Firmato digitalmente da
FABIO RAVERA
CN = FABIO RAVERA
SerialNumber = TINIT-RVRFBA75M25I138X
C = IT

Studio Tecnico TR3
Ing. Civile e Ambientale iunior Fabio Ravera
Corso G. Garibaldi, 189 - 18038 Sanremo
Tel 0184 996615 - Cell 333 1692217
E-mail: fabioravera@studiotecnicotre.it
PEC: fabio.ravera@ingpec.eu

COMUNE DI ANDORA

PROVINCIA DI SAVONA

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' ALLA VIA (SCREENING)

Nome progetto

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA
DEL TRATTO TERMINALE DEL TORRENTE MERULA

Numero tavola

V15

Nome documento

Relazione idraulica

Redatto da

Ing. Civile Ambientale iunior Fabio Ravera

Proponente

Blue SGR S.p.A. in nome e per conto del Fondo Andora Mare
Vicolo Santa Maria alla Porta, n. 1
20123 - Milano (MI)
P.IVA e C.F.:10219881009

Spazio per annotazioni ente

CODICE FILE	CODICE ELAB.	REVISIONE	SCALA:
COPERTINE.DWG	VABLRLI15OR	X	

REV.	DESCRIZIONE	DATA
	Emissione	29 aprile 2025
1		
2		

INDICE

Pag.

1. PREMESSA 1

2. INQUADRAMENTO DEL BACINO IDROGRAFICO 2

3. DESCRIZIONE DEL TRATTO INDAGATO 3

4. OPERE IN PROGETTO 7

4.1 INTERVENTO 1 (SPONDA SINISTRA) 8
4.2 INTERVENTO 2 – SPONDA SINISTRA 10
4.3 INTERVENTO 3 - SPONDA DESTRA 10

5. INQUADRAMENTO NORMATIVO 10

5.1 PGRA DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE 10
5.2 MODIFICA ALLE MAPPE DI PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO ALLUVIONE 14
5.3 FASCIA DI INEDIFICABILITA' ASSOLUTA (RR 1/2016) 14

6. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA 15

7. PARAMETRI E IMPOSTAZIONI SIMULAZIONI IDRAULICHE 15

8. SIMULAZIONE STATO ATTUALE 16

8.1 SCENARIO DI PIENA 50-ENNALE 17
8.2 SCENARIO DI PIENA 200-ENNALE 17
8.3 SCENARIO DI PIENA 500-ENNALE 18

9. SIMULAZIONE STATO PROGETTO 19

9.1 SCENARIO DI PIENA 200-ENNALE 19
9.2 SCENARIO DI PIENA 50-ENNALE 20
9.3 SCENARIO DI PIENA 500-ENNALE 21

10. STATO DI PROGETTO - VARIAZIONE DEL KS 22

10.1 SCENARIO DI PIENA 50-ENNALE 22
10.1 SCENARIO DI PIENA 200-ENNALE 24

11. STATO DI PROGETTO – RIALZO DEL FONDO DI 50 CM 25

12. RAFFRONTO RISULTATI MODELLI DI CALCOLO 26

13. MODIFICA DELLE AREE A PERICOLOSITA' A SEGUITO DELLE OPERE 27

13.1 PREMESSA 27
13.2 CONSIDERAZIONI ANALISI E DEFINIZIONE DELLE AREE INONDABILI 27
13.3 SCENARIO REALIZZAZIONE INTERVENTO 29
13.3.1 Sponda destra 29
13.3.2 Sponda sinistra 30

INDICE FIGURE

Fig. 1. Inquadramento su immagine satellitare del T. Merula nella zona di intervento 1
Fig. 2. Ipotesi progettuali di allargamento del tratto focivo 2
Fig. 3. Bacino torrente Merula 3
Fig. 4. Tratto arginatura sinistra a monte ponte SS1 Aurelia 3
Fig. 5. Tratto arginatura sinistra a monte ponte SS1 Aurelia 4
Fig. 6. vista ponte SS1 Aurelia 5
Fig. 7. Foto satellitare tratto torrente a ridosso del ponte SS1 Aurelia 5
Fig. 8. Foto satellitare tratto torrente sponda sinistra a valle zona intervento 6
Fig. 9. Sponda sinistra a valle del ponte SS1 Aurelia 6
Fig. 10. Sponda sinistra a valle del ponte SS1 Aurelia 7

Fig. 11. Carta pericolosità idraulica sponda destra torrente 8
Fig. 12. estratto carta pericolosità idraulica dominio fluviale 11
Fig. 13. estratto carta pericolosità idraulica dominio costiero 12
Fig. 14. estratto carta pericolosità idraulica dominio costiero 13
Fig. 15. estratto carta delle misure di protezione 13
Fig. 16. Estratto mappa catastale aree oggetto intervento 14
Fig. 17. estratto simulazione ponte SS1 Aurelia 16
Fig. 18. Profilo piena 50-ennale nello scenario di stato attuale 17
Fig. 19. Profilo piena 200-ennale nello scenario di stato attuale 18
Fig. 20. Profilo piena 500-ennale 18
Fig. 21. Profilo piena 200-ennale nello scenario di stato di progetto 19
Fig. 22. Profilo di rigurgito della piena 50-ennale nello scenario di stato di progetto 21
Fig. 23. Profilo piena 500-ennale nello scenario di stato di progetto 22
Fig. 24. Profilo di piena 50ennale nello scenario di stato di progetto al variare del ks 23
Fig. 25. Profilo di piena 200ennale nello scenario di stato di progetto al variare del ks 25
Fig. 26. Rialzo fondo alveo 25
Fig. 27. Raffronto profilo di piena 200ennale nello scenario di stato di progetto con rialzo fondo alveo 26
Fig. 28. Carta dei tiranti idrici esondazione 50ennale 28
Fig. 29. Carta dei tiranti idrici esondazione 200ennale 29

INDICE TABELLE

Tabella 1: Franchi sicurezza portata 200ennale 20
Tabella 2: Franchi sicurezza portata 50ennale 21
Tabella 3: raffronto franchi sicurezza portata 50ennale al variare Ks 23
Tabella 4: raffronto franchi sicurezza portata 200ennale al variare Ks 24
Tabella 5: raffronto modello Hydrodata (Mike 11) – Hec - Ras 27

ALLEGATI

- ALLEGATO 1: simulazione idraulica in *HEC-RAS 4.1.0 – stato attuale*;
- ALLEGATO 2: simulazione idraulica in *HEC-RAS 4.1.0 – stato di progetto*
- ALLEGATO 3: simulazione idraulica in *HEC-RAS 4.1.0 – stato di progetto Ks 25*
- ALLEGATO 4: simulazione idraulica in *HEC-RAS 4.1.0 – stato di progetto Ks 20*
- ALLEGATO 5: simulazione idraulica in *HEC-RAS 4.1.0 – stato di progetto con rialzo fondo alveo*

1.PREMESSA

Gli elaborati allegati alla presente relazione sono finalizzati alla spiegazione degli interventi necessari alla messa in sicurezza del tratto focivo del torrente Merula finalizzati alla realizzazione di interventi edilizi nelle aree di proprietà.

Il torrente Merula è stato oggetto di studi approfonditi del tratto terminale volti alla definizione delle aree inondabili come da PAI della Regione Liguria, con variante approvata con DDG n.436 del 28/01/2021 "*Approvazione variante relativa all'aggiornamento del quadro della pericolosità idraulica del T. Merula nel tratto compreso tra il ponte della ferrovia e la foce, in comune di Andora (SV)*", adottata con DDG n.3720 dell'01/07/2020.

Il tratto di studio e progettazione riguarda l'asta terminale del torrente a valle della SS1 Aurelia.

Tale area presenta diverse criticità legate alla conformazione del corso d'acqua ed in particolare all'altezza delle difese spondali, del tutto insufficienti per il deflusso della piena di progetto del torrente.

Nella presente relazione verranno evidenziati gli interventi da realizzare per il declassamento da zona di pericolosità da alluvione P3 a zona P1 delle aree poste a valle della SS1 Aurelia. Tale intervento è finalizzato a rendere edificabili le aree di proprietà poste lungo la sponda sinistra del torrente.



Fig. 1. Inquadramento su immagine satellitare del T. Merula nella zona di intervento

Si specifica infine che gli elaborati facenti parte del presente studio hanno già seguito il percorso di variante al PUC per l'approvazione dell'ambito di rigenerazione urbana del complesso immobiliare ex Ariston in sub ambito RU1 di PUC ai sensi della L.R. 23/2018 inerente alla variante urbanistica del comparto della committenza, con determinazione dirigenziale n. 960 del 23/12/2024.

Nella procedura di cui sopra l'intervento in progetto è già stato valutato, per gli aspetti idraulici in fase di pianificazione, con due diversi pareri di compatibilità:

- art. 89 del DPR 380/2001 con istruttoria favorevole condizionata rilasciato dall'Ufficio Assetto del Territorio con prot. 2023-1078154 del 28/07/2023;
- parere rilasciato dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale prot. n. 10786 del 08/10/2024.

Si precisa inoltre che il presente studio, su indicazione dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, è stato integrato da un'indagine tramite modellistica

bidimensionale predisposta dalla società Hydrodata sulla base del modello di calcolo del vigente Piano di Bacino.
Nei paragrafi successivi saranno inoltre effettuate i raffronti tra le simulazioni predisposte nello studio idraulico predisposto nel presente elaborato e quello di Hydrodata.
Tale studio è allegato alla presente relazione.
Si specifica infine che nello studio di VAS predisposto si era ipotizzata la realizzazione di un successivo lotto di intervento (lotto B), a carico della P.A. per sistemazione della sponda sinistra a valle della zona di intervento, fino a mare. Tale scenario, non valutato nella presente, risulta a detta della società Hydrodata da non realizzarsi in quanto porta ad un deflusso canalizzato verso mare, impedendo la laminazione della piena verso Est, con aumento del tirante in tutto il tratto focivo.
Inoltre, la realizzazione delle opere è in contrasto con la pianificazione comunale che prevede il mantenimento delle aree a spiaggia in quanto inserite nel PUD.

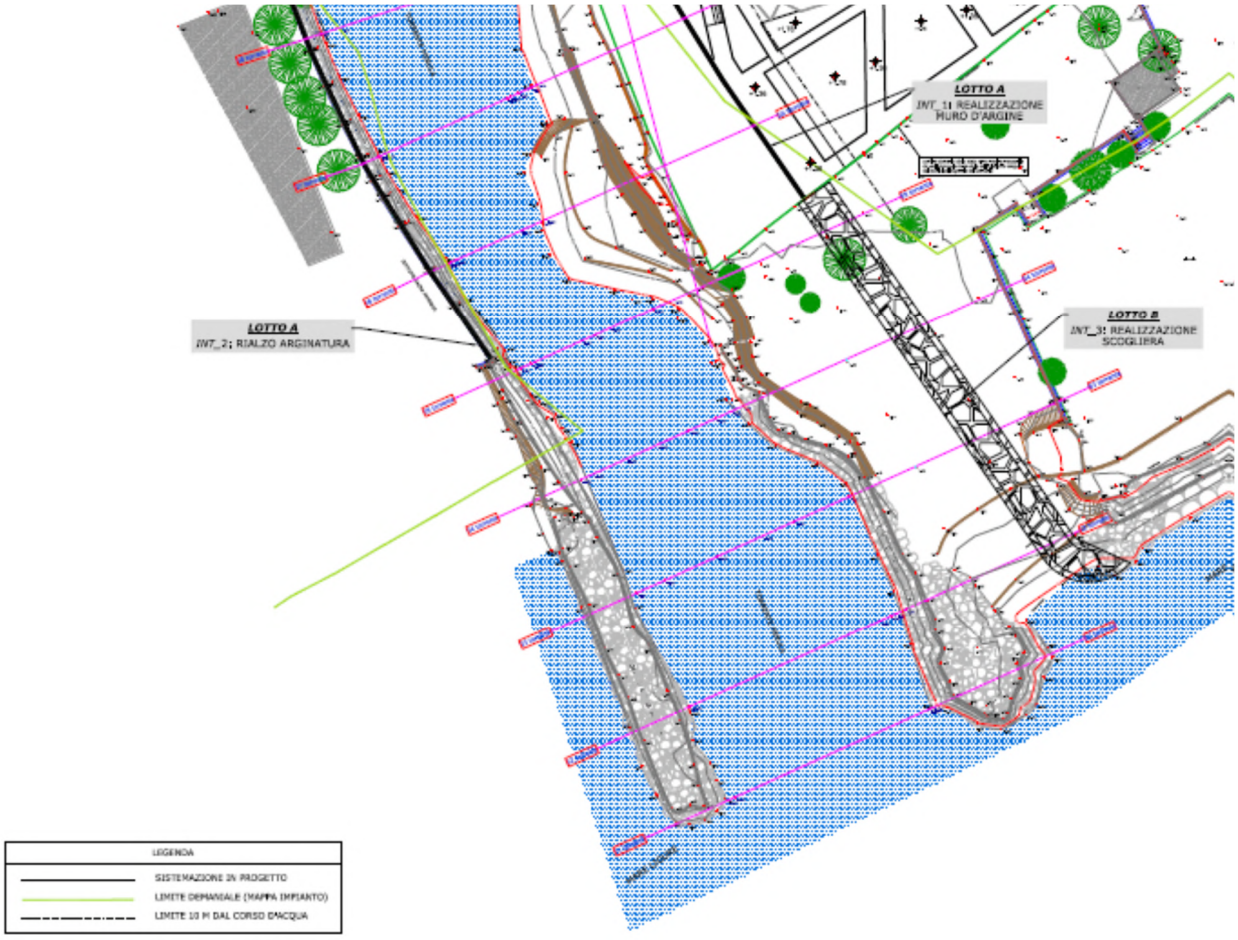


Fig. 2. Ipotesi progettuali di allargamento del tratto focivo

2.INQUADRAMENTO DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino del torrente Merula ricade nell' "Ambito Merula" ed è caratterizzato da una superficie di drenaggio complessiva, alla confluenza con il Mar Ligure, di circa 49 km^2. Il bacino presenta una forma curva con il tratto di monte caratterizzato da un andamento Ovest – Est del corso. Nel tratto terminale tale andamento muta divenendo da Nord verso Sud fino allo sbocco a mare.

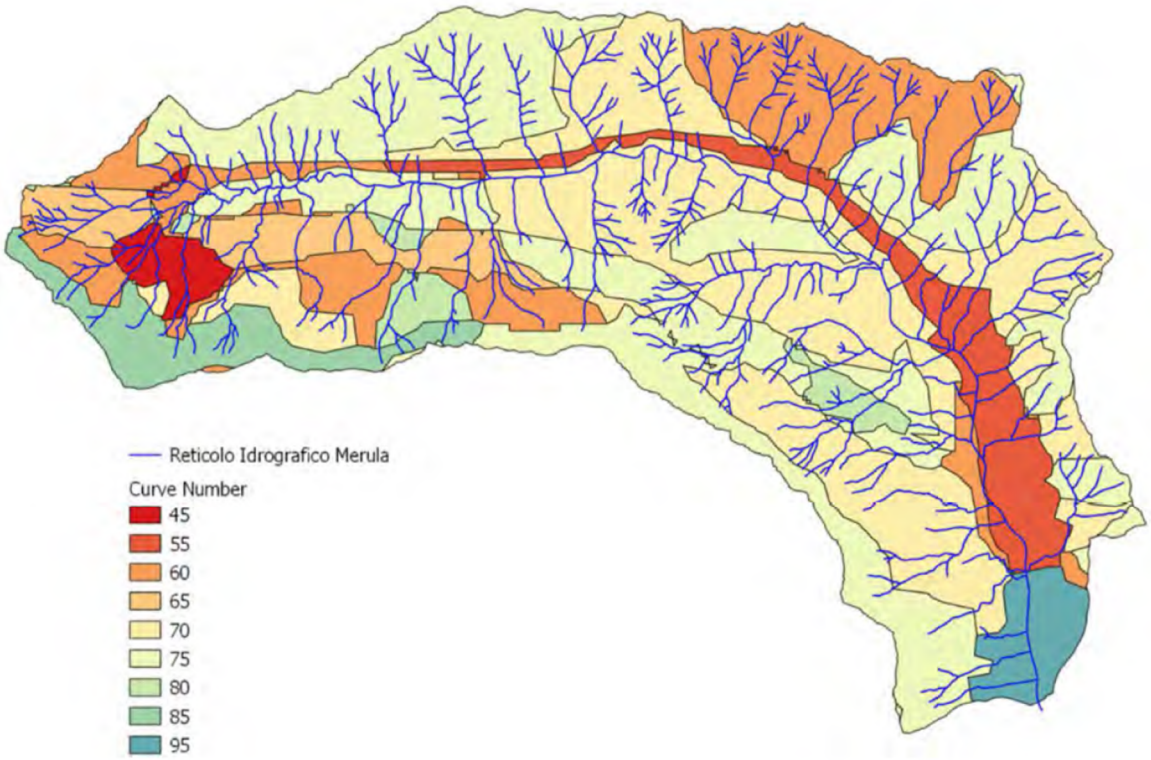


Fig. 3. Bacino torrente Merula

3.DESCRIZIONE DEL TRATTO INDAGATO

Il tratto oggetto dell'indagine e nello specifico di intervento è l'area valle del ponte della SS1 Aurelia.



Fig. 4. Tratto arginatura sinistra a monte ponte SS1 Aurelia

Il tratto a monte della strada statale è caratterizzato da un alveo antropizzato delimitato da opere di difesa. Nello specifico il tratto di monte è costituito da arginatura in cemento armato nello specifico da mantellate in calcestruzzo sulle quali sono intestate delle murature in cemento armato.
Tale sistemazione è presente lungo entrambe le sponde del torrente.
Il fondo alveo si presenta caratterizzato da depositi alluvionali con la presenza di molta vegetazione. La naturalità del corso d'acqua nel tratto a monte della SS1 è confermata dalla presenza di un Area protetta Provinciale l'Oasi del T. Merula.
Tale area si estende nel tratto compreso il ponte della statale ed il ponte Italia.



Fig. 5. Tratto arginatura sinistra a monte ponte SS1 Aurelia

Il ponte della Statale Aurelia costituisce una importante sconnessione idraulica tra i tratti di monte e di valle del corso d'acqua.
La struttura di sovrappasso del torrente presenta una larghezza complessiva prossima a 58 metri e presenta 3 arcate di larghezza pari a ca. 15 metri che poggiano su due pile poste in alveo. Oltre alle pile in alveo il ponte presenta due spalle che riducono ulteriormente la sezione di deflusso.
Entrambe sporgono all'interno dell'alveo per ca. 5 metri, costituendo nei fatti un notevole restringimento del corso d'acqua.
A valle di questa struttura il torrente si presenta naturale costituito da basse sponde.
La larghezza del torrente si presenta limitata in ragione della presenza di opere antropiche ha hanno modificato il tratto focivo del torrente.
Nello specifico, come evidente dalla foto satellitare successiva, la sponda destra del corso d'acqua risulta essere disallineata rispetto a quella di monte, risultando maggiormente verso il centro alveo.



Fig. 6. vista ponte SS1 Aurelia

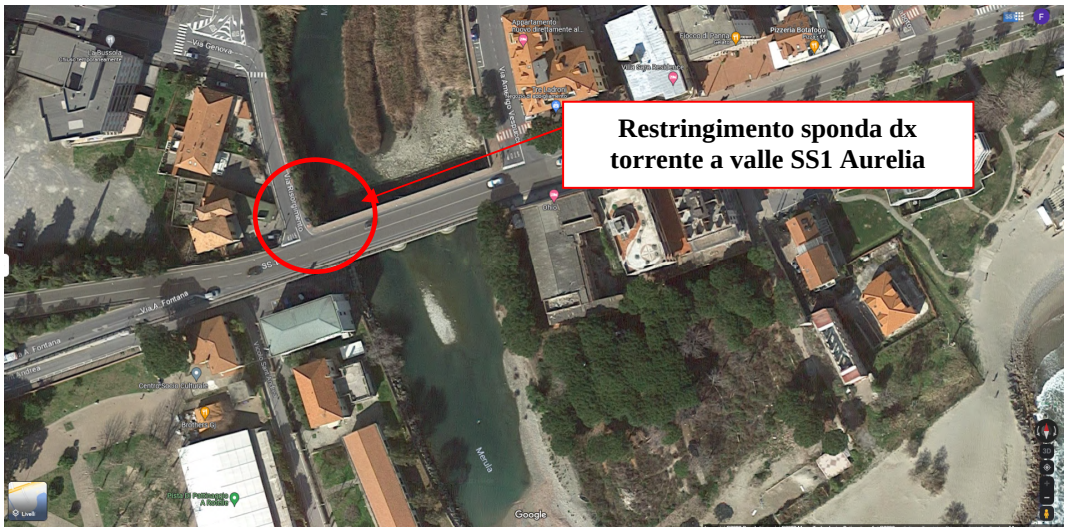


Fig. 7. Foto satellitare tratto torrente a ridosso del ponte SS1 Aurelia

Nello specifico la sistemazione nel tempo realizzata è stata intestata sulla spalla del ponte, non rispettando l'allineamento di monte.
Tale sponda è costituita da una sistemazione in massi ciclopici disarticolati sormontata da una piccola muratura in cemento armato. L'opera di difesa in massi presenza un'altezza di ca. 300 cm dal fondo alveo con una parte emergente dall'acqua di ca. 200 cm. A ridosso delle opere di difesa spondale si trovano delle costruzioni con distanza variabili da 2.5 a 5.0 metri.
La sponda sinistra, di proprietà, ha un andamento naturale caratterizzata da depositi di materiale alluvionale, delimitati da una pineta.

Le sponde e le aree ad esse limitrofe, comprese tra le sezioni S11 e S4 presentano una quota di + 150 cm rispetto al livello del medio mare. In tale tratto di arginatura si trovano i fabbricati oggetto di intervento oltre ad una pineta.
Nell'intorno dell'area di interesse le quote variano di poco rispetto all'arginatura. Dal punto di vista topografico si evidenzia lungo la sponda a ridosso della sezione S4 fino a mare, una zona rialzata dove era stata ricavata un'area a campeggio. Tale zona è impostata a +3-3.5 mslm e costituisce un limite fisico per il possibile allargamento della piena verso Est.
Tale tratto di torrente, al contrario di quello di monte, non presenta vegetazione, risentendo anche della dell'influsso del mare essendo a ridosso dello sbocco nel mar Ligure.



Fig. 8. Foto satellitare tratto torrente sponda sinistra a valle zona intervento



Fig. 9. Sponda sinistra a valle del ponte SS1 Aurelia



Fig. 10. Sponda sinistra a valle del ponte SS1 Aurelia

4.OPERE IN PROGETTO

Le opere previste in progetto sono necessarie per la messa in sicurezza delle aree poste lungo entrambe le sponde del torrente.

Si vuole premettere che lungo la sponda destra, non di proprietà, sono stati previsti interventi limitati in ragione della presenza a ridosso delle opere di difesa spondale di strutture edilizie.

In particolare, a valle del ponte della SS1 Aurelia lungo detta sponda si trovano:

- Un edificio costituito da 3 piani fuori terra posto a ca. 250 cm dalla sommità delle opere di difesa spondale;
- Una piccola costruzione di 1 piani fuori terra posto a ca. 350 cm dalla sommità delle opere di difesa spondale;
- Un edificio costituito da 1 piani fuori terra posto a ca. 450 cm dalla sommità delle opere di difesa spondale;
- Un edificio costituito da 2 piani fuori terra posto a ca. 700 cm dalla sommità delle opere di difesa spondale.

Tale conformazione risulta sicuramente un importante vincolo per la sistemazione del tratto di interesse del torrente.

Per tale motivo per recuperare officiosità alla sezione di deflusso del torrente, è stato previsto un notevole allargamento lungo la sponda sinistra del torrente, con realizzazione di opere arginali del corso d'acqua.

Analizzando l'andamento del torrente, le opere di difesa idraulica sono state poste in continuità con quelle di monte, arretrandole di oltre 5 metri rispetto alla spalla del ponte.

Tale accorgimento consentirà in caso di adeguamento della struttura di sovrappasso del corso d'acqua di recuperare circa il 10% di larghezza del corso d'acqua.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

- Intervento 1: Realizzazione di arginatura lungo la sponda sinistra del torrente per uno sviluppo di 110 metri da realizzarsi tramite muratura in cemento armato rivestita in pietra;
- Intervento 2: Realizzazione di arginatura lungo la sponda sinistra a valle di quella del punto precedente, per uno sviluppo di 40 metri da realizzarsi tramite muratura in cemento armato rivestita in pietra;
- Intervento 3: Realizzazione di muratura intestata sulle esistenti opere di difesa spondale lungo la sponda destra del torrente per uno sviluppo di 110 metri da realizzarsi tramite muratura in cemento armato rivestita in pietra al di fuori delle aree di proprietà.

L'intervento sarà realizzato contestualmente alle opere di edificazione del lotto di proprietà e saranno necessarie al declassamento del rischio nelle aree di interesse.
La realizzazione dell'intervento 3 lungo la sponda destra del torrente si rende necessario al fine di non aumentare le condizioni di rischio delle aree, in seguito dalla realizzazione delle opere di difesa di cui all'intervento 1.
La realizzazione dell'intervento non risulterà risolutivo per l'eliminazione zona di pericolosità da alluvione P3 posta lungo la sponda destra del torrente, in quanto risulta dal modello matematico predisposto dall'allora PAI Regione Liguria una insufficienza della sponda destra a monte del ponte della SS1 Aurelia che tramite sottopasso si distribuisce verso valle.

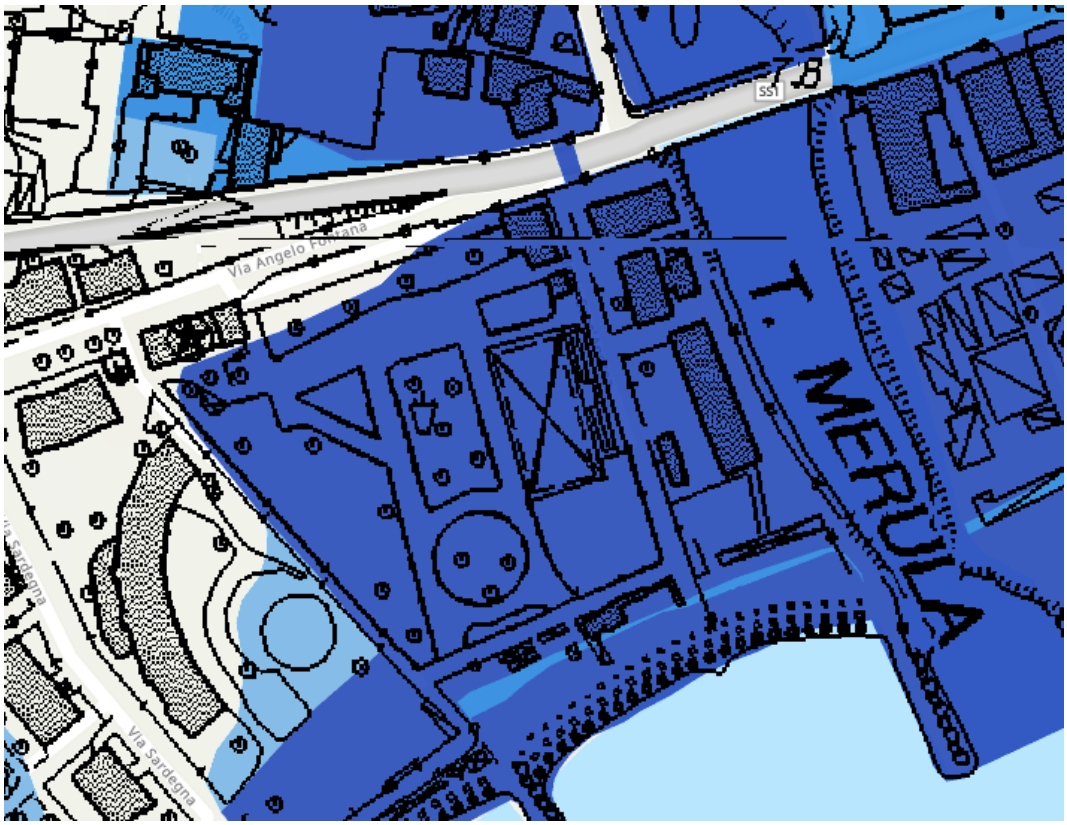


Fig. 11. Carta pericolosità idraulica sponda destra torrente

4.1 INTERVENTO 1 (SPONDA SINISTRA)

L'intervento lungo la sponda sinistra prevede di non interessare l'alveo del corso d'acqua. Non si prevede pertanto la rimozione degli attuali abbancamenti di materiali che si sono formati nel

tempo bensì, di realizzare una struttura arretrata rispetto all'attuale profilo dell'alveo inciso del corso d'acqua.
Dalle foto satellitari trovate successive all'anno 2000 si evidenzia come il deposito presente lungo la sponda sinistra sia sempre presente, in ragione della conformazione del corso d'acqua. Tale situazione è inoltre confermata dai dati rilevati dalla società Hydrodata Spa nella relazione della variante al Piano di Bacino predisposta nell'anno 2020.

Tale impostazione consentirà di mantenere la naturalità del corso d'acqua, prevedendo una fascia variabile da 6 a 15 metri nel quale si potranno impiantare spontaneamente piante ed arbusti, favorendo la mitigazione dell'impatto visivo delle strutture arginali.
Per la realizzazione delle opere di difesa dovranno essere rimossi i pini marittimi presenti posti a ridosso della esistente recinzione di proprietà. Tali alberature, di scarso pregio ambientale, sono inoltre poste all'interno della fascia di inedificabilità del torrente, rendendo necessaria la rimozione per gli interventi di adeguamento.
Le opere di difesa in progetto saranno in parte realizzate sui volumi edilizi esistenti, oggetto di demolizione da parte della committenza. Tale intervento edilizio è in corso di realizzazione come da pratica edilizia protocollata in comune di Andora (SCIA 109-2025-A).
L'intervento prevede di realizzare una muratura in cemento armato rivestita in pietra impostata a quota media di -1.5 metri sul livello del mare.
Tale accorgimento consentirà di fondare in maniera adeguata la struttura arginale, prevedendo anche eventuali abbassamenti del fondo alveo.
La muratura in progetto è stata dimensionata in 3 diverse tipologie di intervento, considerando la possibile sistemazione che dovrà essere realizzata a ridosso del torrente. Essa è stata studiata suddividendola in base all'altezza del paramento murario secondo le seguenti caratteristiche:
In funzione dell'altezza del paramento e della quota del riempimento a monte sono state identificate tre

- Muro Tipo 1: altezza massima del paramento murario pari a 560 cm con riempimento massimo a monte di -150 cm rispetto alla sommità dell'argine. Fondazione a mensola di larghezza pari a 355 cm ed altezza di 50 cm. Paramento di spessore di 35 cm.
- Muro Tipo 2: altezza massima del paramento murario pari a 660 cm con riempimento massimo a monte di -50 cm rispetto alla sommità dell'argine. Fondazione a mensola di larghezza pari a 495 cm ed altezza di 100 cm. Paramento gradonato di spessore variabile da 35 cm a 75 cm.
- Muro Tipo 3: altezza massima del paramento murario pari a 700 cm con riempimento massimo a monte pari alla sommità dell'argine. Fondazione a mensola di larghezza pari a 565 cm ed altezza di 140 cm. Paramento gradonato di spessore variabile da 35 cm a 85 cm.

A ridosso della fondazione saranno realizzate delle colonne jet-Grouting DN800 a protezione della fondazione della muratura, lato torrente, per l'intero sviluppo delle opere arginali. Tali trattamenti colonnari avranno la funzione di garantire le opere di difesa spondale in progetto, nell'ipotesi, ancorchè molto remota, di abbassamento del fondo alveo. Le colonne avranno lunghezza ciascuna di 3 metri.
Il paramento murario sarà di tipo verticale con altezza variabili da 7.2 a 5.15 metri e sarà rivestito in pietra. La lunghezza di tale muratura sarà di 112 metri.
Per la realizzazione della muratura si procederà all'opera di scavo della fondazione non interferendo con l'alveo del torrente.
Il materiale di scavo sarà accatastato nelle vicinanze dell'area di intervento, all'interno delle aree di proprietà e sarà riutilizzato per i riempimenti a ridosso della muratura, ripristinando la configurazione naturale del terreno mantenendo la parte di deposito posto a +1.5 mlsm.

4.2 INTERVENTO 2 – SPONDA SINISTRA

Nel tratto compreso tra le sezioni S6 e S4, sarà realizzata una muratura in cemento armato rivestita in pietra, in raccordo tra la muratura principale e l'esistente piano rialzato. Tale muratura rappresentata nella sezione S5 avrà uno sviluppo di ca. 35 metri.

L'opera sarà composta da due diverse murature la prima di altezza pari a 100 cm fuori terra ridossata a quella di altezza maggiore (200 cm). Nella struttura sarà realizzata una vasca di larghezza pari a 100 cm all'interno della quale saranno poste a dimora delle essenze locali.

4.3 INTERVENTO 3 - SPONDA DESTRA

L'intervento lungo la sponda destra prevede la realizzazione di una muratura in cemento armato rivestita in pietra tra le sezioni S11 e S5.

Le caratteristiche delle opere in progetto sono:

- Muro Tipo 4: altezza massima del paramento murario pari a 250 cm senza riempimenti a monte e con la sola modellazione di un riempimento corrispondente al massimo tirante idrico previsto. Fondazione a mensola di larghezza pari a 140 cm ed altezza di 30 cm. Paramento di spessore pari a 30 cm.

L'altezza della muratura per le sezioni a ridosso del ponte è stata mantenuta di altezza pari a 250 cm, al contrario di quella prospiciente che sarà intestata alla quota della SS1 Aurelia. Le murature sono state mantenute di altezza limitata per non avere problematiche di veduta per le strutture esistenti.

L'altezza di tale muratura potrebbe essere ridotta anche di 100 cm consentendo di contenere la portata 50ennale e la 200ennale senza franco di sicurezza.

Per la realizzazione di tale muratura si prevede la demolizione di una piccola muratura in cemento armato posta a ridosso delle opere di difesa in massi. La realizzazione di una fondazione a mensola in cemento armato e la successiva realizzazione di una muratura a paramento verticale rivestita in pietra.

5.INQUADRAMENTO NORMATIVO

5.1 PGRA DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE

Il bacino idrografico del torrente Merula ricadeva nell' "Ambito Merula" facente capo al PAI della Regione Liguria e risultava censito ed indagato, come emerge rispettivamente dalla "Carta dei tratti indagati" e dalla "Carta delle fasce di inondabilità" del PdB oramai superato dall'ingresso nel Distretto dell'Appennino Settentrionale.

Con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, la Conferenza Istituzionale Permanente, ai sensi degli articoli 65 e 66 del d.lgs. 152/2006, ha adottato il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni 2021-2027 – secondo ciclo di gestione – del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Successivamente, il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA 2021 – 2027) del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale è stato approvato, ai sensi degli articoli 65 e 66 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 con d.p.c.m. 1 dicembre 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7.02.2023.

A seguito della decadenza del PAI della Regione Liguria (31/12/2023) bisogna fare riferimento a quanto indicato nel PGRA 2021 – 2027.

Quale prima specificazione bisogna evidenziare che il bacino del torrente Merula non è ricompreso nei corsi d'acqua del reticolo idraulico principale.

Nella relazione metodologica specifica "*Per le UoM Magra e Regionale Liguria, il reticolo idraulico principale, non presente nel primo ciclo di gestione, è stato definito in concomitanza con l'aggiornamento del PGRA.*"

Nell'allegato 4 delle Disciplina di Piano il torrente Merula non è definito come reticolo principale.

Il Torrente Merula, a fronte di una superficie di drenaggio complessiva di 49 km^2 alla confluenza con il Mar Ligure, appartiene al reticolo idrografico di **primo livello**, secondo la classificazione proposta dal Regolamento Regionale 3/2011 e s.m.i.

Le opere in progetto sono state dimensionate in modo tale da assicurare il rispetto del franco geometrico richiesto dalla normativa del PAI Regione Liguria, in particolare nel suo valore massimo, ossia 100 cm.

Le opere in progetto sono compatibili con le normative del PGRA.

Il tratto oggetto della presente richiesta è inserito nella carta della **pericolosità idraulica da dominio fluviale in area P3**.

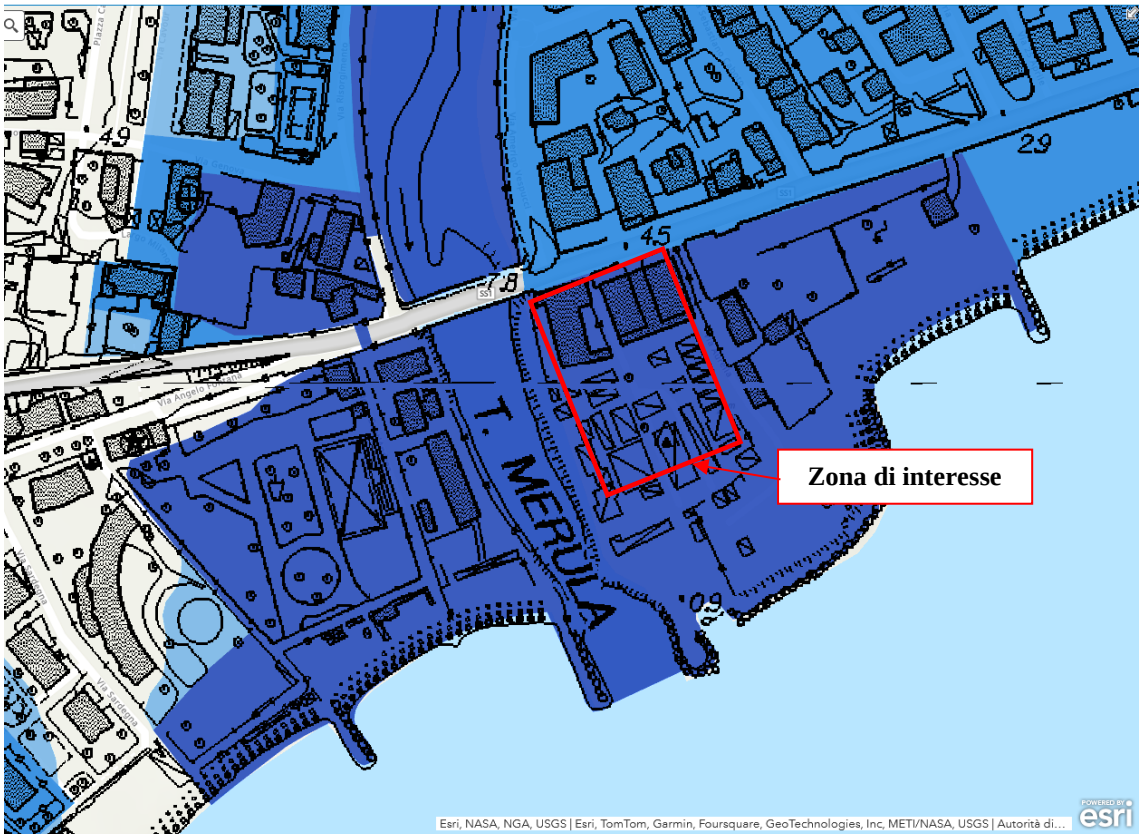


Fig. 12. estratto carta pericolosità idraulica dominio fluviale

Si precisa che la mappatura di dette aree deriva da uno studio bidimensionale svolto da parte della società Hydrodata Spa per la Regione Liguria.

Tale studio individua lungo la sponda sinistra e destra del torrente a valle della SS1 Aurelia una significativa insufficienza arginale già a partire dalla portata 50ennale come riportato nella relazione Piano di Bacino (PAI Regione Liguria per Ambito Merula)[1]:

L'alveo del torrente Merula nel tratto terminale, dalla sezione a valle del ponte dell'Aurelia (sez. 39) alla foce in mare (sez. 44), risulta inadeguato al contenimento della piena cinquantennale, in ragione del significativo restringimento rispetto al tratto di monte. Si riscontra il sormonto del muretto arginale in sponda destra e della sponda sinistra.

[1] Relazione variante PAI Regione Liguria Ambito Merula Hydrodata pag. 45

L'insufficienza viene altresì riportata per lo scenario di piena duecentennale[2]:
Analogamente allo scenario con tempo di ritorno di 50 anni il tratto terminale del torrente, dalla sezione a valle del ponte dell'Aurelia (sez. 39) alla foce in mare (sez. 44), risulta inadeguato al contenimento della piena, con sormonto di entrambe le sponde.
Lo studio predisposto dalla società Hydrodata Srl specifica che le problematiche maggiori per il corso d'acqua sono legate al tratto a monte del ponte della SS1 Aurelia[3]:

I risultati ottenuti nel presente studio hanno evidenziato come critico il tratto fluviale ubicato a monte del ponte dell'Aurelia, suscettibile di potenziali esondazioni in relazione all'effetto di rigurgito da valle; in particolare è risultato piuttosto rilevante l'effetto di una possibile parziale ostruzione dell'attraversamento.
L'alveo del Merula nel tratto in esame è artificializzato in modo rilevante, essendo stato risagomato con passati interventi di sistemazione che ne hanno regolarizzato le sezioni e fissato le sponde con rivestimenti in calcestruzzo. Non è pertanto significativo parlare di una fascia di riassetto fluviale (di cui ai criteri regionali per la pianificazione di bacino ex DGR 1265/2001 e alla normativa di attuazione del PAI vigente - art. 12, c., lett. B NdA PAI), che può essere fatta coincidere con l'alveo stesso.
Nella relazione non si parla specificamente dell'adeguamento del tratto focivo del corso d'acqua.

Il tratto oggetto della presente richiesta non è inserito nella carta della **pericolosità idraulica da dominio costiero**.

