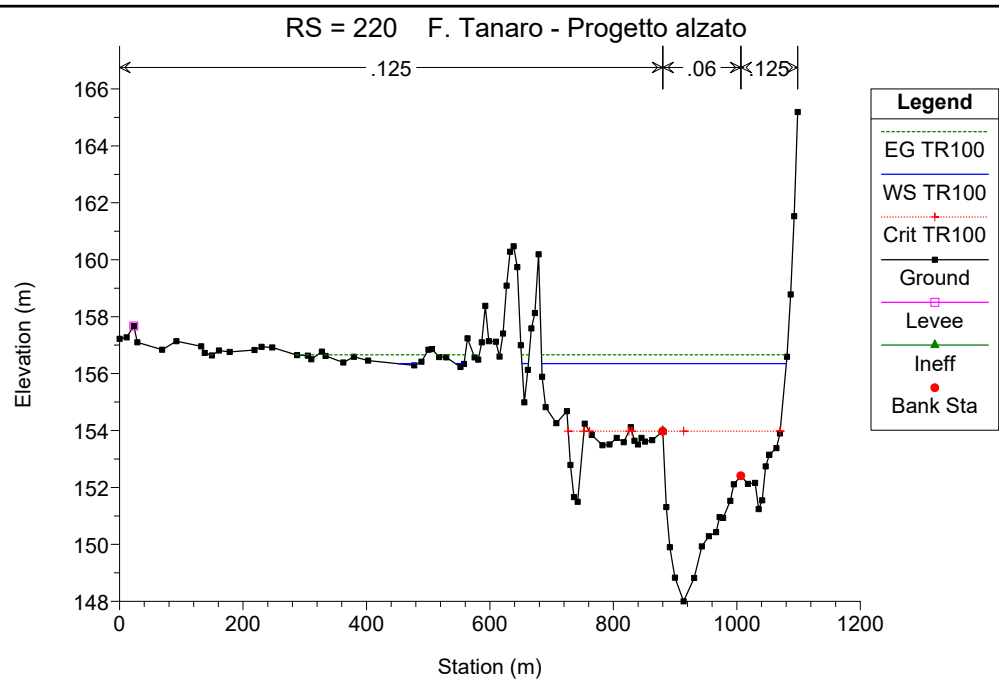
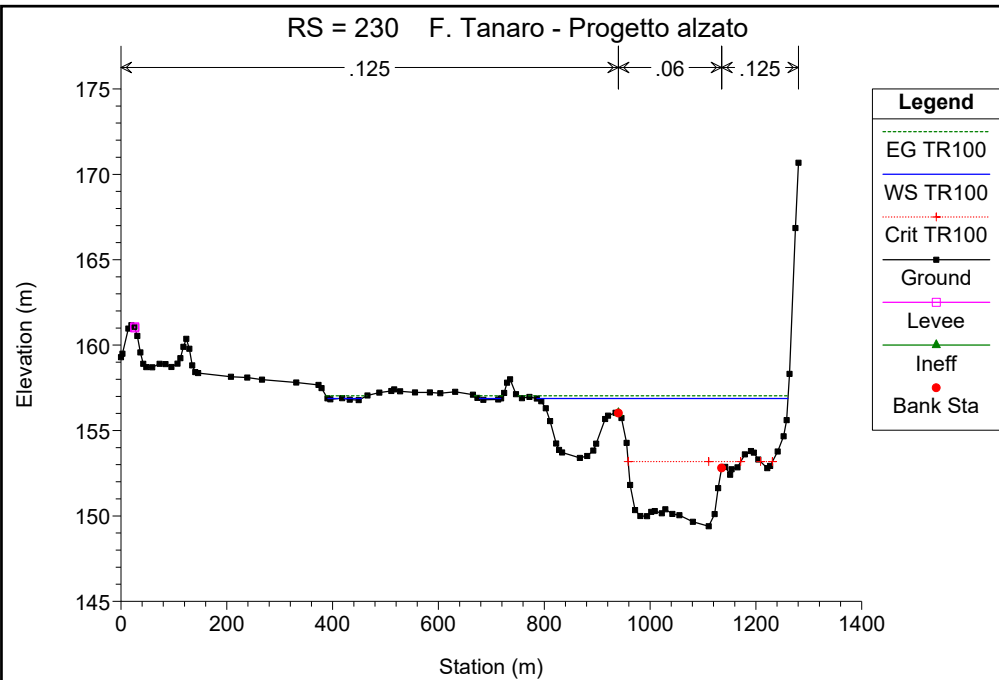


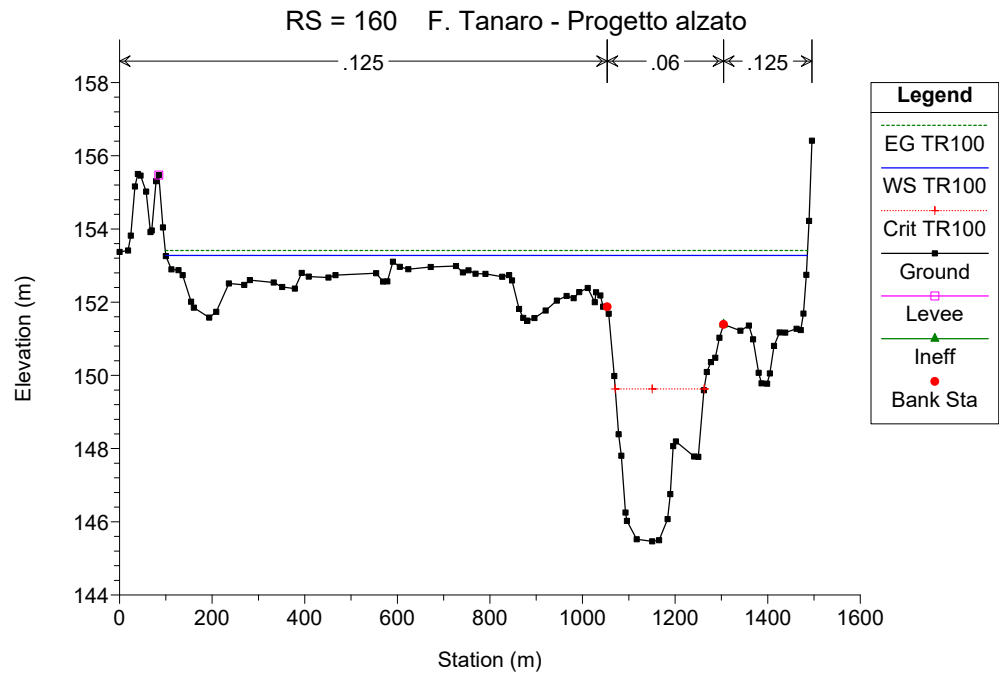
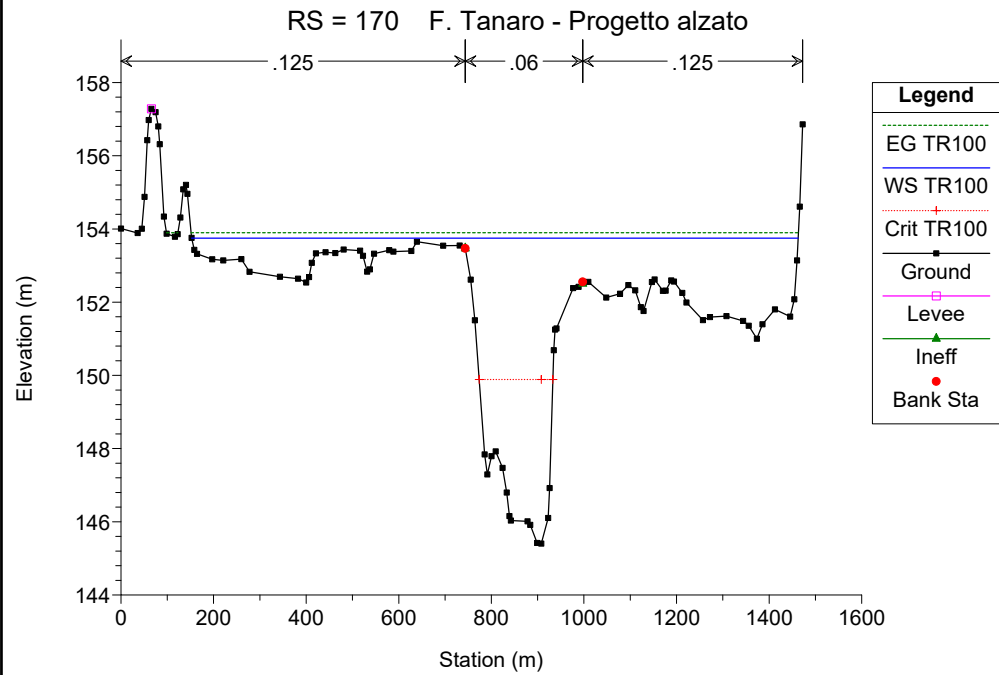
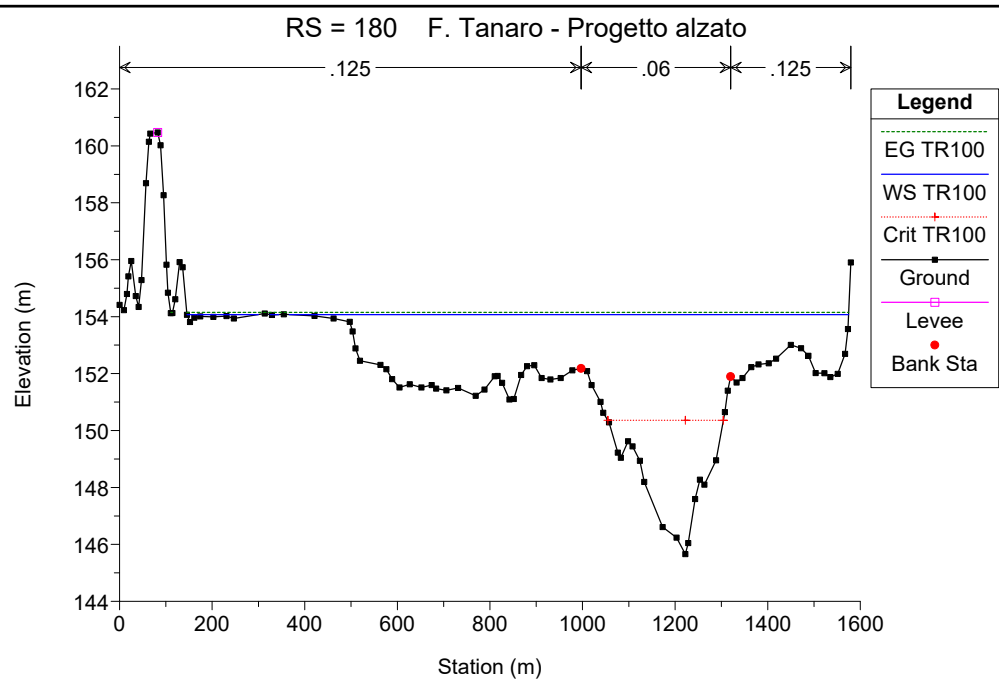
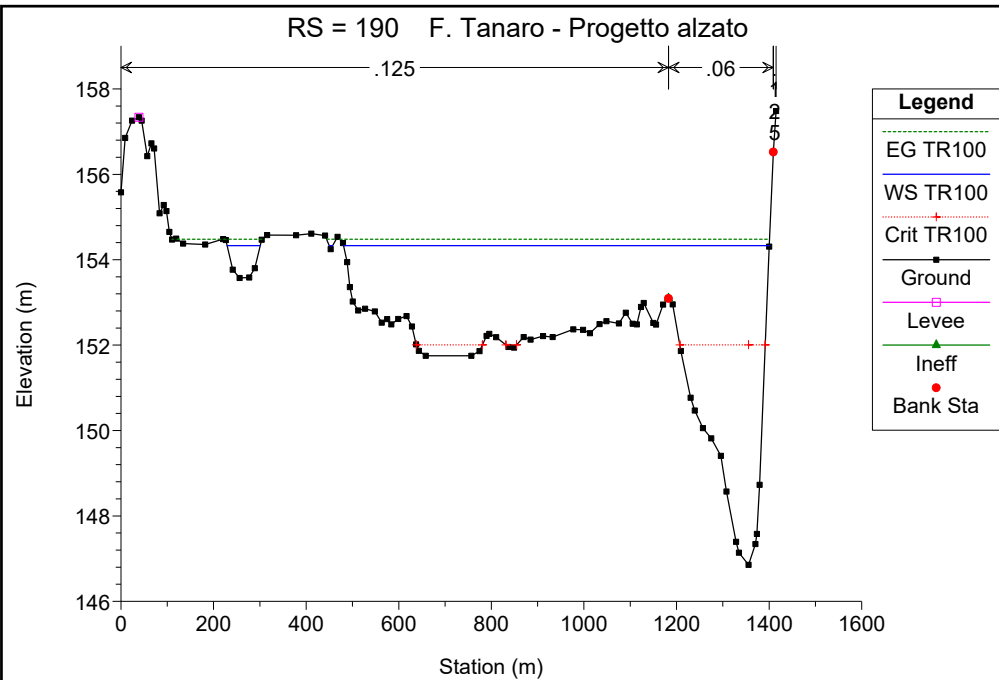


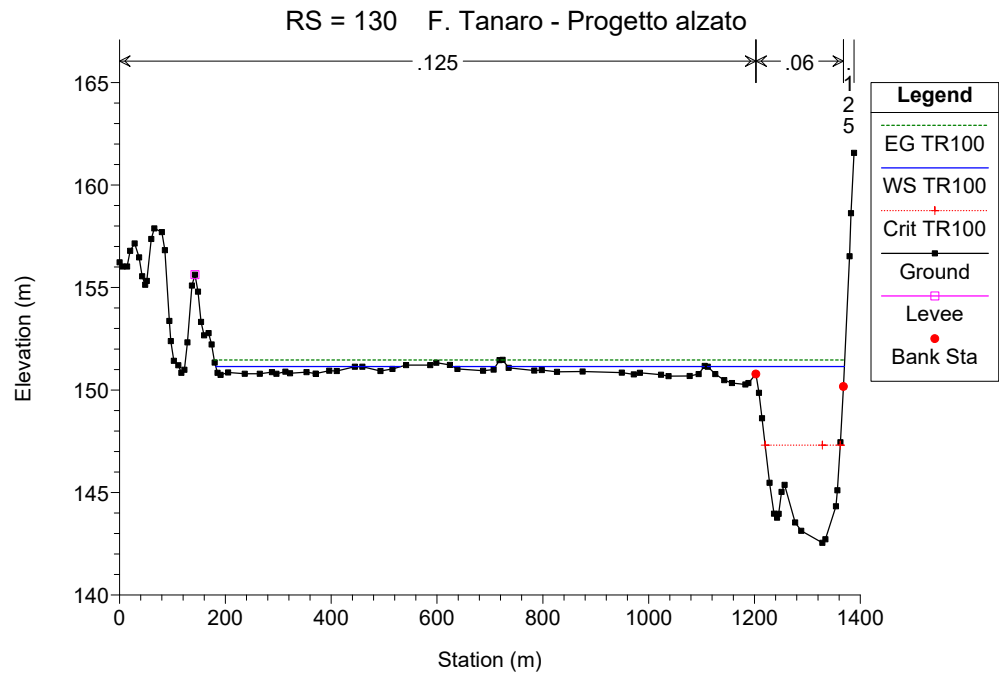
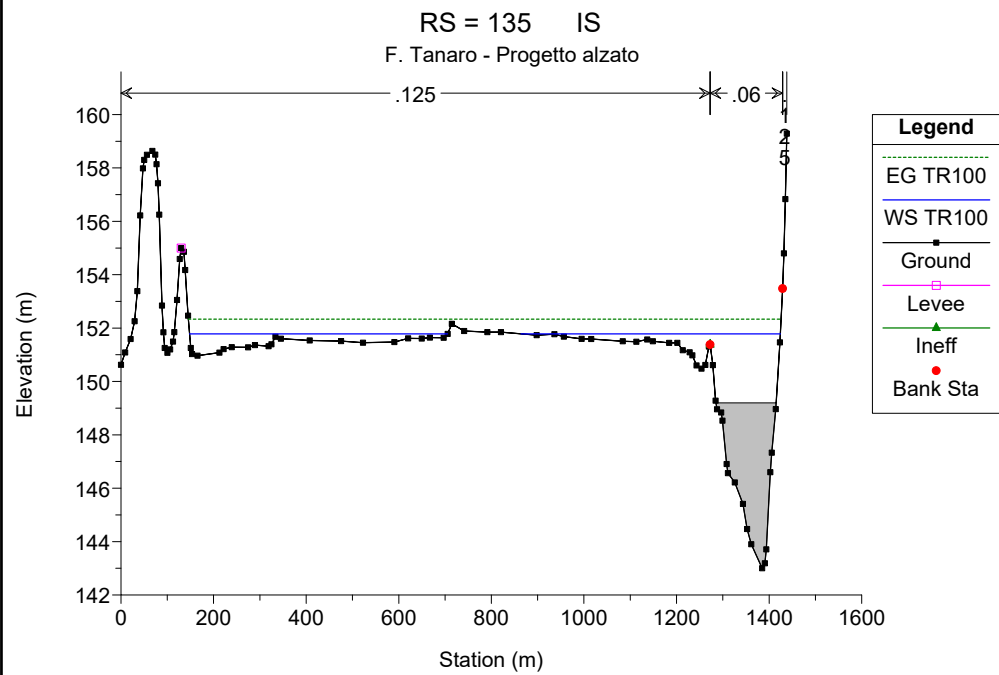
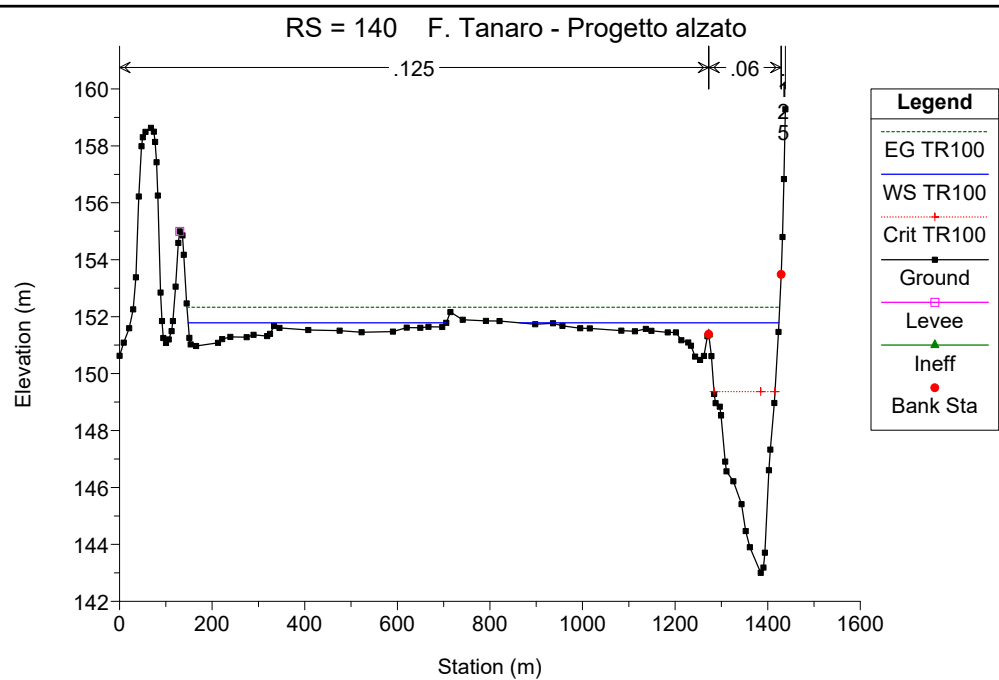
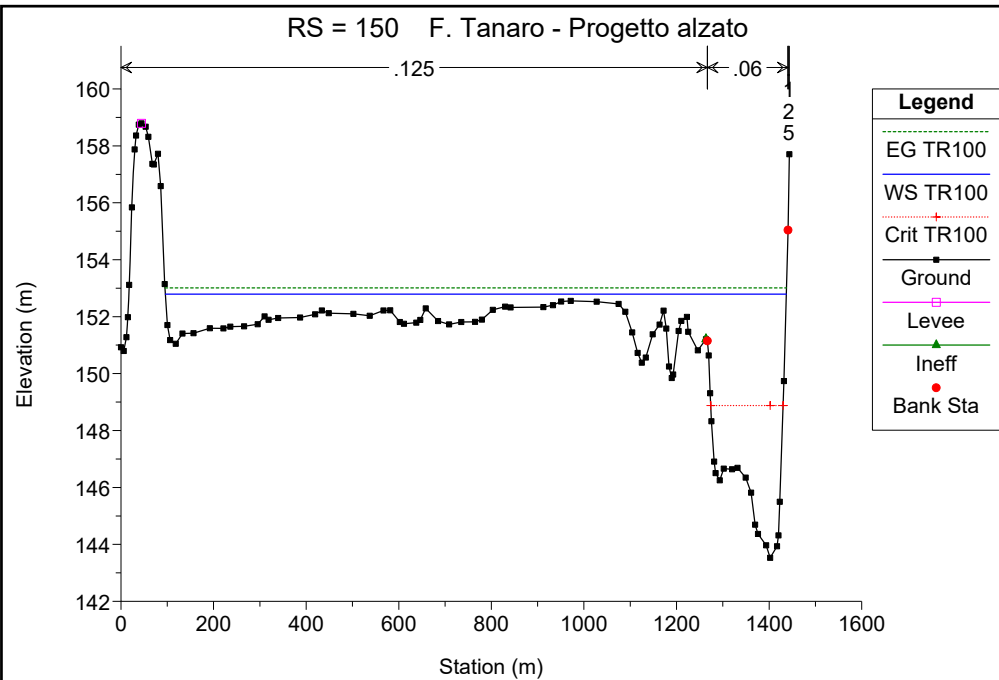


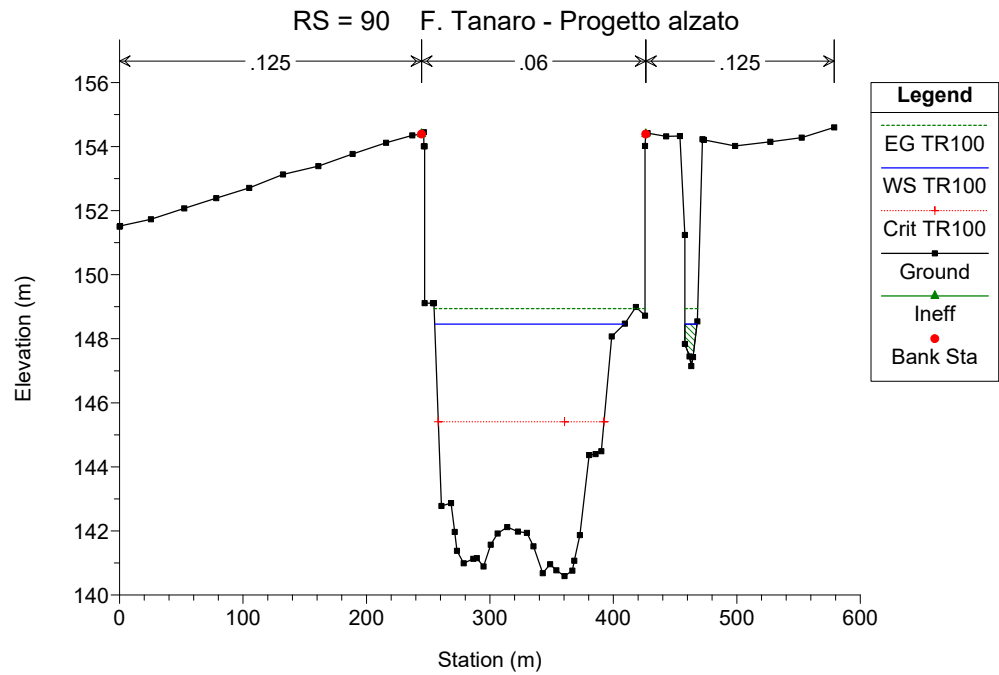
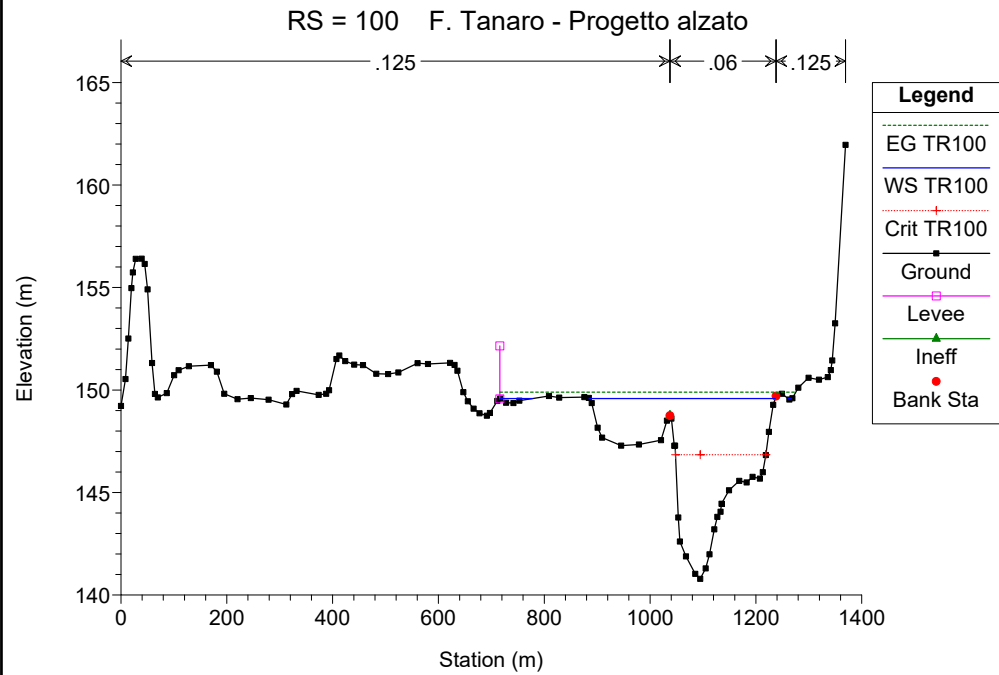
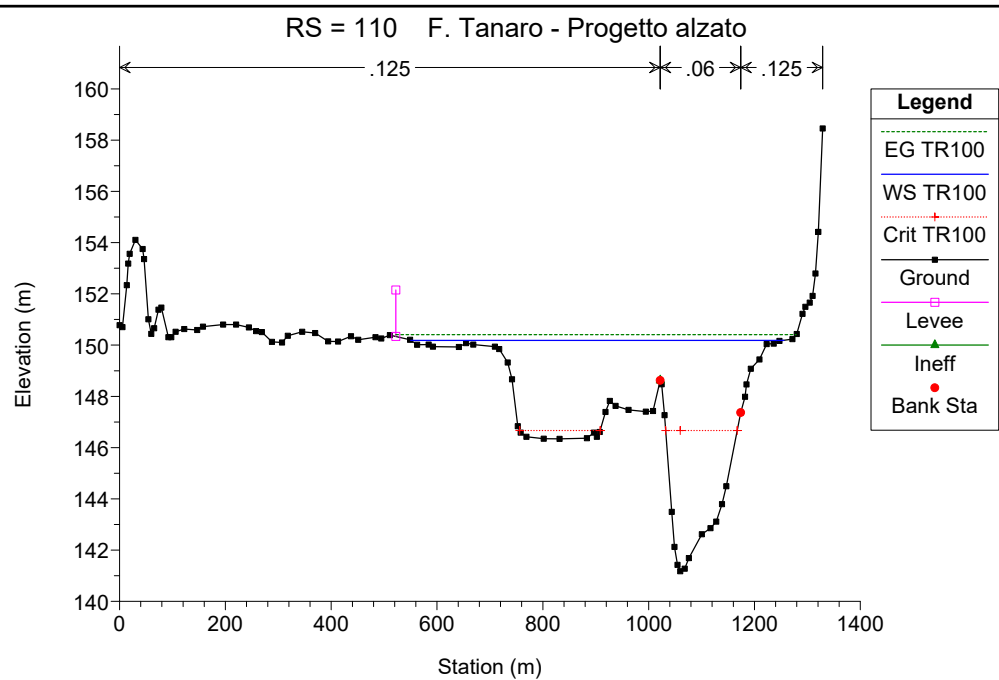
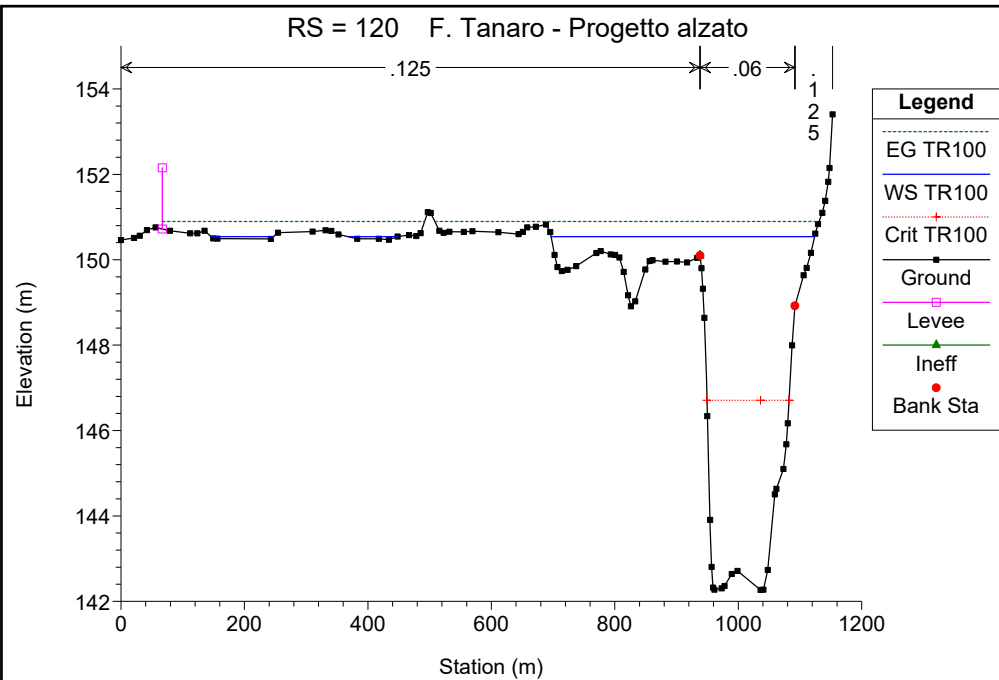


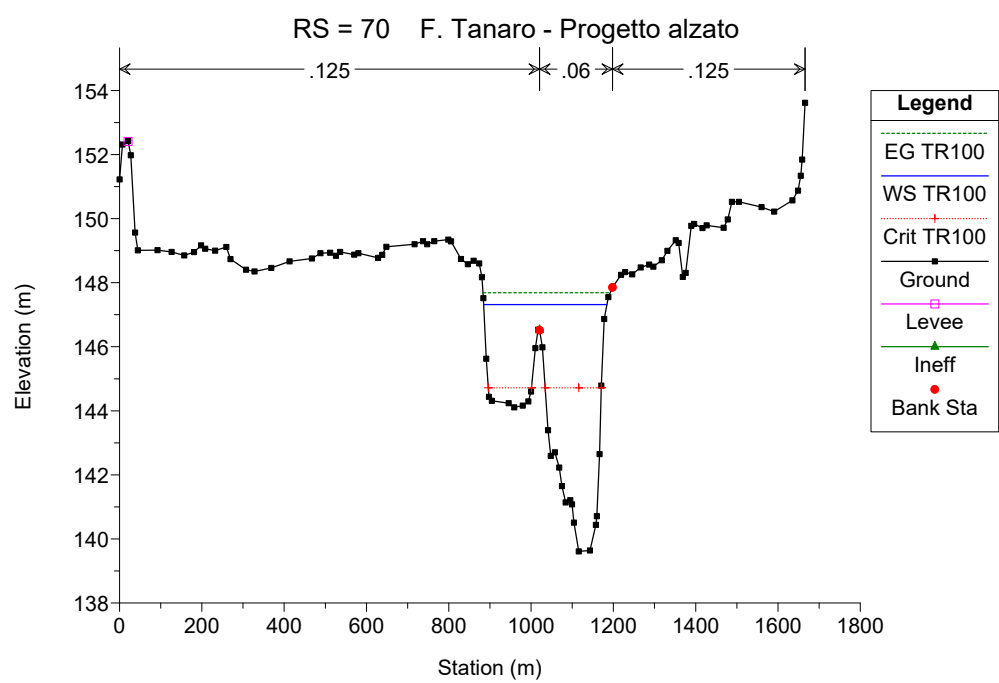
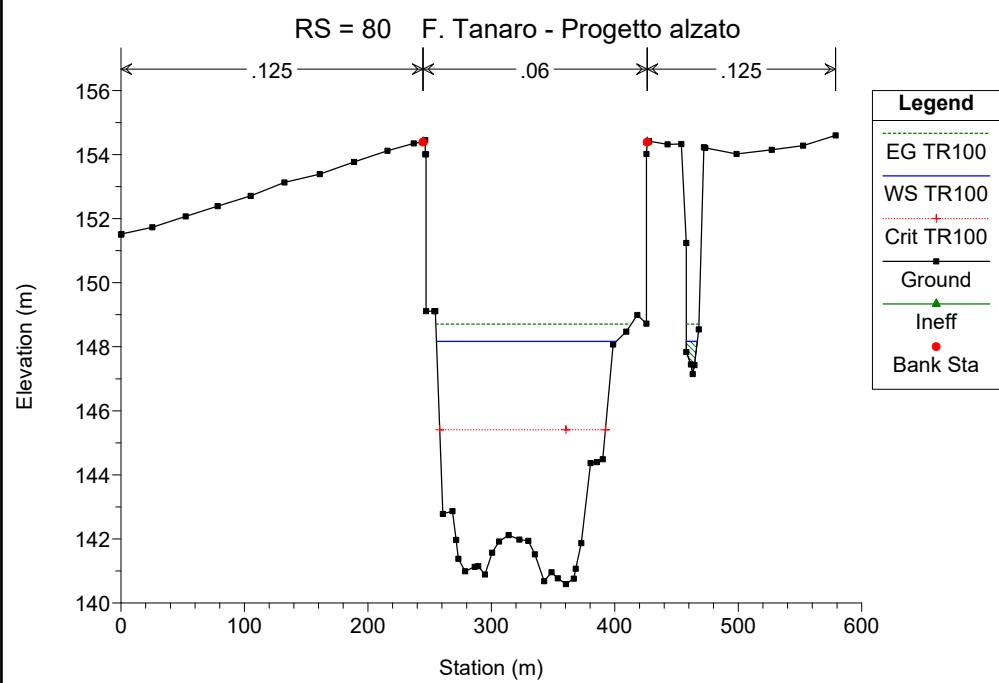
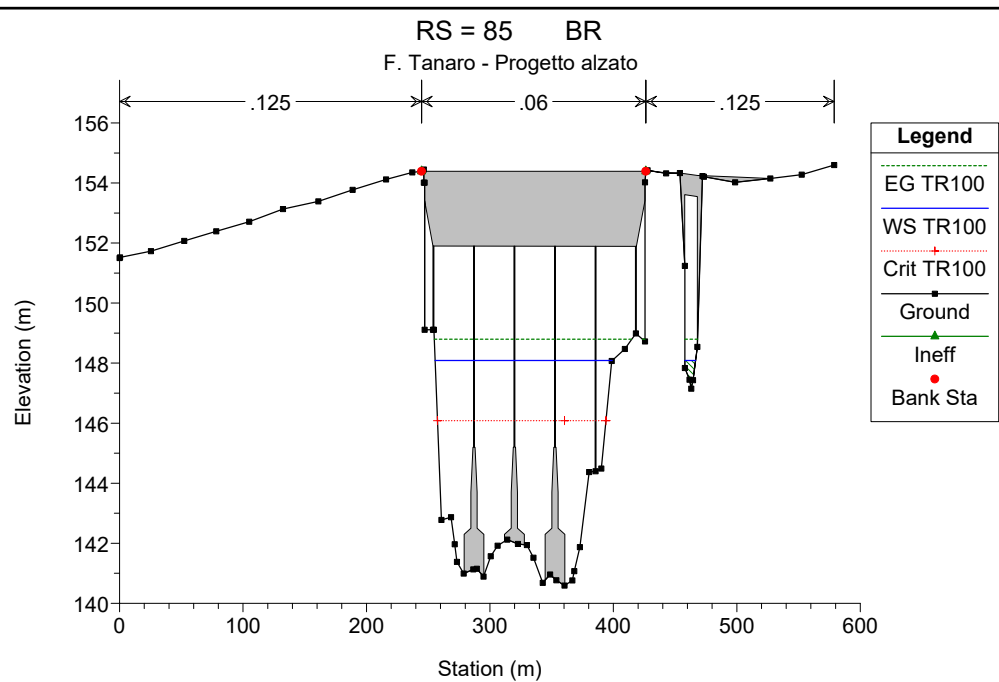
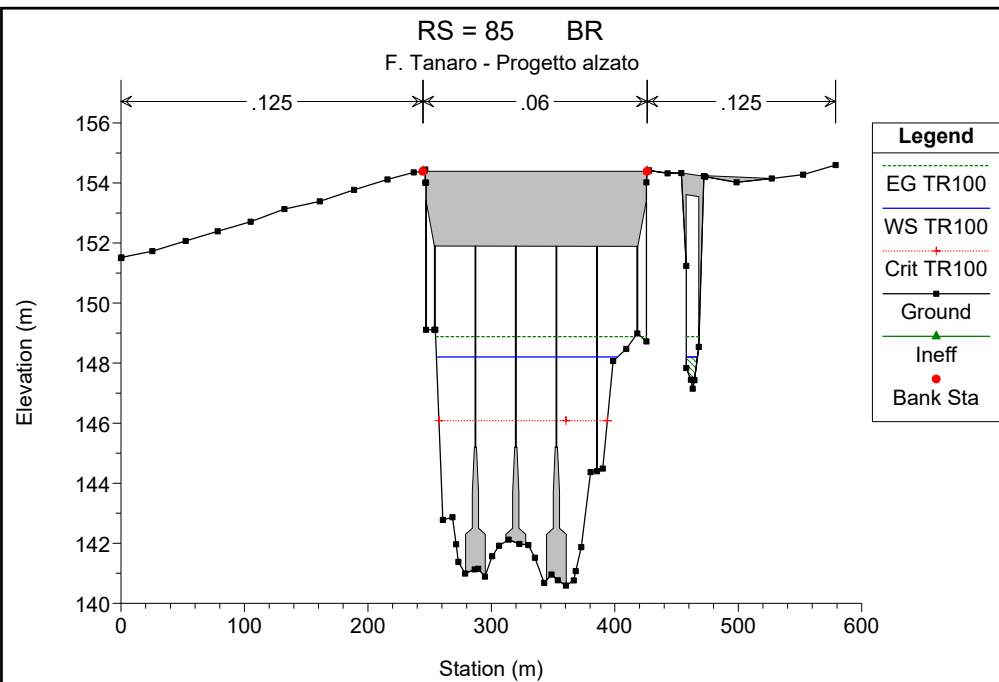


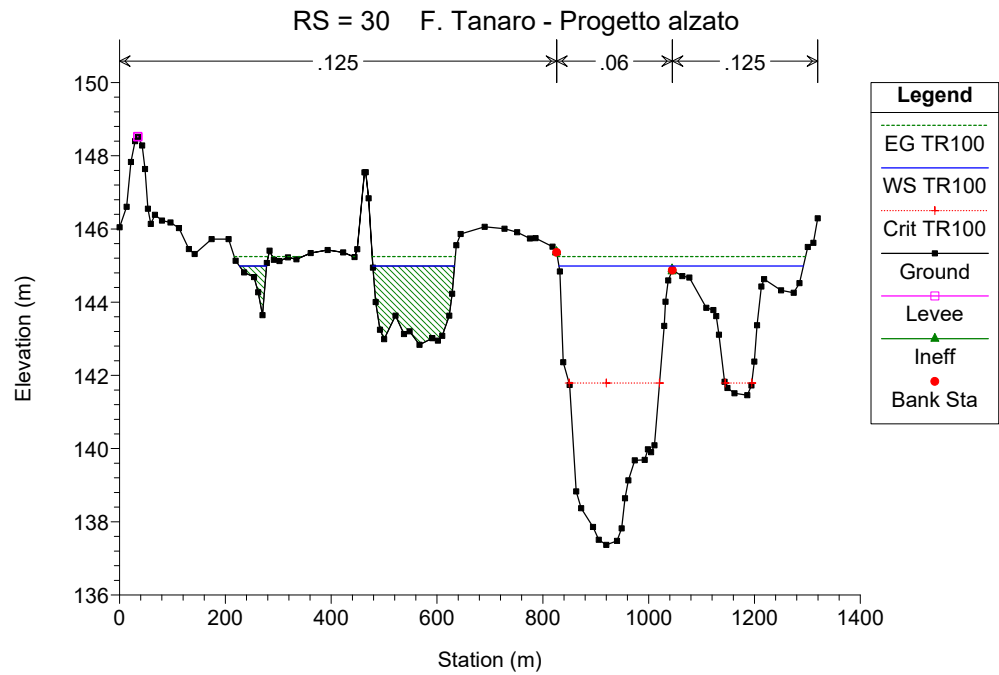
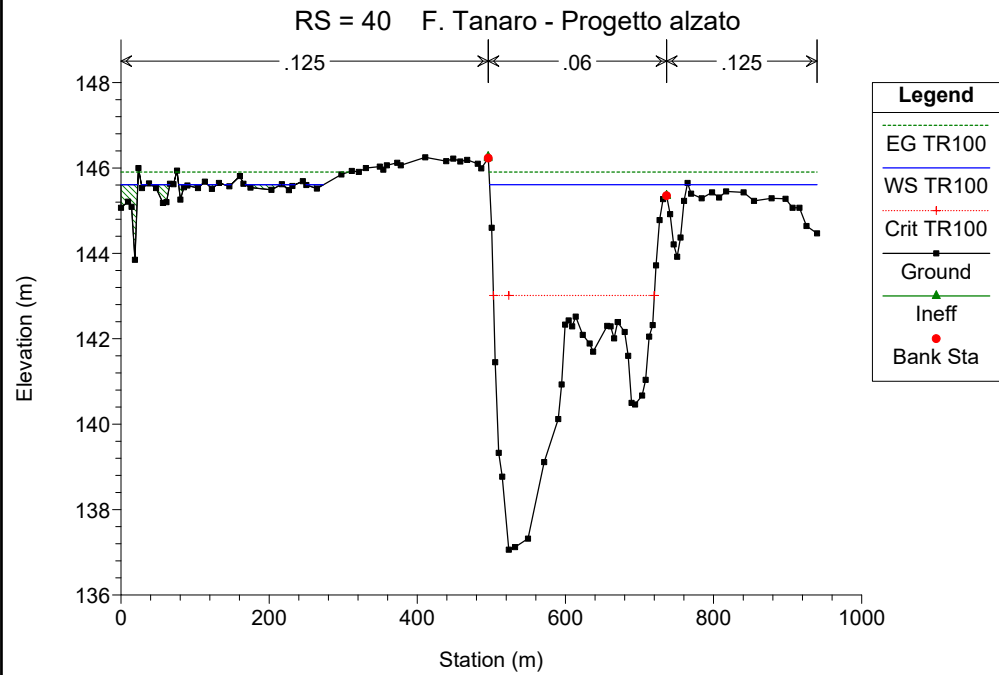
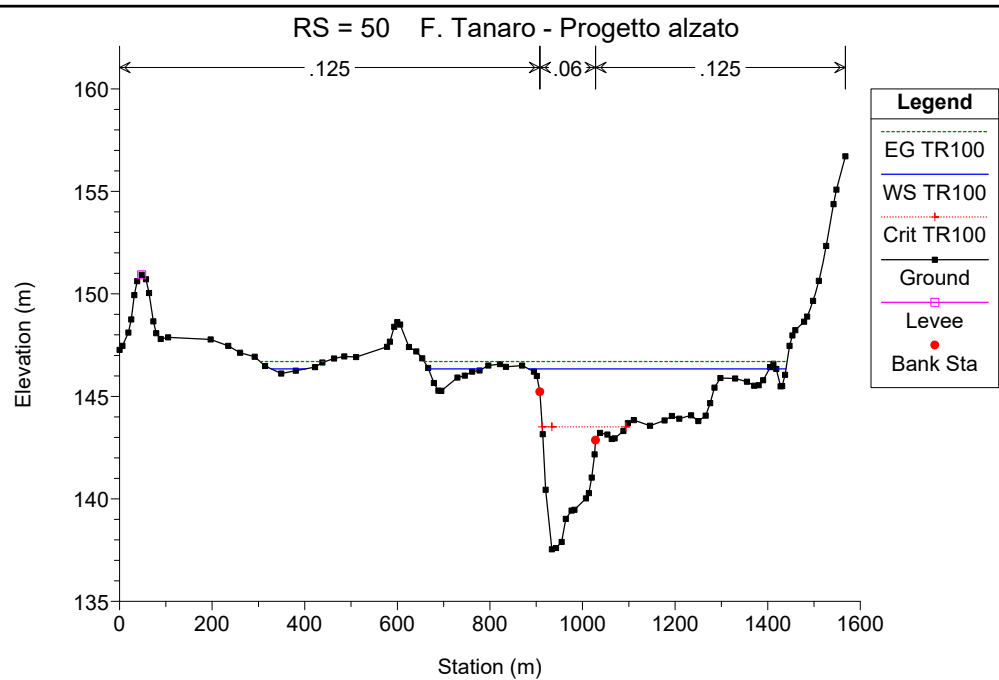
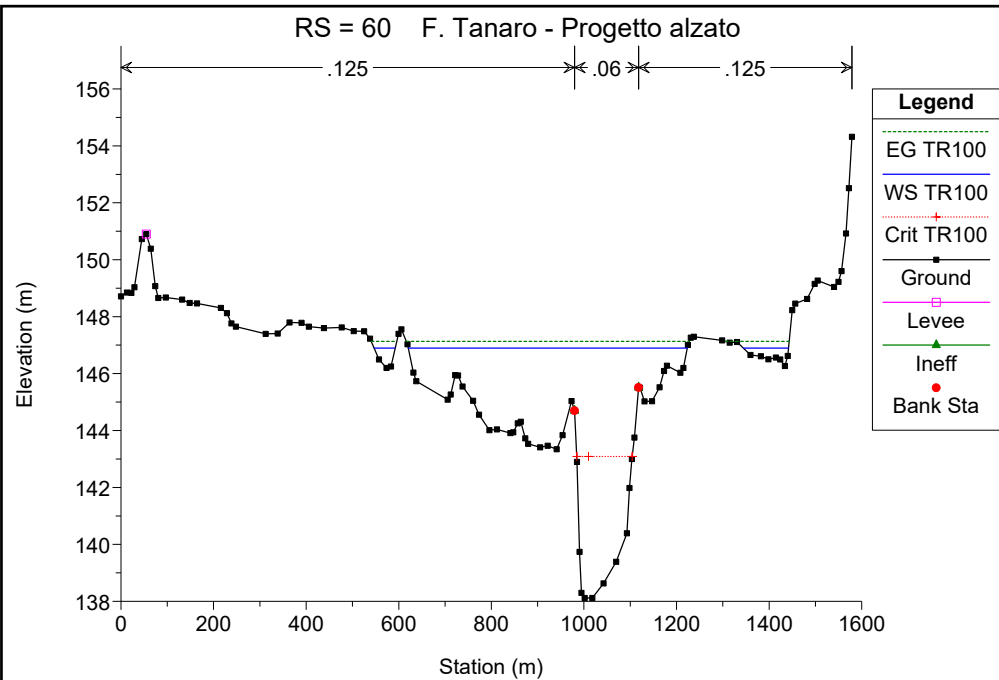






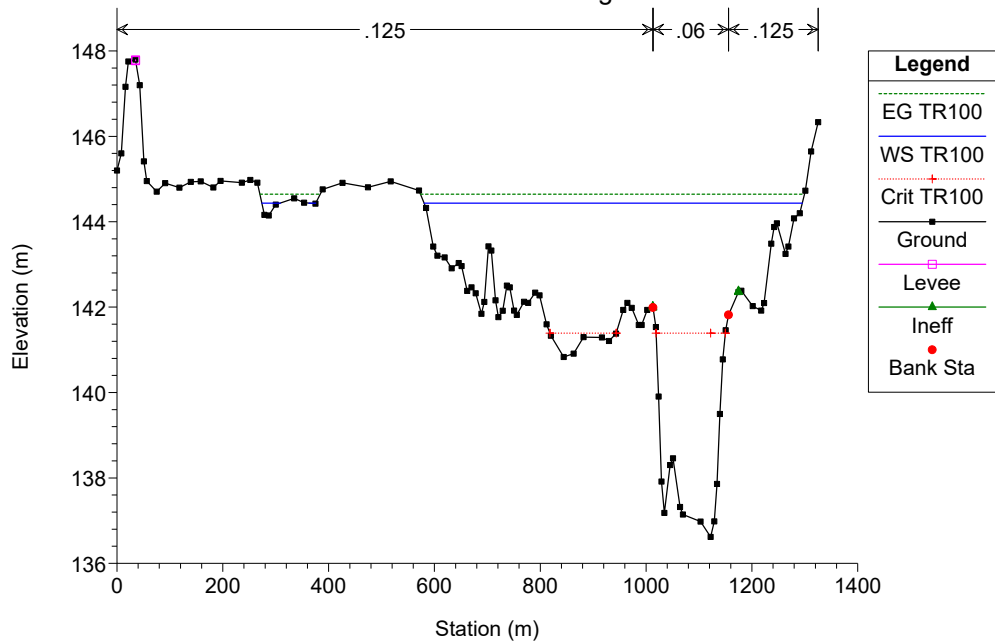




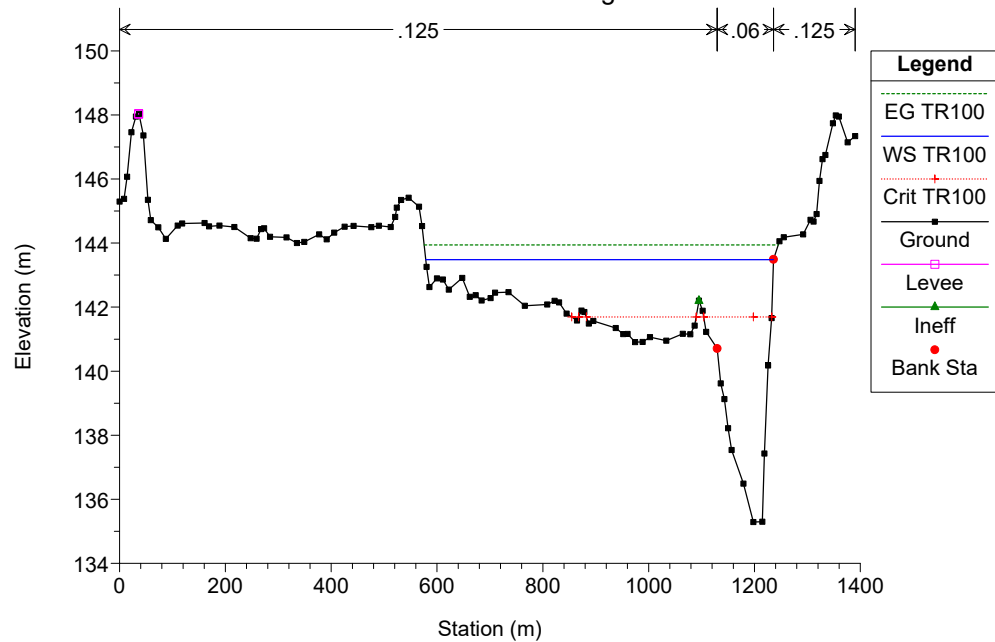




RS = 20 F. Tanaro - Progetto alzato



RS = 10 F. Tanaro - Progetto alzato



**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 2: SITUAZIONE DI PROGETTO CON SBARRAMENTO ALZATO**

**SIMULAZIONE 9**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	3093	200



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR200

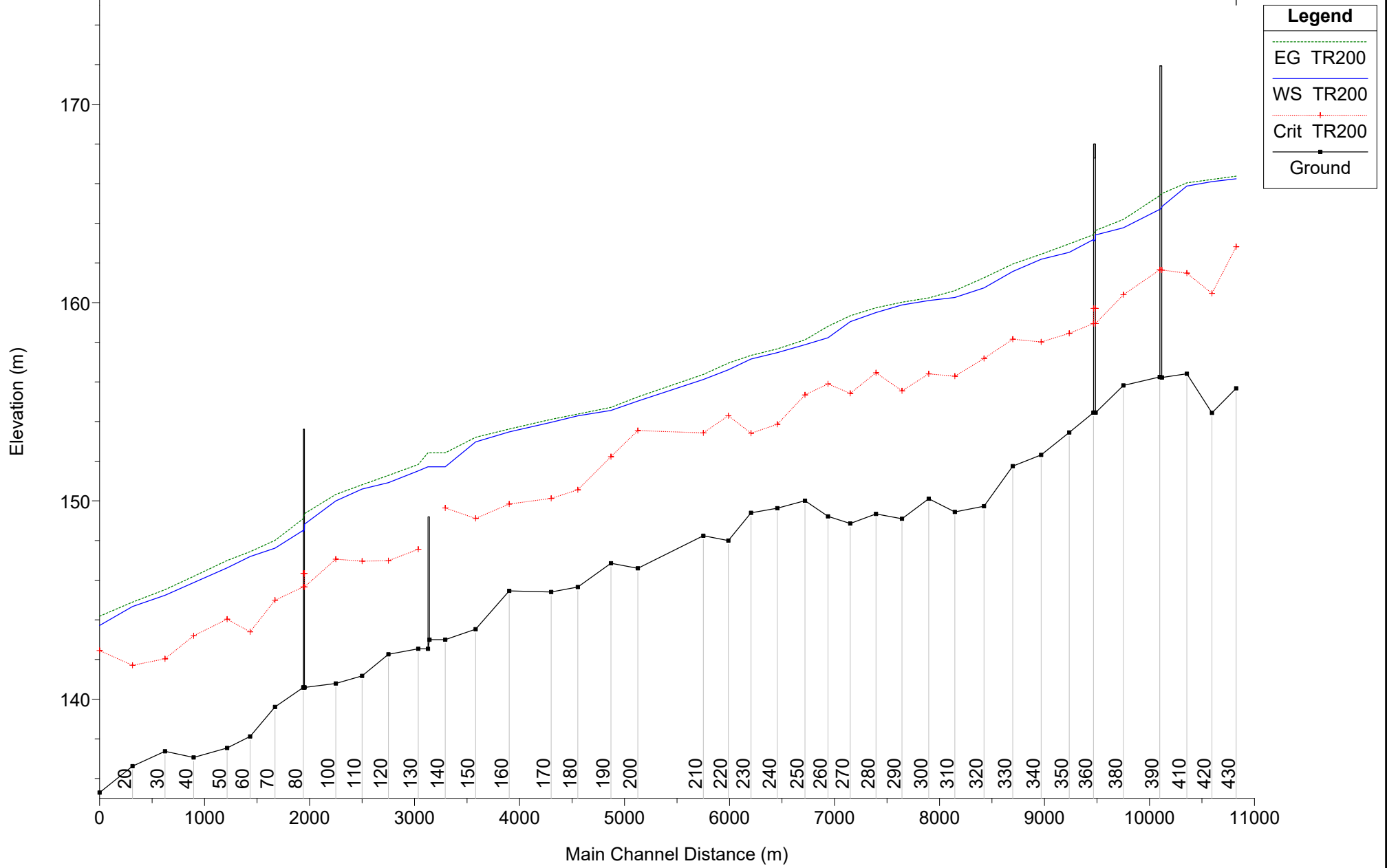
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR200	3093.00	155.68	166.24	162.82	166.38	0.001050	2.05	2919.18	665.82	0.24
1	420	TR200	3093.00	154.44	166.10	160.47	166.21	0.000585	1.69	3242.97	689.17	0.18
1	410	TR200	3093.00	156.41	165.88	161.49	166.04	0.001017	2.05	2475.35	545.00	0.24
1	400	TR200	3093.00	156.22	164.84	161.64	165.50	0.003599	3.69	963.21	175.73	0.43
1	395		Bridge									
1	390	TR200	3093.00	156.25	164.70	161.65	165.39	0.003847	3.77	939.73	174.96	0.44
1	380	TR200	3093.00	155.82	163.77	160.40	164.19	0.002498	2.88	1115.66	231.32	0.36
1	370	TR200	3093.00	154.45	163.41	158.94	163.64	0.001263	2.13	1449.92	207.14	0.26
1	365		Bridge									
1	360	TR200	3093.00	154.45	163.18	158.94	163.42	0.001407	2.21	1401.71	206.50	0.27
1	350	TR200	3093.00	153.45	162.54	158.45	162.96	0.002299	2.90	1106.55	272.86	0.35
1	340	TR200	3093.00	152.32	162.18	158.02	162.44	0.001403	2.26	1529.95	385.71	0.27
1	330	TR200	3093.00	151.75	161.57	158.15	161.95	0.002278	2.78	1365.61	433.78	0.34
1	320	TR200	3093.00	149.73	160.74	157.18	161.25	0.002675	3.41	1488.04	598.59	0.38
1	310	TR200	3093.00	149.44	160.26	156.29	160.60	0.001906	2.95	2140.29	822.63	0.32
1	300	TR200	3093.00	150.11	160.10	156.41	160.24	0.000921	1.92	2998.67	882.58	0.22
1	290	TR200	3093.00	149.10	159.88	155.55	160.02	0.000886	1.78	2552.87	797.04	0.22
1	280	TR200	3093.00	149.34	159.50	156.46	159.74	0.001562	2.46	2212.83	825.51	0.29
1	270	TR200	3093.00	148.86	159.04	155.42	159.33	0.001808	2.76	2009.32	788.11	0.31
1	260	TR200	3093.00	149.22	158.23	155.90	158.80	0.003414	3.62	1367.70	523.41	0.43
1	250	TR200	3093.00	150.01	157.87	155.34	158.12	0.002242	2.54	1985.54	561.47	0.34
1	240	TR200	3093.00	149.63	157.47	153.86	157.66	0.001331	2.17	2437.60	771.68	0.27
1	230	TR200	3093.00	149.40	157.16	153.41	157.34	0.001245	2.04	2168.51	679.79	0.26
1	220	TR200	3093.00	148.00	156.61	154.29	156.95	0.002552	2.90	1700.54	633.24	0.36
1	210	TR200	3093.00	148.24	156.12	153.43	156.37	0.002017	2.43	1964.83	760.09	0.32
1	200	TR200	3093.00	146.60	155.03	153.55	155.24	0.001990	2.55	2781.67	1083.23	0.32
1	190	TR200	3093.00	146.85	154.56	152.23	154.72	0.001901	2.07	2689.78	1166.48	0.30
1	180	TR200	3093.00	145.66	154.29	150.56	154.38	0.000747	1.42	3615.66	1437.84	0.19
1	170	TR200	3093.00	145.40	153.96	150.13	154.11	0.001413	1.89	2723.24	1339.29	0.26
1	160	TR200	3093.00	145.46	153.48	149.84	153.62	0.001163	1.82	2822.90	1388.22	0.24
1	150	TR200	3093.00	143.53	152.97	149.12	153.21	0.001473	2.29	2437.52	1342.15	0.28
1	140	TR200	3093.00	143.00	151.72	149.64	152.42	0.005566	3.76	1062.11	1030.39	0.52
1	135		Inl Struct									
1	130	TR200	3093.00	142.54	151.51	147.56	151.84	0.001866	2.58	1761.00	1192.14	0.31
1	120	TR200	3093.00	142.27	150.92	146.98	151.28	0.002029	2.74	1566.27	1049.16	0.33
1	110	TR200	3093.00	141.17	150.60	146.96	150.81	0.001452	2.30	2331.60	760.13	0.28
1	100	TR200	3093.00	140.79	150.00	147.06	150.32	0.002584	2.62	1533.82	561.61	0.36
1	90	TR200	3093.00	140.59	148.83	145.66	149.36	0.003672	3.23	958.35	173.86	0.43
1	85		Bridge									
1	80	TR200	3093.00	140.59	148.51	145.66	149.10	0.004076	3.40	908.92	164.96	0.45

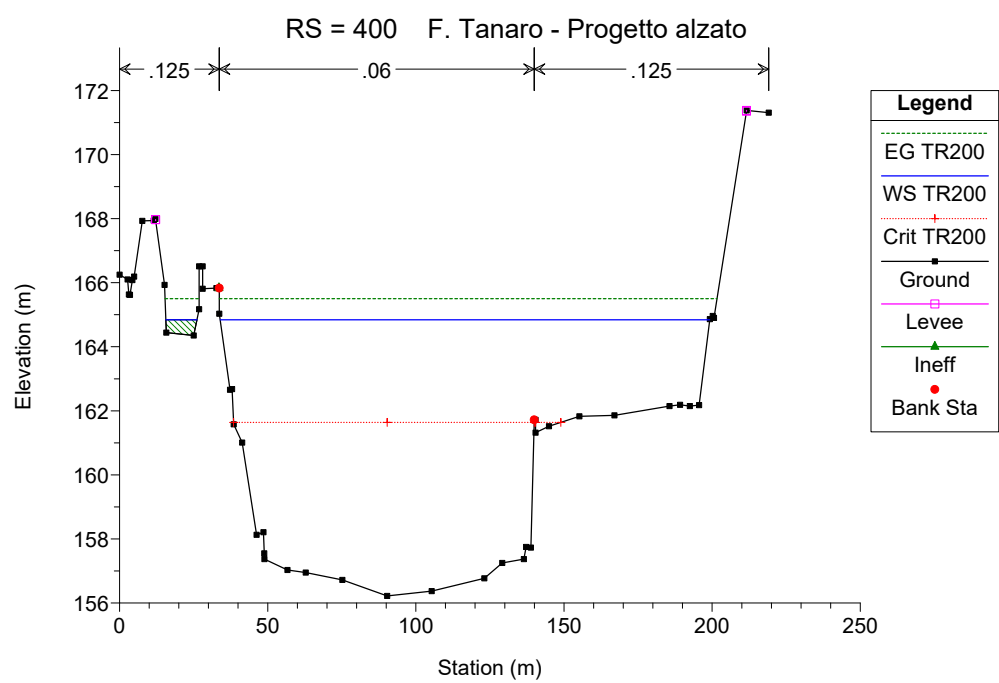
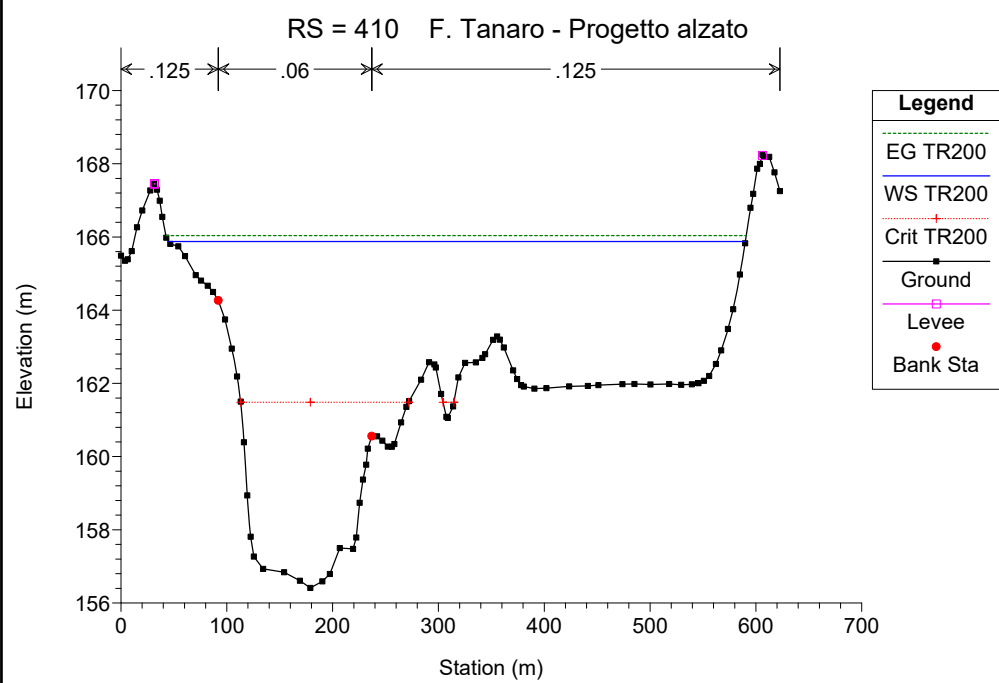
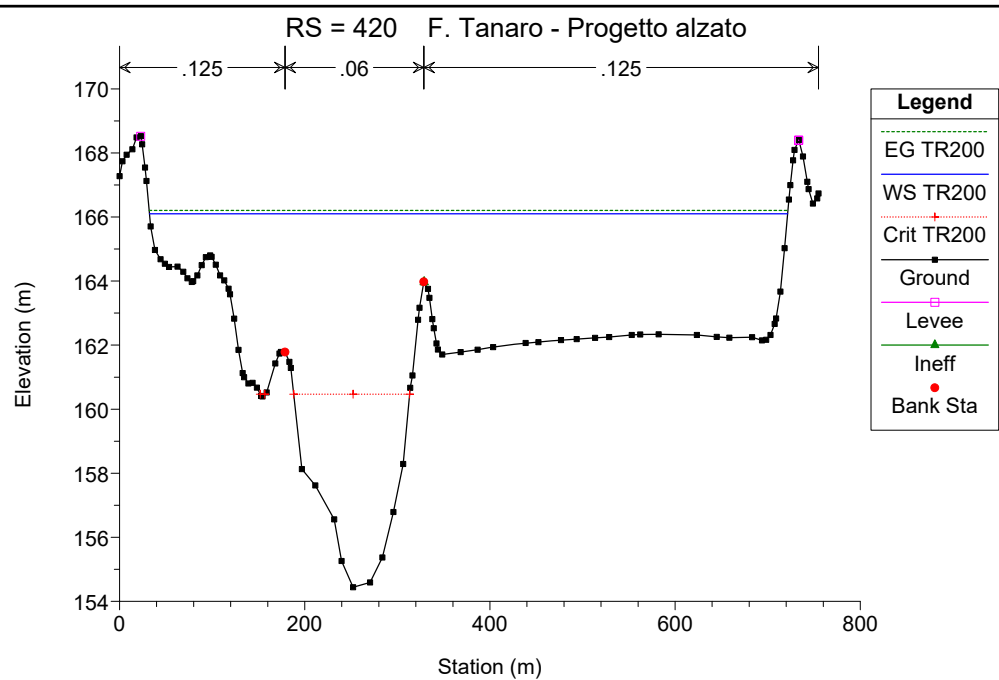
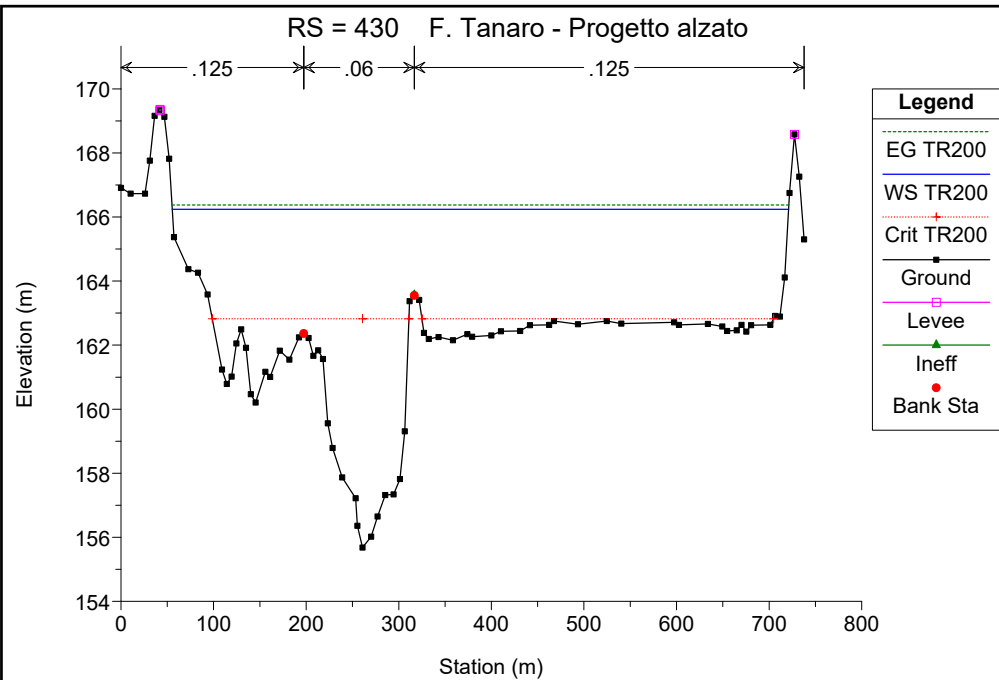
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR200 (Continued)

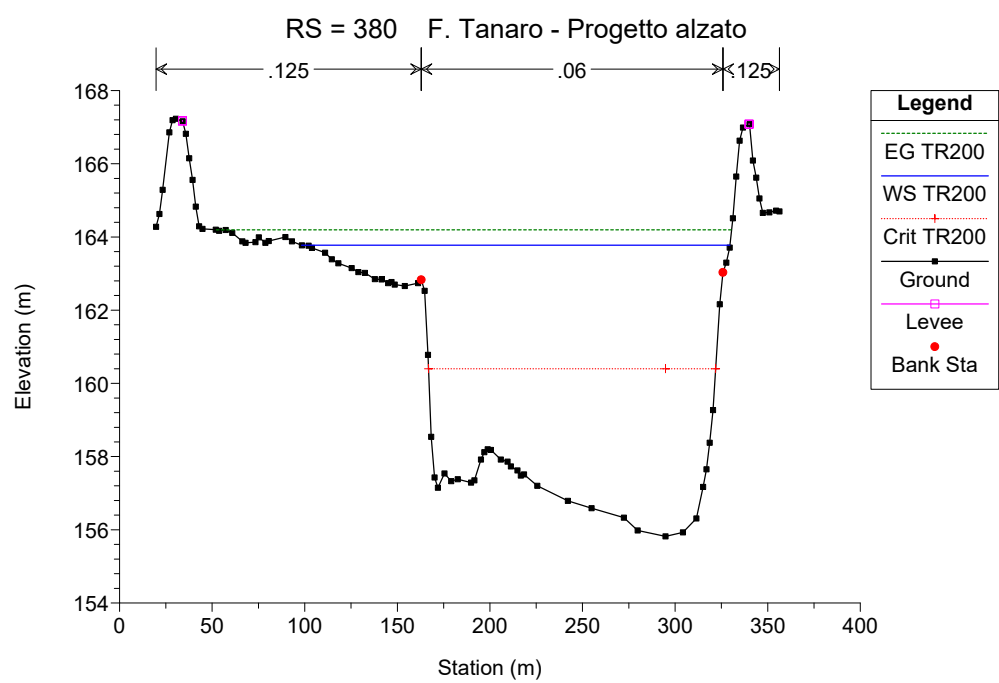
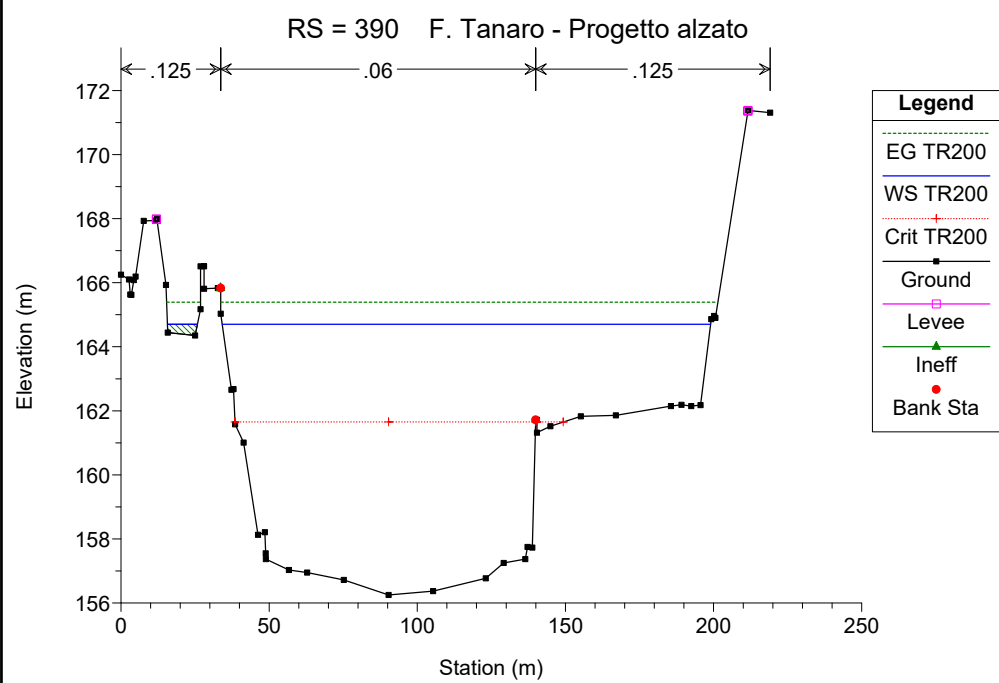
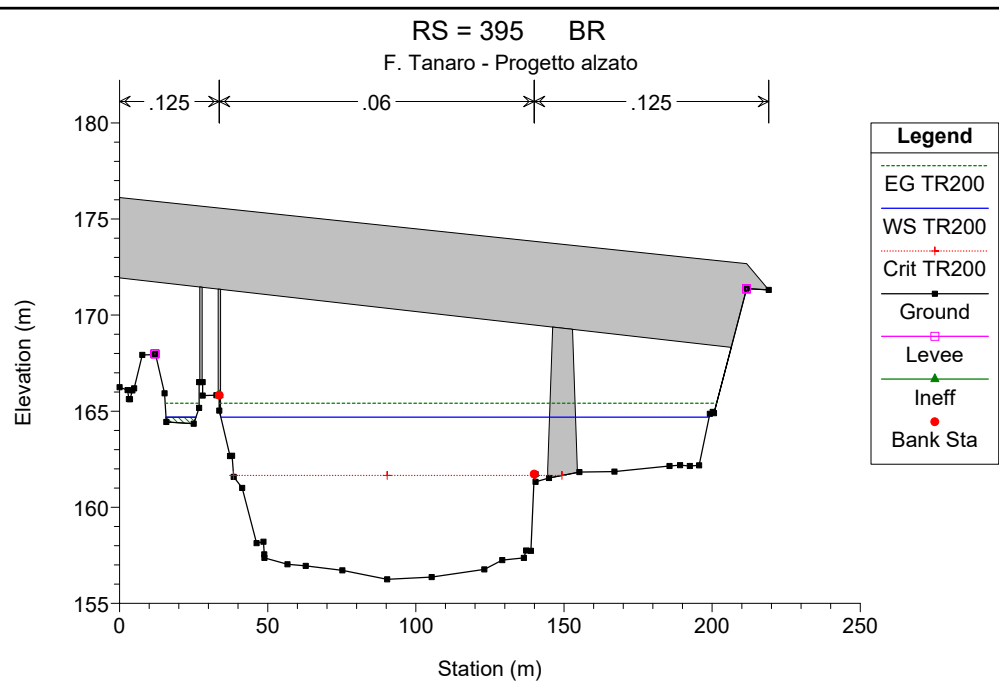
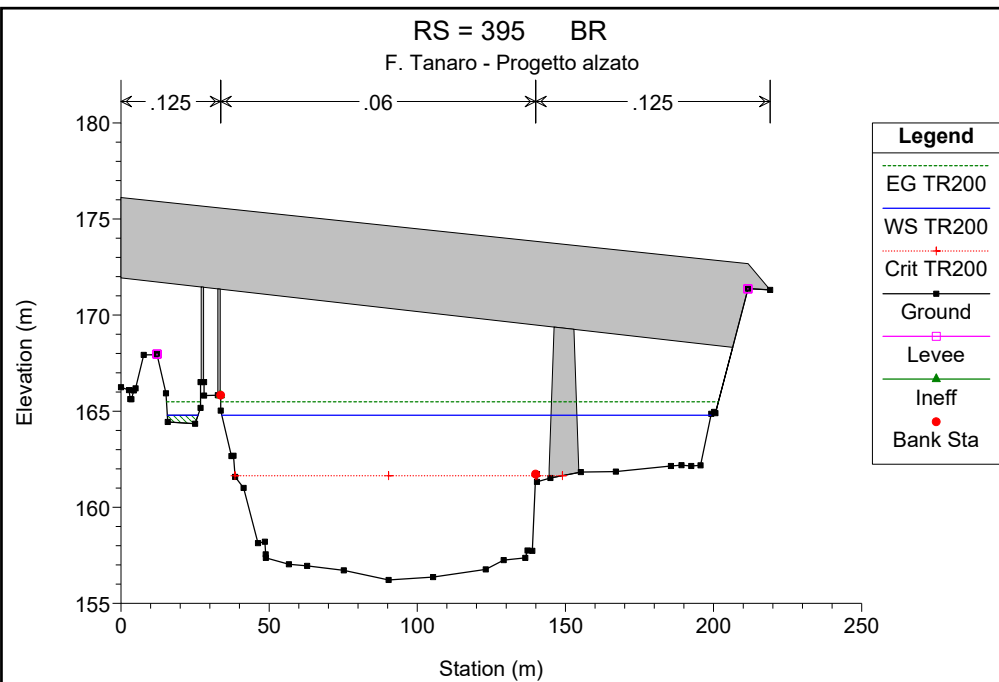
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR200	3093.00	139.61	147.61	144.99	148.01	0.003378	2.96	1319.90	306.40	0.41
1	60	TR200	3093.00	138.12	147.19	143.39	147.44	0.001559	2.44	2198.57	829.55	0.29
1	50	TR200	3093.00	137.54	146.62	144.03	146.99	0.002467	2.99	1858.74	910.31	0.36
1	40	TR200	3093.00	137.06	145.88	143.20	146.20	0.002704	2.52	1352.03	742.04	0.36
1	30	TR200	3093.00	137.37	145.24	142.04	145.52	0.002235	2.43	1590.56	747.14	0.33
1	20	TR200	3093.00	136.62	144.67	141.71	144.89	0.001725	2.41	2355.92	842.89	0.30
1	10	TR200	3093.00	135.29	143.72	142.45	144.19	0.004002	3.49	1701.00	663.33	0.45

# F. Tanaro - Progetto alzato

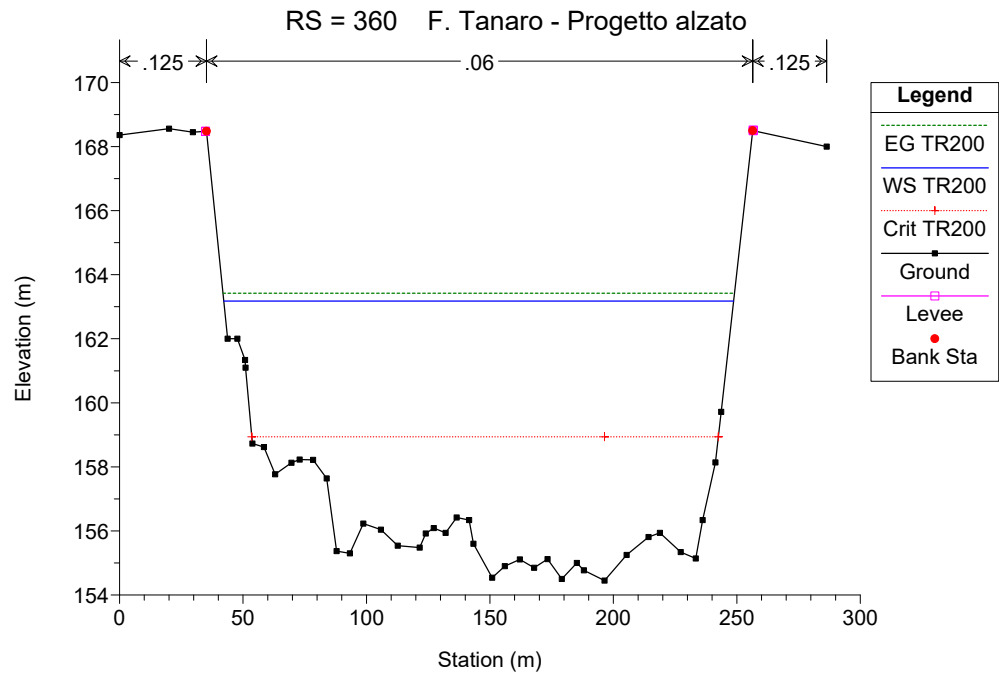
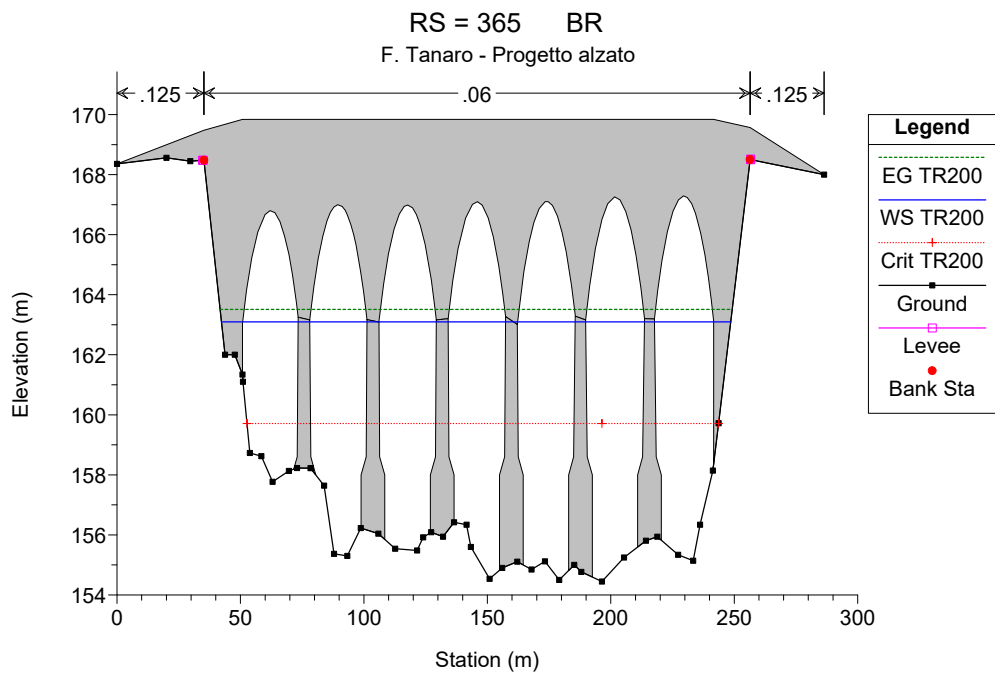
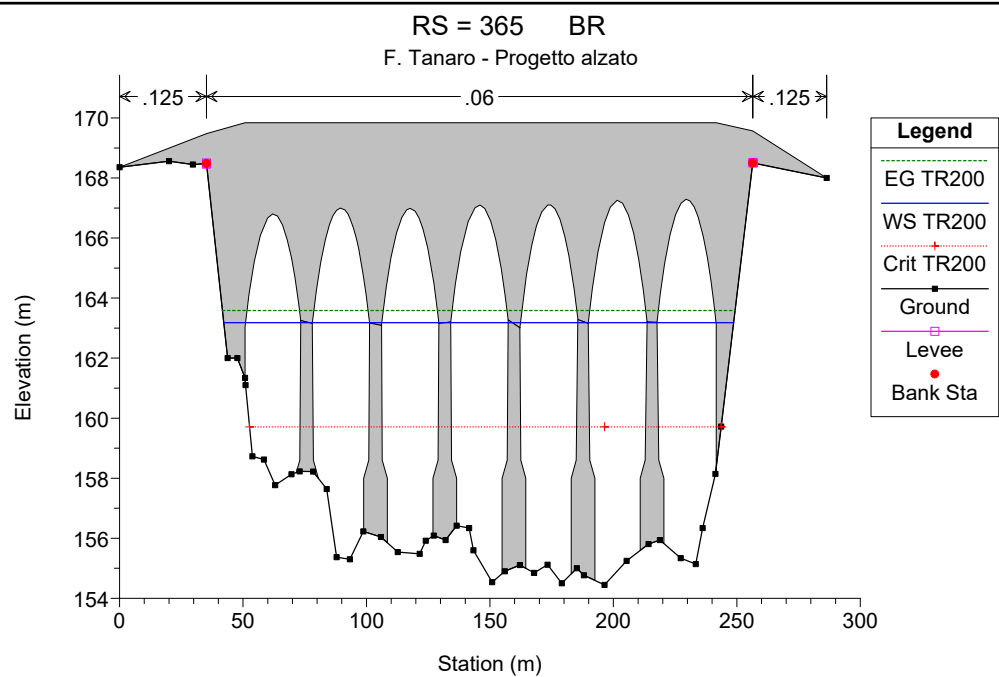
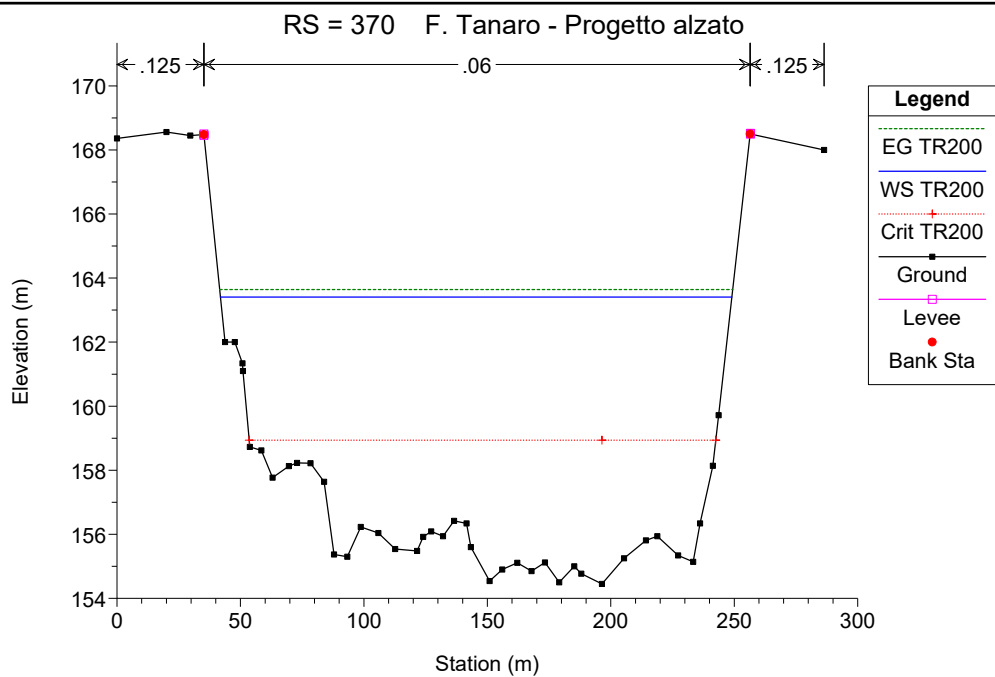
Tanaro 1

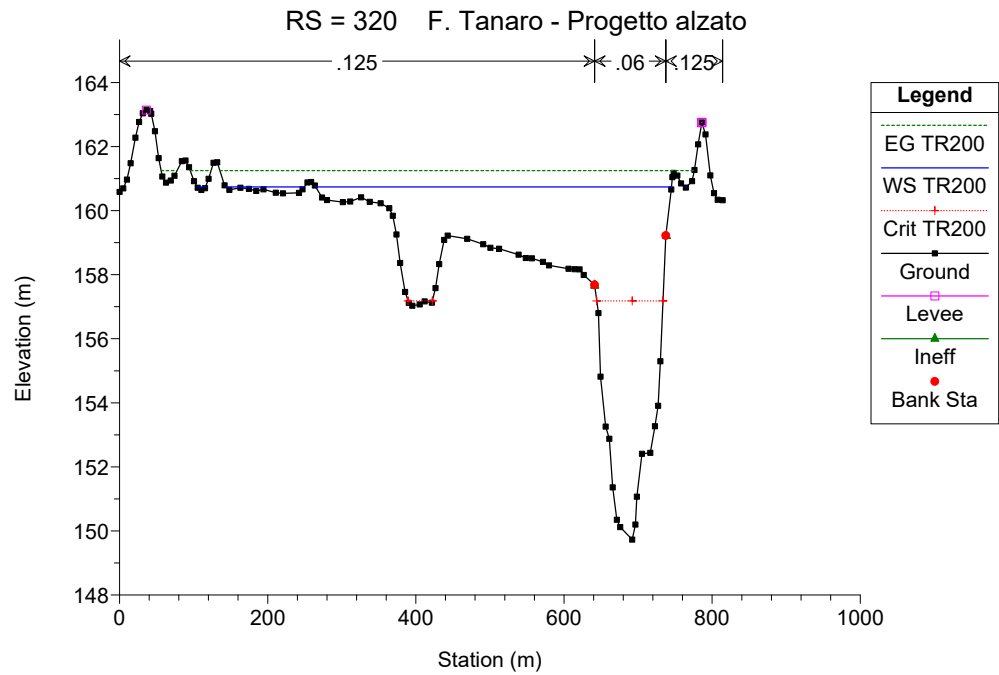
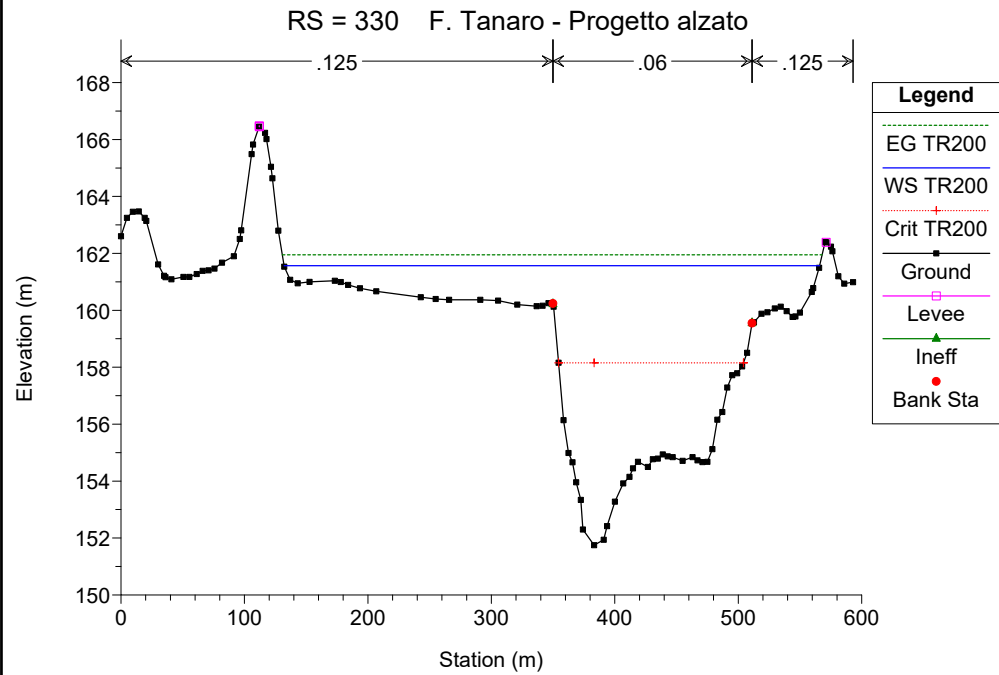
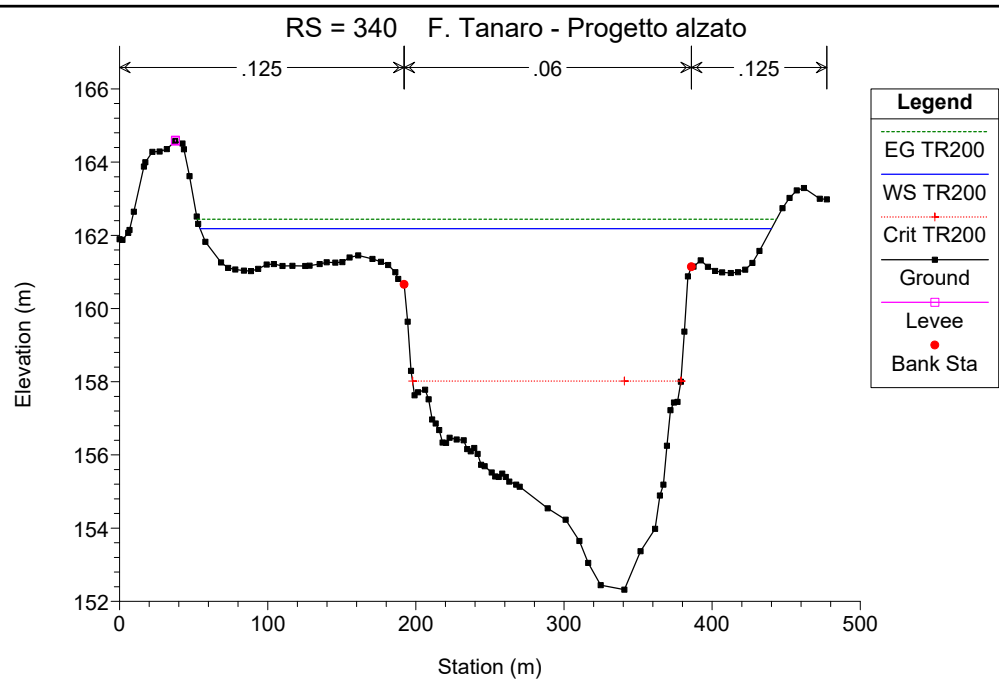
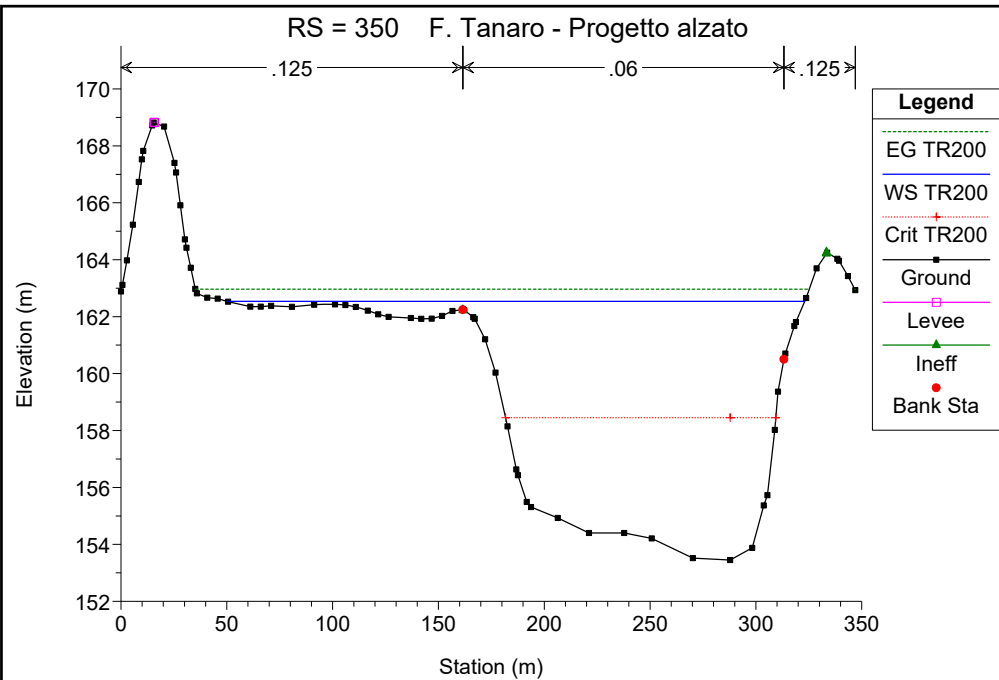


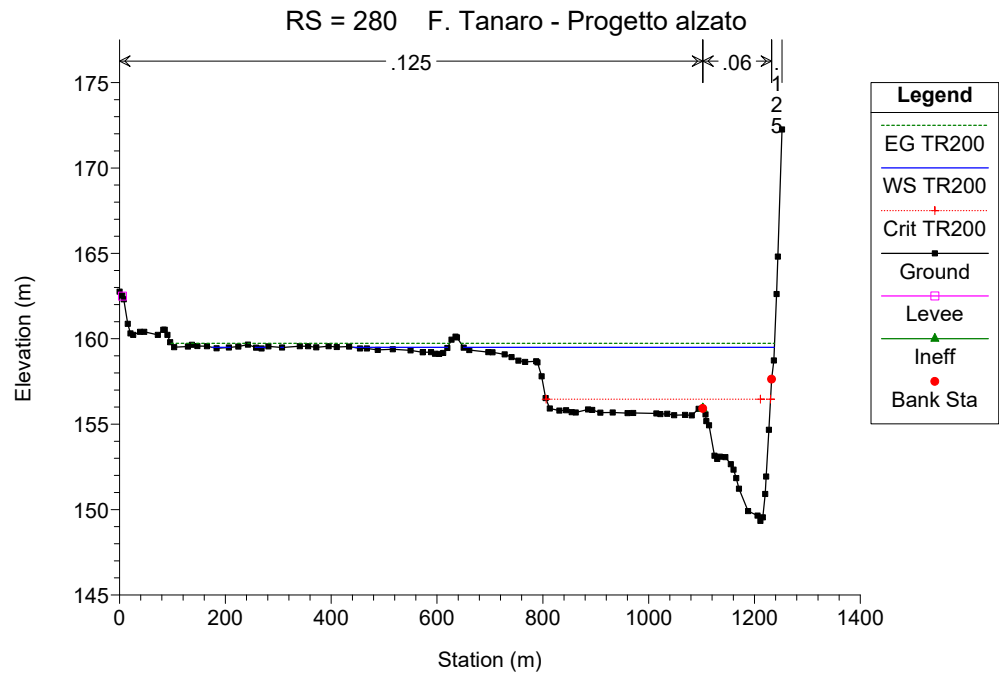
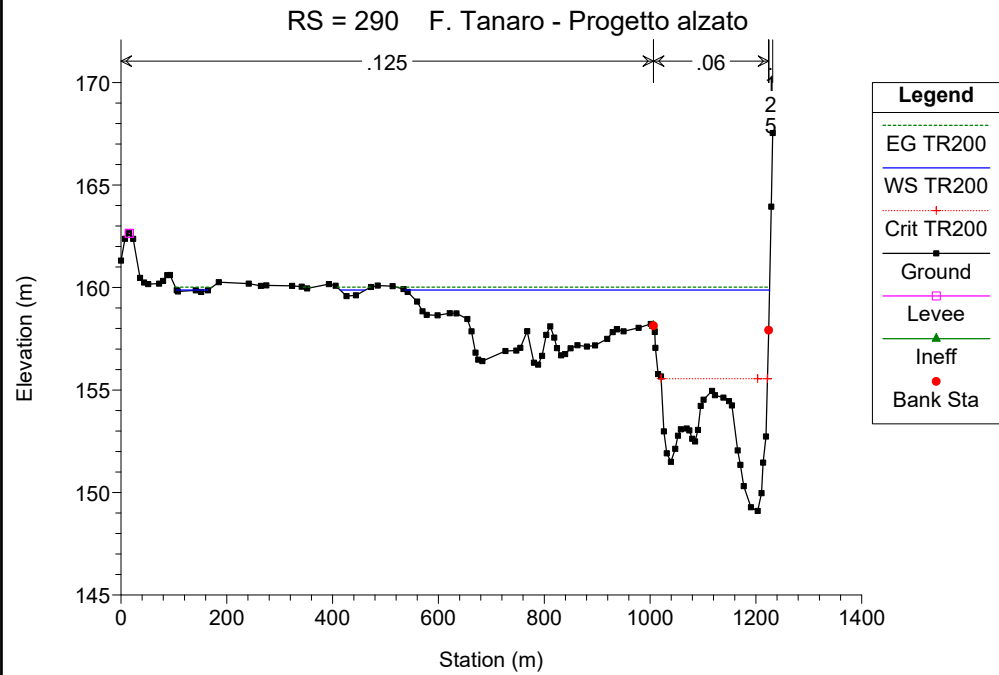
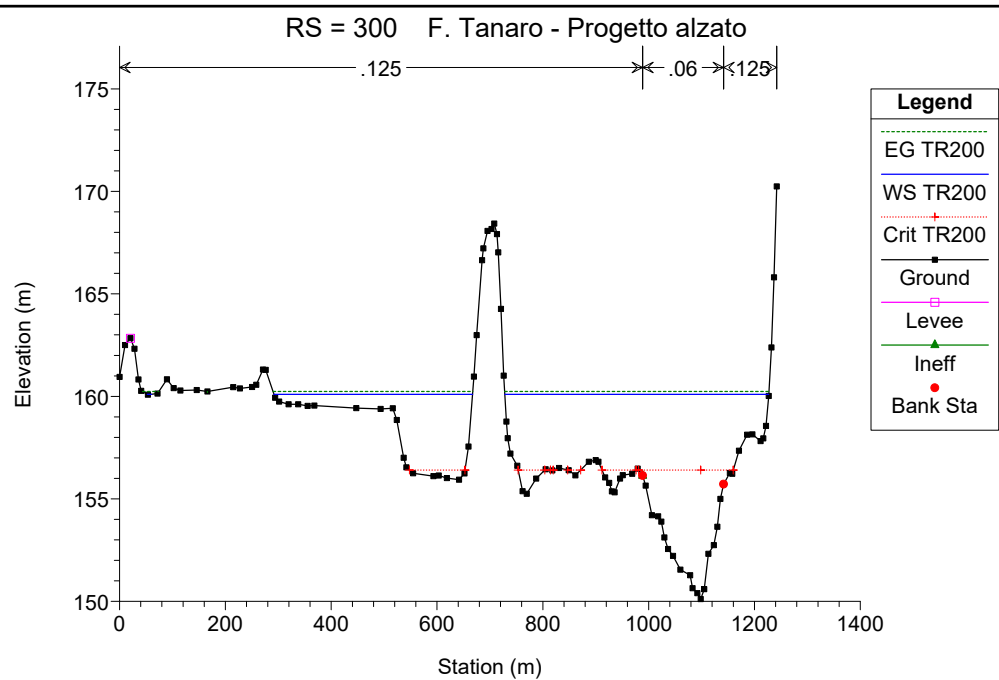
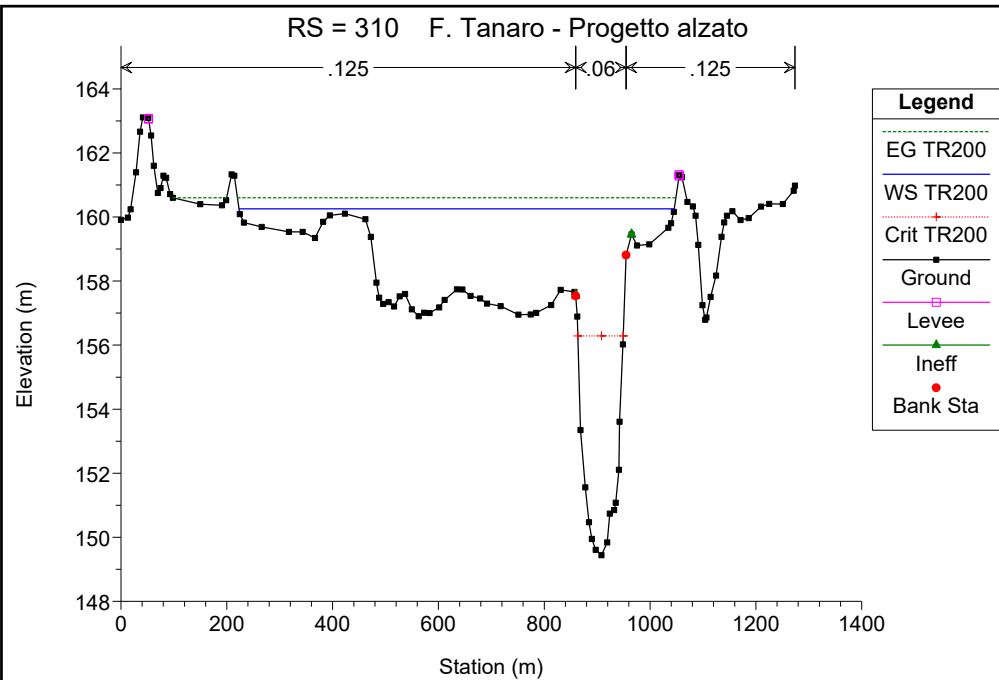


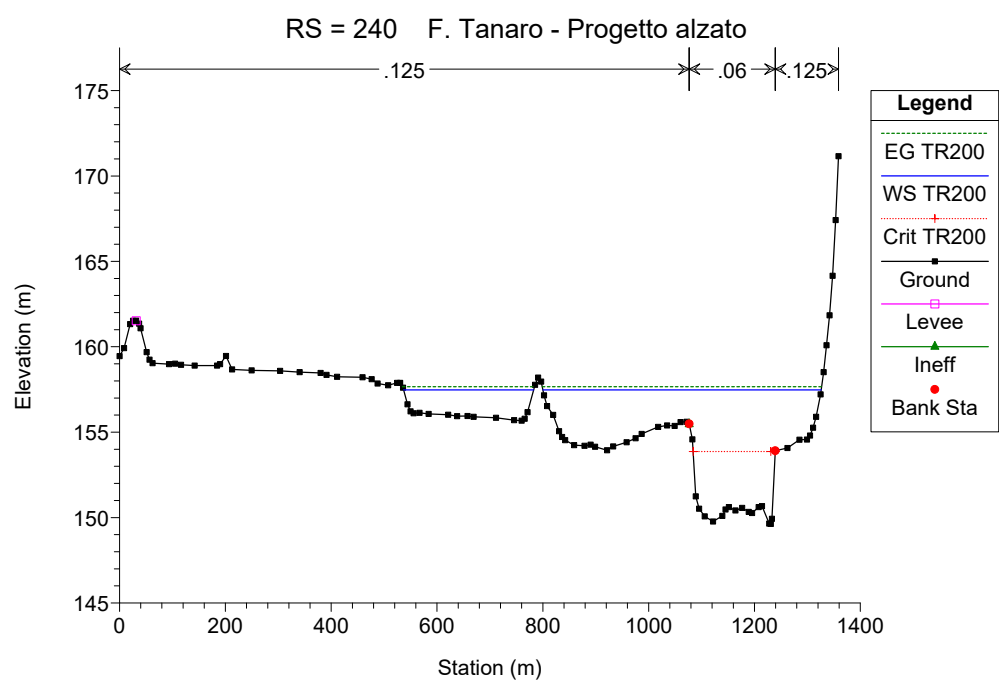
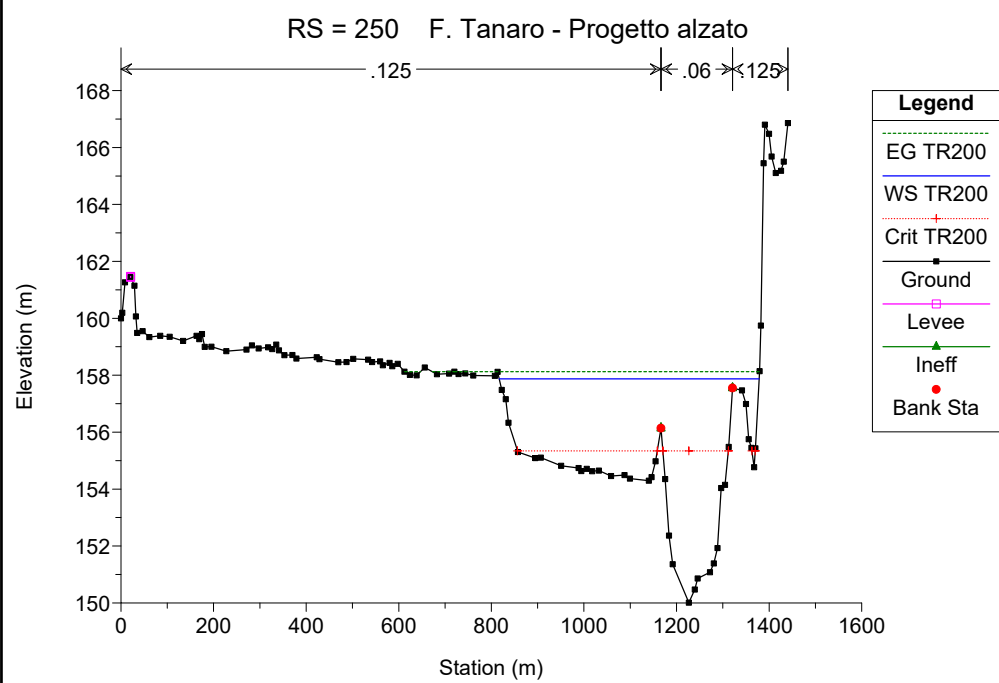
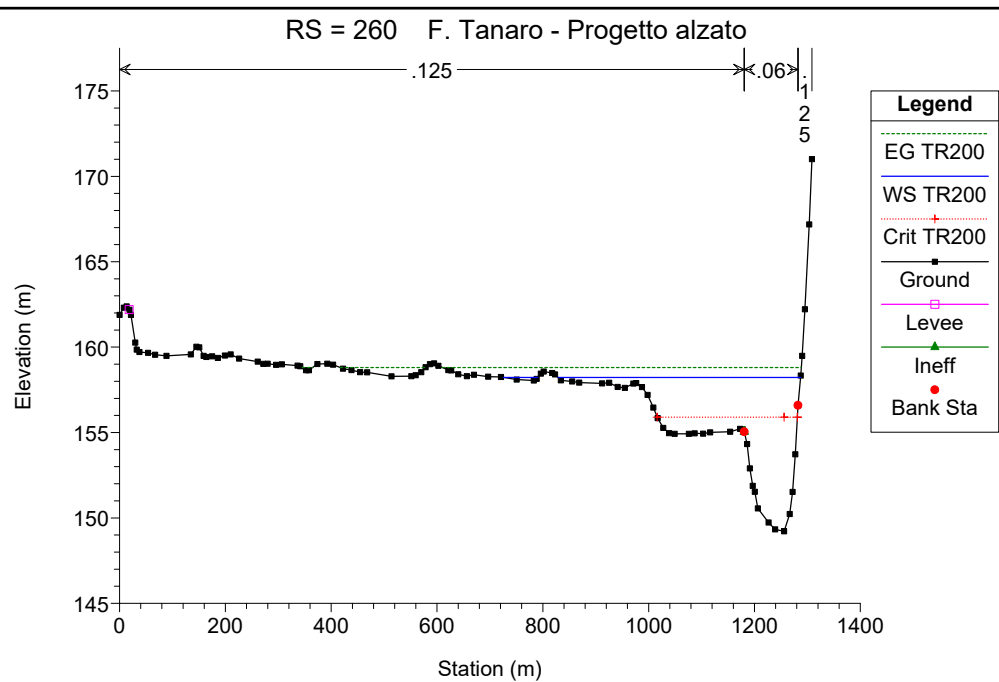
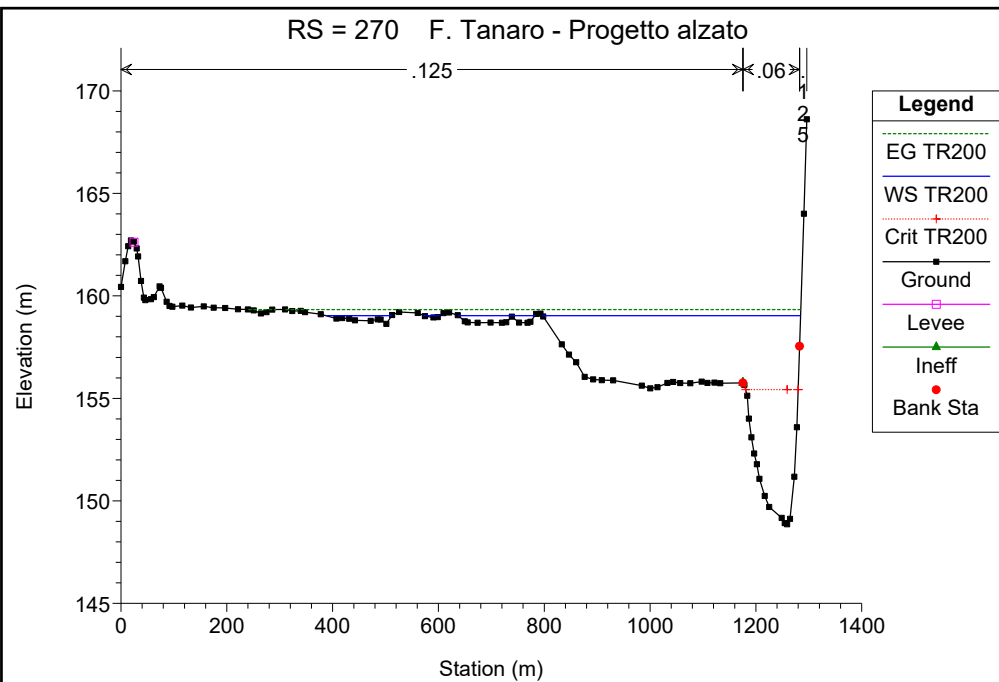


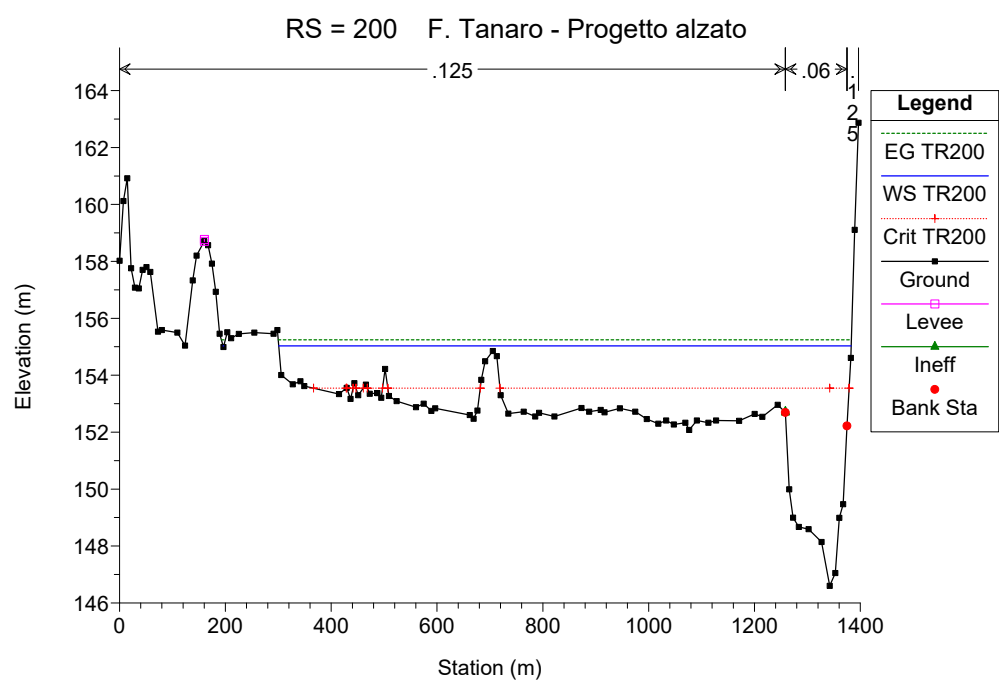
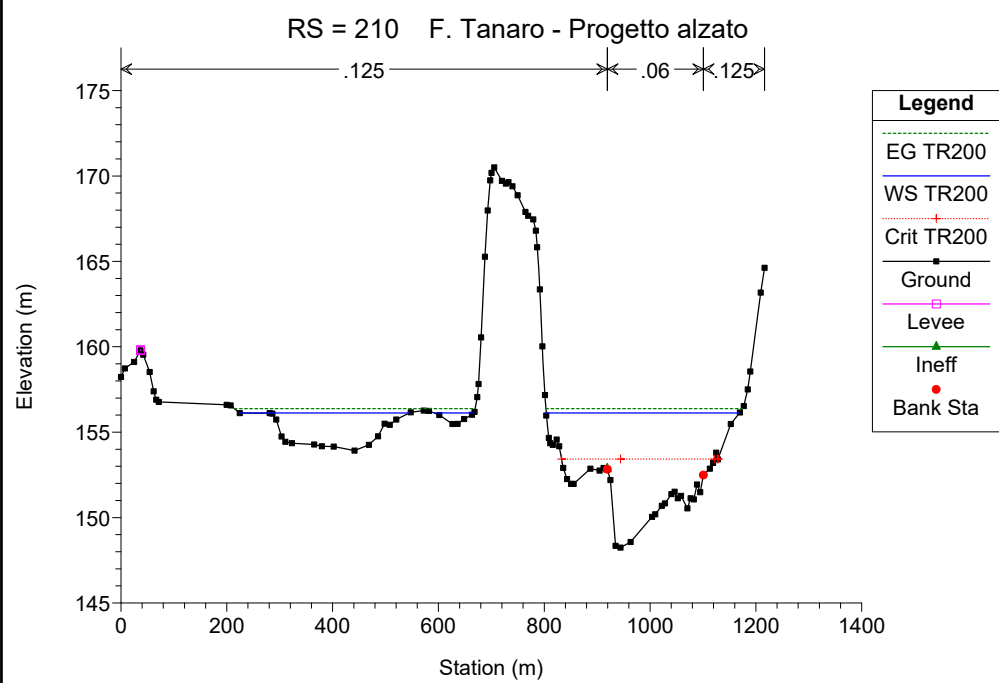
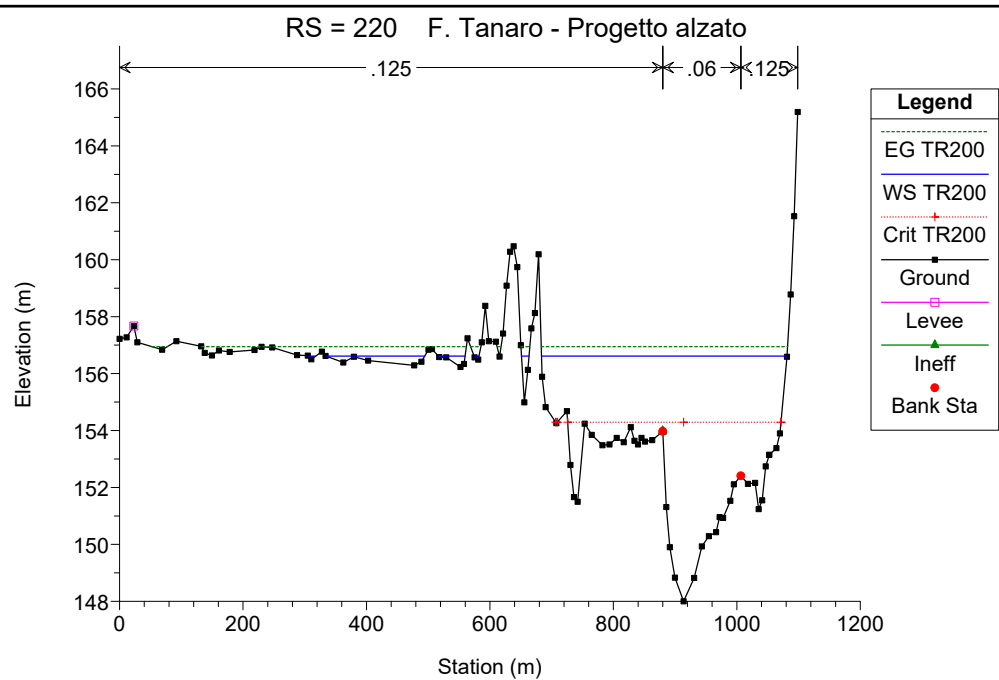
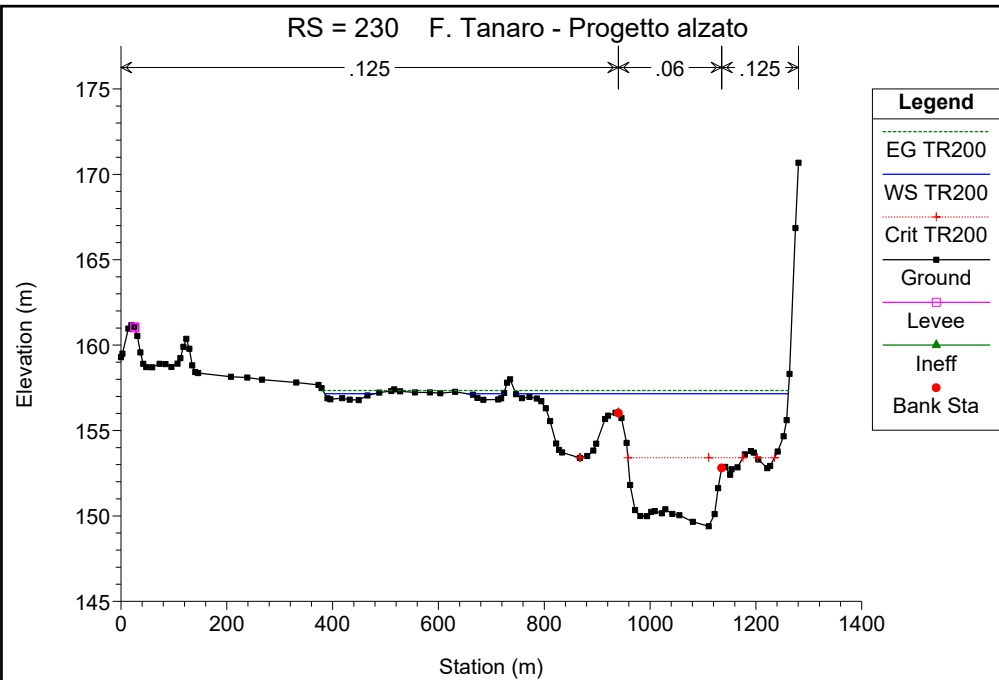


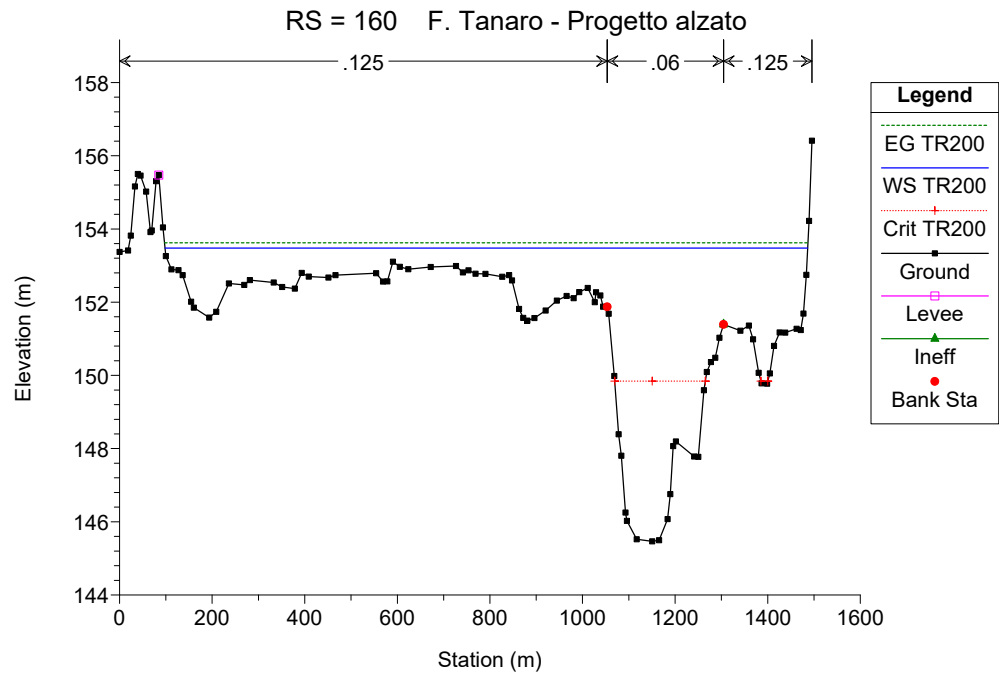
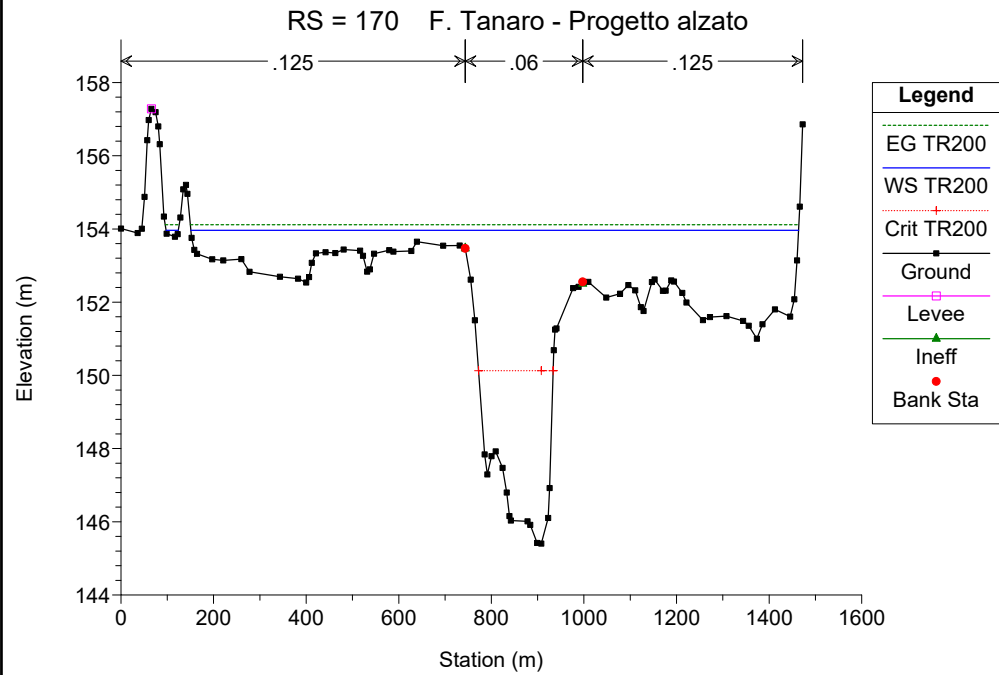
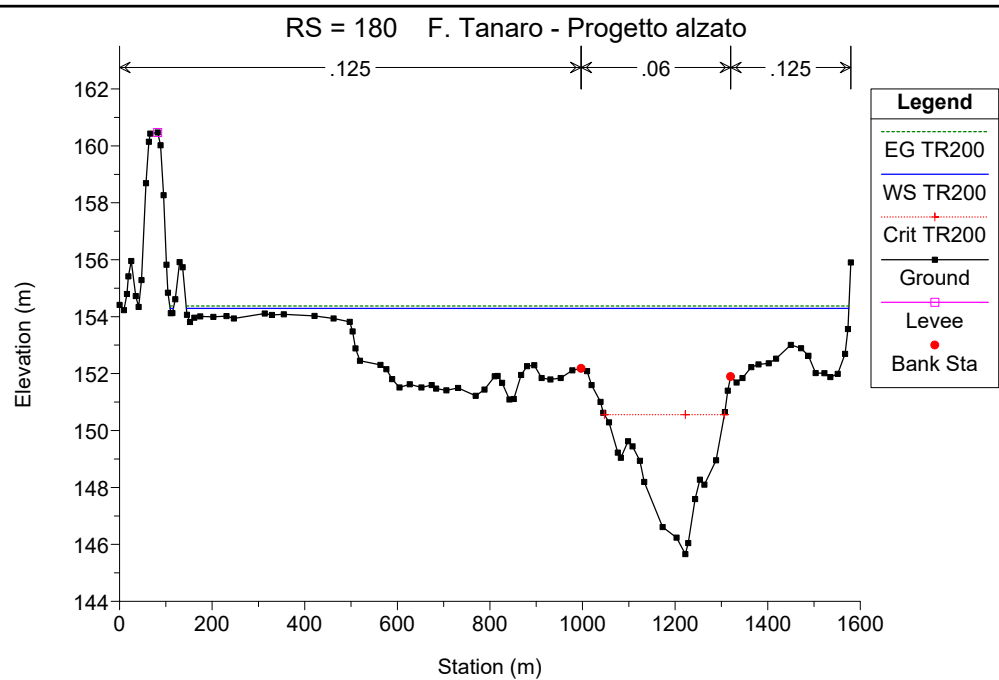
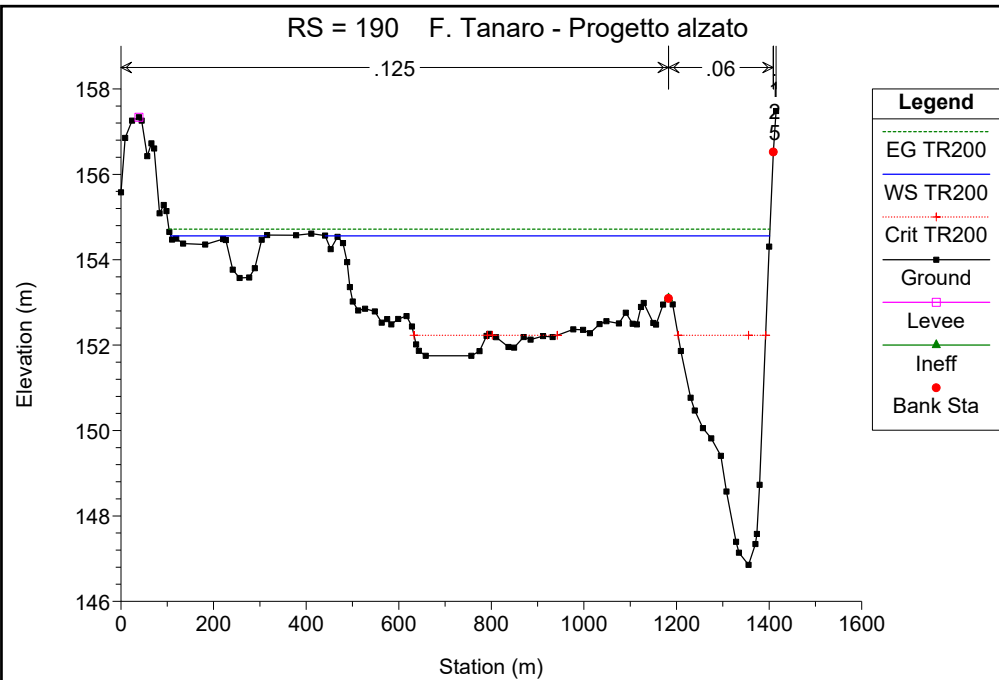


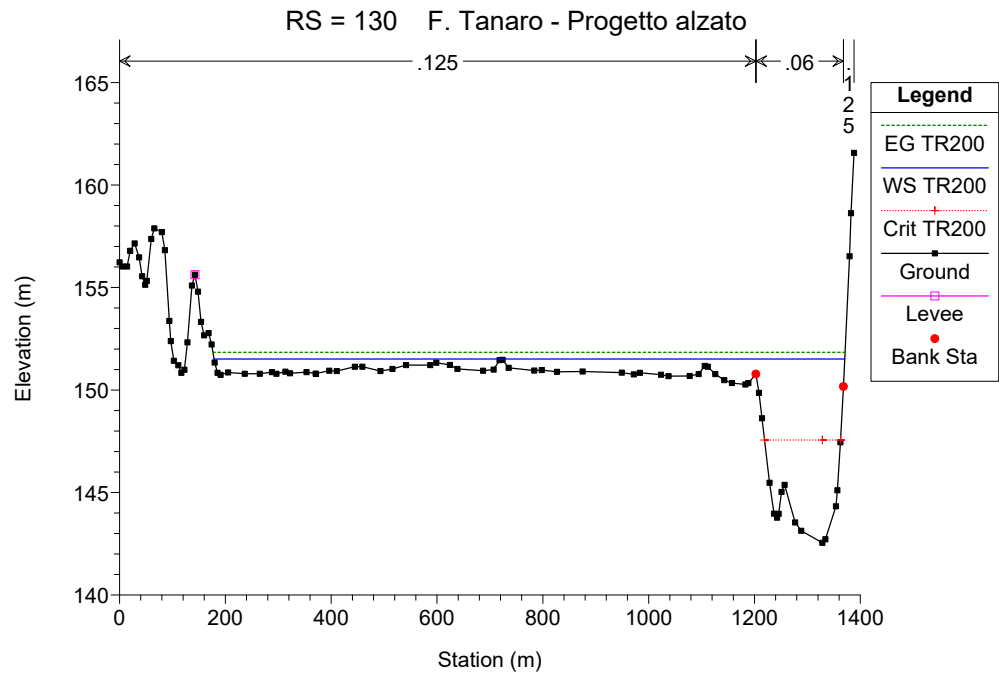
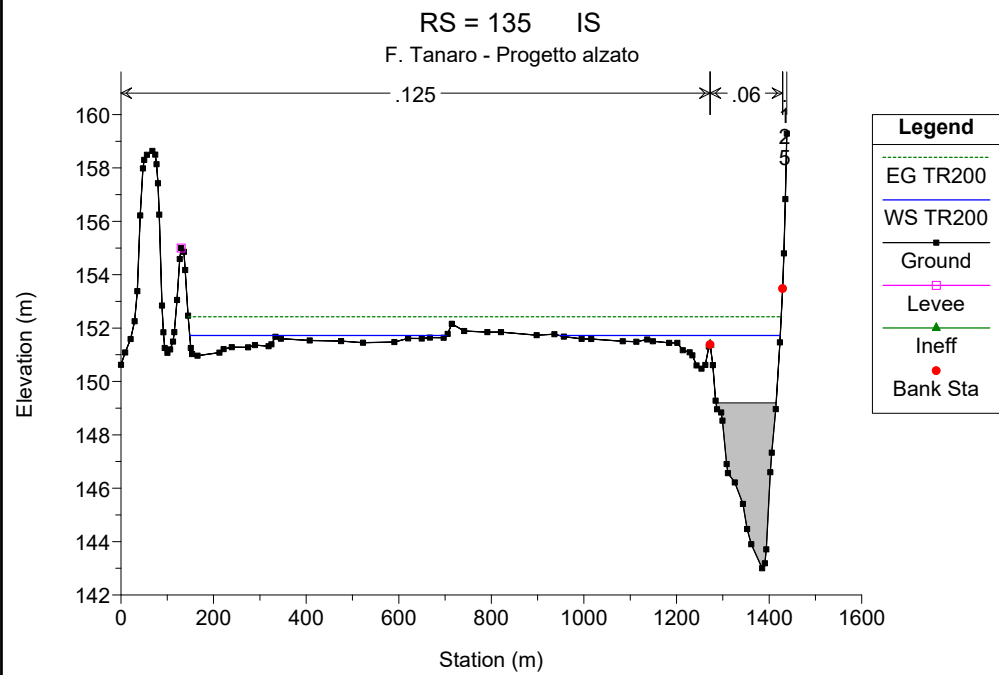
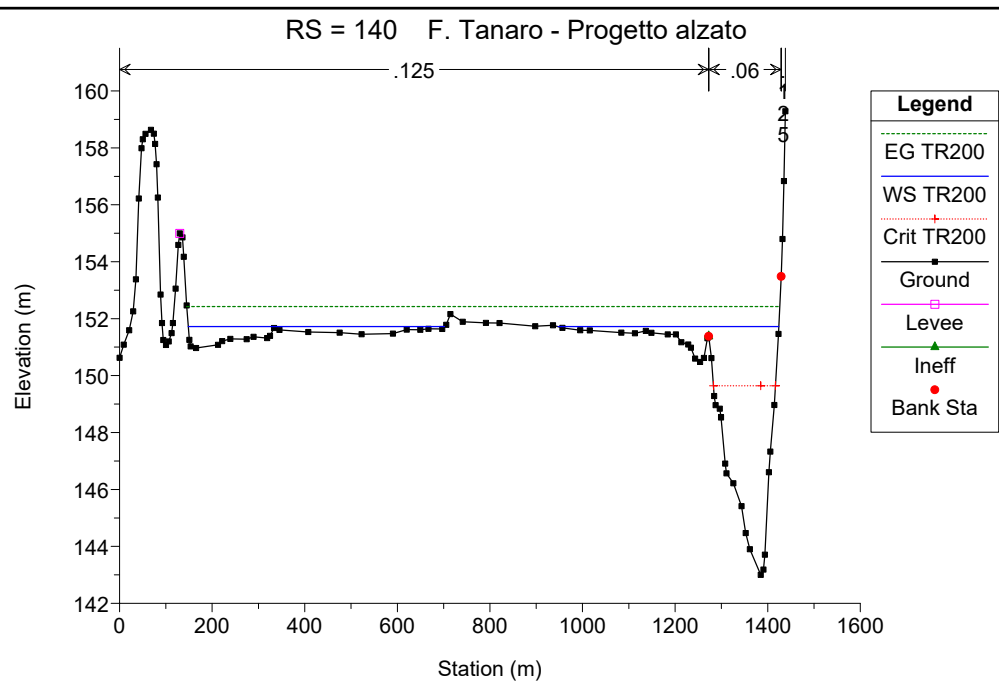
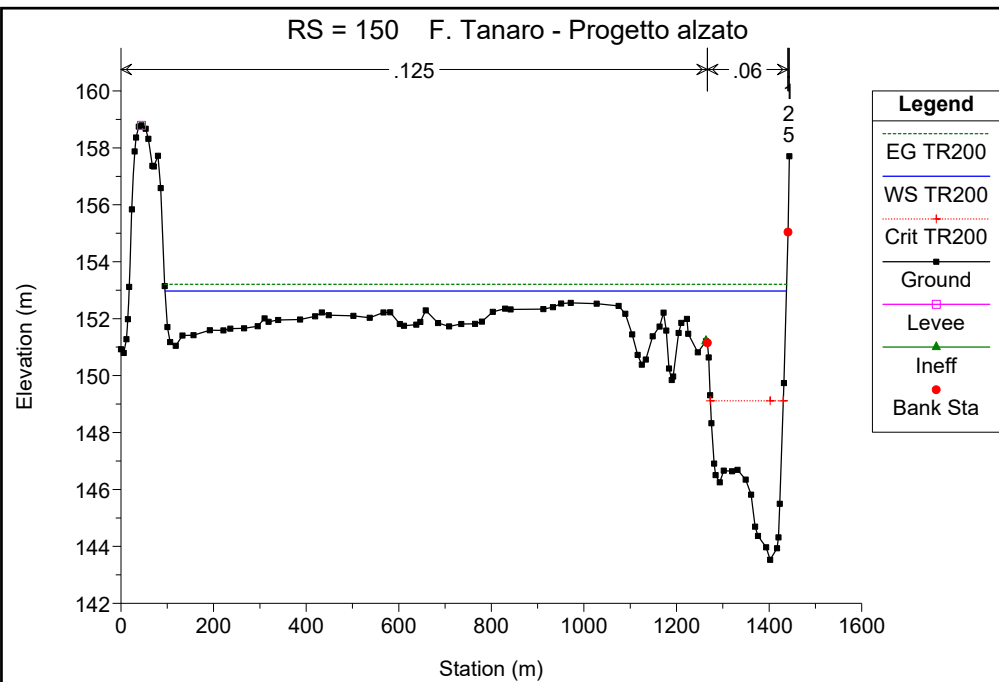


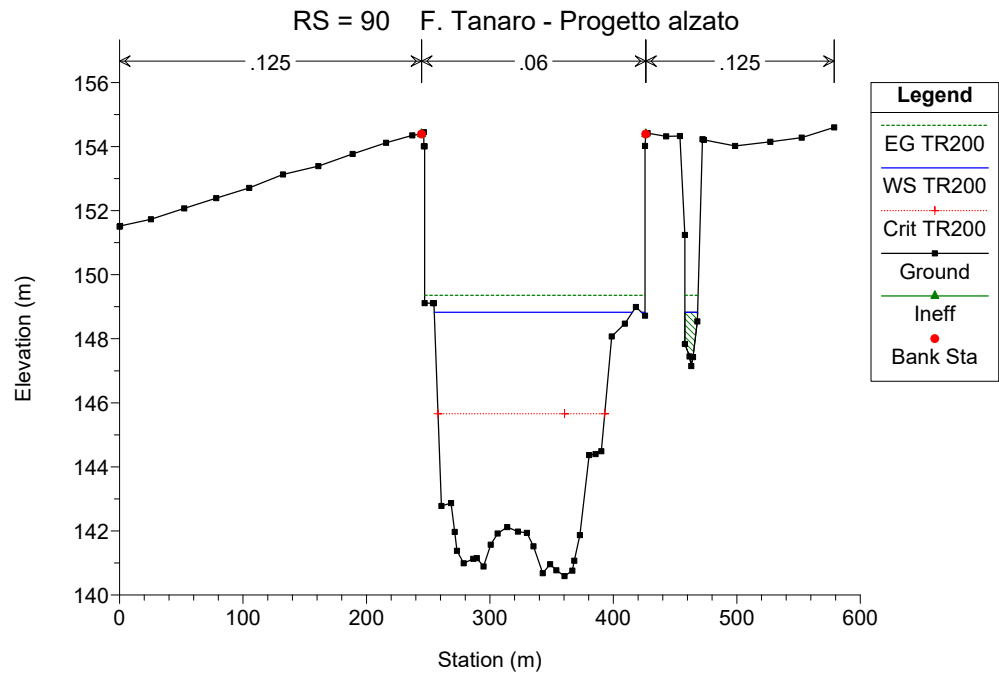
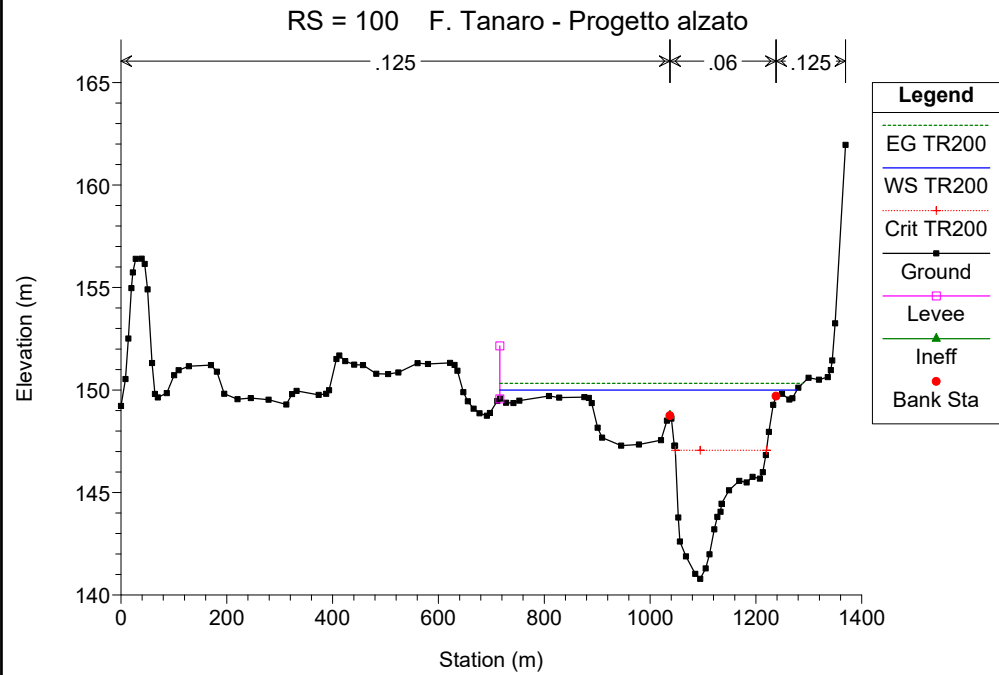
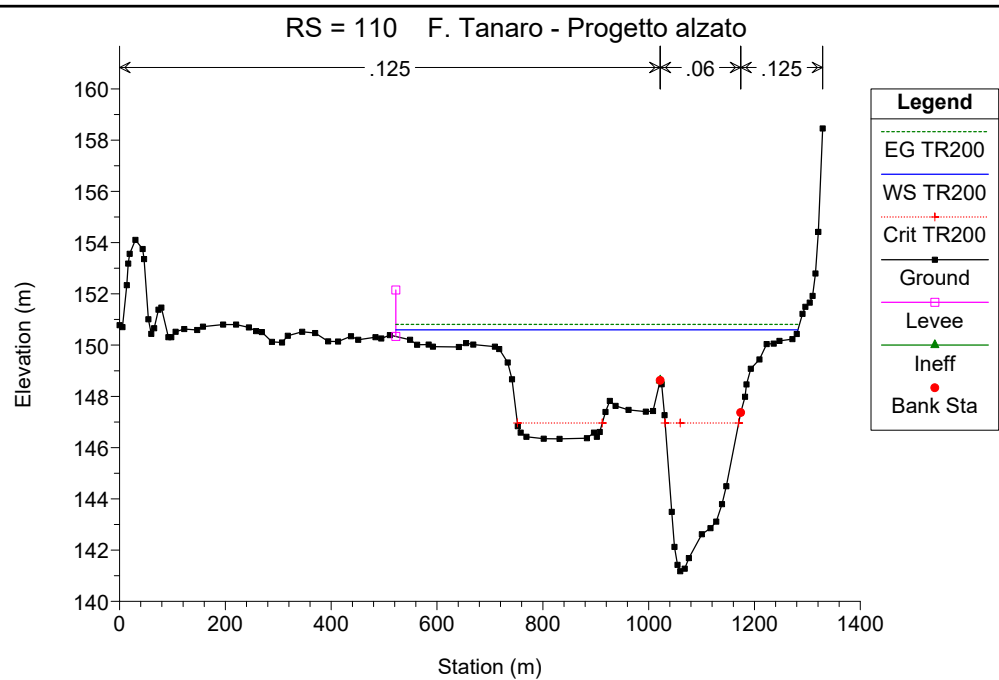
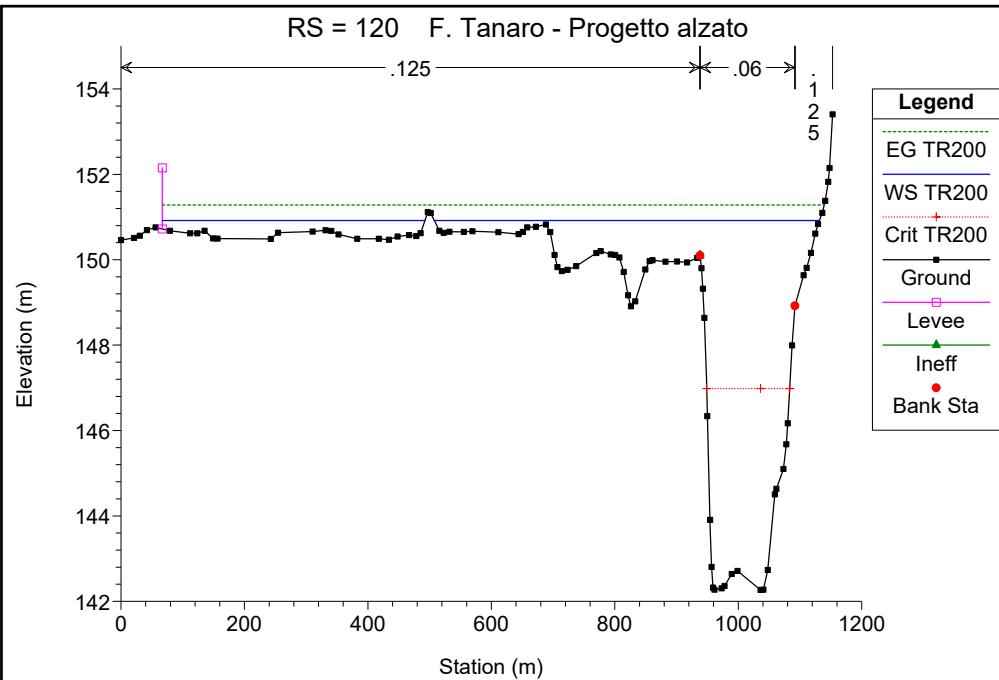




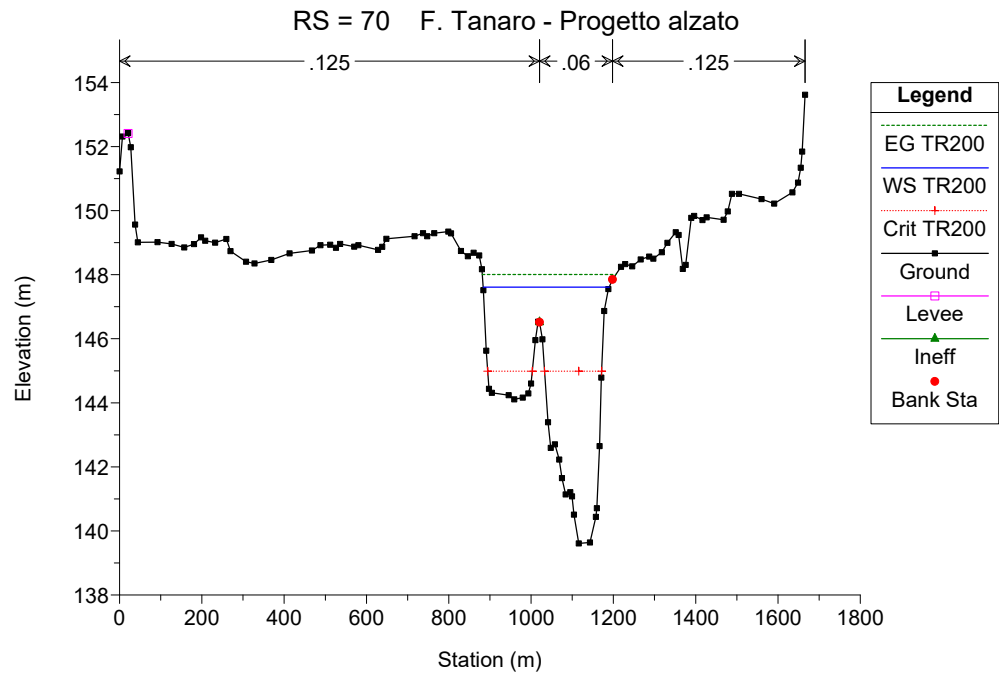
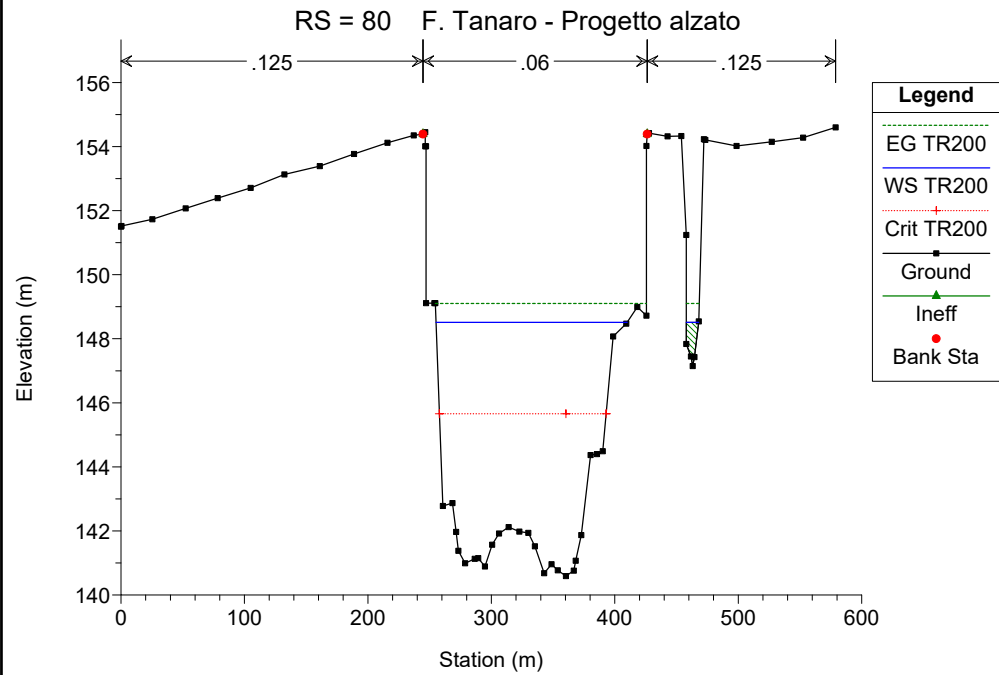
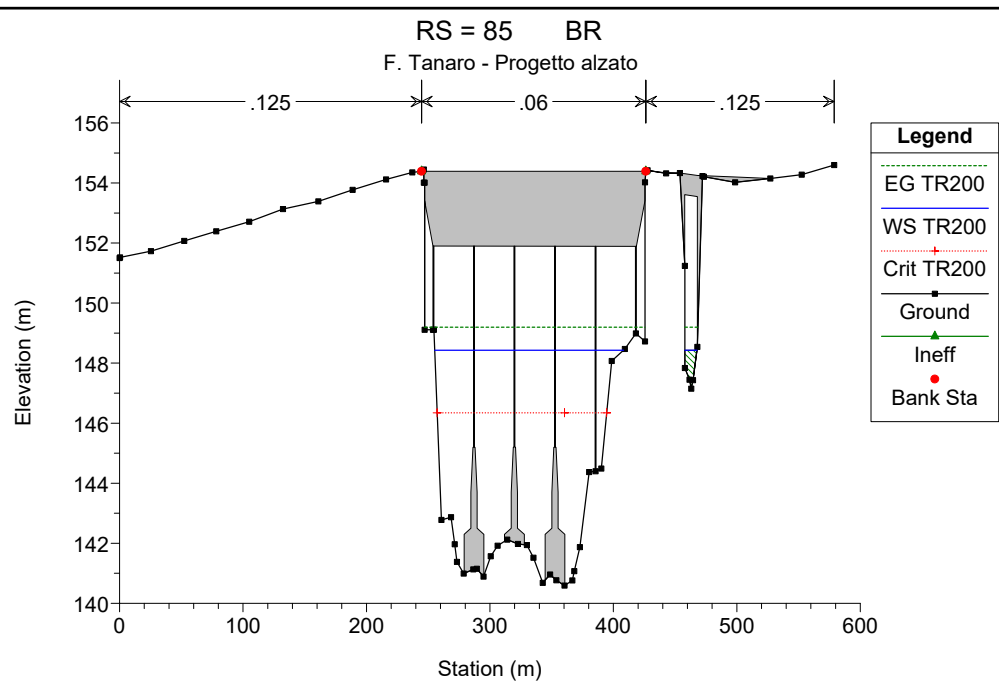
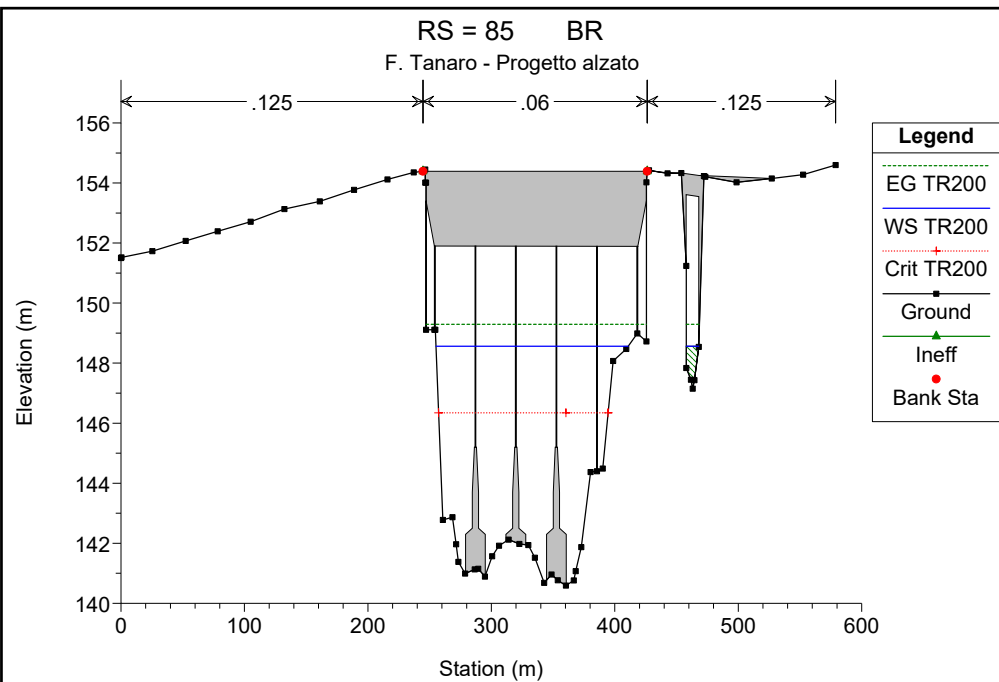


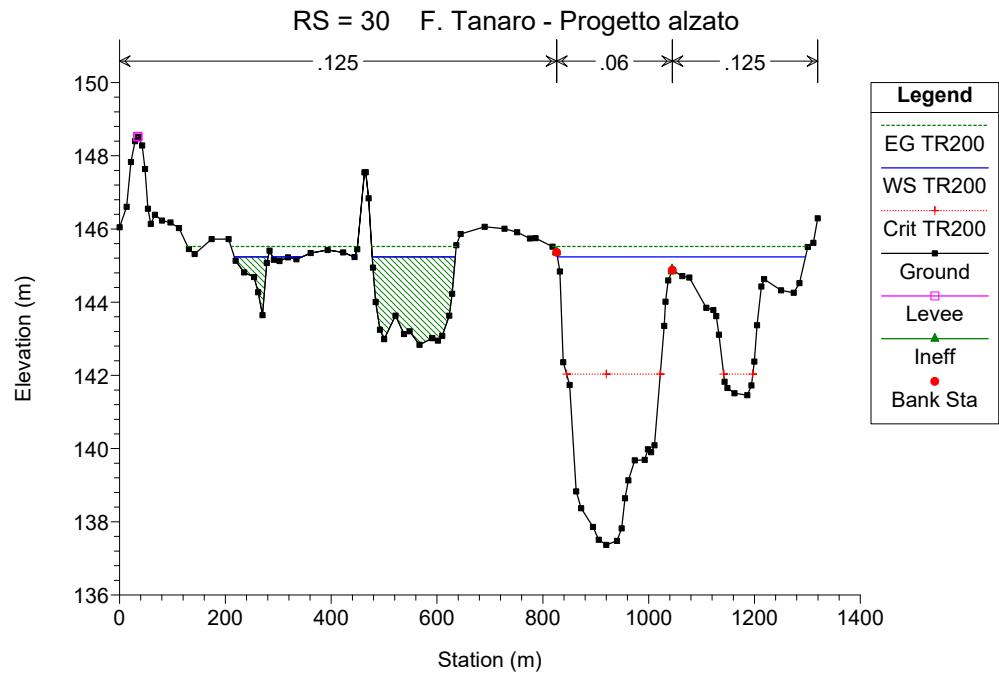
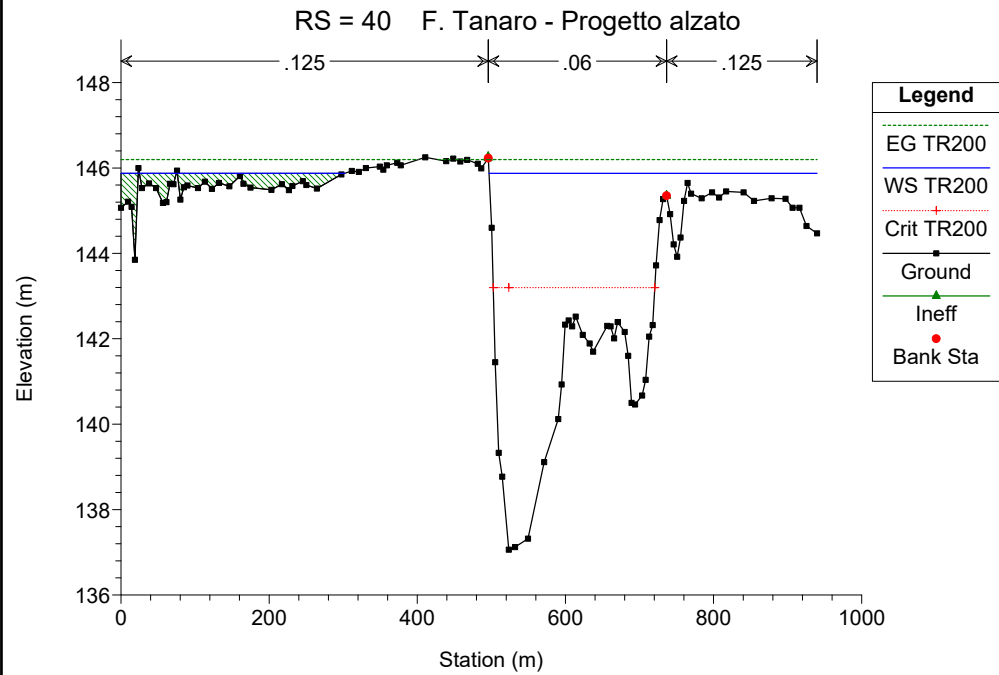
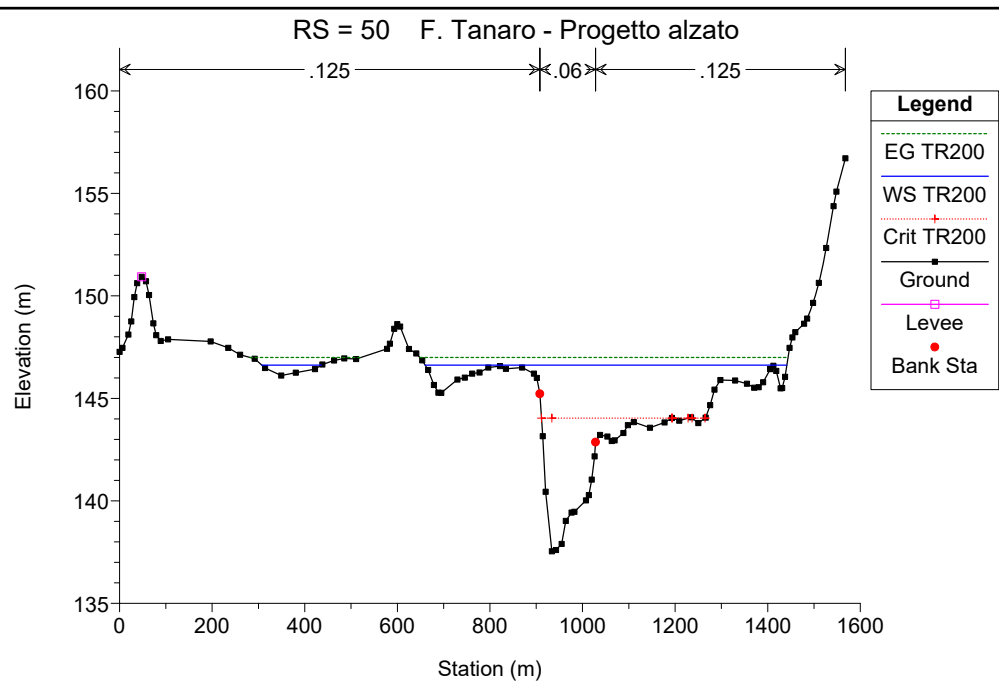
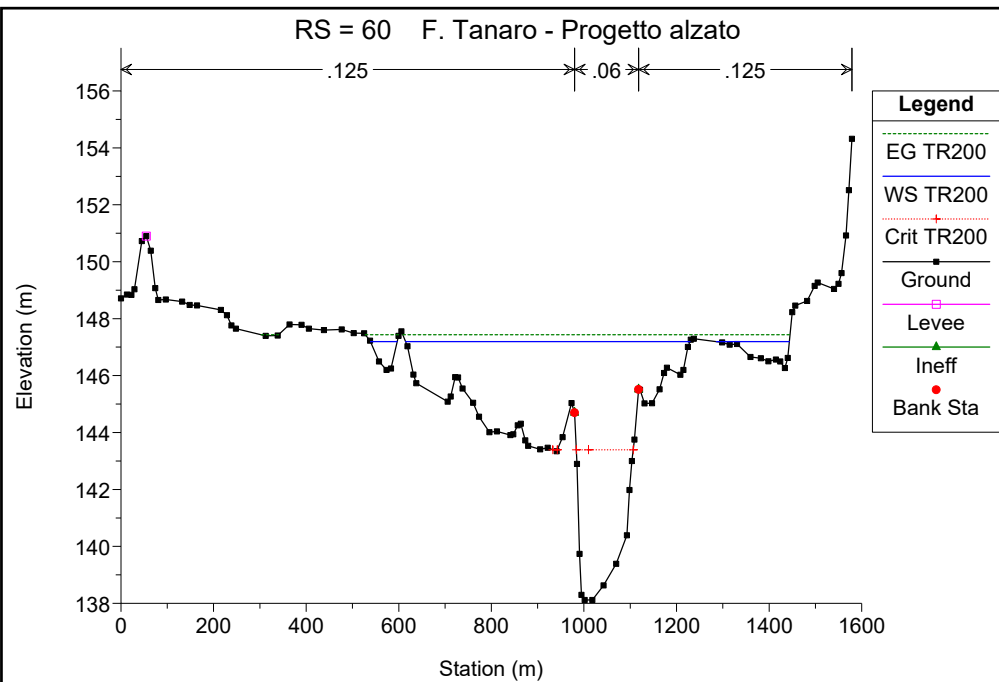




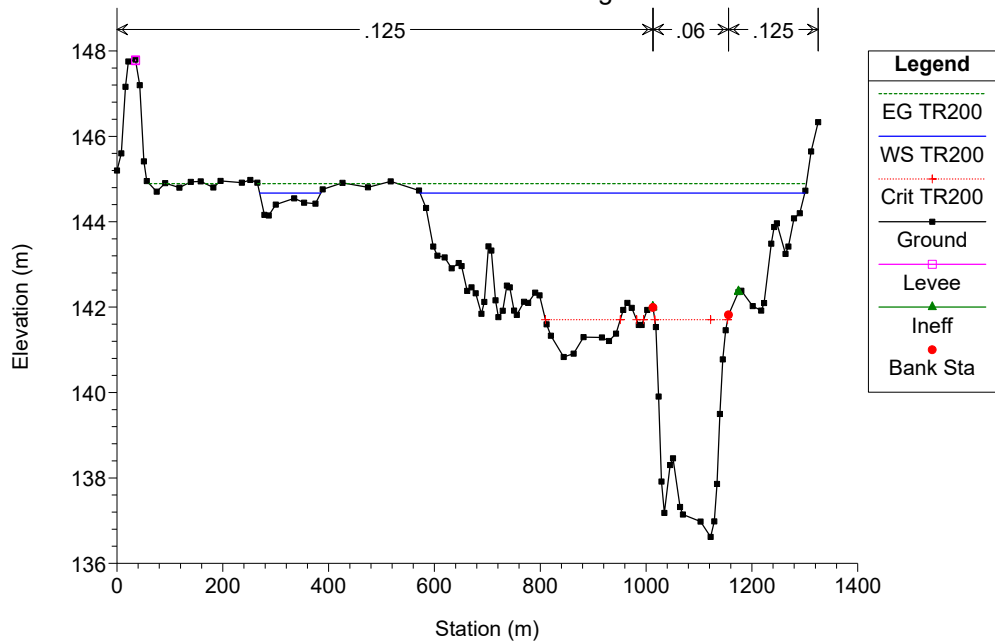




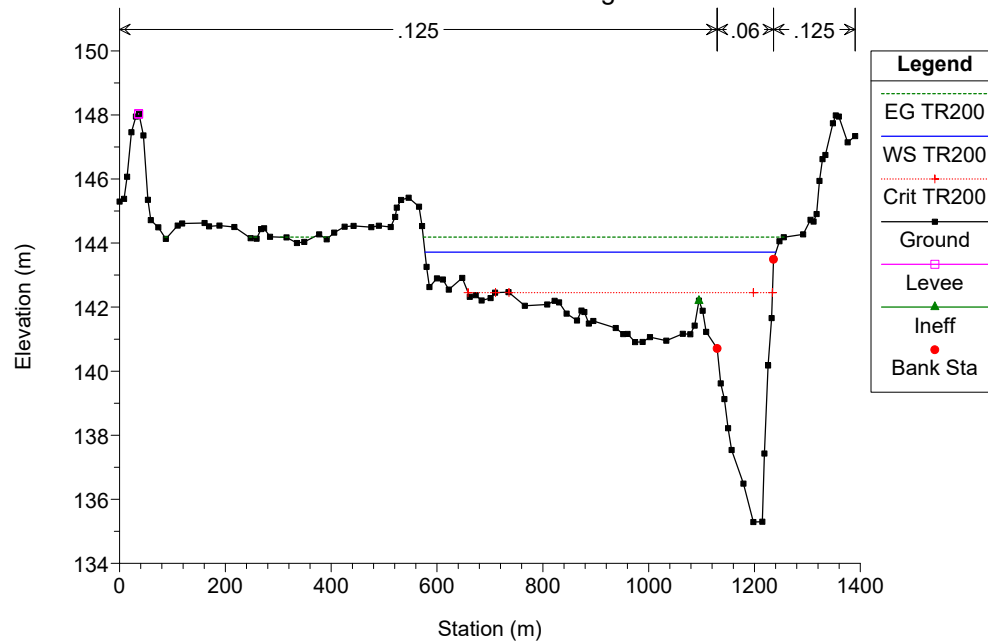




RS = 20 F. Tanaro - Progetto alzato



RS = 10 F. Tanaro - Progetto alzato



**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 4: SITUAZIONE DI PROGETTO CON PARZIALIZZAZIONE PARTE  
SINISTRA**

**SIMULAZIONE 10**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2079	20



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20

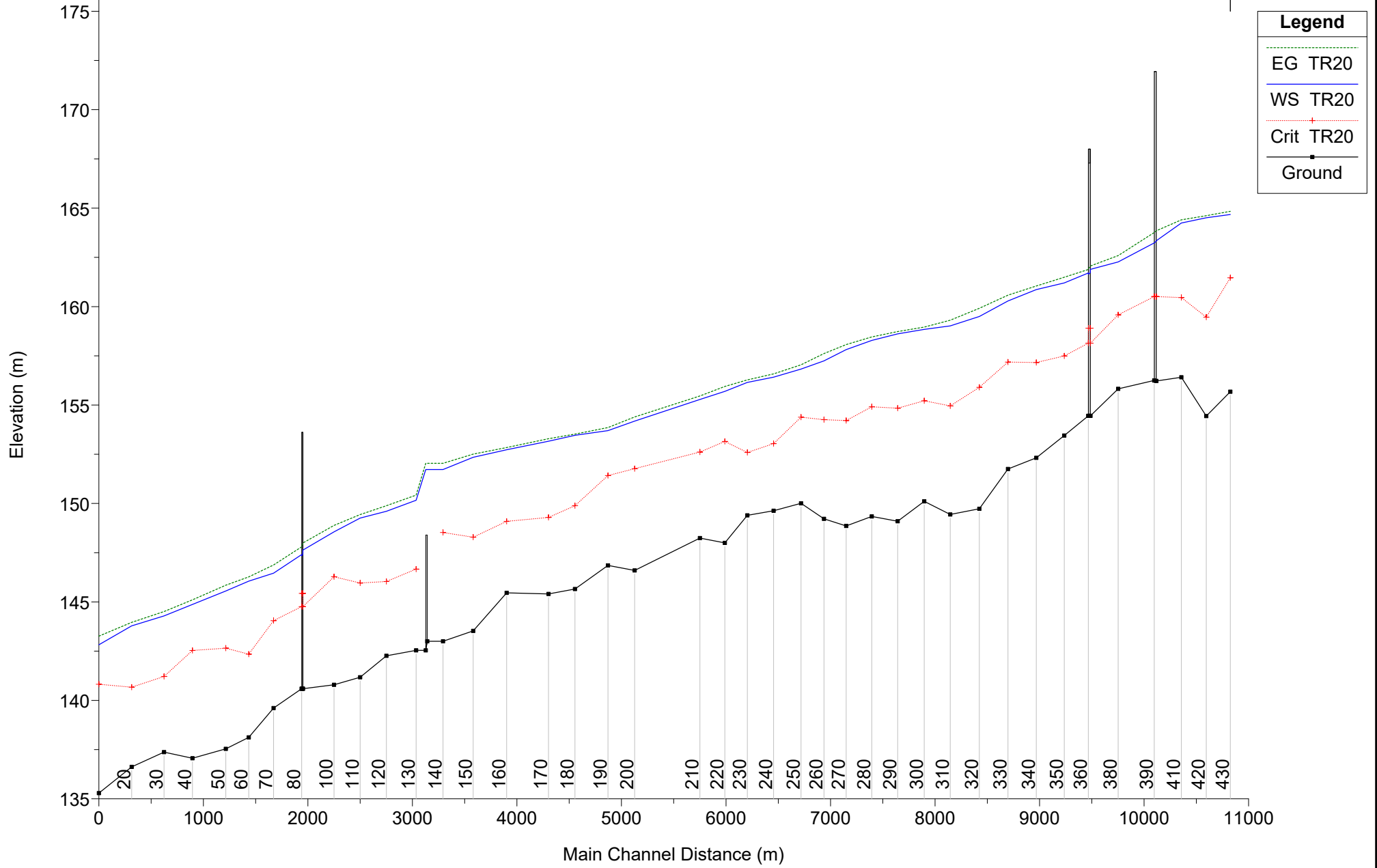
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR20	2079.00	155.68	164.68	161.46	164.84	0.001449	2.06	1886.91	650.14	0.27
1	420	TR20	2079.00	154.44	164.51	159.47	164.62	0.000664	1.58	2162.24	651.22	0.19
1	410	TR20	2079.00	156.41	164.24	160.46	164.41	0.001287	1.96	1634.67	487.71	0.26
1	400	TR20	2079.00	156.22	163.34	160.51	163.85	0.003480	3.19	719.07	160.95	0.41
1	395		Bridge									
1	390	TR20	2079.00	156.25	163.23	160.51	163.76	0.003712	3.25	700.97	160.64	0.42
1	380	TR20	2079.00	155.82	162.27	159.58	162.59	0.002611	2.51	826.90	159.31	0.35
1	370	TR20	2079.00	154.45	161.89	158.14	162.06	0.001199	1.83	1139.17	198.58	0.24
1	365		Bridge									
1	360	TR20	2079.00	154.45	161.71	158.14	161.89	0.001328	1.89	1102.35	197.45	0.25
1	350	TR20	2079.00	153.45	161.20	157.49	161.49	0.001869	2.39	870.15	144.03	0.31
1	340	TR20	2079.00	152.32	160.86	157.16	161.05	0.001301	1.90	1093.15	196.15	0.25
1	330	TR20	2079.00	151.75	160.28	157.18	160.58	0.002281	2.41	880.23	243.13	0.33
1	320	TR20	2079.00	149.73	159.50	155.90	159.91	0.002483	2.94	966.94	367.11	0.36
1	310	TR20	2079.00	149.44	159.02	154.96	159.31	0.001785	2.57	1336.57	483.13	0.31
1	300	TR20	2079.00	150.11	158.84	155.22	158.96	0.000916	1.69	2058.46	631.18	0.22
1	290	TR20	2079.00	149.10	158.61	154.84	158.73	0.000915	1.58	1703.66	581.46	0.21
1	280	TR20	2079.00	149.34	158.28	154.91	158.46	0.001419	2.07	1571.11	441.76	0.27
1	270	TR20	2079.00	148.86	157.81	154.21	158.07	0.001783	2.45	1366.92	454.34	0.30
1	260	TR20	2079.00	149.22	157.24	154.26	157.61	0.002615	2.87	1012.23	287.11	0.37
1	250	TR20	2079.00	150.01	156.83	154.38	157.04	0.002296	2.28	1398.74	508.77	0.33
1	240	TR20	2079.00	149.63	156.42	153.04	156.58	0.001314	1.93	1639.40	735.37	0.26
1	230	TR20	2079.00	149.40	156.15	152.59	156.28	0.001067	1.69	1648.67	454.65	0.23
1	220	TR20	2079.00	148.00	155.70	153.15	155.94	0.002187	2.42	1292.68	397.61	0.33
1	210	TR20	2079.00	148.24	155.28	152.61	155.46	0.001680	2.00	1452.49	540.53	0.28
1	200	TR20	2079.00	146.60	154.18	151.77	154.39	0.002043	2.35	1877.98	1047.72	0.32
1	190	TR20	2079.00	146.85	153.70	151.42	153.85	0.001970	1.92	1829.52	944.18	0.30
1	180	TR20	2079.00	145.66	153.46	149.89	153.53	0.000638	1.18	2623.75	1069.11	0.17
1	170	TR20	2079.00	145.40	153.16	149.29	153.29	0.001329	1.66	1699.09	922.29	0.25
1	160	TR20	2079.00	145.46	152.73	149.09	152.84	0.000993	1.53	1835.73	1007.41	0.22
1	150	TR20	2079.00	143.53	152.34	148.29	152.51	0.001077	1.84	1617.80	1166.92	0.23
1	140	TR20	2079.00	143.00	151.72	148.53	152.04	0.002511	2.53	1063.83	1030.88	0.35
1	135		Inl Struct									
1	130	TR20	2079.00	142.54	150.16	146.66	150.42	0.001869	2.27	915.26	161.43	0.30
1	120	TR20	2079.00	142.27	149.60	146.04	149.89	0.001910	2.35	889.43	194.00	0.31
1	110	TR20	2079.00	141.17	149.26	145.96	149.43	0.001481	2.02	1533.00	466.59	0.27
1	100	TR20	2079.00	140.79	148.56	146.28	148.89	0.003269	2.53	821.05	323.73	0.39
1	90	TR20	2079.00	140.59	147.63	144.76	147.99	0.002713	2.66	780.40	146.77	0.36
1	85		Bridge									
1	80	TR20	2079.00	140.59	147.41	144.76	147.80	0.003091	2.78	748.62	143.27	0.38

HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR20 (Continued)

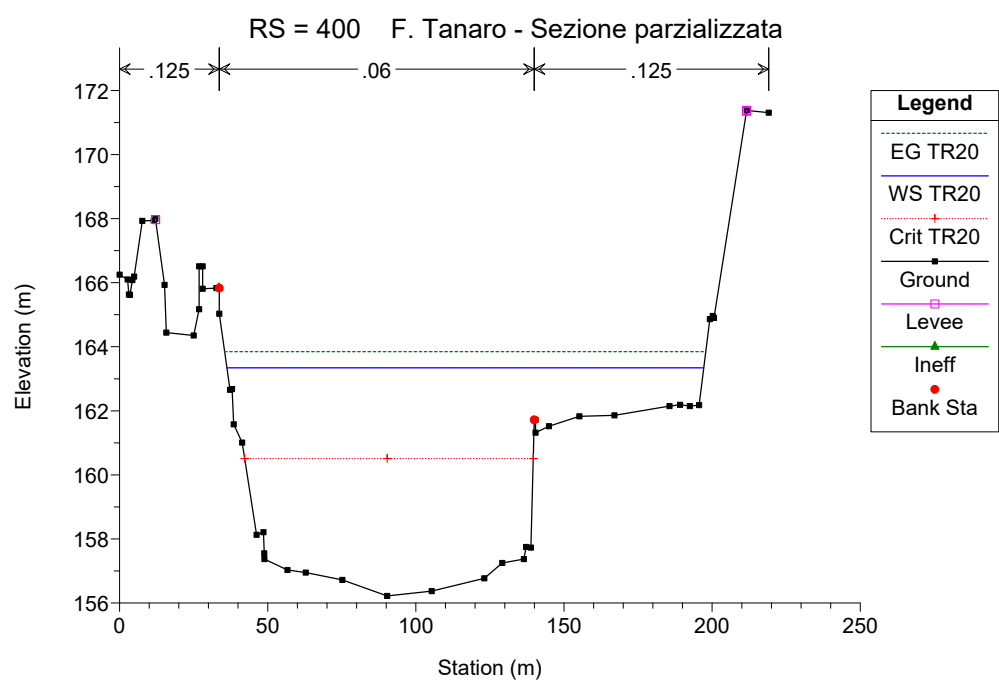
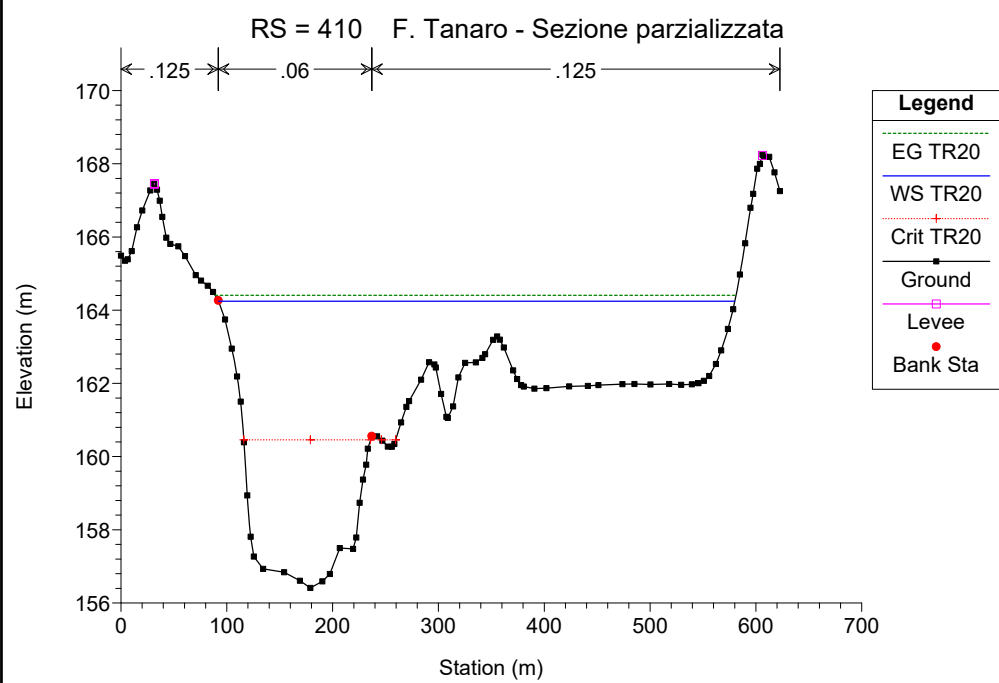
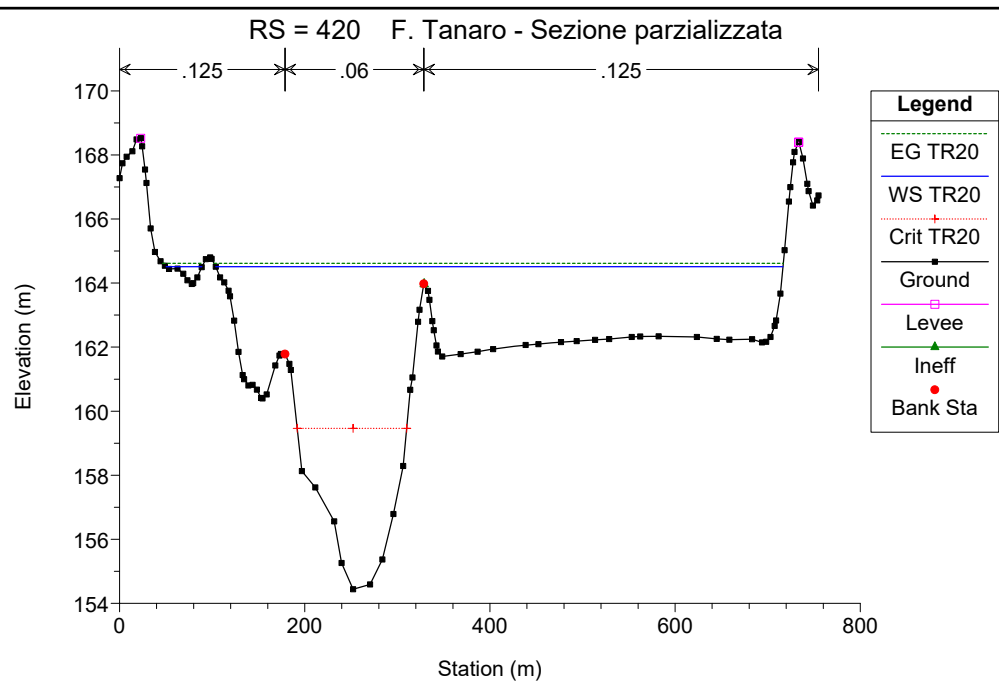
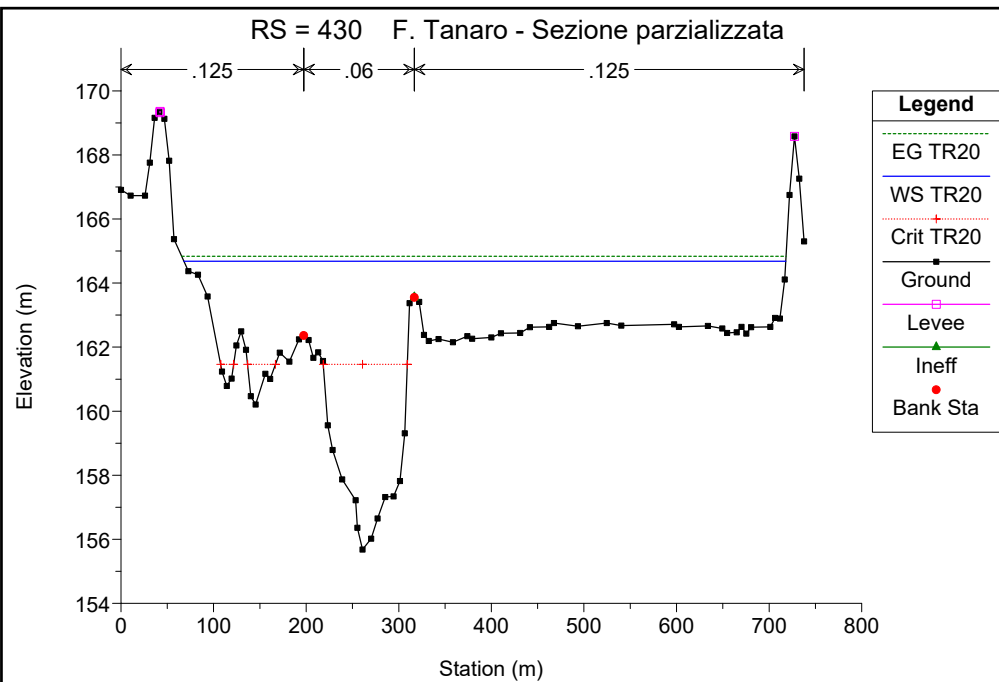
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR20	2079.00	139.61	146.46	144.05	146.88	0.003770	2.85	728.53	283.47	0.42
1	60	TR20	2079.00	138.12	146.05	142.35	146.27	0.001552	2.18	1423.24	544.41	0.28
1	50	TR20	2079.00	137.54	145.56	142.65	145.85	0.002268	2.56	1185.31	429.78	0.34
1	40	TR20	2079.00	137.06	144.87	142.54	145.11	0.002446	2.14	969.50	270.28	0.33
1	30	TR20	2079.00	137.37	144.29	141.21	144.51	0.001923	2.11	987.18	491.38	0.30
1	20	TR20	2079.00	136.62	143.79	140.67	143.96	0.001540	2.07	1704.44	672.11	0.28
1	10	TR20	2079.00	135.29	142.82	140.82	143.26	0.004002	3.17	1115.18	626.10	0.44

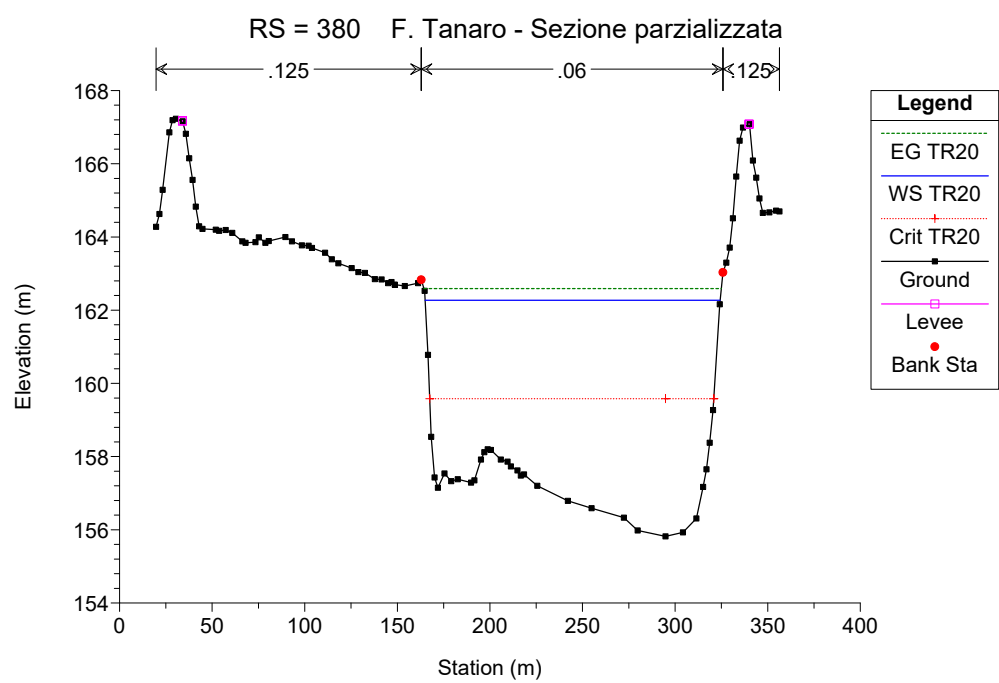
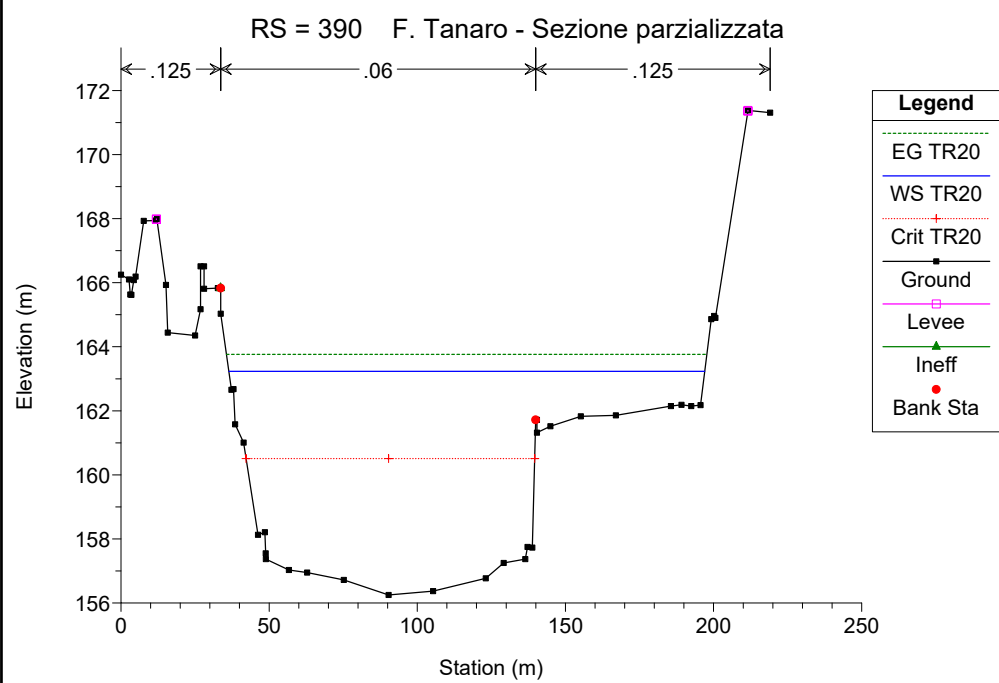
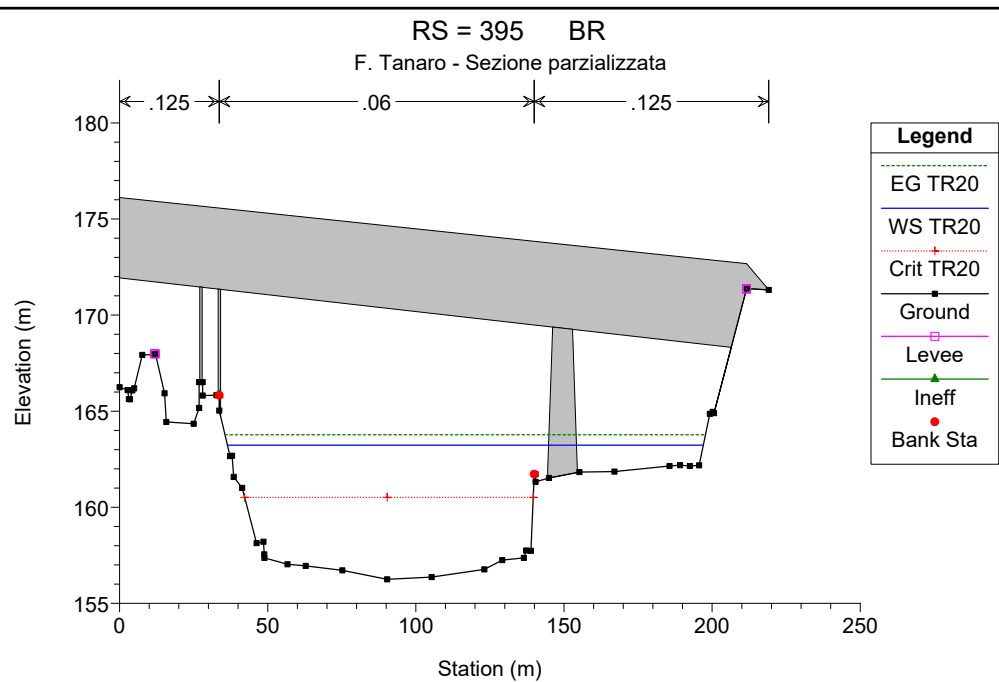
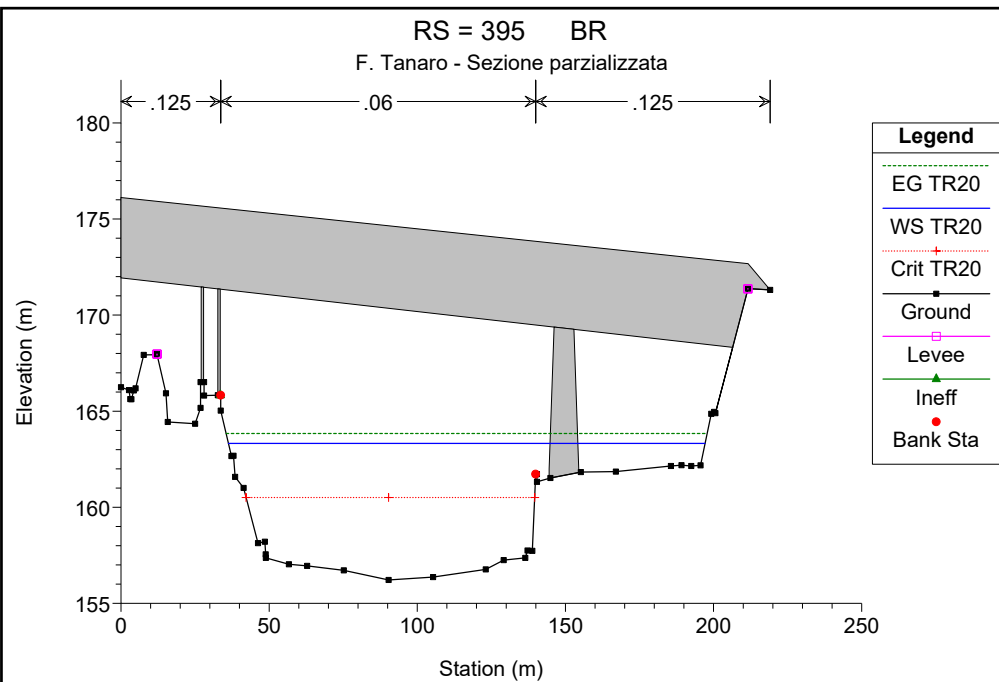
# F. Tanaro - Sezione parzializzata

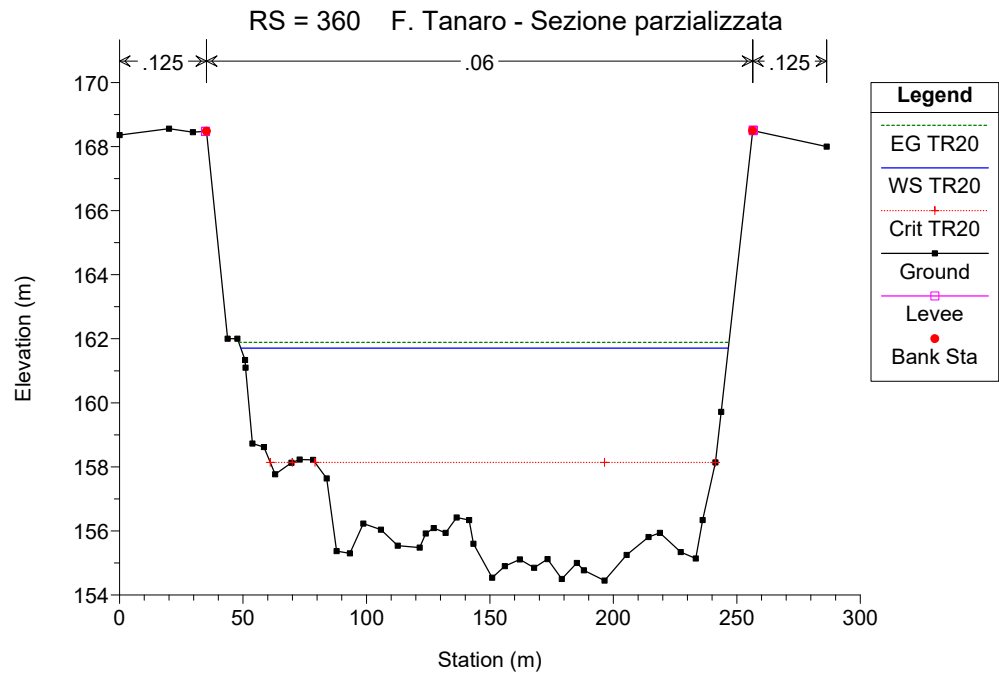
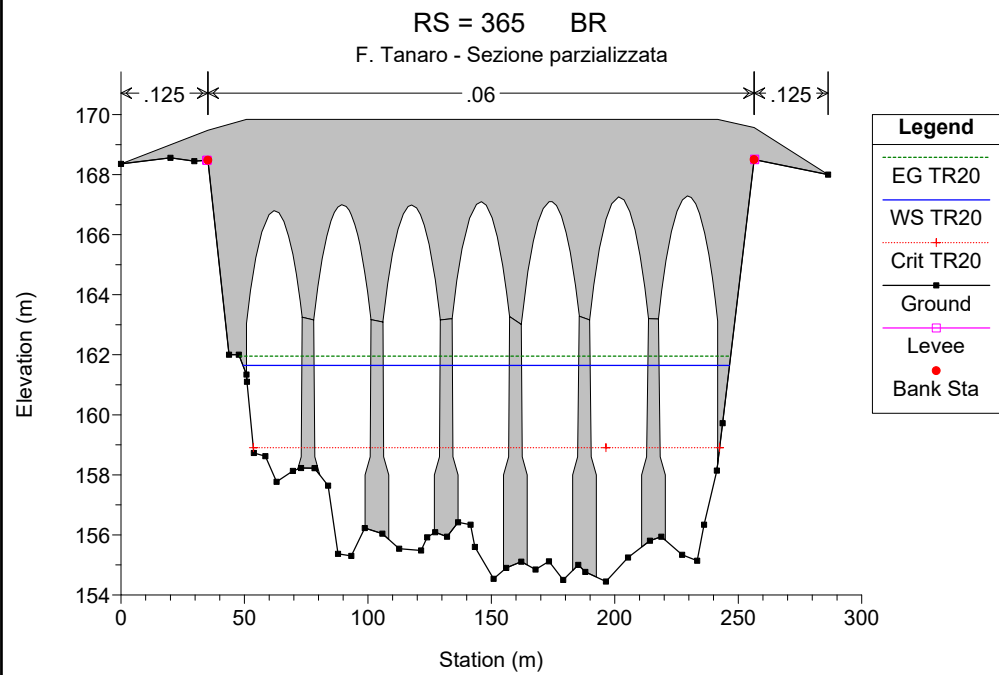
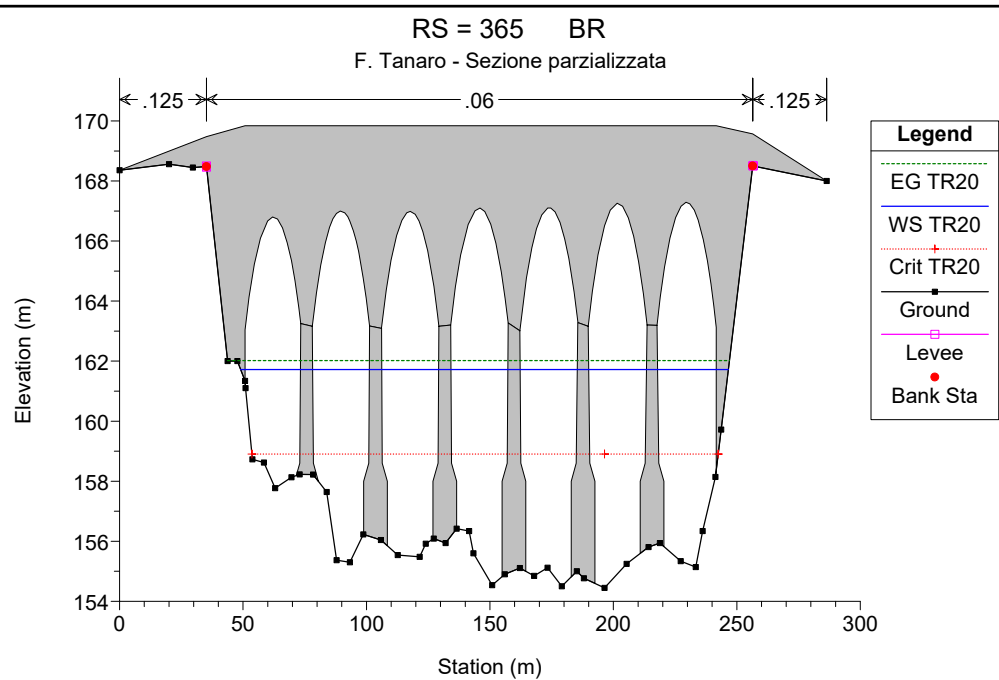
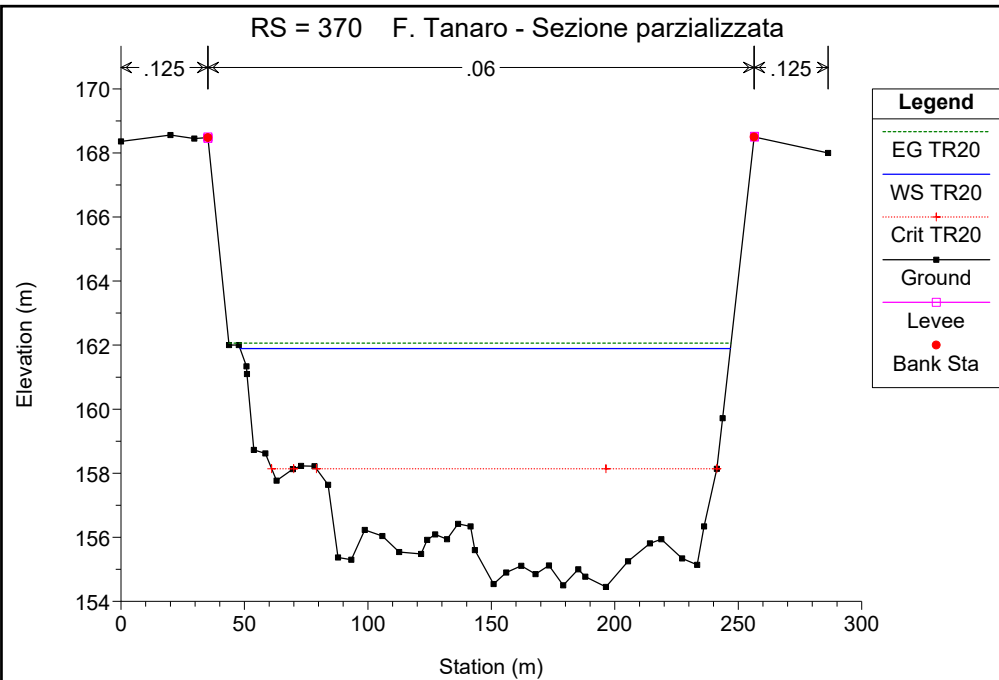
Tanaro 1

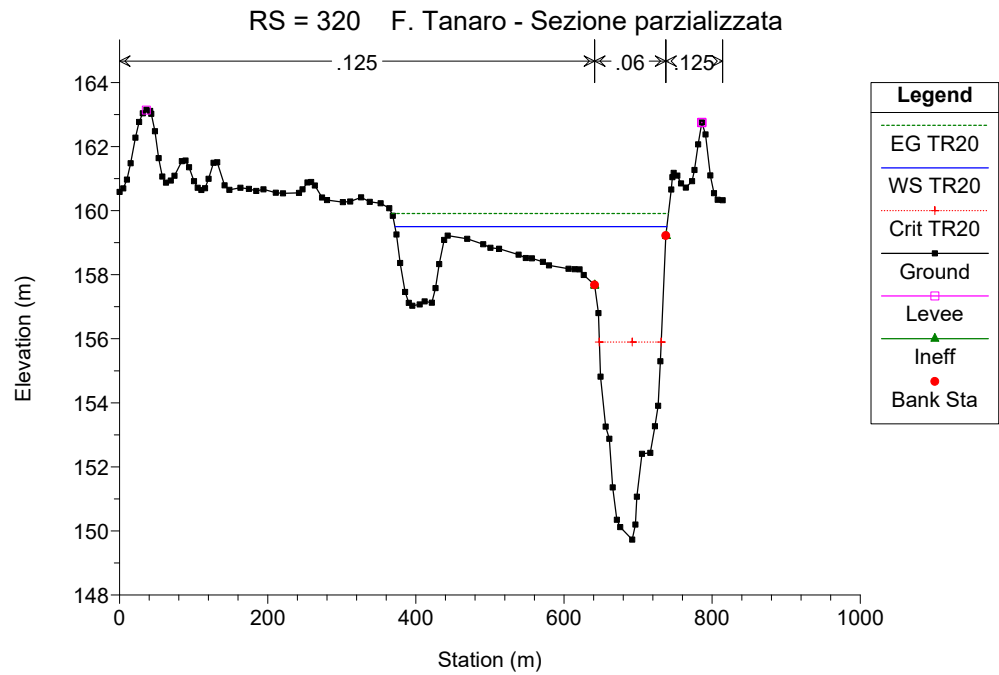
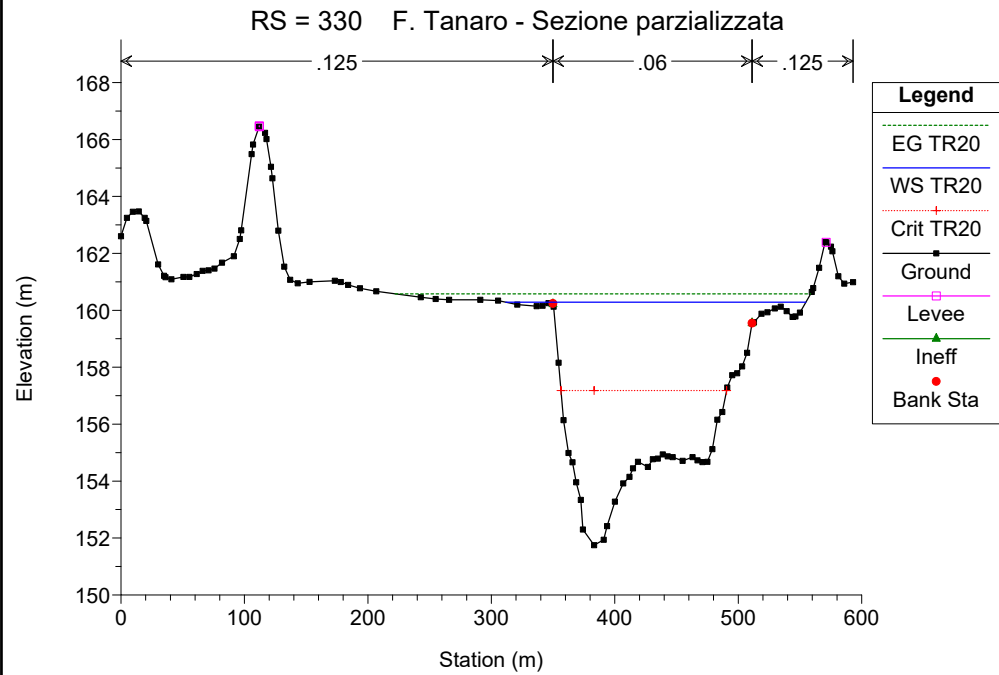
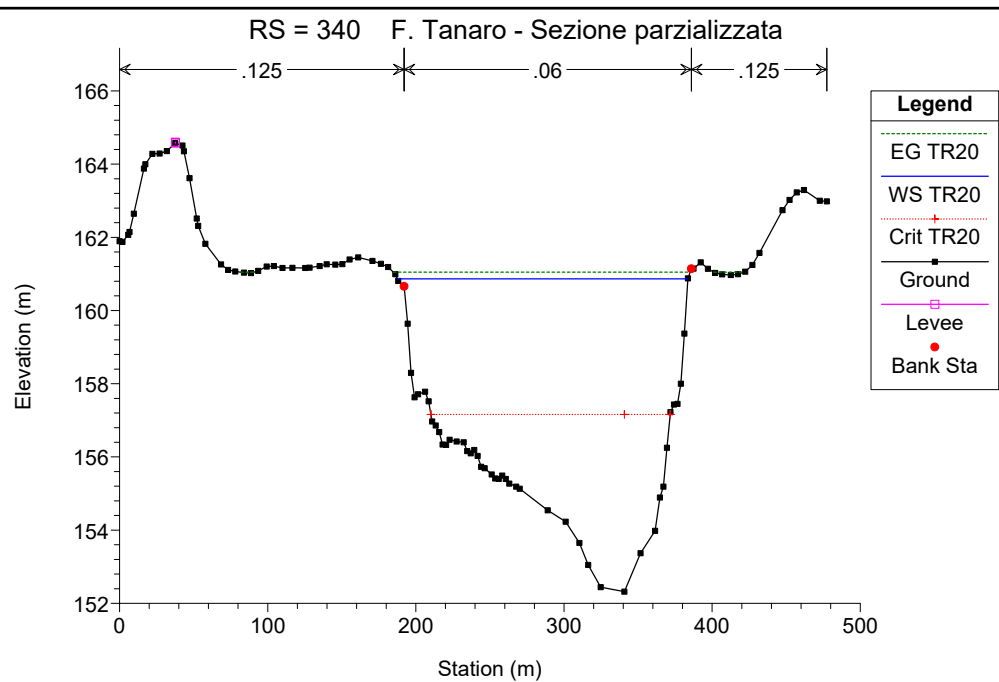
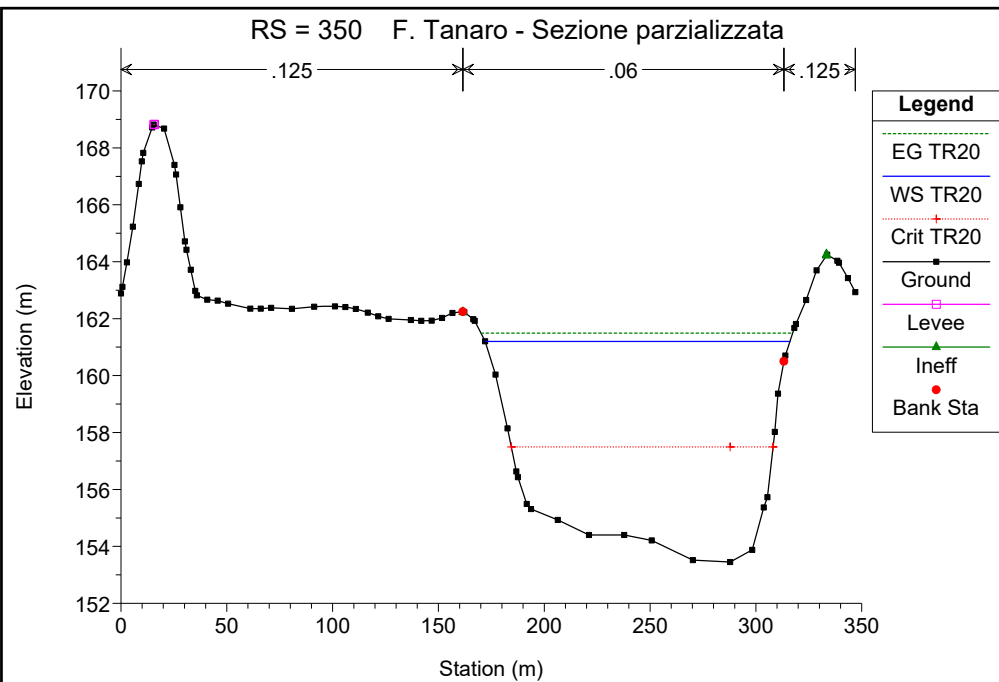