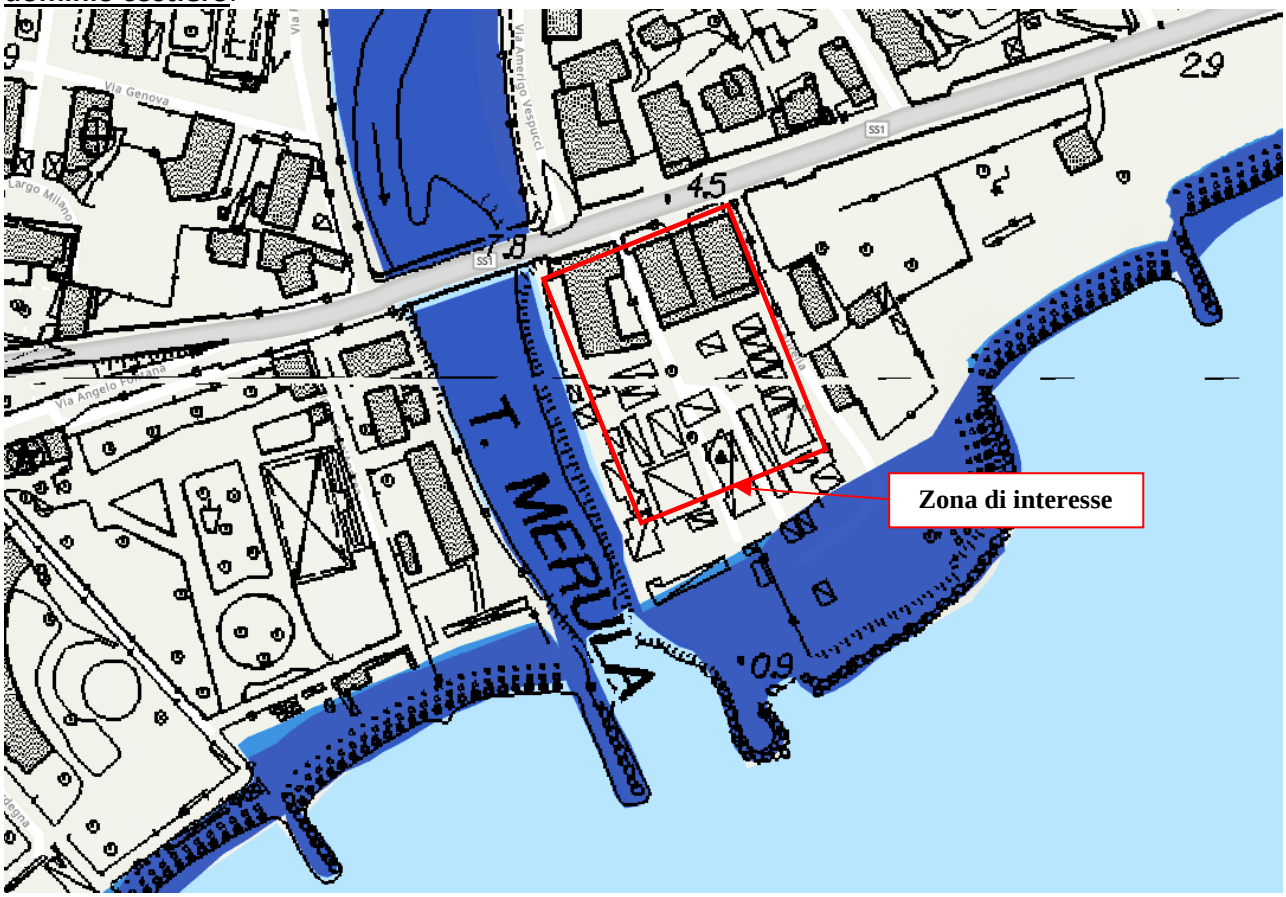


Fig. 13. estratto carta pericolosità idraulica dominio costiero

[2] Relazione variante PAI Regione Liguria Ambito Merula Hydrodata pag. 49
[3] Relazione variante PAI Regione Liguria Ambito Merula Hydrodata pag. 104

Il tratto oggetto della presente richiesta è inserito nella **Mappa del rischio di alluvione ai sensi del D.Lgs. 49/2010 in zona R4 e R3**, in ragione della presenza della zona urbanizzata oggetto degli interventi in progetto.



Fig. 14. estratto carta pericolosità idraulica dominio costiero

Il tratto oggetto della presente richiesta è inserito nella Mappa del rischio di alluvioni ai sensi della direttiva 2007/60/CE in zona P3, come già evidenziato per la carta della pericolosità da alluvione fluviale e costiera.

Per quanto concerne la mappa delle misure di protezione non sono previsti interventi nell'ambito.

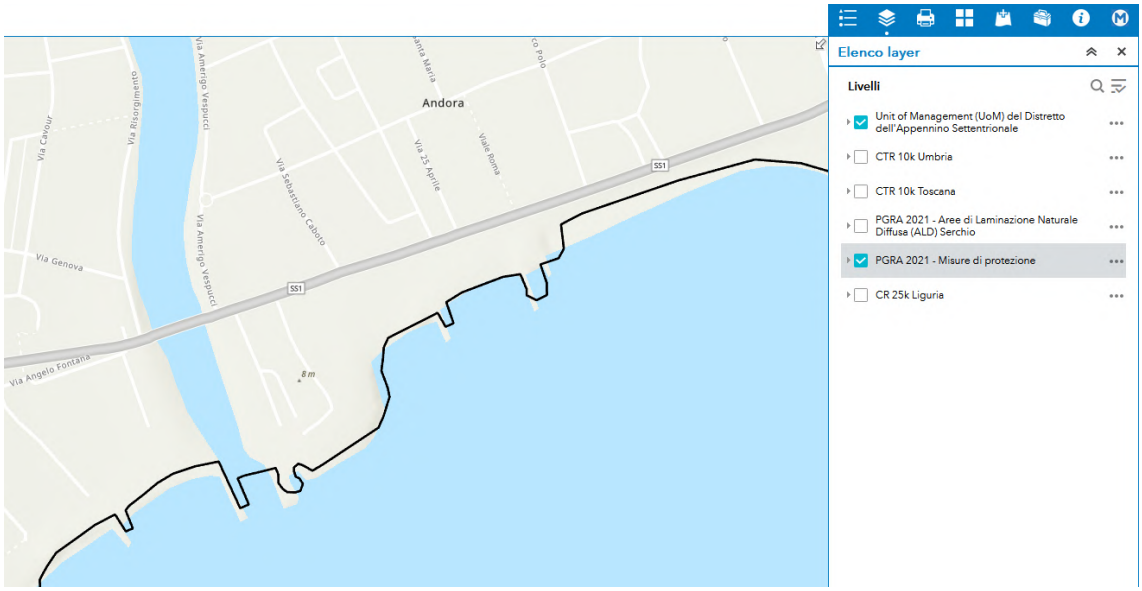


Fig. 15. estratto carta delle misure di protezione

Le aree di interesse, per le quali viene realizzata l'opera di difesa in progetto, ricadono attualmente in zona a pericolosità da alluvione elevata P3 ove la normativa specifica che le nuove edificazioni sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio.

5.2 MODIFICA ALLE MAPPE DI PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO ALLUVIONE

Le modifiche alla mappa della pericolosità idraulica a seguito della realizzazione delle opere di sistemazione del torrente progettato sono inquadrabili fra quanto previsto nell'art. 14 comma 9 della Disciplina di Piano.

5.3 FASCIA DI INEDIFICABILITA' ASSOLUTA (RR 1/2016)

Prima dell'identificazione della fascia di inedificabilità assoluta, bisogna fare una doverosa premessa sul demanio fluviale.

Il limite demaniale è stato modificato nel tempo e ridotto ridefinendo una parte del sedime del corso d'acqua come demanio marittimo.

Il demanio fluviale nel tratto di interesse è identificato dal mappale 2801 foglio 45 con la tipologia "Gora" intestato al Demanio Pubblico dello stato.

Verso Est, rispetto al mappale 2801 è identificato un mappale, il 3272 sempre del foglio 45 intestato al Demanio Marina Mercantile.

Oltre tale limite si trovano i terreni dei richiedenti facenti capo al mappale 3166 del foglio 45.

Il limite della fascia di inedificabilità assoluta è stato considerato dal piede esterno dell'arginatura, prescindendo dal limite demaniale.

In tale fascia saranno eseguiti interventi di riempimento a ridosso delle opere di difesa realizzate. Pertanto, tali opere sono compatibili con quanto previsto dall'art. 5 del RR 1/2016, oggetto del futuro rilascio del PdC, in riferimento all'intervento di rigenerazione urbana da realizzarsi.

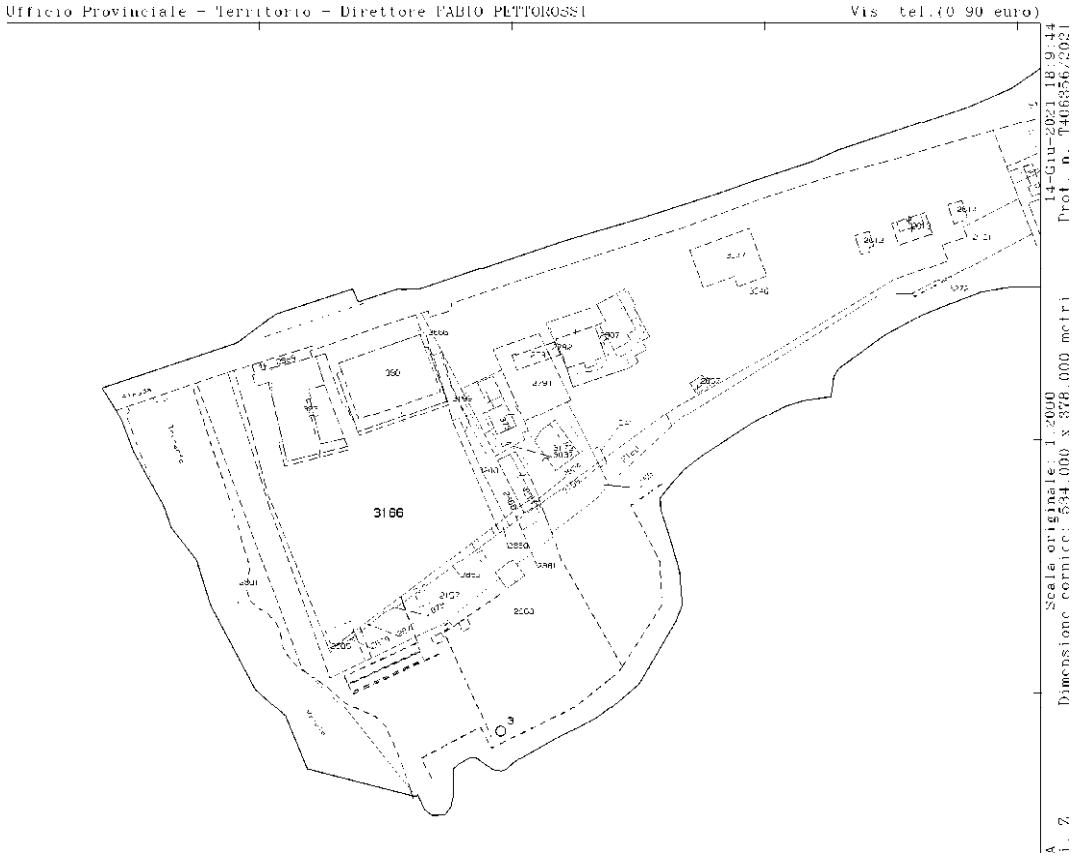


Fig. 16. Estratto mappa catastale aree oggetto intervento

6.VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Ai fini della verifica idraulica discussa in seguito si rende necessario definire le portate di piena per il corso d'acqua indagato.
In particolare, per le verifiche idrauliche condotte nel presente studio si è fatto riferimento ai seguenti valori di portata al colmo con tempo di ritorno 50 anni, 200 anni e 500 anni, definiti per la sezione di foce del torrente Merula:

- tempo di ritorno di 50 anni Q = 320 mc/s;
- tempo di ritorno di 200 anni Q = 460 mc/s;
- tempo di ritorno di 500 anni Q = 550 mc/s.

7.PARAMETRI E IMPOSTAZIONI SIMULAZIONI IDRAULICHE

Le modellazioni idrauliche sono state effettuate in accordo con quanto previsto dalla vigente normativa del Piano di Bacino. In particolare, in ottemperanza a quanto disposto dall'Allegato 2 del Capitolo 6° del P.d.B., gli studi idraulici di stato attuale e di progetto sono stati realizzati impiegando lo schema di corrente monodimensionale in condizioni di moto permanente gradualmente variato, ricorrendo al software *Hec-Ras* (*versione 4.1.0*), noto modello di calcolo proposto dall'*Hydrologic Engineering Center* dello *U.S. Army Corps of Engineers*.
Le simulazioni predisposte presentano caratteristiche comuni, brevemente elencate nelle righe seguenti.
In ogni simulazione il tratto indagato è ricompreso tra le sezioni 13 ed 1 e presenta uno sviluppo longitudinale di circa 220 m. Il tratto è idraulicamente significativo, ossia che il comportamento idraulico entro quest'ultimo non sia influenzato da tratti a monte e a valle.
Sul lato di monte si identifica il ponte della SS1 Aurelia che costituisce una importante discontinuità idraulica. Per il lato di valle è stata utilizzata come condizione al contorno quella di sbocco in mare con un set up di 100 cm rispetto al livello del medio mare.
Lo studio del vigente Piano di Bacino per le condizioni al contorno di valle riporta[4]:
Complessivamente quindi è possibile assumere un livello idrico di riferimento come condizione al contorno di valle per il modello pari a 0,90 m s.m. (valido per tutti i tempi di ritorno indagati).

Le sezioni di calcolo complessivamente implementate sono state dedotte dal rilievo eseguito dal Geom. Velizzone di Andora è stato simulato come Bridge inserendo le pile del ponte ricavate dal rilievo effettuato.
Il ponte è stato simulato con il metodo del Low Flow Methods utilizzando il metodo dell'energia e quello della quantità di moto utilizzando come coefficiente delle pile 1.33 corrispondente a pile allungate con teste semicircolari.
Per quanto concerne l'High Flow Method è stato utilizzato il metodo Pressure and/or Weir imponendo i parametri di default del modello di calcolo.
In corrispondenza delle pile e delle spalle della struttura sono state imposte opportune "Ineffective Flow Areas".
Si segnala, inoltre, che le sezioni rilevate sono state infittite mediante la funzione "XS Interpolation", adottando un passo di interpolazione di 2 m.
Il parametro di scabrezza *n* di Manning è stato posto, per l'intero tratto indagato, pari a n = 0,035 [$m^{-1/3}/s$], ossia k_s = 28 [$m^{1/3}/s^{-1}$] nella definizione di Gauckler-Strickler: tale valore risulta adeguato, in quanto definito come limite superiore per "*Tratti di corso d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva arborea in alveo"* secondo quanto stabilito dal R.R. 3/2011 e s.m.i.

[4] Relazione variante PAI Regione Liguria Ambito Merula Hydrodata pag. 33

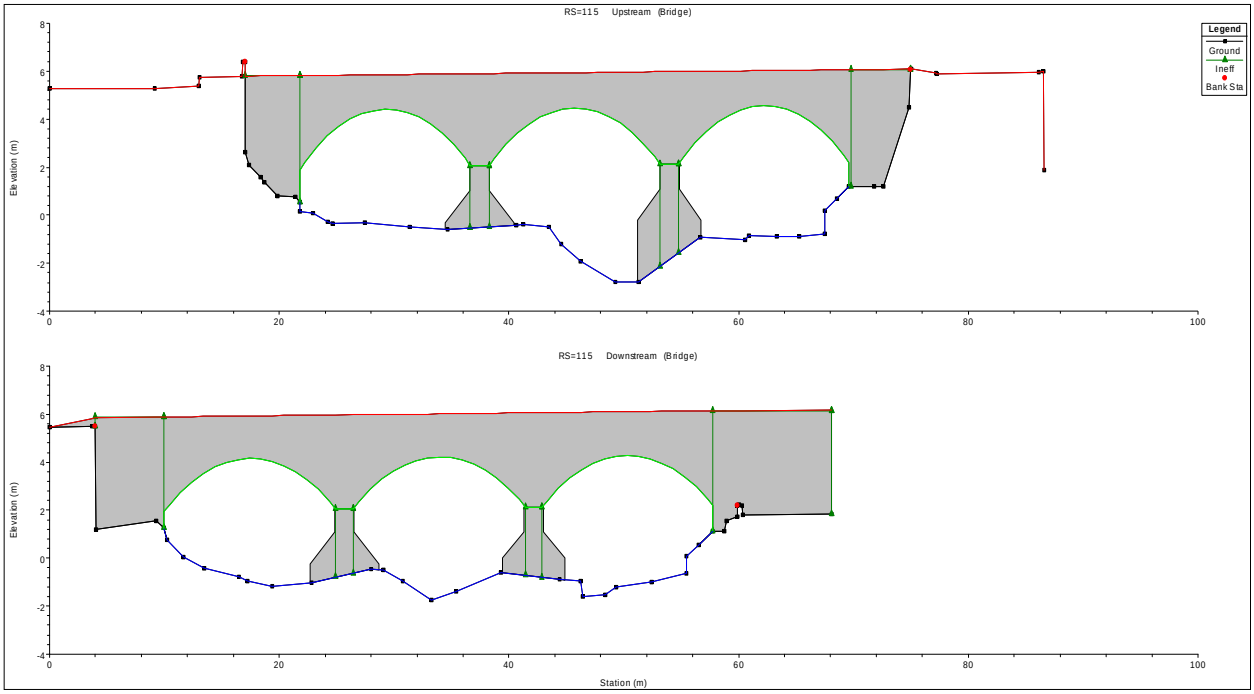


Fig. 17. estratto simulazione ponte SS1 Aurelia

Tale valore è in accordo con quanto indicato nel PdB[5]:
In accordo con i valori prescritti dalle NTA e con le assunzioni del modello monodimensionale su cui si basa l'analisi idraulica del vigente Piano di Bacino, si è adottato per il nuovo modello 1D un valore del coefficiente di scabrezza Ks di Gauckler-Strickler pari a 28 $m^{1/3}/s$ lungo l'intero alveo del Merula. Per il Rio 1 e il Rio Rinnovo, affluenti in sponda destra quasi interamente tombinati, con sezioni sempre rivestite in calcestruzzo, si è utilizzato un valore di Ks di Gauckler-Strickler pari a 40 $m^{1/3}/s$.

Il tratto indagato è sicuramente significativo in quanto ricompreso tra una discontinuità quali il ponte della SS1 Aurelia e lo sbocco a mare.
Per verificare la bontà dello studio sono stati implementati diversi modelli di calcolo nello specifico:

- Plan: Stato attuale - Stato attuale dei luoghi;
- Plan: Progetto - Sistemazione del corso d'acqua a valle del ponte della SS1 Aurelia;
- Plan: Progetto_ks25 - Sistemazione del corso d'acqua a valle del ponte della SS1 Aurelia con variazione del Ks 25;
- Plan: Progetto_ks20 - Sistemazione del corso d'acqua a valle del ponte della SS1 Aurelia con variazione del Ks 20;
- Plan: Progetto+Rialzo_Fondo - Sistemazione del corso d'acqua a valle del ponte della SS1 Aurelia con rialzo del fondo alveo tra le sezioni 11 e 4;

8. SIMULAZIONE STATO ATTUALE

Lo scenario di stato attuale restituito dal modello di calcolo è confrontabile con quanto indicato nello studio facente parte del piano di bacino. Nello specifico già a partire dalla portata cinquantennale si generano lungo entrambe le sponde del corso d'acqua.

[5] Relazione variante PAI Regione Liguria Ambito Merula Hydrodata pag. 40

8.1 SCENARIO DI PIENA 50-ENNALE

Il profilo risultante dalla simulazione per lo scenario con portata 50-ennale restituisce un tirante variabile in ragione del passaggio per l'altezza critica per la sezione S4.

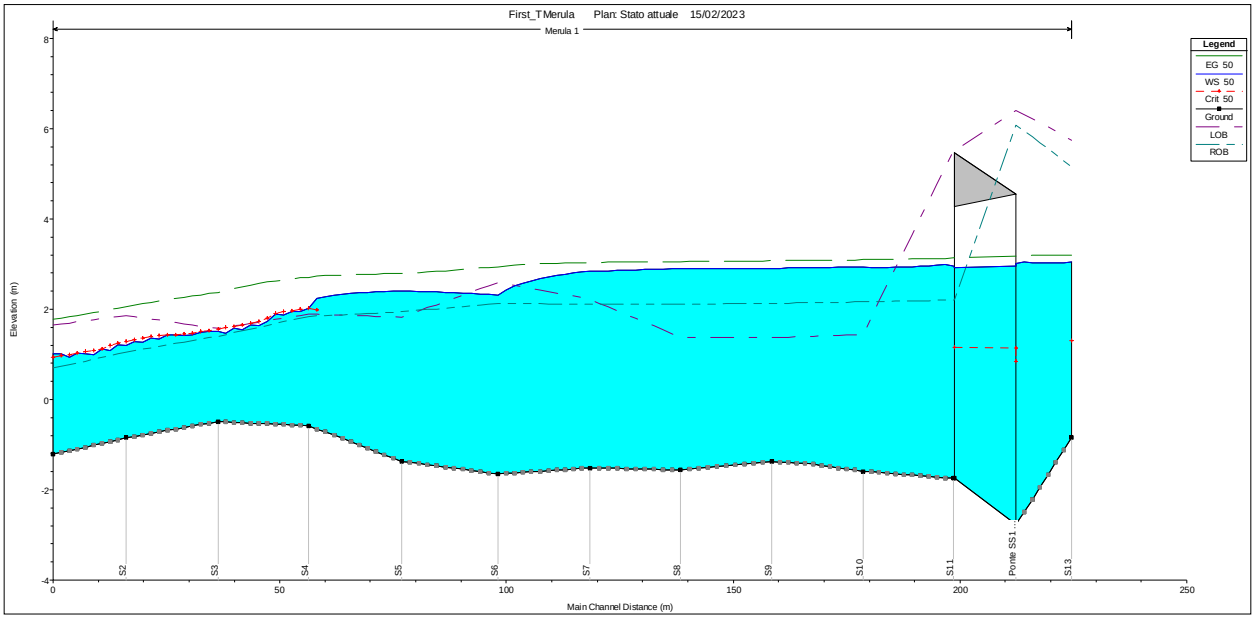


Fig. 18. Profilo piena 50-ennale nello scenario di stato attuale

In tale sezione si ha il passaggio per l'altezza critica con rigurgito del profilo per il tratto a monte. A valle di tale tratto il profilo di deflusso è caratterizzato da una corrente veloce prossima all'altezza critica. Il ponte della SS1 Aurelia risulta verificato al transito della portata garantendo un franco di sicurezza di ca. 150 cm.

Per le aree immediatamente a valle del ponte, in ragione dell'altezza delle sponde risultano inondabili. Il tirante che si genera in alveo è di ca. 100-150 cm superiore a quello dei terreni in adiacenza al corso d'acqua.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli estratti HEC-RAS allegati al presente elaborato nonché alle tavole di stato attuale.

8.2 SCENARIO DI PIENA 200-ENNALE

Il profilo risultante dalla simulazione per lo scenario con portata 200-ennale restituisce un tirante variabile in ragione del passaggio per l'altezza critica per la sezione S4 del tutto simile a quello della portata 50-ennale.

In tale sezione si ha il passaggio per l'altezza critica con rigurgito del profilo per il tratto a monte. A valle di tale tratto il profilo di deflusso è caratterizzato da una corrente veloce prossima all'altezza critica. Il ponte della SS1 Aurelia risulta verificato al transito della portata garantendo un franco di sicurezza di ca. 60 cm.

Per le aree immediatamente a valle del ponte, in ragione dell'altezza delle sponde risultano inondabili. Il tirante che si genera in alveo è di ca. 200 cm superiore a quello dei terreni in adiacenza al corso d'acqua.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli estratti HEC-RAS allegati al presente elaborato nonché alle tavole di stato attuale.

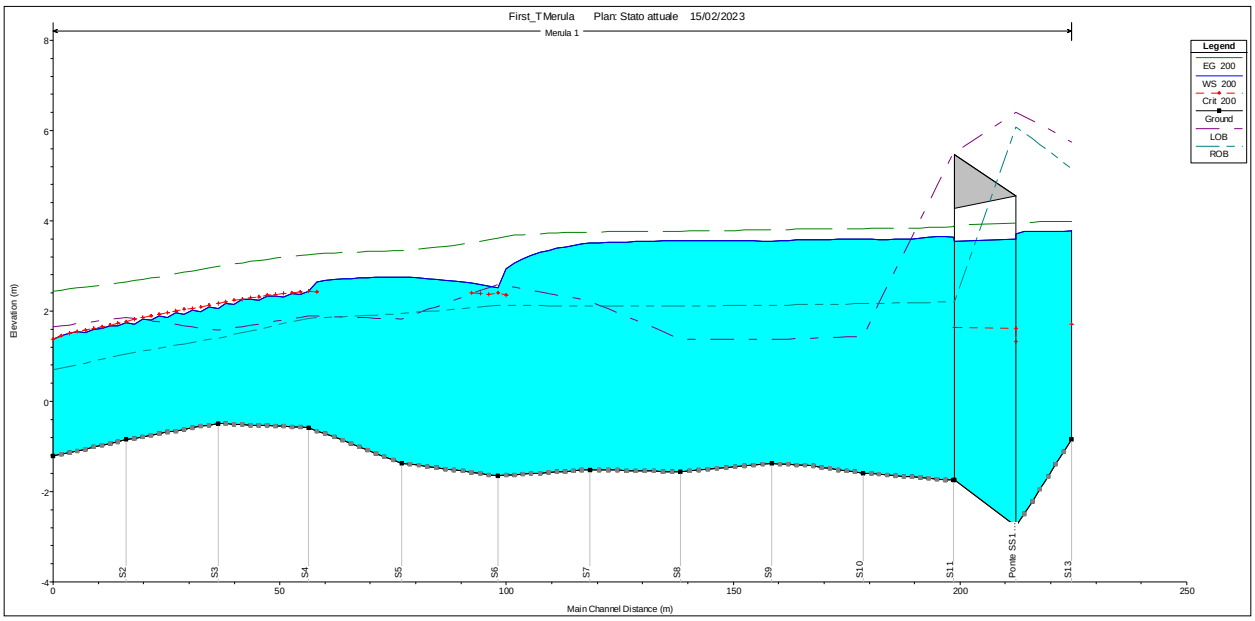


Fig. 19. Profilo piena 200-ennale nello scenario di stato attuale

8.3 SCENARIO DI PIENA 500-ENNALE

Il profilo di deflusso cinquecentennale ha un andamento qualitativo simile a quello della portata 200ennale.

Ovviamente i tiranti sono sensibilmente maggiori di quelli della portata 200ennale con estensione dei profili di rigurgito verso monte rispetto a tale scenario.

Si ha inoltre il passaggio per l'altezza critica nella sezione S6. Successivamente a tale tratto si genera un tratto in corrente veloce che si raccorda con un profilo di rigurgito che si genera a causa del passaggio per l'altezza critica nella sezione S4.

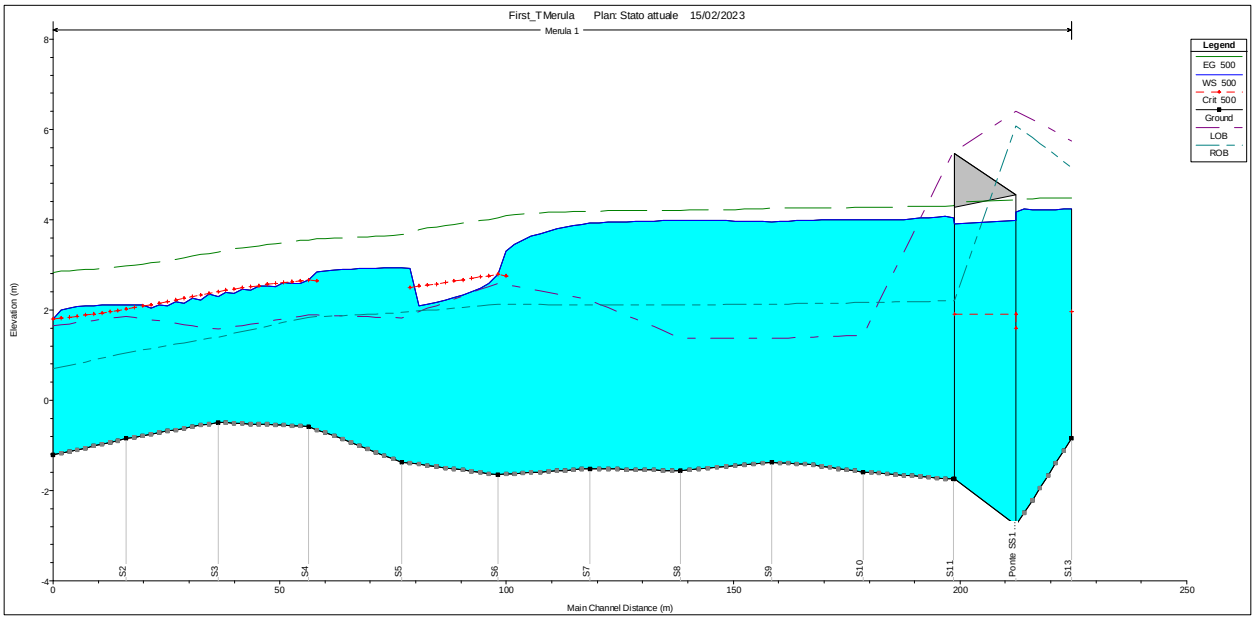


Fig. 20. Profilo piena 500-ennale

Per ulteriori dettagli si rimanda agli estratti HEC-RAS allegati al presente elaborato nonché alle tavole di stato attuale.

9.SIMULAZIONE STATO PROGETTO

La simulazione predisposta prevedendo la sistemazione della sponda sinistra e destra del torrente ad esclusione delle opere di raccordo a mare. Sono previsti gli interventi 1 e 2.
Tale scenario è del tutto simile a quello di sistemazione complessiva del corso d'acqua così come evidenziato di seguito.

9.1 SCENARIO DI PIENA 200-ENNALE

Con gli interventi di sistemazione previsti, si ha il contenimento della portata di progetto verificando il franco di sicurezza previsto dalla normativa del vigente Piano di Bacino.
In particolare, la portata defluisce con profilo di corrente lenta per il tratto a monte della sezione S3, ove si ha il passaggio per l'altezza critica della corrente. A valle di tale tratto la portata defluisce con profilo di corrente veloce fino a mare.
Lungo la sponda sinistra oggetto di sistemazione tramite la realizzazione della muratura, la sponda sinistra risulta contenere la portata con il contenimento del carico cinetico della corrente oltre ad adeguato franco geometrico minimo di 60 cm (v. sezione S9).
Le velocità di deflusso della portata sono variabili da 2 a 4 m/s con velocità molto basse nel tratto compreso tra il ponte della SS1 Aurelia e la sezione S4.
Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei valori del franco di sicurezza sia in riferimento al termine geometrico che cinetico della portata di interesse.

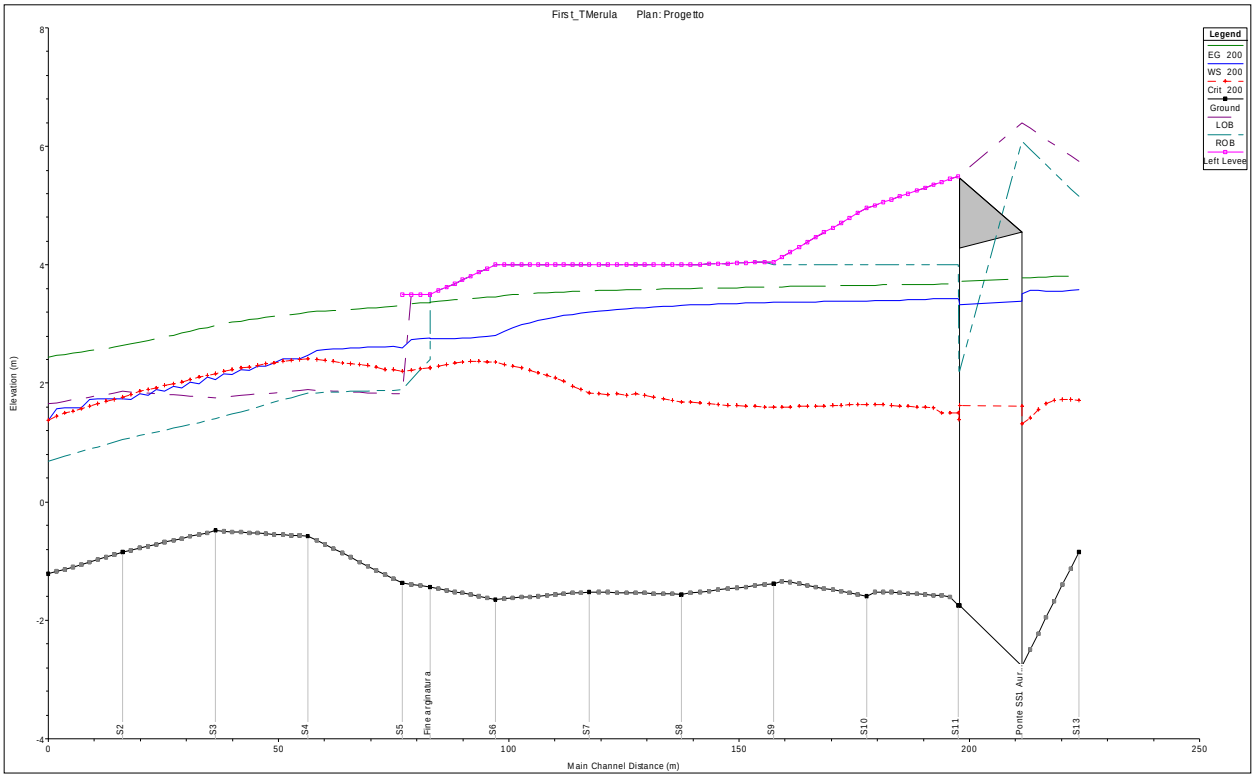


Fig. 21. Profilo piena 200-ennale nello scenario di stato di progetto

						Franco geometrico		Cont. carico cinetico	
Sezione	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	Sponda sx	Sponda dx	Sponda sx	Sponda dx
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
13	-0.85	3.58	3.81	5.75	5.16	2.17	1.58	si	si
12	-2.77	3.51	3.78	6.40	6.08	2.89	2.57	si	si
11	-1.75	3.4	3.69	5.50	4.00	2.10	0.60	si	si
10	-1.59	3.39	3.66	4.96	4.00	1.57	0.61	si	si
9	-1.38	3.37	3.63	4.05	4.00	0.68	0.63	si	si
8	-1.56	3.32	3.6	4.00	4.00	0.68	0.68	si	si
7	-1.52	3.2	3.56	4.00	4.00	0.80	0.80	si	si
6	-1.65	2.81	3.46	4.00	4.00	1.19	1.19	si	si
5	-1.37	2.6	3.32	3.50	1.89	0.90	-0.71	si	no
4	-0.58	2.47	3.2	3.50	1.84	1.03	-0.63	si	no
3	-0.49	2.07	2.98	3.50	1.40	1.43	-0.67	si	no
2	-0.85	1.74	2.64	3.50	1.05	1.76	-0.69	si	no
1	-1.22	1.37	2.44	1.65	0.69	0.28	-0.68	no	no

Tabella 1: Franchi sicurezza portata 200ennale

9.2 SCENARIO DI PIENA 50-ENNALE

Il profilo risultante dalla simulazione per lo scenario con portata 50-ennale una situazione di rischio limitata.

Nello specifico per il tratto di intervento non si verificano fenomeni esondativi per il tratto in progetto lungo la sponda sinistra. Rimangono limitati fenomeni esondativi lungo la sponda destra del torrente a valle della sistemazione in progetto sezione S5. Nel caso di specie la portata esondata vista la pendenza delle aree defluirà verso valle scaricandosi direttamente a mare.

Le opere in progetto lungo la sponda destra non eliminano lo scenario di esondabilità derivante da monte (sottopasso SS1 Aurelia).

La portata defluisce con profilo di corrente lenta per il tratto a monte della sezione S4, ove si ha il passaggio per l'altezza critica della corrente. A valle di tale tratto la portata defluisce con profilo di corrente veloce fino a mare.

Lungo la sponda sinistra oggetto di sistemazione tramite la realizzazione della muratura fino alla sezione S5 e tramite la scogliera in raccordo con le opere a mare, la sponda sinistra risulta contenere la portata con il contenimento del carico cinetico della corrente oltre ad adeguato franco geometrico.

Le velocità di deflusso della portata sono variabili da 2 a 4 m/s con velocità molto basse nel tratto compreso tra il ponte della SS1 Aurelia e la sezione S4.

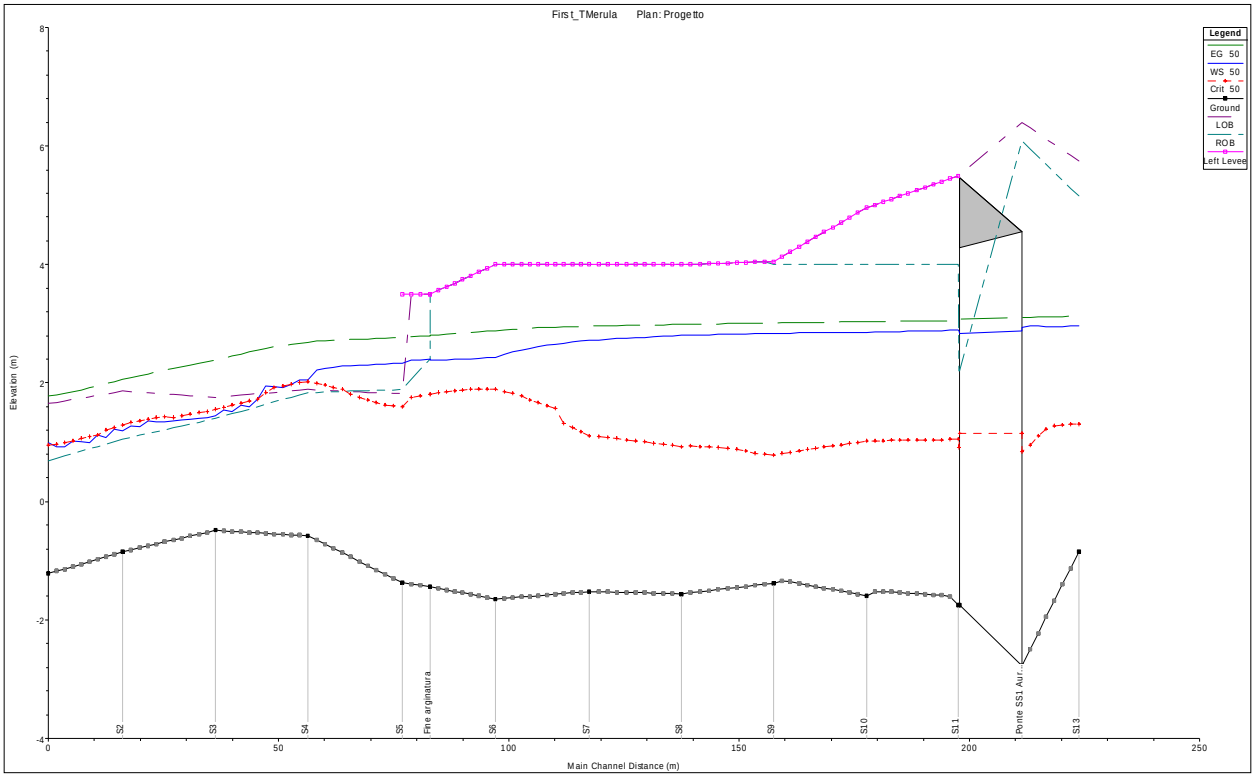


Fig. 22. Profilo di rigurgito della piena 50-ennale nello scenario di stato di progetto

						Franco geometrico		Cont. carico cinetico	
Sezione	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	Sponda sx	Sponda dx	Sponda sx	Sponda dx
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
13	-0.85	2.97	3.13	5.75	5.16	2.78	2.19	si	si
12	-2.77	2.93	3.11	6.40	6.08	3.47	3.15	si	si
11	-1.75	2.87	3.06	5.50	4.00	2.63	1.13	si	si
10	-1.59	2.86	3.03	4.96	4.00	2.10	1.14	si	si
9	-1.38	2.84	3.01	4.05	4.00	1.21	1.16	si	si
8	-1.56	2.80	2.99	4.00	4.00	1.20	1.20	si	si
7	-1.52	2.72	2.96	4.00	4.00	1.28	1.28	si	si
6	-1.65	2.44	2.88	4.00	4.00	1.56	1.56	si	si
5	-1.37	2.33	2.77	3.50	1.89	1.17	-0.44	si	no
4	-0.58	2.04	2.68	3.50	1.84	1.46	-0.20	si	no
3	-0.49	1.44	2.38	3.50	1.40	2.06	-0.04	si	no
2	-0.85	1.19	2.06	3.50	1.05	2.31	-0.14	si	no
1	-1.22	1.00	1.78	1.65	0.69	0.65	-0.31	no	no

Tabella 2: Franchi sicurezza portata 50ennale

9.3 SCENARIO DI PIENA 500-ENNALE

Le opere in progetto contengono anche la portata 500ennale del corso d'acqua.
In particolare, le arginature da realizzarsi tra le sezioni S11 e S5 verificano il transito della portata di interesse senza generare fenomeni esondativi, ancorché non verificando il franco di sicurezza previsto dalla normativa. Per il tratto posto lungo la sponda destra a valle della sezione S5, come per tutti gli altri profili di interesse si ha l'esondazione della portata in oggetto.

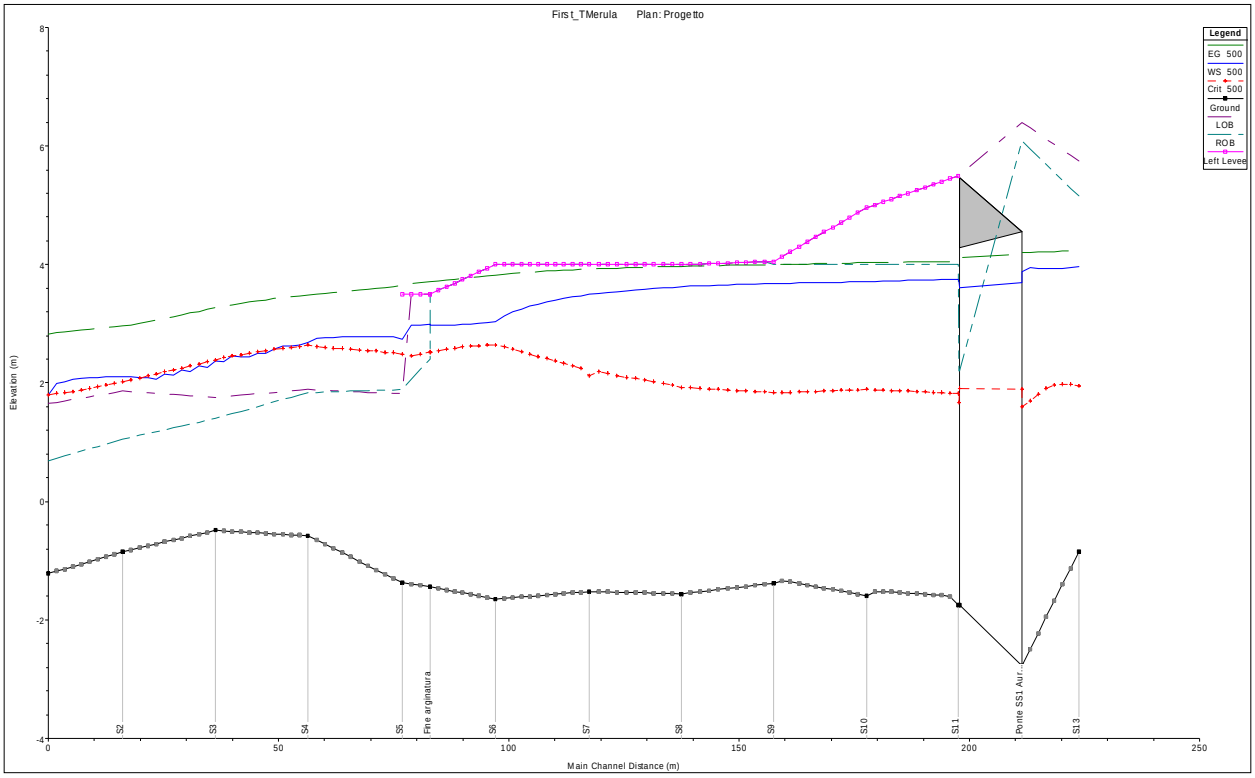


Fig. 23. Profilo piena 500-ennale nello scenario di stato di progetto

10.STATO DI PROGETTO - VARIAZIONE DEL KS

È stato inoltre indagato uno scenario al variare del coefficiente di scabrezza, con abbassamento a 25 e 20 del coefficiente di scabrezza.
Tali variazioni sono state predisposte per uniformarsi allo studio predisposto da Hydrodata (ks25) ed è stato imposto un ulteriore scenario cautelativo con riduzione del valore di scabrezza fino a 20.
Tutti gli scenari indagati non portano all'esondazione delle aree per i profili di riferimento.
Le variazioni sono contenute e limitate a pochi centimetri.