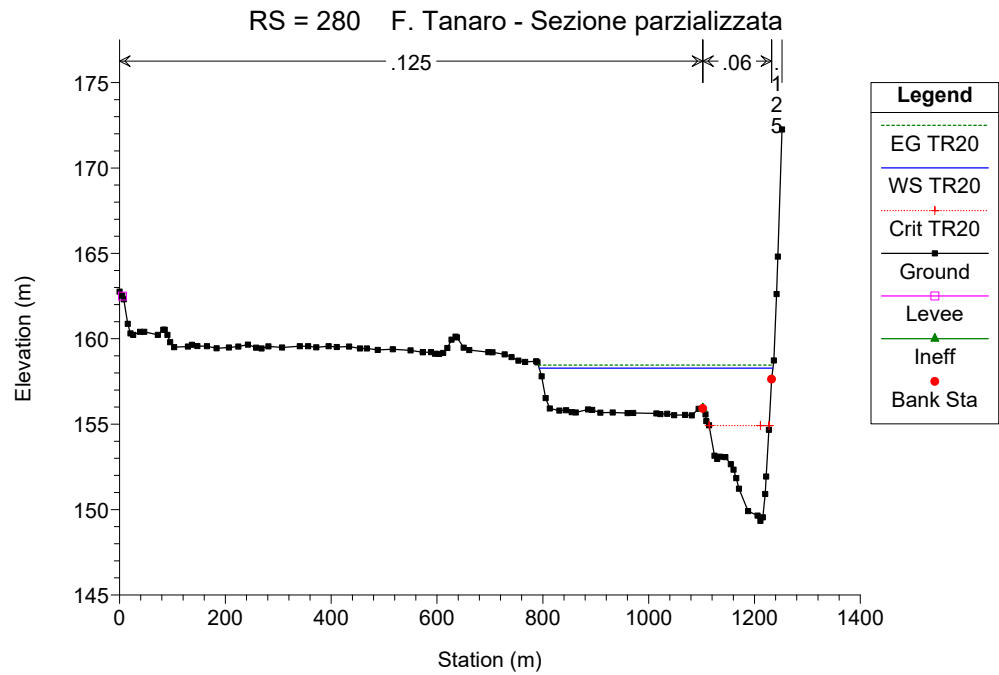
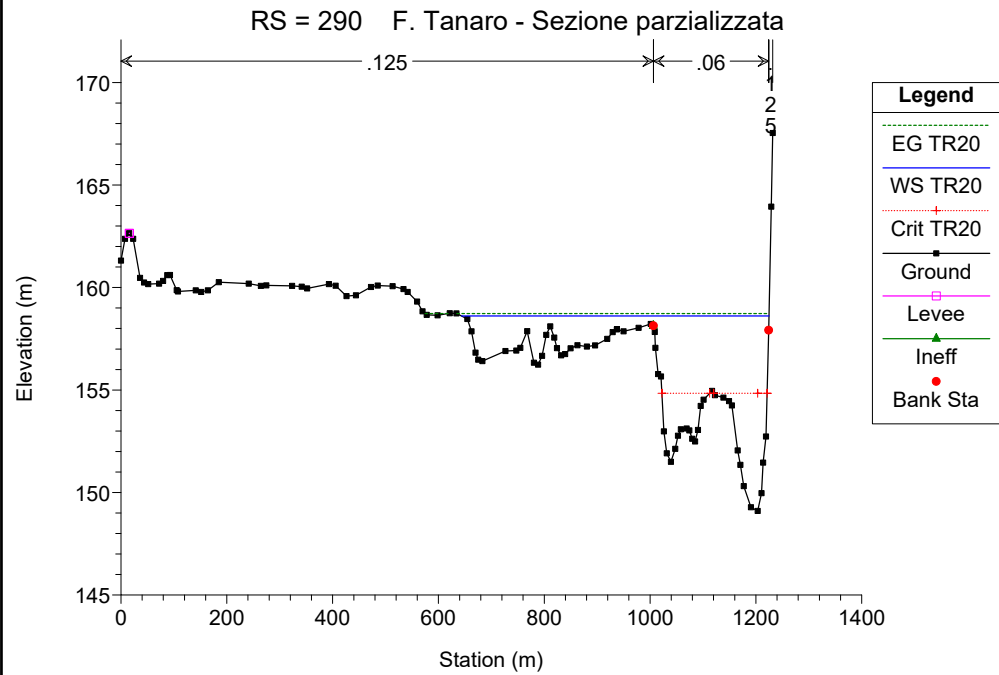
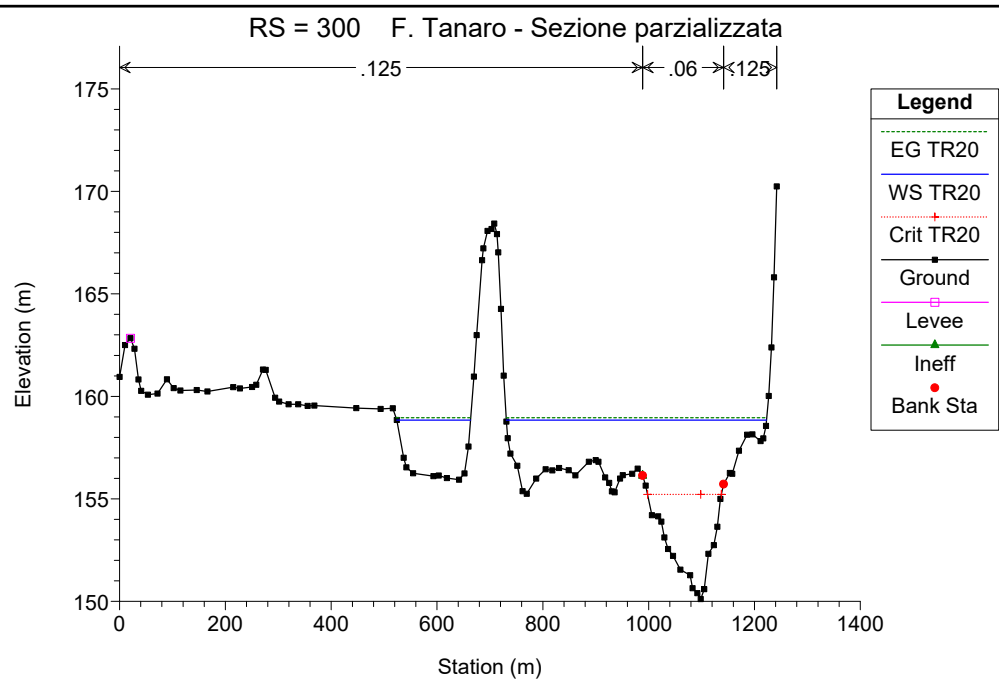
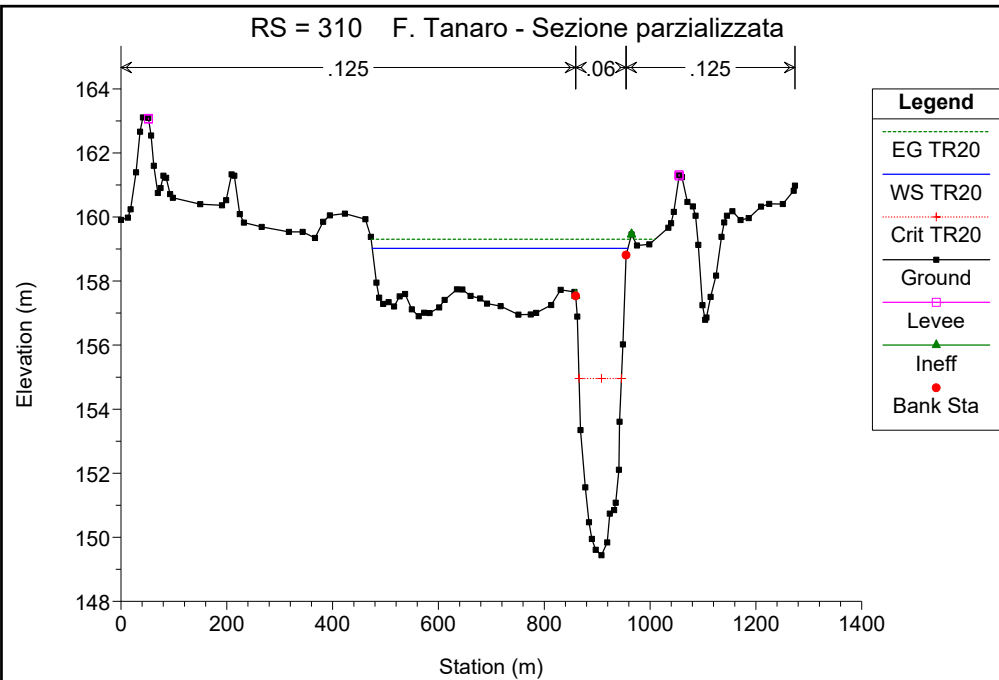


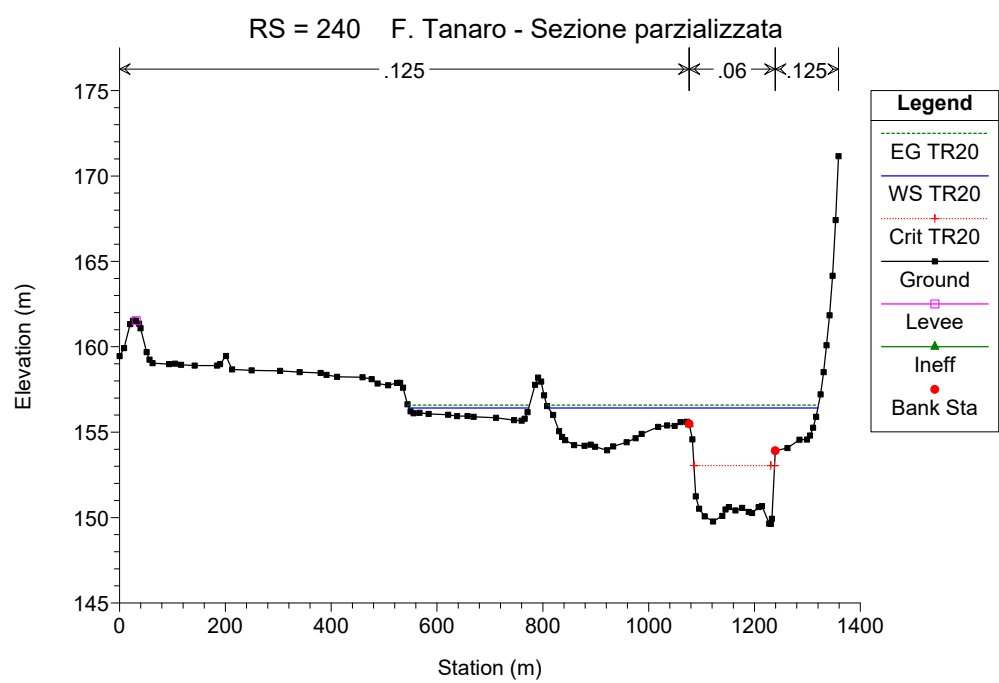
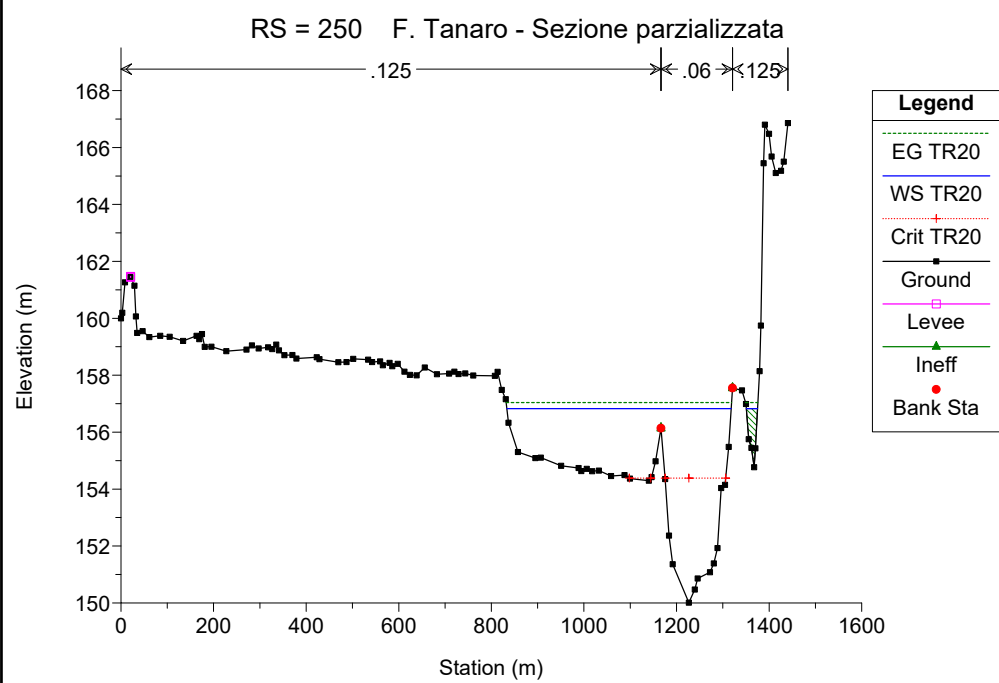
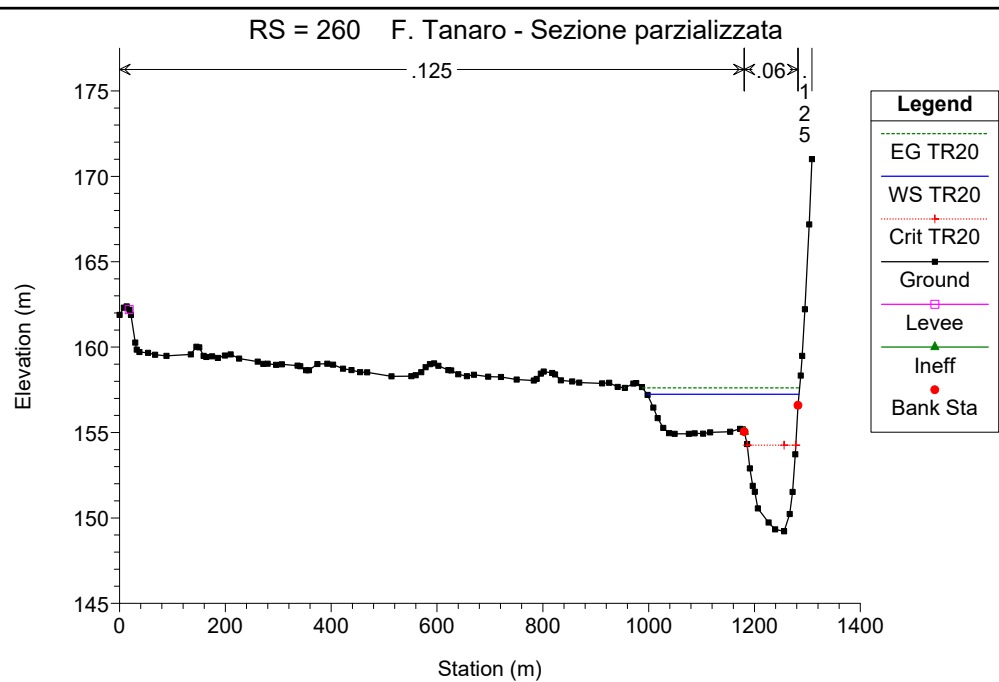
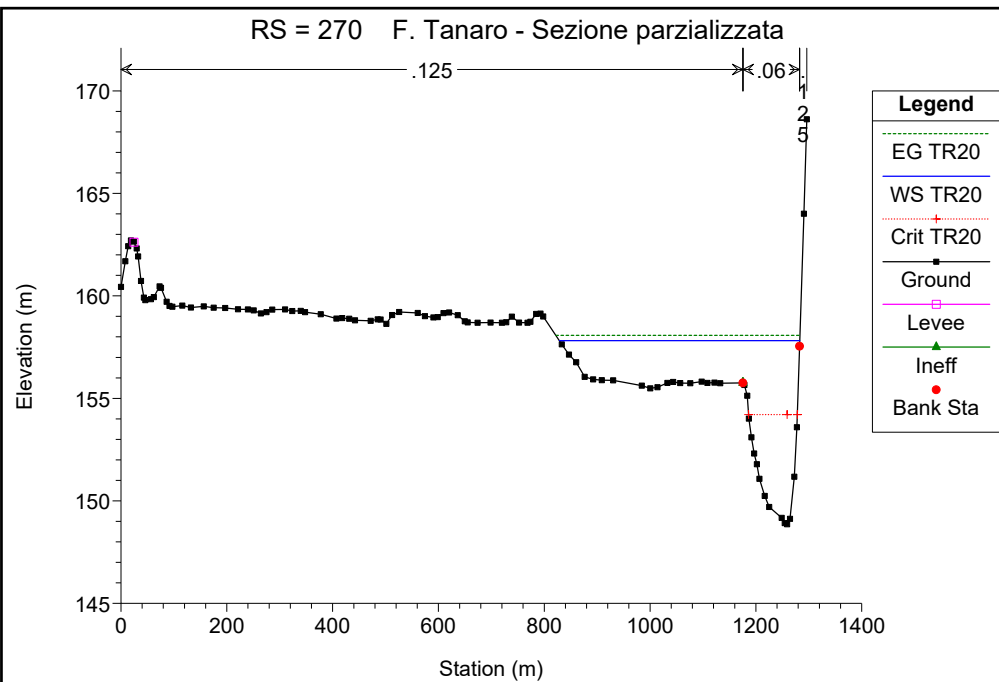


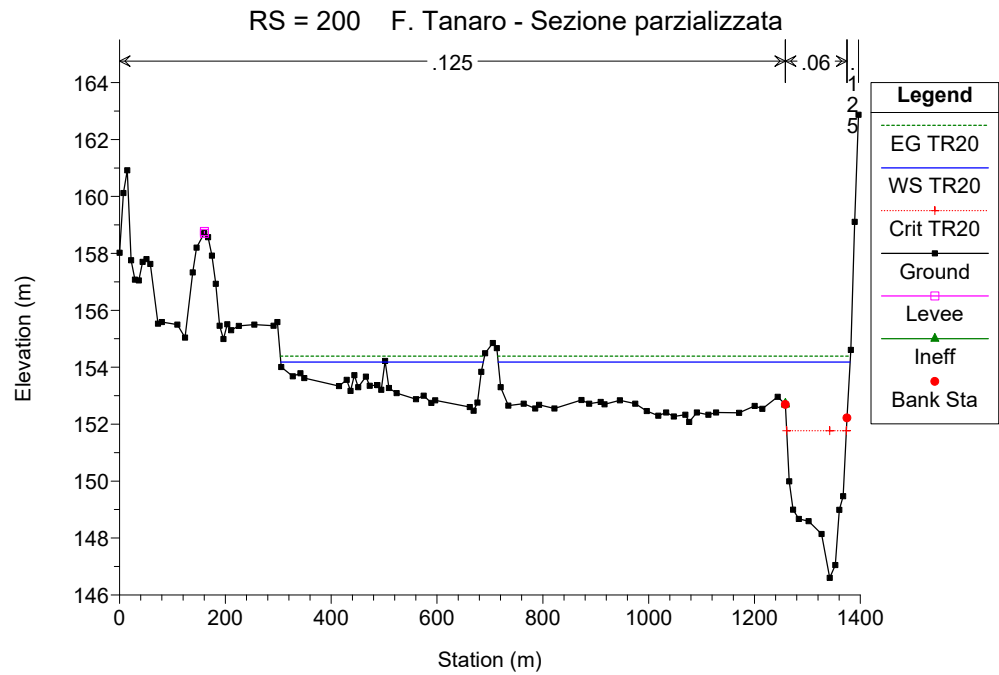
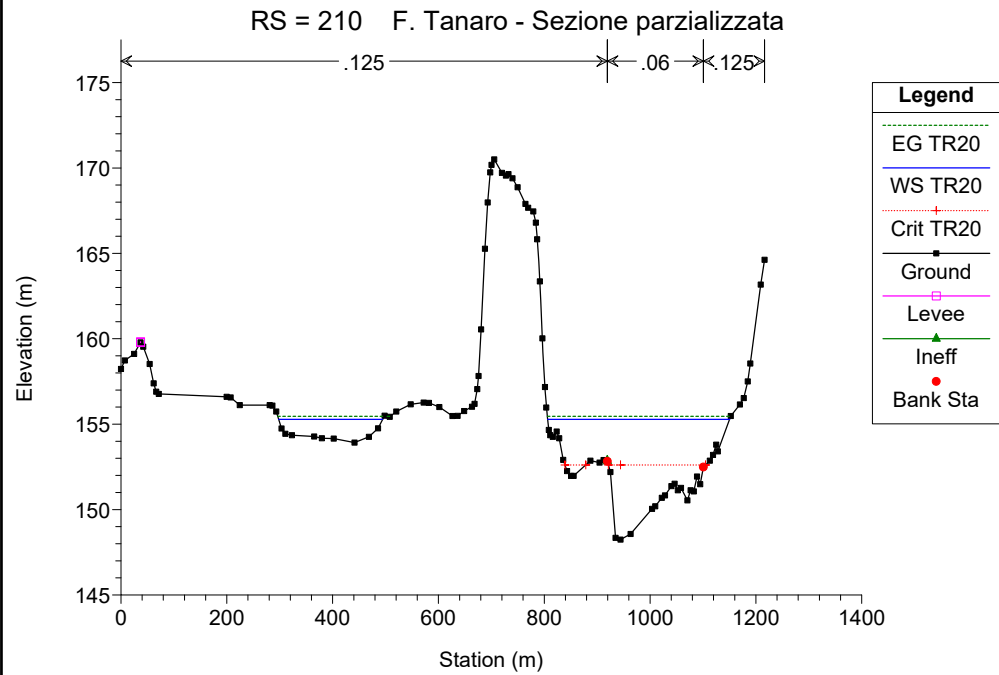
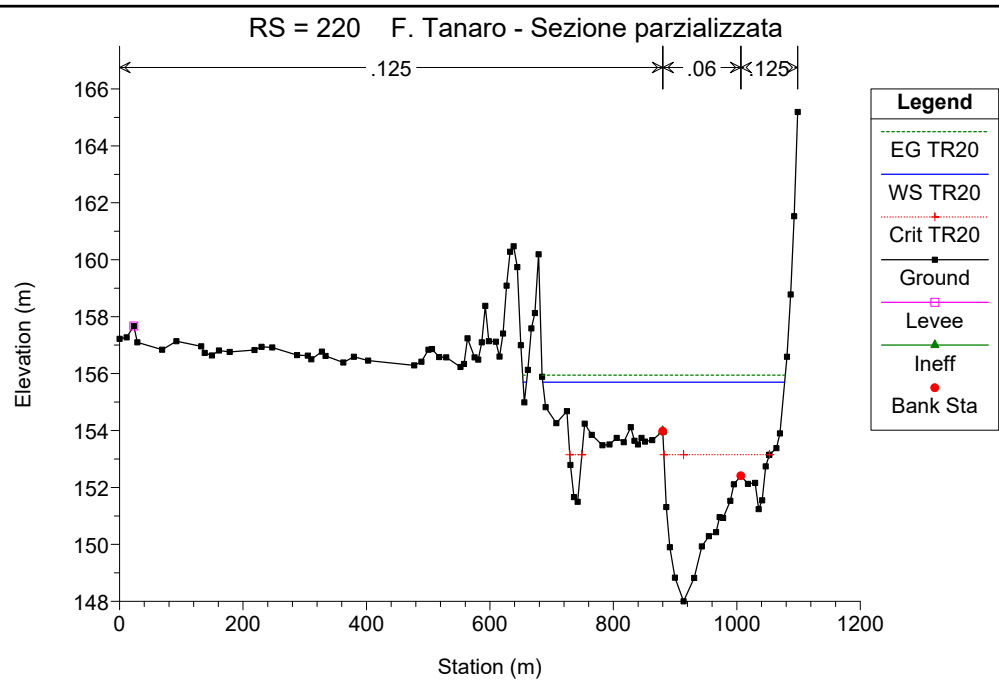
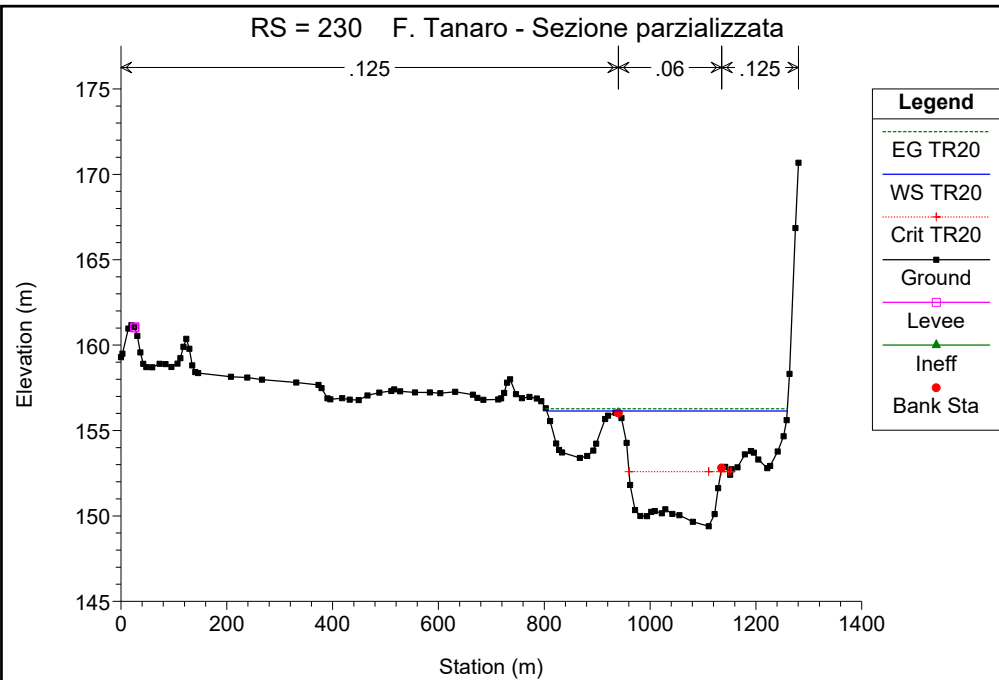


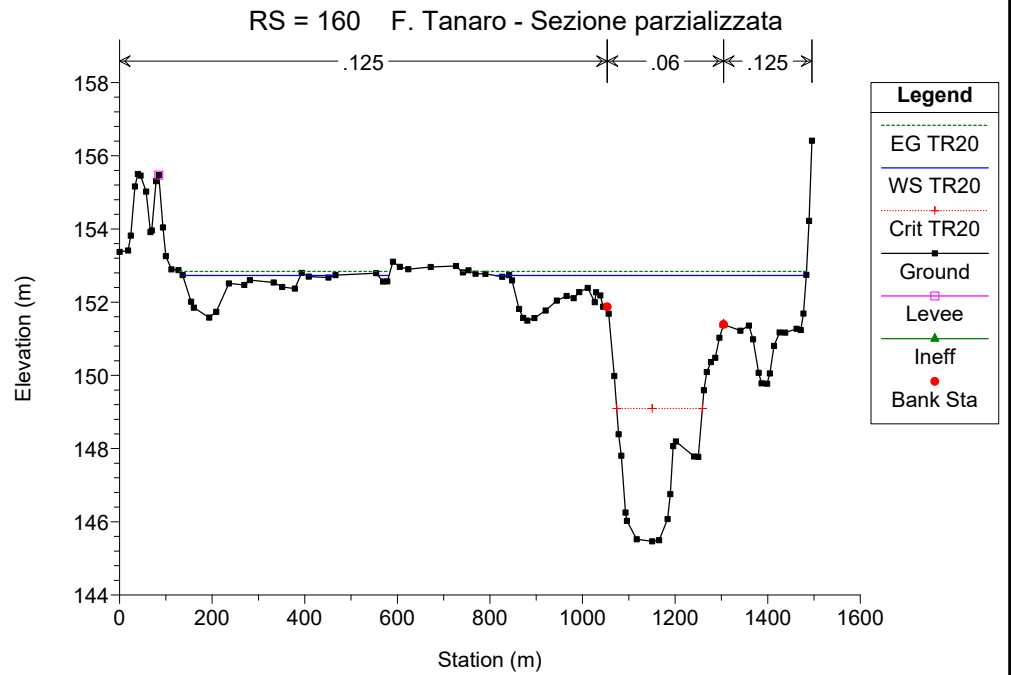
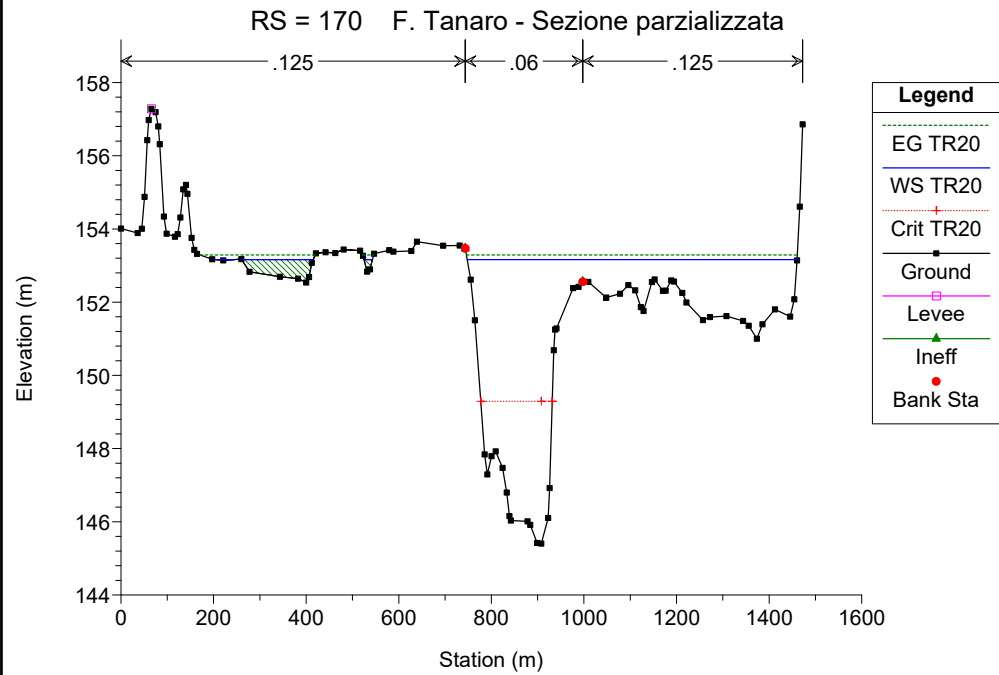
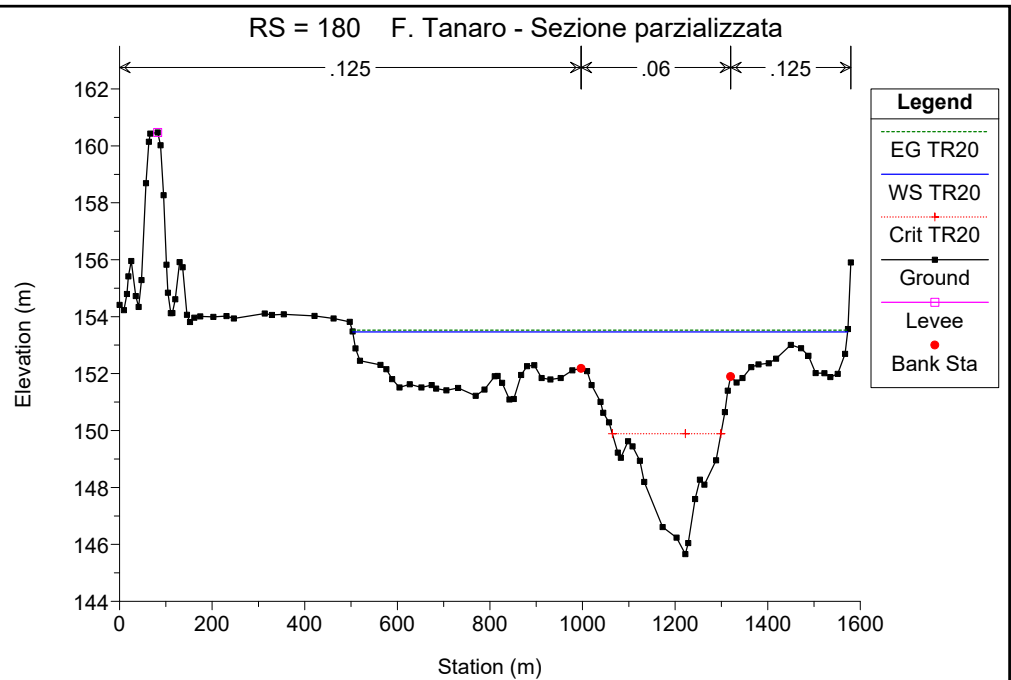
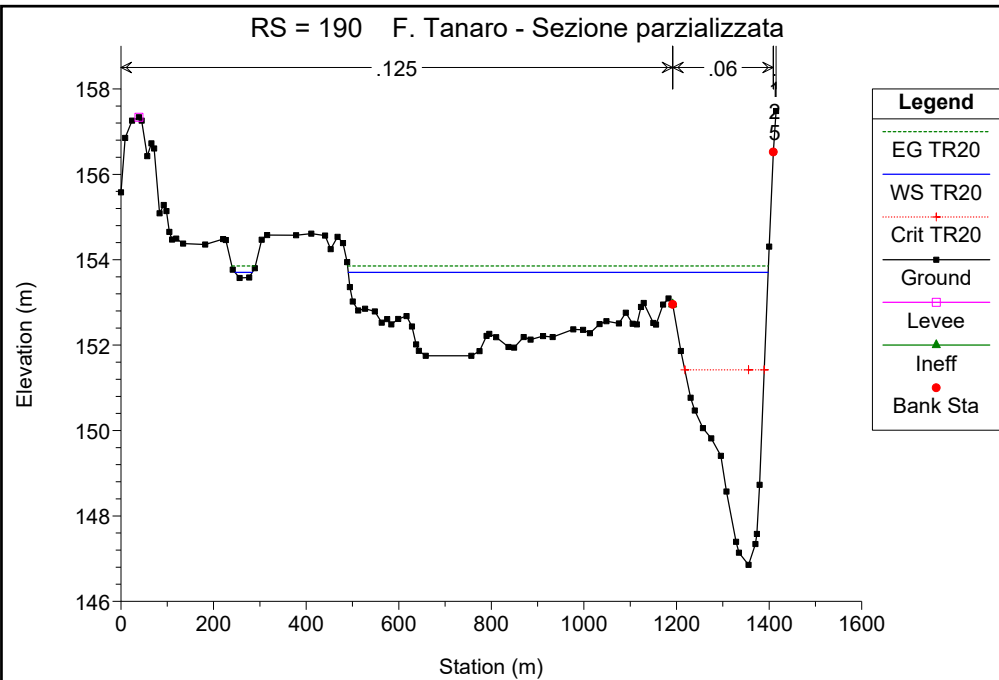




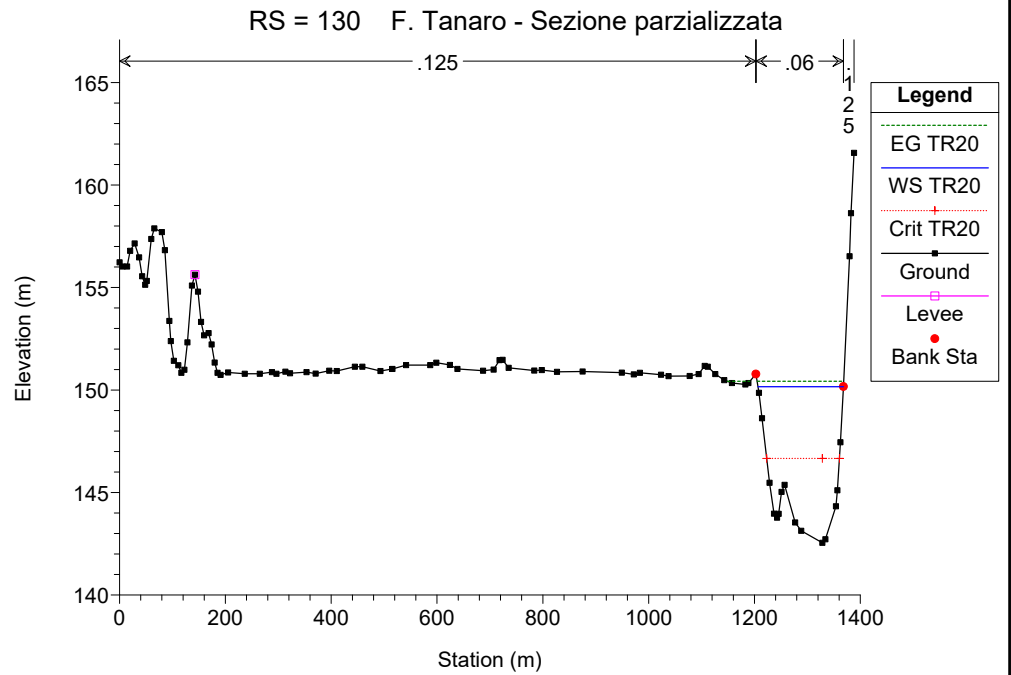
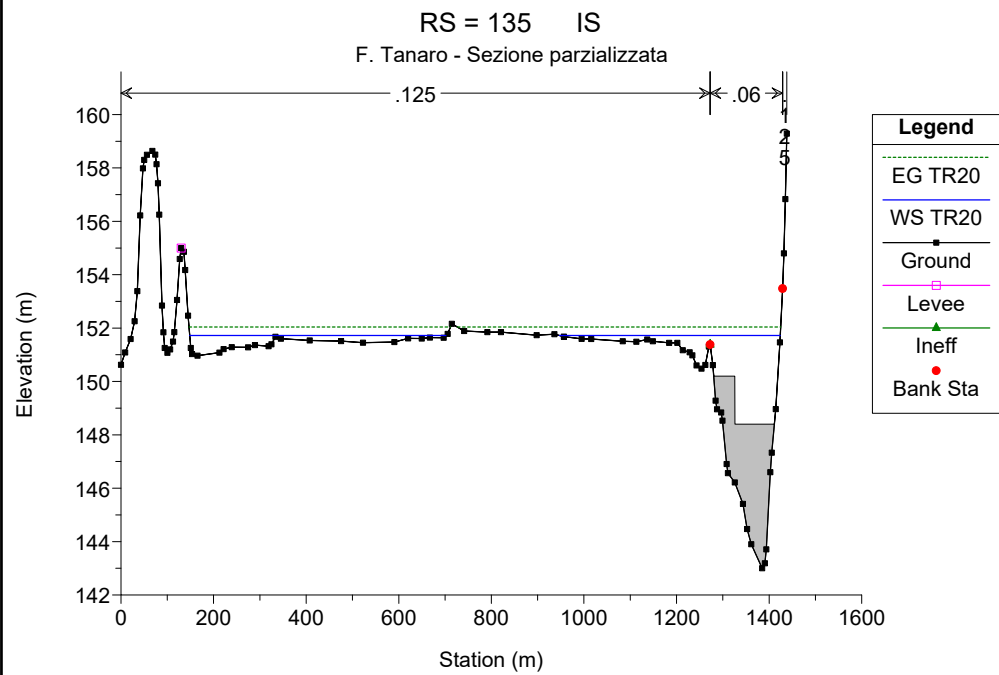
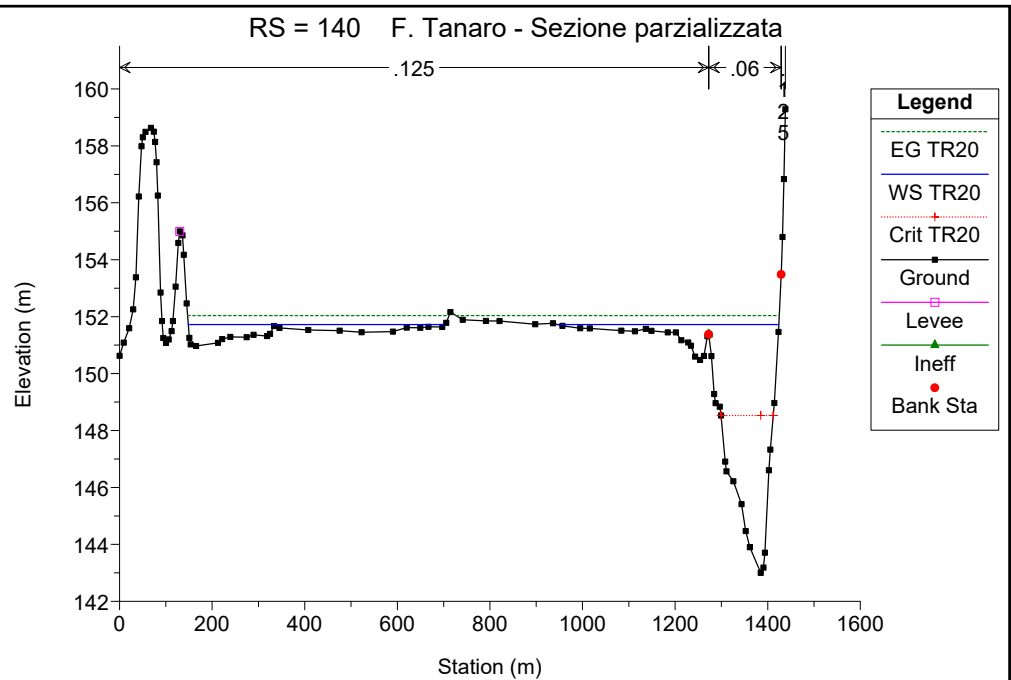
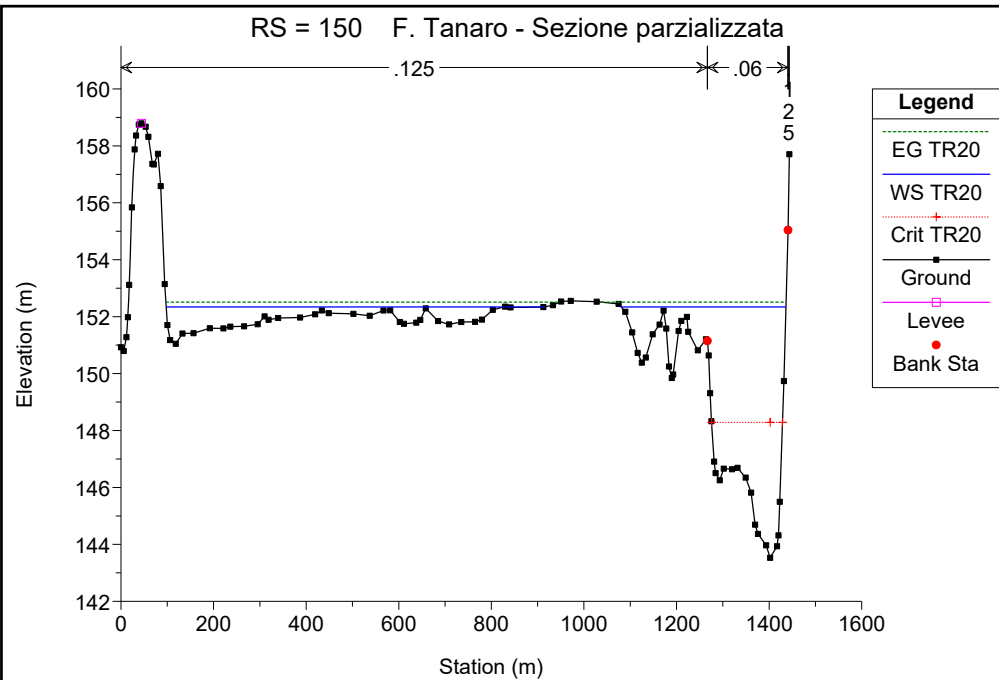


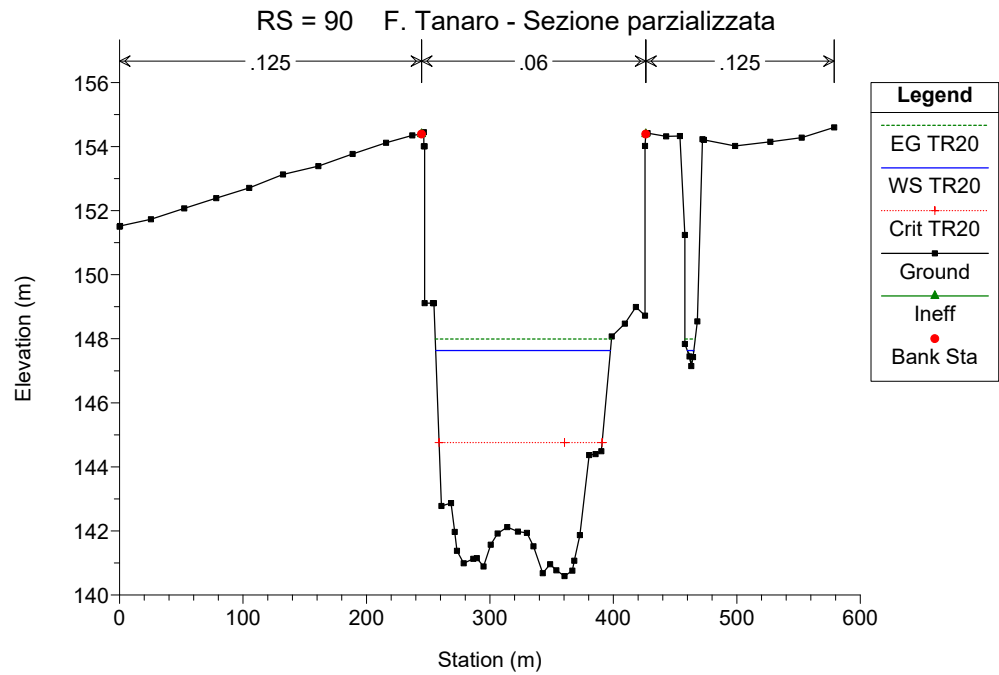
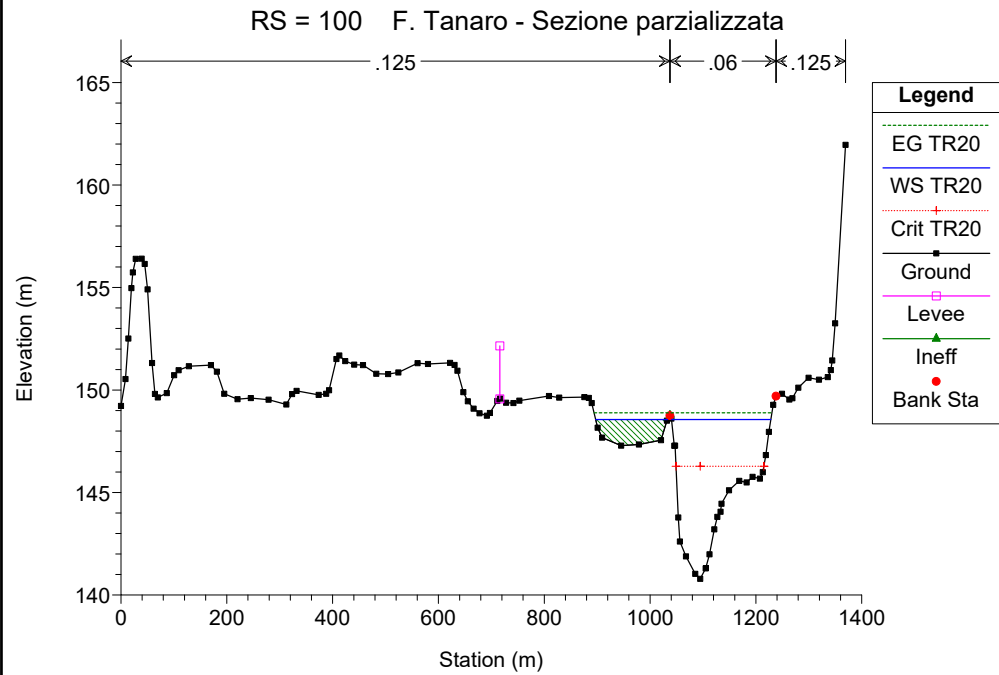
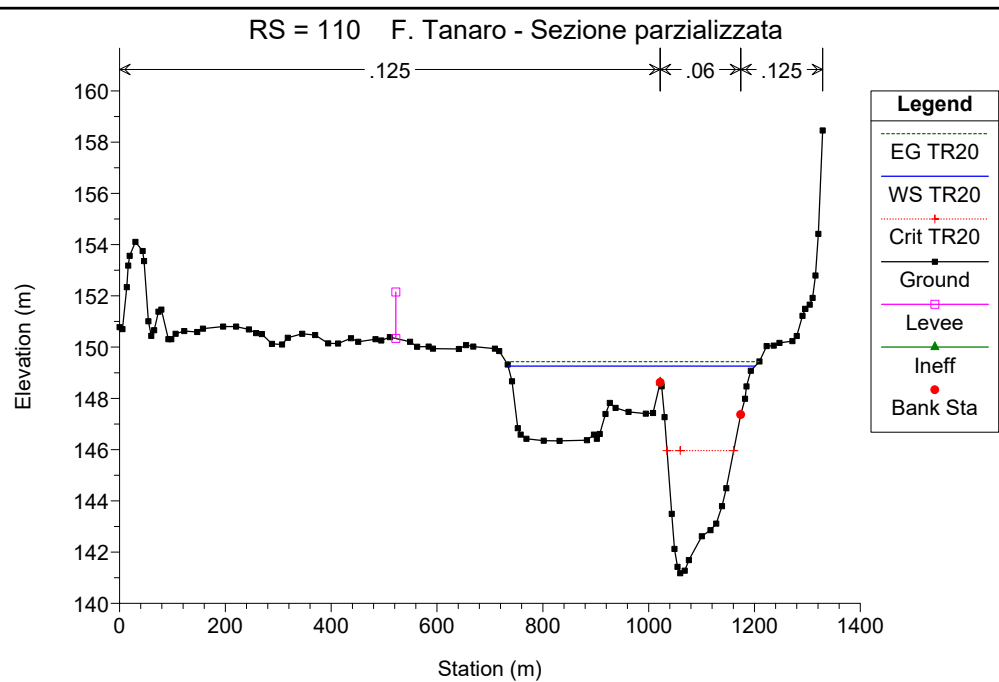
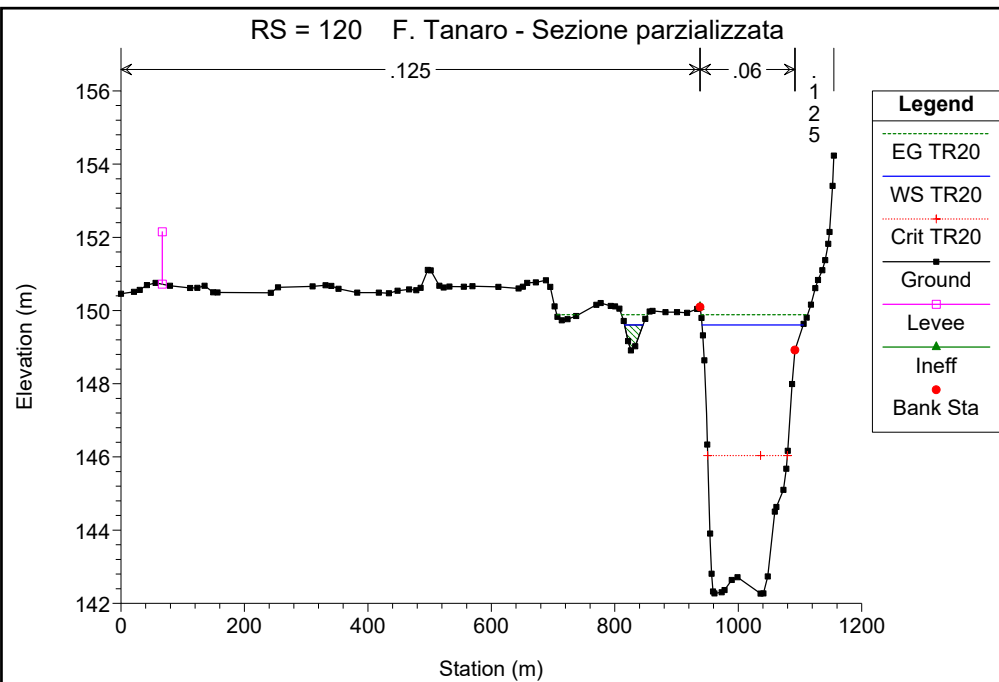


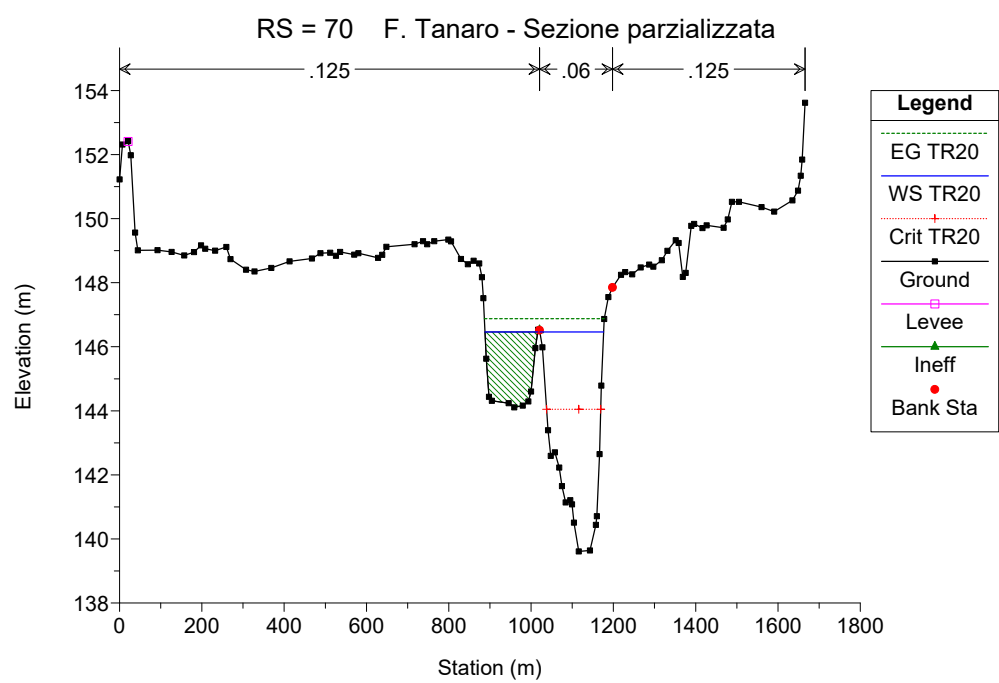
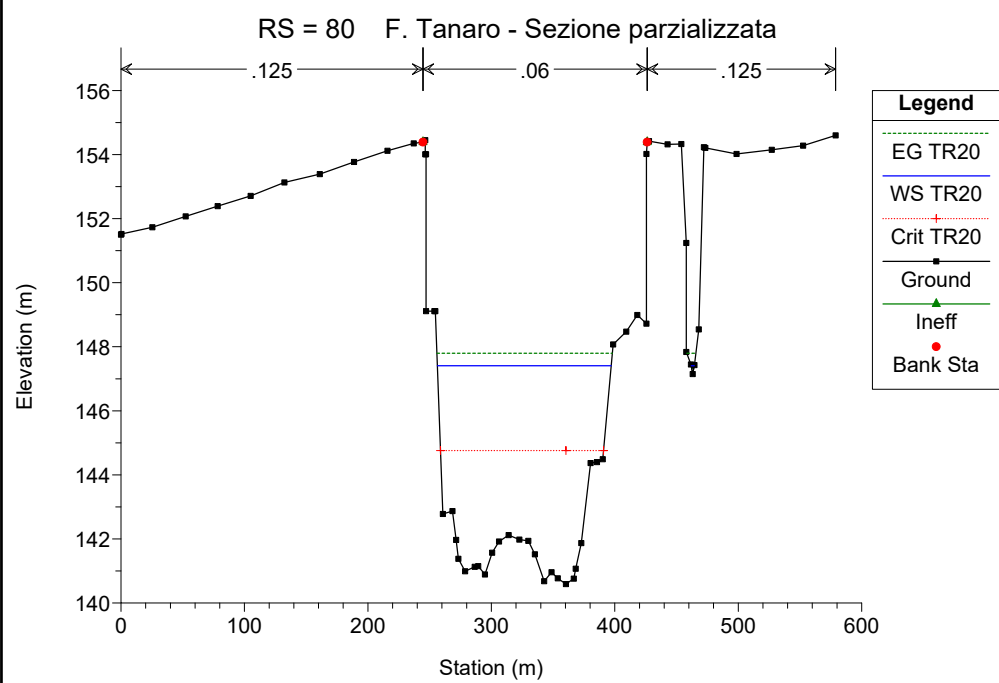
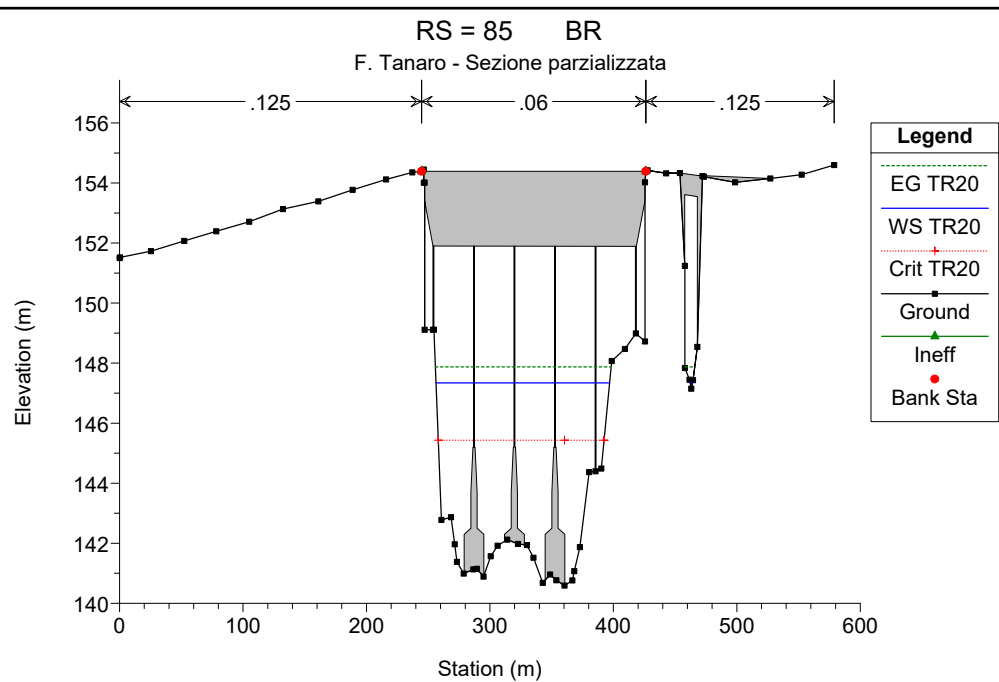
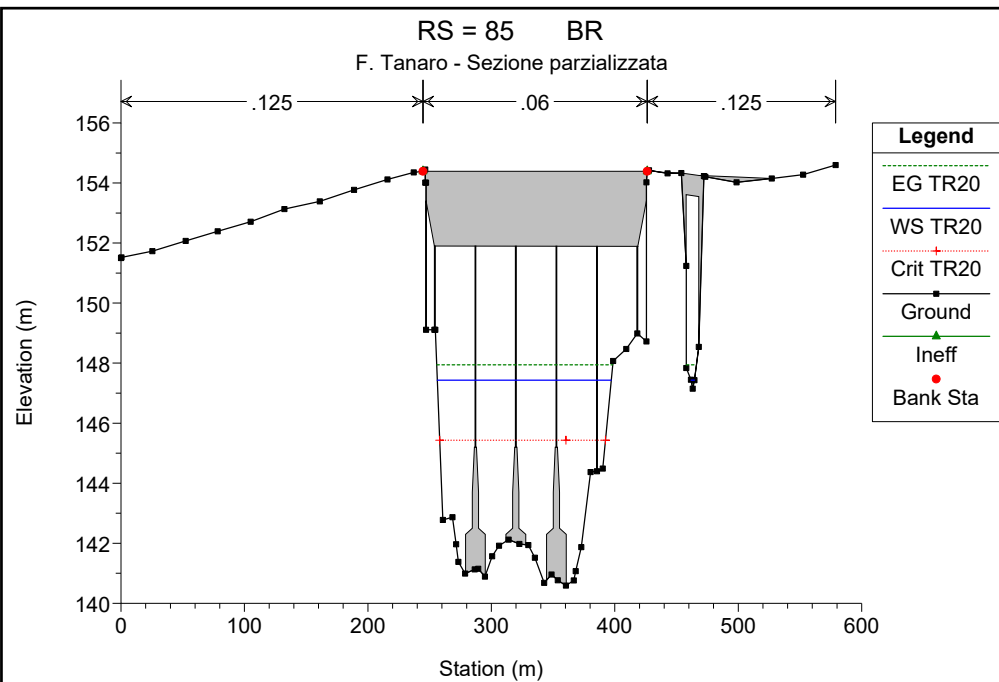


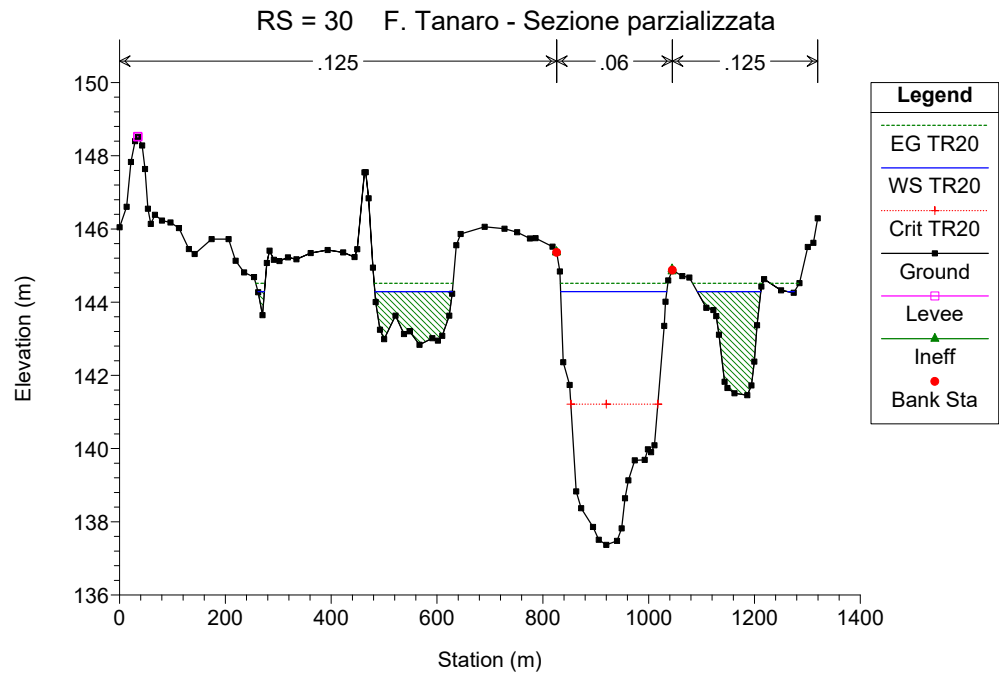
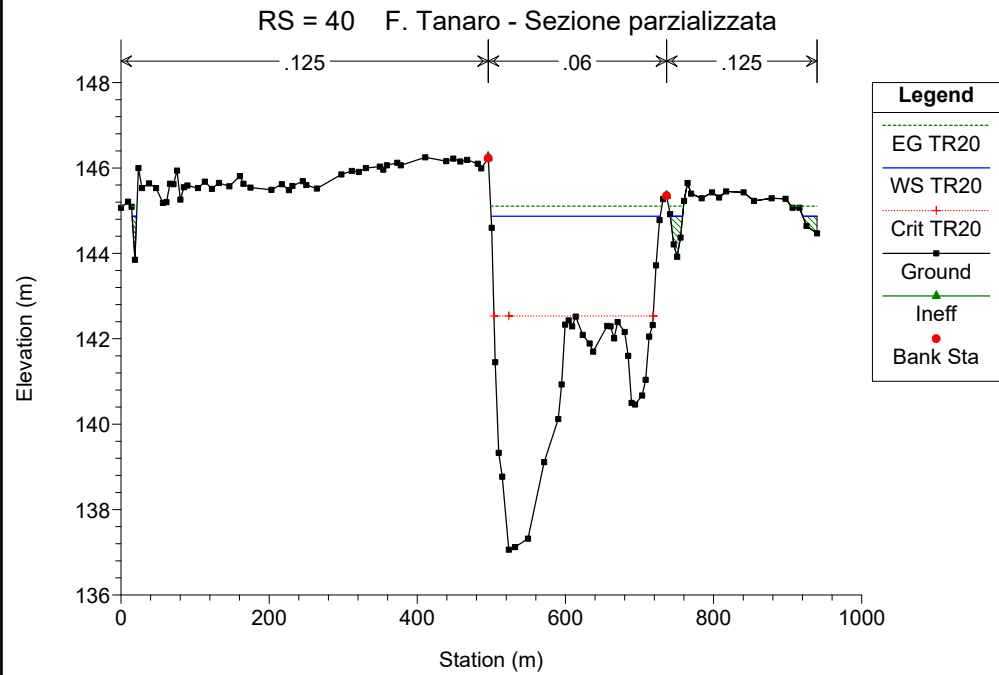
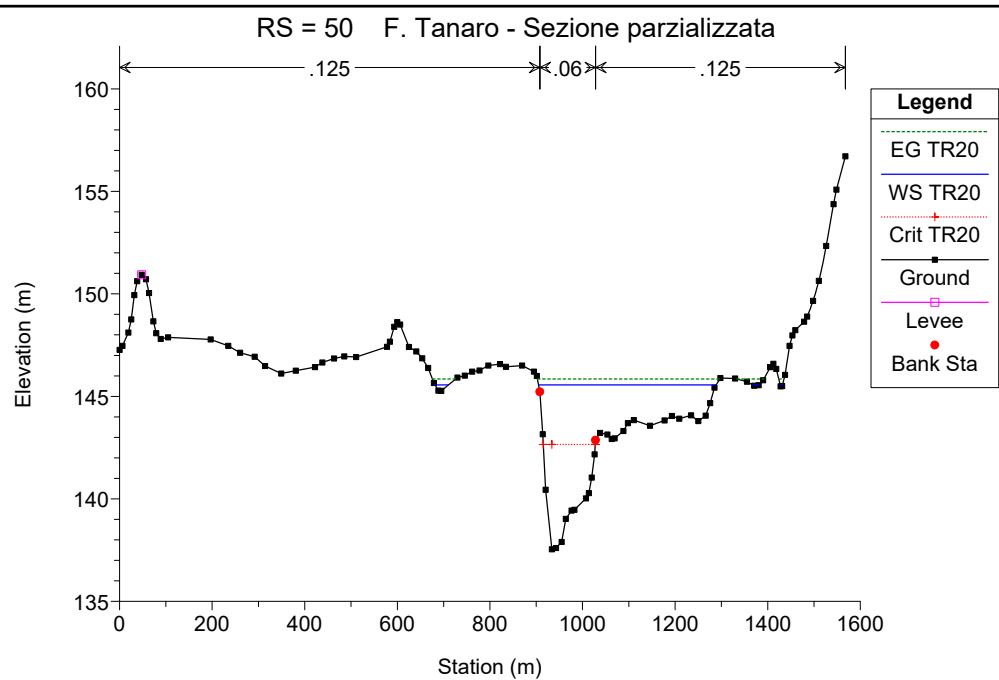
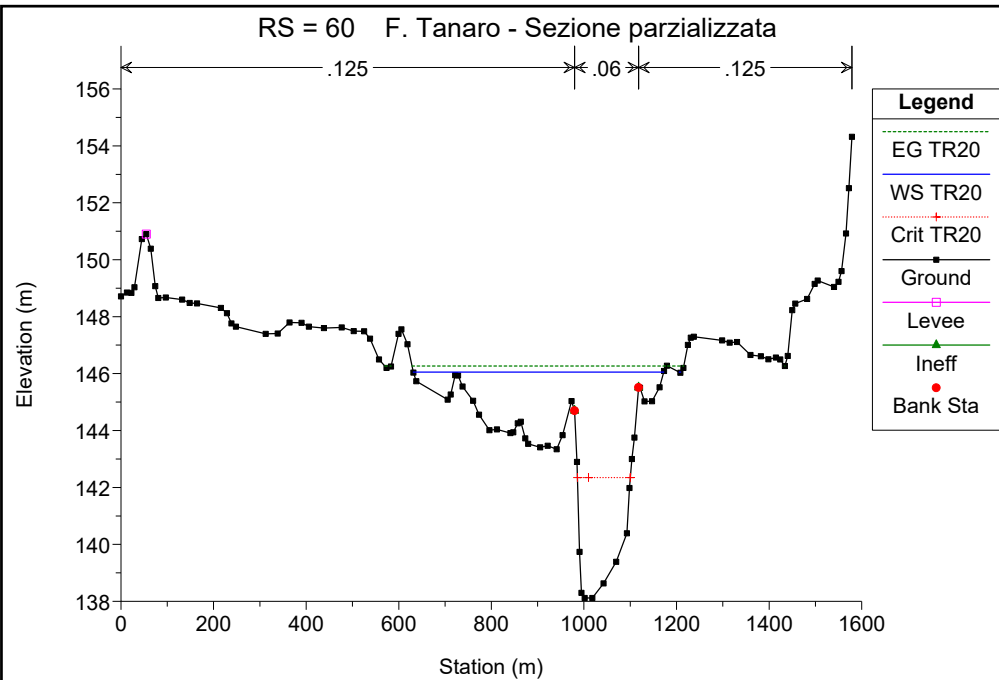




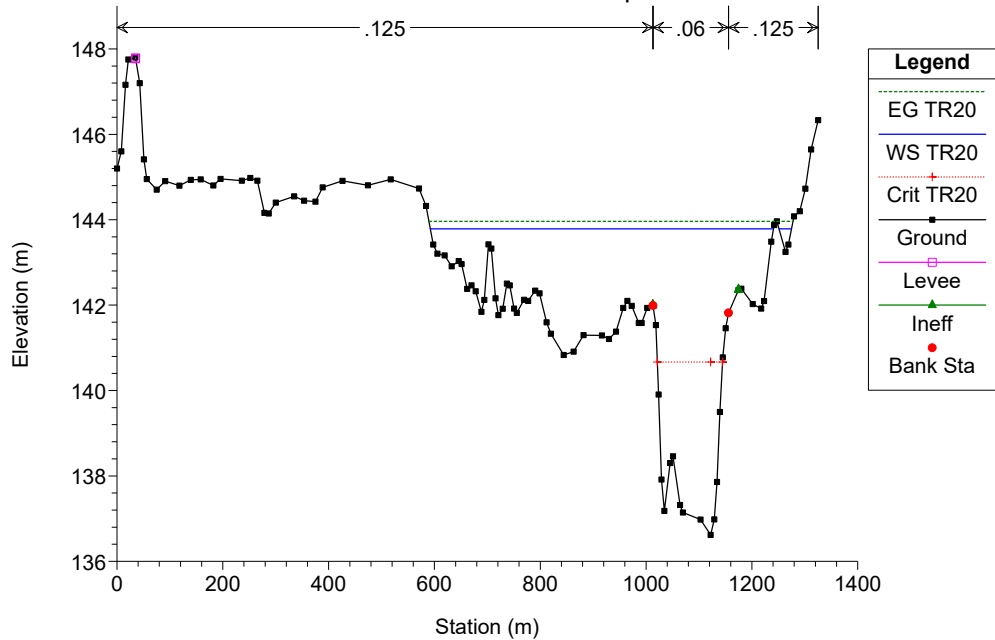




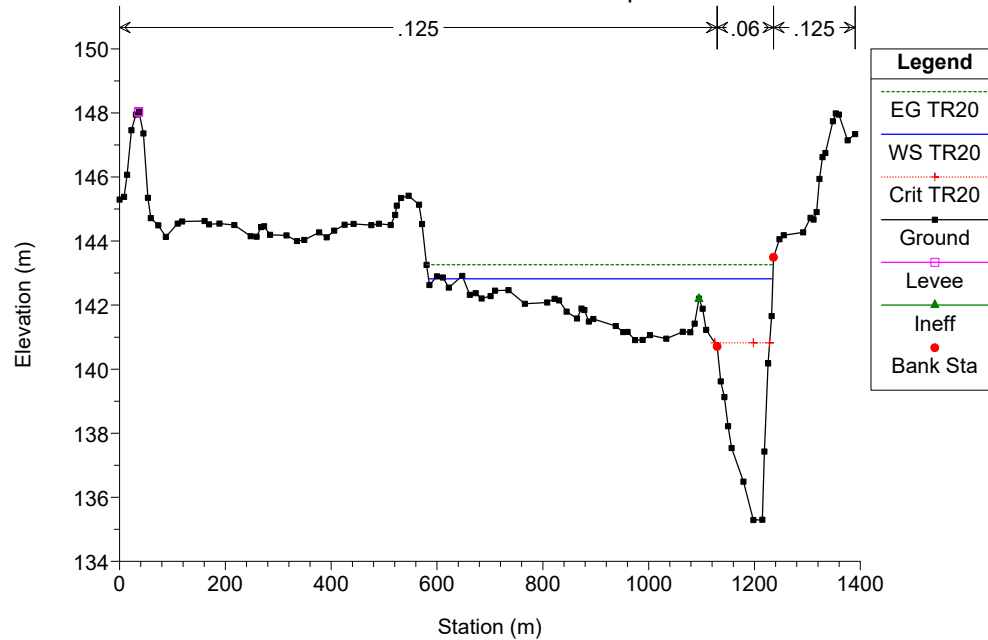




RS = 20 F. Tanaro - Sezione parzializzata



RS = 10 F. Tanaro - Sezione parzializzata



**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 4: SITUAZIONE DI PROGETTO CON PARZIALIZZAZIONE PARTE  
SINISTRA**

**SIMULAZIONE 11**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> <math>m^3/s</math></b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	2789	100



HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100

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	430	TR100	2789.00	155.68	165.80	162.56	165.94	0.001134	2.05	2627.45	664.03	0.25
1	420	TR100	2789.00	154.44	165.66	160.19	165.76	0.000607	1.67	2936.32	686.24	0.19
1	410	TR100	2789.00	156.41	165.42	161.21	165.58	0.001073	2.02	2232.99	525.91	0.24
1	400	TR100	2789.00	156.22	164.43	161.32	165.05	0.003550	3.55	895.83	172.68	0.42
1	395		Bridge									
1	390	TR100	2789.00	156.25	164.30	161.32	164.95	0.003790	3.62	874.12	163.70	0.44
1	380	TR100	2789.00	155.82	163.36	160.17	163.76	0.002530	2.77	1025.81	212.53	0.36
1	370	TR100	2789.00	154.45	163.00	158.74	163.21	0.001246	2.04	1364.63	206.00	0.25
1	365		Bridge									
1	360	TR100	2789.00	154.45	162.78	158.74	163.01	0.001385	2.11	1320.19	205.40	0.27
1	350	TR100	2789.00	153.45	162.17	158.18	162.56	0.002209	2.76	1015.88	195.72	0.34
1	340	TR100	2789.00	152.32	161.82	157.80	162.05	0.001389	2.16	1390.70	377.25	0.27
1	330	TR100	2789.00	151.75	161.20	157.89	161.56	0.002316	2.70	1207.25	427.84	0.34
1	320	TR100	2789.00	149.73	160.38	156.80	160.87	0.002643	3.29	1305.38	460.85	0.38
1	310	TR100	2789.00	149.44	159.94	155.92	160.24	0.001756	2.76	1887.85	740.75	0.31
1	300	TR100	2789.00	150.11	159.76	155.89	159.90	0.000940	1.88	2702.78	862.31	0.23
1	290	TR100	2789.00	149.10	159.54	155.35	159.67	0.000889	1.72	2309.89	674.57	0.21
1	280	TR100	2789.00	149.34	159.18	155.69	159.40	0.001500	2.34	1998.69	547.72	0.28
1	270	TR100	2789.00	148.86	158.72	155.06	159.00	0.001787	2.67	1790.98	579.15	0.31
1	260	TR100	2789.00	149.22	157.95	155.55	158.49	0.003277	3.45	1236.72	422.62	0.42
1	250	TR100	2789.00	150.01	157.58	155.06	157.82	0.002268	2.47	1821.78	556.47	0.34
1	240	TR100	2789.00	149.63	157.17	153.63	157.36	0.001336	2.11	2207.76	762.91	0.26
1	230	TR100	2789.00	149.40	156.87	153.18	157.04	0.001193	1.94	1987.94	566.38	0.25
1	220	TR100	2789.00	148.00	156.35	153.98	156.66	0.002475	2.78	1557.05	451.49	0.36
1	210	TR100	2789.00	148.24	155.88	153.23	156.11	0.001920	2.30	1801.98	644.92	0.31
1	200	TR100	2789.00	146.60	154.79	152.50	155.00	0.002009	2.49	2518.97	1075.61	0.32
1	190	TR100	2789.00	146.85	154.32	152.01	154.48	0.001879	2.04	2426.53	996.46	0.30
1	180	TR100	2789.00	145.66	154.07	150.36	154.14	0.000707	1.34	3293.67	1360.73	0.19
1	170	TR100	2789.00	145.40	153.74	149.89	153.89	0.001412	1.84	2429.44	1310.18	0.26
1	160	TR100	2789.00	145.46	153.26	149.63	153.40	0.001145	1.76	2518.86	1385.61	0.24
1	150	TR100	2789.00	143.53	152.77	148.88	152.99	0.001417	2.20	2161.93	1340.96	0.27
1	140	TR100	2789.00	143.00	151.71	149.37	152.28	0.004576	3.40	1048.33	1026.43	0.47
1	135		Inl Struct									
1	130	TR100	2789.00	142.54	151.14	147.31	151.47	0.001962	2.55	1331.83	1059.96	0.32
1	120	TR100	2789.00	142.27	150.54	146.71	150.90	0.002066	2.66	1222.51	607.75	0.33
1	110	TR100	2789.00	141.17	150.19	146.67	150.41	0.001558	2.29	2025.99	705.32	0.29
1	100	TR100	2789.00	140.79	149.58	146.84	149.89	0.002711	2.56	1312.43	418.45	0.36
1	90	TR100	2789.00	140.59	148.46	145.41	148.94	0.003391	3.10	899.92	163.57	0.41
1	85		Bridge									
1	80	TR100	2789.00	140.59	148.17	145.41	148.71	0.003724	3.26	856.67	154.66	0.43

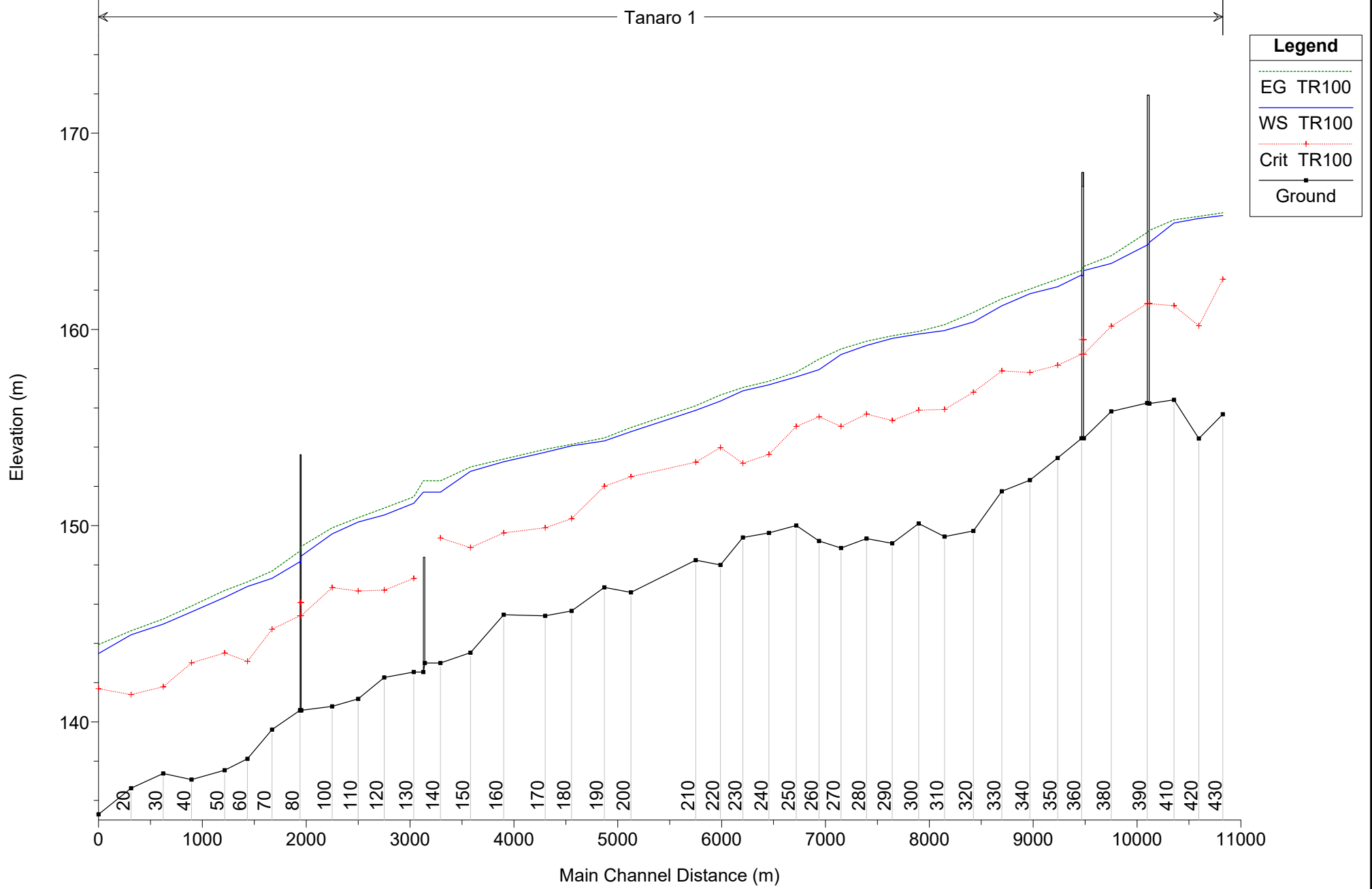


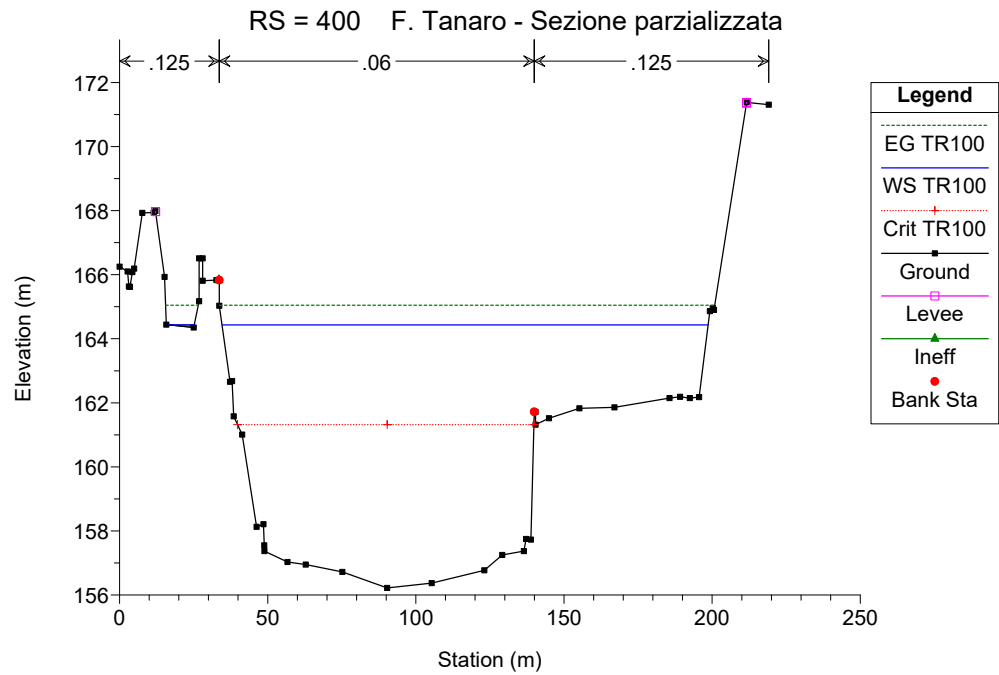
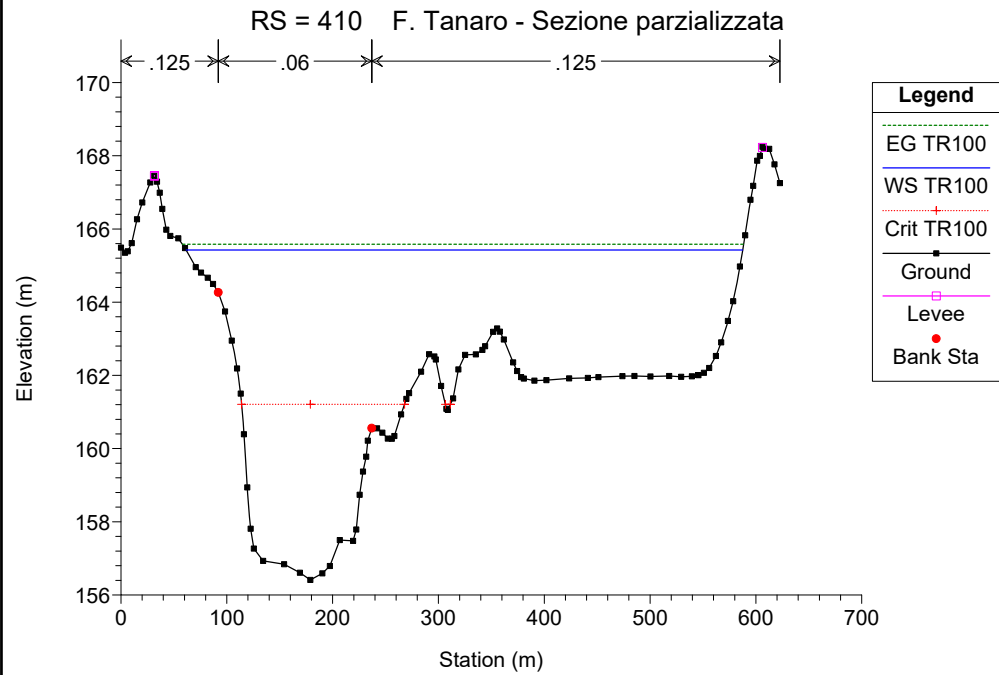
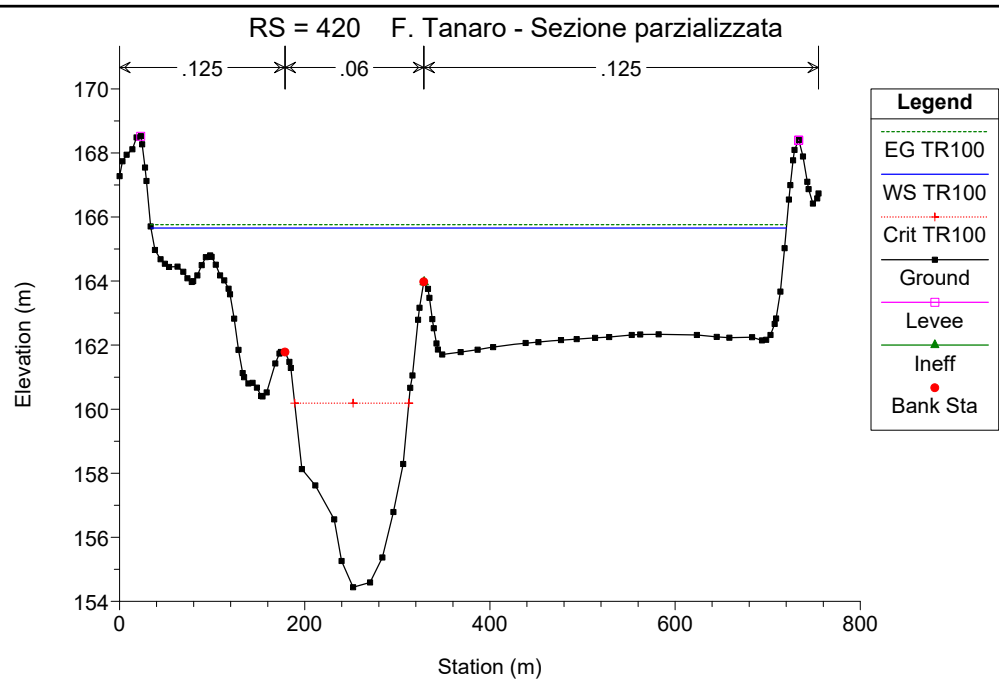
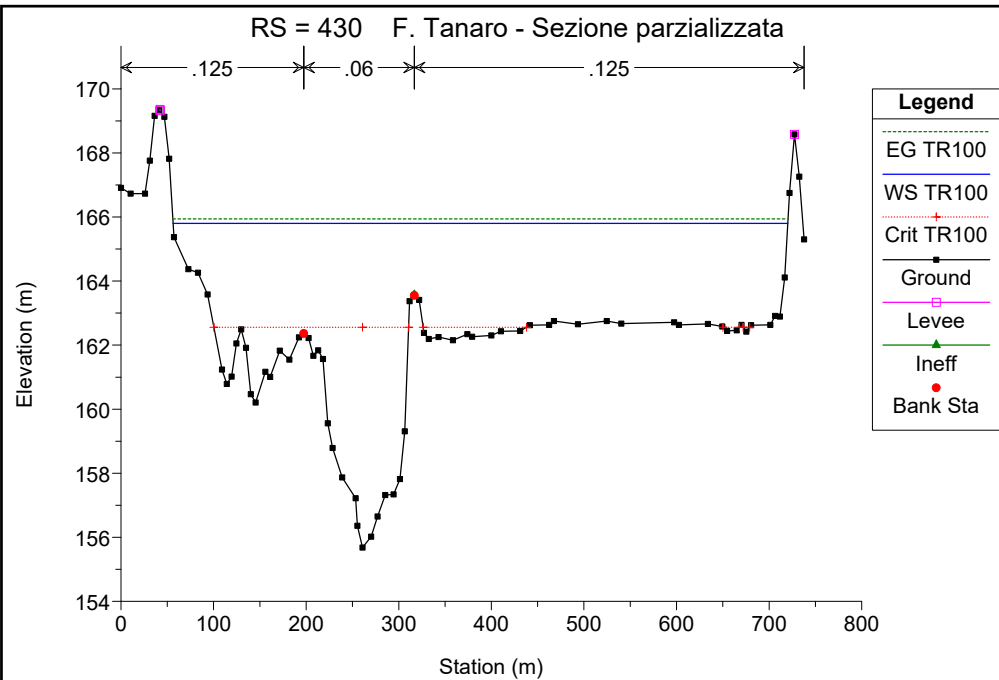
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR100 (Continued)

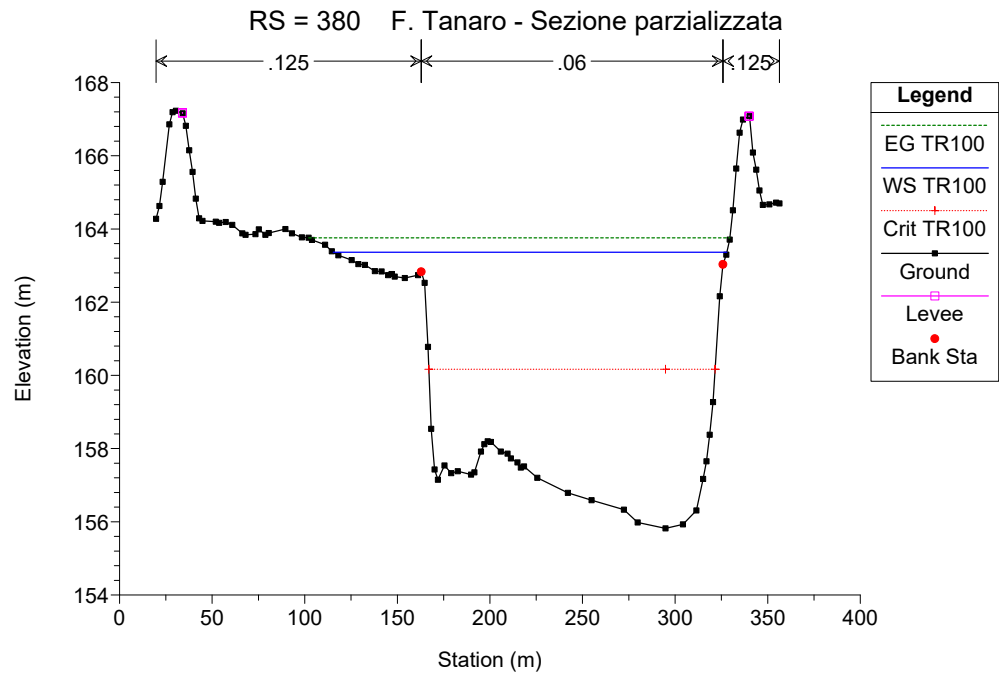
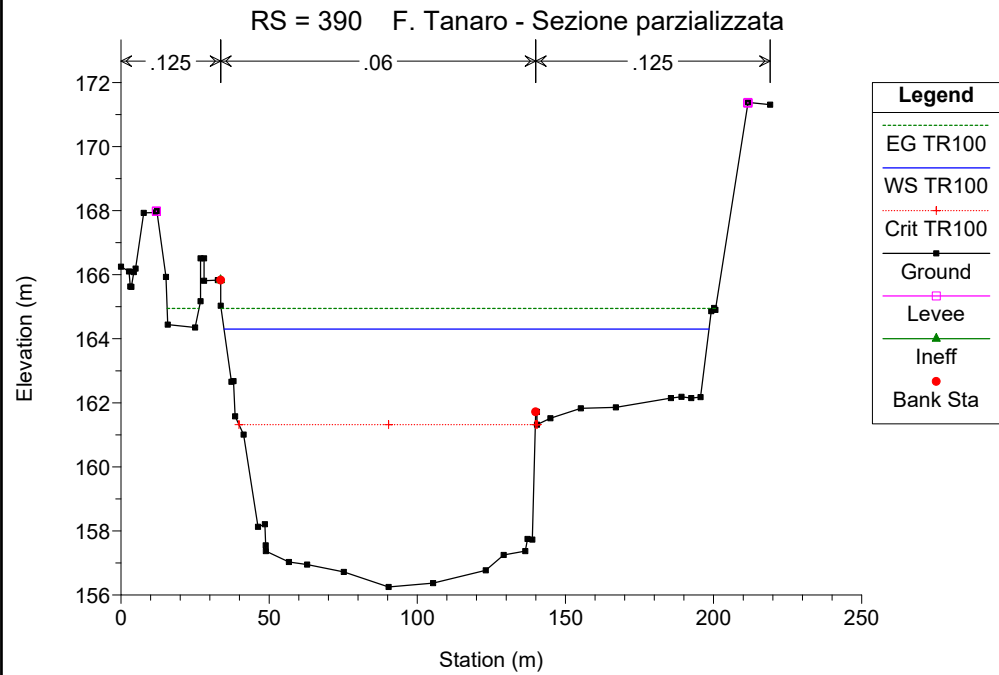
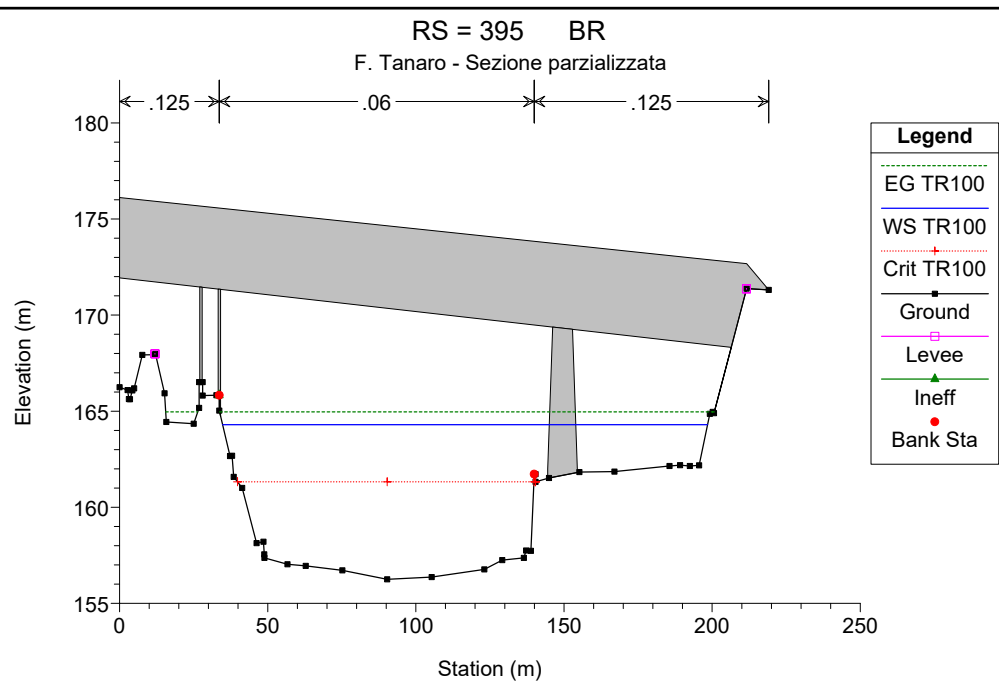
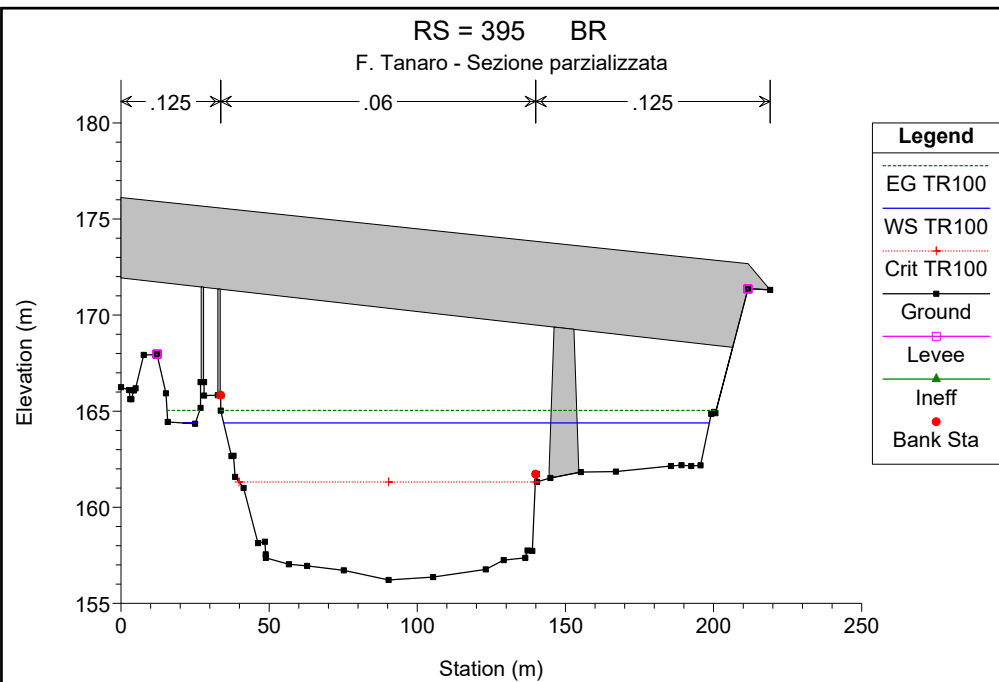
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR100	2789.00	139.61	147.32	144.72	147.69	0.003236	2.86	1230.13	299.57	0.40
1	60	TR100	2789.00	138.12	146.90	143.09	147.13	0.001543	2.36	1970.02	745.98	0.29
1	50	TR100	2789.00	137.54	146.34	143.51	146.70	0.002430	2.88	1625.64	732.53	0.36
1	40	TR100	2789.00	137.06	145.61	143.01	145.90	0.002666	2.42	1232.99	635.95	0.35
1	30	TR100	2789.00	137.37	144.99	141.79	145.25	0.002140	2.33	1472.95	667.44	0.32
1	20	TR100	2789.00	136.62	144.44	141.39	144.64	0.001669	2.31	2162.49	763.01	0.29
1	10	TR100	2789.00	135.29	143.48	141.69	143.94	0.004005	3.40	1544.44	657.26	0.45

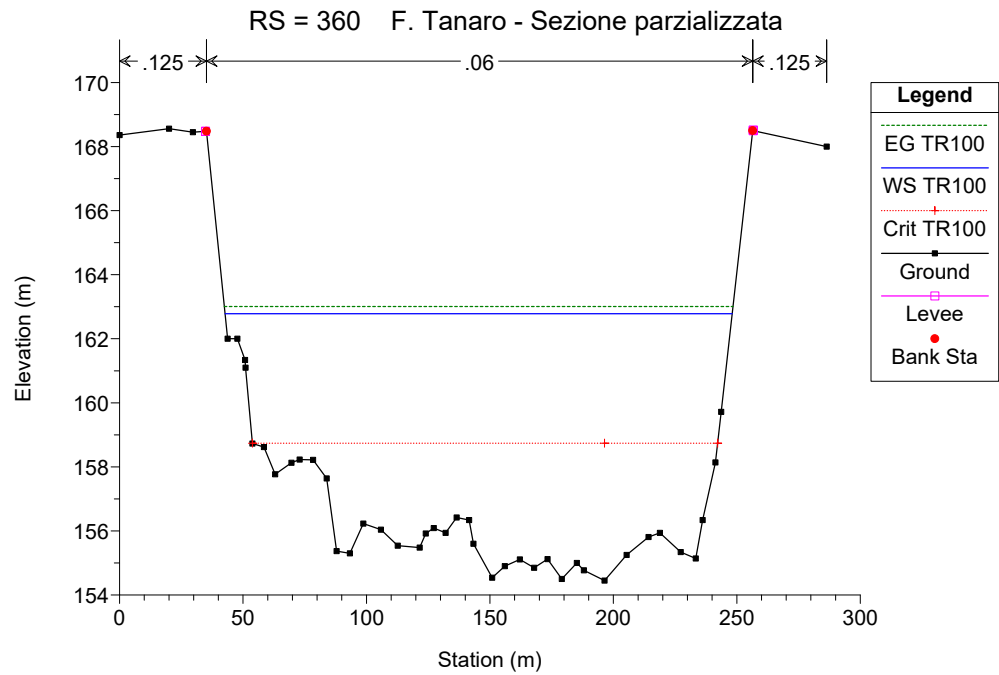
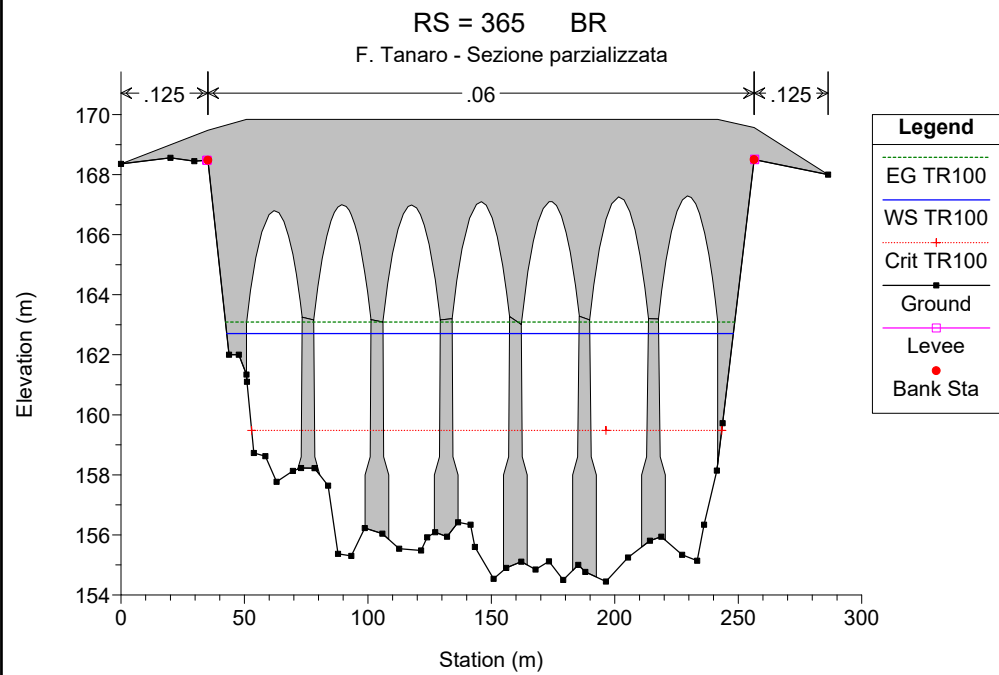
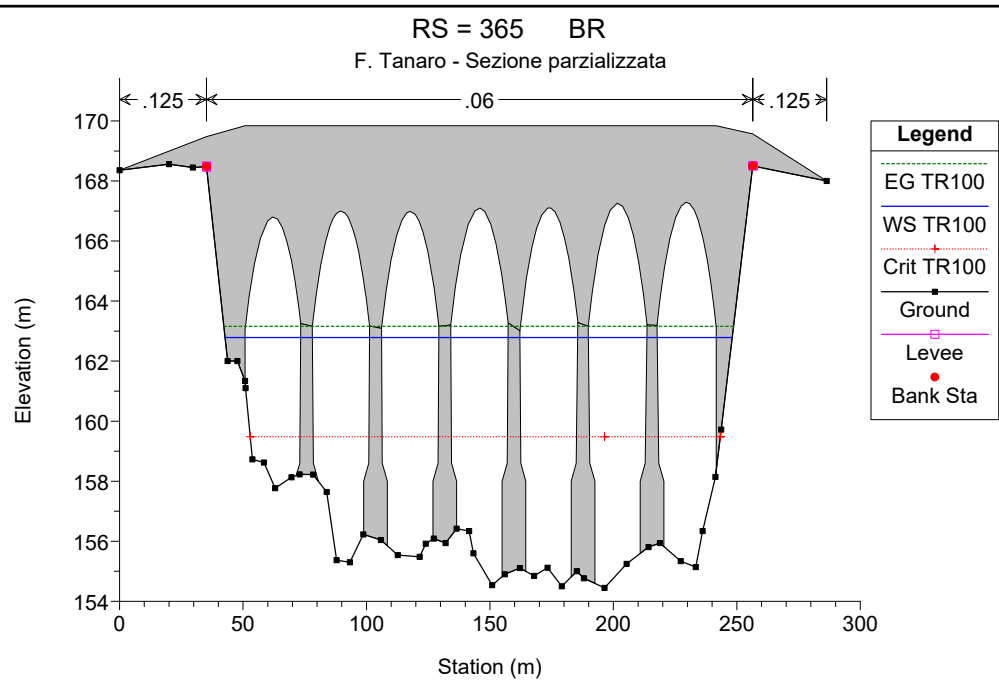
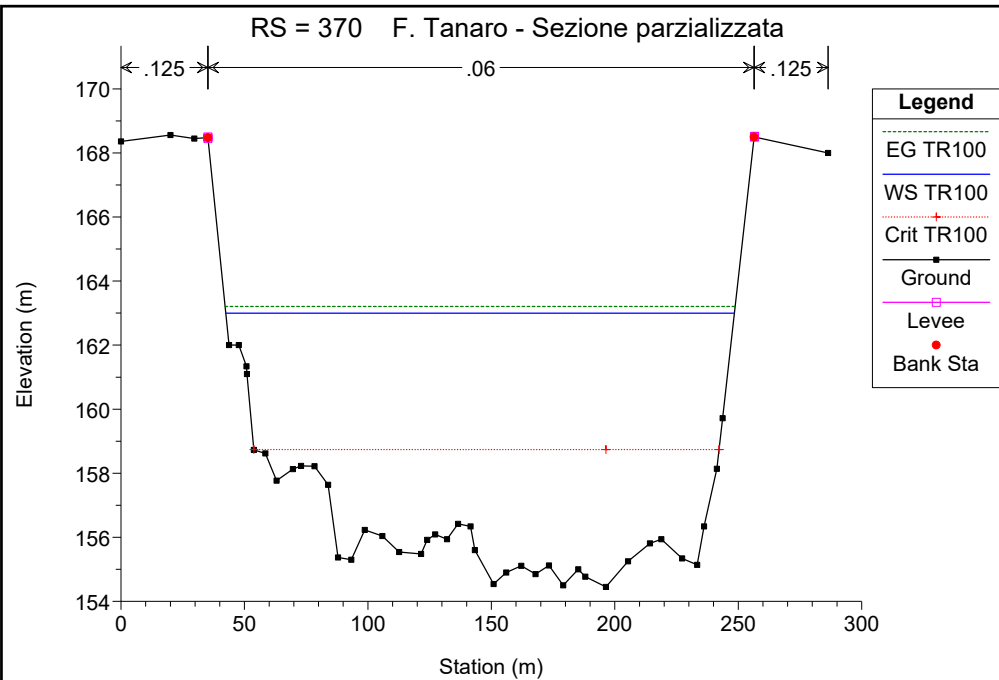
# F. Tanaro - Sezione parzializzata

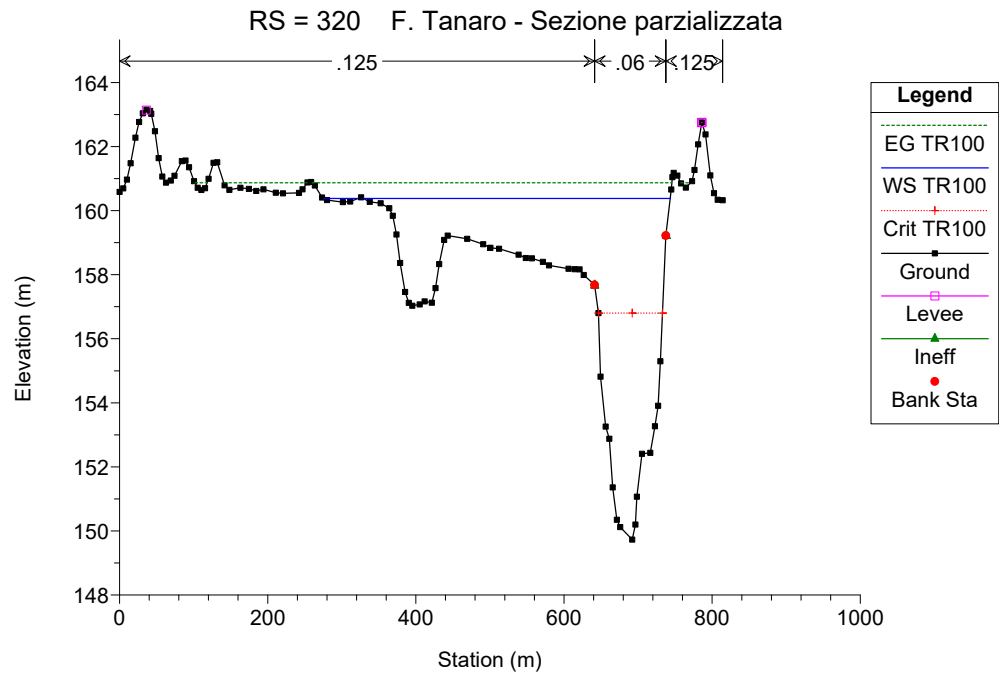
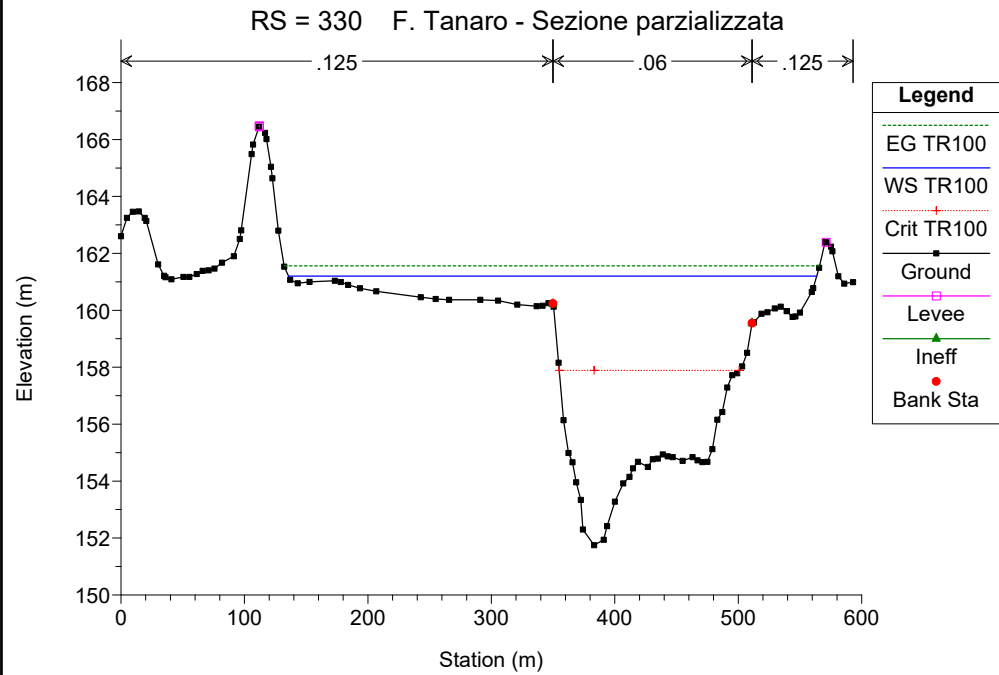
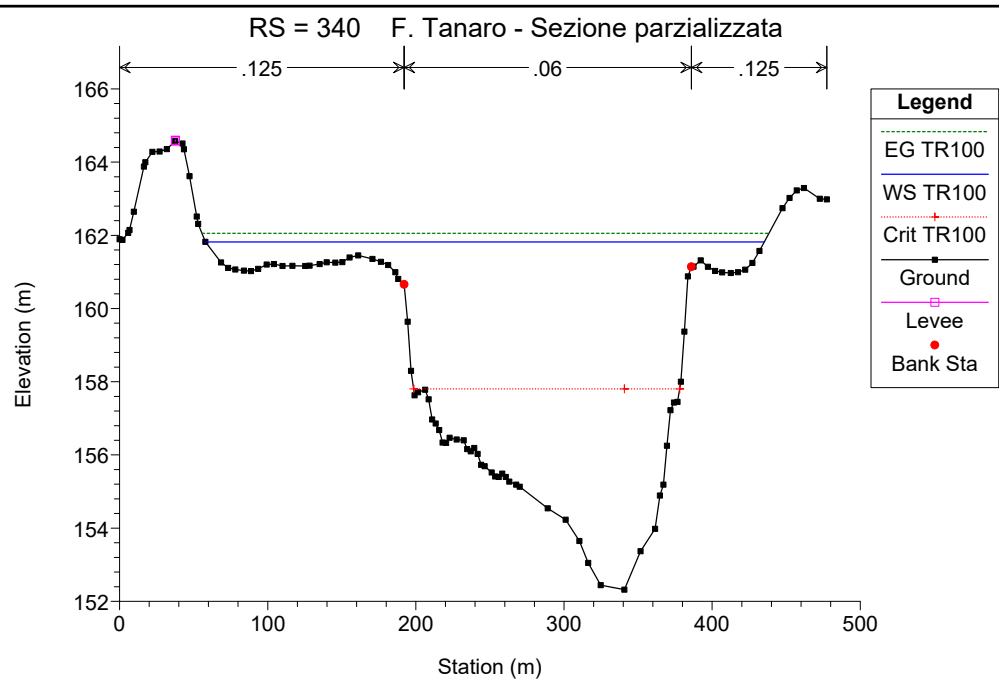
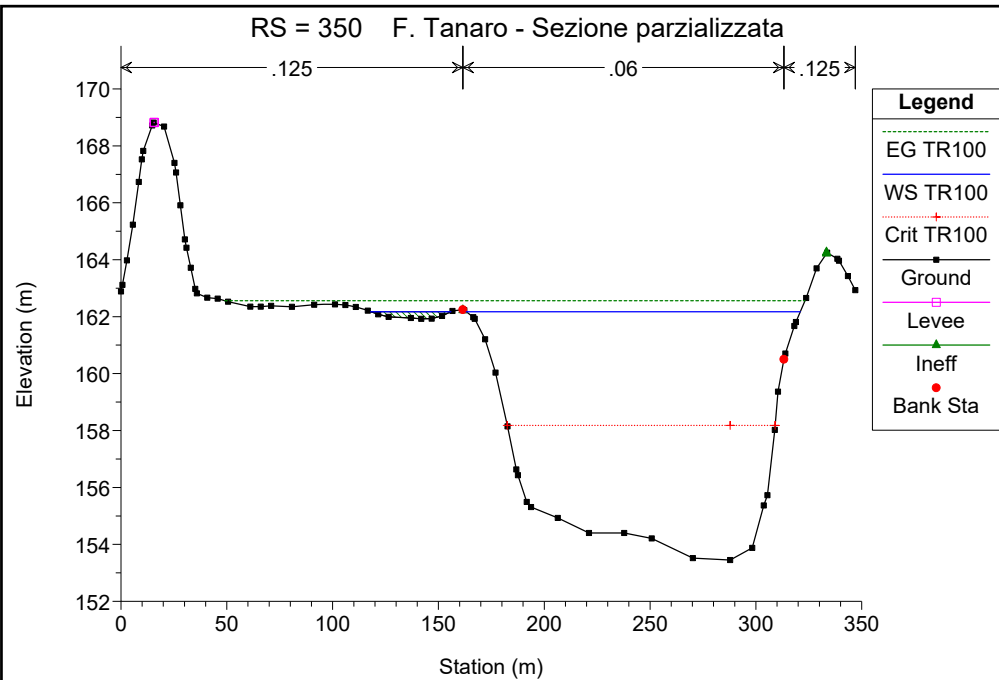
Tanaro 1

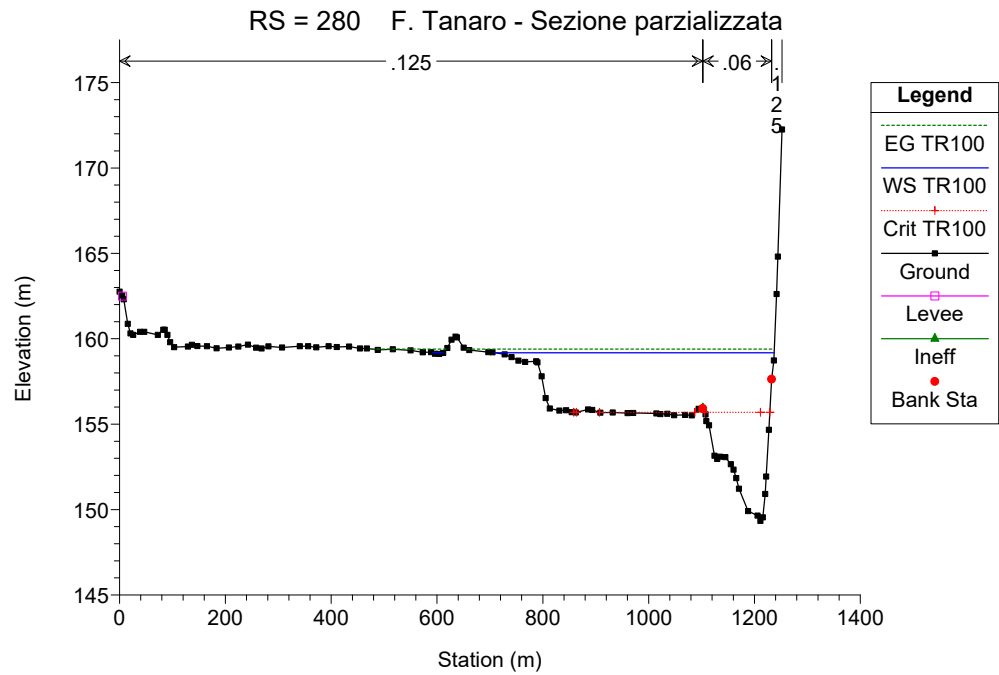
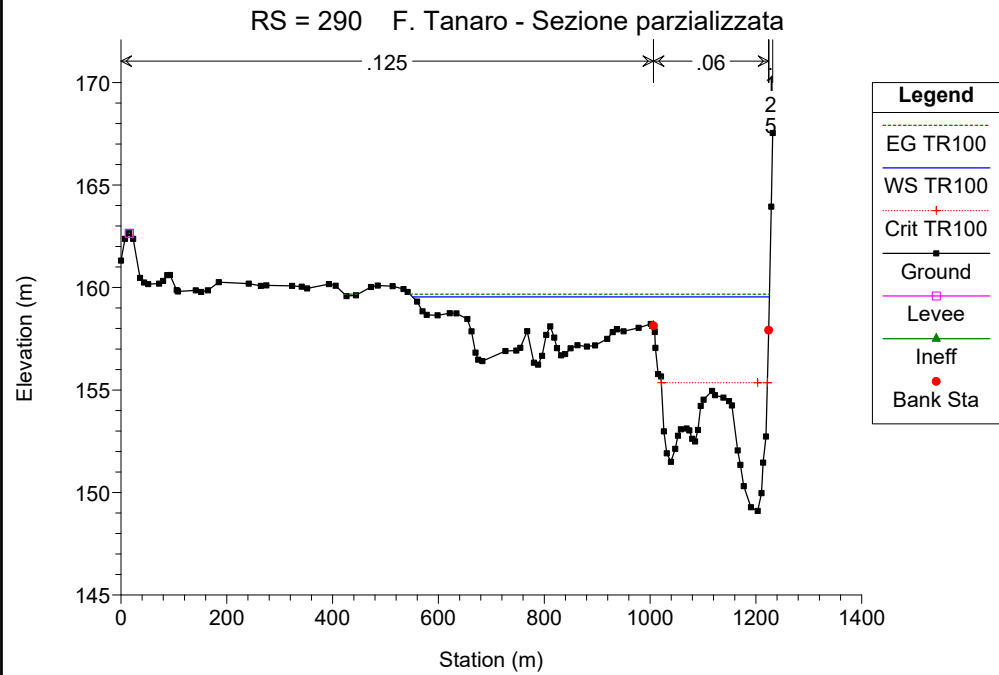
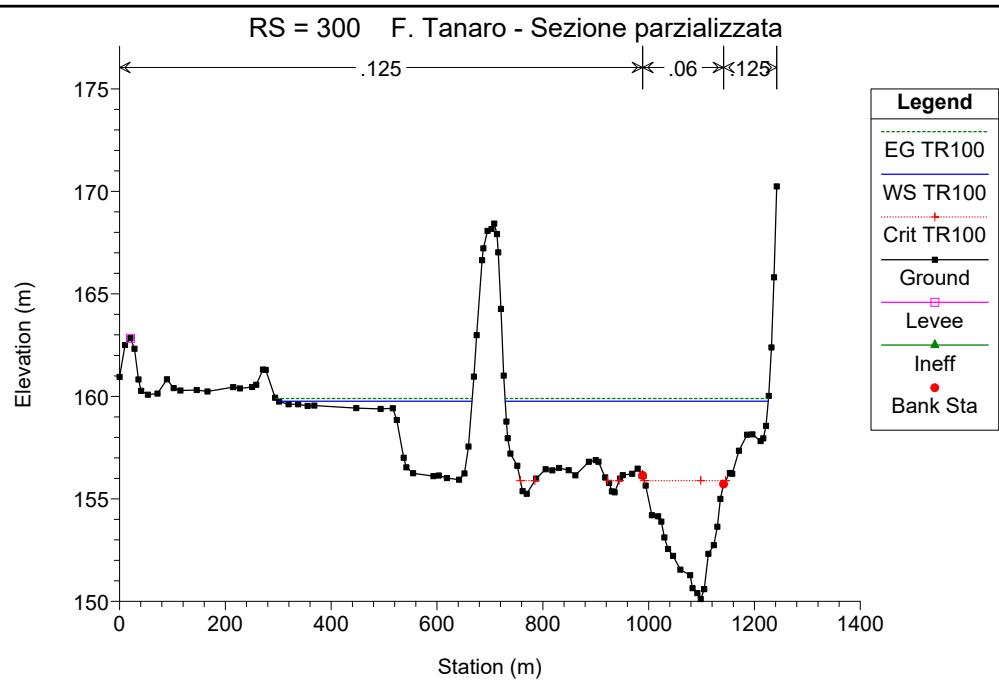
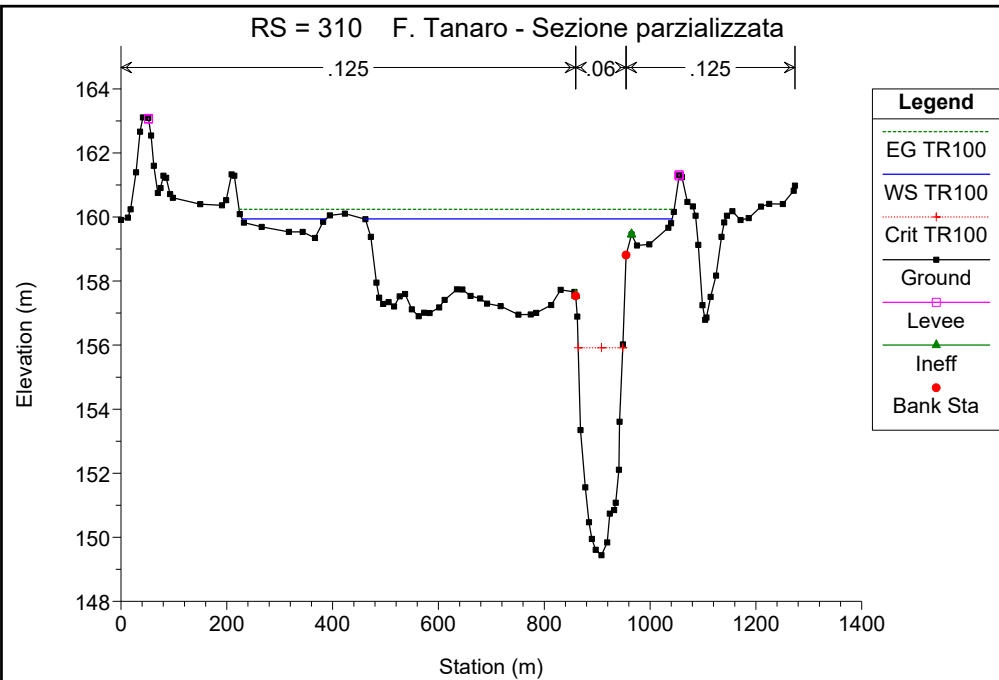


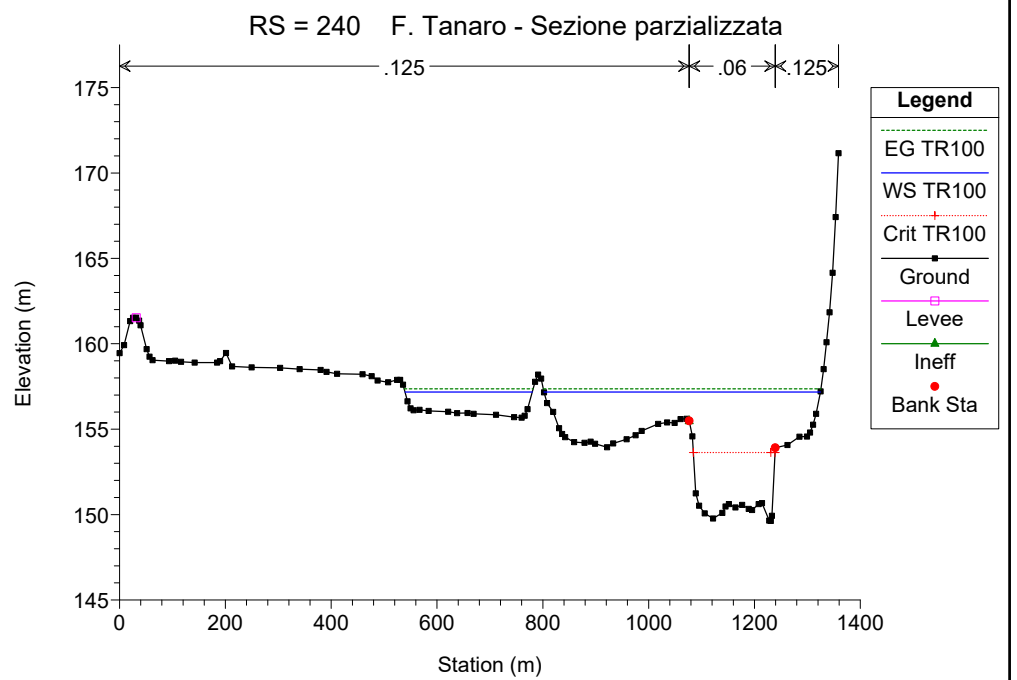
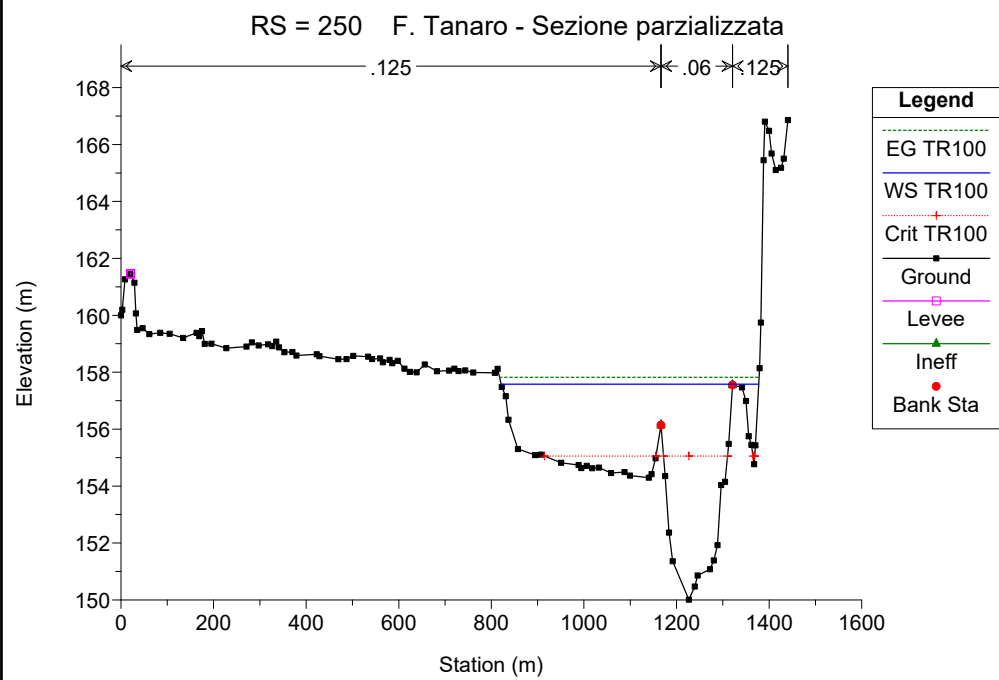
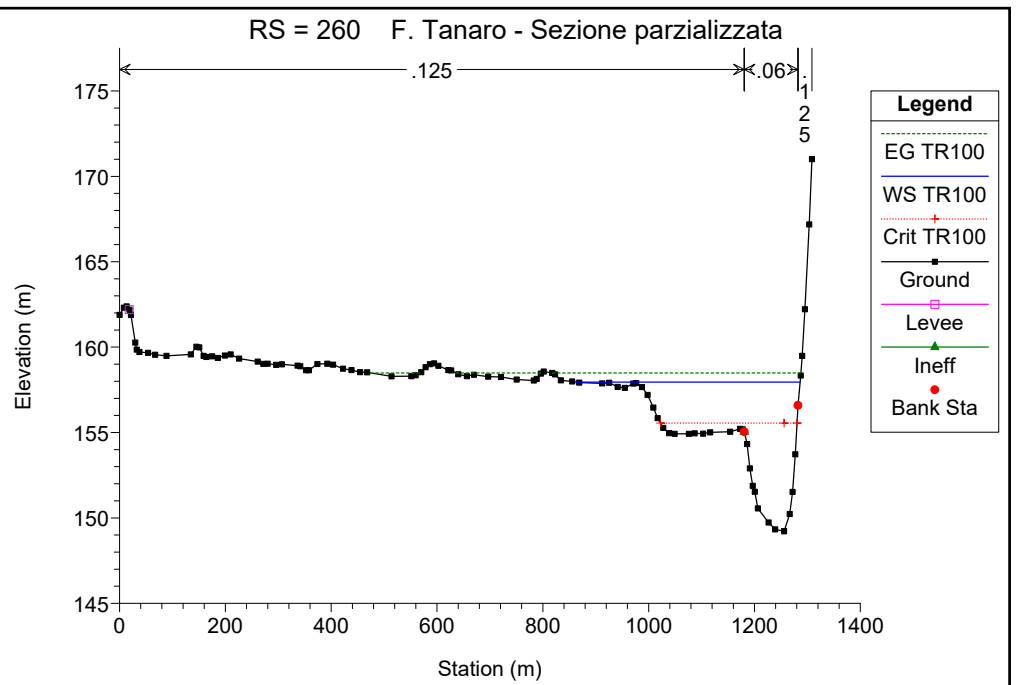
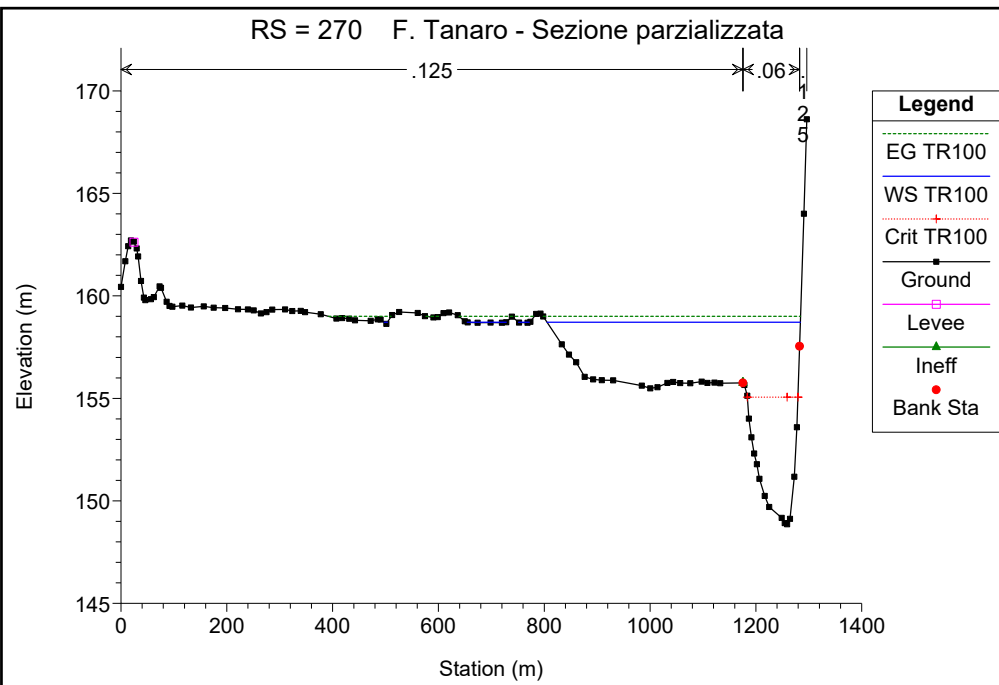




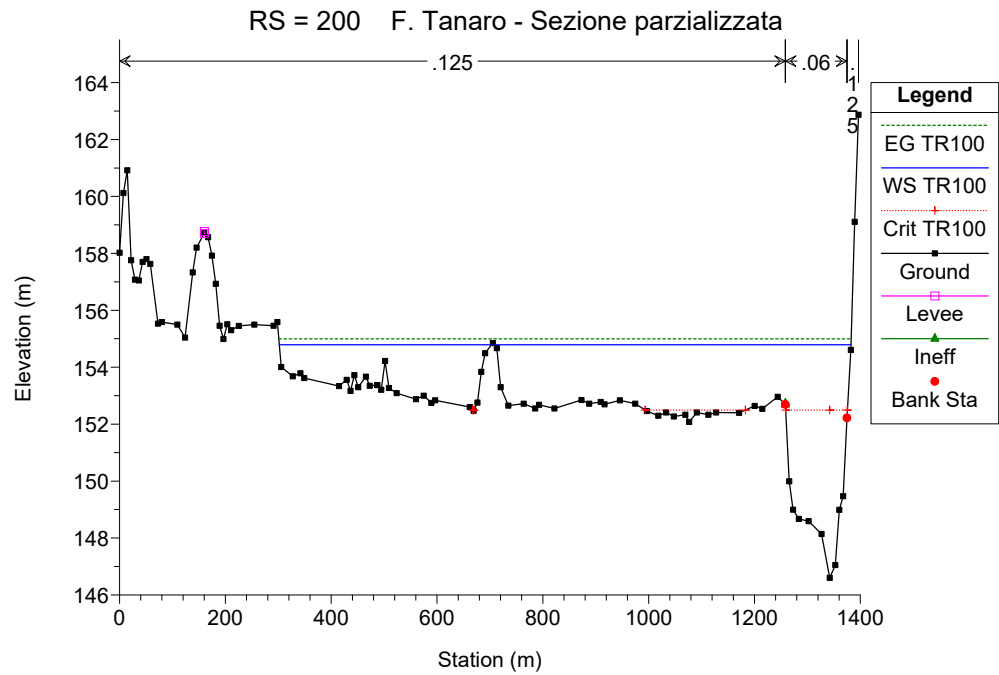
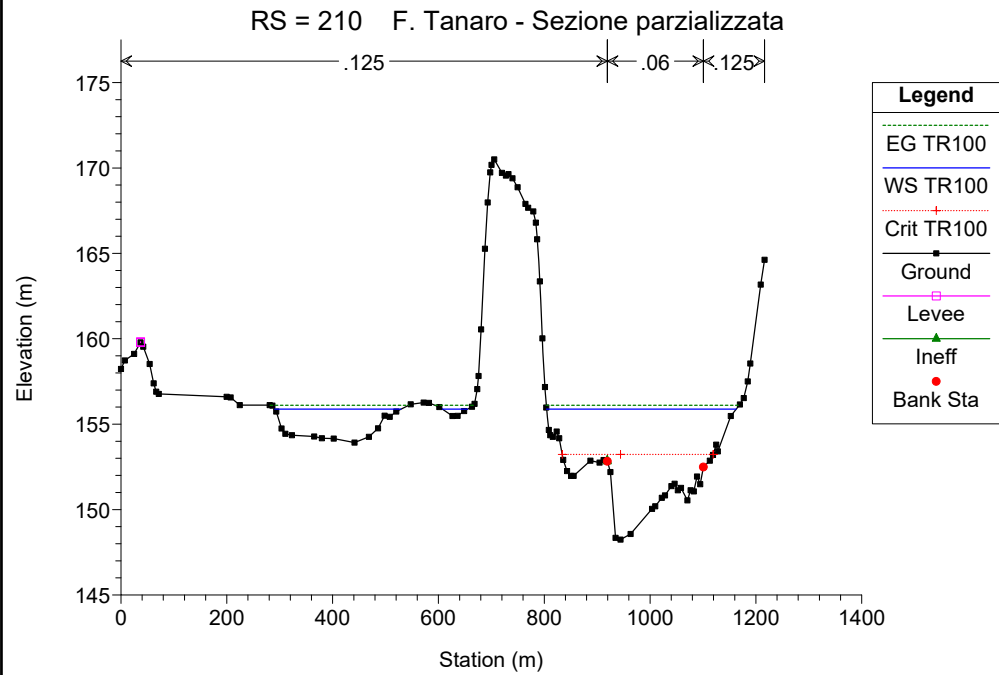
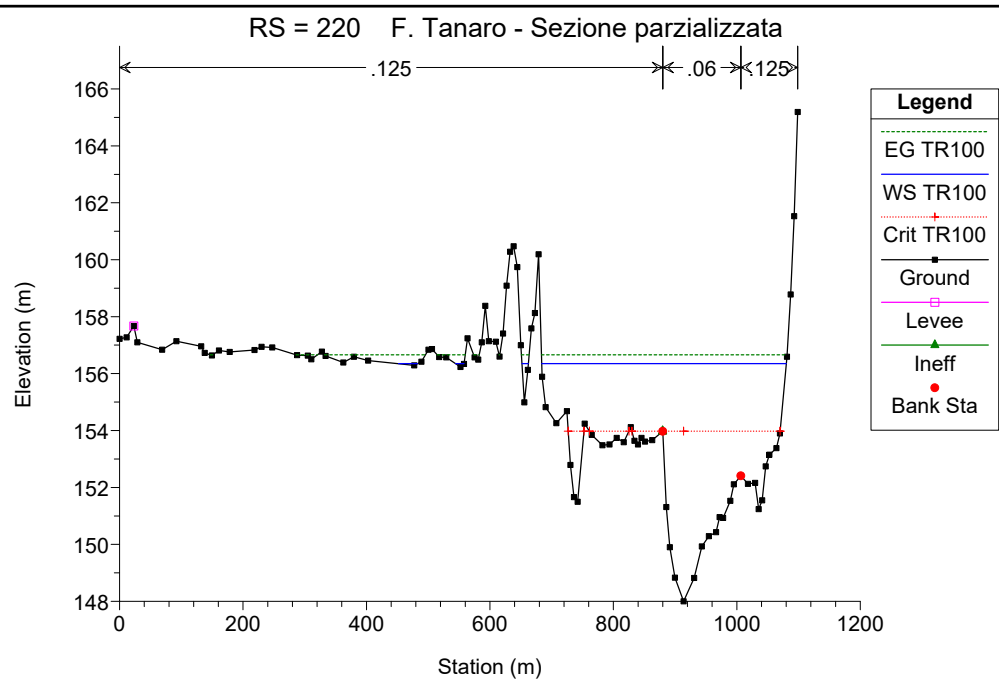
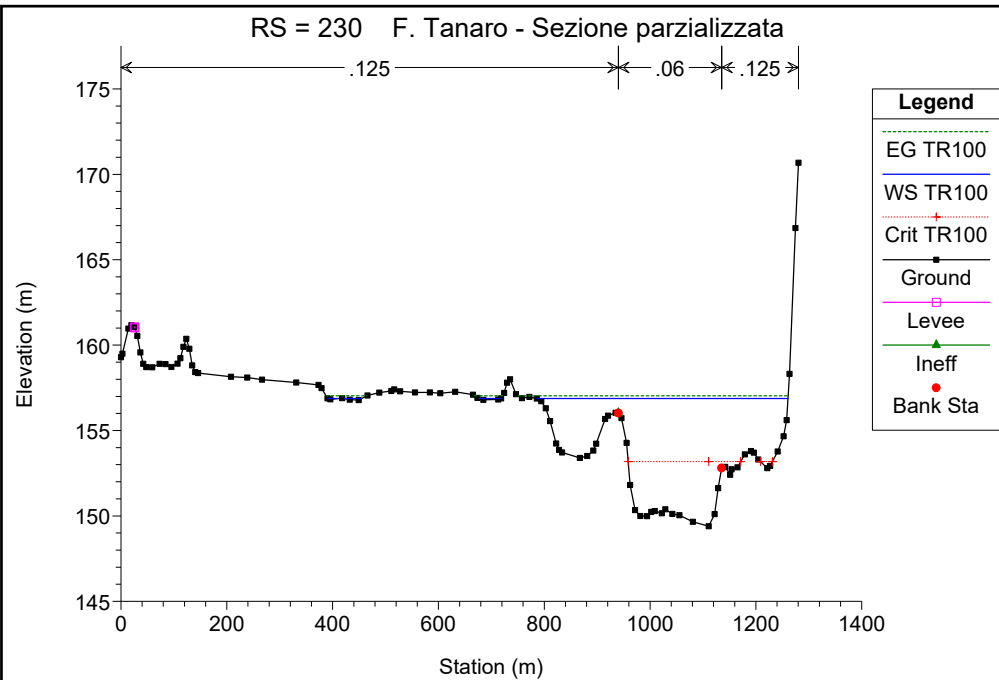


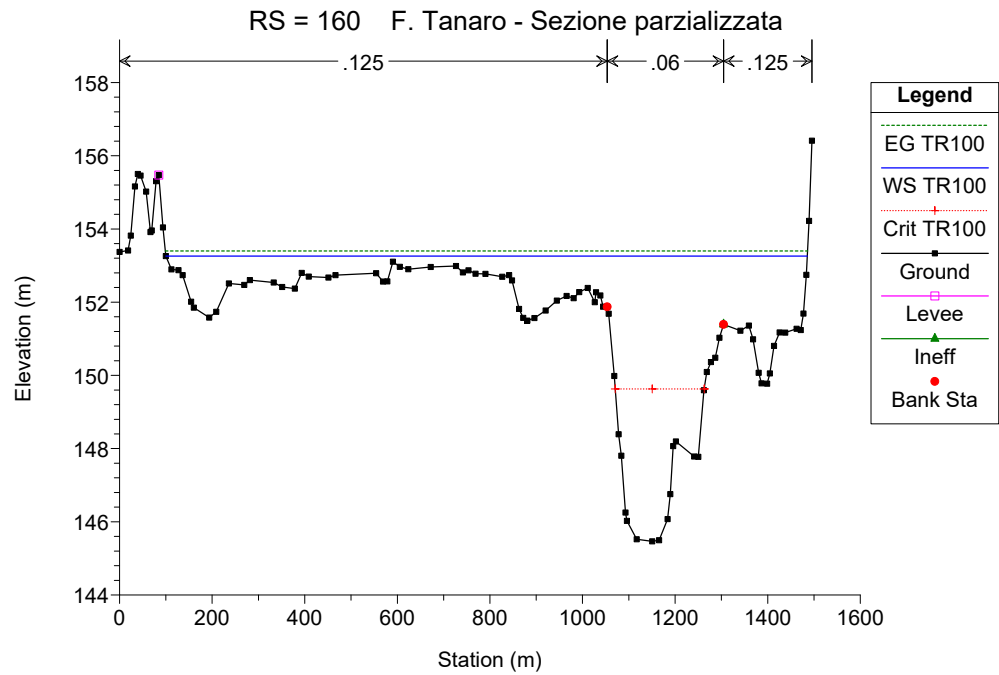
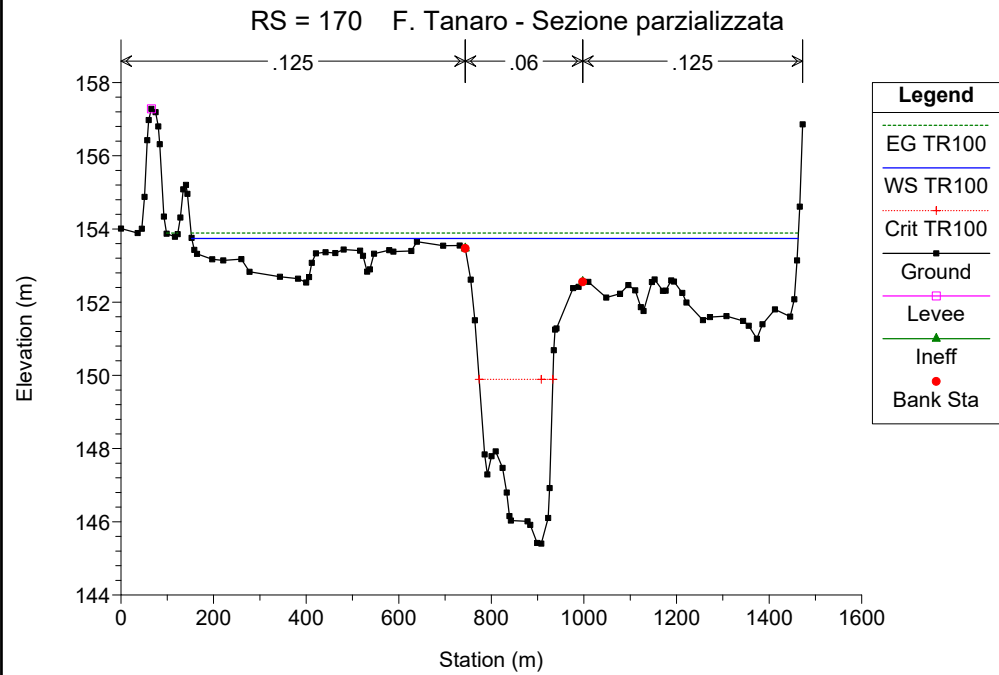
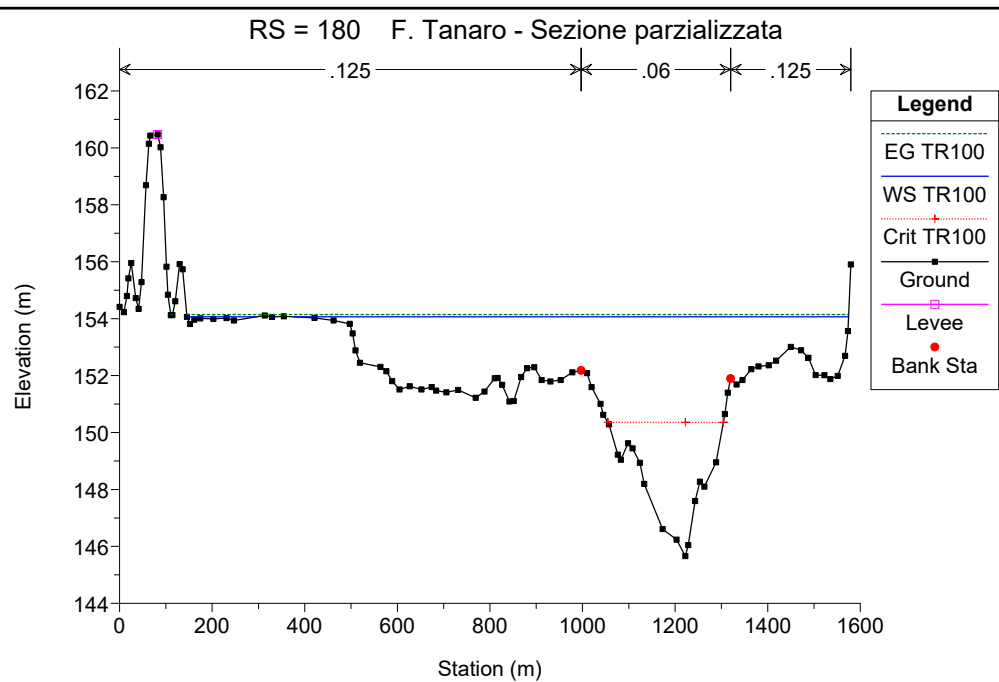
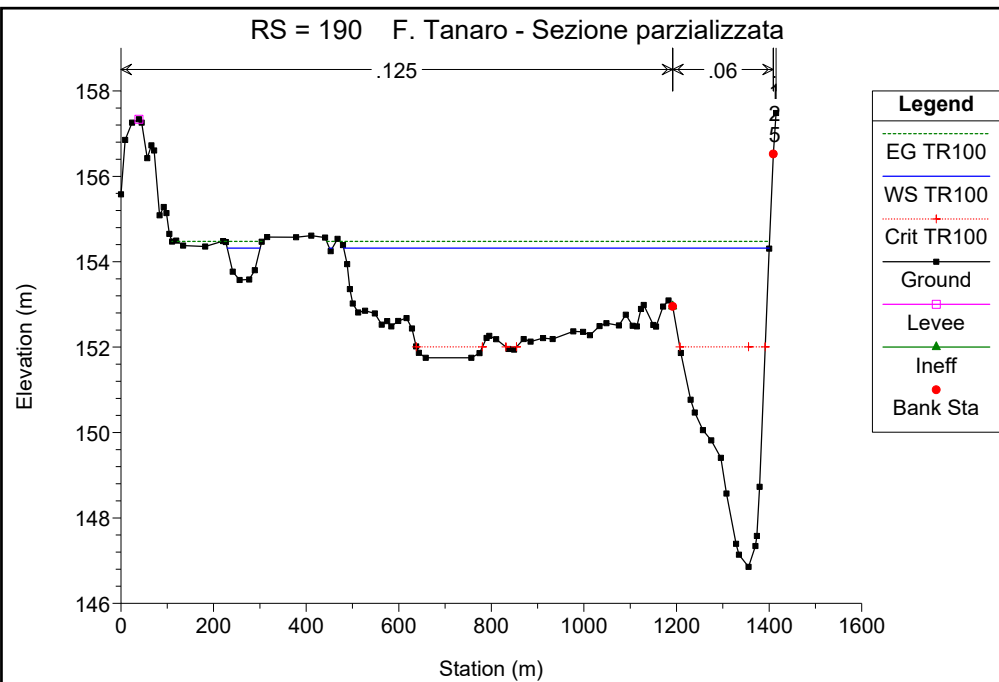


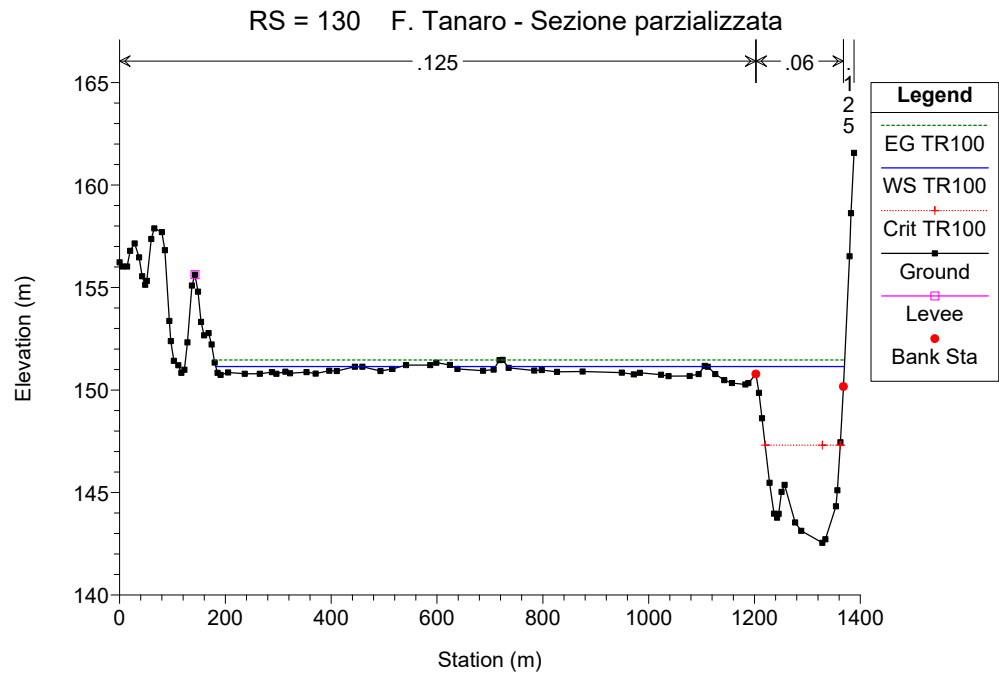
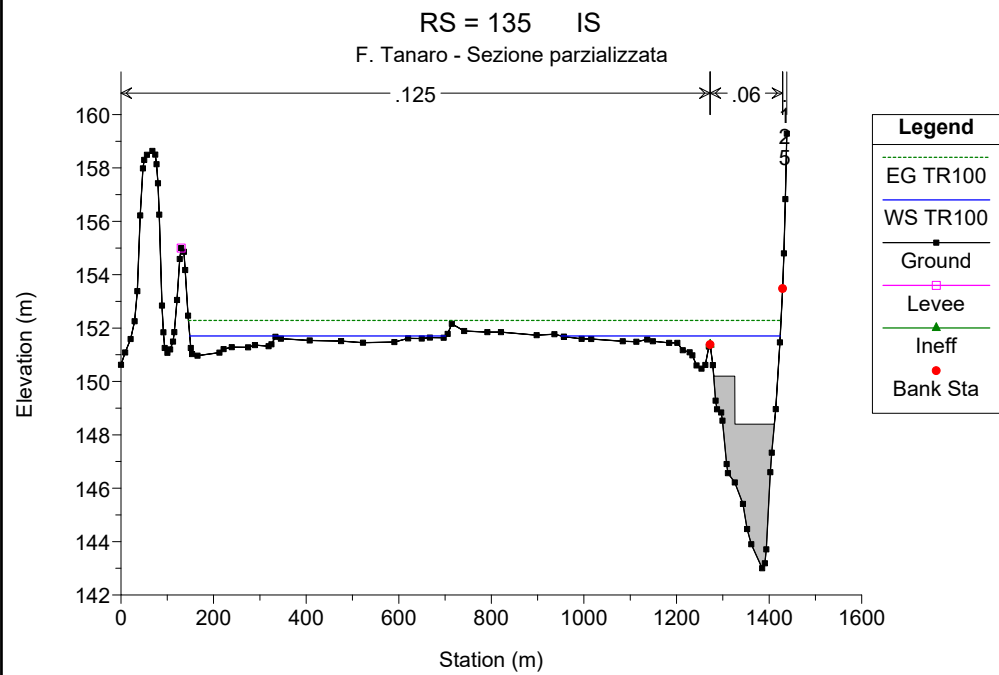
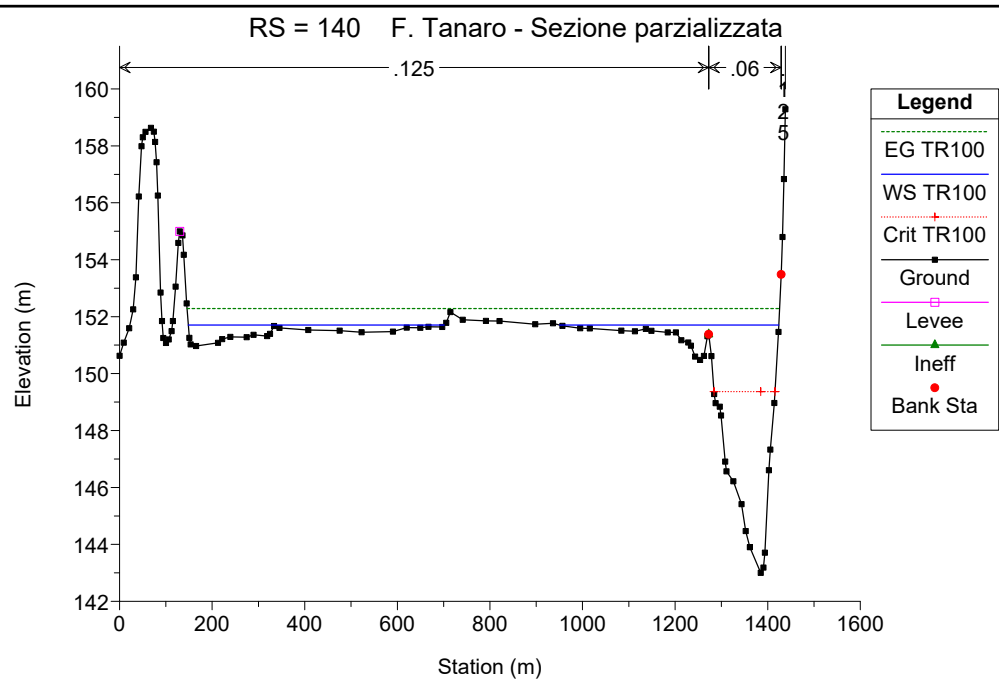
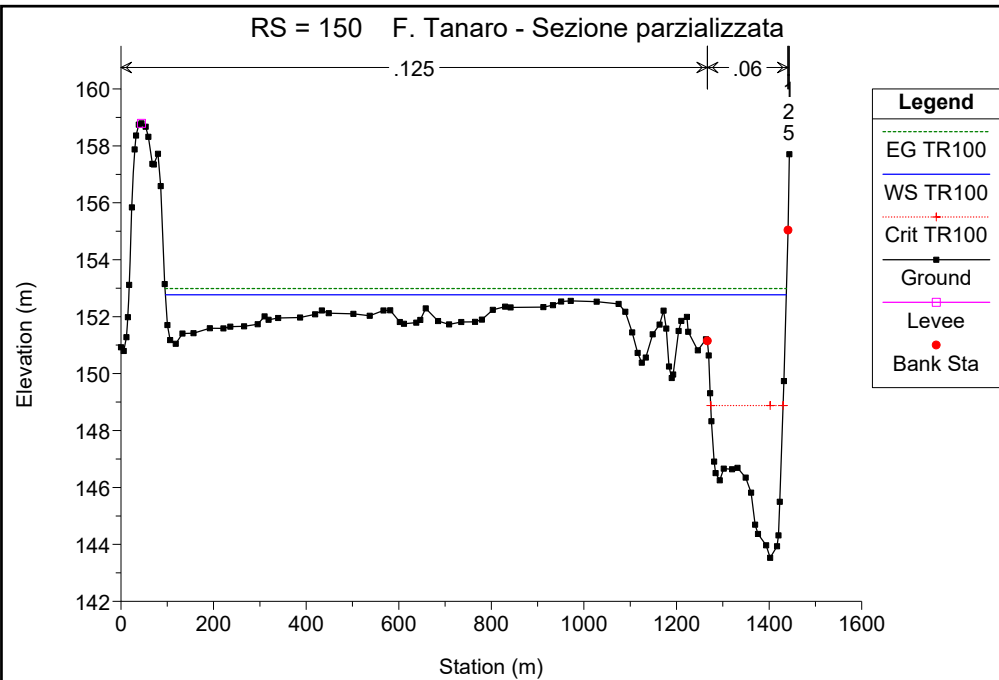


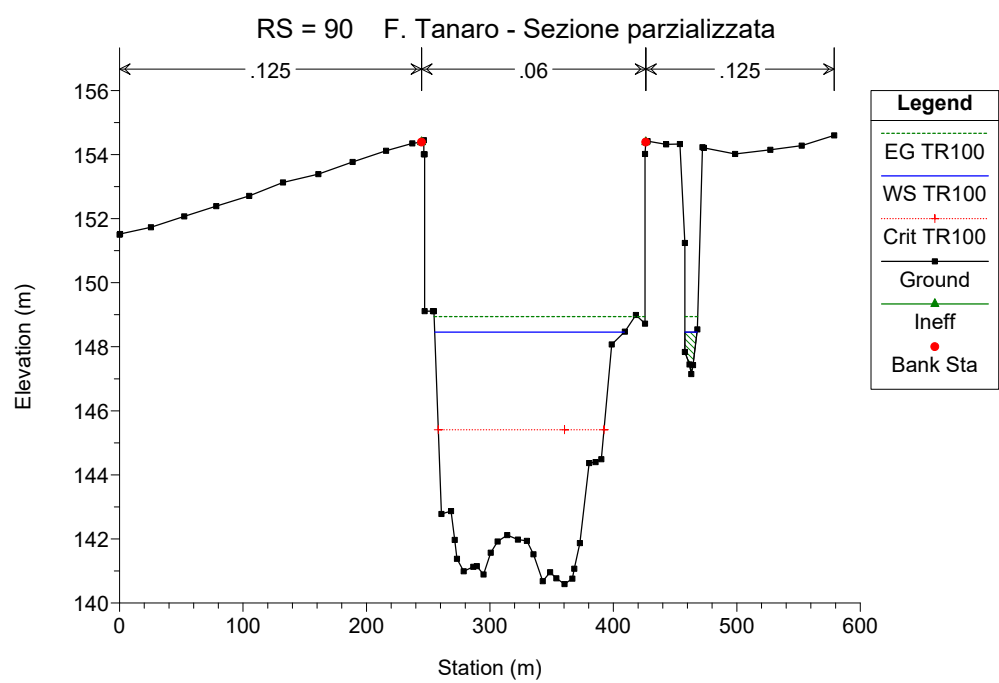
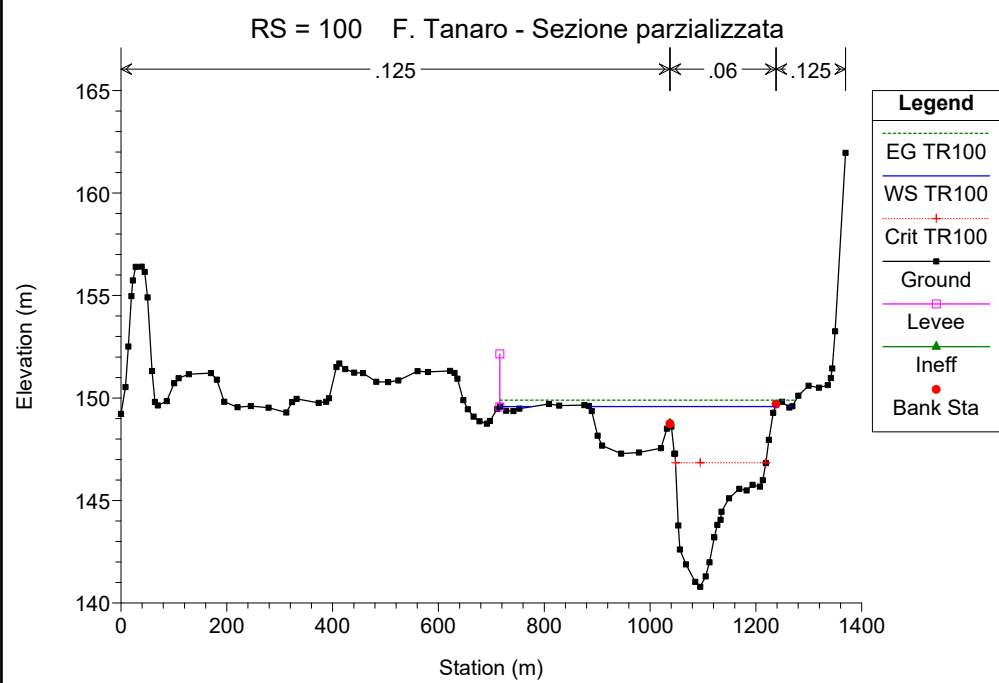
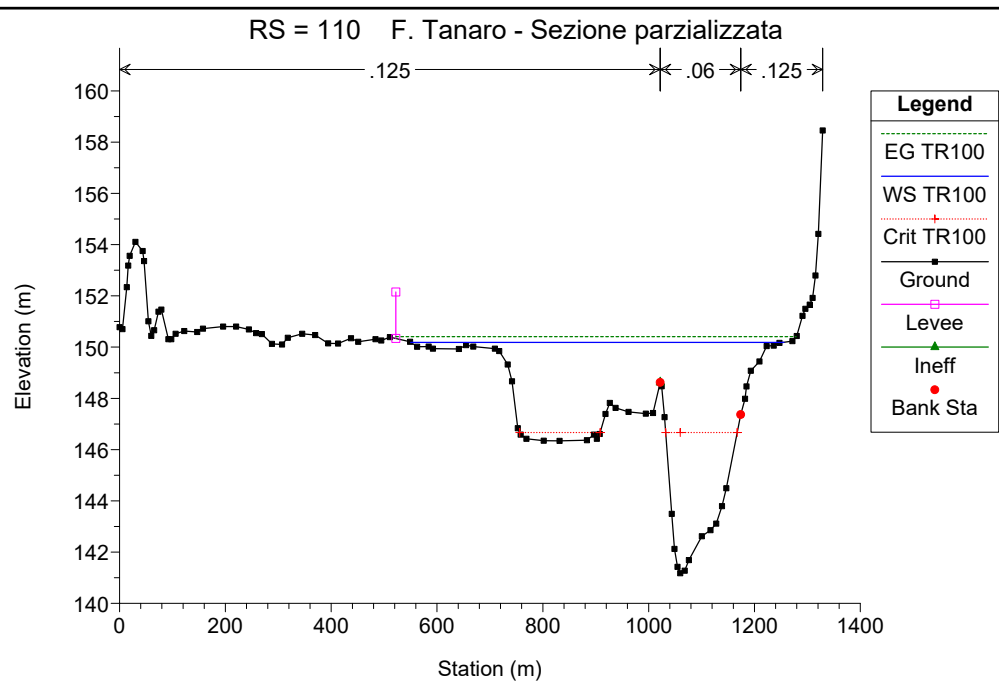
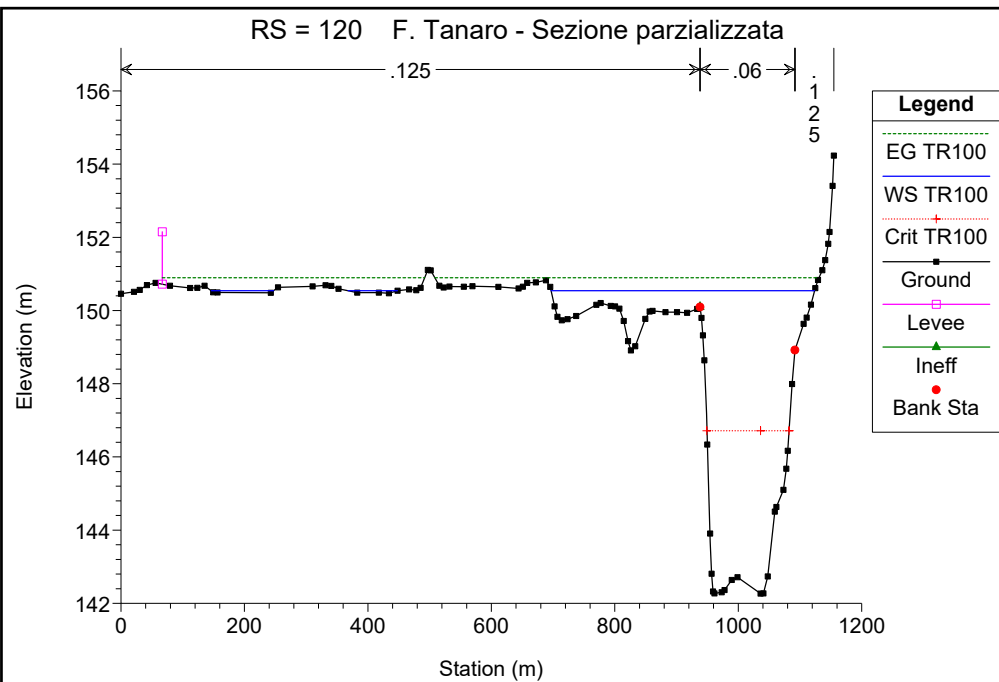


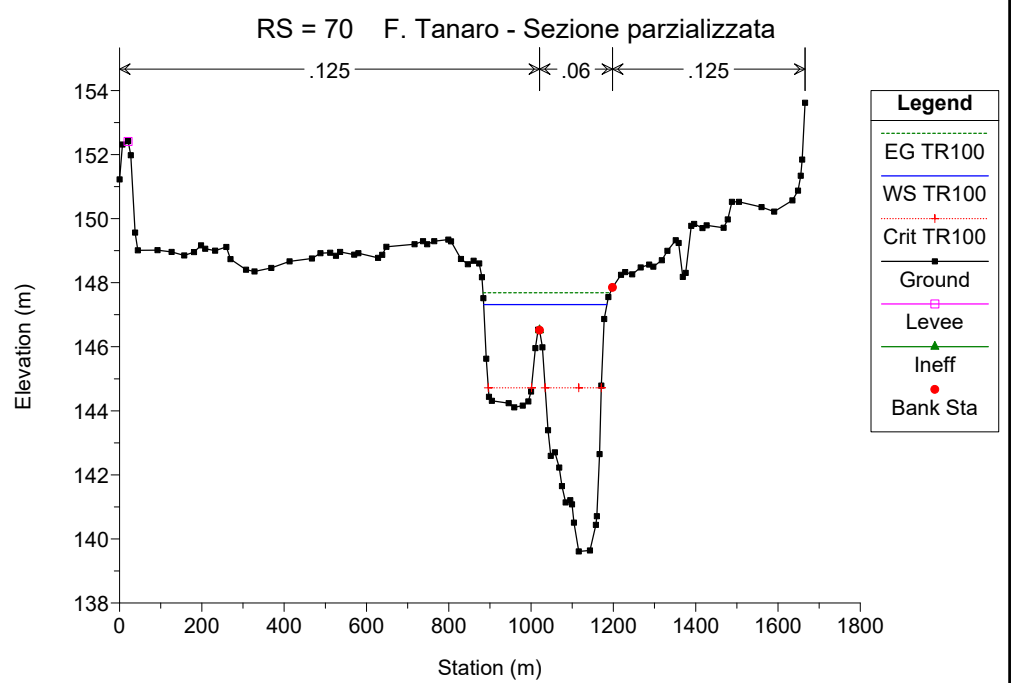
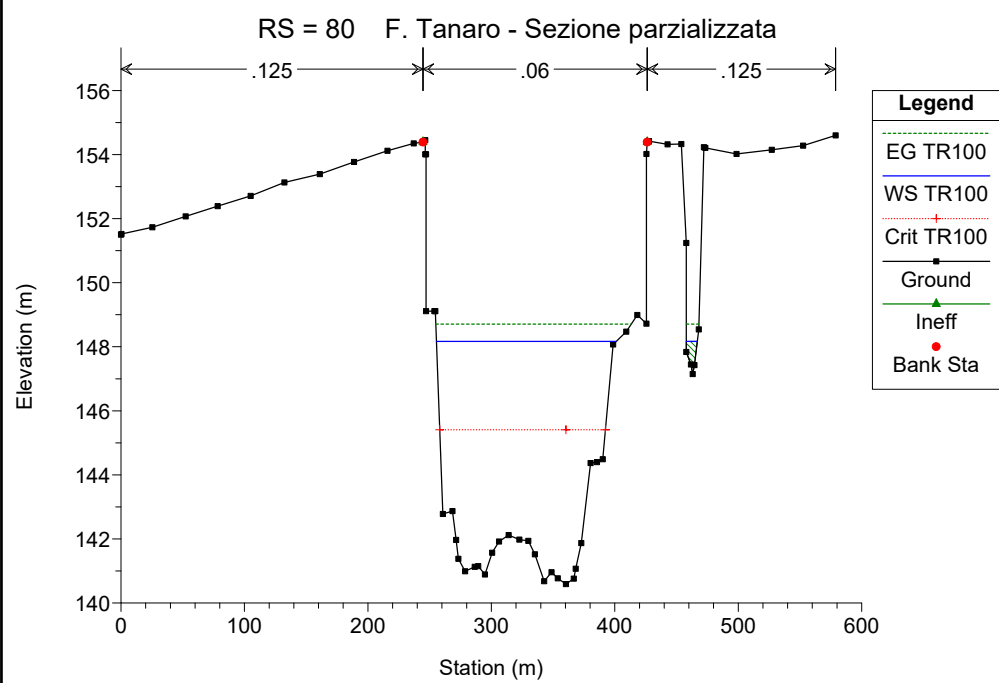
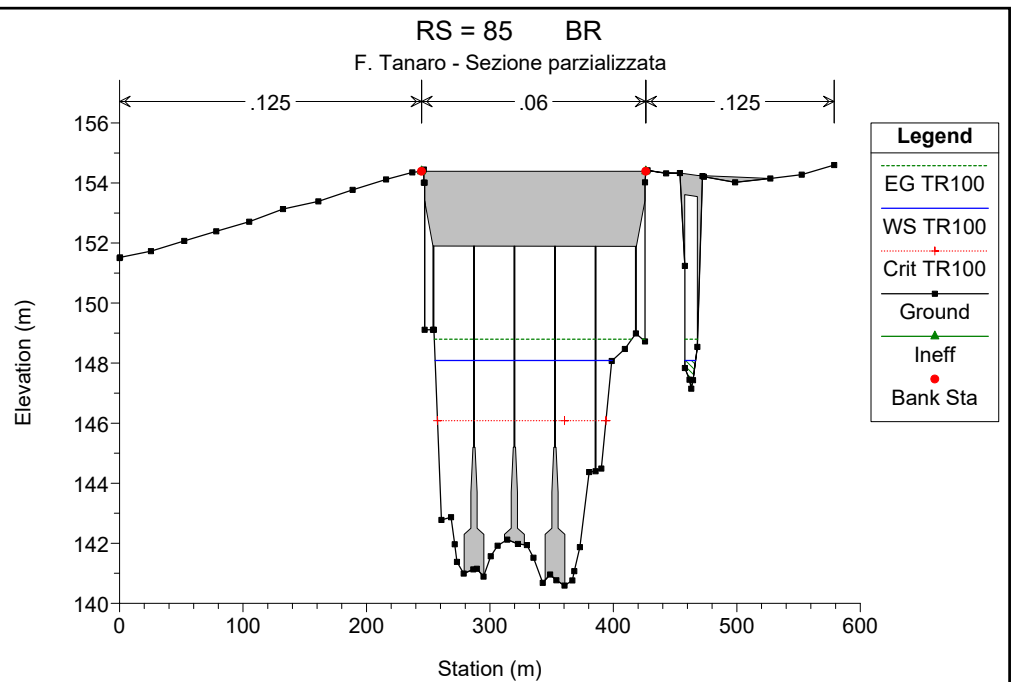
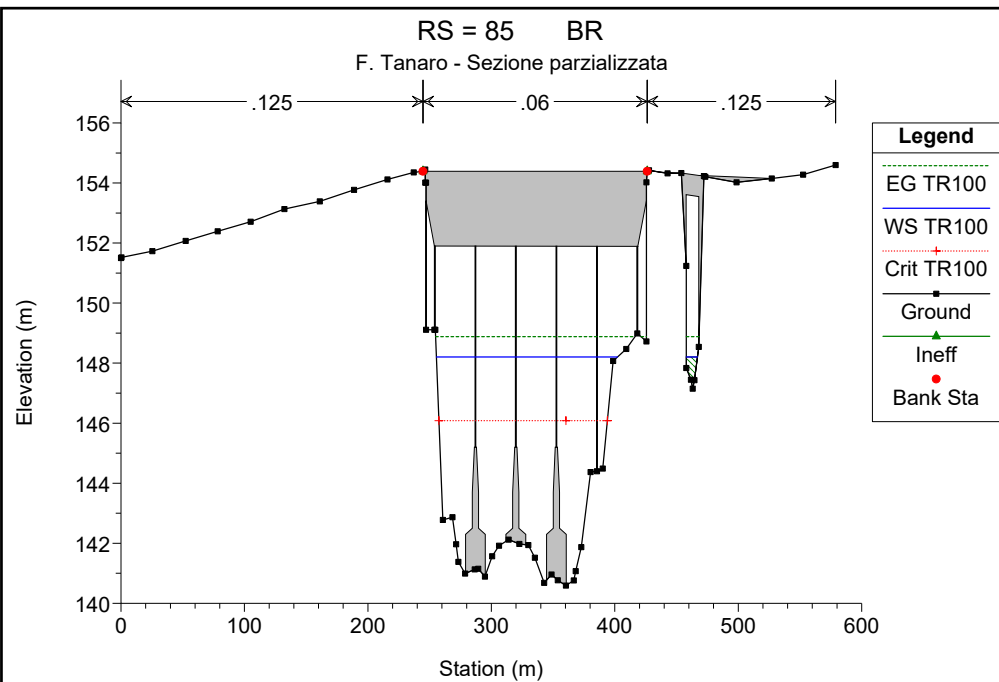


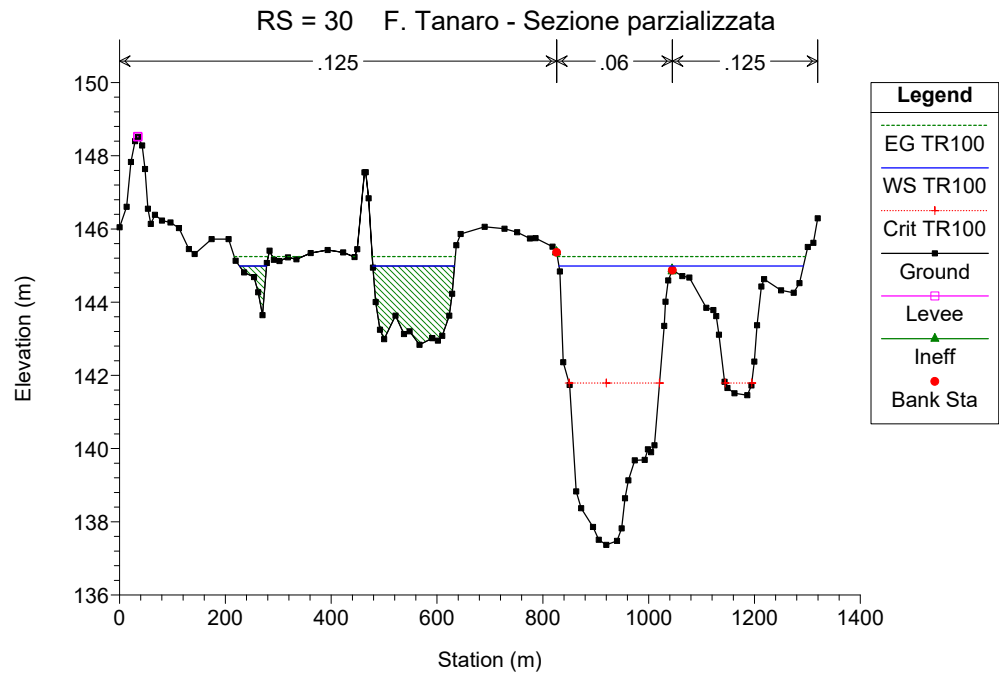
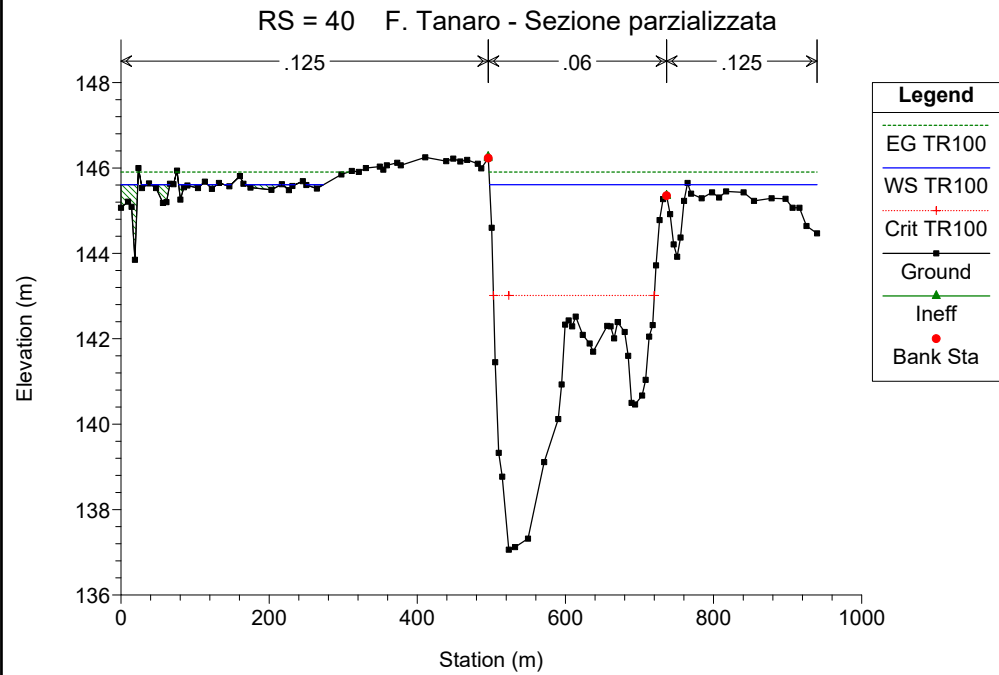
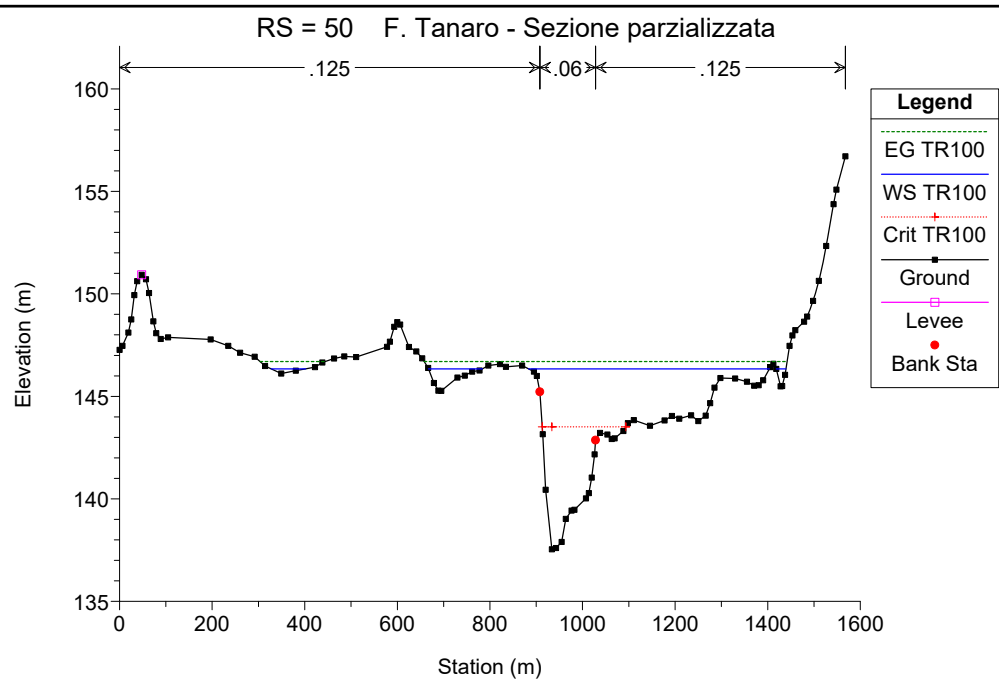
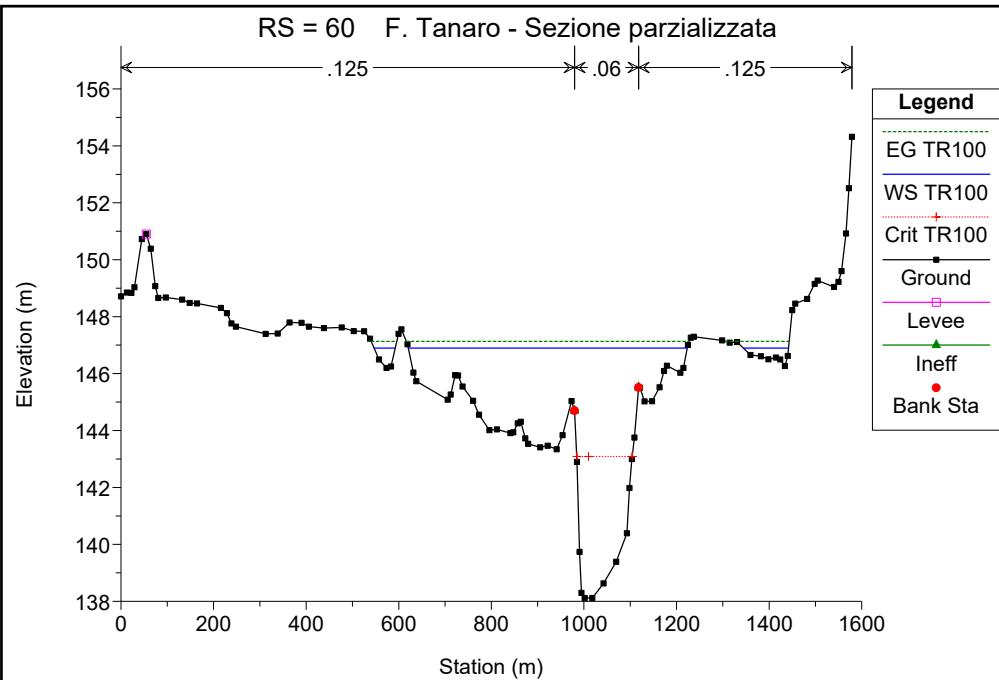




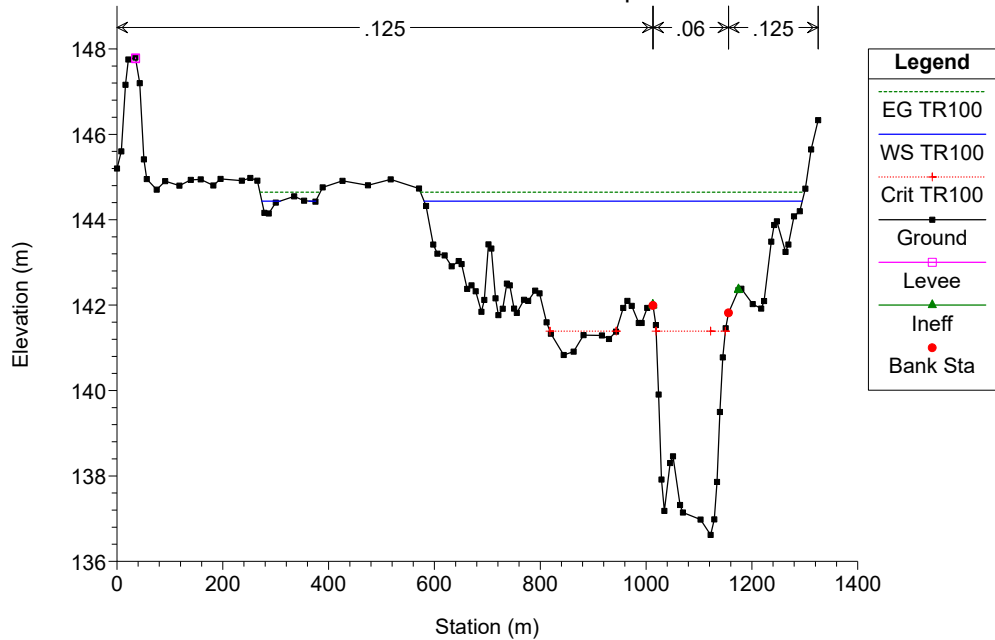




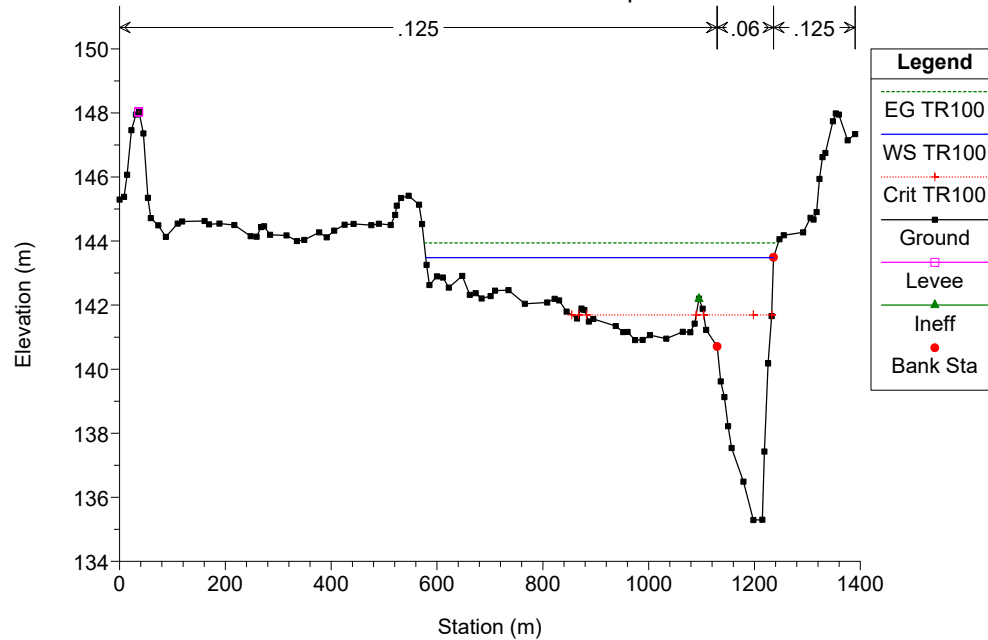




RS = 20 F. Tanaro - Sezione parzializzata



RS = 10 F. Tanaro - Sezione parzializzata



**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
SCENARIO 4: SITUAZIONE DI PROGETTO CON PARZIALIZZAZIONE PARTE  
SINISTRA**

**SIMULAZIONE 12**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata al colmo <math>Q_c</math> m<sup>3</sup>/s</b>	<b>tempo di ritorno anni</b>
Fiume Tanaro	3093	200





HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR200

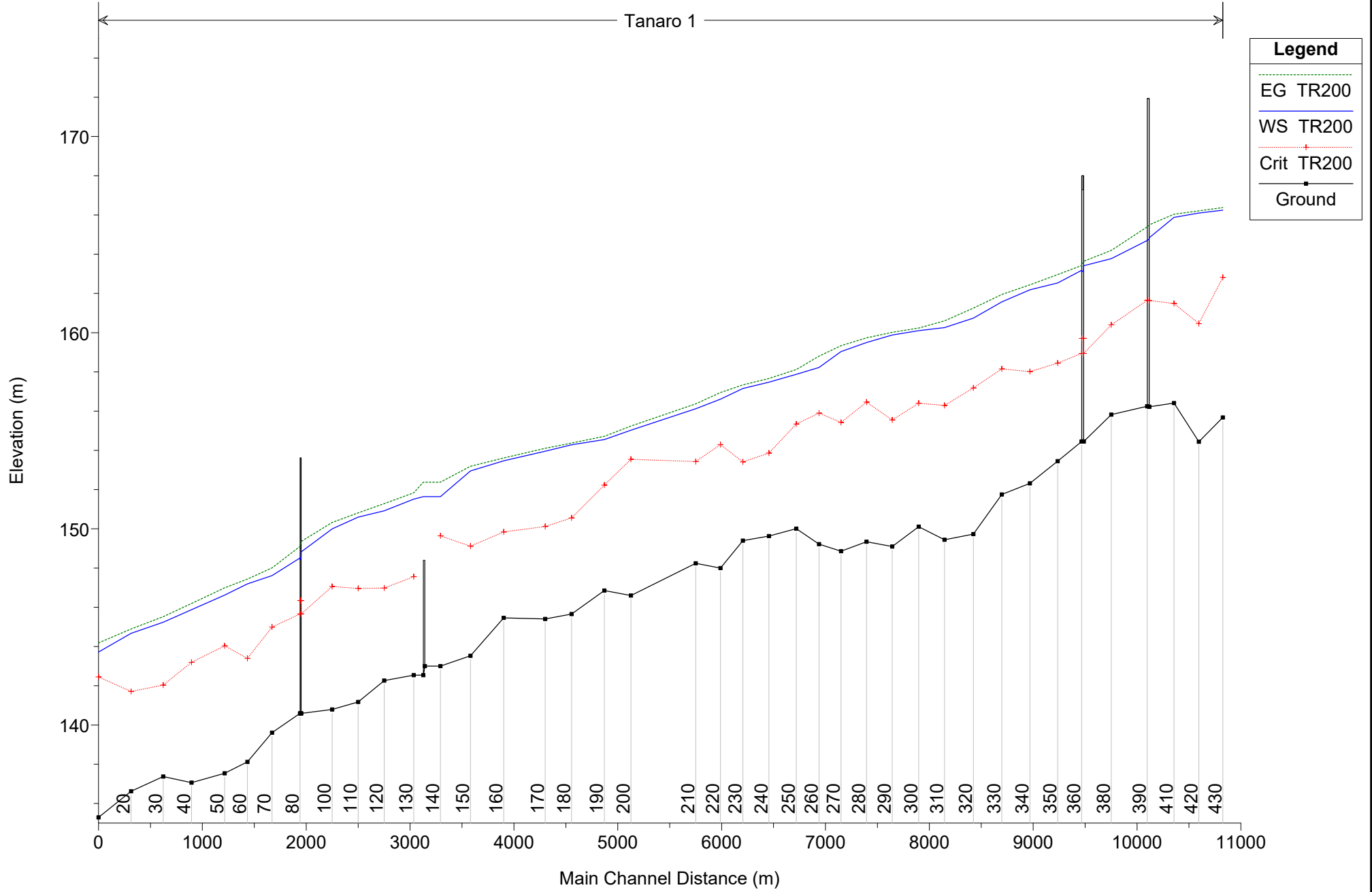
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	TR200	3093.00	155.68	166.24	162.82	166.38	0.001050	2.05	2919.18	665.82	0.24
1	420	TR200	3093.00	154.44	166.10	160.47	166.21	0.000585	1.69	3242.97	689.17	0.18
1	410	TR200	3093.00	156.41	165.88	161.49	166.04	0.001017	2.05	2475.35	545.00	0.24
1	400	TR200	3093.00	156.22	164.84	161.64	165.50	0.003599	3.69	963.21	175.73	0.43
1	395		Bridge									
1	390	TR200	3093.00	156.25	164.70	161.65	165.39	0.003847	3.77	939.73	174.96	0.44
1	380	TR200	3093.00	155.82	163.77	160.40	164.19	0.002498	2.88	1115.66	231.32	0.36
1	370	TR200	3093.00	154.45	163.41	158.94	163.64	0.001263	2.13	1449.92	207.14	0.26
1	365		Bridge									
1	360	TR200	3093.00	154.45	163.18	158.94	163.42	0.001407	2.21	1401.71	206.50	0.27
1	350	TR200	3093.00	153.45	162.54	158.45	162.96	0.002299	2.90	1106.55	272.86	0.35
1	340	TR200	3093.00	152.32	162.18	158.02	162.44	0.001403	2.26	1529.95	385.71	0.27
1	330	TR200	3093.00	151.75	161.57	158.15	161.95	0.002278	2.78	1365.60	433.78	0.34
1	320	TR200	3093.00	149.73	160.74	157.18	161.25	0.002675	3.41	1488.02	598.58	0.38
1	310	TR200	3093.00	149.44	160.26	156.29	160.60	0.001906	2.95	2140.23	822.62	0.32
1	300	TR200	3093.00	150.11	160.10	156.41	160.24	0.000921	1.92	2998.59	882.54	0.22
1	290	TR200	3093.00	149.10	159.88	155.55	160.02	0.000886	1.78	2552.80	797.02	0.22
1	280	TR200	3093.00	149.34	159.50	156.46	159.74	0.001562	2.46	2212.75	825.34	0.29
1	270	TR200	3093.00	148.86	159.04	155.42	159.33	0.001809	2.76	2009.23	788.06	0.31
1	260	TR200	3093.00	149.22	158.23	155.90	158.80	0.003415	3.62	1367.56	523.34	0.43
1	250	TR200	3093.00	150.01	157.87	155.34	158.12	0.002243	2.54	1985.33	561.46	0.34
1	240	TR200	3093.00	149.63	157.47	153.86	157.66	0.001332	2.17	2437.20	771.67	0.27
1	230	TR200	3093.00	149.40	157.16	153.41	157.34	0.001246	2.04	2168.08	679.55	0.26
1	220	TR200	3093.00	148.00	156.61	154.29	156.95	0.002553	2.90	1699.97	632.91	0.36
1	210	TR200	3093.00	148.24	156.12	153.43	156.37	0.002019	2.43	1963.81	759.77	0.32
1	200	TR200	3093.00	146.60	155.03	153.55	155.24	0.002000	2.55	2775.64	1083.03	0.32
1	190	TR200	3093.00	146.85	154.55	152.23	154.71	0.001893	2.10	2679.79	1164.90	0.30
1	180	TR200	3093.00	145.66	154.29	150.56	154.37	0.000751	1.42	3607.30	1437.66	0.19
1	170	TR200	3093.00	145.40	153.96	150.12	154.11	0.001424	1.90	2712.62	1338.99	0.26
1	160	TR200	3093.00	145.46	153.47	149.84	153.61	0.001176	1.83	2804.87	1388.07	0.24
1	150	TR200	3093.00	143.53	152.95	149.11	153.19	0.001500	2.30	2408.00	1342.02	0.28
1	140	TR200	3093.00	143.00	151.64	149.64	152.38	0.005902	3.84	982.40	974.85	0.53
1	135		Inl Struct									
1	130	TR200	3093.00	142.54	151.51	147.56	151.84	0.001866	2.58	1761.00	1192.14	0.31
1	120	TR200	3093.00	142.27	150.92	146.98	151.28	0.002029	2.74	1566.27	1049.16	0.33
1	110	TR200	3093.00	141.17	150.60	146.96	150.81	0.001452	2.30	2331.60	760.13	0.28
1	100	TR200	3093.00	140.79	150.00	147.06	150.32	0.002584	2.62	1533.82	561.61	0.36
1	90	TR200	3093.00	140.59	148.83	145.66	149.36	0.003672	3.23	958.35	173.86	0.43
1	85		Bridge									
1	80	TR200	3093.00	140.59	148.51	145.66	149.10	0.004076	3.40	908.92	164.96	0.45

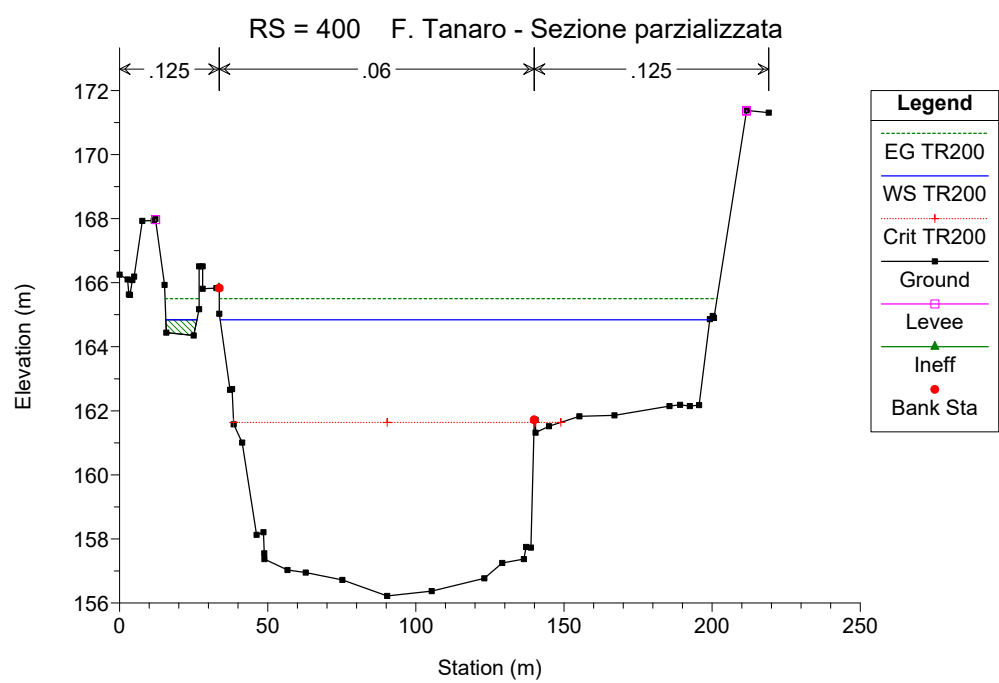
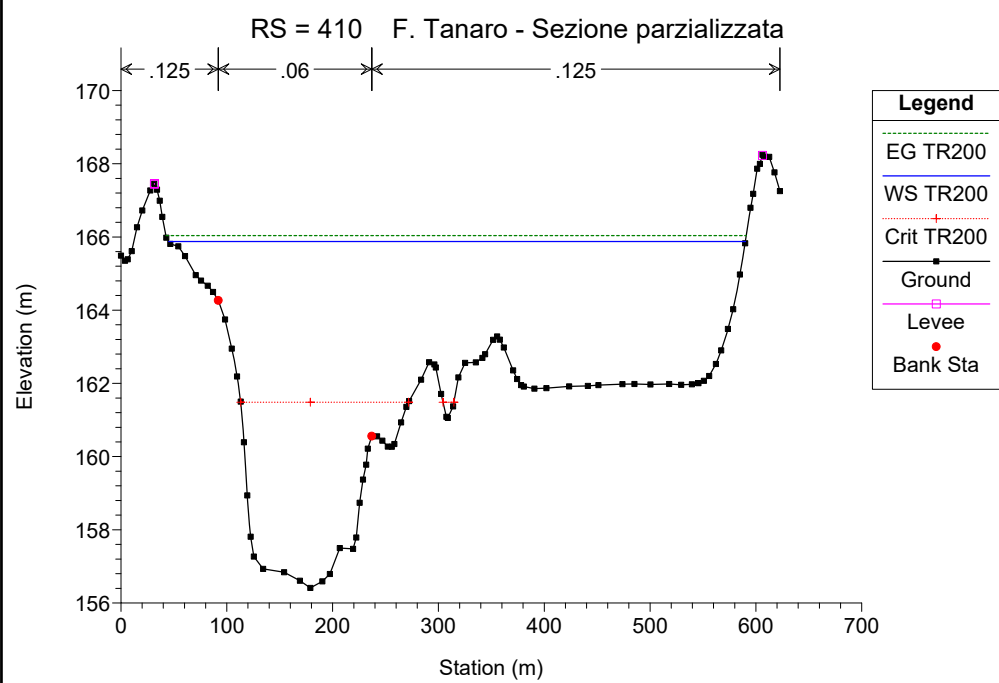
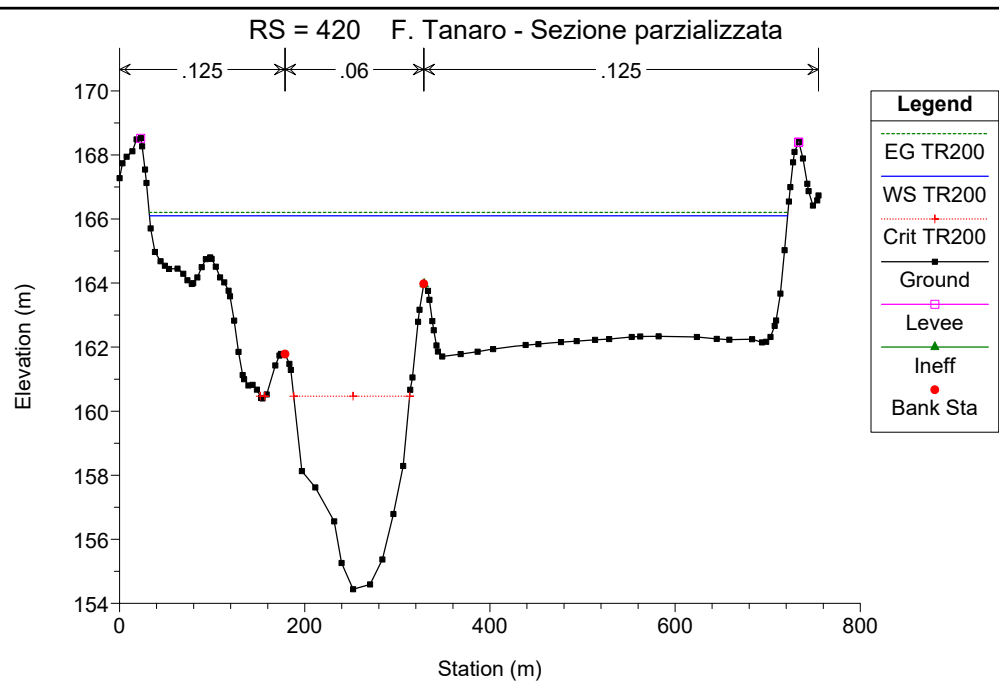
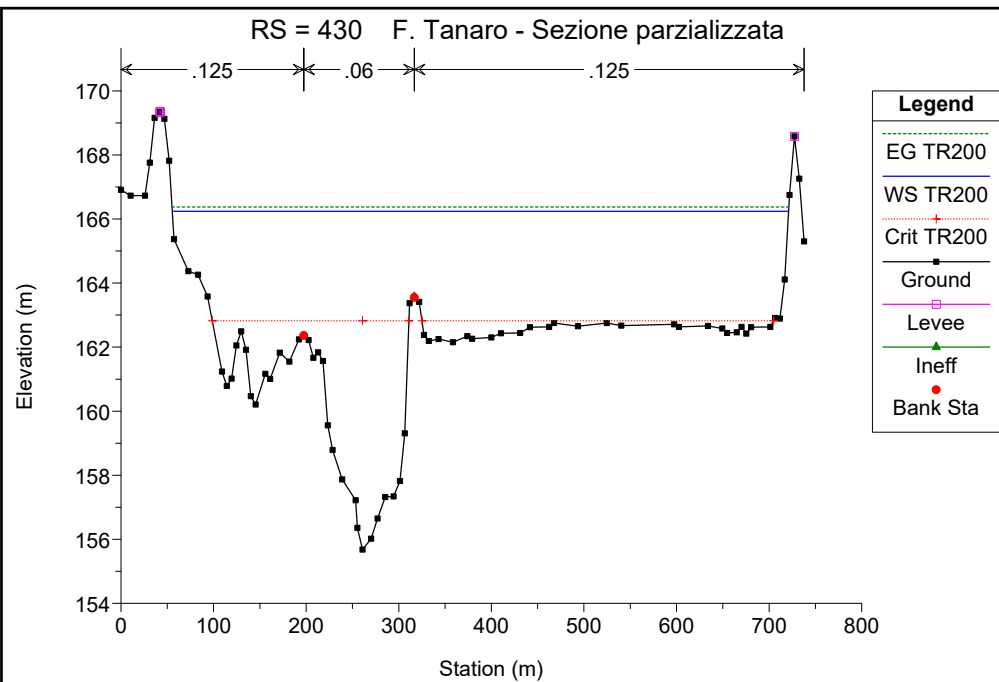
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: TR200 (Continued)

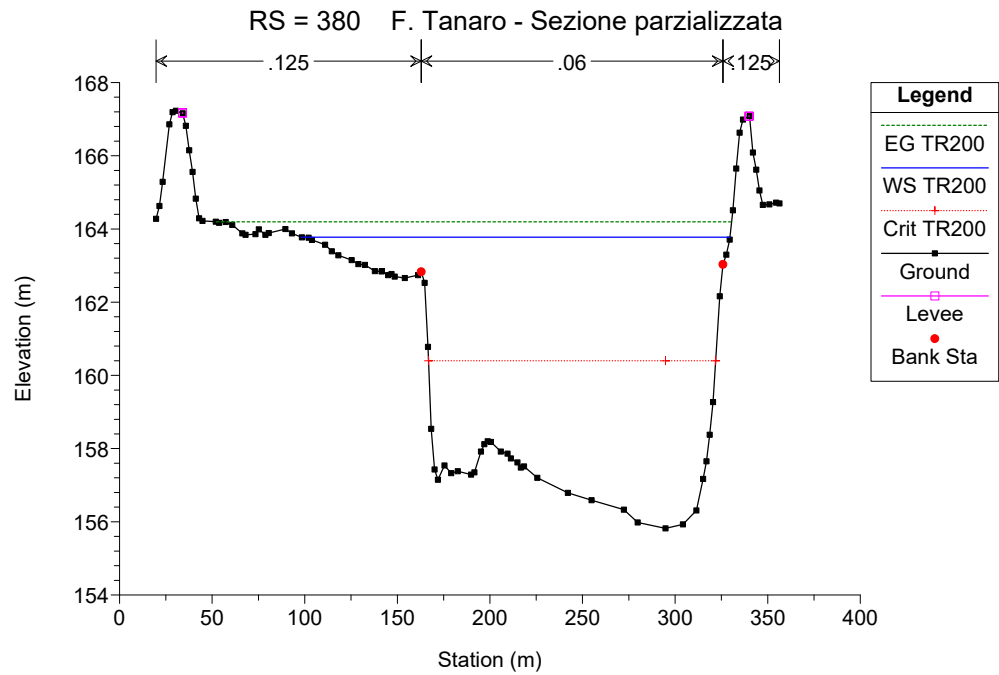
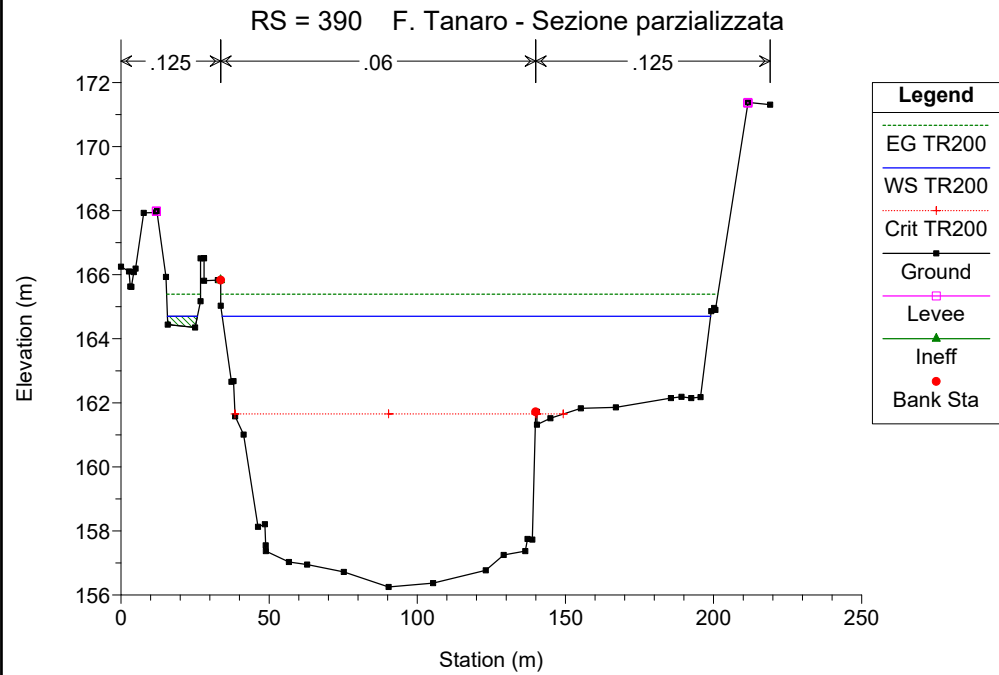
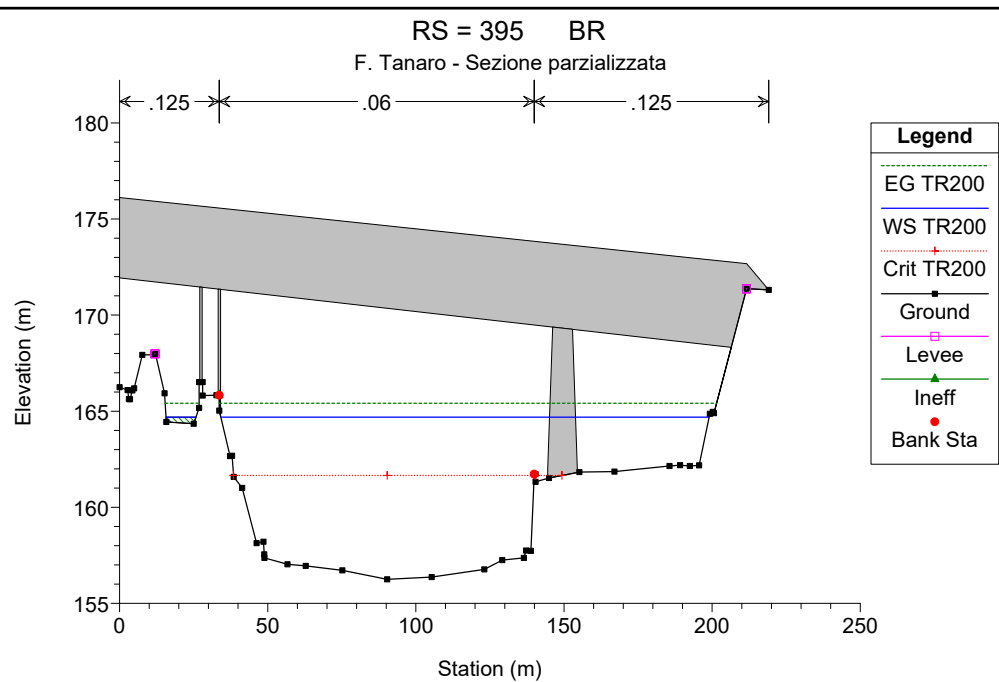
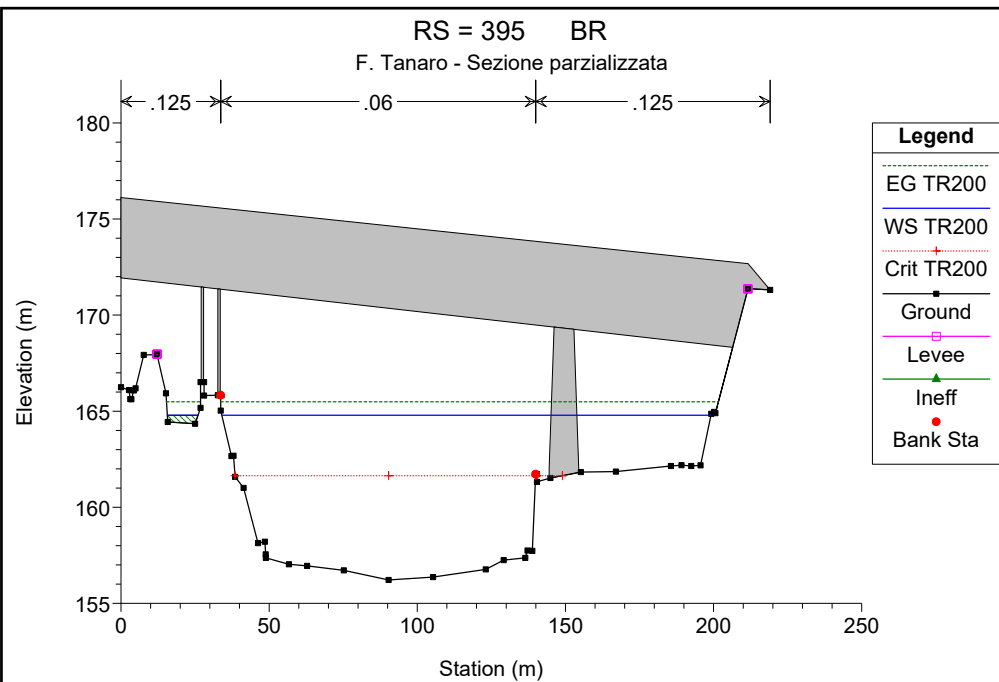
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR200	3093.00	139.61	147.61	144.99	148.01	0.003378	2.96	1319.90	306.40	0.41
1	60	TR200	3093.00	138.12	147.19	143.39	147.44	0.001559	2.44	2198.57	829.55	0.29
1	50	TR200	3093.00	137.54	146.62	144.03	146.99	0.002467	2.99	1858.74	910.31	0.36
1	40	TR200	3093.00	137.06	145.88	143.20	146.20	0.002704	2.52	1352.03	742.04	0.36
1	30	TR200	3093.00	137.37	145.24	142.04	145.52	0.002235	2.43	1590.56	747.14	0.33
1	20	TR200	3093.00	136.62	144.67	141.71	144.89	0.001725	2.41	2355.92	842.89	0.30
1	10	TR200	3093.00	135.29	143.72	142.45	144.19	0.004002	3.49	1701.00	663.33	0.45