10.1 SCENARIO DI PIENA 50-ENNALE

Il profilo risultante dalla simulazione per lo scenario con portata 50-ennale una situazione di rischio limitata anche al variare del Ks.
In particolare, nel tratto oggetto di intervento, posto a valle della SS1 Aurelia, le opere non presentano problematiche, in quanto la variazione del Ks porta, si alla riduzione del franco di sicurezza, ma con variazioni limitate che non rende esondabili, per tracimazione arginale, le aree poste lungo la sponda sx e destra del torrente.
Le variazioni sono variabili in un massimo di 20 cm.
Il deflusso della corrente avviene comunque per entrambi i casi con profilo di corrente lenta.

Tabella 3: raffronto franchi sicurezza portata 50ennale al variare Ks

Sezione	Plan	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Variazione	Variazione
		(m)	(m)	(m)	W.S. Elev	E.G. Elev
13	Progetto	-0.85	2.97	3.13		
	Progetto_Ks25	-0.85	3.05	3.2	0.08	0.07
	Progetto_ks20	-0.85	3.22	3.36	0.25	0.23
12	Progetto	-2.77	2.93	3.11		
	Progetto_Ks25	-2.77	3.01	3.18	0.08	0.07
	Progetto_ks20	-2.77	3.17	3.33	0.24	0.22
	Ponte					
11	Progetto	-1.75	2.87	3.06		
	Progetto_Ks25	-1.75	2.95	3.12	0.08	0.06
	Progetto_ks20	-1.75	3.1	3.26	0.23	0.2
10	Progetto	-1.59	2.86	3.03		
	Progetto_Ks25	-1.59	2.92	3.09	0.06	0.06
	Progetto_ks20	-1.59	3.07	3.22	0.21	0.19
9	Progetto	-1.38	2.84	3.01		
	Progetto_Ks25	-1.38	2.9	3.07	0.06	0.06
	Progetto_ks20	-1.38	3.03	3.19	0.19	0.18
8	Progetto	-1.56	2.8	2.99		
	Progetto_Ks25	-1.56	2.86	3.04	0.06	0.05
	Progetto_ks20	-1.56	2.98	3.15	0.18	0.16
7	Progetto	-1.52	2.72	2.96		
	Progetto_Ks25	-1.52	2.77	3	0.05	0.04
	Progetto_ks20	-1.52	2.89	3.1	0.17	0.14
6	Progetto	-1.65	2.44	2.88		
	Progetto_Ks25	-1.65	2.49	2.92	0.05	0.04
	Progetto_ks20	-1.65	2.62	2.99	0.18	0.11
Fine	Progetto	-1.44	2.39	2.8		
Intervento	Progetto_Ks25	-1.44	2.43	2.82	0.04	0.02
	Progetto_ks20	-1.44	2.52	2.88	0.13	0.08

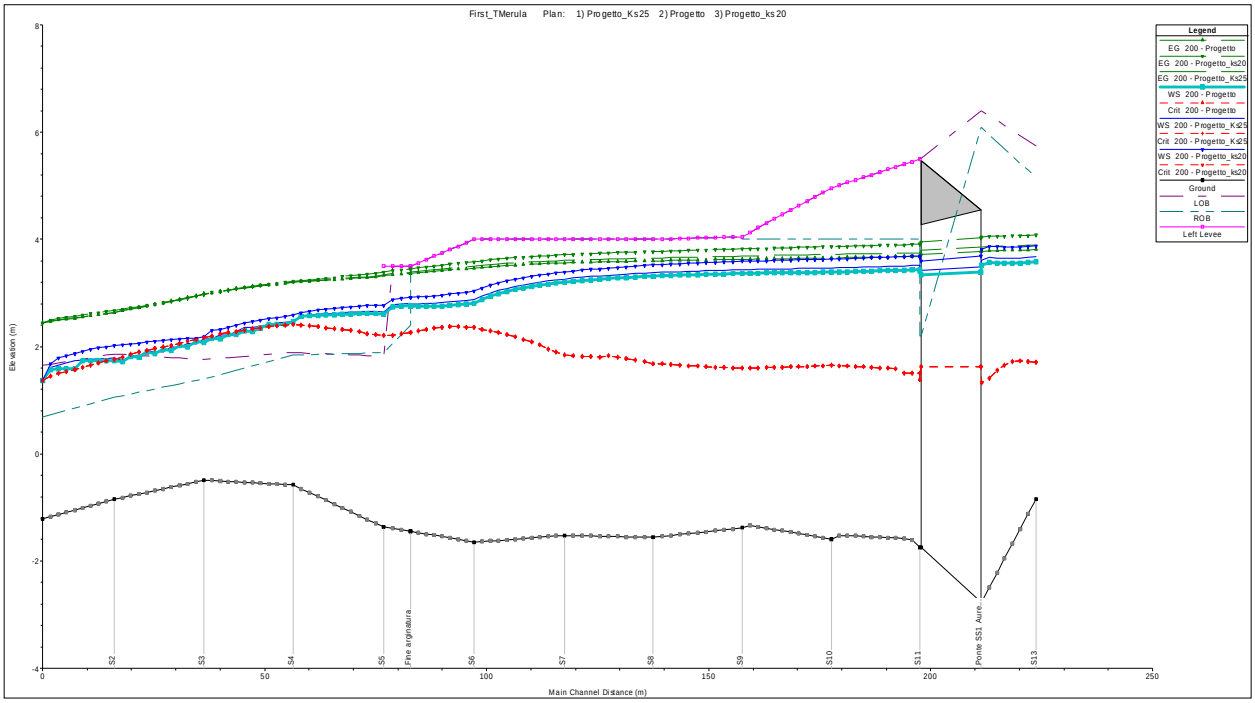


Fig. 24. Profilo di piena 50ennale nello scenario di stato di progetto al variare del ks

10.1 SCENARIO DI PIENA 200-ENNALE

Il profilo risultante dalla simulazione per lo scenario con portata 200-ennale una situazione di rischio limitata anche al variare del Ks.

In particolare, nel tratto oggetto di intervento, posto a valle della SS1 Aurelia, le opere non presentano problematiche, in quanto la variazione del Ks porta, sì alla riduzione del franco di sicurezza, ma con variazioni limitate che non rende esondabili, per tracimazione arginale, le aree poste lungo la sponda sx e destra del torrente.

Le variazioni sono variabili in un massimo di 20 cm.

Le variazioni del ks portano come conseguenza ad una riduzione del franco di sicurezza, lungo entrambe le arginature.

In particolare, con il valore di Ks pari a 20 il franco di sicurezza geometrico è minore di 50 cm per le sezioni 9 e 8 per pochi centimetri.

Al contrario nel tratto di intervento, la variazione del Ks non porta a significative modifiche del carico cinetico della corrente. Il deflusso della corrente avviene comunque per entrambi i casi con profilo di corrente lenta. Pertanto, anche i due casi studiati verificano il contenimento del carico cinetico della corrente.

									Franco geometrico		**Cont. carico cinetico**	
Sezione	Plan	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	Variazione	Variazione	**Sponda sx**	**Sponda dx**	**Sponda sx**	**Sponda dx**
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	W.S. Elev	E.G. Elev	**(m)**	**(m)**		
13	Progetto	-0.85	3.58	3.81	5.75	5.16			2.17	1.58	si	si
	Progetto_Ks25	-0.85	3.67	3.89	5.75	5.16	0.09	0.08	2.08	1.49	si	si
	Progetto_ks20	-0.85	3.88	4.08	5.75	5.16	0.3	0.27	1.87	1.28	si	si
12	Progetto	-2.77	3.51	3.78	6.4	6.08			2.89	2.57	si	si
	Progetto_Ks25	-2.77	3.6	3.86	6.4	6.08	0.09	0.08	2.8	2.48	si	si
	Progetto_ks20	-2.77	3.81	4.04	6.4	6.08	0.3	0.26	2.59	2.27	si	si
	Ponte											
11	Progetto	-1.75	3.43	3.68	5.5	4			2.07	0.57	si	si
	Progetto_Ks25	-1.75	3.51	3.75	5.5	4	0.08	0.07	1.99	0.49	si	si
	Progetto_ks20	-1.75	3.69	3.91	5.5	4	0.26	0.23	1.81	0.31	si	si
10	Progetto	-1.59	3.39	3.66	4.96	4			1.57	0.61	si	si
	Progetto_Ks25	-1.59	3.47	3.72	4.96	4	0.08	0.06	1.49	0.53	si	si
	Progetto_ks20	-1.59	3.63	3.87	4.96	4	0.24	0.21	1.33	0.37	si	si
9	Progetto	-1.38	3.37	3.63	4.05	4			0.68	0.63	si	si
	Progetto_Ks25	-1.38	3.44	3.69	4.05	4	0.07	0.06	0.61	0.56	si	si
	Progetto_ks20	-1.38	3.59	3.82	4.05	4	0.22	0.19	0.46	0.41	si	si
8	Progetto	-1.56	3.32	3.6	4	4			0.68	0.68	si	si
	Progetto_Ks25	-1.56	3.38	3.65	4	4	0.06	0.05	0.62	0.62	si	si
	Progetto_ks20	-1.56	3.52	3.78	4	4	0.2	0.18	0.48	0.48	si	si
7	Progetto	-1.52	3.2	3.56	4	4			0.8	0.8	si	si
	Progetto_Ks25	-1.52	3.26	3.61	4	4	0.06	0.05	0.74	0.74	si	si
	Progetto_ks20	-1.52	3.4	3.71	4	4	0.2	0.15	0.6	0.6	si	si
6	Progetto	-1.65	2.81	3.46	4	4			1.19	1.19	si	si
	Progetto_Ks25	-1.65	2.88	3.5	4	4	0.07	0.04	1.12	1.12	si	si
	Progetto_ks20	-1.65	3.04	3.58	4	4	0.23	0.12	0.96	0.96	si	si
	Progetto	-1.44	2.75	3.37	3.5	3.5			0.75	0.75	si	si
Fine	Progetto_Ks25	-1.44	2.8	3.39	3.5	3.5	0.05	0.02	0.7	0.7	si	si
Intervento	Progetto_ks20	-1.44	2.92	3.45	3.5	3.5	0.17	0.08	0.58	0.58	si	si

Tabella 4: raffronto franchi sicurezza portata 200ennale al variare Ks

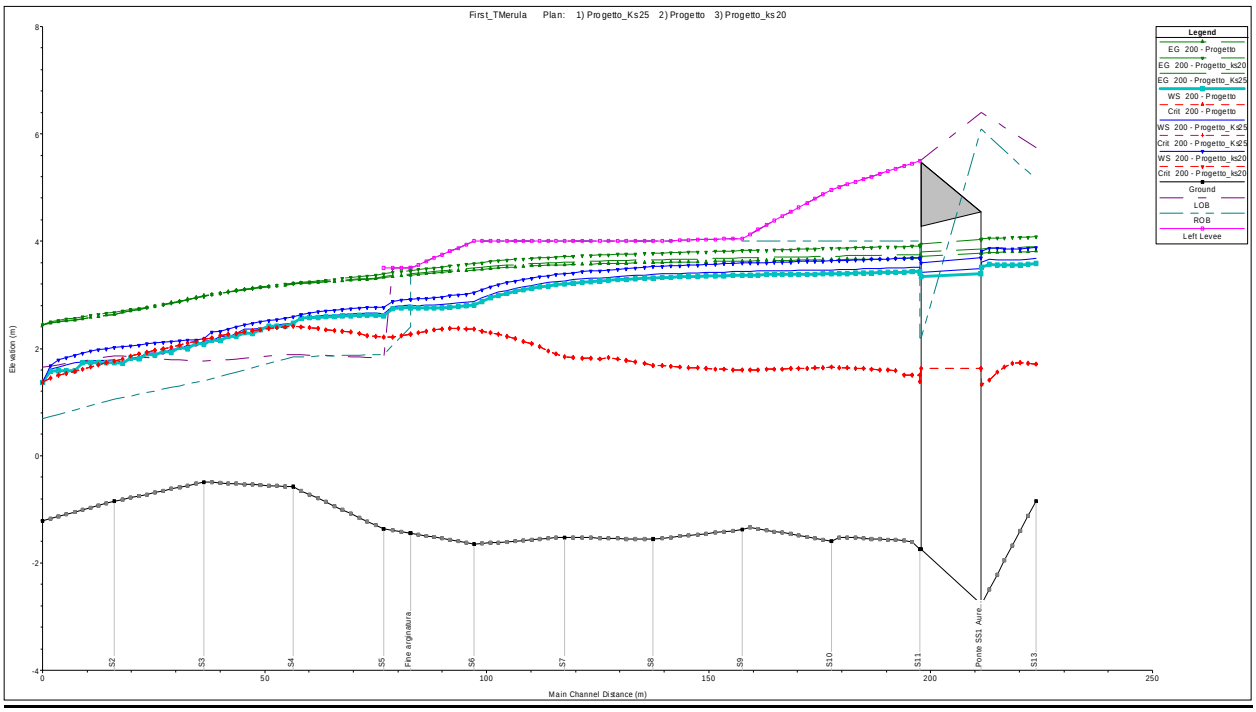


Fig. 25. Profilo di piena 200ennale nello scenario di stato di progetto al variare del ks

11.STATO DI PROGETTO – RIALZO DEL FONDO DI 50 CM

Similarmente a quanto imposto dallo studio di Hydrodata, è stato approntato un modello di calcolo con la modifica della quota di fondo alveo rialzando lo stesso di 50 cm per il tratto di intervento.

La geometria del fondo alveo è stata modificata come da figura successiva.

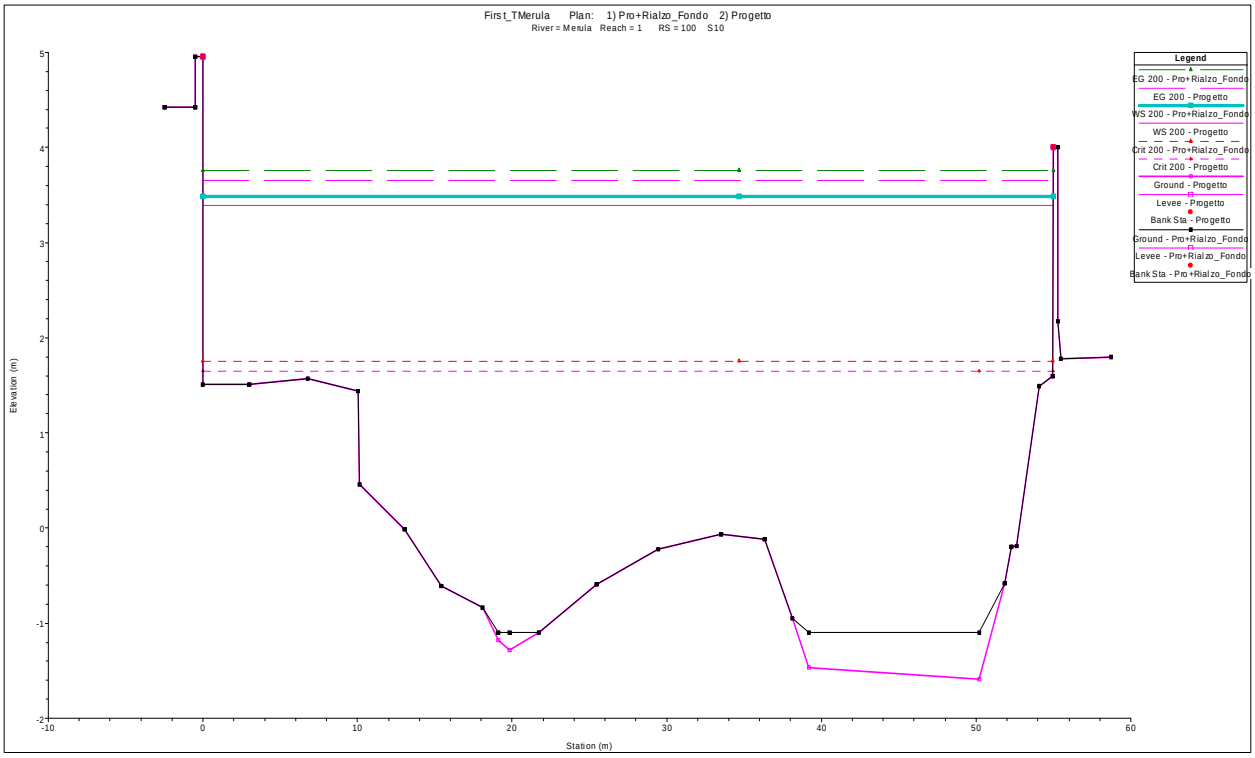


Fig. 26. Rialzo fondo alveo

Nello specifico il rialzo del fondo è stato imposto nel tratto tra le sezioni 11 e 4.
La modifica del fondo alveo, non ha significative variazioni sul deflusso della corrente, in quanto per tutti i profili di deflusso simulati, si ha un lieve incremento dei tiranti idraulici.
Tale situazione è legata al deflusso di tutti e tre i profili simulati che, in ragione delle pendenze dell'alveo sono di corrente lenta.
Pertanto, analizzando il profilo di portata duencentennale, anche in questo caso di ha una riduzione dei franchi di sicurezza senza generare fenomeni esondativi lungo le aree di intervento.

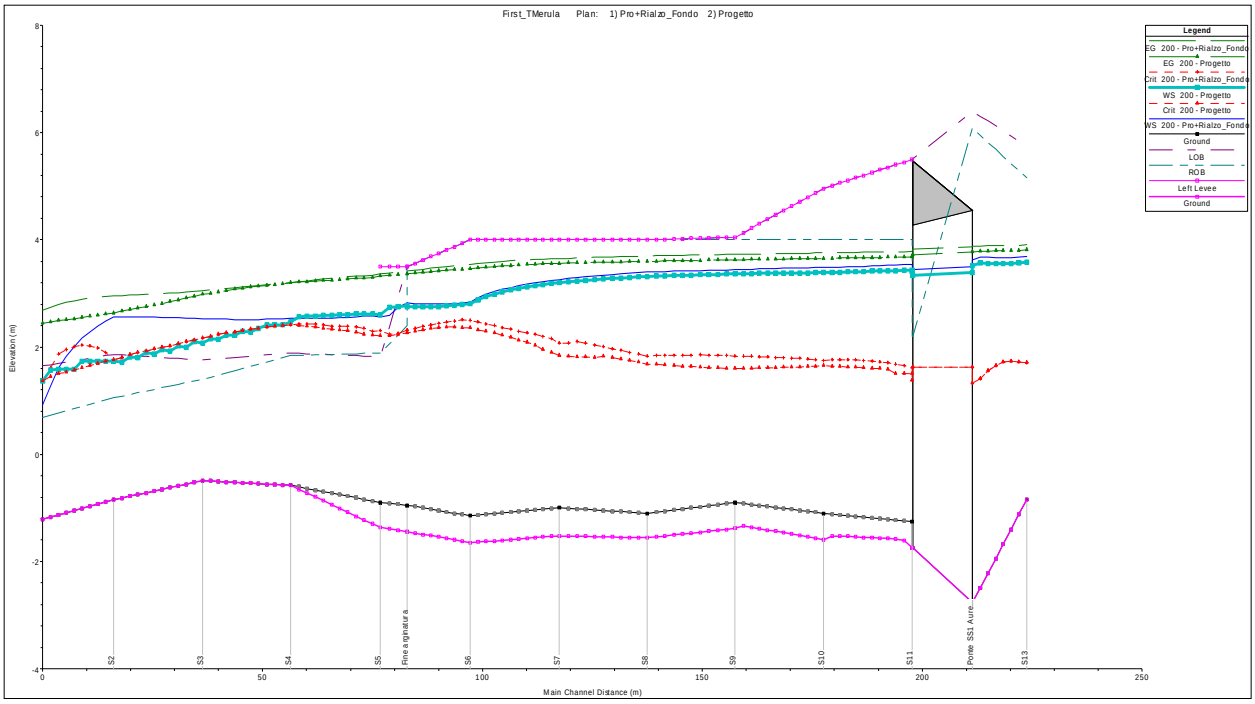


Fig. 27. Raffronto profilo di piena 200ennale nello scenario di stato di progetto con rialzo fondo alveo

12.RAFFRONTO RISULTATI MODELLI DI CALCOLO

Nel presente paragrafo è stato svolto un raffronto tra la modellistica di calcolo predisposta in moto permanente tramite il software Hec-Ras da parte dello scrivente ed il modello di calcolo predisposto dalla società Hydrodata Srl tramite il software Mike 11.
Sono stati raffrontati gli scenari di progetto per la portata duecentennale prendendo gli scenari di base avente lo stesso coefficiente di scabrezza, pari a k_s = 28 [$m^{1/3}/s^{-1}$] nella definizione di Gauckler-Strickler.
I modelli raffrontati sono:

- Modello di Hec-Ras Plan Progetto;
- Modello di Mike 11 Sim_2_PA.

							Franco geometrico		Cont. carico cinetico	
Silulazione	Sezione	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	Sponda sx	Sponda dx	Sponda sx	Sponda dx
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
Hec - Ras	10	-1.59	3.39	3.66	4.96	4.00	1.57	0.61	si	si
Mike 11	10	-1.59	3.05	3.37	4.96	4.00	1.91	0.95	si	si
Hec - Ras	9	-1.38	3.37	3.63	4.05	4.00	0.68	0.63	si	si
Mike 11	9	-1.38	3.03	3.35	4.05	4.00	1.02	0.97	si	si
Hec - Ras	8	-1.56	3.00	3.60	4.00	4.00	1.00	1.00	si	si
Mike 11	8	-1.55	2.98	3.33	4.00	4.00	1.02	1.02	si	si
Hec - Ras	7	-1.52	3.20	3.56	4.00	4.00	0.80	0.80	si	si
Mike 11	7	-1.52	2.87	3.37	4.00	4.00	1.13	1.13	si	si
Hec - Ras	6	-1.65	2.81	3.46	4.00	4.00	1.19	1.19	si	si
Mike 11	6	-1.65	2.67	3.30	4.00	4.00	1.33	1.33	si	si
Hec - Ras	5	-1.37	2.60	3.32	3.50	1.89	0.90	-0.71	si	no
Mike 11	5	-1.37	2.36	3.07	3.50	1.89	1.14	-0.47	si	no

Tabella 5: raffronto modello Hydrodata Mike 11 – Hec - Ras

Dal raffronto tra i due modelli di calcolo si evidenzia come in generale il modello di calcolo bidimensionale, a parità di portata defluente, porti a franchi sicurezza maggiori rispetto a quelli calcolati con il modello monodimensionale in moto permanente.

13.MODIFICA DELLE AREE A PERICOLOSITA' A SEGUITO DELLE OPERE

13.1 PREMESSA

La modifica della è stata effettuata ai sensi della ex DGR 58/2009, modificato dalla LR 15/2015, come disposto dal PAI della Regione Liguria, successivamente adeguato alle norme del PGRA a seguito della decadenza delle normative regionali.

Le aree a pericolosità relativa indicate nel PGRA (contenute nel PAI Regione Liguria) derivano da un modello di calcolo bidimensionale predisposto dalla società Hydrodata srl.

13.2 CONSIDERAZIONI ANALISI E DEFINIZIONE DELLE AREE INONDABILI

Le aree a pericolosità nello stato attuale non sono state modificate rimandando a quanto indicato nella normativa.

Vista la configurazione della sponda destra, con la presenza del sottopasso stradale in collegamento tra le aree a monte e a valle della Aurelia, le opere previste lungo la sponda destra del torrente non eliminano l'esondabilità delle aree a monte delle SS1 Aurelia.

Lo scenario di pericolosità delle aree deriva dallo studio predisposto dalla società Hydrodata Srl per la regione Liguria.

Di seguito si riportano alcuni estratti dello studio volti ad inquadrare il rischio attuale presente sulle aree di interesse[6].

In questa zona l'attuale fascia A del PAI è limitata alle aree in prossimità delle sponde del corso d'acqua, ma le consistenti portate esondate si propagano maggiormente in direzione laterale prima di trovare recapito in mare.

Inoltre, gli allagamenti si propagano anche verso Nord attraverso il sottopasso in corrispondenza di Vicolo Sant'Andrea, allagando un'area depressa a monte dell'Aurelia.

Tra il ponte Italia 61 e quello dell'Aurelia viene confermata in destra l'estensione di fascia A attuale, mentre in sinistra si riscontra una contenuta estensione verso Est. In destra è inoltre presente una piccola area di fascia A nel tratto di monte, associata all'allagamento prodotto dai livelli di piena del Merula che risalgono nella tombinatura del Rio 1 e fuoriescono da un'apertura

[6] Relazione variante PAI Regione Liguria Ambito Merula Hydrodata Spa pag. 98

laterale.
La fascia B (associata all'evento TR200) risulta nettamente più ampia dell'attuale, soprattutto in sponda sinistra, estendendosi anche verso levante esternamente all'attuale fascia C. Nel tratto di monte l'area in fascia B è nuovamente associata alle portate fuoriuscite dal tombino del Rio 1.
La differenza più rilevante tra la fascia C (evento TR500) attualmente vigente e la nuova proposta riguarda la maggiore estensione di quest'ultima verso Nord in sinistra idrografica. L'evento di piena cinquecentennale provoca infatti esondazioni che interessano il tratto studiato a partire dal ponte della ferrovia. In sponda destra vi è un tratto deperimetrato, non risultando *allagabile in nessuno degli scenari considerati.*

Il comportamento idraulico di quanto avviene a monte e a valle del ponte della SS1 Aurelia è sconnesso in ragione della presenza dell'infrastruttura e dell'andamento della viabilità.
Dall'analisi della carta dei tiranti idrici dello studio Hydrodata, si evidenzia come per lo scenario 50ennale (area P3) l'esondazione sia limitata nel tratto a valle della viabilità con tiranti idrici significati a ridosso del mare.



Fig. 28. Carta dei tiranti idrici esondazione 50ennale

Per quanto concerne lo scenario duecentennale (area P2) la dinamica di esondazione del torrente avviene direttamente a valle della SS1 Aurelia. Tale situazione è riscontrabile dalla carta dei tiranti idrici del paraggio.
Il ponte e la viabilità sono una barriera naturale al deflusso della piena derivante da monte, così come evidenziato nello studio predisposto dalla società Hydrodata Srl per i diversi scenari implementati.
Tale situazione è evidente nello scenario sotto riportato.

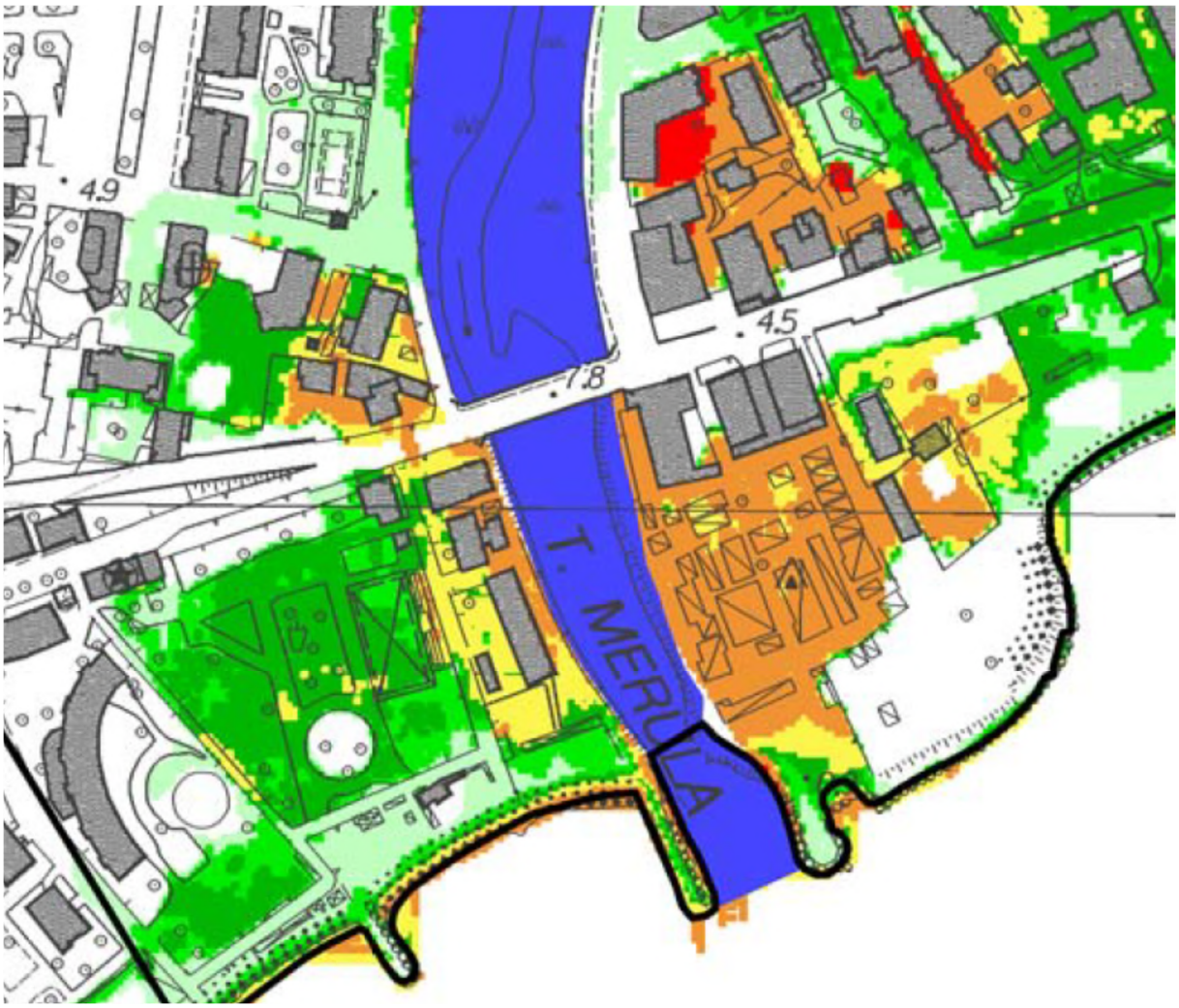


Fig. 29. Carta dei tiranti idrici esondazione 200ennale

13.3 SCENARIO REALIZZAZIONE INTERVENTO

La realizzazione dell'intervento limita in maniera significativa l'inondabilità delle aree oggetto di intervento. Nello specifico la realizzazione delle arginature lungo le due sponde del torrente capaci di contenere la portata 50ennnale (area P3) e 200ennale (area P2), consente il declassamento delle aree.

Lo scenario di rischio associato lungo le due sponde è diverso in ragione della diversa realizzazione delle arginature.

13.3.1 Sponda destra

Lungo la sponda destra l'impostazione dell'argine a +4.0 mslm consente di eliminare la fascia inondabile 50ennale (area P3), dato che le opere di difesa spondale riescono a contenere la portata con adeguato franco di sicurezza, così come evidenziato nei paragrafi precedenti.

A valle della sistemazione in progetto, ossia della muratura, le acque espandendosi interesseranno solamente la spiaggia per poi defluire verso mare.

Per la portata 200ennale (area P2), lo scenario è del tutto simile a quello della portata 50ennale (area P3) ma, in ragione della presenza del sottopasso di via A. Doria, sulle aree è stata lasciata una fascia B0 in continuità con le aree di monte.

13.3.2 Sponda sinistra

Lungo la sponda sinistra l'arginatura realizzata a partire dal ponte della SS1 Aurelia fino alla sezione 5 con altezza variabile da +5.5 mslm a +4.0 mslm consente di eliminare la fascia inondabile 50ennale (area P3), dato che le opere di difesa spondale riescono a contenere la portata con adeguato franco di sicurezza, così come evidenziato nei paragrafi precedenti.

A valle della sezione S5 la realizzazione della muratura in raccordo con la sezione S4, impostata alla quota di +3.5 mslm, consentirà di eliminare i possibili fenomeni esondativi residuali. Questo tratto di muratura in raccordo tra la muratura principale in cemento armato e la zona dell'ex campeggio posta in quota alle opere di difesa spondale, consentirà di eliminare i fenomeni esondativi verso le aree poste a Est della zona di intervento.

Per la portata 200ennale, lo scenario è del tutto simile a quello della portata 50ennale eliminando di fatto il rischio di esondazione del paraggio.

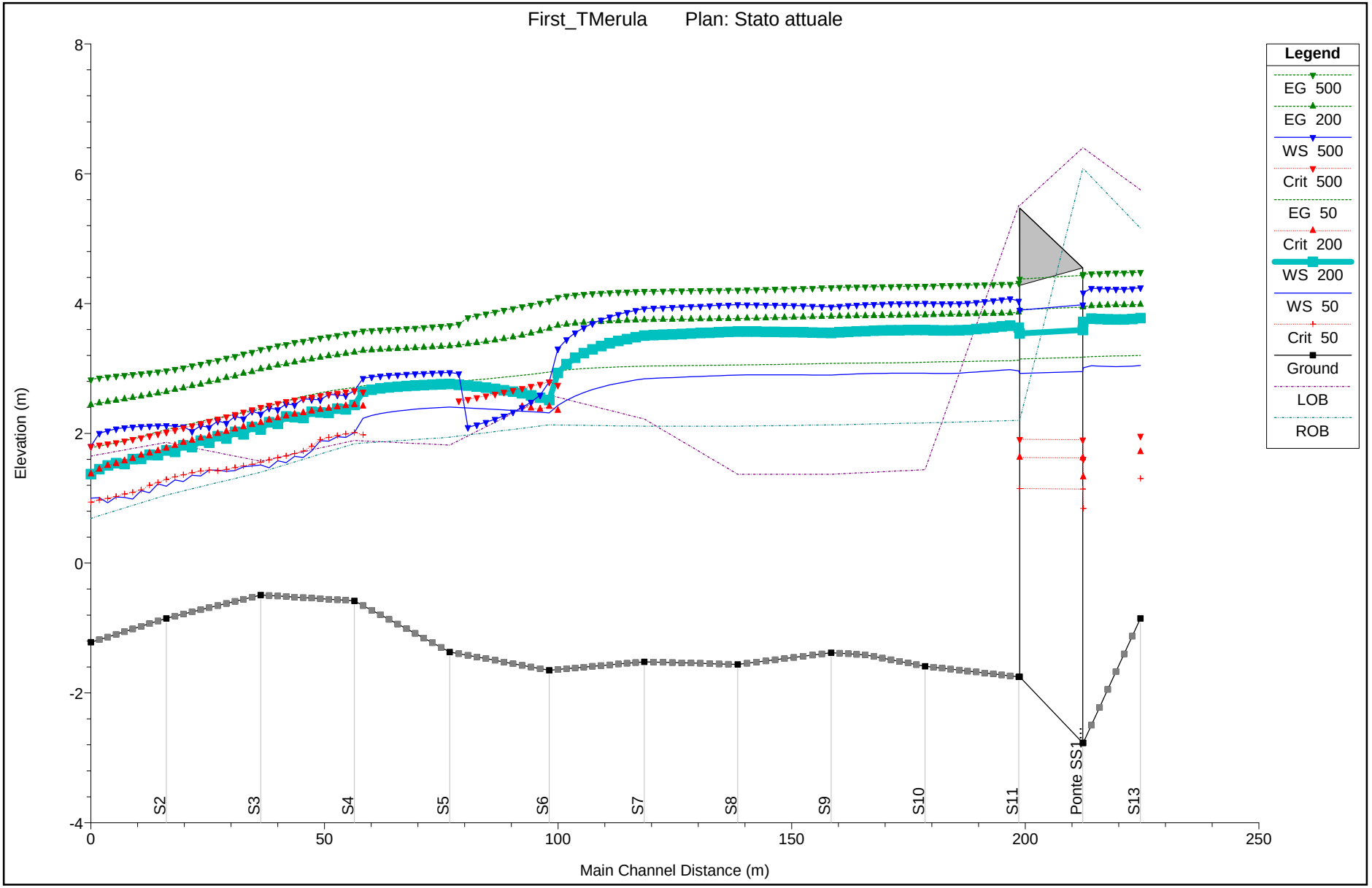
Per tal motivo le aree in sinistra orografica sono state declassate portandole in fascia C (area P1), fino al limite della fascia B0 prevista nella carta degli ambiti normativi.