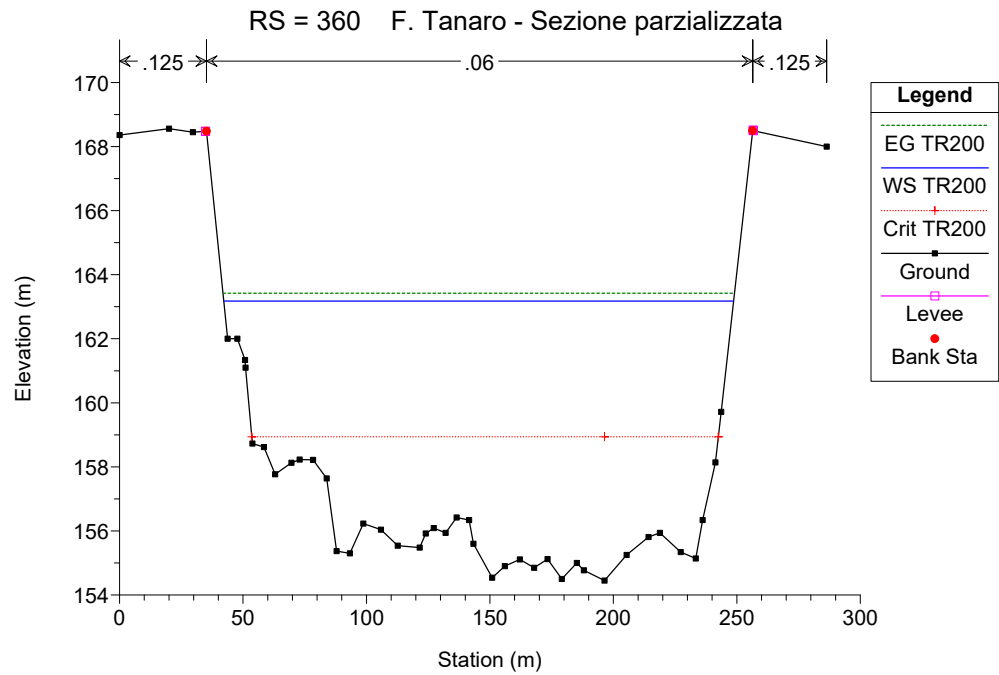
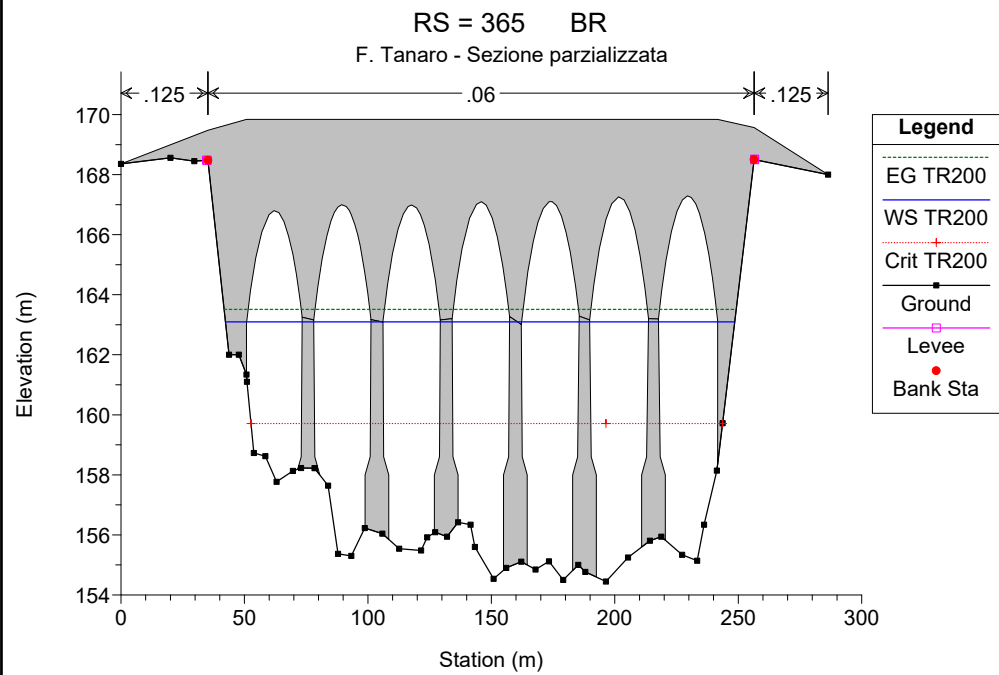
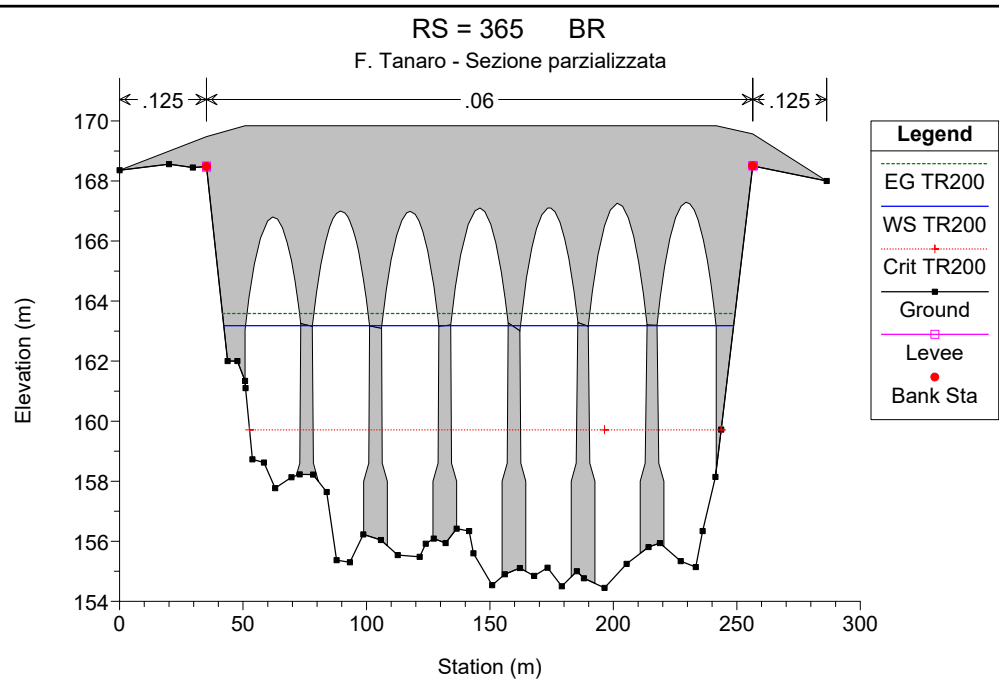
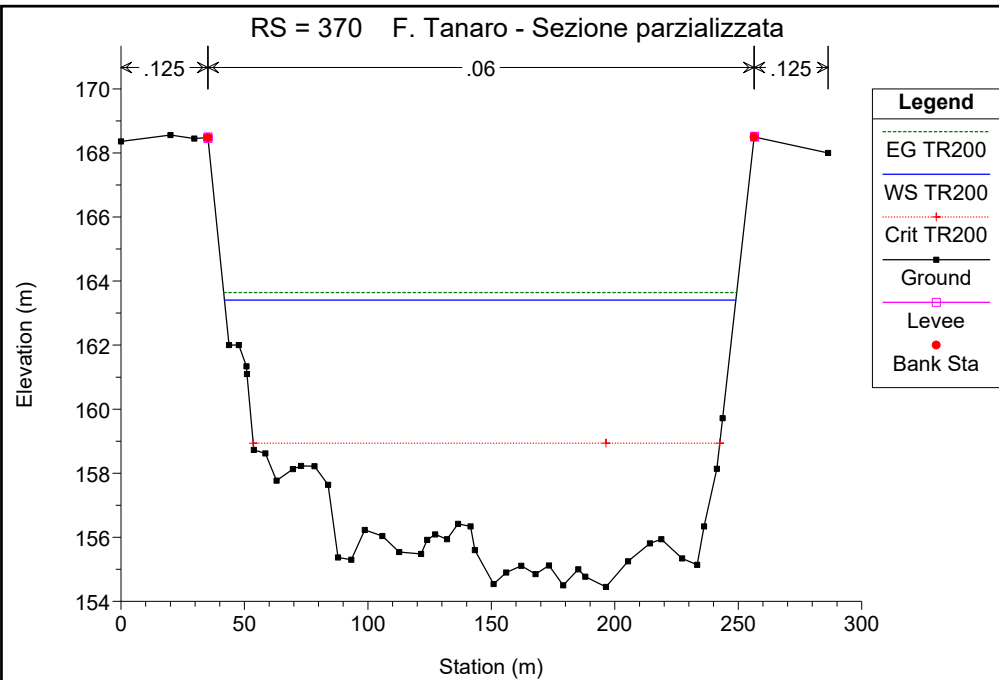
# F. Tanaro - Sezione parzializzata

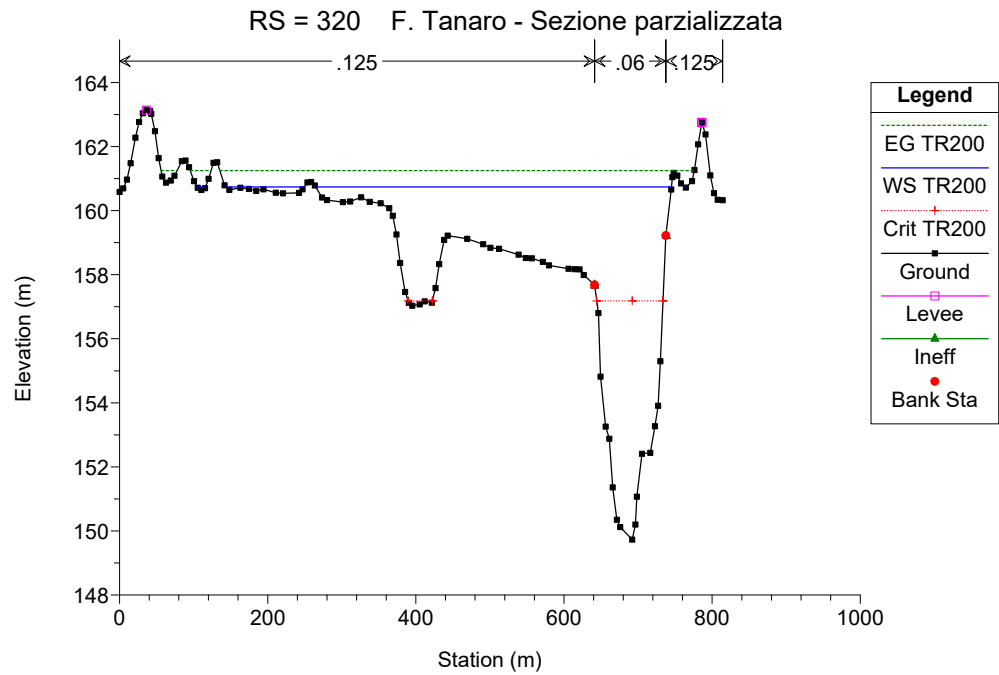
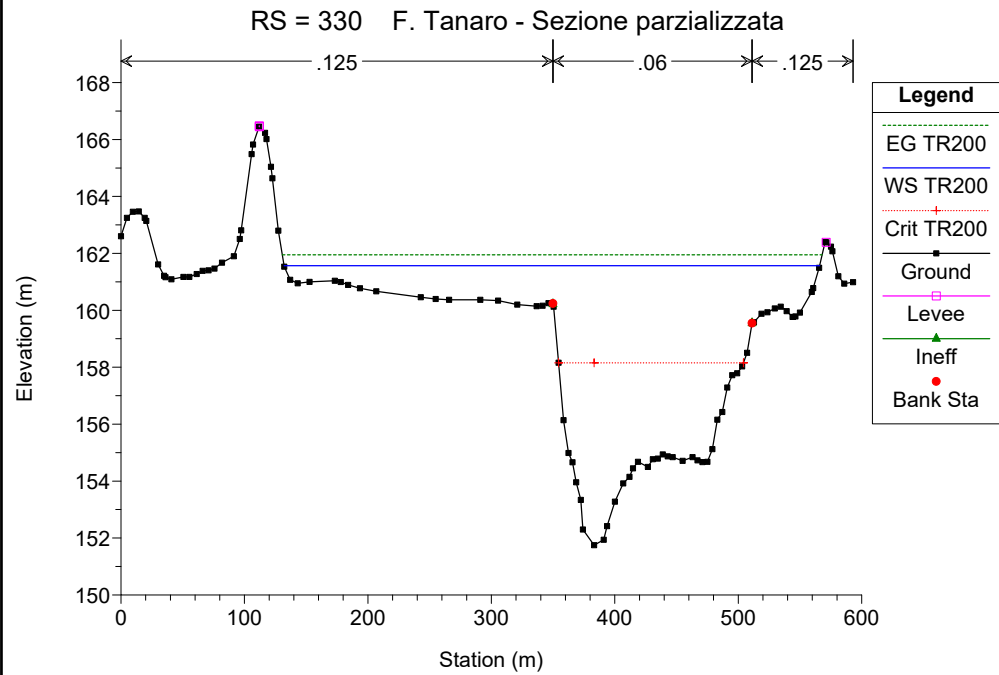
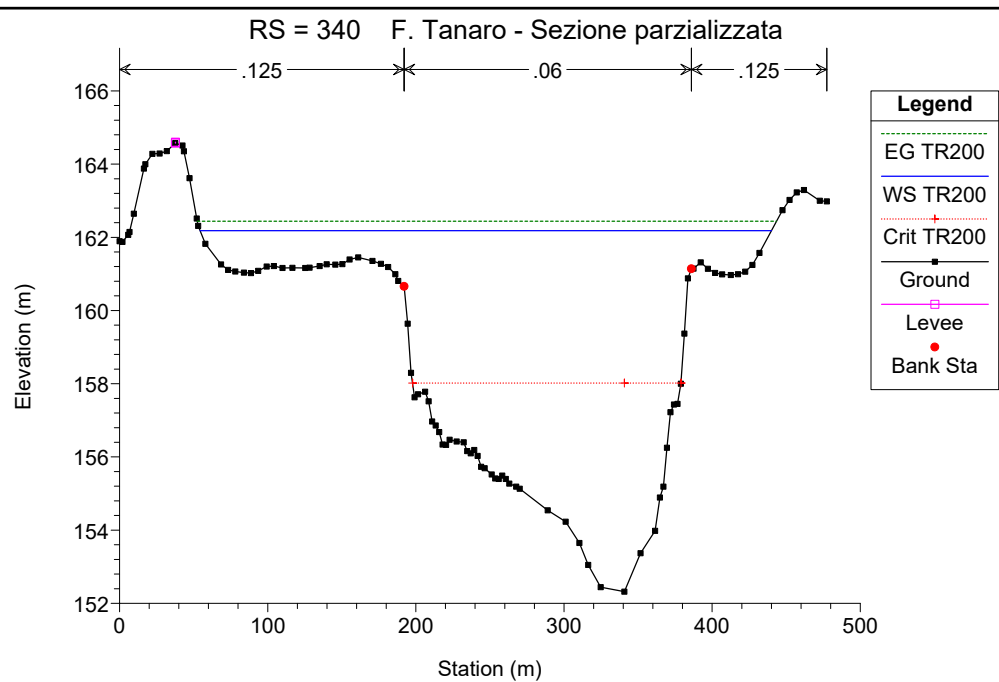
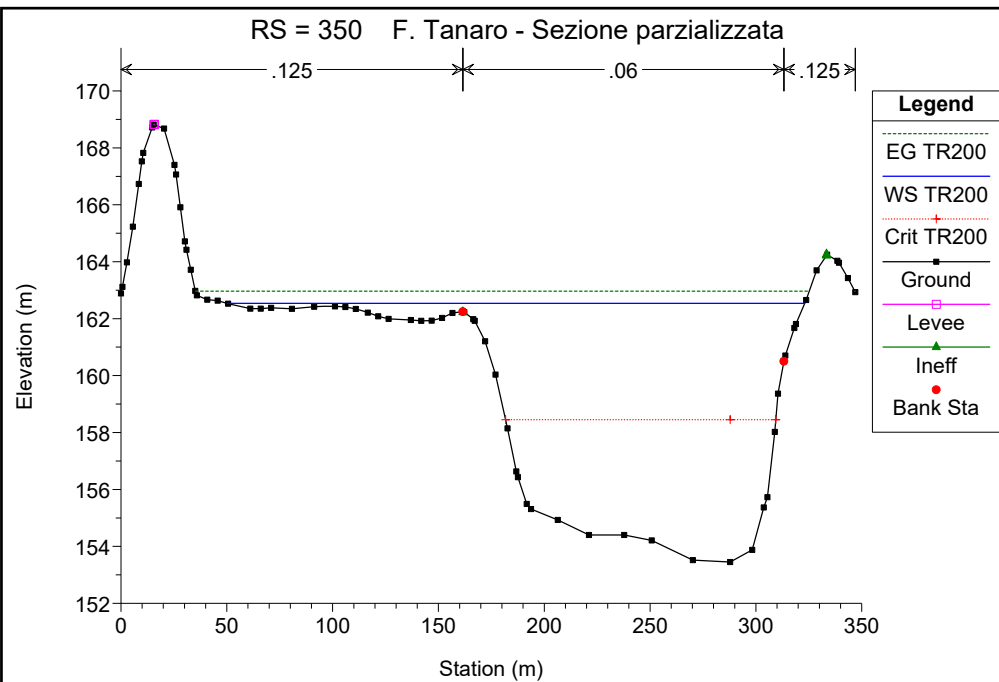
Tanaro 1



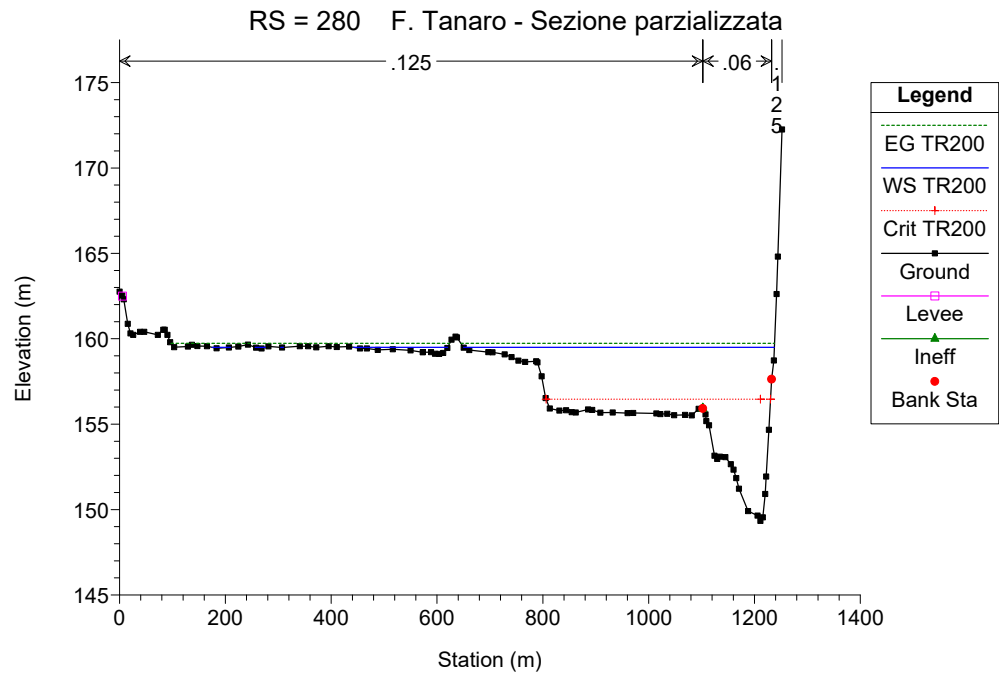
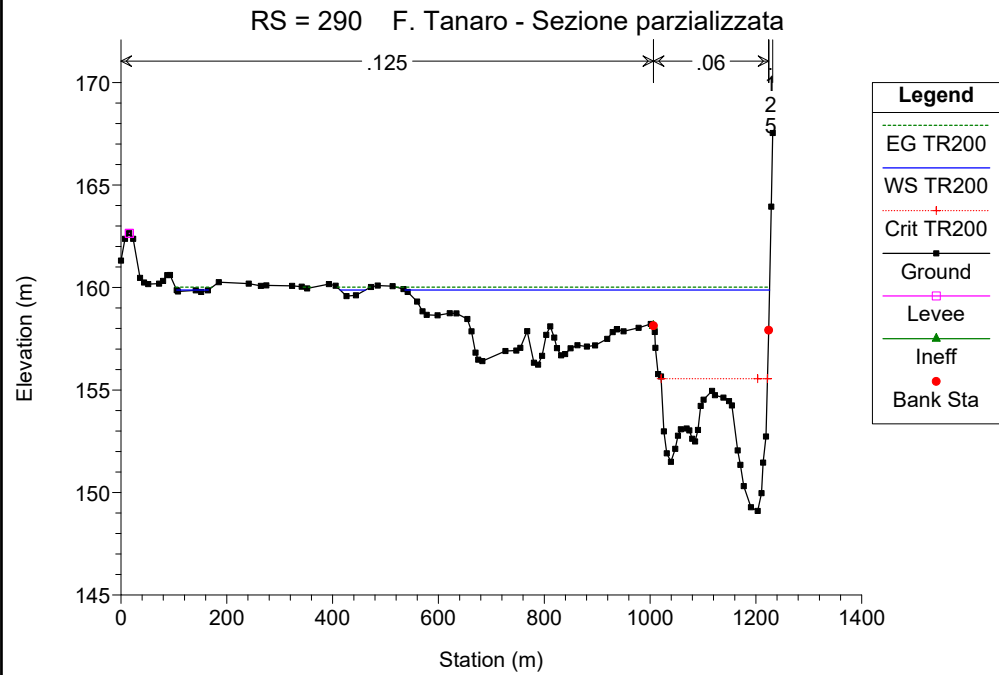
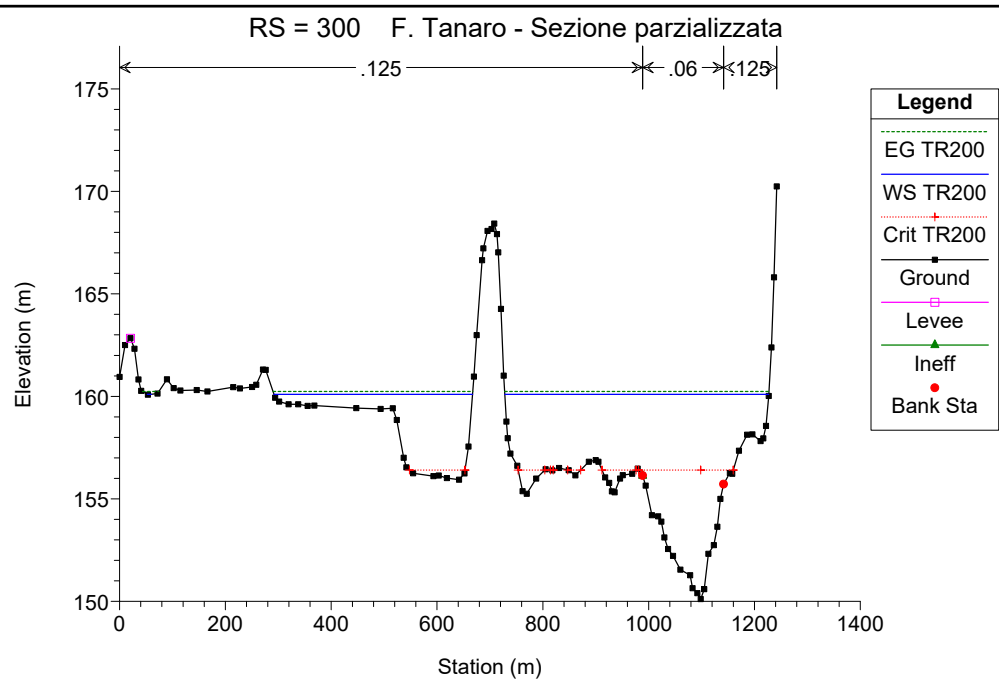
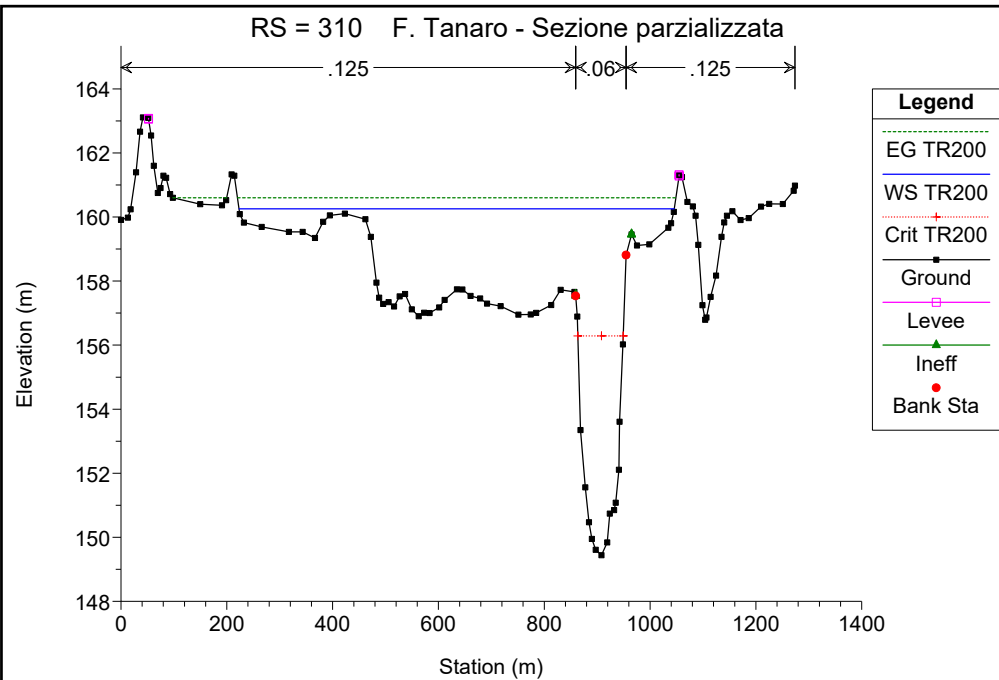


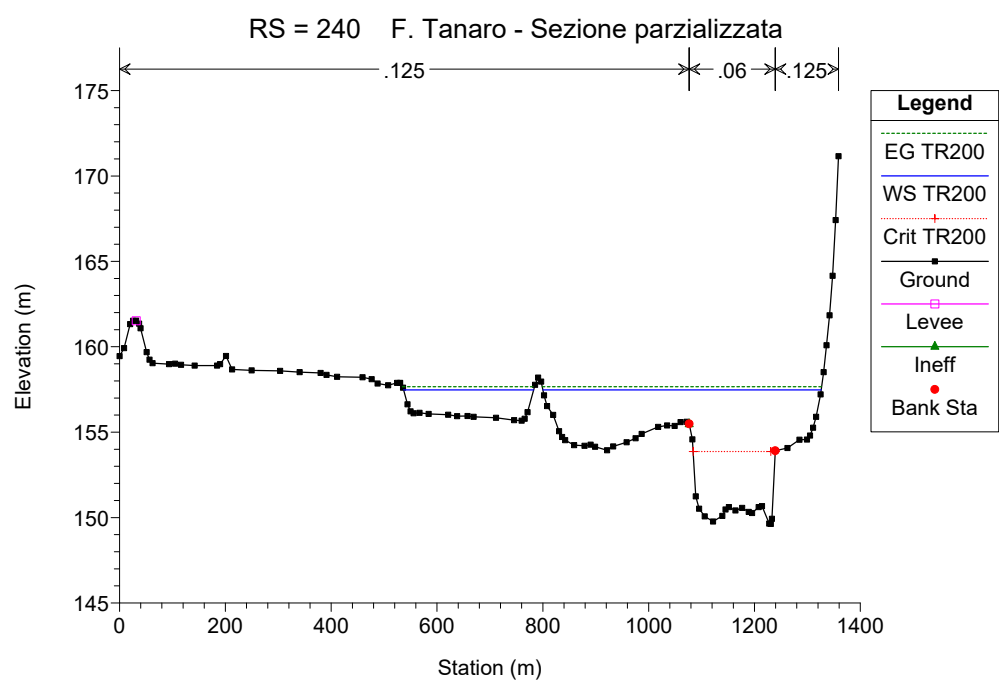
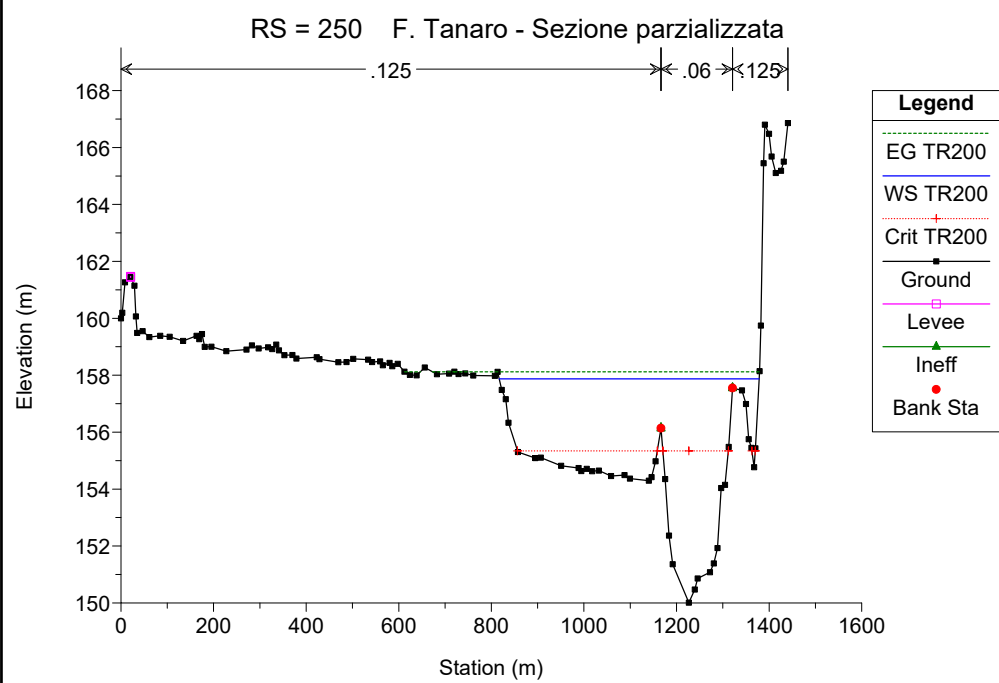
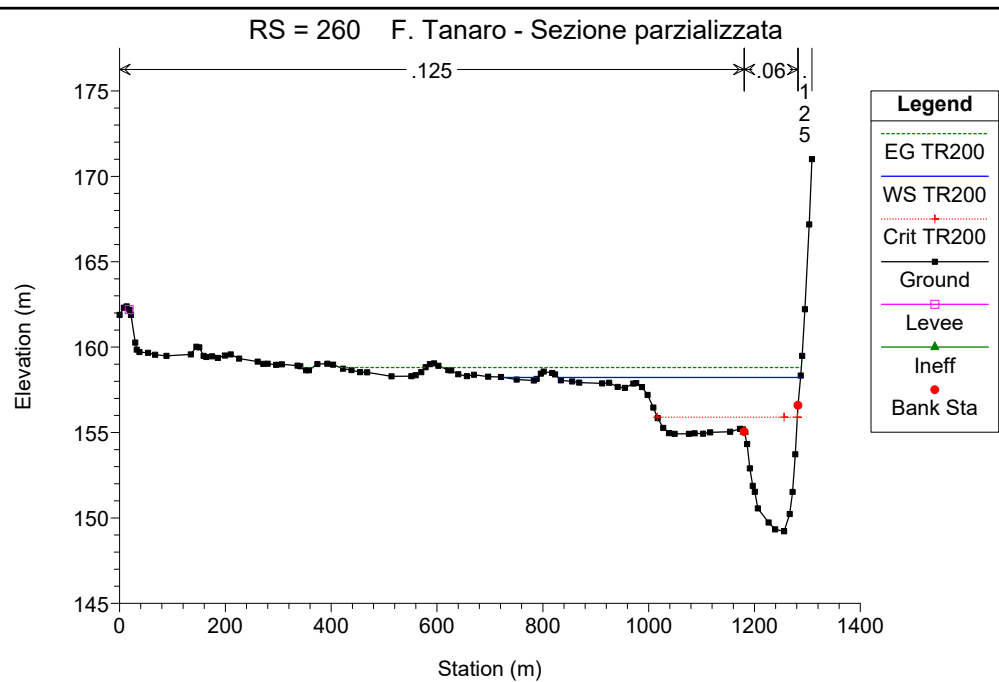
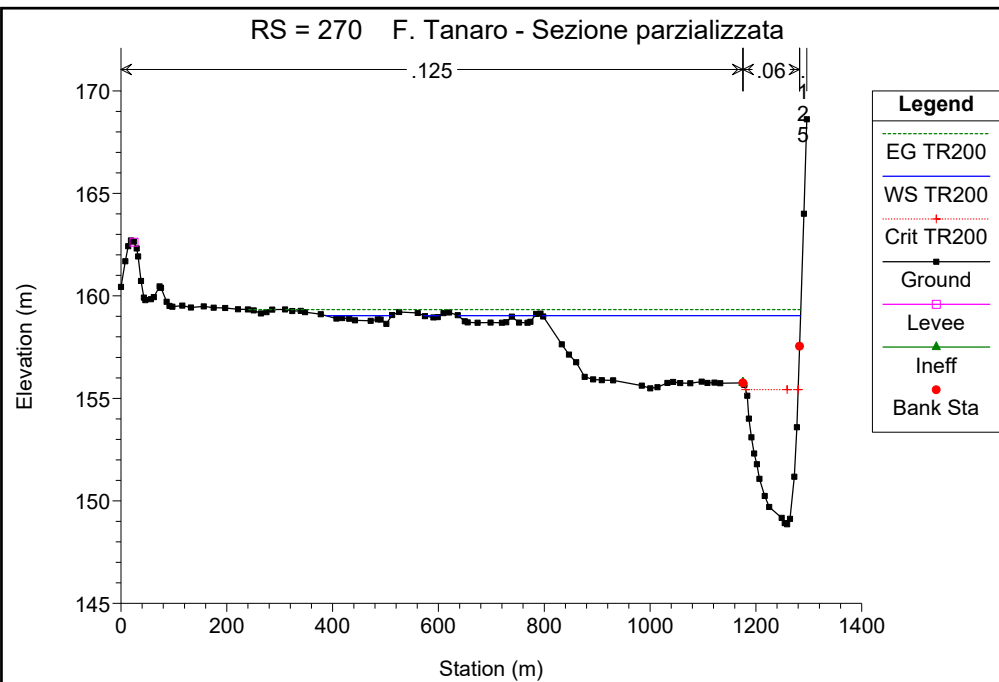


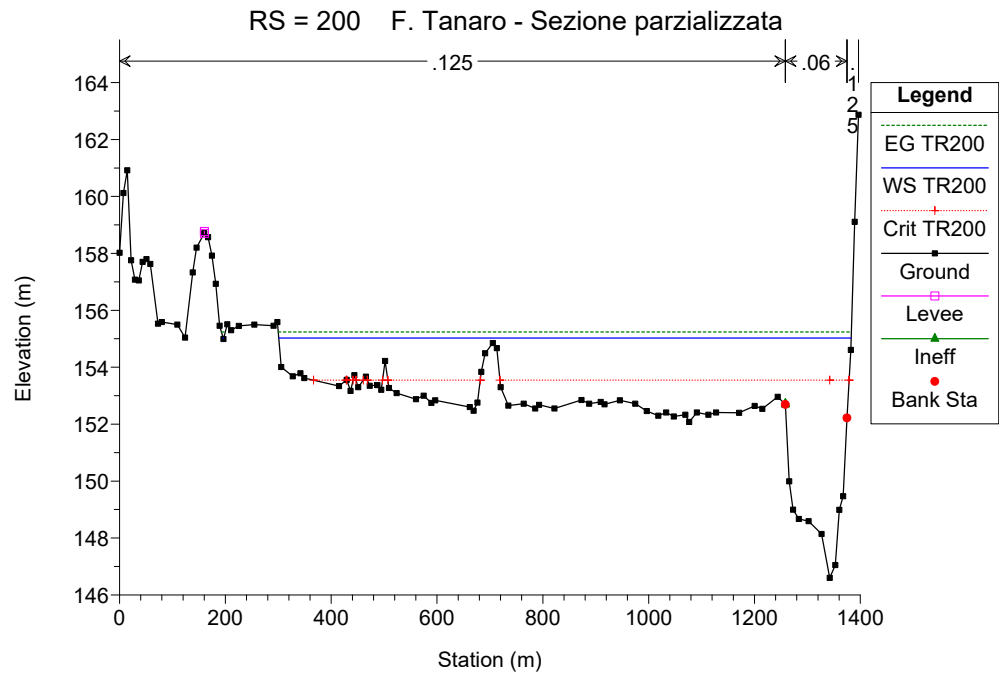
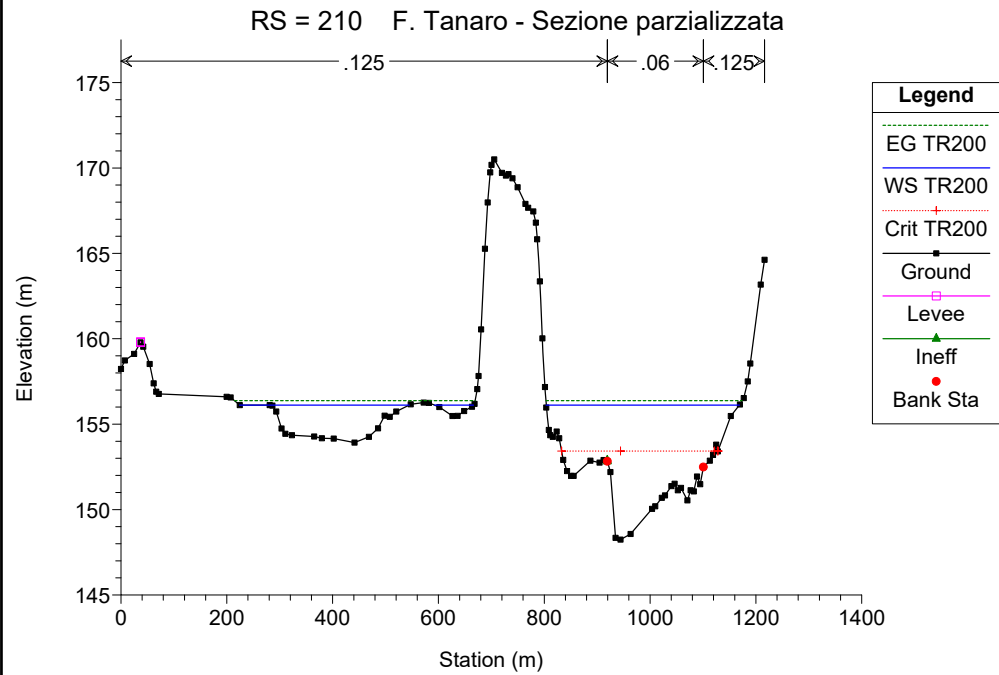
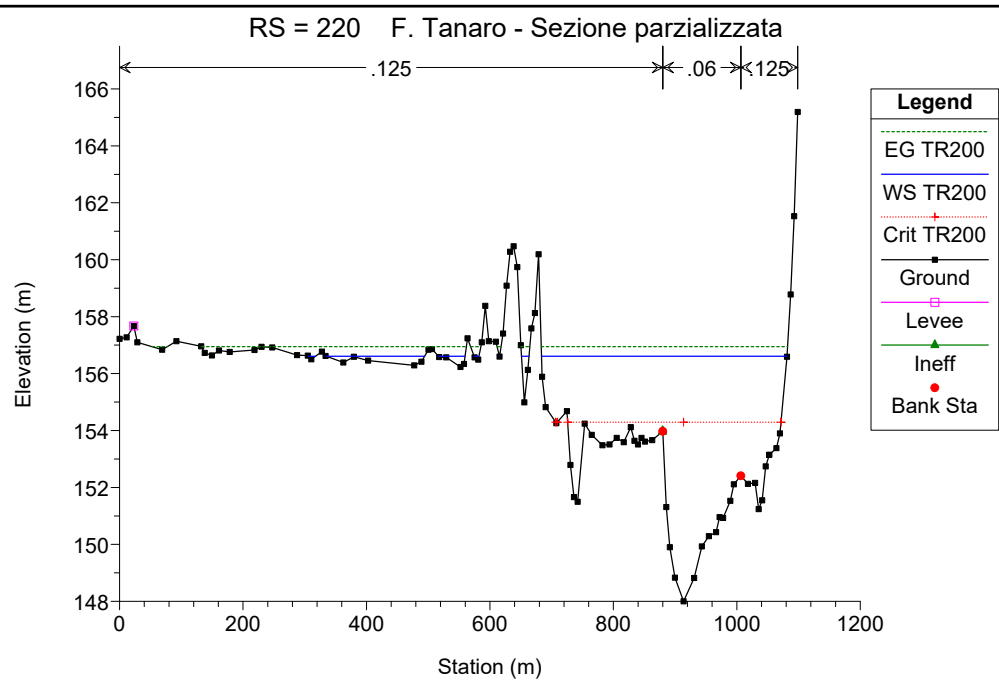
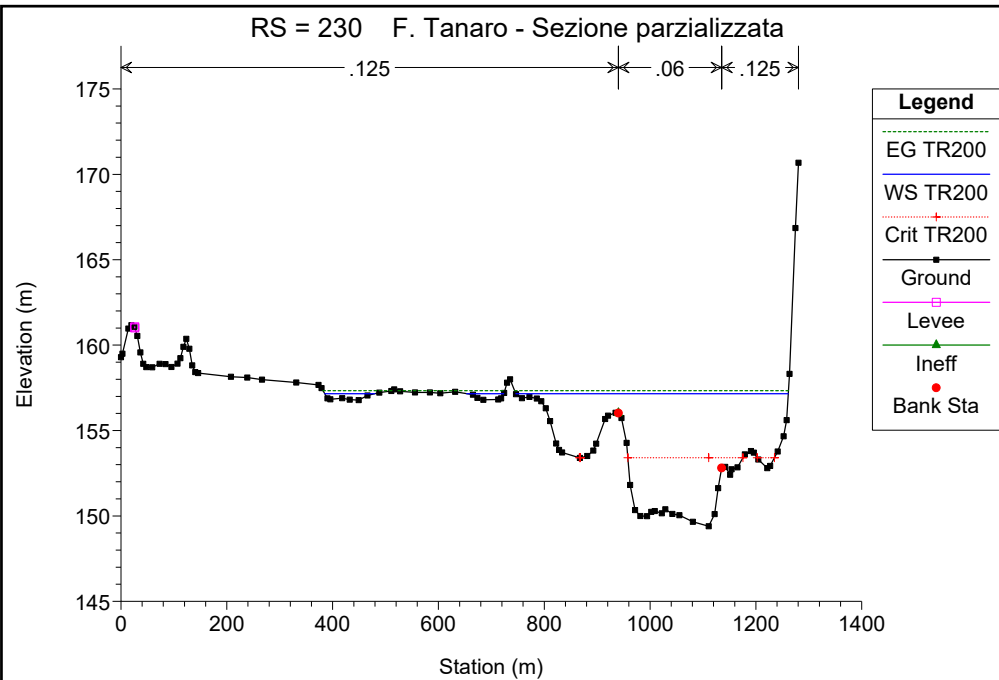


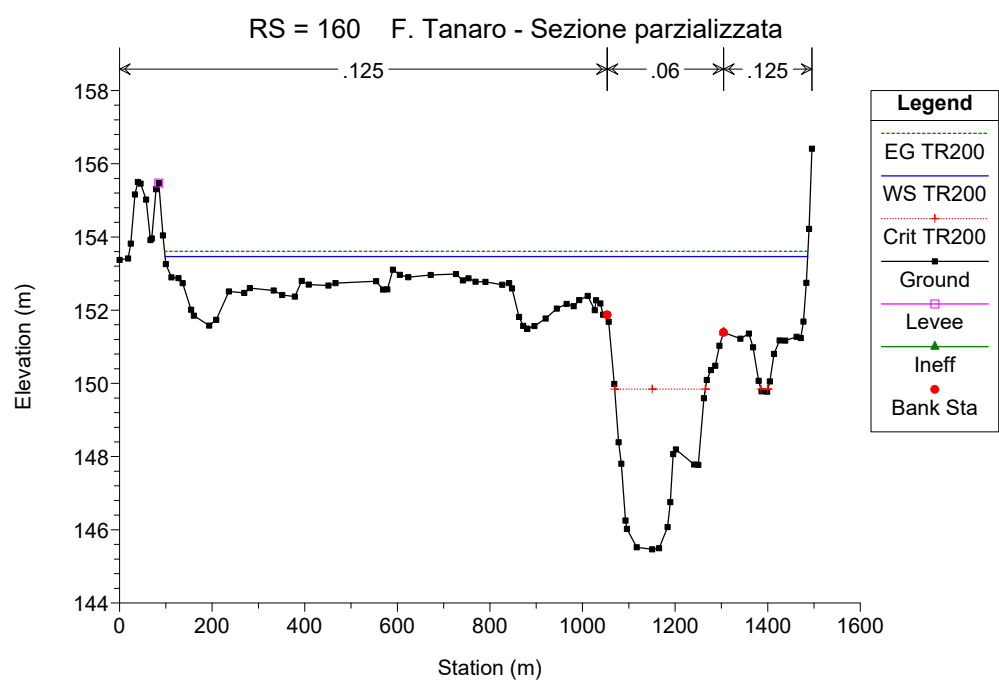
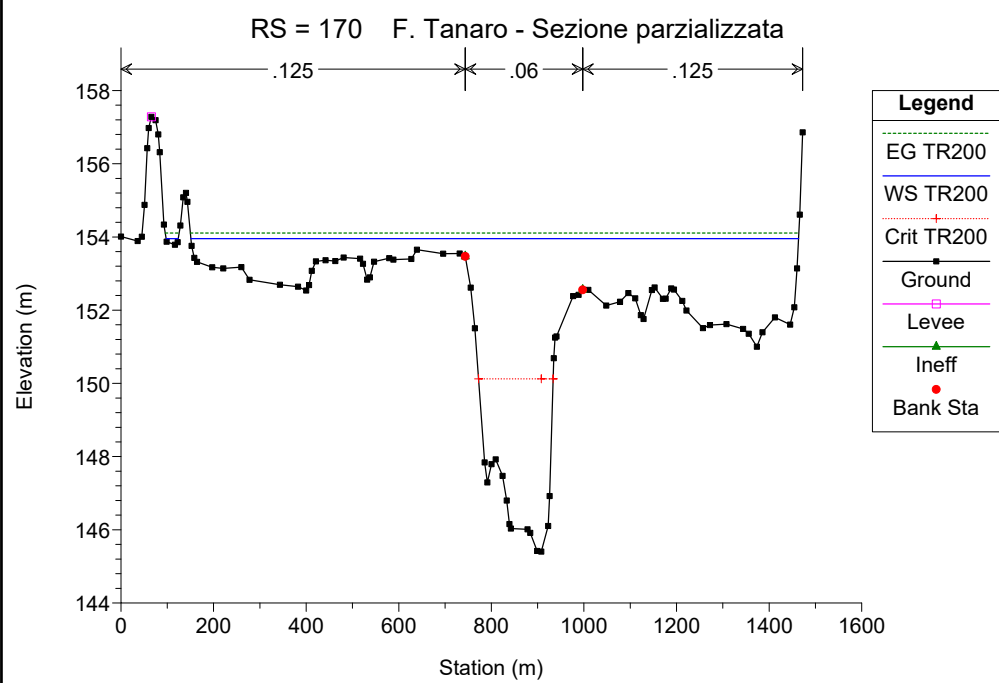
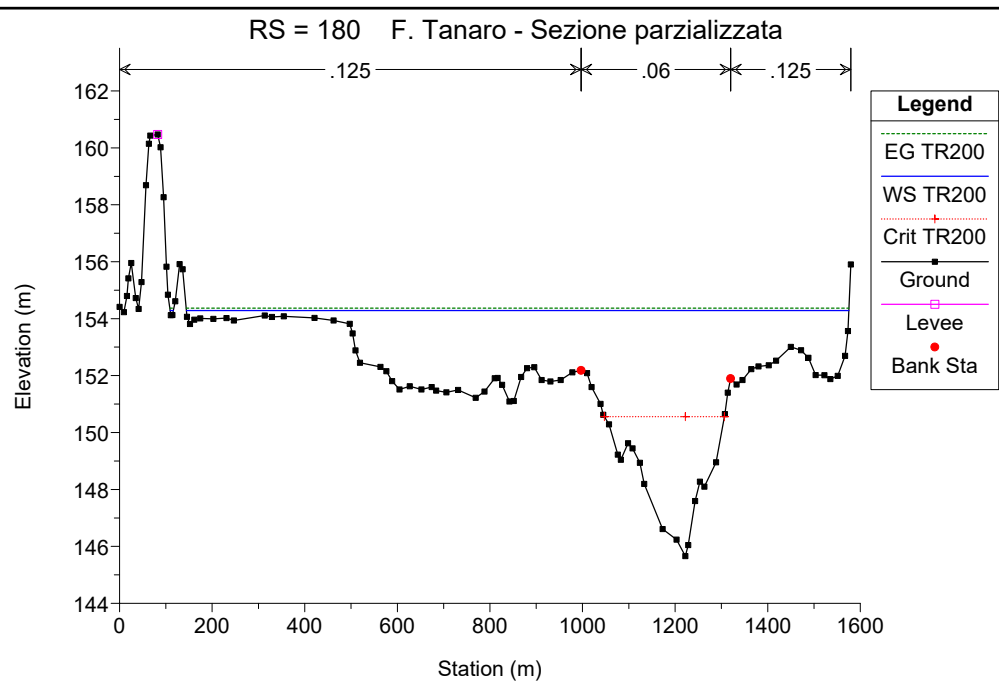
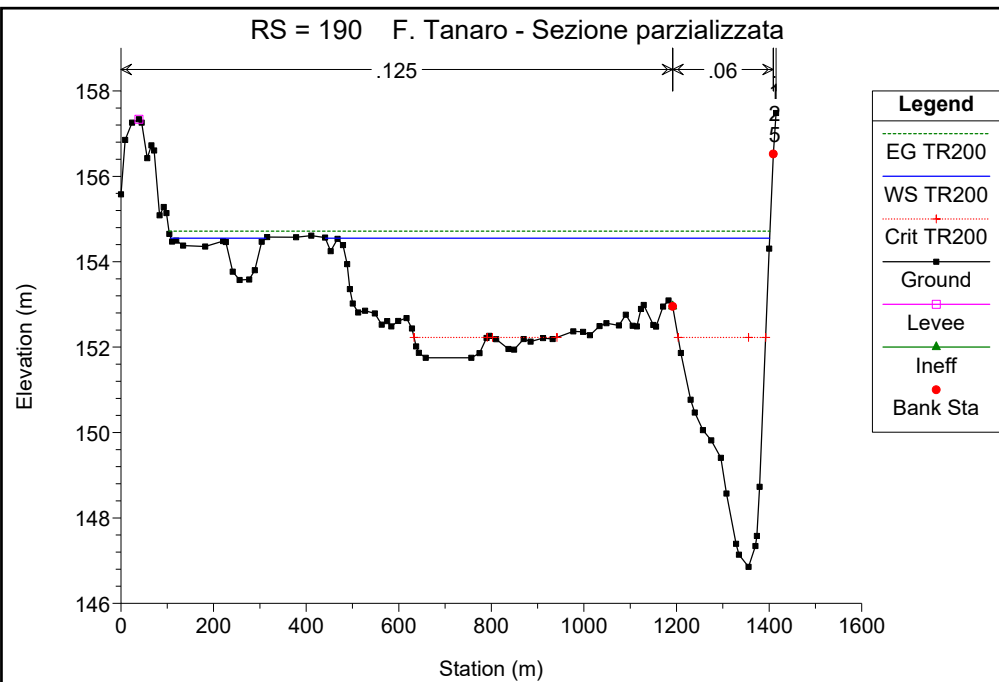


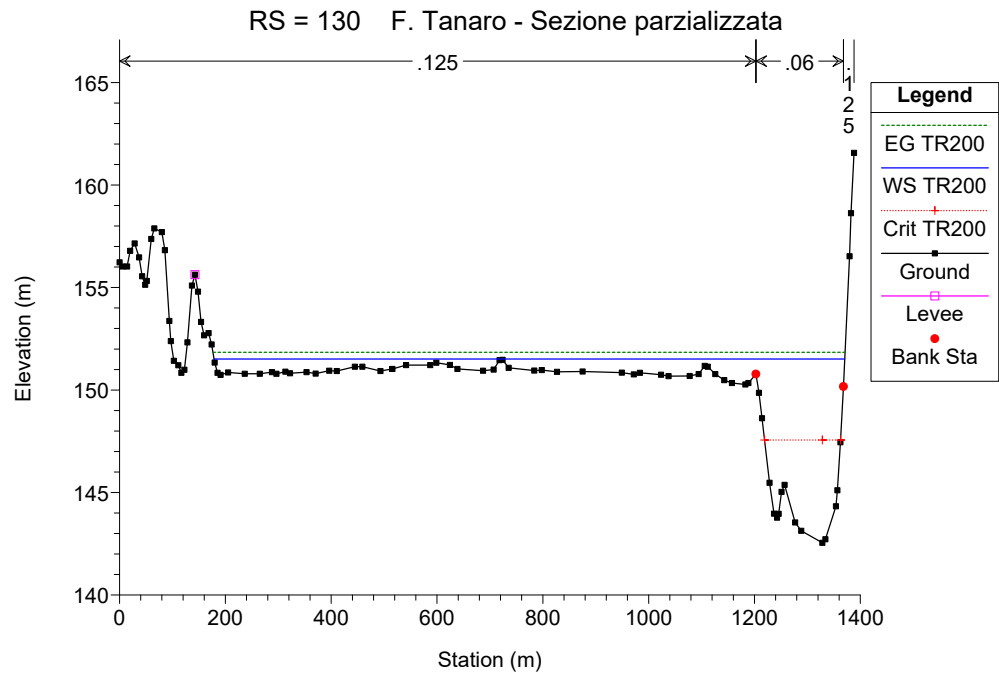
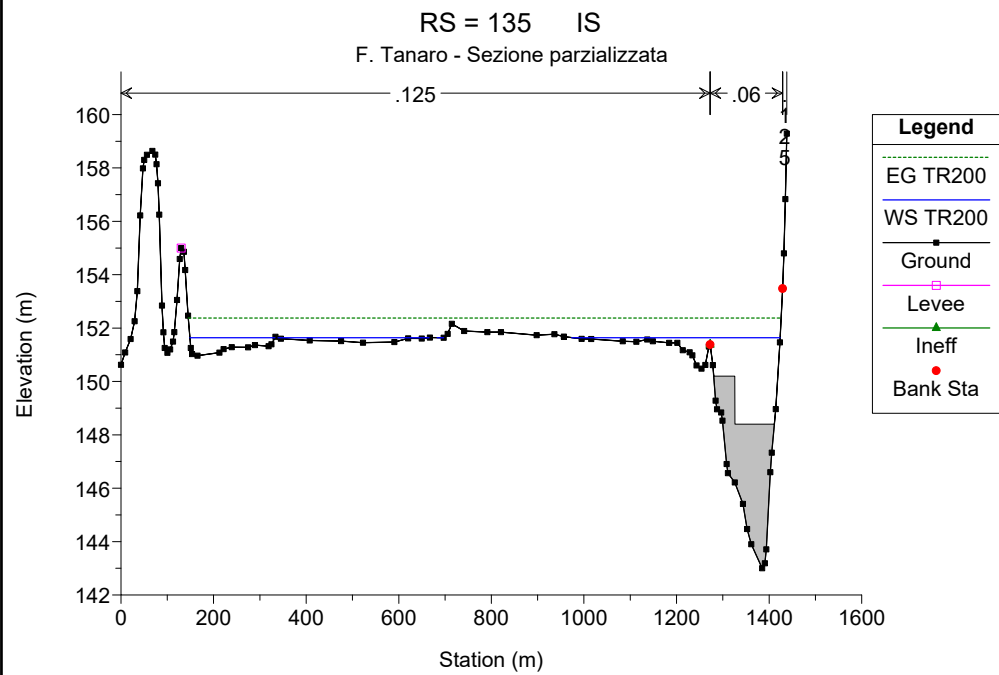
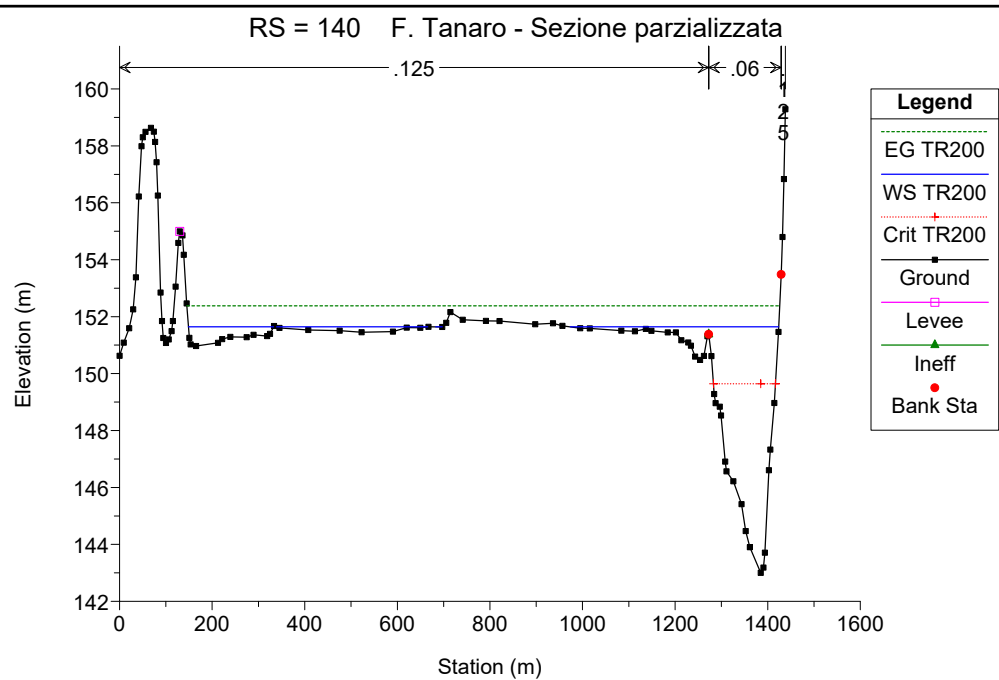
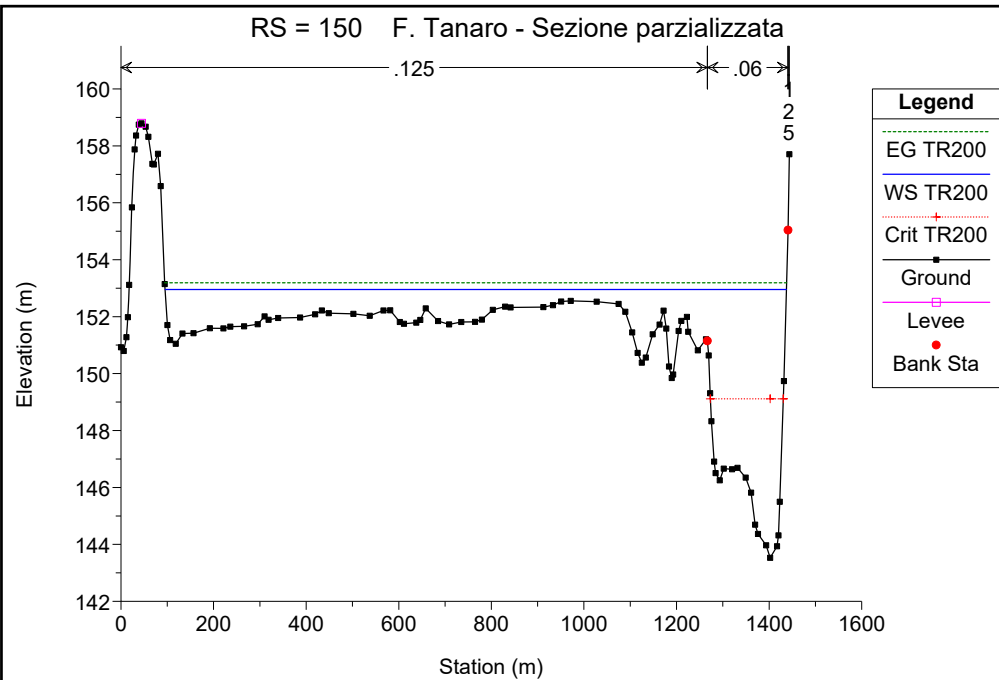


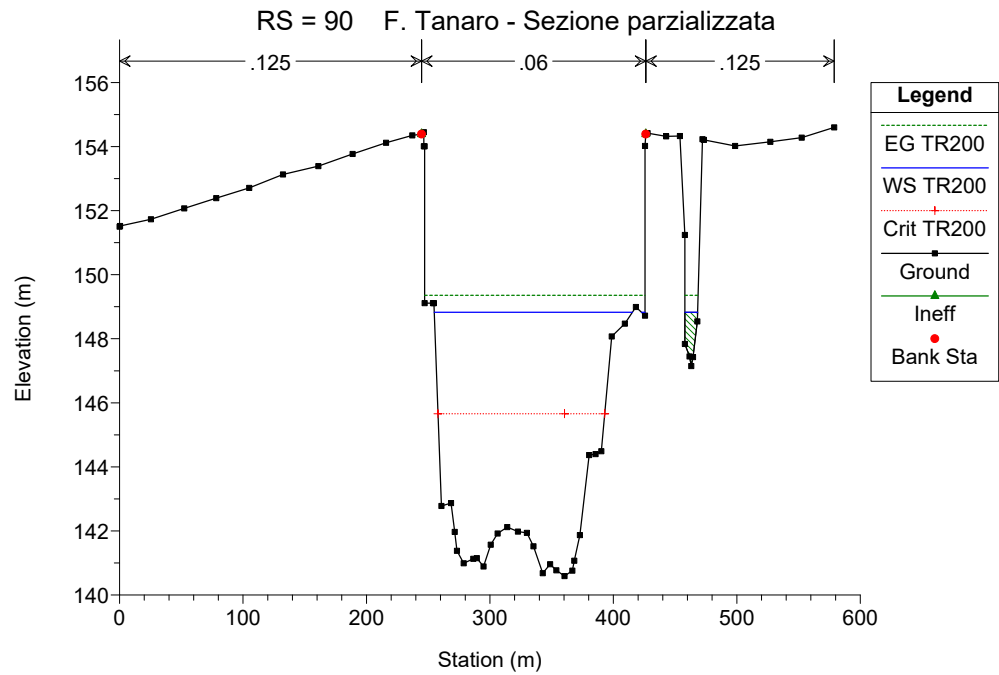
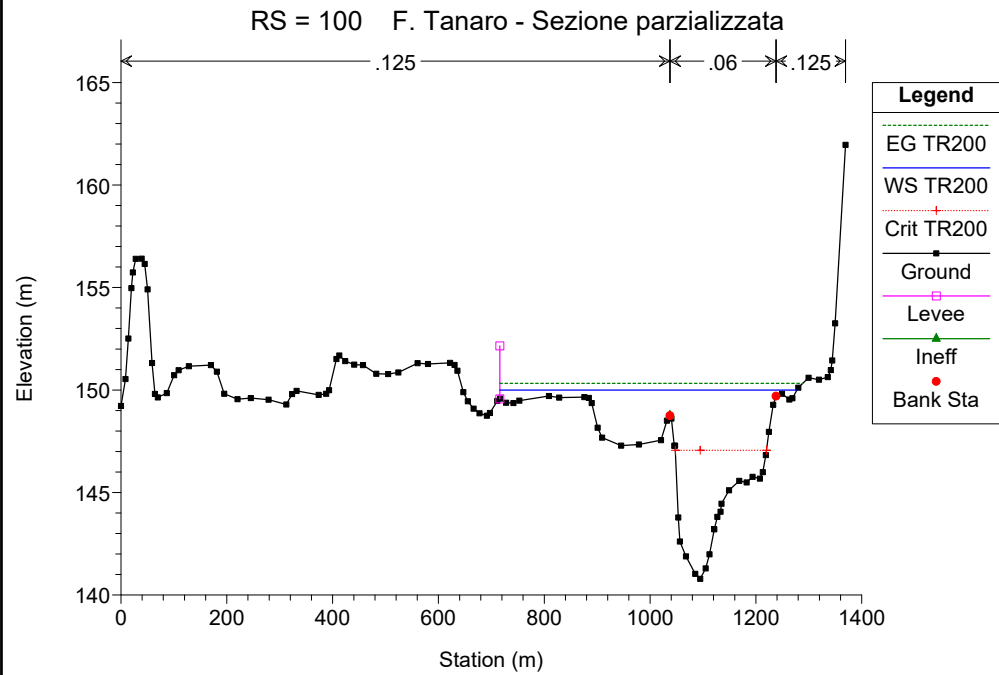
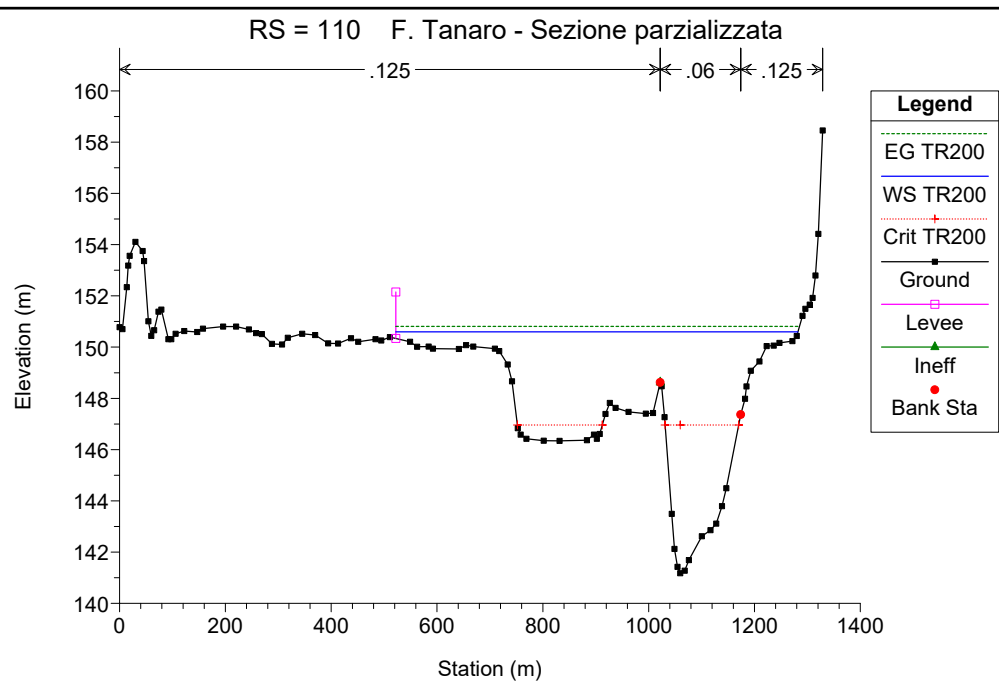
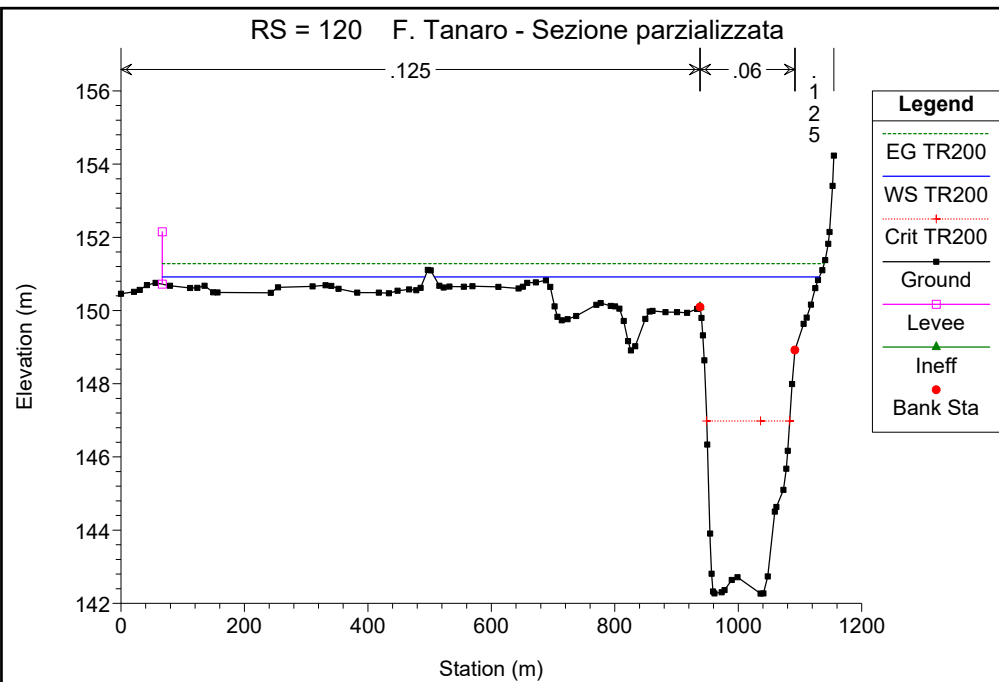


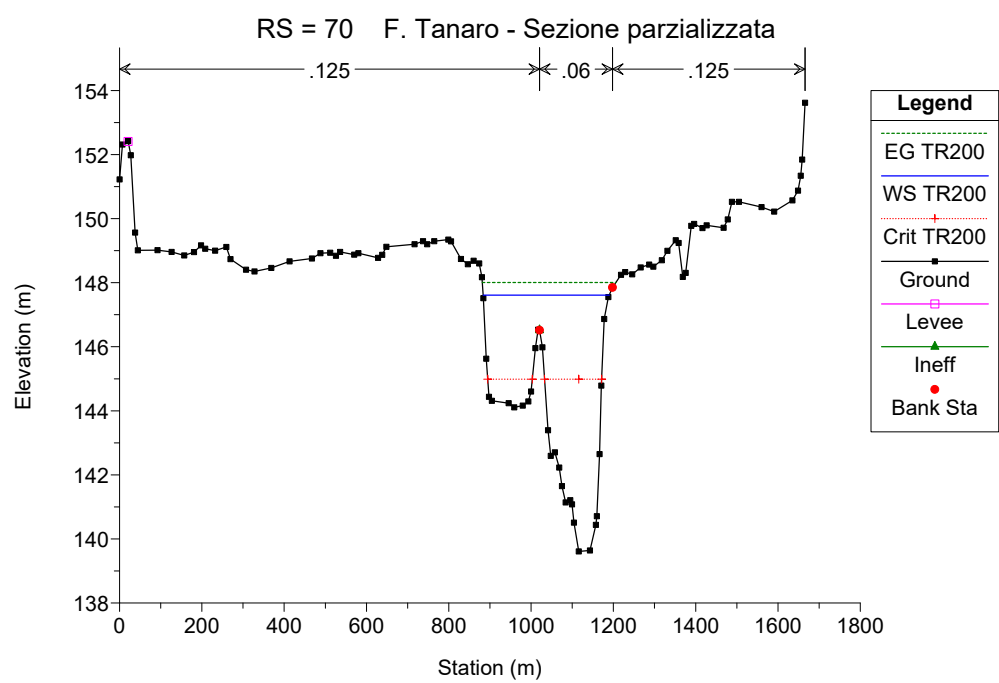
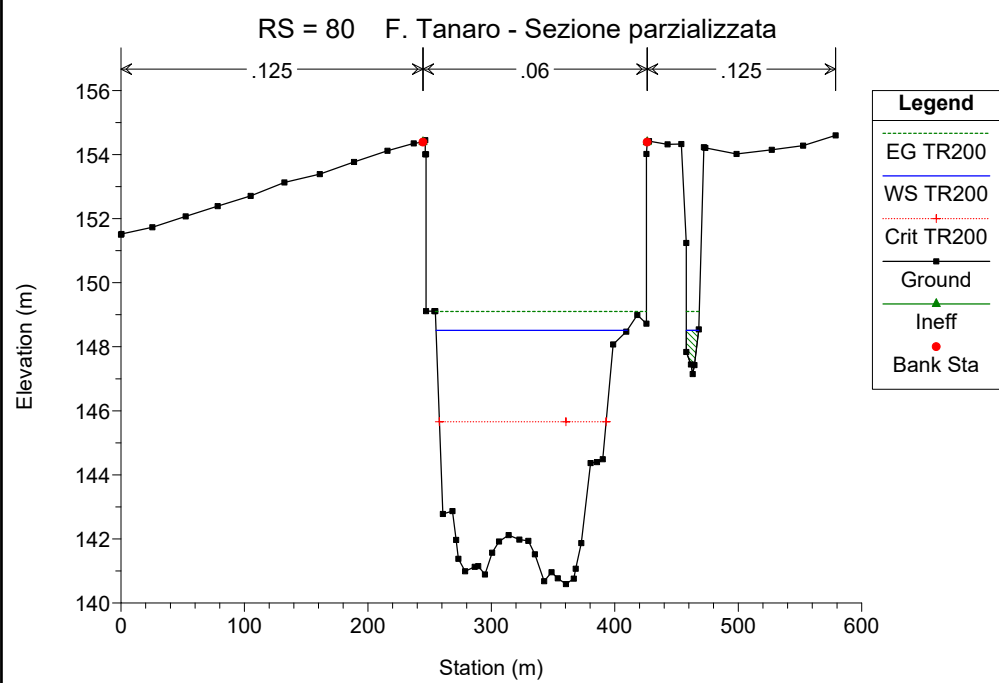
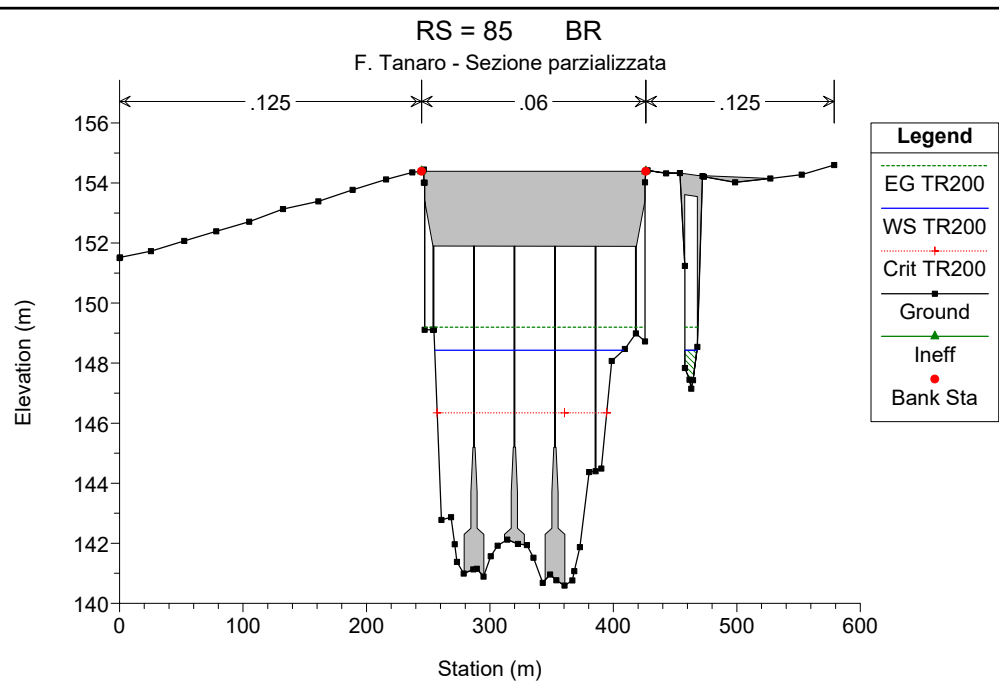
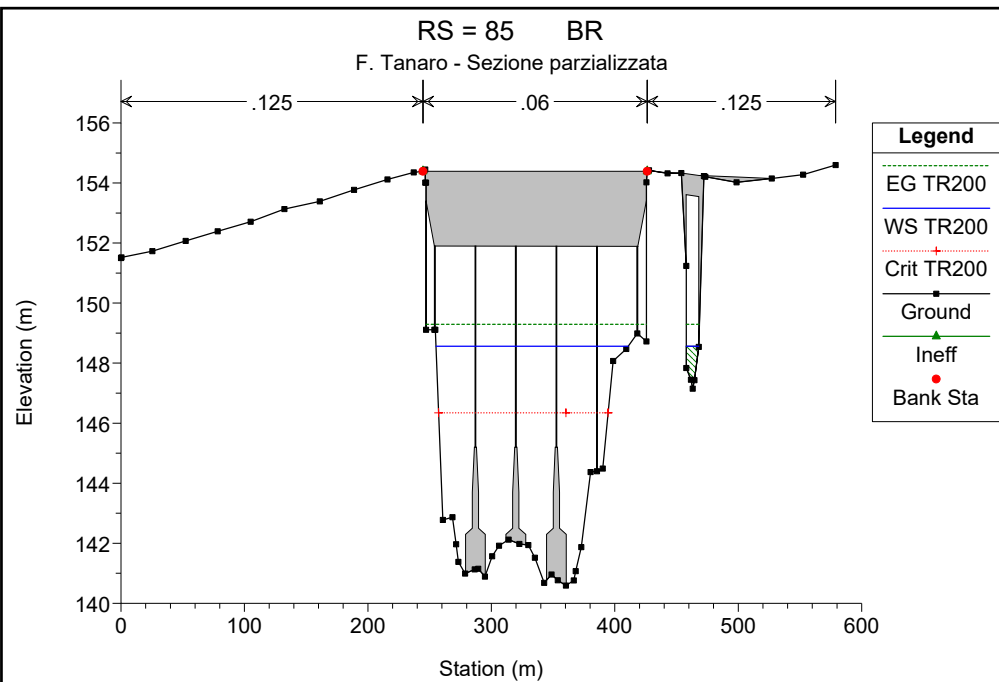


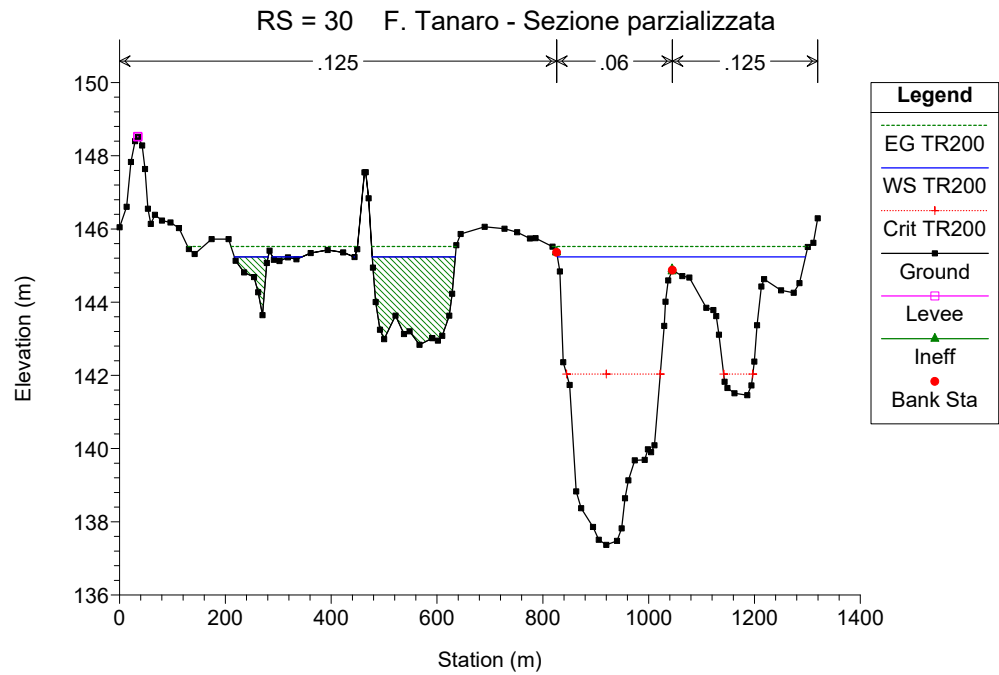
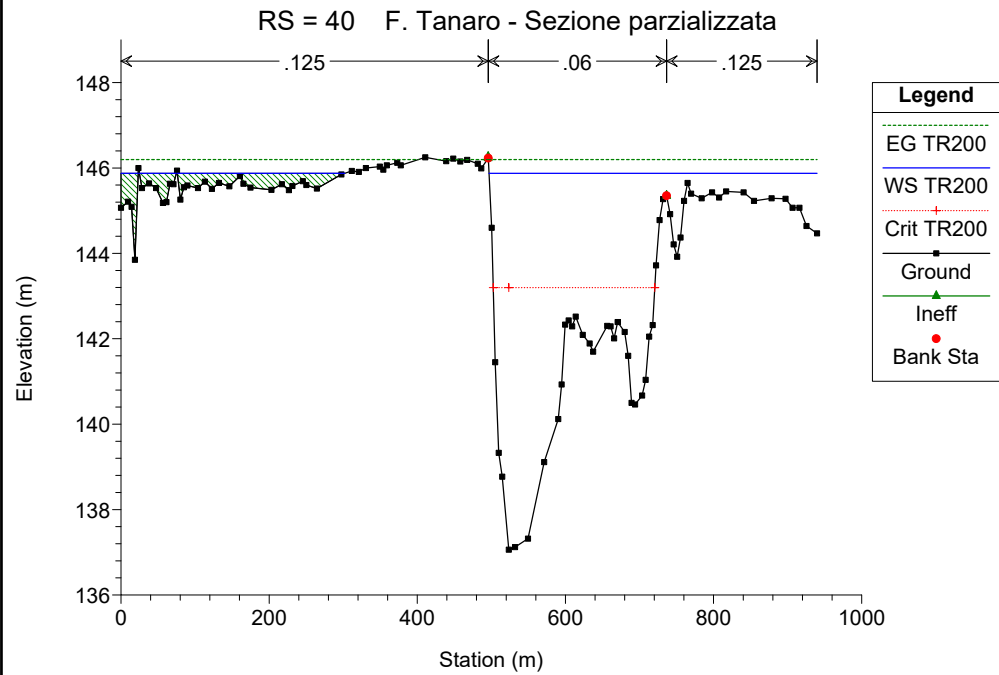
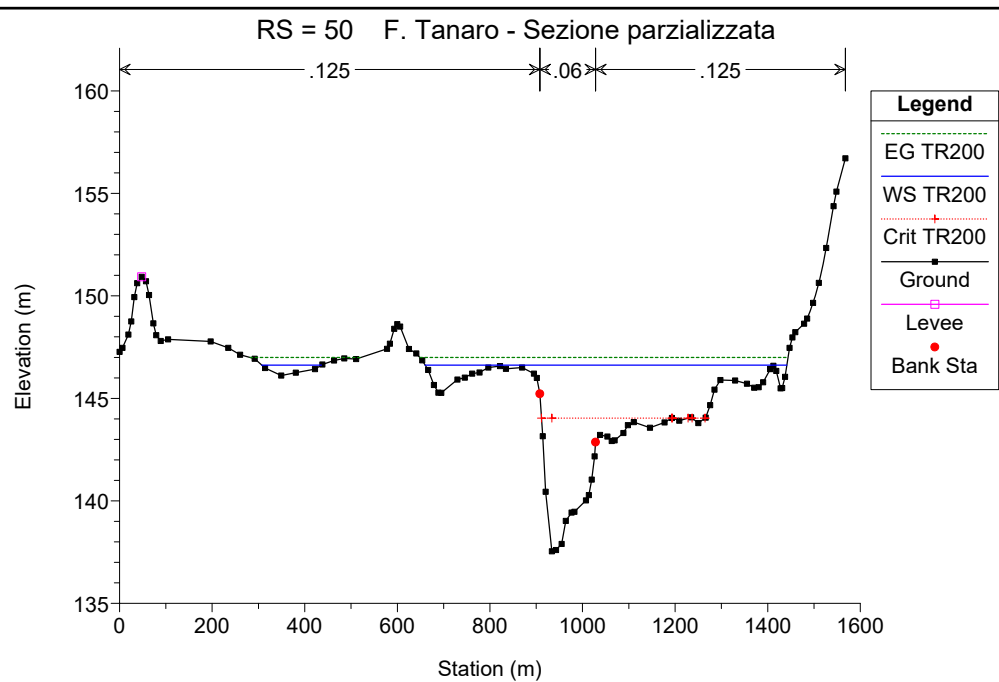
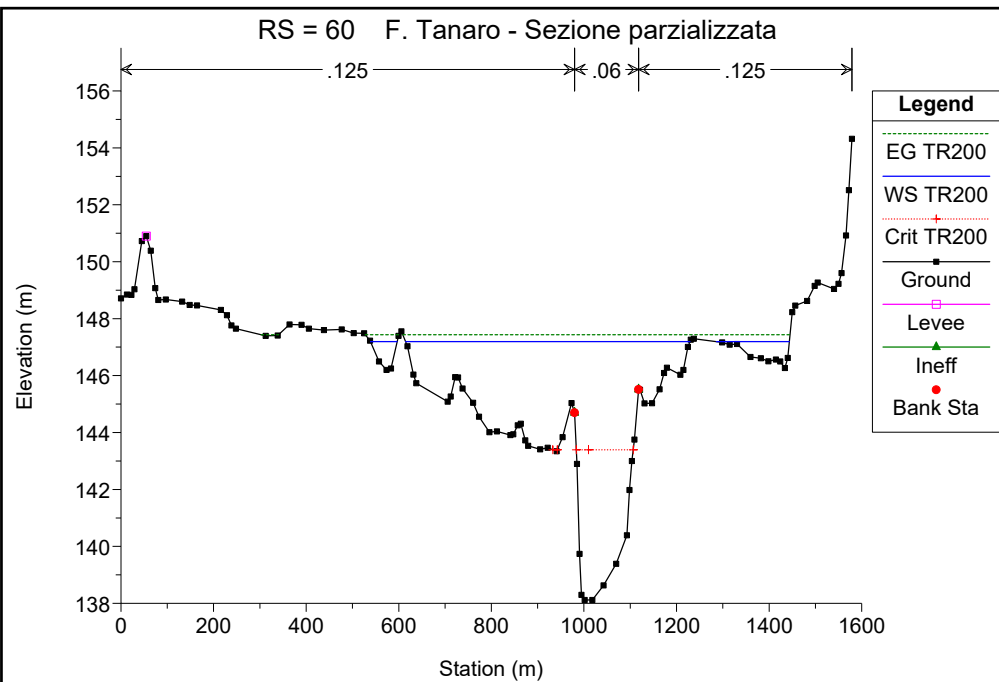






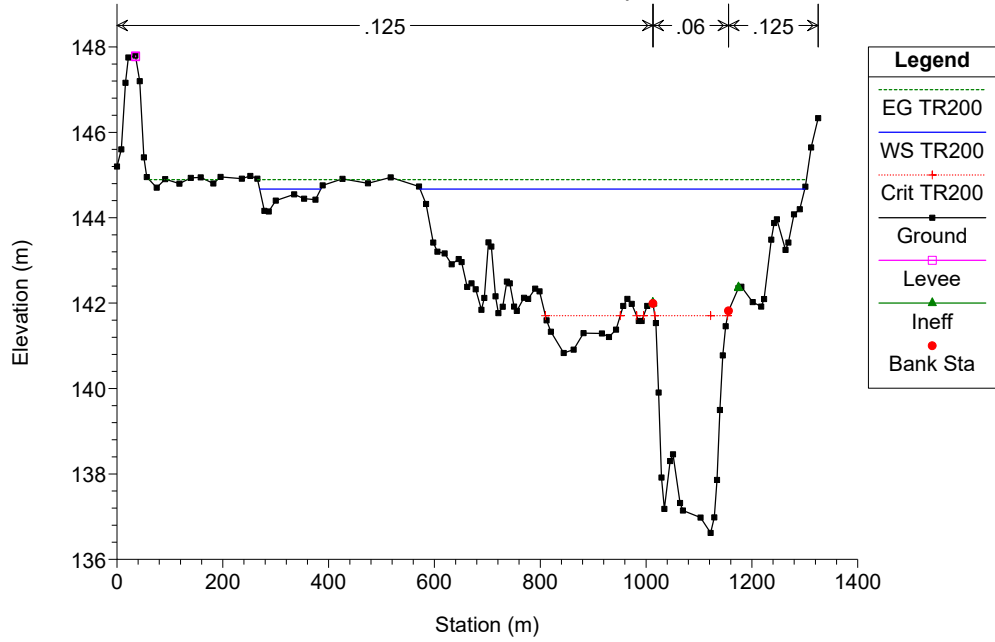




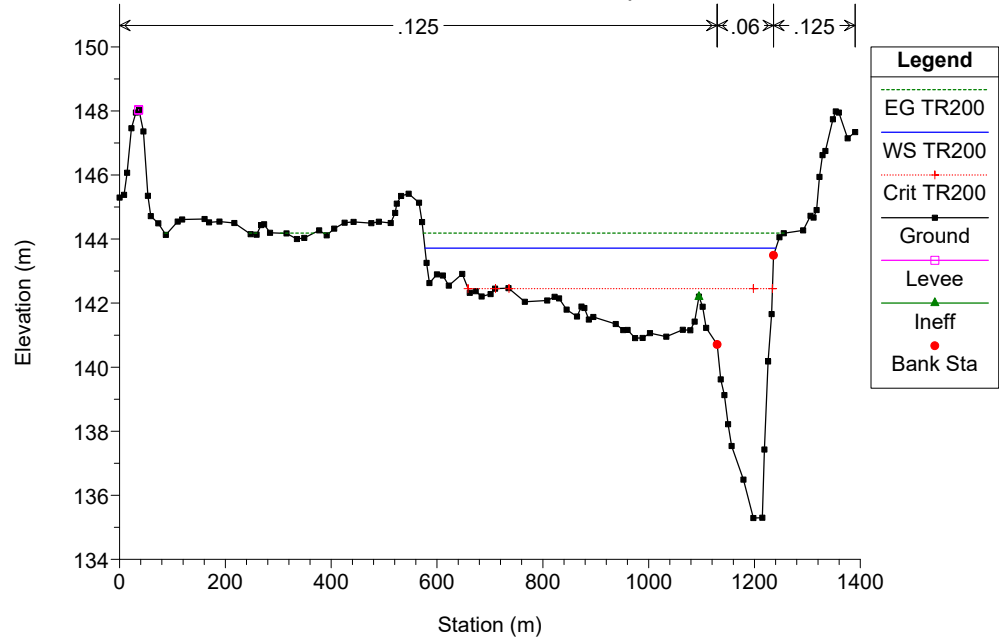




RS = 20 F. Tanaro - Sezione parzializzata



RS = 10 F. Tanaro - Sezione parzializzata



Si riportano delle tabelle riassuntive in cui, in corrispondenza di ciascuna sezione trasversale implementata nel modello idraulico-numerico, è indicato il livello idrico di piena con riferimento ai differenti scenari analizzati. In questo modo è possibile analizzare, per ciascuna sezione, le variazioni del livello idrico di piena a seconda dello scenario considerato.

<b>TR=20 anni Livelli idrici [m s.l.m.]</b>				
SEZ	Scenario 0 Attuale	Scenario 1 Progetto abbattuto	Scenario 2 Progetto alzato	Scenario 4 Progetto parzializzata
430	164.68	164.68	164.68	164.68
420	164.51	164.51	164.51	164.51
410	164.24	164.24	164.24	164.24
400	163.34	163.34	163.34	163.34
395	Ponte tangenziale			
390	163.23	163.23	163.23	163.23
380	162.27	162.27	162.27	162.27
370	161.89	161.89	161.89	161.89
365	Ponte SR 29			
360	161.71	161.71	161.71	161.71
350	161.20	161.20	161.20	161.20
340	160.86	160.86	160.86	160.86
330	160.28	160.28	160.28	160.28
320	159.50	159.50	159.50	159.50
310	159.02	159.02	159.02	159.02
300	158.84	158.84	158.84	158.84
290	158.61	158.61	158.61	158.61
280	158.28	158.28	158.28	158.28
270	157.81	157.81	157.81	157.81
260	157.24	157.24	157.24	157.24
250	156.82	156.83	156.83	156.83
240	156.41	156.42	156.42	156.42
230	156.14	156.15	156.15	156.15
220	155.69	155.69	155.70	155.70
210	155.27	155.28	155.28	155.28
200	154.10	154.17	154.20	154.18
190	153.54	153.68	153.72	153.70
180	153.25	153.44	153.48	153.46
170	152.86	153.12	153.18	153.16
160	152.24	152.67	152.76	152.73
150	151.63	152.26	152.38	152.34

<b>TR=20 anni Livelli idrici [m s.l.m.]</b>				
SEZ	Scenario 0 Attuale	Scenario 1 Progetto abbattuto	Scenario 2 Progetto alzato	Scenario 4 Progetto parzializzata
140	150.40	151.58	151.79	151.72
135	Traversa in progetto			
130	150.16	150.16	150.16	150.16
120	149.60	149.60	149.60	149.60
110	149.26	149.26	149.26	149.26
100	148.56	148.56	148.56	148.56
90	147.63	147.63	147.63	147.63
85	Ponte SP 3			
80	147.41	147.41	147.41	147.41
70	146.46	146.46	146.46	146.46
60	146.05	146.05	146.05	146.05
50	145.56	145.56	145.56	145.56
40	144.87	144.87	144.87	144.87
30	144.29	144.29	144.29	144.29
20	143.79	143.79	143.79	143.79
10	142.82	142.82	142.82	142.82

<b>TR=100 anni Livelli idrici [m s.l.m.]</b>				
SEZ	Scenario 0 Attuale	Scenario 1 Progetto abbattuto	Scenario 2 Progetto alzato	Scenario 4 Progetto parzializzata
430	165.80	165.80	165.80	165.80
420	165.66	165.66	165.66	165.66
410	165.42	165.42	165.42	165.42
400	164.43	164.43	164.43	164.43
395	Ponte tangenziale			
390	164.30	164.30	164.30	164.30
380	163.36	163.36	163.36	163.36
370	163.00	163.00	163.00	163.00
365	Ponte SR 29			
360	162.78	162.78	162.78	162.78
350	162.17	162.17	162.17	162.17
340	161.82	161.82	161.82	161.82
330	161.20	161.20	161.20	161.20
320	160.38	160.38	160.38	160.38

<b>TR=100 anni Livelli idrici [m s.l.m.]</b>				
SEZ	Scenario 0 Attuale	Scenario 1 Progetto abbattuto	Scenario 2 Progetto alzato	Scenario 4 Progetto parzializzata
310	159.94	159.94	159.94	159.94
300	159.76	159.76	159.76	159.76
290	159.54	159.54	159.54	159.54
280	159.18	159.18	159.18	159.18
270	158.72	158.72	158.72	158.72
260	157.95	157.95	157.95	157.95
250	157.58	157.58	157.58	157.58
240	157.17	157.17	157.18	157.17
230	156.87	156.87	156.87	156.87
220	156.34	156.35	156.35	156.35
210	155.87	155.88	155.88	155.88
200	154.76	154.78	154.80	154.79
190	154.27	154.31	154.33	154.32
180	154.02	154.05	154.07	154.07
170	153.67	153.72	153.75	153.74
160	153.14	153.23	153.27	153.26
150	152.56	152.71	152.79	152.77
140	151.14	151.56	151.78	151.71
135	Traversa in progetto			
130	151.14	151.14	151.14	151.14
120	150.54	150.54	150.54	150.54
110	150.19	150.19	150.19	150.19
100	149.58	149.58	149.58	149.58
90	148.46	148.46	148.46	148.46
85	Ponte SP 3			
80	148.17	148.17	148.17	148.17
70	147.32	147.32	147.32	147.32
60	146.90	146.90	146.90	146.90
50	146.34	146.34	146.34	146.34
40	145.61	145.61	145.61	145.61
30	144.99	144.99	144.99	144.99
20	144.44	144.44	144.44	144.44
10	143.48	143.48	143.48	143.48

<b>TR=200 anni Livelli idrici [m s.l.m.]</b>				
SEZ	Scenario 0 Attuale	Scenario 1 Progetto abbattuto	Scenario 2 Progetto alzato	Scenario 4 Progetto parzializzata
430	166.24	166.24	166.24	166.24
420	166.10	166.10	166.10	166.10
410	165.88	165.88	165.88	165.88
400	164.84	164.84	164.84	164.84
395	Ponte tangenziale			
390	164.70	164.70	164.70	164.70
380	163.77	163.77	163.77	163.77
370	163.41	163.41	163.41	163.41
365	Ponte SR 29			
360	163.18	163.18	163.18	163.18
350	162.54	162.54	162.54	162.54
340	162.18	162.18	162.18	162.18
330	161.57	161.57	161.57	161.57
320	160.74	160.74	160.74	160.74
310	160.26	160.26	160.26	160.26
300	160.10	160.10	160.10	160.10
290	159.88	159.88	159.88	159.88
280	159.50	159.50	159.50	159.50
270	159.04	159.04	159.04	159.04
260	158.23	158.23	158.23	158.23
250	157.87	157.87	157.87	157.87
240	157.47	157.47	157.47	157.47
230	157.16	157.16	157.16	157.16
220	156.61	156.61	156.61	156.61
210	156.12	156.12	156.12	156.12
200	155.02	155.02	155.03	155.03
190	154.54	154.54	154.56	154.55
180	154.28	154.28	154.29	154.29
170	153.94	153.94	153.96	153.96
160	153.44	153.44	153.48	153.47
150	152.91	152.92	152.97	152.95
140	151.52	151.52	151.72	151.64
135	Traversa in progetto			
130	151.51	151.51	151.51	151.51
120	150.92	150.92	150.92	150.92
110	150.60	150.60	150.60	150.60
100	150.00	150.00	150.00	150.00

<b>TR=200 anni Livelli idrici [m s.l.m.]</b>				
SEZ	Scenario 0 Attuale	Scenario 1 Progetto abbattuto	Scenario 2 Progetto alzato	Scenario 4 Progetto parzializzata
90	148.83	148.83	148.83	148.83
85	Ponte SP 3			
80	148.51	148.51	148.51	148.51
70	147.61	147.61	147.61	147.61
60	147.19	147.19	147.19	147.19
50	146.62	146.62	146.62	146.62
40	145.88	145.88	145.88	145.88
30	145.24	145.24	145.24	145.24
20	144.67	144.67	144.67	144.67
10	143.72	143.72	143.72	143.72

Per quanto concerne il franco minimo sull'argine presente in sponda sinistra a protezione dell'abitato di Castagnito (loc. Baraccone), avente una quota in sommità di 152.15 m s.l.m., si evidenzia che, con riferimento alla portata con tempo di ritorno di 200 anni, esso è superiore al metro. Si segnala inoltre che la realizzazione dell'impianto in progetto non modifica i livelli idrici nella zona a ridosso dell'argine, pertanto anche il valore del franco di sicurezza non subisce modifiche.

3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
d. dovrà essere considerata la condizione, nello stato di progetto (con sbarramento mobile alzato), corrispondente alla portata massima turbinabile, con verifica del contenimento dei relativi livelli idrici all'interno dell'alveo inciso, con restituzione in caso di mancato contenimento di idonea planimetria delle relative aree di esondazione e relativi raffronti (riportando sulla stessa le fasce vigenti, le perimetrazioni delle aree di dissesto PAI e le tracce dell'alveo inciso);

Con un modello monodimensionale di moto permanente è stato simulato il comportamento idraulico del tratto di Fiume Tanaro compreso tra il centro abitato di Alba ed il comune di Neive (località cascina Boschi), per una lunghezza complessiva di circa 10.8 km.

Per il calcolo dei livelli e delle principali caratteristiche del moto è stato utilizzato il software HEC-RAS sviluppato dall'U.S. ArmyCorps of Engineers, nella versione 4.1.

La metodologia di calcolo utilizzata è analoga a quella descritta al punto 3.c.

Le simulazioni sono state eseguite con riferimento alla massima portata di esercizio dell'impianto (300 m<sup>3</sup>/s in alveo di cui 100 m<sup>3</sup>/s turbinati) e con lo sbarramento mobile sollevato (quota in sommità della traversa pari a 149.20 m s.l.m.).

I valori numerici delle varie grandezze specificate in legenda, relativi alle portate di verifica, sono riportati nelle seguenti tabelle.

Anche i livelli del pelo libero per le portate considerate sono indicati nelle sezioni schematiche e nel profilo longitudinale allegati nelle pagine seguenti.