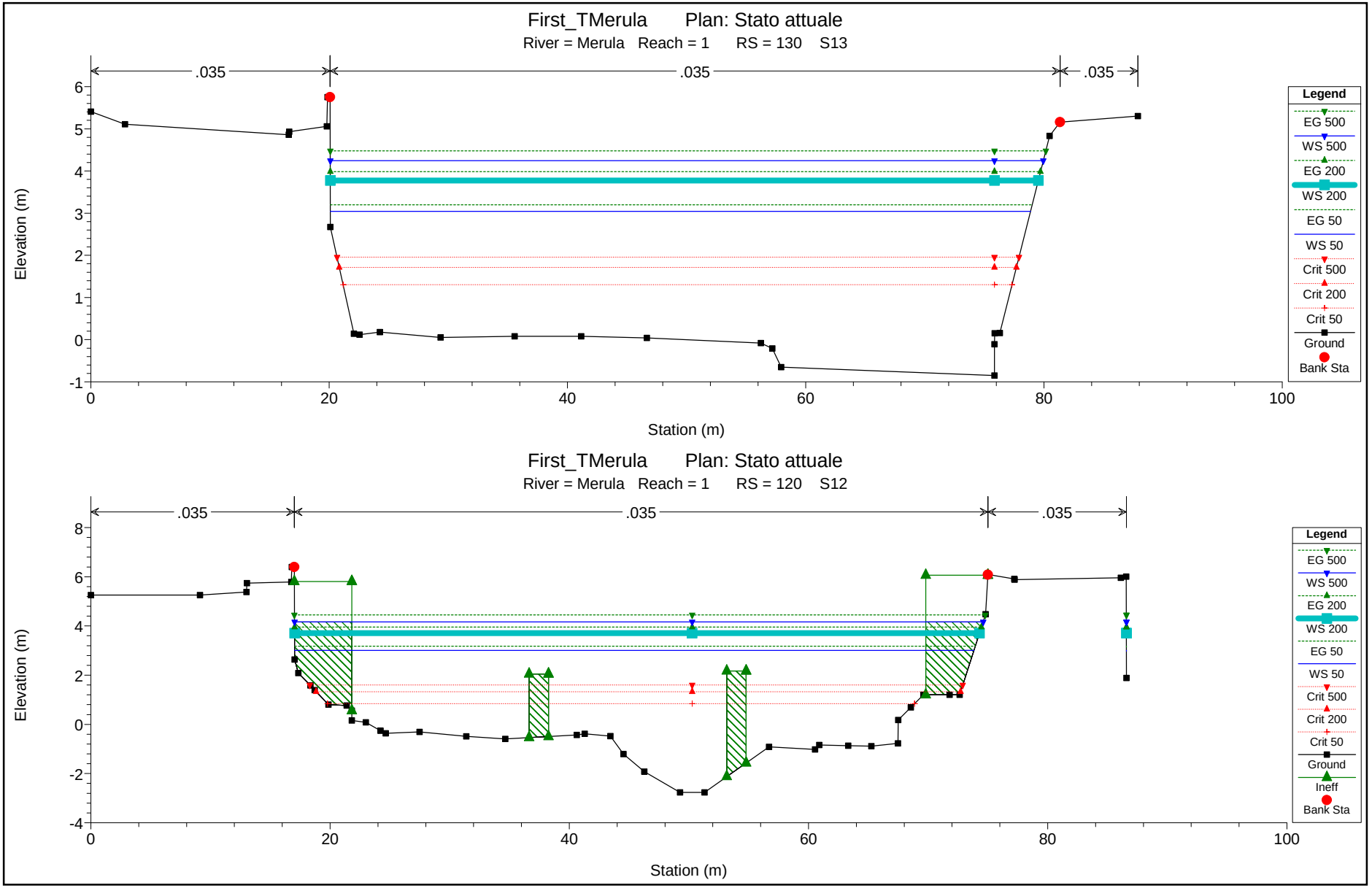
ALLEGATI

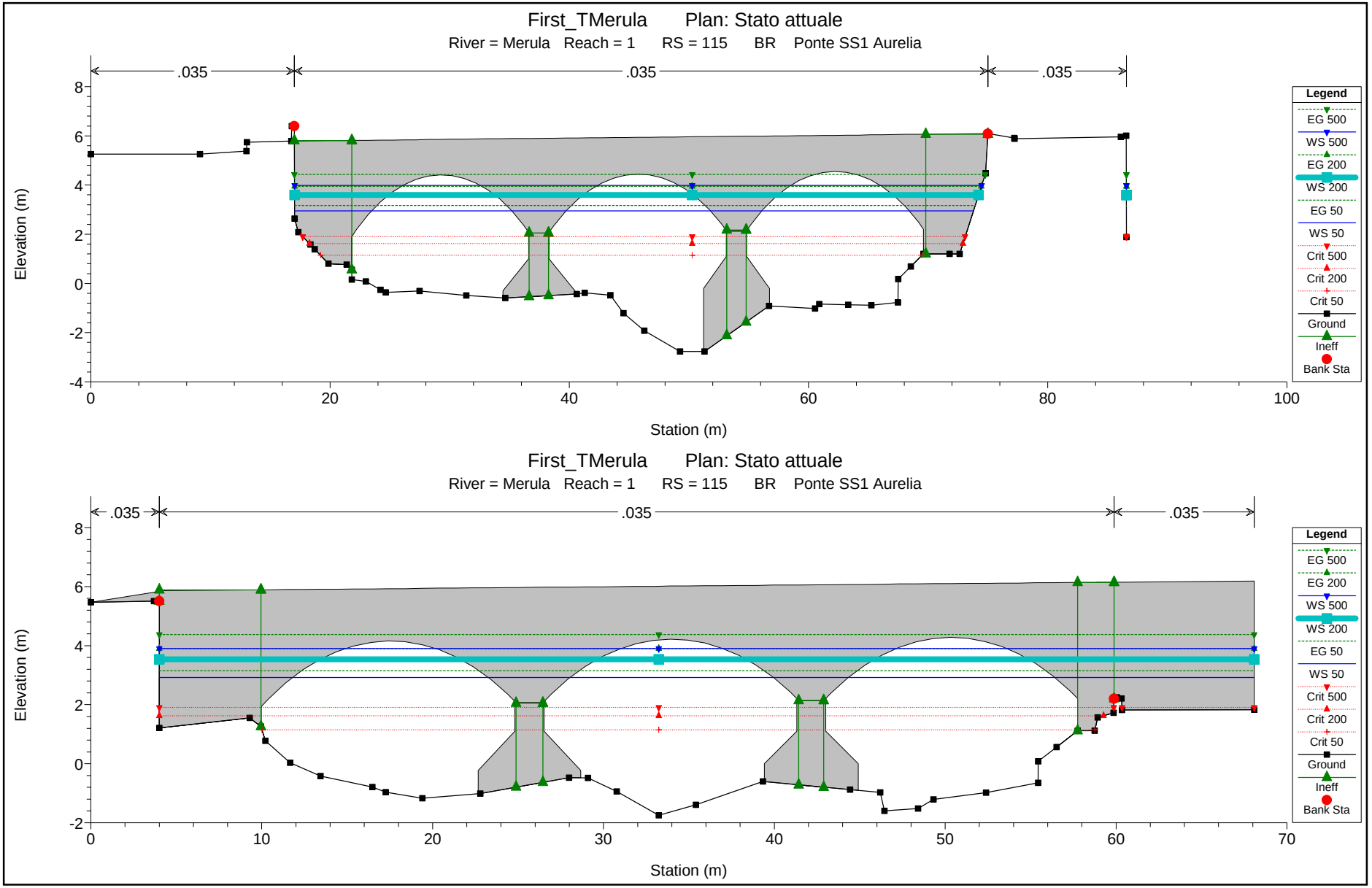
ALLEGATO 1:
simulazione idraulica in HEC-RAS 4.1.0 – stato attuale

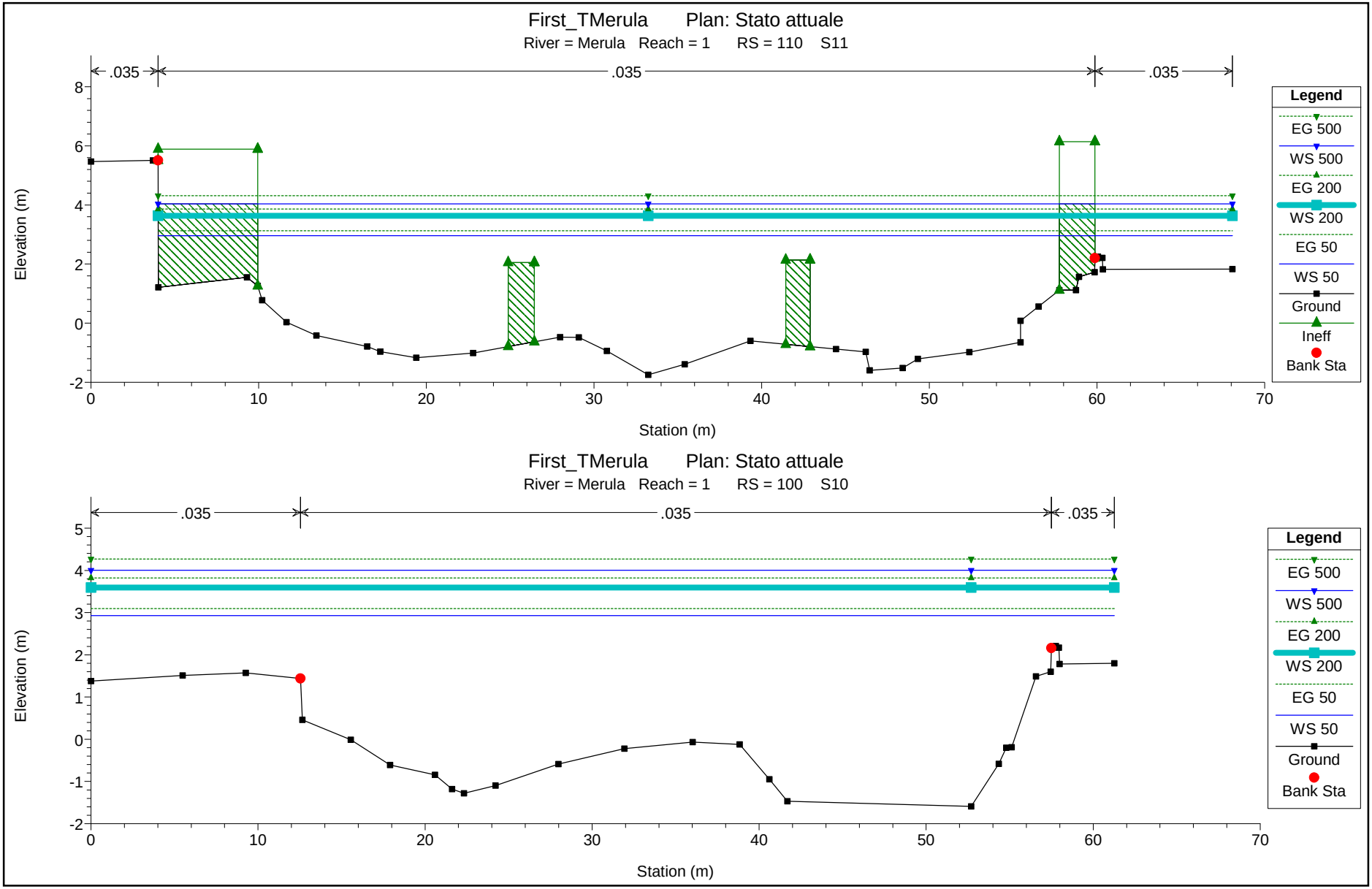
HEC-RAS Plan: S.A. River: Merula Reach: 1

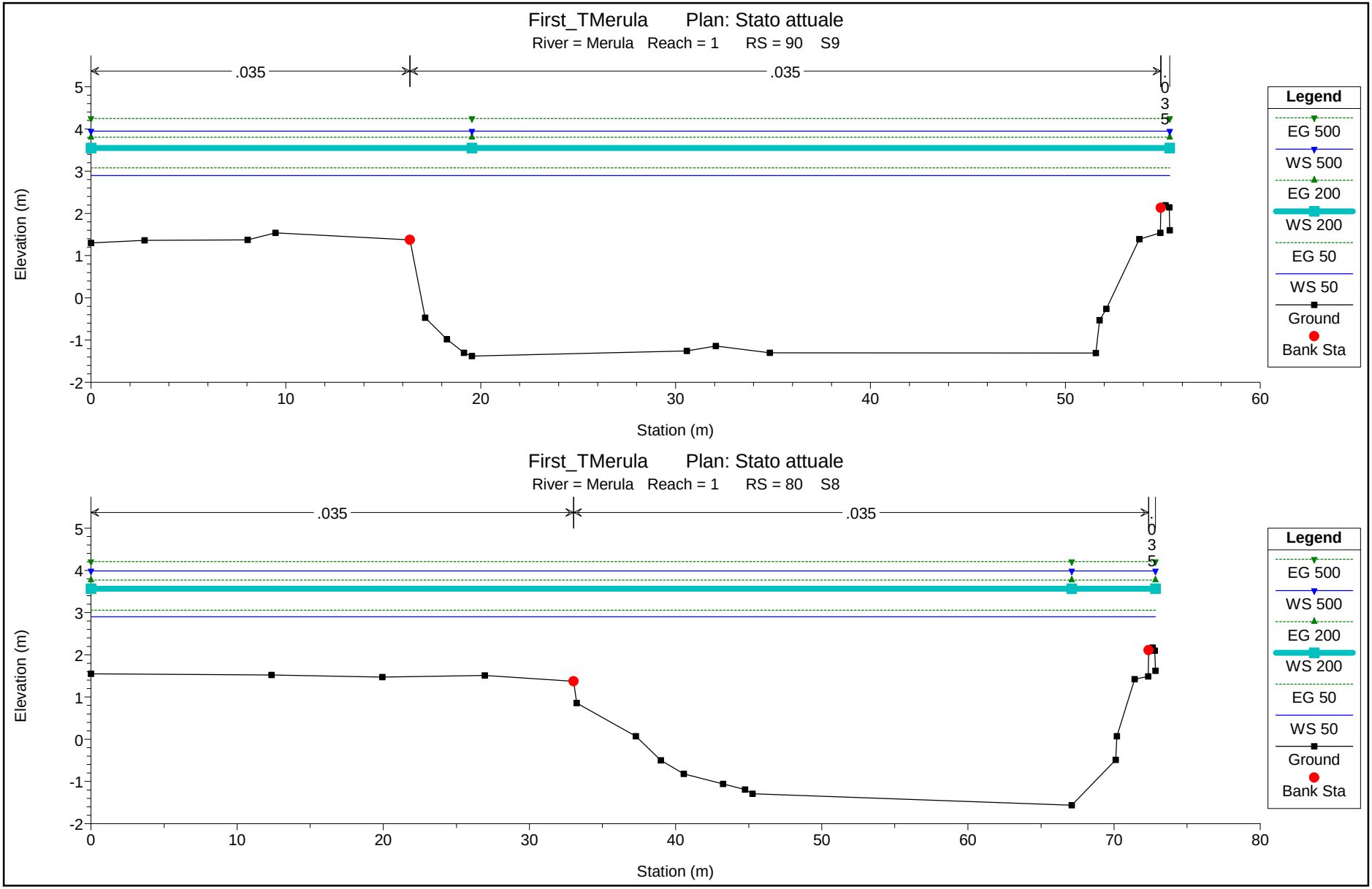
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	130	50	320.00	-0.85	3.04	1.30	3.20	5.75	5.16	0.000884	1.74	183.98	58.78	0.31
1	130	200	460.00	-0.85	3.77	1.72	3.98	5.75	5.16	0.000938	2.03	227.10	59.43	0.33
1	130	500	550.00	-0.85	4.24	1.96	4.48	5.75	5.16	0.000932	2.16	255.01	59.86	0.33
1	120	50	320.00	-2.77	3.01	0.84	3.18	6.40	6.08	0.000757	1.81	176.59	56.81	0.30
1	120	200	460.00	-2.77	3.71	1.33	3.96	6.40	6.08	0.000873	2.19	210.39	57.28	0.33
1	120	500	550.00	-2.77	4.17	1.60	4.45	6.40	6.08	0.000899	2.37	232.10	57.58	0.34
1	115		Bridge											
1	110	50	320.00	-1.75	2.96		3.13	5.51	2.20	0.000788	1.82	180.91	64.07	0.31
1	110	200	460.00	-1.75	3.63		3.87	5.51	2.20	0.000901	2.18	218.21	64.08	0.34
1	110	500	550.00	-1.75	4.04		4.32	5.51	2.20	0.000936	2.36	241.22	64.08	0.35
1	100	50	320.00	-1.59	2.93		3.09	1.44	2.16	0.000829	1.85	184.23	61.26	0.31
1	100	200	460.00	-1.59	3.59		3.82	1.44	2.16	0.000927	2.19	224.91	61.26	0.34
1	100	500	550.00	-1.59	4.00		4.27	1.44	2.16	0.000952	2.36	250.16	61.26	0.35
1	90	50	320.00	-1.38	2.90		3.08	1.37	2.13	0.000814	1.93	177.66	55.36	0.31
1	90	200	460.00	-1.38	3.55		3.80	1.37	2.13	0.000957	2.32	213.64	55.36	0.34
1	90	500	550.00	-1.38	3.95		4.25	1.37	2.13	0.001005	2.51	236.00	55.36	0.36
1	80	50	320.00	-1.56	2.90		3.05	1.37	2.11	0.000751	1.84	196.72	72.83	0.30
1	80	200	460.00	-1.56	3.57		3.77	1.37	2.11	0.000804	2.12	245.41	72.83	0.32
1	80	500	550.00	-1.56	3.98		4.21	1.37	2.11	0.000805	2.25	275.75	72.83	0.32
1	70	50	320.00	-1.52	2.84		3.03	2.22	2.11	0.001036	2.06	176.64	71.61	0.35
1	70	200	460.00	-1.52	3.51		3.75	2.22	2.11	0.001062	2.33	224.30	71.61	0.36
1	70	500	550.00	-1.52	3.92		4.19	2.22	2.11	0.001039	2.46	254.16	71.61	0.36
1	60	50	320.00	-1.65	2.31		2.94	2.59	2.13	0.005039	3.55	93.30	42.98	0.72
1	60	200	460.00	-1.65	2.51	2.41	3.61	2.59	2.13	0.008120	4.70	101.95	44.95	0.92
1	60	500	550.00	-1.65	2.79	2.79	4.04	2.59	2.13	0.008180	5.03	114.88	46.27	0.94
1	50	50	320.00	-1.37	2.40		2.79	1.82	1.94	0.002754	2.83	121.43	58.19	0.55
1	50	200	460.00	-1.37	2.76		3.34	1.82	1.94	0.003551	3.50	142.21	58.19	0.64
1	50	500	550.00	-1.37	2.94		3.66	1.82	1.94	0.004102	3.91	152.54	58.19	0.70
1	40	50	320.00	-0.58	2.01	2.01	2.71	1.89	1.84	0.006556	3.77	93.88	76.89	0.82
1	40	200	460.00	-0.58	2.44	2.44	3.25	1.89	1.84	0.006321	4.18	126.71	76.89	0.83
1	40	500	550.00	-0.58	2.66	2.66	3.55	1.89	1.84	0.006403	4.44	143.46	76.89	0.85
1	30	50	320.00	-0.49	1.51	1.56	2.37	1.57	1.40	0.011438	4.12	78.29	49.63	1.04
1	30	200	460.00	-0.49	2.06	2.16	2.99	1.57	1.40	0.008530	4.32	113.54	81.93	0.94
1	30	500	550.00	-0.49	2.30	2.40	3.29	1.57	1.40	0.008083	4.52	133.23	81.93	0.93
1	20	50	320.00	-0.85	1.19	1.29	2.06	1.86	1.05	0.009929	4.16	79.69	63.35	0.98
1	20	200	460.00	-0.85	1.74	1.77	2.64	1.86	1.05	0.007857	4.32	116.28	69.78	0.91
1	20	500	550.00	-0.85	2.12	2.02	2.97	1.86	1.05	0.006222	4.25	143.48	71.23	0.83
1	10	50	320.00	-1.22	1.00	0.94	1.78	1.65	0.69	0.008420	3.95	84.28	51.62	0.92
1	10	200	460.00	-1.22	1.37	1.37	2.44	1.65	0.69	0.009446	4.66	103.89	53.74	1.00
1	10	500	550.00	-1.22	1.80	1.80	2.83	1.65	0.69	0.007393	4.60	129.41	64.75	0.90

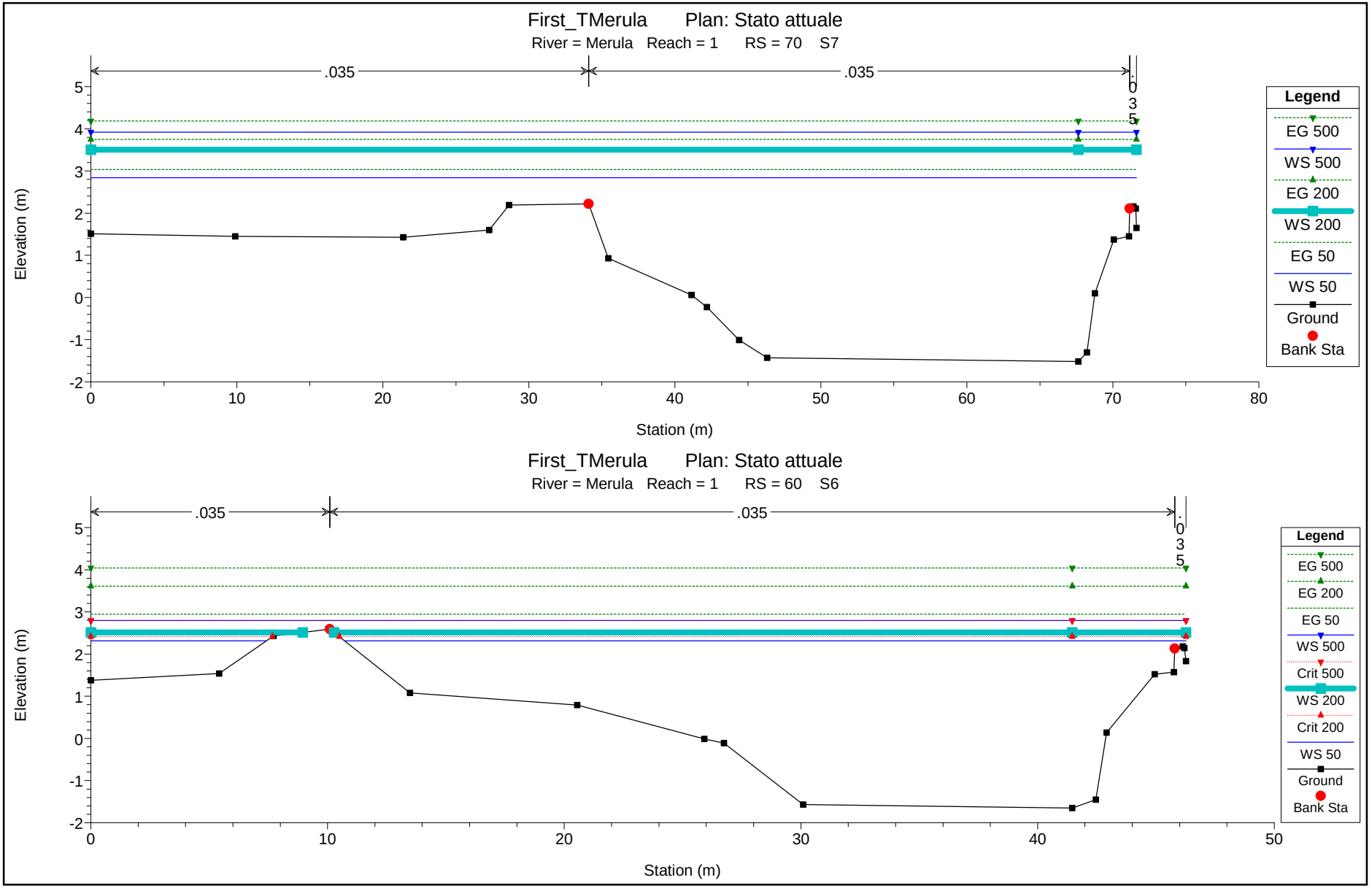

First_TMerula Plan: Stato attuale
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
8
6
4
2
0
-2
-4
0
50
100
150
200
250
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
S11
Ponte SS1...
S13

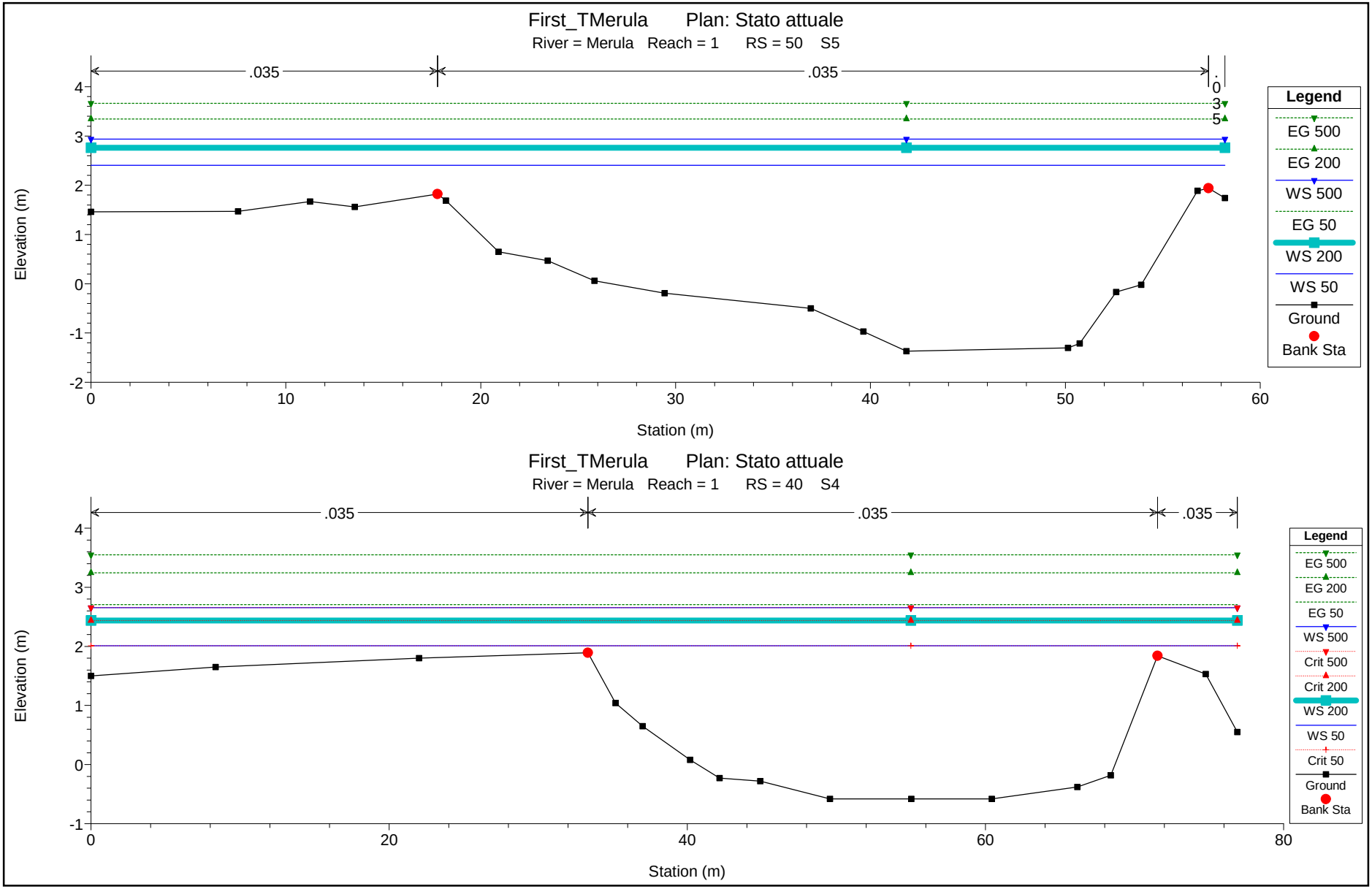

First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 130 S13
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 120 S12
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

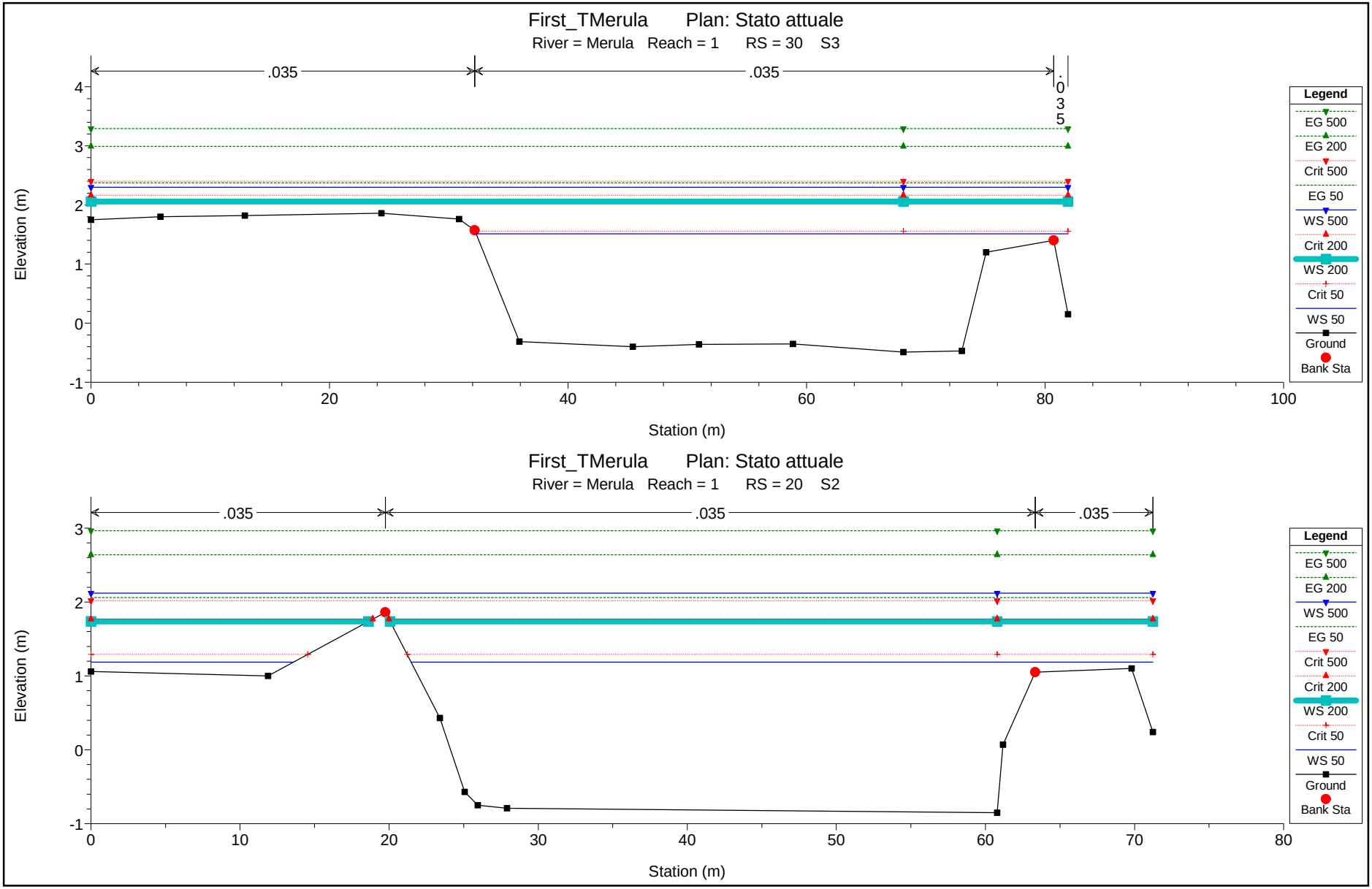

First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

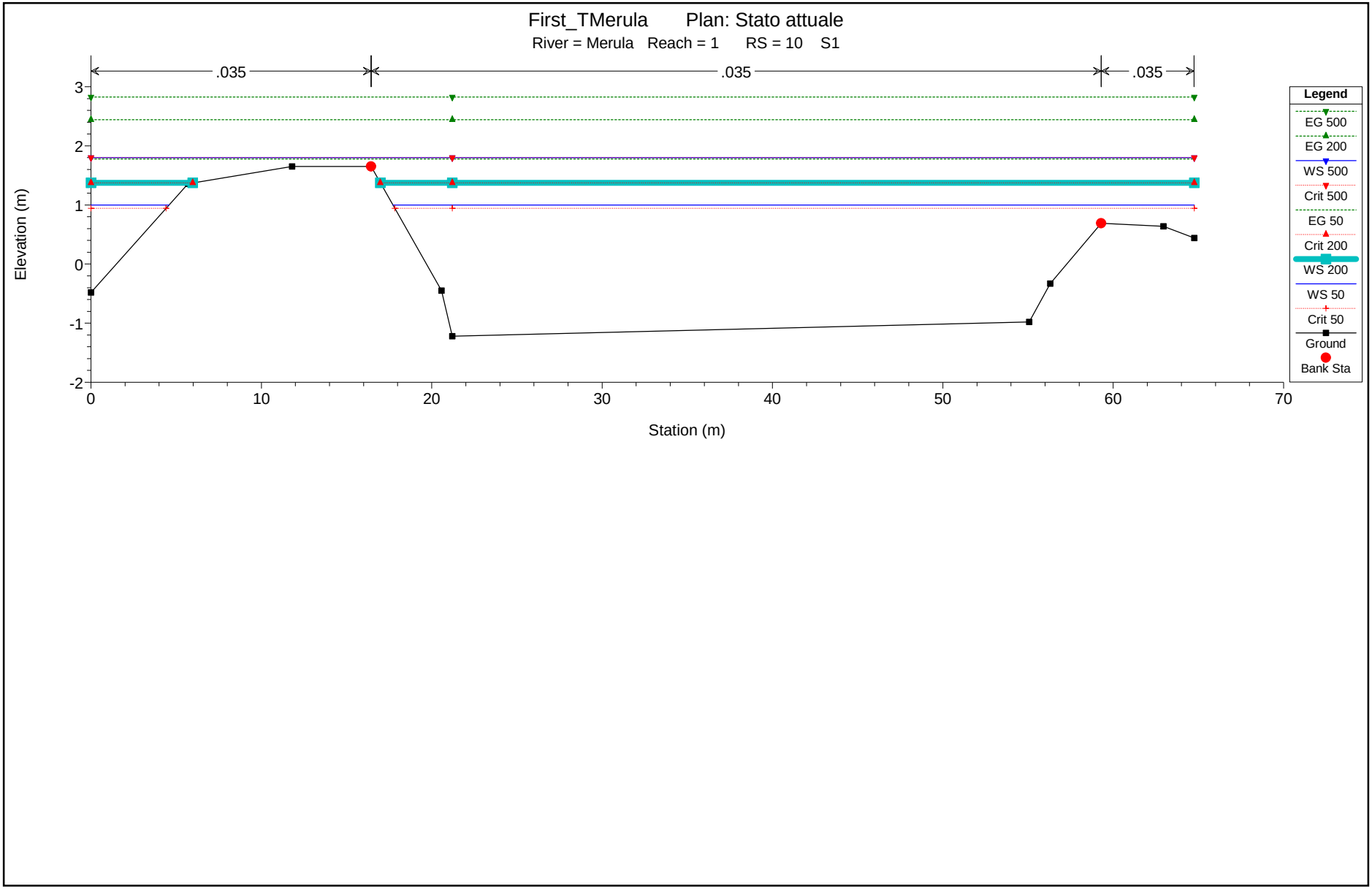

First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 110 S11
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 100 S10
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Ground
Bank Sta


First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 90 S9
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 80 S8
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Ground
Bank Sta


First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 70 S7
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 60 S6
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
EG 50
WS 500
Crit 500
WS 200
Crit 200
WS 50
Ground
Bank Sta


First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 50 S5
.035
.035
.0
3
5
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
WS 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 40 S4
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
EG 50
WS 500
Crit 500
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta

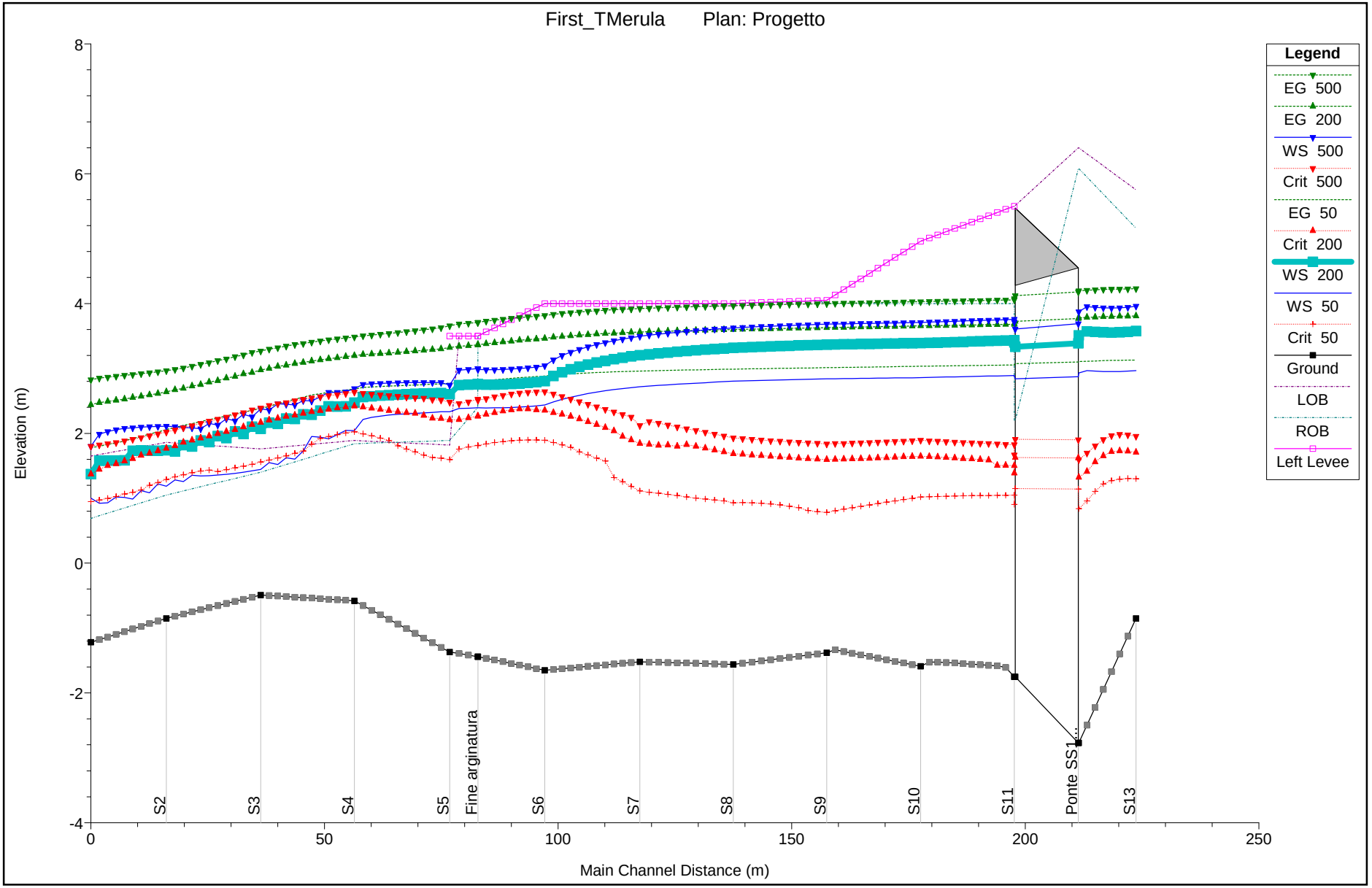

First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 30 S3
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
Crit 500
EG 50
WS 500
Crit 200
WS 200
Crit 50
WS 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 20 S2
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
Crit 200
WS 200
Crit 50
WS 50
Ground
Bank Sta

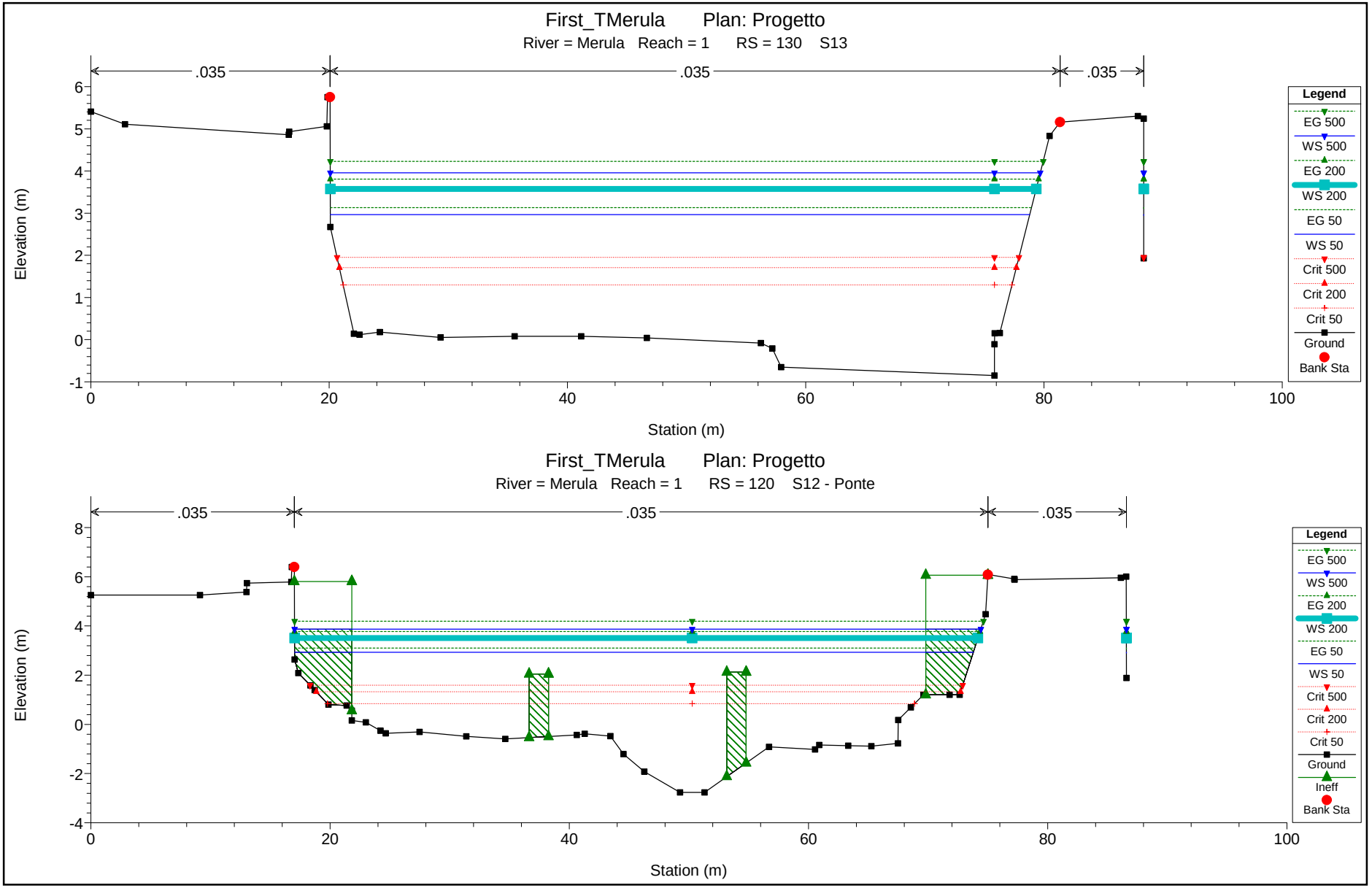

First_TMerula Plan: Stato attuale
River = Merula Reach = 1 RS = 10 S1
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
3
2
1
0
-1
-2
0
10
20
30
40
50
60
70
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta

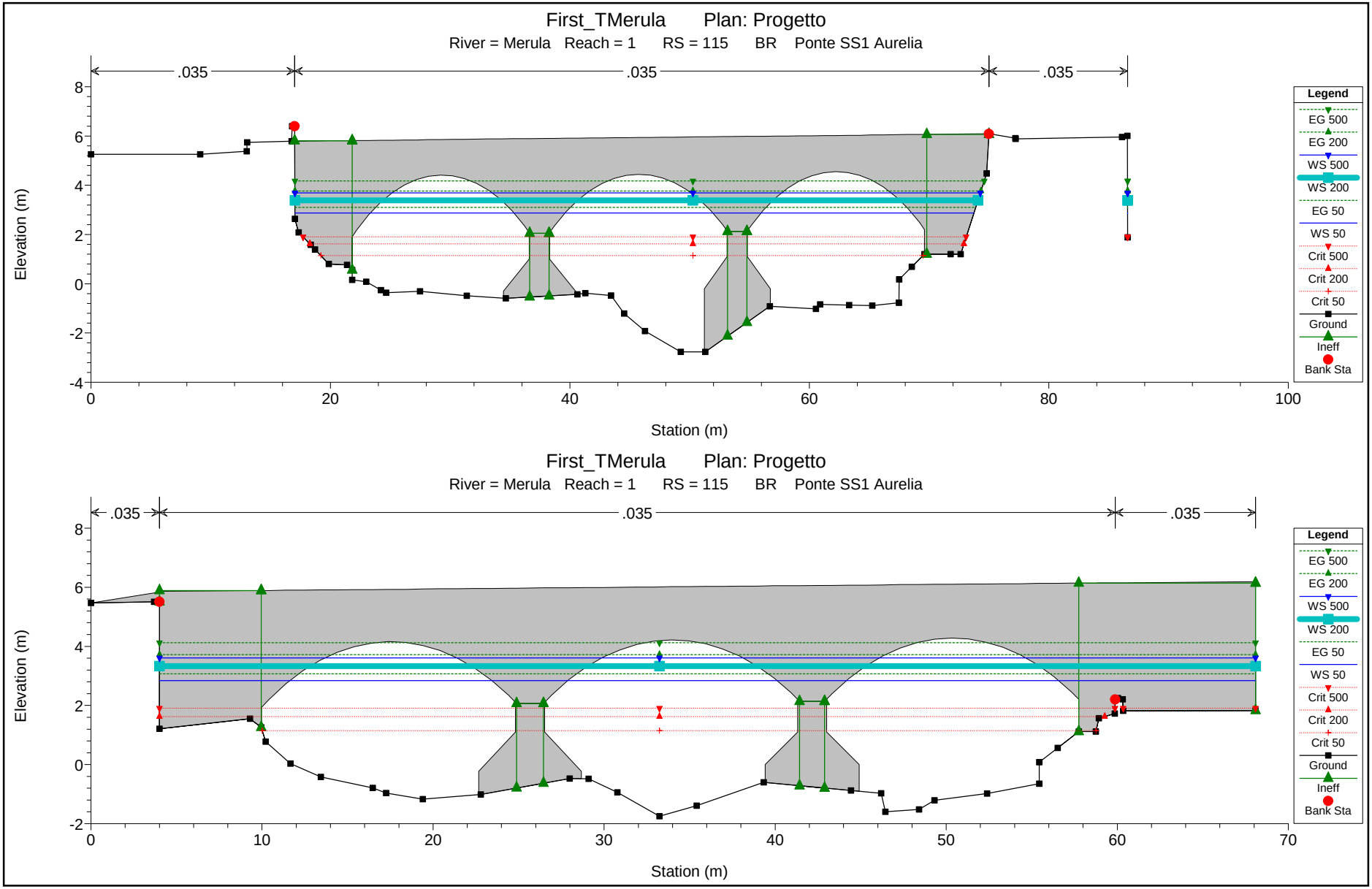
ALLEGATO 2:
simulazione idraulica in HEC-RAS 4.1.0 – stato di progetto

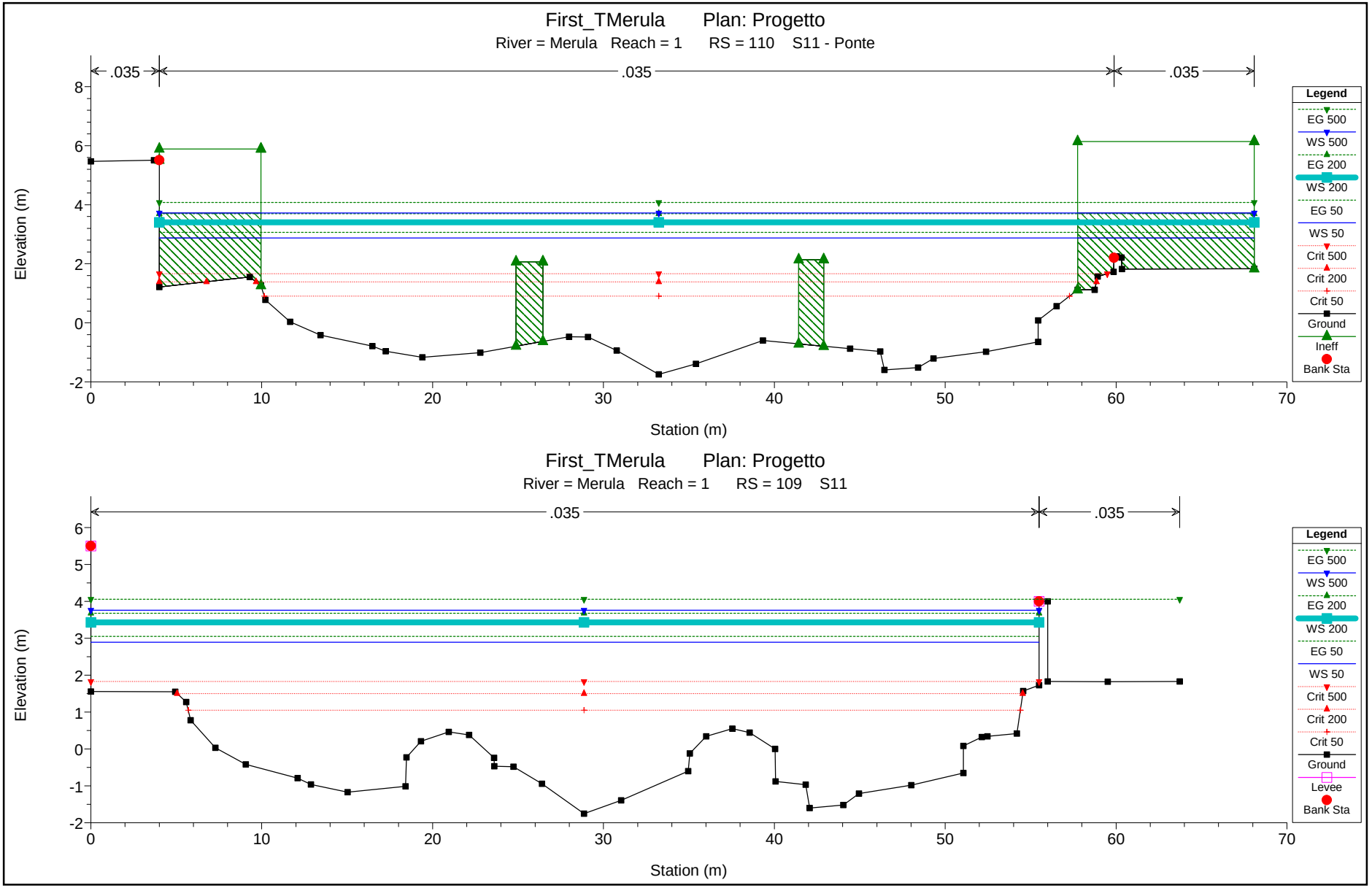
HEC-RAS Plan: Progetto River: Merula Reach: 1

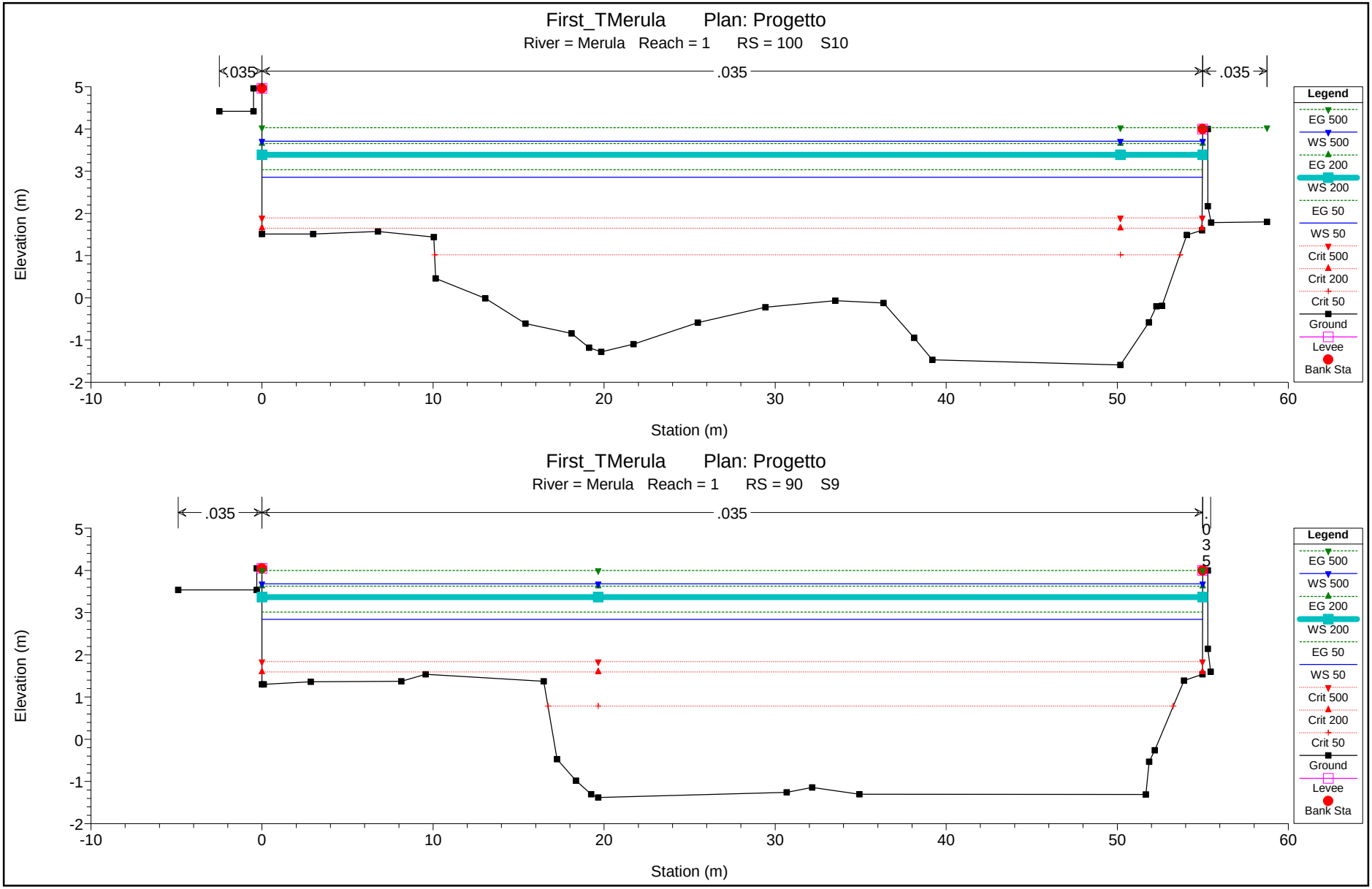
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	130	50	320.00	-0.85	2.97	1.30	3.13	5.75	5.16	0.000957	1.78	179.46	58.71	0.33
1	130	200	460.00	-0.85	3.58	1.71	3.81	5.75	5.16	0.001109	2.14	215.39	59.26	0.36
1	130	500	550.00	-0.85	3.96	1.95	4.23	5.75	5.16	0.001157	2.31	238.04	59.61	0.37
1	120	50	320.00	-2.77	2.93	0.84	3.11	6.40	6.08	0.000812	1.85	172.93	56.75	0.31
1	120	200	460.00	-2.77	3.51	1.32	3.78	6.40	6.08	0.001021	2.29	200.74	57.14	0.36
1	120	500	550.00	-2.77	3.87	1.60	4.20	6.40	6.08	0.001107	2.52	218.06	57.39	0.38
1	115		Bridge											
1	110	50	320.00	-1.75	2.87	0.90	3.06	5.51	2.20	0.000896	1.91	167.50	64.07	0.33
1	110	200	460.00	-1.75	3.40	1.39	3.69	5.51	2.20	0.001160	2.39	192.75	64.08	0.38
1	110	500	550.00	-1.75	3.72	1.67	4.07	5.51	2.20	0.001292	2.65	207.73	64.08	0.41
1	109	50	320.00	-1.75	2.89	1.05	3.05	5.50	4.00	0.000993	1.79	178.69	55.50	0.32
1	109	200	460.00	-1.75	3.43	1.50	3.68	5.50	4.00	0.001249	2.20	208.80	55.50	0.36
1	109	500	550.00	-1.75	3.76	1.83	4.06	5.50	4.00	0.001375	2.43	226.75	55.50	0.38
1	100	50	320.00	-1.59	2.86	1.02	3.03	4.96	4.00	0.001039	1.86	172.35	54.98	0.33
1	100	200	460.00	-1.59	3.39	1.65	3.66	4.96	4.00	0.001303	2.28	201.60	54.99	0.38
1	100	500	550.00	-1.59	3.71	1.89	4.03	4.96	4.00	0.001431	2.51	219.10	55.00	0.40
1	90	50	320.00	-1.38	2.84	0.78	3.01	4.05	4.00	0.001009	1.84	174.36	54.99	0.33
1	90	200	460.00	-1.38	3.37	1.59	3.63	4.05	4.00	0.001278	2.26	203.35	54.99	0.38
1	90	500	550.00	-1.38	3.68	1.84	4.00	4.05	4.00	0.001409	2.49	220.70	55.00	0.40
1	80	50	320.00	-1.56	2.80	0.93	2.99	4.00	4.00	0.001131	1.91	167.17	54.99	0.35
1	80	200	460.00	-1.56	3.32	1.69	3.60	4.00	4.00	0.001419	2.35	195.46	54.99	0.40
1	80	500	550.00	-1.56	3.63	1.93	3.97	4.00	4.00	0.001558	2.59	212.45	55.00	0.42
1	70	50	320.00	-1.52	2.72	1.11	2.96	4.00	4.00	0.001744	2.17	147.24	54.98	0.42
1	70	200	460.00	-1.52	3.20	1.84	3.56	4.00	4.00	0.002113	2.64	173.93	54.99	0.47
1	70	500	550.00	-1.52	3.50	2.12	3.92	4.00	4.00	0.002279	2.89	190.00	54.99	0.50
1	60	50	320.00	-1.65	2.44	1.89	2.88	4.00	4.00	0.004557	2.96	107.99	52.33	0.66
1	60	200	460.00	-1.65	2.81	2.36	3.46	4.00	4.00	0.005756	3.59	128.14	54.98	0.75
1	60	500	550.00	-1.65	3.04	2.64	3.82	4.00	4.00	0.006037	3.90	141.05	54.98	0.78
1	52.5	50	320.00	-1.44	2.39	1.81	2.80	3.50	3.50	0.004004	2.83	113.00	55.00	0.63
1	52.5	200	460.00	-1.44	2.75	2.26	3.37	3.50	3.50	0.004904	3.46	132.86	55.00	0.71
1	52.5	500	550.00	-1.44	2.98	2.51	3.71	3.50	3.50	0.005235	3.78	145.49	55.00	0.74
1	52.49	50	320.00	-1.44	2.39	1.81	2.80	3.50	2.40	0.003994	2.83	113.22	55.50	0.63
1	52.49	200	460.00	-1.44	2.76	2.27	3.36	3.50	2.40	0.004914	3.43	134.05	57.25	0.71
1	52.49	500	550.00	-1.44	3.00	2.53	3.71	3.50	2.40	0.005129	3.73	147.60	57.25	0.74
1	50	50	320.00	-1.37	2.33	1.59	2.77	1.82	1.89	0.003123	2.99	113.29	53.69	0.59
1	50	200	460.00	-1.37	2.60	2.21	3.32	1.82	1.89	0.004537	3.84	127.90	55.19	0.72
1	50	500	550.00	-1.37	2.74	2.48	3.66	1.82	1.89	0.005431	4.34	135.77	55.19	0.79
1	40	50	320.00	-0.58	2.04	2.02	2.68	1.89	1.84	0.006016	3.65	99.37	82.51	0.79
1	40	200	460.00	-0.58	2.47	2.42	3.20	1.89	1.84	0.005671	4.00	134.96	82.51	0.79
1	40	500	550.00	-0.58	2.69	2.63	3.49	1.89	1.84	0.005754	4.24	152.60	82.51	0.81
1	30	50	320.00	-0.49	1.44	1.56	2.38	1.76	1.40	0.013127	4.30	75.00	49.50	1.11
1	30	200	460.00	-0.49	2.07	2.17	2.98	1.76	1.40	0.008526	4.27	114.92	83.56	0.94
1	30	500	550.00	-0.49	2.38	2.39	3.27	1.76	1.40	0.007201	4.30	140.51	83.56	0.88
1	20	50	320.00	-0.85	1.19	1.29	2.06	1.86	1.05	0.009929	4.16	79.69	63.35	0.98
1	20	200	460.00	-0.85	1.74	1.77	2.64	1.86	1.05	0.007825	4.32	116.45	69.81	0.91
1	20	500	550.00	-0.85	2.11	2.02	2.96	1.86	1.05	0.006315	4.27	142.75	71.23	0.84
1	10	50	320.00	-1.22	1.00	0.95	1.78	1.65	0.69	0.008420	3.95	84.28	51.62	0.92
1	10	200	460.00	-1.22	1.37	1.37	2.44	1.65	0.69	0.009446	4.66	103.89	53.74	1.00
1	10	500	550.00	-1.22	1.80	1.80	2.83	1.65	0.69	0.007393	4.60	129.41	64.75	0.90

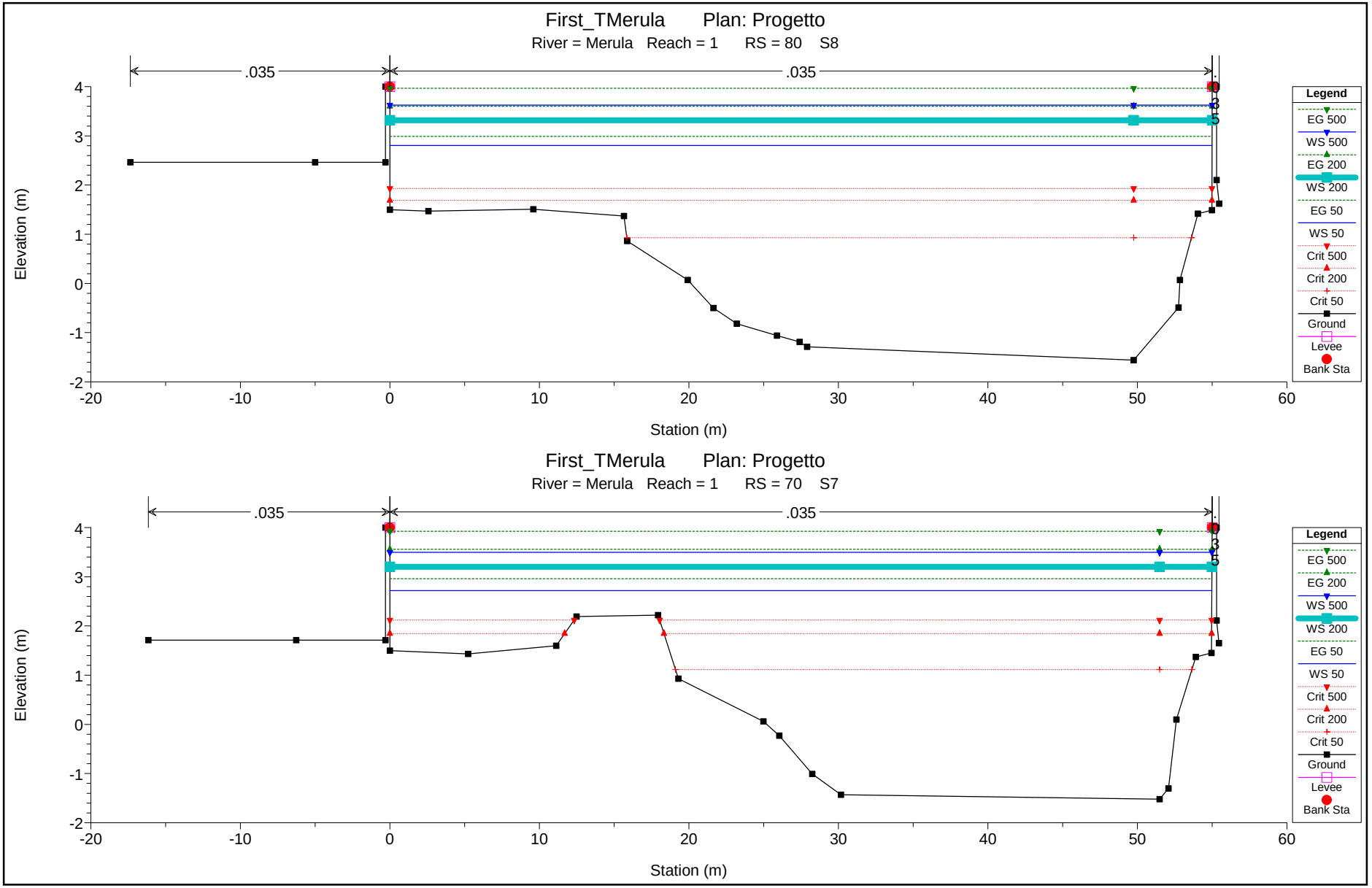

First_TMerula Plan: Progetto
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
LOB
ROB
Left Levee
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
S2
S3
S4
S5
Fine arginatura
S6
S7
S8
S9
S10
S11
Ponte SS1...
S13

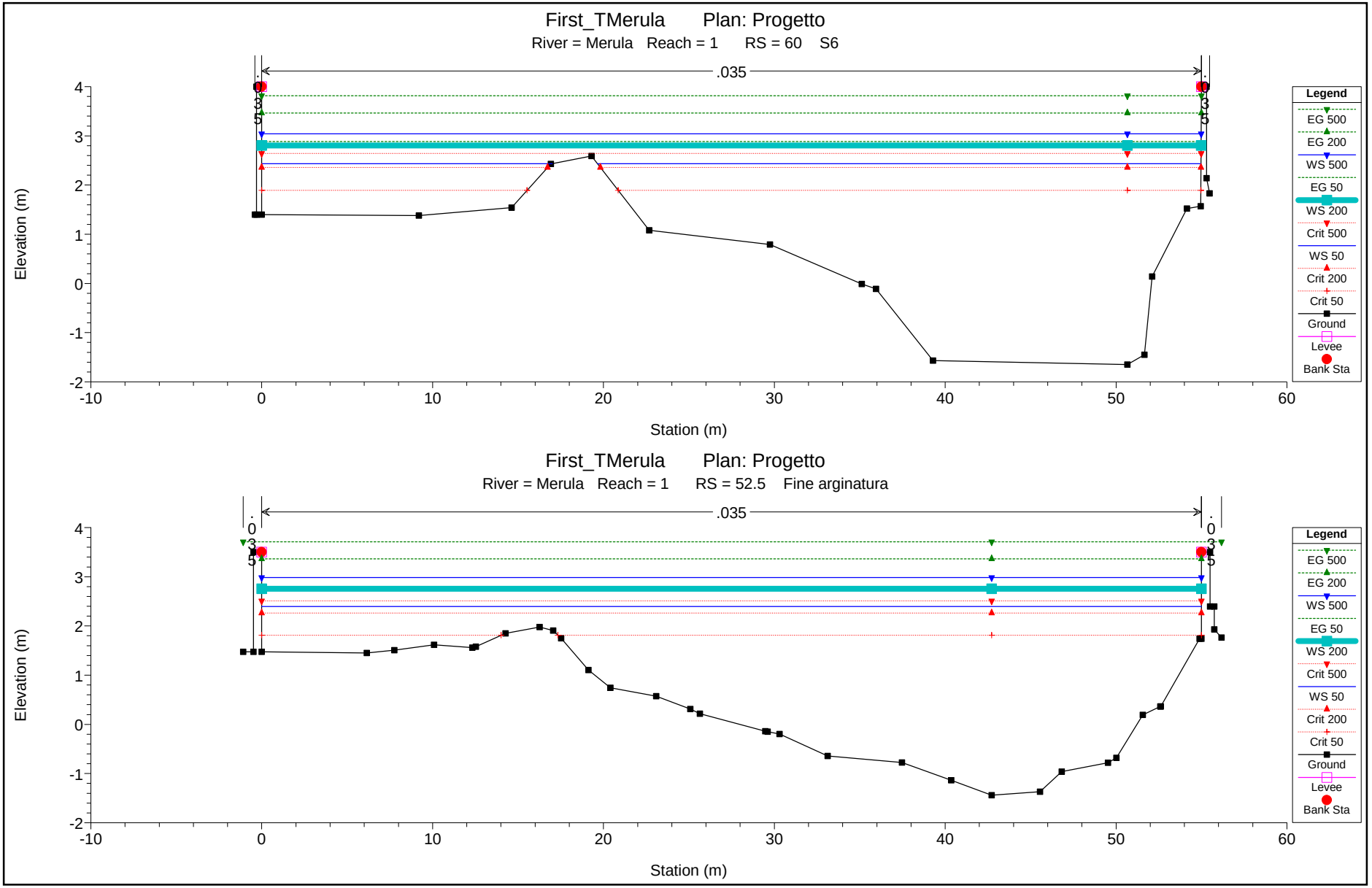

First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 130 S13
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 120 S12 - Ponte
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

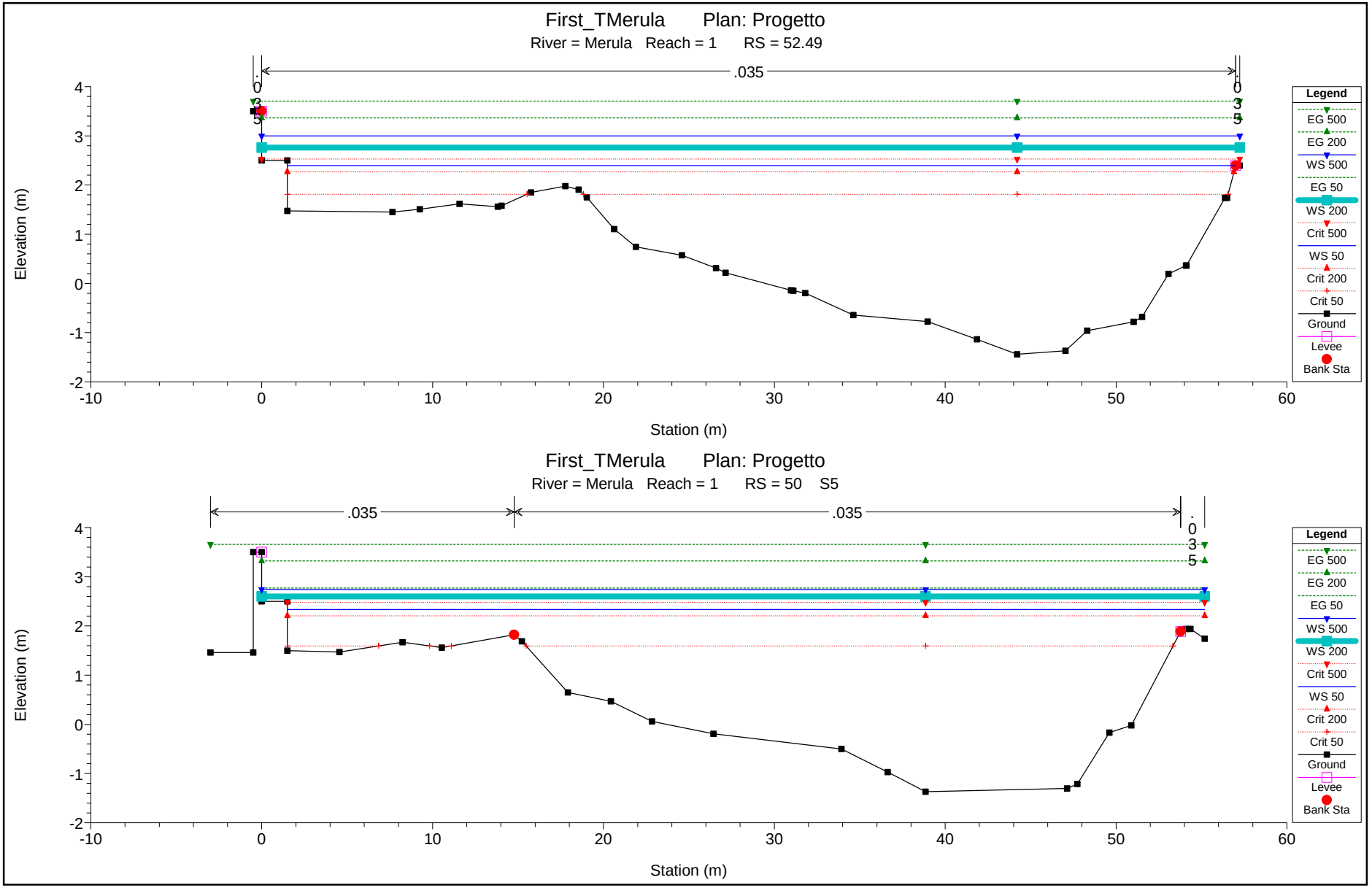

First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

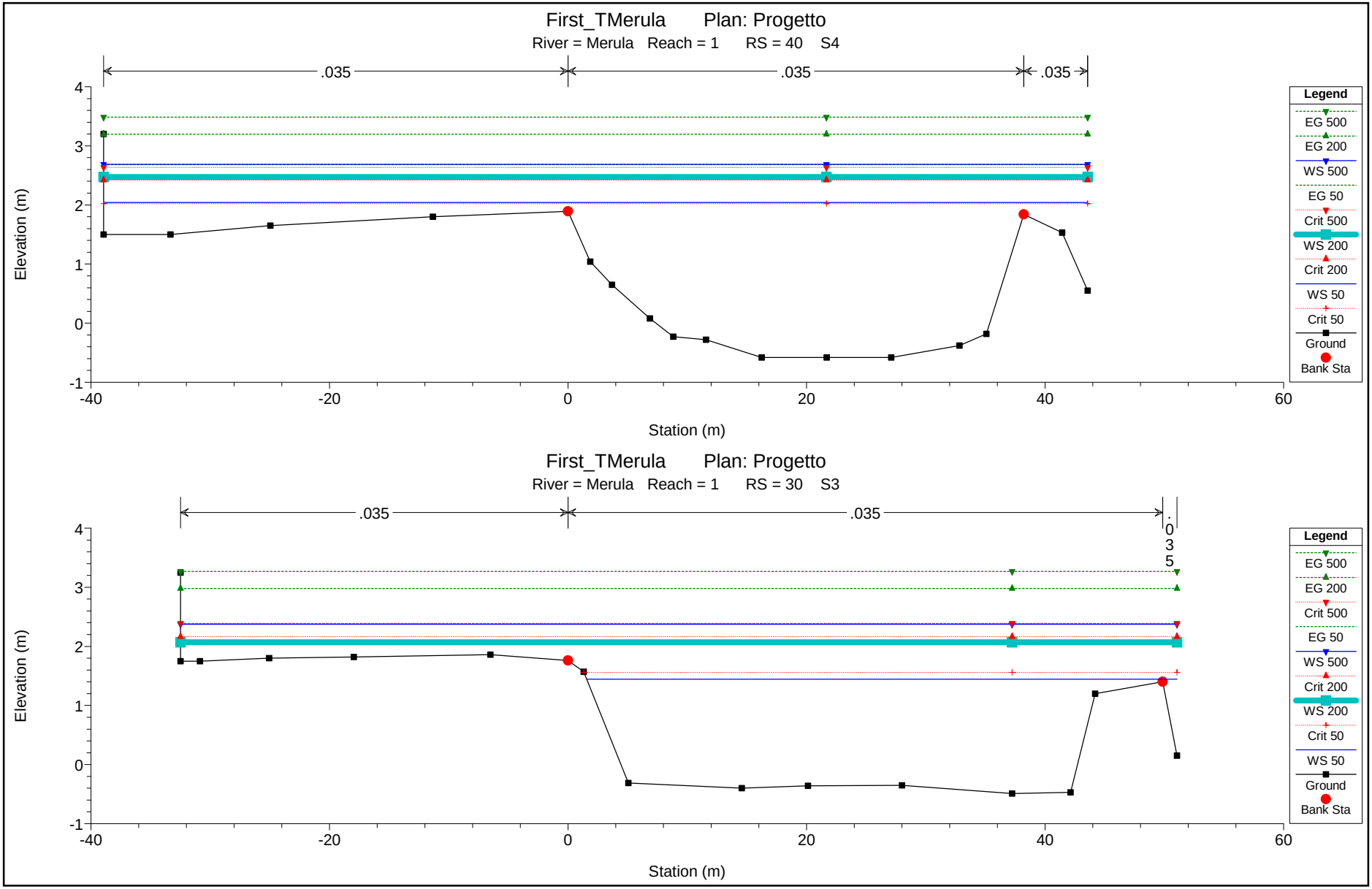

First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 110 S11 - Ponte
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 109 S11
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta

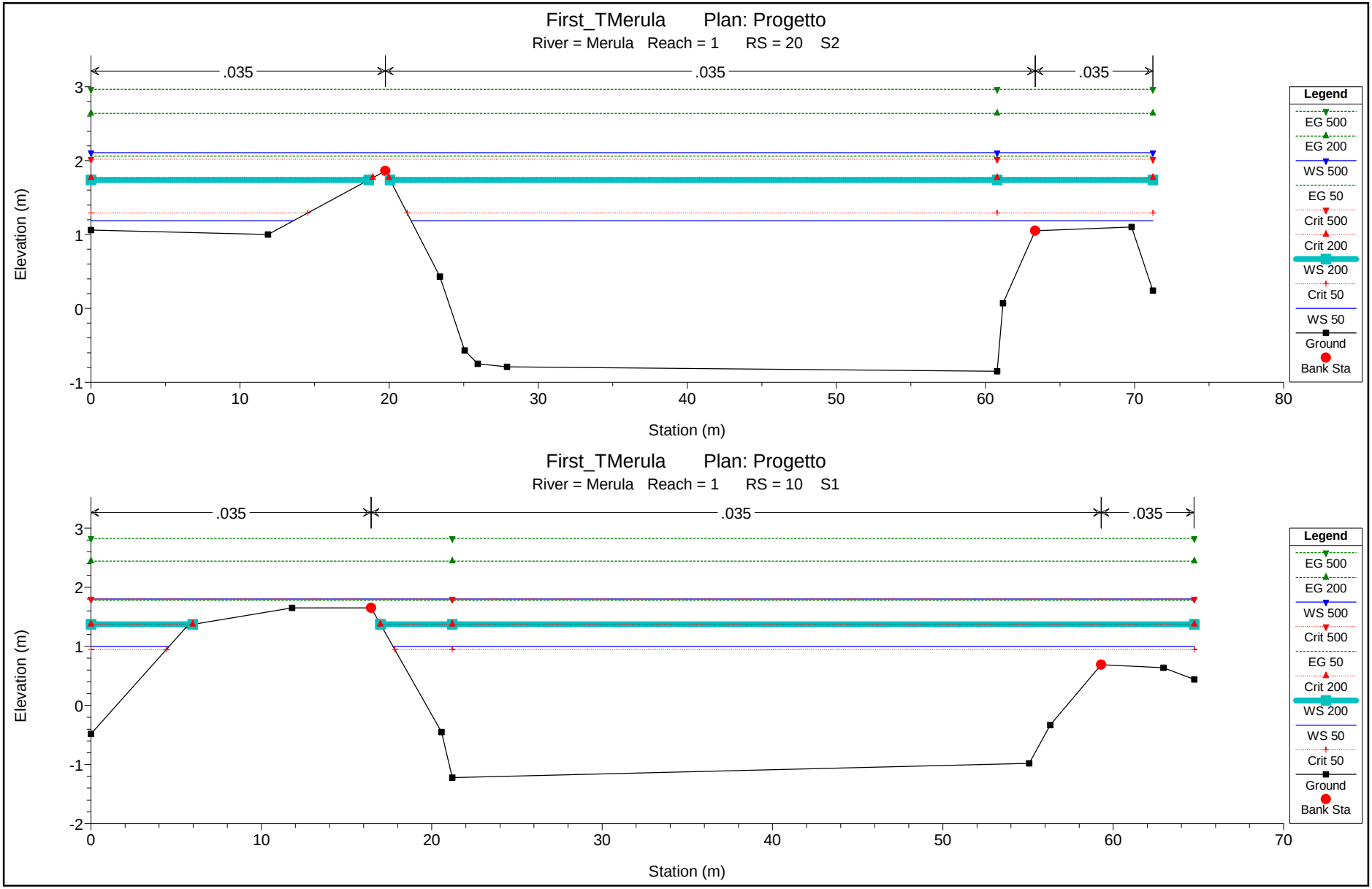

First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 100 S10
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 90 S9
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 80 S8
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 70 S7
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 60 S6
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 52.5 Fine arginatura
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 52.49
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 50 S5
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
EG 50
WS 500
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta

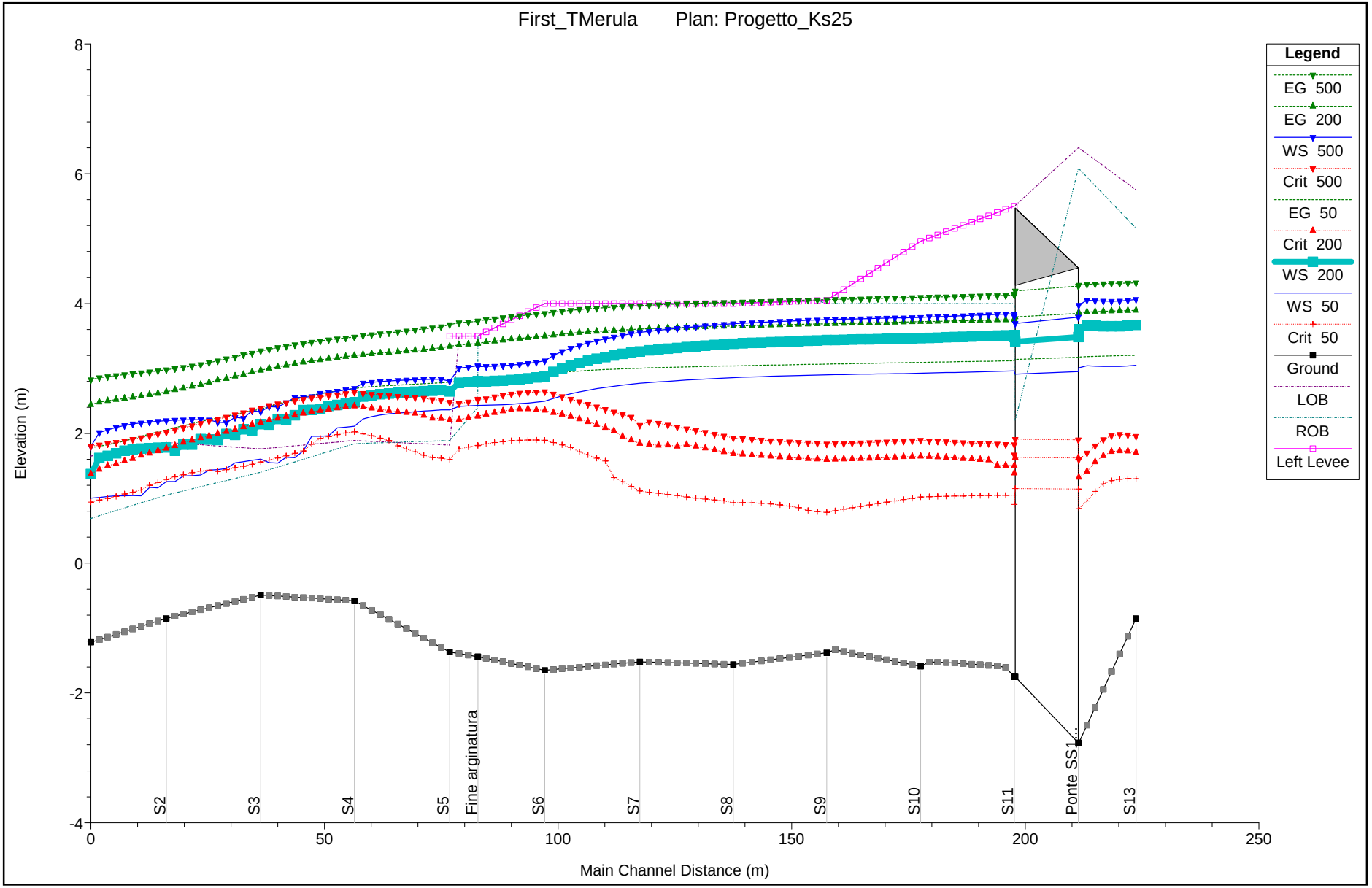

First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 40 S4
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
WS 200
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 30 S3
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
Crit 500
EG 50
WS 500
Crit 200
WS 200
Crit 50
WS 50
Ground
Bank Sta

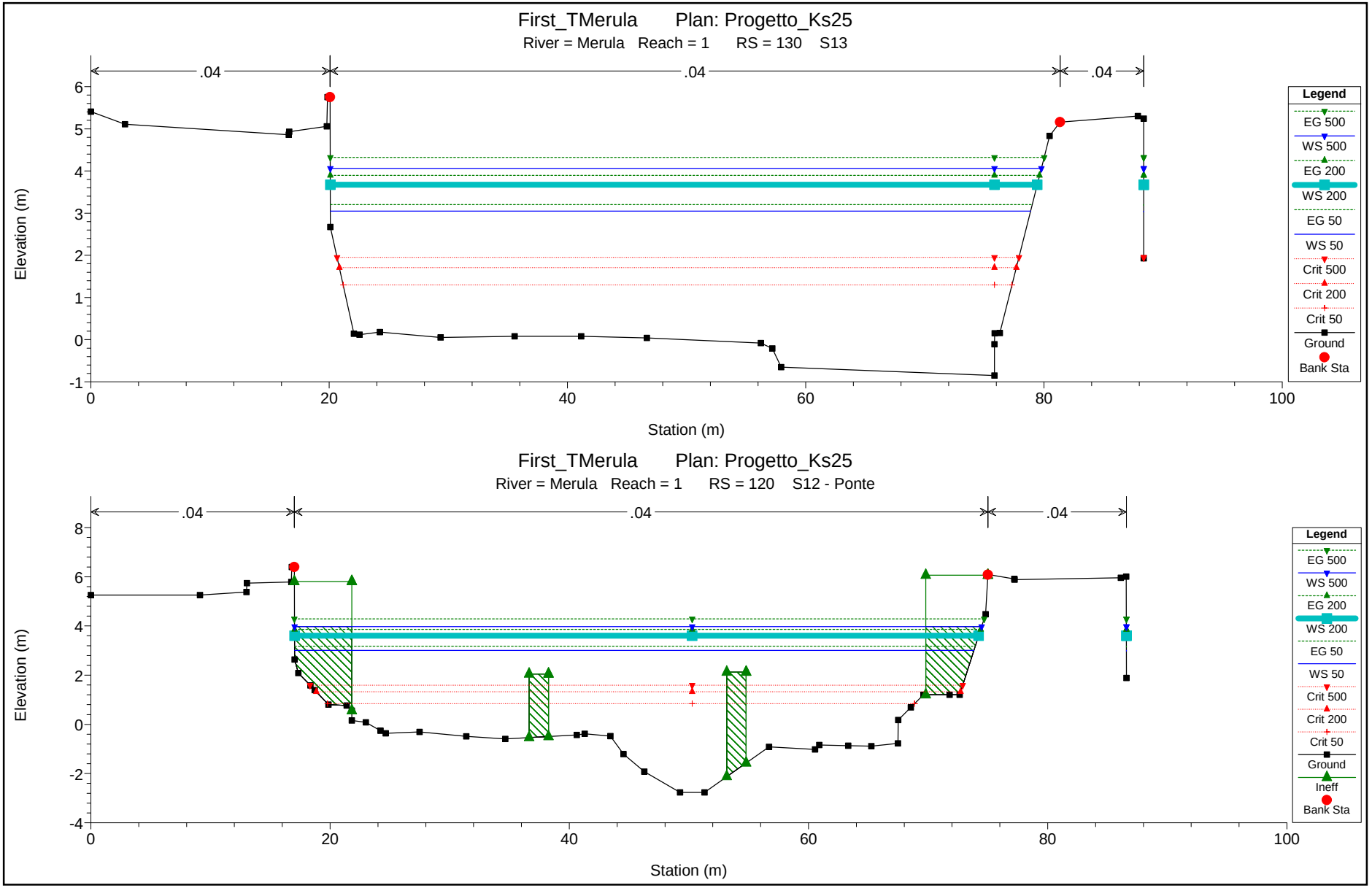

First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 20 S2
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
Crit 200
WS 200
Crit 50
WS 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto
River = Merula Reach = 1 RS = 10 S1
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta

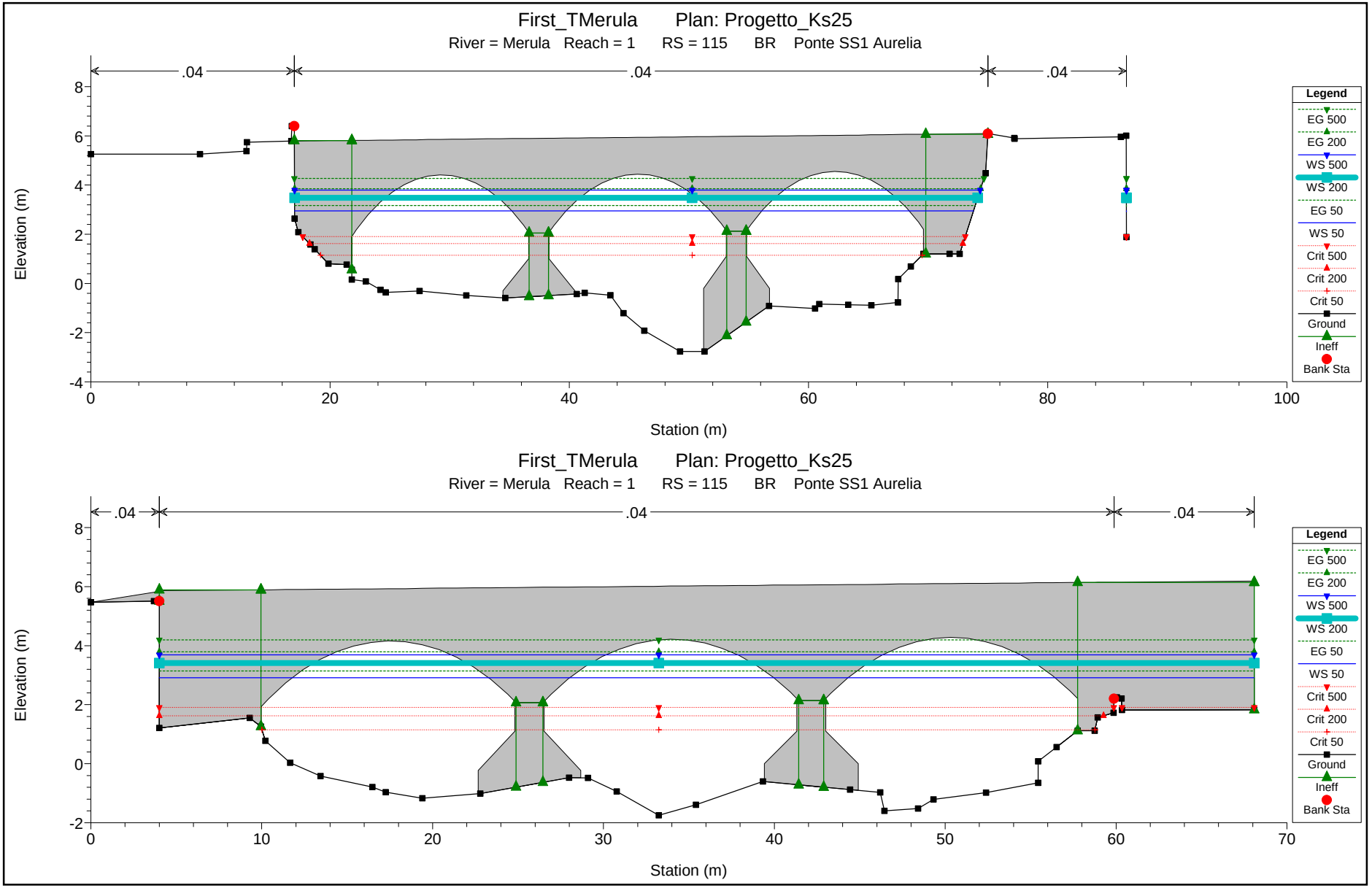
ALLEGATO 3:
simulazione idraulica in HEC-RAS 4.1.0 – stato di progetto Ks 25

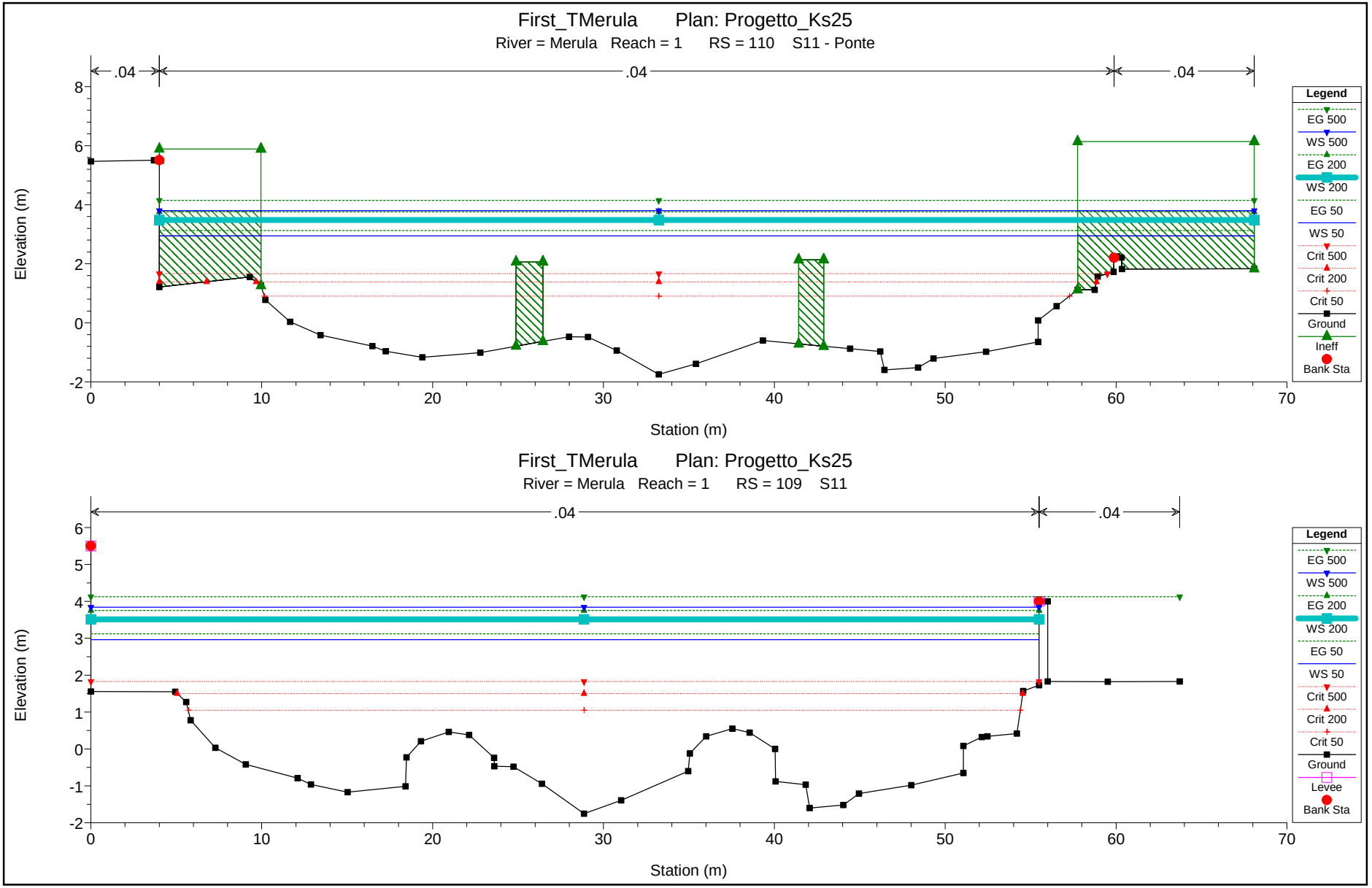
HEC-RAS Plan: Progetto_Ks25 River: Merula Reach: 1

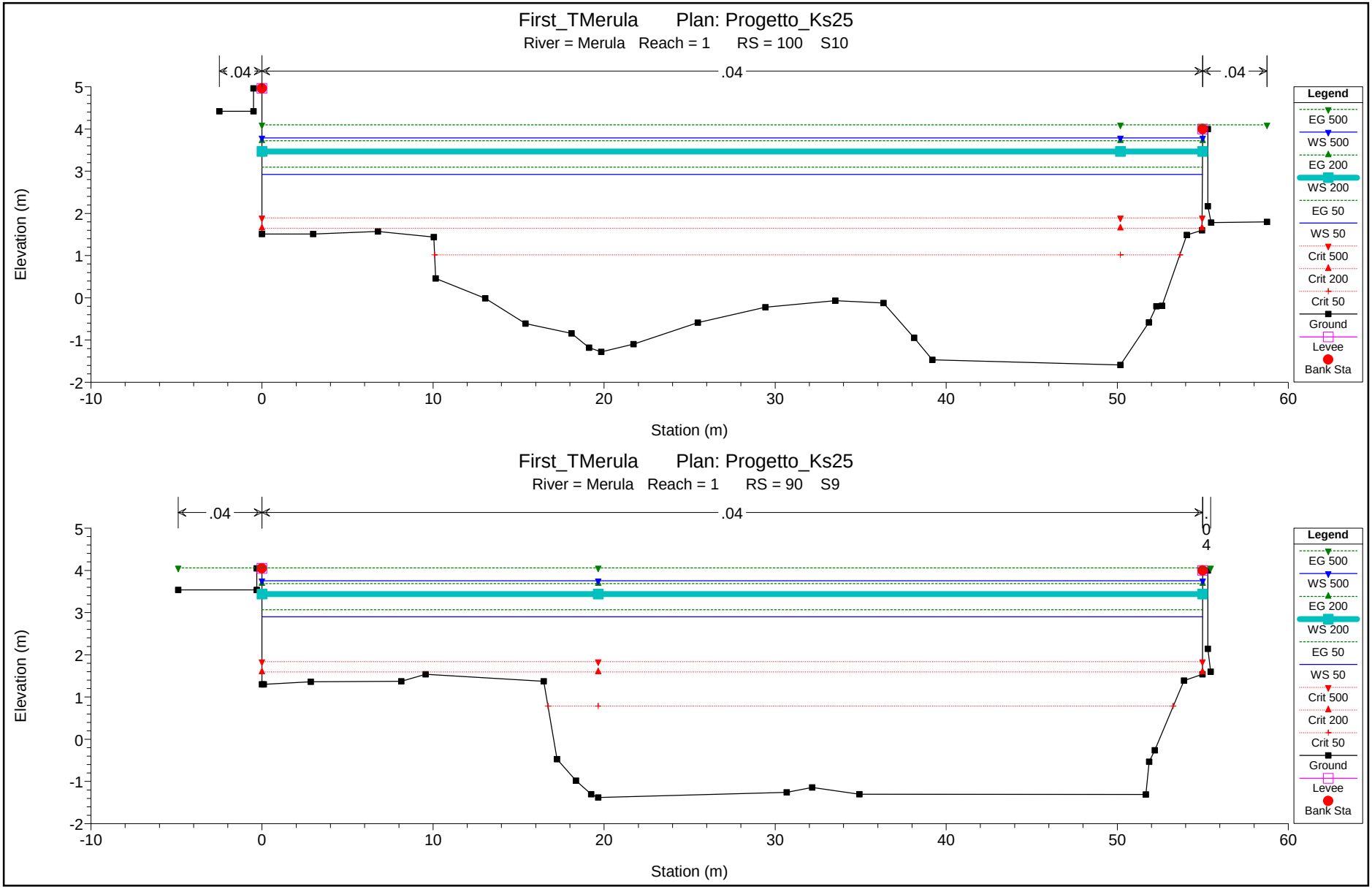
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	130	50	320.00	-0.85	3.05	1.30	3.20	5.75	5.16	0.001151	1.74	184.17	58.78	0.31
1	130	200	460.00	-0.85	3.67	1.71	3.89	5.75	5.16	0.001334	2.08	221.06	59.35	0.34
1	130	500	550.00	-0.85	4.06	1.95	4.32	5.75	5.16	0.001393	2.25	244.26	59.70	0.36
1	120	50	320.00	-2.77	3.01	0.84	3.18	6.40	6.08	0.000988	1.81	176.66	56.81	0.30
1	120	200	460.00	-2.77	3.60	1.32	3.86	6.40	6.08	0.001238	2.24	205.25	57.21	0.35
1	120	500	550.00	-2.77	3.97	1.60	4.28	6.40	6.08	0.001342	2.47	223.03	57.46	0.37
1	115		Bridge											
1	110	50	320.00	-1.75	2.95	0.90	3.12	5.51	2.20	0.001095	1.87	170.91	64.07	0.32
1	110	200	460.00	-1.75	3.48	1.39	3.76	5.51	2.20	0.001417	2.34	196.66	64.08	0.37
1	110	500	550.00	-1.75	3.80	1.67	4.15	5.51	2.20	0.001581	2.60	211.83	64.08	0.39
1	109	50	320.00	-1.75	2.96	1.05	3.12	5.50	4.00	0.001210	1.75	182.64	55.50	0.31
1	109	200	460.00	-1.75	3.51	1.50	3.75	5.50	4.00	0.001525	2.16	213.30	55.50	0.35
1	109	500	550.00	-1.75	3.84	1.83	4.13	5.50	4.00	0.001683	2.38	231.45	55.50	0.37
1	100	50	320.00	-1.59	2.92	1.02	3.09	4.96	4.00	0.001268	1.82	176.03	54.98	0.32
1	100	200	460.00	-1.59	3.47	1.65	3.72	4.96	4.00	0.001595	2.24	205.77	54.99	0.37
1	100	500	550.00	-1.59	3.79	1.89	4.10	4.96	4.00	0.001757	2.46	223.41	55.00	0.39
1	90	50	320.00	-1.38	2.90	0.78	3.07	4.05	4.00	0.001239	1.80	177.77	54.99	0.32
1	90	200	460.00	-1.38	3.44	1.59	3.69	4.05	4.00	0.001573	2.22	207.15	55.00	0.37
1	90	500	550.00	-1.38	3.75	1.84	4.06	4.05	4.00	0.001741	2.45	224.61	55.00	0.39
1	80	50	320.00	-1.56	2.86	0.93	3.04	4.00	4.00	0.001391	1.88	170.33	54.99	0.34
1	80	200	460.00	-1.56	3.38	1.69	3.65	4.00	4.00	0.001753	2.31	198.94	55.00	0.39
1	80	500	550.00	-1.56	3.69	1.93	4.02	4.00	4.00	0.001931	2.55	215.99	55.00	0.41
1	70	50	320.00	-1.52	2.77	1.11	3.00	4.00	4.00	0.002138	2.13	150.18	54.98	0.41
1	70	200	460.00	-1.52	3.26	1.84	3.61	4.00	4.00	0.002602	2.60	177.17	54.99	0.46
1	70	500	550.00	-1.52	3.56	2.12	3.97	4.00	4.00	0.002820	2.85	193.26	54.99	0.48
1	60	50	320.00	-1.65	2.49	1.89	2.92	4.00	4.00	0.005567	2.88	111.04	53.33	0.64
1	60	200	460.00	-1.65	2.88	2.36	3.50	4.00	4.00	0.006791	3.48	132.24	54.98	0.72
1	60	500	550.00	-1.65	3.12	2.64	3.85	4.00	4.00	0.007165	3.79	145.31	54.99	0.74
1	52.5	50	320.00	-1.44	2.43	1.81	2.82	3.50	3.50	0.004939	2.78	115.02	55.00	0.61
1	52.5	200	460.00	-1.44	2.80	2.26	3.39	3.50	3.50	0.006037	3.40	135.33	55.00	0.69
1	52.5	500	550.00	-1.44	3.03	2.51	3.73	3.50	3.50	0.006486	3.72	147.89	55.00	0.72
1	52.49	50	320.00	-1.44	2.43	1.81	2.82	3.50	2.40	0.004921	2.78	115.26	55.75	0.62
1	52.49	200	460.00	-1.44	2.81	2.27	3.38	3.50	2.40	0.006036	3.37	136.59	57.25	0.70
1	52.49	500	550.00	-1.44	3.04	2.53	3.73	3.50	2.40	0.006342	3.67	150.09	57.25	0.72
1	50	50	320.00	-1.37	2.36	1.59	2.79	1.82	1.89	0.003909	2.95	114.94	53.69	0.58
1	50	200	460.00	-1.37	2.65	2.21	3.34	1.82	1.89	0.005598	3.77	130.38	55.19	0.70
1	50	500	550.00	-1.37	2.80	2.48	3.67	1.82	1.89	0.006606	4.24	139.03	55.19	0.77
1	40	50	320.00	-0.58	2.11	2.02	2.69	1.89	1.84	0.006916	3.49	104.79	82.51	0.75
1	40	200	460.00	-0.58	2.48	2.42	3.20	1.89	1.84	0.007387	3.99	135.10	82.51	0.79
1	40	500	550.00	-0.58	2.69	2.63	3.49	1.89	1.84	0.007454	4.23	153.04	82.51	0.81
1	30	50	320.00	-0.49	1.60	1.56	2.37	1.76	1.40	0.012556	3.90	82.75	49.96	0.96
1	30	200	460.00	-0.49	2.14	2.17	2.97	1.76	1.40	0.009739	4.09	121.20	83.56	0.88
1	30	500	550.00	-0.49	2.33	2.39	3.27	1.76	1.40	0.010072	4.40	137.03	83.56	0.91
1	20	50	320.00	-0.85	1.26	1.29	2.05	1.86	1.05	0.011321	3.98	84.28	64.19	0.92
1	20	200	460.00	-0.85	1.78	1.77	2.64	1.86	1.05	0.009537	4.22	119.54	70.33	0.88
1	20	500	550.00	-0.85	2.19	2.02	2.98	1.86	1.05	0.007290	4.10	148.85	71.23	0.79
1	10	50	320.00	-1.22	1.00	0.94	1.78	1.65	0.69	0.010998	3.95	84.28	51.62	0.92
1	10	200	460.00	-1.22	1.37	1.37	2.44	1.65	0.69	0.012338	4.66	103.89	53.74	1.00
1	10	500	550.00	-1.22	1.80	1.80	2.83	1.65	0.69	0.009655	4.60	129.42	64.75	0.90

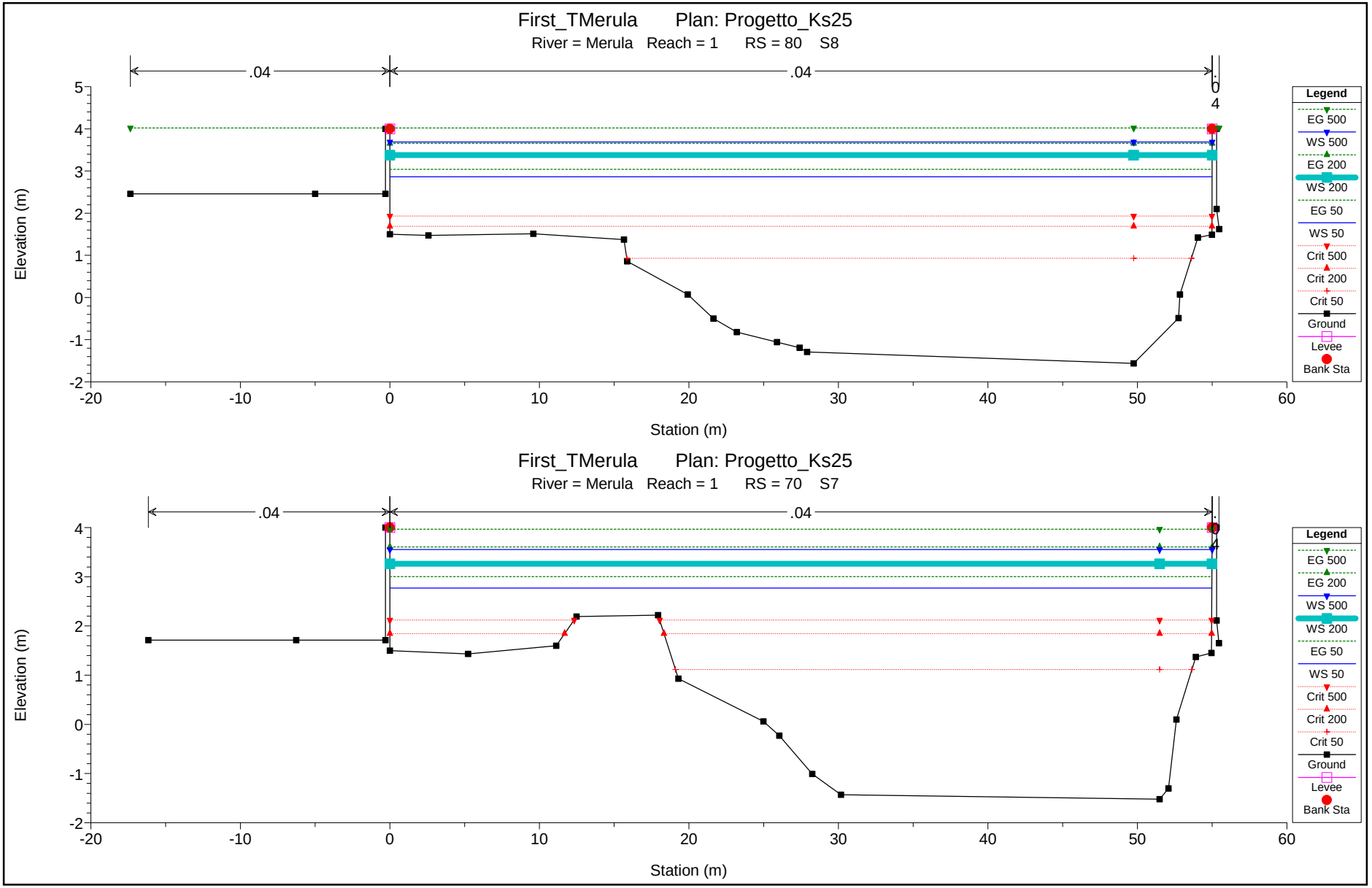

First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
LOB
ROB
Left Levee
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
8
6
4
2
0
-2
-4
0
50
100
150
200
250
S2
S3
S4
S5
Fine arginatura
S6
S7
S8
S9
S10
S11
Ponte SS1...
S13

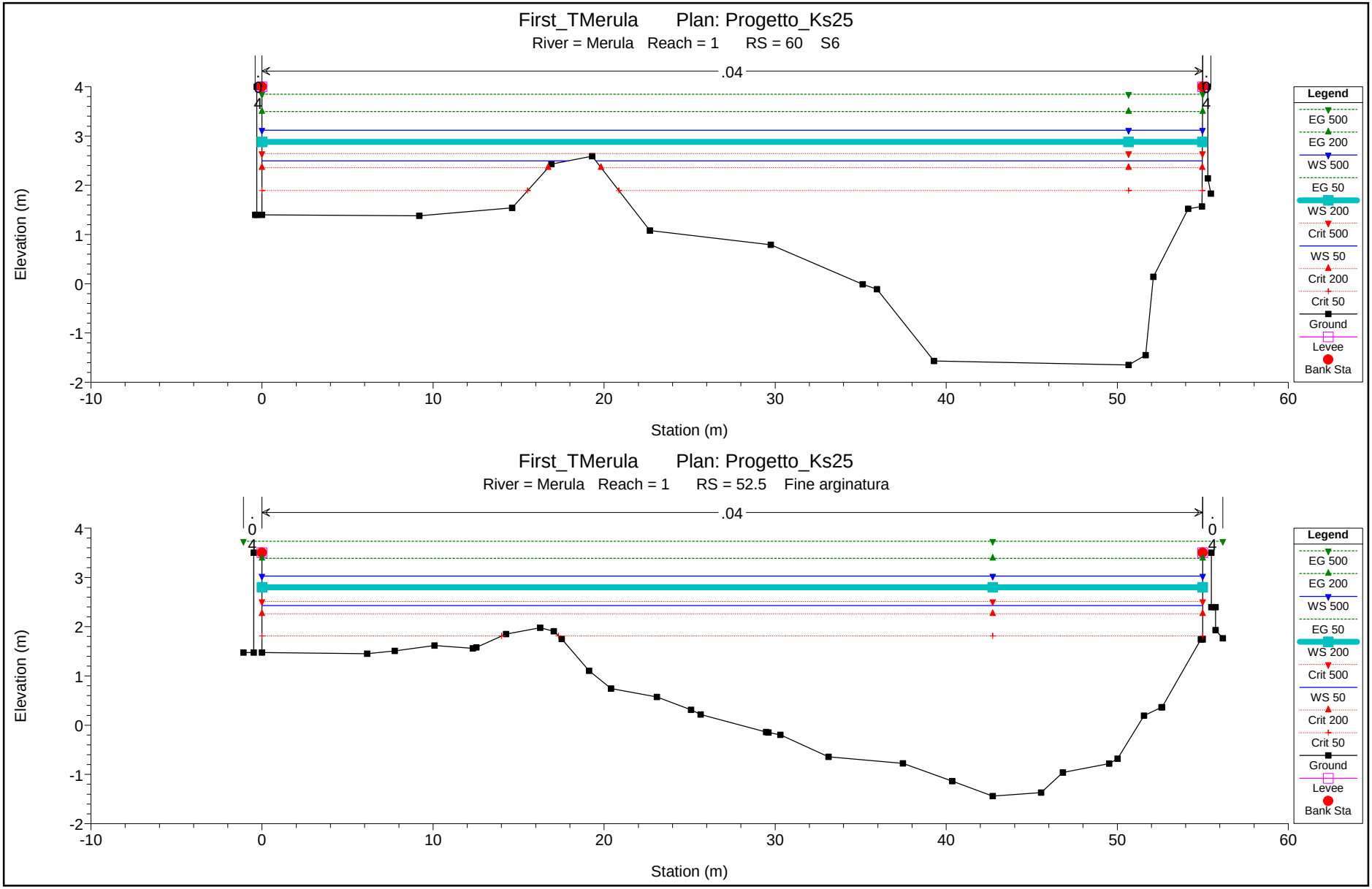

First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 130 S13
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 120 S12 - Ponte
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

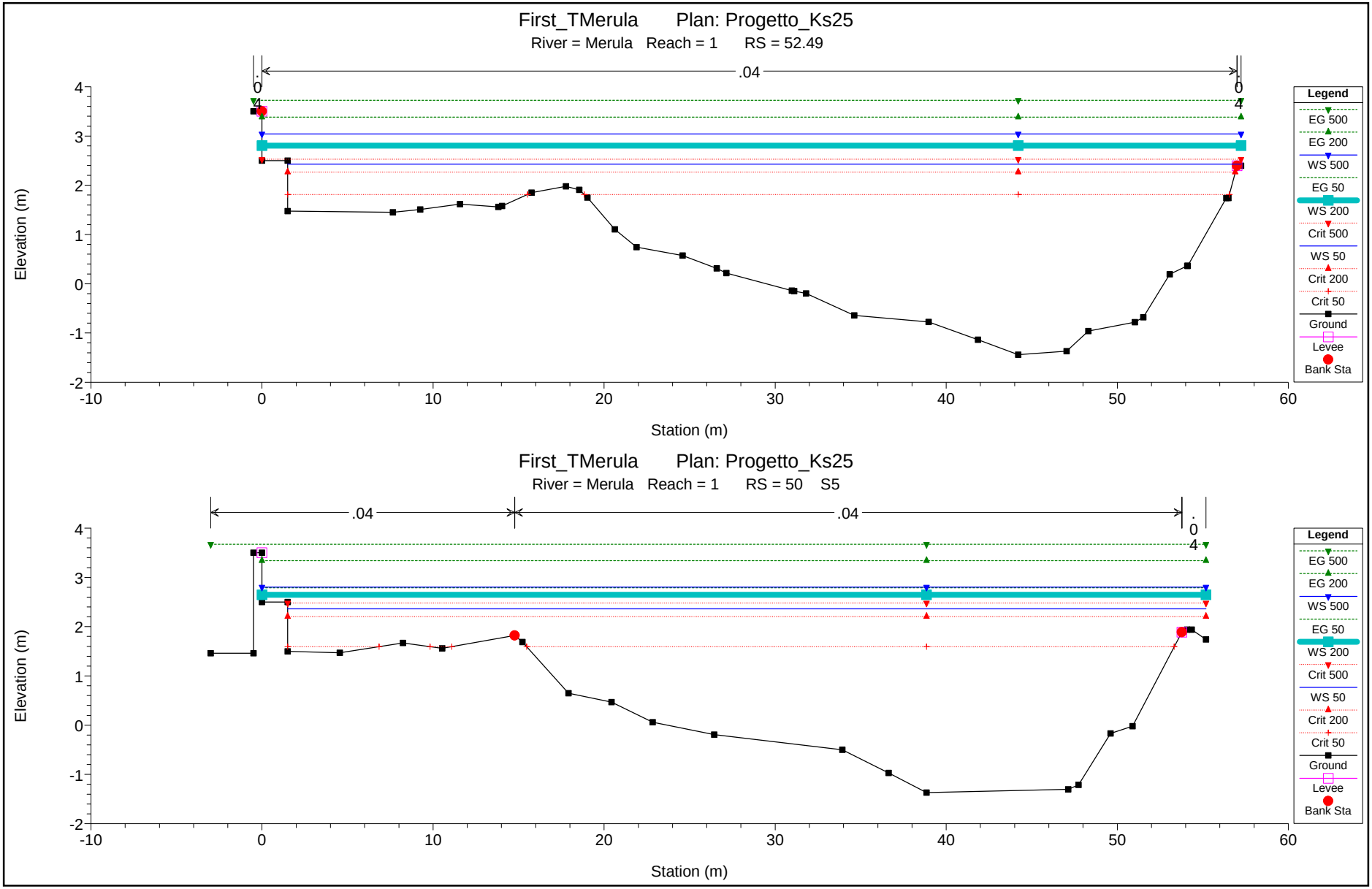

First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

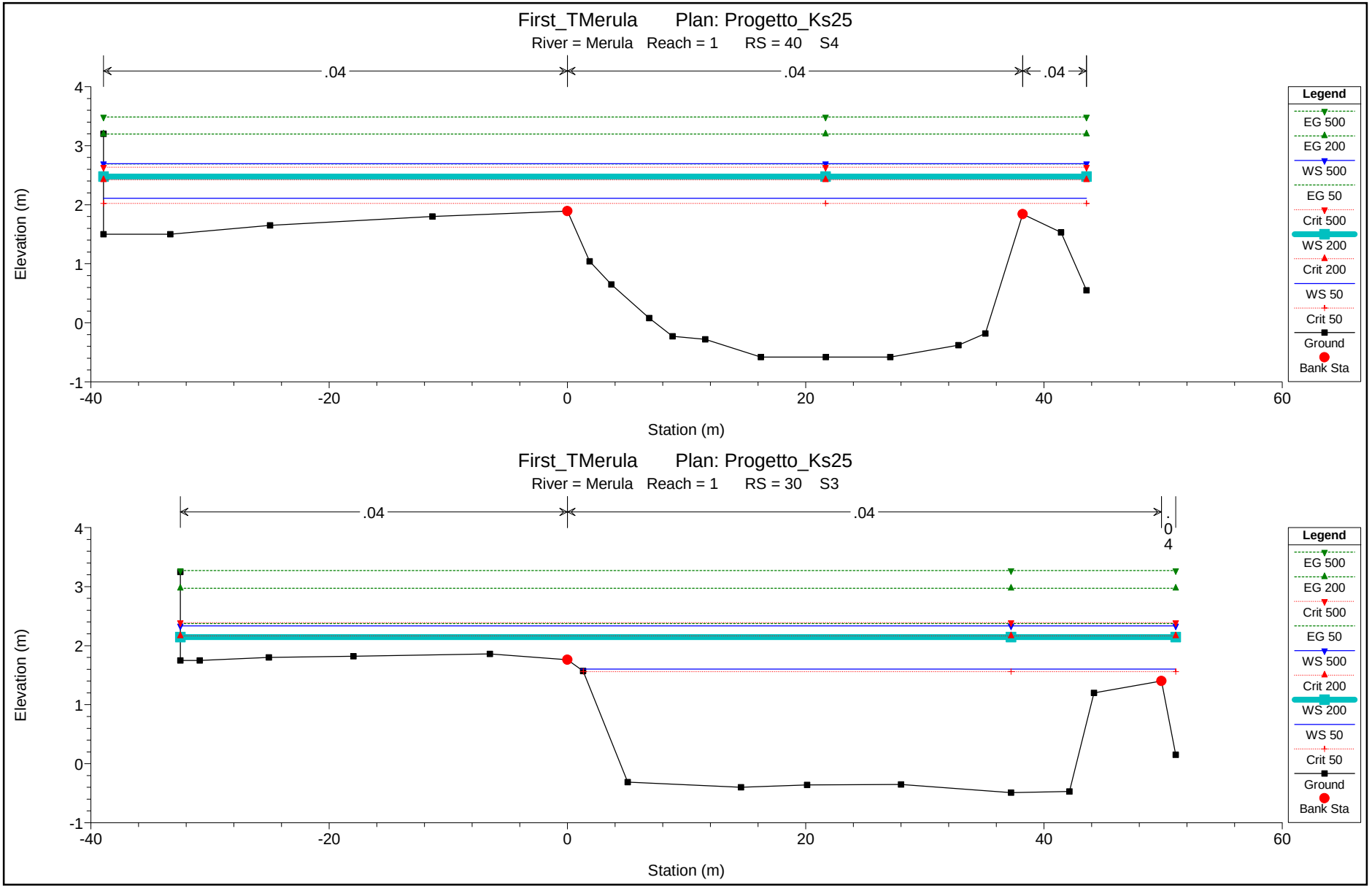

First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 110 S11 - Ponte
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 109 S11
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta

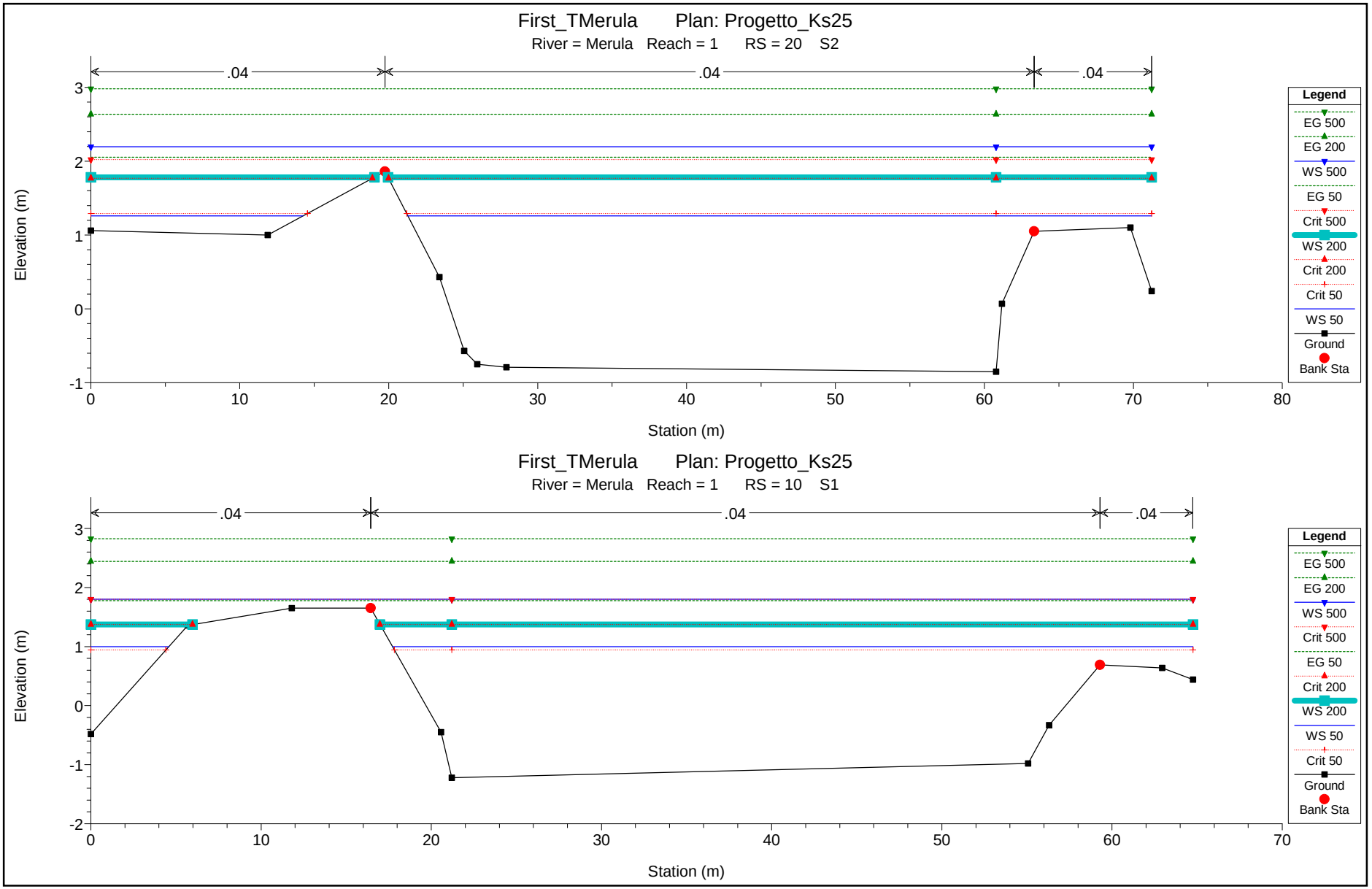

First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 100 S10
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 90 S9
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 80 S8
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 70 S7
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 60 S6
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 52.5 Fine arginatura
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 52.49
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 50 S5
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta

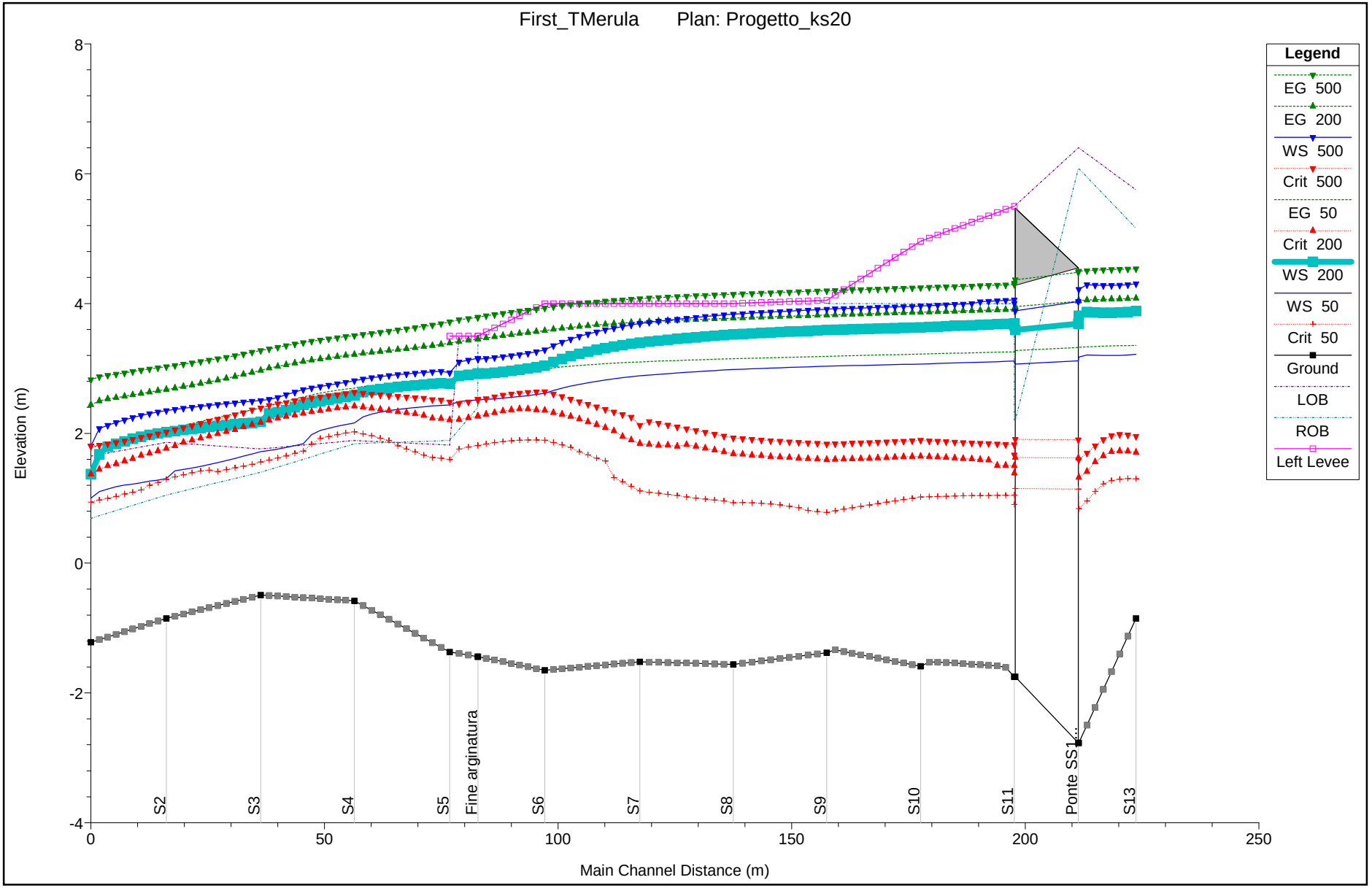

First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 40 S4
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
WS 200
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 30 S3
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
Crit 500
EG 50
WS 500
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta

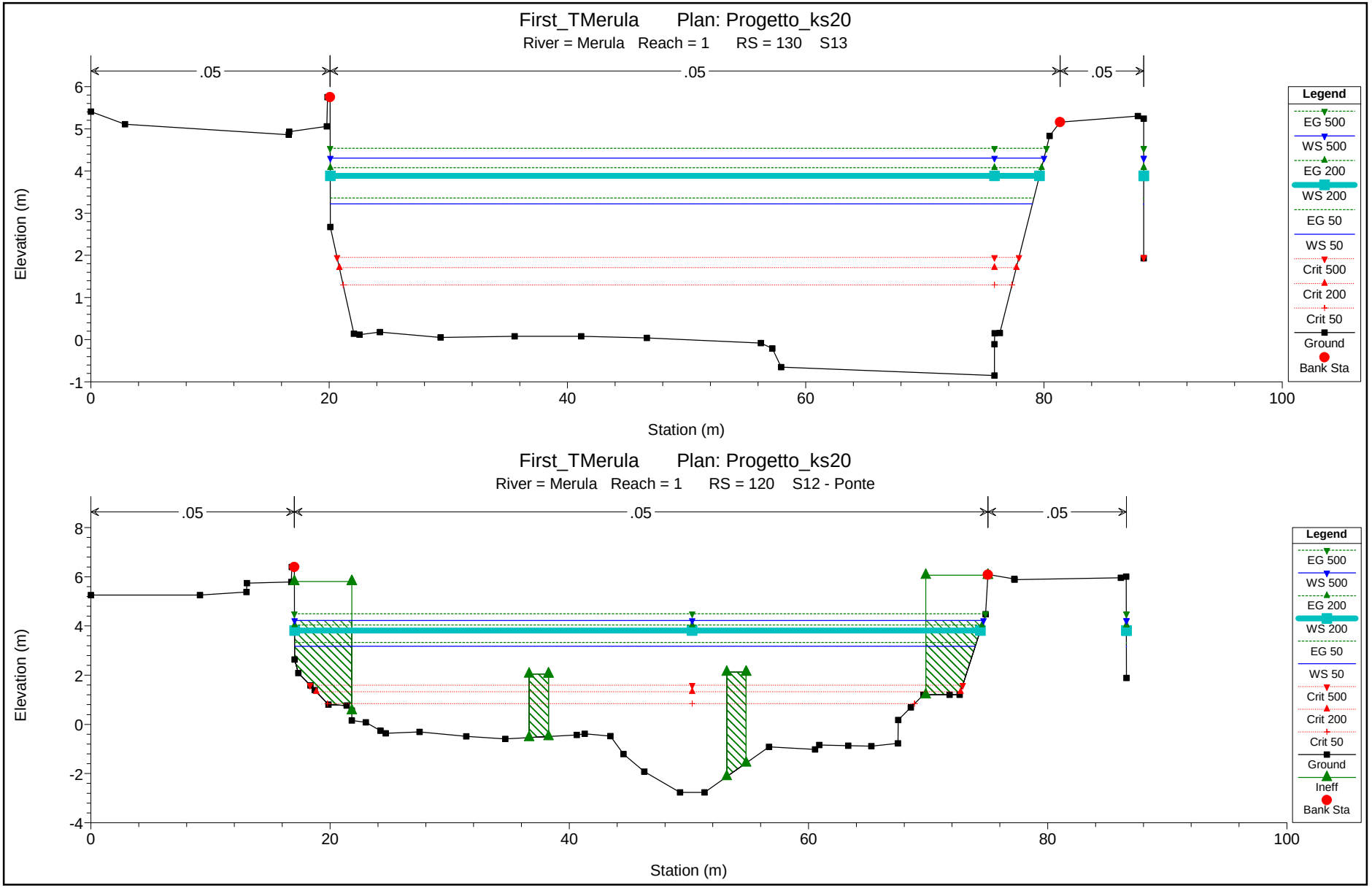

First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 20 S2
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
WS 200
Crit 200
Crit 50
WS 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_Ks25
River = Merula Reach = 1 RS = 10 S1
.04
.04
.04
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta

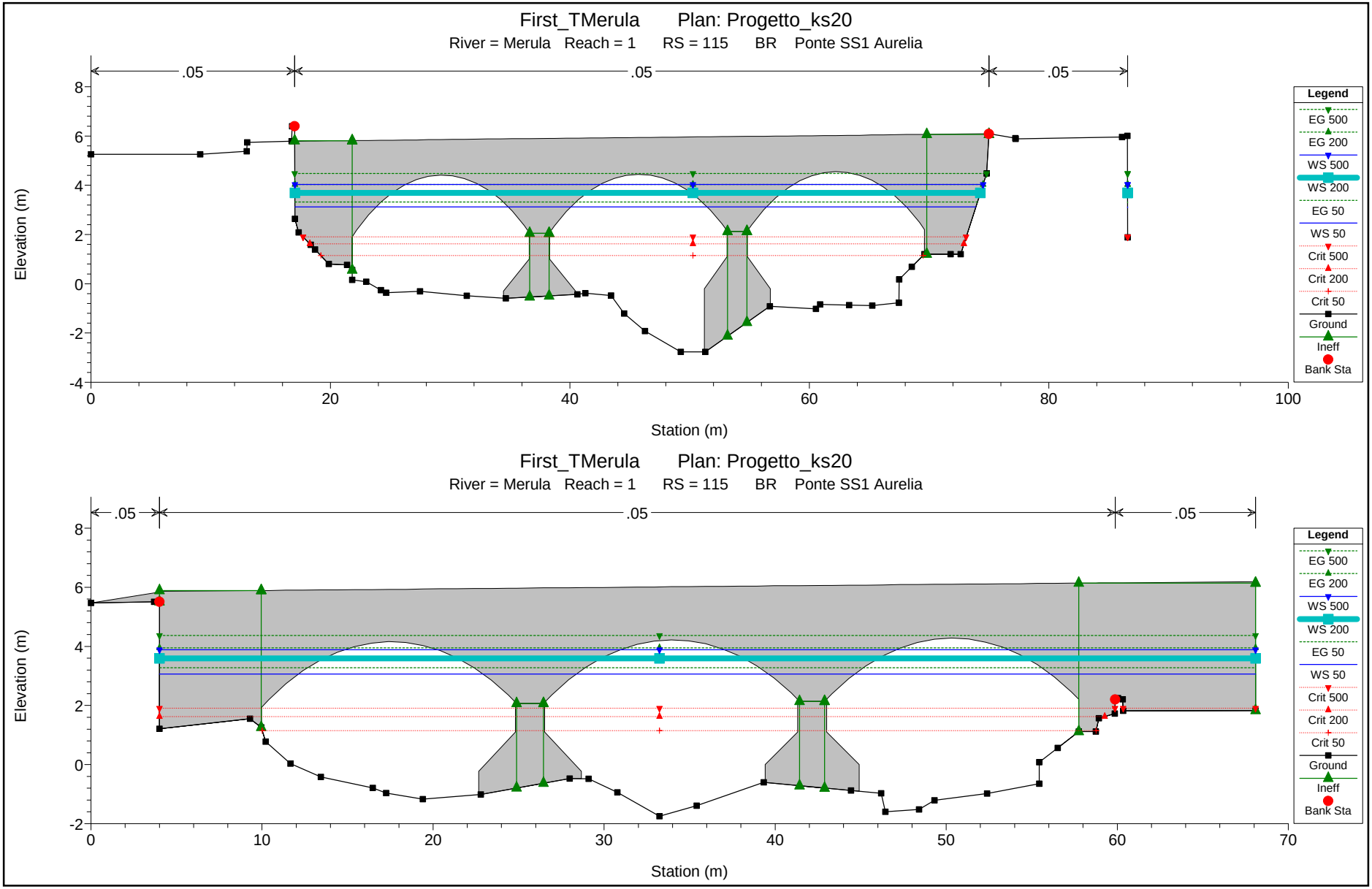
ALLEGATO 4:
simulazione idraulica in HEC-RAS 4.1.0 – stato di progetto Ks 20

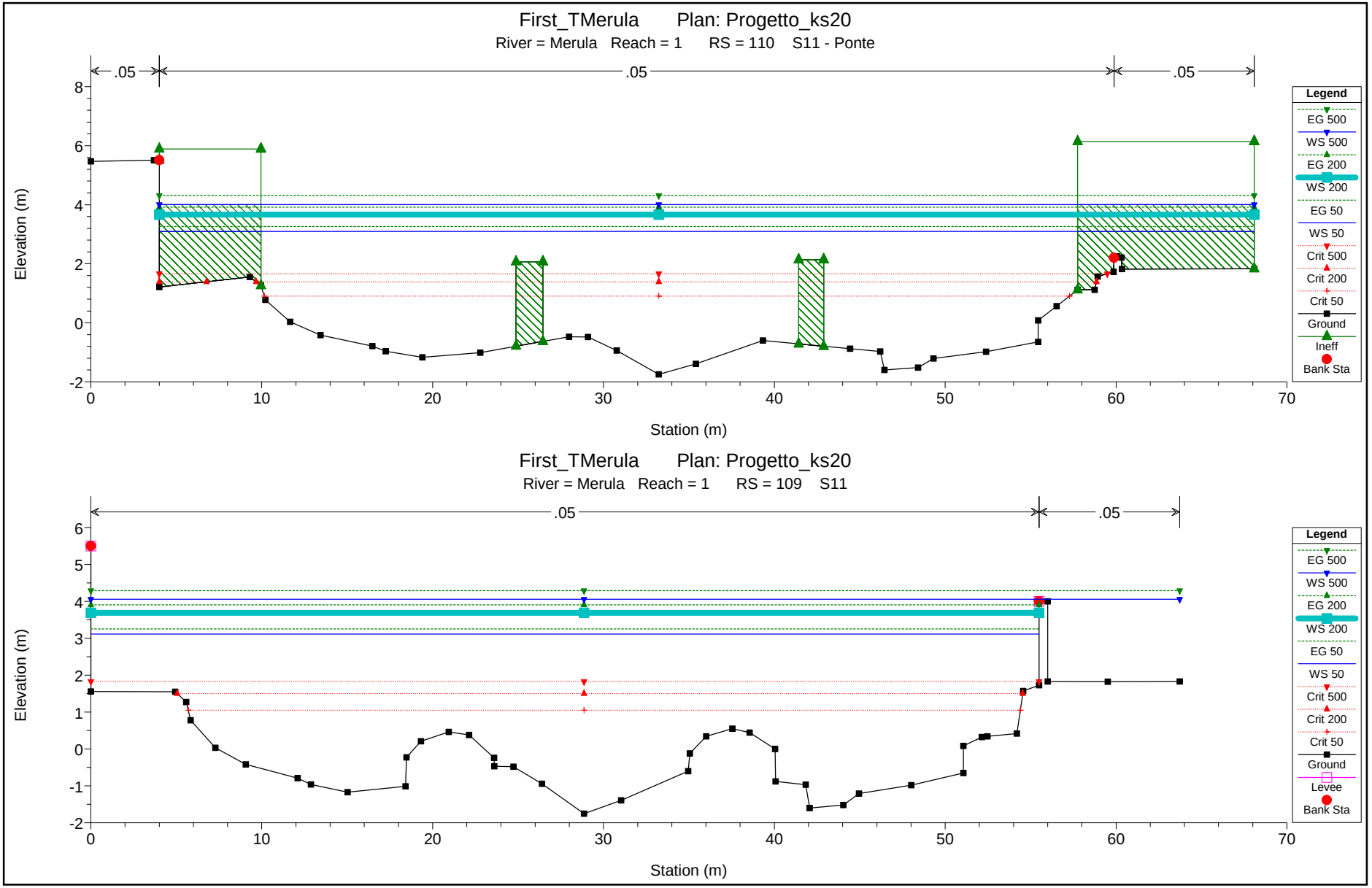
HEC-RAS Plan: Progetto_ks20 River: Merula Reach: 1

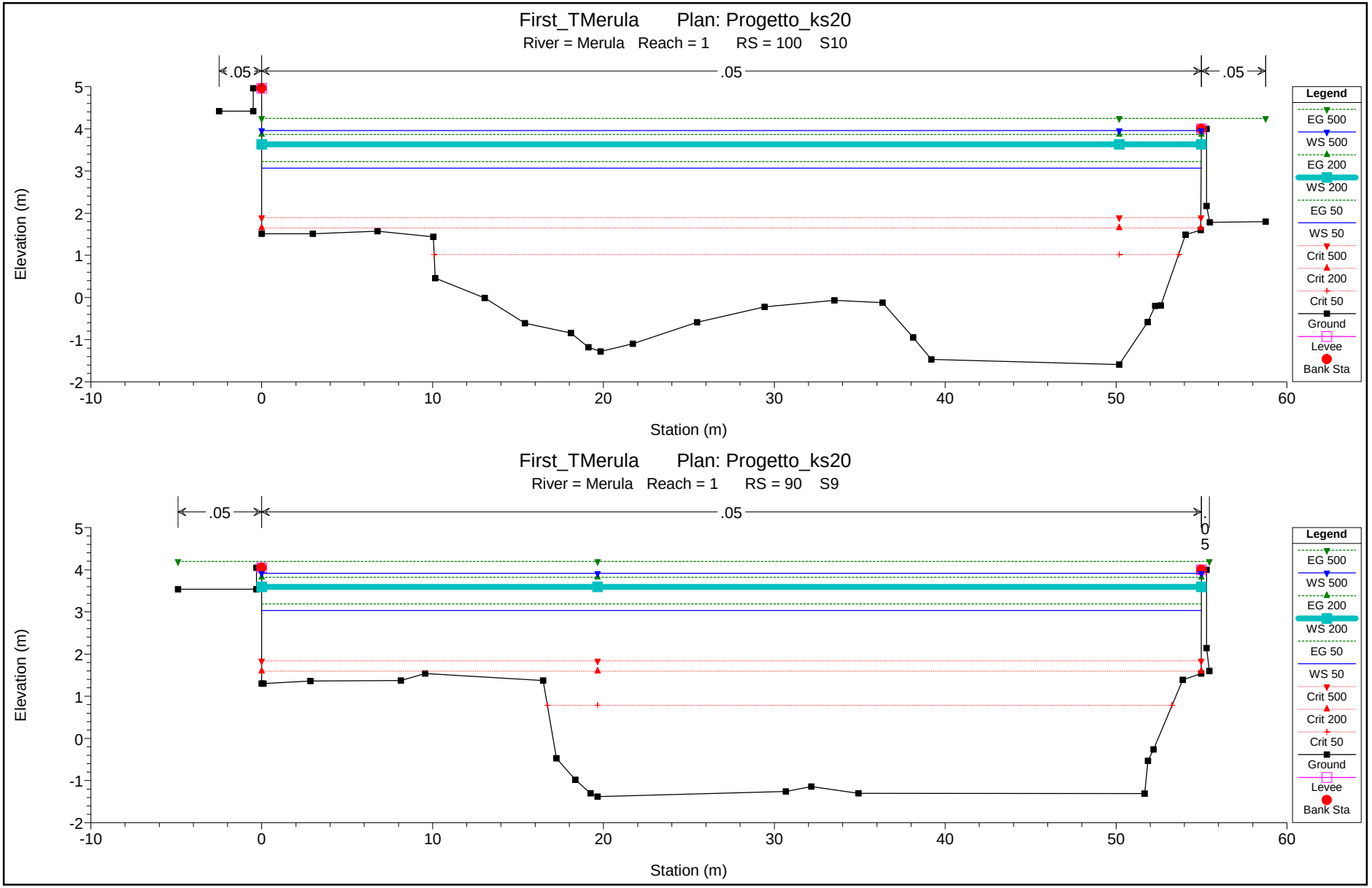
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	130	50	320.00	-0.85	3.22	1.30	3.36	5.75	5.16	0.001520	1.65	194.16	58.94	0.29
1	130	200	460.00	-0.85	3.88	1.71	4.08	5.75	5.16	0.001754	1.97	233.53	59.54	0.32
1	130	500	550.00	-0.85	4.31	1.95	4.54	5.75	5.16	0.001816	2.13	258.81	59.92	0.33
1	120	50	320.00	-2.77	3.17	0.84	3.33	6.40	6.08	0.001333	1.73	184.60	56.92	0.28
1	120	200	460.00	-2.77	3.81	1.32	4.04	6.40	6.08	0.001652	2.14	215.20	57.35	0.32
1	120	500	550.00	-2.77	4.22	1.60	4.50	6.40	6.08	0.001769	2.34	234.71	57.62	0.34
1	115		Bridge											
1	110	50	320.00	-1.75	3.10	0.90	3.26	5.51	2.20	0.001490	1.80	178.15	64.07	0.30
1	110	200	460.00	-1.75	3.66	1.39	3.92	5.51	2.20	0.001920	2.24	205.23	64.08	0.35
1	110	500	550.00	-1.75	4.00	1.67	4.32	5.51	2.20	0.002134	2.48	221.36	64.08	0.37
1	109	50	320.00	-1.75	3.11	1.05	3.26	5.50	4.00	0.001638	1.68	191.01	55.50	0.29
1	109	200	460.00	-1.75	3.69	1.50	3.91	5.50	4.00	0.002064	2.06	223.16	55.50	0.33
1	109	500	550.00	-1.75	4.06	1.83	4.29	5.50	4.00	0.002085	2.18	260.64	63.72	0.33
1	100	50	320.00	-1.59	3.07	1.02	3.22	4.96	4.00	0.001724	1.74	183.87	54.98	0.30
1	100	200	460.00	-1.59	3.63	1.65	3.87	4.96	4.00	0.002170	2.14	214.96	54.99	0.35
1	100	500	550.00	-1.59	3.96	1.89	4.24	4.96	4.00	0.002405	2.36	233.01	55.00	0.37
1	90	50	320.00	-1.38	3.03	0.78	3.19	4.05	4.00	0.001702	1.73	185.06	54.99	0.30
1	90	200	460.00	-1.38	3.59	1.59	3.82	4.05	4.00	0.002165	2.13	215.64	55.00	0.34
1	90	500	550.00	-1.38	3.91	1.84	4.20	4.05	4.00	0.002410	2.36	233.40	55.00	0.37
1	80	50	320.00	-1.56	2.98	0.93	3.15	4.00	4.00	0.001918	1.81	177.13	54.99	0.32
1	80	200	460.00	-1.56	3.52	1.69	3.78	4.00	4.00	0.002422	2.22	206.80	55.00	0.37
1	80	500	550.00	-1.56	3.84	1.93	4.14	4.00	4.00	0.002688	2.45	224.05	55.00	0.39
1	70	50	320.00	-1.52	2.89	1.11	3.10	4.00	4.00	0.002924	2.04	156.53	54.98	0.39
1	70	200	460.00	-1.52	3.40	1.84	3.71	4.00	4.00	0.003566	2.49	184.61	54.99	0.43
1	70	500	550.00	-1.52	3.69	2.12	4.08	4.00	4.00	0.003899	2.74	200.85	55.00	0.46
1	60	50	320.00	-1.65	2.62	1.89	2.99	4.00	4.00	0.007481	2.72	117.70	54.98	0.59
1	60	200	460.00	-1.65	3.04	2.36	3.58	4.00	4.00	0.008611	3.26	141.08	54.98	0.65
1	60	500	550.00	-1.65	3.29	2.64	3.93	4.00	4.00	0.009194	3.56	154.49	54.99	0.68
1	52.5	50	320.00	-1.44	2.52	1.81	2.88	3.50	3.50	0.006771	2.67	119.76	55.00	0.58
1	52.5	200	460.00	-1.44	2.92	2.26	3.45	3.50	3.50	0.008132	3.25	141.71	55.00	0.65
1	52.5	500	550.00	-1.44	3.14	2.51	3.79	3.50	3.50	0.008853	3.57	154.25	55.00	0.68
1	52.49	50	320.00	-1.44	2.52	1.81	2.88	3.50	2.40	0.006952	2.66	120.10	57.25	0.59
1	52.49	200	460.00	-1.44	2.92	2.27	3.45	3.50	2.40	0.008069	3.21	143.27	57.25	0.65
1	52.49	500	550.00	-1.44	3.16	2.53	3.79	3.50	2.40	0.008611	3.51	156.69	57.25	0.68
1	50	50	320.00	-1.37	2.44	1.59	2.84	1.82	1.89	0.005518	2.85	118.96	53.69	0.55
1	50	200	460.00	-1.37	2.76	2.21	3.39	1.82	1.89	0.007572	3.60	136.84	55.19	0.66
1	50	500	550.00	-1.37	2.93	2.48	3.72	1.82	1.89	0.008862	4.04	146.25	55.19	0.72
1	40	50	320.00	-0.58	2.16	2.02	2.70	1.89	1.84	0.009816	3.38	108.96	82.51	0.71
1	40	200	460.00	-0.58	2.58	2.42	3.21	1.89	1.84	0.009652	3.75	144.12	82.51	0.73
1	40	500	550.00	-0.58	2.81	2.63	3.51	1.89	1.84	0.009739	3.98	162.90	82.51	0.74
1	30	50	320.00	-0.49	1.72	1.56	2.39	1.76	1.40	0.015983	3.64	88.62	50.77	0.87
1	30	200	460.00	-0.49	2.18	2.17	2.97	1.76	1.40	0.014352	4.01	123.99	83.56	0.86
1	30	500	550.00	-0.49	2.51	2.39	3.28	1.76	1.40	0.011915	4.01	151.55	83.56	0.80
1	20	50	320.00	-0.85	1.30	1.29	2.05	1.86	1.05	0.016271	3.87	87.18	64.72	0.89
1	20	200	460.00	-0.85	2.02	1.77	2.68	1.86	1.05	0.010327	3.73	136.26	71.23	0.74
1	20	500	550.00	-0.85	2.35	2.02	3.03	1.86	1.05	0.009181	3.82	160.03	71.23	0.72
1	10	50	320.00	-1.22	1.00	0.94	1.78	1.65	0.69	0.017184	3.95	84.28	51.62	0.92
1	10	200	460.00	-1.22	1.37	1.37	2.44	1.65	0.69	0.019277	4.66	103.89	53.74	1.00
1	10	500	550.00	-1.22	1.80	1.80	2.83	1.65	0.69	0.015040	4.59	129.56	64.75	0.90

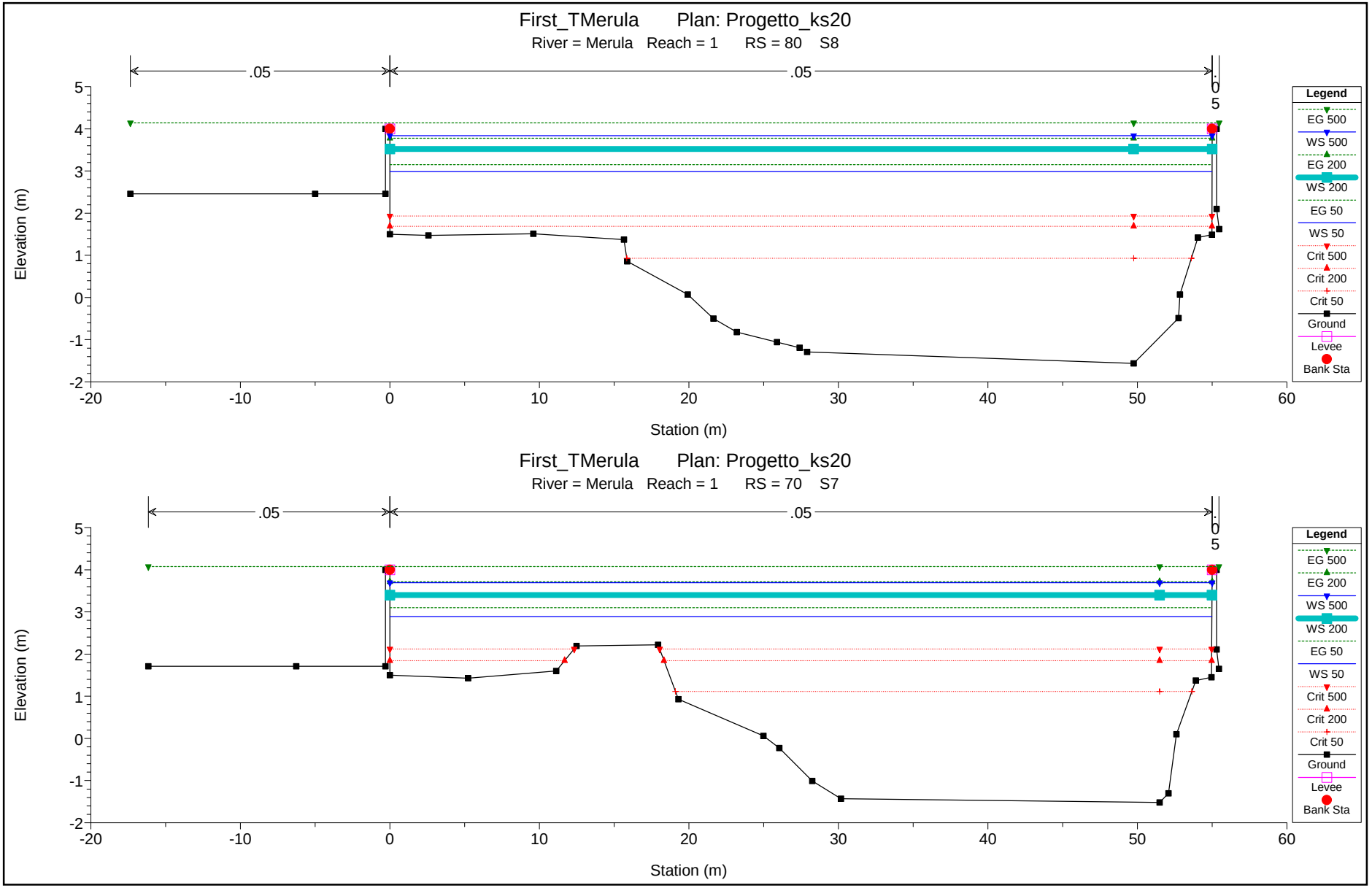

First_TMerula Plan: Progetto_ks20
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
LOB
ROB
Left Levee
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
8
6
4
2
0
-2
-4
0
50
100
150
200
250
S2
S3
S4
S5
Fine arginatura
S6
S7
S8
S9
S10
S11
Ponte SS1...
S13

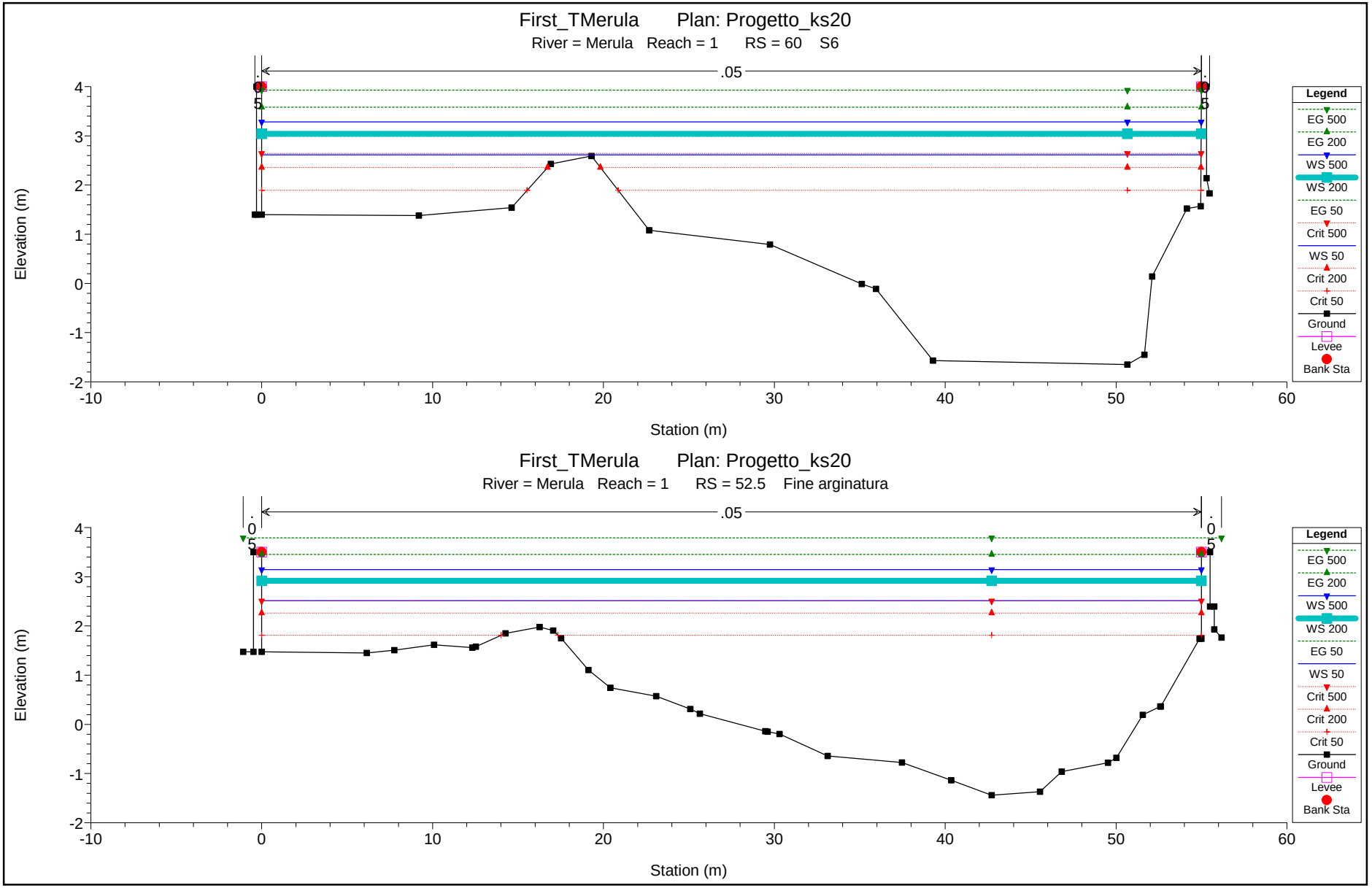

First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 130 S13
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 120 S12 - Ponte
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

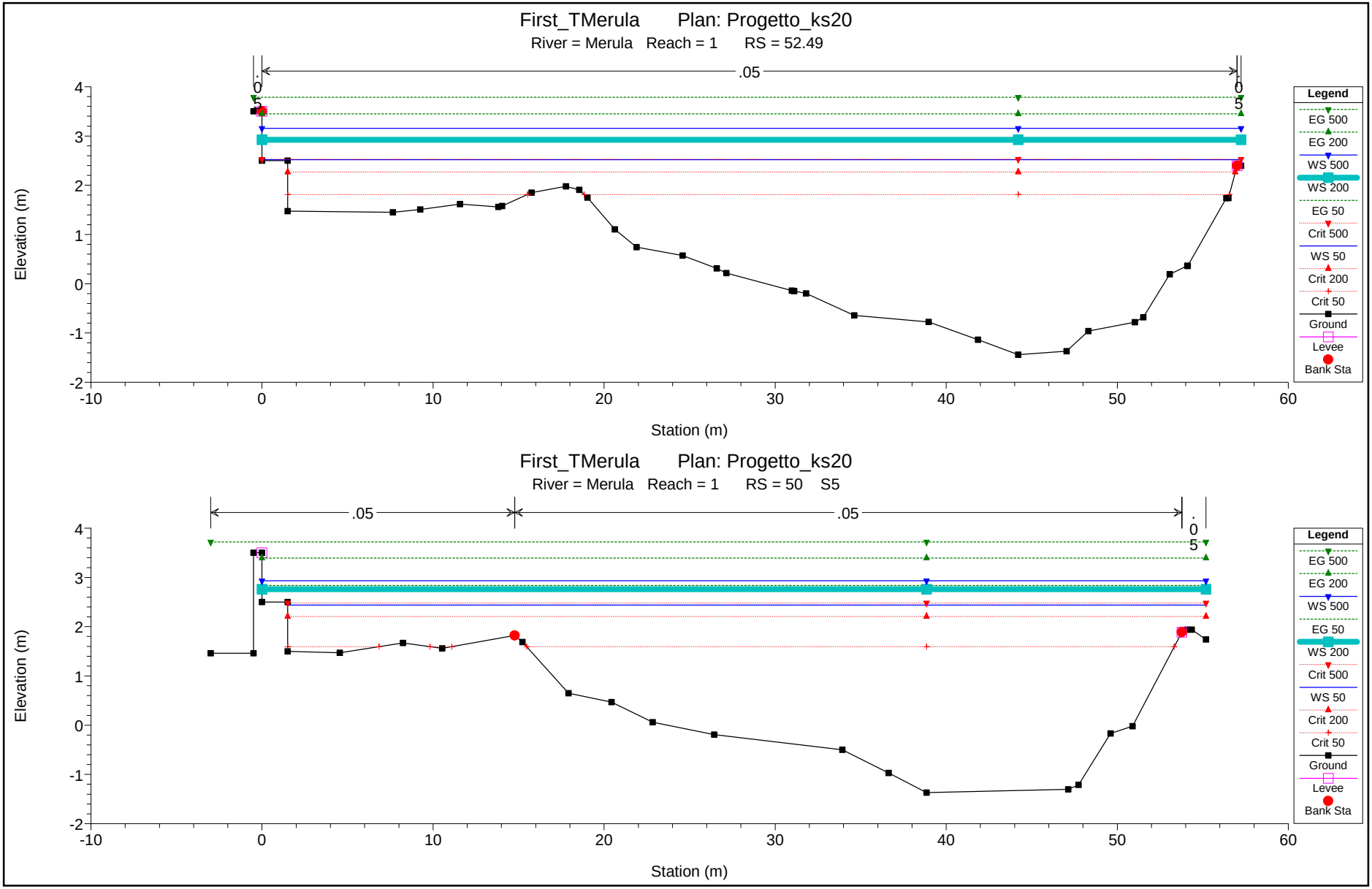

First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

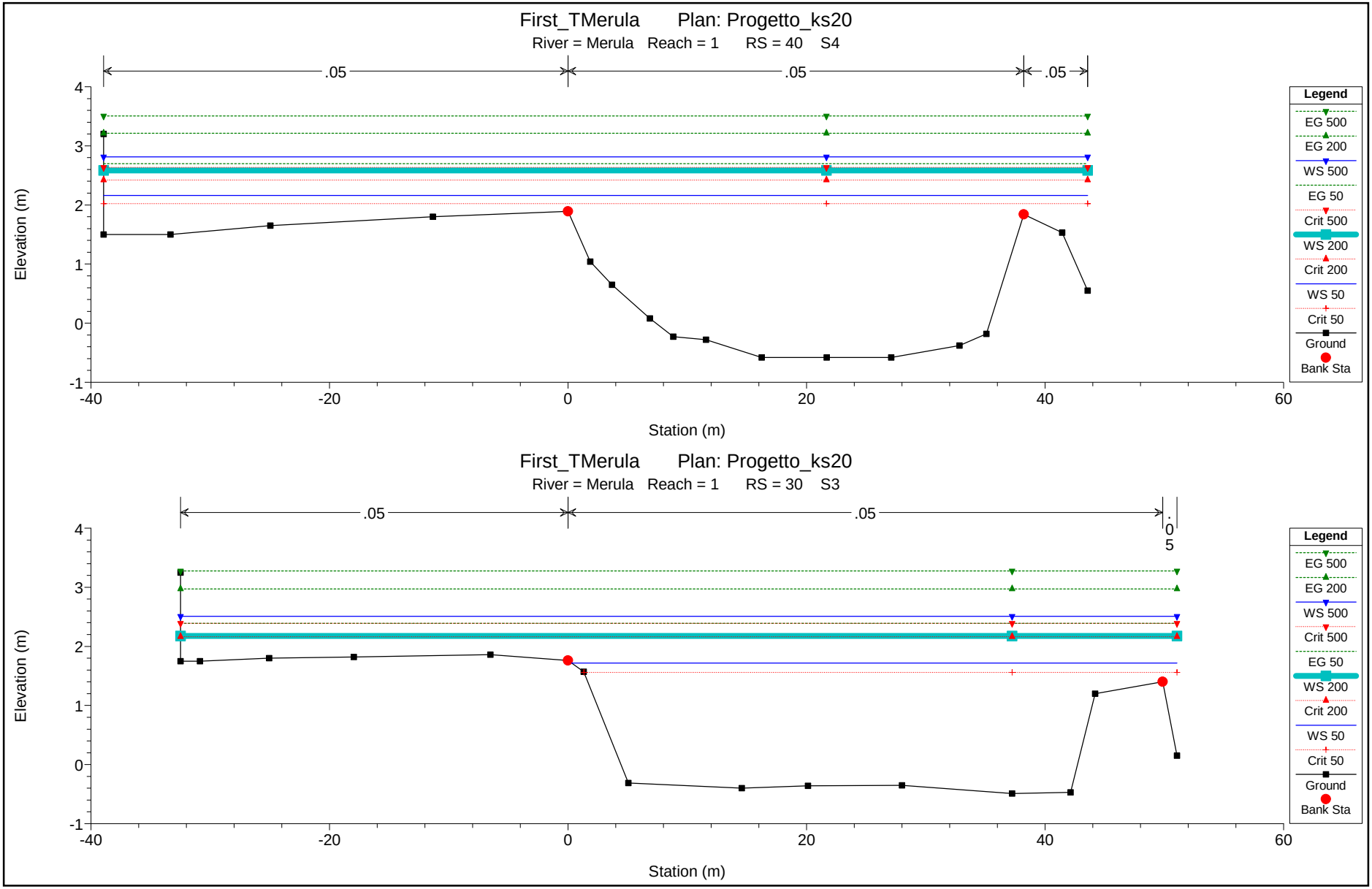

First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 110 S11 - Ponte
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 109 S11
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta

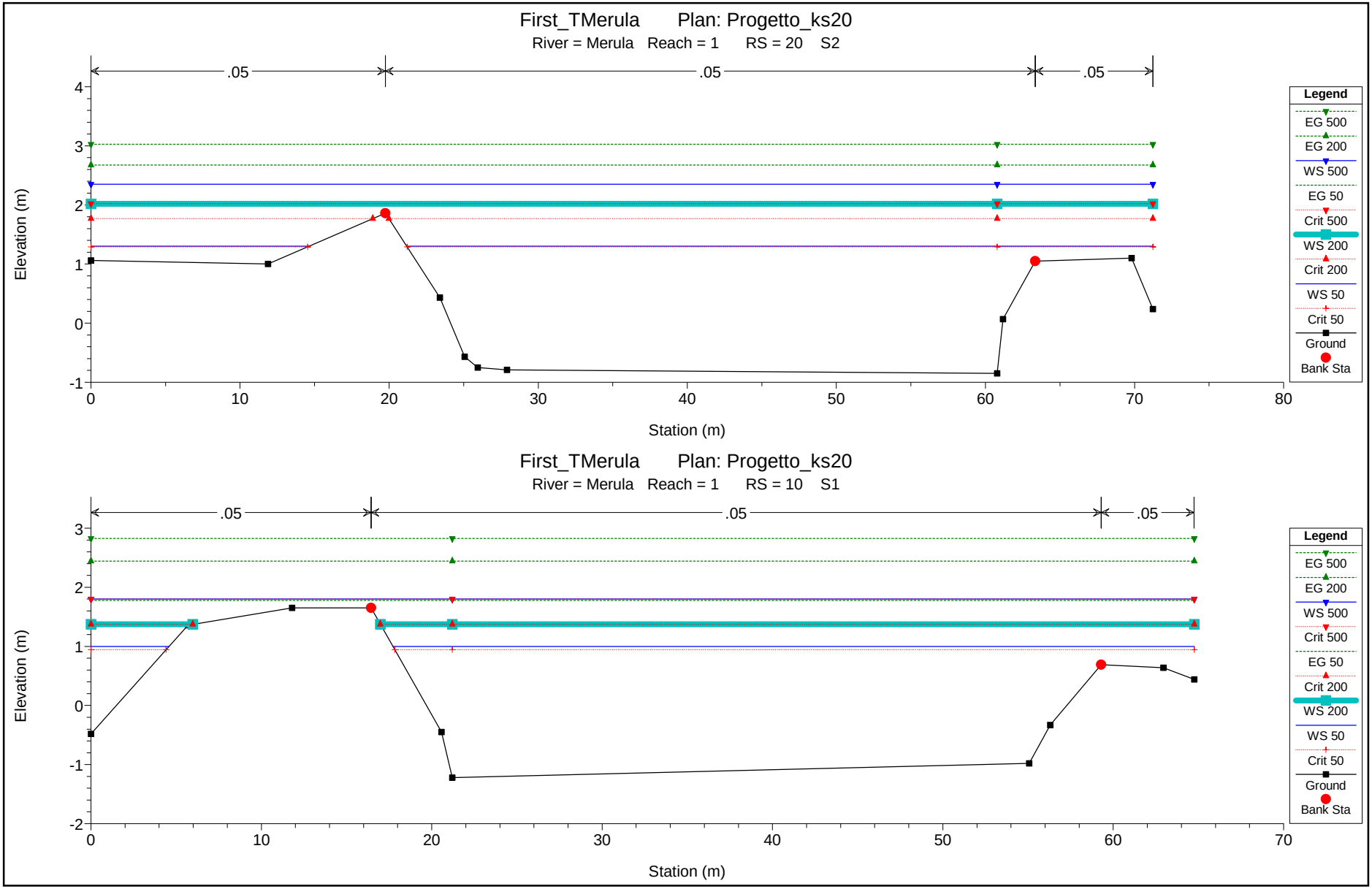

First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 100 S10
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 90 S9
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 80 S8
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 70 S7
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 60 S6
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 52.5 Fine arginatura
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 52.49
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 50 S5
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta

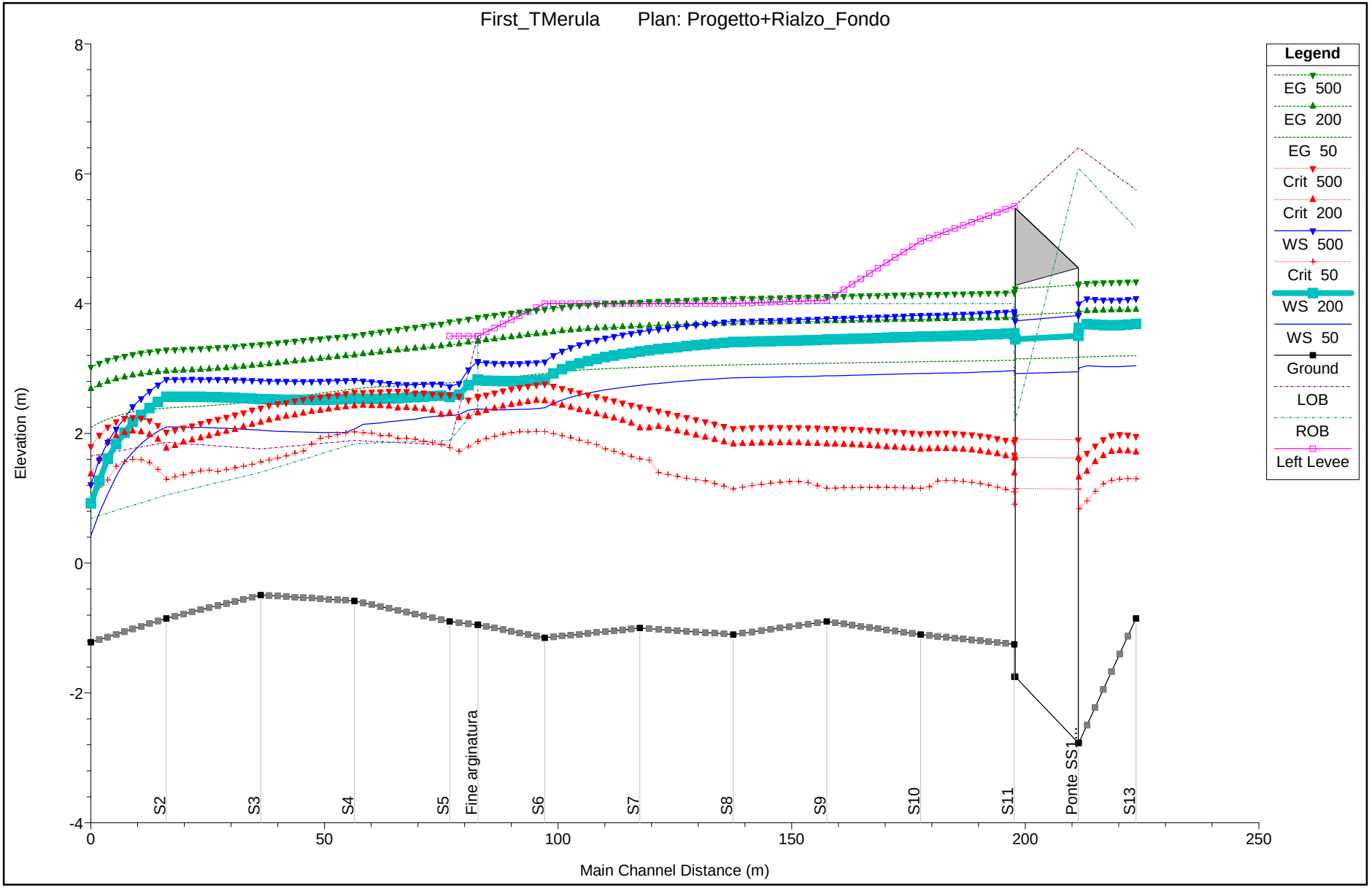

First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 40 S4
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
WS 200
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 30 S3
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
WS 200
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta

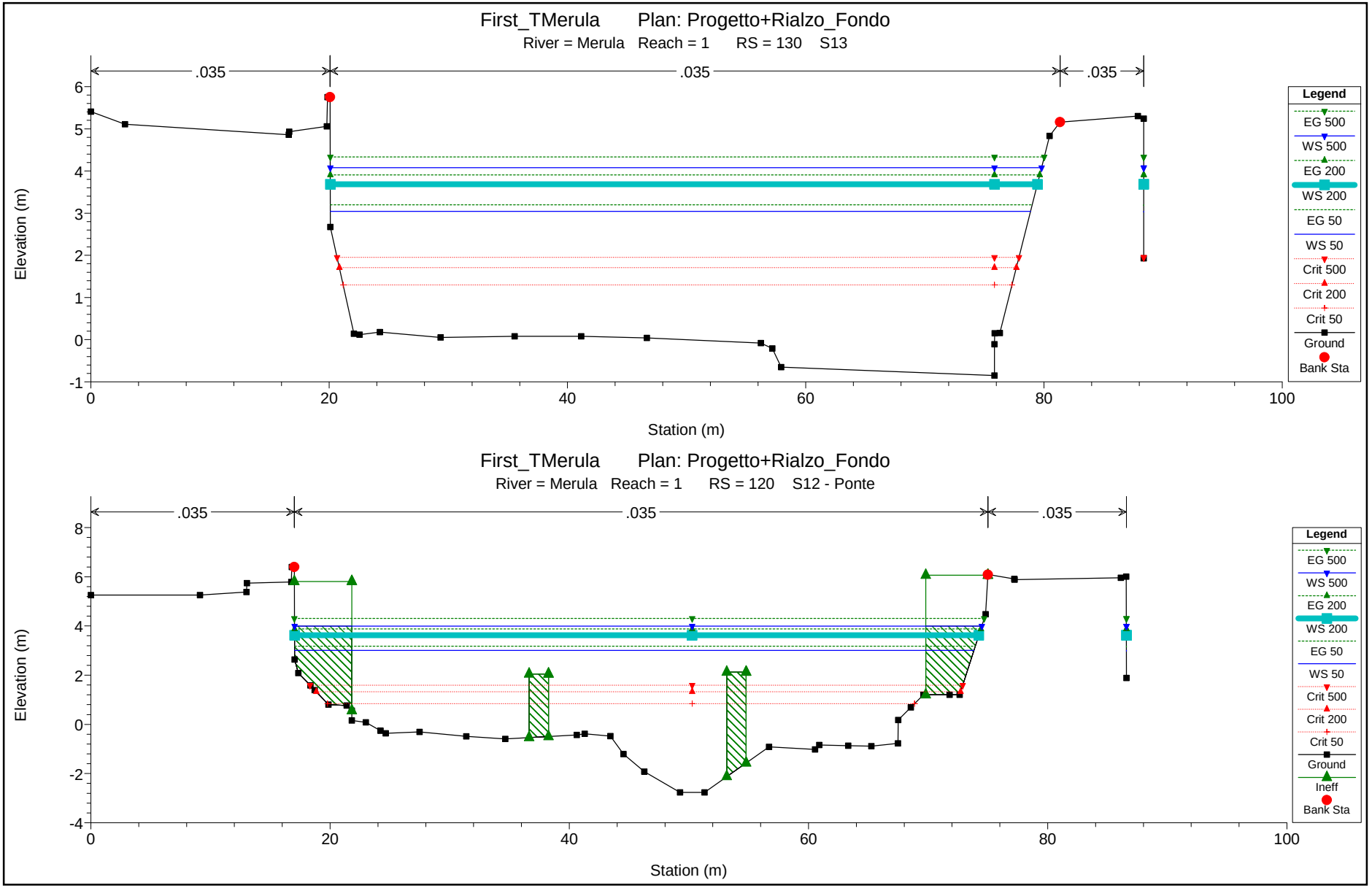

First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 20 S2
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
WS 200
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto_ks20
River = Merula Reach = 1 RS = 10 S1
.05
.05
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
Crit 500
EG 50
Crit 200
WS 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta

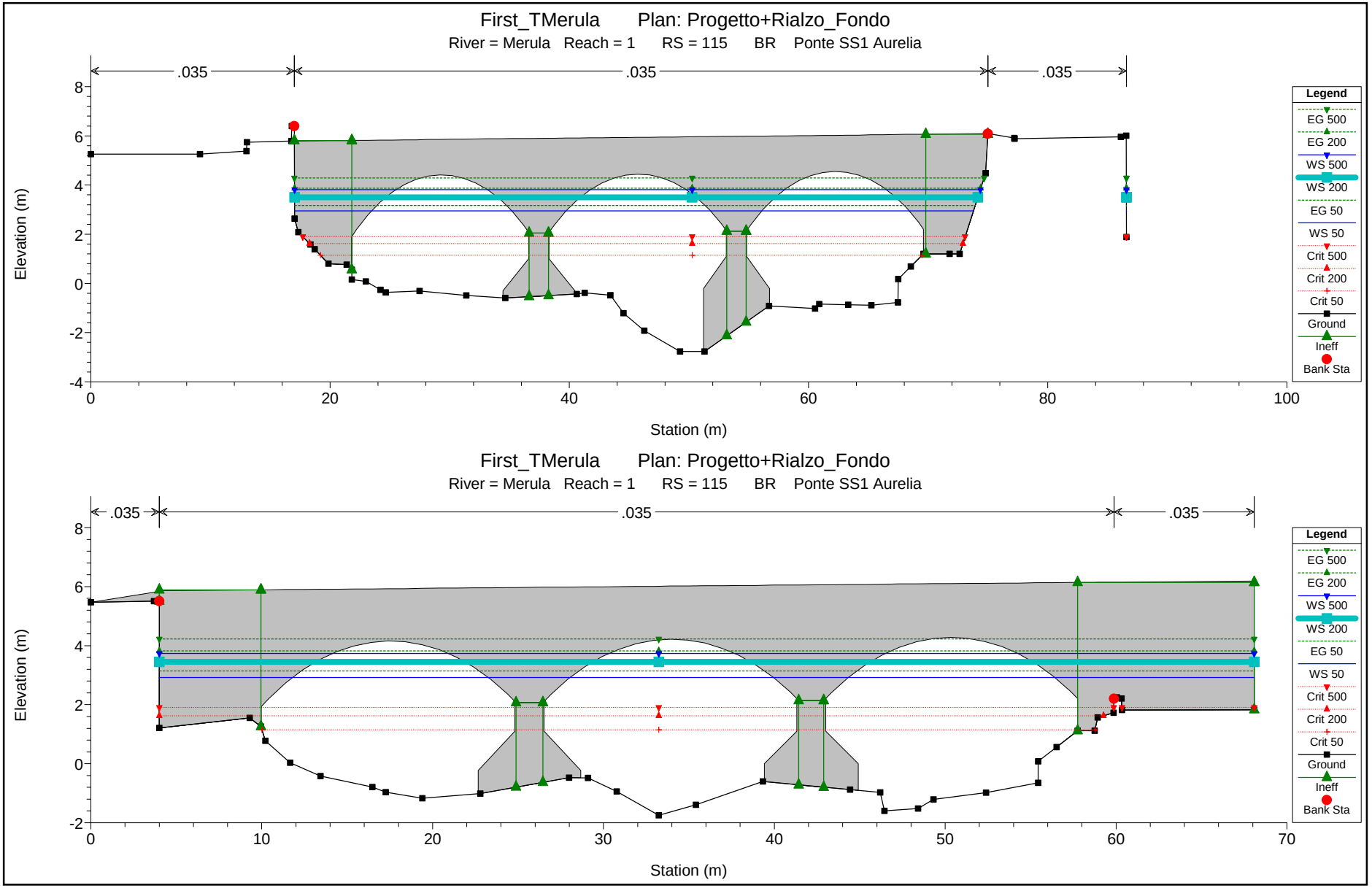
ALLEGATO 5: simulazione idraulica in HEC-RAS 4.1.0
stato di progetto con rialzo fondo alveo

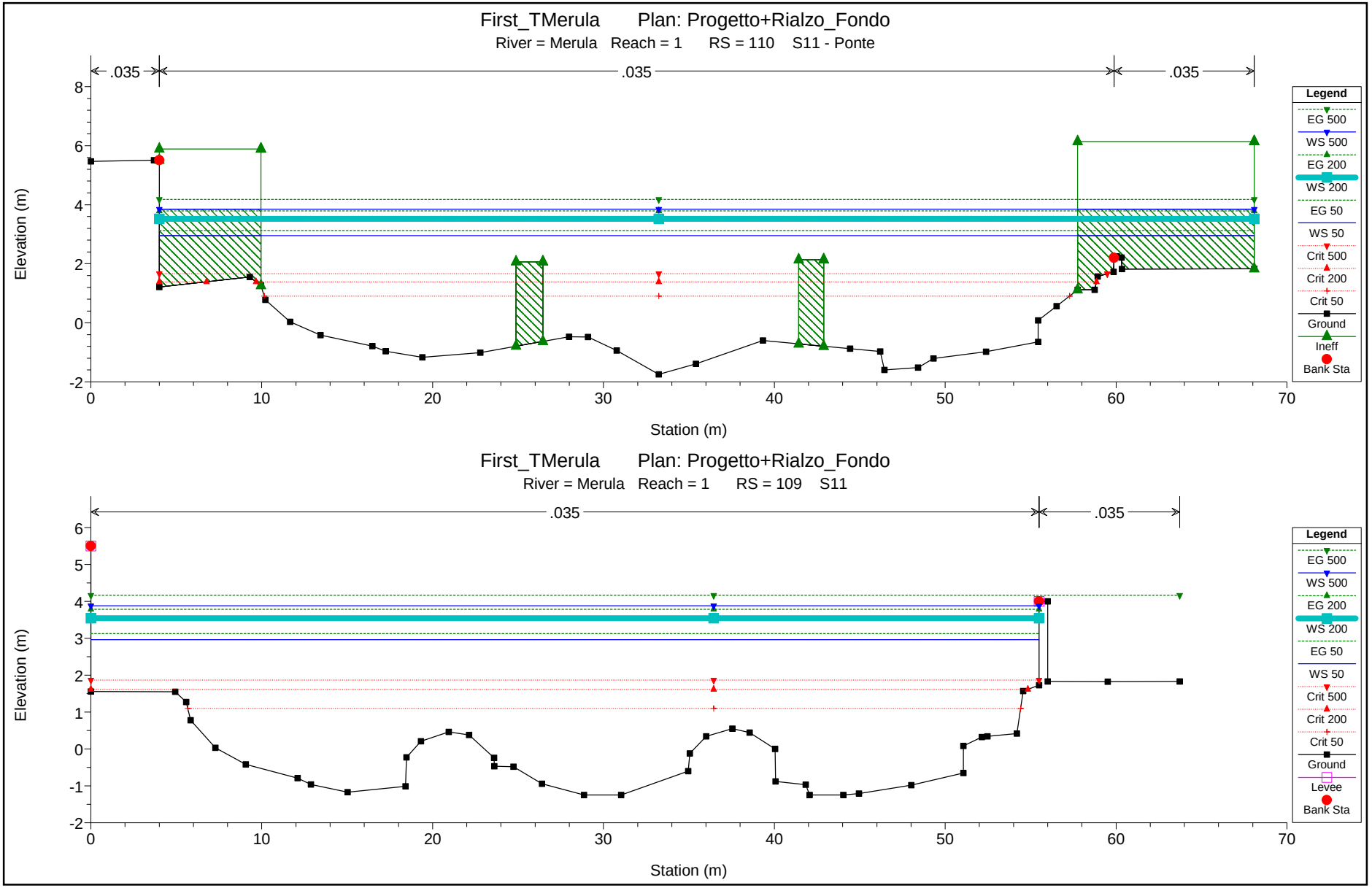
HEC-RAS Plan: Pro+Rialzo_Fondo River: Merula Reach: 1

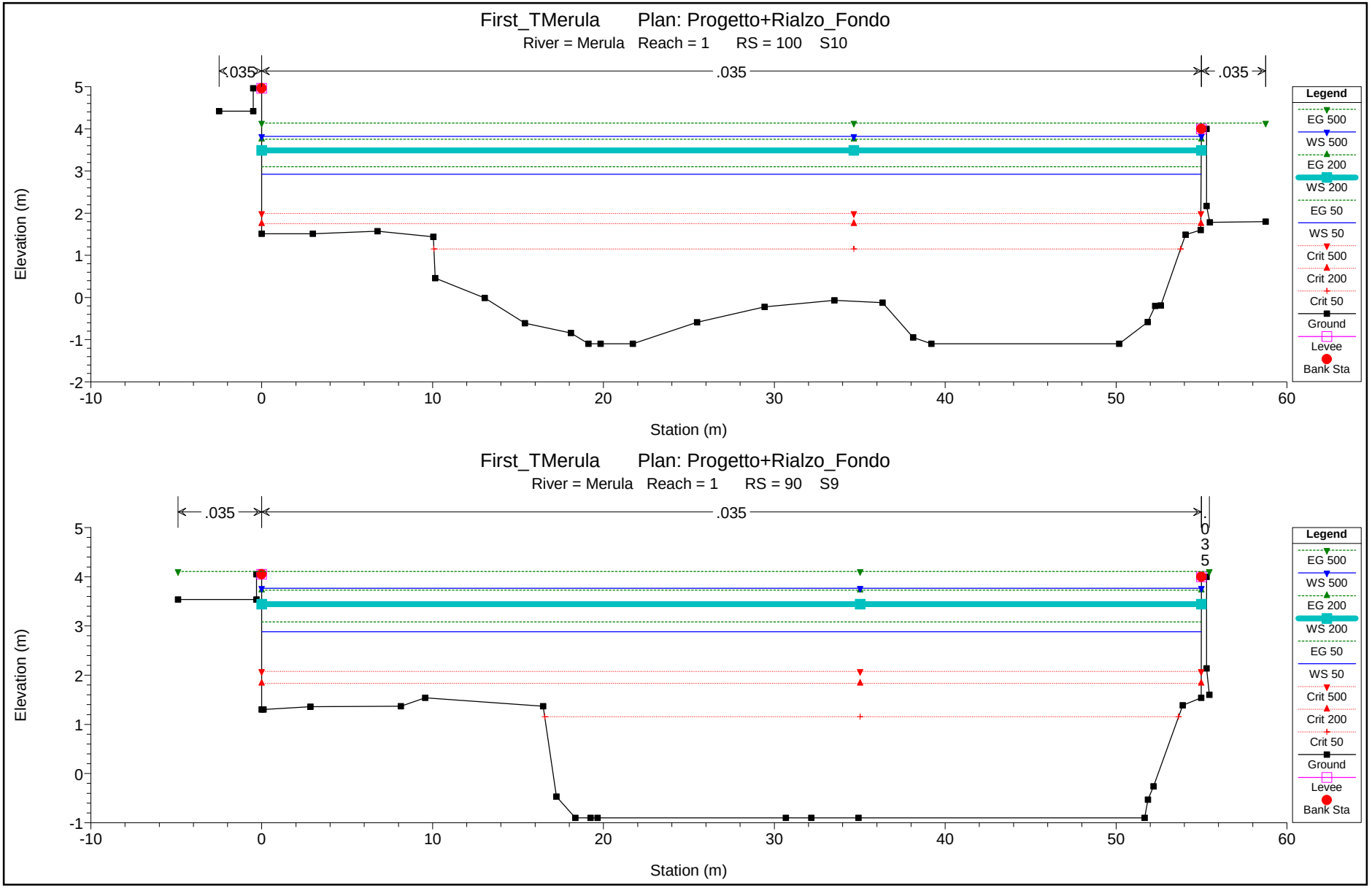
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	LOB Elev	ROB Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	130	50	320.00	-0.85	3.04	1.30	3.20	5.75	5.16	0.000886	1.74	183.84	58.78	0.31
1	130	200	460.00	-0.85	3.69	1.71	3.91	5.75	5.16	0.001009	2.07	221.89	59.36	0.34
1	130	500	550.00	-0.85	4.08	1.95	4.34	5.75	5.16	0.001053	2.24	245.27	59.72	0.35
1	120	50	320.00	-2.77	3.01	0.84	3.17	6.40	6.08	0.000758	1.81	176.56	56.81	0.30
1	120	200	460.00	-2.77	3.62	1.32	3.88	6.40	6.08	0.000934	2.23	206.15	57.22	0.34
1	120	500	550.00	-2.77	4.00	1.60	4.30	6.40	6.08	0.001011	2.45	224.09	57.47	0.36
1	115		Bridge											
1	110	50	320.00	-1.75	2.95	0.91	3.13	5.51	2.20	0.000833	1.87	171.21	64.07	0.32
1	110	200	460.00	-1.75	3.52	1.39	3.79	5.51	2.20	0.001055	2.32	198.29	64.08	0.36
1	110	500	550.00	-1.75	3.84	1.67	4.18	5.51	2.20	0.001173	2.57	213.87	64.08	0.39
1	109	50	320.00	-1.25	2.96	1.10	3.12	5.50	4.00	0.000954	1.77	180.46	55.50	0.31
1	109	200	460.00	-1.25	3.54	1.62	3.78	5.50	4.00	0.001169	2.16	212.58	55.50	0.35
1	109	500	550.00	-1.25	3.88	1.87	4.17	5.50	4.00	0.001282	2.38	231.18	55.50	0.37
1	100	50	320.00	-1.10	2.92	1.15	3.10	4.96	4.00	0.001076	1.88	170.28	54.98	0.34
1	100	200	460.00	-1.10	3.49	1.75	3.76	4.96	4.00	0.001301	2.28	201.48	54.99	0.38
1	100	500	550.00	-1.10	3.82	1.99	4.14	4.96	4.00	0.001417	2.51	219.56	55.00	0.40
1	90	50	320.00	-0.90	2.89	1.15	3.08	4.05	4.00	0.001236	1.96	163.63	54.99	0.36
1	90	200	460.00	-0.90	3.44	1.83	3.73	4.05	4.00	0.001475	2.37	194.34	55.00	0.40
1	90	500	550.00	-0.90	3.77	2.08	4.11	4.05	4.00	0.001596	2.59	212.15	55.00	0.42
1	80	50	320.00	-1.10	2.86	1.14	3.05	4.00	4.00	0.001250	1.97	162.18	54.99	0.37
1	80	200	460.00	-1.10	3.41	1.83	3.70	4.00	4.00	0.001495	2.39	192.51	55.00	0.41
1	80	500	550.00	-1.10	3.73	2.08	4.08	4.00	4.00	0.001619	2.62	210.11	55.00	0.43
1	70	50	320.00	-1.00	2.74	1.61	3.02	4.00	4.00	0.002171	2.33	137.58	54.98	0.47
1	70	200	460.00	-1.00	3.26	2.08	3.65	4.00	4.00	0.002450	2.77	166.10	54.99	0.51
1	70	500	550.00	-1.00	3.56	2.41	4.02	4.00	4.00	0.002578	3.01	182.84	54.99	0.53
1	60	50	320.00	-1.15	2.39	2.03	2.92	4.00	4.00	0.005885	3.22	99.43	52.06	0.74
1	60	200	460.00	-1.15	2.83	2.50	3.54	4.00	4.00	0.006523	3.74	123.09	54.98	0.80
1	60	500	550.00	-1.15	3.10	2.76	3.91	4.00	4.00	0.006440	3.98	138.04	54.99	0.80
1	52.5	50	320.00	-0.95	2.37	1.87	2.81	3.50	3.50	0.004454	2.93	109.34	55.00	0.66
1	52.5	200	460.00	-0.95	2.82	2.31	3.42	3.50	3.50	0.004793	3.44	133.80	55.00	0.70
1	52.5	500	550.00	-0.95	3.09	2.55	3.79	3.50	3.50	0.004853	3.69	148.95	55.00	0.72
1	52.49	50	320.00	-0.95	2.38	1.87	2.81	3.50	2.40	0.004443	2.92	109.55	55.48	0.66
1	52.49	200	460.00	-0.95	2.83	2.31	3.42	3.50	2.40	0.004775	3.40	135.19	57.25	0.71
1	52.49	500	550.00	-0.95	3.11	2.57	3.78	3.50	2.40	0.004720	3.64	151.35	57.25	0.71
1	50	50	320.00	-0.90	2.27	1.78	2.78	1.82	1.89	0.003956	3.21	105.24	53.69	0.65
1	50	200	460.00	-0.90	2.56	2.31	3.37	1.82	1.89	0.005462	4.07	120.84	55.19	0.78
1	50	500	550.00	-0.90	2.72	2.60	3.72	1.82	1.89	0.006324	4.55	129.69	55.19	0.85
1	40	50	320.00	-0.58	2.07	2.02	2.68	1.89	1.84	0.005749	3.59	101.29	82.51	0.78
1	40	200	460.00	-0.58	2.53	2.42	3.20	1.89	1.84	0.005131	3.86	139.96	82.51	0.76
1	40	500	550.00	-0.58	2.82	2.63	3.51	1.89	1.84	0.004718	3.96	163.54	82.51	0.74
1	30	50	320.00	-0.49	2.05	1.56	2.50	1.76	1.40	0.004293	3.01	113.10	83.56	0.67
1	30	200	460.00	-0.49	2.53	2.17	3.05	1.76	1.40	0.003963	3.32	153.17	83.56	0.66
1	30	500	550.00	-0.49	2.81	2.39	3.37	1.76	1.40	0.003743	3.46	176.88	83.56	0.66
1	20	50	320.00	-0.85	2.10	1.29	2.39	1.86	1.05	0.002169	2.49	142.04	71.23	0.49
1	20	200	460.00	-0.85	2.56	1.77	2.96	1.86	1.05	0.002395	2.92	175.18	71.23	0.53
1	20	500	550.00	-0.85	2.83	2.02	3.28	1.86	1.05	0.002497	3.15	194.22	71.23	0.55
1	10	50	320.00	-1.22	0.42	0.95	2.09	1.65	0.69	0.026785	5.75	56.45	42.43	1.55
1	10	200	460.00	-1.22	0.92	1.37	2.69	1.65	0.69	0.019988	5.94	80.35	51.23	1.40
1	10	500	550.00	-1.22	1.21	1.80	3.02	1.65	0.69	0.017413	6.05	95.23	52.68	1.34

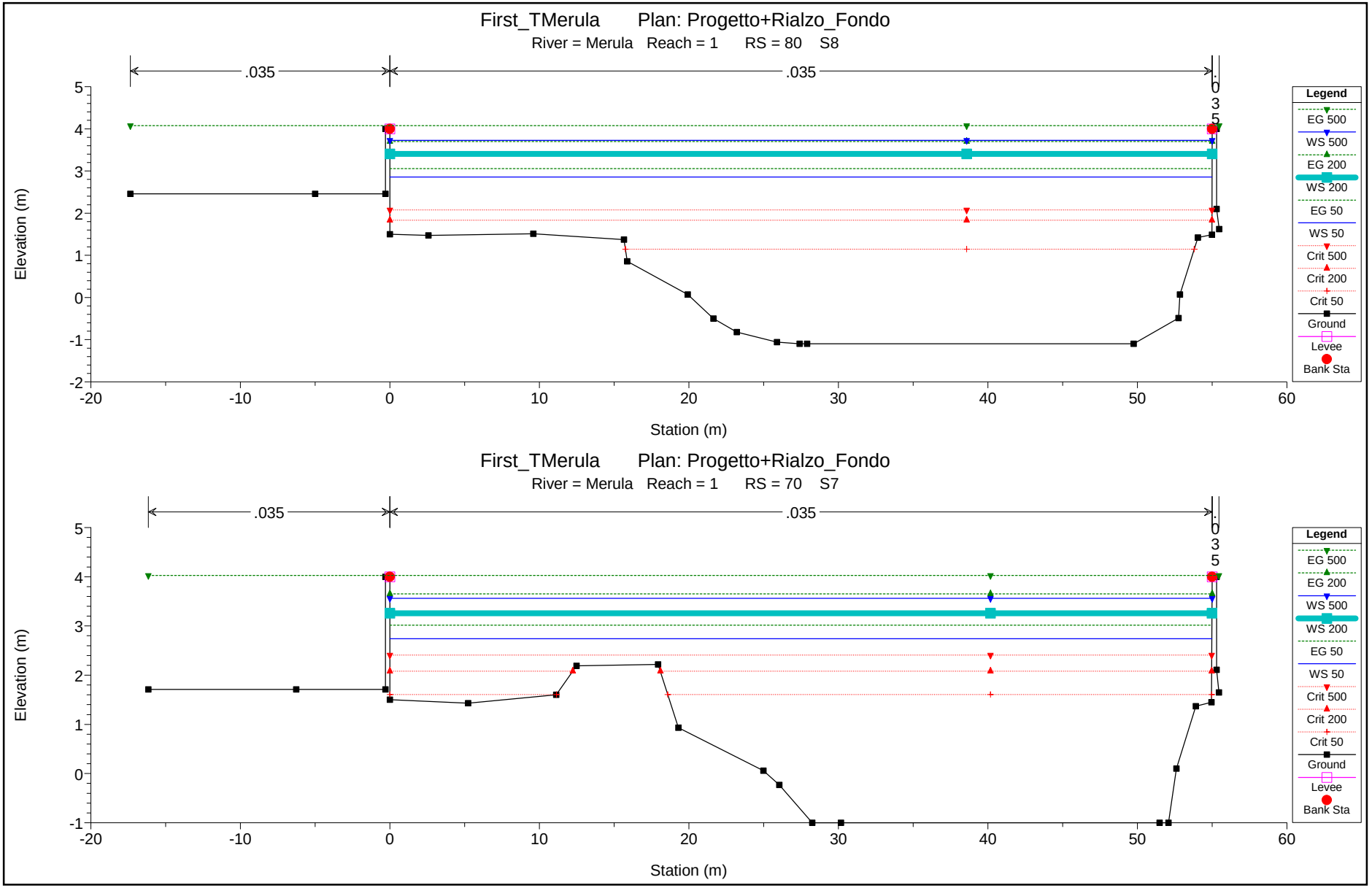

First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
Legend
EG 500
EG 200
EG 50
Crit 500
Crit 200
WS 500
Crit 50
WS 200
WS 50
Ground
LOB
ROB
Left Levee
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
8
6
4
2
0
-2
-4
0
50
100
150
200
250
S2
S3
S4
S5
Fine arginatura
S6
S7
S8
S9
S10
S11
Ponte SS1...
S13

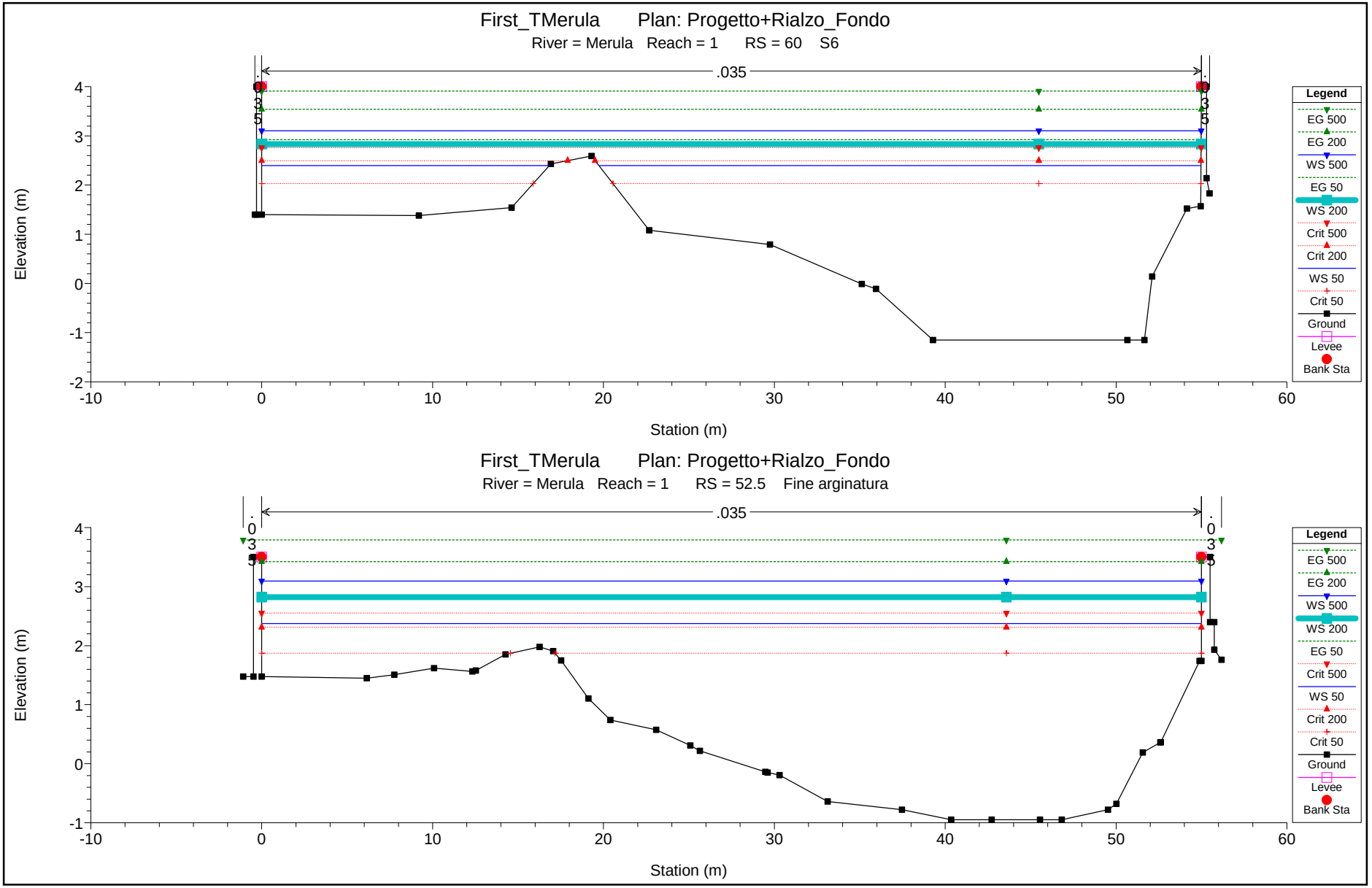

First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 130 S13
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 120 S12 - Ponte
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

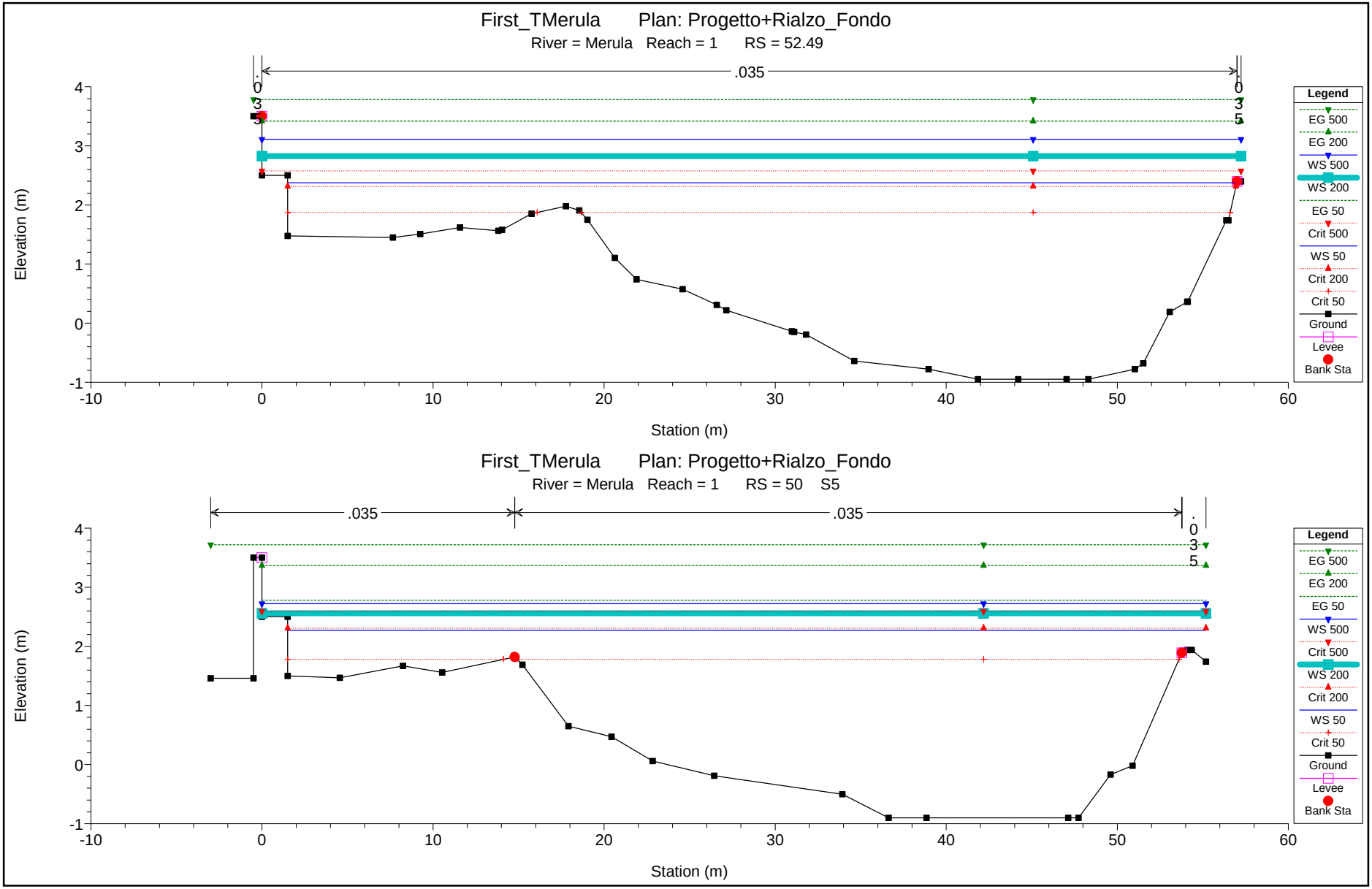

First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 115 BR Ponte SS1 Aurelia
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta

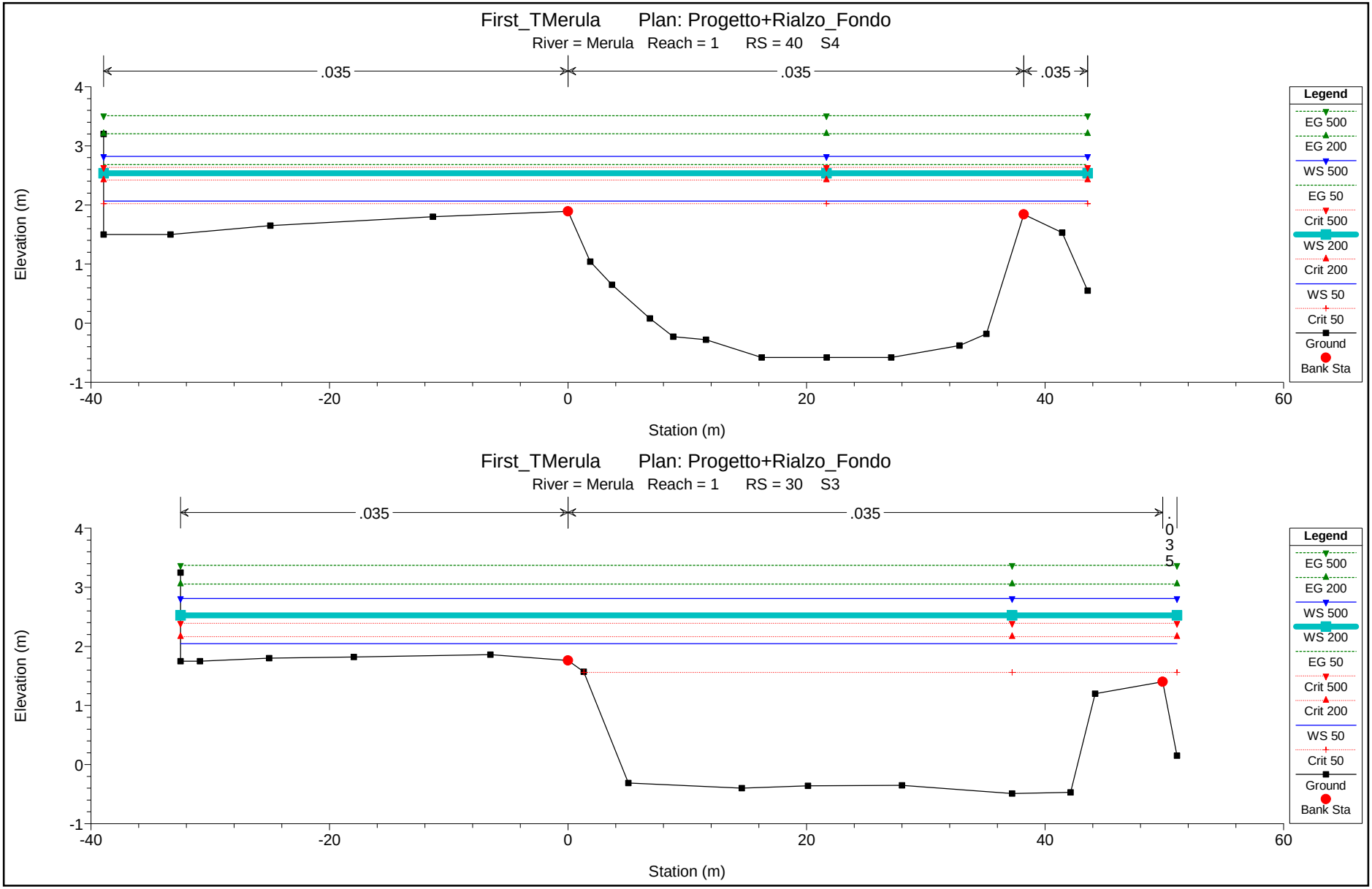

First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 110 S11 - Ponte
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Ineff
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 109 S11
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta

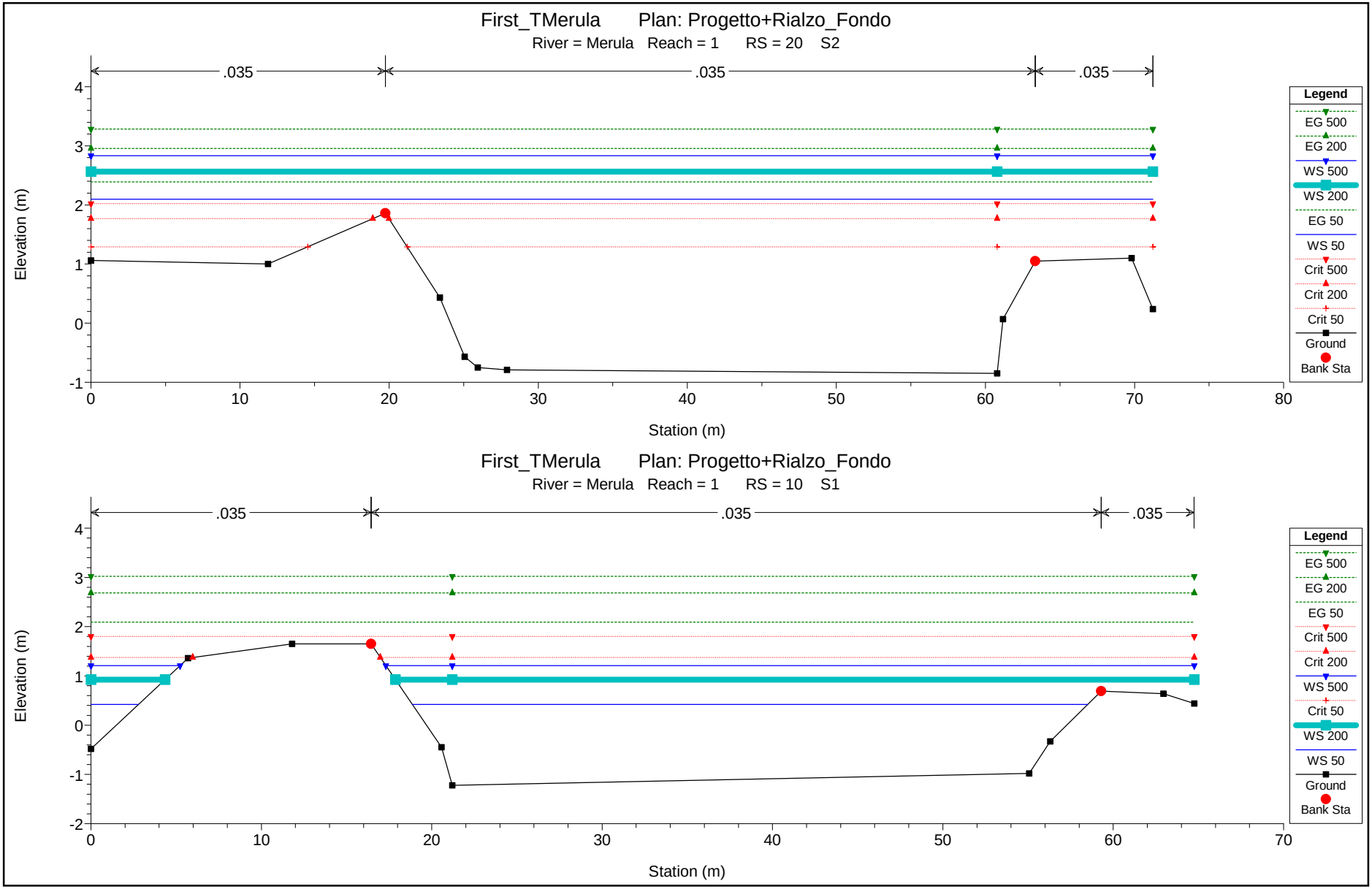

First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 100 S10
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 90 S9
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 80 S8
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
WS 500
EG 200
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 70 S7
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 60 S6
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
WS 200
Crit 500
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 52.5 Fine arginatura
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 52.49
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
Crit 500
WS 50
Crit 200
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 50 S5
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
EG 50
WS 500
Crit 500
WS 200
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Levee
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 40 S4
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
EG 50
Crit 500
WS 200
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 30 S3
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
Crit 500
Crit 200
WS 50
Crit 50
Ground
Bank Sta


First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 20 S2
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
WS 500
WS 200
EG 50
WS 50
Crit 500
Crit 200
Crit 50
Ground
Bank Sta
First_TMerula Plan: Progetto+Rialzo_Fondo
River = Merula Reach = 1 RS = 10 S1
.035
.035
.035
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG 500
EG 200
EG 50
Crit 500
Crit 200
WS 500
Crit 50
WS 200
WS 50
Ground
Bank Sta