## LEGENDA

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

**MODELLO MODIMENSIONALE DI MOTO PERMANENTE  
PORTATA MASSIMA DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO**

**SIMULAZIONE 13**

<b>corso d'acqua</b>	<b>portata in alveo m<sup>3</sup>/s</b>	<b>portata turbinata m<sup>3</sup>/s</b>
Fiume Tanaro	300	100





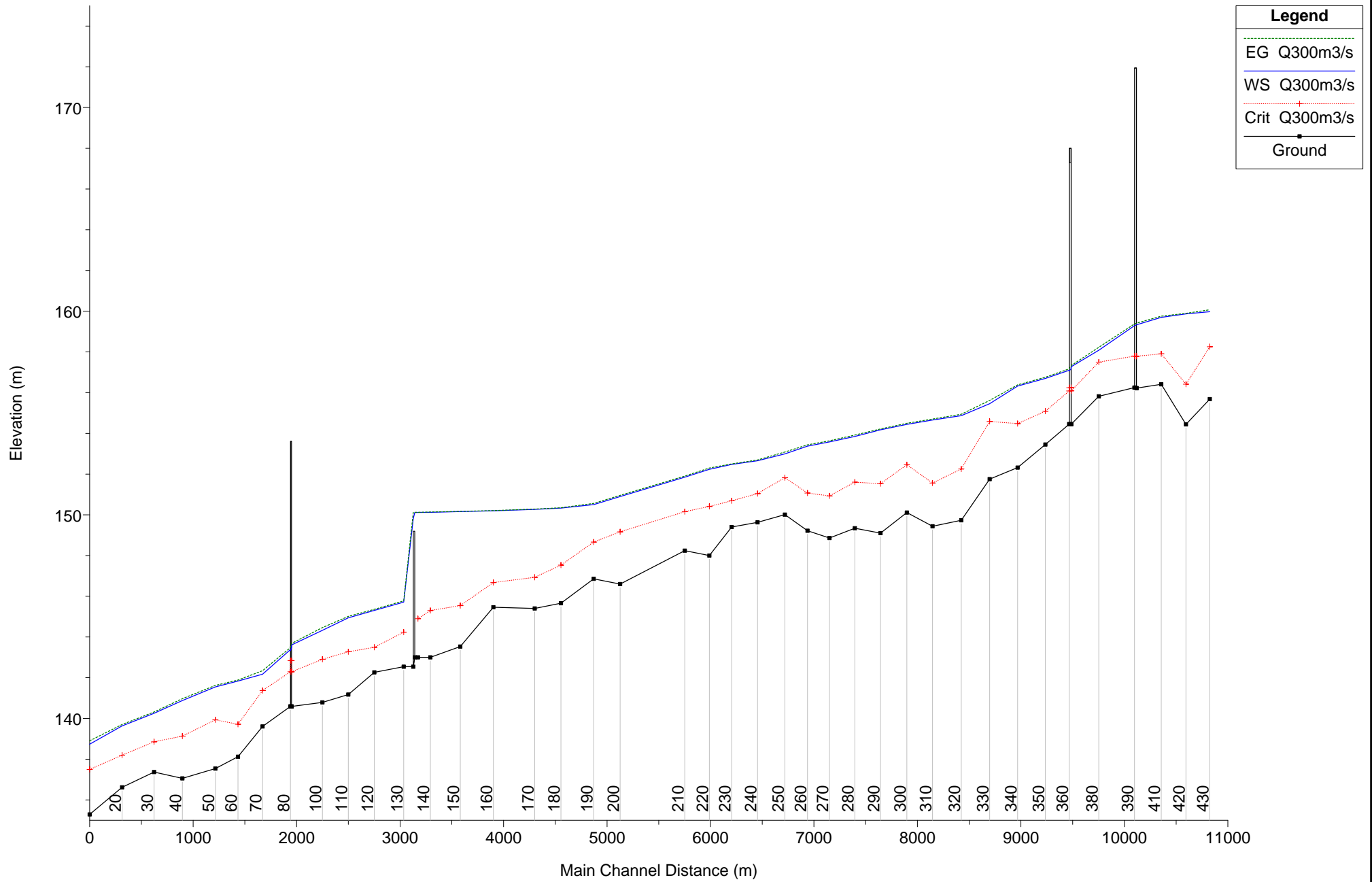
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: Q300m3/s

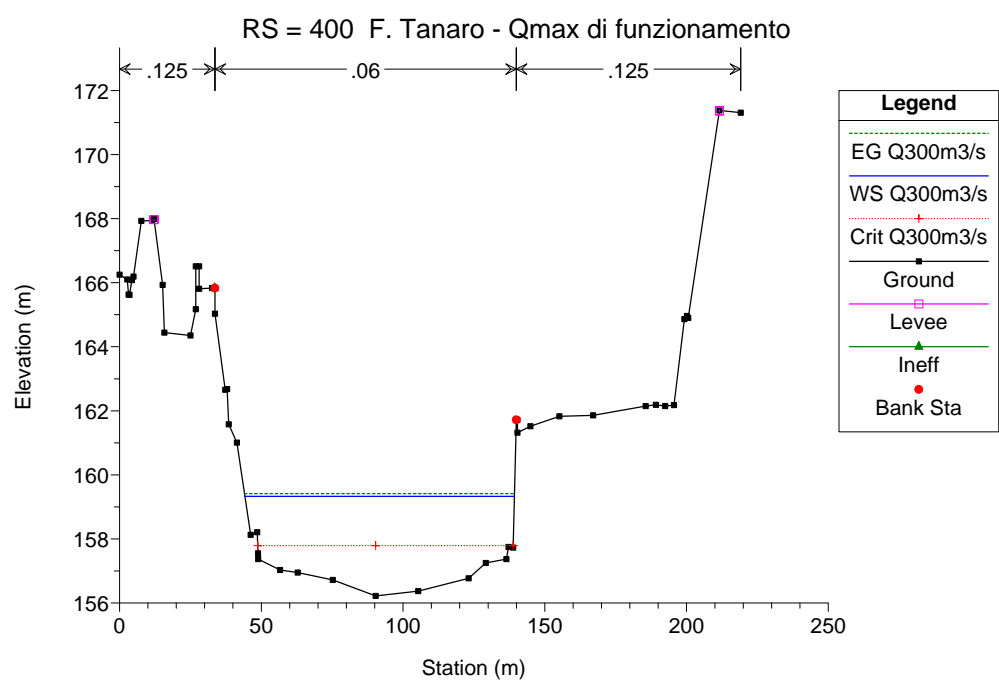
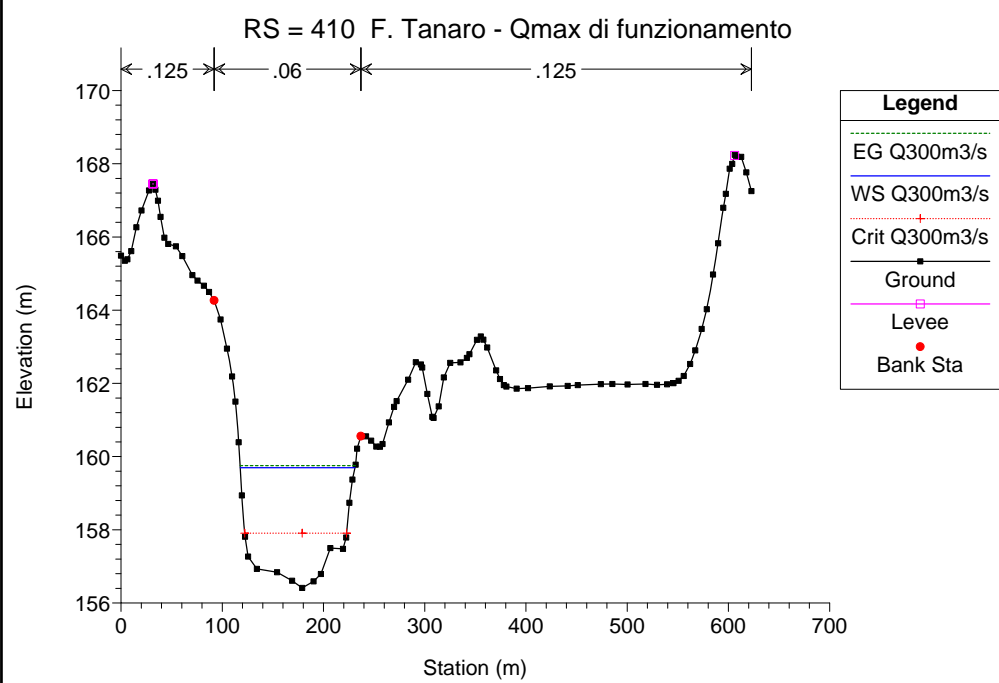
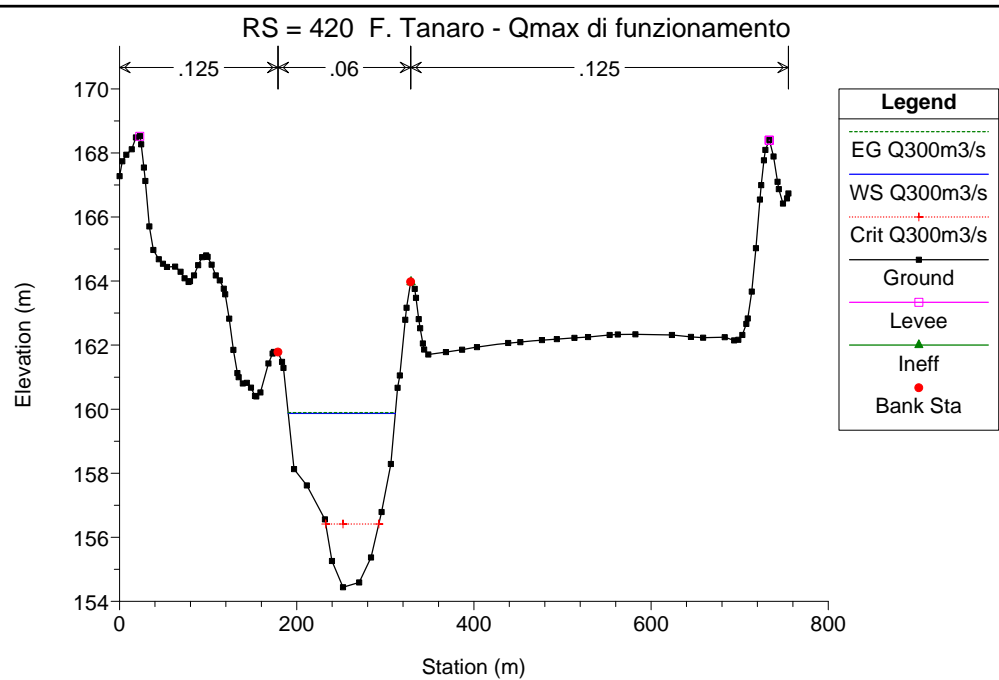
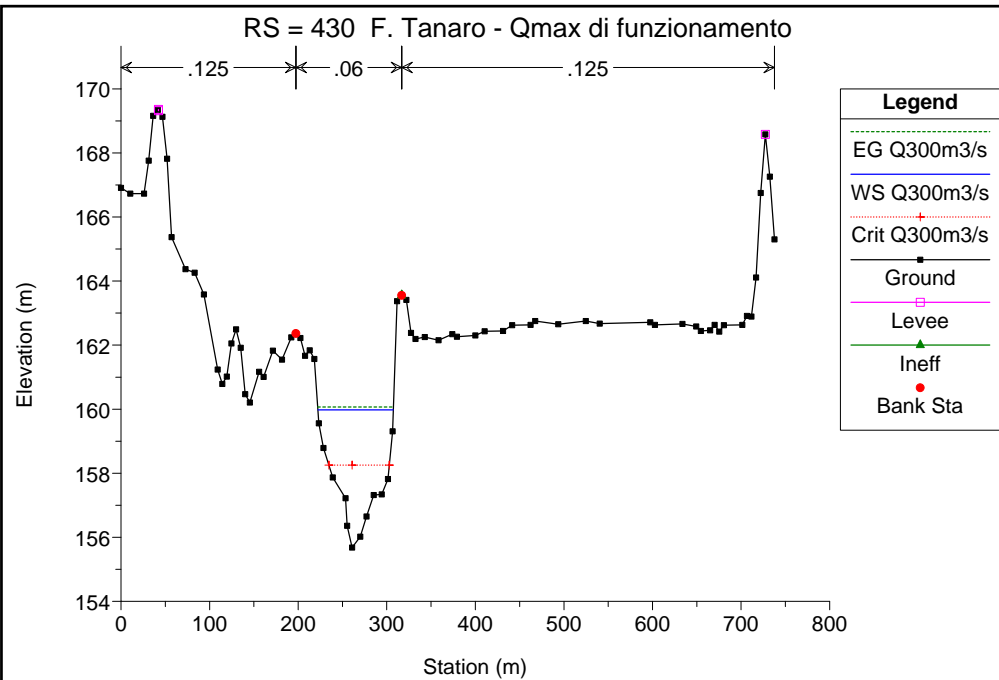
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	430	Q300m3/s	300.00	155.68	159.98	158.25	160.07	0.001887	1.36	220.91	85.05	0.27
1	420	Q300m3/s	300.00	154.44	159.87	156.41	159.89	0.000347	0.71	421.96	120.99	0.12
1	410	Q300m3/s	300.00	156.41	159.70	157.90	159.75	0.001133	1.04	288.31	113.45	0.21
1	400	Q300m3/s	300.00	156.22	159.33	157.79	159.41	0.001756	1.26	237.22	95.09	0.26
1	395		Bridge									
1	390	Q300m3/s	300.00	156.25	159.29	157.79	159.37	0.001862	1.29	232.97	95.01	0.26
1	380	Q300m3/s	300.00	155.82	158.08	157.50	158.22	0.007307	1.66	180.70	143.05	0.47
1	370	Q300m3/s	300.00	154.45	157.27	156.09	157.33	0.001788	1.05	284.70	154.28	0.25
1	365		Bridge									
1	360	Q300m3/s	300.00	154.45	157.10	156.08	157.17	0.002478	1.16	257.57	153.46	0.29
1	350	Q300m3/s	300.00	153.45	156.70	155.09	156.76	0.001310	1.06	282.55	120.27	0.22
1	340	Q300m3/s	300.00	152.32	156.33	154.48	156.38	0.001498	1.05	285.44	136.65	0.23
1	330	Q300m3/s	300.00	151.75	155.46	154.59	155.62	0.006921	1.75	171.05	119.47	0.47
1	320	Q300m3/s	300.00	149.73	154.87	152.25	154.94	0.001183	1.21	248.42	80.03	0.22
1	310	Q300m3/s	300.00	149.44	154.66	151.56	154.71	0.000602	0.99	303.03	78.78	0.16
1	300	Q300m3/s	300.00	150.11	154.44	152.46	154.49	0.001300	1.03	291.06	129.02	0.22
1	290	Q300m3/s	300.00	149.10	154.17	151.53	154.22	0.000909	0.90	333.71	137.30	0.18
1	280	Q300m3/s	300.00	149.34	153.85	151.61	153.92	0.001610	1.19	252.23	105.16	0.25
1	270	Q300m3/s	300.00	148.86	153.58	150.93	153.64	0.000833	1.05	287.07	88.61	0.19
1	260	Q300m3/s	300.00	149.22	153.37	151.07	153.44	0.001063	1.14	264.28	86.67	0.21
1	250	Q300m3/s	300.00	150.01	152.99	151.82	153.08	0.002664	1.36	221.31	111.54	0.31
1	240	Q300m3/s	300.00	149.63	152.65	151.04	152.69	0.000887	0.86	348.18	150.95	0.18
1	230	Q300m3/s	300.00	149.40	152.47	150.69	152.50	0.000635	0.74	405.59	174.73	0.15
1	220	Q300m3/s	300.00	148.00	152.23	150.41	152.30	0.001534	1.13	274.83	158.12	0.24
1	210	Q300m3/s	300.00	148.24	151.85	150.16	151.90	0.001765	1.01	296.13	169.28	0.24
1	200	Q300m3/s	300.00	146.60	150.90	149.16	150.96	0.001303	1.11	271.30	108.05	0.22
1	190	Q300m3/s	300.00	146.85	150.50	148.66	150.56	0.001865	1.09	275.52	147.65	0.25
1	180	Q300m3/s	300.00	145.66	150.33	147.53	150.35	0.000319	0.52	575.50	248.22	0.11
1	170	Q300m3/s	300.00	145.40	150.27	146.93	150.28	0.000197	0.53	562.59	162.17	0.09
1	160	Q300m3/s	300.00	145.46	150.20	146.68	150.21	0.000168	0.46	647.24	232.58	0.08
1	150	Q300m3/s	300.00	143.53	150.16	145.54	150.17	0.000094	0.43	702.98	171.05	0.07
1	140	Q300m3/s	300.00	143.00	150.12	145.30	150.14	0.000150	0.52	572.71	137.74	0.08
1	136	Q300m3/s	200.00	143.00	150.11	144.90	150.12	0.000067	0.35	571.74	137.68	0.05
1	135		Inl Struct									
1	130	Q300m3/s	300.00	142.54	145.71	144.24	145.78	0.001797	1.13	265.70	130.85	0.25

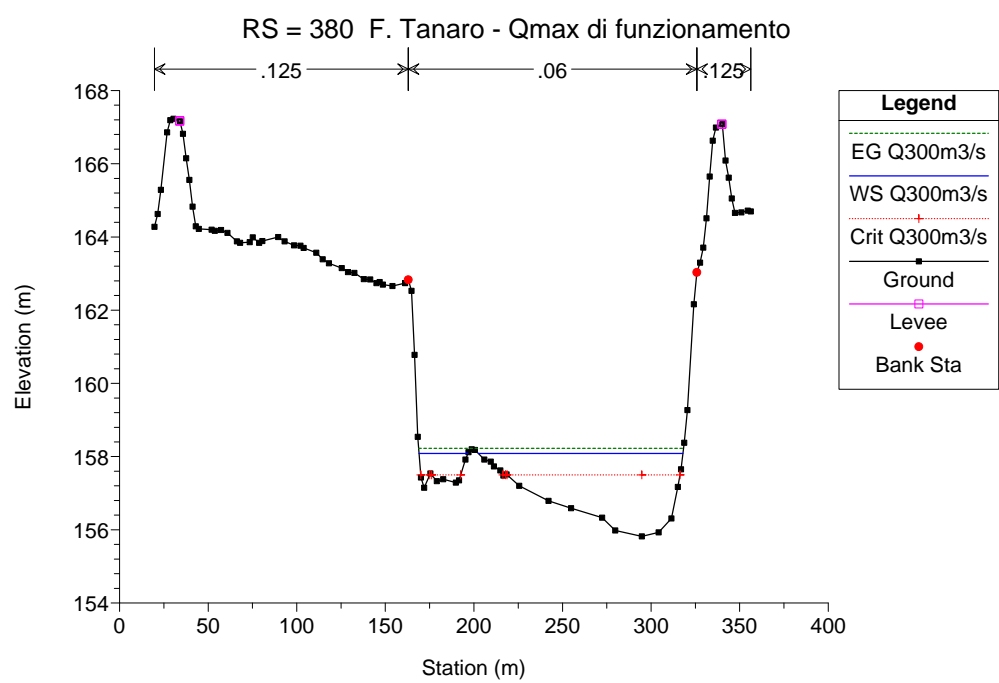
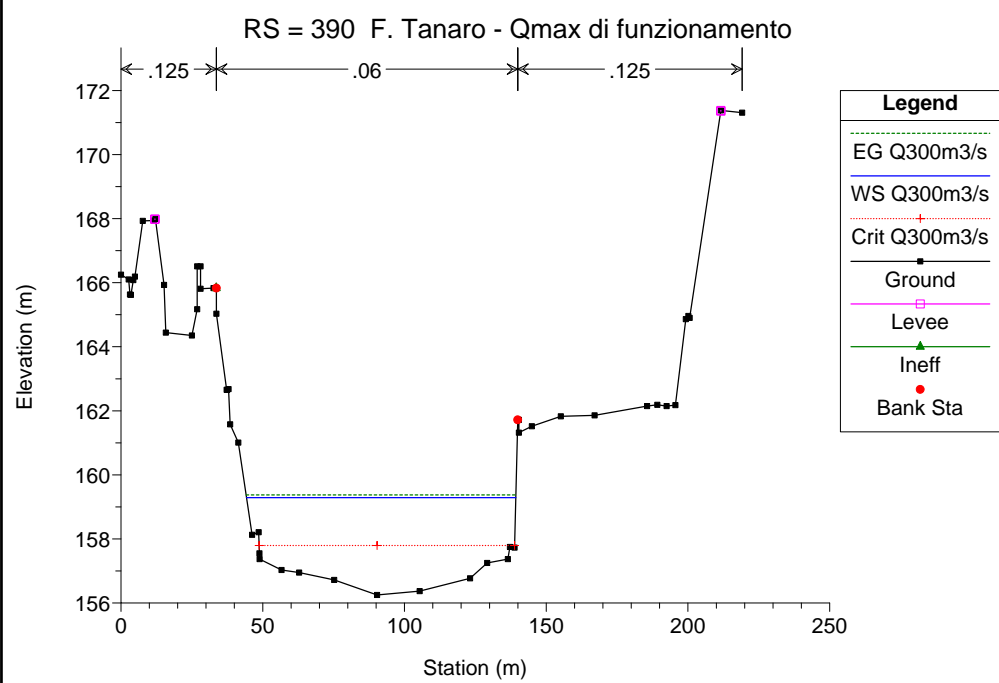
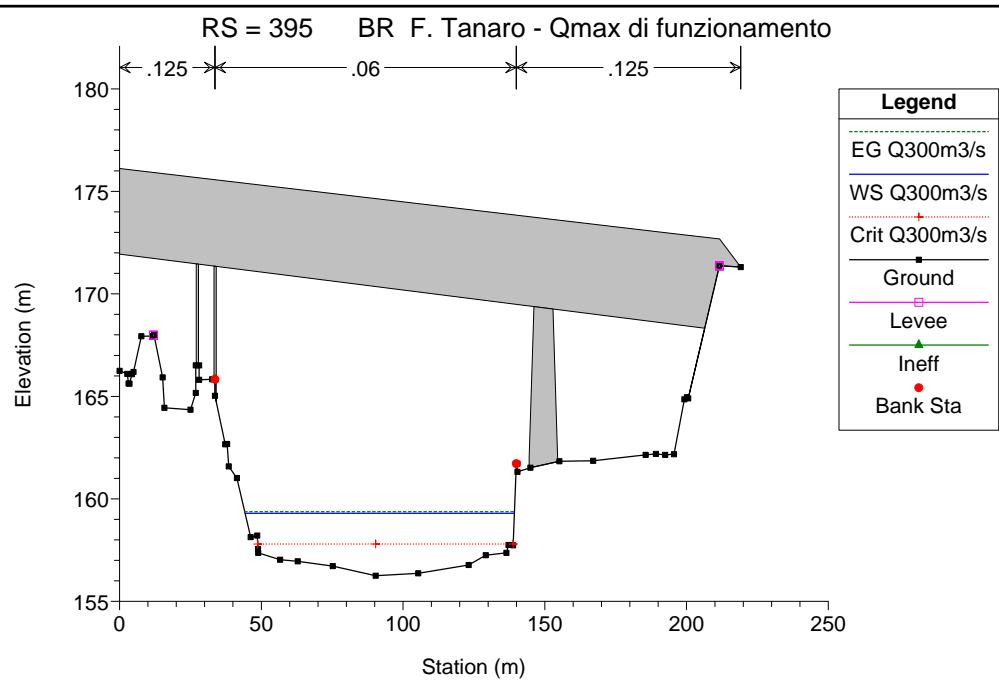
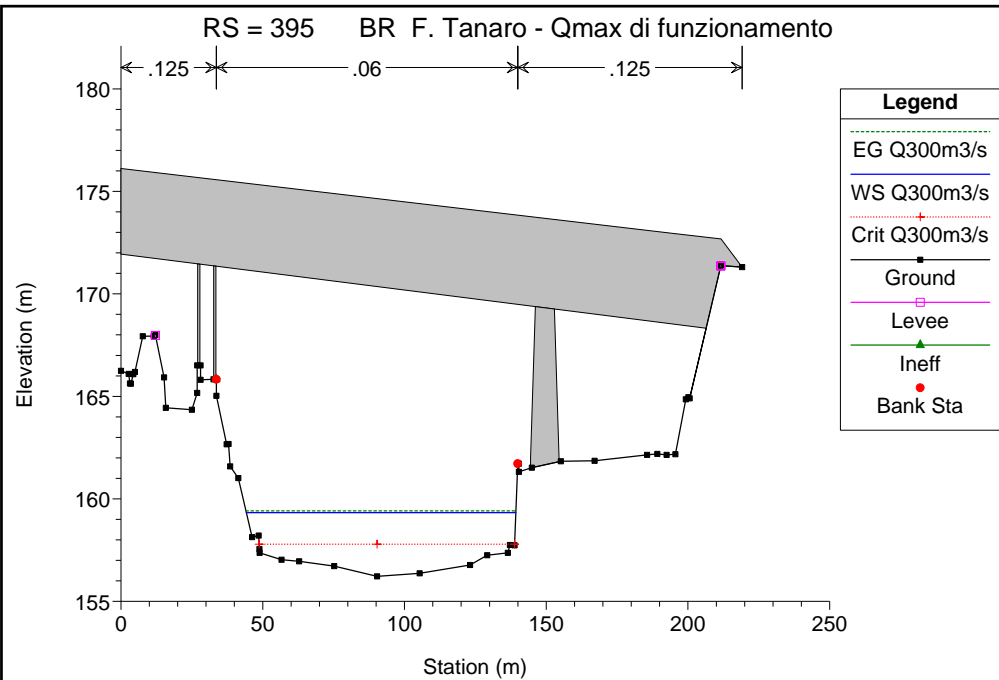
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: Tanaro Reach: 1 Profile: Q300m3/s (Continued)

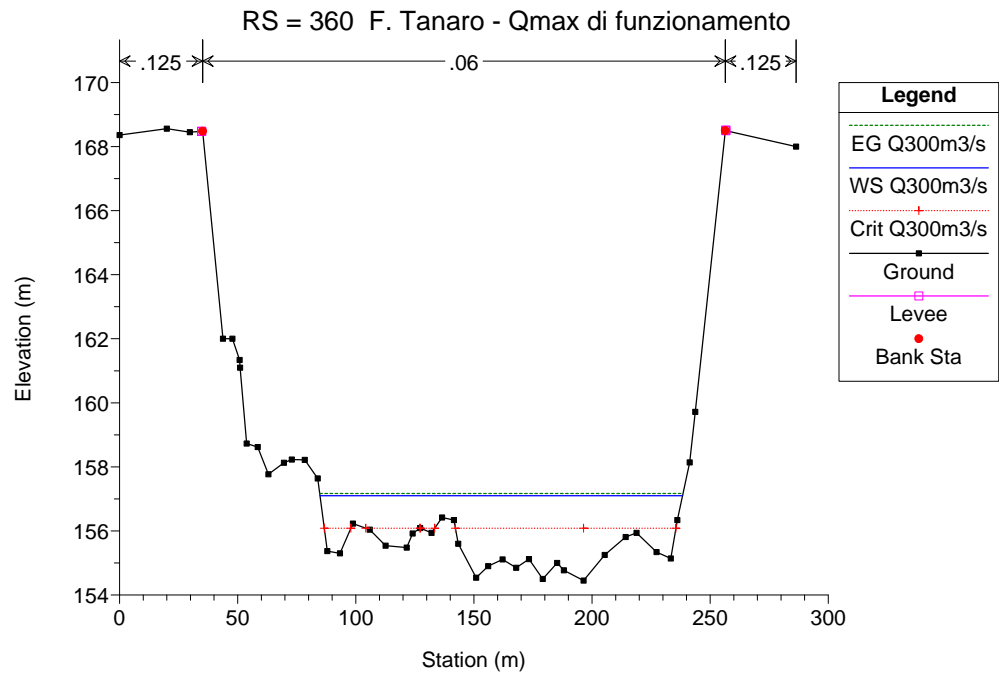
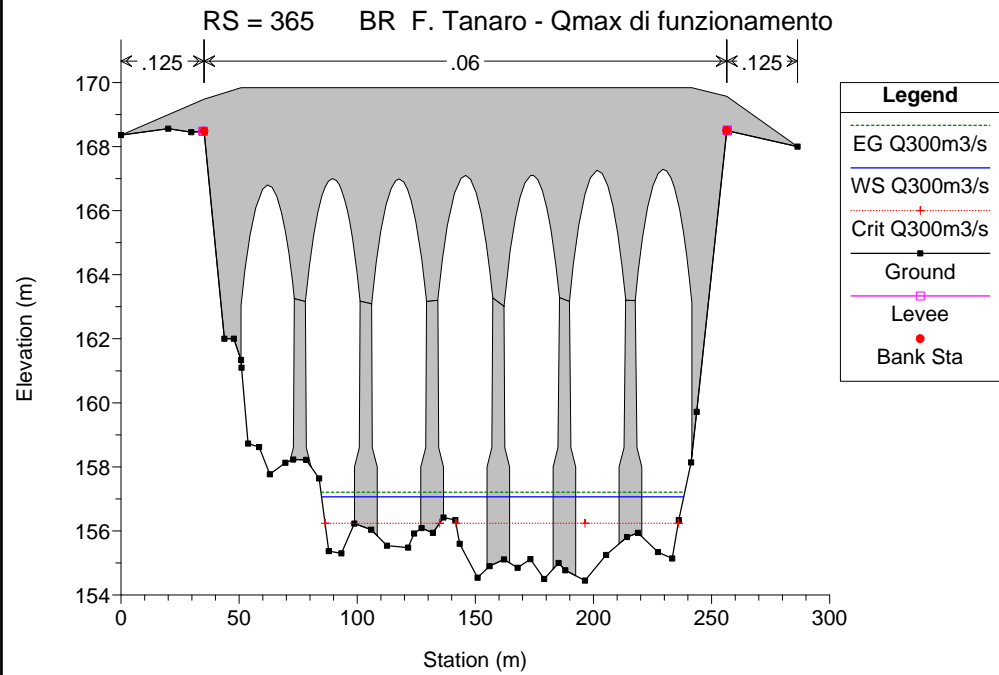
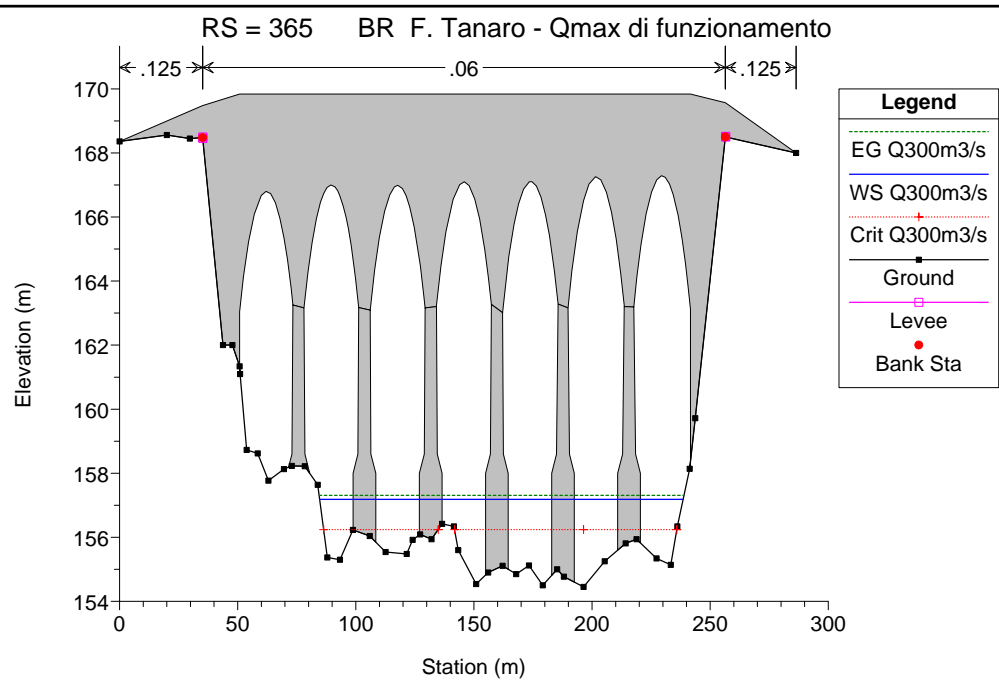
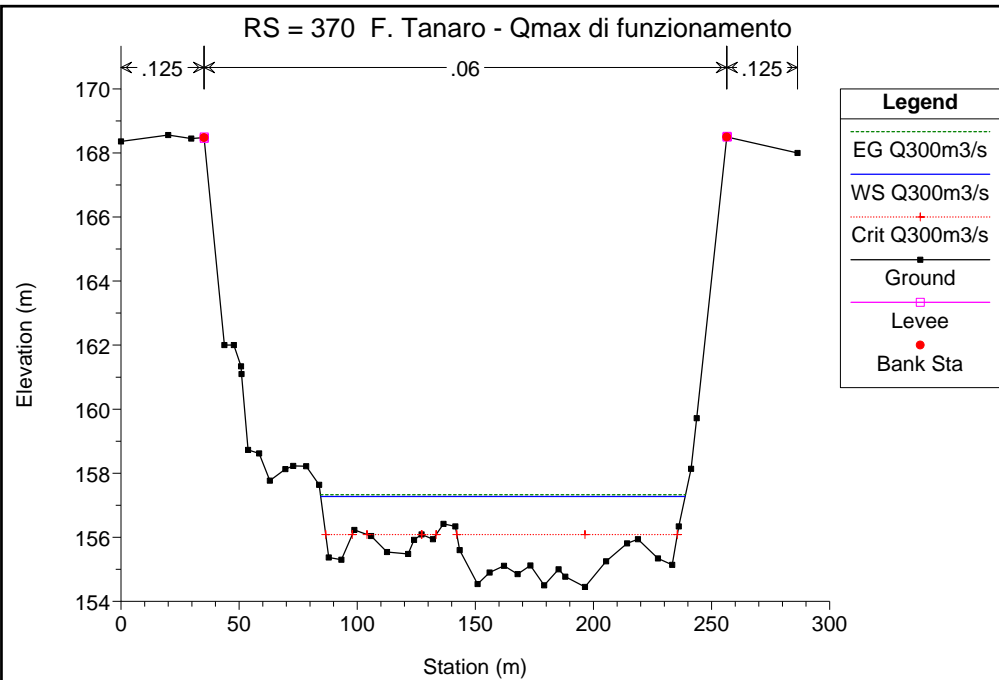
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	120	Q300m3/s	300.00	142.27	145.30	143.50	145.36	0.001221	1.03	291.53	123.29	0.21
1	110	Q300m3/s	300.00	141.17	144.94	143.27	145.01	0.001583	1.15	260.02	112.77	0.24
1	100	Q300m3/s	300.00	140.79	144.33	142.91	144.46	0.003143	1.61	186.63	82.09	0.34
1	90	Q300m3/s	300.00	140.59	143.61	142.29	143.69	0.002045	1.22	245.80	118.16	0.27
1	85		Bridge									
1	80	Q300m3/s	300.00	140.59	143.38	142.29	143.48	0.002975	1.37	218.89	117.25	0.32
1	70	Q300m3/s	300.00	139.61	142.17	141.37	142.35	0.006051	1.84	162.81	95.73	0.45
1	60	Q300m3/s	300.00	138.12	141.84	139.71	141.88	0.000849	0.96	312.09	110.96	0.18
1	50	Q300m3/s	300.00	137.54	141.55	139.93	141.62	0.001712	1.21	246.99	104.93	0.25
1	40	Q300m3/s	300.00	137.06	140.88	139.13	140.97	0.002465	1.35	222.83	106.64	0.30
1	30	Q300m3/s	300.00	137.37	140.25	138.86	140.32	0.002277	1.13	264.36	154.78	0.28
1	20	Q300m3/s	300.00	136.62	139.63	138.19	139.70	0.001753	1.18	254.96	115.63	0.25
1	10	Q300m3/s	300.00	135.29	138.74	137.49	138.90	0.004001	1.78	168.56	75.91	0.38

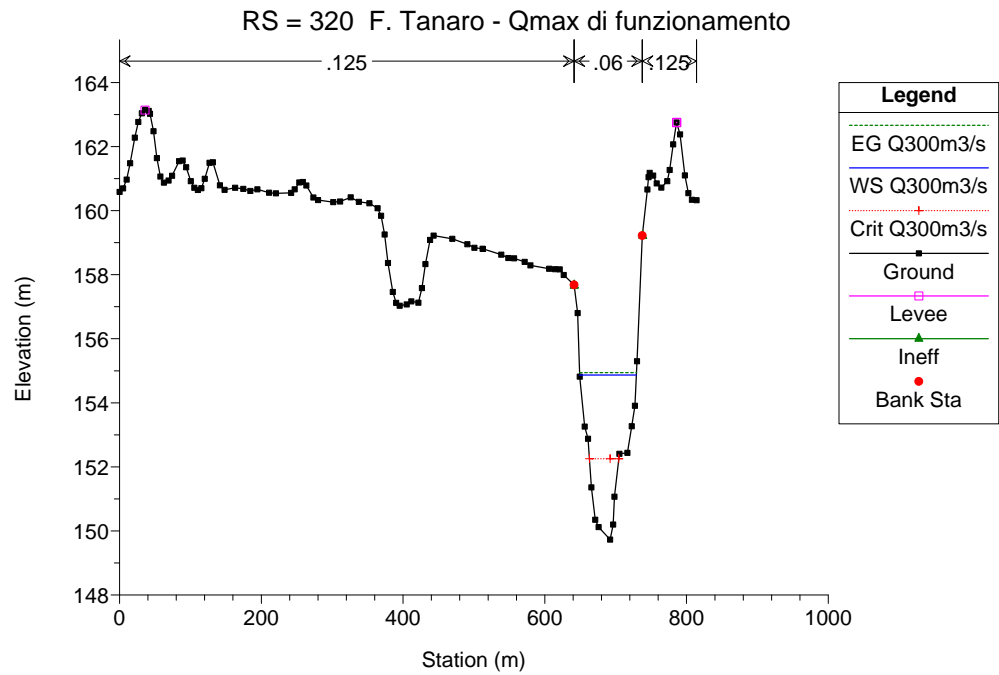
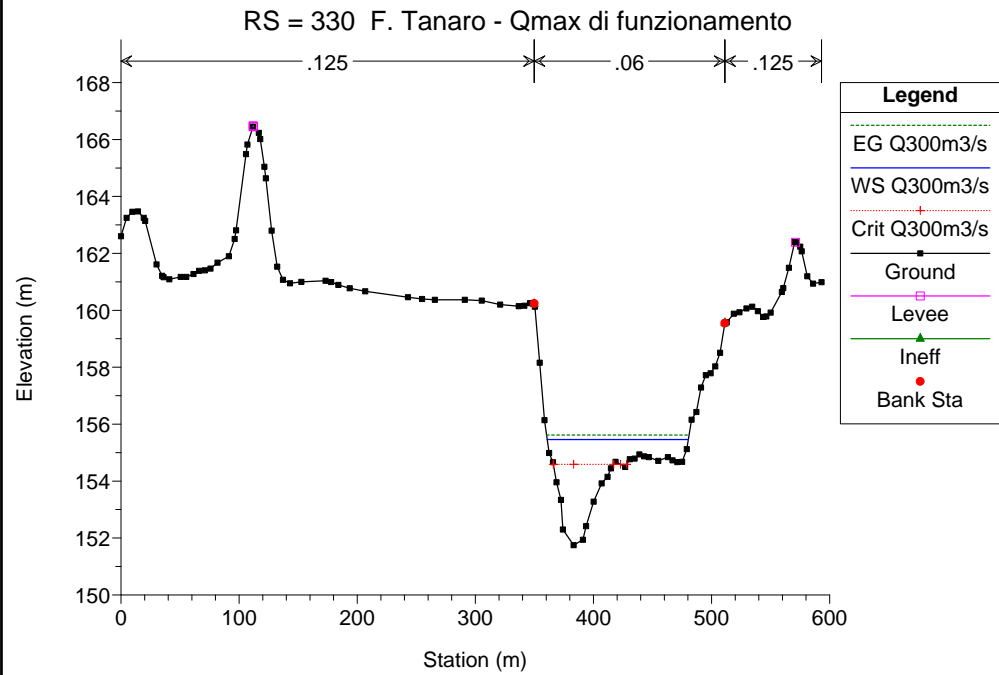
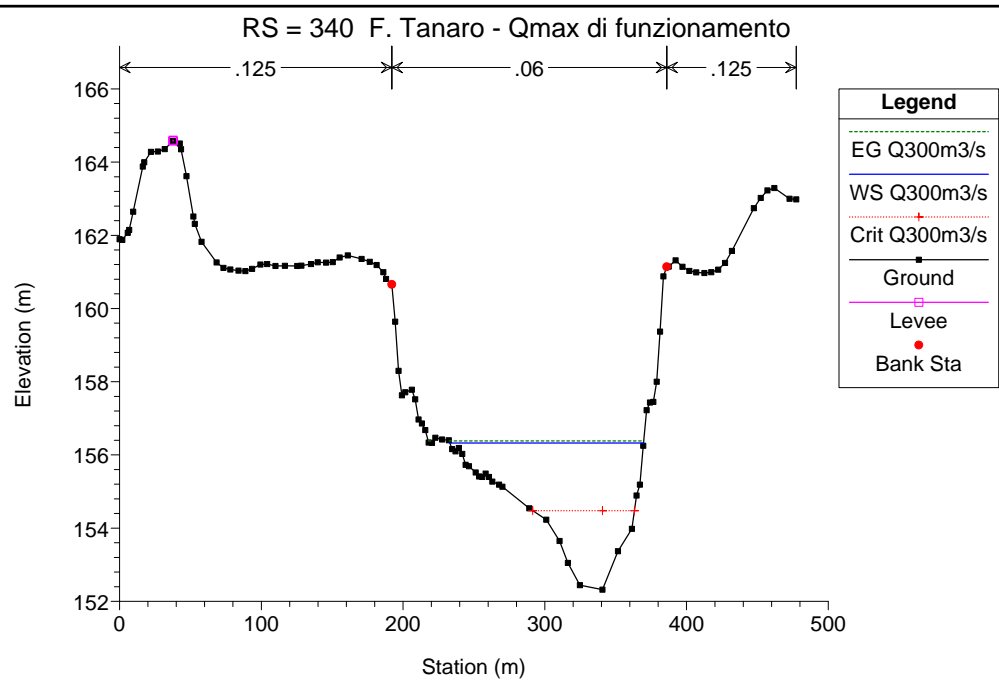
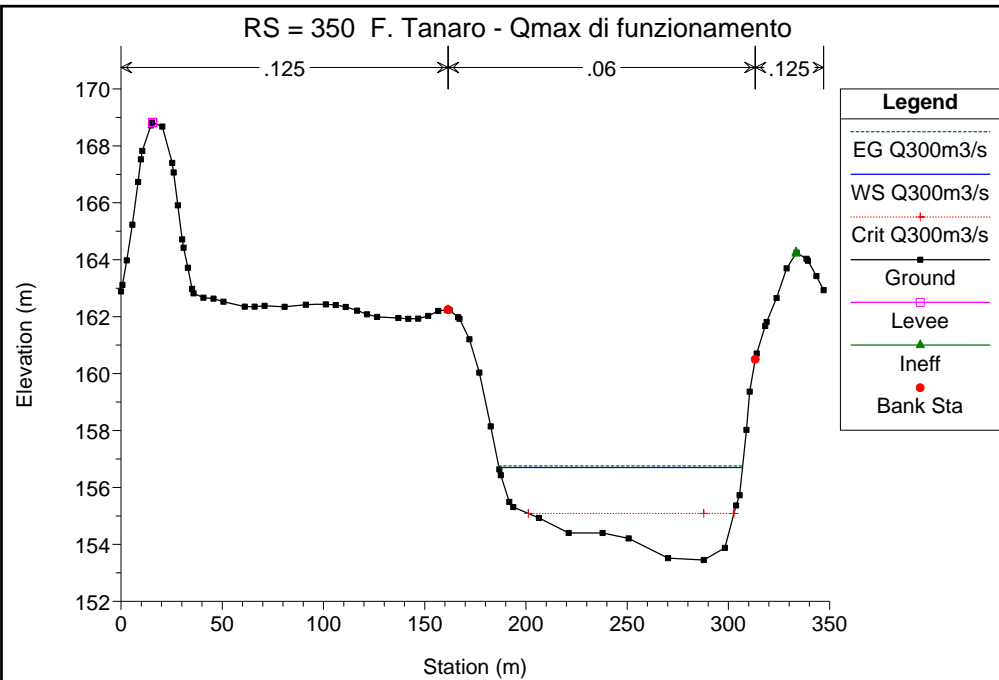
# F. Tanaro - Qmax di funzionamento



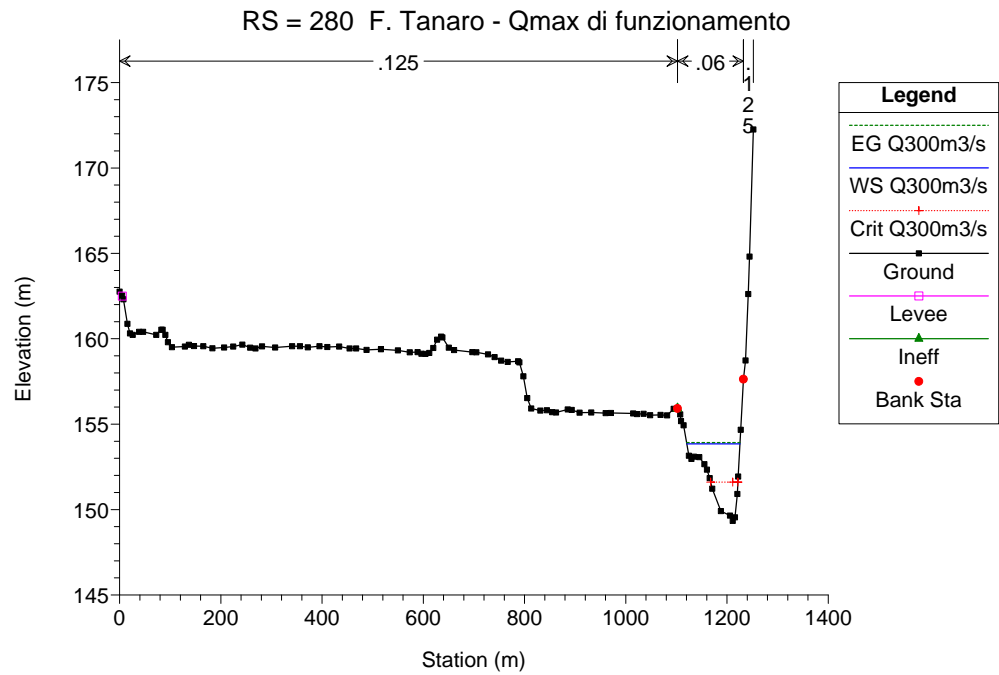
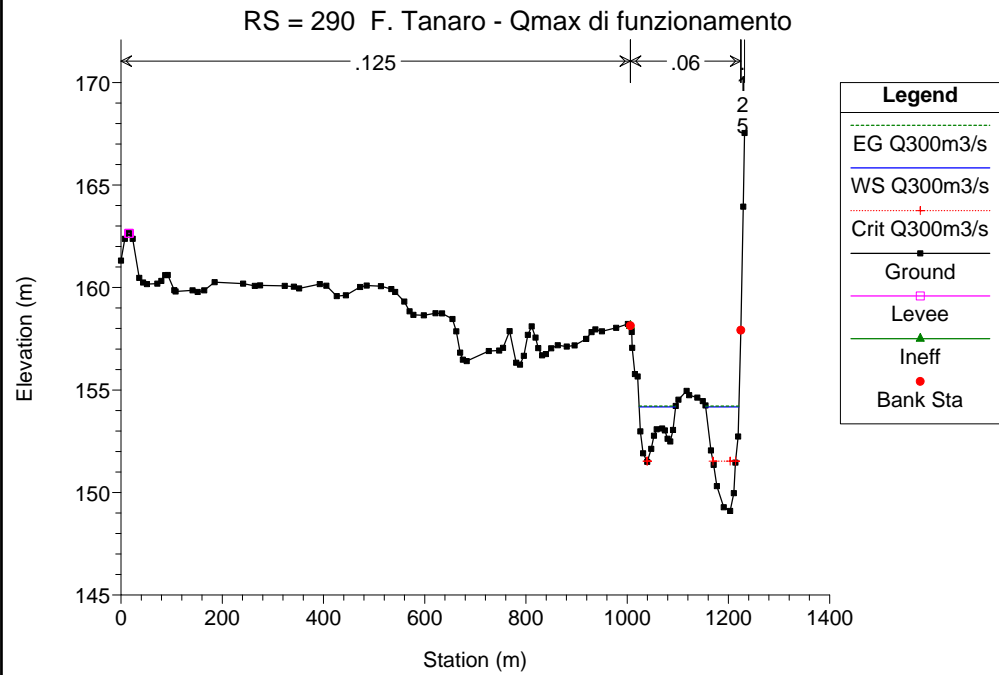
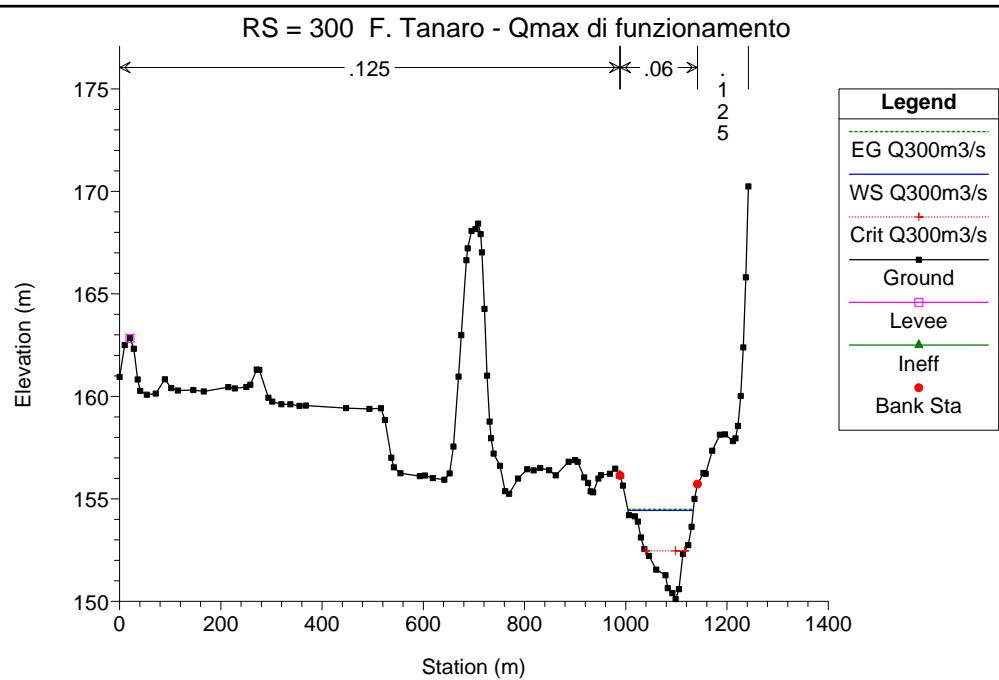
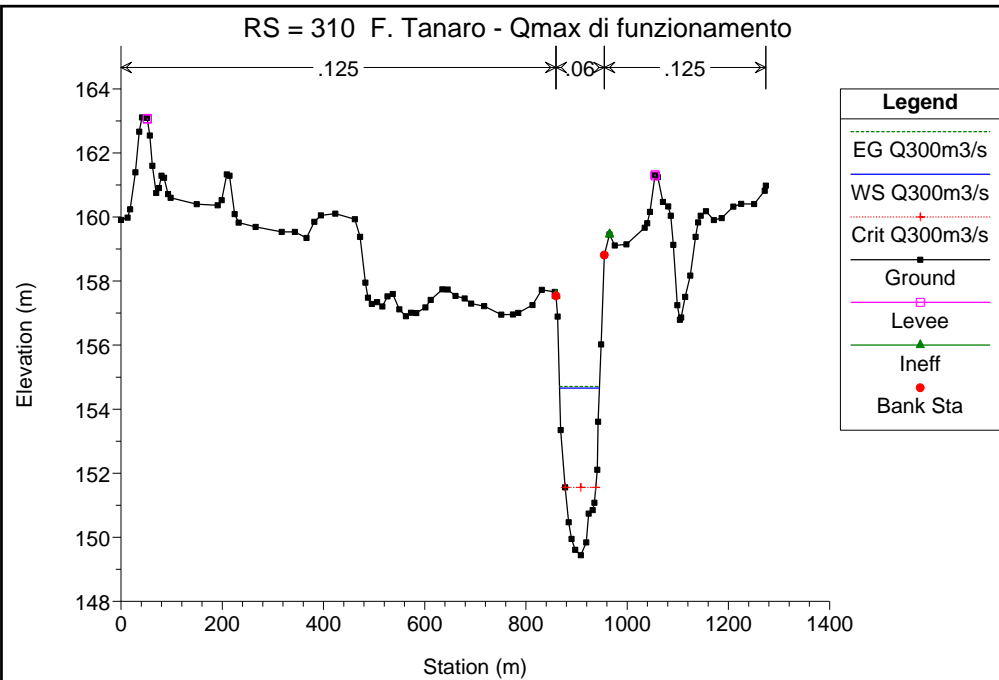


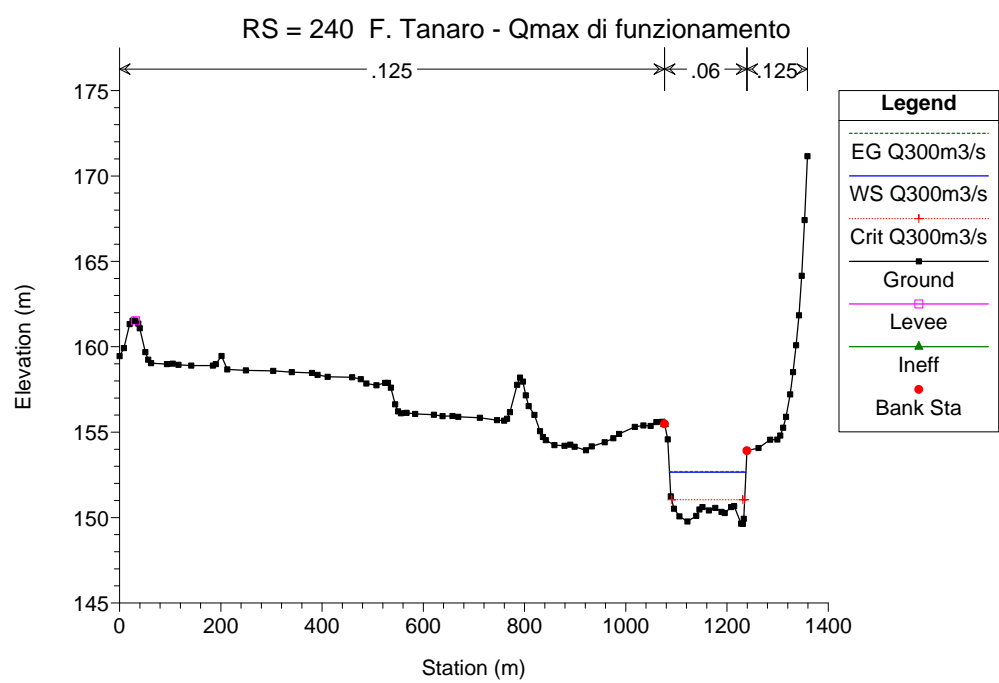
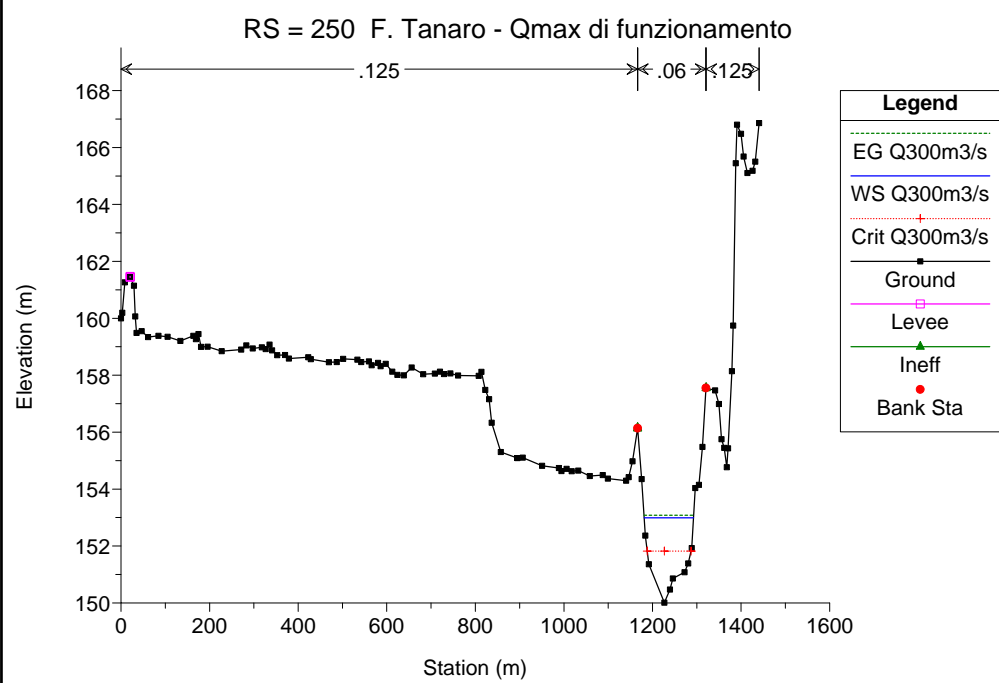
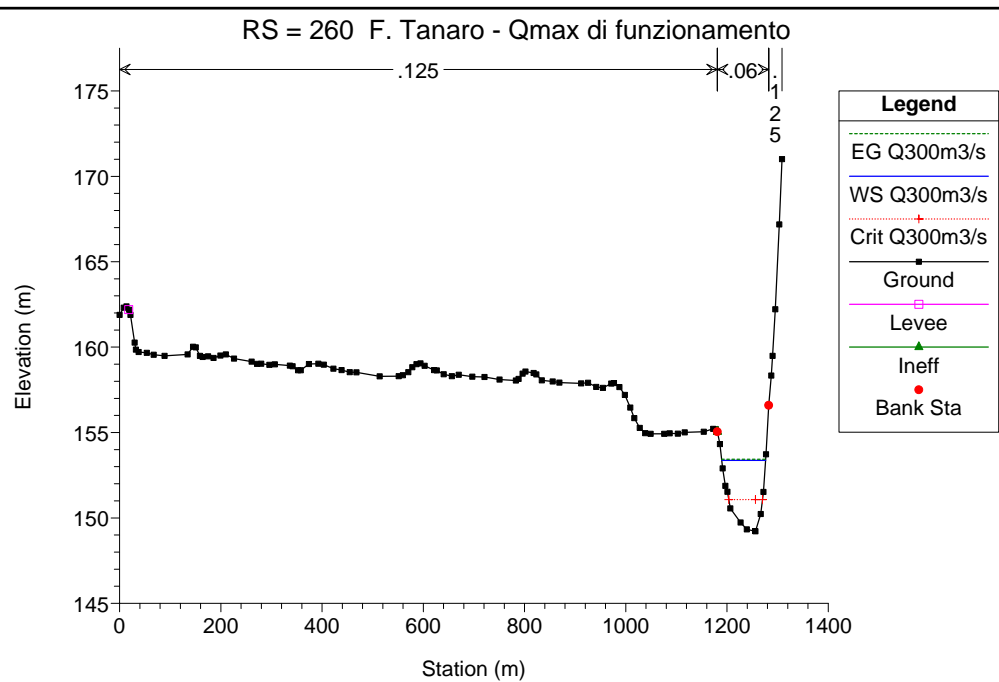
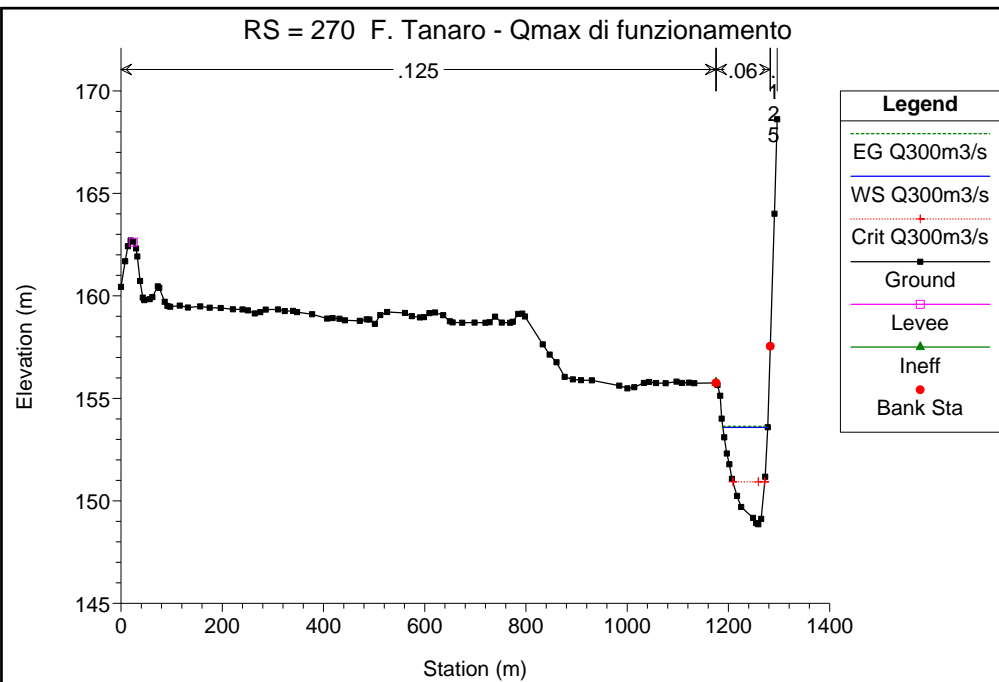


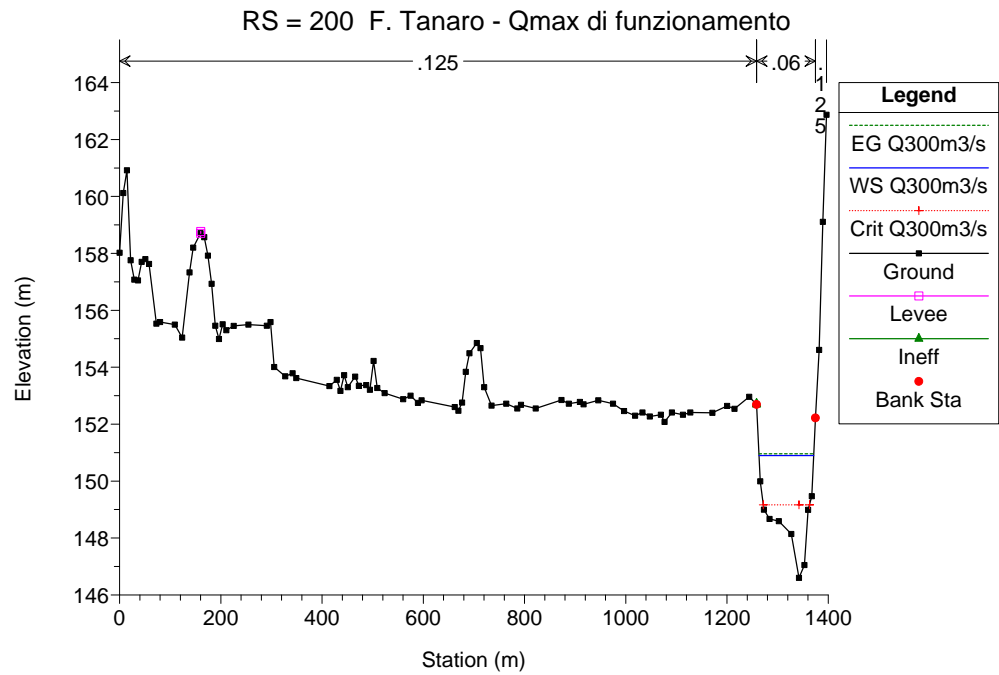
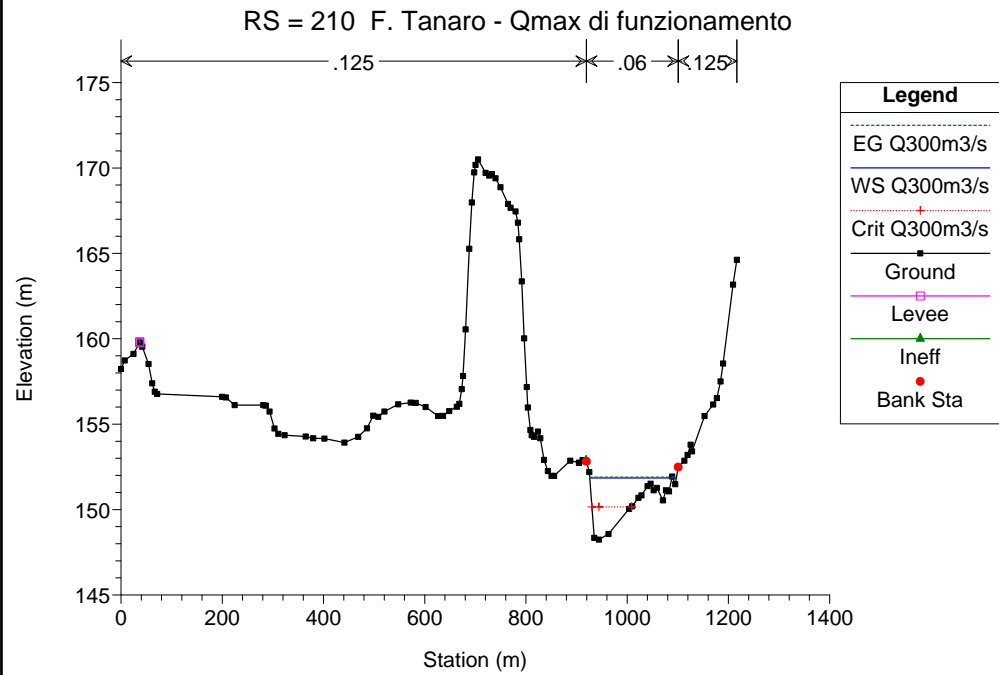
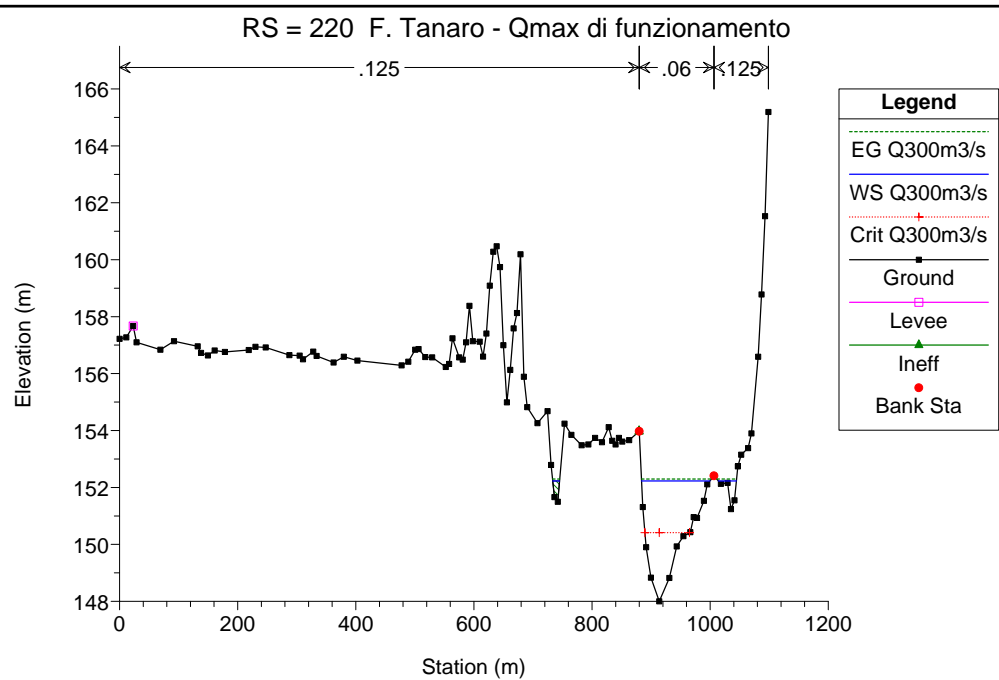
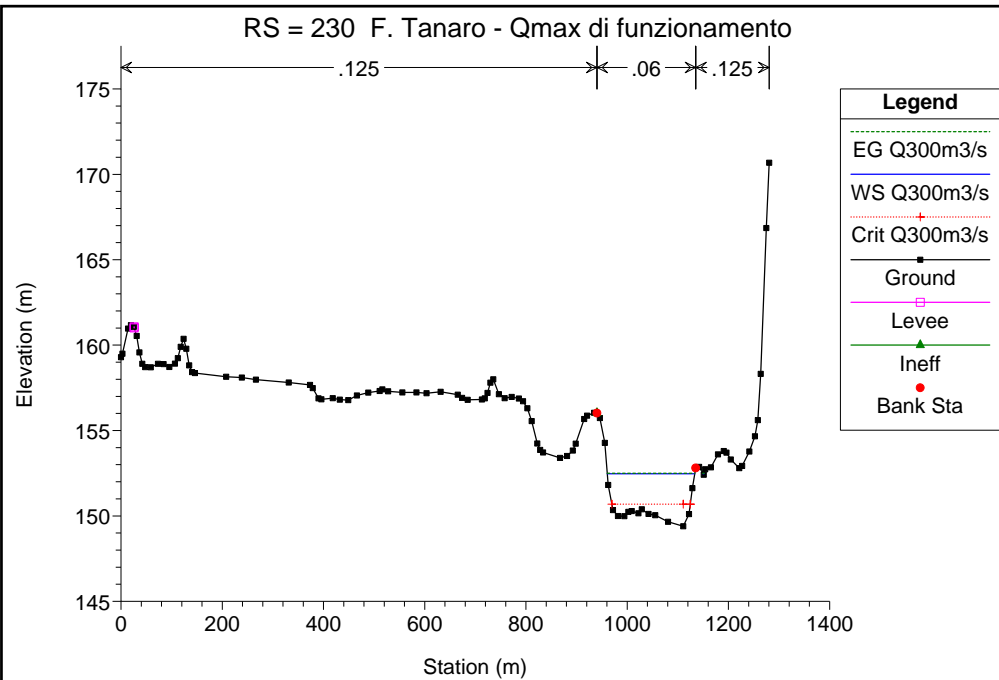


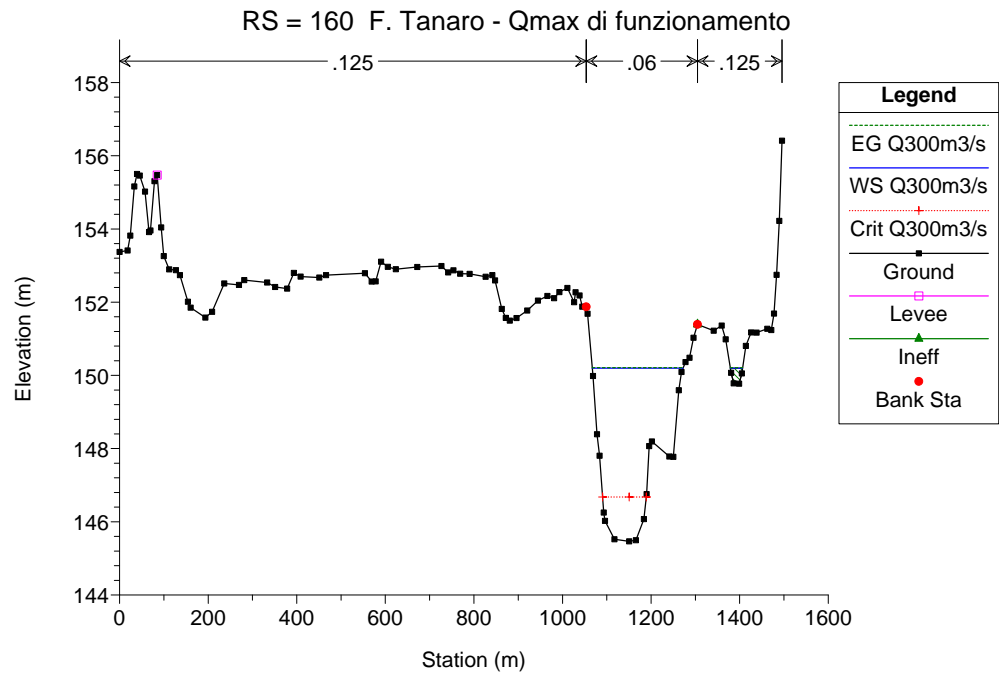
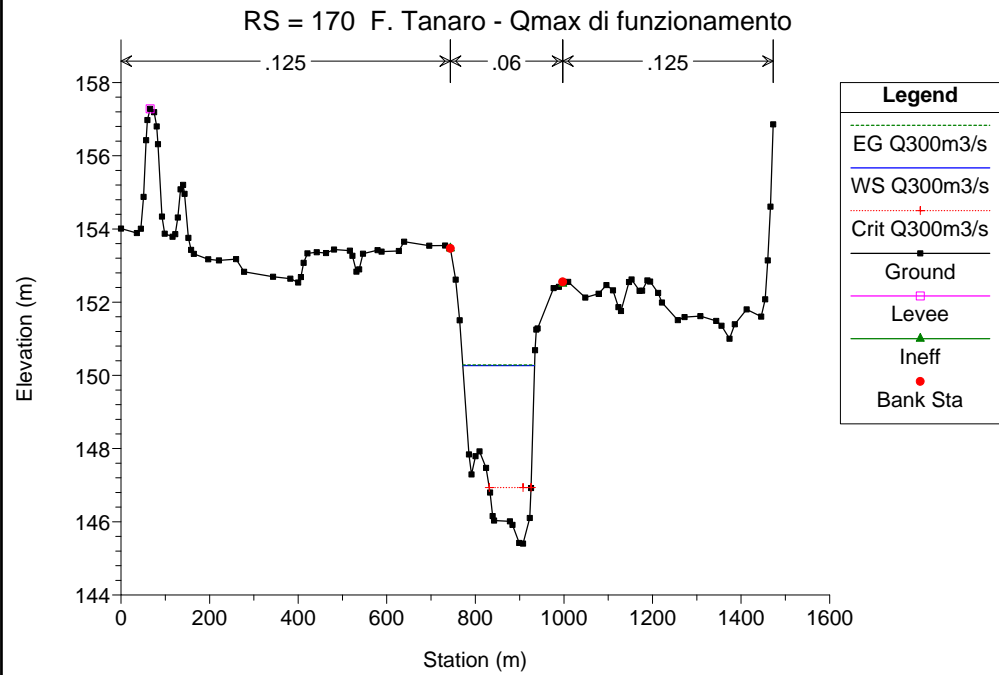
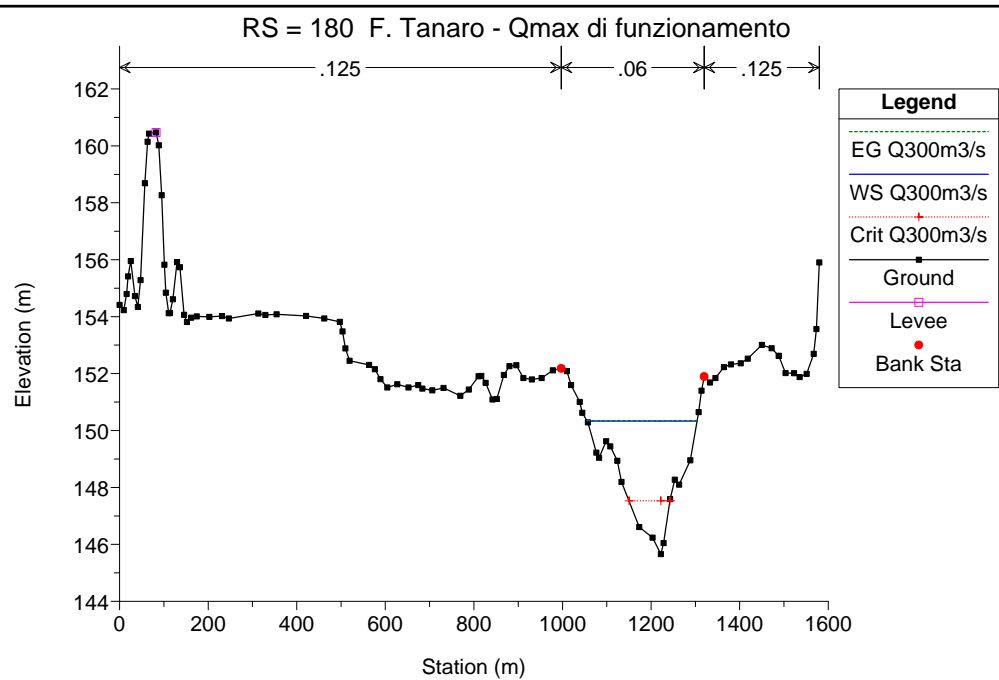
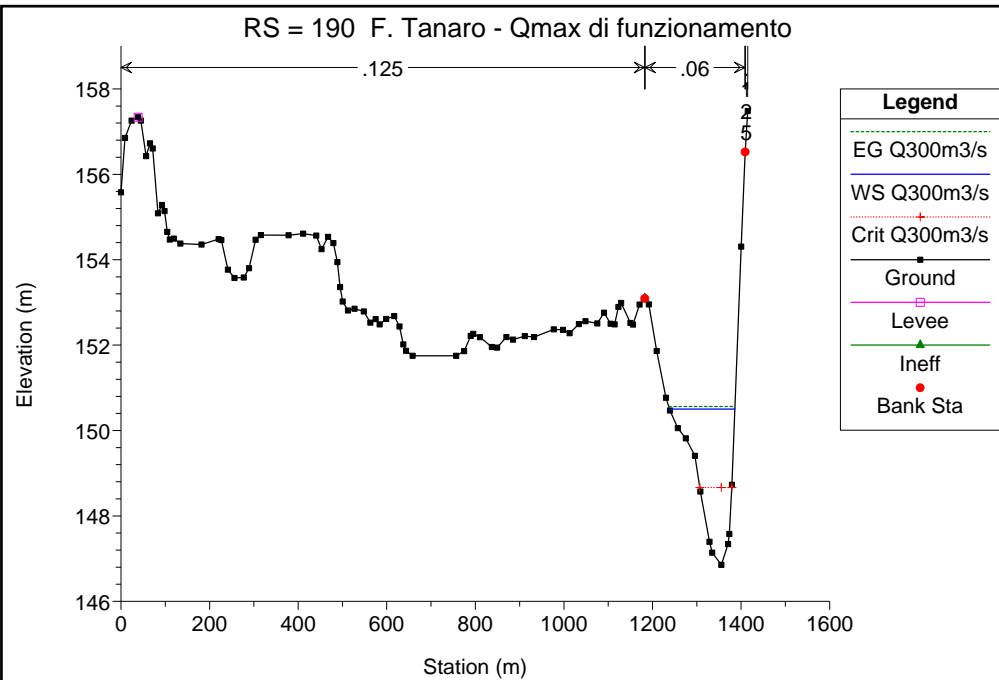




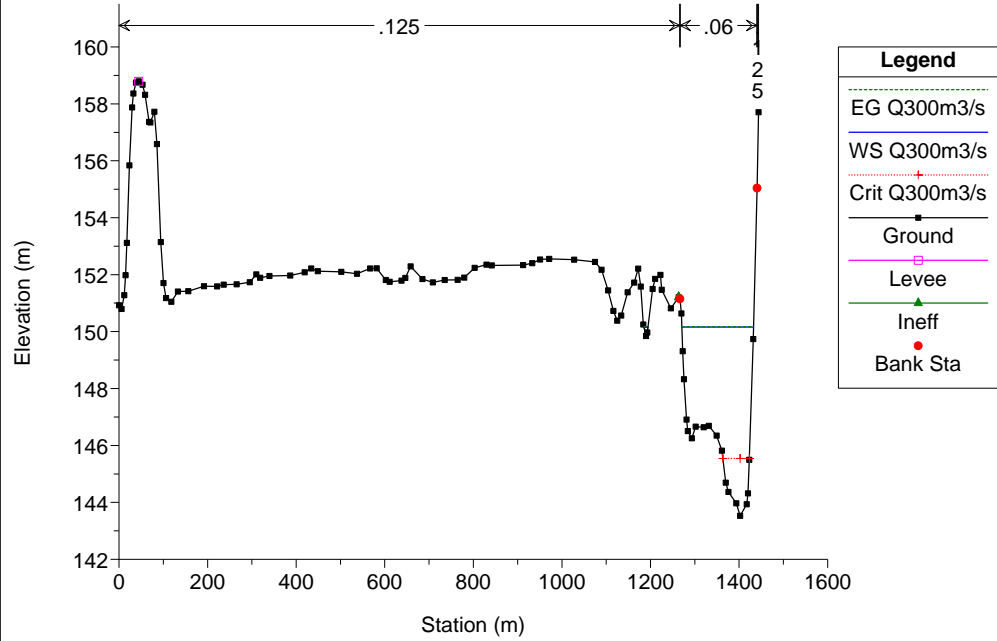




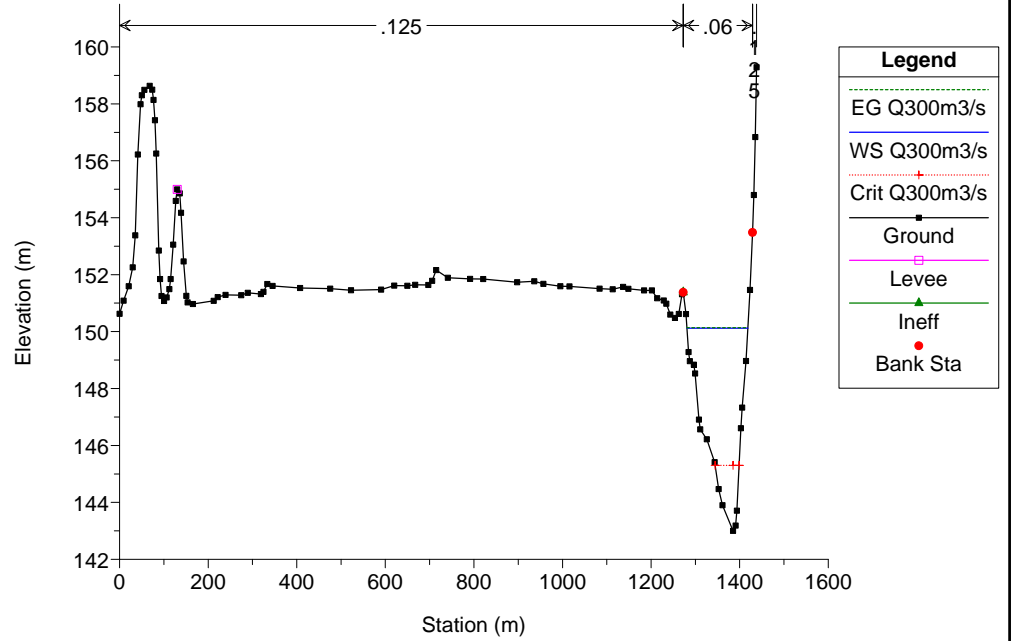




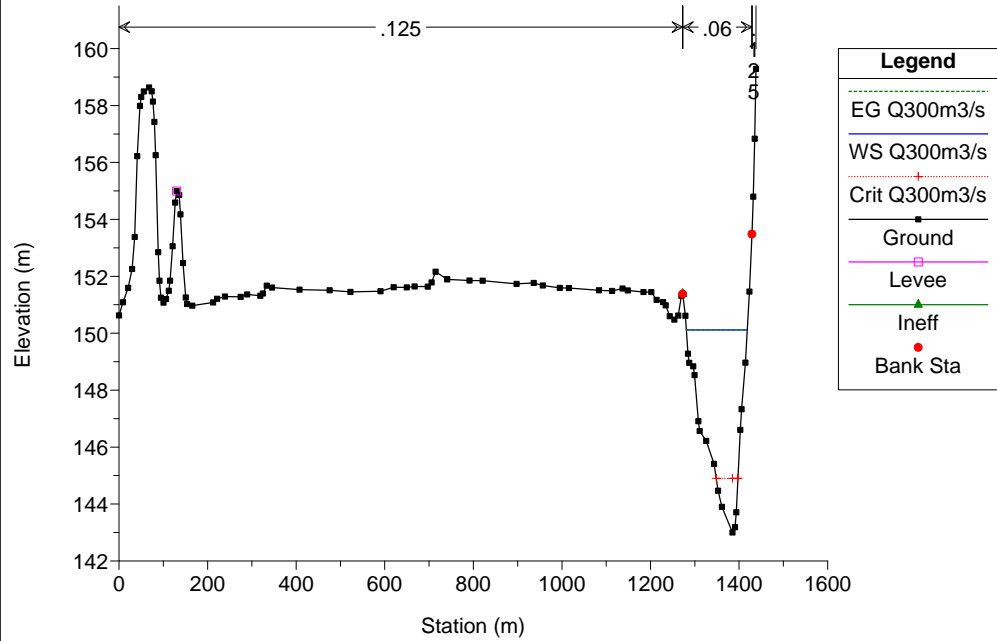
RS = 150 F. Tanaro - Qmax di funzionamento



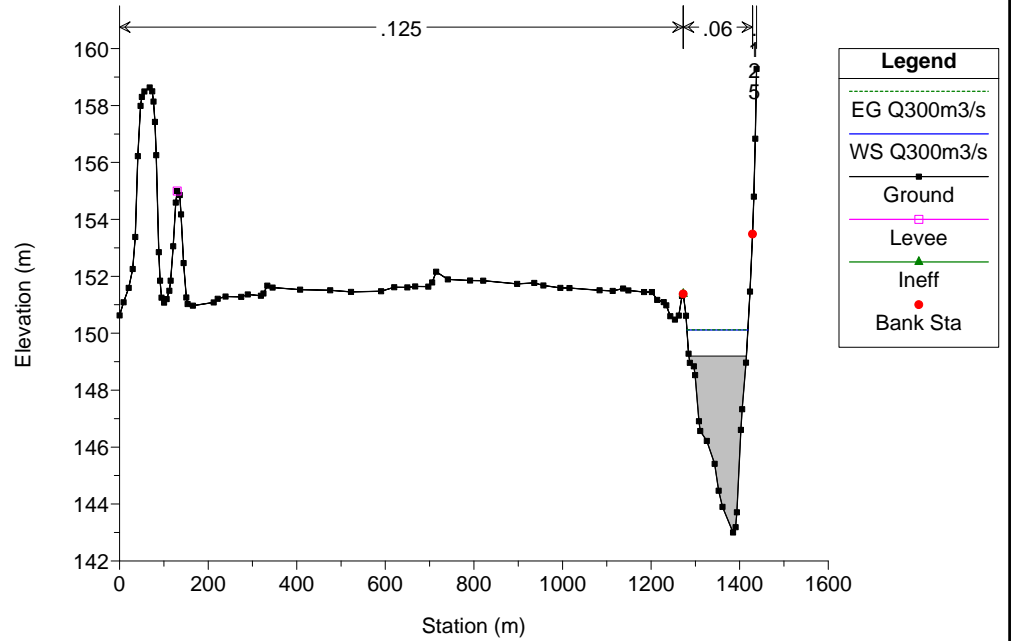
RS = 140 F. Tanaro - Qmax di funzionamento

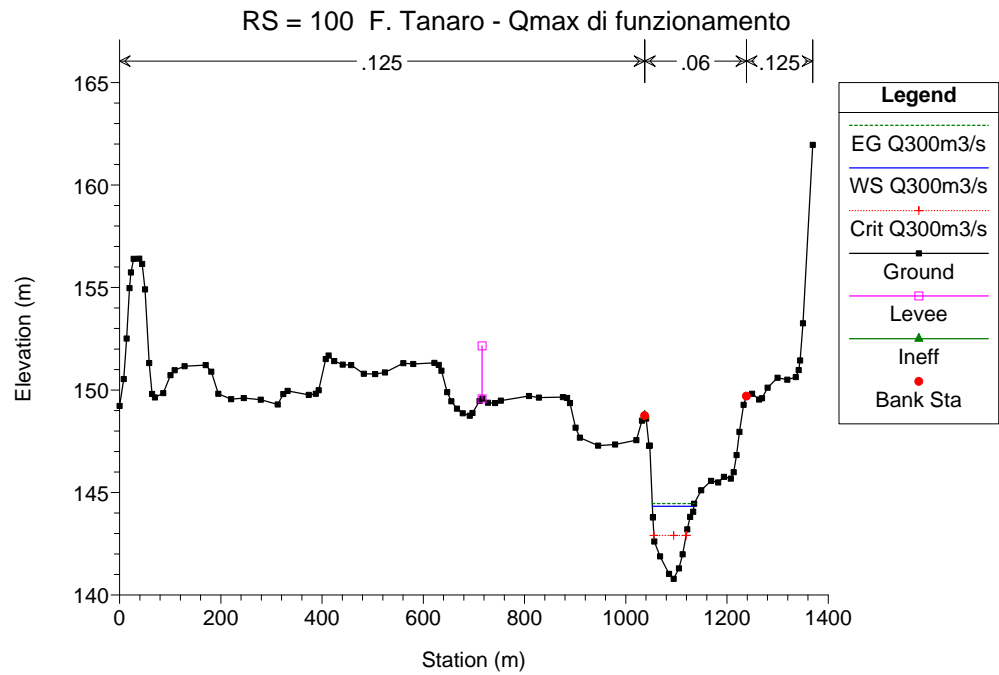
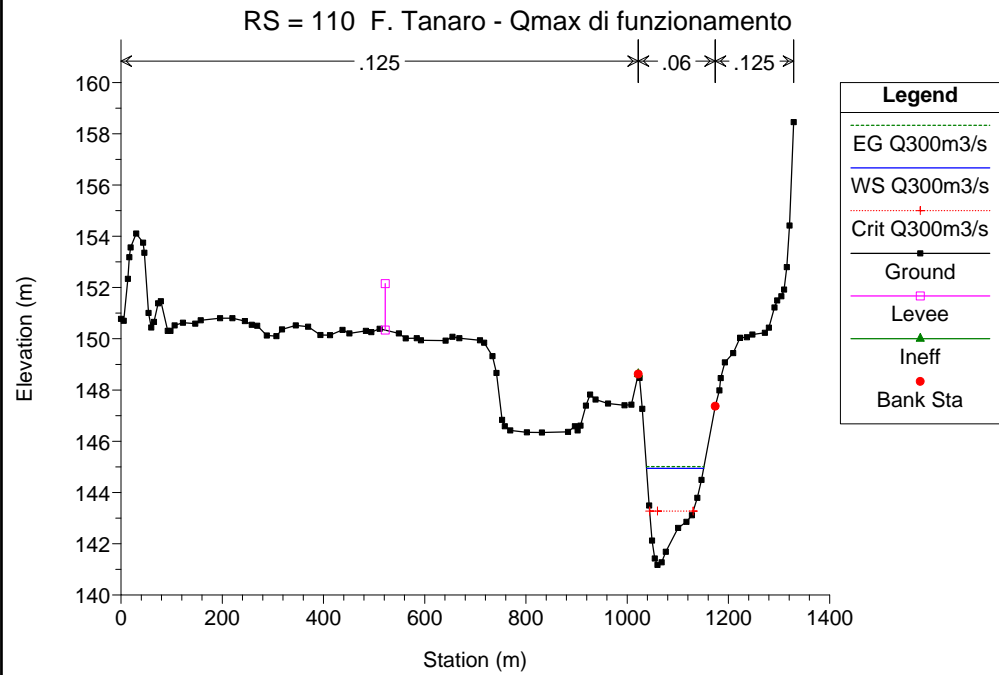
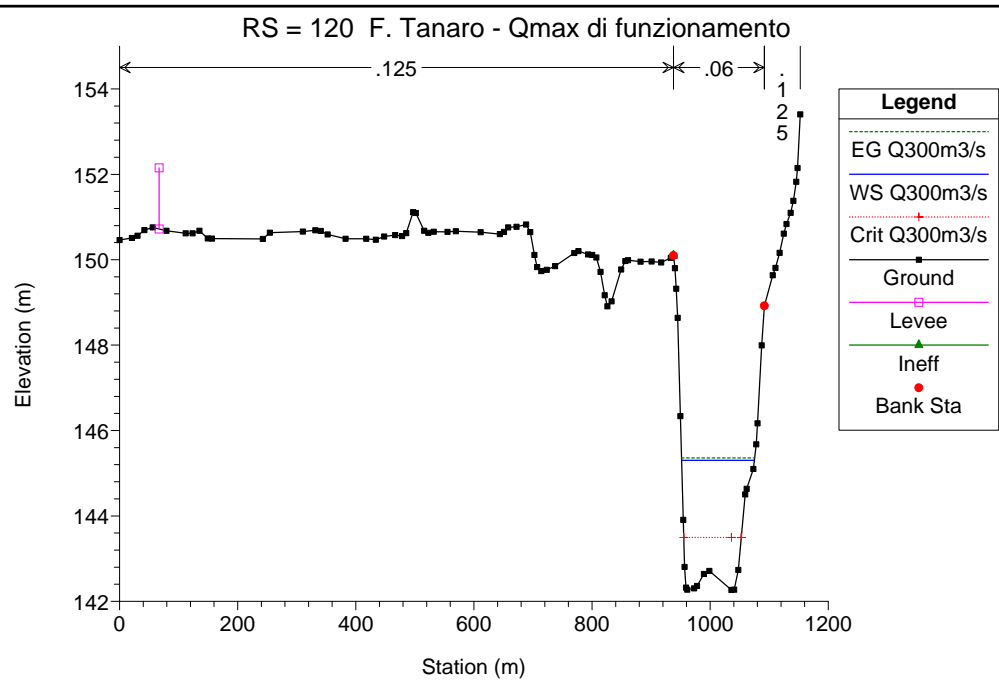
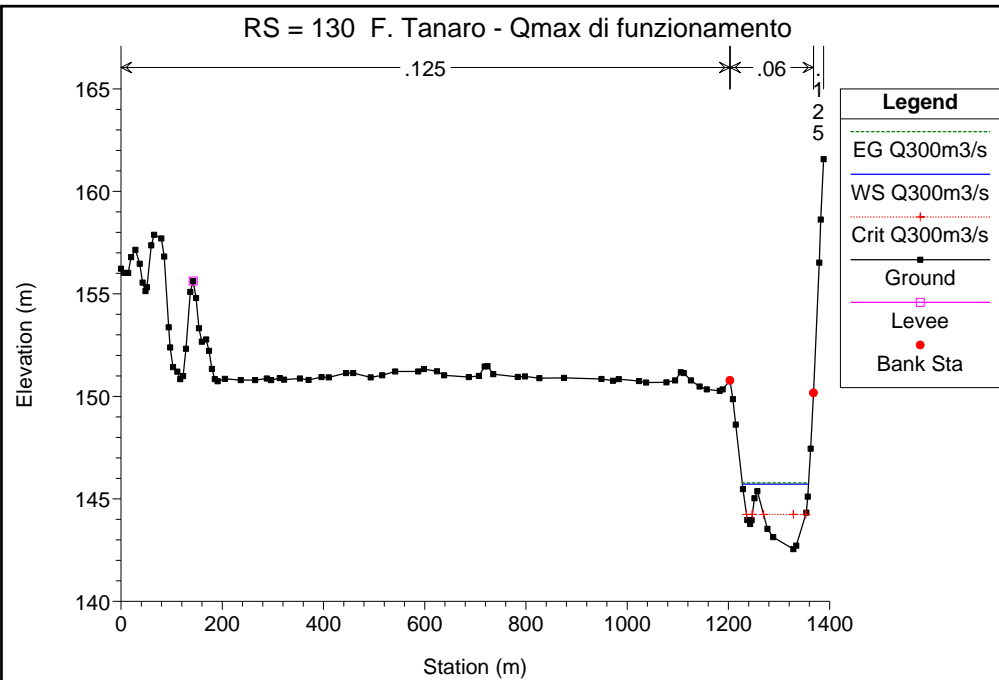


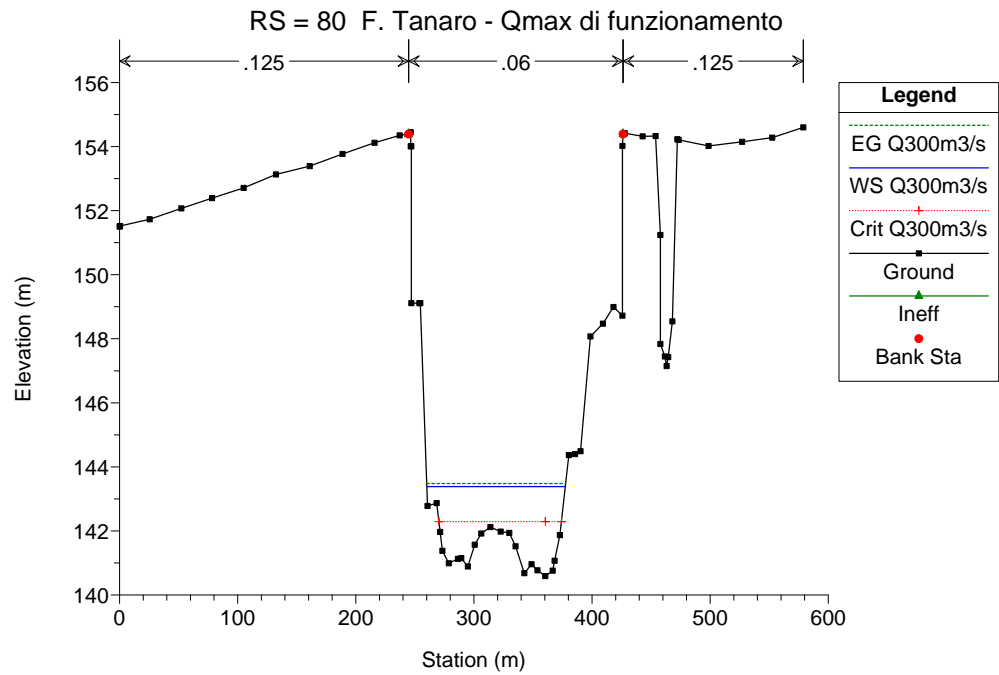
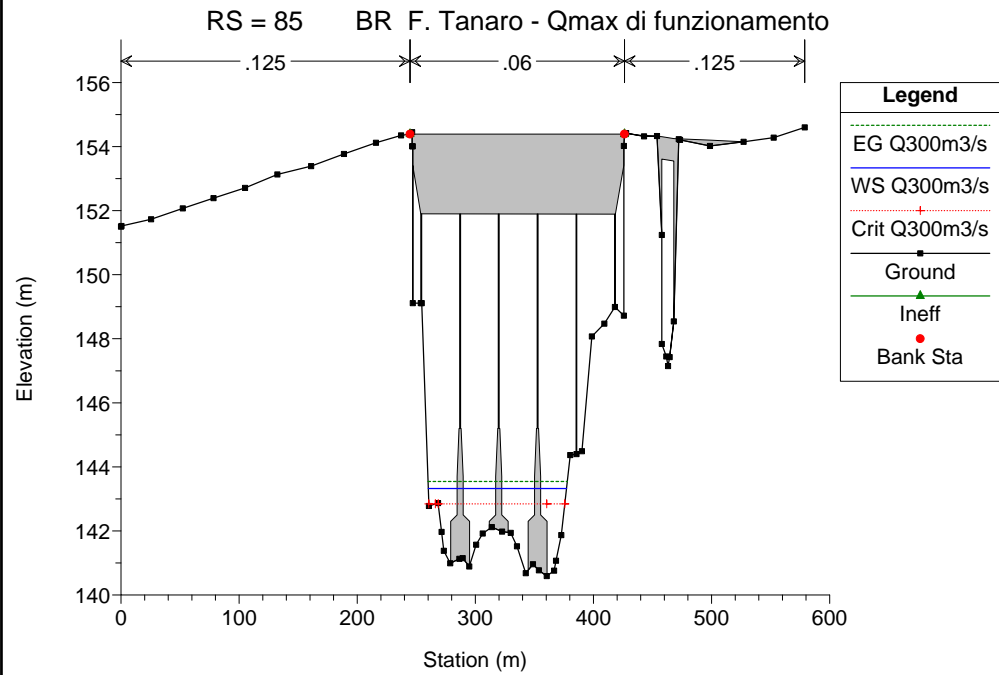
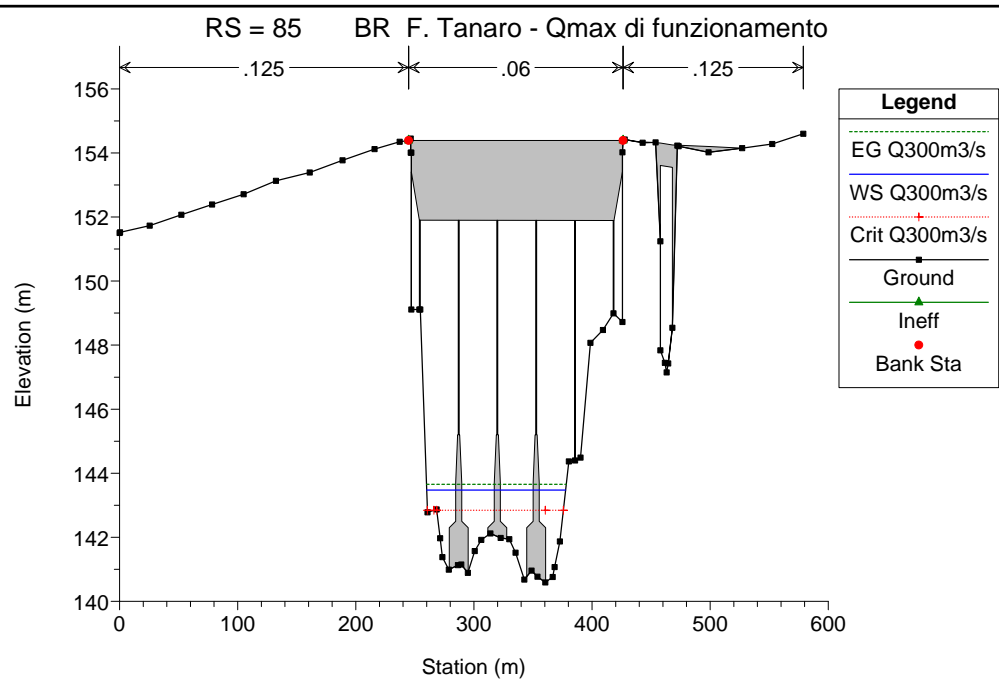
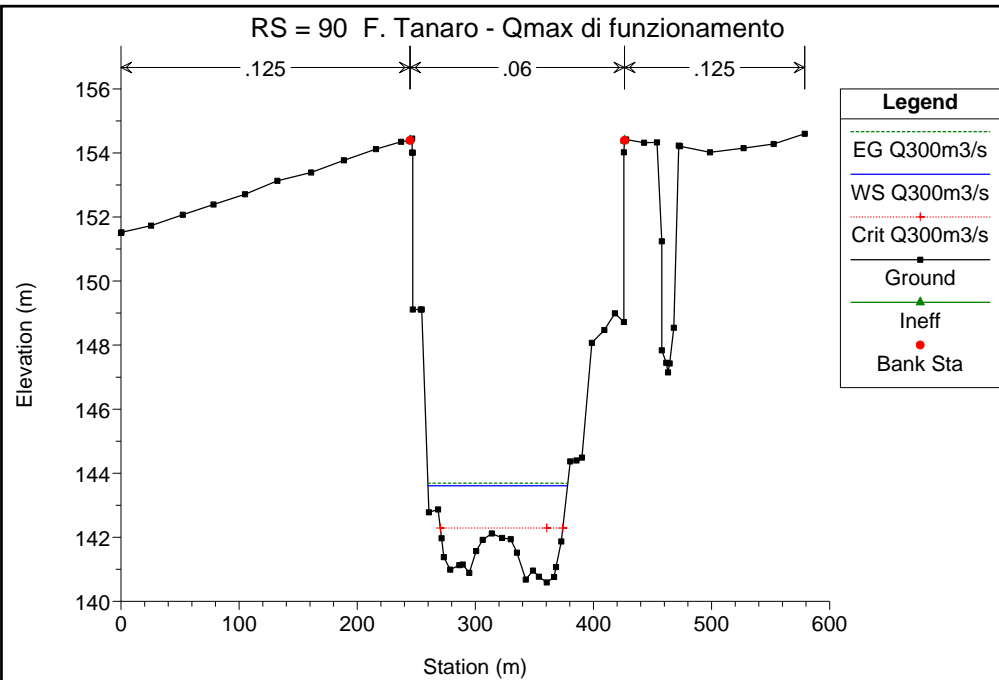
RS = 136 F. Tanaro - Qmax di funzionamento

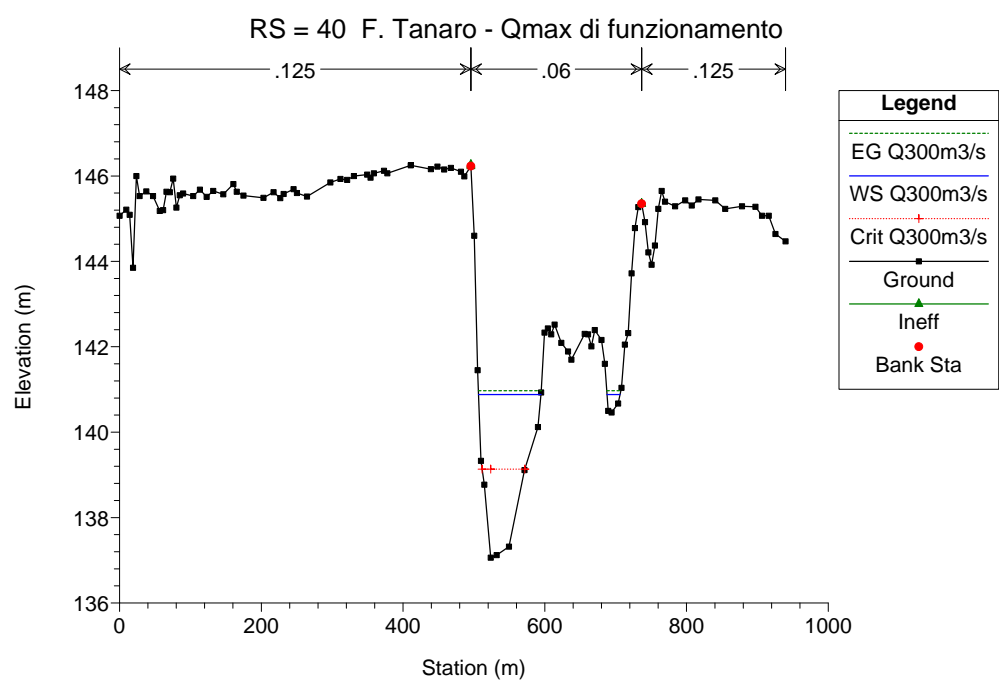
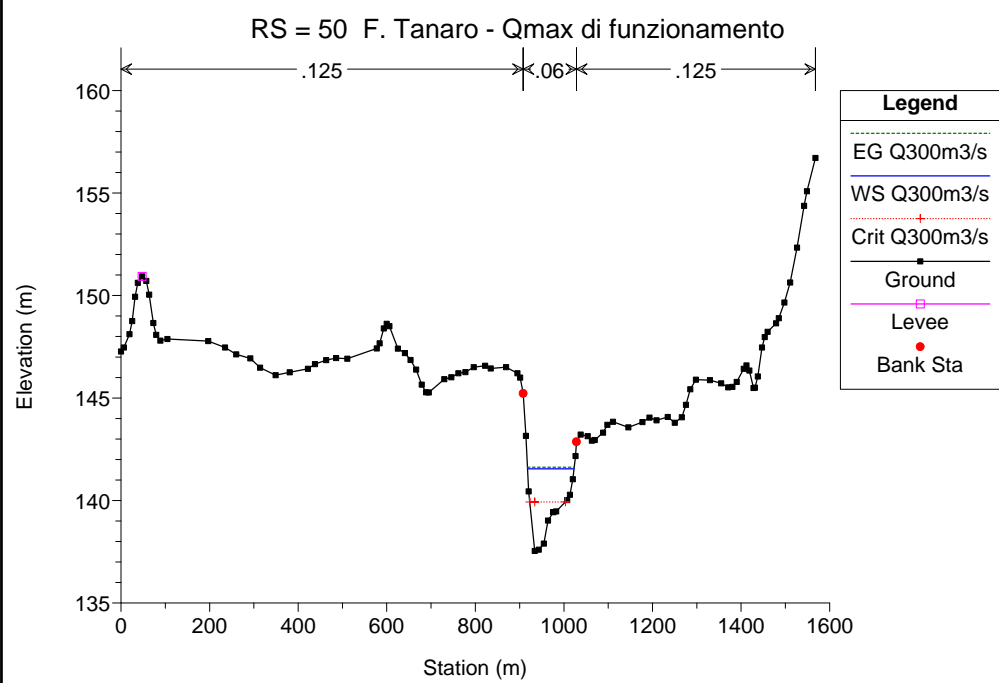
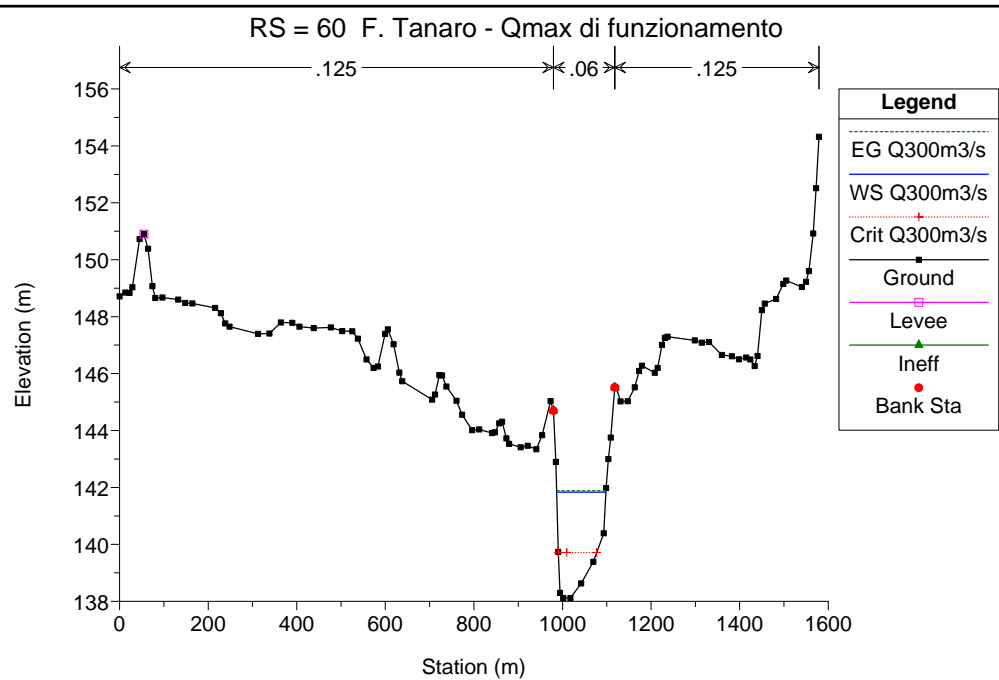
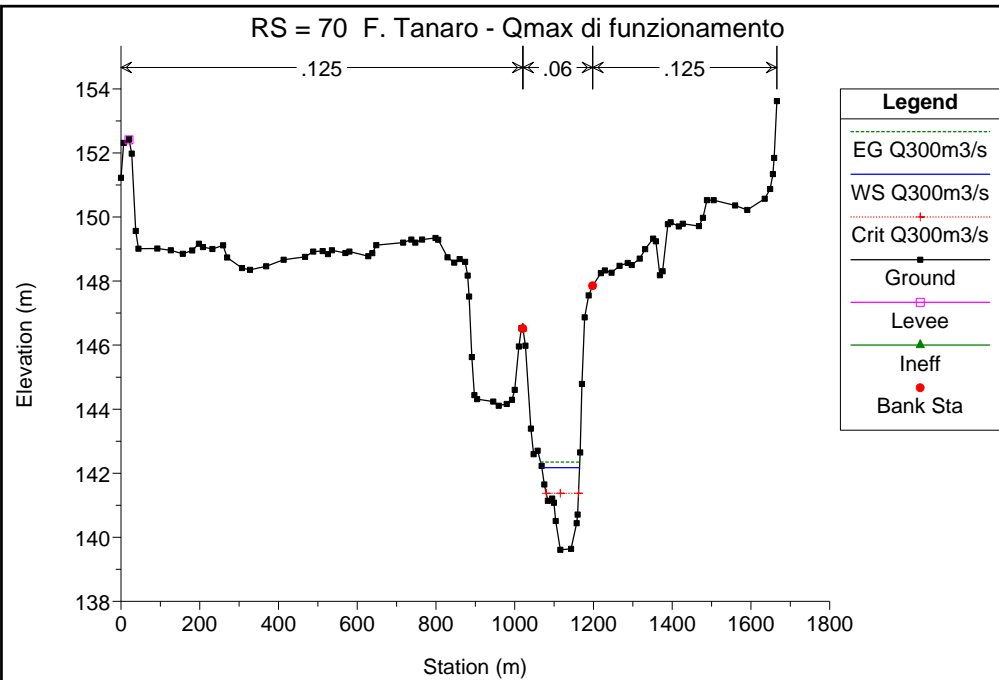


RS = 135 IS F. Tanaro - Qmax di funzionamento

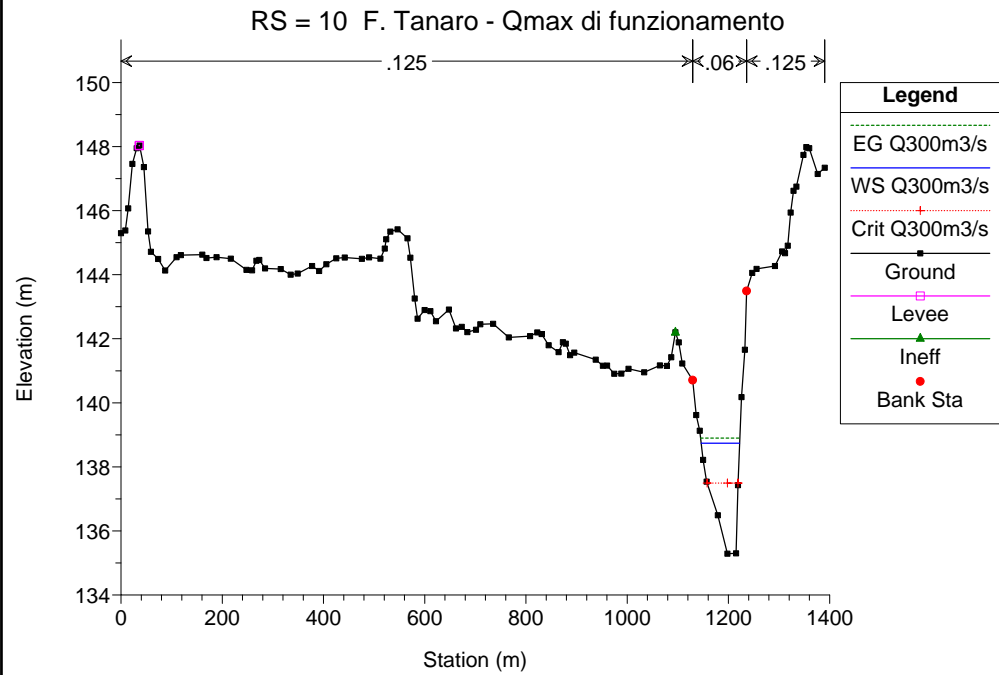
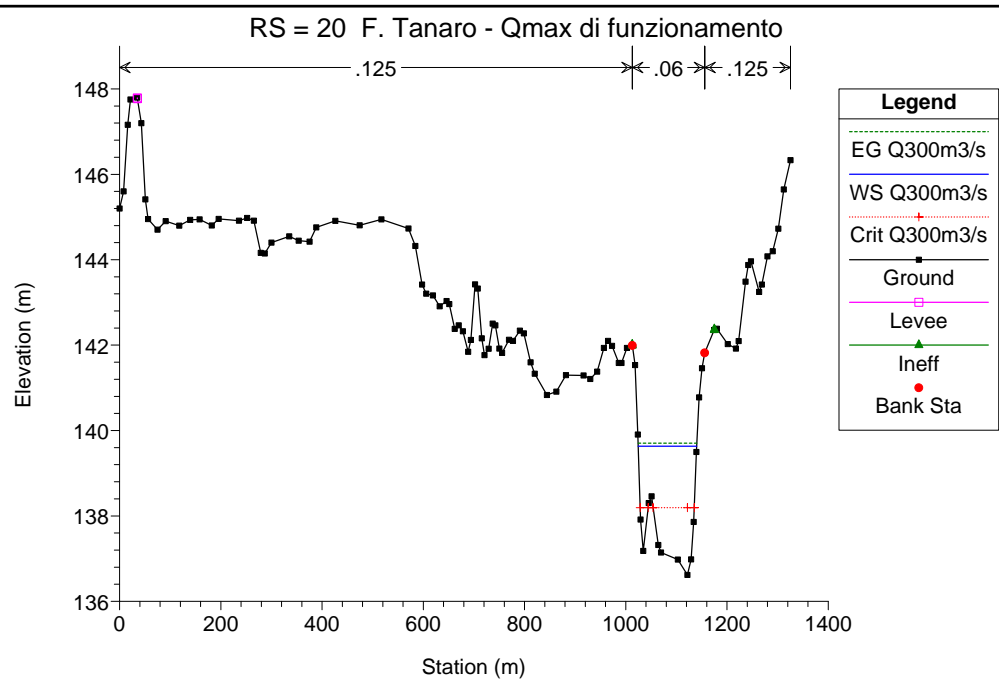
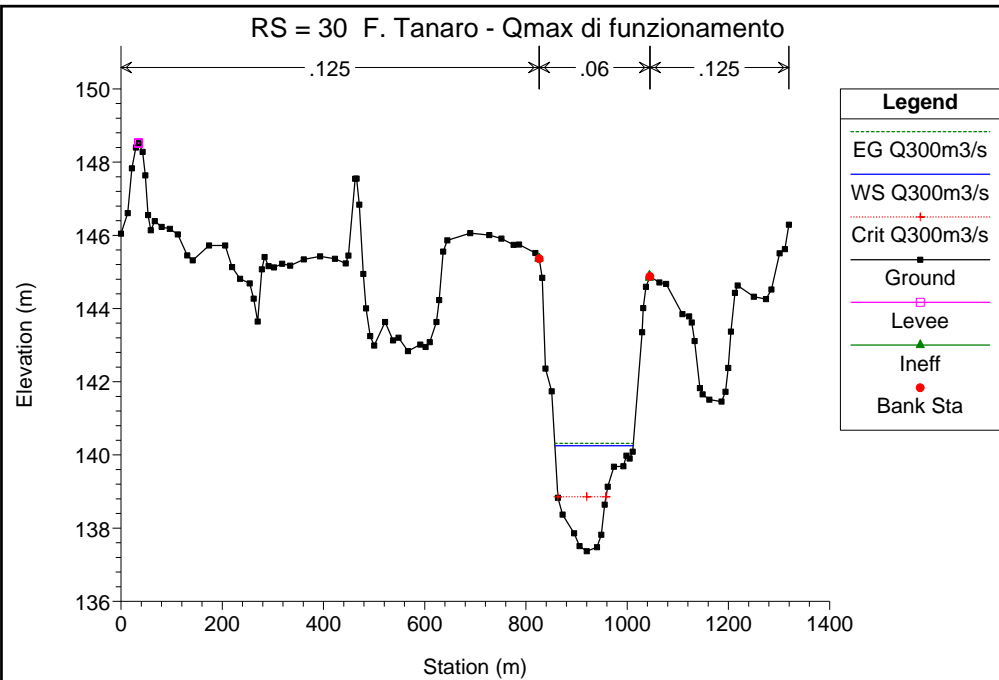












Nella seguente tabella si riportano i livelli idrici del F. Tanaro, rappresentativi dello stato di progetto con sbarramento mobile alzato, corrispondenti alla portata massima turbinabile ( $Q$  in alveo pari a  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  e portata derivata pari a  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e le rispettive quote delle sponde.

L'esame dei dati contenuti nella tabella evidenzia che le quote delle sponde sono superiori ai relativi livelli idrici; la portata in alveo corrispondente alla configurazione di portata massima di funzionamento dell'impianto risulta quindi sempre contenuta all'interno dell'alveo inciso.

<b>Sezione</b>	<b>Quota sponda sinistra [m s.l.m.]</b>	<b>Quota sponda destra [m s.l.m.]</b>	<b>Livello idrico [m s.l.m.]</b>
430	162.36	163.55	159.98
420	161.78	163.98	159.87
410	164.27	160.56	159.70
400	165.83	161.72	159.33
Ponte tangenziale			
390	165.83	161.72	159.29
380	162.83	163.03	158.08
370	168.48	168.50	157.27
Ponte S.R. 29			
360	168.48	168.50	157.10
350	162.25	160.50	156.70
340	160.66	161.14	156.33
330	160.24	159.55	155.46
320	157.68	159.22	154.87
310	157.54	158.81	154.66
300	156.14	155.72	154.44
290	158.13	157.92	154.17
280	155.92	157.63	153.85
270	155.75	157.54	153.58
260	155.05	156.59	153.37
250	156.14	157.55	152.99
240	155.49	153.91	152.65
230	156.02	152.81	152.47
220	153.97	152.41	152.23

Sezione	Quota sponda sinistra [m s.l.m.]	Quota sponda destra [m s.l.m.]	Livello idrico [m s.l.m.]
210	152.83	152.49	151.85
200	152.69	152.22	150.90
190	153.09	156.52	150.50
180	152.18	151.90	150.33
170	153.47	152.56	150.27
160	151.87	151.39	150.20
150	151.15	155.04	150.16
140	151.38	153.48	150.12
136	151.38	153.48	150.11
Traversa in progetto			
130	150.78	150.17	145.71
120	150.10	148.92	145.30
110	148.62	147.37	144.94
100	148.75	149.70	144.33
90	154.39	154.39	143.61
Ponte SP 3			
80	154.39	154.39	143.38
70	146.52	147.85	142.17
60	144.70	145.51	141.84
50	145.22	142.87	141.55
40	146.23	145.35	140.88
30	145.36	144.87	140.25
20	141.99	141.82	139.63
10	140.71	143.49	138.74

3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
e. dovrà essere effettuato il calcolo delle portate contenute all'interno dell'alveo inciso, nello stato di fatto (con traversa rotta), nello stato ante rottura (con traversa integra), e nello stato di progetto (con sbarramento mobile abbattuto e completamente alzato), stimandone i relativi tempi di ritorno. Nello stato di progetto (con sbarramento mobile abbattuto ed alzato) dovranno essere fatte le modellazioni idrauliche considerando le portate contenute all'interno dell'alveo inciso nello stato ante rottura (con traversa integra) e nello stato di fatto (con traversa rotta), con restituzione di idonee planimetrie di raffronto delle relative aree esondabili (su cui riportare anche le fasce vigenti, le perimetrazioni delle aree di dissesto PAI e le tracce dell'alveo inciso);

La valutazione delle portate contenute all'interno dell'alveo inciso viene effettuata con riferimento alla porzione di Fiume Tanaro di interesse, cioè dalla zona

immediatamente a monte della doppia ansa fino al ponte della SP3 "Castagnito-Neive".

Per la valutazione delle portate contenute all'interno dell'alveo inciso sono stati utilizzati i modelli monodimensionali di moto permanente, precedentemente descritti nei punti 3.c e 3.d, relativi ai seguenti scenari: attuale, ante crollo, di progetto con sbarramento mobile abbattuto e di progetto con sbarramento mobile alzato; per ciascuno scenario è stata valutata la portata massima contenuta all'interno dell'alveo inciso.

Nella seguente tabella si riportano le portate contenute all'interno dell'alveo inciso con riferimento agli scenari considerati.

Scenario considerato	Portata contenuta nell'alveo inciso [m <sup>3</sup> /s]
Attuale	710
Ante crollo del 2010	650
Progetto con sbarramento mobile abbattuto	650
Progetto con sbarramento mobile completamente alzato	570

Nel seguito si riportano le aree di esondazione con riferimento alle sopraccitate portate; tali delimitazioni sono relative alla situazione attuale con traversa rotta, alla situazione ante crollo con traversa integra (scenario che risulta analogo a quello di progetto con sbarramento mobile abbassato in quanto la quota della parte fissa dello sbarramento in progetto è pari alla quota in sommità della vecchia traversa) e alla situazione di progetto con sbarramento alzato.



**Fig. 3.e.1. Area di esondazione del F. Tanaro relativa alla situazione attuale con traversa rotta con portata pari a  $710 \text{ m}^3/\text{s}$  (portata massima contenuta all'interno dell'alveo inciso).**



**Fig. 3.e.2. Area di esondazione relativa alla situazione ante crollo (coincidente con scenario di progetto con sbarramento abbattuto) con portata di  $650 \text{ m}^3/\text{s}$  (portata massima contenuta all'interno dell'alveo inciso).**



**Fig. 3.e.3. Area di esondazione relativa alla situazione di progetto con sbarramento alzato con portata pari a 570 m<sup>3</sup>/s (portata massima contenuta all'interno dell'alveo inciso).**

Le planimetrie di raffronto delle aree esondabili dello stato di progetto (con sbarramento mobile abbattuto ed alzato), relative alle portate contenute all'interno dell'alveo inciso nello stato ante rottura (con traversa integra) e nello stato di fatto (con traversa rotta), sono contenute negli elaborati A18-4 e A18-5. In tali planimetrie sono riportate, oltre al raffronto tra le stesse, anche le fasce vigenti, le perimetrazioni delle aree di dissesto PAI e le tracce dell'alveo inciso.

Per quanto concerne la stima dei tempi di ritorno delle sopraccitate portate si evidenzia che nella sezione di chiusura di interesse si dispone dei valori di portata, calcolati con il metodo di Gherardelli-Marchetti a partire da quelli del PAI, con tempi di ritorno superiori a 20 anni.

Le portate contenute all'interno dell'alveo inciso precedentemente determinate (pari 710 m<sup>3</sup>/s, 650 m<sup>3</sup>/s e 570 m<sup>3</sup>/s) hanno tempi di ritorno inferiori a 20 anni; dato che la stima delle portate con tempo di ritorno inferiore ai 20 anni eseguita mediante un'operazione di estrapolazione a partire dai valori di portata con  $T_R$  20, 100, 200,

500 anni potrebbe determinare errori significativi nella stima dal tempo di ritorno, si è deciso di utilizzare la seguente metodologia:

- Determinazione delle portate in corrispondenza della sezione di chiusura considerata con il metodo VAPI della Regione Piemonte (con tale metodologia è possibile determinare, per una assegnato bacino, i valori di portata per un qualsiasi tempo di ritorno superiore ad un anno);
- Determinazione del rapporto k tra le portate definite per la sezione di chiusura considerata a partire dalle portate PAI ( $Q_{PAI-GM}$ ) e le portate VAPI ( $Q_{VAPI}$ ) per tempo di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni;

$T_R$ [anni]	$Q_{PAI-GM}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{VAPI}$ [m <sup>3</sup> /s]	k $Q_{VAPI} / Q_{PAI-GM}$
20	2079	2080	1.000481
100	2789	3472	1.244891
200	3093	4088	1.321694
500	3448	4902	1.421694

- Determinazione delle portate VAPI con tempi di ritorno inferiori ai 20 anni con riferimento alla sezione di chiusura considerata;
- Interpolazione ed estrapolazione dei valori di k al variare del tempo di ritorno;
- Correzione delle portate VAPI mediante applicazione del coefficiente k, in modo da ottenere delle portate coerenti con quelle determinate a partire dalle portate PAI;

$T_R$ [anni]	k (estropolazione)	$Q_{VAPI}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{VAPI} / k$ [m <sup>3</sup> /s]
1	0.729935	472	646
2	0.787985	790	1002
5	0.871867	1209	1387
10	0.941205	1588	1687

- Stima dei tempi di ritorno delle portate definite.

Utilizzando la metodologia precedentemente descritta si ottiene che:

- la portata contenuta nell'alveo inciso nella situazione attuale (pari a 710 m<sup>3</sup>/s) ha un tempo di ritorno compreso tra 1 e 2 anni;
- la portata contenuta nell'alveo inciso nella situazione ante crollo, coincidente con la situazione di progetto con sbarramento abbassato, (pari a 650 m<sup>3</sup>/s) ha un tempo di ritorno pari ad un anno;
- la portata contenuta nell'alveo inciso nella situazione di progetto con sbarramento alzato (pari a 570 m<sup>3</sup>/s) ha un tempo di ritorno inferiore all'anno.

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
f. si dovrà provvedere al calcolo della lunghezza del tratto di rigurgito verso monte e del relativo volume di invaso nella condizione di progetto con sbarramento mobile abbattuto e completamente alzato (max invaso), con restituzione di idonea documentazione grafica (planimetrie e sezioni);*

Attraverso le simulazioni idraulico numeriche monodimensionali di moto permanente eseguite (vedasi punto 3.c), è possibile determinare, rispetto alla situazione attuale, la lunghezza del tratto di rigurgito verso monte nella condizione di progetto con sbarramento mobile abbattuto (quota in sommità di 148.40 m s.l.m.) e con sbarramento mobile completamente alzato (quota in sommità di 149.20 m s.l.m.).

Si ottiene:

scenario di progetto con sbarramento abbattuto

$T_R=20$  anni => Lunghezza tratto di rigurgito  $\approx 3600$  m

$T_R=100$  anni => Lunghezza tratto di rigurgito  $\approx 2900$  m

$T_R=200$  anni => Lunghezza tratto di rigurgito  $\approx 2000$  m

scenario di progetto con sbarramento completamente alzato

$T_R=20$  anni => Lunghezza tratto di rigurgito  $\approx 3600$  m

$T_R=100$  anni => Lunghezza tratto di rigurgito  $\approx 2900$  m

$T_R=200$  anni => Lunghezza tratto di rigurgito  $\approx 2000$  m

Si valuta inoltre l'incremento del volume idrico invasato a monte della traversa, rispetto alla situazione attuale, nella condizione di progetto con sbarramento mobile abbattuto (quota in sommità di 148.40 m s.l.m.) e con sbarramento mobile completamente alzato (quota in sommità di 149.20 m s.l.m.).



Con riferimento alla portata avente tempo di ritorno di 20 anni (2079 m<sup>3</sup>/s) l'incremento di volume invasato a monte della traversa, rispetto alla situazione attuale, è pari a circa 550'000 m<sup>3</sup> nello scenario di progetto con sbarramento abbattuto e a circa 736'000 m<sup>3</sup> nello scenario di progetto con sbarramento alzato; l'incremento di volume invasato dovuto alla presenza dello sbarramento mobile è quindi pari a circa 186'000 m<sup>3</sup>.

Con riferimento alla portata avente tempo di ritorno di 100 anni (2789 m<sup>3</sup>/s) l'incremento di volume invasato a monte della traversa, rispetto alla situazione attuale, è pari a circa 239'000 m<sup>3</sup> nello scenario di progetto con sbarramento abbattuto e a circa 397'000 m<sup>3</sup> nello scenario di progetto con sbarramento alzato; l'incremento di volume invasato dovuto alla presenza dello sbarramento mobile è pari a circa 158'000 m<sup>3</sup>.

Con riferimento alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni (3093 m<sup>3</sup>/s) l'incremento di volume invasato a monte della traversa, rispetto alla situazione attuale, è pari a circa 24'000 m<sup>3</sup> nello scenario di progetto con sbarramento abbattuto e a circa 161'000 m<sup>3</sup> nello scenario di progetto con sbarramento alzato; l'incremento di volume invasato dovuto alla presenza dello sbarramento mobile è quindi pari a circa 137'000 m<sup>3</sup>.

Si riporta, negli elaborati A19-1, A19-2 e A19-3, la relativa documentazione grafica comprensiva di planimetria, profili e sezioni trasversali con indicazione dell'estensione del tratto di rigurgito verso monte e dei relativi livelli idrici.

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
g. l'analisi effettuata sull'ipotetico collasso dello sbarramento dovrà essere integrata considerando oltre alla portata duecentennale (aggiornata) anche le portate con tempo di ritorno di 20 e 100 anni. In generale andranno adeguatamente valutati: il mancato contenimento all'interno dell'alveo inciso dell'onda di piena e la sua propagazione in sicurezza verso valle, i possibili effetti di scalzamento sulle sponde e/o difese idrauliche presenti con previsione dei necessari accorgimenti/adequamenti/protezioni che dovessero rendersi necessari. Dovranno essere predisposte idonee planimetrie delle aree potenzialmente interessate da allagamento e dovrà inoltre essere predisposto un dettagliato e specifico piano delle necessarie misure di protezione civile da adottarsi ai fini della tutela della pubblica e privata incolumità, che dovrà essere condiviso con gli Enti di protezione civile competenti (Comuni di Barbaresco, Castagnito, Neive e Provincia di Cuneo) ed essere successivamente trasmesso agli stessi, prima della messa in esercizio dell'impianto, ai fini di eventuale adeguamento dei rispettivi piani di protezione civile;*

La verifica degli effetti dell'onda di piena che si determinerebbe nell'ipotesi in cui si verificasse il crollo pressoché totale della traversa fluviale in progetto viene effettuata con riferimento alle seguenti portate:

- Portata con tempo di ritorno pari a 20 anni ( $Q = 2079 \text{ m}^3/\text{s}$ );
- Portata con tempo di ritorno pari a 100 anni ( $Q = 2789 \text{ m}^3/\text{s}$ );
- Portata con tempo di ritorno pari a 200 anni ( $Q = 3093 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Nelle simulazioni è stato considerato uno scenario particolarmente critico in cui lo sbarramento mobile è completamente alzato, anche se esso viene completamente abbattuto non appena le portate in alveo superano i  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Le caratteristiche dell'onda di piena conseguente al collasso dello sbarramento sono valutate mediante il software HEC RAS (versione 4.1), uno tra i codici di calcolo più utilizzati per le valutazioni del collasso delle dighe tramite l'uso della teoria idrodinamica per stimare la formazione e la propagazione dell'onda di piena. Tale software permette di analizzare regimi di flusso subcritici, super-critici e misti.

Il tratto di fiume Tanaro in esame si sviluppa da circa 7.5 km a monte della traversa a circa 11 km a valle della stessa; nell'ambito di tale distanza si manifestano sostanzialmente gli effetti dell'onda di piena generata dal crollo dell'opera per le portate di verifica ed al termine del medesimo questa è ormai quasi completamente laminata.

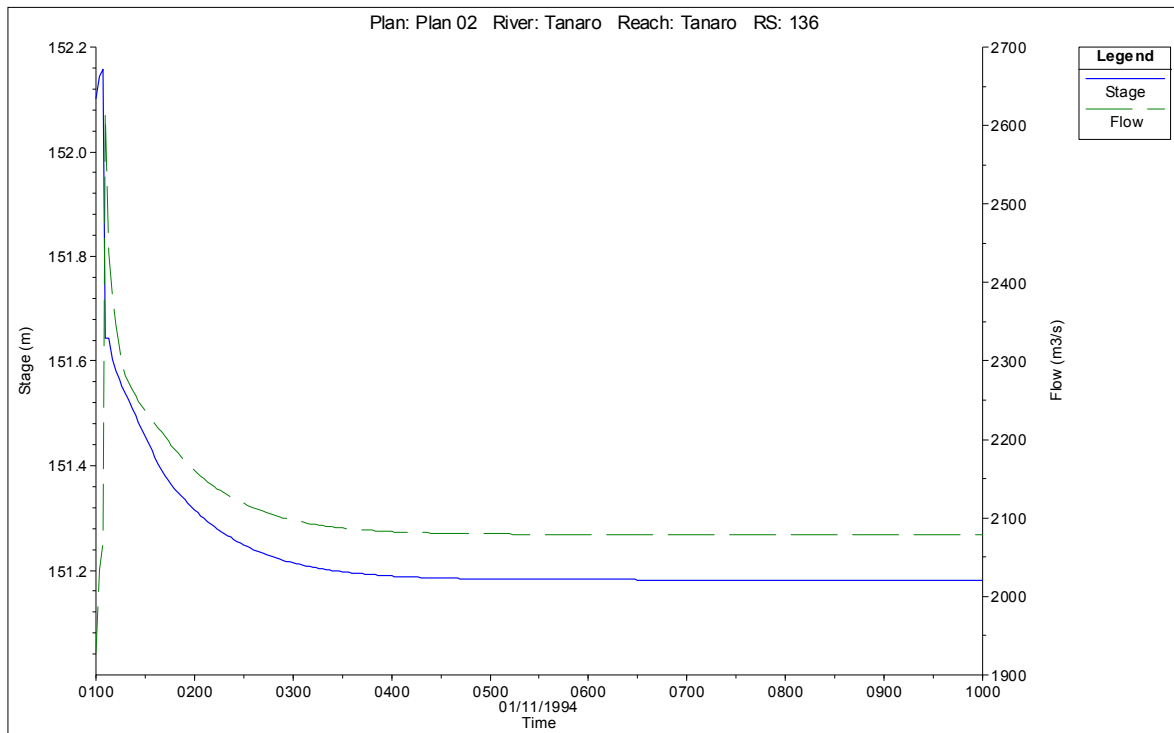
Si suppone che la rottura dello sbarramento avvenga repentinamente in quanto questa è la condizione peggiore che si possa verificare. La durata del fenomeno di crollo che si assume, in considerazione sia delle dimensioni del medesimo sia del bacino di invaso, è di 18 secondi, ovvero circa 0.005 ore.

Si riportano di seguito i risultati dei calcoli e gli idrogrammi di piena relativi ai livelli ed alle portate conseguenti ad un ipotetico collasso dello sbarramento.

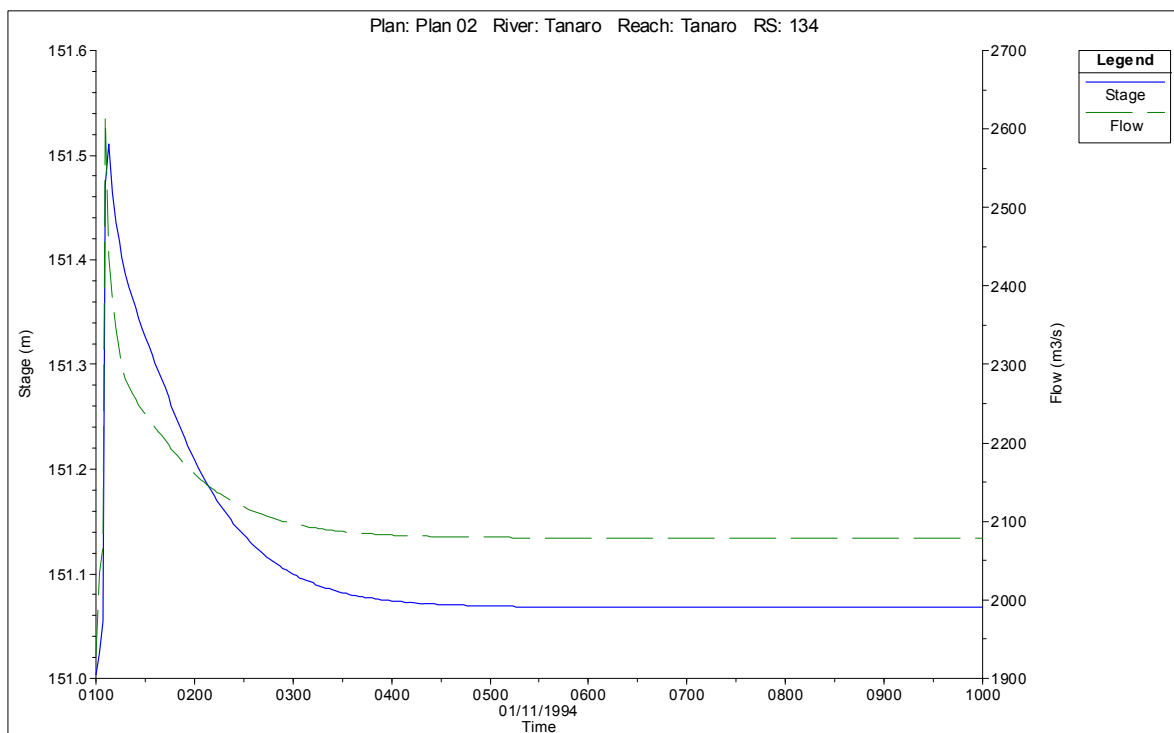
Le sezioni ritenute significative, in cui è opportuno valutare l'idrogramma di piena conseguente al collasso dello sbarramento sono:

- sezione immediatamente a monte della traversa (sez 136);
- sezione immediatamente a valle della traversa (sez 134);
- ponte della SP3 Castagnito-Neive (sez 90-80);
- ponte della SS231 di Govone (sez 5-4).

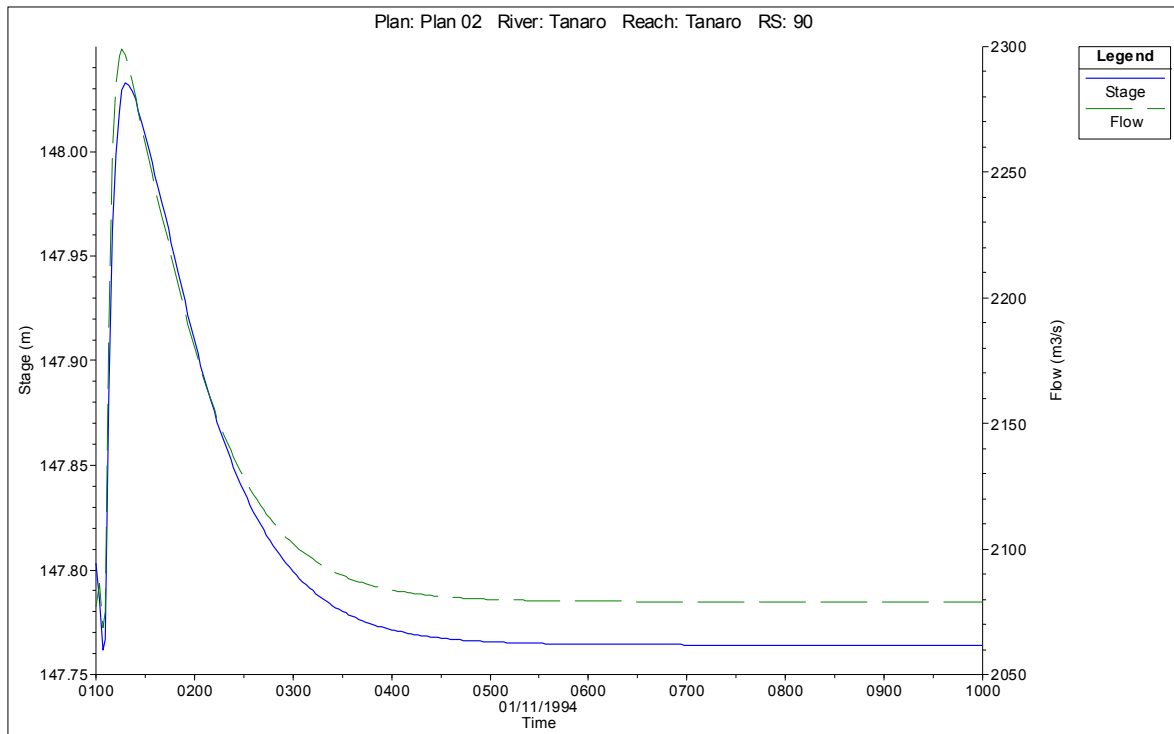
**IPOSTESI DI COLLASSO CON RIFERIMENTO ALLA PORTATA  $T_R = 20$  ANNI**



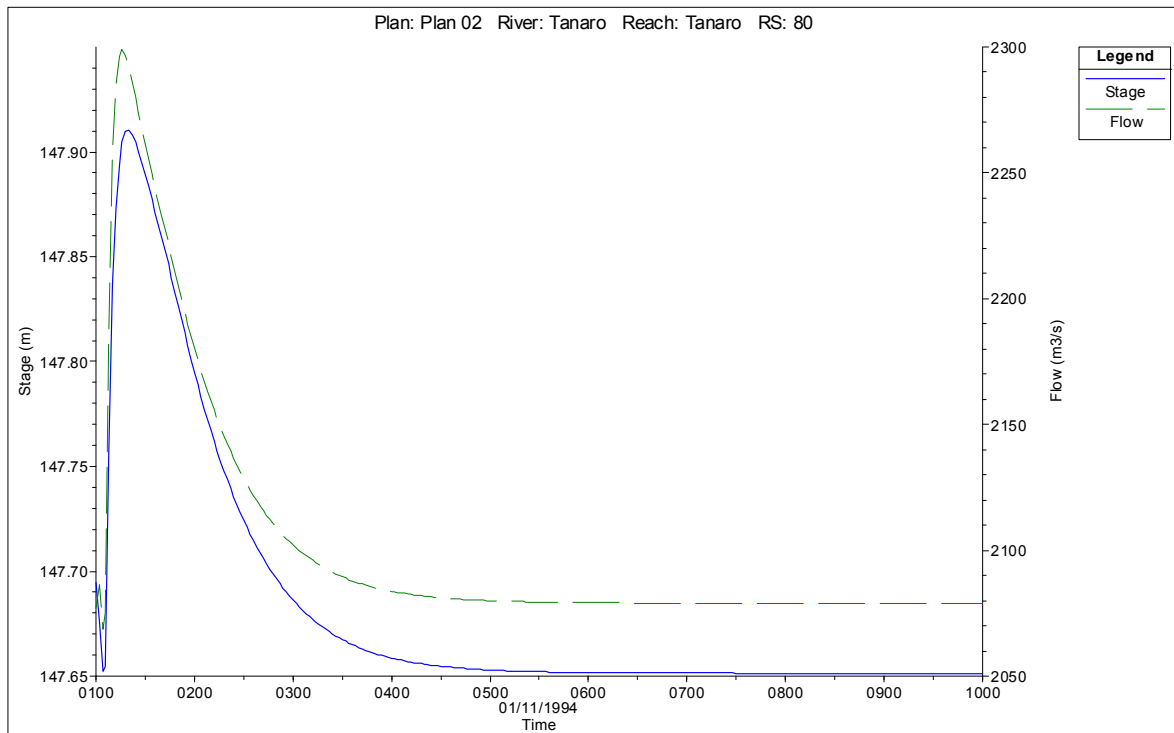
**Sez 136: sezione immediatamente a monte della traversa in progetto**



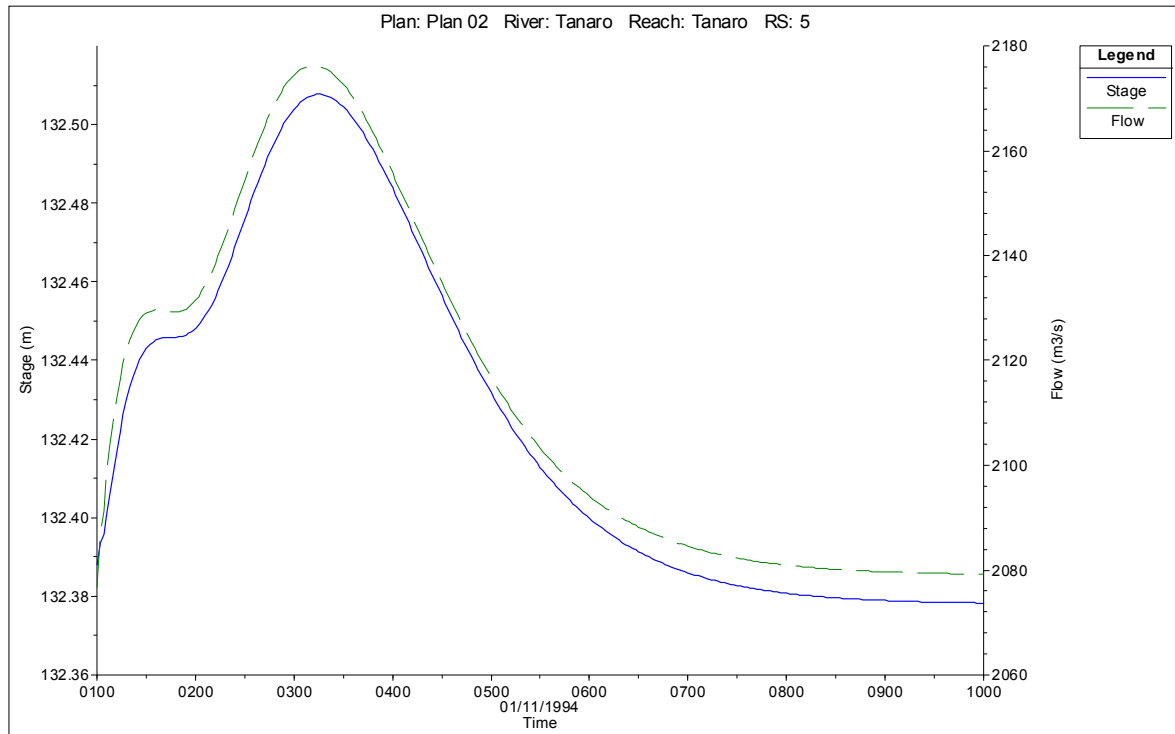
**Sez 134: sezione immediatamente a valle della traversa in progetto**



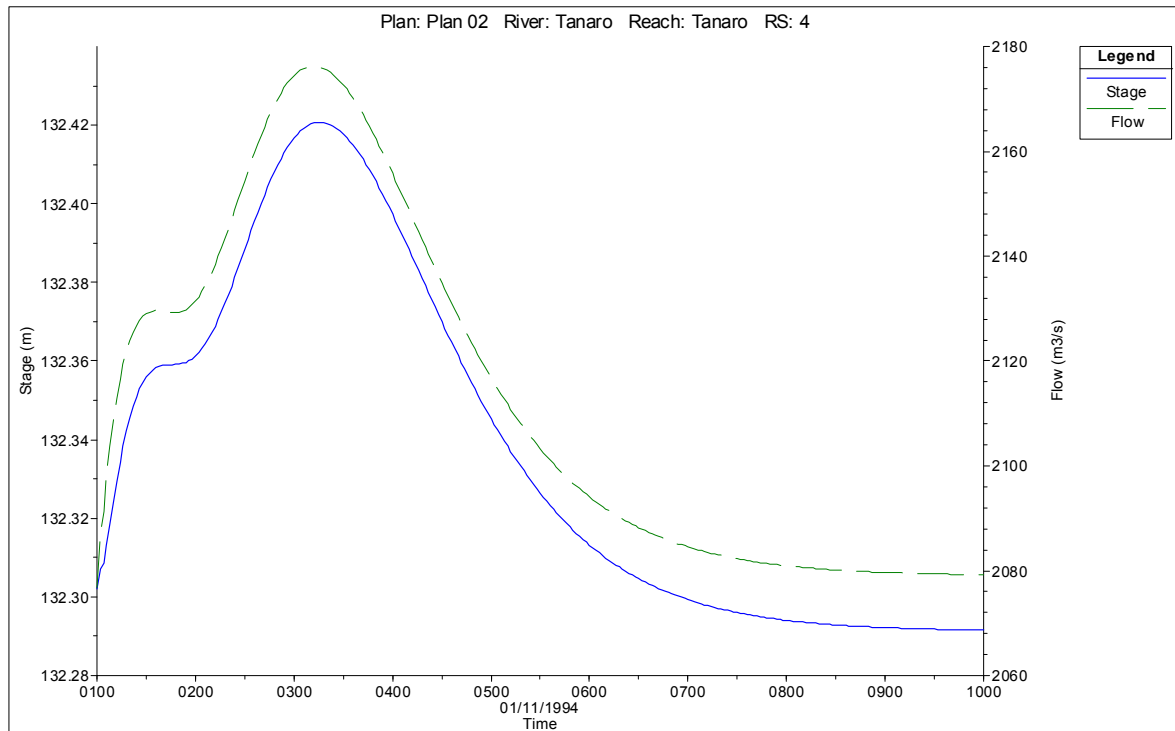
**Sez 90: sezione immediatamente a monte del ponte della SP 3 "Castagnito-Neive".**



**Sez 80: sezione immediatamente a valle del ponte della SP 3 "Castagnito-Neive".**

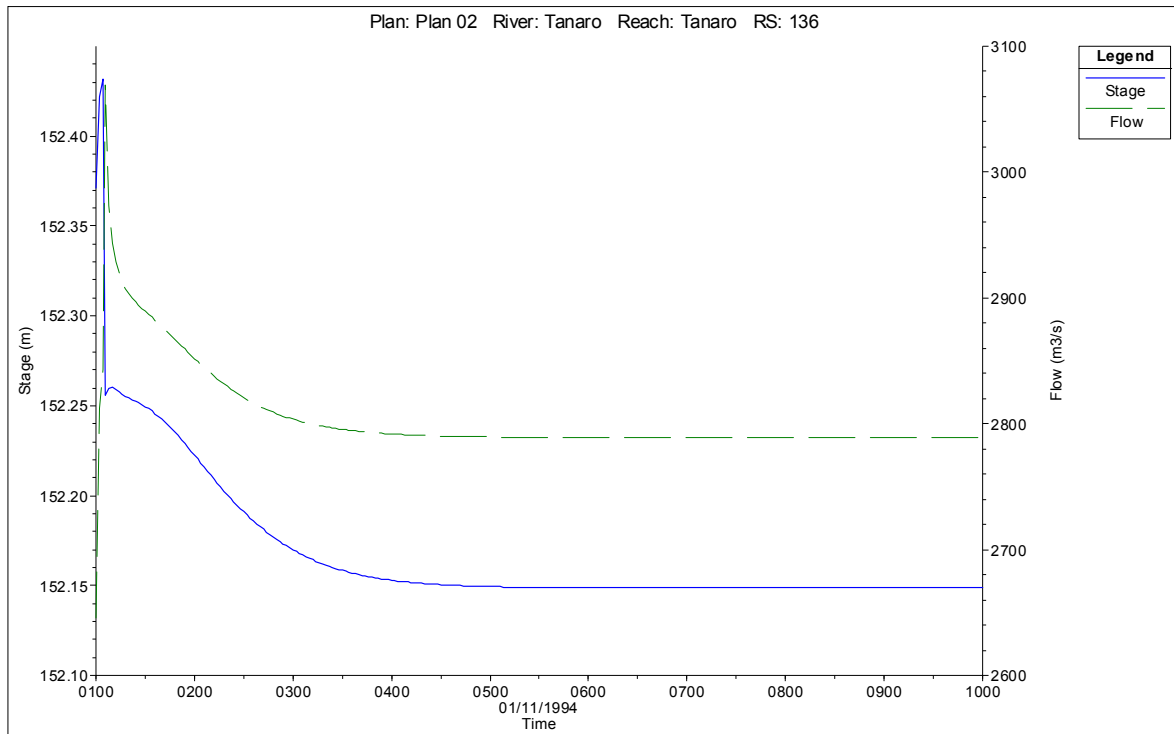


**Sez 5: sezione immediatamente a monte del ponte del ponte di Govone della SS 231.**

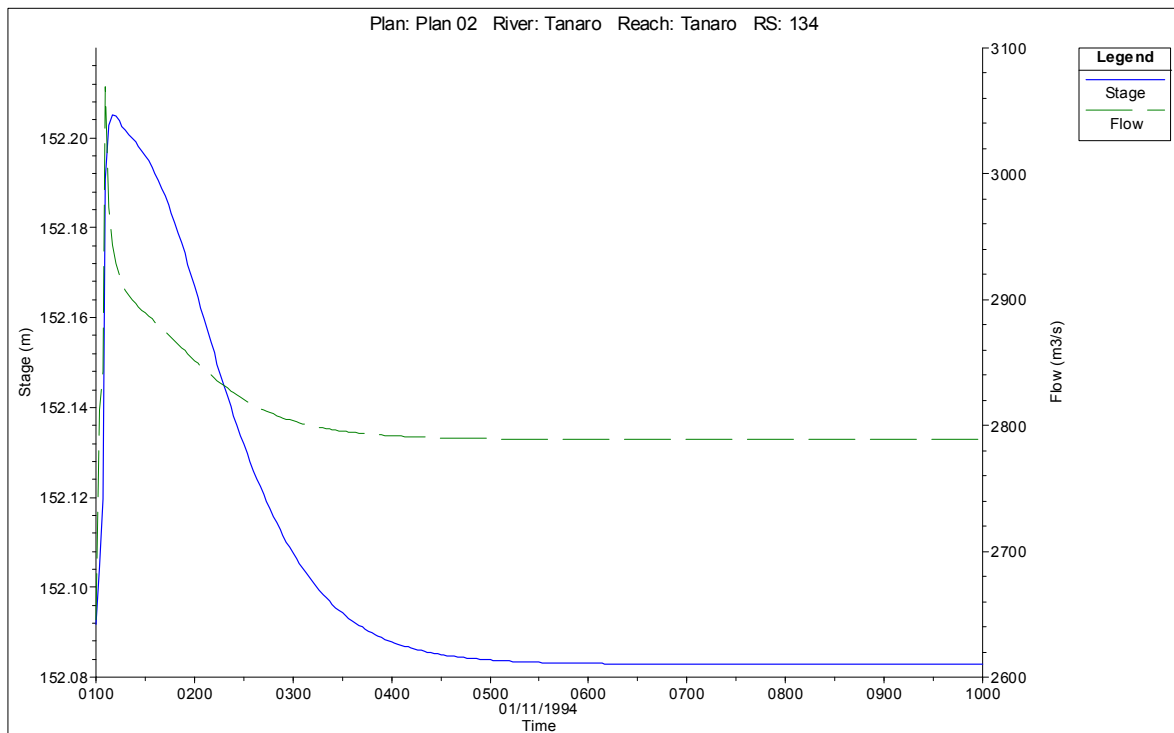


**Sez 4: sezione immediatamente a valle del ponte del ponte di Govone della SS 231.**

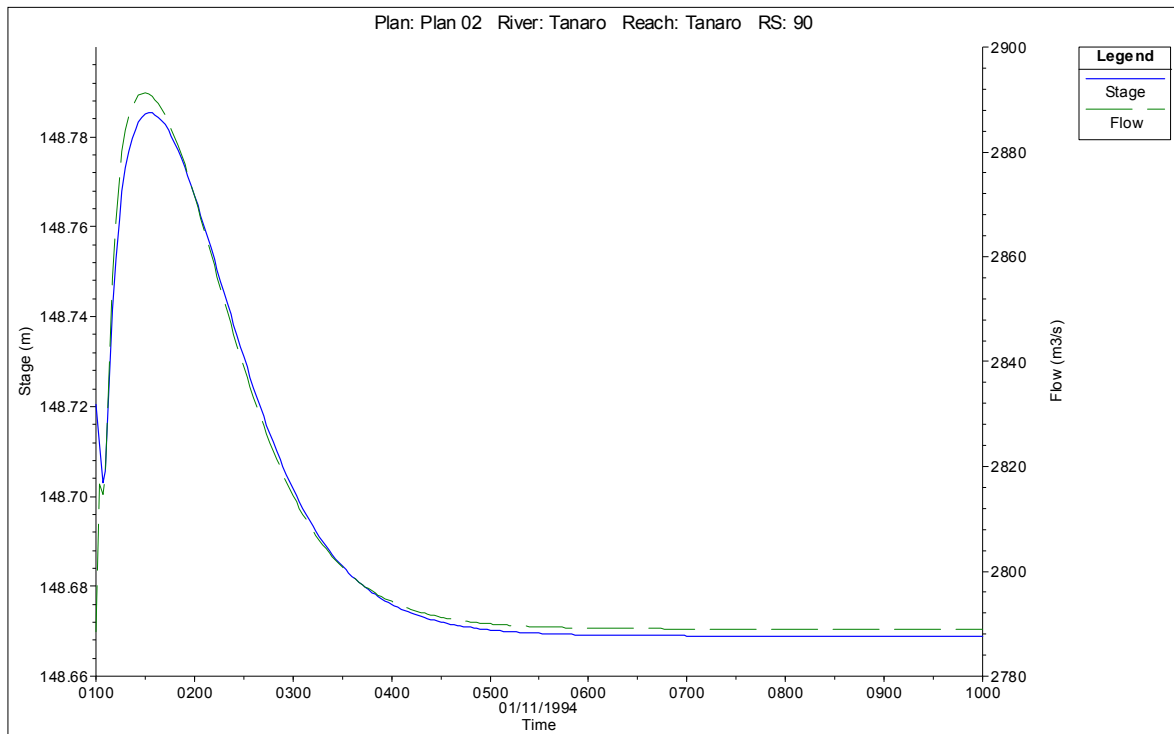
**IPOTESI DI COLLASSO CON RIFERIMENTO ALLA PORTATA  $T_R = 100$  ANNI**



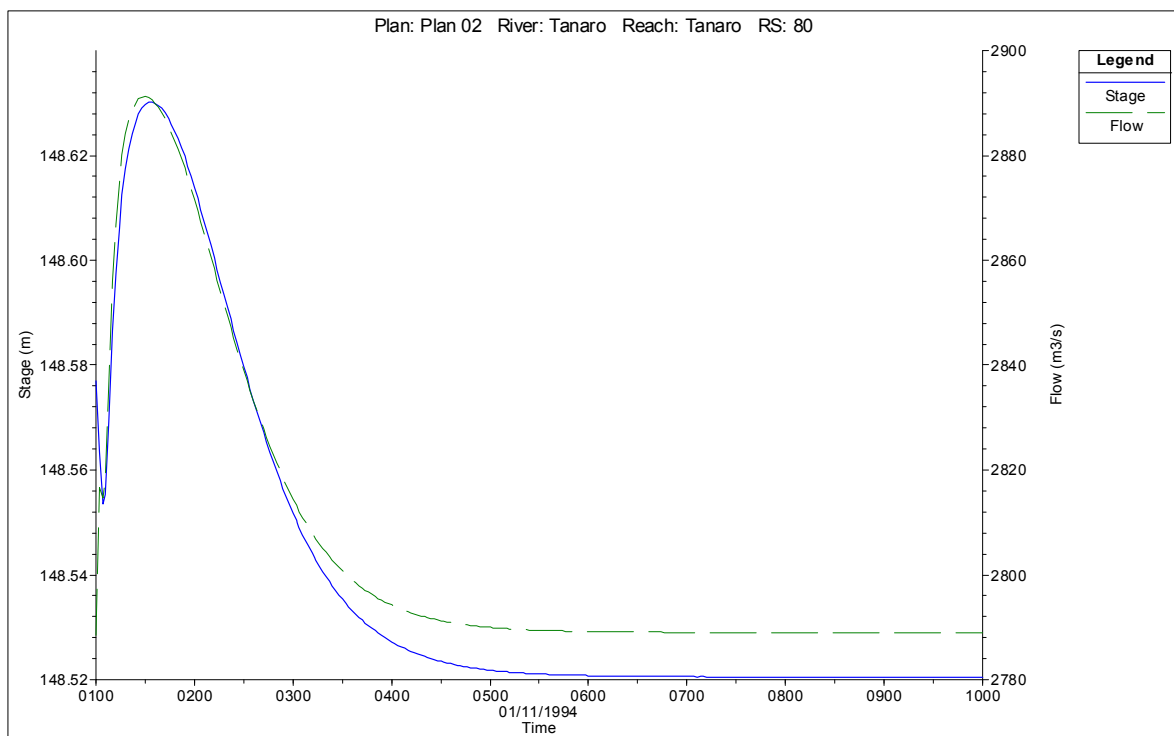
**Sez 136: sezione immediatamente a monte della traversa in progetto**



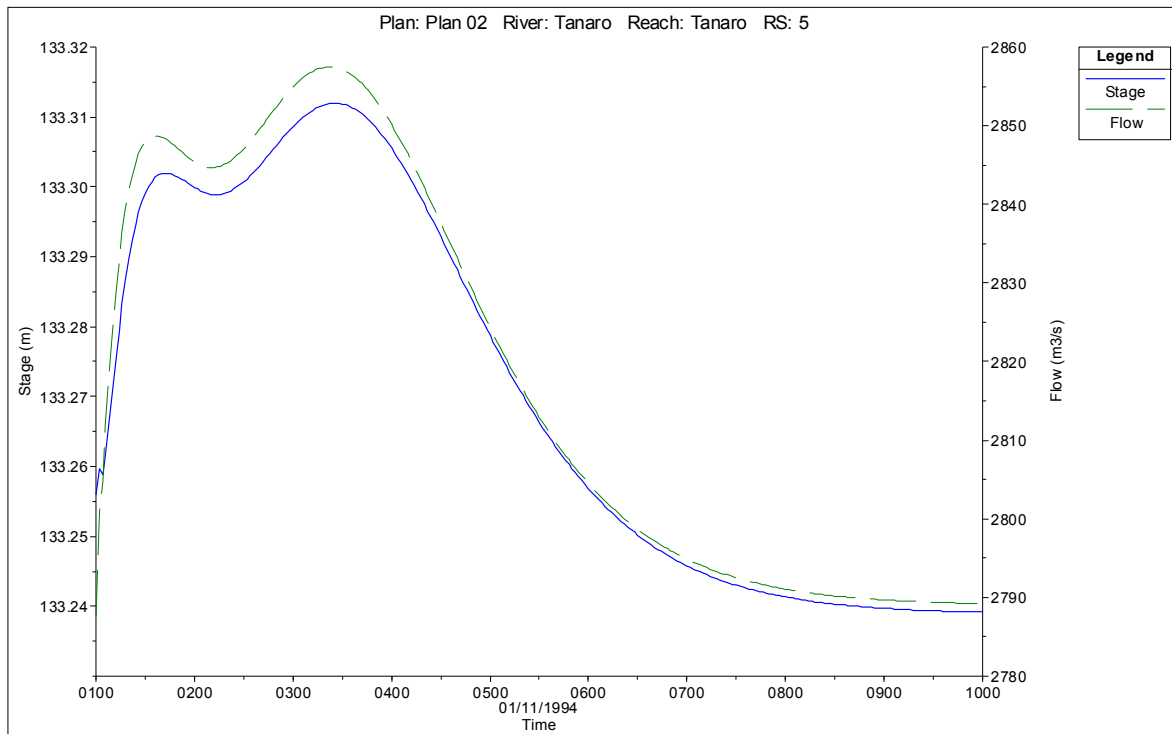
**Sez 134: sezione immediatamente a valle della traversa in progetto**



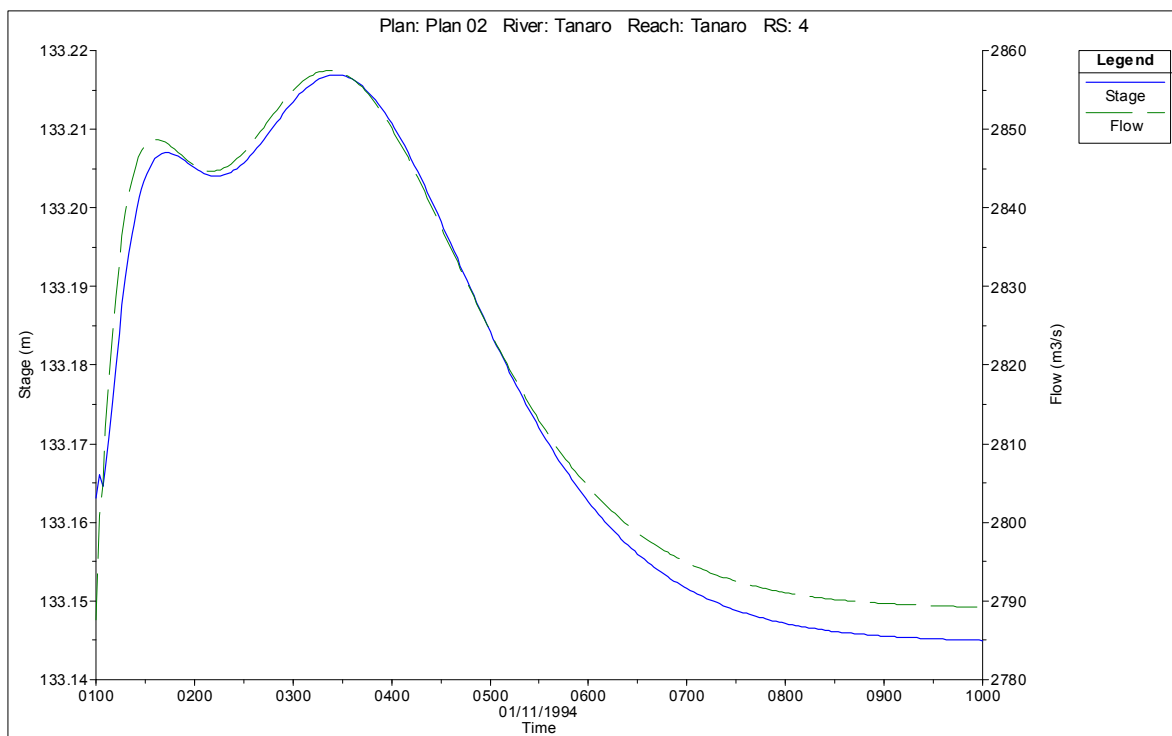
**Sez 90: sezione immediatamente a monte del ponte della SP 3 "Castagnito-Neive".**



**Sez 80: sezione immediatamente a valle del ponte della SP 3 "Castagnito-Neive".**



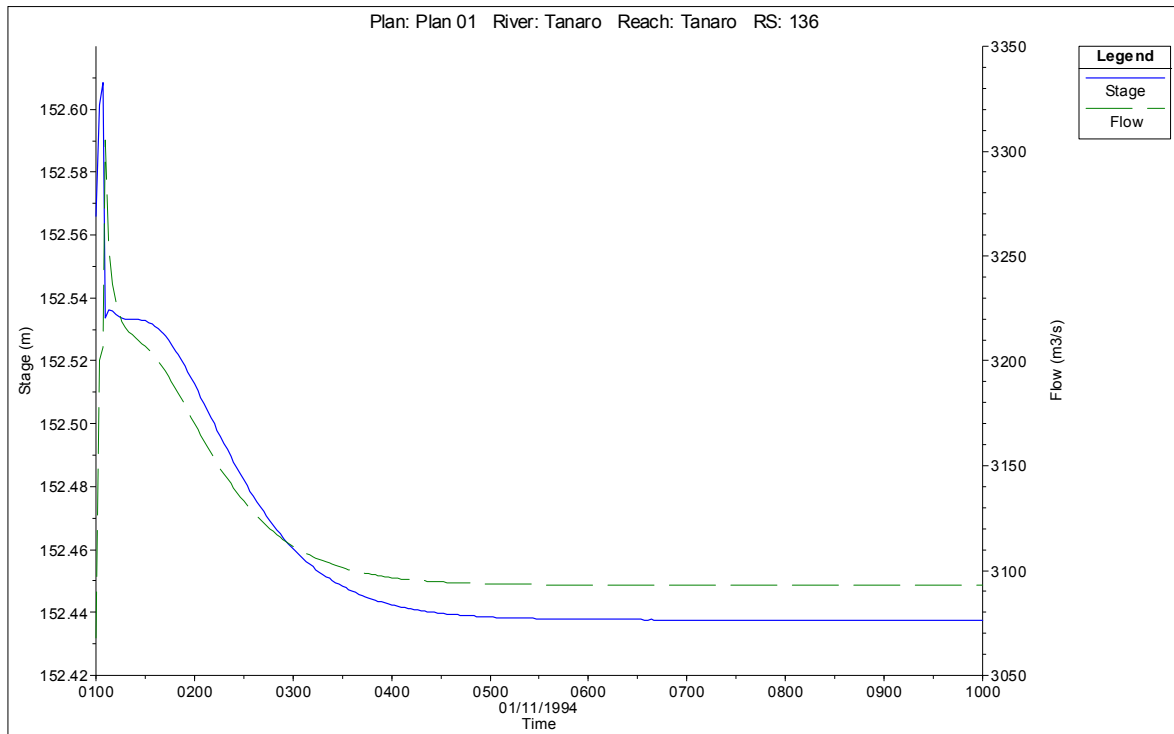
**Sez 5: sezione immediatamente a monte del ponte del ponte di Govone della SS 231.**



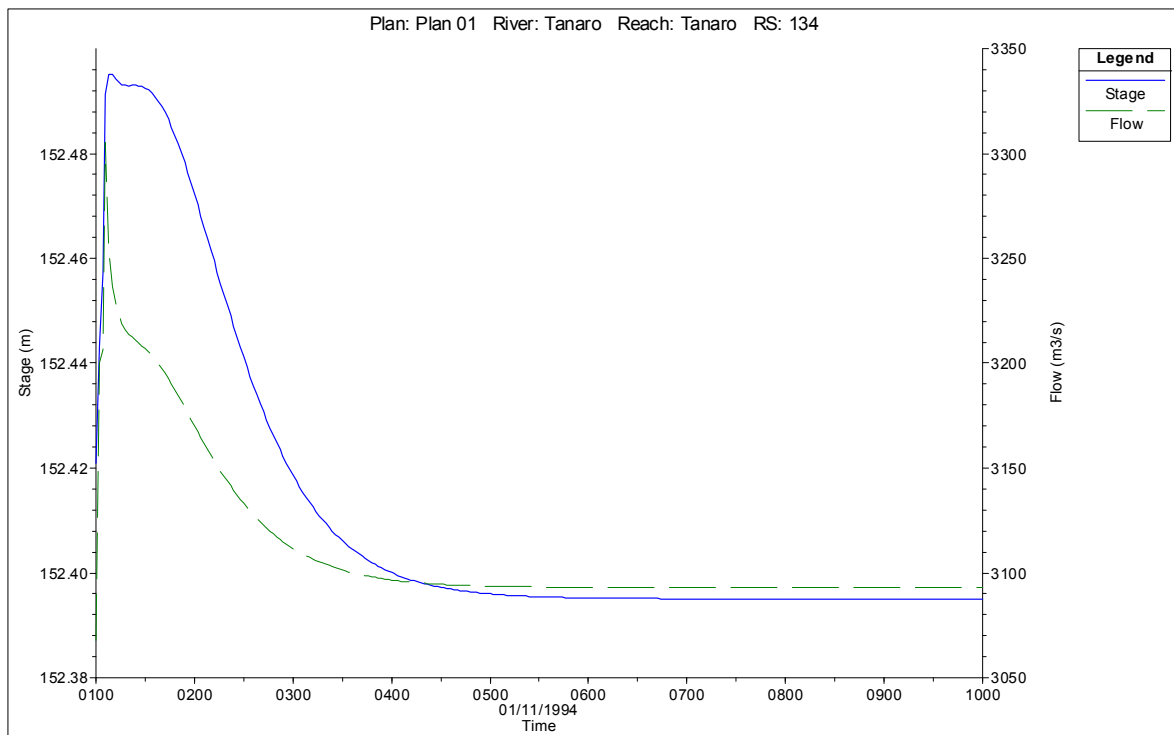
**Sez 4: sezione immediatamente a valle del ponte del ponte di Govone della SS 231.**



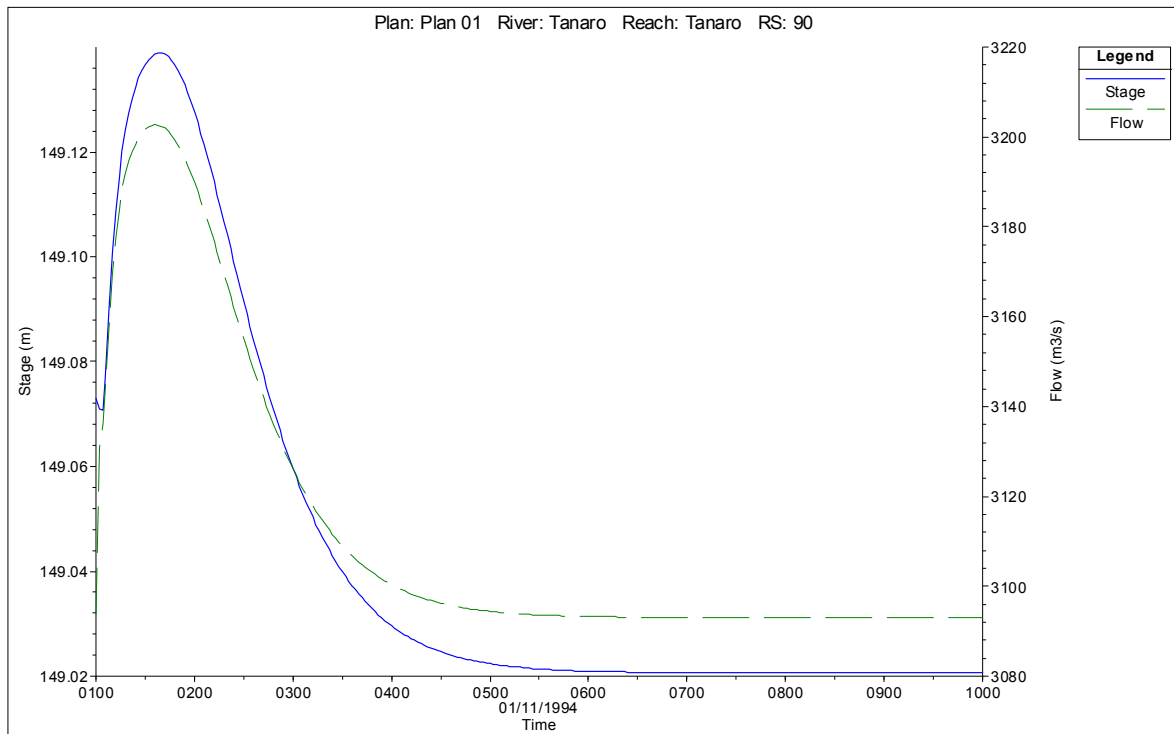
**IPOTESI DI COLLASSO CON RIFERIMENTO ALLA PORTATA  $T_R = 200$  ANNI**



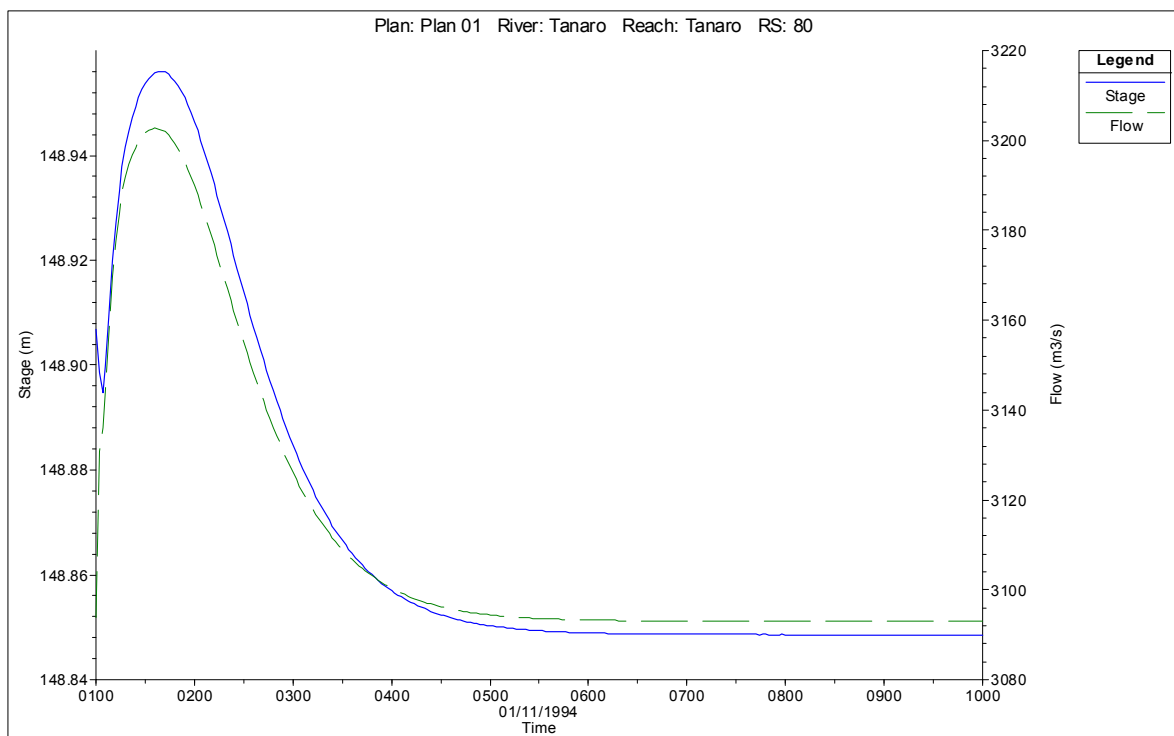
**Sez 136: sezione immediatamente a monte della traversa in progetto**



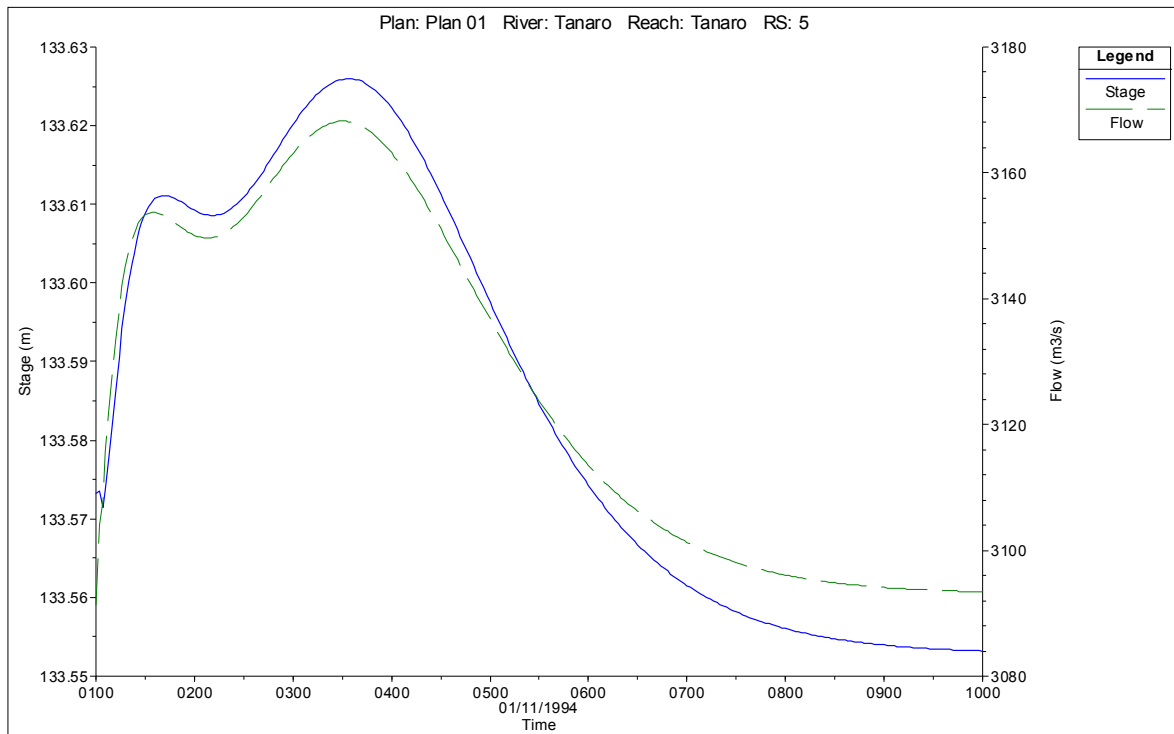
**Sez 134: sezione immediatamente a valle della traversa in progetto**



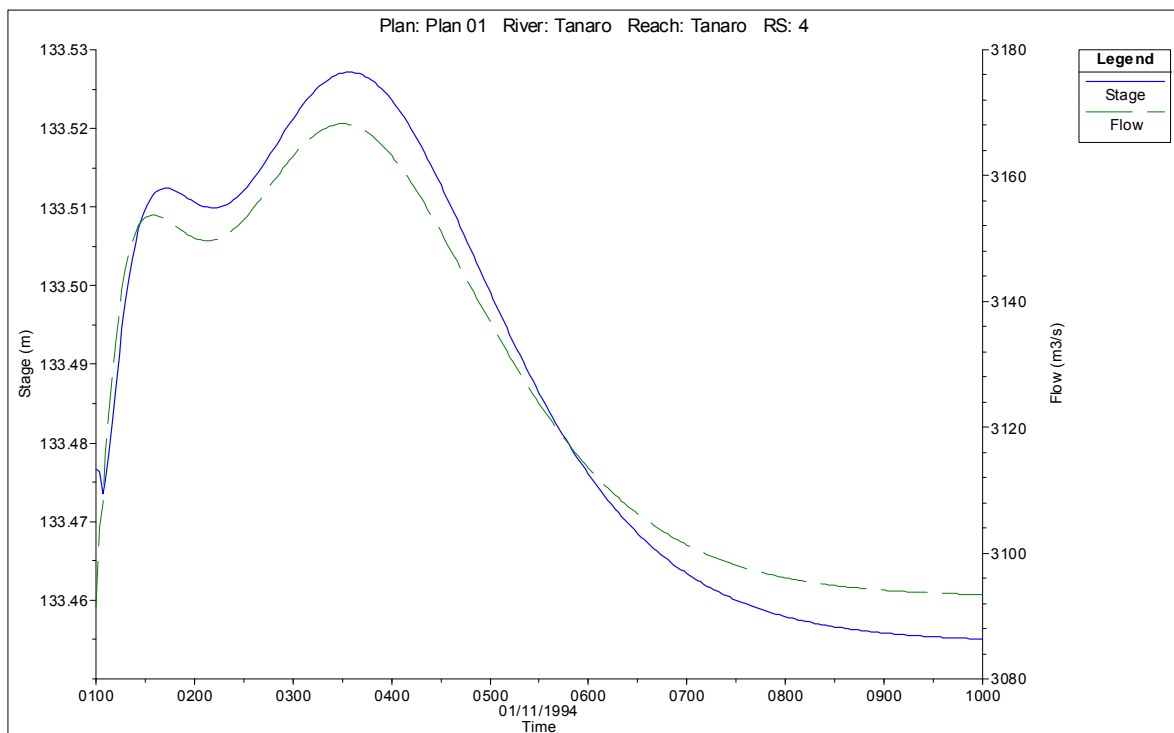
**Sez 90: sezione immediatamente a monte del ponte della SP 3 "Castagnito-Neive".**



**Sez 80: sezione immediatamente a valle del ponte della SP 3 "Castagnito-Neive".**



**Sez 5: sezione immediatamente a monte del ponte del ponte di Govone della SS 231.**



**Sez 4: sezione immediatamente a valle del ponte del ponte di Govone della SS 231.**

L'esame dei risultati idraulici rivela che l'onda di piena conseguente all'ipotetico crollo dello sbarramento transita verso valle con innalzamenti massimi del corso d'acqua che, nel tratto immediatamente a valle dello sbarramento raggiungono i seguenti valori massimi:

- 0.45 m per la portata con tempo di ritorno di 20 anni (pari a 2079 m<sup>3</sup>/s);
- 0.13 m per la portata con tempo di ritorno di 100 anni (pari a 2789 m<sup>3</sup>/s);
- 0.10 m per la portata con tempo di ritorno di 200 anni (pari a 3093 m<sup>3</sup>/s).

Si osserva che tale innalzamento si lamina quasi completamente nella sezione 3, ubicata circa 1200 m a valle del ponte di Govone; infatti, in corrispondenza di tale sezione (ponte della SP3 Castagnito-Neive), il sovrizzo del pelo libero generato dall'onda di piena conseguente al dam break è pari a:

- 0.10 m per la portata con tempo di ritorno di 20 anni (pari a 2079 m<sup>3</sup>/s);
- 0.07 m per la portata con tempo di ritorno di 100 anni (pari a 2789 m<sup>3</sup>/s);
- 0.06 m per la portata con tempo di ritorno di 200 anni (pari a 3093 m<sup>3</sup>/s).

Le simulazioni mostrano anche che l'onda di piena impiega, per raggiungere la sezione 90:

- circa 10 minuti nel caso di portata con tempo di ritorno di 20 anni (pari a 2079 m<sup>3</sup>/s);
- circa 20 minuti nel caso di portata con tempo di ritorno di 100 anni (pari a 2789 m<sup>3</sup>/s);
- circa di 30 minuti nel caso di portata con tempo di ritorno di 200 anni (pari a 3093 m<sup>3</sup>/s).

Si compie la valutazione dell'esondabilità del Fiume Tanaro conseguente al crollo della traversa in progetto nella zona a valle della stessa. A tal fine si riportano le quote delle sponde dell'alveo inciso nel tratto a valle della traversa e le quote massime dei livelli idraulici conseguenti al crollo per le portate di verifica pari a 2079 m<sup>3</sup>/s (T<sub>R</sub>=20 anni), 2789 m<sup>3</sup>/s (T<sub>R</sub>=100 anni) e 3093 m<sup>3</sup>/s (T<sub>R</sub>=200 anni).

T <sub>R</sub> = 20 anni				
Sezione	Quota sponda sinistra [m s.l.m.]	Quota sponda destra [m s.l.m.]	Livello massimo [m s.l.m.]	Incremento massimo livello [m]
Traversa in progetto				
134	151.38	154.39	151.52	0.45
130	150.78	150.17	150.20	0.30
110	148.62	147.37	149.85	0.32
100	148.75	149.70	149.33	0.32
90	154.39	154.39	148.03	0.27
Ponte SP 3 "Castagnito Neive"				
80	154.39	154.39	147.91	0.26
70	146.52	147.85	146.83	0.23
60	144.70	145.51	146.37	0.23
50	145.22	142.87	145.85	0.21
40	146.23	145.35	145.20	0.19
30	145.36	144.87	144.73	0.17
20	141.99	141.82	144.28	0.17
10	140.71	143.49	143.79	0.16
9	141.89	142.32	140.77	0.16
8	136.92	138.13	139.04	0.12
7	138.09	136.75	138.36	0.10
6	135.55	135.29	136.02	0.14
5	138.81	138.73	132.51	0.13
Ponte SS 231 di Govone				
4	138.81	138.73	132.42	0.13
3	128.92	127.57	129.95	0.10

T <sub>R</sub> = 100 anni				
Sezione	Quota sponda sinistra [m s.l.m.]	Quota sponda destra [m s.l.m.]	Livello massimo [m s.l.m.]	Incremento massimo livello [m]
Traversa in progetto				
134	151.38	154.39	152.21	0.13
130	150.78	150.17	150.94	0.11
110	148.62	147.37	150.61	0.12
100	148.75	149.70	150.17	0.14
90	154.39	154.39	148.79	0.12
Ponte SP 3 "Castagnito Neive"				
80	154.39	154.39	148.63	0.11
70	146.52	147.85	147.50	0.09
60	144.70	145.51	147.04	0.09
50	145.22	142.87	146.52	0.09
40	146.23	145.35	145.83	0.09
30	145.36	144.87	145.36	0.08
20	141.99	141.82	144.88	0.07
10	140.71	143.49	144.41	0.08
9	141.89	142.32	141.43	0.07
8	136.92	138.13	139.68	0.07
7	138.09	136.75	138.95	0.07
6	135.55	135.29	136.76	0.07
5	138.81	138.73	133.31	0.07
Ponte SS 231 di Govone				
4	138.81	138.73	133.22	0.08
3	128.92	127.57	130.59	0.07

T <sub>R</sub> = 200 anni				
Sezione	Quota sponda sinistra [m s.l.m.]	Quota sponda destra [m s.l.m.]	Livello massimo [m s.l.m.]	Incremento massimo livello [m]
Traversa in progetto				
134	151.38	154.39	152.50	0.10
130	150.78	150.17	151.31	0.12
110	148.62	147.37	150.97	0.12
100	148.75	149.70	150.55	0.13
90	154.39	154.39	149.14	0.12
Ponte SP 3 "Castagnito Neive"				
80	154.39	154.39	148.96	0.11
70	146.52	147.85	147.78	0.09
60	144.70	145.51	147.31	0.08
50	145.22	142.87	146.79	0.08
40	146.23	145.35	146.10	0.08
30	145.36	144.87	145.63	0.08
20	141.99	141.82	145.14	0.08
10	140.71	143.49	144.66	0.07
9	141.89	142.32	141.71	0.08
8	136.92	138.13	139.95	0.07
7	138.09	136.75	139.19	0.08
6	135.55	135.29	137.03	0.06
5	138.81	138.73	133.63	0.08
Ponte SS 231 di Govone				
4	138.81	138.73	133.53	0.07
3	128.92	127.57	130.93	0.06

Le simulazioni relative alle portate con tempo di ritorno di 20, 100 e 200 anni evidenziano come i livelli idrici in caso di crollo della traversa siano generalmente superiori alle quote delle sponde dell'alveo inciso. Occorre però osservare che anche nella situazione attuale le medesime portate non sono contenute in alveo.

Gli incrementi di livello derivanti dal crollo della traversa sono comunque contenuti (inferiori a 45 cm per  $T_R=20$  anni, inferiori a 15 cm per  $T_R=100$  anni e dell'ordine dei 10 cm per  $T_R=200$  anni). Inoltre è bene precisare che le simulazione idraulico-numeriche sono state effettuate nelle condizioni più sfavorevoli; si è infatti considerato una rottura completa dello sbarramento mobile alzato anche se, come più volte ribadito, esso viene automaticamente abbattuto una volta che la portata in alveo supera i 300 m<sup>3</sup>/s.

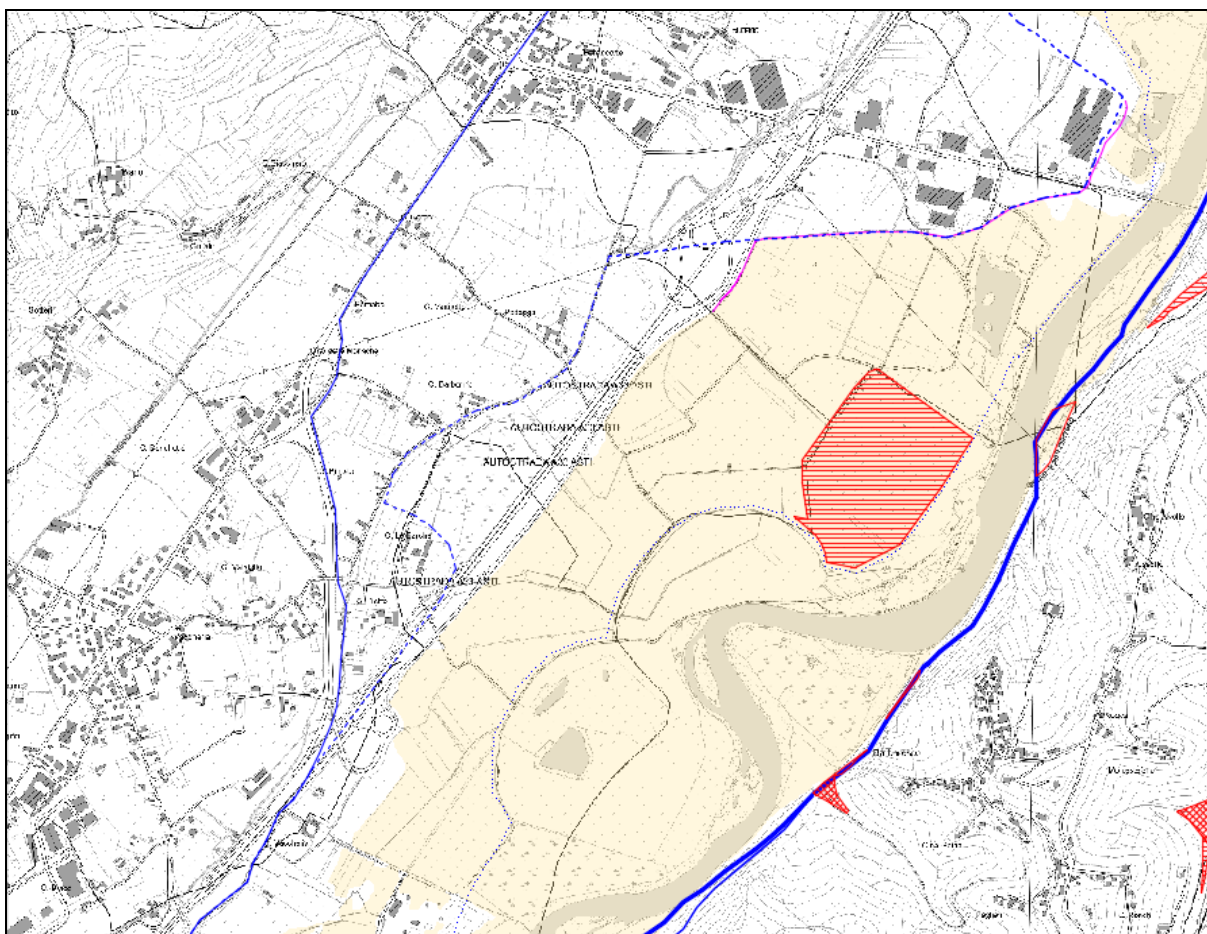
Per quanto concerne l'efficienza delle opere di difesa idraulica ed il possibile effetto di scalzamento dovuto al passaggio dell'onda di piena si evidenzia che l'incremento dei livelli idrici seguente al crollo della traversa è estremamente contenuto (dell'ordine dei 10 cm con riferimento alla portata con tempo di ritorno di 200 anni).

Si ritiene pertanto che non sia necessario prevedere accorgimenti e/o adeguamenti delle opere di difesa esistenti. In particolare si evidenzia che l'argine presente in sponda sinistra a protezione dell'abitato di Castagnito ha una quota in sommità di 152.15 m s.l.m.; tale quota risulta superiore di circa 1 m rispetto al livello idrico raggiunto dall'onda di piena duecentennale.

Per quanto concerne la perimetrazione delle aree di esondazione si evidenzia che, con riferimento all'evento di piena avente tempo di ritorno di 200 anni, l'incremento dei livelli idrici dovuti alla rottura dello sbarramento è estremamente contenuto e pertanto non modifica in modo apprezzabile i limiti delle stesse.

Si riporta in estratto dell'elaborato A18-3 in cui è indicata l'area di esondazione nei differenti scenari considerati, oltre alle fasce vigenti e alla perimetrazione delle zone di dissesto.



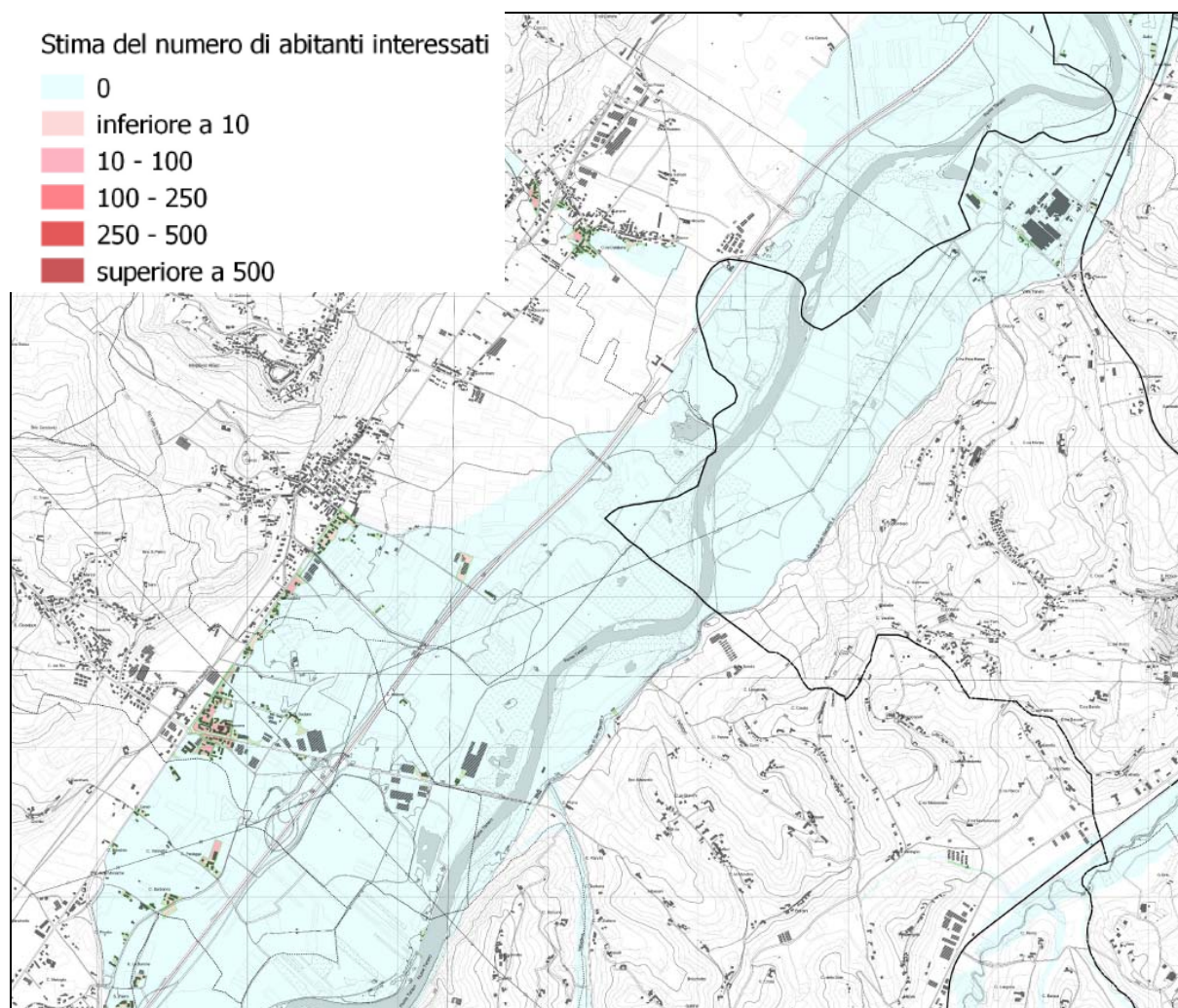


**Fig. 3.g.1.: estratto dell'elaborato A18-3 "Aree di esondazione del F. Tanaro per portata con  $T_R = 200$  anni". L'area di esondazione perimetrata nel presente studio è riportata in giallo, mentre le fasce PAI in blu (linea punteggiata fascia A, tratteggiata fascia B e continua fascia C). In rosso sono individuate le perimetrazioni del PAI delle aree di dissesto.**

Le aree di esondazione perimetrata e le fasce fluviali vigenti comprendono, in sponda sinistra, ampie aree golenali in cui non sono presenti beni esposti e insediamenti antropici che richiedano il controllo dei processi di esondazione.

Per avvalorare l'affermazione precedente si riporta la carta della "Distribuzione della popolazione secondo gli scenari di pericolosità da alluvione" contenuta nella Direttiva Alluvioni; esaminando la stessa si evidenzia che nell'area a valle della traversa in progetto, la stima degli abitanti interessati dalle esondazioni del F. Tanaro è pari a zero.

Sulla base di quanto precedentemente esposto non si ritiene necessario predisporre un piano delle misure di protezione civile da adottarsi ai fini della tutela della pubblica e privata incolumità.



**Fig. 3.g.2.: estratto della carta della “Distribuzione della popolazione secondo gli scenari di pericolosità da alluvione” contenuta nella Direttiva Alluvioni. Si evidenzia come nell’area interessata dalle esondazioni con tempo di ritorno pari a 200 anni il numero di abitanti interessati sia pari a zero.**

3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
h. dovrà essere effettuato idoneo studio del trasporto solido, esteso ad idonei tratti omogeni verso monte e valle, con raffronto tra lo stato di fatto e di progetto, ed individuazione delle misure/azioni compensative da adottarsi per garantirne la continuità verso valle e non creare possibili squilibri nel medio lungo termine. Dovranno essere fatte specifiche considerazioni di natura idraulica inerenti le possibili interferenze sulle dinamiche del trasporto solido, a seguito del ripristino della traversa ed al

*rigurgito nel tratto di monte in condizioni di esercizio. Si dovrà, in particolare, individuare planimetricamente il relativo tratto interessato e stimare i presumibili quantitativi dei materiali di deposito, con predisposizione di idoneo cronoprogramma dei necessari interventi manutentivi necessari al mantenimento delle sezioni di progetto, e degli abbattimenti programmati dello sbarramento mobile durante le fasi di esercizio e della paratoia sghiatrica, per consentire la presa in carico da parte della corrente dei possibili depositi nel tratto di rigurgito monte;*

Lo studio delle dinamiche di tipo generalizzato, che si manifestano su una scala temporale medio lunga viene effettuato valutando, per ciascun tratto omogeneo individuato, la capacità di trasporto solido corrispondente alla portata formativa.

Nel dettaglio sono stati considerati n. 2 tratti omogenei (Fig. 3.h.1):

- il tratto T01 si sviluppa da valle della confluenza tra il Torrente Cherasca ed il Fiume Tanaro fino alla traversa in progetto ed ha una lunghezza di circa 5.0 km;
- il tratto T02 si sviluppa dallo sbarramento in progetto fino al ponte della S.P.3 “Castagnito-Neive” ed ha una lunghezza di circa 1.1 km.

Lo studio viene condotto con riferimento alla portata formativa, cioè quella che, nell’ampio intervallo di variabilità delle portate fluviali, è maggiormente responsabile della geometria dell’alveo. In mancanza di analisi più approfondite la portata formativa viene solitamente assunta pari alla portata a piene rive che, come descritto nel punto 3.e, è stata stimata pari a 650 m<sup>3</sup>/s.

Per ciascuna sezione trasversale implementata nel modello idraulico numerico monodimensionale di moto permanente sono stati ricavati i parametri necessari all’applicazione delle formule di trasporto solido (il tirante idrico, la pendenza della linea dell’energia, la larghezza dell’alveo, la granulometria, etc.) ed è quindi stata calcolato la rispettiva capacità di trasporto. I risultati ottenuti sono quindi stati mediati su ciascun tratto omogeneo, tramite un’operazione di media pesata basata sulla distanza tra le sezioni, in modo da assegnare a ciascun tratto omogeneo un singolo valore di capacità di trasporto solido.

È bene osservare che le formule di trasporto solido sono delle formule di natura empirica, in molti casi derivanti da esperimenti condotti in laboratorio (e quindi in condizioni molto differenti da quelle reali); il risultato ottenuto tramite la loro applicazione è pertanto inevitabilmente affetto da errori significativi che, in alcuni casi, possono essere anche superiori al 100%.



**Fig. 3.h.1** Planimetria su foto aerea con individuazione in rosso dei limiti dei tratti omogenei considerati (Fonte Google Earth, 2014).

Per poter effettuare un confronto tra le capacità di trasporto dei due tratti in cui la porzione di fiume Tanaro in esame è stato suddiviso (con riferimento sia alla situazione attuale che a quella di progetto) si è deciso di utilizzare, tra le numerose formule di trasporto solido a disposizione, soltanto la formula di Meyer-Peter e Müller che è l'espressione maggiormente adottata nel caso di alvei costituiti da granulometrie come quelle in esame.

La simbologia e le formule utilizzate sono le seguenti:

$Q_s$  è la portata solida totale [ $m^3/s$ ];

$q_s$  è la portata solida per unità di larghezza [ $m^3/(s \cdot m)$ ];

$L$  è la larghezza trasversale del pelo libero nella sezione considerata [ $m$ ];

$\Phi$  è il parametro adimensionalizzato di Einstein, ottenuto applicando le formule di trasporto solido;

$g$  è l'accelerazione di gravità (pari a  $9.81 m/s^2$ );

$\Delta$  è la densità relativa del grano immerso;

$d$  è il diametro caratteristico dei sedimenti, usualmente assunto pari al  $d_{50}$  del materiale [ $m$ ];

$u^*$  è la velocità di attrito;

$\theta$  è il parametro di mobilità di Shields ( $\theta = \frac{u_*^2}{g\Delta d}$ ).

In generale la portata solida  $q_s$  si ricava come

$$q_s = \Phi \cdot \sqrt{g \cdot \Delta \cdot d} \cdot d$$

$$Q_s = L \cdot q_s$$

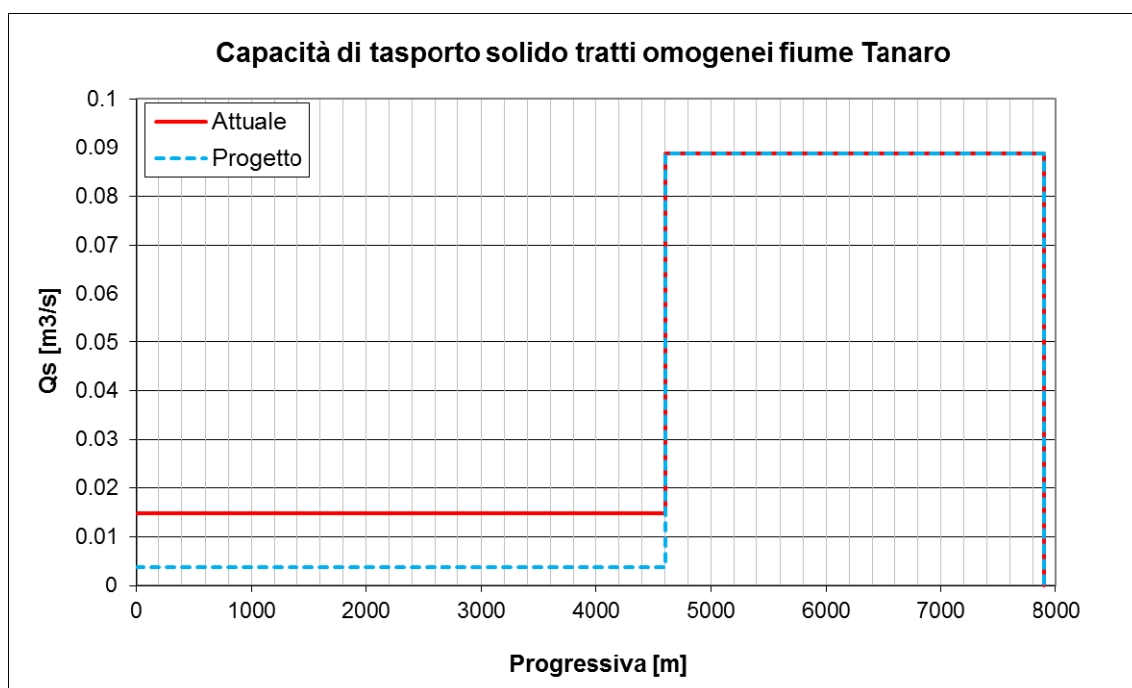
Il parametro adimensionale di trasporto di Einstein  $\Phi$  si differenzia a seconda dell'autore che propone la formula.

In questo caso viene calcolato utilizzando la sola formula di Meyer-Peter e Muller [1948]

$$\Phi = 8 \cdot (\theta - \theta_c)^{1.5}$$

dove  $\theta_c$  è il parametro critico di mobilità di Shields che, secondo quanto consigliato dagli autori, viene assunto pari a 0.047.

I valori della capacità di trasporto solido di ciascun tratto omogeneo, ottenuti applicando la formula precedente e relativi alla portata liquida di  $650 m^3/s$  sono riportati nel seguente grafico.



**Fig. 3.h.2. Capacità di trasporto solido di ciascun tratto omogeneo individuato con riferimento alla situazione attuale e a quella di progetto.**

Esaminando il grafico si osserva che, nel tratto omogeneo T02, la capacità di trasporto solido relativa allo scenario di progetto è coincidente con quella della situazione attuale.

Nel tratto T01 invece il valore della capacità di trasporto solido della situazione di progetto è inferiore rispetto a quello rappresentativo della situazione attuale; il ripristino dello sbarramento in oggetto determina, infatti, una riduzione delle velocità idriche a monte con conseguente riduzione della capacità di trasporto.

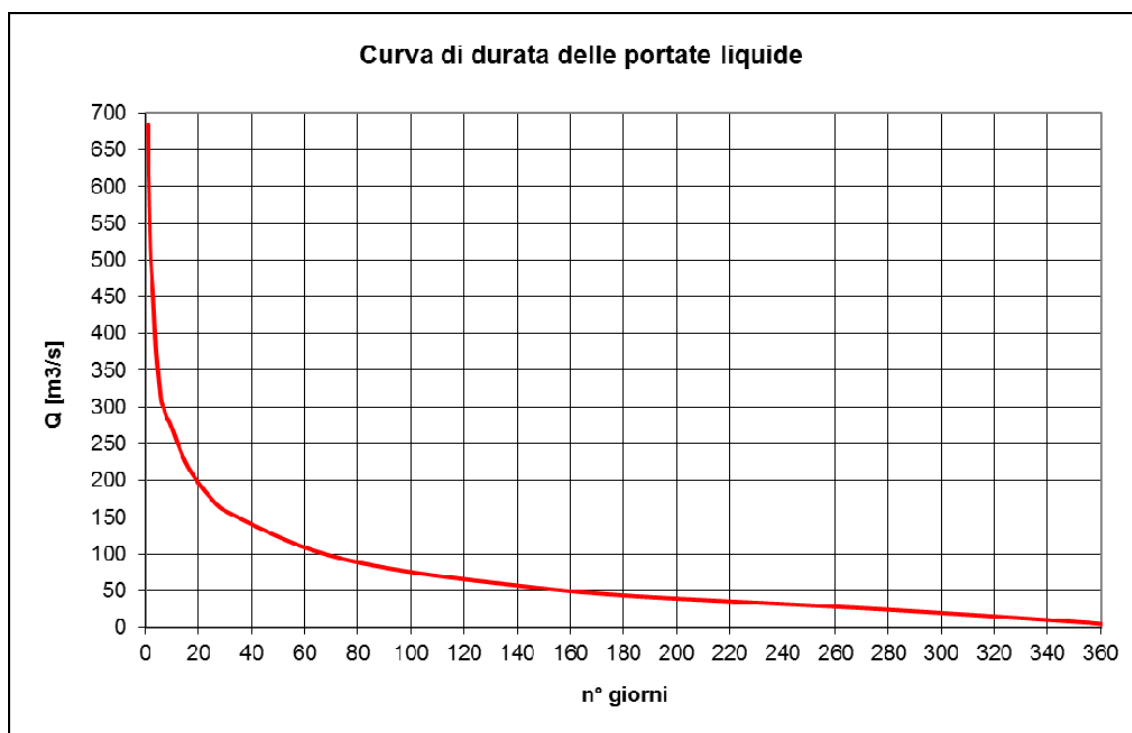
Nel consegue pertanto che nel tratto a monte della traversa la tendenza è al deposito di materiale; per quanto concerne l'individuazione planimetrica del tratto in deposito a monte della traversa in progetto si rimanda alla simulazioni bidimensionali a fondo mobile i cui risultati sono riportati nel punto 2.c.

Per consentire la presa in carico, da parte della corrente, dei depositi che si formeranno nel tratto a monte della traversa si prevede l'apertura periodica della paratoia sghiaiatrice con le modalità operative descritte nel seguito.

La stima dei volumi che si depositano a monte della traversa oggetto di ripristino viene eseguita a partire dalla curva di durata delle portate solide.

Per costruire la curva di durata delle portate solide è necessario innanzitutto conoscere le caratteristiche del regime idrologico del F. Tanaro; a tal proposito sono stati utilizzati i dati registrati dalla stazione idrometrica di Alba, ubicata circa 6 km a monte del sito in esame, a partire dai quali è stata costruita la curva di durata delle portate liquide. Tali registrazioni sono disponibili nella banca dati idrologica presente sul sito dell'Arpa Piemonte.

Nel tratto compreso tra la stazione di misura di Alba e la traversa in progetto si immettono nel Fiume Tanaro il Torrente Cherasca, il Seno d'Elvio e alcuni piccoli rii minori in destra; in sponda sinistra non sono invece presenti tributari. Considerando che l'apporto reale dei torrenti sopraccitati è estremamente contenuto (tranne durante gli eventi di piena), la portata alla sezione di presa di Barbaresco può essere ragionevolmente determinata a partire dalle portate misurate ad Alba.



**Fig. 3.h.3. Curva di durata delle portate liquide costruita a partire dai dati registrati dalla stazione di misura idrometrica ubicata presso Alba.**

Una volta note la  $Q_1, Q_2, \dots, Q_{355}$ , (dove il pedice indica il numero di giorni in cui è stata registrata una portata pari o superiore a quella indicata) è possibile, applicando le formule di trasporto solido, definire una stima delle portate solide. I valori delle

grandezze idrauliche da inserire nelle formule sono stati ricavati da simulazioni numeriche monodimensionali di moto permanente effettuate in HEC-RAS considerando le portate costituenti la curva di durata delle portate liquide.

La sezione trasversale del modello idraulico numerico in corrispondenza della quale viene costruita la curva di durata delle portate solide è la sezione 140, ubicata immediatamente a monte della traversa in progetto.

I valori utilizzati dei diametri del materiale solido sono quelli relativi alla curva granulometrica precedentemente riportata (vedasi punto 2.c).

Utilizzando i dati a disposizione si quindi è proceduto alla costruzione della curva di durata delle portate solide; si è deciso di utilizzare una discretizzazione più fitta per i valori di portata più elevati (cioè quelli che si registrano con minore frequenza) in quanto essi risultano essere i più significativi per la valutazione del trasporto solido.

Le formule di trasporto solido utilizzate sono le seguenti:

Shields [1936]

Non presenta limitazioni relativamente al campo di applicazione.

$$\Phi = 10 \cdot (\theta - \theta_c) \cdot \theta^{1.5} \frac{\rho U}{\rho_s u_*}$$

dove  $\theta$  è il parametro di mobilità di Shields e  $\theta_c$  è il parametro di mobilità critico (assunto pari a 0.057).

Meyer-Peter e Muller [1948]

È una formula simile a quella di Shields; è una delle espressioni maggiormente utilizzate e deriva dall'esecuzione di un notevole numero di prove sperimentali eseguite presso il laboratorio di idraulica del Politecnico di Zurigo. E' valida per pendenze  $i_f < 0.02$ .

$$\Phi = 8 \cdot (\theta' - \theta_c)^{1.5}$$

dove  $\theta_c$  è il parametro critico di mobilità di Shields e, secondo quanto consigliato dagli autori, viene assunto pari a 0.047.  $\theta'$  è il parametro di mobilità, calcolato con riferimento alla sola resistenza del grano, senza includervi quindi l'eventuale



contributo dovuto alla forme di fondo; può essere stimato applicando la seguente formula:

$$\theta' = \left( \frac{n_s}{n} \right) \cdot \theta$$

dove  $n_s$  è il coefficiente di Strickler relativo alla scabrezza del solo grano  $n_s = 26/(d_{90})^{-1/6}$  mentre  $n$  è quello globale.

#### Luque Van Beek [1976]

La formula di Luque Van Beek si presenta nella stessa forma di quella di Meyer-Peter-Muller:

$$\Phi = 5.7 \cdot (\theta' - \theta_c)^{1.5}$$

dove  $\theta_c$  è il parametro critico di mobilità di Shields e, secondo quanto consigliato dagli autori, viene assunto pari a 0.0455.  $\theta'$  rappresenta invece il parametro di mobilità, calcolato con riferimento alla sola resistenza del grano, senza includervi quindi l'eventuale contributo dovuto alle forme di fondo.

#### Parker [1979]

La formula di Parker è stata valutata a partire da quella di Einstein si presenta nella forma:

$$\Phi = 11.2 \cdot \theta^{1.5} \left( 1 - \frac{\theta_c}{\theta'} \right)^{4.5}$$

dove  $\theta_c$  è il parametro critico di mobilità di Shields e, secondo quanto consigliato dall'autore, viene assunto pari a 0.03.  $\theta'$  rappresenta, al solito, il parametro di mobilità, calcolato con riferimento alla sola resistenza del grano.

#### Suszka [1991]

$$\Phi = 10.4 \cdot \theta^{1.5} \left( 1 - \frac{0.045}{\theta} \right)^{2.5}$$

per  $\Phi \leq 10^{-2}$

$$\Phi = 10.4 \cdot \theta^{2.5}$$

per  $\Phi > 10^{-2}$

dove  $\theta$  è il parametro di mobilità di Shields

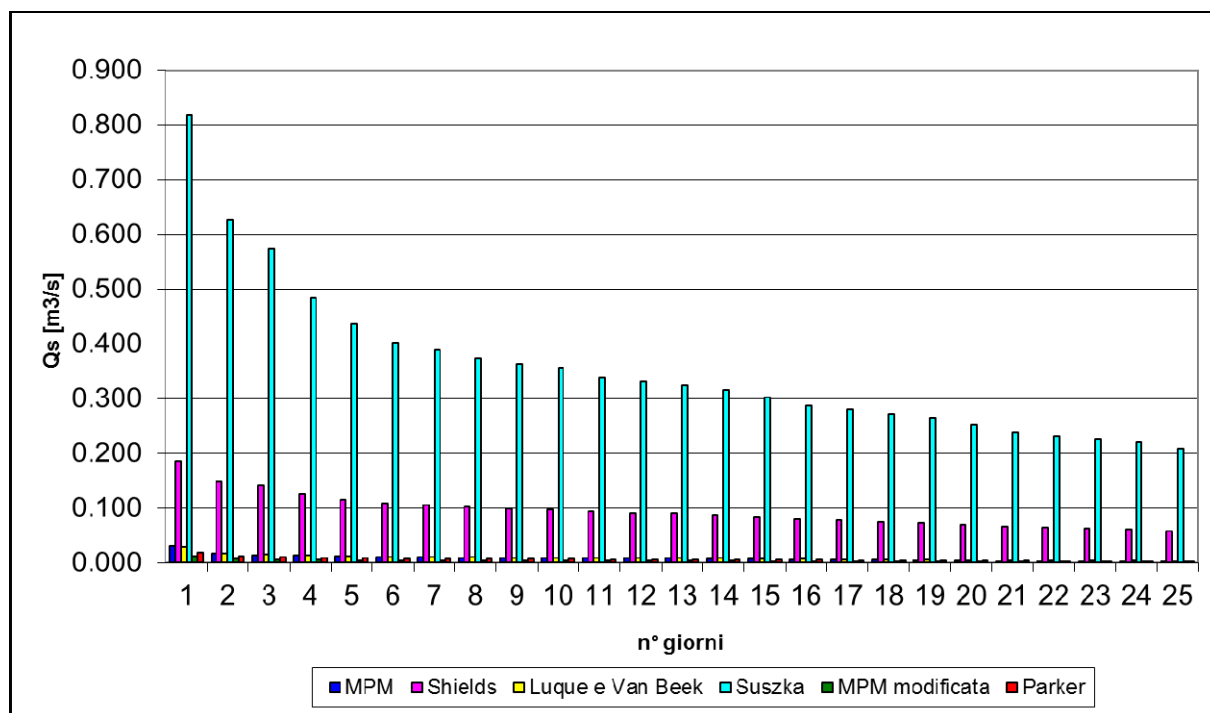
Meyer-Peter e Muller corretta da Wong e Parker [2003]

La formula tradizionale di Meyer-Peter e Muller, rivista e corretta da Wong e Parker, si presenta ora nella forma:

$$\Phi = 4.93 \cdot (\theta' - \theta_c)^{1.6}$$

dove  $\theta_c$  è il parametro critico di mobilità di Shields e, secondo quanto consigliato dagli autori, viene ancora assunto pari a 0.047.  $\theta'$  è il parametro di mobilità, calcolato con riferimento alla sola resistenza del grano.

Si riportano i risultati ottenuti applicando le formule precedentemente indicate nel seguente grafico.

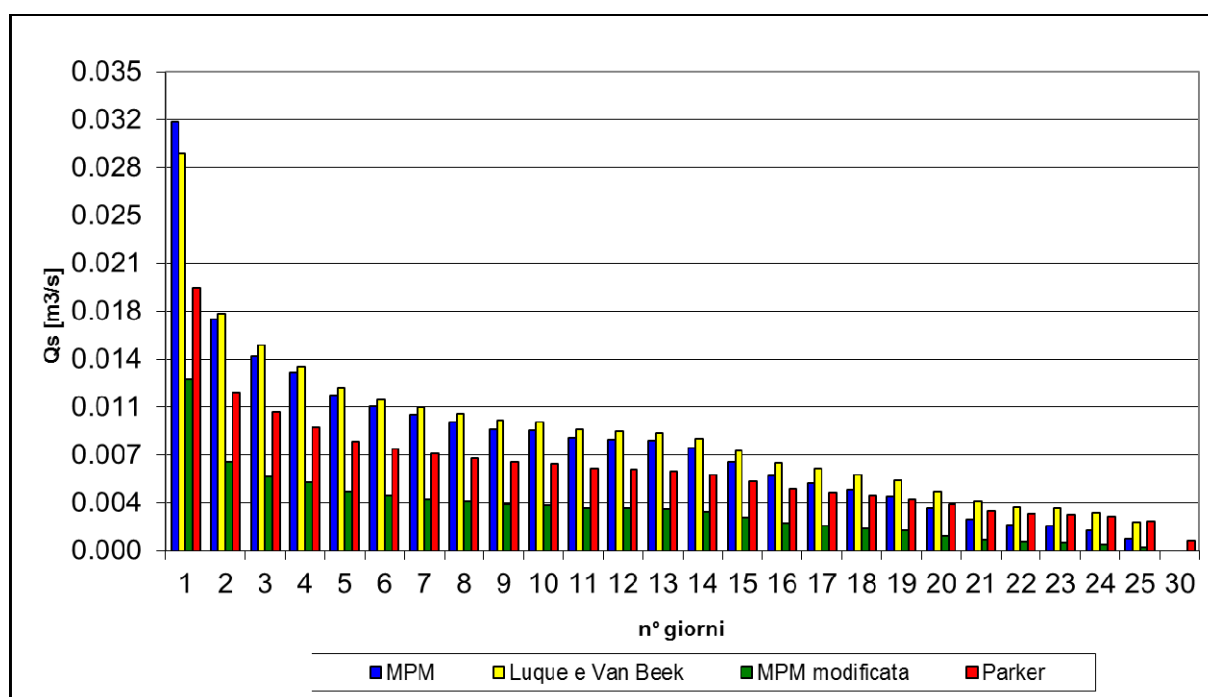


**Fig. 3.h.4. Portate solide calcolate, con riferimento alla sezione trasversale 140, a partire dalle portate liquide della curva di durata delle portate relative allo scenario attuale.**

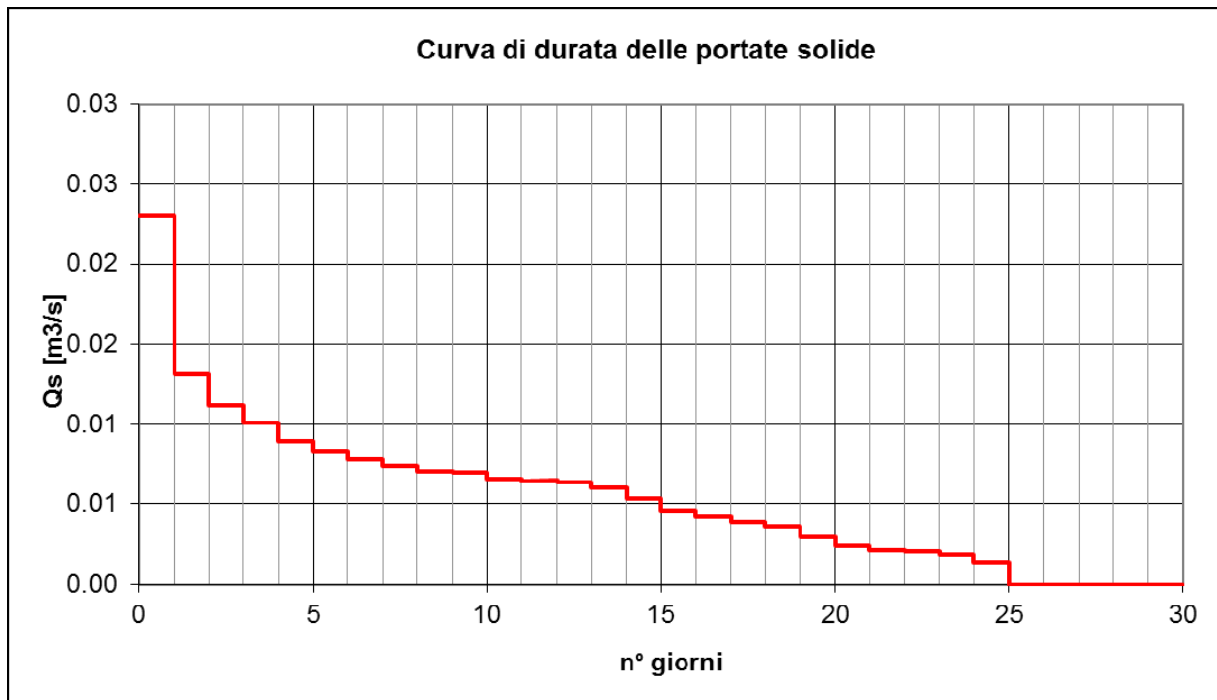
Esaminando la figura precedentemente riportata si evidenzia immediatamente che i risultati forniti dalle varie formule di trasporto solido sono sensibilmente differenti tra loro; ciò è dovuto al fatto che si tratta di espressioni empiriche, ognuna delle quali è stata ricavata in condizioni differenti.

Si osserva inoltre che le formule di Shields e di Suszka tendono a sovrastimare le portate solide.

Essendo i valori di portata solida significativamente differenti tra loro e non potendo sapere a priori quali tra le formule utilizzate si adattino meglio al corso d'acqua in analisi, si è deciso di mediare i risultati ottenuti, escludendo le formule di Shields e di Suszka.



**Fig. 3.h.5. Portate solide calcolate, con riferimento alla sezione trasversale 140, a partire dalle portate liquide della curva di durata delle portate relative alla situazione attuale. Si evidenzia come il trasporto solido sia sostanzialmente trascurabile per portate liquide inferiori alla  $Q_{25}$  –  $Q_{30}$ .**



**Fig. 3.h.6. Curva di durata delle portate solide presso la sezione trasversale 140 ubicata immediatamente a monte della traversa oggetto di ripristino.**

Esaminando la curva di durata delle portate solide ottenuta si evidenzia che il trasporto solido è significativo all'incirca per 25 giorni all'anno.

Il quantitativo di materiale solido che potenzialmente può essere trasportato in un anno, con riferimento allo scenario attuale, calcolato valutando l'area sottesa dalla curva di durata delle portate risulta pari a circa 15'000 m<sup>3</sup>.

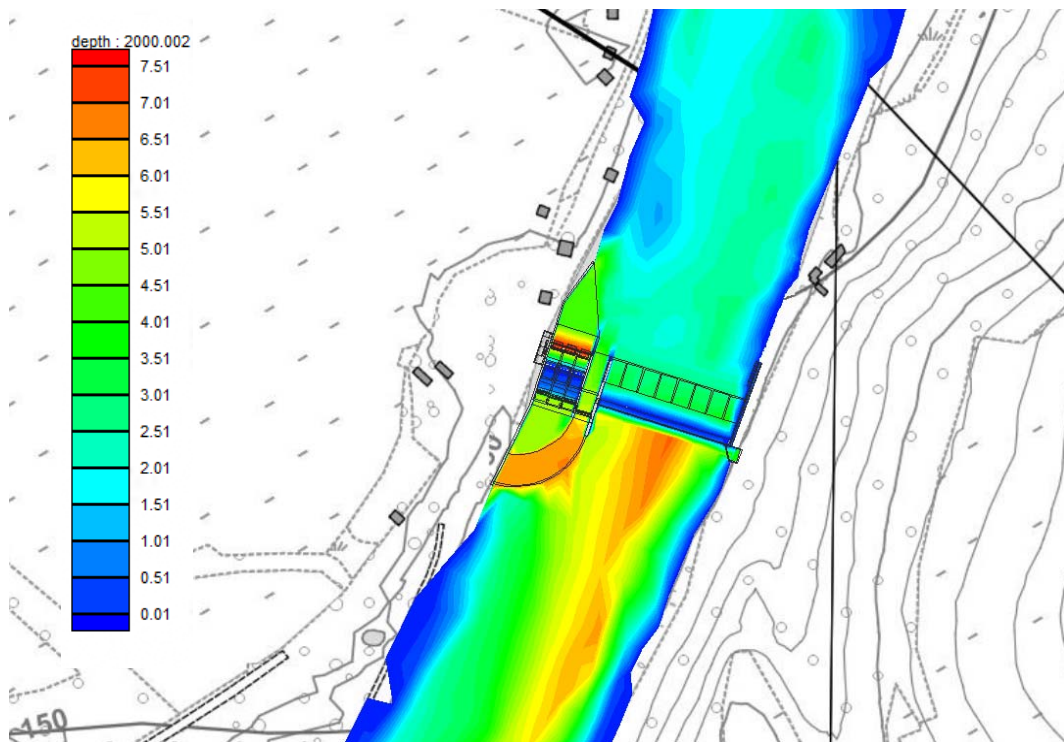
Si ricorda nuovamente che tale valore deriva dall'applicazione di formule sperimentali e che quindi può essere affetto da errori non trascurabili, anche dell'ordine del 100%. Inoltre occorre precisare che quanto calcolato rappresenta un valore di capacità di trasporto solido potenziale e non la portata solida effettiva. In alcuni casi tale differenza può essere trascurata ed è quindi lecita l'ipotesi di far coincidere i due valori. In altre situazioni, come quella in esame, in cui c'è carenza di materiale solido in alveo, il corso d'acqua è potenzialmente in grado di movimentare una certa quantità di materiale solido che però non è presente.

Per procedere alla stima del materiale solido intercettato dalla traversa in progetto si opera a favore di sicurezza ipotizzando che la portata solida sia coincidente con la capacità di trasporto solido e che lo sbarramento intercetti completamente il materiale solido in arrivo. In tali condizioni il volume di materiale depositato è pari a circa 15'000 m<sup>3</sup>.

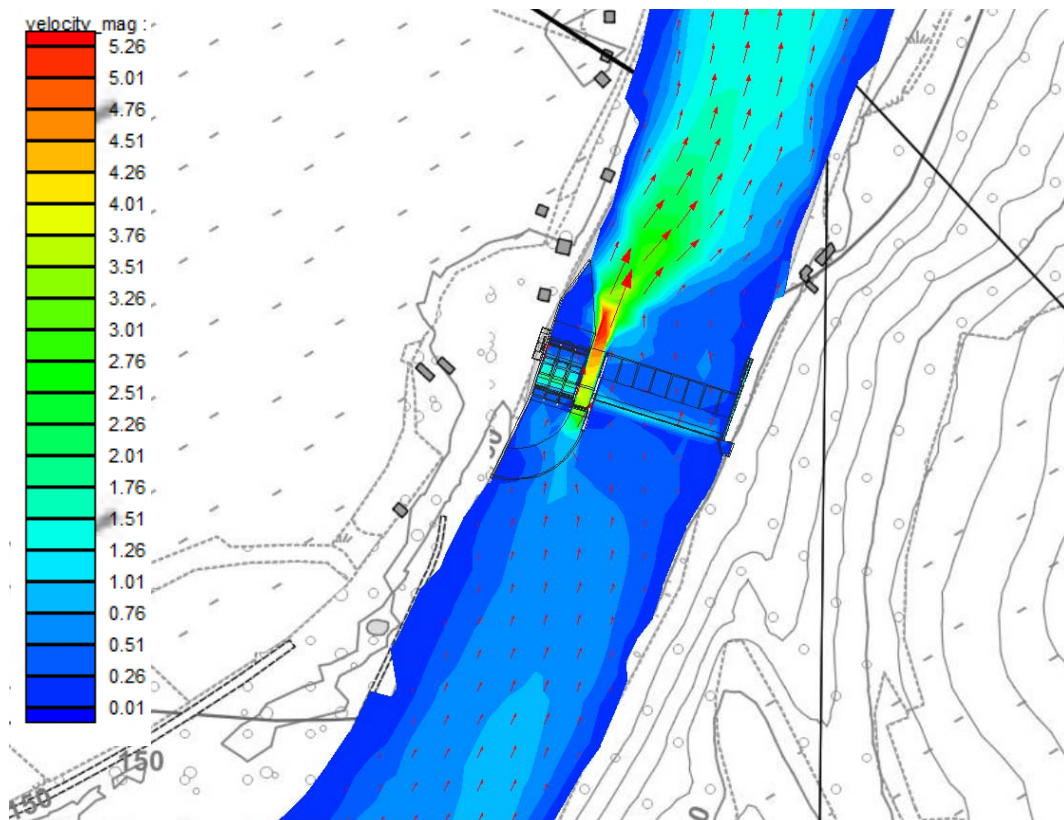
Per consentire la presa in carico da parte della corrente dei depositi si prevede l'apertura periodica della paratoia sghiaiatrice; per valutare per quanto tempo occorre mantenere aperta la paratoia affinché tutto il materiale depositato a monte della traversa sia trasportato verso valle attraverso il canale sghiaiatore sono state eseguite delle simulazioni idrauliche 2D utilizzando il software Basement.

Tali simulazioni, eseguite per una portata in alveo immediatamente superiore a 300 m<sup>3</sup>/s e portata derivata nulla (si ricorda che l'impianto non è in funzione per portate in alveo superiori a 300 m<sup>3</sup>/s), evidenziano che i tiranti idrici e le velocità della corrente nella zona a monte del canale sghiaiatore sono rispettivamente dell'ordine di 6 m e di 1 - 1.5 m/s.

Applicando le formule di trasporto solido precedentemente riportate, considerando che il canale sghiaiatore ha sezione rettangolare con una larghezza di 10 m, si ottiene che la portata solida che può essere allontanata attraverso la paratoia sghiaiatrice è pari a circa 3500 m<sup>3</sup> al giorno.



**Fig. 3.h.7. Tiranti idrici con l'impianto non in funzione e la paratoia sghiaiatrice aperta.**



**Fig. 3.h.8. Velocità della corrente e indicazione delle direzioni del flusso con l'impianto non in funzione e la paratoia sghiaiatrice aperta.**

Dato che il volume di materiale depositato a monte della traversa, precedentemente calcolato, è stato stimato pari a circa 15'000 m<sup>3</sup> (stima cautelativa), è necessario che la paratoia sghiaiatrice venga mantenuta aperta per almeno 4 - 5 giorni all'anno con portate in alveo superiori a 300 m<sup>3</sup>/s ed impianto non in funzione.

Analizzando la curva di durata delle portate liquide precedentemente costruita si evidenzia che tale portata è presente (o viene superata) mediamente per 7 giorni all'anno.

Nel caso in cui dovessero verificarsi anni particolarmente scarsi dal punto di vista idrologico, tali da avere portate in alveo superiori a 300 m<sup>3</sup>/s per un numero di giorni inferiore a quello necessario per consentire il transito verso valle (attraverso il canale sghiaiatore) del materiale depositato, si procederà all'apertura della paratoia sghiaiatrice anche durante le fasi di funzionamento dell'impianto, per il periodo di tempo necessario a consentire la presa in carico da parte della corrente transitante nel canale sghiaiatore del materiale solido depositato immediatamente a monte della traversa.

Esaminando in modo accurato la Fig. 3.h.8. si evidenzia che il canale sghiaiatore non intercetta il materiale solido che si deposita in sponda destra nella zona immediatamente a monte della traversa, in quanto al di fuori dell'area in cui si risente dell'effetto di "cacciata" che si genera a seguito dell'apertura della paratoia sghiaiatrice.

Si ritiene che tale dinamica sia positiva in quanto permette il crearsi di un alveo di magra gradualmente variabile nella zona della traversa all'apertura della paratoia impedendo il manifestarsi di fenomeni turbolenti localizzati dovuti al brusco restringimento.

La formazione di tali depositi di materiale sul lato destro della traversa è un aspetto positivo in quanto contribuisce alla stabilizzazione delle Rocche di Barbaresco e ben si sposa con gli interventi di stabilizzazione e consolidamento dei versanti delle Rocche, attualmente in corso di realizzazione (Fig. 3.h.9.).

Per quanto concerne il trasporto in sospensione l'opera in progetto non determina un'interruzione dello stesso in quanto il materiale in sospensione è in grado di transitare verso valle passando attraverso le turbine e attraverso il canale sghiaiatore quando se ne prevede l'apertura.

Riassumendo, dalle simulazioni di cui al modello numerico relativo al trasporto solido si evince che, esaurito il transitorio legato alla ricostruzione della traversa, che impone una perturbazione dello stato attuale, riportando le condizioni idrodinamiche allo stato prima del crollo avvenuto nel 2010. Ne consegue che il deflusso della portata solida trova un equilibrio dinamico in correlazione con la portata liquida istantanea, attraverso la paratoia sghiaiatrice per la portata solida di fondo e le turbine per la portata solida in sospensione.

Il risultato a lungo termine ottenuto dalla ricostruzione della traversa si può riassumere nei seguenti punti:

- A monte della traversa si ha accumulo di sedimenti con conseguente stabilizzazione dell'erosione sul versante destro ed il conseguente spostamento della linea di Talveg nella zona centrale del fiume per effetto dello scarico della paratoia sghiaiatrice.
- A valle della traversa si ripropongono le condizioni di flusso e sedimentazione della traversa inclinata con il favorire di depositi in limo e sabbia in sponda destra.
- Per quanto riguarda il trasporto solido al fondo e in sospensione, esaurito il periodo di transitorio stimato in circa un anno idrologico (una prima piena fluviale a seguito della realizzazione dell'opera trasversale), esso si stabilizza realizzando la continuità fluviale monte/valle dei sedimenti.

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:*

*i. il progetto dovrà essere adeguato con tutte le necessarie verifiche previste dalla normativa vigente ed in particolare il decreto 26 giugno 2014 - Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse), di tipo strutturale, geotecnico ed idraulico, inerenti le opere in progetto. Particolare riguardo dovrà essere posto per le verifiche di stabilità del complesso traversa-sbarramento mobile, considerando anche la condizione di esercizio (sbarramento completamente alzato);*

Si rimanda il lettore alla relazione A1-18 "Integrazione alla relazione di calcolo strutturale traversa." ed all'elaborato grafico A5-5-R1 "Carpenteria Traversa".

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:*

*j. dovrà essere prodotto idoneo elaborato con descrizione dettagliata del sistema mobile di sbarramento (caratteristiche, sistemi di controllo e di sicurezza, modalità di gestione in condizioni di esercizio ed in condizioni di emergenza a seguito di eventuale malfunzionamento dei sistemi di controllo e sicurezza, con necessità di intervenire manualmente sul dispositivo mobile per consentirne*



*il completo abbattimento sulla traversa). Nello specifico dovrà essere predisposto un dettagliato piano di gestione dello sbarramento e delle misure da attuarsi per garantire in caso di eventi di morbida e/o piena del corso d'acqua, il completo abbattimento dello sbarramento mobile sulla traversa, anche in caso di malfunzionamento degli automatismi di impianto e/malfunzionamento degli apparati di manovra e controllo, con necessità di intervento manuale, con l'individuazione di tutte le azioni che verranno intraprese, da correlarsi a specifici livelli di attenzione.*

Oltre il presente capitolo è stato redatto un elaborato grafico A5-6 "Particolari sistema di funzionamento della opera di ritenuta mobile" al fine di esplicitare al meglio le descrizioni di seguito riportate.

Il sistema di ritenuta mobile a doppia falda è progettato per chiudersi completamente a "scomparsa" nel corpo traversa una volta raggiunta una determinata portata di progetto, che nel caso specifico è stata imposta a 300 m<sup>3</sup>/s.

### **Descrizione opera**

L'opera di ritenuta mobile è costituita da due elementi strutturali, la ventola di monte e la ventola di valle, ed adotta una configurazione tipica delle "Bear Traps" sistema di ritenuta sviluppato in Nord America agli inizi del secolo scorso e qui messo a punto per l'utilizzo sui fiumi italiani ed aggiornato alle tecnologie più recenti. L'opera prevede così come nella sua configurazione originaria lo scorrimento della ventola di monte su quella di valle. Il funzionamento originario, qui modificato come illustrato in seguito, prevedeva il sollevamento idraulico della struttura mediante il riempimento d'acqua della camera interna, che grazie alla spinta interna non bilanciata a valle consentiva alla struttura di riempirsi d'acqua sino a bilanciare il livello di monte.

Il sistema è stato aggiornato e reso estremamente sicuro mediante l'adozione di cilindri idraulici che consentono la massima governabilità della struttura.

L'altezza di ritenuta della ventola a progetto è di circa 80 cm in quanto la parte prevalente del salto idraulico è offerto dal ripristino del corpo traversa alla quota antecedente al crollo del 2010, pari a +148.40 m s.l.m.

Le paratoie sono realizzate mediante una nervatura in metallo (profili UPN e HEB) collegati trasversalmente tra loro mediante assi di legno e metallo. Internamente alle ventole è presente un galleggiante realizzato con un tubo in acciaio che ha il compito di favorire il galleggiamento dell'opera e di fornire la necessaria rigidità torsionale all'opera ripartendo eventuali carichi differenziali dovuti alla presenza di materiale solido fluttuante. Su i quattro lati (cerniere di monte e valle e sponde in destra ed in

sinistra) sono presenti delle tenute idrauliche al fine di isolare la camera interna dall'esterno.

La paratoia ha un funzionamento automatico/idraulico che ne permette l'apertura e la chiusura in grado di intervenire in ogni condizione, anche durante le emergenze. Al fine di garantire un elevato grado di sicurezza viene adottato un duplice sistema di azionamento delle ventole, uno idraulico ad acqua ed uno idraulico oleodinamico.

### **Sistema idraulico ad acqua**

Il sistema idraulico permette, grazie ad un pozzo piezometrico posto all'interno della pila situata tra la traversa e il canale sghiaiatore in sinistra orografica, di governare l'apertura di due paratoie, atte al carico e allo scarico della camera interna alla traversa. La paratoia di carico è costituita da una valvola a saracinesca collegata ad un pompa che preleva acque pulite da un setto drenante posto in sinistra orografica al di là del muro perimetrale esterno della centrale. Tale scelta consente di prelevare acque prive di impurità per mantenere la camera interna in perfetto stato di esercizio e scevra dal materiale solido flottante costantemente presente nelle acque del Tanaro.

La paratoia di scarico è una classica valvola a saracinesca o paratoia piana a tenuta su 4 lati, che restituisce a comando le acque presenti all'interno della ventola direttamente a valle della paratoia dissabbiatrice al di sopra del pelo libero corrispondente a 300 m<sup>3</sup>/s.

Come in precedenza scritto la gestione delle paratoie di immissione ed emissione della parte mobile sono governate da un pozzo piezometrico direttamente connesso con il bacino a monte della traversa. Al fine di illustrare il funzionamento di seguito si riportano i casi di esercizio previsti.

Partendo dalla condizione di primo invaso a seguito della realizzazione dell'opera e della messa in esercizio si ha:

- **raggiungimento della quota di +148.40 m s.l.m.** :procedendo con la chiusura della paratoia sghiaiatrice che ha fondo a quota +142.70 m s.l.m. si ha il riempimento del piccolo invaso a monte della paratoia. I tempi di riempimento sono dettati dalle portate presenti in alveo. In tale condizione l'impianto non è funzionante. Le ventole sono chiuse, il sensore di livello non consente l'attivazione del sistema mobile.

- **tra la quota +148.40 m s.l.m. e +149.26 m s.l.m.** : raggiunta la quota di +148.40 m s.l.m. il piezometro attiva la pompa di carico del sistema mobile che inizia a riempire d'acqua filtrata la camera interna delle ventole. La velocità di risalita del livello in alveo risulta proporzionale alla portata della pompa di carico (velocità di riempimento-risalita delle ventole). In queste condizioni l'impianto idroelettrico è ancora fermo.
- **raggiungimento della quota di +149.26 m s.l.m.** : in questa condizione la paratoia mobile rimane sollevata fino al raggiungimento della portata in arrivo in alveo pari a 300 m<sup>3</sup>/s corrispondente al livello di +150.11 m s.l.m. (+0.91 m sulla cresta della traversa). Il funzionamento dell'impianto viene attivato nel momento in cui in alveo è presente una portata tale da garantire il DMV, la portata di mascheramento della traversa e la portata minima di esercizio sino al raggiungimento della portata massima di funzionamento (100 m<sup>3</sup>/s).
- **raggiungimento della quota +150.11 m s.l.m. in alveo corrispondente alla portata pari a 300 m<sup>3</sup>/s:** Raggiunta la quota +150.11 m s.l.m. si attiva la procedura di chiusura del sistema mobile mediante un segnale inviato dal piezometro al PLC che impone l'apertura della valvola di scarico e conseguente chiusura lenta in modo tale da non generare onde impulsive di piena. Tale fine è garantito anche mediante l'utilizzo del sistema oleodinamico sincrono con il precedente garantendo così una curva di chiusura lenta ( $\approx 10$  cm ora). In concomitanza si aziona in automatico la procedura di arresto turbine, procedendo alla chiusura progressiva di ciascuna turbina, al fine di non aumentare bruscamente il livello a monte della paratoia.

Tali condizioni descritte occorrono anche ad ogni manutenzione ordinaria e/o straordinaria.

A seguito di un abbattimento completo della parte mobile della traversa, la successiva riapertura, avviene sempre ed esclusivamente quando il livello in alveo stramazzante sulla traversa è inferiore a **+149.62 m s.l.m** corrispondente al passaggio della portata pari a 300 m<sup>3</sup>/s in condizioni di ventole chiuse. Anche in questo caso a favore di sicurezza, risulta necessario che l'apertura sia di tipo lento al

fine di non generare oscillazioni di massa che si propagano verso monte (il tratto a tergo della traversa è in corrente lente).

### **Sistema oleodinamico**

Il sistema oleodinamico ha il duplice compito, di supporto ausiliario permanente al sistema idraulico ad acqua e d'intervento singolo nel caso di mal funzionamento del sistema principale. Per tanto a favore di sicurezza il dimensionamento del sistema oleodinamico è stato progettato per il funzionamento autonomo. Si prevede di predisporre n.22 attuatori oleodinamici a passo 4 m (2 per ogni ventola) al fine di distribuire uniformemente gli sforzi su ogni singolo pistone.

Il principale compito di questo sistema è di fornire ausilio al sistema principale idraulico, in condizioni di portata elevata, in quanto in tale condizione il peso dell'acqua sulla traversa potrebbe portare a possibili risposte brusche delle ventole. A tal proposito il sistema consentirebbe aperture e chiusure lente tali da garantire tempi necessari al fiume di livellarsi in modo istantaneo senza generare onde sia verso monte che verso valle. Queste operazioni sono rese possibili grazie all'adozione di valvole di flusso tarate.

Altro obiettivo raggiunto dal sistema oleodinamico a seguito delle piene ordinarie, è di poter movimentare le ventole in qualsiasi condizione in modo tale da eliminare il materiale depositato.

### **Piano di gestione dello sbarramento**

Nel presente paragrafo sono illustrate le differenti procedure da mettere in opera in tutte le condizioni di funzionamento, incluso la procedura di chiusura delle ventole in manuale, per azione meccanica.

#### Operazioni di normale gestione della traversa:

##### Sollevamento Ventole

1. Verifica corretto funzionamento del sistema oleodinamico (bypass circuito posizionato chiuso) e messa in pressione del circuito mediante sensori.
2. Verifica funzionamento sistema di pompaggio mediante sensori.
3. Inizio procedura apertura ventole mediante l'ausilio del PLC (di cui di seguito si descrivono le operazioni).

4. Chiusura progressiva della paratoia dissabbiatrice. (operazione lenta circa 10 cm/ora livello invasato).
5. Verifica costante del livello all'interno del pozzo piezometrico fino al raggiungimento della quota +148.40 m s.l.m. ( quota a cui corrisponde l'inizio della procedura di innalzamento delle ventole).
6. Al superamento della quota +148.40 m s.l.m. apertura della valvola di carico. L'acqua inizia a defluire all'interno della camera creando una sottospinta sul tubo galleggiante interno, sulla ventola di monte e di valle. La differenza di carico dovuto all'assenza di contrasto sulla lente di valle consente l'innalzamento delle stesse (il sistema oleodinamico "segue" la salita della ventola garantendo l'impossibilità della chiusura brusca)
7. Al raggiungimento della quota +149.26 m s.l.m. in tale condizione si arresta l'apertura della ventola il PLC mediante l'azionamento della pompa bilancia le eventuali perdite dovute a possibili trafilamenti delle tenute idrauliche. Gli attuatori oleodinamici in tale condizione consentono lo smorzamento di eventuali oscillazioni del pelo libero (per esempio eventuali rilasci di dighe nella parte montana del bacino). Il livello in alveo rimane costante sino al raggiungimento della portata massima di esercizio. La gerarchia dei rilasci è la seguente il DMV ( portata di mascheramento + portata di funzionamento passaggio di rimonta e portata di attrazione), la portata per uso irriguo e la portata per il funzionamento dell'impianto idroelettrico.
8. Tra le quote +149.26 m s.l.m. e 150.11 m s.l.m. il sistema è completamente gestito a favore di sicurezza dal sistema oleodinamico.
9. Raggiungimento quota in alveo di +150.11 m s.l.m. corrispondente alla quota di massima regolazione, il sistema mediante monitoraggio continuo del livello di monte dell'invaso provvede ad inviare tramite messaggio telefonico, e dispone in modo automatico le operazioni da eseguire. Con livello invariato il sistema rimane aperto nel caso di superamento iniziano le procedure di chiusura.

### Procedura di chiusura ventola in condizioni ordinarie

10. Al superamento della quota in alveo di +150.11 m s.l.m. si procede alla verifica di tutto il sistema mobile. In caso affermativo Inizio della procedura di chiusura della ventola di seguito illustrato
  - a. Verifica stato sistema oleodinamico in caso affermativo
  - b. Apertura lenta scarico ventola
  - c. Controllo del sistema oleodinamico della chiusura dell'opera (passo 20 cm/ora) in modo tale da consentire al fiume di rispondere in modo adeguato senza generare onde anomale. Il tempo di chiusura completo della ventola è stimato in circa 4 ore.
11. Completa chiusura della ventola. Il sistema chiude le paratoie d'ingresso e scarico mantenendo il sistema in posizione chiusa, evitando che eventuali depressioni possano accidentalmente movimentare la ventola.
12. In caso negativo avvio procedura di emergenza.

### Operazioni di transito delle portate di morbida e delle piene

1. Superamento della quota in alveo di +150.11 m s.l.m.. Inizio della procedura di chiusura della ventola:
  - a. Verifica stato sistema mobile in caso affermativo, si procede al punto seguente in caso contrario si avvia la procedura di emergenza.
  - b. Apertura scarico ventola. L'apertura del sistema di scarico deve essere molto lenta.
  - c. Il sistema oleodinamico a passo lento gestisce la chiusura dell'opera (passo 20 cm ora) in modo tale da consentire al fiume di rispondere in modo adeguato senza generare onde anomale. Il tempo di chiusura completo della ventola è stimato in circa 4 ore.
2. Completa chiusura della ventola. Il sistema chiude le paratoie d'ingresso e mantiene il sistema in posizione chiusa, evitando che eventuali depressioni possano accidentalmente movimentare la ventola

### Operazioni di emergenza

Tali operazioni prevedono l'intervento dell'uomo che dovrà operare in sicurezza all'interno del locale di gestione dell'impianto.

Le procedure di emergenza prevedono la chiusura forzata del sistema di ritenuta mobile e prevedono l'attivazione della stessa in modo manuale a seguito di segnalazione di guasto, verifica di possibili perdite dell'opera di ritenuta o altra causa che può compromettere in modo rilevante il corretto funzionamento in sicurezza del sistema di ritenuta:

1. A seguito della conferma di attivazione della procedura di emergenza e alla verifica della causa che ha portato all'attivazione della stessa parte la procedura:
2. Verifica della presenza della corrente elettrica, ed in caso negativo attivazione del generatore elettrico di emergenza.
3. Attivazione chiusura
4. Apertura della valvola di scarico della paratoia
5. Apertura del circuito di bypass della/e pompa/e dell'olio del sistema oleodinamico interno alle ventole. Il circuito è dotato di valvola di flusso tarata che consente in ogni caso di avere una chiusura lenta del sistema. Il peso esercitato dall'acqua sulla ventola di monte permette alle ventole di portarsi in condizione chiusa, la valvola tarata di eseguire una chiusura lenta in modo tale da non creare onde anomale.

Ogni singola fase riportata precedentemente verranno inviati i messaggi agli addetti.

La corretta, normale e regolare manutenzione al gruppo elettrogeno e la sua messa in dimora in adeguato locale areato e stagno, consente di evitare il rischio remoto di trovarsi con mancanza di alimentazione esterna e motogeneratore non funzionante. Dovrà dunque essere fondamentale mantenere in perfetto stato di esercizio il suddetto sistema ausiliario di alimentazione elettrica.

*3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:*

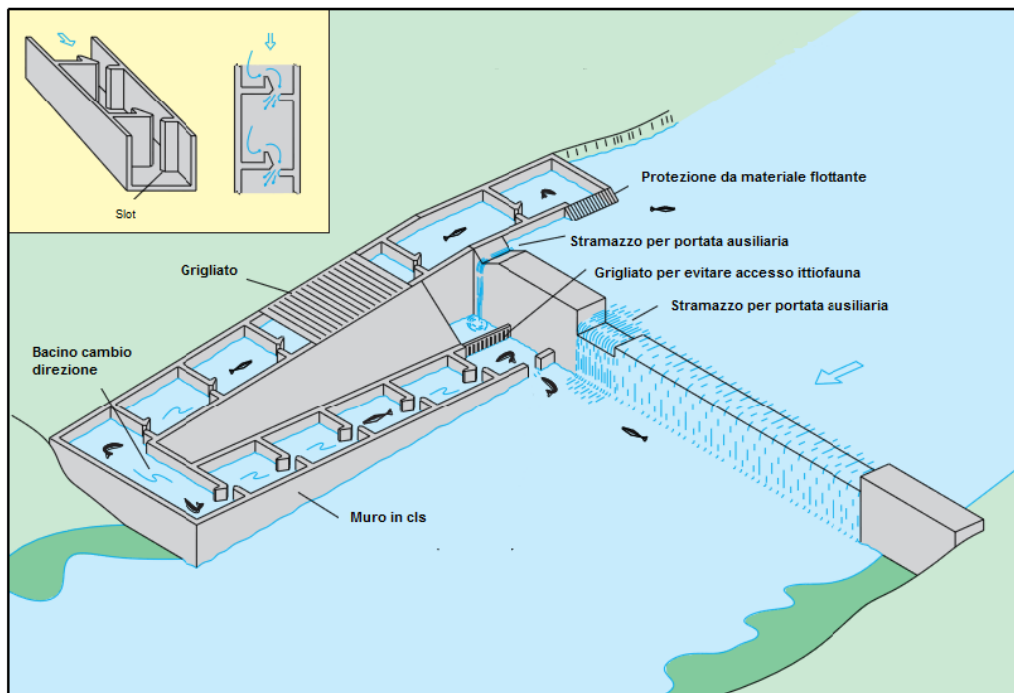
*k. La scala di risalita dell'ittiofauna dovrà essere progettata in modo che sia sempre garantito il completo abbattimento dello sbarramento mobile sulla traversa durante i periodi di non funzionamento dell'impianto.*

Oltre al dimensionamento progettuale riportato di seguito si allega anche la revisione dell'elaborato grafico A5-4-R1 "Opere di adduzione limitazione della portata passaggio di rimonta ittiofauna" ove sono illustrate le nuove scelte progettuali. Per la scelta della specie target e per le valutazioni relative alla funzionalità del passaggio si rimanda il lettore all'elaborato "SA-8 "Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci".

A seguito delle richieste da parte della regione Piemonte sono state effettuate valutazioni idrauliche ed ittologiche sulla funzionalità del passaggio di rimonta così progettato. Da un'attenta analisi a seguito di un approfondito confronto si è scelto di modificare progettualmente il passaggio restituendo le portate immediatamente al piede della traversa per migliorarne l'attrattività. Questa scelta ha necessariamente comportato anche la modifica della tipologia di scala adottando un passaggio a bacini successivi con fessure verticali in sostituzione del passaggio a "boulders bar". Tutto ciò comporta una riduzione degli ingombri in alveo mantenendo l'alveo indisturbato rispetto alla soluzione precedente.

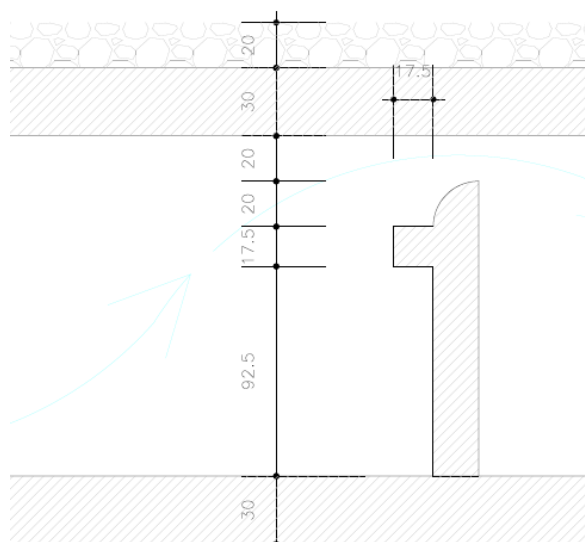
Il passaggio di rimonta adottato, per un corretto funzionamento, ha bisogno di una portata d'esercizio nella scala di circa 350 l/s rispetto a quella prevista originariamente in progetto di 1800 l/s. Al fine di garantire una corrente sufficientemente attrattiva nel punto di imbocco di valle del passaggio, si prevede di rilasciare 1500 l/s circa in un tubo - bypass che restituisca le portate in una vasca naturale di 7.80 m x 2.80 m, profonda 1.40 m rispetto al livello di magra registrato a valle della traversa.





**Fig. 3.k.1. Schema esemplificativo del passaggio di rimonta adottato**

La specie target è il vairone, o più in generale i piccoli ciprinidi, come dettagliato in apposita relazione SA-8 “Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci”.



Larghezza fenditura A = 20 cm  
Altezza dente 0.875A = 17.5 cm

**Fig. 3.k.2 Pianta e dimensioni setto tipo**

### **Dimensionamento passaggio a slot verticali.**

Il dimensionamento del passaggio è stato effettuato ai sensi di quanto previsto dal D.G.R. n. 72–13725 del 29 marzo 2010 e D.G.R. n. 75–2074 del 17 maggio 2011 nella “Disciplina delle modalità e procedure per la realizzazione di lavori in alveo, programmi, opere e interventi sugli ambienti acquatici ai sensi dell’art. 12 della legge regionale n. 37/2006”, ossia il “Manuale regionale - Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci”. Sono state utilizzate per la redazione delle verifiche del presente capitolo anche le linee guida della regione Lombardia “Interventi idraulici ittocompatibili: Linee guida” Quaderni della Ricerca n.125 – gennaio 2011.

Per il dimensionamento della particolare tipologia di passaggio con stramazzo rigurgitato a fenditure verticali sono state utilizzate le seguenti relazioni:

$$Q = kQ_d$$

Dove:

$$k = \left(1 - \left(1 - \frac{\Delta h}{h_1}\right)^{1.5}\right)^{0.2885}$$

e

$$Q_a = C_d b \sqrt{2g} h_1^{1.5} [m^3/s]$$

in cui:

b = larghezza dello stramazzo [m]

$C_d$  = coefficiente di deflusso = 0,4 (tra 0,33, profilo non arrotondato, e 0,5, arrotondato e liscio)

$h_1$  = carico totale a monte sullo stramazzo [m]

k = coefficiente di riduzione dovuto alla sommersione

La formulazione è applicabile quando il livello nel bacino di valle è superiore al livello della soglia dello stramazzo, e per un moderato livello di sommersione calcolabile in base al rapporto tra il carico totale a valle ed a monte sullo stramazzo  $h_2/h_1 < 0,9$ , con  $h_2 = h_1 - \Delta h$ . Le suddette formulazioni sono basate su studi di laboratorio e misure effettuate in condizioni indisturbate e quindi la relativa precisione andrà verificata in sede di realizzazione del passaggio; tra i fattori critici che possono influenzarne la precisione vi è sicuramente la scelta del coefficiente di deflusso  $C_d$  da utilizzare. In conclusione, i valori calcolati in sede di progettazione andranno opportunamente verificati in campo mediante specifici monitoraggi in diverse condizioni idrologiche.

Altro parametro importante valutato nel dimensionamento del passaggio che è un indicatore di efficienza dell'intervento stesso è la Potenza volumetrica dissipata, valutata secondo la relazione:

$$P_v = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{V_a}$$

dove:

$P_v$  = Potenza dissipata per unità di volume [ $W/m^3$ ]

$\rho$  = Densità dell'acqua = 1000 [ $kg/m^3$ ]

Q = Portata d'acqua [ $m^3/s$ ]

$V_a$  = Volume d'acqua nel bacino [ $m^3/s$ ]

Per i salmonidi si consiglia di non superare i 200  $W/m^3$ , mentre il limite scende a 150  $W/m^3$  per i ciprinidi. Di seguito si terrà come target un potenza volumetrica dissipata pari a 150  $W/m^3$ . L'adozione di un valore di 150  $W/m^3$  garantisce la risalita anche di pesci di taglia medio piccola, indipendentemente dalla specie.

La verifica delle velocità all'interno del passaggio devono essere compatibili con le capacità natatorie delle specie presenti e su cui è stato dimensionato il passaggio.

In via approssimativa la velocità massima che si ha nella sezione ristretta del passaggio è determinata dal carico idraulico  $\Delta h$  ed è ricavabile dalla relazione:

$$v_{max} = \sqrt{2 g \Delta h}$$

dove il gradiente idraulico è  $\Delta h$  proporzionale al salto associato al singolo bacino,  $g$  è la forza di gravità.

### **Parametri dimensionali vincolanti per una corretta dissipazione della potenza.**

Una volta selezionati i dislivelli tra i bacini  $\Delta h$  ed il tipo di setti, occorre definire le dimensioni dei bacini e delle aperture che li collegano. Le misure da adottarsi dipendono, oltre che dalla disponibilità idrica, dalle specie ittiche presenti e dalle dimensioni degli stessi; inoltre esistono dei parametri di controllo che devono essere rispettati per rendere efficiente il passaggio. I principali vincoli da rispettare sono:

- la larghezza delle fessure deve consentire il transito anche di pesci di taglia maggiore;
- rapporto lunghezza bacino (L)/larghezza bacino (B), compreso tra 1.6 e 1.8;
- rapporto lunghezza bacino (L)/larghezza fessura (b), compreso tra 7 e 12;
- rapporto larghezza bacino (L)/larghezza fessura (b), compreso tra 4 e 6;
- rapporto battente sullo stramazzo laterale (H)/dislivello tra bacini ( $\Delta h$ ) superiore a 2 nel caso di funzionamento del collegamento tra bacini attraverso flusso rigurgitato.

<b>Parametri</b>	<b>Descrizione</b>
B	larghezza interna del bacino
b	larghezza fenditura laterale
P	quota di fondo fenditura laterale
h	altezza setto
S	spessore setto
L	distanza fra i setti
$\Delta h$	differenza di livello fra due bacini successivi
$h_1$	distanza fra pelo libero e orifizio di fondo

Il rispetto dei vincoli sopra elencati permette di definire le dimensioni ottimali dei bacini. A questo punto, noti tutti i parametri di progetto, applicando le formule

dell'idraulica precedentemente riportate si determina la portata transitante attraverso le aperture delle fenditure laterali. Di seguito si riportano i parametri progettuali in condizioni di esercizio/magra nella configurazione con ventole alzate.

Parametro	Valore	Motivazioni
Dislivello massimo tra due bacini $\Delta h$	23 cm	Questo dislivello è il miglior compromesso dimensionale tra efficienza del passaggio e lunghezza dello stesso
Livello idrico di monte	149.20 m s.l.m	Condizioni al contorno dettate dai livelli idrici di monte e di valle in condizioni di magra
Livello idrico di valle	143.11 m s.l.m.	
Tipologia di comunicazione fra i bacini	fessura laterale	Il deflusso rigurgitato tra le fenditure e fondo con massi $d_{50}=40\text{cm}$ permette una migliore funzionalità per le diverse specie ittiche
Larghezza fessura laterale	0.20 m	Valori indicati nella letteratura di settore
Larghezza dei bacini	1.50 m	Valori indicati nella letteratura di settore
Lunghezza dei bacini	2.40 m	

Parametro	Valore	
Portata defluente di progetto corrispondente ad un livello idrico di monte di 149.20 m s.l.m	$\approx 350$ l/s	
Numero di bacini	25	
Lunghezza complessiva del passaggio circa	70.48 m	
Pendenza media	8.85 %	
<b>Parametri di dimensionamento</b>		
Parametro	Valore	Range di valori consigliati
Potenza specifica dissipata in condizioni di progetto ( $W/m^3$ )	$\approx 150$ $W/m^3$	minore di 150 per ciprinidi minore di 200 per salmonidi
Rapporto lunghezza/larghezza dei bacini	1.6	compreso tra 1.6 e 1.8
Rapporto lunghezza bacino/larghezza fessura laterale	12	compreso tra 7 e 12
Rapporto larghezza bacino/larghezza fessura laterale	7.5	compreso tra 4 e 6
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	6.67	maggiore di 2

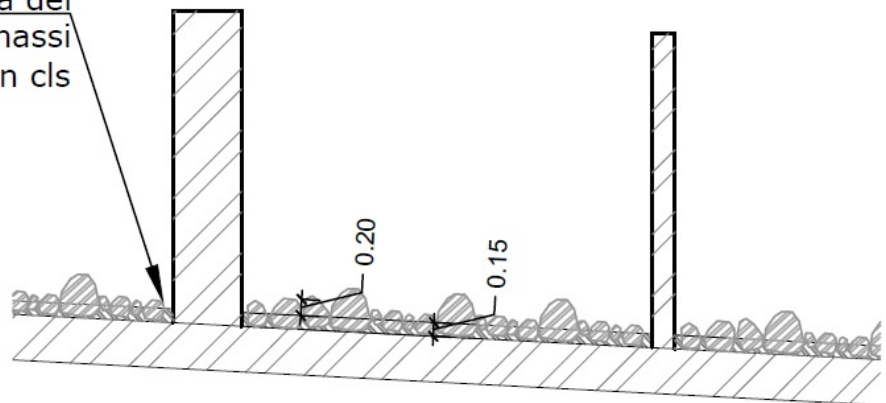
Il rapporto larghezza del bacino/larghezza fessura laterale è tra i parametri di minore importanza per il funzionamento del passaggio per pesci, di conseguenza si è scelto

di uscire dai valori guida per questo parametro, privilegiando gli altri parametri dimensionali utili per inserire il passaggio nell'opera in progetto.

L'adozione di un fondo con substrato roccioso / simil naturale consente di avere una distribuzione delle velocità parabolica sulla verticale, consentendo così a tutte le specie presenti, il possibile utilizzo. Al fine di rendere il passaggio fruibile e dato lo sviluppo complessivo di circa 70 m sono state realizzate due vasche di calma nelle quali le velocità e le potenze volumetriche dissipate consentono il riposo alle specie durante la risalita.

La realizzazione del substrato dovrà essere realizzata così come riportato in figura seguente.

Rivestimento della platea del passaggio pesci con massi mi fiume intasati con cls



**Fig. 3.k.3. Sezione tipologica realizzazione substrato di rivestimento del fondo**

Al fine di limitare l'ingresso di materiale solido flottante all'interno della vasca di presa da cui dipartono sia gli imbocchi per il passaggio di rimonta (passaggio vero e proprio e portata di richiamo), sia il tubo per la derivazione irrigua del Canale San Marzano, la stessa è protetta da una fila di paratronchi.

La presenza del substrato con ciottoli di fiume al fondo come molto scabro permette di avere un profilo delle velocità nella sezione con un minimo al fondo e massimo in corrispondenza del pelo libero di 2.14 m/s , mentre la velocità media è di circa 1.09 m/s.

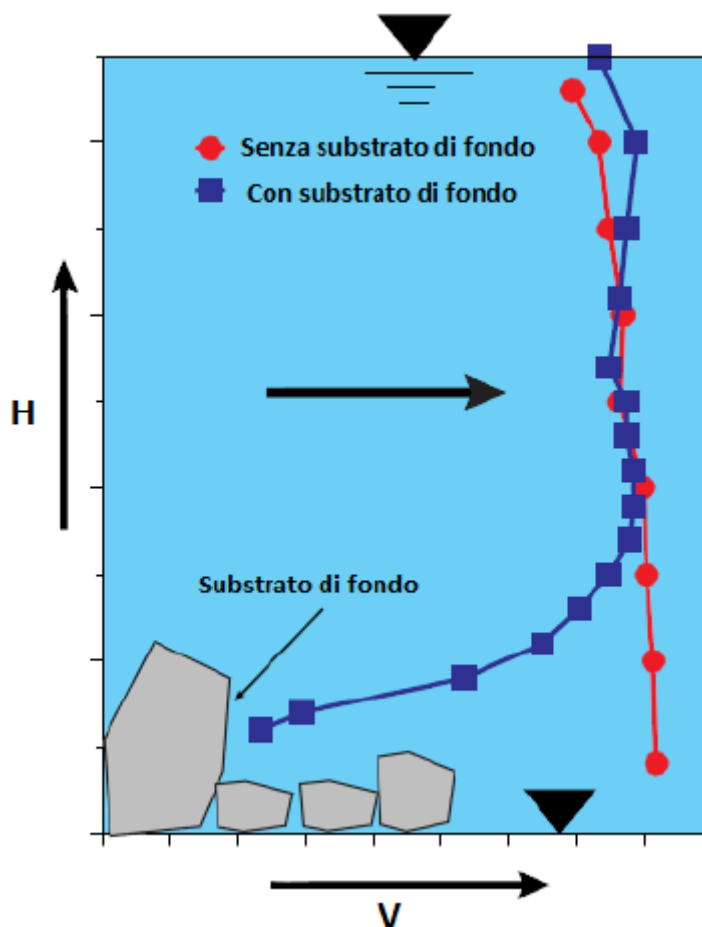


Fig. 3.k.4. Andamento delle velocità all'interno del canale .

Il deflusso eccedente la portata necessaria al corretto funzionamento del passaggio fino al raggiungimento della  $Q_{PAI}$  (portata idrica attrattiva) dovrà essere fatta defluire all'interno di un tubo di bypass, che dovrà restituire nella sezione di imbocco di valle in una apposita vasca di calma, circa  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$  al fine di garantire una buona attrazione della fauna ittica durante i periodi di magra. La dimensione della tubazione dovrà essere con diametro nominale DN 600 mm. Il fondo della vasca di calma al piede del passaggio sarà rivestito in massi cementati; in particolare nella zona dove scaricherà la tubazione della portata di attrazione si posizioneranno massi cementati molto sporgenti in modo da rompere il flusso e ridurre la turbolenza.

Il passaggio di rimonta è stato verificato fino ad una portata corrispondente alla  $Q_{30}$  pari a  $180 \text{ m}^3/\text{s}$ .

3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:

*l. per quanto riguarda il cavidotto di collegamento interrato dalla centrale alla cabina enel, si segnala l'interferenza dello stesso nello scavalco del nuovo argine sulla B di progetto a difesa della loc. Baraccone (nel tratto terminale a ridosso della cabina Enel di consegna). Dovrà, pertanto, essere presentata una idonea soluzione progettuale, che ne preveda lo scavalco a "cavaliere", senza procedere a scavi nel rilevato arginale, provvedendo ad idonea protezione superficiale del cavidotto stesso che ne garantisca la sicurezza durante il transito e le operazioni di manutenzione ordinaria sul rilevato arginale stesso (protezione superficiale in c.a. con soprastante stesura di terreno agrario e successivo inerbimento e segnalazione con appositi cartelli di pericolo). Si dovrà inoltre provvedere al relativo sovrizzo con relativi raccordi longitudinali della sommità spondale, con rifacimento del cassonetto stradale. In alternativa se ne può prevedere lo scavalco aereo avendo l'accortezza di posizionare i relativi sostegni ad una distanza minima di mt 10.00 dai piedi arginali ed assicurare sulla sommità idoneo franco di sicurezza (come da normativa in base alla relativa tensione di esercizio), maggiorato di 1 mt per consentire eventuali successivi adeguamenti in quota;*

Come da richiesta lo scavalco dell'argine avverrà a cavaliere posato all'interno di una guaina corrugata in polietilene a sua volta protetta da un tubo acciaio zincato di diametro 150 mm e spessore 5 mm. Detto tubo sarà ricoperto con 20 cm di terreno agrario prevedendo la posa di un geotessile tessuto non tessuto per aumentare la stabilità del terreno riportato.

Il raccordo al paramento dell'argine avverrà in un tratto di 3 m a cavallo del tubo. Sulla sommità arginale il tubo verrà inglobato in un getto di calcestruzzo e poi ricoperto con uno strato di misto stabilizzato. I raccordi con il cassonetto stradale attuale verranno effettuati con misto stabilizzato e pendenze inferiori al 5%.

3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:

*m. per quanto riguarda la movimentazione del materiale in alveo (litoide e marnoso), si dovrà provvedere ad una idonea localizzazione planimetrica delle relative aree di scavo e ritombamento, con restituzione di idonee planimetrie e sezioni debitamente quotate (nello stato di fatto e di progetto), e calcolo dei relativi quantitativi demaniali, con individuazione delle quote parti eccedenti da allontanarsi dall'area di intervento. Al riguardo dovrà essere fornito il relativo rilievo dello stato attuale, debitamente asseverato dal topografo esecutore ed idoneamente georeferenziato ad idonei caposaldi, di cui occorrerà fornire le relative monografie (foto, coordinate, quote). Ad ogni buon fine si vuole rammentare che il rilievo utilizzato per la modellazione idraulica dovrà avere la stessa identica georeferenziazione;*

*n. per quanto sopra richiesto, si dovranno fornire idonee planimetrie e sezioni trasversali a tutt'alveo, nonché profili longitudinali, in adeguata scala ed idoneamente quotati, riportanti i risultati delle simulazioni e le sommità spondali, andranno inoltre rilevate e riportate tutte le opere di difesa idraulica/manufatti idraulici presenti nel tratto di monte e di valle;*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo" per la trattazione esaustiva delle richieste sopraindicate nel punto 3.m..



Il rilievo dello stato attuale è stato effettuato dal topografo Ing. Marco Carretto di Monchiero nel maggio del 2016.

Il rilievo è georeferenziato ai capisaldi del Magistrato per il Po di Parma denominati 68dx e 68sx di cui si riportano le monografie nel seguito.

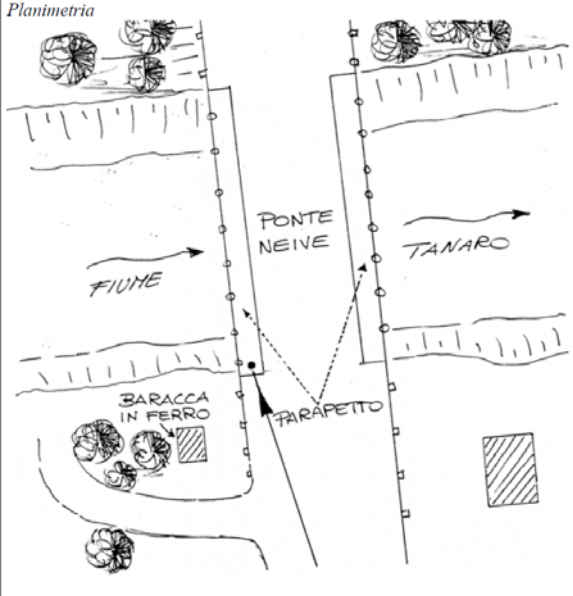

Si riporta inoltre la dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 28 dicembre 2000, n.445.

La geometria dei modelli idraulico-numeric (sia monodimensionali che bidimensionali) è stata costruita a partire dal rilievo topografico eseguito; la georeferenziazione delle sezioni idrauliche è pertanto la stessa del sopraccitato rilievo.

La planimetria di rilievo è riportata nell'elaborato A3-1 – R1 *“Planimetria stato di fatto”*.

Le sezioni trasversali e i profili longitudinali che riportano anche i livelli idrici di piena, sono contenuti nell'elaborato A4-1 – R1 *“Profilo longitudinale e trasversale stato di fatto”*.

Le opere di difesa idraulica ed i manufatti idraulici presenti nel tratto in esame sono anch'essi stati rilevati; la loro esatta ubicazione e le relative quote altimetriche sono riportate nell'elaborato A3-1b *“Planimetria di rilievo opere di difesa e manufatti idraulici”*.

<b>Magistrato per il Po-Parma</b>		<b>Fiume Tanaro</b>	
Numero: <b>68dx</b>	Denominazione:		
Categoria <b>ESTREMO DI SEZIONE</b>			
Comune di <b>NEIVE</b>	Tavoletta IGM 25.000:		
Provincia di <b>CUNEO</b>	Data <b>Dicembre 2001</b>		
<p><i>Planimetria</i></p> 	<p><i>Fotografia</i></p> 		
<i>Descrizione</i>	<i>Elementi geodetici e topografici</i>	<i>Anno</i>	
<p style="text-align: center;"><b>PLANIMETRIA</b></p> <p><i>Ubicazione</i> : <b>Centrino incollato sul basamento del parapetto del ponte Neive.</b></p>	<p style="text-align: center;"><i>Coordinate Gauss-Boaga</i></p> <p style="text-align: center;"><b>N = 4.954.636,75</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Fuso Ovest</i></p> <p style="text-align: center;"><b>E = 1.427.913,63</b></p>	2001	
<b>ALTIMETRIA</b>			
<p><i>Piano di riferimento principale</i></p> <p><b>p.p. sommità centrino</b></p>	Qslm = <b>154,60</b>	2001	
<p><i>Piani di riferimento secondari</i></p> <p>Q1</p>	Q <sub>1</sub> slm =		
Q2	Q <sub>2</sub> slm =		

<b>Magistrato per il Po-Parma</b>		<b>Fiume Tanaro</b>	
Numero: <b>68sx</b>	Denominazione:		
Categoria <b>ESTREMO DI SEZIONE</b>			
Comune di <b>NEIVE</b>		Tavoletta IGM 25.000:	
Provincia di <b>CUNEO</b>		Data <b>Dicembre 2001</b>	
<p><i>Planimetria</i></p>	<p><i>Fotografia</i></p>		
<i>Descrizione</i>	<i>Elementi geodetici e topografici</i>	<i>Anno</i>	
<p style="text-align: center;"><b>PLANIMETRIA</b></p> <p><b>Ubicazione : Centrico incollato sul basamento del parapetto del ponte Neive.</b></p>	<p style="text-align: center;"><i>Coordinate Gauss-Boaga</i></p> <p style="text-align: center;"><b>N = 4.954.674,08</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Fuso Ovest</i></p> <p style="text-align: center;"><b>E = 1.427.737,94</b></p>	2001	
<b>ALTIMETRIA</b>			
<p><i>Piano di riferimento principale</i></p> <p><b>p.p. sommità centrico</b></p>	<b>Qslm = 154,57</b>	2001	
<p><i>Piani di riferimento secondari</i></p> <p>Q1</p> <p>Q2</p>	<p>Q<sub>1</sub>slm =</p> <p>Q<sub>2</sub>slm =</p>		

**Modulo per la dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà**

**Art.47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n.445**

Il sottoscritto Carretto Marco

nato a Alba (CN) il 23/02/1977

residente a Monchiero (CN)

via Monchiero Alto N° 13

iscritto all'Albo professionale degli Ingegneri della provincia di Cuneo al N° 1439

in qualità di professionista incaricato dalla società:

*Tanaro Power SpA*

all'esecuzione del rilievo topografico per la predisposizione dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto:

**RICOSTRUZIONE DI SBARRAMENTO FLUVIALE ESISTENTE AD USO IRRIGUO  
CON INNALZAMENTO ABBATTIBILE AD USO IDROELETTRICO E CENTRALE IN  
CORPO TRAVERSA**

consapevole delle sanzioni penali previste dall'art.76 del D.P.R. del 28 dicembre 2000, n.445 in caso di dichiarazioni mendaci e di formazione o uso di atti falsi

**DICHIARA**

che le informazioni e i dati contenuti nell'elaborato "A3-1-R1\_Planimetria stato di fatto" predisposti dal sottoscritto corrispondono al vero e si riferiscono alle condizioni riscontrate al periodo nel quale sono stati eseguiti i rilievi, ovvero il mese di maggio 2016.

Dichiaro altresì di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art.13 del D.Lgs.196/2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Monchiero, 11 luglio 2016

Il dichiarante



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO

**1439** *Dott. Ing. Marco Carretto*

*(firma e timbro del professionista)*

Ai sensi dell'art.38 del D.P.R.445 del 28 dicembre 2000, la dichiarazione è sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del dichiarante valido alla data di sottoscrizione della dichiarazione.



Cognome..... CARRETTO.....  
 Nome..... MARCO.....  
 nato il..... 23/02/1977.....  
 (atto n..... 87 P..... 1 S..... A.....)  
 a..... ALBA..... (..... (CN).....)  
 Cittadinanza..... ITALIANA.....  
 Residenza..... MONCHIERO.....  
 Via..... LOCALITA' MONCHIERO ALTO n. 13.....  
 Stato civile..... =.....  
 Professione..... =.....

CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI

Statura..... cm. 171.....  
 Capelli..... CASTANI.....  
 Occhi..... CASTANI.....  
 Segni particolari..... N.N.....

Firma del titolare *Marco Carretto*

Monchiero..... li..... 09/03/2016.....  
 IL SINDACO

Impronta del dito  
indice sinistro

IL SINDACO  
*Giovanni Dabbia*

Diritti  
C.I. 5,16  
Segr. 0,26

3. Per quanto attiene agli aspetti idraulici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
o. dovrà essere effettuato idoneo studio di dettaglio per i necessari approfondimenti sulla dinamica fluviale evolutiva in atto e sui possibili scenari attesi nel medio lungo termine, adeguatamente esteso verso monte e valle, facendo i dovuti raffronti tra la situazione di fatto e di progetto, ed idonee considerazioni riguardo ai possibili effetti sull'evoluzione plano-altimetrica dei due meandri presenti appena a monte.

Gli aspetti legati alla dinamica fluviale in atto e ai possibili scenari evolutivi futuri sono analizzati al punto 2.a per quanto concerne l'evoluzione planimetrica ed al punto 3.h per quanto riguarda l'evoluzione altimetrica.

4. Dovrà essere definita la provenienza dei materiali inerti e dei blocchi da scogliera necessari per la realizzazione dell'opera, individuando cave in attività la cui produzione sia compatibile con le caratteristiche richieste.

Si comunica che le Cave di origine per i materiali lapidei da costruzione sia per i rivestimenti che per le scogliere sono:

- B.M.P. di Ribotto Michelino e C snc, Via Palazzo 8 BAGNOLO PIEMONTE (CN)
- ALPE srl, Via Cave 265, BAGNOLO PIEMONTE (CN)

5. Dovrà essere effettuata una caratterizzazione più completa, sia in senso orizzontale che verticale dell'area di cantiere, come disposto dall'Allegato 2 del D.M. n.161/2012. Infatti, analizzando l'ubicazione dei cinque scavi eseguiti, non appaiono indagate le marne basali del letto del fiume. Si ricorda inoltre che, visto la prossimità della falda libera, nel caso in cui gli scavi interessino tale porzione satura del terreno, sarà necessario effettuare anche un campione delle acque sotterranee, con metodica dinamica (v. l'allegato 2, D.M. n. 161/2012).

Relativamente a quanto richiesto si trasmette quanto segue:

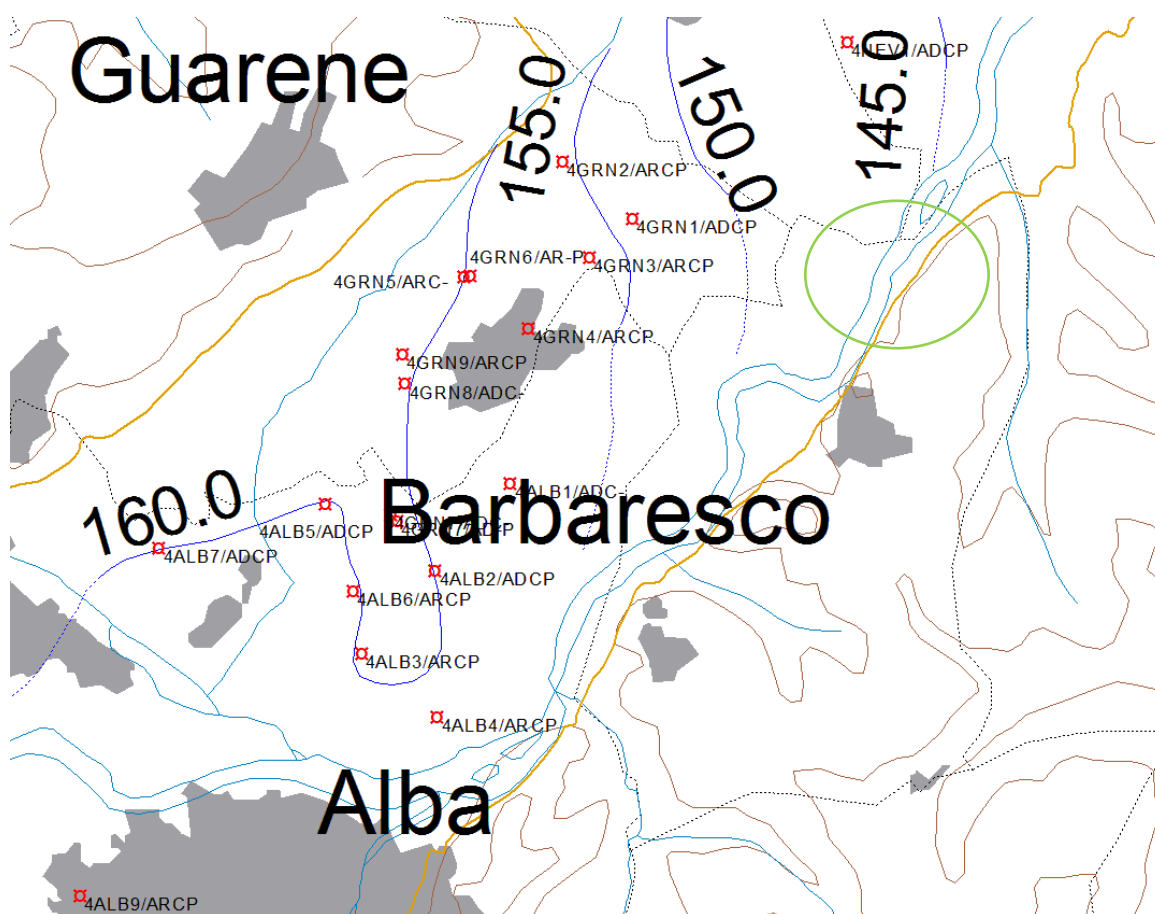
Nei lavori *Progetto Tanaro (Beretta et alii, 2000)*, *Piano di tutela delle acque (Regione Piemonte, 2004)* e *Studi idrogeologici finalizzati all'integrazione delle conoscenze già disponibili relative alla caratterizzazione dei principali complessi idrogeologici (De Luca et alii, 2005)* furono analizzati alcuni importanti elementi idrogeologici in questa tratta della Valle Tanaro.

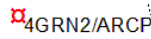
Nel settore di pianura considerato, il pannello piezometrico assume, nell'insieme, un assetto con isopieze disposte con andamento circa SO-NE, congruente con l'azione drenante svolta dal Fiume Tanaro. Tale configurazione può localmente differire in quanto le irregolarità dell'andamento del substrato e della topografia e la morfologia dell'alveo fluviale si ripercuotono fortemente sul flusso idrico sotterraneo.

Nell'ambito degli studi svolti (*De Luca et alii, 2005*) risulta presente uno spartiacque sotterraneo a N di Alba, sulla sinistra idrografica del Fiume Tanaro, mentre in ricerche di alcuni anni prima (*Beretta et alii, 2000*) non era rilevabile, a testimonianza della variabilità dell'andamento nel tempo della superficie piezometrica.

L'andamento della piezometria, per l'area vasta, relativa alla primavera 1997 e l'inverno 1999 (*Beretta et alii, 2000*) viene di seguito riportata:

- piezometria anno 1997 primavera (Fig. 5.1);

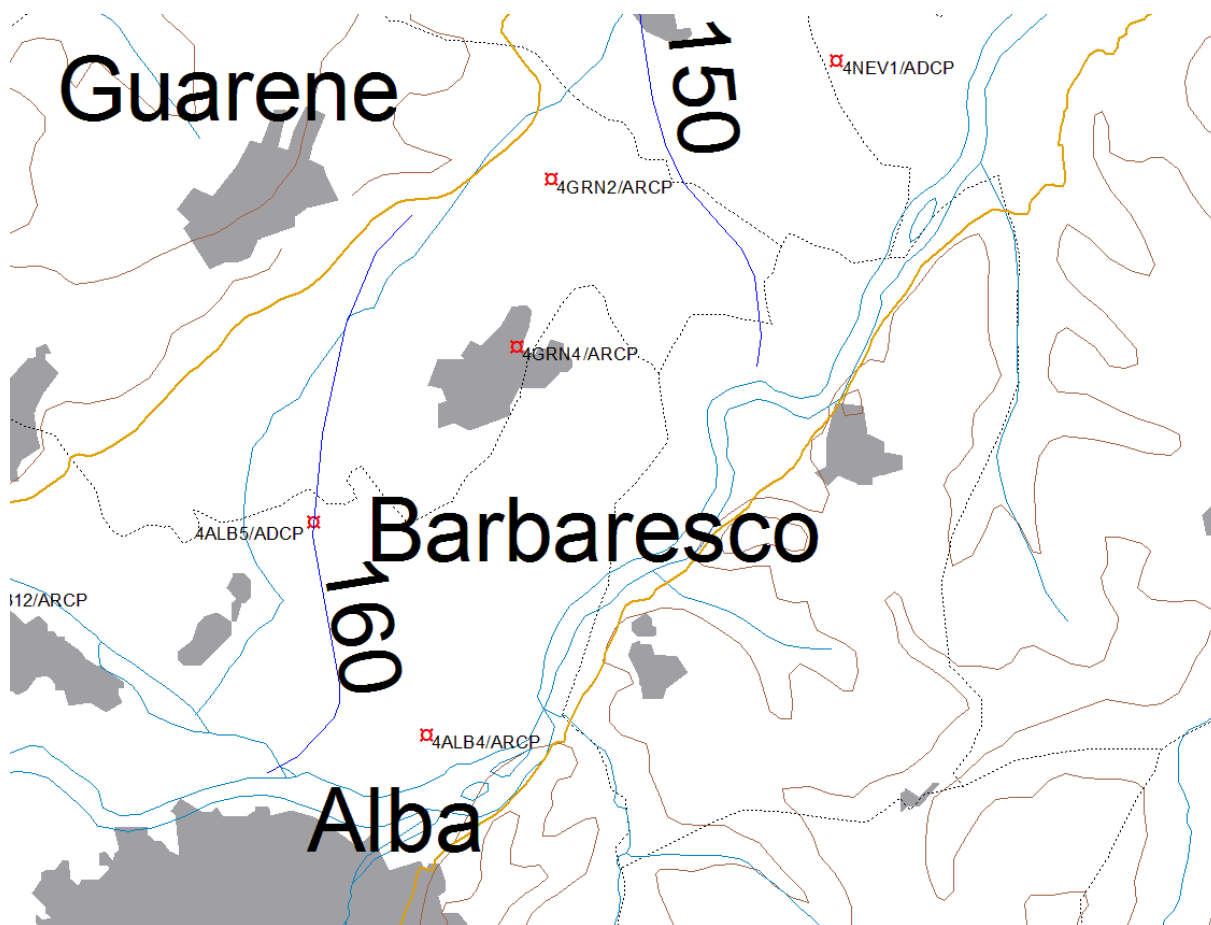



 ubicazione pozzi e relativo codice

 soggiacenza in m s.l.m.m.

**Fig. 5.1 – Estratto, modificato, da Progetto Tanaro, primavera 1997 (*Beretta et alii, 2000*). Nel cerchio verde è individuata l'area in esame.**

- piezometria anno 1999 inverno (Fig. 5.2).



 4GRN2/ARCP ubicazione pozzi e relativo codice



soggiacenza in m s.l.m.m.

**Fig. 5.2** – Estratto, modificato, da *Progetto Tanaro, inverno 1999* (Beretta et alii, 2000). Nel cerchio verde è individuata l'area in esame.

Il quadro di alcune misure piezometriche disponibili, per l'area vasta, è illustrato nelle Tabb. 5.1 - 5.2, le quali riportano rispettivamente la soggiacenza della falda e la quota assoluta del livello piezometrico. I cicli di misure sono riferiti alla primavera 1997 e l'inverno 1999.

Il gradiente idraulico in questo settore è compreso entro 0.02 %.



La soggiacenza varia tra 2 m ÷ 3 m; nel periodo autunnale risulta più elevata rispetto a quella primaverile con valori dell'ordine di 0.5 m.

<b>Codice</b>	<b>Quota piano campagna</b> m s.l.m.	<b>Profondità</b> m da p.c.	<b>Utilizzo</b>
4ALBA4/ARCP	164	7	Irriguo
4GRN4/ARCP	160	6	Irriguo
4GRN3/ARCP	159	8	Irriguo
4GRN1/ARCP	158	30	Domestico
4NEV1/ADCP	152	5	Domestico

**Tab. 5.1 – Rete di monitoraggio utilizzata.**

<b>Codice</b>	<b>Ottobre 1997</b>		<b>Inverno 1999</b>	
	<b>Soggiacenza</b> m	<b>Piezometria</b> m s.l.m.	<b>Soggiacenza</b> m	<b>Piezometria</b> m s.l.m.
4ALB4/ARCP	4.90	159.10	5.30	158.70
4GRN4/ARCP	1.90	158.10	2.04	157.96
4GRN3/ARCP	2.50	156.50	n.d.	n.d.
4GRN1/ARCP	3.15	154.90	n.d.	n.d.
4NEV1/ADCP	2.60	149.40	3.20	148.80

**Tab. 5.2 – Misure rilevate nell'anno 1997 - 1999 (Progetto TANARO - Beretta et alii, 2000).**

Nell'ambito delle indagini geognostiche relative al progetto in esame (cfr. Cap. 6) è stato installato un piezometro nel sondaggio S1. Il quadro complessivo delle misure piezometriche, disponibili per questo piezometro, è illustrato nelle Tabb. 5.3 e 5.4, le quali riportano rispettivamente la soggiacenza della falda e la quota assoluta del livello piezometrico raggiunta.

A scala generale si può affermare che le fluttuazioni della falda libera sono molto rapide e conseguenti ad eventi pluviometrici. Gli effetti dei repentini innalzamenti, se non vi sono ulteriori apporti, si esauriscono nell'arco di alcuni giorni.

La misura del 04 dicembre 2014 è stata effettuata a seguito di precipitazioni intense (Fig. 5.3) con un livello idrometrico del fiume Tanaro prossimo alla piena ordinaria (Fig. 5.4).

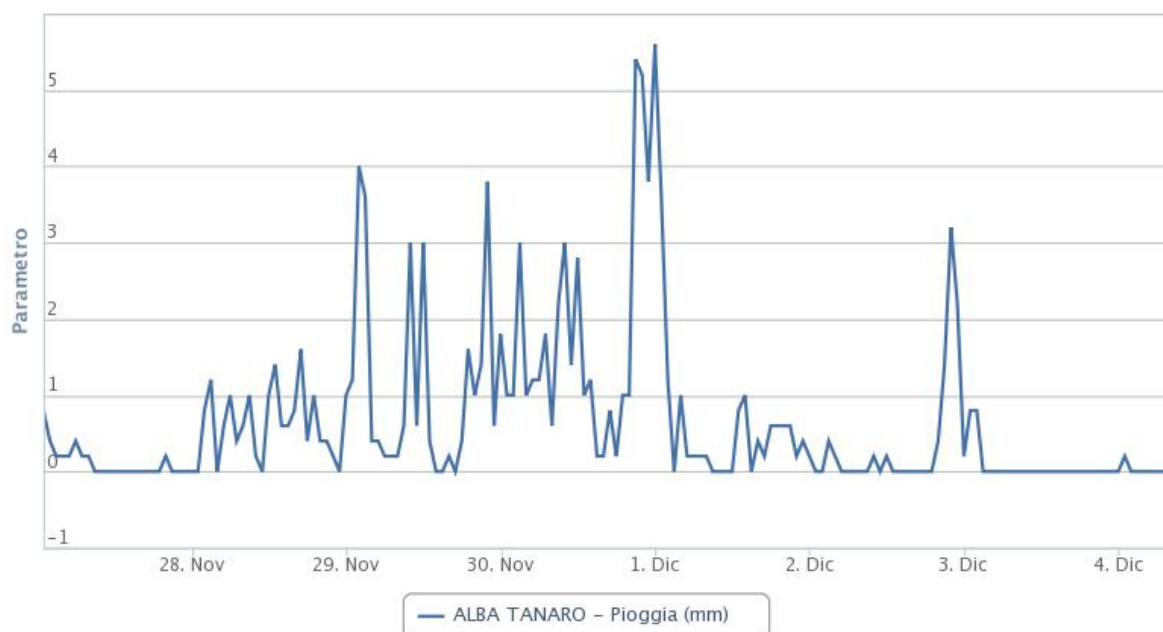
DATA	SOGGIACENZA	
	m da p.c.	
	S1	Fiume Tanaro
<b>03/11/2014</b>	4.40*	Presenza d'acqua
<b>12/11/2014</b>	2.69	Presenza d'acqua
<b>04/12/2014</b>	2.33	Presenza d'acqua
<b>11/12/2014</b>	3.28	Presenza d'acqua

**Tab. 5.3. Misure delle soggiacenze rilevate nel periodo novembre 2014 / dicembre 2014.**

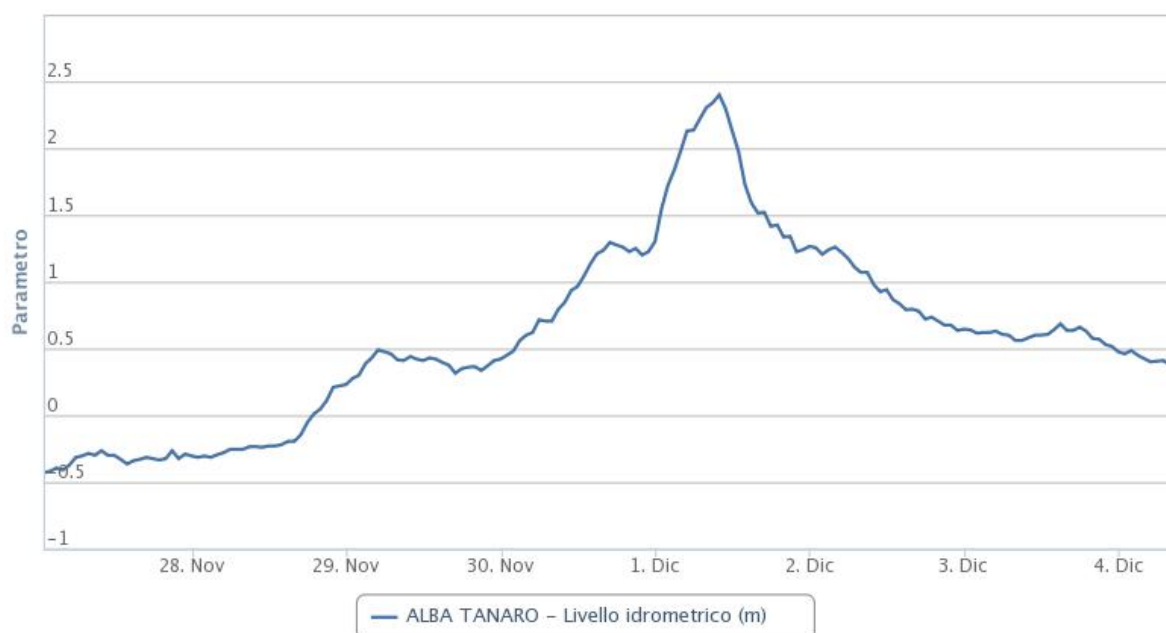
\* valore condizionato dalla presenza di acqua di perforazione.

Codice	Valori massimi	Valori minimi
	03/11/2014 m s.l.m.	04/12/2014 m s.l.m.
S1	146.35	148.42

**Tab. 5.4 – Valori isopiezometrici (riferiti al piano campagna di riferimento) minimi e massimi registrati nel periodo novembre 2014 / dicembre 2014.**



**Fig. 5.3 – Intensità oraria e pioggia cumulata (28/11/2014 ÷ 03/12/2014) presso la stazione Alba Tanaro (Regione Piemonte, 2014).**



**Fig. 5.4 – Livello idrometrico dal 28/11/2014 ÷ 04/12/2014 del fiume Tanaro presso la stazione Alba Tanaro (Regione Piemonte, 2014).**

6. *In merito al previsto deposito temporaneo, visto che, date le volumetrie in gioco (50.570 m<sup>3</sup>), la superficie individuata di ca. 8.000 m<sup>2</sup>, potrebbe non essere sufficiente, anche per la presenza di alberi a medio fusto, si dovrà chiarire in modo più esaustivo se saranno abbancate nella medesima area tutte le terre e rocce di scavo prodotte. Si rammenta inoltre il comma 3° dell'art. 185 del D. Lgs. 152/2006 che recita "Fatti salvi gli obblighi derivanti dalle normative comunitarie specifiche, sono esclusi dall'ambito di applicazione della Parte Quarta del presente decreto i sedimenti spostati all'interno di acque superficiali ai fini della gestione delle acque e dei corsi d'acqua o della prevenzione di inondazioni o della riduzione degli effetti di inondazioni o siccità o ripristino dei suoli se è provato che i sedimenti non sono pericolosi ai sensi della decisione 2000/532/CE della Commissione del 3 maggio 2000, e successive modificazioni".*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-9 "Integrazione al piano terre e rocce da scavo", A7-R1 "Cronoprogramma e fasi di lavoro" e A7-1 "Planimetria di cantiere" per la trattazione esaustiva delle richieste sopraindicate.

7. *La proposta progettuale, che prevede il ripristino della presa ad uso irriguo ed il suo utilizzo da parte del Consorzio Irriguo Capitto, al fine di garantire al meglio le funzionalità a servizio dell'irrigazione e del comparto agricolo, dovrà essere sottoposta al parere del suddetto gestore irriguo [si ricorda che, per tutte le problematiche legate alla componente irrigua, si deve fare riferimento al Consorzio d'Irrigazione Comprensoriale di II grado Tanaro Albese – Langhe Albesi, via Stazione 57 – 12066 Monticello d'Alba (CN) – tel.0172/478023, ed al Consorzio Irriguo di I grado Capitto – Via Valle Tanaro n.24 – 14054 Castagnole delle Lanze (CN)].*

Si trasmette l'elaborato A-11 "Convenzione di couse consorzio irriguo".

8. *Poiché il proponente intende avvalersi di una derivazione esistente funzionale ad altre utenze preesistenti (il consorzio irriguo), dovrà essere presentata una proposta di convenzione di couso concordata e condivisa con il Consorzio Irriguo Capitto.*

L'elaborato A11-1 "Lettera di trasmissione progetto al Consorzio Capitto".

9. *Poiché gli interventi in oggetto sono strettamente correlati ad altri interventi di stabilizzazione e consolidamento dei versanti delle Rocche di Barbaresco, che sono stati sottoposti alla fase di svalutazione della procedura di VIA conclusasi positivamente con prescrizioni (DGR n.32-8643 del 21 aprile 2008) e allo stato attuale risultano in corso di realizzazione, dovranno essere approfondite le relazioni esistenti tra i due progetti, valutando l'interferenza dell'opera con i suddetti interventi di difesa spondale, al fine di non vanificare, anche solo parzialmente, l'efficacia dell'intervento in corso di realizzazione; dovranno inoltre essere analizzati in maniera più corretta e più aderente allo stato dei luoghi sia gli aspetti idraulici sia gli aspetti relativi all'insediamento ambientale dell'opera.*

Si rimanda il lettore al punto 2e

10. *Dovrà essere redatta la Valutazione d'Incidenza dell'opera (ai sensi art. 43 della legge regionale 29 giugno 2009, n. 19 "Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità") sulla ZPS IT1160054 "Fiume Tanaro e Stagni di Neive", ubicata a valle dell'area di intervento e quindi interessata indirettamente dal progetto.*

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-7 "Valutazione di Incidenza ZPS IT1160054 Fiume Tanaro e Stagni di Neive" allegato alla presente trasmissione di documentazione integrativa

11. *Per quanto riguarda il progetto del passaggio per i pesci, dovrà essere effettuata un'analisi puntuale della fauna ittica allo stato attuale, atta a determinare la struttura della popolazione e la/le specie target sulla quale è stato progettato il passaggio. A tal proposito, si ricorda che, con D.G.R. n. 72-13725 del 29 marzo 2010, modificata con D.G.R. n. 75-2074 del 17 maggio 2011, è stata approvata la "Disciplina delle modalità e procedure per la realizzazione di lavori in alveo, programmi, opere e interventi sugli ambienti acquatici ai sensi dell'art. 12 della legge regionale n. 37/2006". Si segnala altresì la D.G.R. n. 25-1741 del 13 luglio 2015, recante "L.r. 37/2006, art. 12. Approvazione delle Linee guida tecniche per la progettazione e il monitoraggio dei passaggi per la libera circolazione della fauna ittica".*

Si rimanda il lettore agli elaborati SA-8 "Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci" e all'elaborato A5-4-R1 "Opere di adduzione limitazione della portata passaggio di rimonta ittiofauna" dove vengono trattati in modo esaustivo i punti sopraindicati.

12. *Al fine di definire correttamente la localizzazione e la portata di pertinenza del passaggio per i pesci, per soddisfare i requisiti di sufficiente attrattività del dispositivo in relazione all'assetto di*

*progetto, dovranno essere esaminati e valutati i livelli idrici che si possono manifestare a monte e a valle dello sbarramento durante l'anno medio e soprattutto nei mesi di migrazione della fauna ittica, per i quali dovranno essere individuati i valori massimi e minimi delle medie mensili, in modo da verificare le condizioni idrodinamiche del passaggio in riferimento alle diverse portate e livelli che si susseguono durante l'anno e delle relative energie, con speciale attenzione al periodo migratorio delle specie target individuate. Particolare attenzione andrà dedicata alla definizione dei livelli di valle corrispondenti ai periodi di magra nei quali scorrono soltanto le portate che fluiscono nel passaggio per i pesci (quota parte del DMV di 1,8 m<sup>3</sup>/sec) nell'alveo di destra e quelle che sono scaricati dalle turbine situate in corpo traversa nell'alveo di sinistra. Dovranno inoltre essere effettuate delle adeguate simulazioni idrodinamiche con modello bidimensionale per verificare, nelle diverse condizioni di portata dell'anno, comprese quelle di magra, che i livelli di valle e le portate fluenti all'imbocco del passaggio siano sufficientemente attrattivi per la fauna ittica e garantiscano il passaggio delle specie rappresentative del tratto interessato, con la validazione fornita da un esperto ittiologo.*

Si rimanda il lettore agli elaborati SA-8 "Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci" e all'elaborato A5-4-R1 "Opere di adduzione limitazione della portata passaggio di rimonta ittiofauna" dove vengono trattati in modo esaustivo i punti sopraindicati.

*13. Dovrà essere predisposto un piano di manutenzione ordinaria del passaggio per i pesci, al fine di mantenerlo in condizioni funzionali adeguate per il suo corretto funzionamento con particolare riferimento ai periodi di migrazione della/e specie target individuata/e.*

Si rimanda il lettore agli elaborati SA-8 "Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci" e all'elaborato A5-4-R1 "Opere di adduzione limitazione della portata passaggio di rimonta ittiofauna" dove vengono trattati in modo esaustivo i punti sopraindicati.

*14. Dovranno essere effettuate valutazioni di tipo ecologico, inerenti al rischio di riduzione degli habitat e mesohabitat fluviali e habitat terrestri perfluviali, per azione del rigurgito delle acque a monte e della contrazione dell'alveo bagnato a valle, e le conseguenze sulle biocenosi.*

Si rimanda il lettore all'elaborato progettuale SA-10 "Proposte di misure compensative da realizzarsi a seguito della messa in esercizio dell'impianto" e SA-8 "Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci"

15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
a. un'ulteriore e più esaustiva documentazione fotografica e fotoinserti dettagliati (comprensivi sia degli interventi inerenti la realizzazione della scala di risalita dell'ittiofauna sia delle nuove opere di difesa in sp. dx) anche di tipo panoramico, con riprese effettuate dai punti visuali di maggiore e più frequente visibilità, con allegata planimetria indicativa dei punti di scatto;

Si allegano i fotoinserti aggiornati allegati alla relazione A1-6 -R1 "Relazione fotografica"

15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
b. la revisione degli elaborati progettuali ai fini di risolvere le incongruenze tra le tavole A5.1 (planimetria di progetto) e le tav- A5.2 – A5.3 (planimetrie particolareggiate e sez.) e i fotoinserti 1 e 2;

Si trasmettono i seguenti elaborati aggiornati relativamente alle modifiche apportate a seguito delle sopracitate richieste:

A2-1-R1 "Corografia"

A3-2-R1 "Planimetria su CTR"

A3-3-R1 "Planimetria su base catastale"

A3-4a-R1 "Planimetria su base stralcio PRGC Barbaresco"

A3-5-R1 "Planimetria sovrapposizione fasce PAI e aree demaniali"

A3-6a-R1 "Opera di presa coordinate geografiche"

A3-6b-R1 "Opera di restituzione coordinate geografiche"

A3-7-R1 "Planimetria estensione del rigurgito con la massima portata di esercizio"

A3-10-R1 "Planimetria piano particellare di esproprio"

A4-1-R1 "Profilo longitudinale e trasversale stato di fatto"

A4-2-R1 "Profilo longitudinale e trasversale stato di progetto"

A5-1-R1 "Planimetria di progetto"

A5-2-R1 "Planimetria particolareggiata centrale e sezioni longitudinale e trasversali opere di ritenuta"

A5-3-R1 "Planimetria particolareggiata centrale e profili longitudinali"

A5-4-R1 "Opere di adduzione limitazione della portata passaggio di rimonta ittiofauna"

A5-5-R1 "Carpenteria traversa"

A5-7 "Prospetti delle opere a progetto"

A1-6 -R1 "Relazione fotografica"

*15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
c. elaborati grafici completi dei prospetti e sezioni dell'opera di presa nonché dei particolari costruttivi di tutti i manufatti previsti con l'indicazione dei materiali che si prevede di utilizzare;*

I particolari progettuali e la tipologia di finiture adottate sono riportati negli elaborati grafici:

A5-2-R1 "Planimetria particolareggiata centrale e sezioni longitudinale e trasversali opere di ritenuta"

A5-3-R1 "Planimetria particolareggiata centrale e profili longitudinali"

A5-4-R1 "Opere di adduzione limitazione della portata passaggio di rimonta ittiofauna"

A5-6 "Particolari sistema di funzionamento dell'opera di presa di ritenuta mobile"

A5-7 "Prospetti delle opere a progetto"

*15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
d. elaborati progettuali rappresentativi, con le colorazioni convenzionali, delle modifiche morfologiche previste;*

Al fine di rispondere al punto sopra indicato sono state riportate le demolizioni/scavo in giallo e le nuove opere in rosso negli elaborati

A5-8-a "Tavola di raffronto stato di fatto e stato di progetto"

A5-8-b "Tavola di raffronto stato di fatto e stato di progetto"

*15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
e. aggiornamento ed integrazione della relazione paesaggistica con i contenuti del Piano paesaggistico regionale riadottato dalla Giunta Regionale con Deliberazione n. 20-1442 del 18/05/2015, nonché con la dimostrazione della conformità dell'intervento proposto con le prescrizioni, poste in salvaguardia, in esso contenute;*

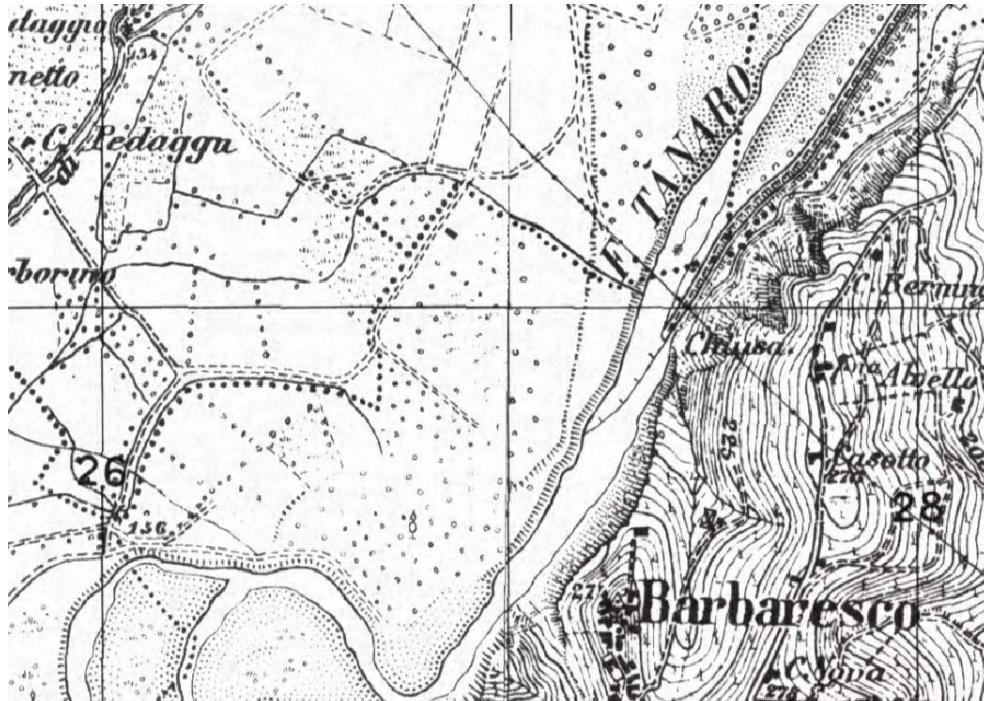
Si rimanda il lettore all'elaborato A1-5-R1 "Relazione paesaggistica" riportante l'aggiornamento al nuovo Ppr con la conformità dell'intervento proposto con le prescrizioni dell'unità d'ambito e previste dalle norme attuative.

*15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
f. approfondimenti storici relativi alla traversa e derivazioni esistenti;*

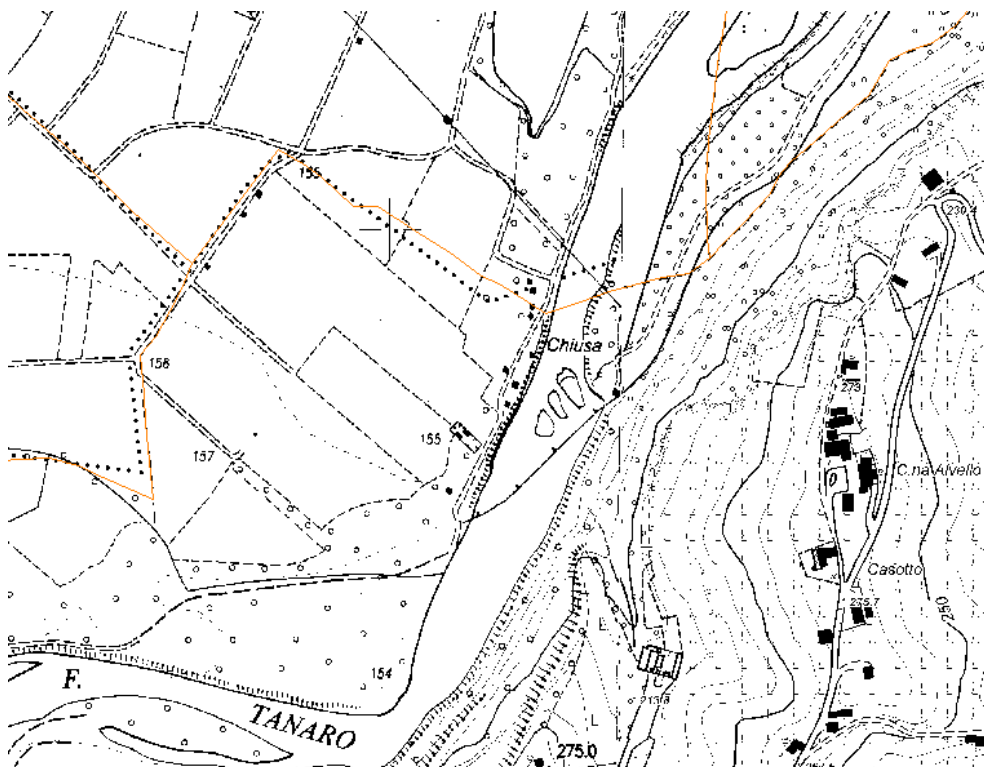
La traversa sul fiume Tanaro a Barbaresco rappresenta una importante manufatto idraulico sul corso d'acqua presente da oltre 100 anni.

La sua finalità originaria era quella di permettere la derivazione a scopo irriguo in sponda destra del canale del Consorzio Capitto.

Originariamente il suo andamento planimetrico era obliquo, come si osserva nelle Fig. 15.f.1. e 15.f.2, in maniera tale da agevolare il prelievo.



**Fig. 15.f.1 Estratto della I.G.M. con la vecchia traversa inclinata.**



**Fig. 15.f.2 Estratto della C.T.R. con la vecchia traversa inclinata.**



A valle delle medesima era presente uno scivolo in calcestruzzo con lo scopo di accompagnare la vena liquida che sfiorava dalla traversa verso valle senza innescare particolari turbolenze.

Si evidenzia che tale manufatto, che per la sua conformazione planimetrica tendeva ad amplificare gli effetti erosivi della corrente in sponda sinistra, è rimasto fino al 1994 quando la portata dell'evento alluvionale ne ha determinato il crollo.

Successivamente nel 1995 la traversa è stata ricostruita con andamento non più obliquo ma trasversale rispetto all'alveo del fiume con fondazioni profonde su pali e priva di scivolo a valle (Fig. 15.f.3).



**Fig. 15.f.3 Foto aerea della traversa prima del crollo del 2010 (fonte Google Earth, 2007).**

Con il tempo i flussi idrici che attraversavano la traversa con fenomeni turbolenti di dissipazione hanno determinato immediatamente a valle di questa una significativa erosione. Nel 2010 anche questa traversa è stata asportata da un evento di piena ed oggi è rimasto solamente un tratto di tale manufatto in sponda sinistra (Fig. 15.f.4 e 15.f.5).



**Fig. 15.f.4. Foto aerea della traversa nella situazione attuale (fonte Google Earth, 2013).**



**Fig. 15.f.5. Fotografia rappresentativa della situazione attuale con la traversa in parte crollata.**

*15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
g. elaborati progettuali che evidenzino la coerenza delle opere progettate con gli interventi di sistemazione fluviale previsti e in corso di realizzazione nonché con eventuali ipotesi di interventi di riqualificazione e valorizzazione estesi ad un più vasto contesto dell'ambito fluviale;*

Si rimanda il lettore al punto 2e.

È stato redatto in elaborato grafico A3-11 "Tavola verifica interferenza con progetto per la protezione delle Rocche di Barbaresco" riportante la sovrapposizione delle opere autorizzate (in rosso) con l'intervento a progetto. Le ipotesi di riqualificazione e valorizzazione ad un più ampio contesto dell'ambito fluviale è tratta nell'elaborato SA-10 "Proposte di misure compensative da realizzarsi a seguito della messa in esercizio dell'impianto".

*15. Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, dovrà essere prodotto quanto di seguito elencato:  
h. viste le criticità di inserimento paesaggistico derivanti dall'esposizione di importanti superfici murarie in emergenza (muri spondali) in sponda sinistra, dovrà essere effettuato un approfondimento progettuale volto ad individuare soluzioni alternative che consentano una maggior integrazione del manufatto nel contesto interessato; a tale scopo, dovranno essere valutate ipotesi che, tramite la realizzazione di scogliere in massi in sostituzione dei muri spondali proposti, ripropongano la continuità della sponda rivegetata.*

Si precisa quanto segue.

I muri sommersi dell'opera di presa, corpo centrale e canale di restituzione devono essere realizzati in cemento armato a vista al fine di garantire una ridotta scabrezza e mantenere i rendimenti e le produzioni attese. I muri al di fuori delle quote di esercizio dell'impianto saranno rivestiti in pietra a spacco naturale nelle tinte locali. La parte sommitale dei muri a raccordarsi al piano campagna saranno realizzati mediante scogliere in massi vegetate al fine di mantenere una continuità verde in sommità della sponda. I raccordi a monte e a valle tra i muri dell'impianto e le sponde naturali saranno realizzati mediante tratti in scogliera con massi ciclopici (> 2.5 ton) rinverditi. Tale soluzione consente di mantenere un "corridoio verde" posto in sommità della linea di sponda che delimita l'alveo attivo. La soluzione progettuale è stata illustrata negli elaborati grafici trasmessi.

*16 Dovrà essere redatto un progetto più approfondito, rispetto a quanto presentato, di ripristino della naturalità delle sponde e della funzionalità fluviale del tratto di Fiume Tanaro interferito*

*dall'opera che, soprattutto in sponda sinistra, presenta diverse zone alterate, povere di vegetazione e/o caratterizzate da presenza di vegetazione invasiva, tenendo anche conto della presenza, a monte della traversa, del Sito di Importanza Regionale SIR IT1160055 "Stagni di Mogliasso" e dell'importanza di favorire la connettività ecologica tra la ZPS a valle della traversa e il suddetto SIR poco più a monte.*

Si rimanda il lettore all'elaborato progettuale SA-10 "Proposte di misure compensative da realizzarsi a seguito della messa in esercizio dell'impianto".

17. *Considerato che l'area fluviale interessata dal progetto è caratterizzata dalla presenza di numerose specie esotiche (Robinia pseudoacacia, Amorpha fruticosa, Solidago gigantea, Senecio inaequidens, Phytolacca americana.....) e che la documentazione progettuale consegnata non presenta un adeguato livello di approfondimento riguardo questa criticità e riguardo le possibili misure di gestione/lotta e contenimento, dovrà essere presentato un approfondito "Progetto di gestione/lotta/contenimento delle specie esotiche vegetali presenti", che preveda la riqualificazione dell'area e la ricostituzione di habitat ripariali con la semina e piantumazione di specie autoctone ripariali, oltre a un "Piano di gestione dei residui vegetali", in modo da evitare che queste specie si diffondano durante le fasi di taglio, stoccaggio e trasporto per lo smaltimento; per maggiori approfondimenti riguardo le specie invasive, le modalità di gestione/lotta/contenimento e il trattamento dei residui vegetali, consultare il sito:*

[http://www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela\\_amb/esoticheInvasive.htm](http://www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela_amb/esoticheInvasive.htm)

Si rimanda il lettore all'elaborato SA-11 "Progetto di gestione delle specie esotiche vegetali presenti" ove sono dettagliate le misure previste per il contenimento delle specie *Robinia pseudoacacia, Solidago gigantea, Senecio inaequidens, Phytolacca americana Fallopija japonica.*

18. *Considerato che il progetto prevede anche la riattivazione del Canale di S. Marzano, che svolge una funzione di connettività ecologica tra il settore della ZPS Stagni di Neive e l'area ove è prevista la realizzazione dell'impianto idroelettrico e considerato altresì che la sua riattivazione può avere riflessi sullo stato di conservazione delle specie, in termini di apporto di un ecosistema acquatico (ancorché di origine artificiale) e di opportunità di rinaturalizzazione dei terreni di pertinenza del canale, si suggerisce di valutare la possibilità di prevedere, tra le opere di compensazione/mitigazione ambientale (garantendo la piena efficienza irrigua e idraulica del canale e concordando preventivamente gli interventi con l'ente gestore), la possibilità di realizzare degli interventi di riqualificazione naturalistica del territorio di pertinenza del canale, nell'ambito compreso tra il suo imbocco e la ZPS, garantendone comunque la piena efficienza irrigua e idraulica, e di prevedere altresì uno schema di monitoraggio che attesti l'atteso incremento di specie rispetto ad una situazione attuale da caratterizzare.*

Si rimanda il lettore all'elaborato progettuale SA-10 "Proposte di misure compensative da realizzarsi a seguito della messa in esercizio dell'impianto".

19. *Nel Piano di Monitoraggio Ambientale per la valutazione dello stato idromorfologico del corso d'acqua dovrà essere dato riscontro del rilievo anteoperam e si dovranno utilizzare, come metodo di riferimento, gli indicatori estratti dal documento tecnico ISPRA "Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua (Manuali e Linee Guida 113 - Roma, giugno 2014), che rappresenta il documento di riferimento per la valutazione idromorfologica dei corsi d'acqua, giungendo alla definizione di indice IQM<sub>m</sub>.*

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è stato aggiornato (elaborato A14 - R1) inserendo la valutazione dello stato idromorfologico del tratto di F. Tanaro in esame, eseguita utilizzando il metodo di riferimento elaborato dall'ISPRA che prevede la definizione dell'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQM<sub>m</sub>). Tale indice è stato valutato con riferimento alla situazione ante operam.

1. *La Relazione di Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico (Decreto Legislativo 12 aprile 2006 n.163, "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" s.m.i., artt.95 e 96). La suddetta richiesta è motivata al fine di poter esprimere, per quanto di competenza, le proprie valutazioni in ottemperanza a quanto richiesto.*

Si allega alla presente la documentazione integrativa richiesta ed in particolare gli elaborati:

A16-1 "Relazione sulla verifica preventiva dell'interesse archeologico"

A16-3 "Posizionamento colture e riprese fotografiche su CTR"

A16-4 "Posizionamento area a rischio archeologico e rinvenimenti su CTR"

2. *Si richiede inoltre che la relazione sopracitata sia comprensiva di un approfondimento di carattere paleontologico. La suddetta richiesta è motivata dalla necessità di orientare la progettazione definitiva ai fini di tutelare i beni paleontologici dell'area; l'asta fluviale del fiume Tanaro, in particolare nel tratto Albese, è infatti ricca di fossili ben conservati, come dimostrano i rinvenimenti avvenuti all'interno dell'alveo in passato e anche recentemente.*

Si allega alla presente la documentazione integrativa richiesta ed in particolare gli elaborati:

A16-2 "Relazione sulla verifica preventiva dell'interesse Paleontologico"

A16-5 "Posizionamento area a rischio paleontologico su CTR"

- *occorre acquisire una verifica degli effetti indotti dalla costruzione della nuova traversa in relazione ai seguenti elementi definiti nelle Direttive PAI:*
  - *le modificazioni sulle modalità di deflusso in piena, con esplicitazione degli effetti sui franchi sinistra delle arginature o dei limiti di contenimento di piena con TR 200 anni, anche per scenari di rischio residuale (mancato funzionamento delle strutture mobili della traversa e/o per effetto di ostruzione a causa di materiale flottante;*

Gli effetti legati alla realizzazione della traversa in progetto, con particolare riferimento all'idraulica di piena (variazione livelli idrici, analisi del franco sull'arginatura in sinistra, etc.), sono dettagliatamente descritti nella relazione di riposta alle integrazioni richieste dalla Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, protezione Civile, Trasporti e Logistica ai punti 3.b, 3.c.

Le valutazioni sono state condotte con riferimento ai seguenti scenari

- Scenario 0: stato attuale con traversa danneggiata;
  - Scenario 1: stato di progetto con sbarramento mobile abbattuto (quota in sommità di 148.40 m s.l.m.);
  - Scenario 2: stato di progetto con sbarramento mobile completamente alzato (quota in sommità di 149.20 m s.l.m.);
  - Scenario 3: stato ante rottura con traversa integra (quota in sommità di 148.40 m s.l.m.);
  - Scenario 4: stato di progetto con parzializzazione parte sinistra (zona impianto e zona paratoia sghiaiatrice) e sbarramento mobile abbattuto, per tener conto di eventuali ostruzioni di materiale flottante tra i setti longitudinali.
- 
- *occorre acquisire una verifica degli effetti indotti dalla costruzione della nuova traversa in relazione ai seguenti elementi definiti nelle Direttive PAI:*
    - *le modificazioni indotte sui trend evolutivi dell'alveo e delle sponde in atto e sul bilancio del trasporto solido, con estensione delle analisi fino ai tratti di valle dove l'alveo risulta significativamente inciso con notevoli affioramenti del substrato presente al di sotto del materasso alluvionale, per effetto di un grave deficit di apporti da monte;*

Lo studio del trasporto solido, esteso ad idonei tratti omogeni verso monte e valle, con raffronto tra lo stato di fatto e di progetto, ed individuazione delle misure/azioni compensative da adottarsi per garantirne la continuità verso valle e non creare possibili squilibri nel medio lungo termine è contenuto nella relazione di riposta alle integrazioni richieste dalla Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, protezione Civile, Trasporti e Logistica al punto 3.h.

La previsione delle ripercussioni della costruzione dell'opere sull'idromorfologia dell'alveo, sulla migrazione delle anse, sulle modalità di trasporto e sedimentazione è invece contenuta al punto 2.c della sopraccitata relazione.

- *occorre acquisire una verifica degli effetti indotti dalla costruzione della nuova traversa in relazione ai seguenti elementi definiti nelle Direttive PAI:*
  - *effetti di una regolazione dei dispositivi mobili al variare delle diverse portate liquide del fiume, ai fini di non alterare in alcun modo la continuità longitudinale del trasporto solido al fondo ed in sospensione.*

Per quanto concerne il trasporto solido al fondo le regole operative dell'impianto prevedono delle aperture programmate della paratoia sghiaiatrice, per consentire la presa in carico da parte della corrente dei possibili depositi che si generano nel tratto di rigurgito monte. Per quanto concerne il trasporto in sospensione non si determina un'interruzione dello stesso in quanto il materiale in sospensione è in grado di transitare verso valle passando attraverso le turbine e attraverso il canale sghiaiatore quando se ne prevede l'apertura.

Tali aspetti sono descritti in modo dettagliato nella relazione di risposta alle integrazioni richieste dalla Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, protezione Civile, Trasporti e Logistica al punto 3.h.

- *occorre acquisire una verifica degli effetti indotti dalla costruzione della nuova traversa in relazione ai seguenti elementi definiti nelle Direttive PAI:*
  - *effetti delle opere sulla qualità morfologica ed ecologica del corpo idrico o di un tratto significativo del corso d'acqua al fine di non peggiorare e se possibile migliorarne la qualità e definizione di adeguati monitoraggi.*

Per quanto concerne gli aspetti morfologici si evidenzia che il presente progetto che prevede la ricostruzione dello sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo con innalzamento abbattibile ad uso idroelettrico e centrale in corpo traversa, è realizzata in un tratto in cui il corso d'acqua risulta vincolato, da punto di vista morfologico, dalle opere esistenti (scogliera in sponda sinistra e ponte a valle della S.P. 3 "Castagnito-Neive"). La continuità longitudinale è garantita dal rilascio periodico del materiale sedimentato a monte tramite l'apertura programmata della paratoia sghiaiatrice, mentre per quanto concerne la continuità del flusso idrico si segnala la presenza, in sponda destra, di una scala di risalita per la fauna ittica, il cui funzionamento è assicurato in tutte le condizioni di deflusso.



- *Al fine della valutazione di cui sopra, che sia predisposto, ed esecuzione ad opera del proponente, un programma di monitoraggio **ex ante** del tratto di corpo idrico interessato dagli effetti della gestione delle opere (monte-valle). Tale programma dovrà prevedere un periodo di osservazione significativo, durante il quale dovranno essere indagati tutti gli aspetti relativi allo stato di qualità delle acque e delle componenti biologiche ad esse afferenti. Il programma dovrà essere sviluppati coerentemente con i contenuti del D.M. 8 novembre 2010, n.260, recante “Regolamento recante criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’art.75, comma 3, del medesimo decreto”. In particolare il programma andrà sviluppato secondo le indicazioni contenute nel Decreto per quanto attiene al “Monitoraggio d’indagine” e dovrà interessare prevalentemente gli elementi di qualità biologica e idromorfologica (cfr. sez.A.4.1.3 del DM 8 novembre n.260);*

Si rimanda il lettore agli elaborati SA-8 “Integrazioni alla relazione idrobiologica e valutazione del progetto di passaggio per pesci” dove viene illustrato il sopraccitato Programma ex-ante.

- *che siano osservate le “misure” previste per il corpo idrico in oggetto, così come indicato nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po.*

Il fiume Tanaro, nel tratto oggetto di intervento, agli atti del Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po, risulta essere classificato come “sufficiente”.

Il Piano prevede inoltre il raggiungimento dell’obiettivo di qualità ambientale di “buono chimico” al 2015 e di “buono ecologico” al 2021.

L’opera in progetto non appare in contrasto con gli obiettivi di qualità ambientale ed i contenuti di cui al Programma di misure dell’Elaborato 7 del PdG del Po; pertanto essa non ostacola il raggiungimento degli obiettivi di Piano fissati.